

# Arzneistoffe in Zu- und Abläufen von Kläranlagen des Landes Sachsen-Anhalt

(Bericht zum Sondermessprogramm 2005-2006)



**SACHSEN-ANHALT**

Landesamt für Umweltschutz

Fachbereich 2 : Abfallwirtschaft, Bodenschutz,  
Anlagentechnik Wasserwirtschaft

| <b>Inhaltsverzeichnis</b> |  | <b>Seite</b> |
|---------------------------|--|--------------|
| <b>1.</b>                 | <b>Einleitung</b>                                    | <b>1</b>     |
| <b>2.</b>                 | <b>Sonderuntersuchungen 2005-2006</b>                | <b>1</b>     |
| <b>2.1</b>                | <b>Kläranlagen</b>                                   | <b>1</b>     |
| <b>2.2</b>                | <b>Messprogramm</b>                                  | <b>2</b>     |
| <b>2.3</b>                | <b>Analytik</b>                                      | <b>3</b>     |
| <b>2.4</b>                | <b>Hinweise zur Auswertung</b>                       | <b>4</b>     |
| <b>3.</b>                 | <b>Darstellung der Messergebnisse und Auswertung</b> | <b>5</b>     |
| <b>4.</b>                 | <b>Zusammenfassung</b>                               | <b>11</b>    |
| <b>5.</b>                 | <b>Literatur</b>                                     | <b>12</b>    |

**Anlagen**

- Anlage 1**      **Messstellenübersicht 2005 - 2006 – Karte untersuchte Kläranlagen**
- Anlage 2**      **Einzelmesswerte Kläranlagen 2005-2006**
- Anlage 3**      **Arzneistoffe in Kläranlagenzu- und -abläufen –  
Messwertbereiche (MIN – MAX)**



## 1. Einleitung

Für Humanarzneistoffe und deren Metabolite ergibt sich der Haupteintragspfad in die Umwelt über den Patienten bzw. Anwender in das kommunale Abwasser (private Haushalte, Krankenhäuser, Pflegeeinrichtungen usw.) und somit in die Kläranlagen. Dies gilt sowohl für den bestimmungsgemäßen Gebrauch als auch für die zu einem hohen Prozentsatz erfolgende unsachgemäße Entsorgung von Medikamenten über die Spüle oder die Toilette. Untersuchungen zum Vorkommen von Arzneistoffen in Kläranlagenzu- und -abläufen belegen, dass sehr viele der analysierten Wirkstoffe im Klärprozess nur ungenügend eliminiert werden. Sowohl in den Kläranlagenabläufen als auch in Klärschlämmen können viele Wirkstoffe und deren Metabolite nachgewiesen werden, die dann über diese Quellen in die Umwelt gelangen (siehe /1/ bis /8/).

Die Umweltministerkonferenz (UMK) hat beschlossen, Arzneistoffe verstärkt in den Umweltüberwachungsprogrammen der Länder zu berücksichtigen (siehe /10/ bis /13/).

Im Rahmen des Gewässerüberwachungsprogrammes Sachsen-Anhalt (GÜSA) wurde im Jahr 2002 ein Sondermessprogramm begonnen. Es soll neben Informationen zur Belastung der Fließgewässer und des Grundwassers auch Erkenntnisse zu den Stoffkonzentrationen und zum Rückhalt von Arzneistoffen in kommunalen Kläranlagen liefern.

Bisher wurden zu diesem Themenkomplex folgende Berichte veröffentlicht:

- 1. Bericht zum Sondermessprogramm „Arzneimittel im Grundwasser, in Fließgewässern und in Zu- und Abläufen von kommunalen Kläranlagen des Landes Sachsen-Anhalt (Zeitraum 2002-2003) / LAU/LHW (2004)
- Arzneistoffe in Zu- und Abläufen von kommunalen Kläranlagen des Landes Sachsen-Anhalt (Bericht zum Sondermessprogramm 2002-2004). Fachinformation des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Nr. 3/2006 / LAU (2006)
- 2. Bericht zum Sondermessprogramm „Arzneistoffe im Grundwasser, in Fließgewässern und in Zu- und Abläufen von kommunalen Kläranlagen des Landes Sachsen-Anhalt (Zeitraum 2004-2005) / LAU/LHW (2006)

Diese Fachinformation informiert über die im Zeitraum 2005–2006 gemessenen Ergebnisse der Abwasseruntersuchungen an verschiedenen kommunalen Kläranlagen und bildet damit die Fortsetzung der Fachinformation Nr. 3/2006.

## 2. Sonderuntersuchungen 2005-2006

### 2.1 Kläranlagen

Im Zeitraum 2005-2006 wurden Abläufe bzw. Zu- und Abläufe von insgesamt 10 Kläranlagen untersucht (siehe Tab. 1 und Anlage 1). Die KA Stendal war sowohl im Jahr 2005 als auch im Jahr 2006 im Untersuchungsprogramm.

Bei den 10 Kläranlagen handelt es sich um Belebtschlammanlagen mit weitergehender Nährstoffeliminierung, wobei durchaus Unterschiede bei der jeweiligen Abwasserbehandlungstechnik im Detail bestehen. In der Regel wird nur kommunales Abwasser gereinigt. Ausnahmen bilden die Zentrale Abwasserbehandlungsanlage (ZABA) BSL Schkopau und das Gemeinschaftsklärwerk (GKW) Bitterfeld-Wolfen. Hier werden industrielles Abwasser z.B. der Buna Sow Leuna (BSL) Olefinverbund GmbH und kommunales Abwasser in der zentralen Behandlungsanlage in Schkopau sowie im GKW Bitterfeld-Wolfen Grundwasser der Mitteldeutschen Sanierungs- und Entsorgungsgesellschaft mbH (MDSE GmbH - Ökologisches Großprojekt der Landesanstalt für Altlastenfreistellung des Landes Sachsen-Anhalt), industrielles Abwasser der Preiss-

Daimler ChemiePark Bitterfeld Wolfen GmbH und kommunales Abwasser behandelt. Beide Kläranlagen wurden aufgrund der hier behandelten großen Abwassermenge aus den angeschlossenen Ortschaften mit in das Sonderuntersuchungsprogramm kommunaler Kläranlagen aufgenommen.

Der Schwerpunkt des Sonderuntersuchungsprogrammes lag im Jahr 2005 auf den Untersuchungen zu Arzneistoffen in Oberflächengewässern. Aus diesem Grund wurden nur die Abläufe von 8 Kläranlagen analysiert. Die Kläranlagenzuläufe wurden nicht beprobt. Im Jahr 2006 wurden die Zu- und Abläufe von 3 Kläranlagen untersucht.

Tab. 1: Sondermessprogramm Arzneistoffe 2005 und 2006 - beprobte Kläranlagen

| Name der Kläranlage    | Einleitungsgewässer | Einzugsgebiet | Inbetriebnahmejahr * | Kapazität in EW | im Beprobungsjahr angeschlossene |        |
|------------------------|---------------------|---------------|----------------------|-----------------|----------------------------------|--------|
|                        |                     |               |                      |                 | EW                               | E      |
| Bitterfeld-Wolfen      | Mulde               | Mulde         | 1994                 | 422.000         | 362.308                          | 77.818 |
| ZABA BSL Schkopau      | Saale               | Saale         | 1998                 | 400.000         | 96.202                           | 48.915 |
| Stendal                | C004 Kuhgr./Uchte   | Elbe          | 1994                 | 115.000         | 87.550                           | 40.000 |
| Calvörde               | Ohre                | Elbe          | 1993                 | 47.900          | 3.436                            | 3.143  |
| Salzwedel (neu)        | Jeetze              | Elbe          | 1997                 | 45.000          | 33.850                           | 32.850 |
| Immekath               | Jeetze              | Elbe          | 2002                 | 36.000          | 17.735                           | 12.944 |
| Rübeland (neu)         | Bode                | Saale         | 1999                 | 30.000          | 33.233                           | 18.959 |
| Leuna-Göhlitzsch (neu) | Saale               | Saale         | 2000                 | 10.000          | 8.858                            | 6.963  |
| Stendal                | C004 Kuhgr./Uchte   | Elbe          | 1994                 | 115.000         | 81.225                           | 40.010 |
| Halberstadt            | Holtemme            | Bode          | 2000                 | 60.000          | 57.500                           | 39.400 |
| Silstedt               | Holtemme            | Bode          | 1996                 | 80.000          | 55.030                           | 49.498 |

\* ...Neubau, Sanierung, Inbetriebnahme letzte Reinigungsstufe, Erweiterung

## 2.2 Messprogramm

Im Jahr 2005 erfolgten an 8 Kläranlagen je 4 Probenahmen an den Abläufen und im Jahr 2006 an 3 Kläranlagen je 6 Probenahmen an den Kläranlagenzu- und -abläufen. Die Probenahmen erfolgten über das gesamte Jahr verteilt. Pro Probe wurden je 11 ausgewählte Arzneistoffe (siehe Tab. 2) analysiert (siehe auch /16/).

Tab. 2: 2005 und 2006 analysierte Arzneistoffe und deren Anwendungsgebiete

| Arzneistoffe                    | Kürzel         | Anwendungsgebiete  |
|---------------------------------|----------------|--|
| Phenazon,<br>Acetylsalicylsäure | Phen<br>Acet   | Analgetika<br>(Schmerzmittel)  |
| Diclofenac,<br>Ibuprofen        | Diclo<br>Ibup  | Analgetika und Antirheumatika<br>(Rheumatische Beschwerden)              |
| Bezafibrat,<br>Clofibrinsäure   | Beza<br>Clofi  | Lipidsenker und Metaboliten<br>(Stoffwechselerkrankungen)                |
| Carbamazepin                    | Carb           | Antiepileptika (Epilepsieerkrankungen)                                   |
| Iopamidol,<br>Iopromid          | Iopam<br>Iopro | Röntgenkontrastmittel  |
| Clarithromycin<br>Roxithromycin | Clari<br>Roxi  | Antibiotika (Behandlung von Infektionskrankheiten<br>z. B. der Atemwege) |

### 2.3 Analytik

Für die Gruppe der Arzneistoffe gibt es zurzeit keine genormten Analysenverfahren. Alle Arzneistoffanalysen von Wasserproben wurden bis 2004 vom Labor des LAU ausgeführt. Seit 2005 hat das Labor des Landesbetriebes für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW) in Wittenberg diese Aufgabe übernommen.

Mit dem Wechsel der Zuständigkeiten war auch ein Wechsel in der Analytik der Arzneistoffe verbunden. Durch das Labor des LHW Wittenberg wurde eine eigene Methodik entwickelt, die es ermöglicht, möglichst viele der geforderten sehr unterschiedlichen Arzneistoffe gleichzeitig analytisch zu erfassen.

