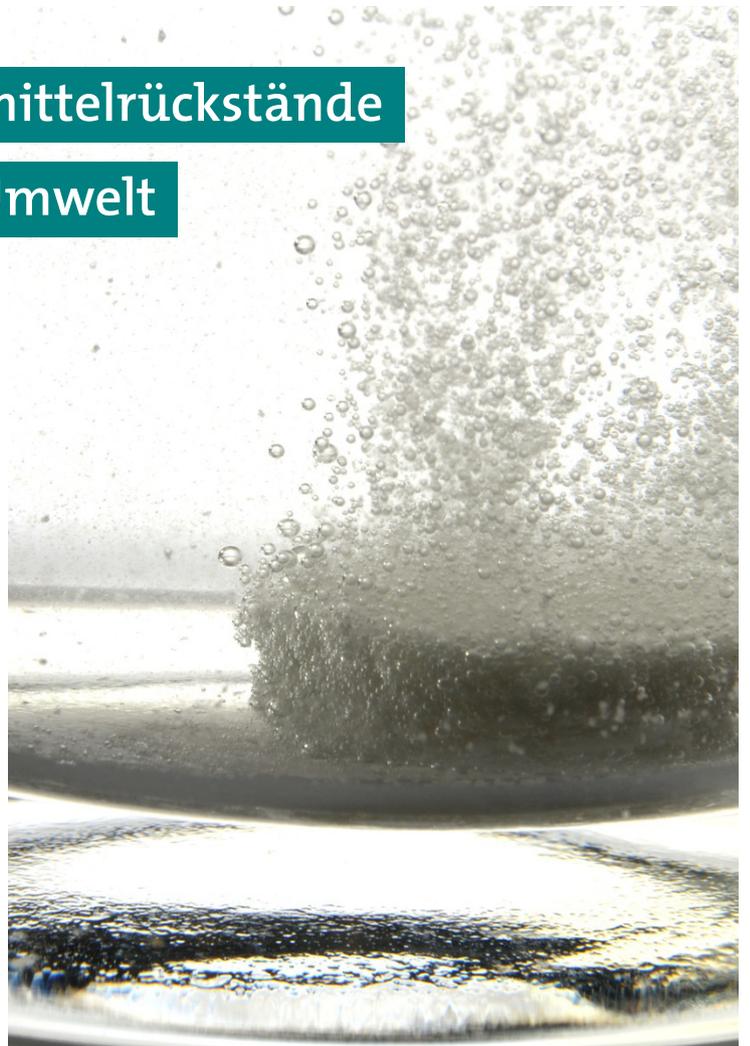


**Arzneimittelrückstände  
in der Umwelt**





# ARZNEIMITTELRÜCKSTÄNDE IN DER UMWELT

Christina Hartmann

REPORT  
REP-0573

Wien 2016

**Projektleitung**

Sigrid Scharf

**AutorInnen**

Christina Hartmann

**Mitarbeit**

Manfred Clara

Sigrid Scharf

Monika Denner

**Übersetzung**

Brigitte Read

**Lektorat**

Maria Deweis

**Satz/Layout**

Manuela Kaitna

**Umschlagphoto**

© gunnar3000 – Fotolia.com

Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

**Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH  
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Eigenvervielfältigung

*Das Umweltbundesamt druckt seine Publikationen auf klimafreundlichem Papier.*

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2016

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-386-8

# INHALT

	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	7
	<b>SUMMARY</b> .....	8
<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	9
<b>2</b>	<b>DURCHFÜHRUNG</b> .....	10
<b>3</b>	<b>HUMANARZNEIMITTEL</b> .....	11
<b>3.1</b>	<b>Begriffsbestimmungen lt. Arzneimittelgesetz (AMG)</b> .....	11
<b>3.2</b>	<b>ATC-Klassifizierung</b> .....	11
<b>3.3</b>	<b>Pharmakokinetik</b> .....	12
<b>3.4</b>	<b>Arzneimittel in Österreich</b> .....	13
<b>3.5</b>	<b>Arzneimittleinträge in die Umwelt</b> .....	14
3.5.1	Verursacher von Arzneimittleinträgen .....	15
<b>3.6</b>	<b>Umweltauswirkungen</b> .....	16
<b>4</b>	<b>HUMANARZNEIMITTELVERBRAUCH IN ÖSTERREICH</b> .....	18
<b>4.1</b>	<b>Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika</b> .....	20
4.1.1	Übersicht .....	20
4.1.2	Aktueller Verbrauch .....	21
4.1.3	Verbrauch im Zeitverlauf .....	22
4.1.4	Verbrauchsstärkste Wirkstoffe .....	23
4.1.5	Weitere ausgewählte Wirkstoffe .....	24
4.1.6	Vorkommen in österreichischen Umweltmedien .....	25
4.1.7	Weitere wichtige Antiphlogistika .....	26
<b>4.2</b>	<b>Antibiotika zur systemischen Anwendung</b> .....	27
4.2.1	Übersicht .....	27
4.2.2	Aktueller Verbrauch .....	28
4.2.3	Verbrauch im Zeitverlauf .....	30
4.2.4	Verbrauchsstärkste Wirkstoffe .....	31
4.2.5	Vorkommen in österreichischen Umweltmedien .....	33
<b>4.3</b>	<b>Kontrastmittel (Diagnostika für bildgebende Verfahren)</b> .....	35
4.3.1	Übersicht .....	35
4.3.2	Aktueller Verbrauch .....	36
4.3.3	Verbrauch im Zeitverlauf .....	37
4.3.4	Verbrauchsstärkste Wirkstoffe .....	37
4.3.5	Vorkommen in österreichischen Umweltmedien .....	38
<b>4.4</b>	<b>Bronchodilatoren und <math>\beta</math>2-Sympathomimetika</b> .....	38
4.4.1	Übersicht .....	38
4.4.2	Aktueller Verbrauch .....	39
4.4.3	Verbrauch im Zeitverlauf .....	40
4.4.4	Verbrauchsstärkster Wirkstoff .....	41
4.4.5	Vorkommen in österreichischen Umweltmedien .....	41

<b>4.5</b>	<b>Sexualhormone und Analoga</b>	41
4.5.1	Übersicht	41
4.5.2	Aktueller Verbrauch	42
4.5.3	Verbrauch im Zeitverlauf	43
4.5.4	Verbrauchsstärkster Wirkstoff	44
4.5.5	Vorkommen in österreichischen Umweltmedien	44
<b>4.6</b>	<b>Zytostatika und zytostatisch wirksame Hormone</b>	46
4.6.1	Überblick	46
4.6.2	Aktueller Verbrauch	46
4.6.3	Verbrauchsstärkster Wirkstoff	47
4.6.4	Vorkommen in österreichischen Umweltmedien	47
<b>4.7</b>	<b>Lipidsenker</b>	48
4.7.1	Übersicht	48
4.7.2	Aktueller Verbrauch	49
4.7.3	Verbrauch im Zeitverlauf	50
4.7.4	Verbrauchsstärkste Wirkstoffe	51
4.7.5	Vorkommen in österreichischen Umweltmedien	51
<b>4.8</b>	<b>Psychopharmaka, Antiepileptika und Nootropika</b>	52
4.8.1	Übersicht	52
4.8.2	Aktueller Verbrauch	54
4.8.3	Verbrauch im Zeitverlauf	55
4.8.4	Verbrauchsstärkste Wirkstoffe	56
4.8.5	Vorkommen in österreichischen Umweltmedien	57
<b>4.9</b>	<b>Antazida</b>	59
4.9.1	Übersicht	59
4.9.2	Aktueller Verbrauch	59
4.9.3	Verbrauch im Zeitverlauf	60
4.9.4	Verbrauchsstärkste Wirkstoffe	60
4.9.5	Vorkommen in österreichischen Umweltmedien	60
<b>4.10</b>	<b>Antidiabetika</b>	61
4.10.1	Übersicht	61
4.10.2	Aktueller Verbrauch	61
4.10.3	Verbrauch im Zeitverlauf	62
4.10.4	Verbrauchsstärkster Wirkstoff	62
4.10.5	Vorkommen in österreichischen Umweltmedien	62
<b>4.11</b>	<b>Antitussiva und Expektoranzien</b>	62
4.11.1	Übersicht	62
4.11.2	Aktueller Verbrauch	63
4.11.3	Verbrauch im Zeitverlauf	64
4.11.4	Verbrauchsstärkste Wirkstoffe	64
4.11.5	Vorkommen in österreichischen Umweltmedien	65

<b>4.12 Diuretika</b> .....	65
4.12.1 Übersicht .....	65
4.12.2 Aktueller Verbrauch .....	66
4.12.3 Verbrauch im Zeitverlauf .....	66
4.12.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe .....	67
4.12.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien .....	67
<b>4.13 ACE-Hemmer</b> .....	67
4.13.1 Übersicht .....	67
4.13.2 Aktueller Verbrauch .....	68
4.13.3 Verbrauch im Zeitverlauf .....	68
4.13.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe .....	69
4.13.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien .....	70
<b>4.14 Beta-Blocker (<math>\beta</math>-Adrenozeptor-Antagonisten)</b> .....	70
4.14.1 Übersicht .....	70
4.14.2 Aktueller Verbrauch .....	71
4.14.3 Verbrauch im Zeitverlauf .....	71
4.14.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe .....	72
4.14.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien .....	73
<b>4.15 Kalziumantagonisten (Kalziumkanalblocker)</b> .....	74
4.15.1 Übersicht .....	74
4.15.2 Aktueller Verbrauch .....	74
4.15.3 Verbrauch im Zeitverlauf .....	75
4.15.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe .....	75
4.15.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien .....	76
<b>4.16 Nitroverbindungen und Vasodilatoren</b> .....	76
4.16.1 Übersicht .....	76
4.16.2 Aktueller Verbrauch .....	76
4.16.3 Verbrauch im Zeitverlauf .....	77
4.16.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe .....	78
4.16.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien .....	78
<b>4.17 Gichtmittel</b> .....	78
4.17.1 Übersicht .....	78
4.17.2 Aktueller Verbrauch .....	79
4.17.3 Verbrauch im Zeitverlauf .....	79
4.17.4 Verbrauchsstärkster Wirkstoff .....	79
4.17.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien .....	79
<b>4.18 Weitere Hormone</b> .....	79
4.18.1 Hypophysen- und Hypothalamushormone und Analoga .....	80
4.18.2 Corticosteroide .....	81
4.18.3 Schilddrüsenhormone .....	82
4.18.4 Andere Hormone .....	82
<b>4.19 Antivirale Mittel zur systemischen Anwendung</b> .....	83
4.19.1 Übersicht .....	83
4.19.2 Aktueller Verbrauch .....	84
4.19.3 Verbrauchsstärkster Wirkstoff .....	84
4.19.4 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien .....	84

<b>4.20</b>	<b>Antithrombotische Mittel/(Anti-)fibrinolytika</b> .....	85
4.20.1	Übersicht .....	85
4.20.2	Aktueller Verbrauch.....	85
4.20.3	Verbrauchsstärkste Wirkstoffe .....	86
4.20.4	Vorkommen in österreichischen Umweltmedien.....	87
<b>4.21</b>	<b>Antiparasitika, Anthelmintika und Antiprotoika</b> .....	87
4.21.1	Übersicht .....	87
4.21.2	Aktueller Verbrauch.....	88
4.21.3	Verbrauchsstärkster Wirkstoff .....	89
4.21.4	Vorkommen in österreichischen Umweltmedien.....	89
<b>5</b>	<b>VETERINÄRARZNEIMITTEL</b> .....	90
<b>5.1</b>	<b>Übersicht</b> .....	90
<b>5.2</b>	<b>Zugelassene Arzneimittel</b> .....	91
<b>5.3</b>	<b>Vorkommen in österreichischen Umweltmedien</b> .....	92
<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE</b> .....	93
<b>6.1</b>	<b>Humanarzneimittel</b> .....	93
<b>6.2</b>	<b>Veterinärarzneimittel</b> .....	96
<b>7</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	97
<b>8</b>	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS</b> .....	101
	<b>ANHANG A – CHEMISCHE STRUKTUREN</b> .....	102
	<b>ANHANG B – ARZNEIMITTELWIRKSTOFFE IN DER UMWELT</b> .....	108
<b>B.1</b>	<b>Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika in der Umwelt</b> ....	108
<b>B.2</b>	<b>Antibiotika in der Umwelt</b> .....	110
<b>B.3</b>	<b>Kontrastmittel in der Umwelt</b> .....	117
<b>B.4</b>	<b>Beta-Blocker in der Umwelt</b> .....	118
<b>B.5</b>	<b>Sexualhormone und Analoga in der Umwelt</b> .....	120
<b>B.6</b>	<b>Lipidsenker in der Umwelt</b> .....	122
<b>B.7</b>	<b>Psychopharmaka, Antiepileptika und Nootropika in der Umwelt</b> .....	123
<b>B.8</b>	<b>Weitere Arzneimittelwirkstoffe in der Umwelt</b> .....	126
<b>B.9</b>	<b>Veterinärarzneimittel in der Umwelt</b> .....	127
	<b>ANHANG C – VETERINÄRARZNEIMITTELWIRKSTOFFE</b> .....	129

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Anwendung von Arzneimitteln im Human- und Veterinärbereich ist für Heilung, Linderung, Erkennung und Verhütung von Erkrankungen wesentlich. Sie werden in großen Mengen eingesetzt und umfassen eine Vielzahl an verschiedenen Wirkstoffen. Nach der Verabreichung werden die Wirkstoffe entweder unverändert oder in verstoffwechselter Form wieder aus dem Körper ausgeschieden und gelangen somit in die Umwelt.

Die vorliegende Studie befasst sich mit dem Verbrauch von Humanarzneimittelwirkstoffen in Österreich (Datenstand: 2014). Es werden insgesamt 24 verschiedene Indikationsgruppen, deren Verbrauchsänderungen im Zeitverlauf sowie das Vorkommen diverser Wirkstoffe in verschiedenen Umweltmedien untersucht. Zudem werden in Österreich zugelassene Veterinärarzneimittel beschrieben.

### *Inhalt der Studie*

Hohe Verbrauchszahlen weisen Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika auf, die als Schmerzmittel, Fiebersenker und/oder Entzündungshemmer eingesetzt werden. Wirkstoffe der Gruppe der Antidiabetika exkl. Insuline (zur Behandlung von Diabetes mellitus), Psychopharmaka, Antiepileptika und Nootropika (zur Behandlung von Erkrankungen des Nervensystems) sowie Antibiotika (zur Behandlung von bakteriellen Infektionen) werden ebenfalls oft eingesetzt. Im Jahr 2014 wurde das zu den Antidiabetika zählende Metformin am häufigsten verabreicht.

Untersuchungen in unterschiedlichen Umweltmedien Österreichs zeigen durchwegs Belastungen mit Arzneimittelwirkstoffrückständen. Je nach Wirkstoff und Umweltmedium – wie beispielsweise Abwasser oder Klärschlamm – konnten zahlreiche Substanzen nachgewiesen werden, teilweise auch in sehr hohen Konzentrationen.

## SUMMARY

The application of human and veterinary pharmaceuticals is important for the healing, abatement, diagnosis and prevention of diseases. Pharmaceuticals are used in high quantities and comprise a multitude of different active pharmaceutical ingredients. After administration, pharmaceutical ingredients are excreted unchanged or metabolised, thus leading to environmental exposure to these substances.

This study addresses the updated amounts of human pharmaceuticals consumed in Austria for a total of 24 pharmaceutical groups, while also identifying changes in consumption over a given time period as well as examining the occurrence of various pharmaceutical ingredients in different environmental media. Additionally, veterinary pharmaceuticals licensed in Austria are discussed.

The highest consumption rate was found for the group of analgetics, antiphlogistics and antirheumatics, which are widely used as painkillers, antipyretics and/or anti-inflammatory drugs. High consumption rates were also found for pharmaceuticals of the group of antidiabetics (used to treat diabetes mellitus), ataractics, antiepileptics and nootropics (used in the treatment of central nervous system disorders) and antibiotics (used in the treatment of bacterial infections). The active pharmaceutical ingredient with the highest consumption rate was Metformin, which forms part of the group of antidiabetics.

Investigations of pharmaceutical ingredients and/or their metabolites in the Austrian environment showed exposure situations in various media. Depending on the substance and the media – such as waste water or sewage sludge – a range of different compounds were found, sometimes in high concentrations.

# 1 EINLEITUNG

Arzneimittel werden in der Human- und Veterinärmedizin in großen Mengen eingesetzt. Sie dienen der Heilung, Linderung, Erkennung und Verhütung von Erkrankungen bei Mensch und Tier und sind damit für die Gesundheit wesentlich. Die Anzahl der zugelassenen Arzneimittel ist sehr groß und umfasst eine Vielzahl von unterschiedlichen Wirkstoffen. Nach der Aufnahme in den menschlichen oder tierischen Körper wird zumeist ein Großteil der zugeführten Arzneimittelwirkstoffe entweder in unveränderter Form oder als Stoffwechselprodukt (Metabolit) wieder ausgeschieden. Ein Eintrag in die Umwelt ist somit unumgänglich.

## ***Einsatz von Arzneimitteln***

Humanarzneimittel gelangen entweder indirekt über Ausscheidungen oder auf direktem Wege durch unsachgemäße Entsorgung über Toiletten und Abflüsse ins Abwasser und in weiterer Folge in die Kläranlagen. Dort werden die Rückstände teilweise entfernt, manche Stoffe bzw. Metaboliten gelangen aber dennoch über die Kläranlagenabflüsse in die Umwelt, wo sie weiter um- bzw. abgebaut werden können. Zwar haben die Umwandlungsprodukte oft nur noch eine geringe arzneiliche Wirkung, ihre Persistenz bzw. Mobilität kann aber dennoch umweltproblematisch sein.

## ***Eintrag in die Umwelt***

Der Einsatz von Arzneimitteln in der Veterinärmedizin kann ebenfalls zu einer Belastung der Umwelt führen. Durch die Verwendung von tierischen Ausscheidungen wie Gülle, Jauche oder Stallmist als Wirtschaftsdünger für landwirtschaftliche Nutzflächen können Arzneimittel auf Böden gelangen, sich dort anreichern und/oder in umliegende Gewässer oder Grundwasser ausgewaschen werden.

Damit die Umwelt langfristig geschützt werden kann, sind ein sorgsamer Umgang mit Arzneimitteln sowie eine Reduktion von Einträgen in die Umwelt notwendig.

## 2 DURCHFÜHRUNG

In der vorliegenden Studie wurde der aktuelle Arzneimittelverbrauch des Jahres 2014 in Österreich untersucht und mit dem des Jahres 1997 verglichen. Es werden die wichtigsten Wirkstoffgruppen hinsichtlich der Verbrauchsmengen, der Veränderungen im Zeitverlauf sowie dem Vorkommen in verschiedenen Umweltkompartimenten dargestellt.

### **Auswahl der Indikationsgruppen**

In einem ersten Schritt erfolgte die Auswahl der zu untersuchenden Indikationsgruppen, basierend auf

- der 1999 vom Umweltbundesamt veröffentlichten Studie zu Arzneimittelrückständen in der Umwelt (UMWELTBUNDESAMT 1999),
- einer vorangehenden Literaturrecherche zu Arzneimittelwirkstoffgruppen, relevant für Umweltfragestellungen,
- weiteren Überlegungen zur potenziellen Umweltrelevanz von Arzneimittelwirkstoffgruppen.

### **Verbrauchs-Erhebung durch das IMS Health**

In einem zweiten Schritt erfolgte, basierend auf der getroffenen Gruppenauswahl, die Durchführung einer Sonderstudie des Instituts für medizinische Statistik (IMS Health) zum Arzneimittelverbrauch in Österreich. Das Umweltbundesamt erteilte 2015 dem IMS Health den Auftrag zur Ermittlung des Verbrauchs ausgewählter Arzneimittelwirkstoffe<sup>1</sup>. Die Erhebung umfasste Arzneimittelkäufe der österreichischen öffentlichen Apotheken mit einer Abdeckung von 99 % (Hochrechnung auf die Grundgesamtheit), der ärztlichen Hausapotheken mit einer Abdeckung von 100 % und den Arzneimittelverbrauch in österreichischen Krankenhäusern (Akutkrankenhäuser, Geriatrien, Psychiatrien und Rehabilitationszentren) sowie eine repräsentative Stichprobe der österreichischen Universitätskliniken (IMS HEALTH 2015). Die aktuellen Verbrauchsdaten werden in Kilogramm (kg) angegeben.

### **Inhalt der Studie**

Die Studie umfasst

- den österreichischen Arzneimittelverbrauch im Jahr 2014, basierend auf den Daten des IMS Health für insgesamt 24 ausgewählte Wirkstoffgruppen,
- einen Vergleich des aktuellen Arzneimittelverbrauchs mit den Daten der im Jahr 1997 durchgeführten Erhebung<sup>2</sup>,
- Literaturrecherchen zum Vorkommen von Arzneimittelrückständen in verschiedenen Umweltmedien Österreichs sowie
- eine kurze Betrachtung von in Österreich zugelassenen Veterinärarzneimitteln.

---

<sup>1</sup> Die Klassifizierung der Wirkstoffe bzw. der Wirkstoffgruppen erfolgte durch das IMS Health basierend auf der Leitlinie der European Pharmaceutical Marketing Research Association (EphMRA) (EphMRA, 2015). Diese kann sich in einigen Fällen von der gängigen ATC-Klassifizierung (siehe Kapitel 3.2) unterscheiden.

<sup>2</sup> Durchführung des Vergleiches, basierend auf den absoluten Verbrauchszahlen in kg sowie basierend auf dem berechneten Pro-Kopf-Verbrauch anhand der österreichischen Bevölkerungsanzahl von 7.971.116 Staatsbürgerinnen/Staatsbürgern im Jahr 1997 (Stichtag 31.12.1997) und 8.584.926 Staatsbürgerinnen/Staatsbürgern im Jahr 2014 (Stichtag 31.12.2014) nach STATISTIK AUSTRIA (2015).

### 3 HUMANARZNEIMITTEL

Arzneimittel sind in der Medizin nicht mehr wegzudenken und nahezu allgegenwärtig. Statistisch gesehen steigt der Arzneimittelverbrauch im Leben eines Menschen mit zunehmendem Alter stark an. Die Anzahl und das Spektrum der zugelassenen Arzneimittelwirkstoffe sind sehr groß. Insgesamt sind mehrere tausend Wirkstoffe verfügbar, von denen ca. die Hälfte als potenziell umweltrelevant gilt (UBA 2014a).

Durch den Verbrauch von mehreren Tonnen Arzneimittel pro Tag ist ein Eintrag in die Umwelt unumgänglich. Nach der Aufnahme in den menschlichen und/oder tierischen Körper werden die eingenommenen Substanzen entweder unverändert oder in Form von Stoffwechselprodukten (Metaboliten) ausgeschieden und gelangen in die Umwelt. Diese sogenannten Arzneimittelrückstände werden in weiterer Folge in der Umwelt um- bzw. abgebaut. Die dabei gebildeten Umwandlungs- bzw. Abbauprodukte können weiterhin arzneilich wirksam sein und mitunter problematische Eigenschaften auf die Umwelt – wie Persistenz oder Mobilität – aufweisen (UBA 2014a).

**Eintrag  
in die Umwelt**

#### 3.1 Begriffsbestimmungen lt. Arzneimittelgesetz (AMG)

Im österreichischen Arzneimittelgesetz (BGBl. Nr. 185/183) sind **Arzneimittel** als Stoffe oder Zubereitungen definiert, die zur Anwendung im bzw. am menschlichen oder tierischen Körper zur Heilung, zur Linderung oder zur Verhütung von Krankheiten oder krankhaften Beschwerden bestimmt sind.

Unter **Wirkstoffen** versteht man nach dem Arzneimittelgesetz Stoffe oder Stoffgemische, die dazu bestimmt sind, bei der Arzneimittelherstellung verwendet zu werden. Sie sind die arzneilich wirksamen Bestandteile des Arzneimittels.

Jeder Arzneimittelbestandteil – mit Ausnahme des Wirkstoffes und des Verpackungsmaterials – ist als sogenannter **Hilfsstoff** definiert.

Arzneimittel, die im Voraus stets in gleicher Zusammensetzung hergestellt und unter der gleichen Bezeichnung in Verkehr gebracht werden, sowie Arzneimittel, die durch ein industrielles Verfahren bzw. gewerbsmäßig hergestellt werden, werden als **Arzneimittelspezialitäten** bezeichnet.

#### 3.2 ATC-Klassifizierung

Arzneimittel werden gemäß § 31 Abs. 3 Z 12 ASVG nach der anatomisch-therapeutisch-chemischen Klassifikation (ATC-Klassifikation) eingeteilt. Hierbei werden Wirkstoffe entsprechend dem Organ(system), auf das sie wirken, sowie nach den Eigenschaften gruppiert. Basierend auf dem ATC-System können nationale und internationale Vergleiche zu Arzneimittelverbrauchsstatistiken durchgeführt werden. Außerdem erfolgt dessen Anwendung auch im Austria Codex (DIMDI 2015, Sv 2016). Die Klassifizierung von Arzneimittelwirkstoffen erfolgt auf insgesamt fünf verschiedenen Ebenen (DIMDI 2015, WHOCC 2011):

- Ebenen der ATC-Klassifizierung**
- ATC-Klassifizierung am Beispiel Metformin:
- Ebene 1: Anatomische Gruppe (z. B. A: Alimentäres System und Metabolismus)
  - Ebene 2: Therapeutische Untergruppe (z. B. A10: Antidiabetika)
  - Ebene 3: Pharmakologische Untergruppe (z. B. A10B: Antidiabetika, exkl. Insuline)
  - Ebene 4: Chemische Untergruppe (z. B. A10BA: Biguanide)
  - Ebene 5: Chemische Substanz (z. B. A10BA02: Metformin)

### 3.3 Pharmakokinetik

Die Wirkungsintensität und -dauer eines verabreichten Arzneimittelwirkstoffes sind abhängig von seiner Resorption, Verteilung und Elimination. Die Wechselwirkungen zwischen Arzneimitteln und Mensch bzw. Tier werden mittels der Pharmakokinetik beschrieben (GRAEFE et al. 2011).

**Aufnahme und Resorption**

Nach der Aufnahme von Arzneimitteln in den Körper über verschiedene Darreichungswege wie beispielsweise die orale, subkutane oder inhalative Aufnahme erfolgt nach der Resorption<sup>3</sup> die Freisetzung des Arzneimittelwirkstoffes im Körper. Erfolgt die Verabreichung intravasal (d. h. intravenös oder intraarteriell), gelangt der Wirkstoff direkt in den Blutkreislauf. Mit dem Blut wird der Wirkstoff im Körper verteilt und gelangt so zu seinem spezifischen Wirkungsort (GRAEFE et al. 2011).

**Verteilung, Metabolismus und Elimination**

Bereits während der Verteilung im Körper beginnt die Elimination des Wirkstoffes durch Metabolisierung (Verstoffwechslung) und/oder Exkretion (Ausscheidung). Die Metabolisierung der meisten Arzneimittelwirkstoffe findet dabei in erster Linie in der Leber statt. Nur ein geringer Anteil wird im Darm oder in den Blutkapillaren metabolisiert. Je nach Darreichungsform und Wirkstoffart gelangen unterschiedliche Anteile des verabreichten Wirkstoffes an ihren Wirkungsort (GRAEFE et al. 2011).

**Ausscheidung**

Die Exkretion der aufgenommenen Arzneimittelwirkstoffe kann unter Beteiligung der Leber, des Darms, der Niere und der Lunge erfolgen. Beispielsweise werden fettlösliche Wirkstoffe in der Leber zu wasserlöslicheren Metaboliten verstoffwechselt. Diese werden im Anschluss entweder in die Gallenflüssigkeit abgegeben und in weiterer Folge über den Darm mit den Fäzes ausgeschieden oder mit dem Blut in die Nieren transportiert und mit dem Harn ausgeschieden (GRAEFE et al. 2011).

---

<sup>3</sup> Resorption: Transport von Wirkstoffen vom Freisetzungsort aus dem Arzneimittel in den Blutkreislauf; erfolgt nicht bei intravasaler Verabreichung

### 3.4 Arzneimittel in Österreich

In Österreich gibt es insgesamt 1.328 öffentliche Apotheken<sup>4</sup> und 28 Filialapotheken<sup>5</sup> (Stichtag 31.12.2014). Die meisten Apotheken befinden sich in Wien (318 Apotheken), in Niederösterreich (231 Apotheken) und Oberösterreich (197 Apotheken). Innerhalb der letzten zehn Jahre erfolgten insgesamt 156 Neueröffnungen (ÖSTERREICHISCHE APOTHEKENKAMMER 2015).

**öffentliche  
Apotheken**

Derzeit bestehen in Österreich 276 Krankenhäuser, wovon in 46 eine Krankenhausapotheke betrieben wird (Stichtag 31.12.2014). Die meisten Krankenhausapotheken befinden sich in Oberösterreich, wo 34,4 % der Krankenhäuser eine Apotheke haben (ÖSTERREICHISCHE APOTHEKENKAMMER 2015).

**Krankenhaus-  
apotheken**

Insgesamt waren 2014 in Österreich 13.462 Humanarzneimittelspezialitäten zugelassen (1999: 10.495). Davon waren 5.693 Präparate (ca. 42 %) rezeptfrei sowie 7.769 Präparate (ca. 58 %; 1999: 80 %) rezeptpflichtig erhältlich (ÖSTERREICHISCHE APOTHEKENKAMMER 2015, UMWELTBUNDESAMT 1999). Neben den Humanarzneimitteln waren in Österreich 1.305 Veterinärarzneimittelspezialitäten zugelassen (ÖSTERREICHISCHE APOTHEKENKAMMER 2015).

**zugelassene  
Arzneimittel-  
spezialitäten**

Eine in den Jahren 2010/2011 durchgeführte Untersuchung des Instituts für Pharmaökonomische Forschung (IPF) zeigte, dass im EU-Vergleich der Verbrauch von Arzneimitteln vergleichsweise gering ist. Pro Person werden in Österreich insgesamt ca. 1.010 „Standard Units“<sup>6</sup> abgegeben (siehe Abbildung 1) (ÖSTERREICHISCHE APOTHEKENKAMMER 2015).

**Arzneimittel-  
verbrauch**

Die Auswertung des Krankenkassenumsatzes nach den ATC-Hauptgruppen zeigt, dass wertmäßig der Verbrauch von „Antineoplastischen und immunmodulierenden Substanzen“ (22,9 %) am Gesamtumsatz an erster Stelle liegt. Unter Betrachtung der ATC-Untergruppen gab es zwischen 2009 und 2014 Steigerungen bzw. Rückgänge in den abgegebenen Packungen. Die stärksten Steigerungen umfassten Mittel, die den Lipidstoffwechsel beeinflussen (C10), Antithrombotische Mittel (B01), Analgetika (N02) und Psychoanaleptika (N06). Die stärksten Rückgänge erfolgten in den Untergruppen Beta-Adrenozeptoren-Antagonisten (C07), Antiphlogistika und Antirheumatika (M01), Periphere Vasodilatoren (C04) und bei Mitteln gegen säurebedingte Erkrankungen (A02) (ÖSTERREICHISCHE APOTHEKENKAMMER 2015).

<sup>4</sup> Alle privatwirtschaftlich als unabhängige Betriebe geführte Apotheken mit Konzession

<sup>5</sup> Es darf je öffentlicher Apotheke maximal eine Filialapotheke betrieben werden

<sup>6</sup> „Standard Units“ beschreiben jene Dosis, die von einer Person pro Einnahme zu sich genommen wird (z. B. 1 Tablette, 1 Messbecher, oder 10 Tropfen). Die Verwendung von Einzeldosen ermöglicht einen besseren internationalen Vergleich des Arzneimittelverbrauchs, da sich innerhalb der EU die Packungsgrößen unterscheiden.

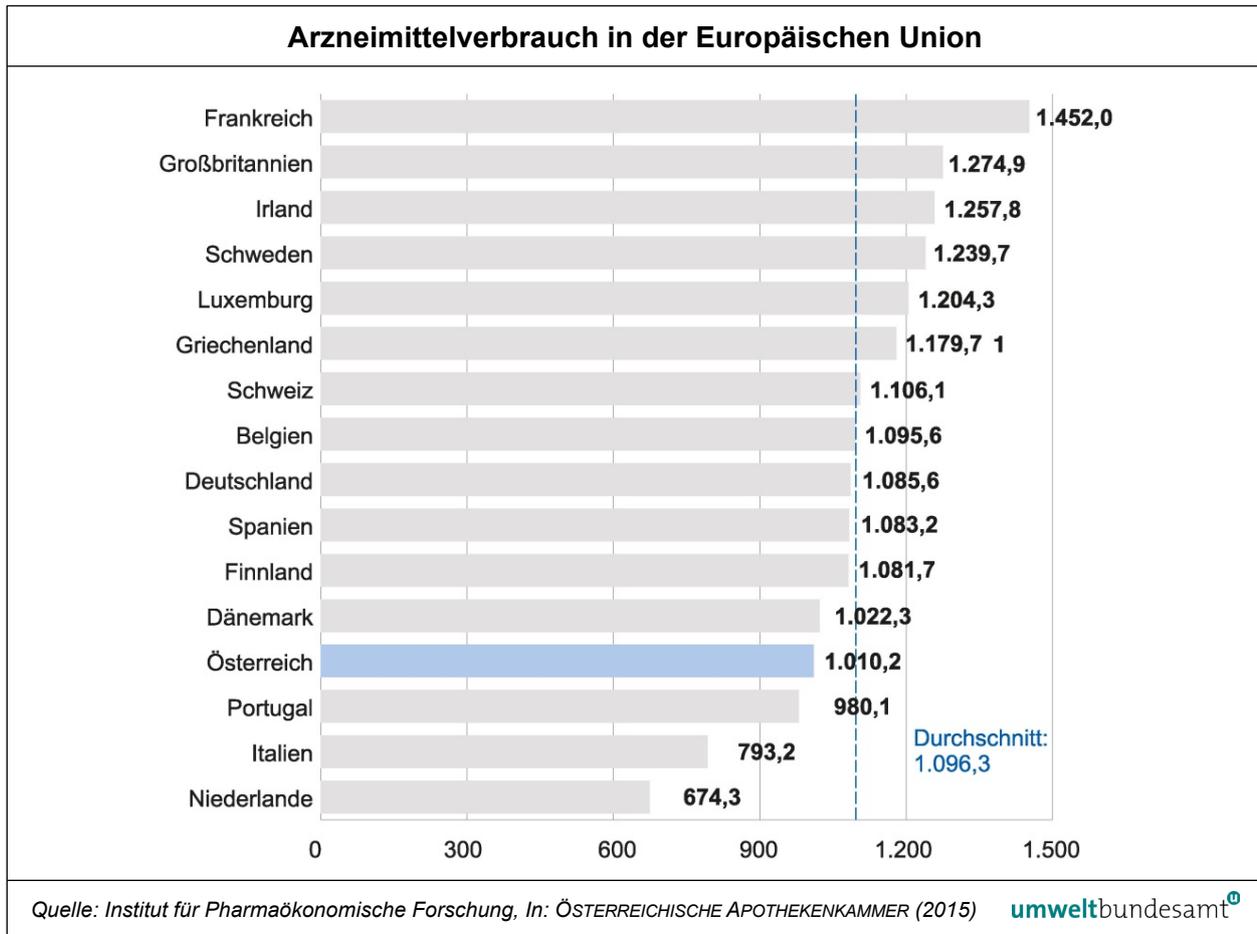


Abbildung 1: Arzneimittelverbrauch in der Europäischen Union: pro Person abgegebene Standard Units im Vergleich.

### 3.5    Arzneimittelrückstände in die Umwelt

**Arzneimittelrückstände**

Durch die tägliche Verwendung von großen Arzneimittelmengen, die nach der Einnahme entweder unverändert oder als Stoffwechselprodukte wieder ausgeschieden werden, gelangen Arzneimittelrückstände in die Umwelt, wo sie umgewandelt bzw. abgebaut werden. Diese haben zwar zumeist nur noch eine geringe bzw. keine arzneiliche Wirkung, können aber durchaus persistent und/oder mobil sein, und damit ein Problem darstellen (UBA 2014a).

Abbildung 2 zeigt eine schematische Übersicht über potenzielle Eintragungspfade von Arzneimitteln in die aquatische Umwelt.

Arzneimittel gelangen einerseits indirekt über Ausscheidungen ins Abwasser und damit in kommunale Kläranlagen, andererseits über direkte Entsorgung über die Kanalisation. In den Kläranlagen werden sie allerdings nur teilweise entfernt und können in weiterer Folge in Oberflächengewässer eingetragen werden. Mittels Abschwemmung und Versickerung, z. B. aus Böden, die mit kontaminierten Klärschlamm gedüngt wurden, können sie auch in das Grundwasser gelangen (UBA 2014a).

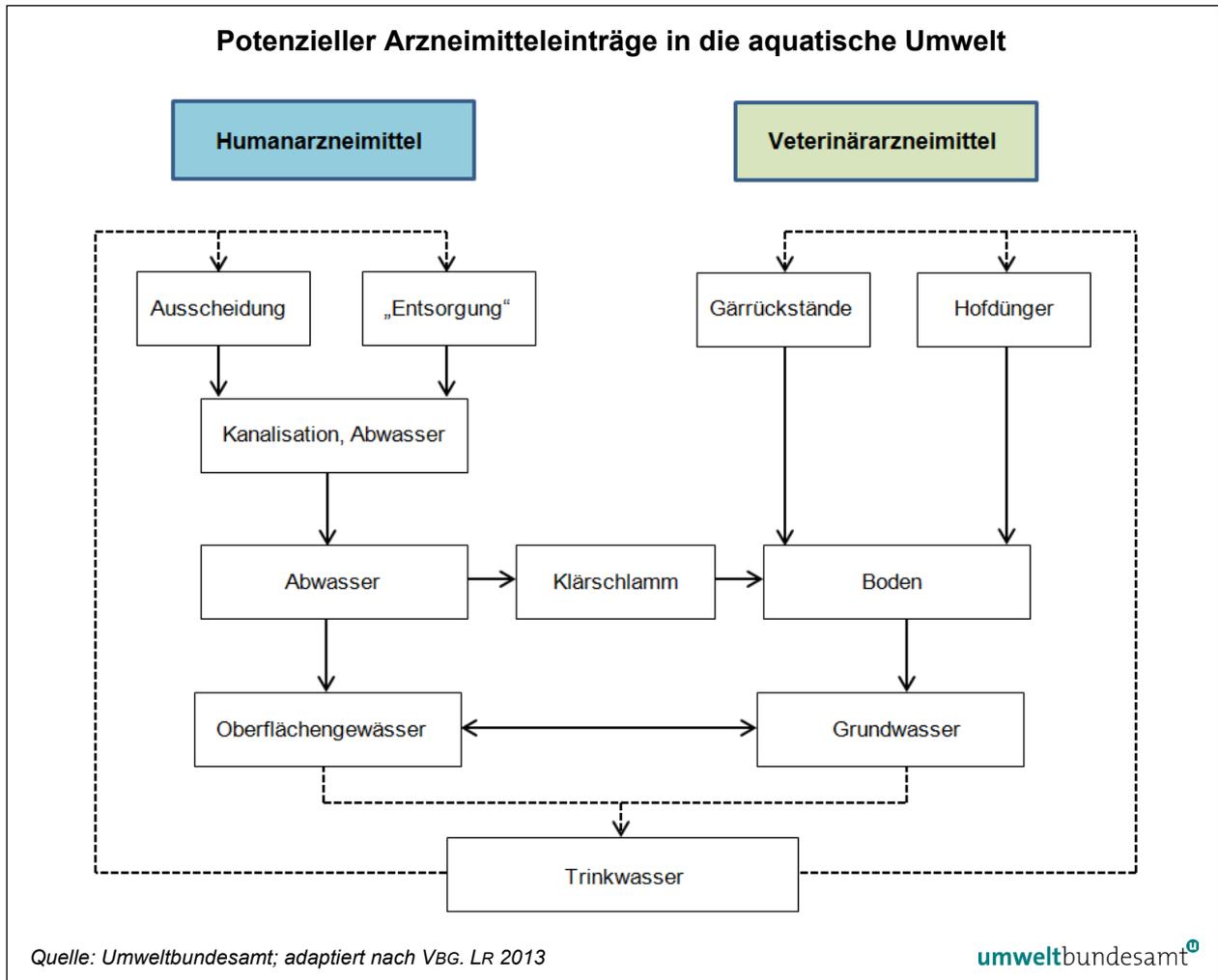


Abbildung 2: Schematische Darstellung potenzieller Arzneimitteleinträge in die aquatische Umwelt.

### 3.5.1 Verursacher von Arzneimitteleinträgen

Einträge von Arzneimittelrückständen in die Umwelt können auf unterschiedlichen Pfaden erfolgen.

Bei der Herstellung von Arzneimitteln durch die Arzneimittelindustrie kann es zu punktuellen Einträgen von Wirkstoffen in die Umwelt kommen. Für die Arzneimittelproduktion existieren diverse nationale und internationale Richtlinien sowie Überwachungsmaßnahmen<sup>7</sup> (UMWELTBUNDESAMT 1999). Außerdem müssen vor der Zulassung eines neuen Arzneimittels auch die möglichen Umweltwirkungen geprüft werden, wobei auf EU-Ebene abgestimmte Vorgaben für eine einheitliche Durchführung solcher Prüfungen existieren (für Humanarzneimittel seit 2006). Dennoch haben Untersuchungen gezeigt, dass bei der Arzneimittelherstellenden Industrie aktive Wirkstoffe über die industriellen Abwässer in angrenzende Oberflächengewässer gelangen und damit eine potenzielle Eintragsquelle darstellen können (LARSSON et al. 2007).

**Arzneimittelindustrie**

<sup>7</sup> Herstellung und Inverkehrbringung von Arzneimitteln sind im österreichischen Arzneimittelgesetz (BGBl. Nr. 185/1983) geregelt (siehe Arzneimittelgesetz).

**Krankenanstalten** Grundsätzlich haben Abwässer von Krankenanstalten ähnliche Beschaffenheit wie kommunale Abwässer und können demnach in kommunalen Kläranlagen behandelt werden. Einige Abwasserteilströme von Krankenanstalten, wie beispielsweise jene aus der Nuklearmedizin und aus Infektionsstationen, müssen allerdings vorbehandelt bzw. getrennt gesammelt werden. Da in Krankenanstalten auch bestimmte Stoffe, wie beispielsweise aus dem klinisch-chemischen Labor oder der Pathologie anfallen, müssen diese gesondert behandelt werden und dürfen nicht ins Abwasser gelangen (AEV MedB, DASCHNER et al. 2006).

**kommunale Kläranlagen** Nach der Einnahme von Arzneimitteln erfolgt die Ausscheidung aus dem Körper entweder in unveränderter oder verstoffwechselter Form. Die eingenommenen Arzneimittel bzw. deren Stoffwechselprodukte gelangen aus Haushalten, Krankenanstalten oder anderen Einrichtungen, wie beispielsweise Seniorenheimen, in das kommunale Abwasser und somit in die kommunalen Kläranlagen. Zusätzlich können nicht verwendete Arzneimittel durch unsachgemäße Entsorgung – beispielsweise durch Waschbeckenabflüsse und Toiletten – in die Kläranlagen gelangen. In konventionellen Kläranlagen können bestimmte Arzneimittelrückstände stoffspezifisch nicht vollständig bzw. lediglich in unterschiedlichem Ausmaß entfernt werden, wodurch sie in Oberflächengewässer wie Flüsse und Seen, aber auch ins Grundwasser gelangen können (UBA 2014b). Kommunale Abwässer gelten als Hauptquelle für Humanarzneimittelrückstände in der aquatischen Umwelt (LARSSON et al. 2007).

### 3.6 Umweltauswirkungen

**Risiken für die Umwelt** Für die Beurteilung des Risikos für die Umwelt müssen sowohl die Verbrauchsmengen als auch die spezifischen physikalisch-chemischen Eigenschaften (z. B. die Wasserlöslichkeit), die Umwandlung im Körper (Metabolismus), die Ausscheidung, das Umweltverhalten (Abbau, Verlagerung) und die Ökotoxizität berücksichtigt werden. Viele der Eigenschaften, die für die pharmazeutische Wirkung der Arzneimittelwirkstoffe wichtig sind, können auch umweltproblematisch sein, wie beispielsweise die hohe Stabilität oder die Wasserlöslichkeit (UBA 2014a).

**Nachweis** Arzneimittelwirkstoffe sind in verschiedenen Umweltmedien wie Böden und Gewässern nachweisbar. Besonders häufig erfolgt dieser Nachweis für Wirkstoffe der Indikationsgruppen jod-haltige Kontrastmittel, Lipidsenker, Beta-Blocker und synthetische Hormone sowie für die Arzneimittelwirkstoffe Carbamazepin (Antiepileptikum), Diclofenac (Analgetikum) und Sulfamethoxazol (Antibiotikum) (UBA 2014a).

**Beispiel Antibiotika** Als Beispiel für spezifische Risiken sind Rückstände von Antibiotika besonders relevant. Sie können in tierischen Lebensmitteln wie Fleisch und Eiern enthalten sein und schädigende Wirkungen in der Umwelt entfalten. Da ein großer Teil der verabreichten Antibiotika unverändert oder als Abbauprodukt(e) in die Umwelt gelangt, finden sie sich in diversen Umweltmedien wieder. Einige Antibiotikawirkstoffe können sich in Böden anreichern, werden in Gewässer ausgewaschen, können von Nutzpflanzen aufgenommen werden und so in die Nahrungskette gelangen. Zudem ist nachgewiesen, dass Antibiotikarückstände u. a. das Wachstum von Algen und Pflanzen hemmen. Ein weiteres Problem stellt auch die Resistenzbildung bestimmter Bakterienstämme dar (UBA 2014a).

Ebenfalls umweltproblematisch sind Arzneimittelwirkstoffe, die hormonähnliche (endokrine) Wirkungen aufweisen. Dazu zählen beispielsweise Wirkstoffe, die zur Empfängnisverhütung, zur Behandlung von Beschwerden in den Wechseljahren, zur Behandlung von hormonabhängigem Krebs sowie zur Therapie von Schilddrüsen- und Nervensystemerkrankungen eingesetzt werden. Auch in der Tierzucht erfolgt der Einsatz von Hormonpräparaten, die z. B. zur Steuerung der Brunst oder bei der künstlichen Besamung eingesetzt werden. Die Wirkungen der endokrin wirksamen Stoffe auf das Hormonsystem treten dabei schon in sehr geringen Mengen auf. Es kommt zur Abnahme der Fruchtbarkeit, zu Fortpflanzungsstörungen, zur Verweiblichung von männlichen Tieren, zur Wachstumshemmung bei Algen und Pflanzen oder zur Schädigung von Insekten. Kritische Bereiche, in welchen Arzneimittelrückstände in größeren Mengen in die Umwelt gelangen, sind vor allem Gewässer in der Nähe von Kläranlagenabläufen oder von intensiv genutzten landwirtschaftlichen (Weide-)Flächen. Betroffen sein kann eine Vielzahl von verschiedenen Organismen wie Fische, Schnecken, Pflanzen und Bakterien (UBA 2014a).

### ***Wirkungen auf das Hormonsystem***

Diverse Laborstudien, Freilanduntersuchungen bzw. direkt in der Umwelt nachgewiesene Effekte von Arzneimittelwirkstoffen beschreiben u. a. den Zusammenbruch von Geierpopulationen in Indien und die Schädigung der inneren Organe bei Forellen durch Diclofenac, die Hemmung der Fortpflanzung bei Fischen durch Ethinylestradiol, die Wachstumshemmung bei Fischen und die Störung der Vermehrung bei Flohkrebse durch Propanolol, die Keimhemmung bei Haferpflanzen durch Sulfamethoxazol oder Veränderungen in Bodenbakteriengemeinschaften durch Sulfadiazin, um nur einige Auswirkungen zu nennen (UBA 2014a).

### ***Beispiele für Umwelteffekte***

## 4 HUMANARZNEIMITTELVERBRAUCH IN ÖSTERREICH

In Österreich ist eine Vielzahl an verschiedenen Arzneimitteln auf dem Markt.

In Tabelle 1 sind die verbrauchsstärksten Arzneimitteluntergruppen im Jahr 2014 dargestellt.

*Tabelle 1:  
Arzneimittelwirkstoff-  
verbrauch über 20.000 kg  
nach pharmakologischen  
Untergruppen im  
Jahr 2014 (gesamt).  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)*

<b>Pharmakologische Untergruppen</b>	<b>Verbrauch [kg]</b>
Mittel gegen Obstipation	259.925
Andere Analgetika und Antipyretika	149.609
Antiseptika und Desinfektionsmittel	138.886
Kalziumpräparate	121.268
Biguanide (Antidiabetika)	97.195
Nichtsteroidale Antiphlogistika und Antirheumatika	94.256
Andere Dermatika	80.982
Andere Mineralstoffe	60.106
Hals- und Rachentherapeutika	53.089
Antiepileptika	45.102
DPP-IV inhibitative Antidiabetika	44.245
Kapillarstabilisierende Mittel	43.064
Diagnostika zur niedrig osmolaren Angio-Urographie	40.090
Expektoranzien, exkl. Kombinationen mit Antitussiva	38.376
Betalactam-Antibiotika, Penicilline	38.023
Hypnotika und Sedativa	32.495
Antazida	30.620
Darmreinigungsmittel	27.446
Thrombozytenaggregationshemmer	23.115
Topische Mittel gegen Gelenk- und Muskelschmerzen	22.937
Antidepressiva	22.138

*Anmerkung: ausgenommen Standardlösungen, Spüllösungen, Fettemulsionen und totale parenterale Ernährung sowie Elektrolytlösungen.*

In der vorliegenden Studie wurde eine Auswahl an insgesamt 24 Indikationsgruppen hinsichtlich des Arzneimittelverbrauchs in Österreich im Jahr 2014 untersucht. Tabelle 2 zeigt die entsprechenden Verbrauchsmengen. Die größte Gruppe umfasste dabei jene der Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika mit einem Verbrauch von insgesamt 244.854 kg im Jahr 2014.

Indikationsgruppe	Verbrauch [kg]
Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika	244.854
Antidiabetika	146.686
Psychopharmaka, Antiepileptika und Nootropika	109.579
Antibiotika zur systemischen Anwendung	68.479
Kontrastmittel	47.896
Antazida	47.174
Antitussiva und Expektoranzien	42.089
Antithrombotische Mittel, (Anti-)Fibrinolytika	25.549
Gichttherapeutika	12.354
Nitroverbindungen und Vasodilatoren	12.067
Lipidsenker	11.842
Beta-Blocker	7.491
Kalziumantagonisten	6.453
Antivirale Mittel zur systemischen Anwendung	6.292
ACE-Hemmer	4.989
Diuretika	4.695
Bronchodilatoren und $\beta_2$ -Sympathomimetika	2.896
Zytostatika und zytostatisch wirksame Hormone	1.700
Corticosteroide	1.192
Sexualhormone und Analoga	744
Antiparasitika, Anthelminthika und Antiprotoika	380
Schilddrüsenhormone	69
Andere Hormone	24
Hypophysen- und Hypothalamushormone	0,48

Anmerkung: Die in den Indikationsgruppen inkludierten Untergruppen sind in den jeweiligen Tabellen zum aktuellen Verbrauch in Kapitel 4 im Detail angeführt.

Der aktuelle Verbrauch an Arzneimittelwirkstoffen der innerhalb dieser Studie untersuchten Indikationsgruppen in Mengen über 5.000 kg ist in Tabelle 3 aufgelistet. Nicht enthalten sind hier die pflanzlichen Wirkstoffe. In den nachfolgenden Kapiteln werden die einzelnen Indikationsgruppen im Detail diskutiert.

Wirkstoff (Indikationsgruppe)	Verbrauch [kg]
Metformin (Antidiabetika)	141.588
Acetylsalicylsäure (Analgetika, Antithrombotika)	52.328
Paracetamol (Analgetika)	51.723
Mefaminsäure (Analgetika)	33.853
Ibuprofen (Analgetika)	33.438
Metamizol-Natrium (Analgetika)	32.777
Amoxicillin (Antibiotika)	22.879
Dexibuprofen (Analgetika)	16.978
Levetiracetam (Antiepileptika)	13.374
Naproxen (Analgetika)	12.952
Gabapentin (Antiepileptika)	12.330

Tabelle 2:  
Arzneimittelwirkstoff-  
verbrauch in Österreich  
nach untersuchten  
Indikationsgruppen  
im Jahr 2014.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

Tabelle 3:  
Arzneimittelwirkstoff-  
verbrauch in Österreich  
(> 5.000 kg) nach  
Wirkstoffen im Jahr 2014  
nach untersuchten  
Indikationsgruppen.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

Wirkstoff (Indikationsgruppe)	Verbrauch [kg]
Allopurinol (Gichttherapeutika)	12.295
Acetylcystein (Antitussiva)	11.865
Mesalazin (Corticosteroide)	11.313
Iodixanol (Kontrastmittel)	11.224
Iopromid (Kontrastmittel)	10.470
Valproinsäure (Antiepileptika)	8.080
Pantoprazol (Antazida)	6.933
Trazodon (Antiepileptika)	6.821
Iomeprol (Kontrastmittel)	5.778
Pentoxifyllin (Vasodilatoren)	5.766
Iohexol (Kontrastmittel)	5.679
Diclofenac (Analgetika)	5.597
Penicillin V (Antibiotika)	5.233

Anmerkung: nicht enthalten sind pflanzliche Wirkstoffe

## 4.1 Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika

### 4.1.1 Übersicht

**ATC-Klassifizierung** Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika sind nach ATC wie folgt klassifiziert (DIMDI 2015):

#### **(N) NERVENSYSTEM**

##### **(N02) Analgetika**

(N02A) Opiode

(N02B) Andere Analgetika und Antipyretika

(N02C) Migränemittel

#### **(M) MUSKEL- UND SKELETTSYSTEM**

##### **(M01) Antiphlogistika und Antirheumatika**

(M01A) Nichtsteroidale Antiphlogistika und Antirheumatika

(M01B) Antiphlogistika/Antirheumatika in Kombinationen

(M01C) Spezifische Antirheumatika

**Analgetika-Gruppen** Die Gruppe der Analgetika lässt sich in insgesamt drei Gruppen unterteilen: Opiode, Nicht opioid-Analgetika (Andere Analgetika und Antipyretika) und Migränemittel.

