

oek

ÄRZTINNEN
UND ÄRZTE FÜR
UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE
L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER
L'AMBIENTE



2/22

SKOP



Medikamente in der Umwelt

Aus dem Körper, aus dem Sinn?



Abfall aus der Arzneimittelproduktion
Die Pharmaindustrie lässt ihren alten Müll herumliegen



Milchwirtschaft ohne Antibiotika
Ein Konzept, das resistente Bakterien im Zaum hält

Editorial	3
Abfall aus der Arzneimittelproduktion im Grundwasser Martin Forter, AefU	4
«Das beste Konzept gegen Umweltgifte: Schutz an der Quelle» Interview mit Dr. iur. et dipl. chem. Hans Mauer, Zürich	8
Toxisches Titandioxid bedroht Umwelt und Gesundheit Lic. iur. Adrian Ettwein, Rechtsanwalt, Bern	12
Medikamente in den Gewässern der Welt Dr. Nathalie Chèvre, IDYST, Universität Lausanne VD	16
Viel Tiermedizin – wenig Wissen über die Umweltfolgen Deutsches Umweltbundesamt UBA	18
Milchproduktion ohne Antibiotika auf dem Lehenhof Janine Braun, MSc ETH Agrarw., Rothrist AG	21
Kometian – eine Alternative zu Antibiotika im Stall Dr. med. vet. Nicole Studer, Leiterin Kometian-Beratungsstelle	24
Bestellen: Terminkärtchen und Rezeptblätter	27
Die Letzte	28

17. Juni 2022

Titelbild: © Shutterstock,
Montage Christoph Heer



www.aefu.ch/jahresbericht2021

Liebe Leserin

Lieber Leser

Wenn Medikamente, die Mensch oder Tier heilen sollen, der Umwelt schaden, ist das Ziel von «One Health» besonders offensichtlich noch weit entfernt. Dieses OEKOSKOP über Medikamente in der Umwelt beginnt mit den Altlasten, welche die Pharmaindustrie der Natur in Form von Abfällen aus der Arzneimittelproduktion seit Jahrzehnten zumutet. Sie reagieren in den Chemiemülldeponien, verändern sich teilweise zu hochtoxischen Stoffen, laufen aus, sickern ins Grundwasser und sind eine Gefahr für unser Trinkwasser (Beitrag Forter, S. 4).

Ist ein Arzneimittel einmal zugelassen, interessiert wenig, was seine Ausgangsstoffe, das Medikament selbst und seine Abbauprodukte in der Umwelt anrichten. Denn die Sicherheitsüberwachung nach der Zulassung eines Wirkstoffs kennt kein Umweltkapitel. Die Rechtsgrundlage, um für Arzneistoffe eine Umweltverträglichkeitsprüfung einzufordern, wäre jedoch schon heute vorhanden, sagt Rechtsanwalt und Chemiker Hans Maurer (Interview, S. 8).

Eine besonders problematische und äusserst langlebige Substanz kommt auch in Medikamenten zum Einsatz: Titandioxid als Weissmacher, Schutzfilm und Füllstoff. Weil chemisch hochstabil, sei der Stoff angeblich unbedenklich. Doch selbst die Zulassungsbehörden unterschätzen ihn. Umso mehr, wenn er als Nanopartikel vorliegt (Beitrag Ettwein, S. 12).

Nachdem die eingenommenen Medikamente Mensch und Tier wieder verlassen haben, sind sie erstmals ein Problem für die Gewässer und ihre sensiblen Bewohner:innen. Eine neue Studie zeigt: Weltweit sind sie den Einträgen aus der «Gesundheitsindustrie» ausgesetzt. Um dies zu ändern, müssen die Welt der Medizin und die Welt der Umweltwissenschaften enger zusammenarbeiten (Beitrag Chèvre, S. 16). Das ist, was die AefU wollen und selbst tun.

Aus der Viehzucht stammt ein erheblicher Anteil der Arzneimittelrückstände. Sie gelangen mit Mist und Gülle direkt auf die Felder. Die dadurch verursachten Schäden sind weitgehend unerforscht. Praktisch unbekannt sind die Effekte der Wirkstoffkombinationen, welche oft in den Tierexkrementen stecken. Das gilt für Deutschland und ist in der Schweiz nicht anders (Beitrag deutsches Umweltbundesamt, S. 18).

Noch immer erhalten Nutztiere viel zu häufig Antibiotika. Das verschärft das Problem der Resistenzen. Nicht so auf dem Lehenhof in Rothrist AG. Er setzt bei der Zucht seiner Milchkuhe auf Robustheit statt auf Leistung, womit sich Antibiotika praktisch von selbst erübrigen (Beitrag Braun, S. 21). Das ist auch das Ziel des Vereins BioFair Schweiz. Und für so produzierte tierische Produkte entsteht gerade ein neuer Markt.

Tierhalter:innen, die weitgehend auf synthetische Arzneien verzichten wollen, setzen auf komplementäre Therapiemethoden. Diese verlangen eine sorgfältige Beobachtung der Tiere und ihres Umfeldes. Die Kometian-Beratungsstelle schult und begleitet Landwirt:innen bei der homöopathischen Behandlung ihrer Herden und empfiehlt das richtige Globuli aus der Stallapotheke (Beitrag Studer, S. 24).

Ob bei Tier oder Mensch, die beste Strategie gegen Medikamente in der Umwelt ist gar nicht erst krank zu werden. In diesem Sinne wünschen wir: Bleiben Sie robust und fröhlich. Trotz allem.



Stephanie Fuchs, leitende Redaktorin



Abfall aus der Arzneimittelproduktion im Grundwasser

Martin Forter, AefU

Ein Sammelsurium alter, inzwischen teilweise verbotener Medikamente sickert aus einigen der Chemiemülldeponien der Basler Pharmaindustrie. Es könnten noch mehr auslaufen, als man schon weiss.

«Antidepressiva im Quellwasser – es reicht Herr Vasella» betitelt Greenpeace Schweiz eine Medienmitteilung Ende Juni 2000. Die Umweltorganisation hatte in der Quelle Sainte-Fromont, einem kleinen Pilgerbrunnen neben der Chemiemülldeponie im jurassischen Bonfol, das Antiepileptikum und Psychopharmakon Tegretol von Novartis nachgewiesen, das 1959 auf den Markt kam. Greenpeace brachte ein Fass des verschmutzten Quellwassers über den Zugersee in den Garten von Daniel Vasella, Mediziner und damals Novartis-Verwaltungsratspräsident (vgl. Foto S. 7). Die Forderung: Novartis solle die Deponie Bonfol endlich komplett ausheben. Dorthin lieferte die Basler Chemie von 1961 bis 1976 ganze 114 000 Tonnen Chemiemüll.

Im Umfeld der Industrie heisst es, die damaligen Tegretol-Funde und der medienwirksame Besuch beim Novartis-Chef habe entscheidend dazu beigetragen, dass die Basler Chemie- und Pharmafirmen die Chemiemülldeponie Bonfol schliesslich für rund 400 Millionen Franken totalsanierten.

Tegretol läuft noch immer aus

Die Deponie Bonfol ist weitgehend Geschichte. Das Novartis-Medikament Tegretol aber sickert in der Region Basel weiterhin aus den Abfallhalden des Konzerns, die er bisher nicht oder nicht richtig aufräumen liess (vgl. Karte S. 6). So etwa aus der Deponie Maienbühl in Riehen BS, wo Tegretol die seit längerem ungenutzte Trinkwasserfassung «Hintere Au» schon über 25 Jahren verschmutzt. Verunreinigt eine

Atlast eine Trinkwasserfassung, muss die Deponie saniert werden, so verlangt es die Atlastenverordnung seit 1998. In Riehen aber geschah nichts – bis sich die Gemeinde 2020 eines Tricks bediente: Der Gemeinderat beschloss, die Trinkwasserschutzzone aufzuheben und leitete das dazu notwendige Verfahren ein. Die «Hintere Au» wäre damit keine Trinkwasserfassung mehr, womit auch die Sanierungspflicht für die Deponie Maienbühl entfallen würde. Dies wollen fünf Ortsparteien und vier Umweltorganisationen nicht akzeptieren. Aktuell sammeln sie in Riehen Unterschriften für eine Initiative, die den Schutz der Trinkwasserquelle sowie die Sanierung der Deponie durch die Verursacher:innen verlangt.

Tegretol belastet auch das Grundwasser bei der Feldbrengrube in Muttenz BL. In dieser ehemaligen Kiesgrube haben die Novartis-Vorgängerfirmen J. R. Geigy AG und Ciba AG von ca. 1940 bis 1957 nach eigenen Angaben 13 500 bis 25 000 Tonnen Chemiemüll abgelagert. Der Sondermüll liegt noch immer unweit der Trinkwasserfassungen, woher 230 000 Menschen in der Stadt und der Agglomeration Basel ihr Trinkwasser beziehen. Ob der Chemiemüll dieses verschmutzt, ist umstritten.

Im Grundwasser bei der Feldbrengrube liess sich auch das 1912 von Ciba entwickelte Beruhigungsmittel und Antiepileptikum N-Allylbarbital nachweisen, das lange Jahre Bestandteil der Medikamente Cibalgin und Dial Ciba war.

Über die Umweltwirkung der alten, inzwischen oft verbotenen Medikamente (vgl. Tabelle) ist meist wenig bis nichts bekannt. Ihre Humantoxizität steht bei den Deponien

in der Regel nicht im Vordergrund, weil darin andere Schadstoffe viel giftiger sind. Allerdings wurden die Medikamente teilweise mit Hilfe von Substanzen hergestellt, die sehr toxisch sind und mit dem Chemiemüll auf den Abfallhalden landeten, wie die nachstehenden Beispiele Antipyrin und Butazolidin zeigen.

Schmerzmittel Antipyrin

Antipyrin (Wirkstoff Phenazone) ist ursprünglich eine Entwicklung der deutschen Höchst AG. Die Basler Firmen Ciba, Geigy und Sandoz AG kopierten das fiebersenkende und schmerzstillende Medikament teils schon vor 1900. Es ist noch heute im

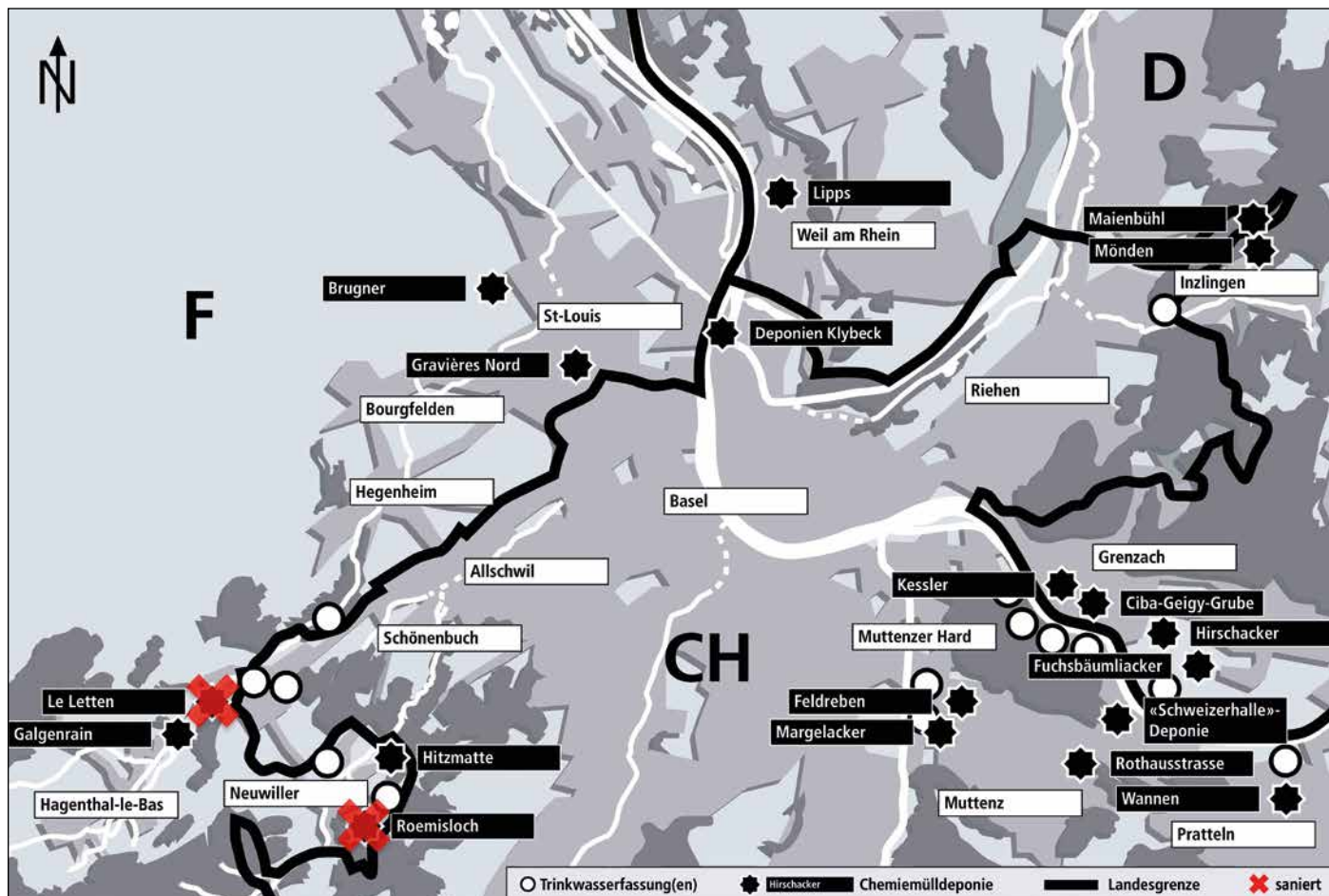
Deponien: Unterschiedlicher Wissensstand

Für die meisten Chemiemülldeponien in der trinationalen Region Basel (vgl. Karte S. 6) und in der Schweiz sind heute die Chemie- und Pharmafirmen BASF, Clariant, Lonza, Novartis, Roche und Syngenta (ChemChina) verantwortlich. Der Wissensstand zu den Deponien ist unterschiedlich. Einige sind relativ gut recherchiert, ihr Inhalt mehr oder weniger dokumentiert und die Grundwasserverschmutzung einigermaßen bis punktuell gut untersucht. Über andere Standorte aber ist praktisch nichts bekannt. Beispielsweise über den Chemiemüll unter öffentlichen Strassen und sogar bei einem Kinderspielplatz in Basler Stadtteil Klybeck: Obwohl sie spätestens seit 1988 davon wissen, haben BASF und Novartis bzw. das Amt für Umwelt und Energie Basel-Stadt sie bis heute nicht untersucht.¹

¹ Vgl. «Chemiemüll passt nicht zu Kinderspielplatz», in: OEKOSKOP 4/17.