#### *Probenvorbereitung und Dotierung:*

Die zu analysierenden Arzneistoffe wurden aus dem Wasser isoliert und angereichert. Die Probenaufarbeitung der 11 Arzneistoffe erfolgte durch:

- Druckfiltration der Probe (ca. je 2 x 1l ) über Glasfaserfilter 40µm
- Einstellung des pH-Wertes auf 3-4
- Festphasenextraktion der Probe zur Anreicherung der Analyten (Konditionierung, Probenaufgabe, waschen, trocknen des Polymermaterials)
- Elution der Analyten von der Festphase mittels organischem Lösemittel
- Einengen des Lösemittelextraktes bis zur Trockne und Aufnahme des Rückstandes in Wasser/Puffer
- Filtration über „minisart“- Membranfilter

Die Bestimmung der Arzneistoffe erfolgt mittels eines LC-MS-MS (API 2000) Analysensystems. Eine Kopplung von Flüssigchromatographie und Massenspektrometrie ermöglicht die Trennung und Quantifizierung der Analyten. Die Bedingungen der flüssigchromatographischen Trennung wurden für alle Arzneistoffe optimiert. In jeder Probe wurden für alle zu analysierenden Arzneistoffe die Wiederfindungsraten über die Dotierung berechnet und bei der Quantifizierung berücksichtigt.

Eine Übersicht über die Bestimmungsgrenzen (BG) der einzelnen Arzneistoffe ist der nachfolgenden Tabelle 3 zu entnehmen:

*Tab. 3: Bestimmungsgrenzen für Arzneistoffe (2005-2006)*

| <b>Arzneistoffe</b>   | <b>BG<br/>in µg/l</b> |
|---|-----------------------|
| Clofibrinsäure,<br>Bezafibrat,<br>Phenazon,<br>Carbamazepin                                       | <b>0,001</b>          |
| Acetylsalicylsäure,<br>Diclofenac,<br>Iopamidol,<br>Iopromid,<br>Clarithromycin,<br>Roxithromycin | <b>0,005</b>          |
| Ibuprofen   | <b>0,025</b>          |

## 2.4 Hinweise zur Auswertung

Für die Berechnung des arithmetischen Mittelwertes der Arzneistoffkonzentrationen erfolgte bei Analysen mit dem Ergebnis „kleiner Bestimmungsgrenze“ (" $<BG$ ") die Verwendung des Zahlenwertes ( $\frac{1}{2} BG$ ) bei allen Auswertungen.

Da es sich bei den auf ausgewählte Arzneistoffe untersuchten Abwasserproben lediglich um 4 – 6 auf das Untersuchungsjahr verteilte Stichproben pro Kläranlage handelt, sind die Daten statistisch nicht gesichert. Darüber hinaus sind mögliche Schwankungen der Parameter (Abwassermengen und Arzneistoffkonzentration im Zu- und Ablauf der Kläranlagen) zum jeweiligen Probenahmezeitpunkt zu beachten.

## 3. Darstellung der Messergebnisse und Auswertung

Die Arzneistoffkonzentrationen im Ablauf der untersuchten Kläranlagen lagen überwiegend oder mehrfach im Bereich der Bestimmungsgrenze (Ibuprofen, Acetylsalicylsäure), unterschritten die Bestimmungsgrenze selten (z.B. Clofibrinsäure, Iopromid) oder lagen konstant deutlich darüber (Diclofenac, Carbamazepin). Die Einzelmesswerte zu den untersuchten Kläranlagenzu- und –abläufen sind der Anlage 2 zu entnehmen.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Minima und Maxima der gemessenen Arzneistoffkonzentrationen in den Zu- und Abläufen der Kläranlagen des Untersuchungszeitraumes 2005–2006 (außer GWK Bitterfeld-Wolfen) zusammengefasst (siehe auch Anlage 3). Weiterhin sind in der Tabelle die Kläranlagen aufgeführt, bei denen der jeweilige Maximalwert gemessen wurde.

Tab. 4: Minima (MIN), Maxima (MAX) und Kläranlagen mit Maximalwert (KA MAX) der Arzneistoffe in  $\mu\text{g/l}$  für die Kläranlagen 2005-2006 (außer GWK Bitterfeld-Wolfen)

|           | Acetylsalicylsäure |       | Clofibrinsäure   |       | Bezafibrat |       | Diclofenac  |       |
|-----------|--------------------|-------|------------------|-------|------------|-------|-------------|-------|
|           | MIN                | MAX   | MIN              | MAX   | MIN        | MAX   | MIN         | MAX   |
| KA-Zulauf | BG                 | 8,000 | BG               | 0,740 | 0,430      | 5,600 | 0,170       | 7,000 |
| KA MAX    | Halberstadt        |       | Stendal          |       | Silstedt   |       | Silstedt    |       |
| KA-Ablauf | BG                 | 0,460 | BG               | 0,490 | BG         | 2,100 | 0,510       | 5,500 |
| KA MAX    | Leuna-Göhlitzsch   |       | Leuna-Göhlitzsch |       | Immekath   |       | Halberstadt |       |

|           | Phenazon    |       | Ibuprofen |       | Carbamazepin |       | Iopamidol        |       |
|-----------|-------------|-------|-----------|-------|--------------|-------|------------------|-------|
|           | MIN         | MAX   | MIN       | MAX   | MIN          | MAX   | MIN              | MAX   |
| KA-Zulauf | BG          | 0,400 | 1,100     | 16,00 | 0,640        | 6,600 | BG               | 0,350 |
| KA MAX    | Halberstadt |       | Stendal   |       | Stendal      |       | Silstedt         |       |
| KA-Ablauf | BG          | 1,200 | BG        | 0,780 | 1,100        | 5,200 | BG               | 6,100 |
| KA MAX    | Halberstadt |       | Calvörde  |       | Immekath     |       | Leuna-Göhlitzsch |       |

|           | Iopromid |        | Clarithromycin |       | Roxithromycin |       |
|-----------|----------|--------|----------------|-------|---------------|-------|
|           | MIN      | MAX    | MIN            | MAX   | MIN           | MAX   |
| KA-Zulauf | BG       | 27,000 | BG             | 2,600 | BG            | 0,570 |
| KA MAX    | Silstedt |        | Stendal        |       | Stendal       |       |
| KA-Ablauf | BG       | 5,300  | BG             | 0,800 | BG            | 0,460 |
| KA MAX    | Silstedt |        | Stendal        |       | Stendal       |       |

Die ermittelten Zulaufkonzentrationen der im Jahr 2006 untersuchten 3 Kläranlagen weisen insbesondere für die Arzneistoffe Iopromid (KA Silstedt: 27,00  $\mu\text{g/l}$ ), Ibuprofen (KA Stendal: 16,00  $\mu\text{g/l}$ ) und Acetylsalicylsäure (KA Halberstadt: 8,00  $\mu\text{g/l}$ ) Höchstwerte auf.

Im Kläranlagenablauf der Kläranlage Halberstadt wurden für Diclofenac (5,50  $\mu\text{g/l}$ ) und Phenazon (1,20  $\mu\text{g/l}$ ) Spitzenwerte festgestellt. Weitere Höchstwerte im Vergleich zum Untersuchungszeitraum 2002-2004 wurden in den Abläufen der Kläranlage Immekath für



Bezafibrat (2,10 µg/l) und Carbamazepin (5,20 µg/l) sowie der Kläranlage Leuna-Göhlitzsch für Iopamidol (6,10 µg/l) gemessen (siehe Tab. 4).

Bei den ermittelten Arzneistoffkonzentrationen für das GWK Bitterfeld-Wolfen traten sehr starke Konzentrationsschwankungen bei den einzelnen Probenahmen bei nahezu jedem analysierten Arzneistoff auf (vgl. Anlage 2). Eine mögliche Erklärung hierfür dürfte im schwankenden Anteil des zu behandelnden Grundwassers der Mitteldeutschen Sanierungs- und Entsorgungsgesellschaft mbH liegen. Der am Standort in der Aspirin-Produktion eingesetzte Arzneistoff Acetylsalicylsäure (BAYER Bitterfeld GmbH) wurde einmalig mit einem Spitzenwert von 10,0 µg/l im Kläranlagenablauf gemessen. Weiterhin sind insbesondere die hohen Ablaufwerte für Phenazon (MAX: 8,2 µg/l) und Iopamidol (MAX: 18,0 µg/l) bemerkenswert, die deutlich über den für die 9 anderen Kläranlagen ermittelten Konzentrationswerten liegen.

Die für die 11 Arzneistoffe berechneten Mittelwerte der Jahre 2005 und 2006 sind der nachfolgenden Tabelle 5 zu entnehmen.

Tab. 5: Arzneistoffmittelwerte in µg/l für die untersuchten 10 Kläranlagen 2005-2006

| Kläranlage             | Acetylsalicylsäure |        | Clofibrinsäure |        | Bezafibrat |        | Diclofenac |        |
|------------------------|--------------------|--------|----------------|--------|------------|--------|------------|--------|
|                        | Zulauf             | Ablauf | Zulauf         | Ablauf | Zulauf     | Ablauf | Zulauf     | Ablauf |
|                        | MITTEL             | MITTEL | MITTEL         | MITTEL | MITTEL     | MITTEL | MITTEL     | MITTEL |
| Bitterfeld-Wolfen      |                    | 2,502  |                | 0,253  |            | 0,838  |            | 0,707  |
| Calvörde               |                    | 0,013  |                | 0,068  |            | 0,576  |            | 0,595  |
| Immekath               |                    | 0,068  |                | 0,005  |            | 0,925  |            | 2,575  |
| Leuna-Göhlitzsch (neu) |                    | 0,181  |                | 0,296  |            | 0,103  |            | 1,480  |
| Rübeland (neu)         |                    | 0,014  |                | 0,006  |            | 0,321  |            | 1,340  |
| Salzwedel (neu)        |                    | 0,033  |                | 0,020  |            | 0,268  |            | 2,400  |
| Stendal                |                    | 0,006  |                | 0,293  |            | 0,093  |            | 2,650  |
| ZABA BSL Schkopau      |                    | 0,051  |                | 0,030  |            | 0,127  |            | 0,568  |
| Silstedt               | 2,917              | 0,060  | 0,142          | 0,010  | 3,150      | 0,165  | 3,600      | 1,767  |
| Stendal                | 1,966              | 0,033  | 0,236          | 0,185  | 1,593      | 0,088  | 1,167      | 2,200  |
| Halberstadt            | 2,722              | 0,091  | 0,054          | 0,066  | 2,168      | 0,271  | 1,860      | 2,517  |