**Opiode** In der Schmerztherapie werden unter anderem die Opiode eingesetzt, die durch die Bindung an bestimmte Rezeptoren den Schmerz vermindern können. Sie leiten sich von Alkaloiden ab, die für medizinische Zwecke aus Opium (*Papaver somniferum*, Schlafmohn) extrahiert werden. Dazu gehören unter anderem Morphin, Codein und Tebain. Generell unterscheidet man zwischen

- Natürlichen **Opiaten** (aus Opium extrahierte Alkaloide und Derivate mit morphinartiger Wirkung und dessen Derivate) und
- synthetischen **Opioiden** (exogen zuführbare, halb- oder vollsynthetische Substanzen) (FREYE 1999).

Die Nichtopioid-Analgetika zählen zu den weltweit am häufigsten verordneten und eingenommenen Arzneimitteln und werden in erster Linie in der Schmerztherapie eingesetzt (BEUBLER 2010). Die wichtigsten Vertreter dieser Gruppe sind die Antipyretischen Analgetika, die sowohl analgetische (schmerzlindernde), als auch antipyretische (fiebersenkende) Wirkung haben. Ihre Wirkung erfolgt durch die Hemmung der Cyclooxygenase-(COX), welches ein Schlüsselenzym der Prostaglandinsynthese darstellt. Die antipyretischen Analgetika lassen sich in zwei Untergruppen unterteilen:

### ***Nichtopioid-Analgetika***

1. Nichtselektive COX-Hemmstoffe
  - a. Substanzen mit antiphlogistischer Wirkung  
(z. B. Acetylsalicylsäure, Diclofenac, Ibuprofen, Naproxen)
  - b. Substanzen ohne antiphlogistische Wirkung  
(z. B. Paracetamol, Metamizol)
2. Selektive COX-Hemmstoffe (Coxibe; z. B. Celecoxib, Parecoxib).

Beide genannten Untergruppen werden auch unter den Begriffen „Nichtsteroidale Antiphlogistika“ (NSAP) und „Nichtsteroidale Antirheumatika“ (NSAR) zusammengefasst. Die gängige internationale Bezeichnung hierfür ist „Non-steroidal anti-inflammatory drug“ (NSAID) (GRAEFE et al. 2011). Die chemischen Strukturen der Wirkstoffe sind einander sehr ähnlich: Es handelt sich um relativ gut fettlösliche schwache Säuren. Trotz dieser strukturellen Ähnlichkeit bestehen dennoch klinisch relevante Unterschiede in ihren pharmakokinetischen Eigenschaften (CONGAHAN 2012).

Bei Migränemitteln handelt es sich unter anderem um Serotoninantagonisten, die mit spezifischer Affinität an bestimmte Rezeptoren (5HT<sub>1B</sub>- und 5HT<sub>1D</sub>) binden, und zur Linderung von Migräneanfällen und sogenannten Cluster-Kopfschmerzen führen (LÜLLMANN et al. 2010).

### ***Migränemittel***

#### **4.1.2 Aktueller Verbrauch**

Die Auswertung der Verbrauchsdaten aus dem Jahr 2014 (IMS HEALTH 2015) enthält Nichtsteroidale Antirheumatika (in Reinform sowie in Kombinationen), Coxibs, Spezifische Antirheumatika, Narkotika, verschreibungspflichtige sowie nicht verschreibungspflichtige Nicht-Narkotika und Antipyretika und sämtliche Antimigränemittel.

### ***Verbrauchsdaten***

In Tabelle 4 sind die im Jahr 2014 verbrauchsstärksten Wirkstoffe der Gruppe der Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika aufgelistet.

Tabelle 4:  
 Analgetika,  
 Antiphlogistika und  
 Antirheumatika mit  
 Verbrauchsmengen über  
 1.000 kg im Jahr 2014.  
 (Quelle: IMS HEALTH 2015)

<b>Analgetika, Antiphlogistika, Antirheumatika</b>	<b>Verbrauch [kg]</b>
Paracetamol	51.723
Mefenaminsäure	33.853
Ibuprofen	33.438
Acetylsalicylsäure	33.006
Metamizol-Natrium	32.777
Dexibuprofen	16.976
Naproxen	12.952
Diclofenac	5.597
Tramadol	4.291
Koffein	3.119
Propyphenazon	1.786
Calciumcarbasalat	1.585
<i>Alle übrigen</i>	2.298
<b>Gesamt</b>	<b>244.854</b>

Anmerkung: in der Übersicht sind folgende Verbindungen nicht enthalten: Ascorbinsäure (Verbrauch 2014: 7.894 kg), Natrium (1.563 kg), Citratsäure (738 kg), Pyridoxin und Thiamin (jeweils 464 kg) sowie Weinsäure (329 kg). Aufgrund der Vollständigkeit sind diese Substanzen in der Gesamtverbrauchsangabe inkludiert.

Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (M1A) Nichtsteroidale Antirheumatika, (M1C) Spezifische Antirheumatika, (N2A) Narkotika, (N2B) Nicht-Narkotika und Antipyretika und (N2C) Antimigränemittel.

Der Wirkstoffverbrauch innerhalb der Gruppe der Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika umfasste dabei insgesamt 55 % Analgetika und insgesamt 45 % Antiphlogistika und Antirheumatika.

Unter Betrachtung der einzelnen Wirkstoffklassen umfassten bei den Analgetika die Anderen Analgetika und Antipyretika ca. 55 %, gefolgt von den Opioiden mit 45 % sowie den Migränemitteln mit 0,05 %. Innerhalb der Antiphlogistika und Antirheumatika entfiel der Hauptanteil mit > 99 % auf die Nichtsteroidalen Antiphlogistika und Antirheumatika aus. Nur einen sehr geringen Anteil von 0,05 % umfassten die Spezifischen Antirheumatika.

#### 4.1.3 Verbrauch im Zeitverlauf

##### **Verbrauch absolut**

Im Jahr 1997 lag der absolute Gesamtverbrauch an Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika bei 163.373 kg und damit um ca. 33 % niedriger als im Jahr 2014. Auch kam es zu einer leichten Veränderung bei den meistverbrauchten Wirkstoffen innerhalb dieser Gruppe: Während 1997 in Österreich Acetylsalicylsäure, Paracetamol und Mefenaminsäure zu den drei Wirkstoffen mit den größten Verbrauchsmengen zählten (UMWELTBUNDESAMT 1999), waren es im Jahr 2014 in erster Linie Paracetamol, Mefenaminsäure und Ibuprofen (IMS HEALTH 2015). Abbildung 3 zeigt die österreichischen Verbrauchsmengen der Jahre 1997 und 2014 für die fünf verbrauchsstärksten Wirkstoffe im Vergleich. Sowohl der Gesamtverbrauch als auch der Verbrauch an Paracetamol, Mefenaminsäure und Ibuprofen stieg bis 2014 wesentlich an. Im Gegenzug zeigt sich ein Rückgang der Verbrauchsmengen von Acetylsalicylsäure sowie Propyphenazon innerhalb des betrachteten Zeitraums.

Bezogen auf den Pro-Kopf-Verbrauch kam es bei den Analgetika und Antiphlogistika zwischen 1997 und 2014 zu einem Anstieg von 39 %, wobei der Verbrauch der Wirkstoffe Paracetamol, Mefenaminsäure und Ibuprofen um 37 %, 139 % bzw. 364 % zunahm.

**Verbrauch  
pro Kopf**

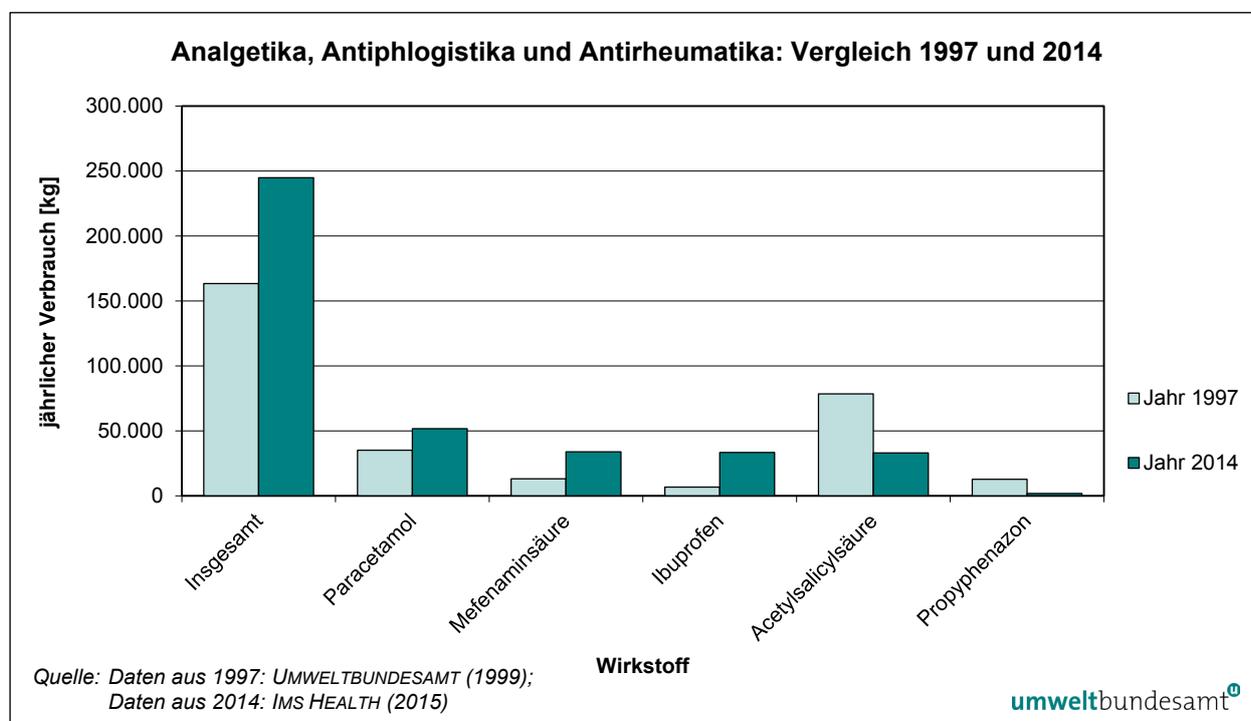


Abbildung 3: Vergleich der Verbrauchsmengen der 2014 verbrauchsstärksten Wirkstoffe innerhalb der Gruppe der Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika in den Jahren 1997 und 2014.

#### 4.1.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe

Der Wirkstoff Paracetamol umfasste im Jahr 2014 insgesamt 22 %<sup>8</sup> des Gesamtverbrauchs innerhalb der Gruppe der Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika. Paracetamol ist ein Analgetikum und wird zur symptomatischen Behandlung von Schmerzen und/oder Fieber eingesetzt. Die Aufnahme in den Körper erfolgt nach oraler Gabe sehr rasch. Paracetamol wird in der Leber verstoffwechselt und bildet Glucuronsäure- und Schwefelsäure-Konjugate. Die Ausscheidung erfolgt hauptsächlich konjugiert über den Harn. Nur bis zu 5 % des verabreichten Wirkstoffes werden in unveränderter Form ausgeschieden (DACON 2016).

**Paracetamol**

Mefenaminsäure ist ein Nichtsteroidales Antiphlogistikum und Antirheumatikum und ist u. a. unter dem Handelsnamen Parkemed im Verkehr. Neben der schmerzstillenden Wirkung besitzt Mefenaminsäure auch ausgeprägte entzündungshemmende sowie fiebersenkende Wirkung. Nach oraler Gabe erfolgt die rasche Resorption aus dem Magen-Darm-Trakt sowie in weiterer Folge die Metabolisierung

**Mefenaminsäure**

<sup>8</sup> Ausgehend von der Summe (233.402 kg) der verbrauchten Wirkstoffe innerhalb der betrachteten Gruppe exklusive der Verbrauchsmengen von Ascorbinsäure, Natrium, Citratsäure, Pyridoxin, Thiamin und Weinsäure.

in der Leber. Die Ausscheidung von Mefenaminsäure erfolgt entweder in unveränderter Form oder in Form seiner Metaboliten hauptsächlich über den Harn (DACON 2016).

**Ibuprofen und  
Dexibuprofen**

Ibuprofen ist ein Propionsäure-Derivat und ein Nichtsteroidales Antiphlogistikum und Antirheumatikum. Dexibuprofen ist das pharmakologisch aktive Enantiomer von Ibuprofen. Beide Wirkstoffe haben schmerzstillende, entzündungshemmende und fiebersenkende Wirkung. Nach der oralen Aufnahme erfolgen die nahezu vollständige Resorption aus dem Magen-Darm-Trakt und die Bindung an Plasmaproteine. Ibuprofen und Dexibuprofen werden in der Leber konjugiert und zu Metaboliten abgebaut. Die Ausscheidung erfolgt Großteils über den Harn in Form inaktiver Metaboliten (DACON 2016).

**Acetylsalicylsäure**

Die zu den acidischen Nichtsteroidalen Antiphlogistika zählende Acetylsalicylsäure ist hauptsächlich unter dem Handelsnamen Aspirin bekannt und wird zur Behandlung von Schmerzen und/oder Fieber eingesetzt. Nach der Aufnahme in den Körper erfolgt die Umwandlung von Acetylsalicylsäure zu seinem aktiven Hauptmetaboliten Salicylsäure. In der Leber wird Salicylsäure zu den Metaboliten Salicylursäure, Salicylphenolglucuronid, Salicylacylglucuronid, Gentisinsäure und Gentisursäure verstoffwechselt. Die Ausscheidung von Salicylsäure und ihrer Metaboliten erfolgt hauptsächlich über den Harn (DACON 2016).

#### 4.1.5 Weitere ausgewählte Wirkstoffe

**Naproxen**

Naproxen zählt zu der Gruppe der Nichtsteroidalen Antiphlogistika und Antirheumatika und wird u. a. bei entzündlichen und degenerativen rheumatischen Erkrankungen, Schmerzen bei Gichtanfällen oder Schmerzen und Schwellungen wie beispielsweise nach Prellungen, Verstauchungen oder Zahnextraktionen verordnet. Nach oraler Aufnahme erfolgt die vollständige Resorption aus dem Dünndarm. 99 % des Wirkstoffes kommen in weiterer Folge im Blut an Proteine gebunden vor. Naproxen wird in der Leber metabolisiert und über den Harn zu ca. 30 % unverändert sowie zu ca. 60 % in konjugierter Form ausgeschieden (DACON 2016).

**Diclofenac**

Als Nichtsteroidales Antiphlogistikum und Antirheumatikum wird Diclofenac zur Behandlung von diversen akuten Schmerzzuständen wie beispielweise bei postoperativen Entzündungen, Gichtanfällen, Wirbelsäulensyndromen oder schweren Entzündungen von Hals, Nase und Ohren verwendet. Nach der Verabreichung wird Diclofenac schnell resorbiert und im Blutplasma an Proteine gebunden. In der Leber erfolgt die Metabolisierung zu mehreren phenolischen Metaboliten, die in weiterer Folge konjugiert werden. Die Ausscheidung erfolgt zu ca. 60 % über den Harn, während nur ein geringer Anteil über Galle und Fäzes eliminiert werden. Die Ausscheidung erfolgt in erster Linie in Form der gebildeten Metaboliten; weniger als 1 % verlässt unverändert den Körper (DACON 2016).

#### 4.1.6 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

Im Folgenden werden verschiedene Wirkstoffe der Gruppe der Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika hinsichtlich ihres Vorkommens in diversen österreichischen Umweltmedien diskutiert. Die Daten entstammen unterschiedlichen in Österreich durchgeführten Studien und sind in Tabelle 25 (Anhang B) angeführt.

Eine in der Steiermark im Jahr 2002 durchgeführte Untersuchung des Analgetikums **Phenazon** zeigte keine nachweisbaren Konzentrationen dieses Wirkstoffes in den untersuchten Grundwasserproben (STMK. LR 2003).

##### **Grundwasser**

Eine im Jahr 2010 durchgeführte Untersuchung von Abwässern in Kläranlagenabläufen zeigte, dass in allen untersuchten Proben die Analgetika **Buprenorphin**, **Fentanyl** und **Pizotifen** zumindest in Spuren nachweisbar waren. Die höchsten nachgewiesenen Konzentrationen umfassten den Wirkstoff **Codein**, der in Mengen zwischen 5,0 und 25 ng/l (13 ng/l im Durchschnitt) detektiert werden konnte (EC 2012). Innerhalb der Gruppe der Antiphlogistika und Antirheumatika konnten in diversen Abwasserproben verhältnismäßig sehr hohe Wirkstoffkonzentrationen gefunden werden. Besonders **Diclofenac** und **Ibuprofen** waren in Konzentrationen zwischen 904 ng/l und 3.300 ng/l (Ibuprofen) als analysierte Minimal- bzw. Maximalwerte in Kläranlagenzuläufen nachzuweisen (CLARA et al. 2005a, STMK. LR 2011). Auch im Falle einer im Jahr 2010 durchgeführten Untersuchung von steiermärkischen Abwasserproben von Kläranlagenabläufen zeigten sich im Falle des Diclofenac hohe Belastungen mit bis zu 2.300 ng/l (1.833 ng/l im Durchschnitt) (STMK. LR 2011). Ibuprofen war dagegen in den Abläufen nur noch in wesentlich geringeren Mengen bzw. in Spuren nachweisbar (STMK. LR 2011; VBG. LR 2013; EC 2012). Eine weitere Untersuchung von insgesamt fünf österreichischen Kläranlagen in den Jahren 2001–2003 zeigte hohe Diclofenac- und Ibuprofenrückstände: Diclofenac konnte in den Zuläufen in Konzentrationen bis zu 4.114 ng/l (durchschnittlich 2.589 ng/l) und Ibuprofen in Konzentrationen bis zu 3.675 ng/l (durchschnittlich 2.404 ng/l) nachgewiesen werden. In den entsprechenden Kläranlagenabläufen waren die Belastungen mit bis zu 3.464 ng Diclofenac/l (durchschnittlich 1.752 ng/l) sowie mit bis zu 2.400 ng/l Ibuprofen (durchschnittlich 317 ng/l) ebenfalls hoch (CLARA et al. 2005a). Der Nachweis weiterer Antiphlogistika und Antirheumatika in Kläranlagenabläufen in einer im Jahr 2010 durchgeführten Untersuchung zeigte **Ketoprofen**rückstände zwischen n. n. (nicht nachweisbar) und 179 ng/l (54 ng/l im Durchschnitt) sowie **Naproxen**rückstände zwischen n. n. und 32 ng/l (9,6 ng/l im Durchschnitt) (EC 2012).

##### **Abwasser**

Im Jahr 2002 wurde der Wirkstoff **Phenazon** in einer Fließgewässerprobe untersucht und nicht nachgewiesen (STMK. LR 2003). 2010 erfolgte eine weitere Untersuchung von Fließgewässerproben, wobei der Wirkstoff **Diclofenac** in Konzentrationen zwischen 20 und 35 ng/l (durchschnittlich 26 ng/l) detektiert werden konnte. Ein Nachweis von **Ibuprofen** erfolgte in dieser Untersuchung nicht (STMK. LR 2011). In den Jahren 2012 und 2013 wurden in Vorarlberg insgesamt 12 Fließgewässerproben untersucht. Diclofenac wurde in Konzentrationen bis zu 200 ng/l (durchschnittlich 103 ng/l) und Ibuprofen in Konzentrationen bis zu 27 ng/l (durchschnittlich 12 ng/l) nachgewiesen (VBG. LR 2014). Eine Untersuchung von Fließgewässerproben in den österreichischen Flüssen Mur, Donau, Drau, Enns und Traun zeigte positive Nachweise von Diclofenac mit einer durchschnittlichen Belastung von 4,8 ng/l sowie von Ibuprofen mit einer durchschnittlichen Belastung von 14 ng/l. **Ketoprofen** konnte in diesen Proben nicht gefunden werden (EC JRC 2008).

##### **Fließgewässer**

**Klärschlamm** **Diclofenac** konnte in Klärschlammproben zweier im Jahr 2010 durchgeführter Untersuchungen in Vorarlberg bzw. in der Steiermark in durchschnittlichen Konzentrationen von 150 µg/kg Trockenmasse (TM) bzw. 320 µg/kg TM gefunden werden. Der Nachweis von **Ibuprofen** erfolgte in beiden Untersuchungen in durchschnittlichen Mengen von 38 µg/kg TM (STMK. LR 2011, VBG. LR 2013).

**Boden** Im Jahr 2010 wurden Böden, die mit Klärschlammkompost behandelt wurden, auf die Wirkstoffe Diclofenac und Ibuprofen untersucht. Beide Wirkstoffe konnten in den Proben nicht nachgewiesen werden (VBG. LR 2013).

#### 4.1.7 Weitere wichtige Antiphlogistika

Neben den Antiphlogistika, die dem Organsystem Muskel und Skelett zugeordnet werden können, existiert eine Reihe weiterer Wirkstoffe mit antiphlogistischer Wirkung. Besonders hervorzuheben sind hierbei Mesalazin und Sulfasalazin, die im Folgenden näher diskutiert werden.

**ATC-Klassifizierung** Die genannten Wirkstoffe sind nach ATC-Klassifizierung wie folgt eingeteilt (DIMDI 2015):

##### **(A) ALIMENTÄRES SYSTEM**

##### **(A07) Antidiarrhoika und Intestinale Antiphlogistika/Antiinfektiva**

(A07E) Intestinale Antiphlogistika

(A07EC) *Aminosalicylsäure und ähnliche Mittel*

**Verbrauchsdaten** Im Jahr 2014 lag der Verbrauch an Mesalazin bei 11.313 kg sowie an Sulfasalazin bei 1.785 kg (IMS HEALTH 2015).

**Mesalazin** Mesalazin (auch 5-Aminosalicylsäure, 5-ASA) ist ein antiinflammatorisches Darmtherapeutikum und wird zur Akutbehandlung von Colitis ulcerosa und Morbus Crohn eingesetzt. Nach der Aufnahme wird Mesalazin in der Darmschleimhaut sowie in der Leber nahezu vollständig zum inaktiven Metaboliten N-Acetyl-5-aminosalicylsäure abgebaut. Der Hauptanteil (60 %) des aufgenommenen Mesalazins wird in Form seines Metaboliten über den Harn wieder ausgeschieden (DACON 2016).

**Sulfasalazin** Sulfasalazin wird bei verschiedenen chronisch entzündlichen Darmerkrankungen (wie beispielsweise Colitis ulcerosa oder Morbus Crohn) sowie u. a. auch bei rheumatoider Arthritis verordnet. Insgesamt werden 20 % des oral verabreichten Wirkstoffes resorbiert. Der größte Anteil wird im Dickdarm in Sulfapyridin und 5-Aminosalizylsäure gespalten, die dann vom Körper aufgenommen werden können. Der resorbierte Anteil wird über den Harn, der überwiegende Anteil des nicht resorbierten Wirkstoffes über Fäzes ausgeschieden (DACON 2016).

## 4.2 Antibiotika zur systemischen Anwendung

### 4.2.1 Übersicht

Nach ATC-Klassifizierung ist die Gruppe der Antibiotika zur systemischen Anwendung wie folgt eingeteilt (DIMDI 2015):

#### **ATC-Klassifizierung**

#### **(J) ANTIINFEKTIVA ZUR SYSTEMISCHEN ANWENDUNG**

##### **(J01) Antibiotika zur systemischen Anwendung**

(J01A) Tetracycline

(J01B) Amphenicole

(J01C) Betalactam-Antibiotika, Penicilline

(J01D) Andere Beta-Lactam-Antibiotika

(J01E) Sulfonamide und Trimethoprim

(J01F) Makrolide, Lincosamine und Streptogramine

(J01G) Aminoglykosid-Antibiotika

(J01M) Chinolone

(J01R) Kombinationen von Antibiotika

(J01X) Andere Antibiotika

Je nach Herkunft unterscheidet man bei den antibakteriellen Wirkstoffen zwischen den Antibiotika und den antibakteriell wirkenden Chemotherapeutika. Davon grenzen sich häufig noch die antimykobakteriellen Wirkstoffe (Antituberkulotika) ab (GRAEFE et al. 2011).

#### **Einteilung**

Die **Antibiotika** lassen sich in die Gruppe der  $\beta$ -Lactam-Antibiotika und eine Reihe weiterer Antibiotika unterteilen. Während die  $\beta$ -Lactam-Antibiotika durch einen  $\beta$ -Lactam-Ring als gemeinsames Strukturmerkmal gekennzeichnet sind, ist der strukturelle Aufbau der weiteren Antibiotika unterschiedlich (GRAEFE et al. 2011).

Bei den  $\beta$ -Lactam-Antibiotika werden insgesamt fünf verschiedene Wirkstoffgruppen unterschieden: Penicilline, Cefalosporine, Carbapeneme, Monolactame und  $\beta$ -Lactamase-Hemmstoffe (Oxalaxtame) (GRAEFE et al. 2011).

#### **$\beta$ -Lactame**

Die Gruppe der Anderen Antibiotika umfasst u. a. die Aminoglykoside, die Sulfonamide, Fosmycin, die Glykopeptide, die Lincosamide, die Makrolide und Ketolide, die Tetracycline und Daptimycin (GRAEFE et al. 2011).

#### **andere Antibiotika**

Antibiotika wirken gegen Mikroorganismen durch den Eingriff in deren Stoffwechsel. Dabei wird zwischen bakterizider (abtötender) und bakteriostatischer (hemmender) Wirkung unterschieden:

#### **Wirkungsmechanismen**

- Hemmung der bakteriellen Zellwandsynthese (z. B.  $\beta$ -Lactame)
- Hemmung der bakteriellen Proteinsynthese (z. B. Aminoglykoside, Lincosamide, Tetracycline, Makrolide und Ketolide)
- Hemmung der Nucleinsäuresynthese (z. B. Sulfonamide)
- Beeinflussung der Permeabilität der Zytoplasmamembran (Polypeptid-Antibiotika) (GRAEFE et al. 2011, UMWELTBUNDESAMT 1999).

## 4.2.2 Aktueller Verbrauch

### Verbrauchsdaten

Die nach IMS HEALTH (2015) ausgewerteten Verbrauchsdaten aus dem Jahr 2014 enthalten die Gruppen Tetracycline und Tetracyclinkombinationen, Penicilline, Cephalosporine, Monobactame, Peneme und Carbapeneme, Trimethoprim und Sulfonamide, Macrolide, Aminoglykoside, Fluoroquinolone, Glykopeptide, Polymyxine und andere antibakterielle Wirkstoffe.

In Tabelle 5 sind die Antibiotikawirkstoffe in Verbrauchsmengen von mehr als 1.000 kg im Jahr 2014 angeführt. Tabelle 6 zeigt eine Übersicht über die drei verbrauchsstärksten Wirkstoffe je Wirkstoffgruppe.

Tabelle 5:  
Antibiotika mit  
Verbrauchsmengen über  
1.000 kg im Jahr 2014.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

Antibiotika	Gruppe	Verbrauch [kg]
Amoxicillin	Beta-Lactame	22.879
Penicillin V	Beta-Lactame	5.233
Piperacillin	Beta-Lactame	4.395
Ampicillin	Beta-Lactame	4.279
Clindamycin	Lincosamide	3.757
Ciprofloxacin	Chinolone	3.075
Clavulansäure	Beta-Lactame	3.019
Clarithromycin	Makrolide	2.473
Cefalexin	Andere Betalactam-Antibiotika	2.208
Sulbactam	Beta-Lactame	2.122
Cefuroxim	Andere Betalactam-Antibiotika	1.398
Cefuroxim-Axetil	Andere Betalactam-Antibiotika	1.355
<i>Alle übrigen</i>		12.285
<b>Gesamt</b>		<b>68.479</b>

Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (J1A) Tetracycline und Kombinationen, (J1B) Chloramphenicol und Kombinationen, (J1C) Breitband-Penicilline, (J1D) Cephalosporine, (J1E) Trimethoprim und ähnliche Formulierungen, (J1F) Makrolide und ähnliche Typen, (J1G) Fluoroquinolone, (J1H) „Medium and narrow spectrum“-Penicilline, (J1K) Aminoglykoside, (J1P) Andere Betalactam-Antibiotika, ausgenommen Penicilline, Cephalosporine und (J1X) Andere Antibiotika.

Tabelle 6:  
Verbrauchsmengen der  
Top 3 der Antibiotika  
nach Wirkstoffgruppen  
im Jahr 2014.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

Wirkstoffgruppe bzw. Wirkstoff	Verbrauch [kg]
<b>Beta-Lactame</b>	
Amoxicillin	22.879
Penicillin V	5.233
Piperacillin	4.395
<b>Andere Betalactam-Antibiotika</b>	
Cefalexin	2.208
Cefuroxim	1.398
Cefaclor	863
<b>Chinolone</b>	
Ciprofloxacin	3.075
Moxifloxacin	437
Levofloxacin	419

Wirkstoffgruppe bzw. Wirkstoff	Verbrauch [kg]
<b>Sulfonamide und Trimethoprim</b>	
Trimethoprim	553
Sulfametrol	529
Sulfamethoxazol	247
<b>Aminoglykosid-Antibiotika</b>	
Gentamicin	17
Tobramycin	13
Amikacin	8
<b>Lincosamide</b>	
Clindamycin	3.757
<b>Makrolide</b>	
Clarithromycin	2.473
Josamycin	953
Azithromycin	692
<b>Tetracycline</b>	
Doxycyclin	369
Tigecyclin	2
<b>Andere Antibiotika</b>	
Fosfomycin	670
Fusidinsäure	175
Linezolid	133

Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (J1A) Tetracycline und Kombinationen, (J1B) Chloramphenicol und Kombinationen, (J1C) Breitband-Penicilline, (J1D) Cephalosporine, (J1E) Trimethoprim und ähnliche Formulierungen, (J1F) Makrolide und ähnliche Typen, (J1G) Fluoroquinolone, (J1H) „Medium and narrow spectrum“-Penicilline, (J1K) Aminoglycoside, (J1P) Andere Betalactam-Antibiotika, ausgenommen Penicilline, Cephalosporine und (J1X) Andere Antibiotika.

Die größte Wirkstoffgruppe der im Jahr 2014 verbrauchten Antibiotika umfasste mit 65 % die Gruppe der Beta-Lactame (siehe Tabelle 7, Abbildung 4), wobei der Hauptanteil auf die Wirkstoffe Amoxicillin (Verbrauch: 22.879 kg) Penicillin V (5.233 kg), Piperacillin (4.395 kg), Ampicillin (4.279 kg) und Clavulansäure (3.019 kg) entfiel. Die Wirkstoffgruppe der anderen Betalactam-Antibiotika als zweitgrößte Gruppe innerhalb der Antibiotika umfasste 13 %. Die Verteilung ist grafisch in Abbildung 4 dargestellt.

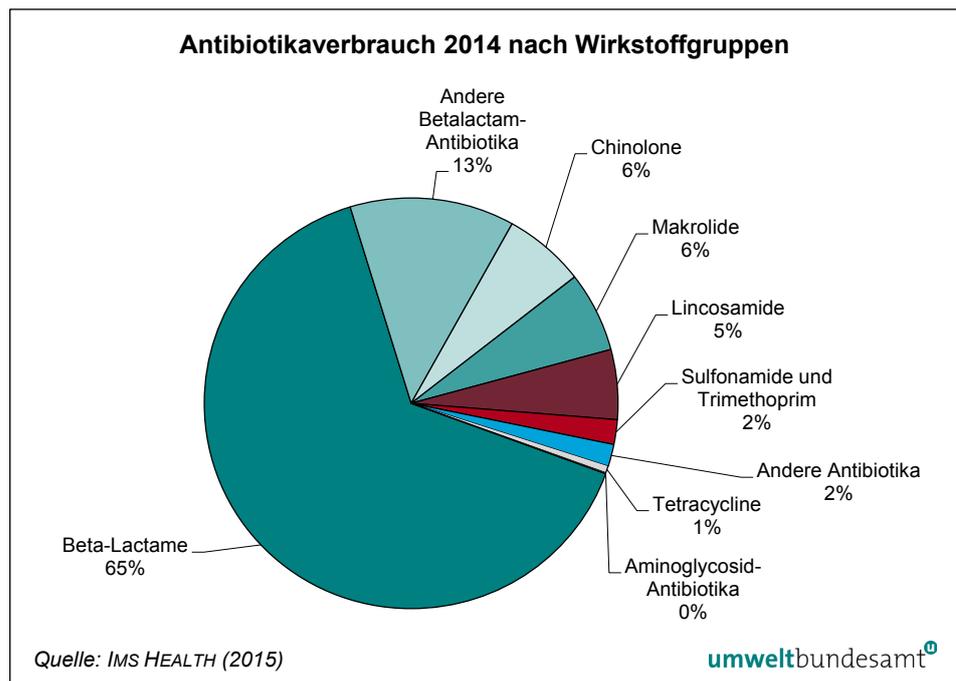
Wirkstoff	Menge	Anteil (%)
Beta-Lactame	44.247	65
Andere Betalactam-Antibiotika	8.796	13
Chinolone	4.353	6,4
Makrolide	4.319	6,3
Lincosamide	3.757	5,5
Sulfonamide und Trimethoprim	1.329	1,9
Andere Antibiotika	1.189	1,7

Tabelle 7:  
Verteilung des  
Antibiotikaverbrauchs  
im Jahr 2014 nach  
Wirkstoffgruppen.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

Wirkstoff	Menge	Anteil (%)
Tetracycline	371	0,54
Aminoglycosid-Antibiotika	38	0,06

Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (J1A) Tetracycline und Kombinationen, (J1B) Chloramphenicol und Kombinationen, (J1C) Breitband-Penicilline, (J1D) Cephalosporine, (J1E) Trimethoprim und ähnliche Formulierungen, (J1F) Makrolide und ähnliche Typen, (J1G) Fluoroquinolone, (J1H) „Medium and narrow spectrum“-Penicilline, (J1K) Aminoglycoside, (J1P) Andere Betalactam-Antibiotika, ausgenommen Penicilline, Cephalosporine und (J1X) Andere Antibiotika.

Abbildung 4:  
Antibiotikaverbrauch  
im Jahr 2014 nach  
Wirkstoffgruppen.



#### 4.2.3 Verbrauch im Zeitverlauf

##### Verbrauch absolut

Der Gesamtverbrauch an systemischen Antibiotika lag im Jahr 1997 bei 49.264 kg (UMWELTBUNDESAMT 1999). Damit stieg innerhalb der betrachteten Zeitperiode bis 2014 der Verbrauch in Österreich um 39 % auf 68.479 kg an. Auch im Jahr 1997 umfasste die Wirkstoffgruppe der Beta-Lactame die anteilmäßig größte Gruppe der Antibiotika. Die fünf verbrauchsstärksten Wirkstoffe dieser Gruppe umfassten dabei Amoxicillin mit 11.558 kg, Penicillin V mit 9.071 kg, Cefalexin mit 1.963 kg, Clavulansäure mit 1.715 kg und Penicillin G mit 872 kg (UMWELTBUNDESAMT 1999). Auch im Jahr 2014 entfiel auf Amoxicillin und Penicillin V der größte Verbrauch innerhalb dieser Wirkstoffgruppe (siehe Tabelle 5; IMS HEALTH 2015). In Abbildung 5 werden die Verbrauchsmengen der fünf im Jahr 2014 am häufigsten eingesetzten Antibiotikawirkstoffe im Vergleich mit den entsprechenden Verbrauchsmengen aus dem Jahr 1997 dargestellt.

##### Verbrauch pro Kopf

Der Antibiotikaverbrauch pro Kopf stieg zwischen 1997 und 2014 um insgesamt 29 %; bezogen auf den verbrauchsstärksten Antibiotikawirkstoff Amoxicillin betrug der Anstieg 84 %.

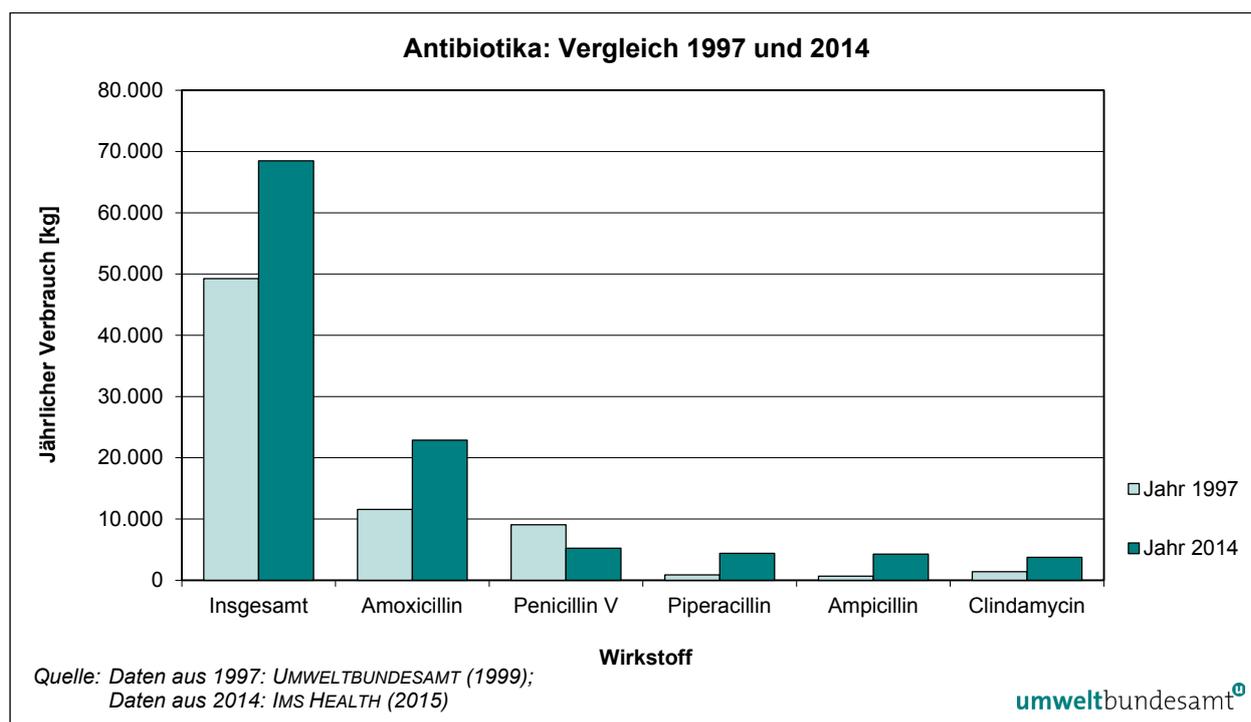


Abbildung 5: Vergleich der Verbrauchsmengen der 2014 verbrauchsstärksten Wirkstoffe innerhalb der Gruppe der Antibiotika in den Jahren 1997 und 2014.

Eine jährliche Auswertung der Antibiotikaverschreibungen pro 10.000 Einwohnerinnen/Einwohnern in Österreich im Zeitraum 1998–2014, die durch das Bundesministerium für Gesundheit durchgeführt wurde, zeigte eine leicht fallende Tendenz. Die Veränderung in den Verordnungsmengen war dabei je nach Wirkstoffgruppe unterschiedlich. Die Verordnungen an Penicillinen (vorwiegend Aminopenicilline) nahm bis zum Jahr 2013 kontinuierlich zu und sank im Jahr 2014 wieder stark ab. Innerhalb der Gruppe der Cephalosporine blieb die Verordnungsmenge hingegen bis 2009 relativ konstant und sank danach wieder ab. Auch bei Tetracyclin sank die Anzahl der Verschreibungen innerhalb der vergangenen Jahre kontinuierlich. Verordnungen von Wirkstoffen der Gruppe der Makrolide, Lincosamide und Streptogramine nahmen seit 2013 merklich ab, wobei dieser Rückgang in erster Linie auf Makrolidwirkstoffe zurückzuführen war. Zwischen 1998 und 2006 kam es zu einer kontinuierlichen Absenkung der Anzahl der Verordnungen an Wirkstoffen der Gruppe der Sulfonamide und Trimethprim. Bis 2013 blieb die Verordnungsmenge aber stabil. Die Anzahl der Verschreibungen von Chinolonen stieg zwischen 1998 und 2004 deutlich an und blieb darauffolgend bis 2014 stabil (BMG 2014).

#### Verbrauch nach Verordnungen 1998 bis 2014

#### 4.2.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe

##### Beta-Lactame

Die Gruppe der Beta-Lactame umfasste 2014 mit einem Anteil von 65 % die größte Wirkstoffgruppe innerhalb der Antibiotika. Zu den verbrauchsstärksten Wirkstoffen zählten dabei Amoxicillin, Penicillin V, Piperacillin, Ampicillin und Clavulansäure. Substanzen dieser Wirkstoffgruppe haben eine bakterizide Wirkung, basierend auf der Hemmung der Zellwandsynthese von Bakterien, und werden

##### Amoxicillin

bei diversen bakteriellen Infektionen, wie beispielsweise der Atem- oder Harnwege, verabreicht. Das in Österreich verbrauchsmäßig bedeutendste Beta-Lactam Amoxicillin ist ein Aminopenicillin mit breitem Wirkungsspektrum. In Abhängigkeit von der verabreichten Dosis liegt die Aufnahme über den Magen-Darm-Trakt bei 75–90 %. Der Großteil des aufgenommenen Amoxicillins wird vom Menschen innerhalb von sechs Stunden unverändert in aktiver Form über den Harn ausgeschieden. Ein geringer Anteil wird zu der inaktiven Penicillinsäure abgebaut (DACON 2016).

### **Andere Betalactam-Antibiotika**

**Cefalexin** Mit insgesamt 13 % Anteil am gesamten Antibiotikaverbrauch in Österreich im Jahr 2014 zählen die Anderen Betalactam-Antibiotika zu der zweigrößten Wirkstoffgruppe. Zu den Untergruppen zählen die Cephalosporine, die Monobactame, die Carbapeneme sowie die anderen Cephalosporine und Peneme. Die verbrauchsstärksten Wirkstoffe umfassen Cefalexin, Cefuroxim und Cefuroxim-Axetil.

Cephalosporine wie beispielsweise Cefalexin wirken gegen Infektionen, die durch Cephalosporin-empfindliche Keime hervorgerufen werden und finden ihren Einsatz unter anderem bei Infektionen der Harnwege, Geschlechtswege oder der Haut. Nach oraler Verabreichung wird Cefalexin schnell und nahezu vollständig über den Magen-Darm-Trakt aufgenommen und zum Großteil (80 %) als aktive Substanz über den Harn wieder ausgeschieden (DACON 2016).

### **Chinolone**

**Ciprofloxacin** Ungefähr 6 % des gesamten Antibiotikaverbrauchs in Österreich umfasste 2014 die Gruppe der Chinolone mit dem verbrauchsstärksten Wirkstoff Ciprofloxacin. Chinolone sind Abkömmlinge der Chinoloncarbonsäure und hemmen die bakterielle DNA-Synthese über die sogenannte DNA-Gyrase (Topoisomerase II) und über die Topoisomerase IV, die als Enzyme für die bakterielle DNA-Replikation, Transkription, Rekombination und Reparatur benötigt werden. Die Anwendung erfolgt bei verschiedenen Infektionserkrankungen wie z. B. der Atemwege, Harnwege, Haut oder Weichteilgewebe. Ciprofloxacin wird nach oraler Gabe rasch absorbiert und in den Körper aufgenommen. In geringen Konzentrationen erfolgt die Bildung von insgesamt vier bekannten Metaboliten: Desethylenciprofloxacin, Sulfociprofloxacin, Oxociprofloxacin und Formylciprofloxacin. Diese zeigten in Untersuchungen ebenfalls eine antimikrobielle Aktivität auf, wenn auch deutlich geringer als die Muttersubstanz Ciprofloxacin selbst. Im Wesentlichen wird Ciprofloxacin allerdings unverändert über Harn und Fäzes wieder ausgeschieden (DACON 2016).

### **Makrolide**

**Clarithromycin** In Österreich lag der Verbrauch an Makroliden im Jahr 2014 bei ca. 6 % des gesamten Antibiotikaverbrauchs. Der verbrauchsstärkste Wirkstoff war hierbei das Clarithromycin. Makrolide sind chemisch durch einen makrozyklischen Laktongring gekennzeichnet. Ihr Einsatz erfolgt zur Behandlung von Infektionen, die gegen Penicilline und Tetracycline resistent sind (UMWELTBUNDESAMT 1999) sowie von Infektionen, die durch Clarithromycin-empfindliche Bakterien verursacht

werden. Dies umfasst in erster Linie Infektionen der Atemwege, des Rachens, der Haut und der Weichteile. Nach oraler Aufnahme liegt die Bioverfügbarkeit von Clarithromycin bei ca. 50 %. Die Metabolisierung erfolgt rasch und weitestgehend in der Leber. Ausgeschieden wird Clarithromycin zu 40 % über den Harn sowie zu 30 % über die Fäzes (DACON 2016).

### Lincosamine

Die Lincosamine betragen 2014 insgesamt 5,5 % des gesamten österreichischen Antibiotikaverbrauchs. Am höchsten lag hier der Clindamycinverbrauch. Der Einsatz von Lincosamiden erfolgt vor allem dann, wenn Penicilline und Makrolide nicht angewandt werden können (UMWELTBUNDESAMT 1999) und umfassen Anwendungen u. a. bei Infektionen von Atemwegen, Haut, Weichteilen, Knochen und Gelenken. Nach oraler Aufnahme wird Clindamycin vorwiegend in der Leber abgebaut, wobei einige der entstehenden Metaboliten ebenfalls mikrobiologische Wirkung haben. Die Ausscheidung erfolgt zu zwei Dritteln über Fäzes sowie zu einem Drittel über den Harn (DACON 2016).

### *Clindamycin*

#### 4.2.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

Nachfolgend wird das Vorkommen diverser Antibiotikawirkstoffe in verschiedenen Umweltmedien diskutiert. Die aufbereiteten Daten entstammen Untersuchungen, die in Österreich durchgeführt wurden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 26 (Anhang B) darstellt.

Eine 2014 durchgeführte Untersuchung von insgesamt 108 Grundwasserproben von 54 österreichischen Messstellen auf unterschiedliche Arzneimittelwirkstoffe der Gruppen Tetracycline, Sulfonamide und Trimethoprim, Makrolide, Lincosamide und Streptogramine sowie Chinolone zeigte in den meisten Fällen keine nachweisbaren Arzneimittelrückstände. Der zu den Makroliden zählende Wirkstoff **Erythromycin** wurde allerdings in allen untersuchten Proben in Konzentrationen zwischen < BG (Bestimmungsgrenze) und 1,2 ng/l (0,85 ng/l im Durchschnitt) nachgewiesen. Der Sulfonamidwirkstoff **Sulfamethoxazol** konnte in Konzentrationen bis zu 21 ng/l detektiert werden, wobei aber nur insgesamt 5 % der untersuchten Proben positive Werte aufwiesen. Der Wirkstoff **Sulfadimidin** wurde hingegen in allen untersuchten Proben in Konzentrationen zwischen 3,1 und 4,9 ng/l nachgewiesen (BMG 2015). Ebenfalls positive Werte zeigten für diesen Wirkstoff frühere Untersuchungen aus dem Jahr 2008, bei welchen zumindest 2 % der insgesamt 50 untersuchten Grundwasserproben bis zu einer Maximalkonzentration von 22 ng/l positiv waren. Bei dieser Untersuchung konnte außerdem das Makrolid **Clarithromycin** mit bis zu 12 ng/l in ebenfalls 2 % der Proben detektiert werden (UMWELTBUNDESAMT 2010).

### *Grund- und Trinkwasser*

Zusätzlich wurden im Rahmen der 2014 durchgeführten österreichweiten Grundwasseruntersuchung insgesamt 50 Trinkwassermessstellen beprobt. In sieben der insgesamt 100 Proben konnten Spuren von Sulfamethoxazol in Konzentrationen bis zu maximal 5,6 ng/l (3,0 ng/l im Durchschnitt) gefunden werden. Die weiteren ausgewählten Wirkstoffe konnten im Trinkwasser nicht nachgewiesen werden (BMG 2015).

**Abwasser** Verschiedene Untersuchungen in Abwasserproben von Zu- und Abläufen von österreichischen Kläranlagen zeigten ein durchwegs heterogenes Bild, das Vorkommen verschiedener Arzneimittelwirkstoffe betreffend. Während etliche Wirkstoffe wie beispielsweise Chlortetracyclin, Doxycyclin, Tetracyclin, Sulfadimidin, Sulfamerazin oder Lincomycin nicht oder nur in Spuren in den Abwasserproben detektiert werden konnten, wurden andere Wirkstoffe in höheren Mengen gefunden. So konnte 2010 der zur Gruppe der Tetracycline zählende Wirkstoff **Oxytetracyclin** in allen untersuchten Abwasserproben (Zuläufe) in hohen Konzentrationen (310–2.300 ng/l; 997 ng/l im Durchschnitt) nachgewiesen werden (STMK. LR 2011). Die Untersuchung von Abwasserproben aus ganz Österreich im Jahr 2008 zeigte innerhalb der Gruppe der Sulfonamide und Trimethoprim die höchsten Konzentrationen für den Wirkstoff **Trimethoprim** von 310–330 ng/l (320 ng/l im Durchschnitt), wobei alle untersuchten Abwasserproben (Abläufe) positiv auf diese Substanz waren. Im Rahmen dieser Untersuchung konnte außerdem **Clarithromycin** als Wirkstoff der Gruppe Makrolide, Lincosamide und Streptogramine als jene Substanz identifiziert werden, die in dieser Gruppe in den höchsten Konzentrationen nachweisbar war. Die detektierten Mengen umfassten hier 200–1.800 ng/l (1.000 ng/l im Durchschnitt). Innerhalb der Gruppe der Chinolone wurde **Ciprofloxacin** in allen untersuchten Abwasserproben (Abläufe) in Konzentrationen zwischen 250 und 350 ng/l (300 ng/l im Durchschnitt) nachgewiesen (UMWELTBUNDESAMT 2010). **Sulfamethoxazol** wurde in einer weiteren, in den Jahren 2001–2003 durchgeführten, Untersuchung von verschiedenen österreichischen Kläranlagen in einem Teil der Proben in Konzentrationen bis zu 145 ng/l (durchschnittlich 49 ng/l) in den Zuläufen sowie bis zu 91 ng/l (durchschnittlich 42 ng/l) in den Abläufen gefunden. **Roxithromycin** konnte hingegen in allen untersuchten Proben in Mengen bis zu 117 ng/l (durchschnittlich 62 ng/l) in den Zuläufen und bis zu 69 ng/l (durchschnittlich 50 ng/l) in den Abläufen detektiert werden (CLARA et al. 2005b).

**Fließgewässer** Untersuchungen von Arzneimittelwirkstoffrückständen in österreichischen Fließgewässern im Jahr 2010 zeigten grundsätzlich keine Verunreinigungen. Eine Ausnahme stellt hier allerdings das Makrolid **Clarithromycin** dar. In insgesamt drei untersuchten steiermärkischen Fließgewässerproben konnte dieser Arzneimittelwirkstoff in Konzentrationen zwischen 16 und 18 ng/l (17 ng/l im Durchschnitt) nachgewiesen werden (STMK. LR 2011). Eine in den Jahren 2012 und 2013 durchgeführte Untersuchung in Vorarlberg zeigte ebenfalls keine positiven Nachweise von **Chlortetracyclin** und **Josamycin** in insgesamt 12 Fließgewässerproben. **Erythromycin** konnte hingegen mit einer durchschnittlichen Konzentration von 2,2 ng/l sowie **Roxithromycin** mit einer Maximalkonzentration von 19 ng/l in jeweils 33 % der Proben nachgewiesen werden (VBG. LR 2014). Eine im Jahr 2012 in der Steiermark, in Niederösterreich, Oberösterreich und Vorarlberg durchgeführte Untersuchung von insgesamt acht Fließgewässerproben zeigte außerdem, dass der Wirkstoff **Sulfamethoxazol** in Mengen zwischen 0,5 und 8,7 ng/l (6,0 ng/l im Durchschnitt) zu finden war (Ec 2014).

**Schwabstoffe und Sediment** In zwei Schwabstoff- sowie in dreizehn Sedimentproben, die an insgesamt acht Messstellen von Flüssen in Ober- und Niederösterreich genommen wurden, erfolgte im Jahr 2001 die Untersuchung auf Antibiotikarückstände. **Sulfadiazin** konnte in Spuren (< BG) in allen Schwabstoffproben nachgewiesen werden. In geringen Mengen wurde dieser Wirkstoff auch in zumindest drei der untersuchten Sedimentproben mit einer durchschnittlichen Konzentration von 0,78 µg/kg TM detektiert. In einer der Sedimentproben konnten außerdem Spuren (< BG) von **Trimethoprim** nachgewiesen werden. Der Wirkstoff **Roxithromycin** war in

keiner der Proben nachzuweisen. Auch die Belastung mit **Erythromycin** war gering. Es konnte in einer Schwebstoffprobe mit 5,3 µg/kg TM sowie in drei der Sedimentproben mit einer Maximalkonzentration von 6,3 µg/kg TM gefunden werden (UMWELTBUNDESAMT 2004).

Insgesamt zwei Untersuchungen von Klärschlämmen auf Antibiotikarückstände wurden im Jahr 2010 in Österreich durchgeführt. Es handelte sich hierbei um die Untersuchung von entwässerten und getrockneten Klärschlammproben aus der Steiermark (STMK. LR 2011) bzw. Klärschlammproben aus Vorarlberg (VBG. LR 2013). Bei beiden Untersuchungen wurden Antibiotikawirkstoffe der Gruppe der Tetracycline nicht analysiert. Die höchsten nachgewiesenen Durchschnittskonzentrationen innerhalb der Sulfonamide/Trimethoprim umfassten 77 µg **Acetyl-Sufamethoxazol**/kg TM, 21 µg **Trimethoprim**/kg TM sowie 3,8 µg **Sulfamethoxazol**/kg TM. Innerhalb der Gruppe Makrolide, Lincosamide und Streptogramide konnten durchschnittlich 180 µg **Clarithromycin**/kg TM, 18 µg **Roxithromycin**/kg TM sowie 7,5 µg **Erythromycin**/kg TM nachgewiesen werden.

