



Vorarlberg
unser Land



GZÜV Sondermessprogramm 2017/2018

Arzneimittelwirkstoffe und Hormone

Detailergebnisse Vorarlberg

Umweltinstitut – Bericht UI-10/2020

Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg

GZÜV Sondermessprogramm 2017/2018

Arzneimittelwirkstoffe und Hormone

Detailergebnisse Vorarlberg

Gesamtbearbeitung:

Gerhard Hutter

Email: gerhard.hutter@vorarlberg.at

Originalbericht:

CLARA M., HARTMANN C. & K. DEUTSCH (2019): Arzneimittelwirkstoffe und Hormone in Fließgewässern - GZÜV Sondermessprogramm 2017/2018; Medieninhaber und Herausgeber Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien.

Auszüge mit Genehmigung des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, Dr. Karin Deutsch

Impressum

Herausgeber und Medieninhaber:

Amt der Vorarlberger Landesregierung
Römerstraße 15, 6901 Bregenz

Verleger:

Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg
Montfortstraße 4, 6901 Bregenz
T +43 5574 511 42099

Titelbild: Arzneimittellager einer Apotheke

Quelle: Kevin Shaw, Wien

Bregenz, Dezember 2020

Inhalt

Zusammenfassung

1	Einleitung	3
2	GZÜV Sondermessprogramm 2017/2018	4
3	Probenstellen, Probennahme und Analytik.....	5
4	Ergebnisse Vorarlberg	6
4.1	Bewertung.....	9
5	Hormone und Wirktest.....	11
6	Fazit	12
7	Literatur	14
8	Anhang (Auszüge aus Originalbericht)	15

Zusammenfassung

Das Sondermessprogramm zum nationalen Monitoring (GZÜV) stellt einen aktuellen Beitrag zur Erfassung einer möglichen Gewässerbelastung mit Arzneimitteln und ausgewählten Steroidhormonen in ausgewählten Gewässern dar. Die Analyse wurde durch die Entwicklungen im Analytik-Bereich zur Erfassung von immer mehr Stoffen in sehr tiefen Konzentrationsbereichen ermöglicht. In Summe wurden österreichweit 20 Fließgewässermessstellen zwei Mal beprobt. Die Probenahmen erfolgten im Herbst/Winter 2017 und im Frühjahr 2018.

Aus Vorarlberg wurde die Dornbirnerach in das Sondermessprogramm aufgenommen.

Alle Proben wurden mit einer Multimethode auf Arzneimittelwirkstoffe untersucht, die 90 Wirkstoffe und Metaboliten erfasst. Der Parameterumfang umfasst vorwiegend Wirkstoffe (85) und einige wenige Metaboliten (5). Von den 85 Wirkstoffen werden 62 Wirkstoffe ausschließlich in der Humanmedizin, 21 Wirkstoffe sowohl in der Human- als auch in der Veterinärmedizin und nur zwei Wirkstoffe die ausschließlich in der Veterinärmedizin angewandt. Zusätzlich zu den Arzneimitteln wurden auch 5 Hormone untersucht.

Ergebnisse

In allen 40 Fließgewässerproben waren zahlreiche der berücksichtigten Arzneimittelwirkstoffe und -metaboliten zu finden. Die Anzahl der nachweisbaren Einzelstoffe lag österreichweit zwischen 35 und 69 Stoffen. In der Dornbirnerach wurden 44 Wirkstoffe und 4 Metaboliten mit Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze nachgewiesen.

Eine ökotoxikologische Beurteilung der gemessenen Konzentrationen ist vielfach schwierig, vor allem weil keine oder nicht ausreichend ökotoxikologische Studien und Grundlagendaten verfügbar sind. Bei den vorliegenden Untersuchungen trifft dies auf rund die Hälfte der untersuchten Wirkstoffe zu bzw. wurden ausschließlich trinkwasserbezogene Kriterien für eine Bewertung verwendet.

Unter Anwendung der vorliegenden Bewertungskriterien konnten nur für wenige Stoffe Überschreitungen festgestellt werden. In der Dornbirnerach wurden Überschreitungen bei Diclofenac (Antirheumatikum), Azithromycin (Antibiotikum), Iopamidol (Röntgenkontrastmittel) und Bisoprolol (Beta-Blocker) festgestellt.

Von den fünf untersuchten Hormonen war mittels chemischer Analytik nur Östron – ua auch in der Dornbirnerach - detektierbar. Das chronische Qualitätskriterium wurde in der Dornbirnerach nicht überschritten.

Ausblick

Die Ergebnisse sind vergleichbar mit jenen anderen europäischen Ländern.

... Die Anzahl und das Spektrum der zugelassenen Arzneimittelwirkstoffe sind beträchtlich, ebenso wie der Verbrauch, der in Österreich bei mehreren Tonnen pro Tag liegt (Umweltbundesamt, 2016).

Durch die Verwendung von Arzneimitteln, aber auch durch beispielsweise unsachgemäße Entsorgung können Arzneimittelwirkstoffe unverändert oder in Form von Stoffwechselprodukten (Metaboliten) in die Umwelt gelangen.

In Abhängigkeit von der Wirkstoffart und dem spezifischen Umweltverhalten können diese ein Risiko für die aquatische Lebensgemeinschaft darstellen. ...

In den Umweltmedien können zwar Um- bzw. Abbauprozesse stattfinden und die pharmakologische Wirkung des Arzneimittels ist zumeist nicht oder nur mehr in geringem Ausmaß gegeben, dennoch können die Wirkstoffe durchaus in der Umwelt persistent und/oder mobil sein und damit ein Problem darstellen (UBA, 2014a).

Im Sinne des vorsorgenden Umweltschutzes gilt es daher, Arzneimittel mit Bedacht einzusetzen und durch ordnungsgemäße Entsorgung den Eintrag in Umweltmedien zu minimieren.

1 Einleitung

Täglich kommen zahlreiche Arzneimittel und Hormone zum Einsatz, um das Wohl und die Gesundheit von Tier und Mensch zu heilen, lindern, fördern oder stärken. Im Jahr 2017 wurden beispielsweise in Österreich allein in Apotheken und Anstaltsapotheken der Spitäler 232,1 Millionen Arzneimittelpackungen verkauft [1]. Weitere Medikamente kommen in der Tierheilmedizin zum Einsatz.

Diese Arzneimittel und deren Wirkstoffe verbleiben nach Aufnahme nicht zur Gänze im Organismus, sondern werden vom Körper ausgeschieden und gelangen so in unsere Umwelt. Kläranlagen vermögen nicht alle Spurenstoffe, zu denen auch Rückstände von Arzneimittelwirkstoffen zählen, zu eliminieren. Über den Ablauf gelangen diese oder ihre Transformationsprodukte in die Vorfluter bzw. über den Klärschlamm auf die Felder. Auch über die Ausscheidungen der Tiere gelangen Spurenstoffe über den Weg der Düngung auf den Boden und in Gewässer. Spurenstoffe machen auch an der Grenze keinen Halt. Über Gewässer werden sie entlang der Fließgewässer weiter zu den natürlichen Senken – den Seen und Meeren - transportiert.

Die analytischen Möglichkeiten erlauben heute, Spurenstoffe bereits in geringsten Mengen in den Umweltmedien aber auch in Nahrungsmitteln nachzuweisen. Die Befunde sind demnach ein Spiegel unserer Zeit.

Untersuchungen von zwei Kläranlagen und deren Vorflutern im Jahr 2016 in Vorarlberg [2] legen dar, dass Kläranlagen wesentliche Eintragspfade für Spurenstoffe darstellen. Vor allem in den unbehandelten Abwässern (Zulauf) sind eine Vielzahl von Spurenstoffen nachzuweisen. In den Kläranlagenabläufen sind sowohl die Anzahl der nachweisbaren Stoffe als zumeist auch die Konzentrationen geringer. Für einige Stoffe, ua Arzneimittelwirkstoffe und deren Metaboliten, ist der Rückhalt bei konventionellen Kläranlagen mit Stickstoff- und Phosphorentfernung jedoch nur gering.