Medikamente in Chemiemülldeponien

Arzneiwirkstoff	Markenname (Beispiele)	CAS-Nummer	Hersteller	Jahr der Markteinführung / des Patents	Medizinische Indikation	Aktuell auf dem Markt?	Wirkstoff nachgewiesen bei Deponie (im Wasser)	Deponierung Produktionsabfall dokumentiert	Bemerkung
Aminophenazon	Bestandteil von Irgapyrin, Cibalgin	58-15-1	J. R. Geigy AG	1939	Fieber senkend und Schmerz dämpfend	Nein	Bonfol JU, Roemisloch (F), Hirschacker (D)		
Amphetamin		300-62-9					Roemisloch (F)		Betäubungsmittel, Verzeichnis A
Aprobarbital	Alurate (Roche AG)	77-02-1		1923	Schlaf- und Beruhigungsmittel	Nein	Feldreben BL, Hirschacker (D), Mergelacker BL		Im Trinkwasser nachgewiesen
Barbital	Bestandteil von Plexonal, Sandoxal (beide Sandoz AG)	57-44-3		1882	Schlaf- und Beruhigungsmittel	Nein	Feldreben BL, Le Letten (F), Roemisloch (F)		Betäubungsmittel, Verzeichnis B
unbekanntes Barbiturat							Maienbühl BS		
Bromazepam	Lexotanil	1812-30-2	Roche AG	1962	Beruhigungsmittel	Ja		Teuftal BE	Betäubungsmittel, Verzeichnis B
Butalbital	Bestandteil von Optalidon, Sandoptal (beide Sandoz AG)	77-26-9		1925	Schmerz- und Beruhigungsmittel	Nein	Bonfol JU, Feldreben BL, Le Letten (F), Mergelacker BL		Betäubungsmittel, Verzeichnis B; im Trinkwasser nachgewiesen
Carbamazepin	Tegretol	298-46-4	J. R. Geigy AG, Novartis AG	1959	Antiepileptikum; bei Neuralgie; Psychopharmakon	Ja	Bonfol JU, Feldreben BL, Le Letten (F), Maienbühl BS, Roemisloch (F), Rothausstrasse BL, Wannan BL, Schweizerhalle BL (Areal)	Kölliken AG, Teuftal BE	Im Rhein und in Trinkwasser nachgewiesen; Z.B. 1996 im Areal Klybeck BS hergestellt
Clioquinol	Vioform, Entero-Vioform	130-26-7	Ciba AG, Ciba-Geigy AG	1900	Früher zur Behandlung unspezifischer Darmkrankheiten; heute bei infizierten Hauterkrankungen	Ja		Feldreben BL, Bonfol JU, Kölliken AG	
Cropropamid	Bestandteil von Micoren	633-47-6	Ciba AG	1956	Atmungsstimulans	Nein	Feldreben BL, Hirschacker (D), Maienbühl BS, Rothausstrasse BL		Doping-Liste 2022 der Swiss Sport Integrity
Crotamiton	Eurax	483-63-6	J. R. Geigy AG	1946	Krätzemittel	Ja	Bonfol BL, Felreben BL, Le Letten (F), Maienbühl BS, Roemisloch (F), Schweizerhalle BL (Areal)		
Crotetamid	Bestandteil von Micoren	6168-76-9	J. R. Geigy AG	1956; Rückzug durch Ciba-Geigy AG 1988	Atmungsstimulans; Kreislauf	Nein	Feldreben BL, Hirschacker (D), Le Letten (F), Roemisloch (F), Rothausstrasse BL		Doping-Liste 2022 der Swiss Sport Integrity
Cyclobarbital	Phanadorm	52-31-3	Bayer AG	1924	Beruhigungsmittel	Nein	Roemisloch (F), Feldreben BL		Betäubungsmittel, Verzeichnis B
Diclofenac	Voltaren	15307-86-5	J. R. Geigy AG, Ciba-Geigy AG	1968	Antirheumatikum; Schmerzmittel	Ja		Bonfol JU, Teuftal BE	Im Rhein und zahlreichen Oberflächengewässern nachgewiesen
Enallypropymal	Narconumal	1861-21-8	Roche AG	1936	Beruhigungsmittel; Hypnotikum	Nein	Mergelacker BL		
Glutethimid	Doriden	77-21-4	wahrscheinlich Ciba AG	1955; Rückzug durch Ciba-Geigy 1986	Schlaf- und Beruhigungsmittel	Nein	Feldreben BL, Le Letten (F), Roemisloch (F)		Betäubungsmittel, Verzeichnis B
Heptabarbital	Medomin	509-86-4	J. R. Geigy AG	1944; Rückzug durch Ciba-Geigy 1986	Schlaf- und Beruhigungsmittel	Nein	Feldreben BL, Hirschacker (D), Le Letten (F), Maienbühl BS, Roemisloch (F), Rothausstrasse BL		
Imipramine	Torfranil	113-52-0	J. R. Geigy AG	1956	Antidepressivum	Nein		Bonfol JU, Roemisloch (F)	
Lidocain	Xylocaine	137-58-6	Astra	1948	Lokalanästhetikum	Ja	Hirschacker (D), Maienbühl BS, Roemisloch (F)		Auch in Insektiziden eingesetzt
Mephobarbital		115-38-8			Sedativum; Antiepileptikum	Nein	Feldreben BL		Betäubungsmittel, Verzeichnis B
N-Allylbarbital; Allobarbital	Bestandteil von Cibalgin, Dial Ciba	52-43-7	Ciba AG, Ciba-Geigy AG	1912	Sedativum; Antiepileptikum	Nein	Feldreben BL		Betäubungsmittel, Verzeichnis B
Nikethamid	Coramin	59-26-7	Ciba AG	1924	Stimulans	Ja		Feldreben BL,	Doping-Liste 2022 der Swiss Sport Integrity
Phenazon	Antipyrin	60-80-0	Knorr/Filehne, später Höchst AG	1895	Fieber senkend; Schmerzmittel	Ja	Feldreben BL, Gamsenried VS, Kessler (D), Le Letten (F), Roemisloch (F)	Teuftal BE	Hergestellt mit Phenylhydrazin, bei dessen Synthese gemäss Lonza
Phenobarbital	Bestandteil von Bellergal (Sandoz), Neuro-Trasentin (Ciba)	50-06-6	Bayer AG	1911	Antiepileptikum	Ja	Le Letten (F)		Benzdin entstanden sei Betäubungsmittel Verzeichnis B, IARC Kategorie 2b
Phenylbutazon	Butazolidin	50-33-9	J. R. Geigy AG	1946	Antirheumamittel	Nein	Feldreben BL, Hirschacker (D)	Roemisloch (F)	Hergestellt mit Hydrazobenzol; auch eingesetzt für die Produktion von Benzdin
Pyrrithylidone	Benedorm	77-04-3	Roche AG	1959	Seditativum; Hypnotikum	Nein	Hirschacker (D)		
Sulfisomidine	Elkosin	515-64-0	Geigy AG, Ciba AG, Ciba-Geigy AG, Novartis AG	1940/1941	Antibakteriell wirksam; Sulfonamid	Nein	Feldreben BL		
Talbutal		115-44-6		1925	Sedativum; Schlafmittel	Nein	Feldreben BL		



Chemiemülldeponien in der trinationalen Region Basel (CH/D/F). Quelle: Martin Forter: Falsches Spiel. Die Umweltünden der Basler Chemie vor und nach «Schweizerhalle», Chronos, Zürich, 2010. Aktualisiert.

Verkauf. Antipyrin verschmutzt(e) das Grundwasser in der Region Basel, etwa bei der erwähnten Muttenzer Feldrebengrube, aber auch bei den elsässischen Abfallhalden Le Letten in Hagenthal-le-Bas (F), Roemisloch in Neuwiller (F) und bei der Kesslergrube in Grenzach-Wyhlen (D). Übrigens: Ihre Hälfte der Kesslergrube hat Roche bis März 2022 für 240 Millionen Euro ausgehoben. In der anderen Hälfte hingegen will BASF ihren Che-

miemüll belassen und bloss billig mit Spundwänden und Deckel versehen.

Antipyrin findet sich auch im Grundwasser bei der Deponie Gamsenried der Lonza AG bei Brig VS. Allein im Jahr 1964 hat sie in ihren Fabriken in Visp VS 76 Tonnen Antipyrin hergestellt, wie OEKOSKOP aus interner Quelle weiss. Das Problem: Antipyrin wurde mit Phenylhydrazin synthetisiert.² Bei Herstellung des Letzteren, so die Lonza heute, sei als Abfall auch das Blasenkrebs auslösende Benzidin entstanden³, das jetzt unterhalb der Deponie Gamsenried das Grundwasser weit über dem Grenzwert belastet.

In der Region Basel hat Geigy in den 1950er-Jahren mit Phenylhydrazin gearbeitet. Dabei dürfte also ebenfalls Benzidin als Chemiemüll angefallen sein, den die Firma beispielsweise in der Feldrebengrube abgelagert haben könnte. Dort jedenfalls wurde 2004 Benzidin im Grundwasser und 2010 im Abfall der Deponie nachgewiesen. Trotzdem sind die heute für die Feldrebengrube verantwortlichen Firmen BASF,

Novartis und Syngenta (ChemChina) sowie der Kanton Basel-Landschaft einer möglichen Benzidin-Kontamination nie systematisch nachgegangen. Dazu erklärte sich die Baselbieter Regierung erst im Januar 2022 bereit.⁴

Rheumamittel Butazolidin

Das hochproblematische Benzidin kann auch bei der Herstellung von Phenylbutazon entstehen. Geigy brachte diesen Wirkstoff gegen Rheuma 1946 unter dem Markennamen Butazolidin auf den Markt. Ab 1951 produzierte sie es in Schweizerhalle BL. Den Produktionsabfall kippte sie gleich nebenan in die Feldrebengrube, wo das Butazolidin noch heute das Grundwasser verschmutzt. Zur Erinnerung: Dieses Grundwasser fliesst in direkter Nachbarschaft der Trinkwasserfassungen für die Bevölkerung der Region Basel.

Wie Benzidin selbst wird auch Butazolidin mit Hydrazobenzol hergestellt.⁵ Die Fabrikation von Hydrazobenzol «als eine blasen-

² <https://en.wikipedia.org/wiki/Phenazone>; Vardanyan R.S. et al. (2006). Synthesis of Essential Drugs, S. 41.

³ Kanton Wallis, Dienststelle für Umwelt (2019). Gamsenried: Nachweis von Benzidin. Sitten, 1.4.2019. Vgl. auch: «Lonza findet hochgiftiges Benzidin – und sagt es keinem», in: OEKOSKOP 3/20.

⁴ Regierungsrat Basel-Landschaft: «Benzidin im Baselbiet», Beantwortung Interpellation 2021/628, Liestal, 25.1.2022.f

⁵ Vardanyan, 2006, vgl. Fussnote 2, S. 40; Hydrazobenzol diente vor allem zur Herstellung von Benzidin, das in grossen Mengen zu sogenannten Benzidin-Farbstoffen verarbeitet und teils mit dem Abfall abgelagert wurde (vgl. «Viel mehr Benzidin und andere Karzinogene in Basler Quartier», in: OEKOSKOP 1/20).

⁶ Geigy-Werke Schweizerhalle AG (1953). Jahresbericht pro 1952, 1953, S. 5.

⁷ PubChem: 1,2-Diphenylhydrazine; <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/31222>

*Umweltschützer:innen bringen
Novartis-Chef Daniel Vasella im
Juni 2000 ein Fass Quellwasser,
das mit dem Novartis-Medikament
Tegretol verschmutzt ist.*

© Greenpeace/Ex-Press/David Adair

krebserregende Substanz» habe spezielle Vorsichtsmassnahmen notwendig gemacht, hält Geigy-Werke Schweizerhalle 1953 in ihrem Jahresbericht fest.⁶ 100 Kilogramm Abfall aus der Produktion von Hydrazobenzol lagerte Geigy monatlich von 1957 bis 1960 gleich jenseits der Landesgrenze im Roemisloch bei Neuwiller (F) ab. Das Umweltverhalten dieses Chemiemülls hat es in sich: Hydrazobenzol zerfällt in Kontakt mit Wasser zu Benzidin.⁷ Bis zu 98 Nanogramm Benzidin pro Liter Wasser wies die Gemeinde Allschwil im Januar 2022 im Roemislochbach nach, direkt unterhalb der von Novartis, BASF und Syngenta 2011 angeblich totalsanierten Deponie. Diese Konzentration übersteigt die französischen Limiten bis zu 239 000 Mal. Zum Vergleich: Der viel höhere Schweizer Grenzwert für Benzidin ist bis zu 65-fach überschritten. Die Verursacher sehen dennoch keinen Handlungsbedarf.

Im Roemisloch lag bzw. liegt vermutlich noch immer nicht nur Abfall aus der Produktion von Hydrazobenzol, das – wie erwähnt – bei Wasserkontakt zu Benzidin zerfällt. Hierher gelangte auch der Müll aus der nächsten Synthesestufe, nämlich die Rückstände aus der mittels Hydrazobenzol «betrieben» Butazolodin-Herstellung. Davon deponierte Geigy von 1957 bis 1960 monatlich 200 Kilogramm.

Heptabarbital, Butalbital, Phenobarbital

Auch Chemiemüll aus der Produktion anderer Medikamente landete illegal im Wald bei Neuwiller. Etwa aus der Herstellung von Heptabarbital. Dieses Schlaf- und Beruhigungsmittel brachte Geigy 1946 unter dem Markennamen «Medomin» auf den Markt. Pro Monat landeten 40 Kilogramm «Medominester» und 20 Kilogramm «Medomin Crist.» als Abfall in der Grube, wie aus der «Liste Roemisloch» hervorgeht. Geigy hatte sie 1960 erstellt, als ihre Chemiemüllablagerung im Roemisloch bekannt wurde. Die Liste sollte helfen, die Deponierung im Wald



zu legalisieren. Die zuständige Präfektur in Colmar (F) aber verbot das wilde Ablagern sofort.

Heptabarbital bzw. Medomin verschmutzte auch das Grundwasser bei der Deponie Le Letten in der Nachbargemeinde Hagenthalle-Bas (F). Dort hatten Geigy, Ciba und die Durand & Huguenin AG (später Sandoz) von 1957 bis 1960 rund 3500 Tonnen Sondermüll abgelagert. Die Nachfolgerfirmen BASF, Novartis und Syngenta haben den Letten von 2010 bis 2011 für rund 25 Millionen Franken wieder ausgegraben.

Beim Letten fand sich im Grundwasser auch das Schmerz- und Beruhigungsmittel Butalbital, das die Sandoz ab 1946 unter den Markennamen Optalidon und Sandoptal verkaufte. Auch das Antiepileptikum Phenobarbital, einst Bestandteil der Medikamente Bellergal (Sandoz) und Neuro-Trasentin (Ciba) belastete das Grundwasser. Die Internationale Krebsagentur stuft Phenobarbital als möglicherweise Krebs auslösend ein (Kategorie 2B).

Aus der Deponie Le Letten sickerte auch das Schlaf- und Beruhigungsmittel Glutethimid. Die Ciba hatte es 1955 unter dem Markennamen Doriden lanciert und den Produktionsabfall deponiert. Die fusionierte Nachfolgefirma Ciba-Geigy AG zog es 1986 aus dem Verkauf zurück. Heute steht es auf der Betäubungsmittelliste.

Glutethimid findet sich aber auch im Grundwasser der noch immer nicht sanier-

ten Feldrengrube. Dort kommt auch das ab 1923 von Roche verkaufte Schlaf- und Beruhigungsmittel Alurate mit seinem Wirkstoff Aprobarbital vor. Dies ebenso unter dem benachbarten Muttener Sportplatz Margelacker: Hier hatte Sandoz Chemiemüll abgelagert. Aprobarbital fand sich auch bei der Roche-Deponie Hirschacker in Grenzach-Wyhlen. Diese hatte der Pharmakonzern 2008 zwar teilsaniert, dabei aber gut erkennbaren Chemiemüll einfach wieder zugeschüttet.

Die Medikamentenrückstände in und um die alten Chemiemülldeponien zeigen, wie wichtig aus Umweltsicht die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus von Arzneistoffen ist. Die Umweltauswirkungen sind deshalb bereits bei ihrer Entwicklung durch die Pharmafirmen zu berücksichtigen. Die Zulassungsbehörden müssten zudem sowohl den Produktionsprozess wie auch die Umwelteffekte nach der Ausscheidung durch Mensch und Tier sowie durch die Entsorgung in ihre Beurteilung einbeziehen. Dies immer in Abwägung zum medizinischen Nutzen und der eingesetzten Menge der Wirkstoffe (vgl. Interview, S. 8). ■

Dr. Martin Forter ist Altlastenexperte und Buchautor. Seit 2011 ist er Geschäftsführer der AefU.

info@aefu.ch

www.aefu.ch

«Das beste Konzept gegen Umweltgifte ist der Schutz an der Quelle»

Interview: Martin Forter, OEKOSKOP

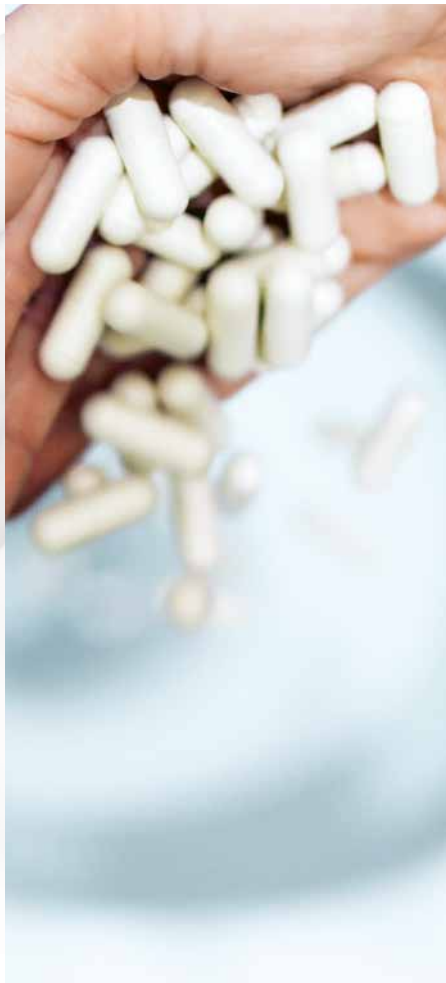
Medikamente verlassen nach erhoffter Wirkung Mensch oder Tier und landen in der Umwelt. Deshalb brauche es klare Umweltkriterien für Arzneistoffe, verlangt Hans Maurer, Rechtsanwalt und Chemiker.