#### **Klärschlamm**

Untersuchungen verschiedener Bodenproben (VBG. LR 2013, UMWELTBUNDESAMT 2005) wiesen zum Großteil keine Belastungen mit Antibiotikawirkstoffen auf. Positive Ergebnisse lieferten jedoch **Chlortetracyclin**, **Trimethoprim** und **Erythromycin**. In Bodenproben einer im Jahr 2010 in Vorarlberg durchgeführten Untersuchung konnten ebenso Erythromycinrückstände in Konzentrationen zwischen 25 und 35 µg Erythromycin/kg TM nachgewiesen werden (VBG. LR 2013).

#### **Boden**

Eine in Vorarlberg durchgeführte Untersuchung von Gärrückstandsproben zeigte einen positiven Nachweis verschiedener Antibiotika. Dabei waren die Wirkstoffe **Chlortetracyclin**, **Oxytetracyclin**, **Tetracyclin**, **Sulfadimidin** und **Sulfadiazin** zumindest in Spuren in den untersuchten Proben zu finden. Oxytetracyclin wurde in allen untersuchten Gärrückstandsproben in Konzentrationen zwischen 0,13 und 1,4 µg/kg TM (0,53 µg/kg TM im Durchschnitt) nachgewiesen (VBG. LR 2007).

#### **Gärrückstände**

## **4.3 Kontrastmittel (Diagnostika für bildgebende Verfahren)**

### **4.3.1 Übersicht**

Kontrastmittel werden nach ATC-Klassifizierung wie folgt eingeteilt (DIMDI 2015):

#### **ATC-Klassifizierung**

#### **(V) VARIA**

##### **(V08) Kontrastmittel**

(V08A) Röntgenkontrastmittel, jodhaltig

(V08B) Röntgenkontrastmittel, nicht jodhaltig

(V08C) Kontrastmittel für die Magnetresonanztomographie

(V08D) Ultraschall-Kontrastmittel

(V08E) Fluoreszenz-Kontrastmittel

Röntgenkontrastmittel werden als Diagnostika für bildgebende Verfahren eingesetzt, da sie Röntgenstrahlung stärker absorbieren als normales Weichteilgewebe. Die Verabreichung von Kontrastmitteln kann entweder oral, rektal oder intravaskulär (Injektion in Vene bzw. Arterie) erfolgen. So werden behandelte Gewebe und Organe sichtbar gemacht, die sich in der klassischen Röntgenuntersuchung

#### **Einsatzbereich**

oft nicht genügend voneinander abgrenzen lassen. Nach der Anwendung erfolgt die nahezu unveränderte Ausscheidung primär über den Urin (IKSR 2010).

**Einteilung** Eingeteilt werden die Röntgenkontrastmittel in jodhaltige und nicht-jodhaltige Kontrastmittel, Kontrastmittel für die Magnetresonanztomographie, Ultraschall-Kontrastmittel und Fluoreszenz-Kontrastmittel (DIMDI 2015).

**jodhaltige Kontrastmittel** Die jodhaltigen Kontrastmittel können in weiterer Folge in ionische Kontrastmittel, die u. a. in der Magen-Darm-Diagnostik eingesetzt werden (z. B. Amidotrizoesäure/Diatrizoat und Ioxitalaminsäure), und in nicht-ionische Kontrastmittel, die intravaskulär verabreicht werden (z. B. Iopromid, Iopamidol und Iomeprol), unterteilt werden (IKSR 2010).

### 4.3.2 Aktueller Verbrauch

**Verbrauchsdaten** Die Daten zum Verbrauch von Kontrastmitteln in Österreich im Jahr 2014 wurden nach den oben genannten Untergruppen ausgewertet (IMS HEALTH 2015). In Tabelle 8 sind Kontrastmittelwirkstoffe mit Verbrauchsmengen über 1.000 kg dargestellt.

Die Kontrastmittel umfassen insgesamt 21 Wirkstoffe, die in Österreich im Jahr 2014 in Verkehr gebracht wurden. Der größte Anteil (> 90 %) entfiel dabei auf die jodhaltigen Röntgenkontrastmittel, gefolgt von den nicht-jodhaltigen Röntgenkontrastmitteln mit 7,5 %. Kontrastmittel für Magnetresonanztomographie beliefen sich auf 1,8 %, Fluoreszenz-Kontrastmittel stellten nur einen geringen Anteil dar (0,0004 %) (IMS HEALTH 2015).

Tabelle 8:  
Kontrastmittel mit  
Verbrauchsmengen über  
1.000 kg im Jahr 2014.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

Kontrastmittel	Verbrauch [kg]
Iodixanol	11.224
Iopromid	10.470
Iomeprol	5.778
Iohexol	5.679
Iopamidol	4.933
Barium	3.607
Meglumin-Amidotrizoat	1.551
Ioversol	1.535
Iobitridol	1.099
Alle übrigen	2.022
<b>Gesamt</b>	<b>47.896</b>

Umfasst sind Wirkstoffe der Gruppe (T1) Diagnostika für bildgebende Verfahren nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015).

### 4.3.3 Verbrauch im Zeitverlauf

Im Jahr 1997 lag der Verbrauch von Kontrastmitteln in Österreich bei insgesamt 53.739 kg, den verbrauchsstärksten Wirkstoff stellte Barium mit 22.172 kg dar (UMWELTBUNDESAMT 1999). Im Vergleich mit den aktuellen Verbrauchsdaten (2014) sank der Verbrauch von Kontrastmitteln seit 1997 um ca. 11 % (IMS HEALTH 2015). Auch wurden 2014 im Vergleich zu 1997 in erster Linie jodhaltige Kontrastmittel eingesetzt. Abbildung 6 zeigt die Verbrauchsmengen von 1997 und 2014 im Vergleich.

**Verbrauch  
absolut**

Der Pro-Kopf-Verbrauch an Kontrastmitteln sank zwischen 1997 und 2014 um insgesamt 17 %.

**Verbrauch pro Kopf**

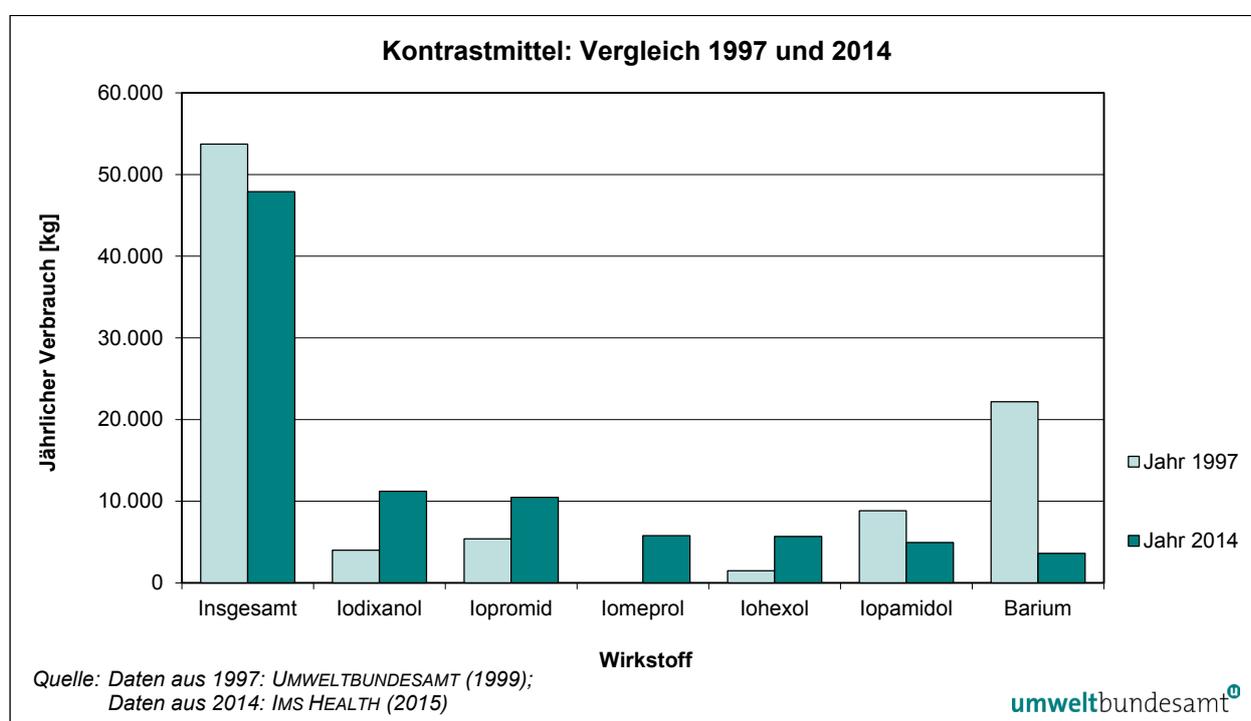


Abbildung 6: Vergleich der Verbrauchsmengen der 2014 verbrauchsstärksten Wirkstoffe innerhalb der Gruppe der Kontrastmittel in den Jahren 1997 und 2014.

### 4.3.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe

#### Iodixanol, Iopromid, Iomeprol, Iohexol und Iopamidol

Der Wirkstoff Iodixanol umfasste im Jahr 2014 mit 23 % den größten Anteil am Gesamtverbrauch der Kontrastmittel, gefolgt von Iopromid (22 %), Iomeprol (12 %), Iohexol (12 %) und Iopamidol (10 %). Bei den genannten Wirkstoffen handelt es sich um jodhaltige wasserlösliche Kontrastmittel, die zumeist in variablen Dosen in Abhängigkeit von Untersuchung, Alter, Gewicht, Herzfunktion und Allgemeinzustand verabreicht werden. Nach der Gabe werden die Wirkstoffe rasch im Körper verteilt und in weiterer Folge über den Harn wieder ausgeschieden. Ein Abbau zu Metaboliten erfolgt nicht (DACON 2016).

### 4.3.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

In den vergangenen Jahren erfolgten in Österreich Untersuchungen zum Vorkommen diverser jodhaltiger Röntgenkontrastmittel in verschiedenen Umweltmedien. Die Ergebnisse sind in Tabelle 27 in Anhang B angeführt.

- Grundwasser** Eine im Jahr 2002 in der Steiermark durchgeführte Untersuchung von Grundwasserproben auf das Kontrastmittel **lopromid** zeigte keine Belastungen mit diesem Arzneimittelwirkstoff (STMK. LR 2003).
- Abwasser** Im Jahr 2010 wurde in Österreich eine Untersuchung mehrerer Kontrastmittel in Abwasserproben von Kläranlagenabläufen durchgeführt. Alle untersuchten Wirkstoffe konnten in hohen Mengen nachgewiesen werden. Die verhältnismäßig geringsten Belastungen konnten für den Wirkstoff **lopromid** festgestellt werden, dessen Konzentrationen zwischen < BG und 300 ng/l (71 ng/l im Durchschnitt) lagen. In den höchsten Konzentrationen im Bereich von < BG bis 12.000 ng/l (2.119 ng/l im Durchschnitt) wurde der Wirkstoff **lomeprol** nachgewiesen. Des Weiteren konnten **lohexol** und **lopamidol** mit durchschnittlichen Konzentrationen von 1.300 ng/l bzw. 1.476 ng/l in den untersuchten Abwasserproben detektiert werden (Ec 2012). Eine in insgesamt drei österreichischen Kläranlagen durchgeführte Untersuchung von Iopromid in den Jahren 2001 bis 2003 zeigte hohe Belastungen: In den Zuläufen konnten in insgesamt zwei von fünf gezogenen Proben Konzentrationen von bis zu 3.840 ng/l (773 ng/l im Durchschnitt) sowie in den Abläufen Konzentrationen von bis zu 5.060 ng/l (1.062 ng/l) nachgewiesen werden (CLARA et al. 2005b).
- Fließgewässer** Die Untersuchung einer Fließgewässerprobe im Bundesland Steiermark im Jahr 2002 zeigte eine **lopromid**-Konzentration von 220 ng/l (STMK. LR 2003).
- Schwabstoffe und Sediment** Eine im Jahr 2001 durchgeführte Analyse von zwei Schwabstoffproben sowie von 13 Sedimentproben (insgesamt 8 Messstellen) in oberösterreichischen bzw. niederösterreichischen Fließgewässern zeigte, dass in jeweils 50 % der untersuchten Proben zumindest Spuren (< BG) des Kontrastmittels **lopromid** nachzuweisen waren (UMWELTBUNDESAMT 2004).

## 4.4 Bronchodilatoren und $\beta_2$ -Sympathomimetika

### 4.4.1 Übersicht

**ATC-Klassifizierung** ATC-Klassifizierung der Bronchodilatoren und  $\beta_2$ -Sympathomimetika (DIMDI 2015):

#### **(R) RESPIRATIONSTRAKT**

##### **(R03) Mittel bei obstruktiven Atemwegserkrankungen**

(R03A) Inhalative Sympathomimetika

(R03B) Andere inhalative Mittel bei obstruktiven Atemwegserkrankungen

(R03C) Sympathomimetika zur systemischen Anwendung

(R03D) Andere Mittel bei obstruktiven Atemwegserkrankungen zur systemischen Anwendung

Obstruktive Atemwegserkrankungen sind durch eine Verengung der Atemwege gekennzeichnet. Dazu zählen das Asthma bronchiale und die chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (COPD, chronic obstructive pulmonary disease). Asthma bronchiale ist eine chronische entzündliche Erkrankung der unteren Atemwege (Entzündung der Bronchialschleimhaut). Bei der COPD handelt es sich um eine chronische Entzündung, die v. a. aufgrund von inhalativen Noxen (insbesondere Tabakrauch) und Atemwegsinfekten hervorgerufen wird (GRAEFE et al. 2011).

### **obstruktive Atemwegs- erkrankungen**

Zur Behandlung von obstruktiven Atemwegserkrankungen sind Bronchodilatoren sowie Antiphlogistika (Entzündungshemmer) von wesentlicher Bedeutung, weshalb Arzneimittel aus beiden Indikationsgruppen oft in Kombination verabreicht werden (GRAEFE et al. 2011).

### **Behandlung**

Innerhalb der Gruppe der Bronchodilatoren werden insgesamt drei verschiedene Stoffgruppen angewendet, die eine Bronchien-erweiternde Wirkung besitzen. Die Einteilung erfolgt aufgrund der unterschiedlichen Wirkungsmechanismen und umfasst die  $\beta_2$ -Sympathomimetika, die Muskarinrezeptor-Antagonisten sowie die Methylxanthine (wie Theophyllin) (GRAEFE et al. 2011).

### **Bronchodilatoren**

Die  $\beta_2$ -Sympathomimetika (auch  $\beta_2$ -Rezeptor-Agonisten) lassen sich abhängig von ihrer Wirkdauer in zwei Gruppen unterscheiden: die kurz wirksamen Stoffe (z. B. Salbutamol, Fenoterol und Terbutalin; Einsatz vorwiegend bei Asthma bronchiale) sowie die lang wirksamen Stoffe (z. B. Formoterol, Salmeterol und Indacaterol; Einsatz vorwiegend bei stabiler COPD) (GRAEFE et al. 2011). Die  $\beta_2$ -Sympathomimetika wirken agonistisch (Aktivierung von Rezeptoren) als Bronchodilatoren und zeichnen sich aufgrund ihrer guten und raschen Wirksamkeit vorrangig bei der Behandlung von Asthma aus (LÜLLMANN et al. 2010).

### **$\beta_2$ -Sympathomimetika**

Muskarinrezeptor-Antagonisten (beispielsweise Ipratropiumbromid und Tiotropiumbromid) sind Atropin-Derivate, die parasympatholytisch wirken, d. h. sie unterdrücken die Wirkung, die durch Muskarinrezeptoren vermittelt wird. Damit wirken sie einer Bronchokonstriktion (Zusammenziehen der Bronchien) entgegen (GRAEFE et al. 2011).

### **Muskarinrezeptor- Antagonisten**

Der zu den Methylxanthinen zählende Wirkstoff Theophyllin ist ein Adenosinrezeptor-Antagonist und wirkt dadurch bronchospasmolytisch und antiphlogistisch. Sein Einsatz erfolgt v. a. bei schweren akuten Asthmaanfällen (GRAEFE et al. 2011).

### **Theophyllin**

## **4.4.2 Aktueller Verbrauch**

Der Verbrauch an Bronchodilatoren und  $\beta_2$ -Sympathomimetika in Österreich im Jahr 2014 ist in Tabelle 9 dargestellt. Am häufigsten wurden hierbei Bronchodilatoren verbraucht, wobei der Wirkstoff Theophyllin 2.767 kg umfasste (96 %) (IMS HEALTH 2015).

### **Verbrauchsdaten**

Tabelle 9:  
Bronchodilatoren und  $\beta_2$ -Sympathomimetika mit Verbrauchsmengen über 10 kg im Jahr 2014. (Quelle: Ims Health 2015)

Bronchodilatoren und $\beta_2$ -Sympathomimetika	Gruppe	Verbrauch [kg]
Theophyllin	Bronchodilatoren (Spasmolytika)	2.767
Montelukast	Bronchodilatoren (Spasmolytika)	79
Salbutamol	$\beta_2$ -Sympathomimetika	22
Fenoterol	$\beta_2$ -Sympathomimetika	11
Alle übrigen		17
<b>Gesamt</b>		<b>2.896</b>

Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (R3A) B2-Stimulanzen, (R3B2) Xanthine systemisch, (R3C) Nichtsteroidale respiratorische Antiphlogistika, (R3G) Anticholinergika rein, und Kombinationen mit B2-Stimulanzen, (R3H) PDE4-Hemmer für Asthma/COPD und (R3J) Antileukotrine Antiasthmatica.

#### 4.4.3 Verbrauch im Zeitverlauf

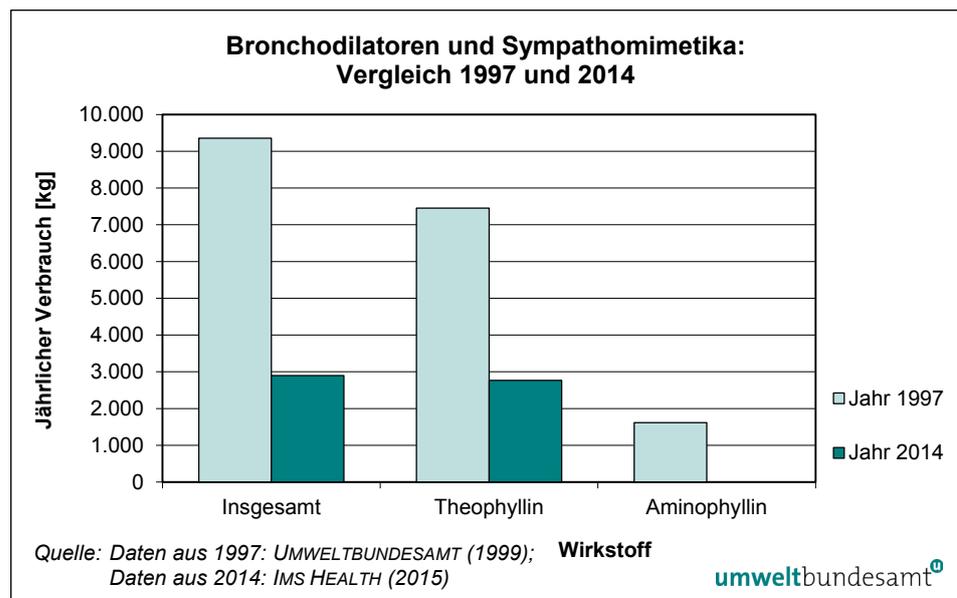
##### Verbrauch absolut

1997 lag der Verbrauch an Bronchodilatoren und  $\beta_2$ -Sympathomimetika bei 9.357 kg, wobei auch hier der verbrauchsstärkste Wirkstoff mit 7.455 kg das Theophyllin war (UMWELTBUNDESAMT 1999). Verglichen mit den Verbrauchszahlen des Jahres 1997 sank der Theophyllinverbrauch bis zum Jahr 2014 um etwa 63 % (IMS HEALTH 2015). Auch der Gesamtverbrauch ging innerhalb der vergangenen Jahre wesentlich – um mehr als zwei Drittel – zurück. In Abbildung 7 sind die Verbrauchsmengen bestimmter Wirkstoffe dieser Indikationsgruppe im Vergleich dargestellt.

##### Verbrauch pro Kopf

Der Pro-Kopf-Verbrauch an Bronchodilatoren und  $\beta_2$ -Sympathomimetika sank seit 1997 um ca. 71 %. Der verbrauchsstärkste Wirkstoff Theophyllin nahm um insgesamt 66 % ab.

Abbildung 7:  
Vergleich der Verbrauchsmengen der 2014 verbrauchsstärksten Wirkstoffe innerhalb der Gruppe der Bronchodilatoren und  $\beta_2$ -Sympathomimetika in den Jahren 1997 und 2014.



#### 4.4.4 Verbrauchsstärkster Wirkstoff

Innerhalb der Gruppe der Bronchodilatoren und  $\beta_2$ -Sympathomimetika umfasste der Bronchodilator Theophyllin mit 96 % den Hauptanteil am österreichischen Verbrauch im Jahr 2014. Theophyllin ist ein Purinderivat, das zu den Bronchospasmolytika zählt und zur Verhütung und Behandlung von Atemnotzuständen bei Personen mit Asthma bzw. chronisch obstruktiver Atemwegserkrankung verschrieben wird. Nach oraler Aufnahme wird Theophyllin vollständig über den Magen-Darm-Trakt aufgenommen und im Körper in nahezu allen Geweben (ausgenommen dem Fettgewebe) verteilt. In der Leber erfolgt der Abbau zu unterschiedlichen Metaboliten wie dem 3-Methyl-Xanthin, das ebenfalls eine pharmakologische Wirksamkeit aufweist. Die Ausscheidung erfolgt in erster Linie über den Harn, wobei bei Erwachsenen ca. 7–13 % unverändert ausgeschieden werden. Bei Neugeborenen werden hingegen nahezu 50 % unverändert über den Harn eliminiert, sowie erhebliche Anteile in Form von Koffein ausgeschieden (DACON 2016).

**Theophyllin**

#### 4.4.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

In einer in Österreich im Jahr 2010 durchgeführten Untersuchung in Abwasserabläufen von Kläranlagen konnte das Sympathomimetikum **Terbutalin** (aktueller Verbrauch von 4,34 kg) in Konzentrationen zwischen < BG und 2,1 ng/l (1,0 ng/l im Durchschnitt) nachgewiesen werden (siehe Tabelle 32 in Anhang B) (Ec 2012).

**Abwasser**

### 4.5 Sexualhormone und Analoga

#### 4.5.1 Übersicht

Sexualhormone und Analoga werden nach ATC-Klassifizierung wie folgt eingeteilt (DIMDI 2015):

**ATC-Klassifizierung**

#### **(R) UROGENITALSYSTEM UND SEXUALHORMONE**

##### **(G03) Sexualhormone und Modulatoren des Genitalsystems**

(G03A) Hormonelle Kontrazeptiva zur systemischen Anwendung

(G03B) Androgene

(G03C) Estrogene

(G03D) Gestagene

(G03E) Androgene und weibliche Sexualhormone in Kombinationen

(G03F) Gestagene und Estrogene in Kombinationen

(G03G) Gonadotropine und andere Ovulationsauslöser

(G03H) Antiandrogene

(G03X) Andere Sexualhormone und Modulatoren des Genitalsystems

Die Sexualhormone werden v. a. in den Keimdrüsen (Gonaden) gebildet. Sie sind geschlechtsspezifisch und an der Entwicklung der männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane und -merkmale beteiligt. Außerdem spielen sie eine wichtige Rolle bei verschiedenen Sexualfunktionen sowie bei der Fortpflanzung. Zu den wichtigsten weiblichen Sexualhormonen zählen die Estrogene. Das wichtigste männliche Sexualhormon ist das Testosteron (GRAEFE et al. 2011).

**Sexualhormone**

- Behandlung** Der Einsatz von natürlichen und synthetischen Hormonen erfolgt bei einer Reihe verschiedener Erkrankungen bzw. Beschwerden.
- Estrogene** Estrogene (auch Östrogene; weibliche Sexualhormone) werden bei einem Estrogenmangel wie etwa nach einer Entfernung der Eierstöcke oder zur post-menopausalen Osteoporoseprophylaxe sowie als medikamentöse Kontrazeptiva und zur post-menopausalen Hormonersatztherapie eingesetzt. Die wichtigsten Vertreter der Estrogene sind Ethinylestradiol, Estradiol und Estriol. Östrogene führen u. a. zum Wachstum der weiblichen Sexualorgane, zu Veränderungen in der Gebärmutter Schleimhaut und beeinflussen verschiedene Stoffwechselforgänge im Körper (BEUBLER 2007).
- Gestagene** Gestagene wie beispielsweise Hydroxyprogesteron, Medroxyprogesteron oder Dydrogesteron werden therapeutisch u. a. bei drohendem Abort, Sterilität und Zyklusstörungen eingesetzt. Sie führen zu Veränderungen in der Gebärmutter Schleimhaut, zur Unterdrückung des Eisprungs und der Menstruation sowie zur Hemmung der Ausschüttung von gonadotropen Hormonen. Gestagene werden des Weiteren in Kombination mit Estrogenen als orale Kontrazeptiva eingesetzt (BEUBLER 2007).
- Androgene** Die wichtigsten Androgene (männliche Sexualhormone) sind Testosteron und seine Derivate. Testosteron wird in der Substitutionstherapie bei endokriner Funktionsstörung der Hoden (Hypogonadismus, Keimdrüsenunterfunktion) eingesetzt (GRAEFE et al. 2011).
- Antiandrogene** Antiandrogene (Androgenrezeptor-Antagonisten) wie beispielsweise Flutamid, und Bicalutamid erhöhen im Hoden die Synthese von Testosteron und werden u. a. bei der Behandlung von Prostatakrebs eingesetzt (GRAEFE et al. 2011).
- Aromatasehemmstoffe** Aromatasehemmstoffe wie beispielsweise Aminoglutethimid, Anastrozol, Letrozol oder Exemestan hemmen die körpereigene Bildung von Estrogenen und werden bei estrogenabhängigen metastasierenden Brustkrazinomen eingesetzt (BEUBLER 2007).

#### 4.5.2 Aktueller Verbrauch

- Verbrauchsdaten** Im Jahr 2014 wurden insgesamt 744 kg Sexualhormone und Analoga verbraucht. In Tabelle 10 sind die Wirkstoffe dieser Indikationsgruppe mit Verbrauchsmengen von mehr als 20 kg aufgelistet. Die verbrauchsstärkste Wirkstoffgruppe der Sexualhormone und Analoga umfasste 2014 die Gestagene mit insgesamt 80 % (siehe Abbildung 8) und beinhaltet vorrangig die Wirkstoffe Progesteron (Verbrauch: 411 kg) und Drospirenon (55 kg) (IMS HEALTH 2015).

Sexualhormone und Analoga	Gruppe	Verbrauch [kg]
Progesteron	Gestagene	411
Raloxifen	Andere Sexualhormone	60
Drospirenon	Gestagene	55
Testosteron	Androgene	46
Dydrogesteron	Gestagene	41
Dienogest	Gestagene	29
Estradiol	Estrogene	23
Alle übrigen		49
<b>Gesamt</b>		<b>744</b>

Tabelle 10:  
Sexualhormone  
und Analoga mit  
Verbrauchsmengen über  
20 kg im Jahr 2014.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (G3A) Hormonelle Kontrazeptiva systemisch, (G3B) Androgene ausgenommen G3E, G3F, (G3C) Estrogene ausgenommen G3A, G3E, G3F, (G3D) Progestogene ausgenommen G3A, G3F, (G3E) Androgene mit weiblichen Hormon-Kombinationen, (G3F) Estrogen mit Progestogen-Kombinationen ausgenommen G3A, (G3G) Gonadotrophine inklusive andere Ovulationsstimulanzien, (G3J) SERMS (Selektive Estrogen-Rezeptor-Modulatoren), (G3X) Andere Sexualhormone und ähnliche Produkte und (A14A1) Anabolika systemisch, rein.

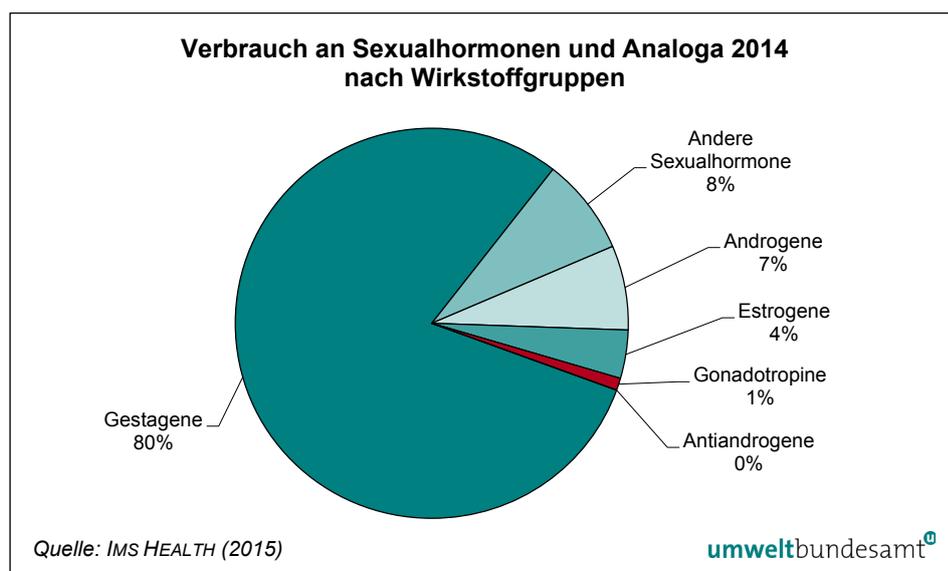


Abbildung 8:  
Verbrauch an  
Sexualhormonen und  
Analoga im Jahr 2014  
nach Wirkstoffgruppen.

#### 4.5.3 Verbrauch im Zeitverlauf

Ein Vergleich zwischen den Verbrauchsmengen von Sexualhormonen und Analoga der Jahre 1997 und 2014 kann aufgrund der vorhandenen Daten nur eingeschränkt durchgeführt werden. Abbildung 9 zeigt den Vergleich für ausgewählte Wirkstoffe. Der Verbrauch des Androgens Testosteron hat sich im Vergleich zu 1997 knapp verdoppelt, während sich der Verbrauch des Estrogens Estradiol mehr als halbiert hat. Die Gestagene Medroxyprogesteron und Norethisteron sind in ihrem Verbrauch im Vergleich mit 1997 um 43 % bzw. um 96 % gesunken (UMWELTBUNDESAMT 1999, IMS HEALTH 2015).

Beim Pro-Kopf-Verbrauch zeigt sich im gegebenen Zeitraum eine Steigerung bei Testosteron von 106 % sowie eine Reduktion des Verbrauchs von Estradiol um 64 %, von Medroxyprogesteron um 47 % und von Norethisteron von 96 %.

#### Verbrauch absolut

#### Verbrauch pro Kopf

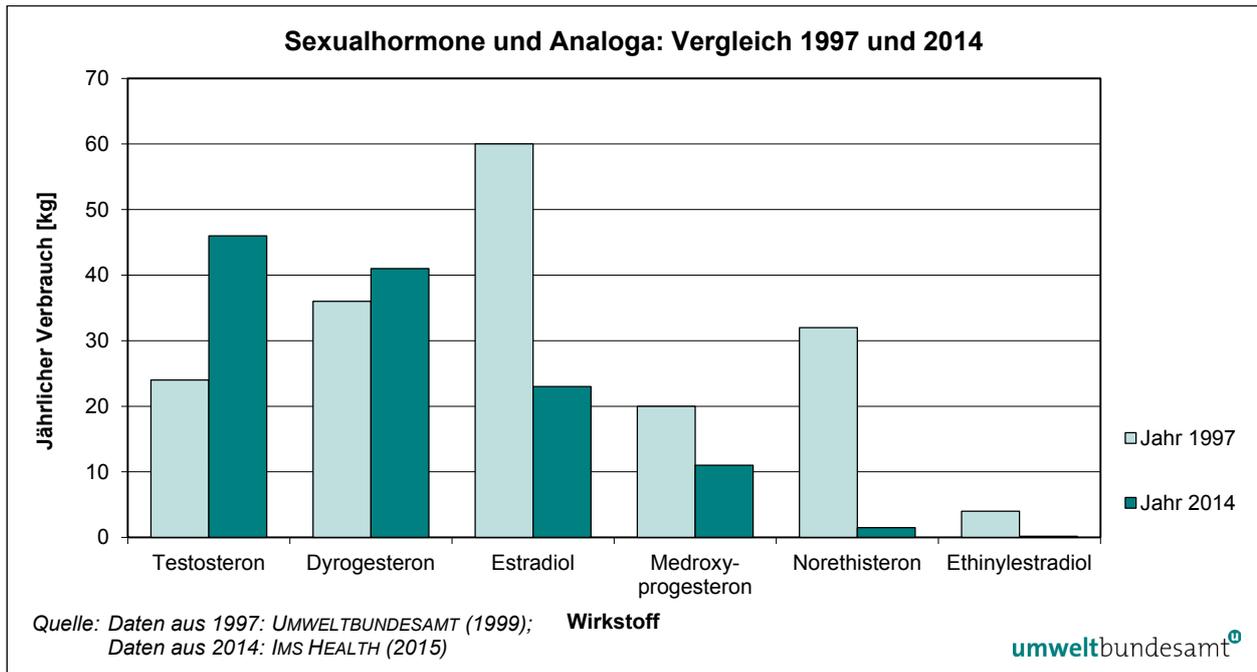


Abbildung 9: Vergleich der Verbrauchsmengen ausgewählter Wirkstoffe innerhalb der Gruppe der Sexualhormone und Analoga in den Jahren 1997 und 2014.

#### 4.5.4 Verbrauchsstärkster Wirkstoff

##### **Progesteron**

Innerhalb der Gruppe der Sexualhormone und Analoga umfasste im Jahr 2014 in Österreich der Wirkstoff Progesteron 55 % am Gesamtverbrauch. Progesteron wird unter anderem bei Frauen in der Menopause zur Estrogensubstitution angewandt und hat die gleichen Wirkungen wie natürliches körpereigenes Progesteron. Nach oraler Gabe sind ca. 10 % des verabreichten Progesterons bioverfügbar. Aufgrund seiner fettlöslichen Eigenschaften kann sich Progesteron im Fettgewebe anreichern. Die Ausscheidung erfolgt vorwiegend in gebundener Form als glykolisierte Metaboliten über den Harn. Bei oraler Aufnahme umfassen die Hauptmetaboliten das 20 $\alpha$ -hydroxy-4 $\alpha$ -prenolon sowie das 5 $\alpha$ -dihydroprogesteron (DACON 2016).

#### 4.5.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

Die Ergebnisse der in Österreich durchgeführten Untersuchungen zum Vorkommen von Sexualhormonen und Analoga in diversen Umweltmedien sind in Tabelle 29 (Anhang B) angeführt.

##### **Grundwasser**

In den Jahren 2001 und 2002 wurden Untersuchungen von Grundwasserproben in allen österreichischen Bundesländern durchgeführt. Dabei fanden sich in einem geringen Anteil der Proben Rückstände von **17 $\alpha$ -Estradiol**, **Estriol**, **Estron** und **Ethinylestradiol**. Zudem konnte **17 $\beta$ -Estradiol** in geringen Mengen in etwas mehr als der Hälfte der Proben nachgewiesen werden (UMWELTBUNDESAMT 2003). Eine im Jahr 2002 im Bundesland Steiermark durchgeführte Untersuchung in Grundwasserproben zeigte keinen Nachweis der Estrogene Estradiol und Estron sowie des hormonellen Kontrazeptivum Ethinylestradiol (STMK. LR 2003).

2010 wurde in Österreich eine Untersuchung des Kontrazeptivums **Etonogestrel** in Abwasserabläufen von Kläranlagen durchgeführt. Die nachgewiesenen Konzentrationen lagen zwischen 1,7 und 20 ng/l (7,1 ng/l im Durchschnitt) (Ec 2012). Eine zwischen 2001 und 2003 durchgeführte Untersuchung von Abwässern von Kläranlagen in Österreich zeigte Rückstände in Zuläufen von **17 $\beta$ -Estradiol**, **Estriol**, **Estron** und **Ethinylestradiol** in allen untersuchten Proben. Die maximale Konzentration konnte für eine Probe für den Wirkstoff Estriol mit 660 ng/l festgestellt werden. In den Abläufen der entsprechenden Kläranlagen fiel der Nachweis der untersuchten Wirkstoffe geringer als in den Zuläufen aus: hier war Estriol in nur 44 % der Proben in Mengen bis zu 275 ng/l zu finden (CLARA et al. 2005a).

### **Abwasser**

In allen Bundesländern wurden Fließgewässerproben auf Rückstände von Sexualhormonwirkstoffen untersucht. Mit Ausnahme der in Wien untersuchten Proben konnten österreichweit **17 $\alpha$ -Estradiol**, **Estriol** und **Ethinylestradiol** nur in wenigen Proben in geringen Konzentrationen gefunden werden. Der Wirkstoff **17 $\beta$ -Estradiol** wurde hingegen in der Mehrzahl der untersuchten Proben (92 %) bis zu einer Maximalkonzentration von 8,9 ng/l nachgewiesen.

### **Fließgewässer**

Die im Rahmen der genannten Untersuchung durchgeführten Analysen von Wiener Fließgewässerproben zeigten im Vergleich wesentlich höhere Belastungen. Bei einem Großteil der Proben konnten die untersuchten Wirkstoffe positiv nachgewiesen werden. Die höchste detektierte Konzentration konnte für **Estron** mit 76 ng/l identifiziert werden (UMWELTBUNDESAMT 2003). Die Untersuchung einer steiermärkischen Fließgewässerprobe im Jahr 2002 zeigte eine Belastung von 0,19 ng/l **Estradiol** sowie 2,2 ng/l Estron. Der Wirkstoff Ethinylestradiol konnte hingegen nicht nachgewiesen werden (STMK. LR 2003).

Im Jahr 2010 wurden insgesamt zwei Schwebstoffproben sowie 13 Sedimentproben von Fließgewässern in Ober- und Niederösterreich auf diverse Sexualhormone und Analoga untersucht. In den Schwebstoffproben konnten **17 $\alpha$ -Estradiol** und **Estriol** nicht nachgewiesen werden. **Ethinylestradiol** wurde hingegen in zumindest einer Probe in Spuren (< BG) detektiert. **17 $\beta$ -Estradiol** wurde in beiden untersuchten Proben ebenfalls nur in Spuren (< BG im Durchschnitt) gefunden. Die Untersuchung der Sedimentproben zeigte ebenfalls nur sehr geringe Belastungen. **17 $\alpha$ -Estradiol** wurde in drei der untersuchten Proben in Konzentrationen bis zu 0,05  $\mu$ g/kg TM, **17 $\beta$ -Estradiol** in zwölf Proben in Konzentrationen bis zu 0,09  $\mu$ g/kg TM sowie Ethinylestradiol in drei Proben in Konzentrationen bis zu 0,02  $\mu$ g/kg TM detektiert. Der Nachweis von Estriol erfolgte in zehn Proben zumindest in geringen Spuren (< BG) (UMWELTBUNDESAMT 2004).

### **Schwebstoffe und Sediment**

## 4.6 Zytostatika und zytostatisch wirksame Hormone

### 4.6.1 Überblick

**ATC-Klassifizierung** Nach ATC-Klassifizierung (DIMDI 2015) lässt sich die Gruppe der Zytostatika und zytostatisch wirksamen Hormone wie folgt einteilen:

#### **(L) ANTINEOPLASTISCHE UND IMMUNMODULIERENDE MITTEL**

##### **(L01) Antineoplastische Mittel**

(L01A) Alkylierende Mittel

(L01B) Antimetaboliten

(L01C) Pflanzliche Alkaloide und andere natürliche Mittel

(L01D) Zytostatische Antibiotika und verwandte Substanzen

(L01X) Andere antineoplastische Mittel

##### **(L02) Endokrine Therapie**

(L02A) Hormone und verwandte Mittel

(L02B) Hormonantagonisten und verwandte Mittel

##### **(L03) Immunstimulanzien**

(L03A) Immunstimulanzien

##### **(L04) Immunosuppressiva**

(L04A) Immunosuppressiva

**Chemotherapie** Zytostatika sind unselektiv zytotoxische Chemotherapeutika und werden bei der Krebs-Chemotherapie angewandt. Sie werden zur Zerstörung von bösartigen Krebszellen eingesetzt, indem sie das Wachstum von proliferierenden Zellen unselektiv hemmen. Damit wirken sie nicht nur auf Tumorzellen zelltoxisch, sondern auch auf gesunde Zellen, was zu einer Reihe von teilweise sogar schwerwiegenden Nebenwirkungen (beispielsweise Übelkeit, Erbrechen, Haarausfall, Schleimhautschäden, Knochenmarksuppression) führt. Die Wirkung der meisten Zytostatika erfolgt durch die Interaktion mit der DNA bzw. deren Bausteinen sowie mit der DNA-Synthese. Sie sind mutagen (erbgutschädigend) und embryotoxisch (GRAEFE et al. 2011).

### 4.6.2 Aktueller Verbrauch

**Verbrauchsdaten** Die Auswertung der aktuellen Verbrauchsdaten nach IMS HEALTH (2015) umfasst die Untergruppen Alkylierende Mittel, Antimetaboliten, Hormone und verwandte Mittel sowie Hormonantagonisten und verwandte Mittel. Die aktuell verbrauchsstärksten Wirkstoffe der Gruppe der Zytostatika und zytostatisch wirksamen Hormone sind in Tabelle 11 aufgelistet.

Insgesamt 1.700 kg Zytostatika und zytostatisch wirksame Hormone wurden im Jahr 2014 in Österreich verbraucht. Der größte Wirkstoffverbrauch umfasste dabei das Capecitabin (Antimetabolit) mit 889 kg.

Insgesamt umfassten die Antimetaboliten 66 % sowie die Hormonantagonisten und verwandte Mittel 30 % des gesamten Zytostatikaverbrauchs. Auf Alkylierende Mittel bzw. Hormone und verwandte Mittel entfielen mit 3 % bzw. 1 % nur sehr geringe Anteile (siehe Abbildung 10; IMS HEALTH 2015).

Zytostatika und zytostatisch wirksame Hormone	Gruppe	Verbrauch [kg]
Capecitabin	Antimetaboliten	889
Abirateronacetat	Hormonantagonisten	221
Bicalutamid	Hormonantagonisten	138
Fluorouracil	Antimetaboliten	105
Alle übrigen		346
<b>Gesamt</b>		<b>1.700</b>

Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (L1A) Alkylierende Mittel, (L1B) Antimetaboliten, (L2A) Zytostatische Hormone und (L2B) Zytostatische Hormon-Antagonisten.

Tabelle 11:  
Zytostatika und zytostatisch wirksame Hormone mit Verbrauchsmengen über 100 kg im Jahr 2014. (Quelle: IMS HEALTH 2015)

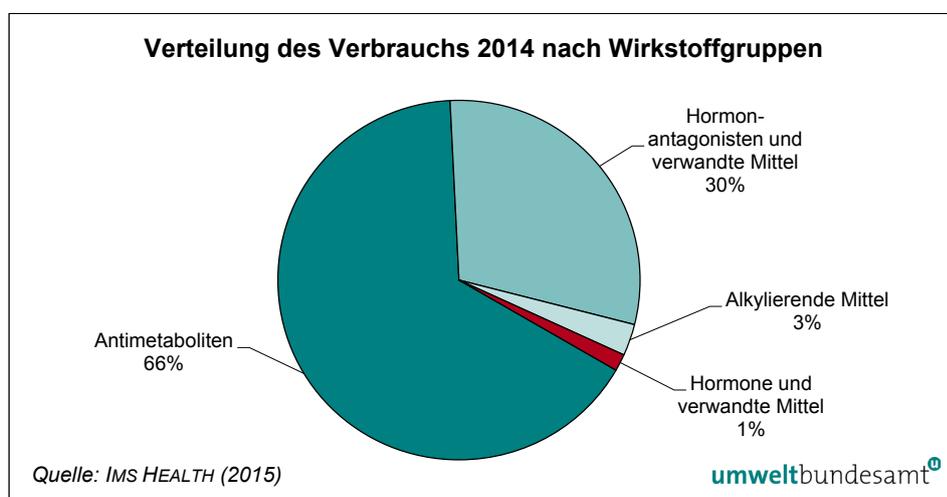


Abbildung 10:  
Zytostatikaverbrauch im Jahr 2014 nach Wirkstoffgruppen.

#### 4.6.3 Verbrauchsstärkster Wirkstoff

Das zu den Antimetaboliten zählende Capecitabin umfasste 2014 mit einem Anteil von 52 % den verbrauchsstärksten Wirkstoff innerhalb der Gruppe der Zytostatika und zytostatisch wirksamen Hormone. Capecitabin wird zur Behandlung von Patienten nach Operationen diverser Karzinome (vorrangig des Kolonkarzinoms) eingesetzt. Es handelt sich um ein nicht zytotoxisches Fluoropyrimidincarbat, das im Körper über mehrere enzymatische Schritte aktiviert wird. Nach oraler Verabreichung und Aufnahme in den Körper wird Capecitabin zu seinen Metaboliten 5'-Desoxy-5-fluorocytidin und Desoxy-5-fluorouridin abgebaut. Die Ausscheidung erfolgt überwiegend über den Harn (DACON 2016).

#### Capecitabin

#### 4.6.4 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

Die Untersuchungsergebnisse von diversen Wirkstoffen der Gruppe der Zytostatika und zytostatisch wirksamen Hormone in österreichischen Umweltmedien sind in Tabelle 32 (Anhang B) angeführt.

Im Jahr 2010 erfolgte eine Untersuchung der Hormonantagonisten **Flutamid** und **Tamoxifen** in österreichischen Abwasserproben aus Kläranlagenabläufen. Beide Wirkstoffe konnten in Spuren (< BG) in allen untersuchten Proben nachgewiesen werden (Ec 2012). Eine Untersuchung von Abwasserproben der onkologischen Ab-

#### Abwasser

teilung eines Wiener Krankenhauses führte zu dem Nachweis von **Doxorubicin** bis zu einer Maximalkonzentration von 1,4 µg/l. Der Wirkstoff **5-Fluorouracil** konnte bis zu einer Konzentration von 124 µg/l detektiert werden (MAHNIK et al. 2007).

## 4.7 Lipidsenker

### 4.7.1 Übersicht

#### **ATC-Klassifizierung**

Lipidsenker sind nach ATC wie folgt klassifiziert: (DIMDI 2015):

#### **(C) KARDIOVASKULÄRES SYSTEM**

##### **(C10) Mittel, die den Lipidstoffwechsel beeinflussen**

(C10A) Mittel, die den Lipidstoffwechsel beeinflussen, rein

(C10AA) HMG-CoA-Reduktasehemmer, (C10AB) Fibrate,

(C10AC) Gallensäure bindende Mittel, (C10AD) Nicotinsäure und Derivate,

(C10AP) Pflanzliche Mittel, die den Lipidstoffwechsel beeinflussen,

(C10AX) Andere Mittel, die den Lipidstoffwechsel beeinflussen

(C10B) Mittel, die den Lipidstoffwechsel beeinflussen, Kombinationen

(C10BA) HMG-CoA-Reduktasehemmer in Kombinationen mit anderen Mitteln,

die den Lipidstoffwechsel beeinflussen, (C10BB) Fibrate in Kombinationen mit

anderen Mitteln, die den Lipidstoffwechsel beeinflussen, (C10BE) Kombinationen

von anderen Mitteln, die den Lipidstoffwechsel beeinflussen, (C10BP) Pflanzliche

Mittel, die den Lipidstoffwechsel beeinflussen, Kombinationen,

(C10BX) HMG-CoA-Reduktasehemmer, andere Kombinationen

#### **Erhöhung der Blutfette**

Lipide (Blutfette) umfassen im allgemeinen Cholesterin und Triglyceride. Sie haben eine wichtige Funktion in Körper und sind in Konzentrationen im Normbereich nicht gesundheitsschädlich. Zu hohe Mengen im Blut (Hyperlipidämie) können aber zur Entwicklung einer Arteriosklerose (Gefäßverkalkung) beitragen und sind ein Risikofaktor für Schlaganfall und Herzinfarkt. Oft können erhöhte Blutfettkonzentrationen durch Ernährungsumstellung und körperliche Bewegung gesenkt werden. Reicht dies nicht aus, um die Blutfettwerte abzusenken, kommen Lipidsenker als medikamentöse Therapie zum Einsatz (ÖSTERREICHISCHE APOTHEKENKAMMER 2016a).

#### **Behandlung**

Zur Behandlung von Hyperlipidämien stehen verschiedene Arzneimittel mit unterschiedlichen Wirkungen zur Verfügung, wie Hemmstoffe der Cholesterinsynthese (Statine), Fibrate, Hemmstoffe der Gallensäure-Resorption (Ionenaustauscher) und Cholesterinwiederaufnahmememmer (ÖSTERREICHISCHE APOTHEKENKAMMER 2016a).

#### **HMG-CoA- Reduktasehemmer**

HMG-CoA-Reduktasehemmer (Statine) führen zu einer Absenkung des Cholesterinspiegels im Blut, indem sie die körpereigene Produktion von Cholesterin hemmen und die Aufnahme von LDL-Cholesterin in die Körperzellen fördern. Zusätzlich reduzieren Statine die Triglyceridkonzentrationen im Blut und können zu einer Stabilisierung von arteriosklerotischer Plaque führen. Wirkstoffe der Gruppe der Statine umfassen beispielsweise Simvastatin, Lovastatin, Fluvastatin und Atorvastatin (HOPPICHLER 1999, ÖSTERREICHISCHE APOTHEKENKAMMER 2016a).

Fibrate, wie beispielsweise Bezafibrat, Fenofibrat und Gemfibrozil, führen in erster Linie zur Absenkung der Triglyceride im Blut. Sie beeinflussen vor allem den Stoffwechsel von Lipoproteinen, die reich an Triglyceriden sind, was zu einer Verminderung der Synthese in der Leber sowie zu einem Abbau von Lipoproteinen führt (HOPPICHLER 1999, ÖSTERREICHISCHE APOTHEKENKAMMER 2016a).

### **Fibrate**

Gallensäure bindende Mittel (auch Ionenaustauscher) hemmen die Gallensäure-Resorption, indem sie im Darm Gallensäuren binden, und führen zu einer gesteigerten Umwandlung von Cholesterin in Gallensäuren. Damit können Cholesterinkonzentrationen im Blut abgesenkt werden. Wichtiger Vertreter dieser Wirkstoffgruppe ist das Colestyramin (ÖSTERREICHISCHE APOTHEKENKAMMER 2016a).

### **Gallensäure bindende Mittel**

## **4.7.2 Aktueller Verbrauch**

Die Auswertung der Verbrauchsdaten nach IMS HEALTH (2015) umfasst HMG-CoA-Reduktasehemmer (Statine), Fibrate, Ionenaustauscher, andere Cholesterin- und Triglyceridregulatoren, Lipidregulatoren in Kombinationen sowie lipidregulierende kardiovaskuläre Multitherapie-Kombinationsprodukte.

### **Verbrauchsdaten**

Der aktuelle Verbrauch an Lipidsenkern in relevanten Mengen ist in Tabelle 12 dargestellt. Insgesamt umfasst diese Wirkstoffgruppe 13 verschiedene Wirkstoffe mit einem Gesamtverbrauch von 11.842 kg im Jahr 2014. Der anteilmäßig am häufigsten verbrauchte Wirkstoff war dabei der HMG-CoA-Reduktasehemmer Simvastatin mit insgesamt 3.704 kg (31 %).

<b>Lipidsenker</b>	<b>Gruppe</b>	<b>Verbrauch [kg]</b>
Simvastatin	HMG-CoA-Reduktasehemmer	3.704
Bezafibrat	Fibrate	2.110
Colestyramin	Gallensäure bindende Mittel	1.813
Atorvastatin	HMG-CoA-Reduktasehemmer	1.551
Fenofibrat	Fibrate	903
Fluvastatin	HMG-CoA-Reduktasehemmer	782
<i>Alle übrigen</i>		978
<b>Gesamt</b>		<b>11.842</b>

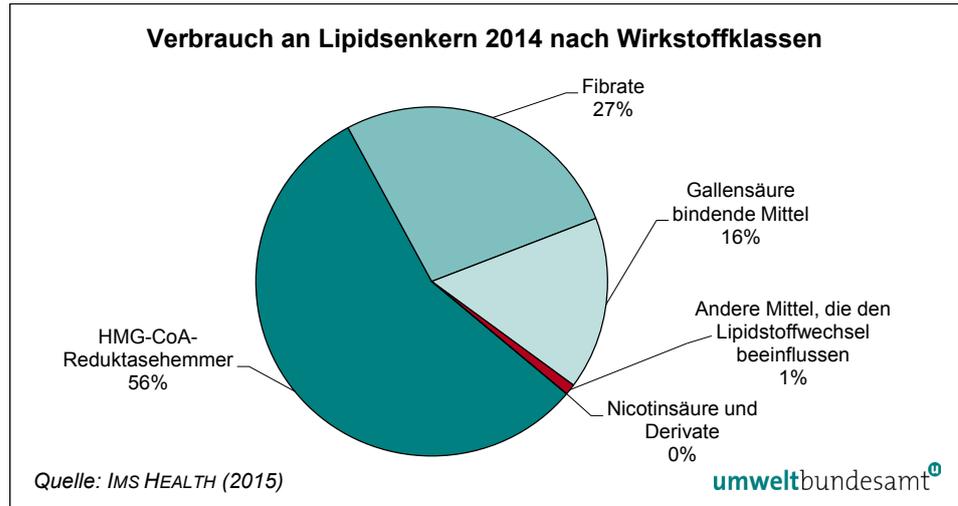
*Tabelle 12:  
Lipidsenker mit  
Verbrauchsmengen über  
500 kg im Jahr 2014.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)*

*Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (C10A) Cholesterin- und Triglycerid-regulierende Mittel, (C10C) Lipidregulatoren in Kombination mit anderen Lipidregulatoren und (C11A) Lipidregulierende kardiovaskuläre Multitherapie-Kombinationsprodukte.*

Innerhalb der Gruppe der Lipidsenker wurden 2014 in Österreich hauptsächlich HMG-CoA-Reduktasehemmer (Statine) verbraucht (56 %). Mit insgesamt 27 % lagen die Fibrate an zweiter Stelle, gefolgt von Gallensäure bindenden Mitteln mit 16 %. Andere Mittel, die den Lipidstoffwechsel beeinflussen sowie Nicotinsäure und Derivate wurden hingegen nur in sehr geringen Mengen verbraucht (< 1 %). Die Verteilung ist in Abbildung 11 dargestellt.