| Kläranlage             | Phenazon |        | Ibuprofen |        | Carbamazepin |        | Iopamidol |        |
|------------------------|----------|--------|-----------|--------|--------------|--------|-----------|--------|
|                        | Zulauf   | Ablauf | Zulauf    | Ablauf | Zulauf       | Ablauf | Zulauf    | Ablauf |
|                        | MITTEL   | MITTEL | MITTEL    | MITTEL | MITTEL       | MITTEL | MITTEL    | MITTEL |
| Bitterfeld-Wolfen      |          | 2,448  |           | 0,229  |              | 1,390  |           | 6,925  |
| Calvörde               |          | 0,019  |           | 0,279  |              | 1,200  |           | 0,096  |
| Immekath               |          | 0,162  |           | 0,023  |              | 4,275  |           | 0,297  |
| Leuna-Göhlitzsch (neu) |          | 0,063  |           | 0,034  |              | 1,398  |           | 1,656  |
| Rübeland (neu)         |          | 0,040  |           | 0,048  |              | 1,675  |           | 0,473  |
| Salzwedel (neu)        |          | 0,056  |           | 0,013  |              | 2,525  |           | 0,238  |
| Stendal                |          | 0,161  |           | 0,013  |              | 2,825  |           | 0,045  |
| ZABA BSL Schkopau      |          | 0,037  |           | 0,025  |              | 0,568  |           | 0,235  |
| Silstedt               | 0,024    | 0,109  | 7,833     | 0,013  | 3,050        | 3,250  | 0,060     | 0,148  |
| Stendal                | 0,001    | 0,134  | 6,317     | 0,023  | 3,250        | 3,133  | 0,003     | 0,029  |
| Halberstadt            | 0,072    | 0,477  | 4,333     | 0,068  | 2,107        | 2,150  | 0,003     | 0,065  |

| Kläranlage             | Iopromid |        | Clarithromycin |        | Roxithromycin |        |
|------------------------|----------|--------|----------------|--------|---------------|--------|
|                        | Zulauf   | Ablauf | Zulauf         | Ablauf | Zulauf        | Ablauf |
|                        | MITTEL   | MITTEL | MITTEL         | MITTEL | MITTEL        | MITTEL |
| Bitterfeld-Wolfen      |          | 0,393  |                | 0,158  |               | 0,260  |
| Calvörde               |          | 0,048  |                | 0,119  |               | 0,110  |
| Immekath               |          | 0,318  |                | 0,061  |               | 0,091  |
| Leuna-Göhlitzsch (neu) |          | 0,019  |                | 0,158  |               | 0,124  |
| Rübeland (neu)         |          | 0,026  |                | 0,121  |               | 0,088  |
| Salzwedel (neu)        |          | 1,676  |                | 0,029  |               | 0,031  |
| Stendal                |          | 0,921  |                | 0,207  |               | 0,090  |
| ZABA BSL Schkopau      |          | 0,097  |                | 0,029  |               | 0,022  |
| Silstedt               | 11,100   | 1,886  | 0,480          | 0,121  | 0,216         | 0,186  |
| Stendal                | 0,348    | 0,278  | 0,665          | 0,215  | 0,186         | 0,156  |
| Halberstadt            | 2,052    | 0,052  | 0,639          | 0,198  | 0,134         | 0,187  |

Die Abb. 1 zeigt die aus den Konzentrations-Mittelwerten der einzelnen Arzneistoffe gebildeten Arzneistoffsummen für die Kläranlagenzu- und -abläufe. Besonders auffällig sind die sehr hohen mittleren Zulaufwerte der KA Silstedt (2006) und die hohen mittleren Ablaufwerte für die Kläranlagen Bitterfeld-Wolfen und Immekath (2005).

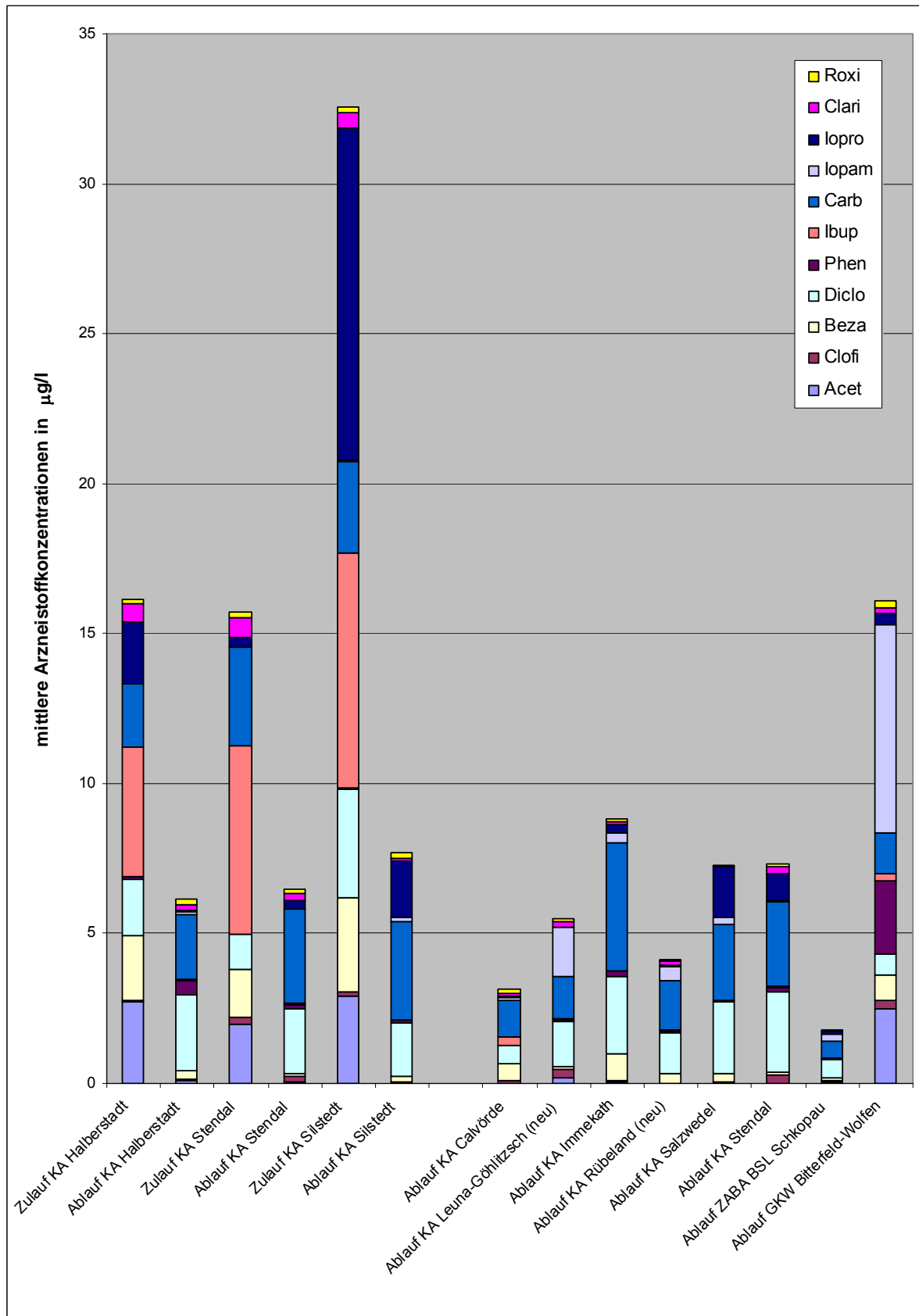


Abb. 1: Arzneistoffe in den Kläranlagenzu- und -abläufen – Arzneistoffsummen in µg/l

Die Analyse der prozentualen Anteile der einzelnen Arzneistoffe an der Gesamtsumme der mittleren Arzneistoffkonzentrationen zeigt zum Teil erhebliche Unterschiede zwischen den 10 untersuchten Kläranlagen (siehe Abb.2). Bei den 2006 analysierten Kläranlagenzulaufen dominieren insbesondere die Arzneistoffe Ibuprofen, Iopromid, Carbamazepin und Acetylsalicylsäure. Bei den Kläranlagenabläufen dominieren das in den meisten Kläranlagen schlecht zurückgehaltene Diclofenac sowie Carbamazepin. Auch hier zeigt sich für das GWK Bitterfeld-Wolfen eine von den anderen untersuchten Kläranlagen abweichende anteilige Verteilung der Arzneistoffe.