OEKOSKOP: *Arzneiwirkstoffe sollen Menschen heilen. Was ist das Umweltproblem dabei?*

Hans Maurer: Eingenommene oder gespritzte Medikamente und ihre Abbauprodukte – ich nenne diese nachfolgend auch Rückstände – gelangen über Stuhl oder Urin ins Abwasser. Viele dieser Stoffe sind chemisch stabil und werden in den üblichen drei Reinigungsstufen der Kläranlagen, also der mechanischen, biologischen und chemischen Reinigung, nicht zurückgehalten. Erst wenige Anlagen sind mit einer vierten Reinigungsstufe zur Entfernung von Mikroverunreinigungen mittels Ozonierung oder Aktivkohlefilter ausgestattet, welche die meisten, aber nicht alle dieser Stoffe entfernen kann. Das mehr oder weniger gereinigte Abwasser aus den Kläranlagen gelangt mitsamt den Rückständen in die Gewässer. Viele dieser Rückstände sind Umweltgifte und schädigen Wasserorganismen. Aufgrund der Persistenz hält die Schadwirkung lange an.

Warum sind viele Wirkstoffe und auch ihre Abbauprodukte so persistent?

Bei Arzneistoffen handelt es sich in der Regel um organische Moleküle, die natürlicherweise nicht vorkommen. Also haben die Mikroorganismen während der Evolution keinen Weg gefunden, sie in harmlose Stoffe abzubauen. Die biologische Stabilität der Moleküle oder ihrer Rückstände ist oft auf den Einbau von Fluor oder Chlor in den Wirkstoff zurückzuführen. Dies geschieht aus verschiedenen Gründen. Ich zähle die vier wichtigsten auf: Die Stabilisierung dient erstens dazu, dass der Wirkstoff nicht bereits im Magen zerfällt, sondern in den Darm ge-



Medikamente nicht in die Toilette! Rückgabe an den Verkaufsort (zur Not in den Kehrriech). © Shutterstock/Irina Anosova

langt. Sie ermöglicht zweitens eine einfachere und kostengünstigere Produktion. Drittens kann damit ein patentierter Wirkstoff eines Konkurrenten so verändert werden, dass der Patentschutz nicht mehr greift. Und

viertens kann ein Wirkstoff, in den Fluor eingebaut wird, oft die Zellwände besser passieren und leichter an den Wirkungsort innerhalb der Zelle gelangen. Rund ein Drittel der in Deutschland neu zugelassenen Arzneiwirkstoffe enthalten heute Fluor. «Stabilisierte» Wirkstoffe sind aus Umweltsicht grundsätzlich problematisch. Im Einzelnen hängt ihre Ökotoxizität aber von der biochemischen Aktivität ab und kann sich zwischen den Wirkstoffen um den Faktor 1000 unterscheiden.

Welche Arzneiwirkstoffe erachten Sie als die problematischsten und warum?

Ob ein Wirkstoff effektiv problematisch ist, hängt davon ab, wie giftig er ist und in welchen Mengen er in die Umwelt gelangt. Deshalb sind Medikamente, die zwar sehr giftig sind, aber in kleinen Mengen verschrieben werden, nicht wirklich ein Umweltproblem. Es gibt aber solche wie etwa Antibiotika, die in grösseren Mengen in die Natur gelangen. Die verabreichte Dosis ist mit oft mehreren Gramm ziemlich hoch. Sie werden pro Behandlungszyklus über viele Tage oder Wochen eingenommen und zu einem grossen Teil wieder ausgeschieden. Ursache für Gewässerverschmutzungen mit Antibiotika ist bei uns vor allem die Tierhaltung, denn der damit kontaminierte Mist und die Gülle werden direkt auf Wiesen und Felder ausgebracht. Von dort gelangen die Rückstände leicht in Gewässer. Das grosse Problem dabei ist die Bildung von antibiotikaresistenten Bakterien.

Was soll man mit derartigem Mist und Gülle also tun?

Das ist schwierig. Man könnte diese Dünger länger lagern und hoffen, dass sich die Tierarzneimittel abbauen. Das ist aber nur eine End-of-pipe-Lösung. Das beste Konzept zur Vermeidung von Umweltgiften ist aber der Quellenschutz. Schutz an der Quelle bedeutet, dass ein Gift gar nicht oder nur beschränkt in Verkehr gebracht werden darf. Bei bewilligungspflichtigen Stoffen wie Arzneimitteln kann dies im Zulassungsverfahren gesteuert werden. In der Landwirtschaft ist eine Art von Quellenschutz auch, die Tiere mittels sorgfältiger Stallhygiene gut zu halten, damit sie gar nicht erst krank werden und Arzneimittel benötigen [vgl. Beitrag Braun, S. 21]. Das ist eine einfache und wirksame Methode und die Landwirt:innen sparen erst noch Kosten.

Die wirksamste Massnahme gegen Tierarzneimittel in der Umwelt ist allerdings, wenn die Konsument:innen mehr pflanzliche und weniger tierische Lebensmittel wie Fleisch, Milch und Eier essen. Die Produktion von tierischen Lebensmitteln ist ohnehin extrem ineffizient. Um eine Rindfleischkalorie zu erzeugen, braucht es 30 Futterkalorien; bei Poulet immerhin noch sechs. Von den anderen Umweltschäden der Tierhaltung will ich hier gar nicht sprechen. Ich bin überzeugt, dass Fleisch- und Milcherzeugnisse schon bald so gut schmecken, dass auch eingefleischte Carnivoren eine Umstellung ihres Ernährungs-Lifestyles als Bereicherung empfinden. Das hilft dann auch, den Eintrag von Tierarzneimitteln in die Umwelt zu verringern. Dies nicht nur, weil die Nachfrage nach tierischen Lebensmitteln sinken wird, sondern weil die massenhafte Haltung von Nutztieren dann ihre politische Legitimation verliert, ähnlich wie bereits heute die klima- und umweltschädlichen Ölheizungen.

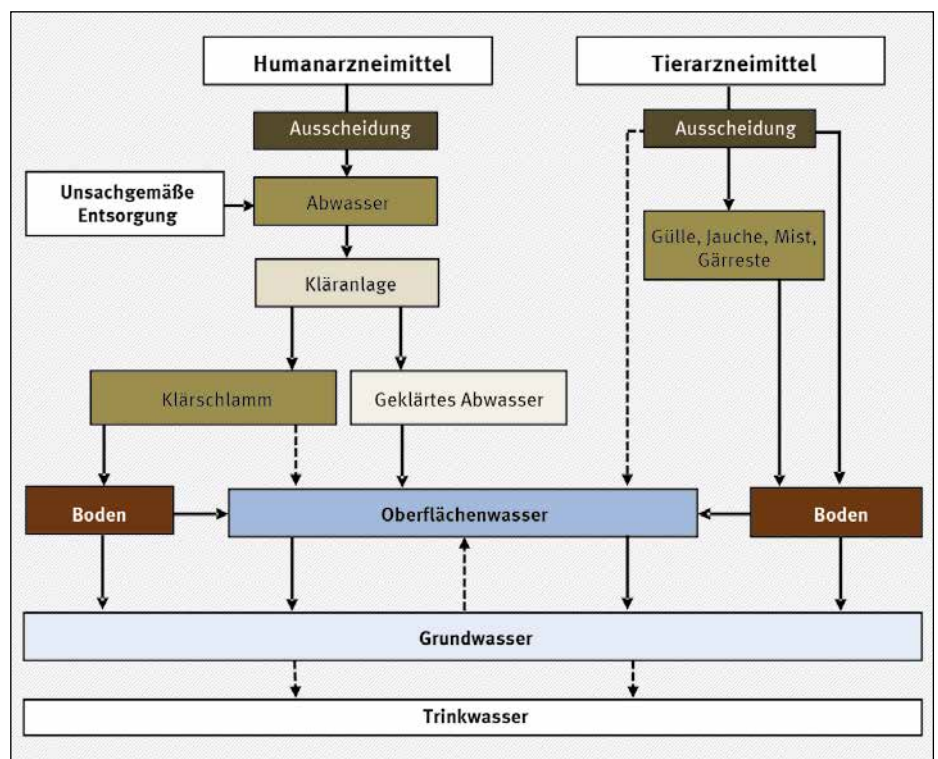
Wie die EU verlangt auch die Schweiz bei der Zulassung eines neuen Human- oder Tierarzneimittels, seine Auswirkungen auf die Umwelt, also die Ökotoxizität, zu prüfen. So steht es in der

Arzneimittel-Zulassungsverordnung (AMZV). Weshalb besteht dennoch ein Umweltproblem?

Es ist rechtlich schwierig, mit einer blossen Grundsatzbestimmung eine Neuzulassung eines Medikaments zu verhindern oder ein Zugelassenes zu widerrufen. Mir ist jedenfalls kein Fall bekannt, wo dies geschah. Es müssen rechtlich durchsetzbare Kriterien festgelegt werden, etwa in der AMZV. Beispielsweise, wie hoch die Gewässertoxizität eines für die breite Anwendung geplanten Arzneiwirkstoffes maximal sein darf, falls seine Rückstände durch die drei üblichen Reinigungsstufen einer Kläranlage hindurchlaufen. Bei der Gewässertoxizität muss man ansetzen, weil die Rückstände hauptsächlich via Abwasser und Kläranlagen in Flüsse und Seen gelangen. Für eine solche neue Regelung in der AMZV besteht zwar keine gesetzliche Vorschrift im Heilmittelgesetz (HMG), aber immerhin eine

Rechtsgrundlage in Art. 29 des Umweltschutzgesetzes (USG). Demnach kann der Bundesrat «über Stoffe, die aufgrund ihrer Eigenschaften, Verwendungsart oder Verbrauchsmenge die Umwelt oder mittelbar den Menschen gefährden können, Vorschriften erlassen». Zwar handelt es sich um eine «Kann-Bestimmung». Aber auch bei solchen muss der Bundesrat handeln, weil er nach pflichtgemäßem Ermessen zu entscheiden hat. Ergibt also eine wissenschaftlich korrekte Beurteilung, dass bestimmte Arzneimittelrückstände den Gewässerschutz beeinträchtigen, hat der Bundesrat Vorschriften zu erlassen. Er muss dies tun, um die Gewässer, die darin lebenden Tiere und Pflanzen sowie das Trinkwasser, in welches solche Rückstände gelangen können, zu schützen.

Können Sie uns ein Beispiel eines Medikamentes nennen, das man strenger regulieren müsste?



Haupteintragswege von Human- und Tierarzneimitteln in die Umwelt. Quelle: Deutsches Umweltbundesamt UBA.

Tatsächlich besteht bei verschiedenen Arzneimitteln eine rechtswidrige Umweltgefährdung. Am bekanntesten ist wohl das Schmerzmittel Diclofenac. Dieser Stoff tritt in zahlreichen Gewässern in einer Konzentration über dem Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung auf, darauf kommen wir wohl noch zu sprechen. Das ist nicht zulässig. Das Bundesamt für Umwelt BAFU schreibt auf seiner Website: «Die Kantone sind dafür verantwortlich, die Vorschriften des Gewässerschutzrechts umzusetzen. Stellt ein Kanton eine Überschreitung der Grenzwerte fest, ist er verpflichtet, deren Ursachen abzuklären und Massnahmen zur Verbesserung der Wasserqualität zu verfügen. Wenn Überschreitungen weitverbreitet festgestellt werden, muss der Bund übergeordnet Massnahmen zur Reduzierung der Belastung einleiten, so dass diese weitverbreiteten Überschreitungen nicht mehr auftreten.»¹ Geschehen ist freilich noch nichts.

Weder die EU noch die Schweiz verlangen nach der Zulassung eines Medikaments eine Prüfung seiner effektiven Umweltfolgen. Was sagen Sie dazu?

Das ist mangelhaft. Die Zulassungen sollten alle zehn Jahre oder bei Bedarf früher überprüft werden.

Sie sprachen vorhin den Gewässerschutz an ...

... es gibt in der Gewässerschutzverordnung (GSchV) für Oberflächengewässer bislang ganze drei Anforderungswerte zu Wirkstoffen von Medikamenten, nämlich für die beiden Antibiotika Azithromycin und Clarithromycin sowie für das Schmerzmit-

tel Diclofenac. Letzteres hat einen sehr tiefen Anforderungswert von 50 Nanogramm pro Liter Wasser, weil es bereits in kleinsten Mengen äusserst schädlich für kleine Wassertiere ist. Dieser Wert ist vergleichbar mit jenem für die schädlichsten landwirtschaftlichen Pestizide, die noch zugelassen sind. Die Anforderungswerte für die erwähnten Arzneiwirkstoffe bestehen seit Anfang 2020. Die Liste ist bislang rudimentär und sollte schnellstmöglich erweitert werden. Eine verbreitete Überschreitung von Anforderungswerten muss rechtslogisch auch Folgen haben, sonst wäre die ganze Übung ja nur zum Schein. Müssen gewisse Arzneiwirkstoffe aber verboten oder in der Anwendung beschränkt werden, ist dies natürlich ein Politikum.

Die Schweiz geht einen anderen Weg. Sie baut im grossen Stil Kläranlagen mit einer vierten Reinigungsstufe aus, um Spurenstoffe wie Medikamente aus dem Abwasser zu entfernen. In diesem End-of-pipe-Ansatz ist sie quasi Vorreiterin ...

(Lacht) Das kann man sagen, ja ...

... nicht aber bei der Betrachtung von Umweltproblemen während des ganzen Lebens- bzw. Verbrauchszyklus von Medikamenten, also von ihrer Entwicklung und Produktion bis zur Entsorgung [vgl. Beitrag Forter, S. 4]. Warum nicht?

Es fehlt an der führenden Hand und der politischen Unterstützung von Bundesrat und Parlament. Die Schweiz ist tatsächlich Meisterin im End-of-pipe-Ansatz, nicht nur bei den Mikroverunreinigungen in den Kläranlagen, sondern zum Beispiel auch in der Landwirtschaft. Auch bei den Pestiziden versucht man hauptsächlich mit personell, technisch und finanziell aufwändigen End-of-pipe-Massnahmen die hohen Umwelt- und Gesundheitsrisiken nur zu halbieren. Solche Massnahmen tun ausser den Steuerzahler:innen niemandem weh. Für wirksame, aber schmerzhafte Quellen-

¹ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/revision-der-gewaesserschutzverordnung.html>, letztmals abgerufen am 29.05.2022

² Als Trifluoracetate werden die Salze und die Ester der Trifluoressigsäure bezeichnet. Sie sind in der Natur omnipräsent. In der Schweiz wurden sie etwa flächendeckend in Trinkwasser- und Mineralwasserproben nachgewiesen (Wikipedia).



Kläranlagen sollen aus dem Abwasser herausholen, was eigentlich gar nicht hinein gehört. Das gelingt bei gewissen Mikroverunreinigungen nicht, bei andern nur mit grossem Aufwand.

© Shutterstock/Mike Laptev

schutzmassnahmen, also den Widerruf oder die Anwendungsbeschränkung von Problempestiziden, gewährt der Gesetzgeber aber nur geringste personelle und finanzielle Ressourcen.

Mit welchen Anreizen oder aber Regulierungen könnten Pharmafirmen dazu gebracht werden, bereits bei der Arzneimittelentwicklung im Sinne des Vorsorgeprinzips einen wichtigen Fokus auf den Umweltschutz zu legen?

Die Chemiker:innen in den Labors sollten inzwischen eigentlich dafür sensibilisiert sein. Dennoch bauen sie immer und immer wieder zum Beispiel Trifluormethyl in Medikamente ein. Obwohl sie ja wissen, dass sich daraus das «Forever Chemical» Trifluoacetat (TFA)² bildet, welches sich in der Umwelt praktisch nicht abbaut und laufend anreichert. Hinter dem Einsatz von Trifluormethyl auch in Medikamenten steckt wohl letztlich ein wirtschaftliches Motiv: Mit Fluor kann wie erwähnt die Wirkung des Arzneistoffes verstärkt werden. So gelingt es, mit relativ günstig herstellbaren Medikamenten noch einen genügenden Effekt zu erzielen. Von den meisten Medikamenten gibt es jedoch Alternativen ohne Trifluormethyl. So bestehen etwa für den Trifluormethylhaltigen Diabetes-Wirkstoff Sitagliptin die fluorfreien Alternativen Saxagliptin oder Vildagliptin. Das sollte gerade bei Arzneimitteln für den Massengebrauch bedacht werden. An Diabetes leiden 10 Prozent der Erwachsenen. Es macht für die Umwelt einen grossen Unterschied, ob ein Arzneimittel täglich und lebenslang eingenommen und ausgeschieden wird oder nur sporadisch bei einer vorübergehenden Krankheit. Am Wichtigsten ist aber, dass die Forschenden und Produktmanager:innen umdenken. Sie können für ein z. B. medizinisches Problem nicht immer den «besten» bzw. billigsten chemischen Wirkstoff entwickeln, sondern müssen unter mehreren valablen Varianten die umweltverträglichste auswählen. Dies sollte auch in die Ausbildung an den Hoch-

schulen und in die Leitbilder der Pharmaindustrie einfliessen.

Kann auch der Staat ein solches Umdenken fördern?