### **Wirkstoffklassen**

Abbildung 11:  
Lipidsenkerverbrauch  
im Jahr 2014 nach  
Wirkstoffklassen.



### 4.7.3 Verbrauch im Zeitverlauf

#### Verbrauch absolut

1997 lag der Lipidsenkerverbrauch in Österreich bei insgesamt 11.096 kg (UMWELTBUNDESAMT 1999). Damit stieg der Verbrauch nur geringfügig an (+ 6 %). Der Simvastatinverbrauch erhöhte sich im Vergleich zum Jahr 2014 auf das 18-fache (siehe Abbildung 12), während andere Wirkstoffe mit vergleichbarer Wirkung im Verbrauch abnahmen (IMS HEALTH 2015). So reduzierte sich beispielsweise der Verbrauch des noch im Jahr 1997 verbrauchsstärksten Lipidsenkers Bezafibrat bis 2014 auf ca. die Hälfte.

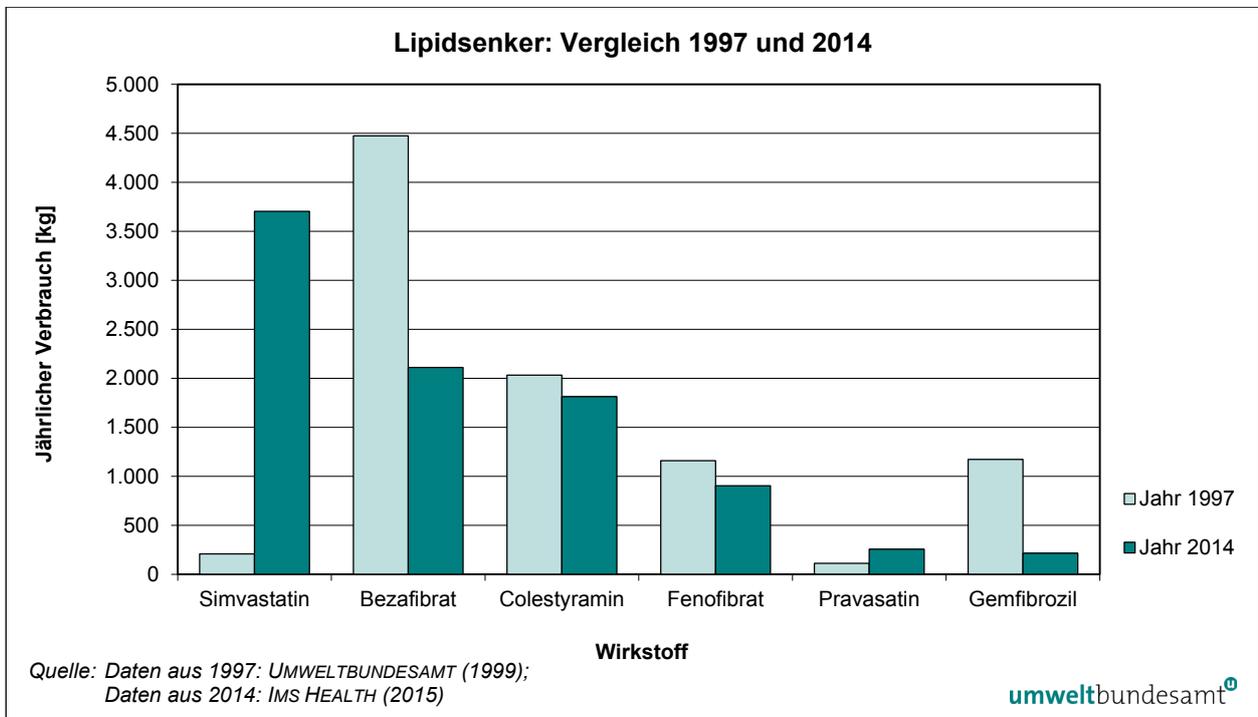


Abbildung 12: Vergleich der Verbrauchsmengen ausgewählter Wirkstoffe innerhalb der Gruppe der Lipidsenker in den Jahren 1997 und 2014.

Bezogen auf den Pro-Kopf-Verbrauch zeigte sich fast keine Veränderung der Verbrauchsmengen an Lipidsenkern zwischen den Jahren 1997 und 2014 (Zunahme um weniger als 1 %). Bei den Einzelwirkstoffen erhöhte sich hingegen der Simvastatinverbrauch pro Kopf um 1.817 %, während der Bezafibratverbrauch pro Kopf um insgesamt 56 % abnahm.

### **Verbrauch pro Kopf**

#### **4.7.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe**

Simvastatin war im Jahr 2014 in Österreich mit 31 % der verbrauchsstärkste Wirkstoff innerhalb der Gruppe der Lipidsenker. Er wird zur Behandlung von Hypercholesterinämie und zur kardiovaskulären Prävention eingesetzt. Simvastatin ist ein HMG-CoA-Reduktasehemmer und wird nach oraler Aufnahme in der Leber zur aktiven Betahydroxysäure umgewandelt. Die Ausscheidung erfolgt zum überwiegenden Teil über Fäzes (ca. 60 %). Ein geringer Teil wird über den Harn ausgeschieden (DACON 2016).

### **Simvastatin**

Der Lipidsenkerwirkstoff Bezafibrat wird vor allem bei Hypertriglyceridämie sowie bei gemischter Hyperlipidämie verordnet. Nach der Aufnahme über orale Wege liegt der Wirkstoff im Blut hauptsächlich an Proteine gebunden vor. Nach der Umwandlung in der Leber erfolgt die rasche und nahezu ausschließliche Ausscheidung über den Harn (DACON 2016).

### **Bezafibrat**

Colestyramin ist ein Gallensäuren-Komplexbildner und wird u. a. bei Hypercholesterinämie angewandt. Die Wirkung erfolgt durch die Verhinderung der Resorption von Gallensäuren im Darm, was in weiterer Folge zu einer Verminderung der Gallensäurekonzentration in Blut und Geweben führt. In Leber, Blut und anderen Organen kommt es dadurch zu einer allmählichen Absenkung des Cholesterinspiegels. Colestyramin ist in Wasser unlöslich und wird, an Gallensäure gebunden, mit den Fäzes ausgeschieden (DACON 2016).

### **Colestyramin**

Der Wirkstoff Atorvastatin ist ein HMG-CoA-Reduktasehemmer und wird in der Therapie von Hypercholesterinämie sowie zur Vorbeugung von kardiovaskulären Erkrankungen angewandt. Die Absorption nach oraler Gabe erfolgt rasch. Mindestens 98 % des aufgenommenen Wirkstoffes liegt im Plasma an Proteine gebunden vor. In der Leber wird Atorvastatin zu verschiedenen Metaboliten abgebaut. Die Ausscheidung erfolgt in erster Linie über die Galle (DACON 2016).

### **Atorvastatin**

#### **4.7.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien**

In den vergangenen Jahren wurden diverse Arzneimittelwirkstoffe der Gruppe der Lipidsenker in verschiedenen Umweltmedien in Österreich untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tabelle 30 in Anhang B aufgelistet.

Zwei im Jahr 2010 in der Steiermark bzw. in Vorarlberg durchgeführte Untersuchungen von **Bezafibrat** im Zulauf von Kläranlagen zeigten durchwegs präsente Belastungen. Die Konzentrationen lagen hier zwischen 650 und 3.000 ng/l (durchschnittlich 1.460 ng/l) (STMK. LR 2011) bzw. zwischen 160 und 900 ng/l (durchschnittlich 530 ng/l) (VBG. LR 2013). Im Jahr 2010 erfolgte außerdem eine Reihe von Untersuchungen von Lipidsenkern in Abläufen von Kläranlagen, wobei **Atorvastatin** (EC 2012), **Bezafibrat** (STMK. LR 2011, EC 2012), **Clofibrat**, **Fenofibrat**, **Gemfibrozil** und **Rosuvastatin** (EC 2012) nachgewiesen werden konnten. Die höchsten Belastungen wurden in steiermärkischen Proben für den

### **Abwasser**

Wirkstoff Bezafibrat detektiert. Die Konzentrationen lagen in einem Bereich von 200 bis 280 ng/l (233 ng/l im Durchschnitt) (STMK. LR 2011). Eine zwischen 2001 und 2003 durchgeführte Untersuchung von bis zu zehn Abwasserproben von insgesamt fünf österreichischen Kläranlagen führte zum Nachweis von Bezafibrat in den Zuläufen in Konzentrationen zwischen 1.525 und 7.600 ng/l (3.393 ng/l im Durchschnitt) sowie in den Abläufen in Konzentrationen zwischen n.n. und 4.800 ng/l (996 ng/l im Durchschnitt), wobei hier 78 % der Proben positiv waren (CLARA et al. 2005a)

**Fließgewässer** Eine im Jahr 2010 in der Steiermark durchgeführte Untersuchung von insgesamt drei Fließgewässerproben auf **Bezafibrat** zeigte keine positiven Nachweise (STMK. LR 2011). In einer Untersuchung von insgesamt fünf Proben der Flüsse Mur, Donau, Drau, Enns und Traun konnten allerdings bis zu 26 ng/l Bezafibrat (11 ng/l im Durchschnitt) nachgewiesen werden. Hier wurde auch der Wirkstoff **Gemfibrozil** untersucht, der allerdings in keiner der Proben zu finden war (Ec Jrc 2008).

**Klärschlamm** Zwei im Jahr 2010 durchgeführte Untersuchungen zeigten **Bezafibrat**belastungen von durchschnittlich 130 µg/kg TM (STMK. LR 2011) bzw. von 110 µg/kg TM in Klärschlämmen (VBG. LR 2013).

**Boden** **Bezafibrat** wurde im Jahr 2010 in Vorarlberg in Bodenproben nach der Aufbringung von Klärschlammkompost untersucht. Der Wirkstoff konnte nicht nachgewiesen werden (VBG. LR 2013).

## 4.8 Psychopharmaka, Antiepileptika und Nootropika

### 4.8.1 Übersicht

**ATC-Klassifizierung** Die Psychopharmaka, Antiepileptika und Nootropika sind nach ATC-Klassifizierung wie folgt eingeteilt (DImDI 2015):

#### **(N) NERVENSYSTEM**

##### **(N03) Antiepileptika**

(N03A) Antiepileptika

##### **(N05) Psycholeptika**

(N05A) Antipsychotika

(N05B) Anxiolytika

(N05C) Hypnotika und Sedativa

##### **(N06) Psychoanaleptika**

(N06A) Antidepressiva

(N06B) Psychostimulanzien, Mittel für die ADHD und Nootropika

(N06C) Psycholeptika und Psychoanaleptika in Kombinationen

**Erkrankungen des Nervensystems** Arzneimittelwirkstoffe, die das zentrale Nervensystem beeinflussen, wirken in der Regel auf Neuronen- und/oder Transmittersysteme (GRAEFE et al. 2011). Für verschiedene Erkrankungen, die das zentrale Nervensystem betreffen, existieren unterschiedliche Wirkstoffklassen.

**Antiepileptika** Unter Epilepsie wird eine chronische Erkrankung verstanden, die auf einer gesteigerten Erregbarkeit zentraler Neuronen beruht. Dabei kommt es zu einer Verminderung der Krampfschwelle in Verbindung mit abnormalen motorischen Re-

aktionen wie beispielsweise Krämpfen, Zuckungen, Bewusstseinsstörungen und -verlust, und/oder Verhaltensstörungen. Wichtige Vertreter der Antiepileptika zur Behandlung von Epilepsie sind unter anderem Carbamazepin, Oxcarbazepin, Phenytoin, Phenobarbital, Topiramal und Clonazepam (BEUBLER 2007).

Antipsychotika (Neuroleptika) werden aufgrund ihrer antipsychotischen Wirkungen zur Therapie von schizophrenen Psychosen angewandt. Schizophrenie ist eine schwerwiegende psychische Erkrankung mit schlechter Prognose betreffend Heilung, Rückfall und Suizidalität. Bei den Antipsychotika handelt es sich um eine sehr heterogene Wirkstoffgruppe. Sie interagieren antagonistisch mit einer Vielzahl unterschiedlicher Transmitter-Rezeptoren wie beispielsweise Dopamin-, Muskarin- und Histaminrezeptoren, jedoch vorwiegend mit den D<sup>2</sup>-Domainrezeptoren. Beispiele für antipsychotische Wirkstoffe sind Quetiapin, Haloperidol und Perphenazin (GRAEFE et al. 2011).

### ***Antipsychotika***

Angststörungen umfassen verschiedene Erkrankungen, die mit unterschiedlichen Erscheinungsformen von Angst einhergehen. Sie zählen zu den häufigsten psychischen Erkrankungen und umfassen Phobien, Panikstörungen sowie generalisierte und gemischte Angststörungen als wesentliche Formen. Sehr häufig kommen auch Unruhe- und Spannungszustände vor, die in verschiedenen Stresssituationen auftreten können. Pharmazeutische Maßnahmen umfassen Verabreichungen von Anxiolytika (auch Tranquilizer), die aufgrund ihrer angstlösenden, sedierenden (beruhigenden) und emotional entspannenden Wirkungen verschrieben werden. Beispiele dieser Gruppe sind die Benzodiazepine mit dem Hauptvertreter Diazepam (GRAEFE et al. 2011).

### ***Anxiolytika***

Schlafstörungen kommen innerhalb der Bevölkerung recht oft vor. Die häufigste Schlafstörung ist die Insomnie (Schlaflosigkeit). Zur Behandlung von Schlafstörungen werden kurzfristig Hypnotika eingesetzt, da viele Wirkstoffe zur Abhängigkeit führen können. Hypnotika sind Schlafmittel, die u. a. an den Gamma-Aminobuttersäure-Rezeptor (GABA<sub>A</sub>-Rezeptor) binden und dadurch sedativ-hypnotisch wirken. Wichtige Vertreter der Hypnotika sind die Benzodiazepine wie beispielsweise Oxazepam, Lorazepam und Triazolam (GRAEFE et al. 2011).

### ***Hypnotika und Sedativa***

Antidepressiva werden zur Behandlung bei Depressionen angewandt. Depressionen zählen zu den sogenannten affektiven Störungen, die in erster Linie krankhafte Stimmungsveränderungen umfassen, wobei zwischen gedrückter Stimmung (Depression) und gehobener Stimmung (Manie) unterschieden werden kann. Wichtiges Prinzip der Behandlung von Depressionen mit Antidepressiva ist die Erhöhung der synaptischen Noradrenalin- und/oder Serotoninkonzentrationen im zentralen Nervensystem. Innerhalb der Antidepressiva existieren insgesamt acht Wirkstoffgruppen, zu denen unter anderem die tri- und tetrazyklischen Antidepressiva (TZA), selektiven Serotoninrückaufnahme-Inhibitoren (SSRI), Noradrenalin- und Serotoninrückaufnahme-Inhibitoren (NSRI) und die Noradrenalin- und Dopaminrückaufnahme-Inhibitoren (NDRI) zählen. Wichtige Wirkstoffe der Gruppe der Antidepressiva umfassen beispielsweise Trazodon, Bupropion und Sertralin (GRAEFE et al. 2011).

### ***Antidepressiva***

Nootropika (auch Antidementiva) führen zu einer Steigerung der Hirndurchblutung und des Hirnstoffwechsels und können so zu einer Verbesserung der Hirnleistung besonders im fortgeschrittenen Lebensalter führen. Dadurch kann ein Fortschreiten von Demenz oder der Alzheimerkrankheit verlangsamt werden (HÄUSSLER et al. 2014).

### ***Nootropika***

#### 4.8.2 Aktueller Verbrauch

##### Verbrauchsdaten

In Tabelle 13 sind die Mengen der 2014 verbrauchsstärksten Arzneimittelwirkstoffe der Psychopharmaka, Antiepileptika und Nootropika angeführt. Der Gesamtverbrauch lag bei insgesamt 109.579 kg, wobei mengenmäßig der pflanzliche Wirkstoff *Passiflora incarnata* (Passionsblumenkraut) mit 26.914 kg (25 %) den größten Anteil ausmachte. Nicht pflanzlicher Wirkstoff mit dem höchsten Verbrauch war das Antiepileptikum Levetiracetam mit einer Menge von 13.374 kg (12 %) (IMS HEALTH 2015).

Tabelle 13:  
Psychopharmaka,  
Antiepileptika und  
Nootropika mit  
Verbrauchsmengen  
über 1.000 kg  
im Jahr 2014.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

Psychopharmaka, Antiepileptika und Nootropika	Gruppe	Verbrauch [kg]
<i>Passiflora incarnata</i> (Passionsblume)*	Hypnotika und Sedativa	26.914
Levetiracetam	Antiepileptika	13.374
Gabapentin	Antiepileptika	12.330
Valproinsäure	Antiepileptika	8.080
Trazodon	Antidepressiva	6.821
Quetiapin	Antipsychotika	4.668
<i>Valeriana officinalis</i> (Baldrian)*	Hypnotika und Sedativa	4.359
Carbamazepin	Antiepileptika	3.983
Lithium	Antipsychotika	3.329
Venlafloxin	Antidepressiva	2.546
Pregabalin	Antiepileptika	2.197
Sertralin	Antidepressiva	2.130
<i>Hypericum perforatum</i> (Johanniskraut)*	Antidepressiva	1.749
Oxcarbazepin	Antiepileptika	1.703
Lamotrigin	Antiepileptika	1.570
Prothipendyl	Antipsychotika	1.319
Bupropion	Antidepressiva	1.309
Duloxentin	Antidepressiva	1.046
<i>Alle übrigen</i>		10.150
<b>Gesamt</b>		<b>109.579</b>

\* pflanzliche Wirkstoffe

Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (N3A) Antiepileptika, (N5A) Antipsychotika, (N5B) Hypnotika / Sedativa, (N5C) Tranquilliser, (N6A) Antidepressiva, (N6B) Psychostimulanzien, (N6C), Psycholeptika – Psychoanaleptika Kombinationen und (N6D) Nootropika.

##### pflanzliche Wirkstoffe

Die Arzneimittelwirkstoffe der Gruppe der Psychopharmaka, Antiepileptika und Nootropika umfassen zusätzlich eine Reihe von pflanzlichen Wirkstoffen mit hohen Verbrauchsmengen. Dazu gehören in erster Linie Passionsblumenkraut (*Passiflora incarnata* und *Passiflora alata*), Baldrianwurzel (*Valeriana officinalis*), Johanniskraut (*Hypericum perforatum*), Hopfen (*Humulus lupulus*) und Melissenkraut (*Melissa officinalis*). Insgesamt lag im Jahr 2014 der Verbrauch an pflanzlichen Wirkstoffen bei 33.958 kg, welcher damit knapp 31 % des Gesamtverbrauchs innerhalb dieser Indikationsgruppen ausmachte. In der nachfolgenden Betrachtung des Wirkstoffverbrauchs nach Wirkstoffklassen sind die pflanzlichen Wirkstoffe nicht berücksichtigt.

Innerhalb der Psychopharmaka, Antiepileptika und Nootropika war im Jahr 2014 der Verbrauch an Antiepileptika mit 60 % am Gesamtverbrauch (exkl. der pflanzlichen Wirkstoffe) am größten. Die Psychoanaleptika betragen 24 % und die Psycholeptika 16 % des Gesamtverbrauchs (siehe Abbildung 13). Innerhalb der Wirkstoffklasse der Psycholeptika entfielen 89 % auf die Antipsychotika, 8 % auf die Anxiolytika und 3 % auf die Hypnotika und Sedativa. 96 % der Psychoanaleptika waren Antidepressiva. Nur 4 % umfassten hier die Psychostimulanzien, Mittel für ADHD (Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung) und Nootropika.

### Wirkstoffklassen

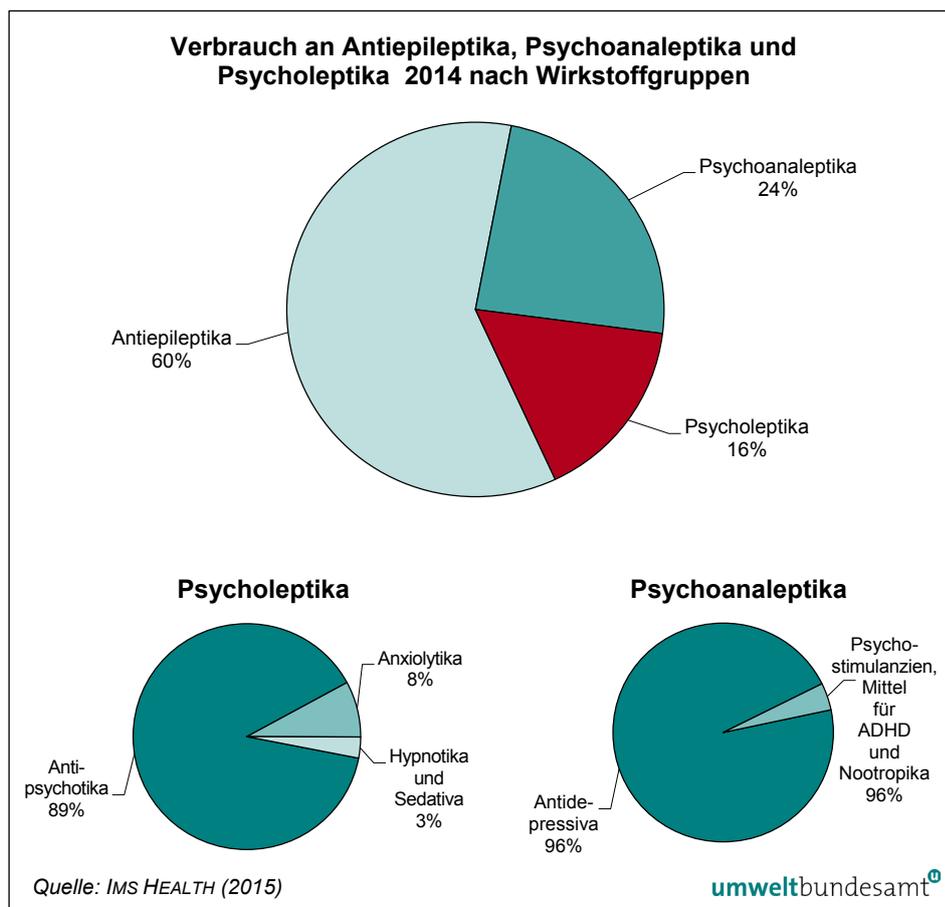


Abbildung 13: Verbrauch an Antiepileptika, Psychoanaleptika und Psycholeptika im Jahr 2014 nach Wirkstoffklassen.

Anmerkung: in den Grafiken nicht enthalten sind Wirkstoffe pflanzlichen Ursprungs.

### 4.8.3 Verbrauch im Zeitverlauf

1997 umfasste der Verbrauch an Antidepressiva und Psychotonika (Psychostimulanzien, Psychoanaleptika) 30.706 kg, an Neuroleptika, Tranquilizern und Hypnotika 19.089 kg sowie an Antiepileptika 13.302 kg (UMWELTBUNDESAMT 1999). Am Beispiel der Antiepileptika zeigt sich, dass die Verbrauchsmengen bis 2014 (45.104 kg) wesentlich anstiegen – um 240 % (IMS HEALTH 2015). Wirkstoffe mit den größten Verbrauchsmengen im Jahr 1997 umfassten Piracetam (Nootropika) mit 22.070 kg, Carbamazepin (Antiepileptika) mit 6.334 kg sowie Lithiumacetat/-carbonat (Antidepressiva) mit 2.381 kg (UMWELTBUNDESAMT 1999). Die verbrauchten Mengen ausgewählter Wirkstoffe in den Jahren 1997 sowie 2014 sind in Abbildung 14 graphisch dargestellt. Besonders markant ist der Rückgang des

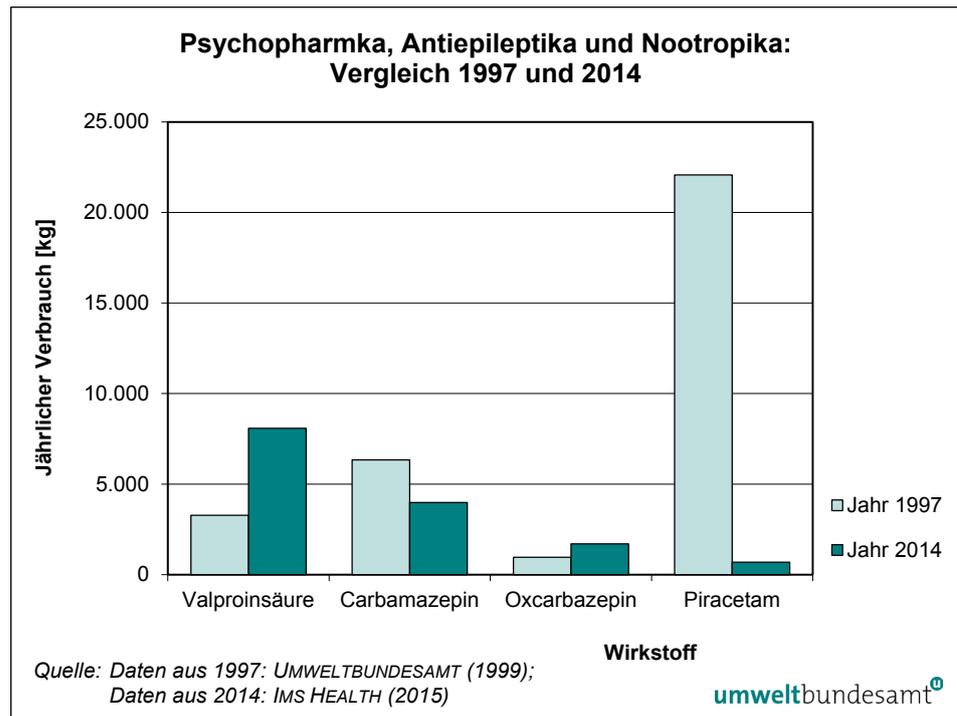
### Verbrauch absolut

Verbrauchs an Piracetam innerhalb des betrachteten Zeitraums: Er sank von 22.070 kg im Jahr 1997 auf 689 kg im Jahr 2014 (Abnahme um 97 %). Im Gegenzug stieg bis 2014 der Verbrauch an Valproinsäure um insgesamt 147 % an.

**Verbrauch pro Kopf**

Bezogen auf den Pro-Kopf-Verbrauch stieg zwischen 1997 und 2014 der Verbrauch an Antiepileptika um insgesamt 265 % an. Wichtige Wirkstoffe dieser Untergruppe umfassten dabei Valproinsäure mit einer Verbrauchszunahme von 166 % sowie Carbamazepin mit einer Verbrauchsabnahme um 42 %.

Abbildung 14: Vergleich der Verbrauchsmengen ausgewählter Wirkstoffe innerhalb der Gruppe der Psychopharmaka, Antiepileptika und Nootropika in den Jahren 1997 und 2014.



**4.8.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe**

**Levetriacetam**

Das Antiepileptikum Levetriacetam ist ein Pyrrolidon-Derivat, das gegen partielle Anfälle mit oder ohne sekundäre Generalisierung bei neu diagnostizierter Epilepsie verabreicht wird. Nach oraler Gabe wird Levetriacetam rasch absorbiert und metabolisiert, wobei der entstehende Primärmetabolit selbst pharmakologisch inaktiv ist. Die Ausscheidung erfolgt hauptsächlich über den Harn (ca. 95 %). Nur ein geringer Anteil (ca. 0,3 %) wird über Fäzes ausgeschieden (DACON 2016).

**Valproinsäure**

Valproinsäure zählt zu den Antiepileptika. Seine Anwendungsgebiete umfassen die Behandlung von Epilepsie, manischer Episoden bei bipolarer Störung als Lithiumersatz sowie zur Migräneprophylaxe. Die Bioverfügbarkeit nach oraler Aufnahme liegt bei nahezu 100 %. In der Leber erfolgt die Metabolisierung, wobei Valproinsäure in erster Linie glucuronidiert wird. Die Ausscheidung erfolgt über den Harn (DACON 2016).

**Trazodon**

Trazodon ist ein Antidepressivum der Gruppe der Triazolopyridine und ein selektiver Serotonin-Wiederaufnahmehemmer, der zur Behandlung von depressiven Erkrankungen mit oder ohne Angstkomponente oder Schlafstörungen verabreicht wird. Es unterscheidet sich in seinem Wirkungsmechanismus von allen anderen Antidepressiva. Nach oraler Verabreichung erfolgt eine rasche und na-

hezu vollständige Aufnahme über den Magen-Darm-Trakt und die Bindung an Plasmaproteine. In der Leber wird Trazodon metabolisiert und mehrheitlich über den Harn wieder ausgeschieden (DACON 2016).

Das Antipsychotikum Quetiapin wird zur Behandlung von Schizophrenie und bipolaren Störungen verabreicht. Nach oraler Anwendung wird der Wirkstoff gut resorbiert und im Körper zu N-Desalkylquetiapin verstoffwechselt. Der Metabolit wird zu etwa 73 % über den Harn sowie zu 21 % über Fäzes ausgeschieden. Nur ca. 5 % des Quetiapins werden unverändert über Harn bzw. Fäzes eliminiert (DACON 2016).

#### **Quetiapin**

Carbamazepin ist ein Antiepileptikum, das unter anderem zur Behandlung von Epilepsie, Manie und Alkohol-Entzugssyndrom sowie zur Prophylaxe der manisch-depressiven Krankheit verabreicht wird. Nach der Aufnahme in den Körper liegt Carbamazepin zu 70–80 % an Serumproteine gebunden vor. In der Leber erfolgt der Abbau zu mehreren Metaboliten, wobei nur der Metabolit Carbamazepin-10,11-epoxid pharmakologisch wirksam ist. Dieser wird in weiterer Folge fast vollständig zum inaktiven 10,11-transdiol-Derivat und dessen Glucuroniden umgewandelt. Die Ausscheidung von Carbamazepin erfolgt nahezu vollständig in Form seiner Metaboliten, zu ca. 70 % über den Harn sowie zu ca. 30 % über Fäzes. Nur etwa 1–2 % der verabreichten Dosis werden in unveränderter Form ausgeschieden (DACON 2016).

#### **Carbamazepin**

### **4.8.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien**

Durchgeführte Untersuchungen zum Vorkommen verschiedener Arzneimittelwirkstoffe der Gruppe der Psychopharmaka, Antiepileptika und Nootropika in österreichischen Umweltmedien sind in Tabelle 31 (Anhang B) dargestellt.

Mehrere zwischen 2002 und 2014 in Österreich durchgeführte Untersuchungen von **Carbamazepin** in Grundwasserproben zeigten positive Nachweise in 25–100 % der untersuchten Proben (STMK. LR 2003, 2011; BMG 2015; RUZICKA et al. 2011; UMWELTBUNDESAMT 2006). Die maximale nachgewiesene Konzentration belief sich auf 2.660 ng/l in einer Grundwasserprobe im Jahr 2004. Im Durchschnitt lag hier die Belastung bei 65 ng/l (UMWELTBUNDESAMT 2006). Auch der Wirkstoff **Koffein** konnte in einer Reihe von Grundwasserproben detektiert werden. Die Detektionsraten bei den 2002 bzw. 2004 durchgeführten Untersuchungen lagen hierbei zwischen 58 % und 81 % (STMK. LR 2003, UMWELTBUNDESAMT 2006), wobei die maximale Konzentration 260 ng/l in einer Probe betrug (UMWELTBUNDESAMT 2006). Die Untersuchung von Grundwasserproben auf **Diazepam** im Jahr 2002 zeigte hingegen keine Belastungen (STMK. LR 2003).

#### **Grundwasser**

Eine im Jahr 2014 durchgeführte Trinkwasseruntersuchung auf **Carbamazepin**-rückstände in Österreich zeigte Belastungen in insgesamt 20 von 100 untersuchten Proben mit Konzentrationen bis zu 16 ng/l (BMG 2015).

#### **Trinkwasser**

Untersuchungen von Abwasserproben von Kläranlagenzuläufen zeigten durchwegs Belastungen mit **Carbamazepin** in allen untersuchten Proben an (STMK. LR 2011, VBG. LR 2013, CLARA et al. 2005a). Die höchsten Belastungen wurden in Abwässern von Zuläufen österreichischer Kläranlagen gefunden mit Konzentrationen zwischen 325 und 1.850 ng/l (947 ng/l im Durchschnitt) (CLARA et al. 2005a). Die Untersuchung von **Diazepam** in Abwasserproben von Kläranlagenzuläufen zeigten ebenfalls positive Nachweise in nahezu allen untersuchten Proben mit Konzentrationen von 6,5 bis 9,7 ng/l (8,1 ng/l im Durchschnitt) (VBG. LR

#### **Abwasser**

2013). In Abläufen von Kläranlagen zeigte sich ein ähnliches Bild: Die Untersuchung einer Reihe von verschiedenen Arzneimittelwirkstoffen dieser Indikationsgruppen verlief auf alle Substanzen positiv. Zumindest in Spuren konnten in diversen Kläranlagenabläufen das Antiepileptikum **Clonazepam**, die Psycholeptika **Alprazolam**, **Chlorprothixen**, **Chlorpromazin**, **Fluphenazin**, **Perphenazin** und **Promethazin** sowie die Psychoanaleptika **Amitriptylin**, **Clomipramin**, **Duloxetin**, **Fluxetin**, **Maprotilin**, **Mianserin**, **Nefazodon**, **Paroxetin** und **Sertralin** nachgewiesen werden (EC 2012). Auch die Wirkstoffe Carbamazepin, (STMK. LR 2011, VBG. LR 2013; CLARA et al. 2005a, EC 2012), Diazepam (VBG. LR 2013; CLARA et al. 2005b), **Phenazon** (VBG. LR 2013), **Haloperidol**, **Hydroxyzin**, **Oxazepam**, **Risperidon**, **Zolpidem**, **Bupropion**, **Citalopram**, **Koffein**, **Memantin** und **Venlafaxin** waren in variablen Konzentrationen in diversen Abwasserproben zu finden, wobei die größten Belastungen (578–1.378 ng/l, 854 ng/l im Durchschnitt) den Wirkstoff Diazepam umfassten (EC 2012).

#### **Fließgewässer**

Die Untersuchung von steiermärkischen Fließgewässerproben zeigten positive Nachweise von **Carbamazepin** (bis zu 32 ng/l) und **Koffein** (96 ng/l) in allen untersuchten Proben (STMK. LR 2003, 2011). Der Wirkstoff **Diazepam** konnte hingegen nicht nachgewiesen werden (STMK. LR 2003). In acht Fließgewässerproben der Bundesländer Steiermark, Vorarlberg, Nieder- und Oberösterreich im Jahr 2012 wurde Carbamazepin in allen untersuchten Proben bis zu einer Maximalkonzentration von 231 ng/l gefunden. Im Durchschnitt lag die Belastung hier bei 63 ng/l (EC 2014). Zudem konnten in den Jahren 2012 und 2013 in insgesamt 12 Vorarlberger Fließgewässerproben Carbamazepinrückstände in Mengen von bis zu 67 ng/l (durchschnittlich 43 ng/l) detektiert werden. Der Nachweis von Diazepam verlief in diesen Proben negativ (VBG. LR 2014).

#### **Schwebstoffe und Sediment**

Im Jahr 2001 wurden in den Bundesländern Niederösterreich und Oberösterreich Schwebstoffe und Sedimente auf Arzneimittelwirkstoffrückstände untersucht. Der Wirkstoff **Carbamazepin** war in keiner der Proben nachweisbar. **Diazepam** wurde in einer der insgesamt zwei untersuchten Schwebstoffproben sowie in lediglich einer der insgesamt 13 untersuchten Sedimentproben in Spuren (< BG) gefunden. Auch **Koffein** konnte in den Sedimenten nur in ca. der Hälfte der Proben in Spuren (< BG) nachgewiesen werden, während beide untersuchten Schwebstoffproben mit Mengen zwischen 6,0 und 6,6 ng/l positiv auf Koffein getestet wurden (UMWELTBUNDESAMT 2004).

#### **Klärschlamm**

Untersuchungen von **Carbamazepin** in Klärschlämmen im Jahr 2010 wiesen auf hohe Belastungen mit diesem Wirkstoff hin. So konnte in einer Klärschlammprobe aus Vorarlberg eine Menge von 1.600 µg/kg TM nachgewiesen werden (VBG. LR 2013).

#### **Boden**

Auch in Bodenproben wurde **Carbamazepin** gefunden. Außerdem zeigte sich, dass nach einer Klärschlammkompostaufbringung die Belastung der Böden höher als vor der Ausbringung war. Durchschnittlich konnten hier 6,9 µg Carbamazepin/kg TM nachgewiesen werden (VBG. LR 2013).

## 4.9 Antazida

### 4.9.1 Übersicht

Nach ATC sind die Antazida wie folgt klassifiziert (DIMDI 2015):

#### ATC-Klassifizierung

#### (A) ALIMENTÄRES SYSTEM

#### (A02) Mittel bei säurebedingten Erkrankungen

(A02A) Antazida

(A02B) Mittel bei peptischem Ulkus und gastroesophagealer Refluxkrankheit

(A02X) Andere Mittel bei säurebedingten Erkrankungen

Magensäureassoziierte Erkrankungen umfassen die gastroesophageale Refluxkrankheit (Sodbrennen), die Gastritis und die gastroduodenale Ulkuskrankheit. Sie werden auch unter dem Begriff „peptische Erkrankungen“ zusammengefasst (GRAEFE et al. 2011).

#### Magensäure-assozierte Erkrankungen

Zu den Wirkstoffgruppen, die zur Behandlung dieser Erkrankungen eingesetzt werden, zählen u. a. die Protonenpumpen-Hemmstoffe, H<sub>2</sub>-Rezeptor-Antagonisten, M<sub>1</sub>-Rezeptor-Antagonisten und Antazida. Je nach Wirkstoff erfolgt die Wirkung durch die Hemmung der Protonenpumpen, die Verminderung der Salzsäureausschüttung oder durch die Neutralisierung der Salzsäure im Magen (GRAEFE et al. 2011).

#### Wirkstoffgruppen

Antazida wirken über die Neutralisierung der Salzsäure im Magensaft und werden insbesondere bei milden Formen des Sodbrennens eingesetzt. Generell lassen sich die Antazida in drei Gruppen unterteilen: Aluminiumverbindungen, Magnesiumverbindungen und die Kombinationen aus Aluminiumoxid/Aluminiumhydroxid und Magnesiumhydroxid sowie Komplexverbindungen, die Magnesium und Aluminium enthalten (Hydrotalcit, Magaldrat und Almasilat) (GRAEFE et al. 2011).

#### Antazida-Gruppen

### 4.9.2 Aktueller Verbrauch

Im Jahr 2014 lag der Antazida-Verbrauch in Österreich bei insgesamt 47.174 kg. Verbrauchsstarke Wirkstoffe umfassten dabei Pantoprazol mit 6.933 kg, Sucralfat mit 4.993 kg sowie Hydrotalcit mit 3.095 kg. Wirkstoffe mit Verbrauchsmengen über 1.000 kg sind in Tabelle 14 angeführt (IMS HEALTH 2015).

#### Verbrauchsdaten

Antazida	Verbrauch [kg]
Pantoprazol	6.933
Sucralfat	4.993
Hydrotalcit	3.095
Ranitidin	2.054
Magaldrat	1.986
Simeticon	1.172
Esomeprazol	1.161
Alle übrigen	25.779
<b>Gesamt</b>	<b>47.174</b>

Tabelle 14:  
Antazida mit Verbrauchsmengen über 1.000 kg im Jahr 2014.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

Anmerkung: in der Übersicht sind folgende Verbindungen nicht enthalten: Calcium (Verbrauch 2014: 18.787 kg), Magnesium (2.677 kg) sowie Alginsäure (1.291 kg). Aufgrund der Vollständigkeit sind diese Substanzen in der Verbrauchsangabe aller übrigen sowie der Gesamtverbrauchsangabe inkludiert.

*Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (A2A) Antazida, Antiflatulenz, Carminativa und (A2B) Antiulkeranzien (Mittel bei peptischen Ulkus und gastroesophagealer Refluxkrankheit).*

#### 4.9.3 Verbrauch im Zeitverlauf

1997 umfasste der verbrauchsstärkste Wirkstoff innerhalb der Indikationsgruppe der Antazida Sucralfat (Aluminium-Saccharose-Sulfat) mit 23.721 kg (UMWELTBUNDESAMT 1999). Bis 2014 sank der Verbrauch dieses Wirkstoffes um 79 % auf 4.993 kg (IMS HEALTH 2015). Bezogen auf den Pro-Kopf-Verbrauch betrug die Reduktion des Sucralfatverbrauchs 80 %.

#### 4.9.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe

- Pantoprazol** Pantoprazol ist ein Protonenpumpenhemmer, der die Sekretion von Magensäure vermindert und zur Behandlung der gastroesophagealen Refluxkrankheit sowie zur Langzeitbehandlung von Refluxesophagitis angewandt wird. Im Blut wird Pantoprazol vorwiegend an Plasmaproteine gebunden transportiert. Der Abbau erfolgt nahezu ausschließlich durch die Leber zu verschiedenen Metaboliten. Hauptmetabolit ist dabei das Desmethylpantoprazol. Die Ausscheidung erfolgt überwiegend (80 %) über den Harn sowie in geringeren Mengen über Fäzes (DACON 2016).
- Sucralfat** Sucralfat wird ebenso bei peptischem Ulkus und gastroesophagealer Refluxkrankheit verabreicht. Die Anwendung erfolgt zur Behandlung von Ulcus duodeni und Ulcus ventriculi, zur Linderung von Beschwerden und zur Beschleunigung der Ulcusheilung sowie zur Ulcusprophylaxe. Nach oraler Aufnahme erfolgt nur eine geringe Resorption aus dem Magen-Darm-Trakt. Die Ausscheidung erfolgt über den Harn (DACON 2016).
- Hydrotalcit** Hydrotalcit ist ein nicht-systemisch wirkendes Antazid. Die Anwendungsgebiete umfassen u. a. die Behandlung von Sodbrennen und anderen durch Magensäure ausgelöste Beschwerden sowie von Ulcus ventriculi und Ulcus duodeni. Hydrotalcit wird aus dem Magen-Darm-Trakt praktisch nicht resorbiert (DACON 2016).

#### 4.9.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

- Abwasser** Eine im Jahr 2010 durchgeführte Untersuchung in Abwässern von Kläranlagenabläufen (siehe Tabelle 32) zeigte **Ranitidin**-Belastungen zwischen < BG und 8,7 ng/l. Im Durchschnitt lagen die Konzentrationen jedoch unter dem Quantifizierungslimit (< BG) (Ec 2012).

## 4.10 Antidiabetika

### 4.10.1 Übersicht

ATC-Klassifizierung der Antidiabetika (DIMDI 2015):

#### (A) ALIMENTÄRES SYSTEM UND STOFFWECHSEL

##### (A10) Antidiabetika

(A10A) Insuline und Analoga

(A10B) Antidiabetika, exkl. Insuline

(A10X) Andere Antidiabetika

Diabetes mellitus ist eine durch Insulinmangel hervorgerufene Stoffwechselerkrankung. Der Mangel an Insulin kann absolut (Typ 1, sog. Altersdiabetes) oder relativ (Typ 2, früher auch als juveniler Diabetes bezeichnet) vorliegen und führt zu einer Zunahme der Blutzuckerspiegels (Glukose) im Blutplasma sowie zur Ausscheidung von Glukose im Harn (SILBERNAGL & LANG 2005).

Für die Behandlung von Diabetes mellitus gibt es unterschiedliche Wirkstoffe, die sich im Wesentlichen in zwei Gruppen unterteilen lassen: die Insuline und deren Analoga sowie die (oralen) Antidiabetika exkl. Insuline (GRAEFE et al. 2011).

Insuline werden zumeist in hohen Konzentrationen hauptsächlich subkutan (unter die Haut) verabreicht (GRAEFE et al. 2011).

Die oralen Antidiabetika werden zur Behandlung eines relativen Insulinmangels angewandt und mobilisieren körpereigene Insulinreserven bzw. unterstützen Insulin in seiner Wirkung. In Abhängigkeit vom jeweiligen Wirkungsmechanismus unterscheidet man verschiedene Wirkstoffgruppen: Wirkstoffe, welche die Insulinfreisetzung steigern (Sulfonylharnstoffe, Glinide, Gliptine); Wirkstoffe, welche die Insulinwirkung verstärken (Metformin, Thiazolidindione) und Wirkstoffe, welche die enterale Resorption von Kohlenhydraten hemmen ( $\alpha$ -Glucosidase-Hemmstoffe) (GRAEFE et al. 2011).

### 4.10.2 Aktueller Verbrauch

Im Jahr 2014 lag der Verbrauch an Antidiabetika (exklusive der Verbrauch von Insulinen und Analoga) in Österreich bei insgesamt 146.686 kg. Mit ca. 97 % trug der Wirkstoff Metformin hauptsächlich zum Gesamtverbrauch bei. Weitere Wirkstoffe dieser Gruppe mit Verbrauchsmengen über 1.000 kg im Jahr 2014 waren Sitagliptin und Gliclazid (siehe Tabelle 15) (IMS HEALTH 2015).

Antidiabetika	Verbrauch [kg]
Metformin	141.588
Sitagliptin	2.057
Gliclazid	1.520
Alle übrigen	1.521
<b>Gesamt</b>	<b>146.686</b>

Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (A10H) Sulphonylharnstoff-Antidiabetika, (A10J) Biguanide, (A10K) Glitazone, (A10L) Alpha-Glukosidasehemmer, (A10M) Glinide, (A10N) DPP-IV-Hemmer, (A10P) SGLT2-Hemmer, (A10S) GLP-1-Agonisten und (A10X) Andere Wirkstoffe bei Diabetes.

#### ATC-Klassifizierung

#### Diabetes mellitus

#### Behandlung

#### Insuline

#### orale Antidiabetika

#### Verbrauchsdaten

Tabelle 15:  
Antidiabetika  
(exkl. Insuline) mit  
Verbrauchsmengen über  
1.000 kg im Jahr 2014.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

### 4.10.3 Verbrauch im Zeitverlauf

Im Jahr 1997 lag der Verbrauch von Metformin bei 26.378 kg, von Acarbose bei 1.290 kg und von Gliclazid bei 789 kg (UMWELTBUNDESAMT 1999). Besonders der Metformin-Verbrauch stieg innerhalb der vergangenen Jahre um mehr als 400 % (absoluter Verbrauch) bzw. 478 % (Pro-Kopf-Verbrauch) und damit wesentlich an.

### 4.10.4 Verbrauchsstärkster Wirkstoff

**Metformin** Metformin ist ein Biguanid mit Blutzuckerspiegel-senkender Wirkung und wird zur Behandlung von Diabetes mellitus Typ 2 angewendet. Nach oraler Gabe werden ca. 50–60 % im Magen-Darm-Trakt resorbiert. 20–30 % werden unverändert ohne Aufnahme in den Körper mit den Fäzes eliminiert. Aufgenommenes Metformin wird in unveränderter Form über den Harn wieder ausgeschieden (DACON 2016).

### 4.10.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

**Abwasser** Die Antidiabetika-Wirkstoffe **Gilbenclamid** und **Glimepirid** wurden im Jahr 2010 in österreichischen Abwasserproben von Kläranlagenabläufen untersucht (siehe Tabelle 32). Beide Substanzen waren in allen Proben in Spuren (< BG) nachzuweisen (Ec 2012).

## 4.11 Antitussiva und Expektoranzien

### 4.11.1 Übersicht

**ATC-Klassifizierung** ATC-Klassifizierung der Antitussiva und Expektoranzien (DIMDI 2015):

#### **(R) RESPIRATIONSTRAKT**

##### **(R05) Husten- und Erkältungsmittel**

(R05C) Expektoranzien, exkl. Kombinationen mit Antitussiva

(R05D) Antitussiva, exkl. Kombinationen mit Expektoranzien

(R05F) Antitussiva und Expektoranzien, Kombinationen

(R05G) Antitussiva und Expektoranzien, Kombinationen mit Antibiotika

(R05X) Andere Zubereitungen gegen Erkältungskrankheiten

**Husten** Husten ist ein physiologischer Reflex, der bei gesunden Menschen als Antwort auf einen inhalativen Reiz und bei Kranken als häufiges Symptom einer Lungenerkrankung auftritt. Klinisch unterscheidet man zwischen akutem und chronischem Husten sowie trockenem Husten und Husten mit Auswurf. Akuter Husten geht häufig mit Erkältungskrankheiten oder Rhinitis einher, während Gründe für chronischen Husten oft Virusinfekte, Rauchen, Bronchitis oder Asthma sind (MEDICI et al. 2001). Zu Behandlung von Husten existieren verschiedene Arzneimittelgruppen, die unterschiedliche Wirkungsmechanismen aufweisen.

**Antitussiva** Antitussiva (hustenstillende Mittel) sind Arzneimittel, die den Hustenreiz unterdrücken. In erster Linie handelt es sich dabei um Opium-Alkaloide und Derivate wie beispielsweise Codein und Noscapin. Sie werden zur symptomatischen Behandlung eines Reizhustens (ohne Auswurf) verwendet (GRAEFE et al. 2011).

Expektoranzien sind Arzneimittel, die durch die Verflüssigung des Bronchialsekrets oder durch die Verstärkung des Abtransports des Bronchialschleims eine Expektorations auslösen sollen (LÜLLMANN et al. 2010).

## Expektoranzien

### 4.11.2 Aktueller Verbrauch

Tabelle 16 zeigt den Verbrauch an Wirkstoffen der Gruppe der Antitussiva und Expektoranzien im Jahr 2014 (IMS HEALTH 2015).

## Verbrauchsdaten

Antitussiva und Expektoranzien	Verbrauch [kg]
Thymus vulgare (Thymiankraut)*	16.485
Acetylcystein	11.865
Pelargonium sidoides (Pelargoniumwurzel)*	2.963
Lavandula latifolia (Lavendel)*	1.895
Myrtol**	1.569
Guaifenesin	1.386
Ambroxol	879
Codein	798
Hedera helix (Efeu)*	788
Citrus aurantium (Bitterorange)*	735
Alle übrigen	2.725
<b>Gesamt</b>	<b>42.089</b>

Tabelle 16:  
Antitussiva und Expektoranzien mit Verbrauchsmengen über 800 kg im Jahr 2014.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

\* pflanzlicher Wirkstoff; \*\* Ätherisches Öl.

Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (R5C) Expektoranzien und (R5D) Antitussiva.

Innerhalb der Indikationsgruppe der Husten- und Erkältungsmittel wurden 2014 in erster Linie Expektoranzien verbraucht (98 %). Nur ein sehr geringer Anteil entfiel auf Antitussiva (2 %), welche ausschließlich Opium-Alkaloide und Derivate wie Codein, Dihydrocodein oder Dextromethorphan umfassten. Unter den Expektoranzien entfiel mit 65 % der überwiegende Anteil auf pflanzliche Expektoranzien Wirkstoffe, gefolgt von Mukolytika mit 32 %. Wirkstoffe der Wirkstoffklasse Expektoranzien umfassten lediglich 3 %. Die grafische Verteilung ist in Abbildung 15 dargestellt.

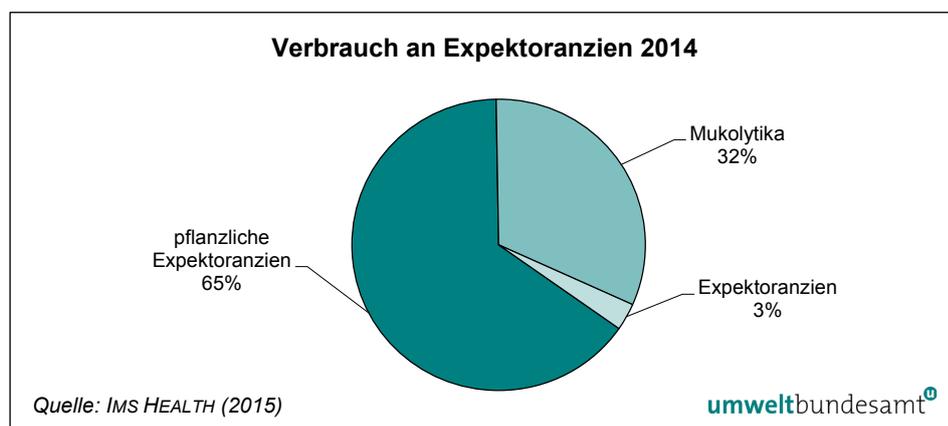


Abbildung 15:  
Expektoranzienverbrauch im Jahr 2014 nach Wirkstoffklassen.

