

Studien und Tagungsberichte  
Band 25

# Humanarzneimittel in der Umwelt

Erhebung von Humanarzneimittelmengen  
im Land Brandenburg 1999



LANDESUMWELTAMT  
BRANDENBURG



## **Danksagung**

***Dieser Bericht wäre ohne die hilfreiche Unterstützung durch Partner im Gesundheitswesen nicht möglich gewesen. Deshalb gilt unser besonderer Dank FRAU WENDLANDT von der Allgemeinen Ortskrankenkasse (AOK) Brandenburg sowie HERRN HANDREK und FRAU PAULICK vom CARL-THIEM-KLINIKUM Cottbus.***

## **Studien und Tagungsberichte, Schriftenreihe des Landesumweltamtes Brandenburg ISSN 0948-0838**

Herausgeber:  
Landesumweltamt Brandenburg (LUA)  
Berliner Straße 21–25  
14467 Potsdam  
Tel.: 0331-23 23 259 Fax.: 0331-29 21 08  
e-mail: infoline@lua.brandenburg.de

### **Band 25 - Humanarzneimittel in der Umwelt – Erhebung von Humanarzneimittelmengen im Land Brandenburg 1999**

Bearbeitung:  
LUA, Abteilung Ökologie und Umweltanalytik  
Referat Wirkungsfragen und Umwelttoxikologie Q2 - Dr. Bettina Abbas, PD Dr. Werner Kratz

Gesamtherstellung: Digital & Druck, Inh. Matthias Greschow, Welzow  
gedruckt auf Recycling-Papier aus 100% Altpapier

Schutzgebühr: 15,- DM



Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Brandenburg herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung.

Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Studien und Tagungsberichte  
Band 25

# Humanarzneimittel in der Umwelt

Erhebung von Humanarzneimittelmengen  
im Land Brandenburg 1999



LANDESUMWELTAMT  
BRANDENBURG





# Inhalt

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
	Summary	5
<b>2</b>	<b>Einleitung und Zielstellung</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Eintragungspfade für Humanarzneimittel in die Umwelt</b>	<b>6</b>
3.1	Hersteller	6
3.2	Abwässer	6
3.3	Klärschlämme	7
3.4	Abfälle	7
<b>4</b>	<b>Erhebung von Wirkstoffmengen im Land Brandenburg 1999</b>	<b>8</b>
4.1	Freier Apothekenmarkt	8
4.2	Verordnete Wirkstoffe im Apothekenmarkt	10
4.3	Krankenhausapotheken	10
<b>5</b>	<b>Humanarzneimittelintrag im Land Brandenburg 1999</b>	<b>12</b>
5.1	Arzneimittelwirkstoffe geordnet nach Indikationen	12
5.2	Exemplarische Abschätzung des Arzneimittelintrags in die Kläranlage einer Brandenburger Großstadt	14
5.3	Mengenrelevante Wirkstoffparameter in Klärschlamm, Böden und Oberflächenwasser	16
5.4	Mengenrelevante Wirkstoffparameter in Sedimenten und im Grundwasser	18
<b>6</b>	<b>Ausblick</b>	<b>18</b>
<b>Anhang</b>		
Anhang 1	Umrechnung der bundesweit meistverkauften Arzneimittel in Wirkstoffmengen und Umrechnung auf den Anteil des Landes Brandenburg	19
Anhang 2	Umrechnung der 100 im Land Brandenburg am häufigsten verordneten Arzneimittel in Wirkstoffmengen	20
Anhang 3	Wirkstoffe im verordneten Apothekenmarkt im Land Brandenburg 1999, geordnet nach der Menge	23
Anhang 4	Wirkstoffmengen für das Klinikum Cottbus 1999, geordnet nach der Menge	24
<b>Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen</b>		<b>27</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>28</b>

# 1 Zusammenfassung

Seit dem Nachweis des Lipidsenkermetaboliten Clofibrinsäure in Berliner Trinkwässern im Jahre 1994 gelten Arzneimittelwirkstoffe als potenzielle Umweltschadstoffe. Inzwischen wurden mehr als fünfzig verschiedene Arzneimittelwirkstoffe und -metaboliten insbesondere in Kläranlagenabläufen und Fließgewässern registriert. In der vorliegenden Arbeit wird der Frage nachgegangen, welche Mengen an Humanarzneimitteln in einem aktuellen Zeitraum, hier konkret im Jahr 1999, im Land Brandenburg zum Verbrauch abgegeben worden sind.

Als Ergebnis dieser Recherche liegen mengenrelevante Wirkstoffe im Apothekenmarkt und im Krankenhausbereich vor. Dies sind im Apothekenmarkt mit Mengen von jeweils mehr als 500 Kilogramm pro Jahr (kg/a) die **Antidiabetika** Metforminhydrochlorid und Acarbose, die **Schmerzmittel** Metamizol-Natrium, Acetylsalicylsäure und Paracetamol, das **Hustenmittel** Acetylcystein, das **Asthmamittel** Theophyllin, die **Betarezeptorenblocker** Metoprolol und Propranolol, die **Diuretika** Furosemid und Torasemid, der **Calciumkanalblocker** Verapamilhydrochlorid, die **Durchblutungsmittel** Pentoxifyllin und Naftidrofurylhydrogenoxalat, die **Rheumamittel** Diclofenac und Ibuprofen, die **Koronarmittel** Pentaerythryltetranitrat und Isosorbiddinitrat, das **Gichtmittel** Allopurinol und das **Antibiotikum** Roxithromycin.

Für den Klinikbereich sind weiterhin diverse **Desinfektionsmittel**, vor allem Phenoxopropanol, Glucoprotamin, Cocopropylendiaminguanacetat sowie Povidon-Jod, die **Schmerz- und Rheumamittel** Paracetamol, Metamizol-Natrium, Ibuprofen und Acetylsalicylsäure, die **Antibiotika** Ampicillin, Mezlocillin, Piperacillin, Sultamicillin und Sulbactam zu nennen, die in einem Brandenburger Schwerpunkt Krankenhaus in Mengen von über 10 kg/a verbraucht wurden.

Die Antibiotikawirkstoffe spielen im Klinikbereich eine größere Rolle als im Apothekenmarkt. Im Land Brandenburg wurden 1999 etwa dreimal soviel Antibiotika an Tiere verabreicht, wie im Humanarzneimittelsektor verbraucht wurden. Im Bereich der anderen Medikamente überwiegen die Humanpharmaka absolut.

Die kommunalen Abwässer stellen im Land Brandenburg wahrscheinlich den bedeutendsten Eintragspfad für Humanarzneimittel in die Umwelt dar. Insbesondere in Fließgewässern mit hohem kommunalen Abwasseranteil sind deshalb positive Messbefunde für Arzneimittelwirkstoffe zu erwarten. Bei der exemplarischen Betrachtung des Einzugsbereiches des Klärwerkes Cottbus ergaben sich aus dem Apothekenmarkt und dem Kliniksektor insgesamt mindestens 7 Tonnen (t) Arzneimittelwirkstoffe jährlich. Die höchsten Mengen entfallen dabei auf **Desinfektionsmittel** (31,4 %), **Schmerz- und Rheumamittel** (26 %) **Diagnostika** (9,6 %), **Hustenmittel** (6,9 %), orale **Antidiabetika** (5,5 %) und **Antibiotika** (3,8 %) mit mehr als 200 kg pro Jahr. Von den besonderen Stoffgruppen werden jährlich einige hundert Kilogramm **Diagnostika** verwendet. **Narkosemittel**, **Hormone** und **Zytostatika** erreichen Mengen bis 10 Kilogramm pro Jahr.

Die Wirkstoffe **Roxithromycin**, **Pentoxifyllin**, **Diatrizoat**, **Propranolol**, **Metoprolol**, **Acetylsalicylsäure**, **Paracetamol**, **Diclofenac** und **Ibuprofen** können bereits heute als Analyten empfohlen werden, da sie in großen Mengen in Brandenburg verbraucht werden und bereits in der aquatischen Umwelt nachgewiesen wurden. Diese Wirkstoffe stehen zum Teil auf der Analytenliste des BLAC, 1999 [1], für ein bundesweites Monitoringprogramm. Für **Naproxen**, **Primidon** und **Propyphenazon** gilt dies für Fließgewässer mit hohem Berliner Abwasseranteil. Wirkstoffe aus besonderen Gruppen, wie **Ethinylestradiol**, **Clorofen**, **Biphenylol**, **Iopamidol**, **Ifosfamid** und **Cyclophosphamid**, die nur in geringen Mengen erhoben wurden, sollten wegen ihrer spezifischen Eigenschaften in die Analytenliste aufgenommen werden. Für die anderen mengenrelevanten Arzneimittelwirkstoffe soll nach Betrachtung von Metabolismus, Umweltverhalten und ökotoxischen Wirkungen über eine analytische Kontrolle in den verschiedenen Umweltmedien (Klärschlamm, Fließgewässer, Grundwasser, Boden) entschieden werden.

# 1 Summary

Drug agents are considered to be potentially dangerous to the environment, since the Clofibrinic acid as a metabolite of lipid reduction agents has been detected in Berlin drinking waters in 1994. Meanwhile more than fifty various drug agents and metabolites have been registered especially in sewage plant run off and rivers. The aim of this report is to investigate wich amounts of human pharamceuticals have been used in the Land Brandenburg in a current time period, namely in 1999.

As a result of our inquiry there are drug agents in relevant quantities in the pharmacy market and in the hospital application. These are the **antidiabetics** Metforminhydrochlorid and Acarbose, the **painkillers** Metamizol, Acetylsalicylic acid and Paracetamol, the **cough medicine** Acetylcystein, the **asthma medicine** Theophyllin, the **beta rezeptor blockers** Metoprolol and Propranolol, the **diuretics** Furosemid and Torasemid, the **Calcium antagonist** Verapamilhydrochlorid, the **blood flow medicines** Pentoxifyllin and Naftidrofurylhydrogenoxalat, the **rheumatism medicines** Diclofenac and Ibuprofen, the **coronary medicines** Pentaerythryltetranitrat and Isosorbiddinitrat, the **gout medicine** Allopurinol and the **antibiotic** Roxithromycin each amounting to more than 500 kilogramms per year in the pharmacy market.

In addition several **disinfectants**, most of all Phenoxypropanol, Glucoprotamin, Cocospropylendiaminguanacetat as well as Povidon-Jod, the **pain- and rheumatism medicines** Paracetamol, Metamizol, Ibuprofen and Acetylsalicylic acid and the **antibiotics** Ampicillin, Mezlocillin, Piperacillin, Sultamicillin and Sulbactam must be mentioned in the hospital area. They have been used in amounts more than 10 kilogramms per year in a main hospital.

The antibiotics play a greater role in the hospital area than in the pharmacy market. In the Land Brandenburg there have been given three times as much antibiotics to animals than have been used to cure human beings in 1999. In the field of other pharmaceuticals human drugs predominate absolutely.

The municipal sewages represent probably the most important path for the entry of human drugs into the aquatic environment in the Land Brandenburg. Especially in rivers containing municipal sewages to a great degree one should expect positive measuring results for drug agents. Approaching the hinterland of the sewage plant Cottbus one find at least 7 tons of drug agents per year wich originate from the pharmacy market and the hospital application. The greatest amounts fall to **disinfectants** (31,4 %), **pain- and rheumatism medicine** (26 %), **diagnostics** (9,6 %), **cough medicine** (6,9 %), oral **antidiabetics** (5,5 %) and **antibiotics** (3,8 %) consumed more than 200 kilogramms per year. Several hundered kilogramms per year of **diagnostics** as a special substance group have been applied. **Narkotics**, **hormones** and **cytostatics** reach amounts till 10 kilogramms per year.

The drug agents **Roxithromycin**, **Pentoxifyllin**, **Diatrizoat**, **Propranolol**, **Metoprolol**, **Acetylsalicylic acid**, **Paracetamol**, **Diclofenac** and **Ibuprofen** can be fixed as analytical parameters immediately because they have been consumed to great amounts in the Land Brandenburg and have already been detected in the aquatic environment. These substances are partly listed by the BLAC, 1999 [1], to be integrated in a monitoring programm all over Germany. **Naproxen**, **Primidon** and **Propyphenazon** have a great importance in surface waters coming from Berlin sewage plants. Drug agents of special groups like **Ethinylestradiol**, **Clorofen**, **Biphenylol**, **Iopamidol**, **Ifosfamid** and **Cyclophosphamid**, determined only in small amounts, should be taken to the list of analytical parameters because of their specific properties. After an investigation of metabolism, environmental behaviour and ecotoxicological effects a decision on an analytical inspection in the different environmental media (sewage sludge, rivers, ground water, soil) is to be made for the other quantitatively relevant drug agents.

## 2 Einleitung und Zielstellung

Seit dem Nachweis des Lipidsenkermetaboliten Clofibrinsäure in Berliner Trinkwässern im Jahre 1994 gelten Arzneimittelwirkstoffe als potenzielle Umweltschadstoffe. Die dem Herbizid Mecoprop stereoisomere Clofibrinsäure wurde damals noch zufällig in einem Pflanzenschutzmittel-Messprogramm gefunden. Inzwischen wurden mehr als fünfzig verschiedene Arzneimittelwirkstoffe und -metaboliten insbesondere in Kläranlagenabläufen und Fließgewässern registriert, wobei die Summenwerte als auch die Maxima von Einzelsubstanzen einige Mikrogramm pro Liter erreichen. Sie liegen damit in einem für Pflanzenschutzmittel typischen Konzentrationsbereich, werden jedoch ganzjährig verabreicht und könnten dadurch insgesamt zu höheren Frachten führen (ROBAKOWSKI, 2000)[2].

Auf Empfehlung des Bund-/Länder-Arbeitskreises Chemikaliensicherheit (BLAC, 1998) [3] wird derzeit ein bundesweites Monitoringprogramm der Haupteintragspfade auf Arzneimittelwirkstoffrückstände bzw. -metaboliten vorbereitet (BLAC, 1999) [1]. Der geplante Analysenaufwand für die gesamte Bundesrepublik beläuft sich auf ungefähr 800 Proben aus Kläranlagenzu- und -abläufen, Fließgewässern, Grundwasser und feststoffhaltigem Material (Klärschlamm, Sediment, Boden, Gülle), die auf bis zu 60 Wirkstoffe untersucht werden sollen (BLAC, 1999) [1].

Im Landesumweltamt Brandenburg sind bisher noch keine eigenen Untersuchungen von Umweltmedien auf Arzneimittel-

wirkstoffe und -metaboliten geplant. In der vorliegenden Arbeit wird der Frage nachgegangen, welche Mengen an Humanarzneimitteln in einem aktuellen Zeitraum, hier konkret im Jahr 1999, im Land Brandenburg zum Verbrauch abgegeben worden sind. Im Ergebnis dieser Recherche soll festgelegt werden, welche Wirkstoffe in den verschiedenen Umweltmedien (Klärschlamm, Fließgewässer, Grundwasser, Boden) bedeutsam sein könnten und in ein zukünftiges Untersuchungsprogramm einbezogen werden sollten. Die Arzneimittelmengen, die durch Berliner Abwasseranteile in Brandenburger Gewässer gelangen, sind nicht Gegenstand dieses Berichtes.

Eine erste Übersichtsinformation zum Thema wurde im Jahresbericht des Landesumweltamtes „Berichte aus der Arbeit 1999“ (ABBAS; KRATZ 2000) [4] gegeben.

Im Rahmen der Fachveranstaltung „Brandenburgisches Symposium zur bodenschutzbezogenen Forschung“ am 22. Juni 2000 wurden in zwei Vorträgen erste Ergebnisse vorgestellt. Die Veröffentlichung des vollständigen Tagungsberichtes erfolgt in der Schriftenreihe des Landesumweltamtes „Studien und Tagungsberichte“ (ISSN 0949-0838) im laufenden Band 24 (ABBAS ET AL. [5], KRATZ ET AL. [6]).

## 3 Eintragspfade für Humanarzneimittel in die Umwelt

Humanarzneimittelwirkstoffe und -metaboliten gelangen über verschiedene Eintragspfade in die Umwelt. Diese beginnen bei der Herstellung, der bestimmungsgemäßen Anwendung der Präparate oder bei deren Entsorgung als Abfall. Über die Strecken **Abwasser** → **Kläranlagenabfluss** → **Fließgewässer** → **Grundwasser** oder **Abwasser** → **Klärschlamm** → **Boden** → **Grundwasser** sowie **Deponie** → **Grundwasser** können verschiedene aquatische und terrestrische Lebensgemeinschaften beeinträchtigt und das Trinkwasser kontaminiert werden (Abb. 1) (BLAC, 1999) [1].

### 3.1 Hersteller

In Berlin ist die Firma Henning als Produzent des Schilddrüsenhormons Levothyroxin-Natriumsalz mit einer Jahresproduktion von ca. 100 kg ansässig. Im Land Brandenburg ist kein Arzneimittelwirkstoffhersteller bekannt und somit ein Eintrag in die Umwelt aus der Produktion hier vernachlässigbar. Die Emissionen aus Betrieben, die die Wirkstoffe in Darreichungsformen überführen, sind nachrangig, da diese Anlagen nicht wegen der zu erwartenden Immissionen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz genehmigungspflichtig sind (4. BImSchV) [7].

### 3.2 Abwässer

Die kommunalen Abwässer stellen im Land Brandenburg wahrscheinlich den bedeutendsten Eintragspfad dar. Insbesondere in Fließgewässern mit hohem kommunalen Abwasseranteil sind deshalb positive Messbefunde zu erwarten.

Die Abbildung 2 gibt eine Übersicht der größeren Fließgewässer im Land Brandenburg. Darin ist der Abwasseranteil am Abfluss bei mittlerem Niedrigwasser angegeben. Der Teltowkanal und die Havel weisen mit 123 % bzw. 55 % die höchsten Abwasseranteile auf. An anderer Stelle werden für den Teltowkanal 30 bis 60 % Abwasseranteil angegeben (FUHRMANN, 1999) [8].