Nachfolgend wird über eine österreichweite Sonderuntersuchung über Arzneimittelrückstände in den Oberflächengewässern mit Anmerkung zu den spezifischen Ergebnissen aus Vorarlberg berichtet.

2 GZÜV Sondermessprogramm 2017/2018

Im Jahr 2017/2018 wurde österreichweit ein Sondermessprogramm zur Untersuchung von Arzneimittelwirkstoffen und Hormonen an 20 Gewässerstellen im Rahmen der Gewässerzustandsüberwachung durchgeführt, um jene zu identifizieren, die über menschliche oder tierische Ausscheidung in die Gewässer gelangen.

Nachfolgend werden Auszüge und Textpassagen aus dem Bericht des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus „*Arzneimittelwirkstoffe und Hormone in Fließgewässern - GZÜV Sondermessprogramm 2017/2018*“ [3] wiedergeben (*kursiv*) und mit spezifischen Detailergebnissen und Darlegungen aus Vorarlberg ergänzt.

Die Abfolge entspricht nicht dem Originaldokument. Der gesamte Bericht (Originaldokument) des BMNT samt den spezifischen Literaturangaben ist unter

https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wasserqualitaet/fluesse_seen/arsneimittel-sondermessprogramm.html

als Download abrufbar.

3 Probenstellen, Probennahme und Analytik

Die Auswahl der Messstellen im Sonderuntersuchungsprogramm richtete sich ua am relativen Abwasseranteil des mittleren Abflusses. Aus Vorarlberg wurde die Messstelle Dornbirnerach/Lauterach (FW80224047) mit einem relativen Abwasseranteil am mittleren Abfluss von 12 % in das Programm aufgenommen.

Die Messstellen wurden zweimal - einmal im Winter 2017 (7.12.2017) und einmal im Frühjahr 2018 (11.4.2018) - beprobt.

Die Fließgewässerproben wurden chemisch-analytisch auf Arzneimittelwirkstoffe bzw. deren Metaboliten und Hormone sowie mittels biologischer Wirkttest auf ihre Photosynthesehemmung, Wachstumshemmung und östrogene Wirksamkeit untersucht.

Die chemischen Analysen wurden von der akkreditierten Prüfstelle im Umweltbundesamt Wien und die biologischen Wirkttests vom Ökotoxzentrum in der Schweiz im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführt.



Abb. 1: Messstelle Dornbirnerach / Lauterach, ~FKm 4,1 (Kartengrundlage VOGIS)

4 Ergebnisse Vorarlberg

Alle Proben wurden mit einer Multimethode auf Arzneimittelwirkstoffe untersucht, die 90 Wirkstoffe und Metaboliten erfasst. Der Parameterumfang umfasst vorwiegend Wirkstoffe (85) und einige wenige Metaboliten (5). Von den 85 Wirkstoffen werden 62 Wirkstoffe ausschließlich in der Humanmedizin, 21 Wirkstoffe sowohl in der Human- als auch in der Veterinärmedizin und nur die zwei Wirkstoffe Sulfadimidin und Sulfadoxin ausschließlich in der Veterinärmedizin angewandt.

Zusätzlich wurden die Proben auf 5 Hormone untersucht und Wirktests durchgeführt.

Die Ergebnisse wurden basierend auf einer Minimal- und einer Maximalbewertung angegeben. Dabei wurden die entsprechenden Messunsicherheiten der jeweiligen Substanzen berücksichtigt. Ziel dieser Vorgehensweise war die Berücksichtigung der Schwankungsbereiche. ...

In allen 40 Fließgewässerproben waren zahlreiche der berücksichtigten Arzneimittelwirkstoffe und -metaboliten zu finden. Die Anzahl der nachweisbaren Einzelstoffe lag österreichweit zwischen 35 und 69 Stoffen.

In der Dornbirnerach konnten 44 Arzneimittelwirkstoffe und 4 Metaboliten sowie ein Hormon mit Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden.

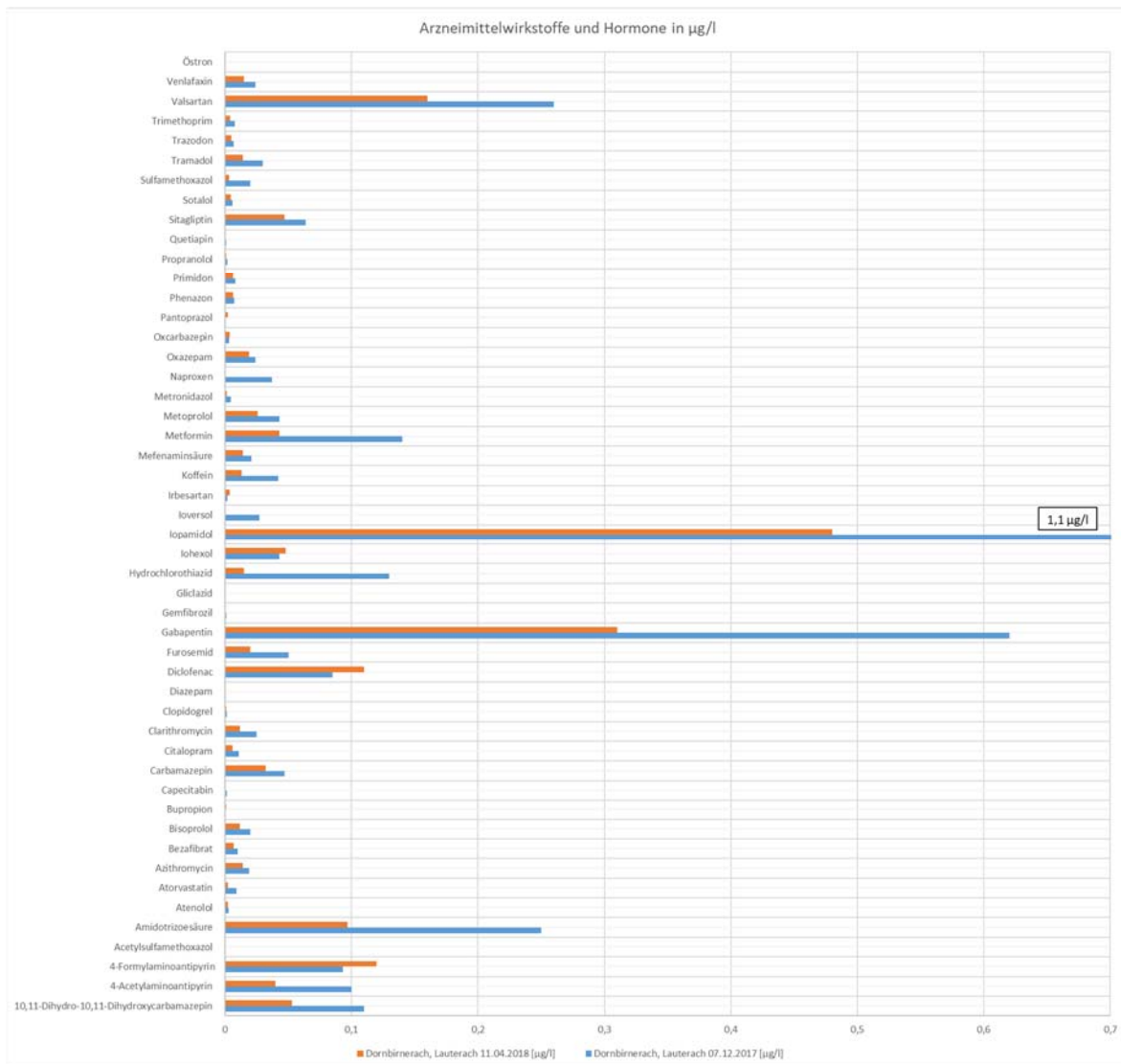


Abbildung 2: nachgewiesene Arzneimittel und Hormone in der Dornbirnerach mit Konzentrationen über der Bestimmungsgrenze

22 Wirkstoffe und drei Metaboliten waren österreichweit in fast allen Proben (über 90%) nachweisbar. Dies sind die Metaboliten Dihydroxycarbamazepin, 4-Acetylaminoantipyrin und 4-Formylaminoantipyrin sowie die Wirkstoffe Amidotrizoensäure, Atenolol, Bezafibrat, Bisoprolol, Carbamazepin, Diclofenac, Furosemid, Gabapentin, Hydrochlorothiazid, Koffein, Mefenaminsäure, Metformin, Metoprolol, Oxazepam, Pentoxifyllin, Phenazon, Primidon, Sitagliptin, Tramadol, Trimethoprim, Valsartan und Venlafaxin.