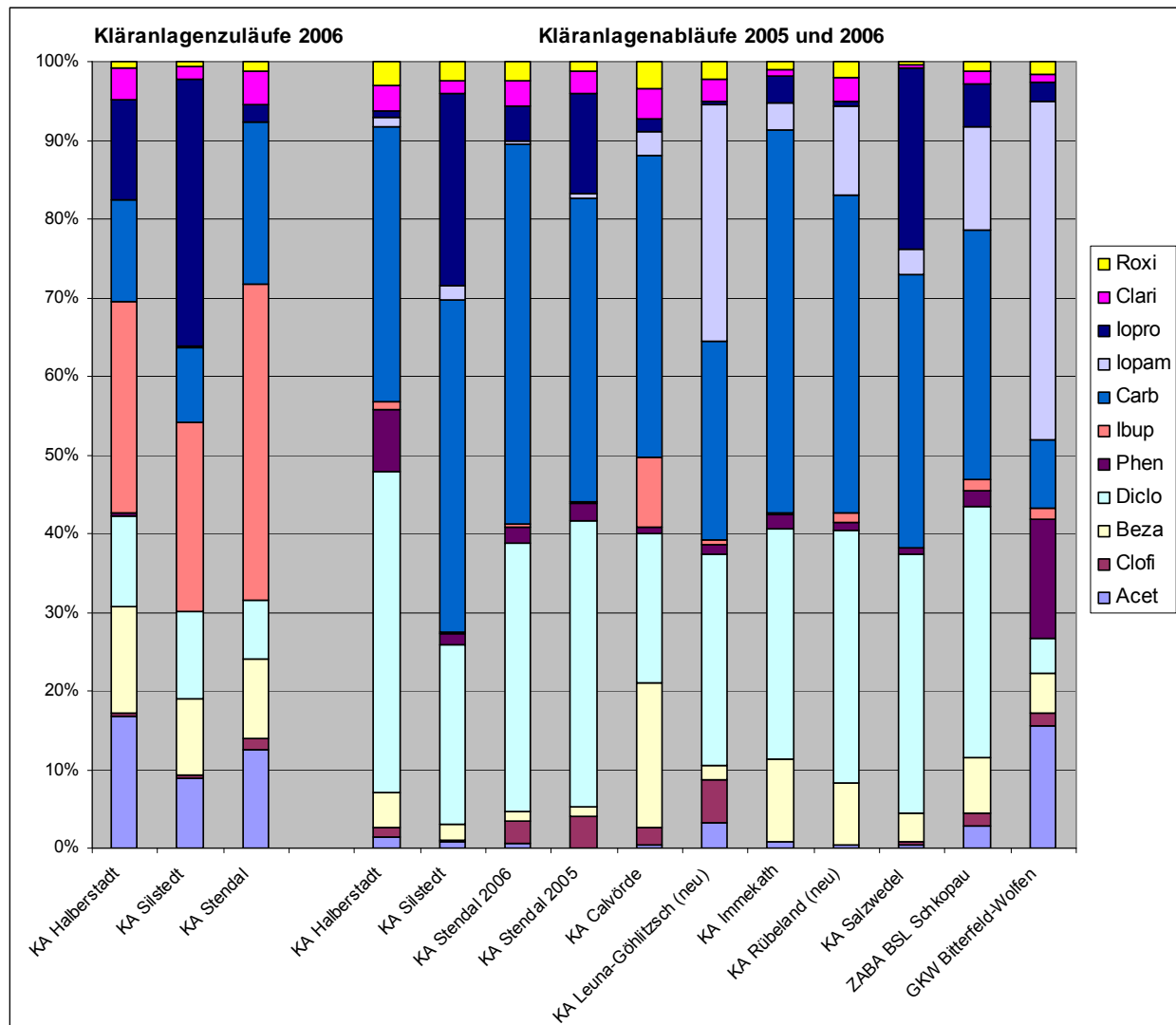


Abb. 2: Prozentuale Anteile einzelner Arzneistoffe bezogen auf die Gesamtmenge der analysierten Arzneistoffe im Zulauf und Ablauf kommunaler Kläranlagen

Ein Vergleich der Arzneistoffkonzentrationen der Jahre 2002-2004 mit den 2005 und 2006 ermittelten Kläranlagenzu- bzw. -ablaufwerten, bezogen auf bestimmte Arzneistoffe, zeigt zum Teil sehr starke Unterschiede. Insbesondere die ermittelten Arzneistoffkonzentrationen im Zulauf der kommunalen Kläranlagen weisen für **Phenazon** und **Iopamidol** im Jahr 2006 erheblich niedrigere Messwerte als 2002-2004 auf (siehe /15/, /16/).

Auch für **Carbamazepin** weichen die Konzentrationsmittelwerte für 2005 und 2006 von denen der Vorjahre ab. Der Vergleich mit Literaturwerten zeigt die ebenfalls starken Schwankungsbreiten der Untersuchungsergebnisse gerade für diese drei Arzneistoffe, die sehr wahrscheinlich auf die z.T. sehr unterschiedliche Analytik sowie

Belastungsschwankungen des Abwassers zurückzuführen sind (siehe Tab. 6). Die Bestimmung der Wirkstoffe in verschmutztem Wasser ist schwieriger als in sauberem Wasser, deshalb sind die Wiederfindungsraten im Kläranlagenzulauf meist geringer; im Kläranlagenablauf liegen sie bei den meisten Stoffen in der gleichen Größenordnung wie im Oberflächenwasser.

Da im Zuge der Einführung der neuen Arzneistoffanalytik keine Parallelbestimmungen der Arzneistoffkonzentrationen mit beiden analytischen Methoden durchgeführt wurden, können die Konzentrationsunterschiede, insbesondere bei den Kläranlagenzulaufen, nicht eindeutig tatsächlich vorhandenen Konzentrationsunterschieden oder der neuen Analytik zugeordnet werden. Die unterschiedlichen Ergebnisse zeigen, dass es unbedingt erforderlich ist, die Arzneistoffanalytik zu standardisieren, um einen realistischen Vergleich der Untersuchungsergebnisse verschiedener Labore durchführen zu können.

In der nachfolgenden Tabelle werden Zu- und Ablaufwerte der Beprobungen von 2002-2004 und von 2006 verschiedenen Literaturwerten gegenübergestellt.

Tab. 6 :Mittelwerte (MITTEL) und Maximalwerte (MAX) der Arzneistoffe 2002-2004 und 2006 im Vergleich mit Literaturwerten

| Arzneistoff        | Mess-<br>stelle | 2002-2004   |              | 2006        |             | /17/   | /18/   | /3/    |       | /5/    |       | andere |        |
|--------------------|-----------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|
|                    |                 | MITTEL      | MAX          | MITTEL      | MAX         | MITTEL | MITTEL | MEDIAN | MAX   | MEDIAN | MAX   | MEDIAN | Quelle |
| Acetylsalicylsäure | KA-Zulauf       | 1,06        | 13,60        | 2,57        | 8,00        | 3,20   |        |        |       |        |       |        |        |
|                    | KA-Ablauf       | 0,05        | 0,53         | 0,06        | 0,22        | 0,62   |        |        |       |        |       |        |        |
| Clofibrinsäure     | KA-Zulauf       | 0,44        | 3,90         | 0,14        | 0,74        | 1,20   | 0,24   | 0,27   | 0,39  |        |       |        |        |
|                    | KA-Ablauf       | 0,12        | 1,70         | 0,09        | 0,33        | 0,60   | 0,17   | 0,22   | 0,40  |        |       |        |        |
| Bezafibrat         | KA-Zulauf       | 1,35        | 7,90         | 2,30        | 5,60        | 5,60   | 2,17   | 3,70   | 6,51  | 4,90   | 7,50  |        |        |
|                    | KA-Ablauf       | 0,26        | 1,70         | 0,17        | 0,77        | 0,96   | 0,47   | 1,02   | 2,81  | 2,20   | 4,60  |        |        |
| Diclofenac         | KA-Zulauf       | 2,45        | 8,20         | 2,21        | 7,00        | 1,90   | 1,13   | 1,63   | 8,00  | 3,50   | 28,00 |        |        |
|                    | KA-Ablauf       | 1,30        | 4,60         | 2,16        | 5,50        | 0,58   | 0,65   | 1,70   | 5,50  | 0,81   | 2,10  |        |        |
| Phenazon           | KA-Zulauf       | <b>0,92</b> | <b>10,00</b> | <b>0,03</b> | <b>0,40</b> | 0,25   | 0,24   | 0,02   | 0,36  |        |       |        |        |
|                    | KA-Ablauf       | <b>0,06</b> | <b>0,36</b>  | <b>0,24</b> | <b>1,20</b> | 0,17   | 0,14   | 0,08   | 0,90  |        |       |        |        |
| Ibuprofen          | KA-Zulauf       | 4,11        | 22,80        | 6,16        | 16,00       | 4,40   | 2,19   | 3,00   | 5,87  | 5,00   | 14,00 | 5,30   | /4/    |
|                    | KA-Ablauf       | 0,22        | 9,60         | 0,03        | 0,30        | 0,45   | 0,07   | 0,09   | 0,26  | 0,37   | 3,40  | 0,20   | /4/    |
| Carbamazepin       | KA-Zulauf       | <b>0,91</b> | <b>5,80</b>  | <b>2,80</b> | <b>6,60</b> | 2,20   | 1,14   | 1,60   | 4,00  | 2,20   | 3,00  | 1,20   | /4/    |
|                    | KA-Ablauf       | <b>0,18</b> | <b>1,60</b>  | <b>2,84</b> | <b>4,60</b> | 2,00   | 0,52   | 1,41   | 3,70  | 2,10   | 6,30  | 1,20   | /4/    |
| Iopamidol          | KA-Zulauf       | <b>3,03</b> | <b>4,70</b>  | <b>0,02</b> | <b>0,35</b> |        |        | BG     | 9,00  |        |       |        |        |
|                    | KA-Ablauf       | <b>2,76</b> | <b>4,20</b>  | <b>0,08</b> | <b>2,20</b> |        |        | 1,20   | 9,40  |        |       |        |        |
| Iopromid           | KA-Zulauf       |             |              | 4,50        | 27,00       |        |        | 3,50   | 14,00 | 13,00  | 22,00 |        |        |
|                    | KA-Ablauf       |             |              | 0,74        | 5,30        |        |        | 0,61   | 7,40  | 0,75   | 11,00 |        |        |
| Clarithromycin     | KA-Zulauf       |             |              | 0,59        | 2,60        |        |        | 0,01   | 0,48  |        |       | 0,51   | /4/    |
|                    | KA-Ablauf       |             |              | 0,18        | 0,80        |        |        | 0,02   | 1,00  |        |       | 0,39   | /4/    |
| Roxithromycin      | KA-Zulauf       |             |              | 0,18        | 0,57        |        |        | 0,10   | 0,62  | 0,83   | 1,00  |        |        |
|                    | KA-Ablauf       |             |              | 0,18        | 0,46        |        |        | 0,20   | 1,20  | 0,10   | 1,00  | 0,68   | /19/   |

Bei den Betrachtungen zum Arzneistoffrückhalt in den untersuchten Kläranlagen ist zu berücksichtigen, dass es sich bei den analysierten Abwasserproben aus den Zu- und Abläufen der kommunalen Kläranlagen lediglich um Stichproben handelt und keine Analysen zu den Abbauprodukten durchgeführt wurden, so dass die einzelnen Messergebnisse nur bedingt zur Einschätzung einer Eliminationsleistung herangezogen werden können. Dennoch konnten in der Vergangenheit gute, mit Literaturdaten anderer Autoren vergleichbare, Ergebnisse ermittelt werden.








Für die Untersuchungen 2006 war dieser Vergleich von Zulauf und Ablauf der Kläranlagen besonders bei den schwer biologisch abbaubaren Arzneistoffen nicht möglich. Die mittleren Ablaufwerte lagen bei den 3 im Jahr 2006 analysierten Kläranlagen für Phenazon und Iopamidol stets und für Carbamazepin überwiegend über den mittleren Zulaufwerten, so dass hier kein bzw. nur sehr geringer Rückhalt festgestellt wurde (siehe Tab. 7).

Leichter biologisch abbaubare Arzneistoffe wie Acetylsalicylsäure, Bezafibrat und Ibuprofen wurden nahezu vollständig und Clarithromycin zu einem hohen Anteil aus dem kommunalen Abwasser eliminiert.