Den Klärwerken im Einzugsbereich dieser Fließgewässer sind hauptsächlich Berliner Abwässer zuzuordnen, die durch den Brandenburger Pharmamarkt nicht mit erfasst werden. Das sind für den Teltowkanal die Klärwerke Stahnsdorf, Marienfelde und die beiden größten Berliner Klärwerke Ruhleben und Waßmannsdorf sowie für die Havel die Klärwerke Wansdorf, Schönerlinde, Falkenberg und Münchehofe.

Die Klärwerksabflüsse in Ruhleben, Waßmannsdorf und Schönerlinde wurden bereits durch die Technische Universität Berlin auf Arzneimittelrückstände untersucht und die Wirkstoffe **Diclofenac**, **Naproxen**, **Primidon**, **Propyphenazon** sowie

die Metaboliten **Salicylsäure** und **Clofibrinsäure** in Konzentrationen von etwa 100 bis ungefähr 1.000 Nanogramm pro Liter (ng/l) nachgewiesen (FUHRMANN, 1999) [8].

Im Rahmen eines bundesweiten Arzneimittelmonitorings (BLAC, 1999) [1] sollen Wasserproben der Havel bei Oranienburg und Potsdam untersucht werden.

### 3.3 Klärschlämme

Klärschlämme kommunaler Abwässer werden zur Düngung bestimmter landwirtschaftlicher Nutzflächen verwendet, wodurch die daran adsorbierten Arzneimittelrückstände und -metaboliten in den Boden eingetragen werden und sich dort anreichern können (ROSCHKE ET AL., 1998) [9].

Die im Land Brandenburg ausgebrachten Klärschlämme stammen teilweise auch aus anderen Bundesländern. 1997 stammten beispielsweise von insgesamt 29.652 t verwertetem Klärschlamm (als Trockensubstanz) fast 14.000 t aus Brandenburg, über 7.000 t aus Nordrhein-Westfalen, 4.642 t aus Niedersachsen und über 2.000 t aus Sachsen-Anhalt (ROSCHKE, 2000 [10]). Für diese Klärschlämme können durch die Datenerhebung im Brandenburger Pharmamarkt keine Schlüsse gezogen werden.

Bisher liegen keine Untersuchungsergebnisse zu Arzneimittelrückständen und -metaboliten in Klärschlämmen vor. Die Ausbringungsflächen werden im Klärschlammkataster des Landesamtes für Ernährung, Landwirtschaft und Flurneuordnung des Landes Brandenburg verwaltet. Es handelt sich dabei um über 1.000 Ackerflächen, die in unregelmäßigen Zeitabständen mit Klärschlamm gedüngt werden. Da durch den Eintrag von Arzneimittelwirkstoffen in den Boden eine nicht nachvollziehbare Verteilung und Verdünnung erfolgt, sollten zunächst vorrangig Klärschlammproben untersucht werden. Diesbezügliche Bodenuntersuchungen bleiben besonderen bodenökotoxikologischen Fragestellungen (z.B. Auen- oder Rieselfeldböden im Rahmen eines bundesweiten Arzneimittelmonitorings BLAC, 1999 [1]) vorbehalten.

### 3.4 Abfälle

Zytostatika sind als besonders überwachungsbedürftiger Abfall (Sondermüll) zu entsorgen. Alle anderen Arzneimittelabfälle oder -reste können als Hausmüll entsorgt werden. Über die Gesamtmenge von Medikamenten im Abfall in der Bundesrepublik gibt es unterschiedliche Angaben. Die Schätzungen reichen von 11.000 bis 16.000 t/a – gemeint sind hier die Zubereitungen insgesamt – (GLAESKE, 1998A) [11]. Das Verhalten von Arzneimitteln in De-

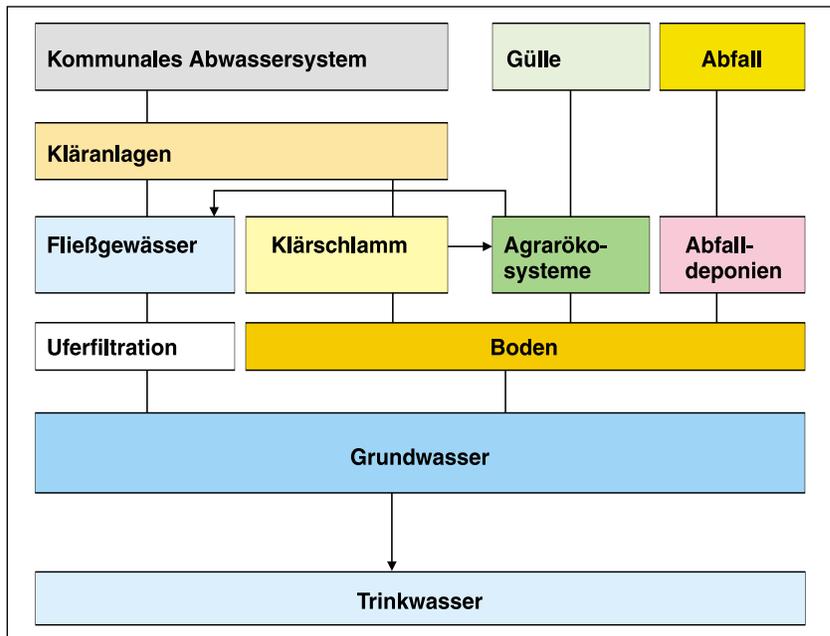


Abb. 1: Eintragungspfade für Humanarzneimittelwirkstoffe in die Umwelt

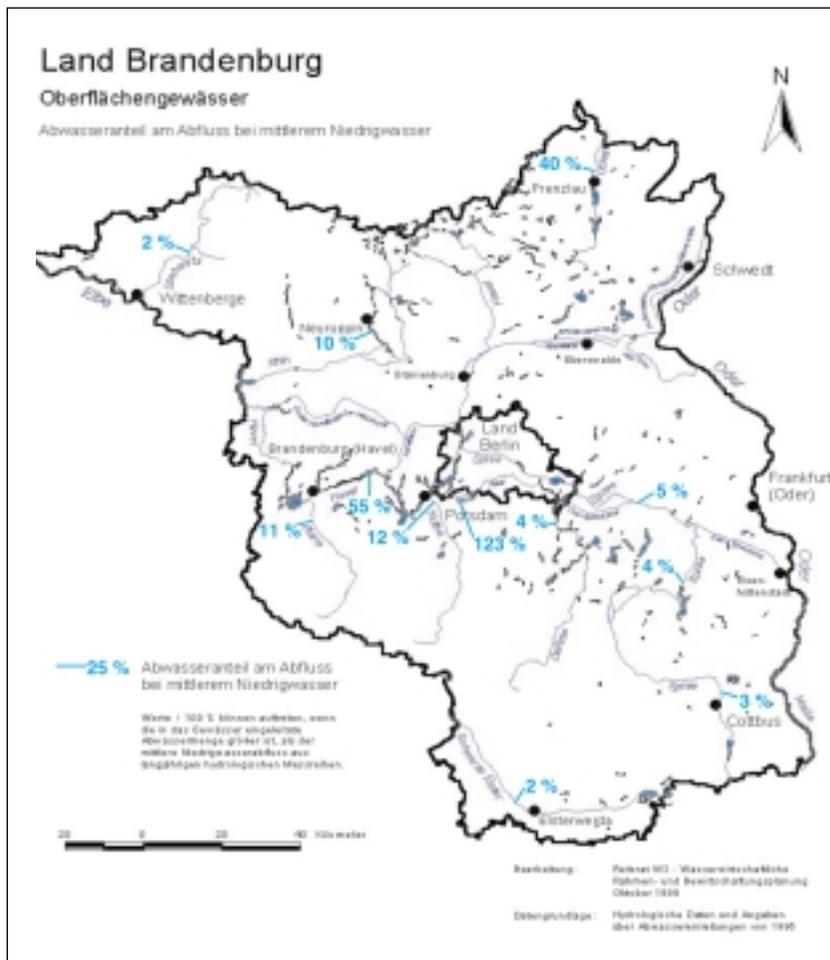


Abb. 2: Abwasseranteil in größeren Brandenburger Fließgewässern

ponien ist weitgehend unklar. Erste Untersuchungen von KÜMMERER (1998) [12] haben gezeigt, dass ein aerob nicht ab-

baubares Zytostatikum auch in einer Modelldeponie nur zu 50 % eliminiert wurde.

## 4 Erhebung von Wirkstoffmengen im Land Brandenburg 1999

Pharmazeutische Produkte haben mit 24,4 % den größten Anteil an der gesamten Chemieproduktion in der EU und machen somit als komplette Zubereitungen etwa ein Viertel der Produktpalette aus CHEMANAGER [13]. Humanarzneimittel umfassen eine sehr große Anzahl von Zubereitungen, die in Krankenhäusern, Apotheken, Drogerien und Reformhäusern abgegeben werden. Die ROTE LISTE® 1998 führt 9.438 Präparate von 482 Herstellern an, die etwa 2.900 Wirkstoffe enthalten und 88 Indikationsklassen zugeordnet werden (BLAC, 1998) [2].

Tab. 1: Meistverkaufte Arzneimittelgruppen im Apothekenmarkt 1997 in der BRD, Quelle: GLAESKE, 1998B [14]

Rang	Indikationsgruppe	Umsatz in Millionen Packungen
1	Analgetika	186,0
2	Husten/Erkältung	151,8
3	Magen/Darmmittel	136,4
4	Dermatologika	123,9
5	Antirheumatika	83,7
6	Betarezeptorenblocker Calciumantagonisten ACE-Hemmer	72,1
7	Rhinologika	61,6
8	Antibiotika	51,3
9	Ophthalmika	47,1
10	Herzmittel	43,5
Summe		957,4

Bei der Erhebung von Wirkstoffmengen stößt man auf zwei grundsätzliche Probleme:

- Zum einen wird ein bestimmter Wirkstoff von verschiedenen Herstellern unter einer Vielzahl von Produktnamen in unterschiedlichen Darreichungsformen und Dosierungen angeboten.
- Zum anderen fehlen offiziell zugängliche Angaben zu den in Verkehr gebrachten Arzneimittelmengen.

Im Umweltbundesamt wird gegenwärtig versucht, Einblick in die Vermarktungswege von Arzneimitteln zu erhalten, um eine verlässliche Bilanzierung der Stoffströme für das gesamte Bundesgebiet zu erarbeiten. Dazu ist für das Jahr 2000 das Forschungsvorhaben „Erfassung von vermarkteten Arzneimittelmengen“ (FKZ 200674, ca. 04/00-09/01) geplant. Bisher liegen keine verwertbaren Daten vor, aus denen die Stoffströme für das Land Brandenburg abgeschätzt werden können.

### 4.1 Freier Apothekenmarkt

Der Arzneimittelverbrauch ist in Deutschland seit einigen Jahren relativ stabil. Jährlich werden rund 1,6 bis 1,7 Milliarden Packungen verkauft, das sind etwa 20 Packungen pro Bürger und Jahr. Umsatz- und Mengenentwicklung in den neuen Bundesländern haben sich an die alten Bundesländer angeglichen. Rund zwei Drittel des Umsatzes ging 1996 zu Lasten der gesetzlichen Krankenversicherung, der Rest, knapp 38 %, ent-

fiel auf die Selbstmedikation (GLAESKE, 1998A) [11]. Tabelle 1 enthält die meistverkauften Arzneimittelgruppen für das Jahr 1997, die zusammen etwa zwei Drittel des Gesamtumsatzes an Arzneimitteln ausmachen.

Daten, die ausschließlich den freien Apothekenmarkt betreffen, liegen uns nicht vor. Deshalb werden nachfolgend die Angaben für den gesamten nicht klinischen Apothekenmarkt betrachtet, der auch verschreibungspflichtige Arzneimittel enthält. Dies erscheint gerechtfertigt, weil bei den 1997 meistverkauften Präparaten in Tabelle 2 Mittel aus dem Bereich der Selbstmedikation führen, vor allem Präparate, die gegen Kopfschmerzen, bei Husten oder Erkältungskrankheiten eingenommen werden (GLAESKE, 1998B) [14].

Die Daten aus Tabelle 2 wurden für eine Abschätzung der entsprechenden Wirkstoffmengen verwendet (vgl. Anhang 1). Da die Packungen unterschiedliche Tablettenmengen und Dosierungen enthalten, ließ sich lediglich ein Wirkstoffmengenbereich abschätzen. Dazu wurde die Annahme gemacht, dass die Medikamente zur Therapie chronischer Krankheiten vorwiegend in größeren Packungen abgegeben werden (N2, N3) und Medikamente für akute Krankheiten in kleineren Packungsgrößen (N1, N2). Mit diesen Packungsgrößen wurden alle möglichen Dosierungen (ROTE LISTE® 1999 [15]) multipliziert und so ein Bereich zwischen der minimalen und der maximalen Wirkstoffmenge pro Packung erhalten. Zur besseren Anschaulichkeit wurde anschließend der Mittelwert gebildet. Der Anteil der Einwohner in Brandenburg (2,57 Millionen) an der Gesamtbevölkerung der BRD (80 Millionen) beträgt ca. 3,2 %. Damit konnte eine Pro Kopf-Umrechnung vorgenommen werden (Tab. 3).

Tab. 2: Meistverkaufte Arzneimittel in der Bundesrepublik 1997 (Freier Apothekenmarkt und verordnete Mittel)  
Quelle: GLAESKE, 1998B [14]

Rang	Arzneimittel	Umsatz in Millionen Packungen	Anwendungsgebiet
1	Thomapyrin, coffein	20,3 (SM)	Schmerzen
2	Aspirin	16,6 (SM)	Schmerzen
3	Aspirin + C	16,1 (SM)	Schmerzen
4	ASS ratiopharm	15,0 (SM)	Schmerzen
5	Olynth	14,8 (SM)	Erkältung/Schnupfen
6	Paracetamol-Ratiopharm	13,7 (SM)	Schmerzen, Fieber
7	Bepanthen	12,9 (SM)	Wundheilung
8	Voltaren	12,4 (Rp)	Rheuma
9	Dallmanns	11,9 (SM)	Lutschpastillen
10	ACC Hexal	11,7 (SM)	Hustenlöser
11	NAC-ratiopharm	8,6 (SM)	Hustenlöser
12	Otrivan	7,7 (SM)	Erkältung/Schnupfen
13	Mucosolan	7,5 (SM)	Hustenlöser
14	Ben-u-ron	7,0 (SM)	Schmerzen
15	Nasenspray-Ratiopharm	6,8 (SM)	Erkältung/Schnupfen
16	Sinupret	6,4 (SM)	Erkältung/Schnupfen
17	L-Thyroxin-Henning	6,2 (Rp)	Schilddrüsenhormone
18	Spalt A+P	5,7 (SM)	Schmerzen
19	Magnesium Verla	5,3 (SM)	Magnesiumtherapie
20	Dolormin	5,2 (SM)	Schmerzen

SM Selbstmedikation  
RP Rezeptpflicht

Tab. 3: Umrechnung der meistverkauften Präparate aus Tabelle 2 in Wirkstoffmengen (vgl. Anhang 1) und Pro-Kopf-Umrechnung für das Land Brandenburg für das Jahr 1997

Wirkstoff	Mittelwert bundesweit verkaufte Wirkstoffmenge 1997 in kg	Anteil für das Land Brandenburg (3,2 %) in kg
Acetylsalicylsäure	750.625,0	24.020,0
Acetylcystein	324.800,0	10.393,0
Paracetamol	197.000,0	6.304,0
Diclofenac-Na*	38.750,0	1.240,0
Magnesium	35.271,0	1.128,0
Ibuprofen	20.800,0	665,0
Ambroxol-HCl	8.437,0	270,0
Dexpanthenol	1.935,0	62,0
Xylomethazolin	276,0	8,8
Levothyroxin-Na*	9,9	0,3

\* rezeptpflichtige Wirkstoffe

Tab. 4: Mengenmäßig wichtige verordnete Wirkstoffe im Land Brandenburg 1999, abgeschätzt aus Daten der Allgemeinen Ortskrankenkasse (AOK) Brandenburg

Wirkstoff	Indikation
Metformin-HCl Acarbose	Antidiabetika
Metamizol-Natrium Acetylsalicylsäure Paracetamol	Schmerzmittel
Acetylcystein	Hustenmittel
Theophyllin	Asthmamedium
Metoprololtartrat Propranolol-HCl	Betarezeptorenblocker
Furosemid Torasemid	Diuretika
Verapamil-HCl	Calciumkanalblocker
Pentoxifyllin Naftidrofurylhydrogenoxalat	Durchblutungsmittel
Diclofenac	Rheumamedium
Pentaerythryltetranitrat Isosorbiddinitrat	Koronamedium
Allopurinol	Gichtmittel
Roxithromycin	Antibiotikum

## 4.2 Verordnete Wirkstoffe im Apothekenmarkt

Für den Bereich der verordneten Arzneimittel wurden dem Landesumweltamt Brandenburg von der Allgemeinen Ortskrankenkasse Brandenburg Daten zur Verfügung gestellt. Sie beinhalten die Präparatenamen geordnet nach der Häufigkeit ihrer Verordnung für das 1. und 2. Quartal 1999, wobei die Liste einhundert Datensätze umfasst. Diese Daten, die die 100 am häufigsten verordneten Arzneimittel repräsentieren, wurden in mehreren Schritten ausgewertet (Anhang 2). Da nahezu alle Arzneimittel in beiden Quartalen verordnet wurden, haben wir eine gemeinsame Liste gebildet.