Ja. Man muss beim Zulassungsprozess ansetzen und eine Art Umweltverträglichkeitsprüfung einführen. Dazu braucht es klare Handlungskriterien, die mit wenig Aufwand durchsetz- und kontrollierbar sind. Nötig ist auch die Überprüfung von schon zugelassenen Altmedikamenten, die je nach Einschätzung genauso verboten oder im Gebrauch eingeschränkt werden müssten. Eine solche Rechtsverbesserung würde der Schweiz als Standort bedeutender Pharmaunternehmen gut anstehen.

Schweden plant, Medikamente mit einer Art «Umweltlabel» zu kennzeichnen, das es ermöglichen soll, bei gleicher therapeutischer Wirkung das am wenigsten umweltschädliche Medikament zu verschreiben [vgl. Beitrag Chèvre, S. 16]. Was meinen Sie dazu?

Es ist eine sehr gute Idee, Ärzt:innen für das Thema zu sensibilisieren. So würden sie zum Beispiel vermehrt überlegen, ob sie Diclofenac oder ein anderes Schmerzmittel mit weniger Umweltproblemen verschreiben sollen. Damit liessen sich bereits freiwillig und selbstverantwortlich markante Verbesserungen erreichen, noch bevor dereinst umweltrechtliche Zulassungsanforderungen im Gesetz stehen. Allerdings fehlt es bislang an einer entsprechenden Information für Ärzt:innen. ■

Dr. iur. et dipl. chem. Hans Maurer ist Rechtsanwalt und Chemiker in Zürich. Er ist insbesondere im Umwelt-, Wasser- und Naturschutzrecht sowie im Erb- und Stiftungsrecht tätig. Seine Lieblingstiere sind Ameisen.

*h.maurer@mst-law.ch
www.mst-law.ch*

Toxisches Titandioxid bedroht Umwelt und Gesundheit

Adrian Ettwein,
Rechts- und Staatsanwalt, Bern

Lebensmittel dürfen auch bei uns kein Titandioxid mehr enthalten, Medikamente hingegen schon. Dies, obwohl seine Toxizität aufgrund der physikalischen Eigenschaften bei der Zulassung unterschätzt wurde.

In Anwendung des Vorsorgeprinzips wurde Titandioxid in der Schweiz per 15. März 2022 als Zusatzstoff für Lebensmittel verboten.¹ Die Übergangsfrist dauert bis am 15. September 2022. Damit zieht die Schweiz mit dem Verbot in der EU gleich. Dieses basiert auf einer Sicherheitsbewertung von Titandioxid (E 171) als Lebensmittelzusatz vom 25. März 2021 durch die Efsa (European Food Safety Authority).² Darin wurde Titandioxid bei der Verwendung als Lebensmittelzusatzstoff als nicht mehr sicher beurteilt. Insbesondere konnte der Verdacht auf Genotoxizität nicht ausgeschlossen werden. Für die Beurteilung eines allfälligen krebserzeugenden Potenzials lagen keine geeigneten Studien vor.

Die Frage steht im Raum, warum Titandioxid nicht grundsätzlich verboten wird, oder doch mindestens in Arzneimitteln.

Titandioxid ist überall

Bekannt wurde Titandioxid zunächst vor allem, weil es ab der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts das giftige Bleiweiss (Blei (II)-carbonat PbCO₃) als Farbstoff zu ersetzen begann. Titandioxid ist ein Material, dem wir inzwischen im Alltag fast überall begegnen. Es befindet sich als Pigment zunehmend in Nanogrösse u.a. in Farben und Lacken für Aussen- und Innenanstrich von Gebäuden sowie als Farbe in Gebrauchsgegenständen (Kleider, Möbel, Geschirr, Servietten, Papier, Medizinprodukte, Fahrzeuge etc.), in Kosmetika (Puder, Lippenstift, Sonnencreme etc.), bisher noch in Lebensmitteln (Lebensmittelfarbstoff) und eben in Arzneimitteln wie Tabletten, Kapseln und Emulsionen, namentlich als Füllstoff, Schutzfilm und Farbgeber.

Zunehmend werden nanoskalige Arzneiformen resp. Wirkstoffe eingesetzt^{3,4}, wie beispielsweise Nanotitandioxid im Bereich von Krebstherapien⁵. Andererseits liess die Studie von Ruiz von 2017 aufhorchen, wonach Nano-Titandioxid Darmentzündungen verschlimmere. Darüber hinaus erhöhten Sauerstoffradikale von Nanotitandioxid die Durchlässigkeit bei Darmepithelen, was zu einem Anstieg der Titanbelastung im Blut führte.⁶

Die Eigenschaften von Titandioxid

Titandioxid zeichnet sich u.a. aus durch seine thermische und chemische Stabilität sowie seinen hohen Brechungsindex, was in der Farbindustrie zum Ersatz von Bleiweiss führte.⁷ Es ist die chemische Stabilität (unlöslich in Wasser, organischen Lösungsmitteln, verdünnten Laugen und Säuren), die bei Titandioxid zur Bezeichnung eines inerten und somit chemisch bedenkenlosen Stoffes geführt hat. Eine weitere und hier hervorzuhebende Eigenschaft von Titandioxid ist, dass an seiner Oberfläche Stoffe reagieren, vor allem organische Stoffe. Das geschieht beispielsweise unter dem Einfluss von UV-Licht. Und – je nachdem, wie der Grundkörper und/oder die Oberfläche des Titandioxids technisch gestaltet sind, und in welcher Grösse es vorliegt (z.B. als Nanomaterial) – auch unter sichtbarem Licht sowie unter basischer oder saurer Umgebung.⁸

Titandioxid ist ein Halbleiter. Sein Aufbau (s. Kasten) führt einerseits dazu, dass es an seiner Oberfläche beispielsweise unter Einwirkung von Sonnenlicht respektive UV-Strahlen Elektronen abgibt und dort Sauerstoffradikale respektive Hyperoxide bildet

(früher auch Superoxide genannt)⁹, die als starke Oxidationsmittel sehr heftig mit Wasser reagieren.¹⁰ Andererseits bilden sich in wässriger Umgebung an den durch die Elektronenabgabe nun positiv geladenen Stellen sogenannte Hydroxyl-Radikale. Man nennt diesen Prozess heterogene Photokatalyse (vgl. Grafik), er ist seit 1975 bekannt.¹¹ Diese Eigenschaften von Titandioxid sind es, die an seiner Oberfläche zum Abbau von orga-

Aufbau von Titandioxid

Titandioxid hat als Halbleiter ein Kraftfeld mit zwei Ebenen bzw. Bänder mit unterschiedlichen Energieniveaus (vgl. Grafik). Sie sind durch eine Ebene bzw. Lücke getrennt, die über kein Energieniveau verfügt, man nennt sie Bandlücke.¹⁶ Das Band mit dem höheren Energieniveau heisst Leitungsband, dasjenige mit dem tieferen Energieniveau wird als Valenzband bezeichnet. Bei Halbleitern wie Titandioxid ist die Bandlücke relativ klein. Deshalb treten die beiden Ebenen unter Lichteinstrahlung, aber auch in saurer oder basischer Umgebung miteinander in Wechselwirkung, indem das Valenzband durch Sonnenenergie Elektronen in das Leitungsband abgibt.¹⁷ Dadurch fehlen dem Valenzband nun aber Elektronen, so dass dort positiv geladene Stellen, quasi «positive Löcher» entstehen. Gleichzeitig beginnen im Leitungsband die Elektronen zu fließen.¹⁸ So entsteht an der Oberfläche ein anhaltender Prozess von Reduktion und Oxidation und damit eine stete Produktion von Hyperoxiden und Hydroxyl-Radikalen, denn Titandioxid löst sich nicht auf.

nischen Stoffen (Mineralisation) und Zellen (Zerstörung von Zellen und Bakterien), aber auch zu deren (unkontrollierten) Veränderung¹² führen.¹³ Hydroxyl-Radikale sind nämlich die reaktivsten Sauerstoff-Radikale, die bisher bekannt sind. Sie reagieren sehr schnell mit Molekülen in ihrer nächsten Umgebung.¹⁴ Ihr Oxidationspotential wird nur noch von demjenigen von Fluor übertroffen, was seit 2004 bekannt ist¹⁵ und in der Industrie zu weiteren technischen Anwendungen führte, namentlich im Bereich

der Desinfektion, wie beispielsweise durch mit Titandioxid behandelte Oberflächen.

Ökotoxikologie von Titandioxid

Die Einwirkung von Hydroxyl-Radikalen auf Zellen jeglicher Lebewesen kann man sich auf Grund der vorstehenden Ausführungen vorstellen. Zumal eine völlig unkontrollierte Oxidation stattfindet, solange das Material existiert. Die Effekte auf die Zellmembranen wurden bereits 1999 von Maness et al. festgestellt.²⁰ Hydroxyl-Radikale von Titandioxid wirken zum Beispiel auf die Lipide in der Zellmembran von Coli-Bakterien ein und schädigen diese so, dass das zum Zelltod führt (Lipidperoxidation). Das gilt für alle Zellen von allen Lebensformen, die über Zellmembranen mit Lipiden verfügen. Rincón et al. zeigten 2003 zudem auf, dass industriell hergestelltes Nano-Titandioxid aktiver ist als die natürlichen Formen wie Anatas oder Rutil.²¹ Das

bestätigten 2007 Bennabou et al. mit der Empfehlung, es sei weiter zu prüfen, ob durch Hydroxyl-Radikale an anderer Stelle nicht ebenfalls «Verunreinigungen» generiert würden.²² Metzler et al. bestätigten 2011 die zerstörerische Wirkung von Hydroxyl-Radikalen am Beispiel von Algenzellen.²³ Weitere Studien, namentlich zur ökotoxikologischen Wirkung, folgten, so beispielsweise 2006 von Hund-Rinke et al. am Beispiel von Algen und Daphnien und UV-Licht²⁴, 2012 von Amiano et al. am Beispiel von Daphnien und dem Schluss, dass Nano-Titandioxid für alle Mikroorganismen im Wasser als toxisch zu bezeichnen sei²⁵, was 2014 Mansfield et al. zudem für das sichtbare Licht bestätigten.²⁶ 2015 stellen Farkas et al. fest, dass diese Effekte auch davon abhängig seien, wie hoch die Konzentration der organischen Stoffe und der Umfang von chemischen Stoffen im Wasser sei.²⁷ Haynes et al. stellen 2017 fest, Titandioxid habe die Eigenschaft, einen

¹ Verordnung des EDI über die zulässigen Zusatzstoffe in Lebensmitteln (Zusatzstoffverordnung, ZuV, SR 817.022.31).

² <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/6585>, letztmals abgerufen am 27. Mai 2022.

³ Die vollständigen Literaturnachweise finden sich unter: www.aefu.ch/oekoskop/ettwein_referenzen

⁴ REBHAN, Nanopharmazie, S. 26 ff.; CROSSEN, Carriers, S. 237 ff.

⁵ XIAOLI, Titanium Nanosheet.

⁶ RUIZ, Colitis, S. 1216 ff.

⁷ FALBE, Lexikon Chemie, S. 4564; HOLLEMAN, Lehrbuch, S. 1526 ff. und 1024 f.; HOUSECROFT, anorg. Chemie, S. 722 ff.

⁸ SERPONE, Dynamics, S. 16655 ff.; MOSER, Dynamiques, S. 195 ff.

⁹ HOLLEMAN, Lehrbuch, S. 508.

¹⁰ RIEDEL, anorg. Chemie, S. 464 f.

¹¹ STEINLE, Reaktionen, S. 195 ff. und 221; JAEGER, Spin Trapping, S. 3146–3152; SERPONE, Photocatalysis, S. 1135.

¹² So können sich beispielsweise ungiftige Stoffe zu giftigen verändern aber auch umgekehrt giftige zu ungiftigen.

¹³ HOLLEMAN, Lehrbuch, S. 1528; KIRSCH, Visible light, S. 375; OHTANI, Photocatalysis, S. 401 f.

¹⁴ HALLIWELL, Radicals, S. 41 f.

¹⁵ CARP, Titanium dioxide, S. 39; CHO, Correlation, S. 1069 ff.

¹⁶ RIEDEL, anorg. Chemie, S. 183.

¹⁷ HOLLEMAN, Lehrbuch, S. 176, 1420 ff.; CARP, Titanium dioxide, S. 53 ff.; HASHIMOTO, TiO₂, S. 8271; HENDRIX, Titania-Silica, S. 162 f.; PELAEZ, Titanium dioxide, S. 332 ff.; PFENNIG, Principles, S. 360 ff.; SERPONE, Photocatalysis, 1130 ff.; VINU, Environmental, S. 191 ff.

¹⁸ RIEDEL, anorg. Chemie, S. 188.

¹⁹ Vgl. Fussnote 17.

²⁰ MANESS, Bacterial activity, S. 4098; KRUG, Interdisciplinary, S. 1267 f.

²¹ RINCON, Inactivation, S. 273 ff., 276 ff., 278 ff.

²² BENNABBOU, Inactivation, S. 257 ff.

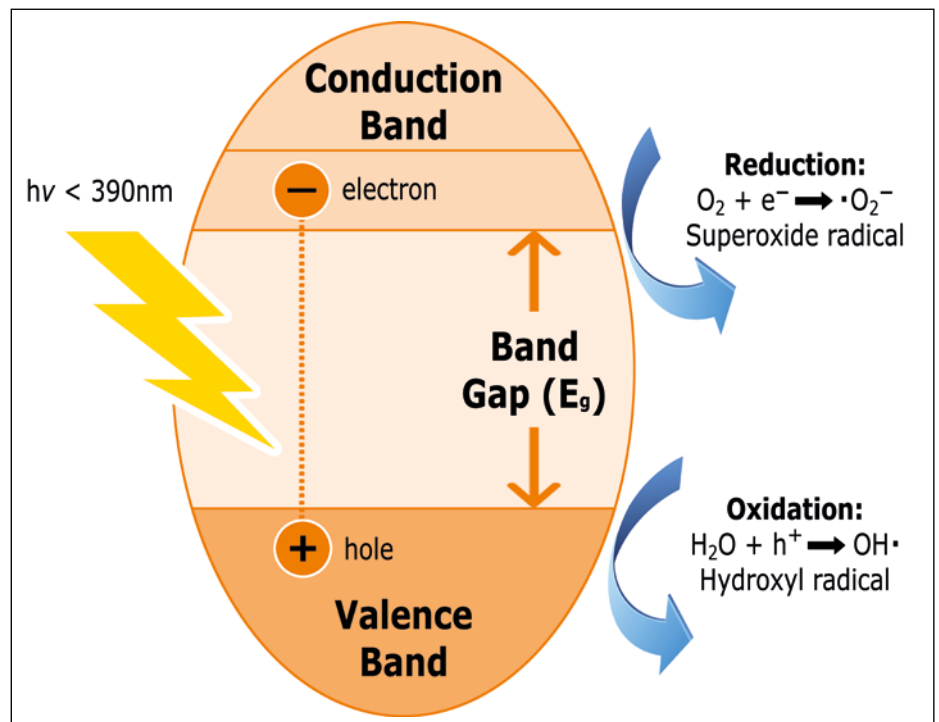
²³ METZLER, Responses, S. 545.

²⁴ HUND-RINKE, Ecotoxic, S. 1 ff.

²⁵ AMIANO, Acute toxicity, S. 2564 ff.

²⁶ MANSFIELD, Toxicity normal sunlight, S. 206 ff.

²⁷ FARKAS, Impact, S. 85 ff.



Ablauf der Photokatalyse an Titandioxid. Grafik in Anlehnung an Pelaez, Titanium dioxide.¹⁹

*Titandioxid sorgt für das blendende Weiss
u. a. von Tabletten - und für toxische Probleme.*

© Shutterstock/ed2806

weiten Rahmen von Organismen im Meer zu beeinflussen.²⁸ Zudem wiesen Carp et al. schon 2004 beim Einsatz von Nano-Titandioxid zur Mineralisierung von toxischen Substanzen darauf hin, dass ohne weiteres die Möglichkeit bestehe, dass diese Substanzen – als Endprodukt oder (auch langlebiges) Zwischenprodukt (z.B. bei aromatischen Verbindungen in Wasser) – noch toxischer werden können als die Ausgangssubstanz oder dass nicht toxische Substanzen über die Wirkung von Hydroxyl-Radikalen toxisch werden können. Darum müssten im Zusammenhang mit dem Einsatz von Nano-Titandioxid auch geprüft werden, welche Zwischenprodukte entstehen können und welche Lebensdauer diese haben. Dies vor allem darum, weil mit Nano-Titandioxid keine selektive Oxidation erfolge.²⁹ Auch wenn Titandioxid chemisch inert ist, manifestieren sich seine physikalischen Eigenschaften chemisch an anderen Stoffen, ganz besonders, wenn Titandioxid in Nanopartikeln vorliegt. Diese Eigenschaft müsste in der Beurteilung der Gefährlichkeit von Titandioxid zwingend berücksichtigt werden, namentlich von den Zulassungsbehörden.