Bis auf Pentoxifyllin waren diese Wirkstoffe/Metaboliten auch in der Dornbirnerach nachweisbar.

Die höchsten Konzentrationen österreichweit wurden für das Antiepileptikum Gabapentin und das Antidiabetikum Metformin gemessen. Die Messwerte liegen zumeist zwischen 0,080 und 0,40 µg/l und erreichen Maximalwerte von bis zu 2,7 µg/l für Gabapentin und 2,1 µg/l für Metformin.

Die höchsten Konzentrationen wurden in der Dornbirnerach für das Antiepileptikum Gabapentin (Probe 1 eine Konzentration von $0,62 \pm 0,18 \mu\text{g/l}$ / Probe 2 eine Konzentration von $0,31 \pm 0,093 \mu\text{g/l}$) und das Röntgenkontrastmittel Iopamidol (Probe 1 eine Konzentration von $1,1 \pm 0,32 \mu\text{g/l}$ und in Probe 2 eine Konzentration von $0,048 \pm 0,14 \mu\text{g/l}$) detektiert.

Etwas niedrigere Konzentrationen werden für das Analgetikum Diclofenac und das Röntgenkontrastmittel Amidotrizoesäure sowie die Phenazon-Metaboliten 4-Acetylaminoantipyrin und 4-Formylaminoantipyrin und den Carbamazepin-Metaboliten Dihydroxycarbamazepin gemessen. Für diese Stoffe sowie Hydrochlorothiazid (Diuretika), Sitagliptin (Antidiabetika), Tramadol (Analgetika), Metformin (Antidiabetikum), Iohexol (Röntgenkontrastmittel), Valsartan (Hormonhemmer/Angiotensin-II-Rezeptor-Antagonisten) und Koffein (Psychoanalytikum) schwanken die Messwerte zwischen $0,04 - 0,25 \mu\text{g/l}$, wobei zumindest einer der beiden Messwerte in diesem Schwankungsbereich liegt.

Die Konzentrationen der Betablocker Metoprolol, Sotalol, Bisoprolol und Atenolol, des Diuretikums Furosemid, der Psychoanaleptika Oxazepam, Primidon und Venlafaxin, der Analgetika Mefenaminsäure und Phenazon, der Antidepressiva Citalopram und Trazodon, der Antibiotika Azithomycin, Clarithromycin, Oxcarbazepin, Sulfamethoxazol und Trimethoprim, des Antiepileptika Carbamazepin sowie der Lipidsenker Bezafibrat und Atorvastatin liegen zumeist zwischen $0,0020$ und $0,040 \mu\text{g/l}$. Bei dem Kontrastmittel Ioversol, dem Antibiotikum Metronidazol, dem Analgetikum Naproxen, dem Säureblocker Pantoprazol liegt eine Probe innerhalb dieses Messbereiches.

Bei den restlichen 10 nachgewiesenen Wirkstoffen Acetylsulfamethoxazol, Bupropion, Capecitabin, Clopidogrel, Diazepam, Gemfibrozil, Gliclazid, Irbesartan, Propranolol und Quetiapin liegen die Konzentration unter $0,002 \mu\text{g/l}$.

35 Wirkstoffen waren in den beiden Proben aus der Dornbirnerach nicht nachweisbar (n.n.), bei weiteren 7 Wirkstoffen war ein Wert ebenfalls n.n. und einer lag unter der Bestimmungsgrenze.

Von den 5 untersuchten Hormonen 17α -Östradiol, 17β -Östradiol, Östron, Östriol und 17α -Ethinylöstradiol war mittels chemischer Analytik nur Östron nachweisbar. Die Messwerte schwanken zwischen nicht nachweisbar (Nachweisgrenze $0,00010 \mu\text{g/l}$) und $0,0014 \mu\text{g/l}$.

In der Dornbirnerach lag der Gehalt an Östron bei $0,0002$ bzw. $0,00026 \mu\text{g/l}$.

4.1 Bewertung

Für Gewässer wurde durch die Europäische Kommission mit der EU-Richtlinie 2013/39 in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik (Artikel 8c) die Entwicklung eines strategischen Ansatzes gegen die Gewässerverschmutzung durch pharmazeutische Stoffe festgesetzt.

Aus diesem Grund wurde mit Änderung der Umweltqualitätsnormenrichtlinie (UQN-RL, 208/105/EG) durch die Richtlinie 2013/39/EU eine Beobachtungsliste eingeführt. Ziel dieser Beobachtungsliste ist die Schaffung einer Datenbasis zum Vorkommen potentieller Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen in europäischen Gewässern unter Vorgabe von Kriterien für Probenahme und Analytik, um die Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse zu gewährleisten. Diese Monitoringdaten sollen in die Identifikation und in die alle sechs Jahre durchzuführende Überarbeitung der Liste der prioritären Stoffe (Anhang X der WRRL) einfließen. Die erste Beobachtungsliste ist auf 10 Stoffe bzw. Stoffgruppen begrenzt. Mittels des Durchführungsbeschlusses 2015/495 legt die Europäische Kommission die erste Beobachtungsliste („Watchlist“) für Stoffe mit erheblichem Gefährdungspotential für die aquatische Umwelt fest. Sie beinhaltet neben anderen Stoffen auch die Arzneimittelwirkstoffe Erythromycin, Clarithromycin, Azithromycin (alles Antibiotika) und Diclofenac (Antirheumatika) sowie die Hormone 17 α -Ethinylöstradiol, 17 β -Östradiol und Östron. Für diese Stoffe sind auch vorläufige Bewertungskriterien verfügbar (JRC, 2015).

Die Beurteilung der gemessenen Konzentrationen erfolgte mit Hilfe von Bewertungskriterien. Für die untersuchten Arzneimittelwirkstoffe und Hormone existieren für Fließgewässer in Europa demnach bislang keine verbindlich vorgegebenen Umweltqualitätsnormen. Aus diesem Grund wurden unterschiedliche Bewertungskriterien verwendet. Soweit verfügbar wurden Qualitätskriterien verwendet, deren Ableitung den Vorgaben des Technischen Leitfadens der Europäischen Kommission für die Herleitung von Qualitätskriterien folgt. Waren keine solchen Qualitätskriterien verfügbar, wurden PNEC-Werte (predicted no effect concentration) angewandt, bei deren Einhaltung davon ausgegangen wird, dass keine Schädigung des aquatischen Ökosystems und der darin lebenden Organismen zu erwarten ist. Für 26 Wirkstoffe sind Qualitätskriterien für eine Bewertung verfügbar und für zwei Metaboliten werden die Qualitätskriterien der Ausgangssubstanz verwendet. Für weitere 28 Wirkstoffe bzw. Metaboliten sind PNEC-Werte verfügbar. Für die restlichen Stoffe, für die keine Qualitätskriterien oder PNEC-Werte gefunden wurden, wurden die gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) des deutschen Umweltbundesamtes oder die abgeleiteten Toleranzwerte für Trinkwasser für Säuglinge (Umweltbundesamt, 2017) herangezogen.