Tab. 7: Rückhalt der analysierten Arzneistoffe in den Kläranlagen 2002-2006

| Kläranlage   | Kapazität in EW | Rückhalt in KA* in % |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------|-----------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              |                 | Acet                 | Clofi | Beza  | Diclo | Phen  | Ibup  | Carb  | Iopam | Iopro | Clari | Roxi  |
| MD-Gerwisch  | 426.000         | 97,40                | 71,71 | 74,92 | 57,64 | 91,12 | 99,23 | 61,05 |       |       |       |       |
| Halle-Nord   | 300.000         | 98,65                | 69,29 | 77,13 | 60,48 | 95,81 | 98,71 | 70,97 |       |       |       |       |
| Dessau       | 185.000         | 96,61                | 74,93 | 78,57 | 62,84 | 84,87 | 99,66 | 65,59 |       |       |       |       |
| Bernburg     | 55.000          | 98,48                | 85,12 | 93,85 | 58,66 | 94,21 | 99,17 | 96,20 |       |       |       |       |
| Aschersleben | 48.000          | 82,52                | 75,21 | 96,09 | 31,14 | 95,31 | 99,54 | 82,69 |       |       |       |       |
| Hecklingen   | 48.000          | 78,68                | 76,31 | 93,20 | 46,70 | 82,69 | 99,47 | 53,06 |       |       |       |       |
| Köthen       | 45.000          | 97,73                | 0,00  | 52,40 | 38,07 | 91,89 | 94,26 | 88,30 |       |       |       |       |
| Staßfurt     | 30.000          | 91,54                | 82,20 | 47,21 | 0,00  | 96,94 | 98,25 | 88,04 |       |       |       |       |
| Hoym         | 10.000          | 94,28                | 86,02 | 87,62 | 0,00  | 92,31 | 97,70 | 77,00 |       |       |       |       |
| Thürungen    | 7.000           | 93,15                | 71,99 | 80,74 | 45,10 | 94,38 | 94,42 | 88,65 | 16,67 |       |       |       |
| Sangerhausen | 40.000          | 93,99                | 72,85 | 76,90 | 53,72 | 96,51 | 94,83 | 72,72 | 10,00 |       |       |       |
| Karsdorf     | 30.000          | 84,90                | 96,34 | 79,74 | 60,31 | 85,99 | 96,67 | 59,77 | 1,52  |       |       |       |
| Laucha       | 37.000          | 93,50                | 92,38 | 91,59 | 54,62 | 94,45 | 98,45 | 59,52 | 9,38  |       |       |       |
| Freyburg     | 33.250          | 96,16                | 66,54 | 88,16 | 68,06 | 90,48 | 80,55 | 79,29 | 8,96  |       |       |       |
| Silstedt     | 80.000          | 97,94                | 92,79 | 94,78 | 50,93 | 0,00  | 99,84 | 0,00  | 0,00  | 83,01 | 74,81 | 13,94 |
| Stendal      | 115.000         | 98,31                | 21,55 | 94,46 | 0,00  | 0,00  | 99,63 | 3,59  | 0,00  | 20,21 | 67,63 | 16,08 |
| Halberstadt  | 60.000          | 96,65                | 0,00  | 87,49 | 0,00  | 0,00  | 98,43 | 0,00  | 0,00  | 97,47 | 68,95 | 0,00  |

\* Berechnung der Mittelwerte mit 1/2 BG

| Signatur  | Rückhalt in KA       |
|---|----------------------|
|    | 100 - 81 %           |
|    | 80 - 61 %            |
|   | 60 - 41 %            |
|  | 40 - 21 %            |
|  | 20 - 0 %             |
|  | kein Rückh. nachgew. |
|  | nicht untersucht     |

| Arzneimittel       | Abkürzung |
|--------------------|-----------|
| Acetylsalicylsäure | Acet      |
| Clofibrinsäure     | Clofi     |
| Bezafibrat         | Beza      |
| Diclofenac         | Diclo     |
| Phenazon           | Phen      |
| Ibuprofen          | Ibup      |
| Carbamazepin       | Carb      |
| Iopamidol          | Iopam     |
| Iopromid           | Iopro     |
| Clarithromycin     | Clari     |
| Roxithromycin      | Roxi      |

Auch aus der Literatur sind diese starken Differenzen zwischen ermittelten Arzneistoffkonzentrationen bzw. den daraus ermittelten Rückhaltwerten in den Kläranlagen bekannt, die nicht unwesentlich von der jeweils eingesetzten Arzneistoffanalytik, der Abwasserbehandlungstechnik und dem Schlammalter abhängen /20/. Ein höheres Schlammalter wirkt sich positiv auf die Eliminationsleistung der Kläranlage aus.

In der nachfolgenden Tabelle sind die verschiedenen ermittelten Rückhaltwerte aus Untersuchungen im Rahmen des GÜSA den Werten aus der Literatur gegenübergestellt.

Tab. 8: Vergleich der mittleren Rückhaltwerte von Arzneistoffen der Jahre 2002-2004 mit den Werten des Jahres 2006 sowie Literaturwerten

| Untersuchungszeitraum   | Rückhalt in Kläranlagen in % |           |           |                   |           |           |                   |           |           |           |           |           |
|-------------------------|------------------------------|-----------|-----------|-------------------|-----------|-----------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                         | Acet                         | Clofi     | Beza      | Diclo             | Phen      | Ibup      | Carb              | Iopam     | Iopro     | Clari     | Roxi      |           |
| <b>MITTEL 2002-2004</b> | 93                           | 73        | 80        | 46                | 92        | 96        | 74                | 9         | n.u.      | n.u.      | n.u.      |           |
| <b>MITTEL 2006</b>      | 98                           | 38        | 92        | 17                | 0         | 99        | 1                 | 0         | 67        | 70        | 10        |           |
| <b>LITERATUR</b>        | <b>MIN</b>                   | 81        | 0         | 72                | 0         | 0         | 87                | 0         | 0         | < 10      | 0         | 0         |
|                         | <b>MAX</b>                   | > 90      | 61        | > 95              | 73        | 71        | 99                | 35        | < 10      | 92        | 75        | 62        |
| <b>QUELLE</b>           |                              |           |           | /3/; /4/;<br>/5/; | /3/; /4/; | /3/; /4/; | /3/; /4/;<br>/5/; |           |           | /3/; /7/; | /3/; /4/; | /3/; /4/; |
|                         | /7/;                         | /3/; /4/; | /3/; /4/; | /17/;             | /17/;     | /17/;     | /17/;             |           | /3/; /7/; | /3/; /4/; | /3/; /4/; | /3/; /4/; |
|                         | /17/                         | /17/;     | /5/;      | /20/;             | /20/;     | /20/;     | /20/;             | /3/; /7/; | /20/;     | /7/;      | /20/;     | /20/;     |
|                         | /17/                         | /21/      | /17/      | /21/              | /21/      | /21/      | /21/              | /21/      | /21/      | /21/      | /21/      | /21/      |

Sowohl die ermittelten Rückhaltwerte für den Zeitraum 2002-2004 als auch die für 2006 liegen im Rahmen der Werte, die aus verschiedenen Literaturquellen entnommen werden können. Ausgehend davon, dass es sich bei allen in Sachsen-Anhalt im Untersuchungsprogramm befindlichen Kläranlagen um moderne Belebtschlammanlagen mit weitergehender Nährstoffeliminierung handelt, sollten deren Rückhaltwerte dennoch nicht so stark voneinander abweichen. Lediglich die Abwasserbehandlungstechnik des GWK Bitterfeld-Wolfen unterscheidet sich deutlich von den anderen Kläranlagen. Hier handelt es sich um eine Hochleistungsbiologie in Biohochreaktoren.

Ein Vergleich der 2005-2006 gemessenen Arzneistoffkonzentrationen zeigt, dass zum Teil erhebliche Abweichungen zu den in der Vergangenheit für kommunale Kläranlagen in LSA ermittelten Ergebnissen - insbesondere bei den **Kläranlagenzuläufen** (nur 2006 analysiert) - bestehen. Gleichwohl finden sich aber auch in der Literatur ähnlich niedrige Zulaufkonzentrationen für **Phenazon** und **Iopamidol** /3/. Der Vergleich der einzelnen Kläranlagenzu- und -ablaufwerte 2006 zeigt für **Carbamazepin**, dass mehrfach die gemessenen Konzentrationen für den Zulauf unter denen des jeweiligen Ablaufes lagen. So überschritten 4 von 6 Carbamazepin-Messwerten für den Ablauf der Kläranlage Silstedt die Konzentrationswerte des Zulaufes.

Obwohl bei den seit 2002 durchgeführten Untersuchungen keine korrespondierenden Probenahmen bei den Kläranlagenzu- und -abläufen möglich waren, traten im Zeitraum 2002-2004 solche Unstimmigkeiten zwischen den Zu- und Ablaufkonzentrationen eher bei Diclofenac (24 % der Proben) und nur selten bei Clofibrinsäure, Bezafibrat, Carbamazepin und Iopamidol auf (siehe /15/).

#### 4. Zusammenfassung

Es ist sehr schwierig für Arzneistoffe allgemein gültige Aussagen zur Konzentration im Abwasser und zu den Eliminationsleistungen der Kläranlagen zu treffen. Es sind zum Teil große Unterschiede in den Zulauf- und Ablaufkonzentrationen sowie den prozentualen Anteilen der analysierten Arzneistoffe zu verzeichnen. Weiterhin ist zu beachten, dass es kein genormtes Analysenverfahren für Arzneistoffe im Abwasser gibt.

Im Berichtszeitraum 2005-2006 wurde das Abwasser von insgesamt 10 Kläranlagen auf seine Belastung mit 11 Arzneistoffen untersucht und es konnten folgende Ergebnisse gewonnen werden.