Den Produktnamen wurde der jeweilige Wirkstoff zugeordnet. Die Verordnungen im ersten und zweiten Quartal wurden summiert und durch Verdopplung die Verordnungshäufigkeit vom Halbjahr auf ein ganzes Jahr extrapoliert. Im nächsten Schritt wurde vom Versichertenanteil der AOK (55 %) auf alle Versicherten in Brandenburg hochgerechnet (Faktor 1,8). Anschließend wurde den Packungen mit Hilfe der ROTEN LISTE® 1999 [15], wie bereits für den freien Apothekenmarkt beschrieben, ein Wirkstoffmengenbereich zugeordnet. Nach Bildung des Mittelwertes erfolgte die Sortierung nach der Wirkstoffmenge (Anhang 3). Die Abbildung 3 zeigt die ersten 32 der insgesamt 86 Wirkstoffe. Die Wirkstoffe, die in Mengen von mehr als 500 kg/a abgegeben wurden, sind in Tabelle 4 aufgeführt (siehe Seite 9).

## 4.3 Krankenhausapotheken

Krankenhausapotheken sind die zentrale Versorgungsstelle für den Klinikbereich, der ein deutlich anderes Wirkstoffspektrum aufweist, als der ambulante Apothekenmarkt. Hier findet man beispielsweise Narkosemittel, Röntgenkontrastmittel und Desinfektionsmittel aber auch Zytostatika für die Tumorthherapie.

Das Landesumweltamt Brandenburg hat vom Carl-Thiem-Klinikum in Cottbus Angaben zu den im Jahr 1999 ausgegebenen Präparaten erhalten und diese exemplarisch für den Kliniksektor im Land Brandenburg ausgewertet.

Die Rohdaten umfassen weit über eintausend Datensätze. Es wurden die Datensätze derjenigen Präparate oder Präparatgruppen (das sind verschiedene Darreichungsformen des gleichen Präparates oder verschiedene Präparate mit dem gleichen Wirkstoff), von denen mindestens 1.000 Dosen im Jahr 1999 verbraucht wurden, für die Auswertung erfasst. Diese Einschränkung gilt nicht für die besonderen Stoffgruppen Narkosemittel, Antibiotika, Hormone, Röntgenkontrastmittel und Desinfektionsmittel, die komplett übernommen wurden. Präparate, die naturidentische oder physiologische Wirkstoffe enthalten, wie Vitamine, Enzyme, Heparin, Insulin, Atropin, physiologische Kochsalzlösung, Mineralien, Prostaglandine, Bakterien und Glucosamine wurden nicht ausgewertet, da sie keine Arzneimittel im Sinne der Fragestellung dieses Berichtes darstellen.

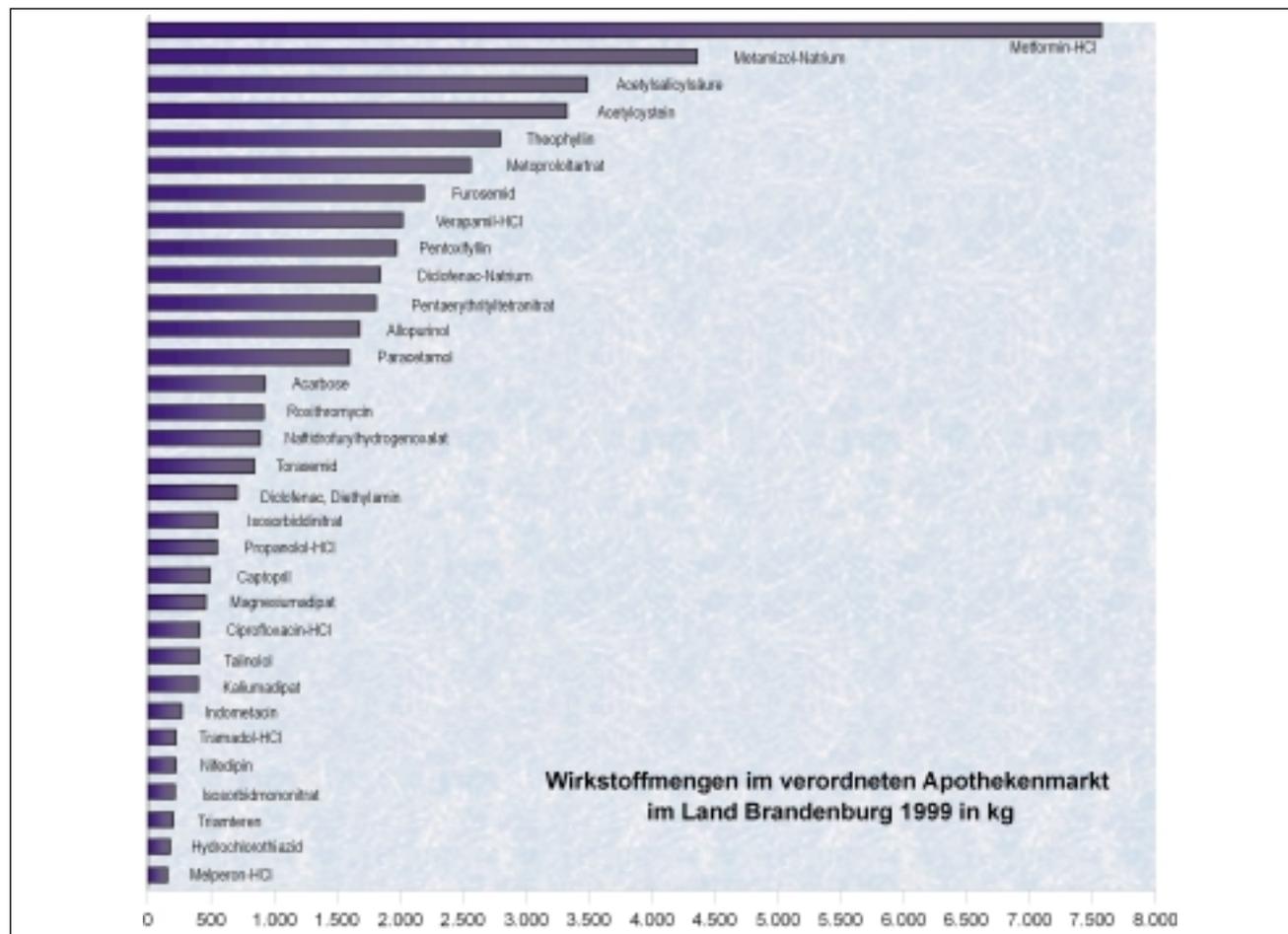


Abb. 3: Wirkstoffmengen im verordneten Apothekenmarkt im Land Brandenburg 1999 in kg

Das gilt auch für Kosmetika und leichtflüchtige Organika, wie Ethanol oder Ether. Den Präparaten in den verbliebenen 811 Datensätzen wurden die Wirkstoffe zugeordnet. Da verschiedene Präparate zum Teil die gleichen Wirkstoffe enthalten, reduzierten sich die Daten auf 360 wirkstoffbezogene Datensätze, die, geordnet nach der Wirkstoffmenge, im Anhang 4 aufgeführt sind. Die Abbildung 4 zeigt die ersten 31 Wirkstoffe dieser Auflistung.

Die Tabelle 5 zeigt die Wirkstoffe, die in Mengen von 10 kg/a und mehr verbraucht wurden.

Wirkstoff	Indikation
Phenoxypropanol Glucoprotamin Cocosporylendiaminguanacetat Povidon-Iod Glutaral Laurylpropylendiamin Benzalkoniumchlorid Glyoxal Formaldehyd Dodecylbispropylentriamin Phenoxyethanol	Desinfektionsmittel
Iodixanol Lysinamidotrizoat Bariumsulfat	Röntgenkontrastmittel
Paracetamol Metamizol Ibuprofen Acetylsalicylsäure	Schmerzmittel und Rheumamittel
Acetylcystein	Hustenmittel
Dimeticon	Dermatikum
Pentoxifyllin	Durchblutungsmittel
Ampicillin Mezlocillin Piperacillin Sultamicillin Sulbactam	Antibiotika

Tab. 5: *Mengenmäßig wichtige Wirkstoffe im Klinikbereich im Land Brandenburg 1999, abgeleitet aus Daten des Carl-Thiem-Klinikums Cottbus*

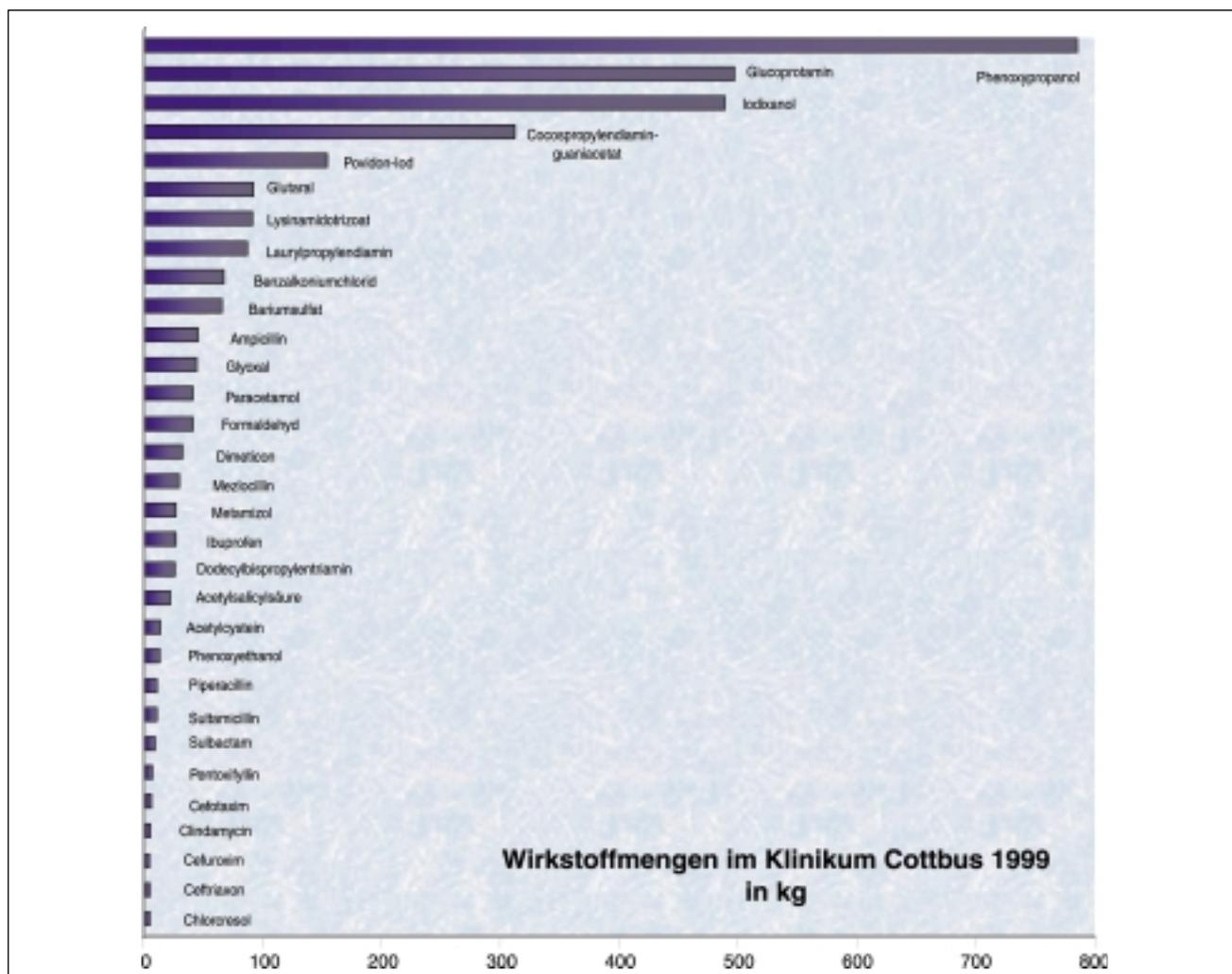


Abb. 4: *Wirkstoffmengen im Klinikum Cottbus 1999 in kg*

# 5 Humanarzneimittelintrag im Land Brandenburg 1999

## 5.1 Arzneimittelwirkstoffe geordnet nach Indikationen

In der Tabelle 6 sind die in den vorangegangenen Abschnitten festgestellten Arzneimittelwirkstoffmengen im Land Brandenburg 1999 für den freien und den verordneten Apothekenmarkt sowie für den Krankenhaussektor übersichtlich dargestellt. Die Angaben zum Freien Apothekenmarkt stammen bereits aus dem Jahre 1997 und werden hier auf 1999 übertragen, weil der Arzneimittelverbrauch seit einigen Jahren relativ stabil ist (vgl. Punkt 4.1). Für die Wirkstoffauswahl wurden Mengenschwellen von 500 kg/a für den Apothekenmarkt und 10 kg/a für das Krankenhaus Cottbus zu Grunde gelegt.

Tab. 6: Wichtige Arzneimittelwirkstoffe im Land Brandenburg 1999

Indikation	Wirkstoff	Wirkstoffmengen in kg			
		Gesamt	Freier Apothekenmarkt (1997)	Verordneter Apothekenmarkt (1999)	Krankenhäuser (1999)
Schmerzmittel	Acetylsalicylsäure	24.289	20.545	3.475	249
	Paracetamol	6.703	4.718	1.586	449
	Meloxicam	4.849	-	4.346	303
	Summe	35.841	25.263	9.407	1.001
Rheuma	Diclofenac-Na	2.471	-	2.435 <sup>1</sup>	36
	Ibuprofen	965	665	-	300
	Summe	3.436	665	2.435	336
Desinfektionsmittel	Phenoxyprenolol	7.892	-	-	7.892
	Glacopranolol	5.023	-	-	5.023
	Cocopylendiamin-galnicolat	3.157	-	-	3.157
	Povidon-Iod	1.571	-	-	1.571
	Glutaral	951	-	-	951
	Laurylpropyldiamin	905	-	-	905
	Benzalkoniumchlorid	700	-	-	700
	Olycol	492	-	-	492
	Formaldehyd	446	-	-	446
	Dodecylbispropyldiamin	296	-	-	296
	Phenoxethanol	166	-	-	166
	Summe	21.589	-	-	21.589
	Husten	Acetylcystein	10.581	7.081	3.312
Summe		10.581	7.081	3.312	168
Antidiabetika	Metformin-HCl	7.820	-	7.562	58
	Acarbose	819	-	813	6
Summe	8.639	-	8.375	64	
Röntgenkontrastmittel, jodiert	Iodixanol	4.940	-	-	4.940
	Lysineiodotröcolat	946	-	-	946
	Summe	5.886	-	-	5.886
Beta-Blocker	Metoprololtartrat	2.547	-	2.547	-
	Prasnanol-HCl	539	-	538	1
	Summe	3.086	-	3.085	1
Diuretika	Furosemid	2.210	-	2.178	32
	Torsemid	837	-	837	-
	Summe	3.047	-	3.015	32
Durchblutungsmittel	Pentoxifyllin	2.871	-	1.963	108
	Naftidurylhydrogenoxalat	879	-	879	-
	Summe	3.750	-	2.842	108
Asthmamedikation	Theophyllin	2.790	-	2.790	-
	Summe	2.790	-	2.790	-
Koronarmittel	Pentaerythritoltrinitrat	1.802	-	1.802	-
	Isoorbiddinitrat	540	-	540	-
	Summe	2.342	-	2.342	-
Antibiotika	Roxithromycin	815	-	800	15
	Sulfonidol	136	-	-	136
	Ampicillin	488	-	-	488
	Mazlocillin	325	-	-	325
	Pipercillin	144	-	-	144
	Sulbactam	127	-	-	127
	Summe	2.137	-	800	407

<sup>1</sup> Aus 1.835 kg Diclofenac-Na und 697 kg Diclofenac-Diethylaminsalz berechnet.  
<sup>2</sup> Levonorgestrel oder Norethisteron oder Norethisteronacetat

Die Umrechnung vom Klinikum Cottbus auf den gesamten Brandenburger Kliniksektor erfolgte über die Bettenzahlen.