### 4.11.3 Verbrauch im Zeitverlauf

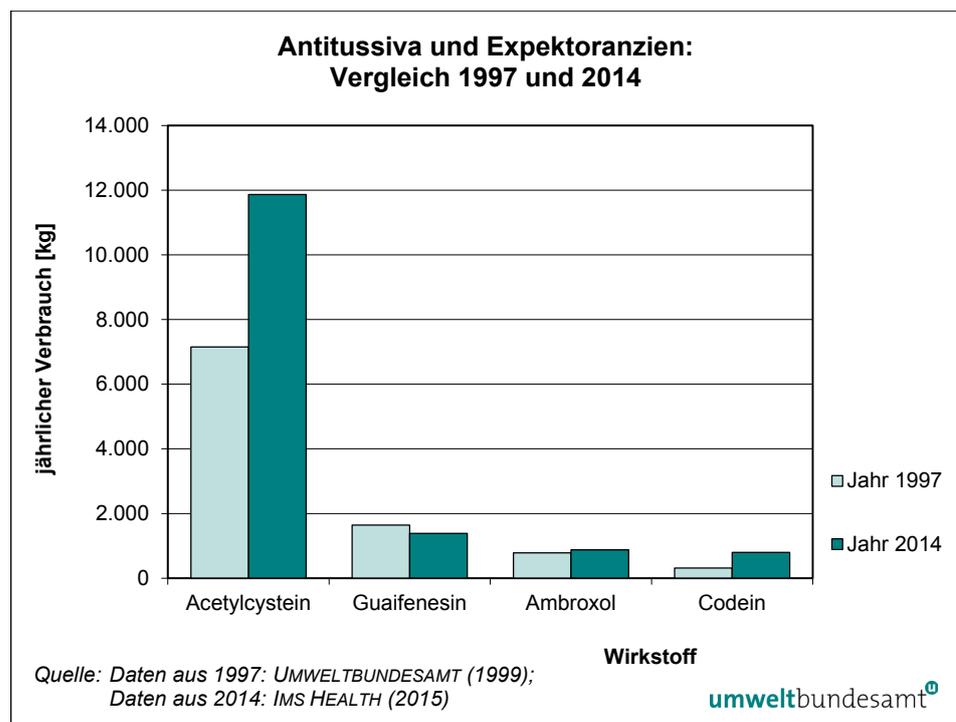
#### Verbrauch absolut

1997 umfasste der Wirkstoffverbrauch innerhalb der Husten- und Erkältungsmittel 45.706 kg. Verbrauchsstärkster Wirkstoff war dabei Acetylcystein mit insgesamt 7.152 kg (UMWELTBUNDESAMT 1999). Auch im Jahr 2014 lag der Gesamtverbrauch innerhalb dieser Indikationsgruppe ähnlich hoch; er fiel innerhalb des betrachteten Zeitraumes um lediglich 8 % (IMS HEALTH 2015). Auch Acetylcystein war im Jahr 2014 der verbrauchsstärkste Wirkstoff der nicht-pflanzlichen Husten- und Erkältungsmittel. In Abbildung 16 sind die Mengen der verbrauchsstärksten Wirkstoffe in den Jahren 1997 und 2014 vergleichend dargestellt. Der Verbrauch an Acetylcystein stieg zwischen 1997 und 2014 von 7.152 kg auf 11.865 kg um insgesamt 66 % an. Auch der Codeinverbrauch stieg im Zeitverlauf um ca. das 2,5-Fache, während der Verbrauch an Guaifenesin leicht sank.

#### Verbrauch pro Kopf

Die Betrachtung des Pro-Kopf-Verbrauchs von Antitussiva und Expektoranzien in den Jahren 1997 und 2014 zeigt eine Abnahme des Gesamtverbrauchs von 14 %. Die Wirkstoffe Acetylcystein bzw. Codein stiegen im Pro-Kopf-Verbrauch allerdings um 79 % bzw. 171 % an.

Abbildung 16:  
Vergleich der Verbrauchsmengen der verbrauchsstärksten Wirkstoffe innerhalb der Gruppe der Antitussiva und Expektoranzien in den Jahren 1997 und 2014.



### 4.11.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe

#### Acetylcystein

Mit insgesamt 28 % erwies sich im Jahr 2014 der Wirkstoff Acetylcystein als verbrauchsstärkster nicht-pflanzlicher Wirkstoff innerhalb der Gruppe der Antitussiva und Expektoranzien. Es handelt sich dabei um ein Mukolytikum der Klasse der Expektoranzien, welches in der sekrolytischen Therapie bei akuten und chronischen bronchopulmonaren Erkrankungen, die mit einer Störung der Schleimbildung bzw. des Schleimtransports einhergehen, eingesetzt wird. Nach der oralen Einnahme erfolgt die rasche und nahezu vollständige Aufnahme in den Kör-

per. In der Leber wird Acetylcystein zu dem aktiven Metaboliten Cystein metabolisiert. Weitere entstehende inaktive Metaboliten umfassen Diacetylcystin, Cystin und weitere gemischte Disulfide. Die Ausscheidung erfolgt in erster Linie über den Harn in Form der inaktiven Metaboliten. Über Fäzes wird nur ein geringer Anteil ausgeschieden (DACON 2016).

#### 4.11.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

Derzeit sind für Österreich keine Daten zum Vorkommen von Wirkstoffen der Gruppe der Antitussiva und Expektoranzien bekannt.

### 4.12 Diuretika

#### 4.12.1 Übersicht

Diuretika sind nach ATC wie folgt klassifiziert (DIMDI 2015):

**ATC-Klassifizierung**

#### **(C) KARDIOVASKULÄRES SYSTEM**

##### **(C03) Diuretika**

(C03A) Low-Ceiling-Diuretika, Thiazide

(C03B) Low-Ceiling-Diuretika, exkl. Thiazide

(C03C) High-Ceiling-Diuretika

(C03D) Kalium sparende Mittel

(C03E) Diuretika und Kalium sparende Mittel in Kombinationen

(C03X) Andere Diuretika

Diuretika sind Arzneimittel, die das Harnvolumen erhöhen. Die klinisch gebräuchlichen Diuretika sind daneben auch gleichzeitig sogenannte Saluretika, welche auch die Ausscheidung von Natriumchlorid (NaCl) steigern. Eine kontinuierliche Einnahme führt allerdings nicht zu einem Defizit von Natrium im Körper, da unterschiedliche Kompensationsmechanismen existieren. Zu diesen Mechanismen zählen unter anderem die Aktivierung des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems und der Abfall des arteriellen Blutdrucks. Diuretika hemmen verschiedene Transporter und Kanäle in unterschiedlichen Abschnitten der Niere, die das Natrium rückresorbieren. Je nach Wirkungsort und -mechanismus unterscheidet man die Wirkstoffgruppen Carboanhydrase-Hemmstoffe, Schleifendiuretika, Thiazid-Diuretika, Kalium sparende Diuretika und Aldosteronrezeptor-Antagonisten. Daneben gibt es noch andere Diuretika wie beispielsweise Osmodiuretika, deren Wirkung nicht auf der Hemmung von Transportern und Kanälen beruht (GRAEFE et al. 2011).

**Wirkung und Einteilung**

Zu den wichtigsten gemeinsamen Anwendungsgebieten der Diuretika zählen die Ausschwemmung von Ödemen, arterielle Hypertonie (Bluthochdruck), chronische Herzinsuffizienz sowie die Aufrechterhaltung einer ausreichenden Diurese bei Niereninsuffizienz und damit die Prophylaxe eines Nierenversagens. Bevorzugte Verwendung finden hierbei die Schleifendiuretika, die Thiazid-Diuretika und die Kalium sparenden Diuretika (GRAEFE et al. 2011).

**Anwendungsgebiete**

### 4.12.2 Aktueller Verbrauch

Tabelle 17:  
Diuretika mit  
Verbrauchsmengen über  
1.000 kg im Jahr 2014.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

Diuretika	Verbrauch [kg]
Furosemid	2.875
Spiroinolacton	1.176
Alle übrigen	643
<b>Gesamt</b>	<b>4.695</b>

Umfasst sind Wirkstoffe der Untergruppe (C3A) Diuretika nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015).

### 4.12.3 Verbrauch im Zeitverlauf

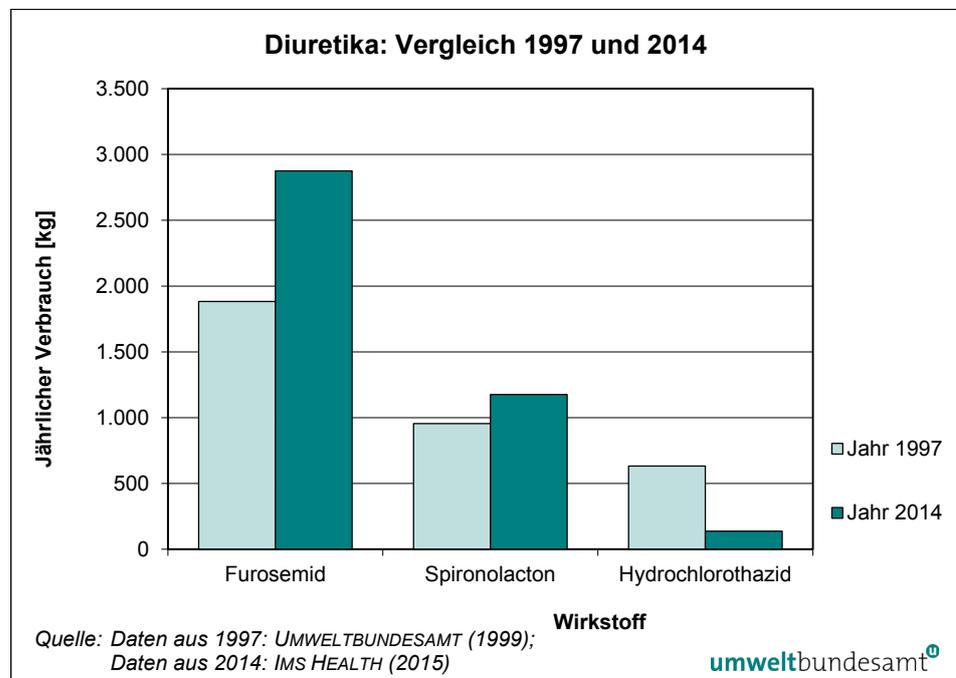
#### Verbrauch absolut

Im Jahr 1997 umfassten die verbrauchsstärksten Diuretika die Wirkstoffe Furosemid (1.883 kg), Spiroinolacton (955 kg) und Hydrochlorothazid (632 kg) (UMWELTBUNDESAMT 1999). Auch im Jahr 2014 zählten diese zu den verbrauchsstärksten Wirkstoffen (IMS HEALTH 2015). Zwischen 1997 und 2014 stieg der Verbrauch an Furosemid um 53 % sowie an Spiroinolacton um 23 % an. Der Verbrauch an Hydrochlorothazid nahm hingegen im betrachteten Zeitraum um ca. 78 % ab (siehe Abbildung 17).

#### Verbrauch pro-Kopf

Betrachtet man die Veränderungen des Pro-Kopf-Verbrauchs zwischen den Jahren 1997 und 2014, zeigt sich eine Zunahme von Furosemid um 64 % sowie von Spiroinolacton um 33 %. Der Pro-Kopf-Verbrauch von Hydrochlorothiazid nahm im betrachteten Zeitraum hingegen um insgesamt 80 % ab.

Abbildung 17:  
Vergleich der  
Verbrauchsmengen  
ausgewählter Wirkstoffe  
innerhalb der Gruppe  
der Diuretika in den  
Jahren 1997 und 2014.



#### 4.12.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe

Im Jahr 2014 war das zur pharmakotherapeutischen Gruppe der Sulfonamide zählende Furosemid mit 61 % der verbrauchsstärkste Wirkstoff dieser Indikationsgruppe. Es findet bei Ödemen u. a. infolge von Herzerkrankungen oder aufgrund chronischer Nierenfunktionsstörungen sowie bei arteriellem Bluthochdruck Anwendung. Nach oraler Aufnahme wird Furosemid nahezu vollständig an Plasmaproteine gebunden transportiert. Die Ausscheidung erfolgt überwiegend in unveränderter Form zu zwei Dritteln über den Harn sowie zu einem Drittel über Galle und Fäzes (DACON 2016).

**Furosemid**

Spironolacton ist ein Aldosteron-Antagonist (Kalium sparendes Diuretikum), das u. a. zur Behandlung verschiedener Ödeme, bei primären Hyperaldosteronismus, Leberzirrhosen, respiratorischer Insuffizienz und Bluthochdruck verabreicht wird. Die Aufnahme in den Körper erfolgt nach oraler Gabe nahezu vollständig. Hauptsächlich wird Spironolacton in der Leber zu vorwiegend schwefelhaltigen Metaboliten verstoffwechselt. Die Ausscheidung des Wirkstoffes sowie seiner Metaboliten erfolgt über die Niere und die Leber (DACON 2016).

**Spironolacton**

#### 4.12.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

Zum Vorkommen von Diuretikawirkstoffen in der Umwelt liegen dem Umweltbundesamt derzeit für Österreich noch keine Daten vor.

### 4.13 ACE-Hemmer

#### 4.13.1 Übersicht

Die ACE-Hemmer sind nach ATC wie folgt klassifiziert (DIMDI 2015):

**ATC-Klassifizierung**

#### **(C) KARDIOVASKULÄRES SYSTEM**

##### **(C09) Mittel mit Wirkung auf das Renin-Angiotensin-System**

(C09A) ACE-Hemmer, rein

(C09B) ACE-Hemmer, Kombinationen

(C09BA) ACE-Hemmer und Diuretika,

(C09BB) ACE-Hemmer und Calciumkanalblocker,

(C09BX) ACE-Hemmer, andere Kombinationen

Das Gefäßsystem im Körper besteht aus insgesamt zwei funktionellen Abschnitten, die sich nach dem Blutdruck unterteilen und das Hochdrucksystem (Druckspeicher) und das Niederdrucksystem (Volumenspeicher) umfassen. Im Kapillarsystem erfolgt der Stoffaustausch. Blutfluss und Stoffaustausch sind vom Tonus der arteriellen und venösen Gefäße abhängig, der durch verschiedene Mechanismen reguliert wird (GRAEFE et al. 2011).

**Gefäßsystem**

Zu den neuralen Mechanismen der Tonusregulierung zählt das Renin-Angiotensin-System. Renin ist ein Enzym, das das Peptid Angiotensin I vom Plasmaglobulin Angiotensinogen abspaltet. In weiterer Folge wird das Angiotensin I durch das Angiotensin-Konversionsenzym (ACE, Angiotensin-Converting-Enzyme) zu Angiotensin II umgewandelt. Zusätzlich sorgt ACE auch für den Abbau des Vasodilatators Bradykinin (GRAEFE et al. 2011).

**Renin-Angiotensin-System**

**Vasodilatoren und Vasokonstriktoren**

Bestimmte Arzneimittel können die Regulation des Gefäßtonus beeinflussen. Sie werden in die Vasodilatoren (z. B. ACE-Hemmer, Kalziumkanalblocker, Renin-Hemmstoffe, verschiedene Rezeptorantagonisten) sowie in die Vasokonstriktoren unterteilt (z. B. Vasopressin-Derivate, bestimmte Rezeptorantagonisten) (GRAEFE et al. 2011).

**ACE-Hemmer**

ACE-Hemmer werden zur Behandlung von arterieller Hypertonie (Bluthochdruck) und bei chronischer Herzinsuffizienz eingesetzt. Sie wirken über die Inhibierung des ACE, was zu einer Hemmung der Angiotensin-II-Bildung und des Bradykininabbaus führt. Beispiele für ACE-Hemmer sind Benzapril, Enalapril und Lisinopril (GRAEFE et al. 2011).

**4.13.2 Aktueller Verbrauch**

**Verbrauchsdaten**

Im Jahr 2014 lag der Gesamtverbrauch an ACE-Hemmern in Österreich bei 4.989 kg. Verbrauchsstärkster Wirkstoff war mit insgesamt 1.681 kg der Wirkstoff Hydrochlorothiazid (IMS HEALTH 2015). Dieser Wirkstoff wird auch als Beta-Blocker in großen Verbrauchsmengen eingesetzt (siehe Kapitel 4.14.2). ACE-Hemmer mit Verbrauchsmengen über 1.000 kg sind in Tabelle 18 dargestellt.

Tabelle 18:  
ACE-Hemmer mit Verbrauchsmengen über 1.000 kg im Jahr 2014. (Quelle: IMS HEALTH 2015)

ACE-Hemmer	Verbrauch [kg]
Hydrochlorothiazid	1.681
Lisinopril	1.456
Enalapril	1.102
Alle übrigen	749
<b>Gesamt</b>	<b>4.989</b>

Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (C9A) ACE-Hemmer, rein und (C9B) ACE-Hemmer, Kombinationen.

**4.13.3 Verbrauch im Zeitverlauf**

**Verbrauch absolut**

1997 umfassten verbrauchsstärke ACE-Hemmer die Wirkstoffe Captopril (957 kg), Enalapril (623 kg), Lisinopril (450 kg) und Verapamil (381 kg) (UMWELTBUNDESAMT 1999). Zwischen 1997 und 2014 nahm der Verbrauch von Captopril um 95 % ab, während der Verbrauch von Lisinopril um 224 % und von Enalapril um 77 % anstieg (IMS HEALTH 2015). In Abbildung 18 sind ausgewählte Wirkstoffe im Vergleich dargestellt.

**Verbrauch pro Kopf**

Bezogen auf den Pro-Kopf-Verbrauch nahm der Captoprilverbrauch im Zeitraum 1997 bis 2014 um insgesamt 95 % ab, während der Verbrauch von Lisinopril sowie von Enalapril um 248 % bzw. 91 % anstieg.

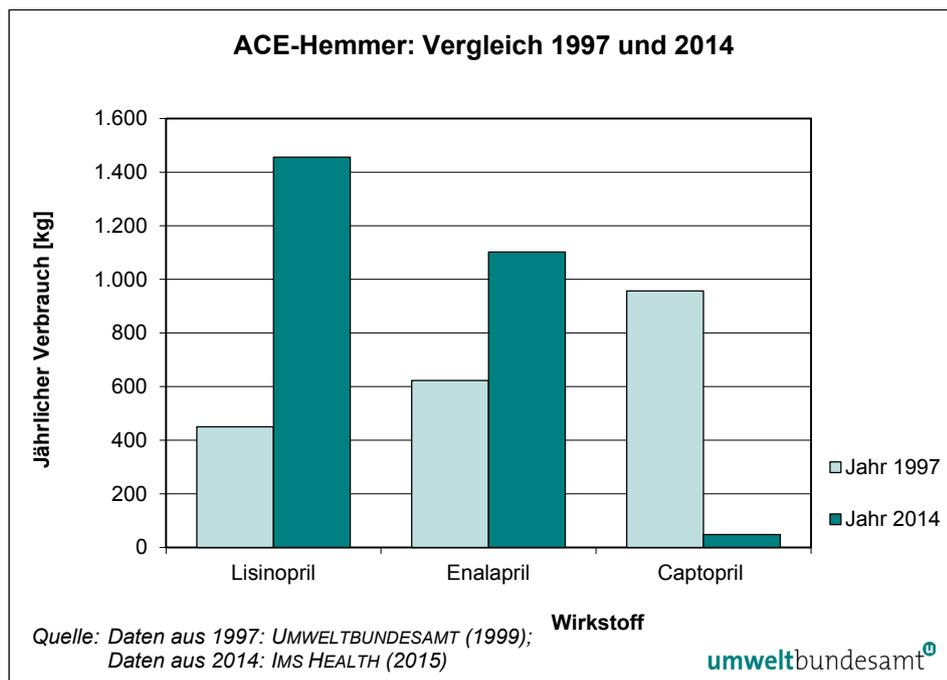


Abbildung 18:  
Vergleich der  
Verbrauchsmengen  
ausgewählter  
verbrauchsstarker  
Wirkstoffe innerhalb  
der Gruppe der  
ACE-Hemmer in den  
Jahren 1997 und 2014.

#### 4.13.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe

Im Jahr 2014 umfasste Hydrochlorothiazid insgesamt 34 % des gesamten Verbrauchs an ACE-Hemmern in Österreich. Hydrochlorothiazid ist ein Benzothiadiazin-Derivat und wird zur Behandlung der essenziellen arteriellen Hypertonie sowie von kardialen, hepatischen und renalen Ödemen eingesetzt. Seine Wirkung beruht auf einer Steigerung der Elektrolytausscheidung und der osmotischen Bindung von Wasser, was zu einer Erhöhung des Harnflusses führt. Nach oraler Aufnahme erfolgt die Resorption von ca. 80 % der verabreichten Dosis aus dem Magen-Darm-Trakt. Die Ausscheidung erfolgt fast ausschließlich über den Harn (DACON 2016).

#### **Hydrochlorothiazid**

Innerhalb der Gruppe der ACE-Hemmer betrug der Verbrauch von Lisinopril im Jahr 2014 ca. 29 %. Lisinopril ist ein Peptidyl-Dipeptidase-Hemmer, der der Behandlung von Hypertonie, symptomatischer Herzinsuffizienz, akutem Myokardinfarkt sowie Nierenerkrankungen bei hypertensiven Patienten mit Diabetes mellitus Typ 2 und beginnender Nephropathie dient. Nach Aufnahme wird Lisinopril nicht metabolisiert und vollständig in unveränderter Form über den Harn ausgeschieden (DACON 2016).

#### **Lisinopril**

Mit 22 % lag im Jahr 2014 innerhalb der Gruppe der ACE-Hemmer der Wirkstoff Enalapril verbrauchsmäßig am drittstärksten. Seine Anwendung als ein ACE-Hemmer in Reinform erfolgt zur Behandlung von Hypertonie sowie zur Behandlung und Prävention einer symptomatischen Herzinsuffizienz. Nach oraler Aufnahme wird Enalapril schnell resorbiert und im Körper weitgehend zu Enalaprilat hydrolysiert – einem potenten ACE-Hemmer. Die Ausscheidung erfolgt überwiegend über den Harn, darunter ca. 40 % der verabreichten Dosis als Enalaprilat und ca. 20 % als unverändertes Enalapril (DACON 2016).

#### **Enalapril**

#### 4.13.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

**Abwasser** **Cilazapril** (mit 17 kg Verbrauch im Jahr 2014) wurde in Abwasserproben von Kläranlagen (Ablauf) untersucht (siehe Tabelle 32). In allen Proben konnte die Substanz zumindest in Spuren (< BG) nachgewiesen werden (Ec 2012).

### 4.14 Beta-Blocker ( $\beta$ -Adrenozeptor-Antagonisten)

#### 4.14.1 Übersicht

**ATC-Klassifizierung** Die Einteilung der Beta-Blocker nach ATC-Klassifizierung erfolgt nach DIMDI (2015):

##### **(C) KARDIOVASKULÄRES SYSTEM**

##### **(C07) Beta-Adrenozeptor-Antagonisten**

(C07A) Beta-Adrenozeptor-Antagonisten

(C07B) Beta-Adrenozeptor-Antagonisten und Thiazide

(C07C) Beta-Adrenozeptor-Antagonisten und andere Diuretika

(C07D) Beta-Adrenozeptor-Antagonisten, Thiazide und andere Diuretika

(C07E) Beta-Adrenozeptor-Antagonisten und Vasodilatoren

(C07F) Beta-Adrenozeptor-Antagonisten und andere Hypertonika

(C07G) Beta-Adrenozeptor-Antagonisten und andere Mittel

##### **Wirkstoffe zur Behandlung von Bluthochdruck**

Für die Behandlung von arterieller Hypertonie (Bluthochdruck) wird eine Reihe von Wirkstoffen unterschiedlicher Teilindikationsgruppen verwendet: die Antihypertonika (ATC-Gruppe C02), die Diuretika (C03), die Beta-Adrenozeptor-Antagonisten (C07), die Calciumkanalblocker (C08) sowie Mittel mit Wirkung auf das Renin-Angiotensin-System (C09) (HÄUSSLER et al. 2014).

##### **Wirkung von Beta-Blockern**

Beta-Blocker blockieren die Beta-Rezeptoren ( $\beta_1$ - und  $\beta_2$ -Rezeptoren), was bei Bluthochdruckpatienten zu einer Absenkung des Blutdrucks führt. Dies geschieht durch mehrere verschiedene Mechanismen, die allerdings bis heute noch nicht im Detail bekannt sind. Zur Behandlung von Bluthochdruck werden die sogenannten  $\beta_1$ -selektiven Rezeptorblocker bevorzugt. Neben der Bluthochdruckbehandlung sind unter anderem koronare Herzkrankheiten, tachykarde Herzrhythmusstörungen und die erneute Herzinfarktprophylaxe weitere Indikationen (HÄUSSLER et al. 2014). Durch die Gabe von Beta-Blockern werden Frequenz, Erregbarkeit, maximale Kontraktionskraft und Sauerstoffverbrauch des Herzens vermindert (LÜLLMANN et al. 2010).

##### **chemische Grundstruktur**

Aufgrund der einheitlichen Grundstruktur (dargestellt in Anhang A – Chemische Strukturen) haben Beta-Blocker – mit Ausnahme von Timolol und Sotalol – einander sehr ähnliche Strukturen.

Die Substituenten des Beta-Blocker-Moleküls bestimmen dessen Fettlöslichkeit (Lipophilie) und damit sein pharmakokinetisches Verhalten. Mit zunehmender Fettlöslichkeit steigt auch die Anreicherung der Substanzen in den Zellmembranen (LÜLLMANN et al. 2010).

#### 4.14.2 Aktueller Verbrauch

Der aktuelle Verbrauch von Beta-Blockern in Österreich ist in Tabelle 19 dargestellt. Die größte Untergruppe umfassten die selektiven Beta-Adrenozeptor-Antagonisten mit 5.257 kg (70 %, zu welchen die Wirkstoffe Metoprolol, Atenolol, Bisoprolol, Nebivolol und Esmolol zählen. 2014 wurden die Wirkstoffe Metoprolol mit 3.622 kg sowie Carvedilol mit 1.129 kg in den größten Mengen verbraucht. Der Wirkstoff Hydrochlorothiazid wird auch in großen Mengen als ACE-Hemmer eingesetzt (siehe Kapitel 4.13.2; IMS HEALTH 2015).

#### Verbrauchsdaten

Beta-Blocker	Verbrauch [kg]
Metoprolol	3.662
Carvedilol	1.129
Atenolol	675
Bisoprolol	622
Hydrochlorothiazid	415
Sotalol	319
Propranolol	297
Nebivolol	267
Alle übrigen	105
<b>Gesamt</b>	<b>7.491</b>

Tabelle 19:  
Beta-Blocker mit Verbrauchsmengen über 100 kg im Jahr 2014.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (C7A) Beta-Blocker, rein und (C7B) Beta-Blocker, Kombinationen.

#### 4.14.3 Verbrauch im Zeitverlauf

1997 lag der Verbrauch an Beta-Blockern bei 7.626 kg (UMWELTBUNDESAMT 1999). Verglichen mit den aktuellen Verbrauchsmengen ist in dieser Indikationsgruppe nur ein geringer Rückgang von 135 kg (1,8 %) festzustellen (IMS HEALTH 2015).

#### Verbrauch absolut

Betrachtet man die Veränderung im Verbrauch pro Kopf, sank der Verbrauch um 8,8 %. Weiterhin verbrauchsstärkster Wirkstoff ist das Metoprolol (IMS HEALTH 2015). In Abbildung 6 sind die Verbrauchsmengen ausgewählter Wirkstoffe aus den Jahren 1997 und 2014 gegenübergestellt.

#### Verbrauch pro Kopf

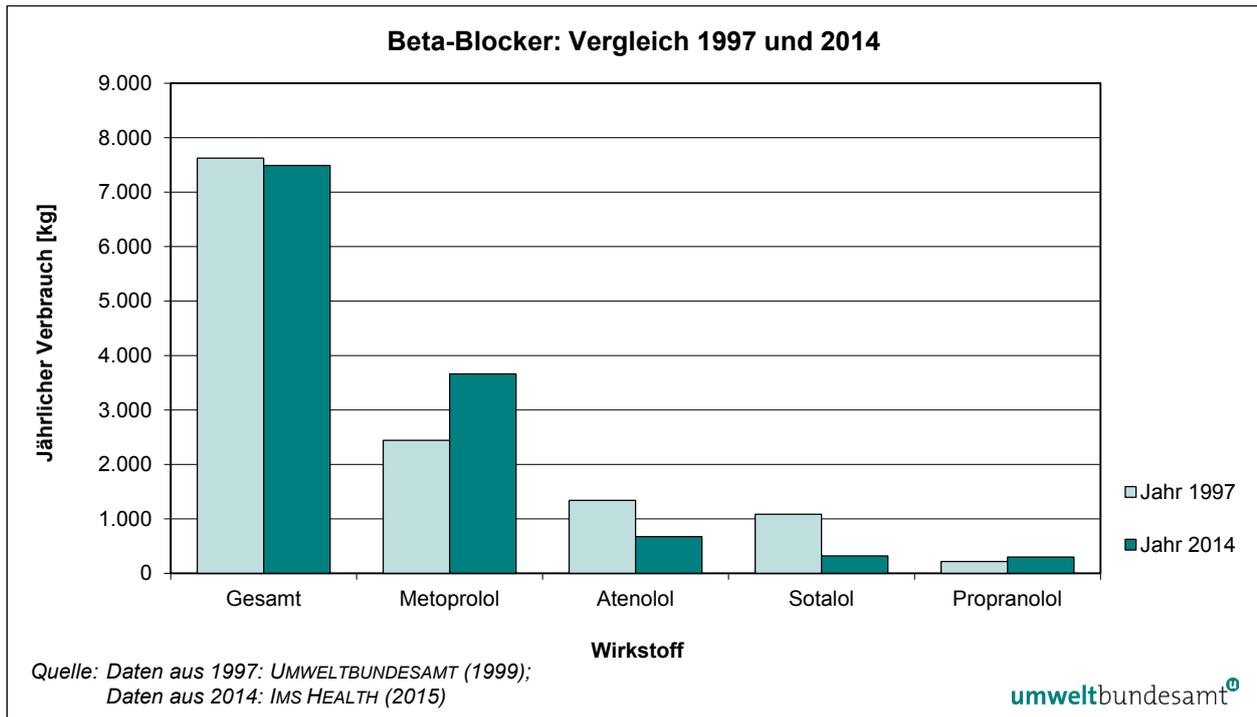


Abbildung 19: Vergleich der Verbrauchsmengen ausgewählter verbrauchsstarker Wirkstoffe innerhalb der Gruppe der Beta-Blocker in den Jahren 1997 und 2014.

#### 4.14.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe

**Metoprolol** Mit 49 % war Metoprolol im Jahr 2014 in Österreich der verbrauchsstärkste Arzneimittelwirkstoff der Gruppe der Beta-Blocker. Metoprolol zählt zu den selektiven Beta-Blockern und wird u. a. bei chronischer Herzinsuffizienz zusätzlich zu konventionellen Basistherapien mit Diuretika, Digitalis, ACE-Hemmern und Vasodilatoren sowie bei Bluthochdruck, Angina pectoris, Migräne oder Schilddrüsenüberfunktion eingesetzt. Nach oraler Verabreichung erfolgt die nahezu vollständige Aufnahme in den Körper. In der Leber kommt es zur Metabolisierung zu insgesamt drei Hauptmetaboliten, die selbst keine betablockierende Wirkung haben. Metoprolol wird in erster Linie in Form seiner Metaboliten über den Harn wieder ausgeschieden (DACON 2016).

**Carvediol** Carvedilol wird bei chronischer instabiler Herzinsuffizienz zusätzlich zur konventionellen Therapie mit Diuretika, ACE-Hemmern und Digitalis eingesetzt. Es ist ein Racemat aus zwei verschiedenen Stereoisomeren und hat gleichzeitig vasodilatierende und betablockierende Wirkung. Die Absorption aus dem Magen-Darm-Trakt erfolgt rasch. Carvediol ist stark fettlöslich. In der Leber wird der Wirkstoff zu polaren und meist wasserlöslichen Metaboliten umgewandelt, die in erster Linie über die Galle ausgeschieden werden. Nur ein geringer Anteil der gebildeten Metaboliten wird über den Harn ausgeschieden (DACON 2016).

#### 4.14.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

In Tabelle 28 (Anhang B) sind Daten von verschiedenen Wirkstoffen der Gruppe der Beta-Blocker in unterschiedlichen Umweltmedien aufgelistet.

In Grundwasserproben der Steiermark wurden in einer untersuchten Probe **Bisoprolol** und **Metoprolol** zumindest in Spuren (< BG) nachgewiesen (STMK. LR 2011). In einer 2010 durchgeführten Untersuchung von insgesamt 108 österreichischen Grundwasserproben konnte Metoprolol zumindest in 3 % der Proben mit bis zu einer Maximalkonzentration von 13 ng/l detektiert werden. Der Nachweis von **Sotalol** verlief hingegen negativ (BMG 2015).

**Grundwasser**

In der Steiermark und in Vorarlberg im Jahr 2010 durchgeführte Untersuchungen von Beta-Blocker-Wirkstoffen in Abwasserproben von Kläranlagenzuläufen zeigten, dass die Wirkstoffe **Atenolol**, **Bisoprolol**, **Metoprolol**, **Propranolol** und **Sotalol** in allen Proben nachzuweisen waren. Atenolol wurde in Konzentrationen zwischen 200 und 240 ng/l (220 ng/l im Durchschnitt) detektiert (VBG. LR 2013). Auch Bisoprolol wurde in ähnlichen Konzentrationen nachgewiesen (STMK. LR 2011, VBG. LR 2013). Die höchsten Belastungen konnten für den Wirkstoff Metoprolol gefunden werden, der in Konzentrationen bis zu 560 ng/l vorlag (STMK. LR 2011). In Abwasserproben der entsprechenden Kläranlagenabläufe zeigte sich ein ähnliches Bild. Auch hier wurde Metoprolol in Konzentrationen bis zu 520 ng/l nachgewiesen (VBG. LR 2013).

**Abwasser**

Im Jahr 2010 wurden in insgesamt drei steiermärkischen Fließgewässerproben verschiedene Wirkstoffe der Gruppe der Beta-Blocker untersucht. Während **Bisoprolol** und **Atenolol** nur in Spuren (< BG im Durchschnitt) gefunden wurden, waren **Propranolol** und **Sotalol** nicht nachweisbar. **Metoprolol** konnte jedoch in Konzentrationsgehalten zwischen 8,8 und 14 ng/l (11 ng/l im Durchschnitt) in den Proben detektiert werden (STMK. LR 2011).

**Fließgewässer**

Die Untersuchung verschiedener Klärschlammproben in der Steiermark und in Vorarlberg zeigte keine nachweisbaren Belastungen mit den Wirkstoffen **Propranolol**, **Sotalol** und **Bisoprolol** (STMK. LR 2011, VBG. LR 2013). Die höchste detektierte Belastung mit **Atenolol** umfasste 9,8 µg/kg TM sowie mit **Metoprolol** 170 µg/kg TM. Damit war auch hier Metoprolol in den höchsten Konzentrationen zu finden (VBG. LR 2013).

**Klärschlamm**

In untersuchten Böden nach einer Klärschlammkompost-Aufbringung konnten keine Beta-Blocker nachgewiesen werden (VBG. LR 2013).

**Boden**

## 4.15 Kalziumantagonisten (Kalziumkanalblocker)

### 4.15.1 Übersicht

**ATC-Klassifizierung** Nach ATC-Klassifizierung sind die Kalziumkanalblocker wie folgt eingeteilt (DIMDI 2015):

#### (C) KARDIOVASKULÄRES SYSTEM

##### (C08) Calciumkanalblocker

(C08C) Selektive Calciumkanalblocker mit vorwiegender Gefäßwirkung

(C08D) Selektive Calciumkanalblocker mit vorwiegender Herzwirkung

(C08E) Nichtselektive Calciumkanalblocker

(C08G) Calciumkanalblocker und Diuretika

**Antihypertonika** Neben weiteren Arzneimittelgruppen wie Diuretika, Beta-Blocker und ACE-Hemmer dienen die Kalziumkanalblocker der Hypertoniebehandlung (LÜLLMANN et al. 2010).

**Wirkungsweise** Kalziumkanalblocker werden in erster Linie in der Therapie von kardiovaskulären Erkrankungen eingesetzt und spielen eine zentrale Rolle bei der Behandlung von arteriellem Bluthochdruck und koronarer Herzkrankheit (GRAEFE et al. 2011). Sie bewirken eine Verminderung der Kontraktilität des Herzmuskels sowie des Tonus der glatten Gefäßmuskulatur (UMWELTBUNDESAMT 1999). Kalziumkanalblocker wirken durch die Blockade von  $Ca^{2+}$ -Kanalproteinen und hemmen dadurch den Durchtritt von  $Ca^{2+}$  durch die Membranen (LÜLLMANN et al. 2010).

### 4.15.2 Aktueller Verbrauch

**Verbrauchsdaten** Der Verbrauch von Kalziumantagonisten über 500 kg in Österreich für das Jahr 2014 ist in Tabelle 20 dargestellt. Die beiden verbrauchsstärksten Wirkstoffe dieser Gruppe umfassten dabei Valsartan mit 2.629 kg (41 %) und Amlodipin mit 1.098 kg (17 %) (IMS HEALTH 2015).

Tabelle 20:  
Kalziumantagonisten mit  
Verbrauchsmengen über  
500 kg im Jahr 2014.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

Kalziumantagonisten	Verbrauch [kg]
Valsartan	2.629
Amlodipin	1.098
Verapamil	856
Olmesartan Medoxomil	633
Alle übrigen	1.236
<b>Gesamt</b>	<b>6.453</b>

Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (C8A) Kalziumantagonisten, rein, (C8B) Kalziumantagonisten, Kombinationen und (C9D3) Angiotensin-II-Antagonisten in Kombinationen mit Kalziumantagonisten.

### 4.15.3 Verbrauch im Zeitverlauf

Im Jahr 1997 umfassten die drei verbrauchsstärksten Wirkstoffe der Gruppe der Kalziumantagonisten Verapamil (3.162 kg), Diltiazem (1.442 kg) und Nifedipin (764 kg) (UMWELTBUNDESAMT 1999). Mittlerweile zählen Valsartan und Amlodipin zu den verbrauchsstärksten Wirkstoffen dieser Gruppe. Der Verbrauch an Verapamil nahm hingegen zwischen 1997 und 2014 mit 73 % wesentlich ab. Ähnliches zeigt sich für die Wirkstoffe Diltiazem sowie Nifedipin, die um 71 % bzw. um 87 % abnahmen (siehe Abbildung 20; IMS HEALTH 2015).

Der Pro-Kopf-Verbrauch von ausgewählten Wirkstoffen der Gruppe der Kalziumantagonisten nahm zwischen 1997 und 2014 stark ab. Für Verapamil, Diltiazem und Nifedipin umfasste dieser Rückgang 75 %, 73 % bzw. 88 % (IMS HEALTH 2015).

#### Verbrauch absolut

#### Verbrauch pro Kopf

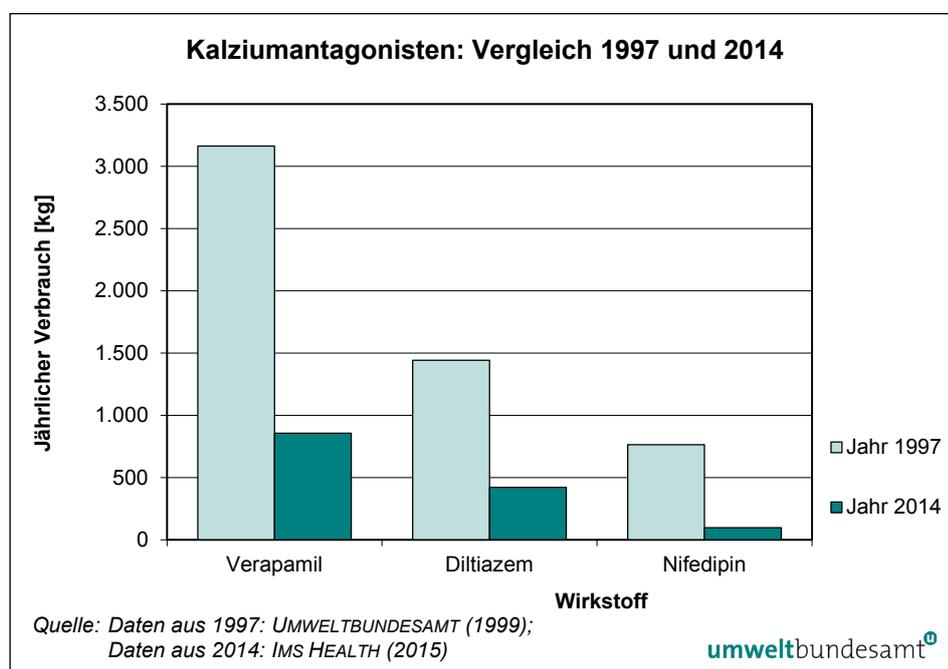


Abbildung 20:  
Vergleich der Verbrauchsmengen ausgewählter Wirkstoffe innerhalb der Gruppe der Kalziumantagonisten in den Jahren 1997 und 2014.

### 4.15.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe

Valsartan war im Jahr 2014 mit 41 % Anteil am Gesamtverbrauch der am häufigsten verbrauchte Wirkstoff innerhalb der Gruppe der Kalziumantagonisten. Der Angiotensin-II-Antagonist wird in erster Linie bei der Behandlung von Bluthochdruck und Herzinsuffizienz verabreicht. Nach oraler Aufnahme wird Valsartan an Serumproteine gebunden transportiert. Die Metabolisierung erfolgt nur in geringem Maße: Nur ca. 20 % des Wirkstoffes werden zu einem inaktiven Hydroxy-Metaboliten umgewandelt. Die Ausscheidung von Valsartan erfolgt hauptsächlich über Fäzes. Nur ein geringer Anteil wird über den Harn eliminiert (DACON 2016).

#### Valsartan

Amlodipin ist ein selektiver Kalziumkanalblocker. Seine Verwendung erfolgt vor allem bei der Behandlung von Bluthochdruck und Angina pectoris. Nach der Aufnahme in den Körper wird Amlodipin weitgehend zu inaktiven Metaboliten verstoffwechselt und über den Harn (zu 10 % in unveränderter Form sowie zu 60 % als Metaboliten) ausgeschieden (DACON 2016).

#### Amlodipin

#### 4.15.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

**Abwasser** Eine im Jahr 2010 durchgeführte Untersuchung von ausgewählten Kalziumkanalblockern in Abwasserproben von Kläranlagenabläufen zeigte, dass die Wirkstoffe **Diltiazem** und **Verapamil** in allen untersuchten Proben nachzuweisen waren. Während Verapamil nur in Spuren (< BG) detektiert werden konnte, lagen die gefundenen Diltiazem-Konzentrationen in den Proben zwischen 1,9 und 8,2 ng/l (durchschnittlich 4,4 ng/l) (Ec 2012). Die Ergebnisse sind in Tabelle 32 in Anhang B angeführt.

**Schwebstoffe und Sediment** In den Bundesländern Niederösterreich und Oberösterreich erfolgte im Jahr 2001 die Untersuchung von Schwebstoffen und Sedimenten in Fließgewässern auf diverse Arzneimittelwirkstoffe. In den insgesamt zwei untersuchten Schwebstoffproben konnte der Kalziumkanalblocker **Verapamil** nicht detektiert werden, während in acht der insgesamt dreizehn untersuchten Sedimentproben ein positiver Nachweis erfolgte. Die gefundenen Konzentrationen lagen hierbei bei durchschnittlich 2,1 µg/kg TM (UMWELTBUNDESAMT 2004).

#### 4.16 Nitroverbindungen und Vasodilatoren

##### 4.16.1 Übersicht

**ATC-Klassifizierung** Die Nitroverbindungen und Vasodilatoren sind nach ATC wie folgt klassifiziert (DIMDI 2015):

##### **(C) KARDIOVASKULÄRES SYSTEM**

##### **(C01) Herztherapie**

(C01D) Bei Herzerkrankungen eingesetzte Vasodilatoren

##### **(C04) Periphere Vasodilatoren**

(C04A) Periphere Vasodilatoren

(C04B) Kombinationen von anderen peripheren Vasodilatoren

**Durchblutungsstörungen** Periphere Durchblutungsstörungen werden u. a. mit vasodilatierenden Wirkstoffen, die die Fließeigenschaften des Blutes verbessern können, behandelt (UMWELTBUNDESAMT 1999).

**Nitrovasodilatoren** Nitroverbindungen (Nitrovasodilatoren) führen in der glatten Muskulatur der Gefäße des Kreislaufes und der ableitenden Gallen- und Harnwege zur Freisetzung von Stickstoffmonoxid (NO), welches das Enzym Guanylatcyclase in den Muskelzellen aktiviert und zur Entspannung der Muskeln führt. Dies führt in weiterer Folge zur Verminderung des kardialen Sauerstoffbedarfs sowie zur Verbesserung der Myokardperfusion und Erhöhung des Sauerstoffangebotes. Generell werden bei den Nitroverbindungen zwei Gruppen unterschieden: die organischen Nitratre (z. B. Isosorbitmononitrat) sowie Nitroprussidnatrium und Molsidomin (GRAEFE et al. 2011).

##### 4.16.2 Aktueller Verbrauch

**Verbrauchsdaten** In Österreich wurden im Jahr 2014 insgesamt 12.067 kg Nitroverbindungen und Vasodilatoren verbraucht. Der verbrauchsstärkste Wirkstoff umfasste dabei mit 5.766 kg das Pentoxifyllin (siehe Tabelle 21; IMS HEALTH 2015).

Nitroverbindungen und Vasodilatoren	Verbrauch [kg]
Pentoxifyllin	5.766
Ginkgo Biloba*	4.680
Naftidrofuryl	329
Isosorbidmononitrat	227
Alle übrigen	1.066
<b>Gesamt</b>	<b>12.067</b>

\* pflanzlicher Wirkstoff

Anmerkung: in der Übersicht sind sämtliche pflanzlichen Wirkstoffe (ausgenommen Ginkgo Biloba) nicht angeführt. Aufgrund der Vollständigkeit sind diese Substanzen in der Verbrauchangabe aller übrigen und in der Gesamtverbrauchsangabe inkludiert.

Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (C1E) Nitrite und Nitrate und (C4A) Zerebrale und periphere Vasotherapeutika.

Tabelle 21:  
Nitroverbindungen und Vasodilatoren mit Verbrauchsmengen über 100 kg im Jahr 2014.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

#### 4.16.3 Verbrauch im Zeitverlauf

Die verbrauchsstärksten Arzneimittelwirkstoffe der Gruppe der Nitroverbindungen und Vasodilatoren im Jahr 1997 umfassten Pentoxifyllin (17.909 kg) und Isosorbidmononitrat (1.399 kg), gefolgt von Isosorbiddinitrat (579 kg) und Aminophyllin (745 kg) (UMWELTBUNDESAMT 1999). Auch die aktuellen Verbrauchswerte für 2014 zeigen Pentoxifyllin als verbrauchsstärksten Wirkstoff, wenngleich dessen Einsatz innerhalb der letzten Jahre wesentlich (um 67 %) abgenommen hat (IMS HEALTH 2015). Auch der Verbrauch an Isosorbidmononitrat nahm in großem Maße ab (um 84 %). Der Vergleich des Verbrauchs der genannten Wirkstoffe in absoluten Mengen zwischen den Jahren 1997 und 2014 ist in Abbildung 21 dargestellt.

Unter Betrachtung des Pro-Kopf-Verbrauchs kam es zwischen 1997 und 2014 zu einem Rückgang des Pentoxifyllin- bzw. Isosorbidmononitrat-Verbrauchs um insgesamt 70 % bzw. 85 %.

#### Verbrauch absolut

#### Verbrauch pro Kopf

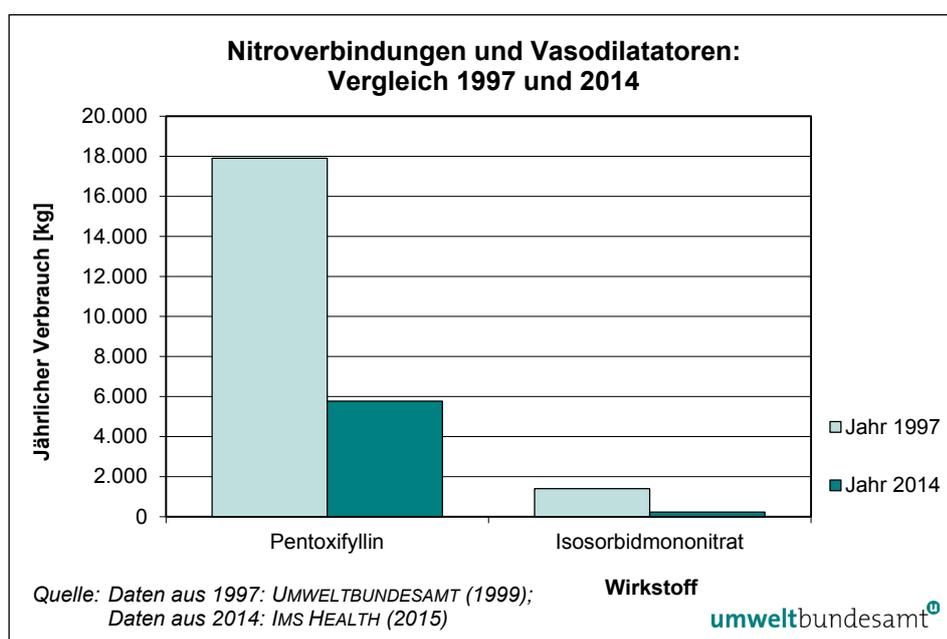


Abbildung 21:  
Vergleich der Verbrauchsmengen ausgewählter Wirkstoffe innerhalb der Gruppe der Nitroverbindungen und Vasodilatoren in den Jahren 1997 und 2014.

#### 4.16.4 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe

**Pentoxifyllin** Der innerhalb der Nitroverbindungen und Vasodilatoren verbrauchsstärkste Wirkstoff Pentoxifyllin ist ein Purinderivat und zählt zu der pharmakotherapeutischen Gruppe der peripheren Vasodilatoren. Seine Anwendungsgebiete umfassen u. a. die Behandlung peripherer arterieller Durchblutungsstörungen oder auch durchblutungsbedingter Innenohr-Funktionsstörungen. Nach der Aufnahme in den Körper wird Pentoxifyllin nahezu vollständig in der Leber metabolisiert. Die Ausscheidung erfolgt überwiegend über den Harn (90 %) und nur zu einem geringen Teil über Fäzes (4 %) (DACON 2016).

#### 4.16.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

Nach derzeitigem Wissensstand liegen keine Daten zum Vorkommen in der Umwelt für Österreich vor.

### 4.17 Gichtmittel

#### 4.17.1 Übersicht

**ATC-Klassifizierung** Einteilung der Gichtmittel nach ATC-Klassifizierung (DIMDI 2015):

#### **(M) MUSKEL- UND SKELETTSYSTEM**

##### **(M04) Gichtmittel**

(M04A) Gichtmittel

(M04AA) Urikostatika, (M04BB) Urikosurika,

(M04AC) Gichtmittel ohne Effekt auf den Harnsäuremetabolismus,

(M04AH) Homöopathische und anthroposophische Gichtmittel,

(M04AX) Andere Gichtmittel

**Gicht** Gicht (Hyperurikämie) ist eine Erkrankung, die als Folge von chronisch erhöhten Harnsäure/urat-Konzentrationen auftritt. Durch die Störung der Ausscheidung bzw. auch durch eine vermehrte Produktion von Harnsäure steigt die Konzentration an Urat im Serum an. Bei 90 % der Gichtanfälle in westlichen Industrieländern handelt es sich um eine sogenannte primäre Gicht, die einer genetischen Prädisposition unterliegt. Werden im Körper Uratkristalle freigesetzt und als Fremdkörper erkannt, kommt es zu einem Gichtanfall, indem sich eine Entzündung des betroffenen Gelenks bildet. Wiederholte Gichtanfälle (chronische Gicht) können zu Schädigungen der Gelenke führen, die mit dauerhaften Schmerzen und starken Gelenksverformungen und Zerstörung der Knorpel einhergehen. Eine sekundäre Gicht tritt beispielsweise aufgrund von Leukämien, Tumortherapien oder Niereninsuffizienz auf (GRAEFE et al. 2011; SILBERNAGL & LANG 2005).

**Behandlung** Die Behandlung einer Hyperurikämie verfolgt im Wesentlichen zwei Ziele: einerseits die Linderung der Symptome bei akuten Gichtanfällen mittels Nichtsteroidaler Antiphlogistika sowie andererseits die Verminderung des Risikos wiederkehrender Gichtanfälle durch Urikostatika und Urikosurika. Während Urikostatika (z. B. Allopurinol) die Harnsäuresynthese hemmen, fördern Urikosurika (z. B. Probenecid) die renale Harnsäureausscheidung (GRAEFE et al. 2011).

#### 4.17.2 Aktueller Verbrauch

Im Jahr 2014 lag der Gesamtverbrauch der Gichtmittel<sup>9</sup> in Österreich bei 12.354 kg, davon entfielen 99,5 % (12.295 kg) auf den Wirkstoff Allopurinol. Weitere verbrauchte Wirkstoffe umfassten Febuxostat (58 kg) und Rasburicase (0,01 kg) (IMS HEALTH 2015).

**Verbrauchsdaten**

#### 4.17.3 Verbrauch im Zeitverlauf

1997 lag der Verbrauch des Wirkstoffes Allopurinol bei 8.984 kg. Damit stieg der absolute Verbrauch bis 2014 um knapp 37 % an. Bezogen auf den Pro-Kopf-Verbrauch lag die Steigerung sogar bei 47 % (UMWELTBUNDESAMT 1999, IMS HEALTH 2015).

#### 4.17.4 Verbrauchsstärkster Wirkstoff

Der Wirkstoff Allopurinol, der mit 99,5 % den nahezu gesamten Verbrauch an Gichtmitteln im Jahr 2014 umfasste, zählt zur Gruppe der Urikostatika. Seine Anwendungsgebiete umfassen bei Erwachsenen u. a. die Behandlung aller Formen der Hyperurikämie sowie von manifester Gicht. Zudem wird es zur Verhütung von Harnsäuresteinen und zur Verhinderung der Bildung von Kalziumoxalatsteinen verwendet. Bei Kindern und Jugendlichen wird Allopurinol beispielsweise in der Therapie von Harnsäurenephropathie bei der Leukämie-Behandlung eingesetzt. Nach oraler Aufnahme erfolgt die rasche Resorption aus dem Magen-Darm-Trakt. Im Körper führen Allopurinol und sein gebildeter Hauptmetabolit Oxipurinol zu einer Verringerung der Harnsäurebildung durch die Hemmung des Enzyms Xanthinoxidase. Die Ausscheidung erfolgt über den Harn (DACON 2016).

**Allopurinol**

#### 4.17.5 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

Soweit bekannt, liegen derzeit noch keine Daten zum Vorkommen von Gichtmitteln wie Allopurinol in diversen Umweltmedien für Österreich vor.

### 4.18 Weitere Hormone

Generell werden nach ATC-Klassifizierung die systemischen Hormonpräparate (exkl. Sexualhormone und Insuline) wie folgt eingeteilt (DIMDI 2015):

**ATC-Klassifizierung**

#### **(H) SYSTEMISCHE HORMONPRÄPERATE, EXKL. SEXUALHORMONE UND INSULINE**

##### **(H01) Hypophysen- und Hypothalamushormone und Analoga**

(H01A) Hypophysenvorderlappenhormone und Analoga

(H01B) Hypophysenhinterlappenhormone

(H01C) Hypothalamushormone

<sup>9</sup> Umfasst sind Wirkstoffe der Untergruppe (M4A) Gichtmittel nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015).