Genotoxikologie von Titandioxid

Bereits Ende 2007 weisen Reeves et al. darauf hin, dass Nano-Titandioxid ein genotoxisches Potenzial habe, also das Potenzial, in einer Zelle unkontrollierte genetische Veränderungen auszulösen. Dieses Potenzial erhöhe sich, wenn sich Nano-Titandioxid unkontrolliert in Gewässer verteile und sich dort ansammle.³⁰ Das habe kurz- und langfristige Konsequenzen für Flora und

²⁸ HAYNES, Effects, S. 138 ff.

²⁹ CARP, Titanium dioxide, S. 61 f. 73, 111, 116, 117, 130.

³⁰ REEVES, Hydroxyl Radicals, S. 114.

³¹ REEVES, Hydroxyl Radicals, S. 114.

³² REEVES, Hydroxyl Radicals, S. 113.

³³ REEVES, Hydroxyl Radicals, S. 130 f.; NIOSH, Exposure, S. 23 f.; SHI, Review, S. 25.

³⁴ VEVERS, Genotoxic and cytotoxic, S. 410 ff.; DOMINGOS, Aggregation, S. 1282.

³⁵ DOMINGOS, Aggregation, S. 1285.



Fauna. Mit Verweis auf entsprechende frühere Studien zeigen sie auf, dass grosse Mengen von funktionalisiertem, also nach den Bedürfnissen der Industrie «designtes» Nano-Titandioxid hergestellt werde, das dann über den industriellen oder privaten Gebrauch unkontrolliert in die Umwelt, insbesondere in Gewässer, gelange und dort auch akkumuliere.³¹ Reeves et al. zeigen auf, dass inerte Substanzen toxisch werden können, wenn sie zufolge ihrer Nanoform eine erhöhte Reaktionsfähigkeit erhalten und zellgängig werden.³² Am Beispiel einer In-Vitro-Studie mit Goldfischzellen erklären sie, wie Nano-Titandioxid unter UV-Licht (und – wenn auch weniger stark – ohne UV-Licht) über Hydroxyl-Radikale Zellen und Gewebe zerstört und DNA beschädigt, somit also zytotoxisch und genotoxisch ist.³³ Diese Erkenntnis wurde durch die In-Vitro-Studie von Vevers und Jha 2008 am Beispiel von Zellen der Regenbogenforelle und dem Hinweis auf analoge Studien mit Menschenzellen bestätigt. Diese Autoren weisen zudem darauf hin, dass verschiedene weitere Faktoren die Toxizität von Nano-Titandioxid beeinflussen können, wie beispielsweise Form und Grösse der Nanopartikel, pH-Wert der Umgebung, Salzgehalt und Härte des Wassers, Temperatur sowie die Anwesenheit von anderen organischen Materialien in der Umgebung.³⁴ Domingos et al. haben hierzu 2009 im Rahmen ihrer Forschungen herausgefunden, dass Nano-Titandioxid in Anwesenheit von Fulvin-Säuren nicht so stark aggregiert, sondern sich stärker verteilt resp. dissipiert und damit in Kontakt mit weiteren Zellen kommen kann. Fulvin-Säuren entstehen – wie Huminsäuren – beim Zersetzungsprozess von Pflanzen und kommen in der Natur in entsprechend grossen Mengen vor.³⁵

Fazit

So bedenkenlos wie man es gerne hätte, erscheint Titandioxid keineswegs. Die Aussage, der Stoff sei inert und daher unbe-



Anhand von Untersuchungen u.a. an Zellen der Regenbogenforelle weiss man seit langem um die toxische Wirkung von Titandioxid.

© Flickr/Tom Clifton

denklich, ist nur die halbe Wahrheit. Es gibt genügend und schon seit Jahren existierende wissenschaftliche Arbeiten, die mehr als nur Anhaltspunkte liefern, um diesen Stoff in Anwendung des Vorsorgegrundsatzes zum Schutz von Umwelt und Menschen so lange zu verbieten oder mindestens radikal einzuschränken, bis der dringende Verdacht der toxischen Risiken namentlich mit Blick auf Abläufe auf der Oberfläche und deren Auswirkungen auf Menschen und Umwelt ausgeräumt sind. Im Rahmen der im Umweltschutz- und Chemikaliengesetz statuierten und sich auf dem liberalen Grundsatz der Eigenverantwortung ergebenden Selbstkontrolle sind Industrie und Wirtschaft verpflichtet, diese Risiken zu erkennen, zu analysieren und zu beurteilen. Offenbar haben sie das nicht getan und unabhängige wissenschaftliche Arbeiten dazu ignoriert. Bei allem Respekt für die Leistung von Industrie und Wirtschaft sowie bei allen Vorteilen, die Titandioxid für die Gesellschaft bietet oder mindestens zu bieten scheint, na-

mentlich in Medizin und Technik, haben die Hersteller und Importeure endlich ihre Verantwortung wahrzunehmen. Andernfalls müssen sie sich nicht beklagen, wenn neue rechtliche Regelungen geschaffen werden. Das ist dann auch selbst verantwortet! ■

Referenzen

Die Literaturnachweise finden sich online: www.aefu.ch/oekoskop/ettwein_referenzen

Adrian Ettwein hat an der Hochschule St. Gallen (HSG) studiert. Er ist als Staatsanwalt sowie als Rechtsanwalt im Bereich Umweltrecht tätig. 2017 schloss er an der Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) ein MAS in Umwelttechnik und Management ab. Zudem leitet er das CAS «Umweltrecht und Vollzug» an der FHNW.

info@ettwein.ch
www.ettwein.ch

Medikamente in den Gewässern der Welt

Nathalie Chèvre,
IDYST, Universität Lausanne VD

Kaum ein Fluss weltweit führt keine Arzneimittel mit sich. Die Resultate einer neuen Studie gehen «in die Knochen». An der Universität Lausanne überdenken Forscher:innen die Medikamentenverschreibung.

Im Februar 2022 veröffentlichte die Fachzeitschrift PNAS¹ eine Studie, die eine Bestandsaufnahme der weltweiten Verschmutzung von Flüssen durch Medikamente enthielt.² Und der Befund lässt einen bis auf die Knochen erschauern. In den meisten der 258 untersuchten Flüsse, die sich auf 104 Länder verteilen, die wiederum über alle Kontinente verteilt sind, wurden Medikamente nachgewiesen.

Zwar wurden die höchsten Konzentrationen in Ländern gemessen, die über keine oder nur eine geringe Infrastruktur zur Wasseraufbereitung verfügen. Aber auch in Westeuropa sind die Medikamente weit verbreitet. In der Senne in Brüssel und in der Alzette in Luxemburg wurden kumulativ nicht weniger als 10 Mikrogramm pro Liter Wasser ($\mu\text{g}/\text{L}$) gemessen. Die Senne und die Alzette gehören damit zu den 20 Prozent der am stärksten belasteten Flüsse der

Studie. Die in der Seine in Paris gemessenen Konzentrationen sind zehnmals niedriger, aber immer noch nachweisbar. Die derzeitigen Abwasserbehandlungssysteme reichen also nicht aus, um diese Verschmutzung zu beseitigen, die für Flüsse mit hohem anthropogenen Druck, wie in Europa, von Bedeutung ist.

Die am häufigsten nachgewiesenen Substanzen sind Carbamazepin und Metformin. Bei ersterem handelt es sich um ein Antiepileptikum, das auch bei Schmerzen im Zusammenhang mit dem Nervensystem verschrieben wird. Das zweite ist ein Molekül, das bei Typ-2-Diabetes, d. h. bei Diabetes im Zusammenhang mit Fettleibigkeit, eingesetzt wird. Im Genfer See an der Grenze zwischen der Schweiz und Frankreich sind diese Substanzen ebenfalls weit verbreitet. So sind es nicht weniger als 60 Tonnen Metformin, die im Wasser des Sees verdünnt sind.

Gesundheit, die Ernährungssicherheit und die Entwicklung dar», betonte die WHO am 31. Juli 2020.³ Die WHO erklärte: «Eine wachsende Zahl von Infektionen wie Lungenentzündung, Tuberkulose, Gonorrhöe und Salmonellen sind immer schwieriger zu behandeln, da die Antibiotika, die zur Behandlung dieser Krankheiten eingesetzt werden, ihre Wirksamkeit verlieren.» Können die Antibiotika in den Gewässern zur Entwicklung von Resistenzen beitragen? Zum gegenwärtigen Zeitpunkt kann diese Frage niemand beantworten. Aber man kann sich gut vorstellen, dass, wenn Bakterien in der Umwelt ständig Antibiotika ausgesetzt sind, einige von ihnen Strategien entwickeln, um sich daran anzupassen, oder mutieren. Und es ist bekannt, dass Bakterien solche Informationen sehr leicht und sehr schnell untereinander austauschen.

Diese weltweite Verschmutzung der aquatischen Umwelt durch Medikamente gibt also Anlass zur Sorge. Zumal diese Gewässer auch zur Bewässerung, für Freizeitaktivitäten oder als Trinkwasserquelle dienen. Um das Bild noch weiter zu verdunkeln:

Videos zur Sensibilisierung

Das französische Projekt «Médicaments dans l'eau – Les bonnes questions à se poser»⁵ sensibilisiert Angehörigen der Gesundheitsberufe und die breite Öffentlichkeit mit vier gezeichneten Videos für das Thema Medikamente im Wasser (nur französisch).

Die Videos tragen die Titel :

- KIT 1 – Für ein besseres Verständnis der Frage von Medikamenten im Wasser
- KIT 2 – Um unsere Praktiken im Hinblick auf Medikamente im Wasser zu ändern
- Das Projekt SIPIBEL-MediATeS
- Die pädagogischen Ressourcen

www.medicamentsdansleau.org

Verschmutzung könnte Resistenzen begünstigen

Noch beunruhigender ist, dass es sich bei einer häufig nachgewiesenen Substanz um das Antibiotikum Sulfamethoxazol handelt. Es ist ein Breitbandantibiotikum, das sowohl bei Blasenentzündungen als auch bei Nasennebenhöhlenentzündungen eingesetzt wird. Auch in der Seine werden Antibiotika wie Clarithromycin gefunden. Schätzungsweise gelangten bis zu 15 Prozent der in seinem Einzugsgebiet verkauften Menge (auf der Höhe der Stadt Poissy) in den Fluss. Das sind erhebliche Mengen!

Die Antibiotikaresistenz «stellt heute eine der größten Bedrohungen für die globale

¹ Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS), ist eine wissenschaftliche Fachzeitschrift, herausgegeben von der National Academy of Sciences der USA. Sie erscheint seit 1915 wöchentlich als gedruckte Ausgabe und hat alle wissenschaftlichen Disziplinen zum Thema. Den Schwerpunkt bilden Beiträge aus der Biologie und angrenzenden Bereichen wie der Medizin und der Biotechnologie.

² Wilkinson et al. (2022). Pharmaceutical pollution of the world's rivers. <https://www.pnas.org/doi/epdf/10.1073/pnas.2113947119>

³ <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/antibiotic-resistance>

⁴ Wennmalm A, Gunarsson B (2009). Pharmaceutical management through environmental product labeling in Sweden. *Environment International* 35(5):775–7. DOI:10.1016/j.envint.2008.12.008.

⁵ Medikamente im Wasser – Die richtigen Fragen, die man sich stellen sollte.



Kleine Saarschleife bei Hamm (D, Rheinland-Pfalz). Die Verschmutzung der Flüsse mit Arzneimittel ist global. (Symbolbild)

© unsplash/Aron Schmitz

Die erwähnte Studie suchte nur nach 61 Medikamenten. Obwohl es mehr als 3000 gibt. Sie hat also nur die Spitze des Eisbergs aufgedeckt.

Mehrere Lösungen erprobt

Es besteht also dringender Handlungsbedarf, um diese Verschmutzung zu reduzieren. Aber wie? Einige Länder wie die Schweiz und Deutschland haben damit begonnen, Kläranlagen mit hochentwickelten Behandlungssystemen auszustatten, die einen Großteil der Chemikalien entfernen können. Diese Systeme basieren hauptsächlich auf der Abscheidung von Stoffen durch Aktivkohle oder der Zerstörung durch Ozon. Mit zusätzlichen Kosten für die Abwasserreinigung und damit für die Bürger:innen. Dies bleibt jedoch eine Lösung am Ende der

Kette (vgl. Interview S. 8). Um über Massnahmen am Ursprung der Verschmutzung nachzudenken, gibt es eine neue Initiative namens «One Health», also «Eine einzige Gesundheit», bei der die Gesundheit von Umwelt, Tieren und Menschen als Ganzes betrachtet werden soll. Dieser Ansatz beginnt, Ärzt:innen zu interessieren, insbesondere im Hinblick auf den Klimawandel. Aber auch im Zusammenhang mit der Umweltverschmutzung oder der Nachhaltigkeit im weiteren Sinne. So gibt es in Schweden ein Projekt⁴ zur Kennzeichnung von Medikamenten mit einem Umweltsiegel, das es Ärzten ermöglicht, bei gleicher therapeutischer Wirkung die am wenigsten umweltschädlichen Medikamente zu verschreiben.

In meiner Gruppe haben wir seit kurzem ein Kooperationsprojekt mit Unisanté in Lausanne VD, bei dem es darum geht, über «nachhaltige Verschreibungen von Medikamenten» nachzudenken. Die Idee ist, dass einige Medikamente überverschrieben werden und dass eine Verringerung der verabreichten Mengen nicht nur der Umwelt, sondern auch der Gesundheit der Menschen zugutekommen könnte. Wir befinden uns also noch am Anfang der Überlegungen. Sicher ist jedoch, dass eine enge Zusammenar-

beit zwischen der Welt der Medizin und der Welt der Umweltwissenschaften dringend notwendig wird. ■

*Dieser Text erschien am 21. März 2022 im französischen Original auf dem Blog für Ökotoxikolog:innen, den Nathalie Chèvre mit-initiierte. Der Blog kann abonniert werden. www.ecotoxicologie.fr/medicaments-eaux
Übersetzung: Stephanie Fuchs, OEKOSKOP (unterstützt durch DeepL.com/Translator).*

Zur Orientierung

- 1 Mikrogramm (μg) ist 1000-mal leichter als 1 Milligramm (mg).
- 1 kleines Sandkorn wiegt 3 μg .
- 1 Stück Würfelzucker aufgelöst in einem olympischen Schwimmbecken ergibt die Konzentration von 1 μg pro Liter.

Dr. Nathalie Chèvre ist Umweltingenieurin und Ökotoxikologin. Sie arbeitet als stellvertretende Direktorin sowie Lehr- und Forschungsbeauftragte am Institut des dynamiques de la surface terrestre (IDYST) der Faculté des Géosciences et de l'environnement an der Universität Lausanne VD. Ihr Forschungsgebiet ist das Umweltrisiko durch Chemikalienmischungen. Vor 2006 war sie fünf Jahre an der Eawag tätig. Nathalie Chèvre ist u.a. Mitglied der Web-Gruppe <https://wp.unil.ch/ecotox/>. nathalie.chevre@unil.ch
<https://people.unil.ch/nathaliechevre>

Viel Tiermedizin

– wenig Wissen über die Umweltfolgen

Deutsches Umweltbundesamt,
Nachdruck mit freundlicher Genehmigung

Wie das Wirkspektrum der Tierarzneimittel ist auch die Bandbreite möglicher Umwelteffekte gross. Die Risiken für natürliche Organismen sind schlecht vorauszusehen. Man weiss schlicht zu wenig darüber.

Bei Verabreichung von Tierarzneimitteln wird auch bei bestimmungsgemässer pharmakologischer Verabreichung zumeist der grössere Anteil (40 bis 90 Prozent) wieder ausgeschieden und gelangt in die Gülle. Ein Vergleich verschiedener Studien zeigte, dass vor allem in Geflügel- und Schweinegülle höhere Konzentrationen von Antibiotika nachweisbar sind als in Rindergülle. Geflügelmistproben in Deutschland zeigten Konzentrationen von bis zu 17 000 Mikrogramm Trimethoprim pro Kilogramm Mist ($\mu\text{g}/\text{kg}$). Die untersuchten Schweinegülleproben wiesen Rückstände zwischen 15 000 (Sulfonamide) bis 46 000 (Chlortetracyclin) $\mu\text{g}/\text{kg}$ Gülle auf.

Schlecht abschätzbare Umweltwirkungen

Tierarzneimittel und deren Metaboliten können in unterschiedliche Umweltkompartimente wie Böden oder Oberflächen-

wasser eingetragen werden. Ebenso wie die Liste der zugelassenen Tierarzneimittel und deren Wirkspektrum sehr vielfältig sind, zeigt sich auch die Umweltrelevanz von Tierarzneimitteln in unterschiedlichen Bereichen. Tierarzneimittel in der Umwelt können direkt toxisch auf Nichtziel-Organismen wirken oder zu Langzeiteffekten wie Verschiebung der Artenzusammensetzung oder Wachstumshemmung führen, da sie häufig schlecht abgebaut werden. Hinzu kommen Kombinationswirkungen durch mehrere Wirkstoffe und Mehrfachbelastungen durch verschiedene Quellen.