Nur für 10 Wirkstoffe und Wirkstoffmetaboliten wurden österreichweit in 15 Gewässern Überschreitungen der jeweiligen Bewertungskriterien beobachtet. Für die Dornbirnerach sind dies die Wirkstoffe Diclofenac (Antirheumatika), Azithromycin (Antibiotikum), Iopamidol (Röntgenkontrastmittel) und Bisoprolol (Beta-Blocker).

Parameter	Bewertungskriterium		Überschreitungen Bewertungskriterium Minimalbewertung / (Maximal)		Werte
	Herkunft	Wert [$\mu\text{g/l}$]	Anzahl Überschreitungen Österreich weit	Gewässer	
Diclofenac	QK-chron	0,050	17 (23)	Dornbirnerach	Probe 1 0,085 \pm 0,026 $\mu\text{g/l}$ - Probe 2 0,11 \pm 0,033 $\mu\text{g/l}$
Azithromycin	QK-chron	0,019	2 (6)	(Dornbirnerach)	Probe 1 0,019 \pm 0,0056 $\mu\text{g/l}$ - Probe 2 0,014 \pm 0,0042 $\mu\text{g/l}$
Iopamidol	GOW	1,0	2 (4)	(Dornbirnerach)	Probe 1 1,1 \pm 0,32 $\mu\text{g/l}$ - Probe 2 0,48 \pm 0,14 $\mu\text{g/l}$
Bisoprolol	Tolw-Säugling	0,020	2 (10)	(Dornbirnerach)	Probe 1 0,02 \pm 0,0059 $\mu\text{g/l}$ - Probe 2 0,012 \pm 0,0035

Tabelle 1: Zusammenfassung der Wirkstoffe und Wirkstoffmetaboliten mit Überschreitungen der jeweiligen Bewertungskriterien (QK-chron...chronisches Qualitätskriterium, GOW...gesundheitlicher Orientierungswert, Tolw-Säugling...Toleranzwert Säuglinge) in der Dornbirnerach (Auszug von Tabelle 6 aus Originalbericht [3])

In der Dornbirnerach wurde für Diclofenac in der Minimalbewertung - und damit auch in der Maximalbewertung - das Bewertungskriterium bei beiden Proben nicht eingehalten. Für Azithromycin, Iopamidol und Bisoprolol ergibt sich bei der Maximalbewertung in 3 der untersuchten Proben (jeweils 1 Wert) eine Überschreitung des Bewertungskriteriums.

Für den untersuchten Wirkstoff Bupropion wurde in der der Dornbirnerach von den 20 untersuchten Stellen/Gewässern die Maximalkonzentrationen mit einem Wert von 0,0014 $\mu\text{g/l}$ (gemeinsam mit Pinka) nachgewiesen.

Die Summenbelastungen aller Arzneimittelwirkstoffe (Summenkonzentration) liegt in der Dornbirnerach nach der Minimal- und Maximalbewertung unter 5,0 $\mu\text{g/l}$.

5 Hormone und Wirktest

Insgesamt drei Hormone sind in der Beobachtungsliste (Durchführungsbeschluss 2015/495 der Europäischen Kommission) gelistet Diese umfassen die Östrogene 17 α -Ethinylöstradiol, 17 β -Östradiol und Östron.

Von den fünf untersuchten Hormonen 17 α -Östradiol, 17 β -Östradiol, Östron, Östriol und 17 α -Ethinylöstradiol war mittels chemischer Analytik nur Östron detektierbar. Die Messwerte schwanken österreichweit zwischen nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,00010 $\mu\text{g/l}$) und 0,0014 $\mu\text{g/l}$.

In der Dornbirnerach lag in Probe 1 der Gehalt an Östron bei 0,0002, in Probe 2 bei 0,00026 $\mu\text{g/l}$.

Die Bewertung von Östron erfolgte anhand des chronischen Qualitätskriteriums von 0,0036 $\mu\text{g/l}$ (Ökotoxzentrum, 2018). Dieses Bewertungskriterium wurde in der Dornbirnerach nicht überschritten.

Zusätzlich zur chemischen Einzelstoffanalytik wurde die östrogene Wirkung mittels des ER α -CALUX[®] untersucht.... Im biologischen Test (ER α -CALUX) zeigen österreichweit fast alle Proben eine östrogene Wirkung und verschiedene Einzelprobenergebnisse überschreiten den vom Ökotoxzentrum in der Schweiz empfohlenen Triggerwert von 0,00040 $\mu\text{g EEQ/l}$.

Die beiden Ergebnisse aus der Dornbirnerach (0,00036 $\mu\text{g/l}$ /0,00014) lagen unter diesem Triggerwert.

Zum Vergleich der Ergebnisse der chemischen und der bioindikativen Methode wurden die Einzelstoffergebnisse mittels relativer Potenzen in Östradioläquivalente (EEQ) umgerechnet. Im unteren Konzentrationsbereich liegen die Werte der Wirktests im Schwankungsbereich der berechneten Werte aus den chemischen Untersuchungen. Bei höheren Konzentrationen liegen auch die Rechenwerte der Maximalbewertung unter den Erwartungswerten. Dieser Vergleich beruht auf Annahmen und das östrogene Wirkpotential wird neben den Hormonen auch von weiteren hormonell wirksamen Stoffen beeinflusst. Es ist daher wichtig und empfehlenswert, die Vergleichbarkeit der bioindikativen Verfahren und der chemischen Analytik weiterhin methodisch zu untersuchen.

Im Rahmen der Untersuchungen wurden noch zwei weitere Wirktests zur Bestimmung der herbiziden Wirkung angewandt. Der kombinierte Algentest untersucht die Photosynthese- und die Wachstumshemmung. Während keine der untersuchten Proben das Bewertungskriterium für die Photosynthesehemmung überschreitet, liegen bei der Wachstumshemmung insgesamt acht Proben darüber.

In der Dornbirnerach wurde weder der Triggerwerte für die Photosynthesehemmung noch jener für die Wachstumshemmung überschritten.

6 Fazit

Das vorliegende GZÜV-Sondermessprogramm stellt einen aktuellen Beitrag zur Erfassung einer möglichen Belastung der österreichischen Gewässer mit Arzneimittel und ausgewählten Steroidhormonen dar. Hintergrund sind einerseits die beträchtlichen Verbrauchsmengen an Arzneimittel in Österreich, die gemäß einer Studie des Umweltbundesamts bei mehreren Tonnen pro Tag liegen (Umweltbundesamt, 2016). Auf der anderen Seite erlauben die Entwicklungen im Analytikbereich die Erfassung von immer mehr Stoffen in sehr tiefen Konzentrationsbereichen. ...

Die Ergebnisse der 20 in Österreich beprobten Fließgewässermessstellen (2 Mal beprobt) zeigen, dass in allen Proben Arzneimittelwirkstoffe gefunden wurden. In einzelne Proben wurden bis zu 70 der 90 untersuchten Wirkstoffe und Metaboliten gefunden.

In der Dornbirnerach konnten 44 Wirkstoffe und 4 Metaboliten nachgewiesen werden.

Für einige wenige Wirkstoffe werden Höchstkonzentrationen zwischen 0,10 und 1,0 µg/l gemessen. Häufig liegen die gemessenen Höchstwerte aber zwischen 0,010 und 0,10 µg/l.

Dies trifft auch auf die Befunde aus der Dornbirnerach zu.