- Alle 11 analysierten Arzneistoffe wurden im Abwasser der untersuchten 10 Kläranlagen nachgewiesen.
- Die höchste Zulaufkonzentration für die Summe aller untersuchten Arzneistoffe wurde 2006 für die Kläranlage Silstedt (rd. 55.000 EW im Jahr 2006 angeschlossen) ermittelt.
- Die höchsten Ablaufwerte für die Summe aller untersuchten Arzneistoffe wiesen das GWK Bitterfeld-Wolfen und die Kläranlage Immekath auf.
- Die Arzneistoffkonzentrationen im Ablauf der untersuchten Kläranlagen lagen überwiegend oder mehrfach im Bereich der Bestimmungsgrenze (Ibuprofen, Acetylsalicylsäure), unterschritten die Bestimmungsgrenze selten (z.B. Clofibrinsäure, Iopromid) oder lagen konstant deutlich darüber (Diclofenac, Carbamazepin).
- Höchstwerte im Kläranlagenablauf wurden im GWK Bitterfeld-Wolfen für Acetylsalicylsäure (10,0 µg/l), Phenazon (8,20 µg/l) und Iopamidol (18,0 µg/l) sowie in den Kläranlagen Halberstadt für Diclofenac (5,50 µg/l), Immekath für Carbamazepin (5,2 µg/l) und Silstedt für Iopromid (5,3 µg/l) festgestellt.
- Für das GWK Bitterfeld-Wolfen (2005) wurden sowohl bezogen auf die Maximalkonzentrationen als auch auf die anteilige Verteilung der analysierten Arzneistoffe im Kläranlagenabwasser von den anderen 9 untersuchten Kläranlagen abweichende Untersuchungsergebnisse gewonnen.
- Im Zuge der Auswertung der Messdaten zu Arzneistoffen im Abwasser von Kläranlagen zeigten sich bei den 2005 und 2006 ermittelten Arzneistoffkonzentrationen z.T. deutliche Unterschiede im Vergleich zu den Daten der Arzneistoffanalysen der Jahre 2002 bis 2004 (Labor LAU), was weniger auf Unterschiede bei den Kläranlagen als viel eher auf eine unterschiedliche **Arzneistoffanalytik** zurückzuführen sein dürfte. Dies trifft ganz besonders auf die 2006 ermittelten Analysendaten der Kläranlagenzuläufe zu.
- Die für 2006 aus den Arzneistoffkonzentrationen der Kläranlagenzu- und -abläufe ermittelten Rückhaltwerte weichen bei einigen Arzneistoffen stark von den Untersuchungsergebnissen der Jahre 2002-2004 ab, bewegen sich aber im Bereich der Werte anderer Autoren.
- Für eine Verwendung der Arzneistoffkonzentrationen zur Ermittlung von Rückhaltwerten sollte die Probenahmestrategie angepasst werden. Für künftige Untersuchungen zum Rückhalt in Kläranlagen würden sich 24-Stunden-Mischproben empfehlen.

## 5. Literatur

- /1/ KUNST, S. et al. (2002): Endokrin wirksame Substanzen in Kläranlagen Vorkommen, Verbleib und Wirkung -, Arbeitsbericht der ATV-DVWK-AG IG-5.4.
- /2/ SCHARF, S. et al. (2002): Arzneimittelwirkstoffe im Zu- und Ablauf von Kläranlagen. Bericht des UBA Österreich BE-201.
- /3/ BLAC (2003): Arzneimittel in der Umwelt – Auswertung der Untersuchungsergebnisse. Bericht an die 61. Umweltministerkonferenz (UMK) am 19./20. November 2003 in Hamburg.
- /4/ MUNLV (2004): Untersuchungen zum Eintrag und zur Elimination von gefährlichen Stoffen in kommunalen Kläranlagen. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben, Düsseldorf, März 2004.
- /5/ TERNES, Th. et al. (2004): Assessment of Technologies for the Removal of Pharmaceuticals and Personal Care Products in Sewage and Drinking Water Facilities to Improve the Indirect Potable Water Reuse. Abschlussbericht zum EU-Forschungsprojekt POSEIDON
- /6/ MERSMANN, P. (2003): Transport- und Sorptionsverhalten der Arzneimittelwirkstoffe Carbamazepin, Clofibrinsäure, Diclofenac, Ibuprofen und Propyphenazon in der wassergesättigten und –ungesättigten Zone, Dissertation.
- /7/ LANUV NRW (2007): Eintrag von Arzneimitteln und deren Verhalten und Verbleib in der Umwelt – Literaturstudie. Fachbericht 2 des LANUV NRW
- /8/ SCHULTE-OEHLMANN, U. et al. (2007): Humanpharmakawirkstoffe in der Umwelt: Einträge, Vorkommen und der Versuch einer Bestandsaufnahme. UWSF – Z Umweltchem Ökotox 19 (3), S. 168–179.
- /9/ KÜMMERER, K. (2001): Arzneimittel, Diagnostika und Desinfektionsmittel in der Umwelt – Beurteilung und Risikomanagement. UMSF – Z Umweltchem Ökotox 13 (5) 269-276.
- /10/ BLAC (1998): Auswirkungen der Anwendung von Clofibrinsäure und anderer Arzneimittel auf die Umwelt und Trinkwasserversorgung; Bericht an die 50. UMK.
- /11/ BLAC (1999): Arzneimittel in der Umwelt – Konzept für ein Untersuchungsprogramm; Bericht an die 53. UMK.
- /12/ UMK (1999): 53. Umweltministerkonferenz am 27./28. Oktober in Augsburg – Ergebnisniederschrift Top 21.7 Arzneimittel in der Umwelt – Konzept für ein Untersuchungsprogramm.
- /13/ KOCH et al. (2007): Arzneimittel in der Umwelt – Stellungnahme des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU), Nr. 12, Berlin.
- /14/ LAU/LHW (2004): 1. Bericht zum Sondermessprogramm „Arzneimittel im Grundwasser, in Fließgewässern und in Zu- und Abläufen von kommunalen Kläranlagen des Landes Sachsen-Anhalt (Zeitraum 2002-2003).
- /15/ LAU (2006): Arzneistoffe in Zu- und Abläufen von kommunalen Kläranlagen des Landes Sachsen-Anhalt (Bericht zum Sondermessprogramm 2002-2004). Fachinformation des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, Nr. 3/2006.



- /16/ LAU/LHW (2006): 2. Bericht zum Sondermessprogramm „Arzneistoffe im Grundwasser, in Fließgewässern und in Zu- und Abläufen von kommunalen Kläranlagen des Landes Sachsen-Anhalt (Zeitraum 2004-2005).
- /17/ TERNES, Th. (1998): Abbau und Verhalten von Pharmaka in aquatischen Systemen; Schriftenreihe Wasserforschung 6; S. 23-33.
- /18/ METZGER, J. W. et al. (2003): Pharmaka und Hormone in der aquatischen Umwelt/ Forschungsprojekt UVM ONr 53-00.01. Teilbericht /Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart.
- /19/ TERNES, Th. (2000): Abbau und Verhalten von Pharmaka in aquatischen Systemen; Schriftenreihe Wasserforschung 6; Chemische Stressfaktoren in aquatischen Systemen. Hrsg. Weigert, Steinberg, Brüggemann, Berlin: Wasserforschung e.V., S. 23-33.
- /20/ IVASHECHKIN, P. (2006): Elimination organischer Spurenstoffe aus kommunalen Kläranlagen. Dissertation, Rheinisch Westfälische technische Hochschule Aachen.
- /21/ LAWA (2005): Elimination von gefährlichen Stoffen in kommunalen Kläranlagen – Entwurf. Bericht des LAWA Unterausschusses Gefährliche Stoffe.



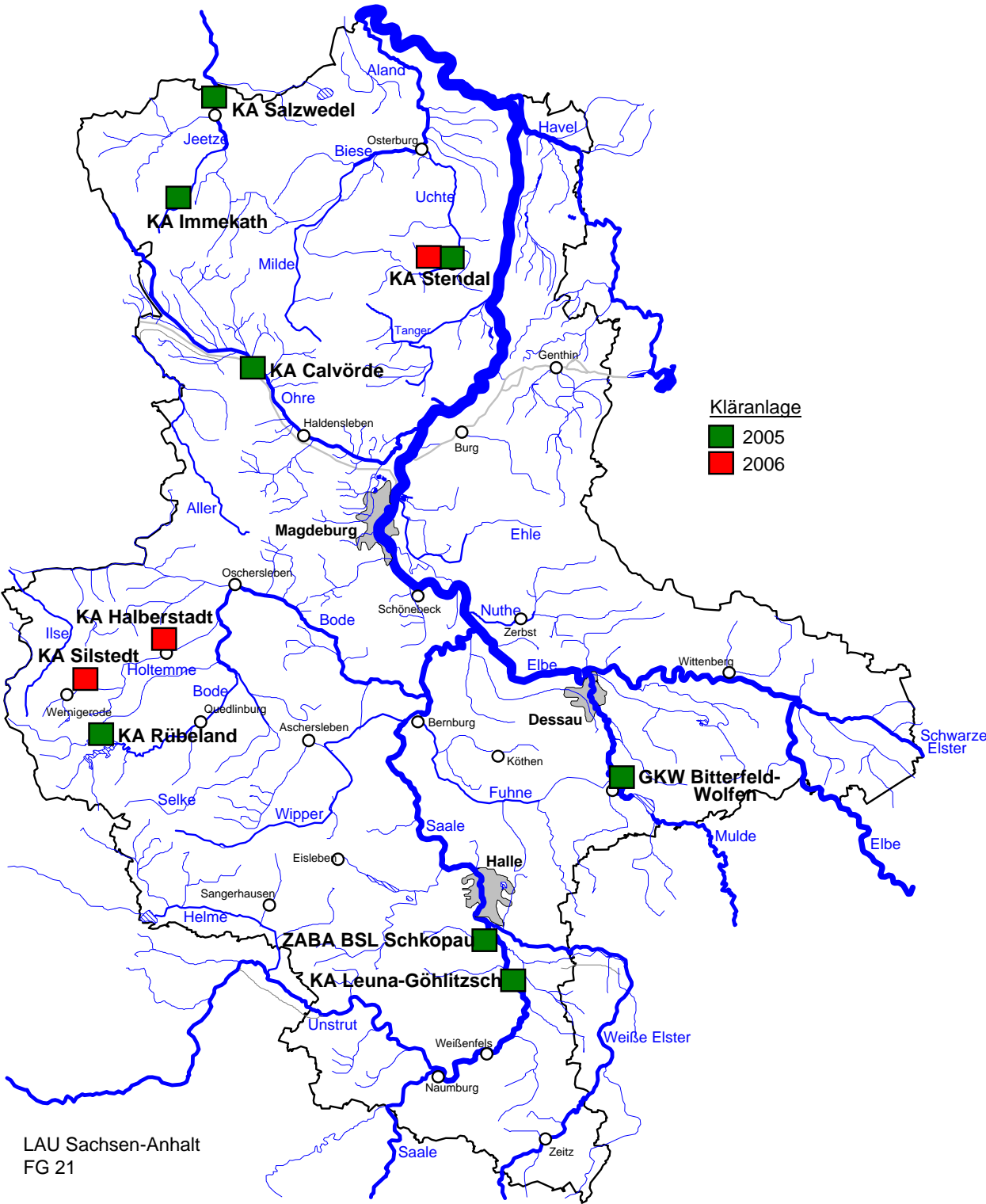
# Anlagen

- Anlage 1**      **Messstellenübersicht 2005 - 2006 – Karte untersuchte Kläranlagen**
- Anlage 2**      **Einzelmesswerte Kläranlagen 2005-2006**
- Anlage 3**      **Arzneistoffe in Kläranlagenzu- und -abläufen –  
Messwertbereiche (MIN – MAX)**



GÜSA Ermittlungsuntersuchung Arzneistoffe  
im Grundwasser, in Fließgewässern und in Kläranlagen