Die landesweite Anzahl von 16.560 Krankenhausbetten (STATISTISCHES JAHRBUCH 1999 [16]) ist etwa eine Größenordnung höher als die 1.350 Betten im Klinikum Cottbus. Da die Versorgungsleistungen in den einzelnen Kliniken sehr verschieden sind, ist hier nur eine grobe Abschätzung möglich. Zu diesem Zweck wurden die Wirkstoffmengen des Klinikum Cottbus mit dem Faktor 10 multipliziert. Bei der Ermittlung der Gesamtmengen war zu beachten, dass die Daten für den Freien Apothekenmarkt nicht ausschließlich die Selbstmedikation betreffen, sondern auch die verordneten Mengen mit enthalten (vgl. Punkt 4.1). Bei den Wirkstoffen Acetylsalicylsäure,

Fortsetzung Tab. 6:

Indikation	Wirkstoff	Wirkstoffmengen in kg				
		Gesamt	Freier Apothekenmarkt (1997)	Verordneter Apothekenmarkt (1999)	Krankenhäuser (1999)	
Calciumantagonisten	Verapamil-HCl	2.035	-	2.008	27	
	Summe	2.035	-	2.008	27	
Nervensystem	Melipron-HCl	144	-	138	6	
	Diphenol-2-HCl	116	-	116	-	
Sedativa	Propofol-HCl	47	-	47	-	
	Summe	163	-	155	6	
Psychopharmaka	Medazepam	22	-	22	-	
	Zipidemamat	11	-	11	-	
Antiepileptika	Diazepam	5	-	5	-	
	Summe	17	-	17	-	
Neuropharmaka	Nitazepam	3	-	3	-	
	Zipidon	2	-	2	-	
Parkinsonmittel	Pracatan	58	-	-	58	
	Domethazol	55	-	-	55	
	Lipostare	48	-	-	48	
	Wiprosinone	42	-	-	42	
	Phenytin	19	-	-	19	
	Levodopa	9	-	-	9	
	Diklancthorazepat	7	-	-	7	
	Oxopit	7	-	-	7	
	Phenorbital	6	-	-	6	
	Meclorbid	4	-	-	4	
	Levonorgestrel	4	-	-	4	
	Propofol	3	-	-	3	
	Summe	601	-	-	601	
	Dermatikum	Dinactin	350	-	-	350
		Summe	350	-	-	350
Narkosemittel	Propofol	27	-	-	27	
	4-Hydroxybutylstare	24	-	-	24	
	Lidocain-HCl	22	-	-	22	
	Propofol	19	-	-	19	
	Methohexal	7	-	-	7	
	Ropivacain	2	-	-	2	
	Ketamin-HCl	2	-	-	2	
	Etonidat	2	-	-	2	
Summe	96	-	-	96		
Cortikoide	Methylprednisolon	13	-	-	13	
	Prednison	61	-	49	12	
Summe	74	-	49	25		
Sexualhormone	Ethinylestradiol	1,6	-	1,6	-	
	Kombinationswirkstoff <sup>2</sup>	50	-	5,50	-	
	Medroxyprogesteron	4	-	-	4	
	Flutamid	3,6	-	-	3,6	
	Hydroxyprogesteron-caproat	1	-	-	1	
	Tamoxifen	0,7	-	-	0,7	
Summe	61	-	7,10	4,6		
Zytostatika	Fluorouracil	22	-	-	22	
	Cyclophosphamid	8	-	-	8	
	Ifoflamid	8	-	-	8	
	Ganciclovir	5	-	-	5	
	Cytosin	5	-	-	5	
	Carboplatin	5	-	-	5	
	Methotrexat	3	-	-	3	
	Etoposid	2	-	-	2	
Summe	68	-	-	68		

Paracetamol sowie Acetylcystein wurde deshalb der verordnete Anteil von der Menge des Freien Apothekenmarktes subtrahiert. Die Ergebnisse dieser Auswertung sind anschaulich in Abbildung 5 dargestellt.

Die bedeutendsten Wirkstoffmengen betreffen die **Schmerz- und Rheumamittel** mit etwa 40 t/a. Sie stammen vorrangig aus dem Bereich der Selbstmedikation oder bei rezeptpflichtigen Wirkstoffen aus dem verordneten Apothekenmarkt.

Die **Desinfektionsmittel** stellen mit über 20 t/a die mengenmäßig größte Wirkstoffgruppe der Krankenhäuser dar.

Der hustenlösende Wirkstoff **Acetylcystein** ist mit rund 10 t/a wiederum hauptsächlich der Selbstmedikation zuzuordnen.

Weitere wichtige Wirkstoffgruppen wie **Antidiabetika, Beta-rezeptorenblocker, Diuretika, Durchblutungsmittel, Asthma-**

lein 6,6 t Antibiotika. Das heißt, es wurden etwa dreimal soviel Antibiotika an Tiere verabreicht, wie als Humanarzneimittel verwendet wurden.

Zu den fast 6 t/a hochpersistenten **jodierten Röntgenkontrastmitteln** aus dem Krankenhausbereich kommen noch die Wirkstoffmengen aus den niedergelassenen Praxen dazu. Entsprechende Daten konnten jedoch nicht erhoben werden. Dies gilt auch für das **Dermatikum Dimeticon**, das neben den 350 kg/a im Krankenhausbereich wahrscheinlich auch in Pflegeeinrichtungen verwendet wird.

Die Wirkstoffe, die auf das **Nervensystem** wirken, werden in Mengen von 600 kg/a verabreicht. Auffällig dabei ist die Vielzahl einzelner Wirkstoffe, die etwa zu gleichen Anteilen sowohl aus dem ambulanten als auch aus dem klinischen Apothekenmarkt stammen.

**Narkosemittel**, die ausschließlich aus dem Krankenhausbereich stammen, erreichen durch verschiedene Wirkstoffmengen bis zu 100 kg/a.

Eine besondere Gruppe innerhalb der Arzneimittelwirkstoffe stellen die Wirkstoffe mit endokriner Wirksamkeit dar. Dazu zählen verschiedene Sexualhormone als Kontrazeptiva und für die menopausale Substitution sowie Nebennierenrindenhormone als entzündungshemmende Mittel. Sexualhormone und Nebennierenrindenhormone gehören zu den Steroidhormonen und leiten sich als Derivate vom Sterangerüst ab. Bei den synthetischen Sexualhormonen sind zwei Gruppen zu unterscheiden: Synthetische Östrogene mit einer Ethinylgruppe am C-17-Atom des Steroidgrundgerüsts (ethinylierte Steroide) einerseits und Östradiolster, wie z.B. Östradiolbenzoat, Östradiolvalerianat oder Östradiol-17-acetat andererseits.

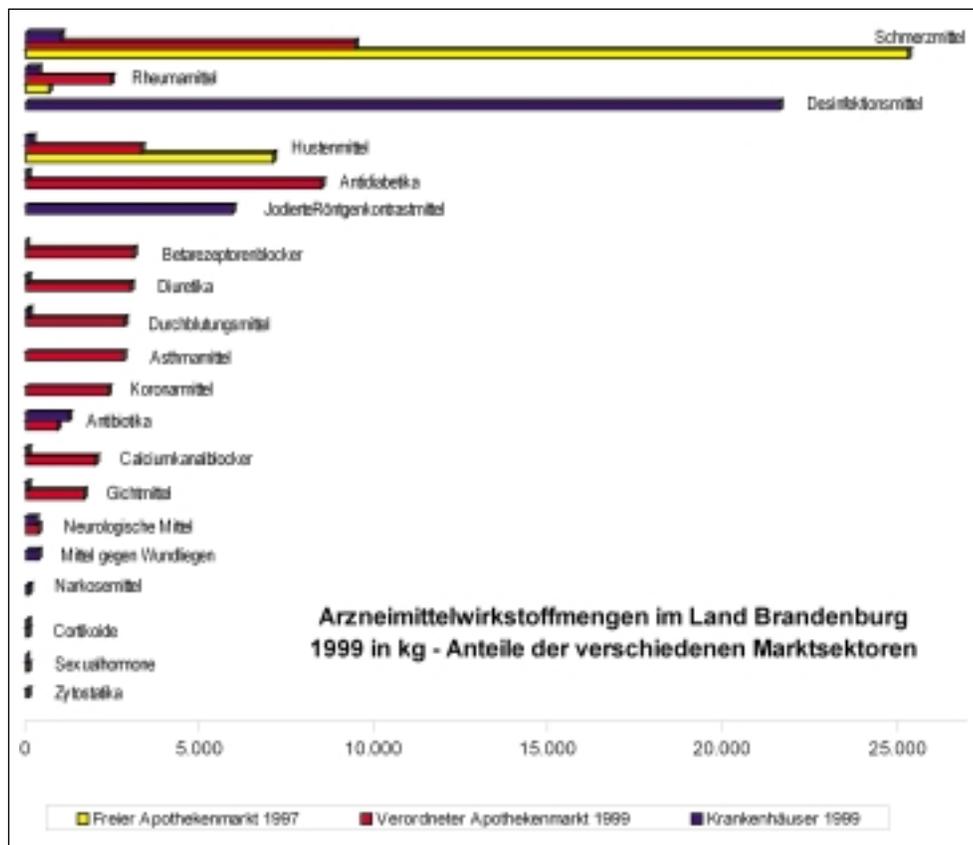


Abb. 5: Arzneimittelwirkstoffmengen im Land Brandenburg 1999: Anteile der verschiedenen Marktsektoren

**mittel, Koronarmittel, Calciumkanalblocker und Gichtmittel** wurden überwiegend im verordneten Apothekenmarkt abgegeben. Die Krankenhäuser tragen nur in geringem Maße zu diesen Wirkstoffgruppen bei.

Die **Antibiotika** liefern mit mehr als 2 t/a einen beträchtlichen Beitrag, der sich auf verschiedene Wirkstoffe verteilt und überwiegend aus dem Krankenhaussektor stammt. Obwohl ein direkter Vergleich schwierig ist, werden die Ergebnisse der Erhebung von Tierarzneimitteln von 07/98 bis 06/99 im Land Brandenburg (ABBAS ET AL., 2000) [5] herangezogen. Demnach wurden im gesamten Land Brandenburg etwa 9,5 t/a Tierarzneimittel als Fütterungsarzneimittel verabreicht, davon al-

Die letztgenannten Verbindungen, beispielsweise für die Hormonsubstitution in der Menopause verwendet, werden im Körper zu Östradiol metabolisiert, welches auch endogen gebildet wird. In der Umweltanalytik kann folglich nicht zwischen Rückständen der körpereigenen natürlichen Hormone und den synthetischen Hormonen dieser Gruppe unterschieden werden. Die Ethinylierung hingegen stabilisiert das Steroidmolekül und erhöht die Wirksamkeit wie im Falle der Pillenwirkstoffe beträchtlich (ALLNER ET AL., 1998) [17].

Für den Apothekenmarkt sind uns keine Daten zu **Sexualhormonen** bekannt. Deshalb wird in Bezug auf die Pillenwirkstoffe folgende Abschätzung vorgenommen: Orale Kontrazeptiva sollen aus medizinischer Sicht heute nicht mehr als 35 µg Östrogen enthalten. Übliche Kombinationen sind Ethinylestradiol

(0,02 bis 0,05 mg) mit Levonorgestrel (0,1 bis 0,25 mg), Norethisteron oder Norethisteronacetat (0,5 bis 1 mg) (ARZNEIMITTELKURSBUCH 1999/2000) [18]. Es lassen sich bei 50 % Pillenanwenderinnen unter den 428.333 gebärfähigen Frauen (2.570.000 Brandenburger, davon 1.285.000 weiblich, davon ca. 1/3 gebärfähiges Alter) 214.167 Frauen errechnen, die orale Kontrazeptiva anwenden. Die Pille wird 21 Tage pro Monat eingenommen, also ergibt sich eine jährliche Menge von (21 Tage x 12 Monate x 214.177 Frauen) 53.970.000 Dosen und das sind, nimmt man durchschnittlich 0,03 mg Ethinylestradiol und 1 mg als Durchschnittswert für die Kombinationspartner an, 1,6 kg Ethinylestradiol und bis zu ca. 50 kg Levonorgestrel, Norethisteron oder Norethisteronacetat. Wie in Tabelle 6 ersichtlich, dominieren die Pillenwirkstoffe bei den Wirkstoffmengen der Sexualhormone.

Die **Corticoide** werden in vergleichbaren Mengen wie die Sexualhormone verwendet und schwerpunktmäßig im ambulanten Apothekenmarkt verordnet.

Auch die **Zytostatika**, die ausschließlich im Kliniksektor auftreten, werden in Mengen weit unter 100 kg/a verwendet. Die abgeschätzten 58 kg/a dürften noch zu hoch liegen, da nicht alle Krankenhausbetten Krankenhäusern mit Chemotherapie zuzuordnen sind.

Die Arzneimittelwirkstoffmengen im Jahre 1999 betragen insgesamt für das Land Brandenburg 107.002 kg. Die Wirkstoffe der besonderen Stoffgruppen, die im Krankenhausbereich verwendet werden (Desinfektionsmittel, Diagnostika, Antibiotika, das Dermatikum Dimeticon, Narkosemittel und Zytostatika) haben daran mit 29.216 kg einen Anteil von rund 27 %.

## 5.2 Exemplarische Abschätzung des Arzneimitteleintrages in die Kläranlage einer Brandenburger Großstadt

Der erste Schritt einer Risikoabschätzung für Umweltschadstoffe ist die Abschätzung einer Exposition von Schutzgütern, im vorliegenden Fall in den Umweltmedien Wasser und Boden.

Da dem Landesumweltamt Brandenburg die Klinikdaten für das Klinikum Cottbus zur Verfügung gestellt wurden, soll hier exemplarisch der Eintrag in das Klärwerk Cottbus betrachtet werden.

Während die Klinikdaten direkt übernommen werden, müssen die Daten für den freien und verordneten Apothekenmarkt über eine Pro-Kopf-Umrechnung vom Land Brandenburg gesamt auf Cottbus umgerechnet werden. Aus dem Verhältnis von 2.590.000 zu 115.000 Einwohnern ergibt sich ein Divisor von 22,52.

Nachfolgend sind in den Tabellen 7 bis 14 die Wirkstoffmengen zusammengestellt, die im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus aus allen drei Sektoren (freier und verordneter Apothekenmarkt sowie Klinikum) stammen. Die besonderen Stoffgruppen sind komplett dargestellt, während für die anderen Wirkstoffe die bereits genannten (4.2, 4.3) Mengenkriterien 500 kg/a für das Land Brandenburg bzw. 10 kg/a für das Klinikum Cottbus gelten.

Tab. 7: Arzneimittelwirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999 (ohne besondere Stoffgruppen)

Wirkstoff	Indikation	Sektor	Wirkstoffmenge gesamt in kg
Acetylsalicylsäure <sup>DDR</sup>	Schmerzen	FA, VA, KH	1.091
Acetylcystein <sup>DDR</sup>	Husten	FA, VA, KH	478
Metformin-HCl	Antidiabetikum	VA, KH	342
Paracetamol <sup>DDR</sup>	Schmerzen	FA, VA, KH	324
Metamizol-Na <sup>DDR</sup>	Schmerzen	VA, KH	223
Theophyllin <sup>DDR</sup>	Asthma	VA	137
Metoprololtartrat	Betarezeptorenblocker	VA	113
Diclofenac-Na <sup>DDR</sup>	Rheuma	VA, KH	112
Furosemid <sup>DDR</sup>	Diuretikum	VA, KH	100
Pentoxifyllin <sup>DDR</sup>	Durchblutung	VA, KH	98
Verapamil-HCl <sup>DDR</sup>	Calciumkanalblocker	VA, KH	91
Pentaerythrityltetranitrat <sup>DDR</sup>	Koronarmittel	VA	80
Allopurinol <sup>DDR</sup>	Gicht	VA	77
Ibuprofen	Schmerzen	FA	59
Piracetam	Antidementivum	KH	56
Clomethiazol <sup>DDR</sup>	Psychopharmakum	KH	55
Liponsäure	Neuropathiemittel	KH	48
Valproinsäure <sup>DDR</sup>	Antiepileptikum	KH	42
Acarbose	Antidiabetikum	VA, KH	41
Naftidrofurylhydrogenoxalat	Durchblutung	VA	39
Torasemid	Diuretikum	VA	37
Dimeticon	Dermatikum	KH	35
Propranolol-HCl <sup>DDR</sup>	Betarezeptorenblocker	VA, KH	24
Isosorbiddinitrat	Koronarmittel	VA	24
Melperon-HCl	Psychopharmakum	VA, KH	12
Phenytoin <sup>DDR</sup>	Antiepileptikum	KH	10

FA Freier Apothekenmarkt KH Krankenhaus  
 VA Verordneter Apothekenmarkt<sup>DDR</sup> Im Arzneimittelverzeichnis der DDR 1988 [19] zugelassen.

– Diese Erläuterungen gelten für die Tabellen 7–14 –

Tab. 8: **Antibiotika**-Wirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999

Wirkstoff	Sektor	Wirkstoffmenge gesamt in kg
Ampicillin <sup>DDR</sup>	KH	49
Roxithromycin	VA, KH	41
Mezlocillin	KH	32
Ciprofloxacin	VA, KH	24
Piperacillin	KH	14,3
Sultamicillin	KH	14
Sulbactam	KH	13
Sulfamethoxazol	VA, KH	10
Cefotaxim	KH	9,5
Clindamycin	KH	8,6
Cefuroxim	KH	8,4
Ceftriaxon	KH	8,4
Clarithromycin	VA, KH	5
Levofloxacin	KH	4,3
Fosfomycin	KH	4
Meropenem	KH	3,8
Trimethoprim <sup>DDR</sup>	VA, KH	2,7
Benzylpenicillin <sup>DDR</sup>	KH	2,4
Vancomycin	KH	2
Azithromycin	VA	1,5
Spiramycin	KH	1
Aciclovir	KH	1
Amoxicillin	KH	1
Cefaclor	KH	0,2
Sulfameracin <sup>DDR</sup>	KH	0,07

Tab. 9: **Desinfektionsmittel**-Wirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999

Wirkstoff	Sektor	Wirkstoffmenge gesamt in kg
Phenoxypropanol	KH	789
Glucoprotamin	KH	502
Coscospropylen-diamminguaniacetat	KH	316
Povidon-Jod <sup>DDR</sup>	KH	157
Glutaral	KH	95
Laurylpropylendiamin	KH	90
Benzalkoniumchlorid	KH	70
Glyoxal	KH	48
Formaldehyd	KH	45
Dodecylbispropylen-triamin	KH	30
Phenoxyethanol	KH	17
Chlorkresol <sup>DDR</sup>	KH	8
Mecetroniumetilsulfat	KH	7
Chlorofen <sup>DDR</sup>	KH	5
2-Biphenylol	KH	3
Octenidinhydrochlorid	KH	0,8
Peressigsäure	KH	0,6
Merbromin	KH	0,05
Didecyldimethylammoniumchlorid	KH	0,01

Tab. 10: **Diagnostika**-Wirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999

Wirkstoff	Sektor	Wirkstoffmenge gesamt in kg
Iodixanol	KH	494
Lysinamidotrizoat	KH	95
Bariumsulfat	KH	70
Gadodiamid	KH	4
Iopamidol	KH	1
Iotroxinsäure	KH	0,5
Iopentol	KH	0,3
Natriumamidotrizoat	KH	0,03
Bisacodyl <sup>DDR</sup>	KH	0,01

Tab. 11: **Sexualhormon**-Wirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999