Von fünf untersuchten Hormonen konnte österreicherweit – ua auch in der Dornbirnerach - nur Östron nachgewiesen werden.

Eine ökotoxikologische Beurteilung der gemessenen Konzentrationen ist vielfach schwierig. Einerseits liegen nicht für alle Wirkstoffe Bewertungskriterien vor, die nach dem europäischen Leitfaden zur Ableitung von Umweltqualitätsnormen bestimmt wurden. Ein Grund dafür ist, dass für viele, vor allem alte Wirkstoffe, keine oder nicht ausreichend ökotoxikologische Studien und Grundlagendaten verfügbar sind. Bei den vorliegenden Untersuchungen trifft dies auf rund die Hälfte der untersuchten Wirkstoffe zu bzw. wurden ausschließlich trinkwasserbezogene Kriterien für eine Bewertung verwendet. Unter Anwendung der vorliegenden Bewertungskriterien konnten nur für wenige Stoffe Überschreitungen festgestellt werden.

Hervorzuheben sind hierbei Diclofenac, Ibuprofen, Azithromycin, Clarithromycin und Venlafaxin, wobei häufige Überschreitungen der jeweiligen Bewertungskriterien nur für Diclofenac und Ibuprofen beobachtet wurden.

In der Dornbirnerach wurden Überschreitungen bei Diclofenac (Antirheumatikum), Azithromycin (Antibiotikum), Iopamidol (Röntgenkontrastmittel) und Bisoprolol (Beta-Blocker) festgestellt.

Mit zu berücksichtigen ist aber auch, dass für eine Bewertung in der Regel monatliche Untersuchungsdaten eines ganzen Jahres erforderlich sind, sodass die vorliegenden Ergebnisse der zweimaligen Untersuchung vor allem als erste Hinweise zu sehen sind.

Die Ergebnisse sind vergleichbar mit jenen anderen europäischen Ländern. Das Thema der Umweltbelastung durch Arzneimittel wird auch auf europäischer Ebene behandelt.

... Eine Verringerung der Gewässerbelastung mit Arzneimittelwirkstoffen ist möglich und am wirkungsvollsten durch eine Kombination unterschiedlicher Maßnahmen erreichbar. Dazu sind unterschiedliche Aktionsbereiche und Wirkungsfelder zu nennen:

- **Maßnahmen an der Quelle** (intelligentes Produktdesign durch Beachtung bestimmter Eigenschaften wie z.B. die der Abbaubarkeit beim Design, verstärkte Berücksichtigung von Umweltaspekten bei der Zulassung bis hin zu Verboten von Stoffen mit bestimmten Eigenschaften wie z.B. von Stoffen, die persistent, bioakkumulierbar und toxisch (PBT) sind.
- **Maßnahmen bei der Anwendung:** Ausweitung der Rezeptpflicht, Einführung variabler Verpackungen, Informationskampagnen über Verwendung und sachgerechte Entsorgung, zielgruppenspezifische Kommunikation und Aufklärung, Rückkopplung zur Risikobewertung und Zulassung – Aufnahme neuer Informationen in die Risikobewertung/Prüfung der Annahmen usw.
- **Maßnahmen zu Entsorgung:** getrennte Sammlung und Entsorgung von Röntgenkontrastmitteln, weitergehende Behandlung von Mischwasser und von Regenwasser aus Trennkanalisation, weitergehende Abwasserreinigung, usw.

7 Literatur

[1] PHARMIG – Verband der pharmazeutischen Industrie Österreich (Hrg.) (2018): Daten & Fakten 2018 – Arzneimittel und Gesundheitswesen in Österreich. Medieninhaber und Herausgeber HAHN J.O./PHARMIG Wien, Redaktion BAUERNHOFER S., DICK M., Grasl Fair Print Bad Vöslau.

[2] Vbg. LR – Amt der Vorarlberger Landesregierung (Hrg.) (2017): Untersuchung ausgewählter prioritärer und sonstiger Stoffe in kommunalen Kläranlagen und Fließgewässern in Vorarlberg. Projektbericht. CLARA, M, HANEFELD W., SCHEFFKNECHT C., Vorarlberger Landesregierung Bregenz und Umweltbundesamt GmbH Wien.

[3] CLARA M., HARTMANN C. & K. DEUTSCH (2019): Arzneimittelwirkstoffe und Hormone in Fließgewässern - GZÜV Sondermessprogramm 2017/2018; Medieninhaber und Herausgeber Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien.

Die in den *kursiven Textpassagen* angeführten Literaturzitate können dem Originalbericht [3] entnommen werden.

8 Anhang (Auszüge aus Originalbericht)

Zusammenstellung der untersuchten Wirkstoffe und der Bewertungskriterien

Tabelle 2: Zusammenstellung der untersuchten Wirkstoffe, der Indikationsgruppen, der Verwendung als Human- und/oder Veterinärpharmakon sowie der jeweiligen Bestimmungs- (BG) und Nachweisgrenzen (NG). Die Informationen zum Einsatz als Human- und/oder Veterinärarzneimittel sind dem österreichischen Arzneimittelspezialitätenregister (Zulassungen) entnommen (BSG, 2018) sowie der Bewertungskriterien (QK-chron: chronisches Bewertungskriterium, PNEC: predicted no effect concentration, GOW: gesundheitsorientierter Vorsorgewert, TW-TW: Toleranzwert für Trinkwasser für Säuglinge). (aus Kapitel 8.3 – Tabelle 9 im Originalbericht [3])

Parameter	Indikationsgruppe	Verwendung	NG [$\mu\text{g/l}$]	BG [$\mu\text{g/l}$]	Bewertungskriterien		
					Wert [$\mu\text{g/l}$]	Art	Referenz
10,11-Dihydro-10,11-Dihydroxycarbamazepin	Metabolit von Carbamazepin (Antiepileptika)	human	0,00005	0,0001	100	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
4-Acetylaminoantipyrin	Metabolit von Phenazon-Derivaten (Analgetika)	human	0,00005	0,0001	13	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
4-Formylaminoantipyrin	Metabolit von Phenazon-Derivaten (Analgetika)	human	0,00025	0,0005	0,3	GOW	UBA (2018b)
					13	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Acetylsulfamethoxazol	Metabolit von Sulfamethoxazol (Antibiotika)	human	0,00005	0,0001	0,6	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Amidotrizoesäure	Röntgenkontrastmittel	human	0,005	0,01	1	GOW	UBA (2018b)
Amlodipin	Kalziumkanalblocker	human, veterinär	0,005	0,01	0,5	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Amoxicillin	Antibiotika	human, veterinär	0,005	0,01	0,078	QK-chron	UBA (2018a)
Ampicillin	Antibiotika	human, veterinär	0,005	0,01	6	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Atenolol	Beta-Blocker	human	0,00025	0,0005	150	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Atorvastatin	Lipidsenker	human	0,0005	0,001	0,2	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Azithromycin*	Antibiotika	human	0,005	0,01	0,019	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)