Teil: Kläranlagen Messstellenübersicht 2005 und 2006





## Einzelmesswerte Kläranlagen 2005 und 2006 in µg/l

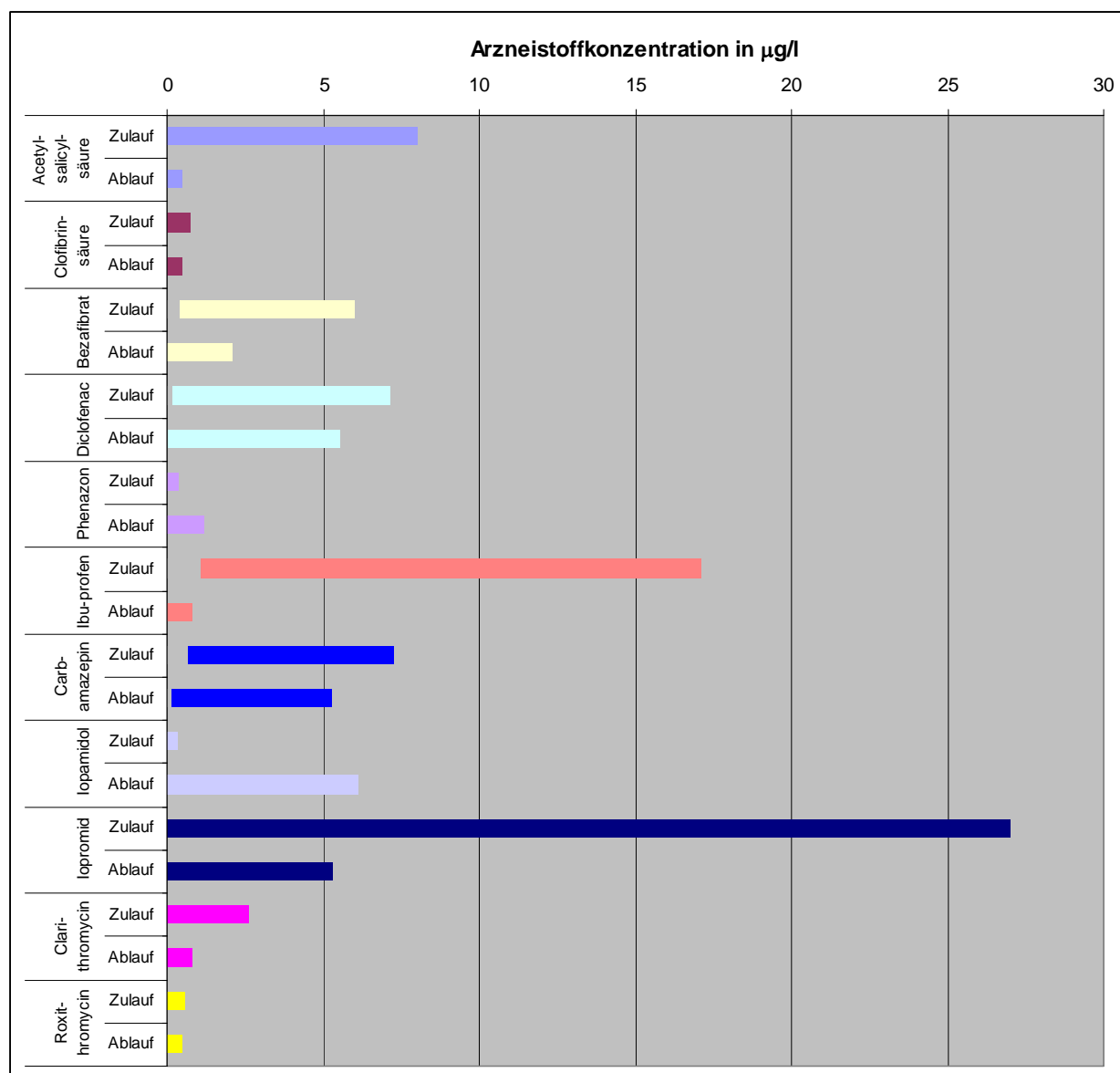
| Kläranlage, Ablauf            | Datum      | Acetylsali-<br>cylsäure | Clofibrin-<br>säure | Bezafibrat | Diclofenac | Phenazon | Ibuprofen | Carbama-<br>zepin | Iopamidol | Iopromid | Clarithro-<br>mycin | Roxithro-<br>mycin |
|-------------------------------|------------|-------------------------|---------------------|------------|------------|----------|-----------|-------------------|-----------|----------|---------------------|--------------------|
| KA Immekath, Ablauf           | 07.03.2005 | 0,037                   | 0,007               | 2,100      | 2,200      | 0,190    | <0,025    | 2,900             | 0,750     | 0,140    |                     |                    |
| KA Immekath, Ablauf           | 10.05.2005 | 0,230                   | 0,013               | 1,000      | 1,800      | 0,220    | <0,025    | 3,900             | 0,340     | 0,420    |                     |                    |
| KA Immekath, Ablauf           | 27.09.2005 | <0,005                  | <0,001              | 0,200      | 3,200      | 0,180    | 0,056     | 5,100             | 0,094     | 0,710    | 0,120               | 0,180              |
| KA Immekath, Ablauf           | 05.12.2005 | <0,005                  | <0,001              | 0,400      | 3,100      | 0,058    | <0,025    | 5,200             | <0,005    | <0,005   | <0,005              | <0,005             |
| KA Salzwedel, Ablauf          | 08.03.2005 | 0,082                   | 0,058               | 0,550      | 3,500      | 0,130    | <0,025    | 1,700             | 0,380     | 1,800    |                     |                    |
| KA Salzwedel, Ablauf          | 11.05.2005 | <0,005                  | 0,022               | 0,190      | 1,400      | 0,036    | <0,025    | 1,600             | 0,100     | 4,700    |                     |                    |
| KA Salzwedel, Ablauf          | 28.09.2005 | 0,045                   | <0,001              | 0,140      | 1,800      | 0,031    | <0,025    | 3,300             | 0,470     | 0,200    | 0,056               | 0,059              |
| KA Salzwedel, Ablauf          | 06.12.2005 | <0,005                  | <0,001              | 0,190      | 2,900      | 0,026    | <0,025    | 3,500             | <0,005    | <0,005   | <0,005              | <0,005             |
| KA Calvörde, Ablauf           | 09.03.2005 | 0,046                   | 0,010               | 1,000      | 0,440      | 0,024    | 0,310     | 1,100             | <0,005    | 0,086    |                     |                    |
| KA Calvörde, Ablauf           | 23.06.2005 | <0,005                  | 0,061               | 0,130      | 0,520      | 0,023    | <0,025    | 1,100             | 0,140     | 0,035    | 0,009               | 0,009              |
| KA Calvörde, Ablauf           | 21.09.2005 | <0,005                  | <0,001              | 0,075      | 1,000      | 0,030    | <0,025    | 1,000             | 0,240     | 0,070    | 0,098               | 0,070              |
| KA Calvörde, Ablauf           | 14.12.2005 | <0,005                  | 0,200               | 1,100      | 0,420      | <0,001   | 0,780     | 1,600             | <0,005    | <0,005   | 0,250               | 0,250              |
| KA Rübeland (neu), Ablauf     | 29.03.2005 | 0,050                   | 0,023               | 0,650      | 1,500      | 0,057    | 0,079     | 1,000             | <0,005    | 0,010    |                     |                    |
| KA Rübeland (neu), Ablauf     | 21.06.2005 | <0,005                  | <0,001              | 0,075      | 1,600      | 0,080    | <0,025    | 2,400             | 1,200     | <0,005   | 0,110               | 0,100              |
| KA Rübeland (neu), Ablauf     | 19.09.2005 | <0,005                  | <0,001              | 0,099      | 1,600      | 0,011    | <0,025    | 2,400             | 0,580     | 0,089    | <0,005              | <0,005             |
| KA Rübeland (neu), Ablauf     | 12.12.2005 | <0,005                  | <0,001              | 0,460      | 0,660      | 0,011    | 0,088     | 0,900             | 0,110     | <0,005   | 0,250               | 0,160              |
| ZABA BSL Schkopau, Ablauf     | 14.03.2005 | 0,020                   | 0,040               | 0,210      | 1,000      | 0,027    | 0,064     | 0,560             | 0,130     | 0,050    |                     |                    |
| ZABA BSL Schkopau, Ablauf     | 08.06.2005 | 0,160                   | 0,053               | 0,200      | 0,470      | 0,020    | <0,025    | 0,910             | 0,540     | 0,260    | 0,005               | <0,005             |
| ZABA BSL Schkopau, Ablauf     | 05.09.2005 | <0,005                  | 0,019               | 0,039      | 0,033      | 0,009    | <0,025    | 0,150             | 0,130     | 0,027    | <0,005              | <0,005             |
| ZABA BSL Schkopau, Ablauf     | 12.12.2005 | 0,022                   | 0,006               | 0,057      | 0,770      | 0,093    | <0,025    | 0,650             | 0,140     | 0,050    | 0,080               | 0,061              |
| KA Leuna-Göhlitzsch, Ablauf   | 21.03.2005 | 0,031                   | 0,480               | 0,130      | 2,000      | 0,170    | 0,100     | 1,200             | 6,100     | 0,020    |                     |                    |
| KA Leuna-Göhlitzsch, Ablauf   | 07.06.2005 | 0,460                   | 0,150               | 0,150      | 1,800      | 0,068    | <0,025    | 1,100             | 0,170     | 0,050    | 0,023               | 0,091              |
| KA Leuna-Göhlitzsch, Ablauf   | 06.09.2005 | <0,005                  | 0,065               | 0,034      | 1,330      | 0,013    | <0,025    | 2,350             | <0,005    | <0,005   | 0,280               | 0,110              |
| KA Leuna-Göhlitzsch, Ablauf   | 05.12.2005 | 0,230                   | 0,490               | 0,096      | 0,790      | <0,001   | <0,025    | 0,940             | 0,350     | <0,005   | 0,170               | 0,170              |
| GKW Bitterfeld-Wolfen, Ablauf | 09.06.2005 | <0,005                  | 0,400               | 1,100      | 0,930      | 0,060    | <0,025    | 2,900             | 0,900     | 0,560    | 0,092               | 0,100              |
| GKW Bitterfeld-Wolfen, Ablauf | 31.08.2005 | <0,005                  | 0,220               | 0,440      | 1,300      | 8,200    | 0,300     | 0,750             | 3,100     | <0,005   | 0,110               | 0,081              |
| GKW Bitterfeld-Wolfen, Ablauf | 23.11.2005 | 10,000                  | 0,180               | 0,860      | 0,099      | 1,500    | 0,590     | 1,500             | 18,000    | 1,000    | 0,270               | 0,280              |
| GKW Bitterfeld-Wolfen, Ablauf | 19.12.2005 | <0,005                  | 0,210               | 0,950      | 0,500      | 0,032    | <0,025    | 0,410             | 5,700     | 0,011    | 0,160               | 0,580              |
| GKW Bitterfeld-Wolfen, Ablauf | 14.02.2006 | <0,005                  | 0,270               | 0,420      | 0,510      | 2,200    | 0,018     | 1,100             | 2,200     | <0,005   | 0,180               | 0,210              |
| KA Stendal, Ablauf            | 22.03.2005 | 0,015                   | 0,270               | 0,250      | 1,600      | 0,360    | <0,025    | 2,000             | 0,063     | 2,100    |                     |                    |
| KA Stendal, Ablauf            | 20.06.2005 | <0,005                  | 0,370               | 0,029      | 4,100      | 0,120    | <0,025    | 3,800             | <0,005    | 0,083    | 0,077               | 0,058              |
| KA Stendal, Ablauf            | 20.09.2005 | <0,005                  | 0,210               | 0,035      | 2,700      | 0,064    | <0,025    | 2,500             | 0,110     | <0,005   | <0,005              | <0,005             |
| KA Stendal, Ablauf            | 30.11.2005 | <0,005                  | 0,320               | 0,056      | 2,200      | 0,100    | <0,025    | 3,000             | <0,005    | 1,500    | 0,540               | 0,210              |