Unter den Tierarzneimitteln sind Antibiotika, Antiparasitika und hormonell wirkende Stoffe besonders umweltrelevant. Die Risiken sind bei derzeitig lückenhafter Kenntnislage schwer abschätzbar, auch wenn seit 1998 Umweltverträglichkeitsprüfungen harmonisiert nach Leitfäden durchgeführt werden. Aufgrund der zahlreichen

zugelassenen Arzneimittel sowohl im Human- als auch Tierbereich, kann nicht immer geklärt werden, aus welcher dieser beiden Quellen der Wirkstoff in die Umwelt gelangte.

Die Infografik «Effekte von Tierarzneimitteln auf Nichtzielorganismen» führt Wirkstoffe auf, die für die Behandlung von lebensmittelliefernden Tieren zugelassen sind. Einige dieser Wirkstoffe sind auch für die Behandlung von nicht-lebensmittelliefernden Tieren oder von Menschen zugelassen.

Kollateralschäden von Tierarzneimitteln

Studien belegen die negativen Effekte von Arzneimittelwirkstoffen auf Umweltorganismen (vgl. Tabelle S. 20). Dazu zählen z. B. toxische Wirkungen, Wachstumshemmungen oder Verschiebungen der Artenzusammensetzung. Da es sich dabei überwiegend um Laborstudien handelt, beziehen sich die Reaktionen auf einzelne Wirkstoffe und ausgewählte Organismen. Wie bei allen experimentellen Laboruntersuchungen können die Ergebnisse nur Hinweise auf Wirkungen in der realen Umwelt liefern. Ob und ab welcher Konzentration sich verschiedene Wirkstoffe beispielsweise in ihrer toxischen Wirkung verstärken, lässt sich aufgrund der Vielzahl möglicher Kombinationen nur begrenzt beurteilen.

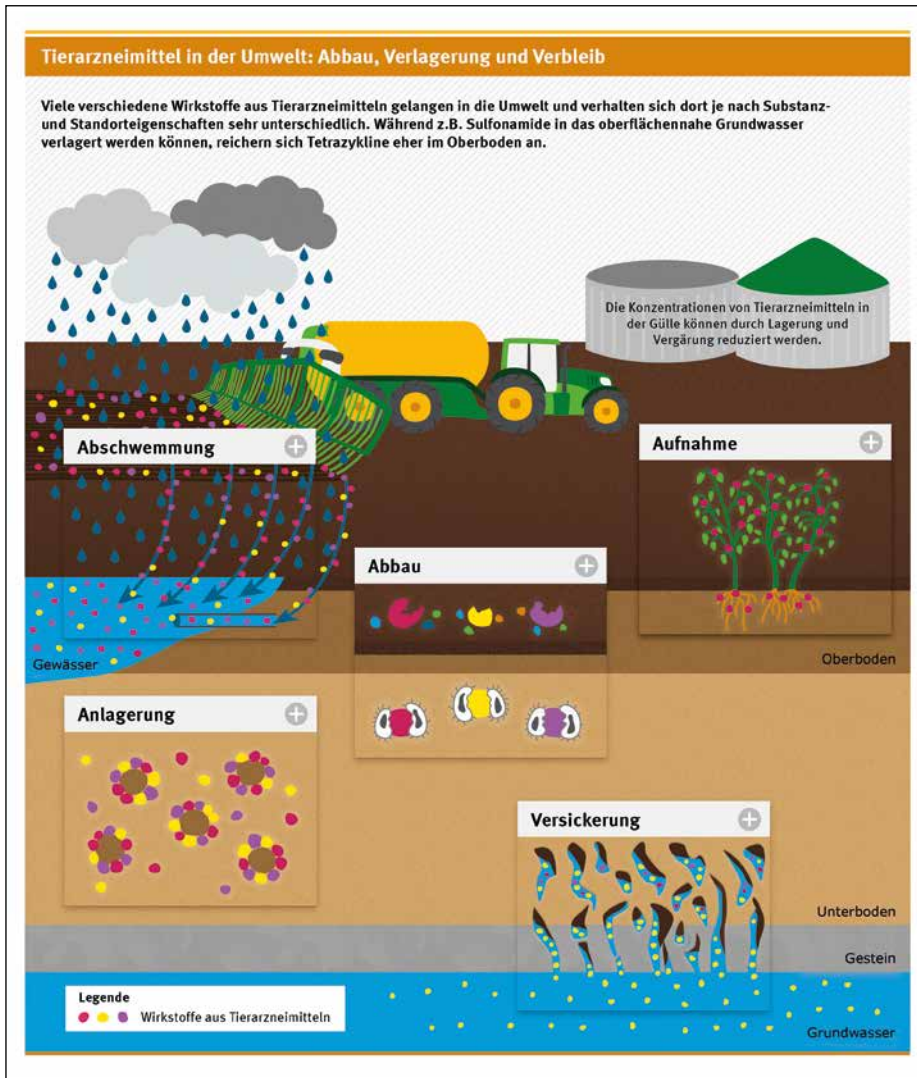
Manche Umweltwirkungen sind sehr direkt spürbar. So kann der Dungabbau durch die Gabe von Antiparasitika so vermindert



Die Tierhaltung ist eine der Hauptquellen für Arzneimittel in der Umwelt.

© Shutterstock/aquapix

¹ Altrenogest darf nicht bei lebensmittelliefernden Tieren angewendet werden.



Wirkstoffe aus Tiermedikamenten finden sich inzwischen überall in der Umwelt. Sie gelangen ins Wasser oder reichern sich im Boden an.

© UBA

weiterverbreiten. Wie stark diese Selektion ausfällt, hängt von zahlreichen Faktoren ab, die noch nicht abschliessend geklärt sind. Es zeigt sich tendenziell, dass bei den Tierarten häufiger Antibiotikaresistenzen festgestellt werden, bei denen auch häufig Antibiotika eingesetzt werden. Die Selektion kann sowohl im Tierkörper als auch im Stall oder in der Umwelt stattfinden. So konnten auch Resistenzen bei Feldversuchen in landwirtschaftlichen Betrieben nachgewiesen werden. In einer Studie wurden beispielsweise in 33 von 43 untersuchten Rinder- und Schweinebetrieben die als Indikatorkeime für Resistenzen geltenden Extended Spectrum Beta Laktamase (ESBL) bildende Keime und Methicilin resistente Staphylococcus aureus (MRSA) nachgewiesen. In einer europäischen Studie wurde gezeigt, dass Resistenzen gegenüber bestimmten Antibiotika (z. B. Fluorquinolone, Makrolide), die beim Menschen gefunden wurden, mit dem Einsatz dieser Antibiotika in der Tierhaltung assoziiert werden können. Besonders besorgniserregend ist die Plasmid-vermittelte Colistin-Resistenz, die vor allem in der Geflügelmast ein Problem darstellt. Die Colistin-Resistenzgene können, unter anderem bei Nutzgeflügel, von harmlosen Darmbakterien auf Krankheitserreger übertragen werden. Colistin ist ein Antibiotikum von besonderer Bedeutung für die Humanmedizin. Es wird eingesetzt, wenn andere Antibiotika nicht mehr wirken. Colistin-resistente Erreger können somit ernsthafte Erkrankungen hervorrufen, die nicht mehr behandelbar sind. Denn derzeit wird Colistin als Reserveantibiotikum z. B. gegen Klebsiella pneumoniae (u. a. Auslöser von Lungenentzündungen) oder gegen Acinetobacter baumannii (u. a. Auslöser von Wund- oder Harnwegsinfektionen, Sepsis und Lungenentzündungen) eingesetzt, wenn andere Antibiotika nicht mehr wirken.

Auch eine Belastung des Bodens mit Rückständen von Antibiotika oder resistenten Mikroorganismen über die Gülle

sein, dass die Weide von Weidetieren nicht mehr angenommen wird. Bienen und andere Nützlinge können ebenfalls durch Antiparasitika geschädigt werden. Labor- und Felduntersuchungen haben gezeigt, dass Pyrethroide wie Deltamethrin hoch toxisch auf Bienen wirken. Die Schädigung der Insekten wirkt sich negativ auf die Nahrungsversorgung insektenfressender Tiere wie Vögel, Igel, Spitzmäuse und Dachse aus.

Antibiotika haben oft negative Effekte auf Pflanzen, das heisst, sie hemmen z. B. das Wachstum oder die Keimung von Ackerpflanzen oder können diese abtöten. In aquatischen Ökosystemen wie Gräben, Bächen und Teichen hemmen Antibiotika das Wachstum von Pflanzen und aquatischen Primärproduzenten wie Plankton, Grünalgen und Cyanobakterien.

Rückstände von hormonell wirksamen Arzneimitteln stören selbst in sehr geringer Konzentration die Entwicklung und

Fortpflanzungsfähigkeit von Fischen. In der Schweinezucht wird Altrenogest zur Brunstsynchronisation eingesetzt.¹ In einer Lebenszyklusuntersuchung an Fischen (Eltern- und Nachkommengeneration) zeigt dieses Steroidhormon starke Effekte bei der Reproduktion und eine Verschiebung der Geschlechterverteilung hin zu männlichen Fischen aufgrund des androgenen Potenzials. Daher gelten seit 2016 besondere Vorgaben für den Umgang mit diesem Wirkstoff, die sich in den Produktinformationen finden.

Antibiotikaresistenzen im Nutztierbereich

Der Einsatz von Antibiotika erhöht das Risiko der Ausbildung und Verbreitung entsprechender Resistenzen. Insbesondere bei zu kurzem, zu niedrig dosiertem oder Langzeiteinsatz von Antibiotika, können Bakterien überleben, die Resistenzgene in sich tragen, wodurch diese die Resistenz

Effekte von Arzneimitteln auf Nichtzielorganismen
 Kurzübersicht über in Studien beobachtete Effekte von Arzneimittelwirkstoffen, die u.a. im Rahmen der Tierarzneimittelzulassung eingereicht und bewertet wurden (Stand 2017).

Nichtzielorganismen	Effekt im Laborversuch	Wirkstoffe
 Wasserflöhe	 geringe toxische Wirkung	Sulfadimethoxin, Sulfamethoxazol, Sulfadimidin, Trimethoprim
	 starke toxische Wirkung	Closantel, Cypermethrin, Deltamethrin, Doramectin, Eprinomectin, Fenbendazol, Flubendazol
 Zuckmücken	 starke toxische Wirkung	Deltamethrin
 Fische	 starke toxische Wirkung	Altrenogest, Closantel, Cypermethrin, Deltamethrin, Eprinomectin, Ivermectin
 Regenwürmer	 mäßig toxische Wirkung	Closantel, Cypermethrin, Deltamethrin, Eprinomectin, Ivermectin
 Organismen im Dung, wirbellose Dunglarven	 mäßig toxische Wirkung	Closantel
	 starke toxische Wirkung	Cypermethrin, Deltamethrin, Doramectin, Eprinomectin, Ivermectin
 Bodenorganismen	 Verminderte Bodenphosphataseaktivität	Doxyzyklin
	 Änderung der Bakteriengemeinschaft	Lincomycin, Sulfadiazin
 Wasserpflanzen	 geringe Wachstumshemmung	Trimethoprim
	 starke Wachstumshemmung	Florfenicol
 Nutzpflanzen	 mäßige Keimhemmung	Sulfamethoxazol
	 starke Keimhemmung	Florfenicol
	 mäßige Wachstumshemmung	Enrofloxacin, Sulfadiazin
	 starke Wachstumshemmung	Enrofloxacin, Florfenicol
 Cyanobakterien	 geringe Wachstumshemmung	Trimethoprim
	 mäßige Wachstumshemmung	Amoxicillin/Penicillin Säure, Tetrazyklin
	 starke Wachstumshemmung	Enrofloxacin, Erythromycin, Oxytetracyklin
 Grünalgen	 keine Wachstumshemmung	Amoxicillin/Penicillin Säure
	 mäßige Wachstumshemmung	Enrofloxacin, Ivermectin, Tetrazyklin
	 starke Wachstumshemmung	Erythromycin

  toxische Wirkung  Verschiebung der Artenzusammensetzung   Wachstumshemmung

In der Umwelt ist die heilende Wirkung von Tierarzneimitteln schädlich. Die Effekte vom eingesetzten Wirkstoffmix sind zudem noch kaum erforscht.

© LIBA

führt zu einer Erhöhung der Häufigkeit und Übertragbarkeit von Antibiotikaresistenzen. Über die Aufnahme von resistenten Bakterien in Pflanzen können diese an der Verbreitung von Resistenzen beteiligt sein. Zudem fördert die Kombination aus einer sehr niedrigen Wirkstoffkonzentration mit vorhandenen resistenten Mikroorganismen in der Gülle die Erhöhung der Konzentration resistenter Mikroorganismen.

Landwirt:innen sowie Tierarzt:innen haben ein Eigeninteresse an der Reduktion des Einsatzes von Antibiotika, denn durch zunehmende Resistenzen wird die Wirksamkeit der Tierarzneimittel gegen Infek-

tionskrankheiten gefährdet. Ebenso können in der Landwirtschaft und Tierhaltung tätige Personen selbst von entstehenden Resistenzen gesundheitlich betroffen sein.

Beeinträchtigung der Bodenbeschaffenheit

Antiparasitika beeinträchtigen die Struktur und Funktion der Weide, da sie bereits in sehr niedrigen Konzentrationen toxisch auf kleine wirbellose Tiere, wie Insekten, Würmer und Krebstiere, wirken. Wird beispielsweise Ivermectin bei Weidetieren angewandt, wirkt das Antiparasitikum auch toxisch auf Dungorganismen wie die

Dungfliege oder den Dungkäfer. Durch den verminderten Abbau des Dungs werden Weideflächen teilweise nicht mehr von den Weidetieren akzeptiert und stören daher die Funktion der Weide.

Auch auf mit Wirtschaftsdünger behandelten Feldern ist ein direkter Einfluss von Antibiotikarückständen auf die Bakteriengemeinschaften feststellbar. Ihre Aktivität ist kurz nach dem Aufbringen der Gülle beeinträchtigt. Antibiotika wirken sich auf die Zusammensetzung von Mikroorganismengemeinschaften in Böden aus. Dadurch können auch nützliche Pilze, wie Mykorrhiza, geschädigt werden. Wirken Antibiotika auf Mikroorganismen, die am Stickstoffkreislauf beteiligt sind, kann die Bodenfruchtbarkeit negativ betroffen oder der Nitratabbau gehemmt sein, was zu einer zusätzlichen Belastung der Gewässer führen kann.

Tierarzneimittel über Pflanzen in die humane Nahrungskette?

Prinzipiell besteht das Risiko, dass Tierarzneimittel oder resistente Mikroorganismen über Lebensmittel tierischen Ursprungs aber auch über pflanzliche Lebensmittel in die humane Nahrungskette gelangen. Insgesamt ist die Kenntnislage zu diesem Themenkomplex jedoch noch sehr lückenhaft. Die Anreicherung von Metaboliten von Tierarzneimitteln in pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln wurde bereits nachgewiesen. Feldversuche zeigten, dass ein Transfer von Tierarzneimittelrückständen über den Pfad Gülle-Boden in die Pflanze auch bei den in der Praxis üblichen Dosierungen möglich ist. So wurden entsprechende Rückstände z. B. bei Getreide (Winterweizen) auch im Erntegut, also dem Weizenkorn, nachgewiesen. ■

Das **Umweltbundesamt** ist Deutschlands zentrale Umweltbehörde. Schweizer Pendant ist das Bundesamt für Umwelt BAFU. www.umweltbundesamt.ch

Milchproduktion ohne Antibiotika auf dem Lehenhof

Janine Braun,
MSc ETH Agrarw., Rothrist AG

Der Lehenhof produziert seit mehreren Jahren Milch mit sehr wenig Antibiotikaeinsatz. Er steht als Beispiel für die Betriebe, die sich im neuen Verein BioFair Schweiz organisieren.

Eingebettet zwischen Autobahn A2 und der Industrie von Rothrist AG liegt der Landwirtschaftsbetrieb Lehenhof. Der Betrieb der Ortsbürgergemeinde Rothrist wird in dritter Generation von der Familie Braun bewirtschaftet. 1995 übernahmen Hans Braun und seine Frau Sandra den Familienbetrieb und stellten ihn auf Bio um.