Parameter	Indikationsgruppe	Verwendung	NG [$\mu\text{g/l}$]	BG [$\mu\text{g/l}$]	Bewertungskriterien		
					Wert [$\mu\text{g/l}$]	Art	Referenz
Bezafibrat	Lipidsenker	human	0,0005	0,001	2,3	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Bisoprolol	Beta-Blocker	human	0,00005	0,0001	0,02	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Bupropion	Psychoanaleptika	human	0,00005	0,0001	2	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Canrenon (Sironolacton)	Diuretika	human	0,005	0,01	2	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Capecitabin	Antineoplastische Mittel	human	0,00005	0,0001	2	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Carbamazepin	Antiepileptika	human	0,00005	0,0001	0,5	PNEC	JRC (2016a)
Carvedilol	Beta-Blocker	human	0,005	0,01	1	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Citalopram	Psychoanaleptika	human	0,0005	0,001	3,03	PNEC	Minguez et al. (2016)
Clarithromycin*	Antibiotika	human	0,005	0,01	0,12	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Clindamycin	Antibiotika	human, veterinär	0,005	0,01	4	PNEC	UBA (2011)
Clofibrinsäure	Lipidsenker	human	0,0005	0,001	5	QK-chron	UBA (2018a)
Clopidogrel	Antithrombotische Mittel	human	0,00025	0,0005	4	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Codein	Expektoranzien und Antitussiva	human	0,0005	0,001	0,3	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Dehydro-Erythromycin	Metabolit von Erythromycin (Antibiotika)	human	0,005	0,01	0,3	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Diazepam	Psycholeptika	human, veterinär	0,00005	0,0001	0,291	PNEC	JRC (2016a)
Diclofenac*	Antiphlogistika und Antirheumatika	human	0,00005	0,0001	0,05	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Doxycyclin	Antibiotika	human, veterinär	0,005	0,01	0,054	PNEC	UBA (2011b)

Parameter	Indikationsgruppe	Verwendung	NG [$\mu\text{g/l}$]	BG [$\mu\text{g/l}$]	Bewertungskriterien		
					Wert [$\mu\text{g/l}$]	Art	Referenz
Duloxetin	Psychoanaleptika	human	0,005	0,01	0,37	PNEC	Minguez et al. (2016)
Enalapril	Mittel mit Wirkung auf das Renin-Angiotensin-System	human, veterinär	0,00025	0,0005	0,3	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Erythromycin*	Antibiotika	human	0,005	0,01	0,3	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Fenofibrat	Lipidsenker	human	0,005	0,01	1,6	PNEC	UBA (2011b)
Furosemid	Diuretika	human, veterinär	0,0005	0,001	100	PNEC	LUA (2002)
Gabapentin	Antiepileptika	human	0,005	0,01	10	PNEC	UBA (2018a)
Gemfibrozil	Lipidsenker	human	0,0005	0,001	0,85	PNEC	JRC (2016b)
Gliclazid	Antidiabetika	human, veterinär	0,00005	0,0001	0,5	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Guafenisin	Expektoranzien und Antitussiva	human	0,005	0,01	40	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Hydrochlorothiazid	Diuretika	human	0,0005	0,001	33	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Ibuprofen	Antiphlogistika und Antirheumatika	human	0,005	0,01	0,011	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Iohexol	Röntgenkontrastmittel	human	0,005	0,01	1.000	PNEC	UBA (2011b)
Iomeprol	Röntgenkontrastmittel	human	0,005	0,01	2	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Iopamidol	Röntgenkontrastmittel	human	0,005	0,01	1	GOW	UBA (2018b)
					15	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Iopromid	Röntgenkontrastmittel	human	0,005	0,01	6.800	PNEC	UBA (2011b)
Ioversol	Röntgenkontrastmittel	human	0,005	0,01	2	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)

Parameter	Indikationsgruppe	Verwendung	NG [$\mu\text{g/l}$]	BG [$\mu\text{g/l}$]	Bewertungskriterien		
					Wert [$\mu\text{g/l}$]	Art	Referenz
Irbesartan	Mittel mit Wirkung auf das Renin-Angiotensin-System	human	0,00025	0,0005	700	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Josamycin	Antibiotika	human	0,005	0,01	3	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Ketoprofen	Antiphlogistika und Antirheumatika	human, veterinär	0,0005	0,001	3,12	PNEC	UBA (2011b)
Koffein	Psychoanaleptika	human, veterinär	0,005	0,01	87	PNEC	JRC (2016a)
Levetiracetam	Antiepileptika	human	0,005	0,01	100	PNEC	Minguez et al. (2016)
Mefenaminsäure	Antiphlogistika und Antirheumatika	human	0,0005	0,001	1	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Metformin	Antidiabetika	human	0,005	0,01	160	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Metoprolol	Beta-Blocker	human	0,00025	0,0005	8,6	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Metronidazol	Antibiotika	human, veterinär	0,0005	0,001	36	PNEC	UBA (2011b)
Naproxen	Antiphlogistika und Antirheumatika	human	0,005	0,01	1,7	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Oxazepam	Psycholeptika	human	0,00005	0,0001	2	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Oxcarbazepin	Antiepileptika	human	0,00025	0,0005	2	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Oxytetracyclin	Antibiotika	human, veterinär	0,005	0,01	1,1	PNEC	UBA (2011b)
Pantoprazol	Antazida	human	0,00025	0,0005	2	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Paracetamol	Analgetika	human, veterinär	0,005	0,01	136	PNEC	JRC (2016a)
Penicillin G	Antibiotika	human, veterinär	0,005	0,01	3,38	PNEC	UBA (2011b)
Penicillin V	Antibiotika	human, veterinär	0,005	0,01	0,6	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)

Parameter	Indikationsgruppe	Verwendung	NG [$\mu\text{g/l}$]	BG [$\mu\text{g/l}$]	Bewertungskriterien		
					Wert [$\mu\text{g/l}$]	Art	Referenz
Pentoxifyllin	Vasodilatoren	human	0,00005	0,0001	20	PNEC	UBA (2011b)
Phenazon	Analgetika	human	0,00025	0,0005	1,1	QK-chron	UBA (2018a)
Primidon	Antiepileptika	human	0,00025	0,0005	0,32	PNEC	UBA (2011b)
Propranolol	Beta-Blocker	human	0,0005	0,001	0,16	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Propyphenazon	Analgetika	human	0,0005	0,001	0,8	QK-chron	UBA (2018a)
Prothipendyl	Psycholeptika	human	0,005	0,01	2	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Quetiapin	Psycholeptika	human	0,00025	0,0005	0,1	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Ranitidin	Antazida	human	0,005	0,01	15	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Roxithromycin	Antibiotika	human	0,005	0,01	0,2	PNEC	UBA (2011b)
Salbutamol	Bronchodilatoren und Sympathomimetika	human	0,0005	0,001	0,1	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Sertralin	Psychoanaleptika	human	0,005	0,01	0,1	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Sitagliptin	Antidiabetika	human	0,005	0,01	0,2	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Sotalol	Beta-Blocker	human	0,0005	0,001	12	PNEC	UBA (2011b)
Sulfadiazin	Antibiotika	human, veterinär	0,0005	0,001	1,35	PNEC	UBA (2011b)
Sulfadimethoxin	Antibiotika	human, veterinär	0,0005	0,001	0,0088	PNEC	UBA (2011b)
Sulfadimidin	Antibiotika	veterinär	0,0005	0,001	30	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Sulfadoxin	Antibiotika	veterinär	0,0005	0,001	13	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)

Parameter	Indikationsgruppe	Verwendung	NG [$\mu\text{g/l}$]	BG [$\mu\text{g/l}$]	Bewertungskriterien		
					Wert [$\mu\text{g/l}$]	Art	Referenz
Sulfamethoxazol	Antibiotika	human, veterinär	0,0005	0,001	0,6	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Sulfathiazol	Antibiotika	human	0,00025	0,0005	3,42	PNEC	UBA (2011b)
Temazepam	Psycholeptika	human	0,005	0,01	0,2	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Terbutalin	Bronchodilatoren und Sympathomimetika	human	0,005	0,01	0,2	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Theophyllin	Bronchodilatoren und Sympathomimetika	human	0,005	0,01	2	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Tramadol	Analgetika	human, veterinär	0,00005	0,0001	0,32	PNEC	UBA (2011b)
Trazodon	Psychoanaleptika	human	0,0005	0,001	0,3	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Trimethoprim	Antibiotika	human, veterinär	0,00005	0,0001	120	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Valaciclovir	Antivirale Mittel	human	0,005	0,01	2	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Valsartan	Mittel mit Wirkung auf das Renin-Angiotensin-System	human	0,00025	0,0005	560	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Venlafaxin	Psychoanaleptika	human	0,00005	0,0001	0,038	PNEC	JRC (2016b)
Verapamil	Kalziumkanalblocker	human	0,0005	0,001	3	TW-TW	Umweltbundesamt (2017)
Östron		-	0,00005	0,0001	0,0036	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
17 α -Östradiol		-	0,00005	0,0001	0,00041	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
17 β -Östradiol		-	0,00005	0,0001	0,0004	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)
Östriol		-	0,0003	0,0006	-		-