**(H02) Corticosteroide zur systemischen Anwendung**

(H02A) Corticosteroide zur systemischen Anwendung, rein  
(H02B) Corticosteroide zur systemischen Anwendung, Kombinationen  
(H02C) Nebennierenhemmstoffe

**(H03) Schilddrüsentherapie**

(H03A) Schilddrüsenpräparate  
(H03B) Thyreostatika  
(H03C) Iodtherapie

**(H04) Pankreashormone**

(H04A) Glykogenolytische Hormone

**(H05) Calciumhomöostase**

(H05A) Nebenschilddrüsenhormone und Analoga  
(H05B) Nebenschilddrüsen-Antagonisten

Nachfolgend werden die Hypophysen- und Hypothalamushormone, die Corticosteroide, die Schilddrüsenhormone sowie andere Hormone diskutiert.

#### 4.18.1 Hypophysen- und Hypothalamushormone und Analoga

**Übersicht**

Der Hypothalamus ist oberstes Steuerorgan des vegetativen Nervensystems und des hormonellen Systems und für die Regulierung und Koordinierung von u. a. Wachstum, Stoffwechsel, Kreislauf, Atmung, Flüssigkeits- und Nahrungsaufnahme, Salz-, Wasser- und Energiehaushalt, Körpertemperatur und Sexualfunktion verantwortlich. Die Hypophyse besteht aus Hypophysenvorderlappen und Hypophysenhinterlappen. Während der Vorderlappen als ausführendes Organ des Hypothalamus für die Steuerung des hormonellen Systems verantwortlich ist, dient der Hinterlappen als Speicherorgan für bestimmte hypothalamische Effektorhormone (GRAEFE et al. 2011).

**aktueller Verbrauch**

Der Verbrauch von Hypophysen- und Hypothalamushormonen<sup>10</sup> war in Österreich im Jahr 2014 sehr gering: Nur insgesamt 0,48 kg wurden innerhalb eines Jahres verbraucht. Den anteilmäßig größten Verbrauch umfassten dabei die Wirkstoffe Octreotid und Pegvisomant mit jeweils 0,19 kg (jeweils 40 %) (IMS HEALTH 2015).

**verbrauchsstärkste Wirkstoffe**

Octreotid zählt zu der pharmakotherapeutischen Gruppe der Anti-Wachstumshormone und wird zur symptomatischen Behandlung von endokrin aktiven Tumoren des Magen-Darm-Trakts, zur Symptombehandlung und Senkung der Wachstumshormone und des Insulin-like-growthfactor-I-Plasma-spiegels bei Akromegalie-Patienten sowie zur Prophylaxe bei Komplikationen nach einer Pankreasoperation eingesetzt. Pegvisomant zählt zu den anderen Hypophysenvorderlappenhormonen und Analoga und wird in E. choli-Zellen durch rekombinante DNA-Technologie hergestellt. Die Anwendung erfolgt bei Akromegalie-PatientInnen, bei denen Strahlentherapie und/oder Operation keinen gewünschten Behandlungserfolg erzielten. Pegvisomant wirkt durch die Hemmung der Wachstumshormonwirkung (DACON 2016).

**Vorkommen in der Umwelt**

Derzeit liegen keine Daten zum Vorkommen von Hypothalamus- und Hypophysenhormonen in der Umwelt in Österreich vor.

<sup>10</sup> Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (H1A) ACTH und (H1C) Hypothalamushormone.

#### 4.18.2 Corticosteroide

Die Corticosteroide sind nach ATC-Klassifizierung mehreren verschiedenen Gruppen zugeordnet. Neben der Einteilung in der Gruppe der systemischen Hormonpräparate (siehe unten), sind diese Wirkstoffe in anderen ATC-Klassen klassifiziert wie u. a. Corticosteroide zur oralen Lokalbehandlung (A01AC), Corticosteroide mit lokaler Wirkung (A07EA), Corticosteroide (C05AA bzw. R01AA), Corticosteroide, Kombinationen zur Behandlung von Akne (D10AA), Corticosteroide, dermatologische Zubereitungen (D07) oder Corticosteroide rein (S01BA).

##### **(H) SYSTEMISCHE HORMONPRÄPERATE, EXKL. SEXUALHORMONE UND INSULINE**

##### ***(H02) Corticosteroide zur systemischen Anwendung***

(H02A) Corticosteroide zur systemischen Anwendung, rein

(H02B) Corticosteroide zur systemischen Anwendung, Kombinationen

In der Nebennierenrinde wird eine Reihe von Hormonen (Corticosteroide) gebildet. Die wichtigsten umfassen dabei die Glucocorticoide und die Mineralcorticoide. Glucocorticoide sind v. a. für die Anpassung von Stoffwechsel, Kreislauf, Blut und Immunsystem an Stress wesentlich, während Mineralcorticoide Einfluss auf den Mineral- und Wasserhaushalt haben. Alle Hormone der Nebennierenrinde werden aus Cholesterin gebildet (SILBERNAGL & LANG 2005). Das medizinische Anwendungsspektrum von Glucocorticoiden ist sehr breit: sie werden u. a. bei Nebennierenrindeninsuffizienz, in der antiphlogistischen und immunsuppressiven Therapie oder bei Infektionskrankheiten eingesetzt (GRAEFE et al. 2011).

In Österreich waren im Jahr 2014 verbrauchsstarke Wirkstoffe innerhalb der untersuchten Corticosteroide<sup>11</sup> das Prednisolon mit 273 kg, das Hydrocortison mit 158 kg und das Methylprednisolon mit 93 kg. Der Gesamtverbrauch an den untersuchten Corticosteroiden lag bei 1.192 kg (IMS HEALTH 2015).

Prednisolon ist ein Glucocorticoid und wird bei Erkrankungen angewendet, die auf eine systemische Glucocorticoidtherapie ansprechen, wie beispielsweise Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises, allergische Erkrankungen wie Heuschnupfen, Asthma bronchiale oder Urticaria, bei Atemwegserkrankungen wie chronischer Bronchitis, entzündlichen Darmerkrankungen, bestimmten Nierenerkrankungen, schweren Dermatosen, bestimmten Bluterkrankungen oder in der Therapie von Tumoren in Kombination mit einer Chemotherapie. Nach oraler Verabreichung wird Prednisolon aus dem Magen-Darm-Trakt rasch und vollständig in den Körper aufgenommen und bis zu 95 % im Blut an bestimmte Proteine gebunden transportiert. Nur bis zu 10 % des Prednisolon kommt ungebunden und damit biologisch aktiv vor. In der Leber erfolgt die Metabolisierung zum aktiven Metaboliten Prednison. Die Ausscheidung erfolgt in erster Linie über den Harn, wobei 25 % des Wirkstoffes in unveränderter Form eliminiert werden (DA-CON 2016).

Soweit bekannt, liegen derzeit noch keine Daten zum Umweltvorkommen diverser Arzneimittelwirkstoffe der Gruppe der Corticosteroide in Österreich vor.

##### ***ATC-Klassifizierung***

##### ***Übersicht***

##### ***aktueller Verbrauch***

##### ***Prednisolon***

##### ***Vorkommen in der Umwelt***

<sup>11</sup> Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (H2A) Systemische Corticosteroide, rein, (H2B) Systemische Corticosteroide, Kombinationen, (A7E) Intestinale Entzündungshemmer, (M1B) Antirheumatische Corticosteroide, Kombinationen, (R1B) Systemische nasale Präparate, (R3D) Corticoide und (R3F) Kombinationen von B2-Stimulanzien mit Corticoiden.

### 4.18.3 Schilddrüsenhormone

<b>Übersicht</b>	Die Schilddrüse ist über die jodhaltigen Schilddrüsenhormone Trijodthyronin (T3, auch Liothyronin) und Tetrajodthyronin (T4, auch Levothyroxin) für die Steuerung des Grundumsatzes des Körpers verantwortlich und spielt auch für Wachstum und Entwicklung eine wesentliche Rolle. Als drittes Schilddrüsenhormon ist Kalzitonin an der Regulierung des Kalziumstoffwechsels beteiligt. Wichtige Schilddrüsenerkrankungen, die medikamentös behandelt werden können, sind die sogenannte euthyreote Jodmangelstruma (Jodmangelkropf), Hypothyreose (Schilddrüsenunterfunktion) und Hyperthyreose (Schilddrüsenüberfunktion) (GRAEFE et al. 2011).
<b>aktueller Verbrauch</b>	Der Verbrauch an Schilddrüsenhormonen <sup>12</sup> innerhalb Österreichs im Jahr 2014 war mit 69,5 kg insgesamt gering. Der innerhalb dieser Gruppe verbrauchsstärkste Wirkstoff umfasste das Thiamazol mit 40,5 kg (58 %). Der Wirkstoff Levothyroxin-Natrium lag mit einem Verbrauch von 19,8 kg (28 %) an zweiter Stelle des Gesamtverbrauchs. Weitere verbrauchte Wirkstoffe dieser Indikationsgruppe umfassten Popylthiouracil, Iodin und Liothyronin (IMS HEALTH 2015).
<b>verbrauchsstärkste Wirkstoffe</b>	Thiamazol ist ein schwefelhaltiges Imidazol-Derivat der pharmakotherapeutischen Gruppe der Thyreostatika. Es wird zur Behandlung von allen Formen der Hyperthyreose eingesetzt. Nach oraler Aufnahme wird der Wirkstoff in der Schilddrüse angereichert und in dieser nur sehr langsam metabolisiert. Ein Teil der Metabolisierung erfolgt auch in der Leber. Die Ausscheidung von Thiamazol erfolgt vorwiegend über den Harn (DACON 2016).  Levothyroxin-Natrium ist ein Wirkstoff der pharmakotherapeutischen Gruppe der Schilddrüsenhormone und findet unter anderem Verwendung in der Behandlung von Struma sowie Hyperthyreosen. Hinsichtlich seiner Wirkung ist Levothyroxin-Natrium mit dem natürlich vorkommenden Schilddrüsenhormon ident. Schilddrüsenhormone werden generell vorwiegend in Leber, Niere, Gehirn und Muskeln metabolisiert. Die Ausscheidung der Metaboliten erfolgt in weiterer Folge über Harn und Fäzes (DACON 2016).
<b>Vorkommen in der Umwelt</b>	Soweit bekannt, liegen derzeit für Österreich keine Daten zum Vorkommen von Arzneimittelwirkstoffen zur Schilddrüsenentherapie in verschiedenen Umweltmedien vor.

### 4.18.4 Andere Hormone

	Die Abfrage (IMS HEALTH 2015) der anderen Hormone umfasste Calcitonine, Glukagon, Wachstumshormone, Anti-diuretische Hormone, Parathyroidhormone und Analoga sowie Anti-Parathyroide <sup>13</sup> .
<b>aktueller Verbrauch</b>	Der Verbrauch an anderen Hormonen in Österreich im Jahr 2014 war mit 24,5 kg gering. Der verbrauchsstärkste Wirkstoff innerhalb dieser Indikationsgruppe war dabei Cinacalcet mit insgesamt 24,2 kg (99 %). Sonstige in Österreich verbrauchte Wirkstoffe dieser Gruppe umfassten Desmopressin, Glucagon und Teriparatid (IMS HEALTH 2015).

<sup>12</sup> Umfasst sind Wirkstoffe der Gruppe (H3) Schilddrüsenentherapie nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015).

<sup>13</sup> Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (H4A) Calcitonine, (H4B) Glukagon, (H4C) Wachstumshormone, (H4D) Anti-diuretische Hormone, (H4E) Parathyroidhormone und Analoga und (H4F) Anti-Parathyroide.

Cinacalcet ist ein Nebenschilddrüsenhormon-Antagonist. Der Einsatz erfolgt unter anderem zur Behandlung von Hyperparathyreoidismus (vermehrte Bildung des Nebenschilddrüsenhormons Parathormon) sowie zur Verminderung von Hyperkalzämie (erhöhter Kalziumspiegel im Blut) bei PatientInnen mit Nebenschilddrüsenkarzinom. Im Körper wird Cinacalcet zu mehreren inaktiven Metaboliten abgebaut. Die Ausscheidung erfolgt vorwiegend über den Urin, während ein geringer Anteil über Fäzes eliminiert wird.

**verbrauchsstärkster  
Wirkstoff**

Zum Vorkommen der in diesem Kapitel diskutierten Arzneimittelwirkstoffe in der Umwelt in Österreich liegen dem Umweltbundesamt derzeit noch keine Daten vor.

**Vorkommen  
in der Umwelt**

## 4.19 Antivirale Mittel zur systemischen Anwendung

### 4.19.1 Übersicht

Nach ATC-Klassifizierung umfasst diese Indikationsgruppe (DIMDI 2015):

**ATC-Klassifizierung**

#### **(J) ANTIINFEKTIVA ZUR SYSTEMISCHEN ANWENDUNG**

##### **(J05) Antivirale Mittel zur systemischen Anwendung**

(J05A) Direkt wirkende antivirale Mittel

Antivirale Mittel (auch Virustatika) hemmen bestimmte Schritte der Virusreplikation in Wirtszellen und wirken so gegen virale Infektionen (GRAEFE et al. 2011).

**Virustatika**

Wichtige Wirkstoffe gegen Herpesviren sind unter anderem Aciclovir und Valaciclovir. Herpesviren gehören zur Familie der DNA-Viren und umfassen Herpes-simplex-Viren (HSV-1 bzw. HSV-2, Erreger von *Herpes labialis* und Enzephalitis bzw. *Herpes genitalis*), das Varicella-Zoster-Virus (VZV, Erreger von Windpocken), das Cytomegalievirus (CMV) und das Epstein-Barr-Virus (EBV, Erreger von Pfeifferschen Drüsenfieber) (GRAEFE et al. 2011).

**Herpesviren**

Influenzaviren sind RNA-Viren und lösen Grippeerkrankungen mit unterschiedlichen Krankheitsverläufen aus. Aufgrund einer Vielzahl an Kombinationsmöglichkeiten werden zahlreiche verschiedene Influenzavirustypen möglich. Bekannte Beispiele umfassen den Erreger der Vogelgrippe (H5N1) oder den Erreger der Schweinegrippe bzw. der Spanischen Grippe (H1N1) (GRAEFE et al. 2011). Wirkstoffe gegen Influenzaviren sind beispielsweise Amantadin und Neuraminidase-Hemmstoffe wie Zanamivir (GRAEFE et al. 2011).

**Influenzaviren**

Hepatotrope Viren umfassen in erster Linie Hepatitis-B-Viren (HBV) und Hepatitis-C-Viren (HCV). Bei HBV handelt es sich um DNA-Viren, während HCV zu den RNA-Viren zählen. Beispiele für Arzneimittel, die bei solchen Virusinfektionen eingesetzt werden, umfassen Lamivudin (bei chronischer HBV-Hepatitis und HIV-Infektionen), Ribavirin (bei chronischer Hepatitis C) sowie Adefovir und Tenofovir (bei HBV und Herpes-Viren) (GRAEFE et al. 2011).

**hepatotrope Viren**

Retroviren zählen zu den RNA-Viren. Der wichtigste humanpathogene Vertreter ist das humane Immundefizienz-Virus (HIV), der Erreger von AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrome, erworbenes Immundefektsyndrom). Zur Behandlung werden u. a. die Arzneimittelwirkstoffe Abacavir, Emtricitabin, Didanosin, Stavudin und Zidovudin eingesetzt (GRAEFE et al. 2011).

**Retroviren**

#### 4.19.2 Aktueller Verbrauch

##### Verbrauchsdaten

Die relevanten Verbrauchsmengen für Österreich aus dem Jahr 2014 sind für die Indikationsgruppe der antiviralen Mittel zur systemischen Anwendung in Tabelle 22 dargestellt. Im Jahr 2014 lag der Gesamtverbrauch an antiviralen Mitteln (systemische Anwendung) bei 6.292 kg. Zu den verbrauchsstärksten Wirkstoffen zählte Valaciclovir mit insgesamt 2.500 kg (ca. 40 %), gefolgt von Aciclovir mit 835 kg (13 %) (IMS HEALTH 2015).

Tabelle 22:  
Antivirale Mittel  
zur systemischen  
Anwendung mit  
Verbrauchsmengen  
über 200 kg  
im Jahr 2014.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

Antivirale Mittel zur systemischen Anwendung	Verbrauch [kg]
Valaciclovir	2.500
Aciclovir	835
Tenofovir Disoproxil	493
Abacavir	383
Darunavir	327
Emtricitabin	244
Alle übrigen	1.509
<b>Gesamt</b>	<b>6.292</b>

Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (J5B) Antivirale Mittel, ausgenommen zur Behandlung von HIV und (J5C) Antivirale Mittel zur Behandlung von HIV.

#### 4.19.3 Verbrauchsstärkster Wirkstoff

##### Valaciclovir

Mit knapp 40 % Anteil am Gesamtverbrauch an antiviralen Mitteln zur systemischen Anwendung war im Jahr 2014 Valaciclovir der verbrauchsstärkste Wirkstoff innerhalb dieser Indikationsgruppe (IMS HEALTH 2015). Er gehört zu der pharmakotherapeutischen Gruppe der Nukleoside und Nukleotide und wird unter anderem zur Behandlung von Infektionen mit dem Varicella-Zoster-Virus, dem Herpes-simplex-Virus sowie dem Zytomegalie-Virus angewandt. Nach der Einnahme wird Valaciclovir in Darm und Leber zu Aciclovir und L-Valin umgewandelt. Aciclovir hemmt in weiterer Folge die Herpes-Virus-DNA-Synthese und wirkt so gegen die genannten Virusinfektionen. Die Ausscheidung erfolgt hauptsächlich als Aciclovir über den Harn.

#### 4.19.4 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

Derzeit sind keine Daten über das Vorkommen diverser Wirkstoffe der Gruppe der antiviralen Mittel zur systemischen Anwendung in österreichischen Umweltmedien bekannt.

## 4.20 Antithrombotische Mittel/(Anti-)fibrinolytika

### 4.20.1 Übersicht

Die antithrombotischen Mittel und Fibrinolytika sind nach ATC wie folgt klassifiziert (DIMDI 2015):

**ATC-Klassifizierung**

#### **(B) BLUT UND BLUTBILDENDE ORGANE**

##### **(B01) Antithrombotische Mittel**

(B01A) Antithrombotische Mittel

##### **(B02) Antihämorrhagika**

(B02A) Antifibrinolytika

Werden im Körper Gefäße verletzt, ist der Prozess der Blutstillung (Hämostase) wesentlich für die Beendigung von Blutverlusten. Die Hämostase ist die primäre Folge der Thrombozytenaktivierung und geht auf die Blutgerinnung zurück. Die Blutgerinnung führt, basierend auf einem polymerisierten Fibrinnetzwerk, zur Bildung eines Blutgerinnsels (Thrombus) (GRAEFE et al. 2011).

**Gerinnungssystem**

Die Aktivierung der Thrombozyten spielt eine entscheidende Rolle bei der Entstehung von arteriellen Thrombosen, basierend auf atherosklerotischen Gefäßveränderungen. Damit sind Wirkstoffe, die die Thrombozytenaggregation hemmen, in der Behandlung von kardio- und zerebrovaskulären Erkrankungen von wesentlicher Bedeutung. Besonders bei Arteriosklerose können diese Hemmer eine Aktivierung der Thrombozyten und damit eine arterielle Thrombose verhindern. Ein wichtiges antithrombotisches Mittel stellt der Arzneimittelwirkstoff Acetylsalicylsäure dar (GRAEFE et al. 2011).

**antithrombotische Mittel**

Bei der Fibrinolyse sorgt Plasmin durch seine proteolytische Aktivität für die Auflösung von fibrinhaltigen Blutgerinnseln. Fibrinolytika werden u. a. zur Behandlung von Myokardinfarkt, Lungenembolie oder ischämischem Schlaganfall verabreicht. Antifibrinolytika wie beispielsweise Tranexamsäure und p-Aminomethylbenzoesäure blockieren die Entstehung von Plasmin und werden bei Blutungen oder bestimmten Blutgerinnungsstörungen angewandt (GRAEFE et al. 2011).

**(Anti-)Fibrinolytika**

### 4.20.2 Aktueller Verbrauch

2014 lag der Verbrauch an antithrombotischen Mitteln und Fibrinolytika bzw. Antifibrinolytika bei insgesamt 25.549 kg (siehe Tabelle 23; IMS HEALTH 2015). Der verbrauchsstärkste Wirkstoff war hierbei Acetylsalicylsäure mit einem Gesamtverbrauch von 19.322 kg (76 %), gefolgt von Clopidogrel mit 2.889 kg (11 %) und Dabigatranetexilat mit 1.306 kg (5 %). Acetylsalicylsäure wird auch als Analgetikum in großen Mengen eingesetzt. Der Verbrauch innerhalb dieser Indikationsgruppe ist in Kapitel 4.1.2 angeführt.

**Verbrauchsdaten**

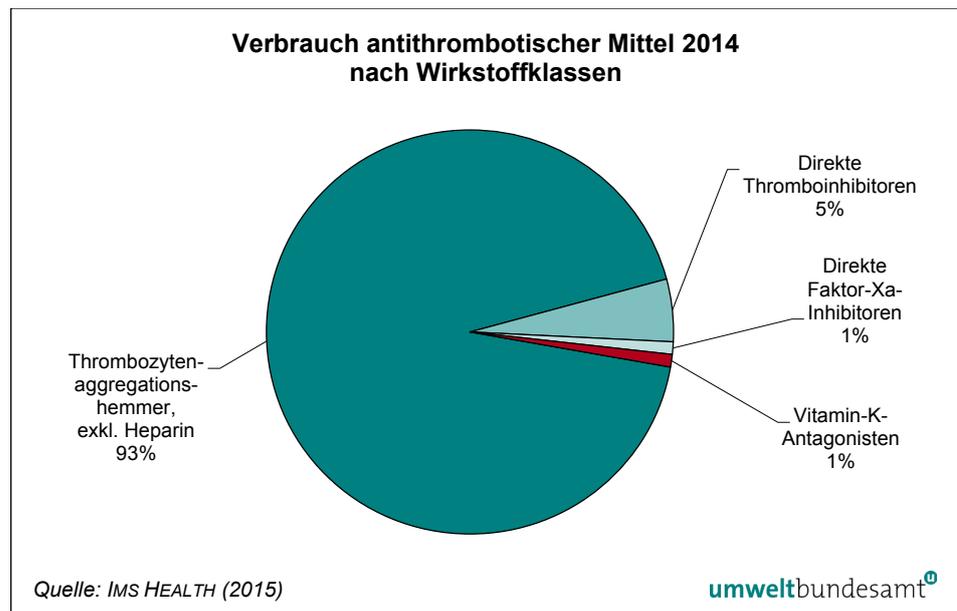
Tabelle 23:  
Antithrombotische Mittel  
und (Anti-)fibrinolytika  
mit Verbrauchsmengen  
über 500 kg im  
Jahr 2014.  
(Quelle: IMS HEALTH 2015)

Antithrombotische Mittel und (Anti-)fibrinolytika	Verbrauch [kg]
Acetylsalicylsäure	19.322
Clopidogrel	2.889
Dabigatranetexilat	1.306
Tranexamsäure	755
Dipyridamol	613
Alle übrigen	665
<b>Gesamt</b>	<b>25.549</b>

Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (B1A) Vitamin K-Antagonisten, (B1B) Heparine, (B1C) Thrombozytenaggregationshemmer, (B1D) Fibrinolytika, (B1E) Direkte Thromboinhibitoren, (B1F) Direkte Faktor-Xa-Inhibitoren, (B1X) Andere antithrombotische Mittel und (B2A) Antifibrinolytika.

Innerhalb der antithrombotischen Mittel und (Anti-)Fibrinolytika umfasste der Verbrauch 2014 insgesamt 22 verschiedene Wirkstoffe. Der überwiegende Anteil entfiel dabei mit 97 % auf die antithrombotischen Mittel, der Rest auf Antihämorrhagika. Innerhalb der Wirkstoffklasse der antithrombotischen Mittel entfielen 93 % auf die Thrombozytenaggregationshemmer. Die grafische Verteilung ist in Abbildung 22 dargestellt (IMS HEALTH 2015).

Abbildung 22:  
Verbrauch von  
antithrombotischen  
Mitteln nach  
Wirkstoffklassen  
im Jahr 2014.



#### 4.20.3 Verbrauchsstärkste Wirkstoffe

##### Acetylsalicylsäure

Verbrauchsstärkster Wirkstoff innerhalb der Indikationsgruppe der antithrombotischen Mittel war 2014 mit 76 % die Acetylsalicylsäure. Sie zählt zu den Thrombozytenaggregationshemmern und ist als antithrombotisches Mittel auch unter dem Handelsnamen Thrombo ASS bekannt. Es wird u. a. zur Prävention von kardiovaskulären Ereignissen nach ischämischen Attacken oder Schlaganfällen, zur Verminderung des Herzinfarktrisikos nach Angina pectoris, zur Thromboseprophylaxe nach gefäßchirurgischen Eingriffen, bei akutem Myokardinfarkt oder

zur Migränetherapie eingesetzt. Zum Teil wird Acetylsalicylsäure bereits in der Schleimhaut der Darmwand enzymatisch hydrolysiert. Vor allem erfolgt dies aber nach der Aufnahme in der Leber, wobei die durch Hydrolyse entstehende Salicylsäure in weiterer Folge glucuronidiert wird. Die Ausscheidung erfolgt vorwiegend über den Harn in Form von freier Salicylsäure sowie deren Derivaten und Konjugaten (DACON 2016).

Ebenfalls ein verbrauchsstarker Thrombozytenaggregationshemmer ist der Wirkstoff Clopidogrel, der u. a. bei Herzinfarkten mit ischämischem Schlaganfall oder nachgewiesener peripherer arterieller Verschlusskrankheit, bei akutem Konorarsyndrom oder bei akutem Myokardinfarkt verabreicht wird. Nach wiederholter Einnahme erfolgt die rasche Aufnahme von Clopidogrel in den Körper sowie die Metabolisierung in der Leber. Der entstehende Hauptmetabolit ist pharmakologisch nicht aktiv. Für die Wirkung dieses Arzneimittels ist der aktive Metabolit – ein Thioderivat – verantwortlich. Er bindet rasch an bestimmte Rezeptoren und verhindert somit die Thrombozytenaggregation. Die Ausscheidung erfolgt zu ca. 50 % über den Harn sowie zu ca. 46 % über Fäzes (DACON 2016).

### ***Clopidogrel***

Der direkte Thrombin-Hemmer Dabigatranetexilat wird vorwiegend zur Primärprävention von venösen thromboembolischen Ereignissen nach chirurgischem Hüft- oder Kniegelenkersatz verabreicht. Nach oraler Aufnahme erfolgt in Plasma und Leber die Hydrolysierung von Dabigatranetexilat zu Dabigatran, dem pharmakologisch aktiven Wirkstoff. Dabigatran wird hauptsächlich unverändert über den Harn wieder ausgeschieden (DACON 2016).

### ***Dabigatranetexilat***

#### **4.20.4 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien**

Soweit bekannt, liegen derzeit keine Daten zum Vorkommen diverser Arzneimittelwirkstoffe der Gruppe der antithrombotischen Mittel bzw. (Anti-)fibrinolytika in österreichischen Umweltmedien vor.

## **4.21 Antiparasitika, Anthelmintika und Antiprotoika**

### **4.21.1 Übersicht**

Nach ATC sind die Antiparasitika, Anthelminthika und Antiprotoika wie folgt klassifiziert (DIMDI 2015):

### ***ATC-Klassifizierung***

#### **(P) ANTIPARASITÄRE MITTEL, INSEKTIZIDE UND REPELLENZIEN**

##### ***(P01) Mittel gegen Protozoen-Erkrankungen***

(P01A) Mittel gegen Amöbiasis und andere Protozoen-Erkrankungen

(P01B) Malariamittel

(P01C) Mittel gegen Leishmaniasis und Trypanosomiasis

##### ***(P02) Anthelmintika***

(P02B) Trematodenmittel

(P02C) Nematodenmittel

(P02D) Bandwurmmittel

##### ***(P03) Mittel gegen Ektoparasiten,***

***inkl. Antiscabiosa, Insektizide und Repellenzien***

(P03A) Mittel gegen Ektoparasiten, inkl. Antiscabiosa

(P03B) Insektizide und Repellenzien

**Protozoen** Protozoen sind Einzeller und werden, basierend auf ihrer Fortbewegungsweise, eingeteilt in Sporozoen (z. B. Erreger von Malaria oder Toxoplasmose), Rhizopoden (z. B. Erreger der Amöbenruhr), Flagellaten (z. B. Erreger der Schlafkrankheit, Leishmaniose, Trichomoniasis oder Giardiasis) sowie Ziliaten (z. B. Erreger der Balantidienruhr). Die humanpathogenen Vertreter der Protozoen sind Erreger wichtiger Infektionserkrankungen, die weltweit vorkommen (GRAEFE et al. 2011).

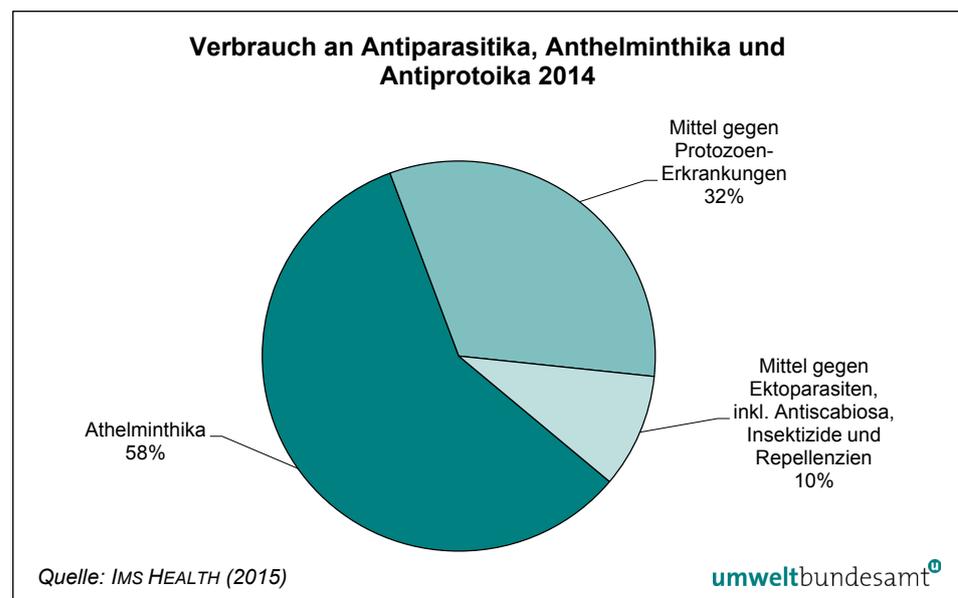
**Wurmerkrankungen** Wurmerkrankungen werden von parasitär lebenden Würmern ausgelöst. Die humanpathogenen Vertreter umfassen dabei die Nematoden (Fadenwürmer), Zestoden (Bandwürmer) und Trematoden (Saugwürmer oder Egel). Zur Behandlung von Wurmerkrankungen kommen die sogenannten Anthelminthika zum Einsatz (GRAEFE et al. 2011).

**Ektoparasiten und Repellenzien** Ektoparasiten umfassen beispielsweise Flöhe, Zecken, Läuse oder Mücken. Repellenzien werden zum Schutz vor Insektenstichen bzw. Spinnenbissen, infolge deren Infektionserkrankungen, wie beispielsweise Borreliose, Malaria oder Gelbfieber auftreten können, verwendet (ÖSTERREICHISCHE APOTHEKENKAMMER 2016b).

#### 4.21.2 Aktueller Verbrauch

**Verbrauchsdaten** Der Verbrauch von Antiparasitika, Anthelminthika und Antiprotoika<sup>14</sup> war in Österreich mit insgesamt 380 kg im Jahr 2014 gering. Der verbrauchsstärkste Wirkstoff innerhalb dieser Gruppe war mit 174 kg Pyrantel (Nematodenmittel), gefolgt von Atovaquon (Malariamittel) mit knapp 81 kg. Der größte Anteil am Gesamtverbrauch im Jahr 2014 entfiel mit 58 % auf die Anthelminthika, gefolgt von Mitteln gegen Protozoenerkrankungen mit anteilig 32 %. Insgesamt 10 % am gesamten Verbrauch umfassten die Mittel gegen Ektoparasiten, inkl. Antiscabiosa, Insektizide und Repellenzien (siehe Abbildung 23; IMS HEALTH 2015).

Abbildung 23: Antiparasitika-, Anthelminthika und Antiprotoikaverbrauch im Jahr 2014.



<sup>14</sup> Umfasst sind Wirkstoffe der folgenden Untergruppen nach EphMRA-Klassifizierung (EphMRA, 2015): (P1A) Amöbizide\*, (P1B) Anthelminthika ausgenommen Schistosomizide, (P1C) Schistosomizide\*, (P1D) Malariamittel, (P1G) Andere antiparasitäre Mittel, (P3A) Mittel gegen Ektoparasiten inklusive Scabizide und (P3B) Insektizide und Repellenzien\* (\* keine Umsätze).

#### 4.21.3 Verbrauchsstärkster Wirkstoff

Pyrantel ist ein Nematodenmittel (Anthelmintikum) und findet Anwendung bei der Behandlung von Infektionen mit gastrointestinalen Parasiten wie beispielsweise Maden-, Spul-, Haken- und Fadenwürmern. Nach der oralen Aufnahme führt Pyrantel zu einer neuromuskulären Blockade bei den genannten Würmern und damit zu einer Immobilisierung und Ausscheidung der Parasiten. Mehr als 50 % des Wirkstoffes werden in unveränderter Form über Fäzes ausgeschieden. Ein geringer Anteil (< 7 %) wird in unveränderter oder metabolisierter Form über den Harn eliminiert (DACON 2016).

***Pyrantel***

#### 4.21.4 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

Zurzeit sind dem Umweltbundesamt keine Untersuchungen zum Vorkommen von Wirkstoffen dieser Indikationsgruppe in österreichischen Umweltmedien bekannt.

## 5 VETERINÄRARZNEIMITTEL

### 5.1 Übersicht

Veterinärarzneimittel (Tierarzneimittel) werden zur Behandlung von Erkrankungen sowie zur Gesundheitsprophylaxe (Krankheitsverhütung) bei Tieren eingesetzt. Auch Stoffe, die zur tierärztlichen Diagnose oder zur Wiederherstellung, Besserung oder Beeinflussung von Körperfunktionen bei Tieren angewandt werden, zählen zu den Veterinärarzneimitteln (RL 2001/82/EG).

- Einsatz** Vor allem in der Intensivtierhaltung, die bei Tieren oft zu erhöhter Infektionsanfälligkeit und steigenden Erkrankungsraten führt, ist der Einsatz von Veterinärarzneimitteln weit verbreitet. Häufig erfolgt die Verabreichung von Antibiotika und Antiparasitika, die zu den wichtigsten Arzneimittelgruppen in der Veterinärmedizin zählen. Ebenfalls von großer Bedeutung sind auch hormonell wirksame Substanzen, Arzneimittel zur Behandlung von Entzündungen sowie lokale Pharmaka für Haut, Euter und Augen (UBA 2014a, b). Laut dem deutschen Umweltbundesamt werden heutzutage zwei- bis dreimal mehr Antibiotika an tierärztliche Hausapotheken abgegeben, als an Apotheken für Humanarzneimittel (UBA 2014a).
- Belastung der Umwelt** Viele der Veterinärarzneimittel, wie beispielsweise die Antibiotika, werden zum Großteil als unveränderter Wirkstoff oder als Metabolit(en) wieder ausgeschieden. Die Ausbringung von tierischen Ausscheidungsprodukten in Form von Gülle, Jauche oder Stallmist als Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftlichen Nutzflächen führt zur Belastung der Umwelt mit den ausgeschiedenen Wirkstoffen bzw. deren Metaboliten. So gelangen diese nicht nur in den Boden, sondern können auch in Grund- und Oberflächengewässer ausgewaschen werden (UBA 2014a).
- Resistenzen** Ein weiteres Problem der breiten Anwendung von Antibiotika stellt die Gefahr der Resistenzbildung bestimmter Bakterienstämme dar. Besonders gefährlich ist dabei die Verbreitung und Übertragung von Multiresistenzen von Tieren auf Erreger, die für den Menschen relevant sind, da als Folge Infektionen auftreten können, die nicht oder nur schwer therapierbar sind (UBA 2016).
- Reduktion und Umgang** Ein wichtiges Ziel für die Zukunft sind effektive Maßnahmen für eine Reduktion des Arzneimitteleinsatzes in der Tierhaltung. Die Verwendung sollte gezielt und verantwortungsvoll erfolgen, wobei u. a. Strategien zur Prophylaxe und Gesundheit der Tiere erarbeitet bzw. umgesetzt werden sollten. Dies kann beispielsweise durch die Verbesserung der Bedingungen in Haltung und Hygiene, ein aktives Tiergesundheits- und Betriebsmanagement oder Schulung des landwirtschaftlichen Personals erfolgen. Der Schwerpunkt liegt dabei besonders auf der Verminderung des Verbrauchs an Antibiotika und Antiparasitika (UBA 2014b).
- Zulassung** Die Zulassung von Veterinärarzneimitteln erfolgt nach dem Arzneimittelgesetz.

## 5.2 Zugelassene Arzneimittel

Im Februar 2016 waren in Österreich insgesamt 1.716 Veterinärarzneimittelspezialitäten nach dem Arzneimittelgesetz zugelassen (Abfrage des Arzneispezialitätenregisters am 18.02.2016; BASG/AGES 2016).

Davon umfassten die Antibiotika zur systemischen Anwendung insgesamt 372 Zulassungen (22 %), gefolgt von den Immunologika mit 245 Zulassungen (14 %) und den Ektoparasitiziden, Insektiziden und Repellenzien mit 186 Zulassungen (11 %) (siehe Tabelle 24; BASG/AGES 2016). Die Verteilung der aktuell zugelassenen Veterinärarzneimittelspezialitäten ist in Abbildung 24 grafisch dargestellt.

### Zulassungsdaten

Gruppe	Zulassungen
Antibiotika zur systemischen Anwendung	372
Immunologika	245
Ektoparasitizide, Insektizide und Repellenzien	186
Antiphlogistika und Antirheumatika	158
Alle anderen therapeutischen Mittel (Varia)	94
Endektozide	84
Anthelmintika	76
Alle übrigen	501
<b>Gesamt</b>	<b>1.716</b>

Tabelle 24:  
Anzahl der  
Zulassungen von  
Veterinärarzneimittel-  
spezialitäten im  
Jahr 2016.  
(Quelle: BASG/AGES 2016)

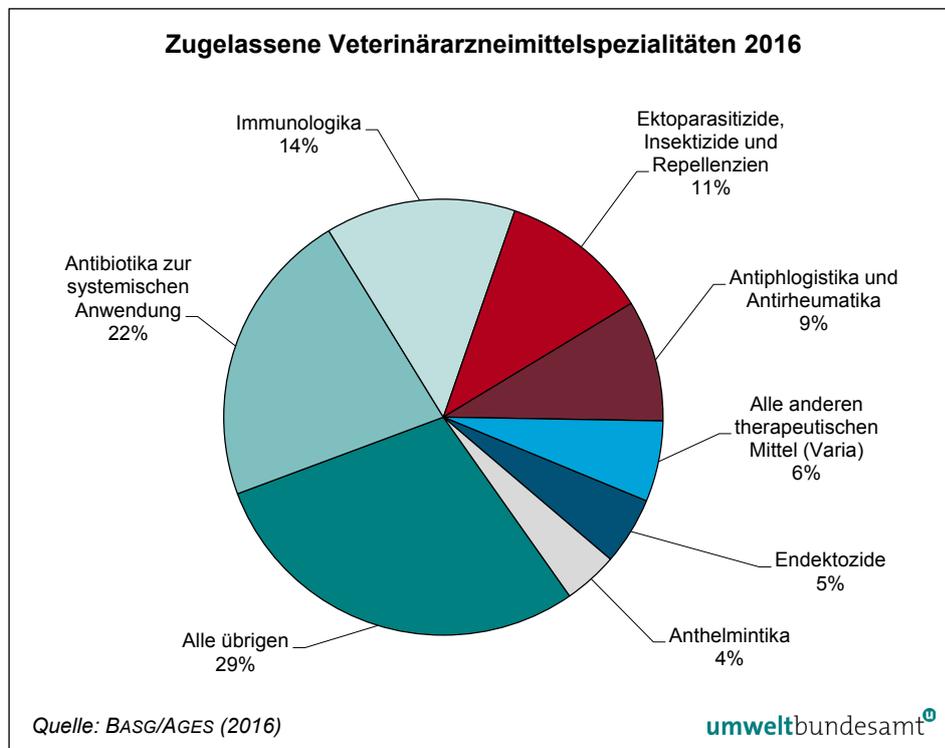


Abbildung 24:  
Verteilung der im Jahr  
2016 zugelassenen  
Veterinärarzneimittel-  
spezialitäten.

Die zum aktuellen Zeitpunkt in Österreich zugelassenen Veterinärarzneimittelwirkstoffe sind in Anhang C – Veterinärarzneimittelwirkstoffe gelistet.

### 5.3 Vorkommen in österreichischen Umweltmedien

In den Jahren 2003 und 2004 wurden Schweinegülle-, Hühnermist- und Putenmistproben von Schweinemast-, Hühnermast- und Putenmastbetrieben auf diverse Veterinärarzneimittelrückstände untersucht. Zusätzlich erfolgte die Untersuchung der landwirtschaftlich genutzten Flächen mittels Bodenproben der Betriebe, die mit diesen Wirtschaftsdüngern behandelt wurden (UMWELTBUNDESAMT 2005). Die Ergebnisse sind in Tabelle 33 in Anhang B darstellt.

- Schweinegülle** Insgesamt wurden 30 Schweinegülleproben von sechs verschiedenen Schweinemastbetrieben in Kärnten und der Steiermark sowie in Niederösterreich und Oberösterreich auf diverse Veterinärantibiotika untersucht. Dabei konnten Rückstände der Wirkstoffe **Chlortetracyclin** (mit Konzentrationen zwischen n.n. und 46 µg/kg TM), **Ciprofloxacin** (n.n.–0,62 µg/kg TM), **Enrofloxacin** (n.n.–0,75 µg/kg TM), **Oxytetracyclin** (n.n.–29 µg/kg TM), **Tetracyclin** (n.n.–23 µg/kg TM), **Sulfadimidin** (n.n.–20 µg/kg TM) und **Sulfamethoxazol** (n.n.–2,4 µg/kg TM) gefunden werden. **Trimethoprim**, **Sulfadiazin** und **Sulfadoxin** konnten in den Proben hingegen nicht nachgewiesen werden (UMWELTBUNDESAMT 2005).
- Hühnermist** Die Analyse von Hühnermistproben von insgesamt fünf Betrieben in Nieder- und Oberösterreich sowie in der Steiermark zeigte positive Nachweise von **Chlortetracyclin**, **Ciprofloxacin**, **Enrofloxacin**, **Oxytetracyclin**, **Trimethoprim** bzw. **Sulfadiazin** in einem Teil der Proben, wobei Sulfadiazin in einer Probe mit einer Maximalkonzentration von 51 µg/kg TM detektiert wurde. Die Wirkstoffe **Tetracyclin**, **Sulfadimidin**, **Sulfadoxin**, **Sulfamethoxazol** und **Sulfathiazol** wurden hingegen nicht nachgewiesen (UMWELTBUNDESAMT 2005).
- Putenmist** Innerhalb der genannten Studie wurden außerdem Putenmistproben von insgesamt vier verschiedenen Betrieben in Kärnten und dem Burgenland auf Rückstände von Veterinärarzneimitteln untersucht. In den Proben konnten **Chlortetracyclin**, **Ciprofloxacin**, **Enrofloxacin**, **Trimethoprim**, **Sulfadiazin**, **Sulfadimidin** und **Sulfathiazol** nachgewiesen werden. Die höchste Konzentration fand sich hierbei mit 91 µg/kg **Sulfadiazin**/kg TM. Kein Nachweis erfolgte hingegen von **Oxytetracyclin**, **Tetracyclin**, **Sulfadimidin**, **Sulfadoxin** und **Sulfamethoxazol** (UMWELTBUNDESAMT 2005).
- Böden** In Bodenproben der untersuchten Betriebe fanden sich zumindest in einigen Proben Spuren bzw. geringe Mengen von **Chlortetracyclin**, **Ciprofloxacin**, **Enrofloxacin**, **Trimethoprim**, **Sulfadimidin** und **Sulfamethoxazol**. Die Wirkstoffe **Oxytetracyclin**, **Tetracyclin**, **Sulfadiazin**, **Sulfadoxin** und **Sulfathiazol** konnten hingegen nicht nachgewiesen werden (UMWELTBUNDESAMT 2005).
- Abwasser** Eine im Jahr 2010 in Österreich durchgeführte Untersuchung von Veterinärantibiotika in Abwasserproben von Kläranlagenabläufen (siehe Tabelle 33) zeigte, dass die Wirkstoffe **Tiamulin** und **Timicosin** in allen untersuchten Proben zumindest in Spuren (< BG) zu finden waren (Ec 2012).

## 6 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

### 6.1 Humanarzneimittel

In der vorliegenden Studie wurden insgesamt 24 verschiedene Indikationsgruppen der Humanarzneimittel hinsichtlich ihres Verbrauchs in Österreich im Jahr 2014, der Verbrauchsentwicklung seit dem Jahr 1997 sowie dem Vorkommen in österreichischen Umweltmedien untersucht. Nachfolgend sind die wichtigsten Ergebnisse (absteigend nach Verbrauchsmengen gereiht (siehe auch Tabelle 2) zusammengefasst.

Die Gruppe der Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika war in Österreich im Jahr 2014 mit einem Verbrauch von knapp 245.000 kg die verbrauchsstärkste der untersuchten Indikationsgruppen. Am häufigsten wurde Paracetamol (knapp 52.000 kg) eingesetzt, wobei dieser Wirkstoff innerhalb aller in Österreich zugelassenen Wirkstoffe den zweithäufigsten Verbrauch aufwies. Seit 1997 stieg der Verbrauch von Wirkstoffen dieser Gruppe an. Bestimmte Wirkstoffe konnten in den vergangenen Jahren in diversen österreichischen Umweltmedien (Abwasser, Fließgewässer sowie Klärschlämmen) nachgewiesen werden.

***Analgetika,  
Antiphlogistika und  
Antirheumatika***

Unter den untersuchten Indikationsgruppen lagen Antidiabetika (exkl. Insuline) mit einem Verbrauch von mehr als 146.600 kg im Jahr 2014 an zweiter Stelle. Metformin war mit mehr als 141.500 kg nicht nur innerhalb der Antidiabetika der verbrauchsstärkste Wirkstoff, sondern auch innerhalb aller in Österreich zugelassenen Wirkstoffe. Seit dem Jahr 1997 stieg der Metforminverbrauch außerdem stark an. In österreichischen Abwasserproben konnten bestimmte Antidiabetika zumindest in Spuren gefunden werden.

***Antidiabetika  
(exkl. Insuline)***

Die Psychopharmaka, Antiepileptika und Nootropika standen im Jahr 2014 mit einem Verbrauch von knapp 110.000 kg an dritter Stelle. Am verbrauchsstärksten war hierbei der zu den Hypnotika und Sedativa zählende pflanzliche Wirkstoff *Passiflora incarnata* (Passionsblumenkraut) mit mehr als 26.900 kg. Verbrauchsstärkster nicht-pflanzlicher Wirkstoff mit knapp 13.400 kg war das Antiepileptikum Levetiracetam. Der überwiegende Anteil der Wirkstoffe dieser Indikationsgruppe entfiel auf die Antiepileptika (60 %), deren Verbrauch seit 1997 wesentlich anstieg. Der Nachweis von Wirkstoffen dieser Gruppe erfolgte in den vergangenen Jahren in Grundwasser, Abwasser und Klärschlämmen in teilweise hohen Konzentrationen sowie in Trinkwasser, Fließgewässern, Schwebstoffen, Sedimenten und Böden.

***Psychopharmaka,  
Antiepileptika und  
Nootropika***

Die Gruppe der Antibiotika steht mit einem Verbrauch von ca. 68.500 kg im Jahr 2014 an vierter Stelle. Verbrauchsstärkster Wirkstoff dieser Gruppe war das zu den Beta-Lactam-Antibiotika zählende Amoxicillin mit einem Verbrauch von knapp 23.000 kg. Beta-Lactam-Antibiotika machten außerdem innerhalb der Antibiotika mit 68 % den Hauptanteil aus. In der Umwelt sind verschiedene Antibiotikawirkstoffe nachweisbar, wie beispielsweise in Trink-, Grund-, Fließ-, und Abwasser, Sedimenten, Schwebstoffen, Böden, Klärschlämmen und Gärrückständen.

***Antibiotika  
zur systemischen  
Anwendung***

Kontrastmittel wurden in Österreich im Jahr 2014 in Mengen von knapp 48.000 kg verbraucht, wobei der verbrauchsstärkste Wirkstoff mit mehr als 11.000 kg das Iodixanol war. Seit 1997 sank der Verbrauch an Kontrastmitteln leicht. Wirkstoffe dieser Gruppe konnten in Schwebstoffen, Sedimenten, Abwasser und Fließgewässern in Österreich nachgewiesen werden. Besonders die Belastungen in Abwasserproben waren teilweise hoch.

***Kontrastmittel***

- Antazida** Die Gruppe der Antazida umfasste 2014 etwas weniger als 47.000 kg. Verbrauchsstärkster Wirkstoff war Pantoprazol (ca. 6.900 kg). Im Vergleich zu 1997 kam es zu einem starken Rückgang des damals verbrauchsstärksten Sucralfat. Ein Nachweis von Antazida-Wirkstoffen erfolgte in Abwasserproben.
- Antitussiva und Expektoranzien** Die Gruppe der Antitussiva und Expektoranzien umfasste im Jahr 2014 einen Verbrauch von mehr als 42.000 kg. Besonders stark war hierbei der Anteil an pflanzlichen Wirkstoffen: am verbrauchsstärksten war Thymiankraut mit einem Verbrauch von knapp 16.500 kg. Unter den nicht pflanzlichen Wirkstoffen dieser Indikationsgruppe lag Acetylcystein mit knapp 11.900 kg an erster Stelle. Seit 1997 kam es zu einem moderaten Rückgang am Wirkstoffverbrauch innerhalb der Antitussiva und Expektoranzien, während allerdings ein merklicher Anstieg im Acetylcysteinverbrauch zu verzeichnen war. Soweit bekannt, existieren zum Vorkommen in österreichischen Umweltmedien derzeit noch keine Daten.
- Antithrombotische Mittel und (Anti-)Fibrinolytika** Antithrombotische Mittel und (Anti-)fibrinolytika wiesen im Jahr 2014 in Österreich einen Gesamtverbrauch von ca. 25.000 kg auf. Mehr als 19.300 kg entfielen dabei auf Acetylsalicylsäure als verbrauchsstärkster Wirkstoff, welcher auch als Analgetikum verwendet wird. Innerhalb dieser Gruppe zählten 93 % aller verbrauchten Wirkstoffe zu der Untergruppe der Thrombozytenaggregationshemmer (exkl. Heparin). Daten zum Vorkommen in der Umwelt existieren derzeit keine.
- Gichtmittel (Gichttherapeutika)** Die Gichtmittel (Gichttherapeutika) umfassten im Jahr 2014 einen Gesamtverbrauch von ca. 12.350 kg, wobei es sich mit knapp 12.300 kg (> 99 %) fast ausschließlich um den Wirkstoff Allopurinol handelte. Im Vergleich zu 1997 stieg der Allopurinolverbrauch an. Zum Vorkommen in der Umwelt gibt es derzeit für Österreich, soweit bekannt, noch keine Daten.
- Nitroverbindungen und Vasodilatoren** Der Verbrauch an Nitroverbindungen und Vasodilatoren umfasste im Jahr 2014 in Österreich mehr als 12.000 kg. Der verbrauchsstärkste Wirkstoff dieser Gruppe war mit rund 5.700 kg das Pentoxifyllin. Seit 1997 kam es insbesondere bei diesem Wirkstoff zu einem starken Verbrauchsrückgang. In österreichischen Umweltmedien wurden derzeit noch keine Wirkstoffe dieser Gruppe untersucht.
- Lipidsenker** Im Jahr 2014 wurden ca. 11.800 kg Lipidsenker in Österreich verbraucht. Verbrauchsstärkster Wirkstoff dieser Gruppe war Simvastatin mit ca. 3.700 kg. Mehr als die Hälfte der verbrauchten Lipidsenker zählte zur Untergruppe der HMG-CoA-Reduktasehemmer (Statine). Seit 1997 kam es nur zu einem geringen Anstieg des Gesamtverbrauchs an Lipidsenkern; der Verbrauch am Wirkstoff Simvastatin stieg aber im Vergleich sehr stark an.
- Beta-Blocker** Die Gruppe der Beta-Blocker umfasste einen Verbrauch von ca. 7.500 kg im Jahr 2014. Verbrauchsstärkster Wirkstoff war hierbei mit mehr als 3.600 kg Metoprolol. Im Vergleich zu 1997 nahm der Gesamtverbrauch der Beta-Blocker kaum ab. In diversen Umweltmedien wie Grundwasser, Abwasser, Fließgewässern und Klärschlamm konnten verschiedene Wirkstoffe dieser Gruppe nachgewiesen werden.
- Kalziumantagonisten** Im Jahr 2014 umfasste der Verbrauch an Kalziumantagonisten in Österreich rund 6.500 kg. Valsartan war hierbei mit über 2.600 kg der verbrauchsstärkste Wirkstoff. Seit 1997 veränderten sich die Verbrauchsmengen einzelner Wirkstoffe stark. In österreichischen Abwasser- und Sedimentproben konnten diverse Wirkstoffe nachgewiesen werden.

Die Gruppe der Antiviralen Mittel zur systemischen Anwendung umfasste im Jahr 2014 einen Gesamtverbrauch von ca. 6.300 kg. Verbrauchsstärkster Wirkstoff war Valaciclovir mit einem Verbrauch von 2.500 kg. Derzeit liegen dem Umweltbundesamt keine Daten zum Vorkommen in der Umwelt in Österreich vor.