Wirkstoff	Sektor	Wirkstoffmenge gesamt in kg
Levonorgestrel <sup>DDR</sup> / Norethisteron <sup>DDR</sup> / Norethisteronacetat <sup>DDR</sup>	VA	2,2
Medroxyprogesteron	KH	0,4
Flutamid	KH	0,36
Hydroxyprogesteroncaproat <sup>DDR</sup>	KH	0,1
Ethinylestradiol <sup>DDR</sup>	VA	0,07
Tamoxifen <sup>DDR</sup>	KH	0,07
Megestrol	KH	0,05
Aminoglutethimid <sup>DDR</sup>	KH	0,03
Fosfestrol <sup>DDR</sup>	KH	0,01
Testosteron	KH	0,002
Estradiolvalerat <sup>DDR</sup>	KH	0,001
Letrozol	KH	0,0007
Levonorgestrel <sup>DDR</sup>	KH	0,0001

Tab. 12: **Corticoid**-Wirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999

Wirkstoff	Sektor	Wirkstoffmenge gesamt in kg
Prednisolon	VA, KH	3,4
Methylprednisolon <sup>DDR</sup>	KH	1,3
Dexamethason <sup>DDR</sup>	KH	0,1
Prednicarbat	VA	0,1
Hydrocortison <sup>DDR</sup>	KH	0,04
Triamcinolonacetamid <sup>DDR</sup>	KH	0,03
Triamcinolonhexacetamid	KH	0,02
Deflazacort	KH	0,004

Tab. 13: **Narkosemittel**-Wirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999

Wirkstoff	Sektor	Wirkstoffmenge gesamt in kg
Prilocain-HCl	KH	2,7
4-Hydroxybuttersäure	KH	2,4
Lidocain-HCl <sup>DDR</sup>	KH	2,2
Propofol	KH	1
Methohexital	KH	0,7
Ropivacain	KH	0,2
Ketamin-HCl <sup>DDR</sup>	KH	0,2
Etomidat <sup>DDR</sup>	KH	0,2

Tab. 14: **Zytostatika**-Wirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999

Wirkstoff	Sektor	Wirkstoffmenge gesamt in kg
Fluorouracil <sup>DDR</sup>	KH	2,2
Cyclophosphamid	KH	0,8
Ifosfamid	KH	0,8
Gemcitabin	KH	0,5
Cytarabin <sup>DDR</sup>	KH	0,5
Carboplatin	KH	0,5
Methotrexat <sup>DDR</sup>	KH	0,3
Etoposid <sup>DDR</sup>	KH	0,3
Treosulfan	KH	0,1
Estramustin	KH	0,1
Paclitaxel	KH	0,1
Hydroxycarbamid	KH	0,09
Procarbazin <sup>DDR</sup>	KH	0,05
Temozolomid	KH	0,03
Dacarbazin <sup>DDR</sup>	KH	0,03
Mercaptopurin <sup>DDR</sup>	KH	0,03
Temozolomid	KH	0,03
Cisplatin <sup>DDR</sup>	KH	0,02
Doxorubicin <sup>DDR</sup>	KH	0,02
Teniposid	KH	0,015
Tioguanin <sup>DDR</sup>	KH	0,01
Carmustin	KH	0,01
Epirubicin	KH	0,01
Trofostamid	KH	0,002
Busulfan	KH	0,0003

Die exemplarische Betrachtung des Klärwerkes Cottbus im Einzugsbereich einer dicht besiedelten Großstadt und eines Schwerpunktkrankenhauses stellt den für das Land Brandenburg ungünstigsten Fall in Hinblick auf den Eintrag von Arzneimittelwirkstoffen in die Umwelt dar.

Aus Tabelle 15 geht hervor, dass insgesamt mindestens rund **7 Tonnen** Arzneimittelwirkstoffe jährlich im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus verabreicht werden. Die höchsten Mengen entfallen dabei auf **Desinfektionsmittel** (31,4 %), **Schmerz- und Rheumamittel** (26 %), **Diagnostika** (9,6 %), **Hustenmittel** (6,9 %), orale **Antidiabetika** (5,5 %) und **Antibiotika** (3,8 %) mit mehr als 200 kg pro Jahr.

Im Gegensatz zur landesweiten Betrachtung der Wirkstoffmengen (vgl. Punkt 5.1), bei der ca. 27 % der Gesamtwirkstoffmengen die krankenhaustypischen Wirkstoffgruppen betrafen, sind dies bezogen auf den Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus fast 46 %. Von den besonderen Stoffgruppen werden jährlich einige hundert Kilogramm **Diagnostika** verwendet. **Narkosemittel**, **Hormone** und **Zytostatika** erreichen Mengen bis 10 kg/a.

Tab. 15: **Humanarzneimittel**-Wirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999 - Anteile der verschiedenen Stoffgruppen -

Indikation	Wirkstoffmenge in kg	Anteil in %
Schmerz-/Rheumamittel	1.809	26,3
Hustenmittel	478	6,9
Orale Antidiabetika	383	5,5
Durchblutungsmittel	137	2
Betarezeptorenblocker	137	2
Asthmamedikation	137	2
Diuretika	137	2
Koronarmittel	104	1,5
Calciumkanalblocker	91	1,3
Gichtmittel	77	1,1
Psychopharmaka	67	1
Antidementiva	56	0,8
Antiepileptika	52	0,7
Neuropathiemittel	48	0,7
Dermatikum	35	0,5
Alle Wirkstoffe ohne besondere Stoffgruppen	3.748	54,3
Desinfektionsmittel	2.183	31,7
Diagnostika	665	9,6
Antibiotika	261	3,8
Narkosemittel	10	0,1
Zytostatika	6	0,09
Corticoide	5	0,07
Sexualhormone	3	0,04
Alle Wirkstoffe mit besonderen Stoffgruppen	6.881	100

### 5.3 Mengenrelevante Wirkstoffparameter in Klärschlamm, Böden und Oberflächenwasser

Die in den Tabellen 7 bis 14 aufgeführten Wirkstoffe sind grundsätzlich wegen der verabreichten Mengen oder wegen bereits bekannter Eigenschaften als besondere Stoffgruppe für eine umweltanalytische Überwachung zu empfehlen. Zukünftig sollen auch Informationen zum Metabolismus sowie zum Umweltverhalten recherchiert werden, in deren Ergebnis abschließend über die Parameterliste entschieden werden kann.

Tabelle 16 enthält die Wirkstoffe, die bereits in umweltanalytischen Untersuchungen in der Umwelt nachgewiesen wurden. Aus diesen Messbefunden lassen sich unmittelbar relevante Wirkstoffparameter für Messprogramme erkennen.

Die als **Lipidsenker** verwendeten Fibrate (Zeile 1 - 4) sind in der Verordnung seit Jahren rückläufig und derzeit im Land Brandenburg nicht relevant. Deshalb sind sie keine bedeutsamen Analyten im Bereich von Klärwerken.

Die **Antiepileptika** Carbamazepin und Primidon haben sich in unserer Recherche nicht als mengenrelevant erwiesen. Da der Wirkstoff Primidon in den Berliner Klärwerken nachgewiesen wurde, ist in den Fließgewässern mit hohem Berliner Abwasseranteil dieser Parameter wahrscheinlich bedeutsam.

Von den fünf bereits in der Umwelt gefundenen **Antibiotika** ist im Land Brandenburg besonders der Wirkstoff Roxithromycin mengenmäßig bedeutsam.

Das Prostatamittel b-Sitosterol ist ein **Phytohormon**, wovon in der täglichen Nahrung drei bis zehn Tagesdosen enthalten sind (ARZNEIMITTELKURSBUCH 1999/2000 [18]), so dass analytische Messbefunde nicht eindeutig auf die medikamentöse Einnahme zurück geführt werden können.

Die **Desinfektionsmittel** und jodhaltigen **Röntgenkontrastmittel** lassen sich schwer beurteilen, da die Anwender häufig einem bestimmten Präparat den Vorzug geben, das dann im Abwasser dominiert, aber für verschiedene Klärwerke ganz verschieden sein kann (TERNES ET AL., 1999) [21].

Außerdem wurde der Sektor der niedergelassenen Ärzte, der hier sicher eine bedeutende Rolle spielt, nicht erhoben. Daher sind diese Verbindungen zumindest für ein Screening interessant.

Die **Zytostatika** Ifosfamid und Cyclophosphamid werden im Land Brandenburg nicht in großen Mengen verabreicht, können aber bei entsprechender Persistenz durchaus im Kläranlagenabfluss auftreten.

Mit Ausnahme von Metoprolol und Propranolol sind die **Bronchospasmolytika** und **Betarezeptorenblocker** nicht als mengenrelevant aufgefallen. Dies gilt auch für die **Schmerzmittel** Ketoprofen, Phenylbutazon, Naproxen, Phenazon und Indometacin. Für die Wirkstoffe Propyphenazon und Naproxen ist wie beim Primidon auf den Anteil Berliner Abwasser zu achten.

Das Klärwerk Cottbus hat einen Abwasseranfall von 0,248 Kubikmeter pro Sekunde ( $m^3/s$ ), was einem jährlichen Abfluss von rund 7,8 Mio.  $m^3$  bzw. 7.821 Mio. Liter entspricht. Um eine Wirkstoffkonzentration von 1 Mikrogramm pro Liter ( $\mu g/l$ ) zu erreichen, müssten 7,82 kg/a direkt in das Wasser gegeben werden. Daraus folgt, dass chemisch stabile Stoffe wie das Ethinylestradiol, für die bereits im Konzentrationsbereich von einigen Nanogramm pro Liter Wirkungen auf Nichtzielorganismen (unphysiologische Vitellogeninsynthese durch Ethinylestradiol bei Goldorfen (ALLNER ET AL., 1998) [17] vermutet werden, bereits in Eintragsmengen von einigen Hundert Gramm pro Jahr wirksame Umweltkonzentrationen erreichen könnten.

Tab. 16: Arzneimittelwirkstoffe in der Umwelt nach ROBAKOWSKI, 2000 [2], FUHRMANN, 1999 [8], BLAC 1999 [1], TERNES, 1998 [20] und TERNES ET AL., 1999 [21]

Arzneimittelwirkstoff*	Wirkstoffmengen in Brandenburg 1999	Indikation
Bezafibrat	Unbedeutend	Lipidsenker
Clofibrat <sup>DDR</sup>	Unbedeutend	Lipidsenker
Fenofibrat	Unbedeutend	Lipidsenker
Gemfibrozil	Unbedeutend	Lipidsenker
Carbamazepin <sup>DDR</sup>	Unbedeutend	Antiepileptikum
Primidon <sup>DDR</sup>	Unbedeutend	Antiepileptikum
Clarithromycin	Gering	Antibiotikum
Erythromycin	Unbedeutend	Antibiotikum
Roxithromycin	Relevant	Antibiotikum
Sulfamethoxazol	Gering	Antibiotikum
Trimethoprim <sup>DDR</sup>	Gering	Antibiotikum
Pentoxifyllin <sup>DDR</sup>	Relevant	Durchblutung
Ethinylestradiol <sup>DDR</sup>	Gering	Sexualhormon
$\beta$ -Sitosterol	Unbedeutend	Phytohormon – Prostatamittel
Clorofen <sup>DDR</sup>	Gering	Desinfektionsmittel
Biphenylol	Gering	Desinfektionsmittel
4-Chlorxylenol	Unbedeutend	Desinfektionsmittel
Tetrabromkresol	Unbedeutend	Desinfektionsmittel
Diatrizoat	Relevant (Lysinamidotrizoat)	Röntgenkontrastmittel
Iomeprol	Unbedeutend	Röntgenkontrastmittel
Iopamidol	Gering	Röntgenkontrastmittel
Iopromid	Unbedeutend	Röntgenkontrastmittel
Iothalaminsäure	Unbedeutend	Röntgenkontrastmittel
Ioxithalaminsäure	Unbedeutend	Röntgenkontrastmittel
Ifosfamid	Gering	Zytostatikum
Cyclophosphamid	Gering	Zytostatikum
Fenoterol <sup>DDR</sup>	Unbedeutend	Broncholytikum
Salbutamol	Unbedeutend	Broncholytikum
Propranolol <sup>DDR</sup>	Relevant	Betarezeptorenblocker
Metoprolol	Relevant	Betarezeptorenblocker
Bisoprolol	Unbedeutend	Betarezeptorenblocker
Betaxolol	Unbedeutend	Betarezeptorenblocker
Carazolol	Unbedeutend	Betarezeptorenblocker
Timolol <sup>DDR</sup>	Unbedeutend	Betarezeptorenblocker
Nadolol	Unbedeutend	Betarezeptorenblocker
Acetylsalicylsäure <sup>DDR</sup>	Relevant	Schmerzen/Rheuma
Paracetamol <sup>DDR</sup>	Relevant	Schmerzen/Rheuma
Ketoprofen	Unbedeutend	Schmerzen/Rheuma
Phenylbutazon	Unbedeutend	Schmerzen/Rheuma
Naproxen	Gering	Schmerzen/Rheuma
Propyphenazon <sup>DDR</sup>	Unbedeutend	Schmerzen/Rheuma
Phenazon	Unbedeutend	Schmerzen/Rheuma
Diclofenac <sup>DDR</sup>	Relevant	Schmerzen/Rheuma
Ibuprofen	Relevant	Schmerzen/Rheuma
Indometacin <sup>DDR</sup>	Gering	Schmerzen/Rheuma

\* in Kläranlagenabläufen, Fließgewässern, Grund- oder Trinkwasser nachgewiesen

Zusammenfassend können bereits beim jetzigen Kenntnisstand die in Tabelle 17 aufgeführten Wirkstoffe als wichtige Analyten benannt werden.

Für Klärschlämme und Böden gelten vorbehaltlich weiterer Erkenntnisse zum Umweltverhalten die gleichen Wirkstoffparameter, wobei aber zu beachten ist, dass bei der Aufbringung von Klärschlamm auf Böden nachfolgend eine erhebliche Verdünnung eintritt. Deshalb sollte sich die Analytik aktuell eingetragener Stoffe vorrangig dem Klärschlamm selbst widmen. Beim Kompartiment Boden ist vorrangig an frühere Einträge zu denken, die sich angereichert haben können. Das Wirkungsspektrum ist dann eher vergleichbar mit dem von Sedimenten und Grundwasser.

Tab. 17: *Wichtige Arzneimittelwirkstoffe für eine analytische Erfassung im Land Brandenburg*

Arzneimittel-wirkstoff	Relevante Mengen im Land Brandenburg 1999
Primidon *	Unbedeutend
Roxithromycin	Relevant
Pentoxifyllin	Relevant
Ethinylestradiol	Gering
Clorofen	Gering
Biphenylol	Gering
Diatrizoat	Relevant (Lysinamidotrizoat)
Iopamidol	Gering
Ifosfamid	Gering
Cyclophosphamid	Gering
Propranolol	Relevant
Metoprolol	Relevant
Acetylsalicylsäure	Relevant
Paracetamol	Relevant
Propyphenazon *	Unbedeutend
Naproxen*	Gering
Diclofenac	Relevant
Ibuprofen	Relevant

\* relevant für Fließgewässer mit hohem Berliner Abwasseranteil

## 5.4 Mengenrelevante Wirkstoffparameter in Sedimenten und im Grundwasser

Die Wirkstoffparameter in Sedimenten und im Grundwasser unterscheiden sich grundsätzlich von denen in Fließgewässern und Klärschlämmen. Es gilt hier, die Wirkstoffe zu finden, die bereits vor vielen Jahren in die Umwelt gelangt sind. Zu diesem Zweck wurde das ARZNEIMITTELVERZEICHNIS DER DDR 1988 [19] herangezogen und geprüft, welche der heute in großen Mengen verordneten Wirkstoffe bereits damals zugelassen waren. Diese Wirkstoffe sind in den Tabellen 7 bis 14 und 16 durch das Symbol **DDR** gekennzeichnet. Die Clofibrinsäure wird in Fachkreisen als Leitsubstanz für die Humanarzneimittelwirkstoffe favorisiert, nicht zuletzt, weil sie analytisch relativ einfach in Pestizidmessprogramme eingebunden werden kann. Da diese Substanz bereits in der DDR zugelassen war, ist sie für das Grundwasser und für Sedimente im Land Brandenburg ein geeigneter Indikationsparameter.

## 6 Ausblick

Im vorliegenden Bericht kann die Frage, welche Wirkstoffparameter für die Umweltanalytik relevant sind, nicht für alle Wirkstoffe abschließend beantwortet werden. Vielmehr wird es notwendig sein, weitergehenden Informationen zum Metabolismus, zum Umweltverhalten und zu Wirkungen auf Nichtzielorganismen zu recherchieren.

Erste Kontakte mit Phamafirmen haben ergeben, dass die Datenlage zur Humantoxizität erwartungsgemäß sehr gut ist, so dass Aussagen zum Metabolismus möglich sein werden.

Zum Umweltverhalten und zu Wirkungen auf Nichtzielorganismen liegen jedoch kaum Erkenntnisse vor.