## Einzelmesswerte Kläranlagen 2005 und 2006 in µg/l

| Kläranlage, Ablauf     | Datum      | Acetylsali-<br>cylsäure | Clofibrin-<br>säure | Bezafibrat | Diclofenac | Phenazon | Ibuprofen | Carbama-<br>zepin | Iopamidol | Iopromid | Clarithro-<br>mycin | Roxithro-<br>mycin |
|------------------------|------------|-------------------------|---------------------|------------|------------|----------|-----------|-------------------|-----------|----------|---------------------|--------------------|
| KA Stendal, Ablauf     | 14.02.2006 | <0,005                  | 0,330               | 0,270      | 2,100      | 0,220    | 0,076     | 2,800             | <0,005    | 0,250    | 0,800               | 0,460              |
| KA Stendal, Ablauf     | 27.04.2006 | <0,005                  | 0,250               | 0,200      | 1,800      | 0,400    | <0,025    | 2,700             | <0,005    | 1,200    | 0,160               | 0,140              |
| KA Stendal, Ablauf     | 03.07.2006 | 0,040                   | 0,140               | <0,001     | 2,700      | <0,001   | <0,025    | 4,000             | <0,005    | <0,005   | <0,005              | <0,005             |
| KA Stendal, Ablauf     | 28.08.2006 | 0,060                   | 0,120               | 0,013      | 1,700      | 0,092    | <0,025    | 2,700             | <0,005    | <0,005   | 0,120               | 0,074              |
| KA Stendal, Ablauf     | 23.10.2006 | <0,005                  | 0,120               | 0,023      |            | 0,018    | <0,025    | 2,400             | 0,160     | 0,093    | 0,110               | 0,068              |
| KA Stendal, Ablauf     | 27.11.2006 | 0,092                   | 0,150               | 0,023      | 2,700      | 0,073    | <0,025    | 4,200             | <0,005    | 0,120    | 0,100               | 0,190              |
| KA Stendal, Zulauf     | 14.02.2006 | 5,100                   | 0,740               | 2,200      | 3,300      | <0,001   | 16,000    | 6,600             | <0,005    | 0,063    | 2,600               | 0,570              |
| KA Stendal, Zulauf     | 27.04.2006 |                         | 0,110               | 1,400      | 0,790      | <0,001   | 4,000     | 2,000             | <0,005    | 1,900    | 0,250               | 0,096              |
| KA Stendal, Zulauf     | 03.07.2006 | 1,100                   | 0,015               | 0,430      | 0,170      | <0,001   | 1,500     | 5,600             | <0,005    | <0,005   | <0,005              | <0,005             |
| KA Stendal, Zulauf     | 28.08.2006 | 0,470                   | 0,030               | 2,100      | 0,740      | <0,001   | 9,300     | 1,300             | <0,005    | <0,005   | 0,430               | 0,230              |
| KA Stendal, Zulauf     | 23.10.2006 | 0,860                   | 0,310               | 2,700      | 1,300      | <0,001   | 3,500     | 3,000             | <0,005    | 0,120    | 0,550               | 0,085              |
| KA Stendal, Zulauf     | 27.11.2006 | 2,300                   | 0,210               | 0,730      | 0,700      | <0,001   | 3,600     | 1,000             | <0,005    | <0,005   | 0,160               | 0,130              |
| KA Halberstadt, Ablauf | 21.02.2006 | <0,005                  | 0,082               | 0,770      | 1,600      | 1,200    | 0,057     | 2,000             | <0,005    | 0,120    | 0,350               | 0,260              |
| KA Halberstadt, Ablauf | 02.05.2006 | 0,200                   | 0,071               | 0,290      | 1,600      | 0,190    | <0,025    | 1,400             | <0,005    | 0,016    | 0,260               | 0,210              |
| KA Halberstadt, Ablauf | 28.06.2006 | 0,120                   | 0,055               | 0,037      | 1,600      | 0,160    | <0,025    | 1,900             | 0,075     | 0,140    | 0,024               | 0,210              |
| KA Halberstadt, Ablauf | 22.08.2006 | <0,005                  | 0,035               | 0,019      | 1,500      | 0,270    | <0,025    | 2,700             | 0,073     | <0,005   | 0,096               | <0,005             |
| KA Halberstadt, Ablauf | 16.10.2006 | 0,220                   | 0,083               | 0,071      | 5,500      | 0,120    | <0,025    | 3,100             | 0,099     | <0,005   | 0,280               | 0,200              |
| KA Halberstadt, Ablauf | 12.12.2006 | <0,005                  | 0,072               | 0,440      | 3,300      | 0,920    | 0,300     | 1,800             | 0,140     | 0,030    | 0,180               | 0,240              |
| KA Halberstadt, Zulauf | 21.02.2006 | 8,000                   | 0,110               | 2,400      | 2,200      | <0,001   | 8,000     | 2,000             | <0,005    | 0,160    | 1,300               | 0,100              |
| KA Halberstadt, Zulauf | 02.05.2006 | 4,200                   | 0,014               | 0,570      | 1,200      | <0,001   | 2,100     | 2,000             | <0,005    | 0,094    | 0,470               | 0,160              |
| KA Halberstadt, Zulauf | 28.06.2006 | 0,740                   | 0,030               | 3,300      | 1,200      | 0,400    | 3,700     | 2,900             | <0,005    | 11,000   | <0,005              | <0,005             |
| KA Halberstadt, Zulauf | 22.08.2006 | 2,700                   | 0,090               | 1,100      | 4,000      | 0,030    | 1,100     | 1,800             | <0,005    | 0,035    | 0,110               | <0,005             |
| KA Halberstadt, Zulauf | 16.10.2006 | 0,390                   | 0,056               | 4,800      | 1,900      | <0,001   | 7,600     | 3,300             | <0,005    | 0,540    | 1,400               | 0,380              |
| KA Halberstadt, Zulauf | 12.12.2006 | 0,300                   | 0,026               | 0,840      | 0,660      | <0,001   | 3,500     | 0,640             | <0,005    | 0,480    | 0,550               | 0,160              |
| KA Silstedt, Ablauf    | 20.02.2006 | <0,005                  | 0,018               | 0,330      | 3,000      | 0,130    | <0,025    | 3,200             | 0,030     | 2,800    | 0,360               | 0,450              |
| KA Silstedt, Ablauf    | 09.05.2006 | 0,200                   | 0,017               | 0,190      | 1,500      | 0,061    | <0,025    | 4,600             | 0,095     | 5,300    | 0,110               | 0,320              |
| KA Silstedt, Ablauf    | 27.06.2006 | <0,005                  | 0,016               | 0,140      | 1,000      | 0,320    | <0,025    | 4,600             | 0,230     | 0,230    | <0,005              | 0,042              |
| KA Silstedt, Ablauf    | 21.08.2006 | 0,150                   | <0,001              | 0,054      | 1,800      | 0,059    | <0,025    | 2,200             | 0,028     | 0,086    | 0,042               | <0,005             |
| KA Silstedt, Ablauf    | 17.10.2006 | <0,005                  | 0,005               | 0,073      | 1,000      | 0,030    | <0,025    | 2,300             | <0,005    | 1,200    | 0,140               | 0,180              |
| KA Silstedt, Ablauf    | 05.12.2006 | <0,005                  | 0,005               | 0,200      | 2,300      | 0,051    | <0,025    | 2,600             | 0,500     | 1,700    | 0,071               | 0,120              |
| KA Silstedt, Zulauf    | 20.02.2006 | 2,400                   | 0,300               | 4,500      | 3,200      | 0,038    | 5,700     | 2,400             | <0,005    | 27,000   | 0,900               | 0,470              |
| KA Silstedt, Zulauf    | 09.05.2006 | <0,005                  | 0,310               | 5,600      | 2,200      | <0,001   | 6,800     | 1,800             | <0,005    | 13,000   | 0,500               | 0,420              |
| KA Silstedt, Zulauf    | 27.06.2006 | 4,400                   | 0,020               | 1,500      | 7,000      | 0,064    | 5,800     | 3,500             | <0,005    | 4,700    | 0,150               | <0,005             |
| KA Silstedt, Zulauf    | 21.08.2006 | 4,200                   | 0,022               | 1,400      | 3,200      | 0,040    | 2,700     | 3,700             | <0,005    | 1,900    | 0,330               | <0,005             |
| KA Silstedt, Zulauf    | 17.10.2006 | 4,900                   | 0,200               | 3,200      | 2,400      | <0,001   | 14,000    | 4,700             | <0,005    | 8,000    | 0,820               | 0,260              |
| KA Silstedt, Zulauf    | 05.12.2006 | 1,600                   | <0,001              | 2,700      | 3,600      | <0,001   | 12,000    | 2,200             | 0,350     | 12,000   | 0,180               | 0,140              |



**Arzneistoffkonzentrationen in Kläranlagenzu- und –abläufen 2005 und 2006\***  
**- Wertebereiche (MIN – MAX) –**



\* alle kommunalen Kläranlagen (ohne GWK Bitterfeld-Wolfen)  
 Kläranlagenzuläufe 2005, Kläranlagenabläufe 2005 und 2006