

- * Markus Fischer zur Krise der Biodiversität – 50
- * Wie Migration die Emanzipation förderte – 47
- * Die Zukunft der Blockchain – 44

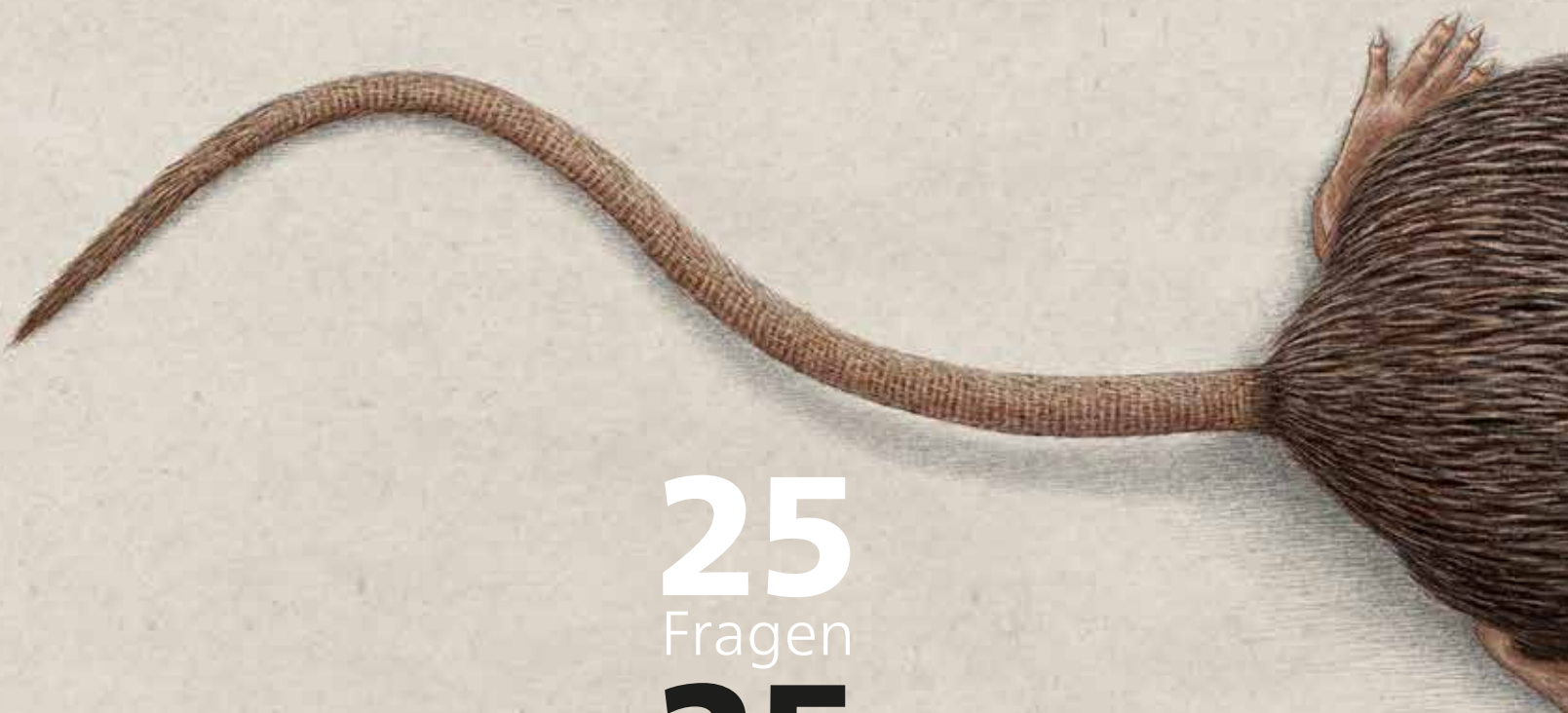
u^b

b
**UNIVERSITÄT
BERN**

UniPress*

November 2021 181

Tierversuche



25
Fragen
25
Antworten



- 1 Was ist ein Tierversuch? Antwort: Seite 5

- 2 Braucht es heute noch Tierversuche? Antwort: Seite 33

- 3 Welche Tiere werden an der Uni Bern eingesetzt? Antwort: Seiten 8–11

- 4 Warum bringen Hundefans ihre Tiere für Versuche an die Uni? Antwort: Seite 9

- 5 Wie läuft ein Tierversuch ab? Antwort: Seite 28

- 6 Wie verhindert man, dass ein Tier im Versuch leidet? Antwort: Seite 28

- 7 Warum gilt der Berner Albrecht von Haller als Erfinder des modernen Tierversuchs? Antwort: Seite 25