## Anhang

**Anhang 1:** Umrechnung der bundesweit meistverkauften Arzneimittel nach GLAESKE 1998B [14] in Wirkstoffmengen und Umrechnung auf den Anteil des Landes Brandenburg

**Anhang 2:** Umrechnung der 100 im Land Brandenburg am häufigsten verordneten Arzneimittel in Wirkstoffmengen, Datenquelle: AOK Brandenburg

**Anhang 3:** Wirkstoffe im verordneten Apothekenmarkt im Land Brandenburg 1999, geordnet nach der Menge

**Anhang 4:** Wirkstoffmengen für das Klinikum Cottbus 1999, geordnet nach der Menge

# Anhang 1: Umrechnung der bundesweit meistverkauften Arzneimittel nach GLAESKE 1998B [14] in Wirkstoffmengen und Umrechnung auf den Anteil des Landes Brandenburg

Arzneimittel	Pak- kun- gen [Mio.]	Indikation	Wirkstoff	Dosis pro Packung [Min/mg]	Dosis pro Packung [Max/mg]	Wirkstoff- menge [Min/kg]	Wirkstoff- menge [Max/kg]	Mittel- wert [kg]	Umrechnung für Brande- nburg [3,2 %]	Zusammenfassung		
										Wirkstoff	Mittelwert pro kg	Anteil für Branden- burg
Thomapyrin mit Coffein	20,3	Schmerzen	Acetylsalicyl- säure	2.500	5.000	50.750	101.500	76.125	2,4			
			Paracetamol	2.000	4.000	2.000	4.000	3.000	96	Acetylsa- licylsäure, gesamt	750.625	24.020
Aspirin	16,6	Schmerzen	Acetylsalicyl- säure	10.000	10.000	166.000	166.000	166.000	5,3	Acetylcys- tein gesamt	324.800	10.393,6
Aspirin + C	16,1	Schmerzen	Acetylsalicyl- säure	4.000	8.000	64.400	128.800	96.600	3.091,2	Paraceta- mol gesamt	197.000	6,3
ASS Ratiopharm	15	Schmerzen	Acetylsalicyl- säure	1.500	50.000	22.500	750.000	386.250	12.360	Diclofenac- Na	38.750	1.240
Olynth	14,8	Schnupfen	Xylometazolin	10	10	148	148	148	4,7	Mg	35.271,5	1128,7
Paracetamol- Ratiopharm	13,7	Schmerzen Fieber	Paracetamol	5.000	15.000	68.500	205.500	137.000	4.384	Ibuprofen	20.800	665,6
Bepanthen	12,9	Wundheil- lung	Dexpanthenol	100	200	1.290	2.580	1.935	61,9	Ambroxol- HCl	8.437,5	270
Voltaren	12,4	Rheuma	Diclofenac-Na	1.250	5.000	15.500	62.000	38.750	1.240	Dexpan- thenol	1.935	61,9
Dallmanns	11,9	Lutsch- pastillen								Xylometa- zolin gesamt	276	8,8
ACC Hexal	11,7	Hustenlö- ser	Acetylcystein	2.000	30.000	23.400	351.000	187.200	5.990,4	Levothyro- xin-Na	9,92	0,32
NAC- ratiopharm	8,6	Hustenlö- ser	Acetylcystein	2.000	30.000	17.200	258.000	137.600	4.403,2			
Otriven	7,7	Schnupfen	Xylometazolin	10	10	77	77	77	2,5			
Mucosolvan	7,5	Hustenlö- ser	Ambroxol-HCl	750	1.500	5.625	11.250	8.437,5	270			
ben-u-ron	7	Schmerzen	Paracetamol	5.000	10.000	35.000	70.000	52.500	1.680			
Nasenspray- ratiopharm	6,8	Schnupfen	Xylometazolin- HCl	5	10	34	68	51	1,6			
Sinupret	6,4	Erkältung	Pflanzlich									
L-Thyroxin- Henning	6,2	Schilddrü- senhormon	Levothyroxin- Na	1,2	2	7,44	12,4	9,92	0,3			
Spalt A+P	5,7	Schmerzen	Acetylsalicyl- säure Paracetamol	3.000	6.000	17.100	34.200	25.650	820,8			
Magnesium Verla	5,3	Magnesi- ummangel	Mg	1.210	12.100	6.413	64.130	35.271,5	1128,7			
Dolormin	5,2	Schmerzen	Ibuprofen	2.000	6.000	10.400	31.200	20.800	665,6			

## Anhang 2: Umrechnung der 100 im Land Brandenburg am häufigsten verordneten Arzneimittel in Wirkstoffmengen, Datenquelle: AOK Brandenburg

Lfd.Nr.	Wirkstoff- name	Anzahl Ver- ordnungen 1. Quartal	Anzahl Ver- ordnungen 2. Quartal	Summe Verord- nungen im Halbjahr	Extrapo- lation auf Verord- nungen pro Jahr	Extrapo- lation von 55 % auf 100%, [Faktor 1,8]	Minimale Dosis pro Verschrei- bung [in mg]	Maximale Dosis pro Verschrei- bung [in mg]	Verord- nete Menge pro Jahr [in kg] von...	Verord- nete Menge pro Jahr [in kg] ...bis	Mittelwert: Verordnete Menge pro Jahr [in kg]
2	Pentarythri- tyltetranitrat	45.979	45.033	91.012	182.024	327.643,2	3.000	8.000	982,9	2.621,1	1.802,0
3	Digitoxin	42.858	41.486	84.344	168.688	303.638,4	3,5	7	1,1	2,1	1,6
4	Isosorbiddi- nitrat	36.072	33.707	69.779	139.558	251.204,4	300	4.000	75,4	1.004,8	540,1
5	Acetylsalicyl- säure	33.704	21.268	54.972	109.944	197.899,2	5.000	15.000	989,5	2.968,5	1.979,0
63	Acetylsalicyl- säure	7.030	8.779	15.809	31.618	56.912,4	5.000	15.000	284,6	853,7	569,1
76	Acetylsalicyl- säure	6.385	5.725	12.110	24.220	43.596	5.000	10.000	218	436	327,0
81	Acetylsalicyl- säure	6.134	13.718	19.852	39.704	71.467,2	5.000	10.000	357,3	714,7	536,0
73*	Acetylsalicyl- säure		5.492	5.492	10.984	19.771,2	1.500	5.000	29,7	98,9	64,3
	Acetylsalicyl- säure								1.879	5.071,7	3.475,3
6	Metamizol- Natrium	30.280	85.217	115.497	230.994	415.789,2	3.000	15.000	1.247,4	6.236,8	3.742,1
23	Metamizol- Natrium	12.183	4.598	16.781	33.562	60.411,6	5.000	15.000	302,1	906,2	604,1
	Metamizol- Natrium								1.549,4	7.143	4.346,2
7	Glibenclamid	30.059	28.180	58.239	116.478	209.660,4	120	600	25,2	125,8	75,5
100*	Glibenclamid		4.330	4.330	8.660	15.588	210	420	3,3	6,5	4,9
	Glibenclamid								28,4	132,3	80,4
8	Nifedipin	24.464	21.924	46.388	92.776	166.996,8	500	2.000	83,5	334	208,7
9	Metoprolol- tartrat	23.882	23.288	47.170	94.340	169.812	10.000	20.000	1698,1	3.396	2.547,2
10	Acetylcystein	20.871	9.014	29.885	59.770	107.586	2.000	30.000	215,2	3.227,6	1.721,4
16	Acetylcystein	16.280	5.520	21.800	43.600	78.480	2.000	30.000	157	2.354,4	1.255,7
95	Acetylcystein	5.471		5.471	10.942	19.695,6	4.000	30.000	78,8	590,9	334,8
	Acetylcystein								450,9	6.172,8	3.311,9
11	Diclofenac, Diethylamin- salz	19.754	12.057	31.811	63.622	114.519,6	580	11.600	66,4	1.328,4	697,4
12	Diclofenac- Natrium	19.715	19.016	38.731	77.462	139.431,6	1.250	10.000	174,3	1.394,3	784,3
24	Diclofenac- Natrium	12.021	12.443	24.464	48.928	88.070,4	1.250	5.000	110,1	440,4	275,2
49	Diclofenac- Natrium	7.815	8.702	16.517	33.034	59.461,2	1.250	15.000	74,3	891,9	483,1
57	Diclofenac- Natrium	7.267	8.183	15.450	30.900	55.620	500	10.000	27,8	556,2	292,0
	Diclofenac- Natrium								386,5	3.282,8	1.834,7
13	Xylometazo- lin	17.806	6.819	24.625	49.250	88.650	5	10	0,4	0,9	0,7
14	Paracetamol	17.027	7.241	24.268	48.536	87.364,8	1.250	15.000	109,2	1.310,5	709,8
36	Paracetamol	9.898	4.946	14.844	29.688	53.438,4	1.250	10.000	66,8	534,4	300,6
53	Paracetamol	7.567	5.811	13.378	26.756	48.160,8	5.000	10.000	240,8	481,6	361,2
56	Paracetamol	7.347		7.347	14.694	26.449,2	1.250	15.000	33,1	396,7	214,9
	Paracetamol								449,9	2.723,2	1.586,5
15	Verapamil- HCl	16.599	15.453	32.052	64.104	115.387,2	2.000	24.000	230,8	2.769,3	1.500,0
77	Verapamil- HCl	6.294	5.701	11.995	23.990	43.182	2.000	12.000	86,4	518,2	302,3
96*	Verapamil- HCl		4.406	4.406	8.812	15.861,6	2.000	24.000	31,7	380,7	206,2
	Verapamil- HCl								348,9	3.668,2	2.008,5
17	Acarbose	14.716	13.460	28.176	56.352	101.433,6	6.000	12.000	608,6	1.217,2	912,9
18	Ambroxol- HCl	13.953	5.744	19.697	39.394	70.909,2	750	1.500	53,2	106,4	79,8
68	Ambroxol- HCl	6.762		6.762	13.524	24.343,2	150	3.000	3,6	73	38,3
	Ambroxol- HCl								56,8	179,4	118,1

## Fortsetzung Anhang 2

Lfd.Nr.	Wirkstoff- name	Anzahl Ver- ordnungen 1. Quartal	Anzahl Ver- ordnungen 2. Quartal	Summe Verord- nungen im Halbjahr	Extrapol- ation auf Verord- nungen pro Jahr	Extrapol- ation von 55 % auf 100%, [Faktor 1,8]	Minimale Dosis pro Verschrei- bung [in mg]	Maximale Dosis pro Verschrei- bung [in mg]	Verord- nete Menge pro Jahr [in kg] von...	Verord- nete Menge pro Jahr [in kg] ...bis	Mittelwert: Verordnete Menge pro Jahr [in kg]
(*:2.Quartal)											
19	Propranolol- HCl	13.746	12.803	26.549	53.098	95.576,4	1.250	10.000	119,5	955,7	537,6
20	Allopurinol	13.447	13.035	26.482	52.964	95.335,2	5.000	30.000	476,7	2.860	1.668,4
21	Levothyro- xin-Narium	13.214	13.235	26.449	52.898	95.216,4	1,25	20	0,2	1,9	1,0
90	Levothyro- xin-Narium	5.648	5.644	11.292	22.584	40.651,2	2,5	15	0,1	0,6	0,4
	Levothyro- xin-Narium								0,2	2,5	1,4
22	Amlodipin	12.855	12.489	25.344	50.688	91.238,4	250	1.000	22,8	91,2	57,0
26	Furosemid	11.667	11.599	23.266	46.532	83.757,6	2.000	50.000	167,5	4.187,9	2.177,7
27	Omeprazol- Magnesium	11.662	7.030	18.692	37.384	67.291,2	150	1.200	10,1	80,8	45,4
28	Nitrazepam	11.573		11.573	23.146	41.662,8	50	100	2,1	4,2	3,1
29	Glimepirid	11.263	11.158	22.421	44.842	80.715,6	60	360	4,8	29,1	17,0
30	Rxithromycin	11.217	4.657	15.874	31.748	57.146,4	1.500	30.000	85,7	1714,4	900,1
31	Bromhexin- HCl	11.025		11.025	22.050	39.690	160	400	6,4	15,9	11,1
93	Bromhexin- HCl	5.523		5.523	11.046	19.882,8	160	800	3,2	15,9	9,5
	Bromhexin- HCl								9,5	31,8	20,7
32	Captopril	10.243	10.344	20.587	41.174	74.113,2	312	10.000	23,1	741,1	382,1
79*	Captopril		5.270	5.270	10.540	18.972	625	10.000	11,9	189,7	100,8
	Captopril								34,9	930,8	482,9
33	Naftidrofuryl- hydrogenox- alat	10.116	8.660	18.776	37.552	67.593,6	6.000	20.000	405,6	1351,9	878,7
34	Atorvastatin	9.923	9.215	19.138	38.276	68.896,8	500	2.000	34,5	137,79	86,1
35	Codein- phosphat	9.917		9.917	19.834	35.701,2	300	600	10,7	21,4	16,1
53	Codein- phosphat	7.567	5.811	13.378	26.756	48.160,8	300	600	14,4	28,9	21,7
	Codein- phosphat								25,2	50,3	37,7
37	Diazepam	9.705	8.157	17.862	35.724	64.303,2	50	100	3,2	6,4	4,8
38	Tramadol- HCl	9.576	8.964	18.540	37.080	66.744	500	6.000	33,4	400,5	216,9
39	Talinolol	9.030	8.674	17.704	35.408	63.734,4	2.500	10.000	159,4	637,3	398,3
40	Azithromycin	8.934		8.934	17.868	32.162,4	600	1.500	19,3	48,2	33,8
41	Torasemid	8.824	9.061	17.885	35.770	64.386	6.000	20.000	386,3	1.287,7	837,0
42	Ramipril	8.630	8.910	17.540	35.080	63.144	62	500	3,9	31,6	17,7
87	Ramipril	5.848	6.046	11.894	23.788	42.818,4	125	500	5,4	21,4	13,4
	Ramipril								9,3	53	31,1
43	Metoclopra- mid-HCl	8.573	6.746	15.319	30.638	55.148,4	200	1.270	11	70	40,5
61	Metoclopra- mid-HCl	7.196		7.196	14.392	25.905,6	100	1.000	2,6	25,9	14,2
	Metoclopra- mid-HCl								13,6	95,9	54,8
44	Metformin- HCl	8.501	8.113	16.614	33.228	59.810,4	15.000	102.000	897,2	6.100,7	3.498,9
58	Metformin- HCl	7.258	6.676	13.934	27.868	50.162,4	60.000	102.000	3.009,7	5.116,6	4.063,2
	Metformin- HCl								3.906,9	11.217,2	7.562,1
45	Zolpidemtar- trat	8.332	6.162	14.494	28.988	52.178,4	100	200	5,2	10,4	7,8
88	Zolpidemtar- trat	5.730		5.730	11.460	20.628	100	200	2,1	4,1	3,1
	Zolpidemtar- trat								7,3	14,6	10,9
46	Triamteren	8.308	8.029	16.337	32.674	58.813,2	1.250	5.000	73,5	294,1	183,8
	Hydrochloro- thiazid	8.308	8.029	16.337	32.674	58.813,2	625	2.500	36,8	147	91,9
87	Hydrochloro- thiazid	5.848	6.046	11.894	23.788	42.818,4	625	2.500	26,8	107	66,9
98*	Hydrochloro- thiazid		4.365	4.365	8.730	15.714	500	1.000	7,9	15,7	11,8
	Hydrochloro- thiazid								71,4	270	170,6
47	Glyceroltrini- trat	8.087	7.895	15.982	31.964	57.535,2	24	80	1,4	4,6	3,0

## Fortsetzung Anhang 2

Lfd.Nr.	Wirkstoff- name	Anzahl Ver- ordnungen 1. Quartal	Anzahl Ver- ordnungen 2. Quartal	Summe Verord- nungen im Halbjahr	Extrapol- ation auf Verord- nungen pro Jahr	Extrapo- lation von 55 % auf 100%, [Faktor 1,8]	Minimale Dosis pro Verschrei- bung [in mg]	Maximale Dosis pro Verschrei- bung [in mg]	Verord- nete Menge pro Jahr [in kg] von...	Verord- nete Menge pro Jahr [in kg] ...bis	Mittelwert: Verordnete Menge pro Jahr [in kg]
(*:2.Quartal)											
80	Glyceroltrini- trat	6.154	5.746	11.900	23.800	42.840	6	80	0,3	3,4	1,8
96	Glyceroltrini- trat Glyceroltrini- trat	5.437	4.546	9.983	19.966	35.938,8	5	12,5	0,2	0,5	0,3
									1,8	8,5	5,1
48	Clarithromy- cin	7.827		7.827	15.654	28.177,2	2.500	5.000	70,4	140,9	105,7
50	Pantoprazol- Natrium	7.772	5.847	13.619	27.238	49.028,4	600	2.000	29,4	98,1	63,7
51	Promethazin- HCl	7.760	7.051	14.811	29.622	53.319,6	500	1.250	26,7	66,6	46,7
52	Melperon- HCl	7.590	6.342	13.932	27.864	50.155,2	500	5.000	25,1	250,8	137,9
54	Ciprofloxac- in-HCl	7.476	5.253	12.729	25.458	45.824,4	2.500	15.000	114,6	687,4	401,0
55	Dihydrocode- inhydrogen- tartrat	7.457		7.457	14.914	26.845,2	200	1.000	5,4	26,8	16,1
59	Phenpro- coumon	7.250	7.349	14.599	29.198	52.556,4	150	300	7,9	15,8	11,8
60	Pentoxifyllin	7.232	6.397	13.629	27.258	49.064,4	20.000	60.000	981,3	2.943,9	1.962,6
62	Enalaprilhy- drogenma- leat	7.114	6.884	13.998	27.996	50.392,8	250	2.000	12,6	100,8	56,7
84*	Enalapril- maleat		5.031	5.031	10.062	18.111,6	250	500	4,5	9,1	6,8
64	Tilidin-HCl	7.007	6.956	13.963	27.926	50.266,8	500	2.500	25,1	125,7	75,4
	Naxolon-HCl	7.007	6.956	13.963	27.926	50.266,8	40	200	2	10,1	6,0
65	Ambroxol	7.001		7.001	14.002	25.203,6	300	3.750	7,6	94,5	51,0
66	Kaliumadipat Magnesium- adipat	6.930 6.930	6.116 6.116	13.046 13.046	26.092 26.092	46.965,6 46.965,6	5.550 6.300	11.100 12.600	260,7 295,9	521,3 591,8	391,0 443,8
67	Xylometazo- lin-HCl	6.770		6.770	13.540	24.372	2,5	20	0,1	0,5	0,3
68	Clenbuterol- HCl	6.762		6.762	13.524	24.343,2	0,1	2	0,002	0,05	0,0
69	Indometacin	6.741	6.858	13.599	27.198	48.956,4	1.000	5.000	49	244,7	146,9
92	Indometacin	5.548	5.349	10.897	21.794	39.229,2	500	5.000	19,6	196,2	107,9
	Indometacin								68,6	440,9	254,7
70	Medazepam	6.739	5.487	12.226	24.452	44.013,6	500	500	22	22	22,0
71	Ipratropium- bromid	6.658	6.468	13.126	26.252	47.253,6	2	25	0,09	1,2	0,6
	Fenoterol- HBr	6.658	6.468	13.126	26.252	47.253,6	5	50	0,24	2,4	1,3
72	Molsidomin	6.655	5.858	12.513	25.026	45.046,8	100	800	4,5	36	20,3
73	Lisinopril	6.617	6.336	12.953	25.906	46.630,8	125	2.000	5,8	93,3	49,5
74	Simvastatin	6.610	5.932	12.542	25.084	45.151,2	250	4.000	11,3	180,6	95,9
75	Theophyllin	6.576	5.981	12.557	25.114	45.205,2	30.000	40.000	1356,2	1.808,2	1.582,2
82	Theophyllin	6.108	5.830	11.938	23.876	42.976,8	6.250	50.000	268,6	2.148,8	1.208,7
	Theophyllin								1624,8	3.957	2.790,9
79	Thiamazol	6.182		6.182	12.364	22.255,2	100	500	2,2	11,1	6,7
83	Piretanid	6.011	6.234	12.245	24.490	44.082	150	600	6,6	26,4	16,5
85	Prednicarbat	5.917	5.442	11.359	22.718	40.892,4	25	125	1	5,1	3,1
86	Isosorbid- mononitrat	5.884	5.358	11.242	22.484	40.471,2	1.000	6.000	40,5	242,8	141,6
88*	Isosorbid- mononitrat		4.841	4.841	9.682	17.427,6	1.200	5.000	20,9	87,1	54,0
	Isosorbid- mononitrat								61,4	330	195,7
89	Prednisolon	5.689	5.203	10.892	21.784	39.211,2	20	2.500	0,78	98	49,4
91	Opipramol- 2HCl	5.605	5.143	10.748	21.496	38.692,8	1.000	5.000	38,7	193,5	116,1
97	Trimethoprim	5.408		5.408	10.816	19.468,8	800	1.600	15,6	31,2	23,4
	Sulfameth- oxazol	5.408		5.408	10.816	19.468,8	4.000	8.000	77,9	155,8	116,8
98	Zopiclon	5.366		5.366	10.732	19.317,6	75	150	1,4	2,9	2,2
99	Felodipin	5.351	4.936	10.287	20.574	37.033,2	125	1.000	4,6	37	20,8
100	Budesonid	5.308	4.466	9.774	19.548	35.186,4	10	40	0,4	1,4	0,9
39*	Loratadin		7.484	7.484	14.968	26.942,4	70	1.000	1,9	26,9	14,4