Parameter	Indikationsgruppe	Verwendung	NG [$\mu\text{g/l}$]	BG [$\mu\text{g/l}$]	Bewertungskriterien		
					Wert [$\mu\text{g/l}$]	Art	Referenz
17 α -Ethinylöstradiol		-	0,00005	0,0001	0,000037	QK-chron	Oekotoxzentrum (2018)

* Markierte Arzneimittelwirkstoffe sind in der europäischen Beobachtungsliste angeführt

Vorarlberg – Konzentrationen

Tabelle 3: Konzentrationen [$\mu\text{g/l}$] der Arzneimittelwirkstoffe, der Metaboliten und der Hormone in der Dorbirnerach. (aus Kapitel 8.5.8 – Tabelle 23 im Originalbericht [3])

Parameter	GZÜV-NR.	NG [$\mu\text{g/l}$]	BG [$\mu\text{g/l}$]	Dorbirnerach	
GZÜV-ID / GZÜV Name				FW80224047 / Lauterach	
Abwasseranteil (bezogen auf Mittelwasserführung MQ) [%]				12	
Dihydroxycarbamazepin	F1050	0,00005	0,0001	0,11 \pm 0,033	0,053 \pm 0,016
4-Acetylaminoantipyrin	F1051	0,00005	0,0001	0,10 \pm 0,0306	0,040 \pm 0,012
4-Formylaminoantipyrin	F1052	0,00025	0,0005	0,093 \pm 0,028	0,12 \pm 0,037
Acetylsulfamethoxazol	F1053	0,00005	0,0001	0,00068 \pm 0,00020	0,00037 \pm 0,00011
Amidotrizoesäure	F1054	0,005	0,01	0,25 \pm 0,076	0,097 \pm 0,029
Amlodipin	F1055	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Amoxicillin	F1056	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Ampicillin	F1057	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Atenolol	F1058	0,00025	0,0005	0,0027 \pm 0,00081	0,0025 \pm 0,00074
Atorvastatin	F1059	0,0005	0,001	0,0089 \pm 0,0027	0,0025 \pm 0,00074
Azithromycin*	F1027	0,005	0,01	0,019 \pm 0,0056	0,014 \pm 0,0042
Bezafibrat	F1060	0,0005	0,001	0,0099 \pm 0,0030	0,0067 \pm 0,0020
Bisoprolol	F1061	0,00005	0,0001	0,020 \pm 0,0059	0,012 \pm 0,0035
Bupropion	F1062	0,00005	0,0001	0,00054 \pm 0,00016	0,0011 \pm 0,00033
Canrenon (Sironolacton)	F1063	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Capecitabin	F1064	0,00005	0,0001	0,0014 \pm 0,00041	0,00028 \pm 0,000085
Carbamazepin	F1065	0,00005	0,0001	0,047 \pm 0,014	0,032 \pm 0,0097
Carvedilol	F1066	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Citalopram	F1067	0,0005	0,001	0,011 \pm 0,0032	0,0057 \pm 0,0017
Clarithromycin*	F1026	0,005	0,01	0,025 \pm 0,0074	0,012 \pm 0,0037
Clindamycin	F1068	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Clofibrinsäure	F1069	0,0005	0,001	n.n.	n.n.
Clopidogrel	F1070	0,00025	0,0005	0,0013 \pm 0,00039	0,00074 \pm 0,00022
Codein	F1071	0,0005	0,001	<BG	n.n.
Dehydro-Erythromycin	F1072	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Diazepam	F1073	0,00005	0,0001	0,00022 \pm 0,000065	0,00019 \pm 0,000057
Diclofenac*	F1024	0,00005	0,0001	0,085 \pm 0,026	0,11 \pm 0,033
Doxycyclin	F1074	0,005	0,01	n.n.	n.n.

Parameter	GZÜV-NR.	NG [$\mu\text{g/l}$]	BG [$\mu\text{g/l}$]	Dorbirnerach	
GZÜV-ID / GZÜV Name				FW80224047 / Lauterach	
Duloxetine	F1075	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Enalapril	F1076	0,00025	0,0005	n.n.	n.n.
Erythromycin*	F1025	0,005	0,01	<BG	n.n.
Fenofibrat	F1078	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Furosemid	F1079	0,0005	0,001	0,050 \pm 0,015	0,02 \pm 0,0061
Gabapentin	F1080	0,005	0,01	0,62 \pm 0,18	0,31 \pm 0,093
Gemfibrozil	F1081	0,0005	0,001	0,0011 \pm 0,00034	<BG
Gliclazid	F1082	0,00005	0,0001	<BG	0,00059 \pm 0,00018
Guafenisin	F1083	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Hydrochlorothiazid	F1084	0,0005	0,001	0,13 \pm 0,039	0,015 \pm 0,0044
Ibuprofen	F1085	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Iohexol	F1086	0,005	0,01	0,043 \pm 0,013	0,048 \pm 0,014
Iomeprol	F1087	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Iopamidol	F1088	0,005	0,01	1,1 \pm 0,32	0,48 \pm 0,14
Iopromid	F1089	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Ioversol	F1090	0,005	0,01	0,027 \pm 0,0081	n.n.
Irbesartan	F1091	0,00025	0,0005	0,0019 \pm 0,00058	0,0036 \pm 0,0011
Josamycin	F1092	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Ketoprofen	F1093	0,0005	0,001	<BG	n.n.
Koffein	F1094	0,005	0,01	0,042 \pm 0,013	0,013 \pm 0,0039
Levetiracetam	F1095	0,005	0,01	<BG	n.n.
Mefenamensäure	F1096	0,0005	0,001	0,021 \pm 0,0064	0,014 \pm 0,0041
Metformin	F1097	0,005	0,01	0,14 \pm 0,042	0,043 \pm 0,013
Metoprolol	F1098	0,00025	0,0005	0,043 \pm 0,013	0,026 \pm 0,0079
Metronidazol	F1099	0,0005	0,001	0,0046 \pm 0,0014	0,0015 \pm 0,00046
Naproxen	F1100	0,005	0,01	0,037 \pm 0,011	<BG
Oxazepam	F1101	0,00005	0,0001	0,024 \pm 0,0073	0,019 \pm 0,0058
Oxcarbazepin	F1102	0,00025	0,0005	0,0033 \pm 0,0010	0,0035 \pm 0,0011
Oxytetracyclin	F1103	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Pantoprazol	F1104	0,00025	0,0005	0,00054 \pm 0,00016	0,0025 \pm 0,00076