Einsatz von Alternativmedizin

Bereits 1997 besuchte Sandra den ersten Kurs zur Homöopathie für Rinder. Die Arbeitsteilung «Hans melkt die Kühe und

Sandra trinkt die Kälber», erlaubt eine enge Beziehung zu den Tieren und Probleme lassen sich früh erkennen. Da nicht für jedes Wehwehchen der Tierarzt beigezogen werden konnte und die Betreuung von kranken Tieren sehr emotional sein kann, hat sich die Homöopathie bewährt. Bereits bei kleinen Krankheitsanzeichen lässt sich damit aktiv etwas unternehmen. Das Wissen rund um die Homöopathie festigte sich im Austausch mit Berufskolleg:innen in Arbeitskreisen. Heute stehen im Rindviehstall rund 100 Globuli-Fläschchen, wobei viele kaum noch zum Einsatz kommen. Denn gewisse Krankheiten sind aufgrund strenger Selektion auf Gesundheit und optimiertes Management vom Betrieb verschwunden. Die Melkhygiene wurde auf das Euter-

putzen mit Holzwolle reduziert. Das fördert die natürliche Hautflora der Euter.

Das «Koppelprodukt» Milch und Rindfleisch

Bevor eine Kuh gemolken werden kann, braucht es eine erfolgreiche Geburt und also ein Kalb. Auf dem Lehenhof sollte die Freude über eine unkomplizierte Geburt nicht durch das männliche und damit «falsche» Geschlecht des Kalbes getrübt werden. Aus der Zucht weg von der reinen Milchrasse auf mehr Bemuskelung resultieren männliche Kälber, die sich für die Bio-Weidemast eignen. Damit erhält jedes Kalb – sei es Aufzucht tier oder werde es ein Weiderind – von Anfang an einen hohen Stellenwert auf dem Milchwirtschaftsbetrieb. Die

¹ Die Anzahl Zellen in der Milch (weisse Blutkörperchen und Drüsenzellen aus dem Eutergewebe) zeigen indirekt den Grad einer Entzündung im Euter. Milch enthält normalerweise weniger als 100 000 Zellen pro Milliliter (zmp.ch).

Die Entwicklungen auf dem Lehenhof

1996 baute das neue Pächterpaar einen Laufstall für 30 Milchkühe. Mit der Güterregulierung aufgrund der Bahn 2000 mussten sie das Betriebskonzept neu überdenken. Das betriebseigene Futter reichte für die leistungsorientierte Milchviehherde nicht mehr aus. Der Zukauf von Kraftfutter wäre nötig geworden. Andere Berufskollegen hatten das gleiche Problem. So gründeten sie die Interessensgemeinschaft Swiss Fleckvieh und züchteten auf eine kleinere, gesunde Weidekuh anstelle von hoher Milchleistung. Über mehrere Generationen hinweg entstand eine Zweinutzungskuh, die ihren Futterbedarf bei reiner Weidehaltung decken kann. Schrittweise wurde die Milchviehherde auf dem Lehenhof an das Vollweidesystem gewöhnt und genetisch angepasst.

Einige eher grosse Kühe mussten den Betrieb verlassen. Sie konnten ihren Futterbedarf nicht allein auf der Weide stillen. Zugleich wurden alle Abkalbungen auf den Winter gelegt. Einerseits sind die Milchkühe anfangs Laktation auf hochwertiges Futter angewiesen und das ist im Frühling reichlich vorhanden. Andererseits haben Landwirt:innen im Winter Zeit, die Abkalbungen und die Kälber ohne Stress zu betreuen. Da die Kühe nun in einem strikten Zeitfenster zwischen Dezember und Februar kalben müssen, verschwanden Tiere mit reduzierter Fruchtbarkeit vom Hof.

Die Milchkuh auf dem Lehenhof soll nicht Kraftfutter vom Acker fressen und damit Nahrungskonkurrentin des Menschen sein, sondern die Ressource Grasland in hochwertiges Pro-

tein umwandeln. Der Verzicht auf Kraftfutter seit 2013 und damit auf die Zucht zu hoher Milchleistung – was die Tiere krankheitsanfällig macht –, förderte die Gesundheit der Milchkühe zusätzlich. Die Zucht auf gute Fitness, tiefe Zellzahlen¹ und gute Fruchtbarkeit stehen seither im Fokus. Für die Besamung werden nur Stiere von Müttern gewählt, welche auch im hohen Alter noch gute Zellzahlen hatten.

Seit 1996 wurden das Management und die Betriebsstrategie auf dem Lehenhof also laufend angepasst und optimiert. Heute bewirtschaften ihn Hans und Sandra Braun mit den Kindern Claudia und Felix. Aktuell umfasst der Betrieb rund 50 Milchkühe und 50 Hektaren landwirtschaftliche Nutzfläche, wovon etwa ein Drittel Biodiversitätsförderflächen sind.

Jedes Kalb ist willkommen. Alle Jungtiere bleiben mindestens 120 Tage auf dem Geburtsbetrieb, was ihr Immunsystem stärkt. Sie werden in dieser Zeit mit je rund 800 Litern Milch «abgetränkt».

© Janine Braun

Aufzucht der Kälber auf dem Geburtshof ermöglicht ihnen, ein starkes Immunsystem aufzubauen.² Der Partnerbetrieb des Lehenhofes in Eptingen BL, welcher die Aufzuchttrinder und Ochsen im Alter von 150 Tagen übernimmt, konnte dadurch den Antibiotikaeinsatz deutlich reduzieren. Seit wenigen Jahren wird auf dem Lehenhof die mutter- und ammengebundene Kälberaufzucht umgesetzt. Dabei dürfen die Kälber bis im Alter von rund 120 Tagen bei der Kuh direkt ab dem Euter trinken. Dies erlaubt eine artgerechte Aufzucht des Kalbes und fördert seine Gesundheit.

Die antibiotikafreie Milchproduktion

Der Verzicht auf Antibiotika ergab sich praktisch automatisch aus dieser Tierhaltung. Das Management, die Zucht, der Einsatz von Homöopathie und weitere Faktoren haben dazu geführt, dass der Antibiotikaeinsatz auf dem Lehenhof laufend zurückging. Ge-

sunde robuste Tiere stehen im Vordergrund. Nur die besten Kühe im Sinne von gesund, fruchtbar und mit betriebsangepasster Milchleistung kommen für die Nachzucht in Einsatz. Der Leitspruch von Hans lautet: «Wird die Krankheit einen Tag früher von uns erkannt, ist die Behandlungsdauer einen Tag kürzer. Dies spart möglicherweise den Tierarzt, aber schont besonders auch meine Nerven.» Auf dem Lehenhof erfolgte die letzte Euterbehandlung mit Antibiotika im August 2005. Bei den Kälbern ist der Einsatz von Antibiotika noch eher von Nöten – aber nicht jährlich der Fall.

Die Geschichte der NOP-Milch

In den Jahren 2002/03 war der Bio-Milchmarkt in der Krise. Hans und weitere Bio-Milchproduzent:innen suchten nach neuen Absatzmöglichkeiten, um das Überangebot zu entlasten. Zu jener Zeit wurde nach «National Organic Production» produzierte Milch, kurz NOP-Milch, als Pulver von Amerika in die Schweiz importiert. Daraus wurde Schweizer Bio-Schokolade hergestellt und wieder nach Amerika exportiert. Denn die US-amerikanischen NOP-Richt-

³ Die Knospe zeichnet unter Bio-Suisse-Richtlinien produzierte und verarbeitete Lebensmittel aus.

² Vgl. «Kombinierte Produktion für weniger Antibiotika bei Kälbern», in: OEKOSKOP 4/21.

Bis vor kurzem fehlte der NOP-Markt

Da bisher aus NOP-Milch nur Pulver für die Schokoladenproduktion hergestellt wurde, konnten bloss rund 30 Milchviehbetriebe in der Nähe vom Verarbeiter in Hochdorf LU rund zweimal pro Monat ihre Milch liefern. Dies entsprach rund 10 bis 15 Prozent ihrer Produktionsmenge. Den Rest setzten sie als Knospe-Milch ab. Aufgrund der geringen Absatzmöglichkeit liessen sich interessierte Knospe-Betriebe gar nicht NOP-zertifizieren. Es entstanden ja lediglich Kosten, aber kein Mehrwert. Der Discounter Aldi nimmt neu NOP-Milch entgegen, um sie unter seinem neuen Label «retour aux sources» mit dem Slogan «Bio, das weiter geht» in der Schweiz zu vermarkten.

Diese weitergehenden Richtlinien rund um die Milch- und Fleischproduktion fördern die Gesundheit der Rinder und bewirken somit die Reduktion des Antibiotikaeinsatzes.

Die NOP-Milchproduzent:innen haben sich im Verein «BioFair Schweiz» zusammengeschlossen. Sie wollen sich in Arbeitskreisen rund um die Themen Biodiversität, Alternativmedizin, Kälberaufzucht und Kreislaufwirtschaft austauschen und gegenseitig unterstützen.

Ein weiteres Ziel des Vereins ist, dass künftig jeder NOP-Milchproduzent einen Bio-Weidemastbetrieb als Partnerbetrieb hat, der die männlichen Kälber übernimmt.

www.biofairschweiz.ch (im Aufbau)



Die Stallapotheke auf dem Lehenhof. Homöopathische Globuli sind ein wichtiger Bestandteil in seinem Betriebskonzept.

© Stephan Wicki



linien verlangen, dass nur die Milch von Kühen verarbeitet wird, welche seit einem Jahr keine Antibiotikabehandlung hatten. Hans und seine Berufskolleg:innen sahen darin eine Möglichkeit, Schweizer Bio-Milch abzusetzen und verhandelten mit Bio Suisse, dem Verband der Schweizer Bio-Bäuer:innen, Richtlinien für NOP-Milch. Nebst den Knospe-Richtlinien³ braucht es entlang von konventionellen Weide- und Ackerflächen einen Pufferstreifen von 6 Metern Breite. Ausserdem darf die Milchviehherde und deren Aufzucht nie mit Antibiotika behandelt werden. Im Jahr 2015 wurde ein Äquivalenzvertrag mit den USA ausgehandelt, der die Richtlinien von Bio Suisse anerkennt. Ab diesem Zeitpunkt genügte die Knospe-Zertifizierung und die Zusatzzertifizierung NOP.

Aus Tierschutzgründen darf der Einsatz von Antibiotika jedoch nicht verboten werden. Falls nötig dürfen erkrankte Tiere damit behandelt werden. Sie müssen jedoch nach der Genesung die NOP-Herde verlassen. Da in der Schweiz die Strukturen kleiner sind als in den USA, wo neben der NOP-Herde eine zweite Herde gehalten wird, müssen die behandelten Kühe hierzulande den Betrieb verlassen. Dies kann aus ethischer Sicht und kurzfristig gedacht etwas problematisch sein. Es hat jedoch seine Vorteile. Es führt zu einer sehr strengen und konsequenten Selektion in der Milchviehherde. Problematische Tiere und auch deren Genetik verlassen den Betrieb. Behandelte Kühe scheiden vermehrt resistente Bakterien aus. Durch den Verkauf dieser Tiere bleibt das Gleichgewicht zwischen resistenten und nicht-resistenten Bakterien auf dem Hof erhalten.

Gemeinsam in die Zukunft

Wenn ein Tier ernsthaft krank ist, haben Tierhalter:innen heute noch die Möglichkeit, auf wirkungsvolle Antibiotika zurückzugreifen. Notfalls setzen wir Reserveantibiotika ein. Die Landwirt:innen versuchen

bereits, ihre Betriebe und ihre Milchkühe so auszurichten bzw. zu züchten, dass sie möglichst wenig Antibiotika brauchen. Einerseits um den Antibiotikaeinsatz gemäss Strategie des Bundes zu reduzieren (vgl. Beitrag Studer, S. 24). Andererseits auch als Vorsorge, falls vermehrt Tiere an resistenten Bakterien erkranken und die Wirkung von Antibiotika nicht mehr gegeben sein sollte. Heute können die Landwirt:innen noch freiwillig lernen, ohne Antibiotika auszukommen, das Wissen über die Alternativmedizin aufzubauen und die Zucht in Richtung Gesundheit zu lenken. Im Notfall können sie jederzeit auf Antibiotika und deren Wirkung vertrauen. Das gibt den Landwirt:innen die notwendige Sicherheit. Dies könnte sich jedoch ändern, falls der Druck der resistenten Bakterien auf den Betrieben zunimmt.

Schliesslich sitzen wir alle, Landwirt:innen, Tierärzt:innen und Konsument:innen samt unseren Haus- und Nutztieren im selben Boot, und stehen vor den gleichen Problemen, wenn wir nicht mehr auf wirkungsvolle Antibiotika zurückgreifen können. ■

Janine Braun studierte Nutztierwissenschaften an der ETH Zürich und untersuchte in ihrer Masterarbeit die Resistenzsituation von Milchviehbetrieben. Ihre Doktorarbeit schreibt sie über die Nachhaltigkeit zweier Milchproduktionssysteme an der Berner Fachhochschule in Zusammenarbeit mit der Universität Wageningen (NL). Janine Braun ist auf dem Lehenhof aufgewachsen und Geschäftsführerin von BioFair Schweiz.

janine.braun@bfh.ch
www.biofairschweiz.ch

Kometian – eine Alternative zu Antibiotika im Stall

Nicole Studer, Tierärztin,
Leiterin Kometian-Beratungsstelle

Nutztiere gesunden in vielen Fällen mit Komplementärmedizin. Die Beratung des Vereins Kometian begleitet die Tierhalter:innen eng dabei. Voraussetzung ist deren sorgfältige Beobachtung von Kuh und Co.

Die Milchkuh Laura hat eine Mastitis (Euterentzündung). Sie hat vor einer Woche zum vierten Mal gekalbt. Jetzt hat sie Fieber, der Euterviertel vorne rechts ist schmerzempfindlich. Sie hebt das Bein beim Melken. In der Milch kommen zuerst cremig gelbliche Fetzen, erst danach fliesst weisse Milch. Die Kuh frisst noch gut, sie schwitzt nicht und die Körperoberfläche ist warm.

Die Kuh ist krank – was tun?

Die Tierhalter:innen haben nun verschiedene Möglichkeiten darauf zu reagieren.

Sie rufen den Tierarzt oder die Tierärztin, welche:r die Kuh genau untersucht, allenfalls eine Milchprobe nimmt und in der Regel bei einer Mastitis mit Fieber eine Therapie mit Entzündungshemmer und

Antibiotika einleitet. Die Landwirt:innen behandeln anschliessend nach tierärztlicher Anweisung selbst weiter.

Falls die Tierhalter:innen bereits genug Erfahrung mit Komplementärmedizin gesammelt haben (vgl. Beitrag Braun, S. 21), können sie Tiere mit gutem Allgemeinbefinden wie in diesem Fall – Laura frisst ja trotz Fieber noch gut –, selbst behandeln. Dabei stehen ihnen je nach persönlichen Interessen und Ausbildungsstand die Homöopathie, die Phytotherapie, die Spagyrik und weitere Therapiemethoden zur Verfügung. Dabei tragen sie die alleinige Verantwortung für ihr Tier und müssen den Verlauf gut beobachten, um bei einer Verschlechterung des Zustandes sofort reagieren zu können.

Als dritte Möglichkeit können Landwirt:innen die Hotline von Kometian (vgl. unten) anrufen und diesem Beratungsangebot das vorliegende Problem schildern. So war es auch im Fall von Laura. Die Beraterin am Telefon will es nun genau wissen: «Seit wann sind der Viertel und die Milch verändert? Wie fühlt sich der Viertel an? Gab Laura heute weniger Milch als sonst? Wie geht es der Kuh allgemein? Verhält sie sich in der Herde normal? Hatte sie auch schon Probleme mit dem Euter? Wie verlief die Geburt, wie die Nachgeburtphase?» Die Bäuerin erzählt, was sie beobachtet und untersucht hat: «Der Viertel vorne rechts ist verhärtet und vergrössert, aber nicht steinhart. Lauras Allgemeinzustand ist unverändert, sie frisst normal und ist ausser beim Melken umgänglich wie immer. Die Milchleistung ist kaum eingebrochen. Laura ist eine ringmelke Kuh. Sie hatte in den letzten Laktationen auch schon erhöhte

Zellzahlen, aber nie eine akute Mastitis.» Die Beraterin empfiehlt daraufhin ein homöopatisches Mittel, das die Bäuerin in ihrer Stallapotheke hat und der Kuh ins Maul eingibt (vgl. Foto). Zudem werden Begleitmassnahmen wie mehrfaches Ausmelken tagsüber besprochen und ein Rückmeldedatum für den Verlaufsbericht auf den nächsten Tag abgemacht. Das Mittel wirkt bei Laura sehr rasch. Das Fieber sinkt und gelbe Fetzen kommen nach der Behandlung keine mehr. Die Tierhalterin entscheidet sich, zur Nachbehandlung ein selbstgewähltes Mittel einzusetzen. Daraufhin verbessert sich die Milchqualität weiter, aber im Viertel bleibt eine Verhärtung zurück. Mit der Beraterin wird eine weitere Folgebehandlung mit einem chronischen Mittel beschlossen, welche Laura vor weiteren Mastitiden schützen soll, ihre Immunität stärkt und sie in ihrem ganzen Wesen unterstützt. Daraufhin heilt die Mastitis vollständig aus und die Milchqualität ist auch sechs Monate nach der Behandlung einwandfrei.