## Fortsetzung Anhang 2

Lfd.Nr.	Wirkstoffname	Anzahl Verordnungen 1. Quartal	Anzahl Verordnungen 2. Quartal	Summe Verordnungen im Halbjahr	Extrapolation auf Verordnungen pro Jahr	Extrapolation von 55 % auf 100%, [Faktor 1,8] [in mg]	Minimale Dosis pro Verschreibung [in mg]	Maximale Dosis pro Verschreibung [in mg]	Verordnete Menge pro Jahr [in kg] von...	Verordnete Menge pro Jahr [in kg] ...bis	Mittelwert: Verordnete Menge pro Jahr [in kg]
(*:2.Quartal)											
45*	Cetirizin-2HCl		6.891	6.891	13.782	24.807,6	200	1.500	5	37,2	21,1
58*	Xipamid		6.083	6.083	12.166	21.898,8	500	4.000	11	87,6	49,3
92*	Cinnarizin		4.589	4.589	9.178	16.520,4	400	2.000	6,6	33	19,8
	Dimenhydrinat		4.589	4.589	9.178	16.520,4	800	4.000	13,2	66	39,6
97*	Nebivolol		4.381	4.381	8.762	15.771,6	150	500	2,4	7,9	5,1
98*	Dihydralazin-sulfat		4.365	4.365	8.730	15.714	500	1.000	7,9	15,7	11,8
98*	Reserpin		4.365	4.365	8.730	15.714	5	10	0,08	0,2	0,1
99*	Tramadol-HCl		4.337	4.337	8.674	15.613,2	500	6.000	7,8	93,7	50,7

## Anhang 3: Wirkstoffe im verordneten Apothekenmarkt im Land Brandenburg 1999, geordnet nach der Menge

Wirkstoffname	Verordnete Menge pro Jahr [Mittelwert in kg]	Wirkstoffname	Verordnete Menge pro Jahr [Mittelwert in kg]
Metformin-HCl	7.562,1	Metoclopramid-HCl	54,8
Metamizol-Natrium	4.346,2	Ambroxol	51,0
Acetylsalicylsäure	3.475,4	Tramadol-HCl	50,8
Acetylcystein	3.311,9	Lisinopril	49,5
Theophyllin	2.790,9	Prednisolon	49,4
Metoprololtartrat	2.547,2	Xipamid	49,2
Furosemid	2.177,7	Promethazin-HCl	46,7
Verapamil-HCl	2.008,5	Omeprazol-Magnesium	45,4
Pentoxifyllin	1.962,6	Dimenhydrinat	39,7
Diclofenac-Natrium	1.834,6	Codeinphosphat	37,7
Pentaerythryltetranitrat	1.802,0	Azithromycin	33,8
Allopurinol	1.668,4	Ramipril	31,1
Paracetamol	1.586,5	Trimethoprim	23,3
Acarbose	912,9	Medazepam	22,0
Roxithromycin	900,1	Cetirizin-2HCl	21,1
Naftidofurylhydrogenoxalat	878,7	Felodipin	20,8
Torasemid	837,0	Bromhexin-HCl	20,7
Diclofenac, Diethylaminsalz	697,4	Molsidomin	20,3
Isosorbiddinitrat	540,1	Cinnarizin	19,8
Propranolol-HCl	537,6	Glimepirid	16,9
Captopril	482,9	Piretanid	16,6
Magnesiumadipat	443,8	Dihydrocodeinhydrogentartrat	16,1
Ciprofloxacin-HCl	401,0	Loratadin	14,4
Talinolol	398,2	Phenprocoumon	11,8
Kaliumadipat	391,0	Dihydralazin- sulfat	11,8
Indometacin	254,7	Zolpidemtartrat	10,9
Tramadol-HCl	216,9	Enalaprilmaleat	6,8
Nifedipin	208,7	Thiamazol	6,7
Isosorbidmononitrat	195,7	Naxolon-HCl	6,0
Triamteren	183,8	Glyceroltrinitrat	5,2
Hydrochlorothiazid	170,6	Nebivolol	5,1
Melperon-HCl	138,0	Diazepam	4,8
Ambroxol-HCl	118,1	Nitrazepam	3,1
Sulfameth- oxazol	116,8	Prednicarbat	3,1
Opipramol-2HCl	116,1	Zopiclon	2,2
Clarithromycin	105,7	Digitoxin	1,6
Simvastatin	96,0	Levothyroxin-Narium	1,4
Atorvastatin	86,1	Fenoterol-HBr	1,3
Glibenclamid	80,4	Budesonid	0,9
Tilidin-HCl	75,4	Xylometazolin	0,6
Pantoprazol-Natrium	63,7	Ipratropium- bromid	0,6
Amlodipin	57,0	Xylometazolin-HCl	0,3
Enalaprilhydrogenmaleat	56,7	Reserpin	0,1

## Anhang 4: Wirkstoffmengen für das Klinikum Cottbus 1999, geordnet nach der Menge

Wirkstoff	Wirkstoffmenge [in kg]	Indikationsnummer (ROTE LISTE [15])	Wirkstoff	Wirkstoffmenge [in kg]	Indikationsnummer (ROTE LISTE [15])
Phenoxypropanol	789,25	33	4-Hydroxybuttersäure	2,42	65
Glucoprotamin	502,32	33	Benzylpenicillin	2,40	10
Iodixanol	494,00	35	Acetazolamid	2,38	67
Cocospropylendiaminguanacetat	315,70	33	Enoxaparin	2,32	20
Povidon-Iod	157,12	33	Pyrazinamid	2,30	80
Glutaral	95,13	33	Fluorouracil	2,23	86
Lysinamidotrizoat	94,66	35	Lidocain-HCl	2,22	59
Laurylpropylendiamin	90,48	33	Vancomycin	2,07	10
Benzalkoniumchlorid	70,05	33	Calciumdobesilat	1,90	67
Bariumsulfat	69,57	35	Metronidazol	1,79	46
Ampicillin	48,81	10	Povidon-Iod	1,71	63
Glyoxal	48,24	33	Trimethoprim	1,68	10
Paracetamol	44,92	5	Glucosaminsulfat	1,54	5
Formaldehyd	44,62	33	Ceftazidim	1,52	10
Dimeticon	34,96	32	Roxithromycin	1,48	10
Mezlocillin	32,56	10	Codeinphosphat	1,47	5
Metamizol	30,37	5	Naproxen	1,47	5
Ibuprofen	30,01	5	Methylprednisolon	1,34	31
Dodecylbispropylentriamin	29,58	33	Dopamin HCl	1,20	19
Acetylsalicylsäure	24,94	5	Urapidil	1,20	17
Acetylcystein	16,79	24	Prednisolon	1,18	31
Phenoxyethanol	16,57	33	Ethambutol	1,09	80
Piperacillin	14,37	10	Metronidazol	1,08	10
Sultamicillin	13,77	10	Iopamidol	1,08	35
Sulbactam	12,69	10	Aminomethylbenzoesäure	1,07	16
Pentoxifyllin	10,86	37	Amoxicillin	1,06	10
Cefotaxim	9,49	10	Phenytoin	1,03	15
Clindamycin	8,58	10	Propofol	1,01	65
Cefuroxim	8,41	10	Aciclovir	1,01	10
Ceftriaxon	8,40	10	Tetrazepam	0,98	64
Chlorcresol	8,40	33	Diltiazem	0,96	27
Mecetroniumetilsulfat	7,45	33	Spiramycin	0,95	10
Ciprofloxacin	6,22	10	Levodopa	0,92	70
Metformin HCl	5,82	12	Ticlopidin HCl	0,90	79
Piracetam	5,60	11	Clodronsäure	0,89	68
Clomethiazol	5,56	71	Ursodeoxycholsäure	0,88	29
Sulfamethoxazol	5,40	10	Isoniazid	0,87	80
Mesalazin	5,34	60	Cyclophosphamid	0,84	86
Chlorofen	5,25	33	Octenidinhydrochlorid	0,83	33
Ranitidin	5,17	60	Fluconazol	0,82	21
Liponsäure	4,84	66	Ifosfamid	0,80	86
Tramadol	4,76	5	Sulfamerazin	0,78	10
Levofloxacin	4,31	10	Gentamicin	0,77	10
Valproinsäure	4,21	15	Dikaliumclorazepat	0,72	71
Gadodiamid	4,05	35	Amiodaron	0,70	9
Tilidin-HCl	3,98	5	Paromomycin	0,69	10
Fosfomycin	3,95	10	Methohexital	0,68	65
Dexpanthenol	3,93	84	Dobutamin	0,68	19
Meropenem	3,85	10	Clozapin	0,67	71
Cefazolin	3,84	10	Erythromycin	0,67	10
Diclofenac	3,57	5	Metoclopramid	0,64	60
2-Biphenylol	3,47	33	Acarbose	0,64	12
Sulfasalazin	3,42	5	Melperon	0,63	71
Furosemid	3,17	36	Peressigsäure	0,62	33
Indometacin	2,76	5	Famotidin	0,62	60
Allopurinol	2,74	44	Phenobarbital	0,62	15
Prilocain-HCl	2,68	59	Gemcitabin	0,55	86
Verapamil	2,51	17	Cefixim	0,55	10
Diclofenac-Diehtylaminsalz	2,50	5	Cytarabin	0,54	86
Rifampicin	2,42	80	Propafenon	0,53	9

## Fortsetzung Anhang 4

Wirkstoff	Wirkstoffmenge [in kg]	Indikationsnummer (ROTE LISTE [15])	Wirkstoff	Wirkstoffmenge [in kg]	Indikationsnummer (ROTE LISTE [15])
Rocuroniumbromid	0,52	64	Sulpirid	0,18	71
Clopidogrel	0,51	79	Xipamid	0,17	36
Tobramycin	0,49	10	Taurolidin	0,17	10
Carboplatin	0,49	86	Omeprazol	0,15	60
Iotroxinsäure	0,46	35	Benserazid	0,15	70
Chlorhexidingluconat	0,45	63	Flupirtin	0,15	5
Moclobemid	0,43	71	Opipramol	0,14	71
Levomepromazin	0,41	71	Glibenclamid	0,14	12
Medroxyprogesteron	0,40	76	Mirtazapin	0,14	71
Bromhexin	0,40	24	Dexamethason	0,14	31
Chlortetracyclin	0,38	10	Treosulfan	0,14	86
Nitrendipin	0,37	17	Diclofenac-Na	0,14	5
Flutamid	0,36	76	Pyridostigmin	0,14	30
Diclofenac-Natrium	0,35	5	Atenolol	0,14	27
Iopentol	0,34	35	Estramustinphosphat	0,14	86
Promethazin	0,33	71	Carvedilol	0,14	27
Naloxon-HCl	0,32	5	Trimipramin	0,13	71
Neomycin	0,32	10	Flucloxacillin	0,13	10
Clarithromycin	0,31	10	Doxepin	0,13	71
Enalapril	0,29	27	Propranolol-HCl	0,12	17
Fenofibrat	0,29	58	Pirenzepin 2HCl	0,12	60
Doxycyclin	0,29	10	Trospiumchlorid	0,12	77
Perazin	0,28	71	Dimenhydrinat	0,11	14
Streptomycin	0,28	10	Thiamazol	0,11	74
Methotrexat	0,27	86	Paclitaxel	0,11	86
Xantinolnicotinat	0,26	11	Codeinphosphat	0,11	24
Etoposid	0,26	86	Nimodipin	0,11	27
Ropivacain	0,26	59	Hydroxyprogesteroncaproat	0,10	76
Neomycin	0,32	10	Chlorphenethazin	0,10	14
Clarithromycin	0,31	10	Carvedilol	0,14	27
Enalapril	0,29	27	Trimipramin	0,13	71
Fenofibrat	0,29	58	Flucloxacillin	0,13	10
Doxycyclin	0,29	10	Doxepin	0,13	71
Perazin	0,28	71	Propranolol-HCl	0,12	17
Streptomycin	0,28	10	Pirenzepin 2HCl	0,12	60
Methotrexat	0,27	86	Trospiumchlorid	0,12	77
Xantinolnicotinat	0,26	11	Dimenhydrinat	0,11	14
Etoposid	0,26	86	Thiamazol	0,11	74
Ropivacain	0,26	59	Paclitaxel	0,11	86
Cotrimoxazol	0,25	10	Codeinphosphat	0,11	24
Dihydrocodein	0,24	5	Nimodipin	0,11	27
Lamotrigin	0,24	15	Hydroxyprogesteroncaproat	0,10	76
Spirolacton	0,24	36	Chlorphenethazin	0,10	14
Tolbutamid	0,24	12	Piroxicam	0,10	5
Ketamin HCl	0,24	65	Nitrofurantoin	0,09	82
Butylscopolaminiumbromid	0,23	77	Hydroxycarbamid	0,09	86
Suxamethoniumchlorid	0,22	64	Triamteren	0,09	36
Midazolam	0,22	49	Amphotericin B	0,08	21
Primidon	0,22	15	Bupivacain	0,08	59
Alizaprid	0,21	14	Dihydralazin	0,08	17
Pipamperon	0,20	71	Dihydralazinsulfat	0,08	17
Talinolol	0,20	27	Carbidopa	0,08	70
Nifedipin	0,19	17	Cefotiam	0,08	10
Venlafaxin	0,19	71	Cetirizin	0,08	07
Diazepam	0,19	71	Tamoxifen	0,08	76
Etomidat	0,19	65	Dolasetron	0,07	14
Amitriptylin	0,18	71	Sulfameracin	0,07	10
Brivudin	0,18	10	Colistinsulfat	0,07	10
Amantadin	0,18	70	Glyceroltrinitrat	0,07	55
Cefaclor	0,18	10	Indinavir	0,07	10