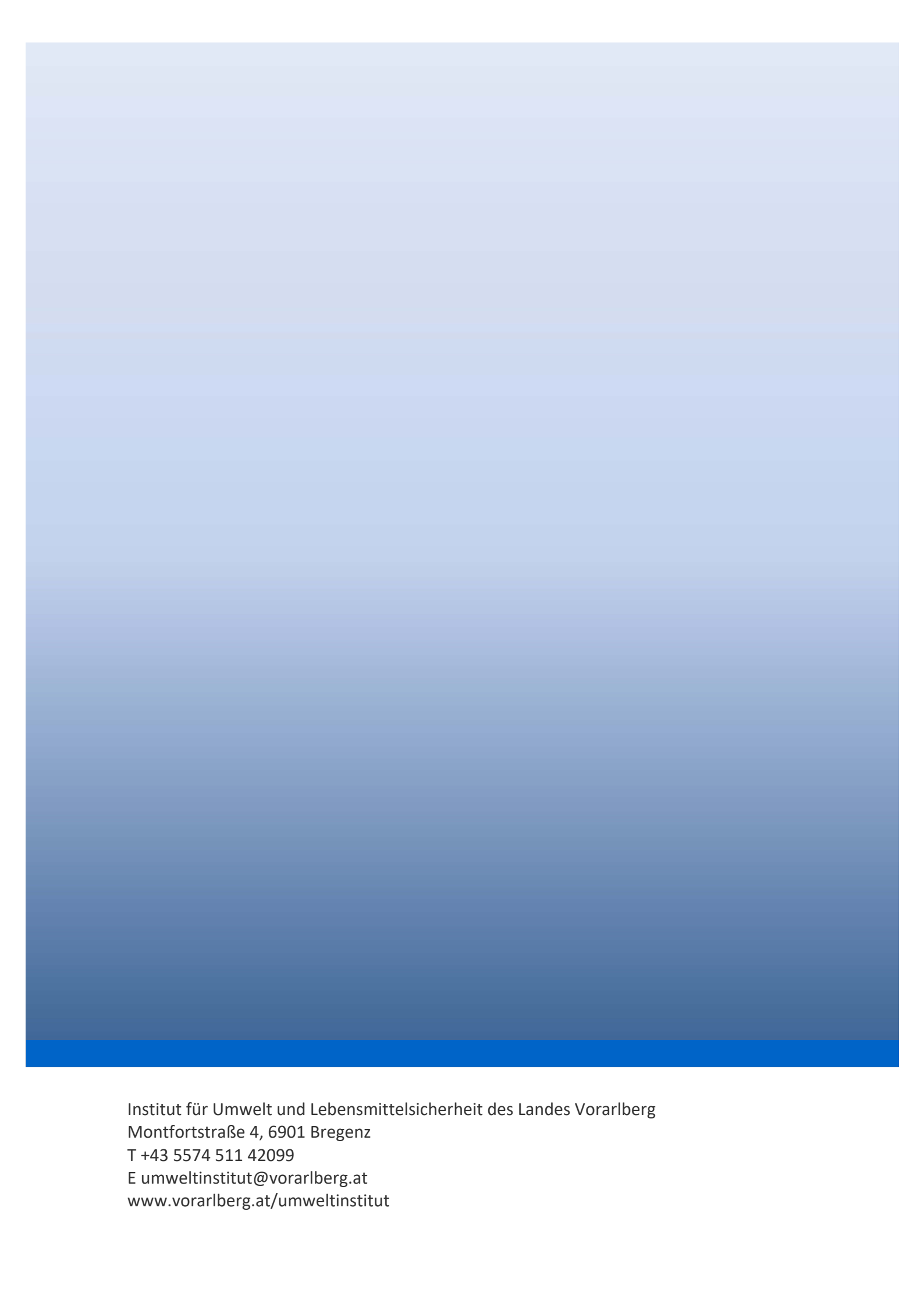
Parameter	GZÜV-NR.	NG [$\mu\text{g/l}$]	BG [$\mu\text{g/l}$]	Dorbirnerach	
GZÜV-ID / GZÜV Name				FW80224047 / Lauterach	
Paracetamol (Acetaminophen)	F1105	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Penicillin G	F1106	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Penicillin V	F1107	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Pentoxifyllin	F1108	0,00005	0,0001	<BG	n.n.
Phenazon	F1109	0,00025	0,0005	0,0073 \pm 0,0022	0,0063 \pm 0,0019
Primidon	F1110	0,00025	0,0005	0,0080 \pm 0,0024	0,0063 \pm 0,0019
Propranolol	F1111	0,0005	0,001	0,0019 \pm 0,00058	0,0011 \pm 0,00034
Propyphenazon	F1112	0,0005	0,001	n.n.	n.n.
Prothipendyl	F1113	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Quetiapin	F1114	0,00025	0,0005	0,0010 \pm 0,00030	0,00068 \pm 0,00020
Ranitidin	F1115	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Roxithromycin	F1116	0,005	0,01	<BG	n.n.
Salbutamol	F1117	0,0005	0,001	n.n.	n.n.
Sertralin	F1118	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Sitagliptin	F1119	0,005	0,01	0,064 \pm 0,019	0,047 \pm 0,014
Sotalol	F1120	0,0005	0,001	0,006 \pm 0,0018	0,0045 \pm 0,0014
Sulfadiazin	F1121	0,0005	0,001	n.n.	n.n.
Sulfadimethoxin	F1122	0,0005	0,001	n.n.	n.n.
Sulfadimidin	F1123	0,0005	0,001	n.n.	<BG
Sulfadoxin	F1124	0,0005	0,001	n.n.	n.n.
Sulfamethoxazol	F1125	0,0005	0,001	0,020 \pm 0,0059	0,0034 \pm 0,0010
Sulfathiazol	F1126	0,00025	0,0005	n.n.	n.n.
Temazepam	F1127	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Terbutalin	F1128	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Theophyllin	F1129	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Tramadol	F1130	0,00005	0,0001	0,030 \pm 0,0089	0,014 \pm 0,0042
Trazodon	F1131	0,0005	0,001	0,0068 \pm 0,0020	0,0048 \pm 0,0015
Trimethoprim	F1132	0,00005	0,0001	0,0078 \pm 0,0024	0,0039 \pm 0,0012
Valaciclovir	F1133	0,005	0,01	n.n.	n.n.
Valsartan	F1134	0,00025	0,0005	0,26 \pm 0,077	0,16 \pm 0,048

Parameter	GZÜV-NR.	NG [$\mu\text{g/l}$]	BG [$\mu\text{g/l}$]	Dornbirnerach	
GZÜV-ID / GZÜV Name				FW80224047 / Lauterach	
Venlafaxin	F1135	0,00005	0,0001	0,024 \pm 0,0071	0,015 \pm 0,0045
Verapamil	F1136	0,0005	0,001	n.n.	n.n.
Östron	F1031	0,00005	0,0001	0,00020 \pm 0,000060	0,00026 \pm 0,000078
17 α -Östradiol	F1034	0,00005	0,0001	n.n.	n.n.
17 β -Östradiol	F1030	0,00005	0,0001	n.n.	n.n.
17 α -Ethinylöstradiol	F1029	0,00005	0,0001	n.n.	n.n.
Östriol	F1077	0,0003	0,0006	n.n.	n.n.

Ergebnisse der biologischen Wirktests

Tabelle 4: Zusammenstellung der Ergebnisse der biologischen Wirktests als Diuronäquivalente (DEQ) für die Photosynthesehemmung und die Wachstumshemmung und als Östradioläquivalente (EEQ) für die östrogene Aktivität. Es sind die Ergebnisse der zwei Probenahmen angegeben. (aus Kapitel 8.7 – Tabelle 24 im Originalbericht [3])

Messstelle	Kombinierter Algentest [$\mu\text{g DEQ/l}$]		ER α -CALUX® [$\mu\text{g EEQ/l}$]
	Photosynthese-Hemmung (2h)	Wachstums-Hemmung (24h)	Östrogene Aktivität
FW80224047 – Dornbirnerach	0,0077 / 0,0042	0,082 / \leq 10% Effekt	0,00036 / 0,00014



Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg
Montfortstraße 4, 6901 Bregenz
T +43 5574 511 42099
E umweltinstitut@vorarlberg.at
www.vorarlberg.at/umweltinstitut