### ***Antivirale Mittel zur systemischen Anwendung***

Knapp 5.000 kg umfasste 2014 in Österreich der Verbrauch an ACE-Hemmern. Am häufigsten wurde dabei mit ca. 1.700 kg der Wirkstoff Hydrochlorothiazid verbraucht. Seit 1997 kam es zu einer starken Zunahme bestimmter Wirkstoffe (Lisinopril, Enalapril). Im Falle des Captopril nahm der Verbrauch bis 2014 allerdings stark ab. Bestimmte Wirkstoffe dieser Indikationsgruppe konnten in Spuren in Abwasser nachgewiesen werden.

### ***ACE-Hemmer***

Der Verbrauch von Diuretika lag im Jahr 2014 bei knapp 4.700 kg, wobei der verbrauchsstärkste Wirkstoff mit ca. 2.900 kg das Furosemid war. Seit 1997 stieg der Furosemidverbrauch an. Daten zum Vorkommen von Diuretika in diversen Umweltmedien existieren zum jetzigen Zeitpunkt, soweit bekannt, für Österreich nicht.

### ***Diuretika***

Der Verbrauch an Bronchodilatoren und  $\beta_2$ -Sympathomimetika betrug im Jahr 2014 ca. 2.900 kg. Davon wurde in erster Linie der Wirkstoff Theophyllin mit ca. 2.770 kg verbraucht. Seit 1997 kam es zu einem sehr starken Rückgang am Verbrauch von Wirkstoffen dieser Indikationsgruppe. Die Untersuchung von Abwässern in Österreich zeigte geringe Belastungen mit dem Wirkstoff Terbutalin.

### ***Bronchodilatoren und $\beta_2$ - Sympathomimetika***

Die Zytostatika und zytostatisch wirksamen Hormone umfassten einen Verbrauch von 1.700 kg. Ungefähr 890 kg entfielen dabei auf Capecitabin als verbrauchsstärkster Wirkstoff dieser Gruppe. Der überwiegende Anteil der Wirkstoffe von insgesamt 66 % an Zytostatika und zytostatisch wirksamen Hormone waren die Antimetaboliten, gefolgt von den Hormonantagonisten und verwandten Mitteln mit 30 %. In Untersuchungen in österreichischen Abwasserproben konnten bestimmte Zytostatikawirkstoffe zumindest in Spuren nachgewiesen werden.

### ***Zytostatika und zytostatisch wirksame Hormone***

Die Gruppe der untersuchten Corticosteroide umfasste im Jahr 2014 in Österreich einen Verbrauch von ca. 1.200 kg. Verbrauchsstarker Wirkstoff war hierbei Prednisolon mit insgesamt 273 kg. Daten zum Vorkommen in der Umwelt liegen derzeit für Österreich nicht vor.

### ***Corticosteroide***

Sexualhormone und Analoga wurden 2014 in geringen Mengen von insgesamt 744 kg verbraucht. Verbrauchsstärkster Wirkstoff war das Progesteron – ein Gestagen – mit einer Verbrauchsmenge von 411 kg. Innerhalb dieser Indikationsgruppe entfielen 80 % der Wirkstoffe auf Gestagene. Die wesentlichsten Veränderungen im Verbrauch seit 1997 umfassten Testosteron (Verdoppelung des Verbrauchs) sowie Estradiol (Halbierung des Verbrauchs). Der Nachweis diverser Wirkstoffe erfolgte in Abwasser, Grundwasser, Fließgewässern, Schwebstoffen und Sedimenten.

### ***Sexualhormone und Analoga***

Die Gruppe der Antiparasitika, Anthelminthika und Antiprotoika hatte mit 380 kg im Jahr 2014 in Österreich nur einen geringen Verbrauch. Verbrauchsstärkster Wirkstoff war hierbei das Nematodenmittel Pyrantel mit insgesamt 174 kg. Innerhalb dieser Gruppe entfielen 58 % auf Anthelminthika, gefolgt von Mitteln gegen Protozoen-Erkrankungen mit 32 %. Derzeit liegen keine Daten zum Vorkommen in österreichischen Umweltmedien vor.

### ***Antiparasitika, Anthelminthika und Antiprotoika***

Schilddrüsenhormone wurden im Jahr 2014 in Österreich mit knapp 70 kg in geringen Mengen verbraucht. Thiamazol war hierbei mit ca. 40 kg der verbrauchsstärkste Wirkstoff. Daten zum Vorkommen in Österreichischen Umweltmedien existieren derzeit nicht.

### ***Schilddrüsenhormone***

**andere Hormone** Die Gruppe der anderen Hormone umfassten Calcitonine, Glukagon, Wachstumshormone, Anti-diuretische Hormone, Parathyroidhormone und Analoga sowie Anti-Parathyroide. Der Verbrauch von weniger als 25 kg im Jahr 2014 war sehr gering. Verbrauchsstärkster Wirkstoff mit einem Anteil von 99 % am Gesamtverbrauch war Cinacalcet. Daten zum Vorkommen in österreichischen Umweltmedien gibt es derzeit keine.

**Hypophysen- und Hypothalamushormone** Den geringsten Verbrauch aller untersuchten Indikationsgruppen umfasste mit nur rund 0,5 kg die Gruppe der Hypophysen- und Hypothalamushormone. Hierbei waren besonders die Wirkstoffe Octreotid und Pegvisomant vertreten. Umweltdaten existieren derzeit nicht.

## 6.2 Veterinärarzneimittel

Im Februar 2016 waren in Österreich mehr als 1.700 Veterinärarzneimittelspezialitäten zugelassen. Insgesamt 22 % der zugelassenen Spezialitäten entfielen auf Antibiotika zur systemischen Anwendung, gefolgt von Immunologika mit 14 %. Verschiedene Untersuchungen von Veterinärantibiotika in diversen österreichischen Umweltmedien zeigten, dass etliche Wirkstoffe in Schweinegülle, Hühner- und Putenmist, landwirtschaftlichen Böden sowie Abwasser nachzuweisen waren.

## 7 LITERATURVERZEICHNIS

- BASG/AGES – Bundesamt für Sicherheit im Gesundheitswesen/Medizinmarktaufsicht der Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (2016): Arzneispezialitätenregister. Online Suche Arzneispezialitäten.  
[https://aspreregister.basg.gv.at/aspreregister/faces/aspreregister.jspx?\\_afLoop=13053277400169818&\\_afWindowMode=0&\\_adf.ctrl-state=vzpm5cyz9\\_4](https://aspreregister.basg.gv.at/aspreregister/faces/aspreregister.jspx?_afLoop=13053277400169818&_afWindowMode=0&_adf.ctrl-state=vzpm5cyz9_4)
- BEUBLER, E. (2007): Kompendium der Pharmakologie. Gebräuchliche Arzneimittel in der Praxis. 2. Auflage, Springer Verlag Wien.
- BEUBLER, E. (2010): Schmerztherapie mit Nicht-Opioiden. Stringer Verlag Medizin, 09. Dezember 2010. <http://www.springermedizin.at/artikel/19953-schmerztherapie-mit-nicht-opioiden>
- BMG – Bundesministerium für Gesundheit (2014): Resistenzbericht Österreich AURES 2014. Antibiotikaresistenz und Verbrauch antimikrobieller Substanzen in Österreich.  
<http://ec.europa.eu/health/documents/community-register/html/vatc.htm>
- BMG – Bundesministerium für Gesundheit (2015): Monitoringprogramm von Pharmazeutika und Abwasserindikatoren in Grund- und Trinkwasser. Forschungsprojekt – Endbericht. Juni 2015.
- CLARA, M.; KREUZINGER, N.; STRENN, B.; GANS, O. & KROISS, H. (2005a): The solids retention time – a suitable design parameter to evaluate the capacity of wastewater treatment plants to remove micropollutants. *Water Res* 39: 97–106.
- CLARA, M.; STRENN, B.; GANS, O.; MARTINEZ, E.; KREUZINGER, N. & KROISS, H. (2005b): Removal of selected pharmaceuticals, fragrances and endocrine disrupting compounds in a membrane bioreactor and conventional wastewater treatment plants. *Water Res* 39: 4797–4807.
- CONGAGHAN, P.G. (2012): A turbulent decade for NSAIDs: uptake on current concepts of classification, epidemiology, comparative efficacy, and toxicity. *Rheumatol Int* 32: 1491–1502.
- DACON – Data Conversion GmbH (2016): Arzneimittelinformation für Fachkreise.  
<http://www.pharmazie.com/>
- DASCHNER, F.; DETTENKOFER, M.; FRANK, U. & SCHERRER, M. (Hrsg.) (2006): Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz. Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene, Freiburg, Deutschland. Springer Medizin Verlag Heidelberg, Deutschland.
- DIMDI – Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (2015): Anatomisch-therapeutisch-chemische Klassifikation mit Tagesdosen. Amtliche Fassung des ATC-Index mit DDD-Angaben für Deutschland im Jahre 2015.  
<http://www.dimdi.bund.de/static/de/klassi/atcddd/index.htm>
- Ec – European Commission (2012): Loos, R. et al.: JRC Technical Reports: EU Wide Monitoring Survey on Waste Water Treatment Plant Effluents.
- Ec – European Commission (2014): JRC Science and Policy Reports: Feasibility of a Monitoring Mechanism Supporting a Watch List under the Water Framework Directive. Ghiani, M. et al.: Final report of a Pilot Exercise. Publications Office of the European Union, Luxemburg.

- EC – European Commission (2016): Pharmaceuticals – Community Register. All centralized veterinary medicinal product by ATC code. <http://ec.europa.eu/health/documents/community-register/html/vatc.htm>
- EC JRC – European Commission Joint Research Centre (2008): EU Wide Monitoring Survey of Polar Persistent Pollutants in European River Waters. Loos, R.; Gawlik, B.M.; Locoro, G.; Rimaviciute, E.; Contini, S. & Bidoglio, G.: JRC Scientific and Technical Reports. Office for Official Publications of European Communities, Luxemburg.
- EphMRA – European Pharmaceutical Marketing Research Association (2015): EphMRA Anatomical Classification Guidelines 2015. [http://www.ephmra.org/user\\_uploads/atcguidelines2015final.pdf](http://www.ephmra.org/user_uploads/atcguidelines2015final.pdf)
- FREYE, E. (1999): Opiode in der Medizin: Wirkung und Einsatzgebiete zentraler Analgetika. 4. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- GRAEFE, K.H.; LUTZ, W. & BÖNISCH, H. (2011): Pharmakologie und Toxikologie. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, Deutschland.
- HÄUSSLER, B.; HÖER, A. & HEMPEL, E. (Hrsg.) (2014): Arzneimittel-Atlas 2014. Der Arzneimittelverbrauch in der GKV. IGES Institut GmbH, Berlin, Deutschland. Springer Medizin, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Deutschland.
- HOPPICHLER, F. (1999): Lipidsenker, Statine und Fibrate. J Kardiol 6 (12): 624–627.
- IKSR – Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (2010): Auswertungsbericht Röntgenkontrastmittel. [http://www.iksr.org/fileadmin/user\\_upload/Dokumente\\_de/Berichte/IKSR-Bericht\\_Nr.\\_187d.pdf](http://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/Dokumente_de/Berichte/IKSR-Bericht_Nr._187d.pdf)
- IMS HEALTH – Institut für medizinische Statistik (2015): DPMÖ/DPMÖK Sonderstudie für das Umweltbundesamt: Arzneimittelverbrauch 2014. Wien, Österreich.
- LARSSON, D.G.J.; DE PEDRO, C. & PAXEUS, N. (2007): Effluent from drug manufactures contains extremely high levels of pharmaceuticals. Journal of Hazardous Materials 148: 751–755.
- LÜLLMANN, H.; MOHR, K. & HEIN, L. (2010): Pharmakologie und Toxikologie. Arzneimittelwirkungen verstehen – Medikamente gezielt einsetzen. 17. Auflage, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, Deutschland.
- MAHNIK, S.N.; LENZ, K.; WEISSENBACHER, N.; MADER, R.M. & FUERHACKER, M. (2007): Fate of 5-Fluorouracil, doxorubicin, epirubicin, and daunorubicin in hospital wastewater and their elimination by activated sludge and treatment in a membrane-bio-reactor-system. Chemosphere 66: 30–37.
- MEDICI, T.C.; HÄCKI, M. & SPIEGEL, M.V. (2001): Husten und Auswurf: Ursachen und Differentialdiagnose. Schweiz Med Forum 27: 697–703.
- ÖSTERREICHISCHE APOTHEKERKAMMER (2015): Apotheke in Zahlen 2015. [http://www.apotheker.or.at/Internet/OEAK/download.nsf/80142A1F16CF7A13C1257DF5002F985A/\\$file/ApothekeinZahlen.pdf](http://www.apotheker.or.at/Internet/OEAK/download.nsf/80142A1F16CF7A13C1257DF5002F985A/$file/ApothekeinZahlen.pdf)
- ÖSTERREICHISCHE APOTHEKENKAMMER (2016a). Lipidsenker zur Behandlung erhöhter Blutfette. [https://www.apotheker.or.at/internet/oeak/NewsPresse\\_1\\_0\\_0a.nsf/agentEmergency!OpenAgent?p=53D7186AD4BECC01C12577030038F763&fsn=fs\\_StartHomeFachinfo&iif=0](https://www.apotheker.or.at/internet/oeak/NewsPresse_1_0_0a.nsf/agentEmergency!OpenAgent?p=53D7186AD4BECC01C12577030038F763&fsn=fs_StartHomeFachinfo&iif=0)

- ÖSTERREICHISCHE APOTHEKENKAMMER (2016b): Repellenzien. Schutz vor Insektenstichen.  
<http://www.apotheker.or.at/internet/oeak/newspresse.nsf/04442998fb0751a2c1256a780042f3e9/88a0c26369ef7cfec1256abe004051ac?OpenDocument>
- RUZICKA, K.; ZESSNER, M.; BLASCHKE, A.P.; FENZ, R.; CLARA, M. & KROISS, H. (2011):  
 Evaluating the success of sewer reconstruction by using carbamazepine as anthropogenic marker in groundwater. *Water Sci Technol* 63(4): 727–732.
- SILBERNAGL, S. & LANG, F. (2005): Taschenatlas der Pathophysiologie. 2. korrigierte Auflage, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, Deutschland.
- STATISTIK AUSTRIA (2015): Bevölkerungsveränderung seit 1981 nach Staatsangehörigkeit. [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/menschen\\_und\\_gesellschaft/bevoelkerung/bevoelkerungsstand\\_und\\_veraenderung/bevoelkerungsveraeenderung\\_nach\\_komponenten/023584.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/bevoelkerungsstand_und_veraenderung/bevoelkerungsveraeenderung_nach_komponenten/023584.html)
- STMK. LR – Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2003): Grundwasseruntersuchungen auf ausgewählte Hormone, Xenohormone, Arzneimittelwirkstoffe und Phthalate – Bericht Leibnitzerfeld-Haslacher Au. Schubert, M., Stadlbauer, H.: Bericht GA 01-03, Graz, Österreich.
- STMK. LR – Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2011): Eintrag von Arzneimittelwirkstoffen in die aquatische Umwelt, Untersuchungszeitraum April 2010. Clara, M.; Gans, O.; Weiß, S.; Windhofer, G. & Stadlbauer, H.: Bericht GA-02-2011, Graz, Österreich.
- SV – Hauptverband der österreichischen Sozialversicherungsträger (2016): Fachinformation Erstattungskodex: Nähere Erläuterungen zu den einzelnen Abkürzungen.  
<http://www.hauptverband.at/portal27/portal/hybportal/content/contentWin.dow?contentid=10007.695283&action=2&viewmode=content>
- UBA – Umweltbundesamt Deutschland (2014a): Antibiotika und Antiparasitika im Grundwasser unter Standorten mit hoher Viehbesatzdichte. Hannappel, S.; Groeneweg, J. & Zühlke, S.: Bericht UBA-FB 001897, Dessau-Roßlau, Deutschland.
- UBA – Umweltbundesamt Deutschland (2014b): Arzneimittel in der Umwelt – vermeiden, reduzieren, überwachen. Ebert, I.; Amato, R.; Hein, A. & Koradi, S.: Hintergrundpapier April 2014, Dessau-Roßlau, Deutschland.  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/09.04.2014\\_hintergrundpapier\\_arzneimittel.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/09.04.2014_hintergrundpapier_arzneimittel.pdf)
- UBA – Umweltbundesamt Deutschland (2016): Tierarzneimittel.  
<http://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/tierarzneimittel>
- Umweltbundesamt (1999): Sattelberger, R.: Arzneimittelrückstände in der Umwelt. Bestandsaufnahme und Problemstellung. Reports, Bd. R-0162. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.) (2003): ARCEM – Austrian Research Cooperation on Endocrine Modulators): Hormonwirksame Stoffe in Österreichs Gewässer – Ein Risiko? Ergebnisse aus 3 Jahren Forschung. Endbericht Juni 2003. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2004): Untersuchung von Donausedimenten und Schwebstoffen auf ausgewählte organische Schadstoffe. Scharf, S.; Loos, S.; Uhl, M. & Kreuzinger, N.: Berichte, Bd. BE-0249. Umweltbundesamt, Wien.

- UMWELTBUNDESAMT (2005): Sattelberger, R.; Gans, O. & Martínez, E.: Veterinärantibiotika in Wirtschaftsdünger und Boden: Berichte, Bd. BE-0272. Umweltbundesamt Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2006): Schramm, C.; Gans, O.; Uhl, M.; Grath, J.; Scharf, S.; Zieritz, I.; Kralik, M.; Scheidleder, A. & Humer, F.: Carbamazepin und Koffein – Potentielle Screeningparameter für Verunreinigungen des Grundwassers durch kommunales Abwasser? Reports, Bd. REP-0061. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2010): Clara, M.; Gans, O.; Humer, F.; Weiß, S. & Zieritz, I.: Antibiotika im Grundwasser. Sondermessprogramm im Rahmen der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung. Reports, Bd. REP-0258. Umweltbundesamt, Wien.
- VBG. LR – Amt der Vorarlberger Landesregierung (2007): Biogasgülle. Nähr- und Schadstoffgehalte in Gärrückständen. Eberhard, W.m & Scheffknecht, C.: Bericht UI/Vie-7/2007, Bregenz, Österreich.
- VBG. LR – Amt der Vorarlberger Landesregierung (2013): Eintrag von Arzneimittelwirkstoffen in die Umwelt. Clara, M.; Scheffknecht, C. & Weiß, S.: Bericht UBA/UI-02/2013. <https://www.vorarlberg.at/pdf/arzneimittel.pdf>
- VBG. LR – Amt der Vorarlberger Landesregierung (2014): Emissionsmodellierung ausgewählter organischer und anorganischer Parameter im Einzugsgebiet der Dornbirner Ach. Clara, M.; Hochedlinger, G.; Weiß, S.; Windhofer, G.; Hanefeld, W.; Scheffknecht, C. & Zessner, M.: Projektbericht Juni 2014, Bregenz, Vorarlberg, Österreich.
- WHOCC – World Health Organisation Collaborating Centre for Drug Statistics Methodology (2011): ATC Structure and principles. [http://www.whocc.no/atc/structure\\_and\\_principles/](http://www.whocc.no/atc/structure_and_principles/)

### **Rechtsnormen und Leitlinien**

- Abwasseremissionsverordnung Medizinischer Bereich (AEV MedB; BGBl. II Nr. 268/2003): Technische Anleitung zur Begrenzung von Abwasseremissionen aus Krankenanstalten, Pflegeanstalten, Kuranstalten und Heilbädern.
- Arzneimittelgesetz (AMG; BGBl. Nr. 185/183): Bundesgesetz vom 2. März 1983 über die Herstellung und das Inverkehrbringen von Arzneimitteln.
- Allgemeines Sozialversicherungsgesetz (ASVG)
- RL 2001/82/EG: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. November 2001 zur Schaffung eines Gemeinschaftskodex für Tierarzneimittel. ABl. Nr. L311.

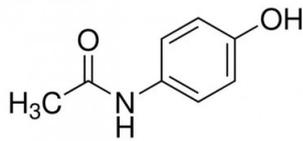
## 8 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

ACE .....	Angiotensin-Konversionsenzym (Angiotensin-Converting-Enzyme)
AIDS .....	Erworbenes Immundefektsyndrom (Acquired Immune Deficiency Syndrome)
AMG .....	Arzneimittelgesetz
ATC .....	anatomisch-therapeutisch-chemisch
BG .....	Bestimmungsgrenze
Ca .....	Kalzium
CAS .....	Chemical Abstract Service
CMV .....	Cytomegalievirus
COPD .....	Chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (chronic obstructive pulmonary disease)
COX.....	Cyclooxygenase
DNA.....	Desoxyribonukleinsäure
DR .....	Detektionsrate
EBV .....	Epstein-Barr-Virus
EphMRA .....	European Pharmaceutical Marketing Research Association
GABA .....	Gamma-Aminobuttersäure (gamma-aminobutyric acid)
HBC.....	Hepatitis-C-Virus
HBV .....	Hepatitis-B-Virus
HIV .....	Humanes Immundefizienz-Virus
HMG-CoA.....	3-Hydroxy-3-Methylglutaryl-Coenzym-A
HSV .....	Herpes-simplex-Virus
IMS .....	Institut für medizinische Statistik
LDL.....	Lipoprotein niederer Dichte (Low Density Lipoprotein)
MW .....	Mittelwert
n.a. ....	nicht angegeben
n.n. ....	nicht nachweisbar
NDRI.....	Noradrenalin- und Dopaminrückaufnahme-Inhibitoren
NO .....	Stickstoffmonoxid
NSAID .....	Non-steroidal anti-inflammatory drug
NSAP.....	Nichtsteroidale Antiphlogistika
NSAR .....	Nichtsteroidale Antirheumatika
NSRI.....	Noradrenalin- und Serotoninrückaufnahme-Inhibitoren
RNA.....	Ribonukleinsäure
SSRI.....	Selektive Serotoninrückaufnahme-Inhibitoren
T3 .....	Trijodthyronin (auch Liothyronin)
T4 .....	Tetraiodthyronin (auch Levothyroxin)
TM .....	Trockenmasse
TZA.....	Tri- und tetrazyklische Antidepressiva
VZV .....	Varicella-Zoster-Virus

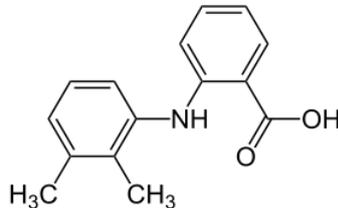
## ANHANG A – CHEMISCHE STRUKTUREN

### Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika (CAS#)

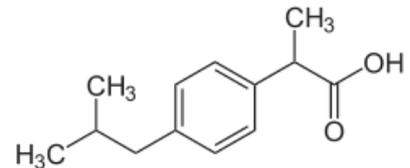
Paracetamol (103-90-2)



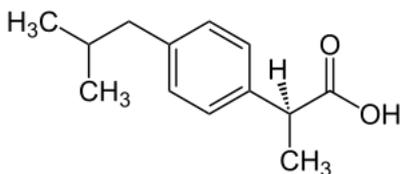
Mefenamensäure (61-68-7)



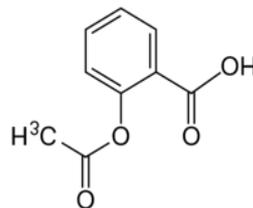
Ibuprofen (15687-27-1)



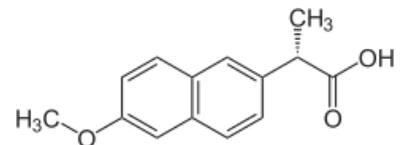
Dexibuprofen (51146-56-6)



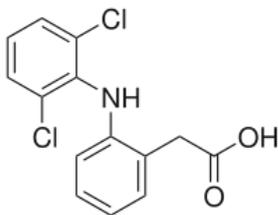
Acetylsalicylsäure (50-78-2)



Naproxen (22204-53-1)

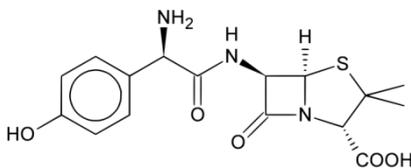


Diclofenac (15307-86-5)

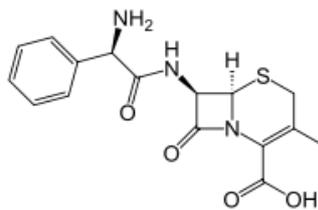


### Antibiotika (CAS#)

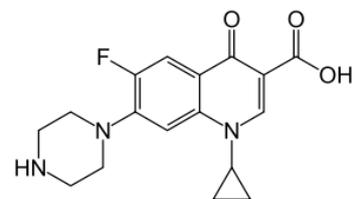
Amoxicillin (26787-78-0)



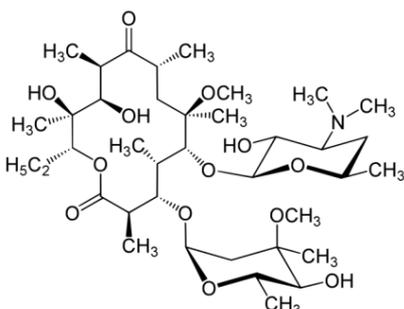
Cefalexin (15686-71-2)



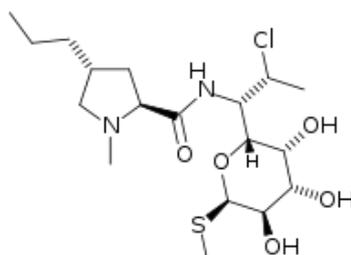
Ciprofloxacin (85721-33-1)



Clarithromycin (81103-11-9)

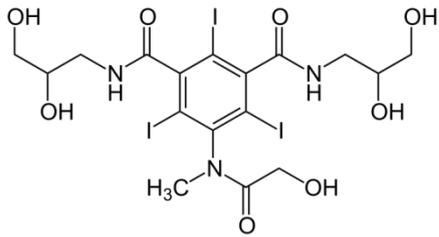


Clindamycin (18323-44-9)

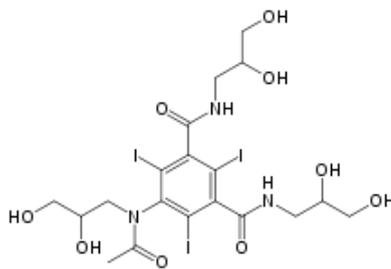


**Kontrastmittel (CAS#)**

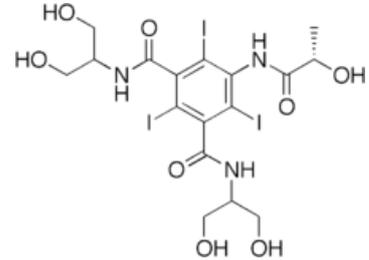
lomeprol (78649-41-9)



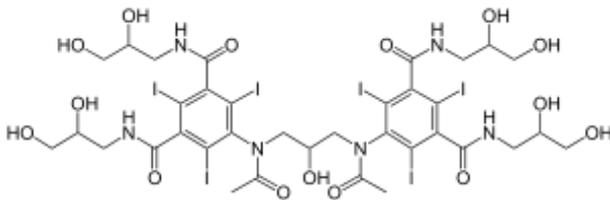
Iohexol (66108-95-0)



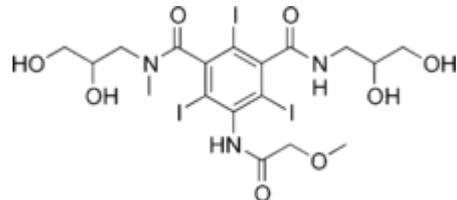
Iopamidol (60166-93-0)



Iodixanol (92339-11-2)

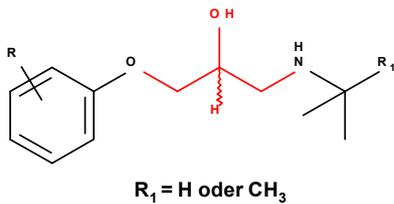


Iopromid (73334-07-3)

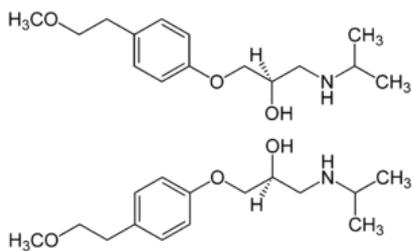


**Beta-Blocker (CAS#)**

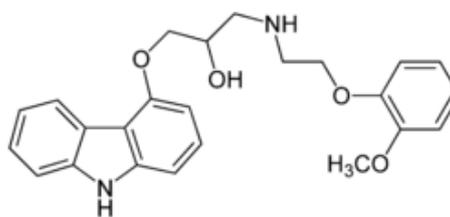
Grundstruktur der Beta-Blocker (in rot) (modifiziert nach LÜLLMANN et al. 2010)



Metoprolol (37350-58-6)

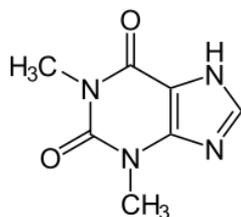


Carvedilol (72956-09-3)



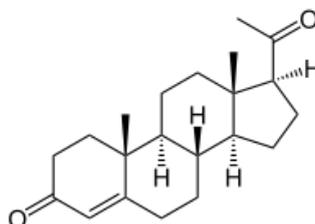
**Bronchodilatoren (CAS#)**

Theophyllin (58-55-9)



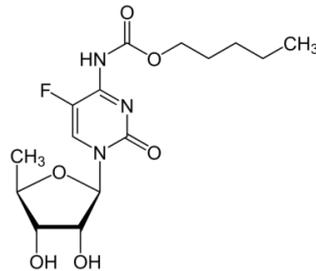
**Sexualhormone (CAS#)**

Progesteron (57-83-0)



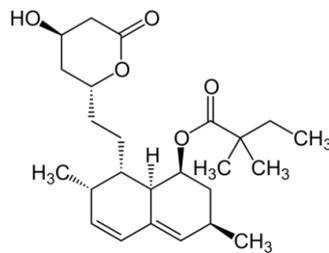
**Zytostatika (CAS#)**

Capecitabin (154361-50-9)

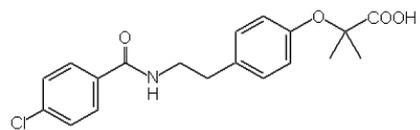


**Lipidsenker (CAS#)**

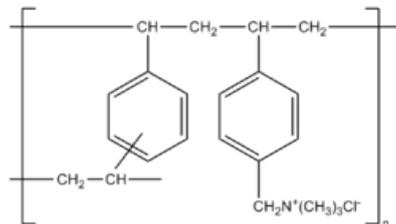
Simvastatin (79902-63-9)



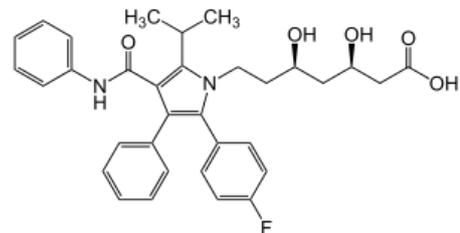
Bezafibrat (41859-67-0)



Colestyramin (11041-12-6)

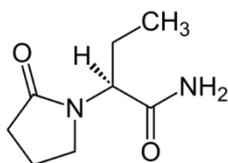


Atorvastatin (134523-00-5)

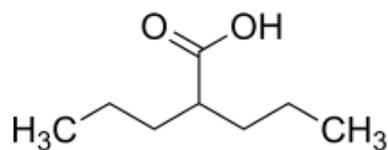


**Psychopharmaka (CAS#)**

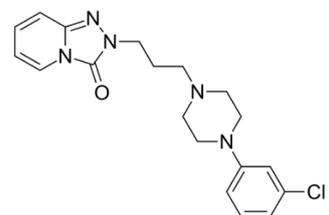
Levetriacetam (102767-28-2)



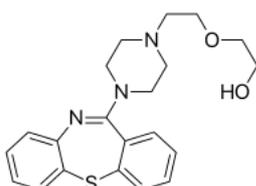
Valproinsäure (99-66-1)



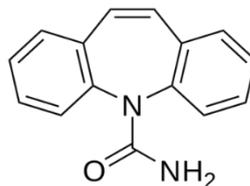
Trazodon (19794-93-5)



Quetiapin (111974-69-7)

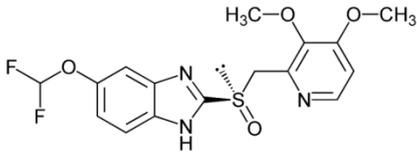


Carbamazepin (298-46-4)

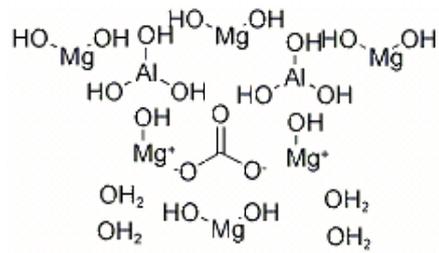


**Antazida (CAS#)**

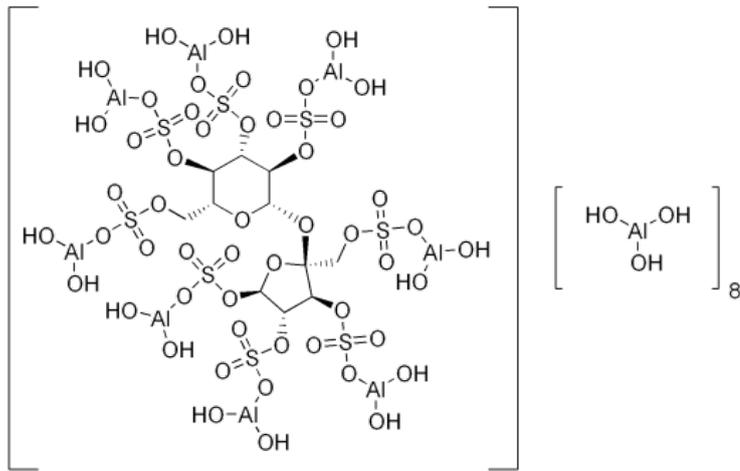
Pantoprazol (102625-70-7)



Hydrotalcit (12304-65-3)

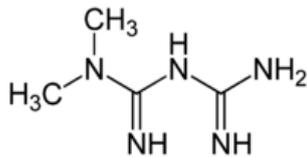


Sucralfat (54182-58-0)



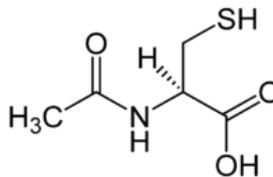
**Antidiabetika (CAS#)**

Metformin (657-24-9)



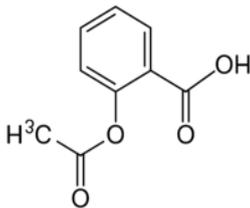
**Antitussiva (CAS#)**

Acetylcystein (616-91-1)

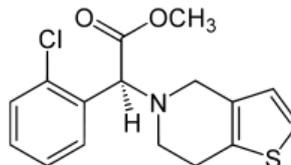


**Antithrombotische Mittel/(Anti)fibrinolytika (CAS#)**

Acetylsalicylsäure (50-78-2)

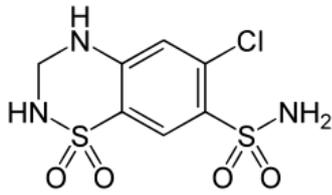


Clopidogrel (113665-84-2)

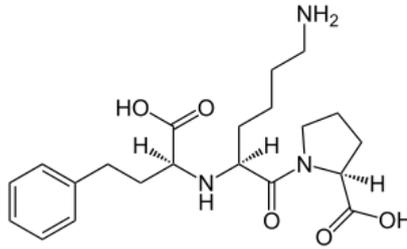


**ACE-Hemmer (CAS#)**

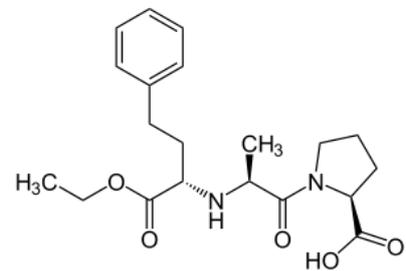
Hydrochlorothiazid (58-93-5)



Lisinopril (83915-83-7)

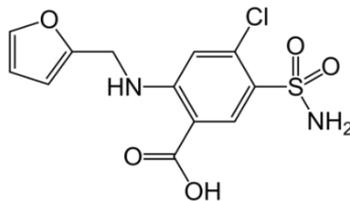


Enalapril (75847-73-3)

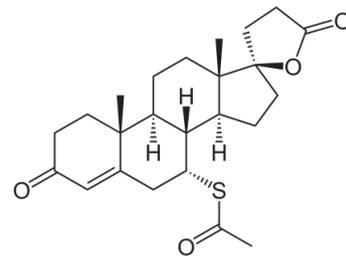


**Diuretika (CAS#)**

Furosemid (54-31-9)

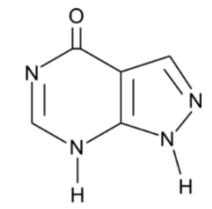


Spirolacton (52-01-7)



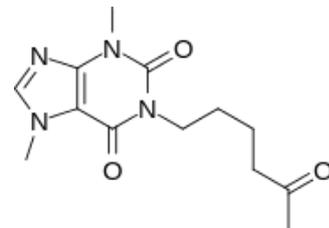
**Gichtmittel (CAS#)**

Allopurinol (315-30-0)



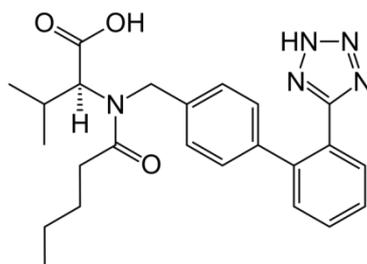
**Nitro-Verbindungen (CAS#)**

Pentoxifyllin (6493-05-6)

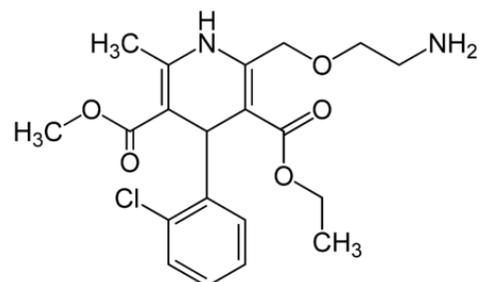


**Calcium-Kanalblocker (CAS#)**

Valsartan (137862-53-4)

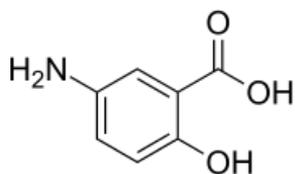


Amlopidin (88150-42-9)

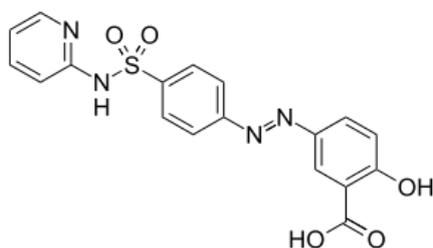


**Corticosteroide (CAS#)**

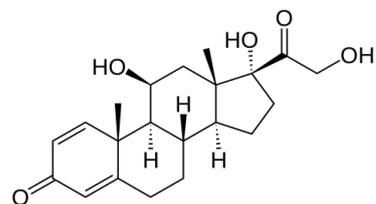
Mesalazin (89-57-6)



Sulfasalazin (599-79-1)

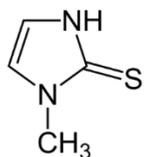


Prednisolon (50-24-8)

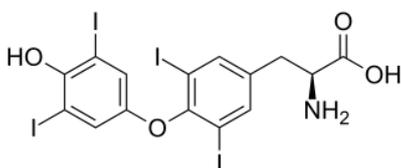


**Schilddrüsenhormone (CAS#)**

Thiamazol (60-56-0)

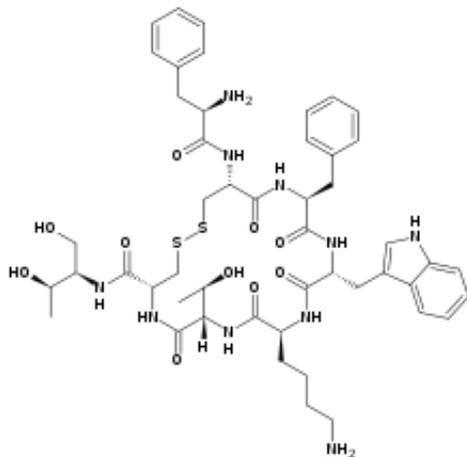


Levothyroxin (55-03-8)



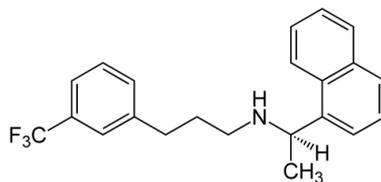
**Hypophysen- und Hypothalamushormone (CAS#)**

Octreotid (83150-76-9)



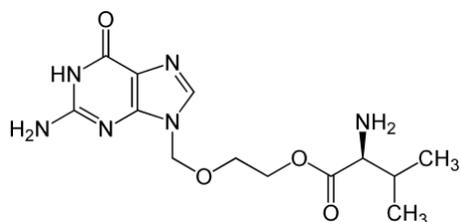
**Andere Hormone (CAS#)**

Cinacalcet (226256-56-0)



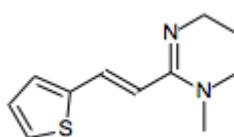
**Antivirale Mittel (CAS#)**

Valaciclovir (124832-26-4)



**Antiparasitika (CAS#)**

Pyrantel (15686-83-6)



## ANHANG B – ARZNEIMITTELWIRKSTOFFE IN DER UMWELT

### B.1 Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika in der Umwelt

Tabelle 25: Analgetika, Antiphlogistika und Antirheumatika in österreichischen Umweltmedien 2001–2013.

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungs- zeitraum	Konzentration min–max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
<b>Analgetika</b>							
<b>Buprenorphin</b>	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(1)
<b>Codein</b>	Abwasser (Ablauf)	6	2010	5,0–25 (13)	100	alle	(1)
<b>Fentanyl</b>	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(1)
<b>Phenazon</b>	Grundwasser	4	2002	n.n.	0	Stmk	(2)
	Fließgewässer	1	2002	n.n.	0	Stmk	(2)
<b>Pizotifen</b>	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(1)
<b>Antiphlogistika und Antirheumatika</b>							
<b>Diclofenac</b>	Abwasser (Zulauf)	3	2010	1.300–3.200 (2.267)	100	Stmk	(3)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	1.100 (1.100)	100	Vlbg	(4)
	Abwasser (Zulauf)	10 <sup>6</sup>	2001–2003	905–4.114 (2.589)	100		(7)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	1.500–2.300 (1.833)	100	Stmk	(3)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	1.100–1.500 (1.300)	100	Vlbg	(4)
	Abwasser (Ablauf)	6	2010	50–174 (94)	100	alle	(1)
	Abwasser (Ablauf)	9 <sup>6</sup>	2001–2003	780–3.464 (1.752)	100		(7)
	Fließgewässer	3	2010	20–35 (26)	100	Stmk	(3)
	Fließgewässer	5	n.a.	1–14 (4,8)	100	diverse <sup>5</sup>	(5)
	Fließgewässer	12	2012–2013	49–200 (103)	100	Vlbg	(6)
	Klärschlamm <sup>1</sup>	n.a.	2010	(320 µg/kg TM)	n.a.	Stmk	(3)
	Klärschlamm <sup>2</sup>	1 <sup>3</sup>	2010	150 µg/kg TM	100	Vlbg	(4)
	Boden <sup>4</sup>	4	2010	n.n.	0	Vlbg	(4)

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min–max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
Ibuprofen	Abwasser (Zulauf)	3	2010	3.100–3.300 (3.233)	100	Stmk	(3)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	2.000–2.700 (2.350)	100	Vlbg	(4)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	n.n.–< BG (< BG)	33	Stmk	(3)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	n.n.	0	Vlbg	(4)
	Abwasser (Ablauf)	6	2010	n.n.–184 (40)	67	alle	(1)
	Abwasser (Zulauf)	10 <sup>6</sup>	2001–2003	1.200–3.675 (2.404)	100		(7)
	Abwasser (Ablauf)	9 <sup>6</sup>	2001–2003	n.n.–2.400 (317)	78		(7)
	Fließgewässer	3	2010	n.n.	0	Stmk	(3)
	Fließgewässer	5	n.a.	n.n.–63 (14)	60	diverse <sup>5</sup>	(5)
	Fließgewässer	12	2012–2013	n.n.–27 (12)	83	Vlbg	(6)
	Klärschlamm <sup>1</sup>	n.a.	2010	(38 µg/kg TM)	n.a.	Stmk	(3)
	Klärschlamm <sup>2</sup>	1 <sup>3</sup>	2010	38 µg/kg TM	100	Vlbg	(4)
	Boden <sup>4</sup>	4	2010	n.n.	0	Vlbg	(4)
Ketoprofen	Abwasser (Ablauf)	6	2010	n.n.–179 (54)	50	Alle	(1)
	Fließgewässer	5	n.a.	n.n.	0	diverse <sup>5</sup>	(5)
Naproxen	Abwasser (Ablauf)	6	2010	n.n.–32 (9,6)	33	alle	(1)

<sup>1</sup> entwässertes und getrocknetes Klärschlamm; <sup>2</sup> Primärklärschlamm; <sup>3</sup> Mischprobe; <sup>4</sup> Boden nach Klärschlamm-Kompostaufbringung;

<sup>5</sup> Untersuchung der Flüsse Mur, Donau, Drau, Enns und Traun; <sup>6</sup> insgesamt fünf Kläranlagen

Quellen: (1) Ec (2012); (2) STMK. LR (2003); (3) STMK. LR (2011); (4) VBG. LR (2013); (5) Ec JRC (2008); (6) VBG. LR (2014); (7) CLARA et al. (2005a)

Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; DR: Detektionsrate; MW: Mittelwert; n.a.: nicht angegeben; n.n.: nicht nachweisbar; Stmk: Steiermark; TM: Trockenmasse; Vlbg: Vorarlberg

Anmerkungen: „Abwasser (Zulauf bzw. Ablauf)“ entspricht dem Zulauf bzw. Ablauf der Kläranlage

## B.2 Antibiotika in der Umwelt

Tabelle 26: Antibiotika in österreichischen Umweltmedien 2001–2014.

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min–max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
<b>Tetracycline</b>							
Chlortetracyclin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	n.n.–< BG (< BG)	67	Stmk	(2)
	Fließgewässer	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Fließgewässer	12	2012–2013	n.n.	0	Vlbg	(4)
	Gärrückstände <sup>1</sup>	6	n.a.	0,24–1,3 (0,51) mg/kg	100	Vlbg	(3)
Doxycyclin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	< BG	100	alle	(5)
Epi-Tetracyclin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	32–37 (34)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	2 <sup>4</sup>	2008	n.n.–< BG (< BG)	50		(6)
Oxytetracyclin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	310–2.300 (997)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	< BG	100	alle	(5)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	n.n.–< BG (< BG)	33	Stmk	(2)
	Fließgewässer	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Gärrückstände <sup>1</sup>	6	n.a.	0,13–1,4 (0,53) mg/kg	100	Vlbg	(3)
Tetracyclin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	< BG	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Fließgewässer	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Gärrückstände <sup>1</sup>	6	n.a.	n.n.–1,0 (0,29) mg/kg	67	Vlbg	(3)

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min-max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
<b>Betalactam-Antibiotika, Penicilline</b>							
Amoxicillin	Abwasser (Ablauf)	3	2010	< BG	100	alle	(5)
Ampicillin	Abwasser (Ablauf)	3	2010	< BG	100	alle	(5)
Penicillin G	Abwasser (Ablauf)	3	2010	< BG	100	alle	(5)
Penicillin V	Abwasser (Ablauf)	3	2010	< BG	100	alle	(5)
<b>Sulfonamide und Trimethoprim</b>							
Acetyl-Sulfamethazin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(5)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(5)
Acetyl-Sulfamethoxazol	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	37–89 (56)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	66–160 (113)	100	VIbg	(7)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	n.n.–33 (16)	67	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	n.n.–< BG (< BG)	50	VIbg	(7)
	Fließgewässer	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Klärschlamm <sup>5</sup>	n.a.	2010	(77 µg/kg TM)	n.a.	Stmk	(2)
	Klärschlamm (primär)	1 <sup>8</sup>	2010	n.n. µg/kg TM	0	VIbg	(7)
	Boden <sup>6</sup>	4	2010	n.n. µg/kg TM	0	VIbg	(7)
Boden <sup>7</sup>	4	2010	n.n. µg/kg TM	0	VIbg	(7)	
Sulfadimidin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	3,1–4,9 (4,0)	100	alle	(1)
	Grundwasser	50	2008	n.n.–22	2	alle <sup>9</sup>	(6)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	n.n.	0	VIbg	(7)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	n.n.	0	VIbg	(7)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Fließgewässer	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Gärrückstände <sup>1</sup>	6	n.a.	n.n.–0,27 (0,09) mg/kg	33	VIbg	(3)
Sulfadiazin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	n.n.–< BG (< BG)	33	Stmk	(2)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	n.n.–22 (11)	50	VIbg	(7)

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min–max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
Sulfadiazin (Fortsetzung)	Abwasser (Ablauf)	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	n.n.–< BG (< BG)	50	VIbg	(7)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	< BG	100	alle	(5)
	Fließgewässer	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Schwebstoffe	2	2001	< BG µg/kg TM	100	OÖ, NÖ	(10)
	Sediment	13 <sup>10</sup>	2001	n.n.–5,2 (0,78) µg/kg TM	23	OÖ, NÖ	(10)
	Gärrückstände <sup>1</sup>	6	n.a.	n.n.–< BG (< BG) mg/kg	17	VIbg	(3)
Sulfadimethoxin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
Sulfadoxin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	< BG	100	alle	(5)
	Gärrückstände <sup>1</sup>	6	n.a.	n.n.	0	VIbg	(3)
Sulfamerazin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
Sulfamethoxazol	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.–21 (11)	5	alle	(1)
	Grundwasser	50	2008	n.n.–< BG	2	alle <sup>9</sup>	(6)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.–5,6 (3,0)	7	alle	(1)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	n.n.–27 (9,0)	33	Stmk	(2)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	29–48 (39)	100	VIbg	(7)
	Abwasser (Zulauf)	5 <sup>12</sup>	2001–2003	n.n.–145 (49)	60		(11)
	Abwasser (Ablauf)	6	2010	22–90 (46)	100	alle	(5)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	n.n.–< BG (< BG)	67	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	31–57 (44)	100	VIbg	(7)
	Abwasser (Ablauf)	2 <sup>4</sup>	2010	31–109 (67)	100	alle	(5)
	Abwasser (Ablauf)	3	2008	n.n.–< BG (< BG)	50	alle	(6)
	Abwasser (Ablauf)	5 <sup>12</sup>	2001–2003	n.n.–91 (42)	80		(11)
	Fließgewässer	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Fließgewässer	8	2012	0,5–8,7 (6,0)	100	diverse <sup>11</sup>	(9)
	Klärschlamm <sup>5</sup>	2	2010	(2,5 µg/kg TM)	n.a.	Stmk	(2)
	Klärschlamm (primär)	n.a.	2010	3,8 µg/kg TM	100	VIbg	(7)
	Gärrückstände <sup>1</sup>	1 <sup>8</sup>	n.a.	n.n.	0	VIbg	(3)
	Boden <sup>6</sup>	5	2010	n.n.	0	VIbg	(7)
Boden <sup>7</sup>	4	2010	n.n.–< BG (< BG)	25	VIbg	(7)	

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min-max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
Sulfamethoxypyridazin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
Sulfamonomethoxin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
Sulfaquinoxalin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
Sulfathiazol	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.–< BG	1	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>43</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Ablauf)	2 <sup>6</sup>	2008	n.n.–23 (12)	50	alle	(6)
	Gärrückstände <sup>1</sup>	6	n.a.	n.n.	0	VIbg	(3)
Sulfisoxazol	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
Trimethoprim	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Grundwasser	50	2008	n.n.–< BG	2	alle <sup>9</sup>	(6)
	Grundwasser	4	2002	n.n.	0	Stmk	(8)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	31–86 (55)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	n.n.–30 (15)	50	VIbg	(7)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	40–110 (67)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	96–99 (98)	100	VIbg	(7)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	176–208 (188)	100	alle	(5)
	Abwasser (Ablauf)	2 <sup>4</sup>	2008	310–330 (320)	100	alle	(6)
	Fließgewässer	3	2010	n.n.–< BG (< BG)	33	Stmk	(2)
	Fließgewässer	1	2002	n.n.	0	Stmk	(8)
	Schwebstoffe	2	2001	n.n.	0	OÖ, NÖ	(10)
	Sediment	13 <sup>10</sup>	2001	n.n.–< BG (< BG) µg/kg TM	8	OÖ, NÖ	(10)
	Klärschlamm <sup>5</sup>	n.a.	2010	(3,2 µg/kg TM)	n.a.	Stmk	(2)
	Klärschlamm (primär)	1 <sup>8</sup>	2010	21 µg/kg TM	100	VIbg	(7)
Boden <sup>6</sup>	4	2010	n.n.	0	VIbg	(7)	
Boden <sup>7</sup>	4	2010	n.n.–6,5 (3,1) µg/kg TM	50	VIbg	(7)	
Gärrückstände <sup>1</sup>	6	n.a.	n.n.	0	VIbg	(3)	

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min-max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
<b>Makrolide, Lincosamide und Streptogramine</b>							
Clarithromycin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Grundwasser	50	2008	n.n.–12	2	alle <sup>9</sup>	(6)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	650–1.300 (897)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	830–990 (910)	100	Vlbg	(7)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	400–1.100 (737)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	120–520 (320)	100	Vlbg	(7)
	Abwasser (Ablauf)	2 <sup>6</sup>	2008	200–1.800 (1.000)	100	alle	(6)
	Fließgewässer	3	2010	16–18 (17)	100	Stmk	(2)
	Klärschlamm <sup>5</sup>	n.a.	2010	(40 µg/kg TM)	n.a.	Stmk	(2)
	Klärschlamm (primär)	1 <sup>8</sup>	2010	180 µg/kg TM	100	Vlbg	(7)
Boden <sup>6</sup>	4	2010	n.n.	0	Vlbg	(7)	
Clindamycin	Abwasser (Ablauf)	3	2010	129–277 (184)	100	alle	(5)
Erythromycin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	< BG–1,2 (0,85)	100	alle	(1)
	Grundwasser	50	2008	25–59	6	alle <sup>9</sup>	(6)
	Grundwasser	4	2002	n.n.	0	Stmk	(8)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	32–37 (34)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	44–120 (82)	100	Vlbg	(7)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	23–42 (32)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	27–84 (56)	100	Vlbg	(7)
	Abwasser (Ablauf)	2 <sup>4</sup>	2008	160–230 (195)	100	Alle	(6)
	Fließgewässer	12	2012–2013	n.n.–11 (2,2)	33	Vlbg	(4)
	Fließgewässer	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Fließgewässer	1	2002	n.n.	0	Stmk	(8)
	Schwebstoffe	2	2001	n.n.–5,3 (2,7) µg/kg TM	50	OÖ, NÖ	(10)
	Sediment	13 <sup>10</sup>	2001	n.n.–6,3 (1,7) µg/kg TM	38	OÖ, NÖ	(10)
	Klärschlamm <sup>5</sup>	n.a.	2010	(7,5 µg/kg TM)	n.a.	Stmk	(2)
	Klärschlamm (primär)	1 <sup>8</sup>	2010	n.n.	0	Vlbg	(7)
	Boden <sup>6</sup>	4	2010	n.n.–< BG (< BG) µg/kg TM	25	Vlbg	(7)
Boden <sup>7</sup>	4	2010	25–35 (28) µg/kg TM	100	Vlbg	(7)	
Erythromycin-anhydro	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min-max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
Josamycin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Fließgewässer	12	2012–2013	n.n.	0	VIbg	(4)
Lincomycin	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	< BG–104 (45)	100	alle	(1)
Roxithromycin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Grundwasser	4	2002	n.n.	0	Stmk	(8)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	37–180 (91)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	< BG	100	VIbg	(7)
	Abwasser (Zulauf)	5 <sup>12</sup>	2001–2003	25–117 (62)	100		(11)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	30–130 (68)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	< BG–26	100	VIbg	(7)
	Abwasser (Ablauf)	2 <sup>4</sup>	2008	< BG–190	100	Alle	(6)
	Abwasser (Ablauf)	5 <sup>12</sup>	2001–2003	36–69 (50)	100		(11)
	Fließgewässer	12	2012–2013	n.n.–19	33	VIbg	(4)
	Fließgewässer	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Fließgewässer	1	2002	n.n.	0	Stmk	(8)
	Schwebstoffe	2	2001	n.n.	0	OÖ, NÖ	(10)
	Sediment	13 <sup>10</sup>	2001	n.n.	0	OÖ, NÖ	(10)
	Klärschlamm <sup>5</sup>	n.a.	2010	n.n.	n.a.	Stmk	(2)
	Klärschlamm (primär)	1 <sup>8</sup>	2010	18 µg/kg TM	100	VIbg	(7)
Boden <sup>6</sup>	4	2010	n.n.	0	VIbg	(7)	
Boden <sup>7</sup>	4	2010	n.n.	0	VIbg	(7)	
Spiramycin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
Tylosin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
<b>Chinolone</b>							
Ciprofloxacin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	104–117	100	alle	(5)
	Abwasser (Ablauf)	2 <sup>4</sup>	2008	250–350 (300)	100	alle	(6)
	Gärrückstände <sup>1</sup>	6	n.a.	n.n.	0	VIbg	(3)

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min-max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
Danofloxacin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Grundwasser	50	2008	< BG	2	alle <sup>10</sup>	(6)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
Difloxacin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
Enrofloxacin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	< BG	100	alle	(5)
	Gärrückstände <sup>1</sup>	6	n.a.	n.n.	0	Vlbg	(3)
Flumequin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	< BG	100	alle	(5)
Marbofloxacin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
Nalidixinsäure	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
Norfloxacin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
Oxolinsäure	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
Sarafloxacin	Grundwasser	108 <sup>2</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)
	Trinkwasser	100 <sup>3</sup>	2014	n.n.	0	alle	(1)

<sup>1</sup> Gärrückstände von Biogasvergärungsanlagen; <sup>2</sup> insgesamt 54 Messstellen, zweimal beprobt (2. und 4. Quartal 2008);

<sup>3</sup> insgesamt 50 Messstellen, zweimal beprobt (2. und 4. Quartal 2008); <sup>4</sup> Eine Kläranlage, zweimal beprobt (2. und 4. Quartal 2008);

<sup>5</sup> entwässerter und getrockneter Klärschlamm; <sup>6</sup> Boden vor Klärschlamm-Kompostaufbringung; <sup>7</sup> Boden nach Klärschlamm-Kompostaufbringung; <sup>8</sup> Mischprobe;

<sup>9</sup> ausgenommen Wien; <sup>10</sup> insgesamt 8 Messstellen, teilweise zweimal beprobt; <sup>11</sup> Steiermark, Niederösterreich, Oberösterreich und Vorarlberg; <sup>12</sup> insgesamt fünf Kläranlagen

*Quellen:* (1) BMG (2015); (2) STMK. LR (2011); (3) VBG. LR (2007); (4) VBG. LR (2014); (5) EC (2012); (6) UMWELTBUNDESAMT (2010); (7) VBG. LR (2013); (8) STMK. LR (2003); (9) EC (2014); (10) UMWELTBUNDESAMT (2004); (11) CLARA et al. (2005b)

*Abkürzungen:* BG: Bestimmungsgrenze; DR: Detektionsrate; MW: Mittelwert; n.a.: nicht angegeben; n.n.: nicht nachweisbar; NÖ: Niederösterreich; OÖ: Oberösterreich; Stmk: Steiermark; TM: Trockenmasse; Vlbg: Vorarlberg

*Anmerkungen:* „Abwasser (Zulauf bzw. Ablauf)“ entspricht dem Zulauf bzw. Ablauf der Kläranlage

### B.3 Kontrastmittel in der Umwelt

Tabelle 27: Kontrastmittel in österreichischen Umweltmedien 2001–2010.