## Fortsetzung Anhang 4

Wirkstoff	Wirkstoffmenge [in kg]	Indikationsnummer (ROTE LISTE [15])	Wirkstoff	Wirkstoffmenge [in kg]	Indikationsnummer (ROTE LISTE [15])
Nifedipin	0,07	27	Mercaptopurin	0,03	86
Buphenin	0,07	37	Triamcinolonacetonid	0,03	31
Phenoxyethylpenicillin	0,07	10	Brotizolam	0,02	49
Pantoprazol	0,07	60	Lorazepam	0,02	71
Baclofen	0,07	64	Glimepirid	0,02	12
Ondansetron	0,07	14	Vecuroniumbromid	0,02	64
Zopiclon	0,07	49	Cisplatin	0,02	86
Chloroquin	0,06	10	Triamcinolonhexacetonid	0,02	31
Chlorprothixen	0,06	71	Doxorubicin	0,02	86
Dimetinden	0,06	7	Memantin	0,02	71
Ambroxol HCl	0,06	24	Cefpodoxim	0,02	10
Denaverin	0,06	77	Lamivudin	0,02	10
Ramipril	0,06	27	Miglitol	0,02	12
Bisacodyl	0,06	56	Teniposid	0,02	86
Etilefrin	0,06	19	Benperidol	0,01	71
Merbromin	0,05	33	Zolpidem	0,01	49
Procarbazin	0,05	86	Risperidon	0,01	71
Haloperidol	0,05	71	Pancuroniumbromid	0,01	64
Paroxetin	0,05	71	Norepinephrin	0,01	19
Meloxicam	0,05	5	Fosfestrol	0,01	76
Hydroxyzin	0,05	07	Carmustin	0,01	86
Megestrol	0,04	76	Ipratropiumbromid	0,01	9
Hydrochlorothiazid	0,04	36	Salbutamol	0,01	28
Phenprocoumon	0,04	20	Epirubicin	0,01	86
Olanzapin	0,04	71	Bisacodyl	0,01	35
Cisaprid	0,04	60	Tioguanin	0,01	86
Zotepin	0,04	71	Trandolapril	0,01	17
Hydrocortison	0,04	31	Repaglinid	0,01	12
Propiverin	0,04	82	Isotretinoin	0,01	32
Procarbazin	0,05	86	Didecyldimethylammoniumchlorid	0,01	33
Haloperidol	0,05	71	Betahistin	0,01	14
Paroxetin	0,05	71	Diphenoxylat	0,01	60
Meloxicam	0,05	5	Framycetinsulfat	0,01	32
Hydroxyzin	0,05	07	Tizanidin	0,01	64
Megestrol	0,04	76	Selegilin	0,01	70
Hydrochlorothiazid	0,04	36	Colistin	0,01	10
Phenprocoumon	0,04	20	Epinephrin	0,01	19
Olanzapin	0,04	71	2,4-Dichlorbenzylalkohol	0,01	63
Cisaprid	0,04	60	Mefloquin	0,01	10
Zotepin	0,04	71	Molsidomin	0,01	55
Hydrocortison	0,04	31	Nisoldipin	0,01	27
Propiverin	0,04	82	Digitoxin	0,01	53
Trovaflloxazin	0,04	10	Budesonid	0,01	60
Dantrolen	0,03	64	Pyrimethamin	0,01	10
Teicoplanin	0,03	10	Melphalan	0,01	86
Temozolomid	0,03	86	Bleomycin	0,005	86
Droperidol	0,03	65	Biperiden	0,004	70
Cromoglicinsäure, Dinatriumsalz	0,03	28	Deflazacort	0,004	31
Loperamid HCl	0,03	60	Ofloxacin	0,004	10
Medazepam	0,03	71	Thiotepa	0,004	86
Citalopram	0,03	71	Dihydroergotamin	0,004	61
Dacarbazin	0,03	86	Irinotecan	0,004	86
Aminoglutethimid	0,03	76	Uridin	0,004	66
Natriumamidotrizoat	0,03	35	Mangafodipir	0,004	35
Xylometazolin	0,03	72	Bendamustin	0,003	86
Imipramin	0,03	71	Tretinoin	0,003	86

## Fortsetzung Anhang 4

Wirkstoff	Wirkstoffmenge [in kg]	Indikationsnummer (ROTE LISTE [15])	Wirkstoff	Wirkstoffmenge [in kg]	Indikationsnummer (ROTE LISTE [15])
Nimustin	0,003	86	Terbutalin	0,001	28
Docetaxel	0,003	86	Letrozol	0,001	76
Trofosamid	0,002	86	Topotecan	0,001	86
Dapson	0,002	10	Chlorambucil	0,001	86
Naphazolin	0,002	72	Idarubicin	0,0005	86
Clonidin	0,002	39	Amsacrin	0,0005	86
Fludarabin	0,002	86	Glycopyrroniumbromid	0,0005	77
Testosteron	0,002	76	Digoxin	0,0004	53
Methylethylergometrin	0,002	46	Vinblastin	0,0003	86
Asparaginase	0,002	86	Levothyroxin	0,0003	74
Mitoxantron	0,002	86	Busulfan	0,0003	86
Clonidin	0,002	17	Vindesin	0,0001	86
Tamsulosin	0,002	82	Melphalan	0,0001	86
Fenoterol	0,001	46	Levonorgestrel	0,0001	76
Clonazepam	0,001	15	Gentamycin	0,0001	10
Mitomycin	0,001	86	Cladribin	0,0001	86
Daunorubicin	0,001	86	Ethinylestradiol	0,00004	76
Estradiolvalerat	0,001	76	Liothyronin	0,00004	74
Budesonid	0,001	28	Melphalan	0,00003	86
Vincristin	0,001	86	Pentostatin	0,00003	86
Epinephrin	0,001	19	Dactinomycin	0,00002	86
Rituximab	0,001	86	Goserelin	0,00001	86

## Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen

Tabelle 1	Meistverkaufte Arzneimittelgruppen im Apothekenmarkt 1997 in der BRD	8
Tabelle 2	Meistverkaufte Arzneimittel in der Bundesrepublik 1997 (Freier Apothekenmarkt und verordnete Mittel)	9
Tabelle 3	Umrechnung der meistverkauften Präparate aus Tabelle 2 in Wirkstoffmengen und Pro-Kopf-Umrechnung für das Land Brandenburg für das Jahr 1997	9
Tabelle 4	Mengenmäßig wichtige verordnete Wirkstoffe im Land Brandenburg 1999, abgeschätzt aus Daten der Allgemeinen Ortskrankenkasse Brandenburg	9
Tabelle 5	Mengenmäßig wichtige Wirkstoffe im Klinikbereich im Land Brandenburg 1999, abgeleitet aus den Daten des Carl-Thiem-Klinikums Cottbus	11
Tabelle 6	Mengenmäßig wichtige Arzneimittelwirkstoffe im Land Brandenburg 1999: Gesamtübersicht	12
Tabelle 7	Arzneimittelwirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999 (ohne besondere Stoffgruppen)	14
Tabelle 8	Antibiotika-Wirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999	15
Tabelle 9	Desinfektionsmittel-Wirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999	15
Tabelle 10	Diagnostika-Wirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999	15
Tabelle 11	Sexualhormon-Wirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999	15
Tabelle 12	Corticoid-Wirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999	15
Tabelle 13	Narkosemittel-Wirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999	16
Tabelle 14	Zytostatika-Wirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999	16
Tabelle 15	Humanarzneimittel-Wirkstoffmengen im Einzugsbereich des Klärwerkes Cottbus 1999, Anteile der verschiedenen Stoffgruppen	16
Tabelle 16	Arzneimittelwirkstoffe in der Umwelt nach ROBAKOWSKI, 2000 [2], FUHRMANN, 1999 [8], BLAC 1999 [1], TERNES, 1998 [20] und TERNES ET AL., 1999 [21]	17
Tabelle 17	Wichtige Arzneimittelwirkstoffe für eine analytische Erfassung im Land Brandenburg	18
Abbildung 1	Eintragungspfade für Humanarzneimittelwirkstoffe in die Umwelt	7
Abbildung 2	Abwasseranteil in größeren Brandenburger Fließgewässern	7
Abbildung 3	Wirkstoffmengen im verordneten Apothekenmarkt im Land Brandenburg 1999 in kg	10
Abbildung 4	Wirkstoffmengen im Klinikum Cottbus 1999 in kg	11
Abbildung 5	Arzneimittelwirkstoffmengen im Land Brandenburg 1999: Anteile der verschiedenen Marktsektoren	13

# Literaturverzeichnis

- [1] BLAC (1999): Arzneimittel in der Umwelt – Konzept für ein Untersuchungsprogramm. (Hrsg.): Bund-/Länderaus-schuss für Chemikaliensicherheit (BLAC), Hamburg, 1999
- [2] ROBAKOWSKI, H. (2000): Arzneimittelrückstände und endokrin wirkende Stoffe in der aquatischen Umwelt, Literaturrecherche. (Hrsg.): Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe 2000
- [3] BLAC (1998): Auswirkungen der Anwendung von Clofibrinsäure und anderer Arzneimittel auf die Umwelt und Trinkwasserversorgung. (Hrsg.): Bund-/Länderaus-schuss für Chemikaliensicherheit (BLAC), Hamburg, 1998
- [4] ABBAS, BETTINA; W. KRATZ (2000): Arzneimittel in der Umwelt. In Berichte aus der Arbeit 1999, S. 143–144. (Hrsg.): Landesumweltamt Brandenburg 2000
- [5] ABBAS, BETTINA; I. LINKE; W. KRATZ (2000): Erhebung von Arzneimittelwirkstoffen im Land Brandenburg. Brandenburgisches Symposium zur bodenschutzbezogenen Forschung am 22. Juni 2000 in Potsdam. Tagungsbericht in Studien und Tagungsberichte (ISSN 0949–0838) Band 24. (Hrsg.): Landesumweltamt Brandenburg 2000
- [6] KRATZ, WERNER; B. ABBAS; I. LINKE (2000): Arzneimittelwirkstoffe in der Umwelt. Brandenburgisches Symposium zur bodenschutzbezogenen Forschung am 22. Juni 2000 in Potsdam. Tagungsbericht in Studien und Tagungsberichte (ISSN 0949–0838) Band 24. (Hrsg.): Landesumweltamt Brandenburg 2000
- [7] 4. BImSchV: Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen, Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (4. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14.03.1997, (BGBl. I, Nr. 17 vom 20.03.1997, S. 504) zuletzt geändert am 23.02.1999 durch Artikel 3 der Verordnung zur Änderung der Siebzehnten, der Neunten und der Vierten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BGBl. I, Nr. 8 vom 26.02.1999, S. 186)
- [8] FUHRMANN, B. (1999): Vergleichende Untersuchung von Oberflächenwässern in Athen und Berlin auf Arzneimittelrückstände aus kommunalen Kläranlagen. Diplomarbeit an der Technische Universität Berlin 1999
- [9] ROSCHKE, MANFRED; K. SELTMANN; P. LANTZSCH (1998): Klärschlammensatz in der Landwirtschaft der Landes Brandenburg. (Hrsg.): Ministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten des Landes Brandenburg, Potsdam 1998
- [10] ROSCHKE, MANFRED (2000): Bericht zur Klärschlammverwertung im Land Brandenburg im Zeitraum von 1993 bis 1997. (Hrsg.): Landesamt für Ernährung, Landwirtschaft und Flurneuordnung, 03.04.2000
- [11] GLAESKE, G. (1998A): „Konsequenzen unter Berücksichtigung des Arzneimittelverbrauchs“, in: Arzneimittel in Gewässern, Risiko für Mensch, Tier und Umwelt? – Fachtagung am 4. Juni 1998 in Wiesbaden. (Hrsg.): Hessische Landesanstalt für Umwelt
- [12] KÜMMERER, K. (1998): „Vorkommen von Arzneimitteln in der Umwelt – was ist zu tun?“, in: Arzneimittel in Gewässern, Risiko für Mensch, Tier und Umwelt? – Fachtagung am 4. Juni 1998 in Wiesbaden. (Hrsg.): Hessische Landesanstalt für Umwelt
- [13] CHEMANAGER: ESCIMO, UNIDO Industrial Statistics & CEFIC-Ecostat analysis, GIT-Verlag ([www.chemanager.de](http://www.chemanager.de))
- [14] GLAESKE, G. (1998B): Psychotrope und andere Arzneimittel mit Mißbrauchs- und Abhängigkeitspotential, in: Jahrbuch Sucht '99. (Hrsg.): Deutsche Hauptstelle gegen die Suchtgefahren, Hamm, 1998
- [15] ROTE LISTE® 1999, Arzneimittelverzeichnis des Bundesverbandes der pharmazeutischen Industrie e.V., des Verbandes Forschender Arzneimittelhersteller e.V., des Bundesfachverbandes der Arzneimittelhersteller e.V. und des Verbandes aktiver Pharmaunternehmen e.V.
- [16] STATISTISCHES JAHRBUCH des Landes Brandenburg 1999. (Hrsg.): Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Brandenburg 2000
- [17] ALLNER, B.; A. BERGHOLZ; M. MÖLLER; P. STAHLSCHEMIDT-ALLNER; G. WEGENER (1998): „Wirkungen umweltrelevanter synthetischer Östrogene auf Fische“, in: Arzneimittel in Gewässern, Risiko für Mensch, Tier und Umwelt? – Fachtagung am 4. Juni 1998 in Wiesbaden, Hrsg.: Hessische Landesanstalt für Umwelt
- [18] ARZNEIMITTELKURSBUCH 1999/2000: (Hrsg.): Arzneimittel-Verlags-GmbH, Berlin, S. 833
- [19] ARZNEIMITTELVERZEICHNIS DER DDR, Ausgabe 1988, Teil 1 (Hrsg.): Institut für Arzneimittelwesen der DDR, Verlag Volk und Gesundheit Berlin 1988
- [20] TERNES, T. (1998): Arzneimittelrückstände in Gewässern und Kläranlagen, in: Arzneimittel in Gewässern, Risiko für Mensch, Tier und Umwelt? – Fachtagung am 4. Juni 1998 in Wiesbaden, Hrsg.: Hessische Landesanstalt für Umwelt
- [21] TERNES, TH.; R. HIRSCH; M. STUMPF; T. EGGERT; B. SCHUPPERT UND K. HABERER (1999): Nachweis und Screening von Arzneimittelrückständen, Diagnostika und Antiseptika in der aquatischen Umwelt, Abschlussbericht des ESWE-Institutes für Wasserforschung und Wassertechnologie GmbH zum Forschungsvorhaben 02WU9567/3 des BMBF, März 1999



## Schriftenreihe „Studien und Tagungsberichte“ (ISSN 0949-0838)

- Band 1 **Geotechnik im Deponiebau**  
Ausgewählte Beiträge aus den Geotechnischen Seminaren des Landesumweltamtes Brandenburg 1992/94 (1994)
- Band 2 **Abwasserbeseitigung im Land Brandenburg**  
Abwasserbeseitigung im Land Brandenburg – dezentrale Lösungen – Tagungsbericht über das Abwassersymposium am 21.10.1992 (1993)
- Band 3 **Das Trockenjahr 1992 im Land Brandenburg**  
Eine Modellbetrachtung aus wasserwirtschaftlicher Sicht – Studie (1994)
- Band 4 **Abfallwirtschaft und Bergbau**  
Beiträge der Fachtagung „Abfallwirtschaft/Kreislaufwirtschaft – Herausforderung für die Region Cottbus und die Braunkohlenindustrie“ am 05./06.04.1995 (1995)
- Band 5 **Luftqualität 1975 bis 1990**  
Ein Rückblick für das Gebiet des heutigen Landes Brandenburg – Studie (1995)
- Band 6 **Wasserbeschaffenheit in Tagebaurestseen**  
Bergbaubedingte Wasserbeschaffenheit in Tagebaurestseen – Analyse, Bewertung und Prognose – Untersuchungen im Lausitzer Braunkohlenrevier - Studie (1995)
- Band 7 **Rüstungsaltpasten**  
Beiträge des Fachseminars „Rüstungsaltpasten“ am 22.06.1995 in Potsdam (1995)
- Band 8 **Die Havel**  
Naturwissenschaftliche Grundlagen und ausgewählte Untersuchungsergebnisse – Studie (1995)
- Band 9 **Rieselfelder Brandenburg-Berlin (1995)**  
– Fachtagung „Rieselfelder Brandenburg-Berlin“ im Februar 1995  
– Bericht des Wissenschaftlich-technischen Beirates Rieselfelder (WTB) von 12/1995
- Band 10 **Ausweisung von Gewässerrandstreifen**  
Studie zur Erarbeitung von Grundlagen für die Ausweisung von Gewässerrandstreifen – Studie (1996)
- Band 11 **Brandenburger Ökologietage I: Natur- und Ressourcenschutz durch nachhaltige Landnutzung: Fachtagung des Landesumweltamtes am 06.11.1996 – Tagungsbericht (1996)**
- Band 12 **Radioaktive Altlasten auf WGT-Flächen**  
Erfassung und Sanierung radioaktiver Belastungen auf ehemaligen WGT-Liegenschaften im Land Brandenburg – Studie (1996)
- Band 13/14 **Rieselfelder südlich Berlins**  
Altlast, Grundwasser, Oberflächengewässer/Gemeinsamer Abschlußbericht 1996
- Band 15 **Die sensiblen Fließgewässer und das Fließgewässerschutzsystem im Land Brandenburg – Studie (1998)**
- Band 16 **Das Sommerhochwasser an der Oder 1997 – Fachbeiträge anlässlich der Brandenburger Ökologietage II – Studie (1998)**
- Band 17 **Naturschutz in der Bergbaufolgelandschaft – Leitbildentwicklung – Studie (1998)**
- Band 18 **Landschaftsökologische Untersuchungen an einem wiedervernässten Niedermoor in der Nuthe-Nieplitz-Niederung – Studie (1998)**
- Band 19 **Umweltradioaktivität – Bericht 1998 für das Land Brandenburg (1999)**
- Band 20/21 **Untersuchungen der Oder zur Belastung der Schwebstoff- bzw. Sedimentphase und angrenzender Bereiche – Forschungsbericht 1998 (Anlagenband gesondert) 1999**
- Band 22 **Schadstoffbelastung von Böden im Nationalpark „Unteres Odertal“ vor und nach dem Oderhochwasser 1997 – Studie 1999**
- Band 23 **Geogen bedingte Grundbelastung der Fließgewässer Spree und Schwarze Elster und ihrer Einzugsgebiete – Studie 1999**
- Band 24 **Brandenburgisches Symposium zur bodenschutzbezogenen Forschung – Tagungsbericht vom 22. Juni 2000 (2000)**
- Band 25 **Humanarzneimittel in der Umwelt – Erhebung von Humanarzneimittelmengen im Land Brandenburg 1999 (Studie 2000)**

### Herausgeber:

Landesumweltamt Brandenburg (LUA) • Berliner Straße 21–25 • 14467 Potsdam  
FON: 0331/23 23 259 • FAX: 0331/29 21 08  
e-mail: [info@lua.brandenburg.de](mailto:info@lua.brandenburg.de)

Schutzgebühr je Band 15,- DM; Doppelband 20,- DM