Der Verein Kometian und das Ressourcenprojekt

Mit der Coronapandemie ist vielen Menschen (wieder) bewusst geworden, wie bedrohlich Mikroorganismen für uns Menschen sein können. Anders als bei den Viren, stehen uns zur Bekämpfung von bakteriellen Infektionen seit dem letzten Jahrhundert Antibiotika zur Verfügung. Diese wurden in der Vergangenheit und werden auch heute noch viel zu häufig eingesetzt, wo sie gar nicht nötig wären. Dies hat dazu geführt, dass viele Bakterien Resistenzen gegen Antibiotika entwickelt haben und multiresistente

¹ <https://www.star.admin.ch/star/de/home/star/strategie-star.html>

² Temporäre Verkaufssperre für Lebensmittel, die von einem behandelten Tier stammen.

Warum Globuli im Nutztierstall?

Die Homöopathie ist in der Landwirtschaft weit verbreitet. Es gibt ein gutes Kursangebot an den landwirtschaftlichen Schulen. Die Arzneien sind günstig, einfach erhältlich, gut zu lagern und haben ab einer Potenz von D12/C6 oder höher keine Absetzfristen², die eingehalten werden müssen. Die Abdeckung an gut ausgebildeten Fachpersonen und Tierärzt:innen ist im Vergleich zu anderen komplementären Therapiemethoden im Nutztierbereich bei der Homöopathie am grössten.



Am einfachsten geht die Verabreichung mit aufgelösten Globuli, die man auf die Schleimhaut gibt (Maul, Scheide). Zur längeren Anwendung oder Verabreichung an mehrere Tiere eignet sich die Sprühflasche. Das Mittel wird dann aufs Flotzmaul (feuchter Bereich von Oberlippe und Nasenspiegel) gesprüht. Hier ist die Autorin am Werk.

© Nicole Studer

Keime weltweit immer häufiger auftreten. Die Reduktion des Einsatzes von Antibiotika ist somit eine Notwendigkeit von internationalem Interesse. Vielerorts sind Bestrebungen im Gange, um den Antibiotikaverbrauch zu reduzieren, insbesondere in der Landwirtschaft, wo der Handlungsbedarf sehr gross ist.

Nebst hygienischen, tierhalterischen und züchterischen (vgl. Beitrag Braun, S. 21) Massnahmen ist der Einsatz von Komplementärmedizin ein wichtiger Pfeiler, um den Verbrauch von Antibiotika zu senken. Der Verein Kometian ist einer von vielen Playern, die sich für die Antibiotikareduktion in der Nutztierhaltung stark machen. Er wurde im Jahr 2015 gegründet. Zeitgleich beschloss der Bundesrat seine «Strategie Antibiotikaresistenzen Schweiz (StAR)»¹, die auch die Tierhaltung umfasst und mit deren Umsetzung er 2016 begann. In diesem Rahmen wurde Kometian 2016–2021 als das erste von verschiedenen Ressourcenprojekten des Bundesamts für Landwirtschaft BLW finanziell unterstützt. Eine erste Zwischenauswertung liegt vor (vgl. unten), die Endresultate werden Ende 2022 erwartet.

Um die Beratungsplattform nach Ablauf des BLW-Ressourcenprojekts stabil aufrecht zu erhalten, ist Kometian auf Sponsoren, Fördermitglieder und insbesondere auf Spenden angewiesen. Künftig werden auch nicht bei Kometian registrierte Tierhalter:innen das Angebot nutzen können. Der Verein freut sich darauf, sie mit seiner Beratung zu überzeugen und wird sie dereinst gerne als Neumitglieder – mit den entsprechenden Kostenvorteilen – begrüssen.

Qualitätssicherung und Resultate des Projektes

Bei allen Beratungen legt Kometian viel Wert auf hohe Qualität. Das Beratungsteam besteht aus Tierärzt:innen, Tierhomöopath:innen und Tierheilpraktiker:innen, die alle eine fundierte Ausbildung in Komplementärmedizin haben und sich regelmässig

Die Beratung durch Kometian im Rahmen des Ressourcenprojektes ergab bei den Milchkühen eine signifikante Antibiotikareduktion.

© Ariane Maeschli, FiBL

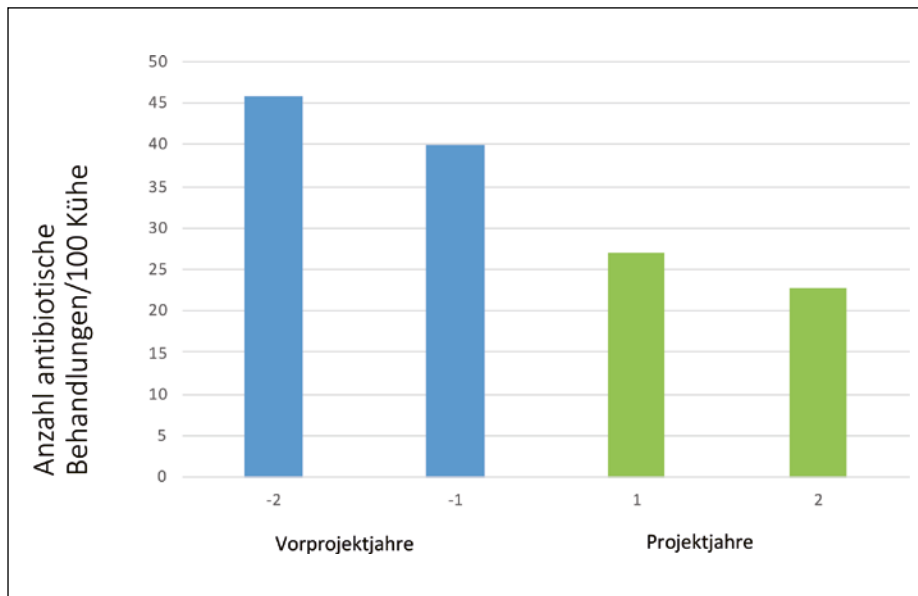
weiterbilden. Auch die Tierhalter:innen erhalten Einführungskurse. Dabei lernen sie, die Symptome bei ihren Tieren früh zu erkennen und auch deren Verhalten und Allgemeinzustand genau zu beschreiben. Zudem erstellen die Berater:innen von jedem Fall eine ausführliche Falldokumentation, in der alle Beratungen, Rückmeldungen und Folgeberatungen beschrieben sind. Zu den meisten Fällen finden mehrere Kontakte zwischen Tierhalter:in und Berater:in statt, bei Akutfällen manchmal mehrmals täglich, bei chronischen Fällen über Monate. Die Dokumentationen werden intern durch mich als Tierärztin geprüft. Dank systematischer Rückfrage bei den Tierhalter:innen kann auch der weitere Verlauf protokolliert werden und ist künftig genau nachverfolgbar.

³ <https://www.kometian.ch/home/ressourcenprojekt/wissenschaftliche-begleitung/>

Bedürfnis nach schneller Beratung

Das Beratungsangebot von Kometian gab es schon vor der Vereinsgründung. Im Januar 2012 wurde die 24-Stunden-Hotline für Nutztierhaltende in Betrieb genommen. Im ersten Jahr nur für die Ostschweizer Kantone, ab 2013 für alle deutschsprachigen Schweizer Landwirt:innen. Durch das Ressourcenprojekt konnte das Angebot ab 2018 mit Französisch und Italienisch sprechenden Berater:innen ausgeweitet werden.

Kometian entstand ursprünglich aus dem Bedürfnis eines Biobauern nach schneller homöopathischer Beratung. Er konnte seinen homöopathisch arbeitenden Hoftierarzt wegen dessen intensiver Referententätigkeit nicht täglich in der Praxis erreichen. Der Biobauer aber wollte bei einem Notfall nicht nur auf die schulmedizinisch ausgerichtete Stellvertreter-Praxis angewiesen sein. Somit war die Idee für Kometian, ein «Komplementärmedizinisches Tierheilangebot» geboren. Eine Handvoll Tierärzt:innen, Tierheilpraktiker:innen und



Rund 90 Prozent der Anfragen betreffen Rinder. Anfragen zu Schweinen, Schafen, Ziegen, Hühnern, aber auch zum Hofhund oder Katzen sind seltener. Bei einem Drittel des Beratungsbedarfes geht es um Euterprobleme, wie auch bei Kuh Laura. Ein weiteres Drittel der Anfragen betrifft Jungtierkrankheiten wie Durchfall, Atemwegs- und Nabelprobleme.

Wissenschaftlich begleitet wird Kometian schon seit 2012 vom Forschungsinstitut für

biologischen Landbau (FiBL). Die Ergebnisse des Zwischenberichtes über das Ressourcenprojekt sind vielversprechend.³ In den angeschlossenen Betrieben hat sich die Anzahl antibiotischer Behandlungen deutlich reduziert (vgl. Abbildung). In 65 Prozent der Fälle meldeten die Landwirt:innen eine Heilung oder soweit eine Besserung, dass keine weiteren Behandlungen mehr notwendig wurden, allein durch den Einsatz von Komplementärmedizin. Auch die Gesundheit der Jungtiere entwickelte sich sehr erfreulich, was gute Voraussetzungen für Nachfolgenerationen schafft. Bei den Milchkühen blieb sie trotz massiver Reduktion von Antibiotika stabil. ■

Dr. med. vet. Nicole Studer ist Tierärztin mit Fachausweis Homöopathie GST. Nach dem Staatsexamen im Jahr 2000 war sie während rund zehn Jahren in einer Gemischtpraxis tätig. Ihr Fokus lag immer bei den Nutztieren. Seit 2011 hat sie eine eigene Praxis für Tierhomöopathie. 2013 begann sie ihre Arbeit für Kometian und leitet seit Ende 2015 das Team mit rund 15 Berater:innen. Nicole Studer ist in der Fachkommission Homöopathie der Camvet (Schweizerische Tierärztliche Vereinigung für Komplementär- und Alternativmedizin) und im Vorstand der IG Homöopathie Nutztier vertreten. Sie ist Mutter dreier Kinder.
Nicole.studer@kometian.ch
www.kometian.ch

Landwirt:innen voller Tatendrang und Idealismus haben es in der Folge auf- und ausgebaut.

Heute ist Kometian eine wichtige Plattform, bei der unterdessen über achthundert Bauernbetriebe in der ganzen Schweiz registriert sind. Das Kerngeschäft ist eine Hotline, welche die angeschlossene Betriebe Tag und Nacht kostenpflichtig nutzen können. Erfahrene Berater:innen lassen sich die Symptome am Telefon genau schildern, fragen gezielt nach und empfehlen daraufhin das homöopathische Mittel, das am besten zu den Beobachtungen passt. Allenfalls empfehlen sie weitere Begleitmassnahmen. Bei schweren Fällen oder wenn eine telefonische Beratung allein zu riskant erscheint, empfiehlt Kometian seinen Besuch vor Ort oder das Zuziehen des Hoftierarztes. Zusätzlich zur Hotline führt Kometian auch komplementärmedizinische Beratungen im Stall durch und bietet eine Bestandesbegleitung nach den individuellen Bedürfnissen des Betriebes an.

www.kometian.ch

Terminkärtchen und Rezeptblätter für Mitglieder: Jetzt bestellen!



Liebe Mitglieder

Sie haben Tradition und viele von Ihnen verwenden sie: unsere Terminkärtchen und Rezeptblätter. Wir geben viermal jährlich Sammelbestellungen auf.

Jetzt oder bis spätestens 31. Juli 2022 bestellen für die Lieferung Mitte August 2022. Mindestbestellmenge pro Sorte: 1000 Stk.

Preise Terminkärtchen: 1000 Stk. CHF 200.-; je weitere 500 Stk. CHF 50.-
Rezeptblätter: 1000 Stk. CHF 110.-; je weitere 500 Stk. CHF 30.-
Zuzüglich Porto und Verpackung. Musterkärtchen: www.aefu.ch

Dr. med. Petra Muster-Gültig
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH

Beispielstrasse 345
CH-6789 Hinwil
Tel. 099 123 45 67

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation

	Datum	Zeit
Montag	_____	_____
Dienstag	_____	_____
Mittwoch	_____	_____
Donnerstag	_____	_____
Freitag	_____	_____
Samstag	_____	_____

Leben in Bewegung
Rückseite beachten!



Das beste Rezept für Ihre Gesundheit und eine intakte Umwelt!

Bewegen Sie sich eine halbe Stunde im Tag: zu Fuss oder mit dem Velo auf dem Weg zur Arbeit, zum Einkaufen, in der Freizeit.

So können Sie Ihr Risiko vor Herzinfarkt, hohem Blutdruck, Zuckerkrankheit, Schlaganfall, Darmkrebs, Osteoporose und vielem mehr wirksam verkleinern und die Umwelt schützen.

Eine Empfehlung für Ihre Gesundheit

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz
Postfach 620, 4019 Basel
Tel. 051 322 49 49 www.aefu.ch, info@aefu.ch

Dr. med. Petra Muster-Gültig
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH

Beispielstrasse 345
CH-6789 Hinwil
Tel. 099 123 45 67

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation

	Datum	Zeit
Montag	_____	_____
Dienstag	_____	_____
Mittwoch	_____	_____
Donnerstag	_____	_____
Freitag	_____	_____
Samstag	_____	_____

Luft ist Leben!
Rückseite beachten!



Stopp dem Feinstaub! (PM 10)

Feinstaub macht krank
Feinstaub setzt sich in der Lunge fest
Feinstaub entsteht vor allem durch den motorisierten Verkehr

Zu Fuss, mit dem Velo oder öffentlichen Verkehr unterwegs:
Ihr Beitrag für gesunde Luft!

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz
Postfach 620, 4019 Basel

Dr. med. Petra Muster-Gültig
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH

Beispielstrasse 345
CH-6789 Hinwil
Tel. 099 123 45 67

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation

	Datum	Zeit
Montag	_____	_____
Dienstag	_____	_____
Mittwoch	_____	_____
Donnerstag	_____	_____
Freitag	_____	_____
Samstag	_____	_____

für weniger Elektromog
Rückseite beachten!

Weniger Elektromog beim Telefonieren und Surfen

- ☺ Festnetz und Schnurtelefon
- ☺ Internetzugang übers Kabel
- ☺ nur kurz am Handy – SMS bevorzugt
- ☺ strahlenarmes Handy
- ☺ Head-Set
- ☺ Handy für Kinder erst ab 12

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz
Postfach 620, 4019 Basel
Tel. 061 322 49 49
info@aefu.ch
www.aefu.ch

Bestell-Talon

Einsenden an: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz,
Postfach 620, 4019 Basel, Fax 061 383 80 49

Ich bestelle:

- _____ Terminkärtchen «Leben in Bewegung»
_____ Terminkärtchen «Luft ist Leben!»
_____ Terminkärtchen «für weniger Elektromog»
_____ Rezeptblätter mit AefU-Logo

Folgende Adresse à 5 Zeilen soll eingedruckt werden (max. 6 Zeilen möglich):

Name / Praxis _____

Bezeichnung, SpezialistIn für... _____

Strasse und Nr. _____

Postleitzahl / Ort _____

Telefon _____

Name: _____

Adresse: _____

KSK.Nr.: _____

EAN-Nr.: _____

Ort / Datum: _____

Unterschrift: _____



oekoskop

ÄRZTINNEN
UND ÄRZTE FÜR
UMWELTSCHUTZ
MEDECINS EN FAVEUR DE
L'ENVIRONNEMENT
MEDICI PER
L'AMBIENTE



Fachzeitschrift der Ärztinnen und
Ärzte für Umweltschutz (AefU)
Postfach 620, 4019 Basel, PC 40-19771-2
Telefon 061 322 49 49
Telefax 061 383 80 49
E-Mail info@aefu.ch
Homepage www.aefu.ch

Impressum

Redaktion:

- Stephanie Fuchs, leitende Redaktorin
AefU, Postfach 620, 4019 Basel, oekoskop@aefu.ch
- Dr. Martin Forter, Redaktor/Geschäftsführer AefU, Postfach 620, 4019 Basel

Papier: 100% Recycling

Artwork: christoph-heer.ch

Druck/Versand: Gremper AG, Basel/Pratteln

Abo: CHF 40.- / erscheint viermal jährlich > auch für Nichtmediziner:innen

Die veröffentlichten Beiträge widerspiegeln die Meinung der Verfasser:innen und decken sich nicht notwendigerweise mit der Ansicht der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU). Die Redaktion behält sich Kürzungen der Manuskripte vor. © AefU

Die OEKOSKOP-Ausgaben ab 2005 sind online unter: www.aefu.ch/oekoskop

Adressänderungen: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU), Postfach 620, 4019 Basel

AZB
CH-4019 Basel
P.P. / Journal

DIE POST