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min–max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
<b>Jod-haltige Röntgenkontrastmittel</b>							
Amidotrizoesäure	Abwasser (Ablauf)	6	2010	60–1.700 (457)	100	alle	(1)
Iohexol	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG–7.700 (1.300)	100	alle	(1)
Iomeprol	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG–12.000 (2.119)	100	alle	(1)
Iopamidol	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG–6.100 (1.476)	100	alle	(1)
Iopromid	Grundwasser	4	2002	n.n.	0	Stmk	(2)
	Abwasser (Zulauf)	5 <sup>2</sup>	2001–2003	n.n.–3.840 (773)	40		(4)
	Abwasser (Ablauf)	5 <sup>2</sup>	2001–2003	n.n.–5.060 (1.062)	40		(4)
	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG–300 (71)	100	alle	(1)
	Fließgewässer	1	2002	220	100	Stmk	(2)
	Schwebstoffe	2	2001	n.n.–< BG (< BG) µg/kg TM	50	OÖ, NÖ	(3)
Sediment	13 <sup>1</sup>	2001	n.n.–< BG (< BG) µg/kg TM	50	OÖ, NÖ	(3)	

<sup>1</sup> insgesamt 8 Messstellen, teilweise zweimal beprobt; <sup>2</sup> insgesamt drei Kläranlagen.

Quellen: (1) Ec (2012); (2) STMK. LR (2003); (3) UMWELTBUNDESAMT (2004); (4) CLARA et al. (2005b)

Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; DR: Detektionsrate; MW: Mittelwert; n.n.: nicht nachweisbar; NÖ: Niederösterreich; OÖ: Oberösterreich; Stmk: Steiermark

Anmerkungen: „Abwasser (Ablauf)“ entspricht dem Ablauf der Kläranlage

## B.4 Beta-Blocker in der Umwelt

Tabelle 28: Betablocker in österreichischen Umweltmedien 2010–2014.

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungs- zeitraum	Konzentration min–max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
Atenolol	Abwasser (Zulauf)	2	2010	200–240 (220)	100	Vlbg	(1)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	37–61 (46)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	98–230 (164)	100	Vlbg	(1)
	Fließgewässer	3	2010	n.n.–< BG (< BG)	33	Stmk	(2)
	Klärschlamm <sup>1</sup>	n.a.	2010	n.n.	n.a.	Stmk	(2)
	Klärschlamm <sup>2</sup>	1 <sup>3</sup>	2010	9,8 µg/kg TM	100	Vlbg	(1)
	Boden <sup>4</sup>	4	2010	n.n.	0	Vlbg	(1)
Bisoprolol	Grundwasser	3	2010	n.n.–< BG (< BG)	33	Stmk	(2)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	190–250 (220)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	120–170 (145)	100	Vlbg	(1)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	86–140 (109)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	100–120 (110)	100	Vlbg	(1)
	Abwasser (Ablauf)	6	2010	15–75 (46)	100	alle	(3)
	Fließgewässer	3	2010	< BG–3,8 (< BG)	100	Stmk	(2)
	Klärschlamm <sup>1</sup>	n.a.	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Klärschlamm <sup>2</sup>	1 <sup>3</sup>	2010	n.n.	0	Vlbg	(1)
	Boden <sup>4</sup>	4	2010	n.n.	0	Vlbg	(1)
Metoprolol	Grundwasser	108 <sup>5</sup>	2014	n.n.–13	3	Alle	(4)
	Grundwasser	3	2010	n.n.–< BG (< BG)	33	Stmk	(2)
	Trinkwasser	100 <sup>6</sup>	2014	n.n.	0	alle	(4)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	420–500 (460)	100	Vlbg	(1)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	390–560 (490)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	420–520 (470)	100	Vlbg	(1)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	300–490 (403)	100	Stmk	(2)
	Fließgewässer	3	2010	8,8–14 (11)	100	Stmk	(2)
	Klärschlamm <sup>1</sup>	n.a.	2010	(52 µg/kg TM)	0	Stmk	(2)
	Klärschlamm <sup>2</sup>	1 <sup>3</sup>	2010	170 µg/kg TM	0	Vlbg	(1)

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min-max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
Propranolol	Boden <sup>4</sup>	4	2010	n.n.	0	Vlbg	(1)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	17–28 (23)	100	Vlbg	(1)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	19–26 (21)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	15–29 (22)	100	Vlbg	(1)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	10–17 (14)	100	Stmk	(2)
	Fließgewässer	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Klärschlamm <sup>1</sup>	n.a.	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Klärschlamm <sup>2</sup>	1 <sup>3</sup>	2010	n.n.	0	Vlbg	(1)
Sotalol	Boden <sup>4</sup>	4	2010	n.n.	0	Vlbg	(1)
	Grundwasser	108 <sup>5</sup>	2014	n.n.	0	alle	(4)
	Trinkwasser	100 <sup>6</sup>	2014	n.n.	0	alle	(4)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	130–370 (250)	100	Vlbg	(1)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	82–100 (89)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	120–290 (205)	100	Vlbg	(1)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	49–120 (86)	100	Stmk	(2)
	Fließgewässer	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Klärschlamm <sup>1</sup>	n.a.	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Klärschlamm <sup>2</sup>	1 <sup>3</sup>	2010	n.n.	0	Vlbg	(1)
Boden <sup>4</sup>	4	2010	n.n.	0	Vlbg	(1)	

<sup>1</sup> entwässertes und getrocknetes Klärschlamm; <sup>2</sup> Primärklärslamm; <sup>3</sup> Mischprobe; <sup>4</sup> Boden nach Klärschlamm-Kompostaufbringung;

<sup>5</sup> insgesamt 54 Messstellen, zweimal beprobt (2. und 4. Quartal 2008); <sup>6</sup> insgesamt 50 Messstellen, zweimal beprobt (2. und 4. Quartal 2008)

Quellen: (1) VB.G. LR (2013); (2) STMK. LR (2011); (3) Ec (2012); (4) BMG (2015)

Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; DR: Detektionsrate; MW: Mittelwert; n.a.: nicht angegeben; n.n.: nicht nachweisbar; Stmk: Steiermark; TM: Trockenmasse; Vlbg: Vorarlberg

## B.5 Sexualhormone und Analoga in der Umwelt

Tabelle 29: Sexualhormone und Analoga in österreichischen Umweltmedien 2001–2010.

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min–max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
<b>Estrogene</b>							
Estradiol	Grundwasser	4	2002	n.n.	0	Stmk	(1)
	Fließgewässer	1	2002	0,19	100	Stmk	(1)
17 $\alpha$ -Estradiol	Grundwasser	112	2001–2002	n.n.–0,21	4	alle	(4)
	Fließgewässer	12	2001–2002	n.n.–4,5 (1,4)	92	Wien	(4)
	Fließgewässer	261	2001–2002	n.n.–0,31	7	alle <sup>2</sup>	(4)
	Schwebstoffe	2	2001	n.n.	0	OÖ, NÖ	(3)
	Sediment	13 <sup>1</sup>	2001	n.n.–0,05 (< BG) $\mu$ g/kg TM	23	OÖ, NÖ	(3)
17 $\beta$ -Estradiol	Grundwasser	112	2001–2002	n.n.–0,79 (0,13)	52	alle	(4)
	Abwasser (Zulauf)	10 <sup>3</sup>	2001–2003	14–125 (70)	100		(5)
	Abwasser (Ablauf)	9 <sup>3</sup>	2001–2003	n.n.–30 (5,7)	56	Wien	(5)
	Fließgewässer	12	2001–2002	n.n.–8,9 (2,9)	92	alle <sup>2</sup>	(4)
	Fließgewässer	250	2001–2002	n.n.–1,2 (0,19)	60	OÖ, NÖ	(4)
	Schwebstoffe	2	2001	< BG–0,014 (< BG) $\mu$ g/kg TM	100	OÖ, NÖ	(3)
	Sediment	13 <sup>1</sup>	2001	n.n.–0,09 (0,04) $\mu$ g/kg TM	92		(3)
Estriol	Grundwasser	112	2001–2002	n.n.–0,16	2	alle	(4)
	Abwasser (Zulauf)	10 <sup>3</sup>	2001–2003	23–660 (324)	100		(5)
	Abwasser (Ablauf)	9 <sup>3</sup>	2001–2003	n.n.–275 (33)	44		(5)
	Fließgewässer	12	2001–2002	n.n.–14 (6,9)	83	Wien	(4)
	Fließgewässer	261	2001–2002	n.n.–1,9	8	alle <sup>2</sup>	(4)
	Schwebstoffe	1	2001	n.n.	0	OÖ, NÖ	(3)
	Sediment	7	2001	n.n.–< BG (< BG) $\mu$ g/kg TM	77	OÖ, NÖ	(3)
	Estron	Grundwasser	4	2002	n.n.	0	Stmk
Grundwasser		109	2001–2002	n.n.–1,6	18	alle	(4)

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min–max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
	Abwasser (Zulauf)	10 <sup>3</sup>	2001–2003	29–670 (119)	100		(5)
	Abwasser (Ablauf)	9 <sup>3</sup>	2001–2003	n.n.–72 (12)	67		(5)
	Fließgewässer	1	2002	2,2	100	Stmk	(1)
	Fließgewässer	11	2001–2002	76, max (22)	100	Wien	(4)
	Fließgewässer	243	2001–2002	n.n.–4,6 (0,58)	76	alle <sup>2</sup>	(4)
	Schwebstoffe	2	2001	0,08–0,12 (0,10) µg/kg TM	100	OÖ, NÖ	(3)
	Sediment	13 <sup>1</sup>	2001	0,03–0,20 (0,12) µg/kg TM	100	OÖ, NÖ	(3)
Ethinylestradiol	Grundwasser	112	2001–2002	n.n.–0,94	0,9	alle	(4)
	Abwasser (Zulauf)	10 <sup>3</sup>	2001–2003	3,0–70 (14)	100		(5)
	Abwasser (Ablauf)	9 <sup>3</sup>	2001–2003	n.n.–5,0 (2,0)	56		(5)
	Fließgewässer	12	2001–2002	n.n.–5,2 (1,3)	58	Wien	(4)
	Fließgewässer	261	2001–2002	n.n.–0,33	1,5	alle <sup>2</sup>	(4)
	Schwebstoffe	2	2001	n.n.–< BG (< BG) µg/kg TM	50	OÖ, NÖ	(3)
	Sediment	13 <sup>1</sup>	2001	n.n.–0,02 (< BG) µg/kg TM	23	OÖ, NÖ	(3)
<b>Hormonelle Kontrazeptiva zur systemischen Anwendung</b>							
Ethinylestradiol	Grundwasser	4	2002	n.n.	0	Stmk	(1)
	Fließgewässer	1	2002	n.n.	0	Stmk	(1)
Etonogestrel	Abwasser (Ablauf)	6	2010	1,7–20 (7,1)	100	alle	(2)

<sup>1</sup> insgesamt 8 Messstellen, teilweise zweimal beprobt; <sup>2</sup> ausgenommen Wien; <sup>3</sup> insgesamt fünf Kläranlagen

*Quellen:* (1) STMK. LR (2003); (2) Ec (2012); (3) UMWELTBUNDESAMT (2014); (4) UMWELTBUNDESAMT (2003); (5) CLARA et al. (2005a)

*Abkürzungen:* DR: Detektionsrate; MW: Mittelwert; n.n.: nicht nachweisbar; NÖ: Niederösterreich; OÖ: Oberösterreich; Stmk: Steiermark

## B.6 Lipidsenker in der Umwelt

Tabelle 30: Lipidsenker in österreichischen Umweltmedien 2001–2010

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min–max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
Atorvastatin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(1)
Bezafibrat	Abwasser (Zulauf)	3	2010	650–3.000 (1.460)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	160–900 (530)	100	Vlbg	(3)
	Abwasser (Zulauf)	10 <sup>6</sup>	2001–2003	1.525–7.600 (3.393)	100		(6)
	Abwasser (Ablauf)	6	2010	33–153 (81)	100	Alle	(1)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	200–280 (233)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	n.n.	0	Vlbg	(3)
	Abwasser (Ablauf)	9 <sup>6</sup>	2001–2003	n.n.–4.800 (996)	78		(6)
	Fließgewässer	3	2010	n.n.	0	Stmk	(2)
	Fließgewässer	5	n.a.	n.n.–26 (11)	80	diverse <sup>5</sup>	(5)
	Klärschlamm <sup>1</sup>	n.a.	2010	(130 µg/kg TM)	n.a.	Stmk	(2)
Klärschlamm <sup>2</sup>	1 <sup>3</sup>	2010	110 µg/kg TM	100	Vlbg	(3)	
Boden <sup>4</sup>	4	2010	n.n.	0	Vlbg	(3)	
Clofibratsäure	Abwasser (Ablauf)	6	2010	n.n.–62 (10)	17	alle	(4)
Fenofibrat	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG–26 (8,5)	100	alle	(4)
Gemfibrozil	Abwasser (Ablauf)	6	2010	n.n.–29 (8,1)	50	Alle	(4)
	Fließgewässer	5	n.a.	n.n.	0	diverse <sup>5</sup>	(5)
Rosuvastatin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG–11 (6,9)	100	alle	(4)

<sup>1</sup> getrockneter und entwässerter Klärschlamm; <sup>2</sup> Primärklärschlamm; <sup>3</sup> Mischprobe; <sup>4</sup> Boden nach Klärschlamm-Kompostaufbringung;

<sup>5</sup> Untersuchung der Flüsse Mur, Donau, Drau, Enns und Traun; <sup>6</sup> insgesamt fünf Kläranlagen

Quellen: (1) EC (2012); (2) STMK. LR (2011); (3) VBG. LR (2013); (4) EC (2012); (5) EC JRC (2008); (6) CLARA et al. (2005a)

Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; DR: Detektionsrate; MW: Mittelwert; n.a.: nicht angegeben; n.n.: nicht nachweisbar; Stmk: Steiermark; TM: Trockenmasse; Vlbg: Vorarlberg

## B.7 Psychopharmaka, Antiepileptika und Nootropika in der Umwelt

Tabelle 31: Psychopharmaka, Antiepileptika und Nootropika in österreichischen Umweltmedien 2001–2014.

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min–max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
<b>Antiepileptika</b>							
Carbamazepin	Grundwasser	108 <sup>1</sup>	2014	n.n.–120	32	alle	(1)
	Grundwasser	3	2010	n.n.–5,1 (1,7)	33	Stmk	(2)
	Grundwasser	44 <sup>13</sup>	2008	(3,0–23) <sup>14</sup>	n.a.	OÖ	(10)
	Grundwasser	20 <sup>2</sup>	2004	n.n.–24 (1,5)	35	alle	(3)
	Grundwasser	76 <sup>3</sup>	2004	n.n.–2.660 (65)	47	alle	(3)
	Grundwasser	16 <sup>4</sup>	2004	n.n.–43 (8,7)	44	alle	(3)
	Grundwasser	4	2002	n.n.–20 (5,0)	25	Stmk	(4)
	Trinkwasser	100 <sup>5</sup>	2014	n.n.–16	20	alle	(1)
	Abwasser (Zulauf)	3	2010	300–390 (333)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	850–950 (900)	100	Vlbg	(5)
	Abwasser (Zulauf)	10 <sup>15</sup>	2001–2003	325–1.850 (947)	100		(11)
	Abwasser (Ablauf)	3	2010	300–510 (427)	100	Stmk	(2)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	640–660 (650)	100	Vlbg	(5)
	Abwasser (Ablauf)	6	2010	578–1.378 (854)	100	alle	(6)
	(Abwasser (Ablauf))	9 <sup>15</sup>	2001–2003	465–1.619 (1.040)	100		(11)
	Fließgewässer	3	2010	21–23 (22)	100	Stmk	(2)
	Fließgewässer	1	2002	32	100	Stmk	(4)
	Fließgewässer	8	2012	6,1–231 (63)	100	diverse <sup>11</sup>	(7)
	Fließgewässer	12	2012–2013	16–67 (43)	100	Vlbg	(9)
	Klärschlamm <sup>6</sup>	n.a.	2010	(220 µg/kg TM)	n.a.	Stmk	(2)
Klärschlamm <sup>7</sup>	1 <sup>8</sup>	2010	1.600 µg/kg TM	100	Vlbg	(5)	
Boden <sup>9</sup>	4	2010	n.n.–1,6 (0,65) µg/kg TM	75	Vlbg	(5)	
Boden <sup>10</sup>	4	2010	6,3–7,3 (6,9) µg/kg TM	100	Vlbg	(5)	
	Schwebstoffe	2	2001	n.n.	0	OÖ, NÖ	(8)
	Sediment	13 <sup>12</sup>	2001	n.n.	0	OÖ, NÖ	(8)
Clonazepam	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min–max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
<b>Psycholeptika</b>							
Alprazolam	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)
Chlorprothixen	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)
Chlorpromazin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)
Diazepam	Grundwasser	4	2002	n.n.	0	Stmk	(4)
	Abwasser (Zulauf)	2	2010	6,5–9,7 (8,1)	100	VIbg	(5)
	Abwasser (Zulauf)	5 <sup>15</sup>	2001–2003	n.n.	0		(12)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	3,1–10 (6,6)	100	VIbg	(5)
	Abwasser (Ablauf)	5 <sup>15</sup>	2001–2003	n.n.	0		(12)
	Fließgewässer	1	2002	n.n.	0	Stmk	(4)
	Fließgewässer	12	2012–2013	n.n.	0	VIbg	(9)
	Schwebstoffe	2	2001	n.n.–< BG (< BG) µg/kg TM	50	OÖ, NÖ	(8)
	Sediment	13 <sup>12</sup>	2001	n.n.–< BG (< BG) µg/kg TM	8	OÖ, NÖ	(8)
Diphenhydramin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	4,9–91 (31)	100	alle	(6)
Flupentixol	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)
Fluphenazin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)
Haloperidol	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG–0,6 (0,28)	100	alle	(6)
Hydroxyzin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG–2,8 (0,84)	100	alle	(6)
Oxazepam	Abwasser (Ablauf)	6	2010	54–220 (141)	100	alle	(6)
Perphenazin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)
Phenazon	Abwasser (Zulauf)	2	2010	52–63 (58)	100	VIbg	(5)
	Abwasser (Ablauf)	2	2010	69–80 (75)	100	VIbg	(5)
Promethazin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)
Risperidon	Abwasser (Ablauf)	6	2010	2,5–43 (16)	100	alle	(6)
Zolpidem	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG–1,7 (1,0)	100	alle	(6)
<b>Psychoanaleptika</b>							
Amitriptylin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)
Bupropion	Abwasser (Ablauf)	6	2010	0,4–4,3 (2,1)	100	alle	(6)
Citalopram	Abwasser (Ablauf)	6	2010	15–75 (42)	100	alle	(6)

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min–max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
Clomipramin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)
Duloxetin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)
Fluoxetin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)
Koffein	Grundwasser	20 <sup>2</sup>	2004	n.n.–29 (6,5)	65	alle	(3)
	Grundwasser	76 <sup>3</sup>	2004	n.n.–260 (13)	58	alle	(3)
	Grundwasser	16 <sup>4</sup>	2004	n.n.–210 (24)	81	alle	(3)
	Grundwasser	4	2002	n.n.–39 (24)	75	Stmk	(4)
	Abwasser (Ablauf)	6	2010	12–518 (130)	100	alle	(6)
	Fließgewässer	1	2002	96	100	Stmk	(4)
	Schwebstoffe	2	2001	6,0–6,6 (6,3) µg/kg TM	100	OÖ, NÖ	(8)
	Sediment	13 <sup>12</sup>	2001	n.n.–< BG (< BG) µg/kg TM	54	OÖ, NÖ	(8)
Maprotilin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)
Memantin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	1,7–12 (5,2)	100	alle	(6)
Mianserin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)
Nefazodon	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)
Paroxetin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)
Sertralin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(6)
Venlafaxin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	31–170 (98)	100	alle	(6)

<sup>1</sup> insgesamt 54 Messstellen, zweimal beprobt (2. und 4. Quartal 2008); <sup>2</sup> insgesamt 10 weitgehend unbelastete Messstellen, zweimal beprobt (3. und 4. Quartal 2004);

<sup>3</sup> insgesamt 38 als abwasserbeeinflusst eingestufte Messstellen, zweimal beprobt (3. und 4. Quartal 2004); <sup>4</sup> insgesamt 8 als landwirtschaftlich belastet eingestufte Messstellen, zweimal beprobt (3. und 4. Quartal 2004); <sup>5</sup> insgesamt 50 Messstellen, zweimal beprobt (2. und 4. Quartal 2008); <sup>6</sup> entwässerter und getrockneter Klärschlamm; <sup>7</sup> Primärklärschlamm; <sup>8</sup> Mischprobe; <sup>9</sup> Boden vor Klärschlamm-Kompostaufbringung; <sup>10</sup> Boden nach Klärschlamm-Kompostaufbringung; <sup>11</sup> Steiermark, Niederösterreich, Oberösterreich und Vorarlberg; <sup>12</sup> insgesamt 8 Messstellen, teilweise zweimal beprobt; <sup>13</sup> insgesamt 44 Messstellen in 8 Zonen; <sup>14</sup> Durchschnittswerte der gezogenen Proben je Zone (insgesamt 8 Zonen); <sup>15</sup> insgesamt fünf Kläranlagen

**Quellen:** (1) BMG (2015); (2) STMK. LR (2011); (3) UMWELTBUNDESAMT (2006); (4) STMK. LR (2003); (5) VBG. LR (2013); (6) EC (2012); (7) EC (2014); (8) UMWELTBUNDESAMT (2004); (9) VBG. LR (2014); (10) RUZICKA et al. (2011); (11) CLARA et al. (2005a); (12) CLARA et al. (2005b)

**Abkürzungen:** BG: Bestimmungsgrenze; DR: Detektionsrate; MW: Mittelwert; n.a.: nicht angegeben; n.n.: nicht nachweisbar; NÖ: Niederösterreich; OÖ: Oberösterreich; Stmk: Steiermark; TM: Trockenmasse; Vlb: Vorarlberg

## B.8 Weitere Arzneimittelwirkstoffe in der Umwelt

Tabelle 32: Weitere Arzneimittelwirkstoffe in österreichischen Umweltmedien 2001–2010.

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min–max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
<b>Antazida</b>							
Ranitidin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG–8,7 (< BG)	100	alle	(1)
<b>ACE-Hemmer</b>							
Cilazapril	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(1)
<b>Antidiabetika</b>							
Glibenclamid	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(1)
Glimepirid	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(1)
<b>Kalziumkanalblocker (Kalziumantagonisten)</b>							
Diltiazem	Abwasser (Ablauf)	6	2010	1,9–8,2 (4,4)	100	alle	(1)
Verapamil	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	Alle	(1)
	Schwebstoffe	2	2001	n.n.	0	OÖ, NÖ	(2)
	Sediment	13 <sup>1</sup>	2001	n.n.–7,9 (2,1) µg/kg TM	62	OÖ, NÖ	(2)
<b>Sympathomimetika</b>							
Terbutalin	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG–2,1 (1,03)	100	alle	(1)
<b>Zytostatika und zytostatisch wirksame Hormone</b>							
Doxorubicin	Abwasser (Krankenhaus)	28	n.a.	< BG–1,4 (0,6) µg/l	100	Wien	(3)
	Abwasser (Krankenhaus)	30	n.a.	< BG–0,5 (0,3) µg/l	100	Wien	(3)
5-Fluorouracil	Abwasser (Krankenhaus)	28	n.a.	12–122 (56) µg/l	100	Wien	(3)
	Abwasser (Krankenhaus)	25	n.a.	< BG–40 (21) µg/l	100	Wien	(3)
	Abwasser (Krankenhaus)	30	n.a.	18–124 (91) µg/l	100	Wien	(3)
	Abwasser (Krankenhaus)	14	n.a.	17–29 (24) µg/l	100	Wien	(3)
Flutamid	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(1)
Tamoxifen	Abwasser (Ablauf)	6	2010	< BG	100	alle	(1)

<sup>1</sup> insgesamt 8 Messstellen, teilweise zweimal beprobt

Quelle: (1) EC (2012); (2) UMWELTBUNDESAMT (2004); (3) MAHNIK et al. (2007)

Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; DR: Detektionsrate; MW: Mittelwert; NÖ: Niederösterreich; OÖ: Oberösterreich; TM: Trockenmasse

## B.9 Veterinärarzneimittel in der Umwelt

Tabelle 33: Veterinärarzneimittel in österreichischen Umweltmedien 2003–2010.

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min–max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
<b>Veterinärantibiotika</b>							
Chlortetracyclin	Schweinegülle	30 <sup>1</sup>	2003–2004	n.n.–46 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>6</sup>	(1)
	Hühnermist	20 <sup>2</sup>	2003–2004	n.n.–0,36 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>7</sup>	(1)
	Putenmist	16 <sup>3</sup>	2003–2004	n.n.–1,7 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>8</sup>	(1)
	Boden <sup>4</sup>	30 <sup>5</sup>	2003–2004	n.n.–0,81 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>9</sup>	(1)
Ciprofloxacin	Schweinegülle	30 <sup>1</sup>	2003–2004	n.n.–0,62 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>6</sup>	(1)
	Hühnermist	20 <sup>2</sup>	2003–2004	n.n.–1,2 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>7</sup>	(1)
	Putenmist	16 <sup>3</sup>	2003–2004	n.n.–2,9 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>8</sup>	(1)
	Boden <sup>4</sup>	30 <sup>5</sup>	2003–2004	n.n.–0,37 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>9</sup>	(1)
Enrofloxacin	Schweinegülle	30 <sup>1</sup>	2003–2004	n.n.–0,75 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>6</sup>	(1)
	Hühnermist	20 <sup>2</sup>	2003–2004	n.n.–2,8 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>7</sup>	(1)
	Putenmist	16 <sup>3</sup>	2003–2004	n.n.–8,3 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>8</sup>	(1)
	Boden <sup>4</sup>	30 <sup>5</sup>	2003–2004	n.n.–0,15 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>9</sup>	(1)
Oxytetracyclin	Schweinegülle	30 <sup>1</sup>	2003–2004	n.n.–29 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>6</sup>	(1)
	Hühnermist	20 <sup>2</sup>	2003–2004	n.n.–1,1 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>7</sup>	(1)
	Putenmist	16 <sup>3</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>8</sup>	(1)
	Boden <sup>4</sup>	30 <sup>5</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>9</sup>	(1)
Tetracyclin	Schweinegülle	30 <sup>1</sup>	2003–2004	n.n.–23 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>6</sup>	(1)
	Hühnermist	20 <sup>2</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>7</sup>	(1)
	Putenmist	16 <sup>3</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>8</sup>	(1)
	Boden <sup>4</sup>	30 <sup>5</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>9</sup>	(1)
Tiamulin	Abwasser (Ablauf)	3	2010	< BG	100	alle	(2)
Tilmicosin	Abwasser (Ablauf)	3	2010	< BG	100	alle	(2)
Trimethoprim	Schweinegülle	30 <sup>1</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>6</sup>	(1)
	Hühnermist	20 <sup>2</sup>	2003–2004	n.n.–13 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>7</sup>	(1)
	Putenmist	16 <sup>3</sup>	2003–2004	n.n.–17 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>8</sup>	(1)
	Boden <sup>4</sup>	30 <sup>5</sup>	2003–2004	n.n.–< BG µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>9</sup>	(1)

Wirkstoff	Matrix	Probenanzahl	Untersuchungszeitraum	Konzentration min-max (MW) (ng/l)	DR (%)	Bundesland	Quelle
Sulfadiazin	Schweinegülle	30 <sup>1</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>6</sup>	(1)
	Hühnermist	20 <sup>2</sup>	2003–2004	n.n.–51 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>7</sup>	(1)
	Putenmist	16 <sup>3</sup>	2003–2004	n.n.–91 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>8</sup>	(1)
	Boden <sup>4</sup>	30 <sup>5</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>9</sup>	(1)
Sulfadimidin	Schweinegülle	30 <sup>1</sup>	2003–2004	n.n.–20 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>6</sup>	(1)
	Hühnermist	20 <sup>2</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>7</sup>	(1)
	Putenmist	16 <sup>3</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>8</sup>	(1)
	Boden <sup>4</sup>	30 <sup>5</sup>	2003–2004	n.n.–< BG µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>9</sup>	(1)
Sulfadoxin	Schweinegülle	30 <sup>1</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>6</sup>	(1)
	Hühnermist	20 <sup>2</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>7</sup>	(1)
	Putenmist	16 <sup>3</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>8</sup>	(1)
	Boden <sup>4</sup>	30 <sup>5</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>9</sup>	(1)
Sulfamethoxazol	Schweinegülle	30 <sup>1</sup>	2003–2004	n.n.–2,4 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>6</sup>	(1)
	Hühnermist	20 <sup>2</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>7</sup>	(1)
	Putenmist	16 <sup>3</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>8</sup>	(1)
	Boden <sup>4</sup>	30 <sup>5</sup>	2003–2004	n.n.–< BG µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>9</sup>	(1)
Sulfathiazol	Schweinegülle	30 <sup>1</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>6</sup>	(1)
	Hühnermist	20 <sup>2</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>7</sup>	(1)
	Putenmist	16 <sup>3</sup>	2003–2004	n.n.–0,61 µg/kg TM	n.a.	diverse <sup>8</sup>	(1)
	Boden <sup>4</sup>	30 <sup>5</sup>	2003–2004	n.n.	0	diverse <sup>9</sup>	(1)

<sup>1</sup> insgesamt sechs Betriebe, jeweils fünfmal beprobt; <sup>2</sup> insgesamt fünf Betriebe, jeweils viermal beprobt; <sup>3</sup> insgesamt vier Betriebe, jeweils viermal beprobt;

<sup>4</sup> Bodenproben von insgesamt sechs Schweinemastbetrieben, fünf Hühnermastbetrieben sowie vier Putenmastbetrieben, die mit Wirtschaftsdüngern

(Schweinegülle, Hühnermist bzw. Putenmist) behandelt wurden; <sup>5</sup> insgesamt 15 Betriebe, jeweils zweimal beprobt; <sup>6</sup> Kärnten, Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark;

<sup>7</sup> Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark; <sup>8</sup> Kärnten, Burgenland; <sup>9</sup> Kärnten, Burgenland, Niederösterreich, Oberösterreich, Steiermark

Quellen: (1) UMWELTBUNDESAMT (2005); (2) Ec (2012)

Abkürzungen: BG: Bestimmungsgrenze; DR: Detektionsrate; MW: Mittelwert; n.a.: nicht angegeben; n.n.: nicht nachweisbar; TM: Trockenmasse

## ANHANG C – VETERINÄRARZNEIMITTELWIRKSTOFFE

Tabelle 34: In Österreich im Jahr 2016 zugelassene Veterinärarzneimittelwirkstoffe.

<b>(QA) ALIMENTÄRES SYSTEM</b>
<b>(QA02) Mittel bei Säure bedingten Erkrankungen</b> <i>Mittel bei peptischem Ulkus und gastroesophagealer Refluxkrankheit (Omeprazol*)</i>
<b>(QA03) Mittel bei funktionellen gastrointestinalen Störungen</b> <i>Mittel bei funktionellen gastrointestinalen Störungen (Prifiniumbromid*)</i> <i>Prokinetika (Metoclopramid*)</i>
<b>(QA04) Antiemetika und Mittel gegen Übelkeit</b> <i>Antiemetika und Mittel gegen Übelkeit (Maropitant)</i>
<b>(QA05) Gallen- und Lebertherapie</b> <i>Gallentherapie (Menbuton)</i>
<b>(QA07) Antidiarrhoika und intestinale Antiphlogistika/Antiinfektiva</b> <i>Andere Antidiarrhoika (Zinkoxid*)</i> <i>Intestinale Adsorbentien (z. B. Almasilat*, Huminsäure*, Aktivkohle*, Bismutnitrat*)</i> <i>Intestinale Antiinfektiva (Paromomycin*, Colistin*, Gentamicin*)</i> <i>Mikrobielle Antidiarrhoika (Streptococcus sp., Enterococcus*)</i> <i>Orale Elektrolyte und Kohlenhydrate (z. B. Glucose*, Kaliumchlorid*, Natriumacetat*)</i>
<b>(QA10) Antidiabetika</b> <i>Insuline und Analoga (Protamin Zink Insulin, Insulin*)</i>
<b>(QA11) Vitamine</b>
<b>(QA12) Mineralstoffe</b> <i>Mineralstoffe (z. B. Alpha-Tocopherolacetat*, Bariumselenat, Cyanocobalamin*, Calciumacetat*, Borsäure*)</i>
<b>(QA16) Andere Mittel für das alimentäre System und den Stoffwechsel</b> <i>Andere Mittel für das alimentäre System und den Stoffwechsel, veterinär (z. B. Monensin)</i> <i>Andere Mittel gegen Störungen des Muskel- und Skelettsystems (Natriumhyaluronat)</i>
<b>(QB) BLUT UND BLUTBILDENDE ORGANE</b>
<b>(QB02) Antihämorrhagika</b> <i>Vitamin K und andere Hämostatika (Phytomenadion*)</i>
<b>(QB03) Antianämika</b> <i>Eisen-haltige Zubereitungen (Dextran*, Gleptoferron, Eisen(III)hydroxid X Dextran)</i>
<b>(QB05) Blutersatzmittel und Perfusionslösung</b>
<b>(QC) KARDIOVASKULÄRES SYSTEM</b>
<b>(QC01) Herztherapie</b> <i>Kardiostimulanzien, exkl. Herzglykosiden (Pimobendan)</i>
<b>(QC03) Diuretika</b> <b>High-ceiling-Diuretika (Furosemid*, Torasemid*)</b> <i>Kaliumsparende Mittel (Spironolacton*)</i> <i>Low-ceiling-Diuretika, Thiazide (Trichlormethiazid*)</i>
<b>(QC04) Periphere Vasodilatoren</b> <b>Periphere Vasodilatoren (Propentofyllin*)</b>
<i>(QC08) Calciumkanalblocker</i> <i>Selektive Calciumkanalblocker mit vorwiegender Gefäßwirkung (Amlodipin*)</i>
<b>(QC09) Mittel mit Wirkung auf das Renin-Angiotensin-System</b> <i>ACE-Hemmer, rein (Enalapril*, Ramipril*, Benazepril*, Imidapril*)</i> <i>ACE-Hemmer, Kombinationen (Benazepril*)</i> <i>Angiotensin-II-Antagonisten, rein (Telmisartan*)</i>

---

**(QD) DERMATIKA**

---

**(QD01) Antimykotika zur dermatologischen Anwendung**

Antimykotika zur topischen Anwendung (z. B. Neomycin\*, Nystatin\*, Thiostrepton, Triamcinolon\*, Chlorhexidin\*, Miconazol\*, Enilconazol, Cetrimonium\*)

Antimykotika zur systemischen Anwendung (Itraconazol\*)

---

**(QD01) Antipilzmittel zur dermatologischen Anwendung**

Antipilzmittel zur topischen Anwendung (Ketoconazol\*)

---

**(QD02) Emollientia und Hautschutzmittel**

---

**(QD03) Zubereitung zur Behandlung von Wunden und Geschwüren**

---

**(QD06) Antibiotika und Chemotherapeutika zur dermatologischen Anwendung**

Antibiotika zur topischen Anwendung (Chlortetracyclin\*, Oxytetracyclin\*, Thiamphenicol\*)

---

**(QD07) Corticosteroide, dermatologische Zubereitungen**

---

**(QD08) Antiseptika und Desinfektionsmittel**

Antiseptika und Desinfektionsmittel (z. B. Chlorhexidin\*, Policresulen\*, Iod\*, Methylsalicylat\*)

---

**(QD11) Andere Dermatika**

Andere Dermatika (Oclacitinibmaleat)

---

**(QG) UROGENITALSYSTEM UND SEXUALHORMONE**

---

**(QG01) Gynäkologische Antiinfektiva und Antiseptika**

Antiinfektiva und Antiseptika, exkl. Kombinationen mit Corticosteroiden

---

**(QG02) Andere Gynäkologika**

Andere Gynäkologika (Cabergolin\*)

Wehenfördernde Mittel (Trometamol\*, Cloprostenol, Luprostirol)

---

**(QG03) Sexualhormone und Modulatoren des Genitalsystems**

Sexualhormone und Modulatoren des Genitalsystems (Gonadotropin-releasing-Faktor-Analogen, Aglepriston)

Gestagene (Progesteron\*, Proligeston, Chlormadinon\*, Altrenogest, Delmadinon)

Gonotropine und andere Ovulationsauslöser (Gonadotropes Hormon\*, Follikelstimulierendes Hypophysen-Hormon\*)

Hormonelle Kontrazeptiva zur systemischen Anwendung (Medroxyprogesteron\*)

Estrogene (Estriol\*)

---

**(QG04) Urologika**

Mittel bei benigner Prostatahyperplasie (Osateron)

Urologika (Phenylpropanolamin\*)

---

**(QG51) Antiinfektiva und Antiseptika zur intertaurinen Anwendung**

Antiinfektiva und Antiseptika zur intertaurinen Anwendung (Oxytetracyclin\*, Tetracyclin\*, Ampicillin\*)

---

**(QG52) Mittel für Zitzen und Euter**

Desinfektiva (Iod\*)

Verschiedene Produkte für Zitzen und Euter (Bismutnitrat)

---

**(QH) SYSTEMISCHE HORMONPRÄPERATE, EXKL. SEXUALHORMONE UND INSULINE**

---

**(QH01) Hypophysen- und Hypothalamushormone und Analoga**

Hypophysenhinterlappenhormone (Oxytocin\*, Carbetocin\*)

Hypothalamushormone (Peforelin, Gonadorelin\*, Buserelin\*, Lecirelin, Deslorelin)

---

**(QH02) Corticosteroide zur systemischen Anwendung**

Corticosteroide zur systemischen Anwendung, rein (Desoxycorton\*, Betamethason\*, Dexamethason\*, Prednisolon\*)

Nebennierenhemmstoffe (Trilostan\*, Levothyroxin\*)

---

**(QH03) Schilddrüsentherapie**

Thyreostatika (Carbimazol\*, Thiamazol\*)

---

**(QI) Immunologika**

---

(QI01) Immunologika für Vögel (z. B. Hühner-Bronchitisvirus, aviäres Rhinotracheitisvirus, Egg-Drop-Syndrom-Virus, Influenzavirus, Puten-Herpes-Virus, Hühner-Herpes-Virus, Newcastle Disease-Virus, Chicken Anaemia Virus, Laryngotracheitisvirus) (QI05) Immunologika für Einhufer (Influenzavirus, Herpesvirus, inaktiviertes Westnile-Virus, Streptococcus sp./Enterococcus, Clostridium tetani, Kanarienvogelgrippevirus, Immunglobulin)

---

(QI02, QI04) Immunologika für Hornträger (z. B. Bovines Virusdiarrhoe Virus, inaktiviertes Bovines Rhinotracheitisvirus, Maul- und Klauenseuche-Virus, Virus der Blauzungenerkrankung, bovinen Herpesvirus, bovinen respiratorisches Syncytialvirus, Parainfluenzavirus, Coronavirus)

(QI05) Immunologika für Schweine (z. B. Porcines reproduktives und respiratorisches Syndrom-Virus, Schweinepestvirus, porcines Circovirus, Aujeszky-Virus)

(QI06) Immunologika für Katzen (z. B. Leukämievirus, Panleukopenievirus, Peritonitisvirus, felines Calcivirus)

(QI07) Immunologika für Hunde (z. B. Parvovirus, Leptospira, canines Herpesvirus, Borrelia inaktiviert, Adenovirus, Parainfluenzavirus, Leishmania)

(QI08) Immunologika für Hasen (inaktiviertes Rabbit Viral Haemorrhagic Disease Virus, Myxomvirus)

---

### **(QJ) ANTIINFEKTIVA ZUR SYSTEMISCHEN ANWENDUNG**

---

(QJ01) Antibiotika zur systemischen Anwendung

Aminoglykosid-Antibiotika (Gentamicin\*, Neomycin\*, Apramycin, Enrofloxacin)

**Betalactam-Antibiotika, Penicilline (Ampicillin\*, Amoxicillin\*, Phenoxyethylpenicillin\*, Procain Benzylpenicillin, Penethamathydroiodid)**

**Andere Beta-Lactam-Antibiotika (Cefalexin\*, Ceftiofur, Cefovecin, Cefquinom)**

**Makrolide, Lincosamide und Streptogramine (Tylosin, Tilmicosin, Tylvalosin, Tulathromycin, Tildipirosin, Clindamycin\*, Lincomycin\*)**

**Sulfonamide und Trimethoprim (Sulfadimidin\*, Trimethoprim\*, Sulfadiazin\*, Sulfamethoxazol\*, Sulfadoxin)**

**Chinolone (Enrofloxacin, Danofloxacin, Marbofloxacin, Pradofloxacin)**

Tetracycline (Doxycyclinhydrochlorid, Chlortetracyclin\*, Oxytetracyclin\*, Flunixin Meglumine)

Andere Antibiotika (Tiamulin, Valnemulin)

Kombinationen von Antibiotika (z. B. Dihydrostreptomycin\*, Metronidazol\*

Amphenicol Florfenicol)

---

### **(QJ51) Antibiotika zur intramammalen Anwendung**

Beta-Lactam-Antibiotika, Penicilline zur intramammalen Anwendung (Procain Benzylpenicillin, Cloxacillin Benzathin)

Andere Beta-Lactam-Antibiotika, Penicilline zur intramammalen Anwendung (Benzathin\*, Cefalexin\*, Cefazolin\*, Cefalonium, Cefoperazon\*, Cefquinom)

Makrolide und Lincosamide zur intramammalen Anwendung (Pirlimycin)

Andere Antibiotika zur intramammalen Anwendung (Rifaximin\*)

Kombinationen von Antibiotika zur intramammalen Anwendung (z. B. Benethamin Penicillin, Benzylpenicillin, Dihydrostreptomycin\*, Cloxacillin Benzathin\*, Cefalexin\*, Lincomycin\*, Neomycin\*)

---

### **(QL) ANTINEOPLASTISCHE UND IMMUNMODULIERENDE MITTEL**

---

#### **(QL01) Antineoplastische Mittel (Masitinibmesilat, Toceranib)**

(QL03) Immunostimulanzien

Immunostimulanzien (Interferon Omega, Kanarienvirus)

(QL04) Immunsuppressiva

Immunsuppressiva (Ciclosporin\*)

---

### **(QM) MUSKEL- UND SKELETTSYSTEM**

---

#### **(QM01) Antiphlogistika und Antirheumatika**

Nicht steroidale Antiphlogistika und Antirheumatika (z. B. Phenylbutazon\*, Suxibuzon\*, Meloxicam\*, Ketoprofen\*, Vedaprofen, Carprofen\*, Tolfenaminsäure\*, Flunixin Meglumine, Firocoxib, Mavacoxib, Cimicoxib, Mucopolysaccharidpolyschwefelsäureester\*)

Spezifische Antirheumatika (Palmitinsäure\*, Stearinsäure\*, Ölsäure\*)

---

#### **(QM02) Topische Mittel gegen Gelenk- und Muskelschmerzen**

#### **(QM05) Mittel zur Behandlung von Knochenerkrankungen**

Mittel mit Einfluss auf die Knochenstruktur und die Mineralisation (Clodronat, Tiludronat)

---

### **(QN) NERVENSYSTEM**

---

#### **(QN01) Anästhetika**

Allgemeinanästhetika (Sevofluran\*, Ketamin\*, Alfaxalon\*, Propofol\*)

Lokalanästhetika (Procain\*, Tetracain\*)

---

#### **(QN02) Analgetika**

Andere Analgetika und Antipyretika (Acetylsalicylsäure\*, Natriumsalicylat\*, Metamizol\*, Acetylmethionin\*, Paracetamol\*)

Opiode (Fentanyl\*, Methadon\*, Buprenorphin\*, Butorphanoltartrat)

---

---

<b>(QN03) Antiepileptika</b> Antiepileptika (Phenobarbital*, Imepitoin)
(QN04) Antiparkinsonmittel Dopaminerge Mittel (Pergolid*, Apomorphin*)
<b>(QN05) Psycholeptika</b> Antipsychotika (Acepromazin*, Azaperon) Anxiolytika (Diazepam*) Hypnotika und Sedativa (Kaliumbromid*, Dexmedetomidin*, Detomidin*, Medetomidin*, Xylazin)
<b>(QN06) Psychoanaleptika</b> Antidepressiva (Clomipramin*, Fluoxetin*) Psychostimulanzien, Mittel für ADHD und Nootropika (Kaffee Arabica)
<b>(QN51) Mittel für Tiereuthanasie</b> Mittel für Tiereuthanasie (Pentobarbital*, Toltrazuril, Diclazuril, Halofuginon)
<b>(QP) ANTIPARASITÄRE MITTEL, INSEKTIZIDE UND REPELLENZIEN</b>
<b>(QP52) Anthelmintika</b> Anthelmintika (Praziquantel*, Pyrantel*, Emodepsid, Fenbendazol*, Oxantel*, Oxfendazol, Febantel, Netobimin, Mebendazol*, Albendazol*, Flubendazol*, Triclabendazol*, Levamisol*, Closantel, Monepantel, Toltrazuril)
<b>(QP53) Ektoparasitizide, Insektizide und Repellenzien</b> Ektoparasitizide zur topischen Anwendung, inkl. Insektizide (Permethrin*, Deltamethrin, Flumethrin, Amitraz, Propoxur, Phoxim, Ameisensäure*, Crotamiton*, Fipronil, Imidacloprid, Phoxim, Thymol*, Pyriproxyfen, Indoxacarb) Ektoparasitizide zur systemischen Anwendung (Lufenuron, Nitenpyram, Spinosad, Afoxolaner, Fluralaner)
<b>(QP54) Endektozide</b> Makrozyklische Lactone (Selamectin, Ivermectin*, Doramectin, Eprinomectin, Moxidectin, Milbemycin Oxim)
<b>(QR) RESPIRATIONSTRAKT</b>
<b>(QR03) Mittel bei obstruktiven Atemwegserkrankungen</b> Spasmolytika in Kombinationen mit Analgetika (Butylscopolaminium) Sympathomimetika zur systemischen Anwendung (Clenbuterol*)
<b>(QR05) Husten- und Erkältungsmittel</b> Expektoranzien, exkl. Kombinationen mit Antitussiva (Acetylcystein*, Bromhexin*, Dembrexin)
<b>(QR06) Antihistaminika zur systemischen Anwendung</b> Antihistaminika zur systemischen Anwendung (Chlorphenamin*)
<b>(QS) SINNESORGANE</b>
<b>(QS01) Ophthalmika</b> Andere Ophthalmika (Ciclosporin*) <b>Antiinfektiva (Gentamicin*, Fusidinsäure*, Cloxacillin Benzathin)</b>
<b>(QS02) Otologika</b> Corticosteroide und Antiinfektiva in Kombinationen
<b>(QV) VARIA</b>
<b>(QV03) Alle andere therapeutischen Mittel</b> Alle anderen therapeutischen Mittel (z. B. Atipamezol, Belladonna*)
<b>(QV06) Allgemeine Nährstoffe</b>

---

\* Auch als Humanarzneimittel zugelassen (vgl. DIMDI 2015)

Quelle: BASG/AGES (2016)

Anmerkungen: Die ATC-Codierungen von Veterinärarzneimitteln entsprechen zumeist jener der Humanarzneimittel.

Die Klassifizierung von Wirkstoffklassen im Bereich der Veterinärarzneimittel erfolgt mit vorangestelltem „Q“.

Die aktuelle Klassifizierung ist u. a. von der Europäischen Kommission veröffentlicht (siehe Ec 2016).



**Umweltbundesamt GmbH**

Spittelauer Lände 5  
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

Fax: +43-(0)1-313 04/5400

[office@umweltbundesamt.at](mailto:office@umweltbundesamt.at)

[www.umweltbundesamt.at](http://www.umweltbundesamt.at)

Arzneimittelwirkstoffe werden in der Human- und Veterinärmedizin in teilweise beträchtlichen Mengen eingesetzt und sind in der Umwelt nachweisbar.

Die Studie des Umweltbundesamtes beschreibt die Entwicklung der Verbrauchsmengen von Arzneimittelwirkstoffen und stellt die Werte der Jahre 1997 und 2014 gegenüber. Insgesamt 24 Indikationsgruppen und deren Vorkommen in verschiedenen Umweltkompartimenten in Österreich werden behandelt. Die Ergebnisse geben einen detaillierten Überblick über die Situation in Österreich und dienen als Grundlage für weitere Untersuchungen und mögliche Maßnahmen zur Belastungsminimierung.