- 8 Wie viele Makaken mussten sterben, um die Kinderlähmung auszurotten? Antwort: Seite 26

- 9 Wie wird entschieden, ob ein Versuch durchgeführt werden darf? Antwort: Seiten 12, 40

- 10 Was unternimmt die Uni, um Tierleid zu minimieren? Antwort: Seiten 12, 40

- 11 Was ist heute mit Alternativmethoden möglich? Antwort: Seite 12

- 12 Dürfen wir Tiere essen? Antwort: Seiten 38, 39

13 Sind Tierversuche ethisch vertretbar? Antwort: Seiten 38, 39

14 Wie ähnlich sind sich Menschen und Mäuse? Antwort: Seite 8

15 Warum sind Katzen zahm? Antwort: Seite 11

Wozu dienen Versuche mit neotropischen
16 Pfeilgiftfröschen? Antwort: Seite 11

17 Wie funktioniert eine Lunge auf Mikrochip? Antwort: Seite 21

Warum sollten mehr Versuche an Weibchen
18 stattfinden? Antwort: Seite 21

19 Was macht die Tierschutzbeauftragte der Uni? Antwort: Seite 40

Was denkt eine junge Tierpflegerin über
20 Tierversuche? Antwort: Seite 41

21 Was nützen Tierversuche einem MS-Patienten? Antwort: Seite 37

22 Wie streng ist das Schweizer Tierschutzgesetz? Antwort: Seiten 27, 33, 39

23 Was hat die Kritik an Tierleid bisher bewirkt? Antwort: Seite 12

24 Gäbe es die heutige Medizin ohne Tierversuche? Antwort: Seite 25

Was passiert, wenn die Initiative für ein Tier- und
25 Menschenversuchsverbot angenommen wird? Antwort: Seite 17

TIERVERSUCHE – 25 FRAGEN, 25 ANTWORTEN

Wenn Tiere leiden, leiden wir mit. Das ist wohl auch für Sie, liebe Leserinnen und Leser, fast schon eine Binsenwahrheit, haben wir doch alle in unserem Leben enge Beziehungen zu Tieren aufgebaut. Als Jugendliche hielten meine Freunde und ich zeitweise Mäuse und Ratten. Die Ratten durften auch mal versteckt im viel zu weiten Pullover in die Schule mitkommen. Dass diese Tiere zu Versuchszwecken eingesetzt werden, lässt mich auch heute noch alles andere als kalt. Auch wenn die Schweiz seit 2005 eines der strengsten Tierschutzgesetze der Welt besitzt und die Würde des Tiers im Gesetz festgeschrieben ist, stellen sich mir immer noch viele Fragen, wie und warum Tierversuche durchgeführt werden. Ich weiss zwar: Für Kosmetik dürfen keine Tierversuche mehr durchgeführt werden, denn sie müssen auf das unerlässliche Mass beschränkt werden und der Nutzen, den die Gesellschaft aus Tierversuchen zieht, muss die Belastung des Tiers während des Versuchs rechtfertigen. Aber was bedeutet das konkret für die Tiere und für die Forschung? Könnten ganz ohne Tierversuche noch neue Methoden entwickelt werden, um kranke Menschen zu behandeln?

Der Schwerpunkt dieses Hefts ist deshalb für alle, die ebenfalls Fragen haben zu Tierversuchen. Forscherinnen und Forscher, die Tierversuche durchführen, haben sich den Fragen gestellt. Ein Ethiker, eine Tierrechtsexpertin und ein Medizinhistoriker ordnen ein. Die Leiterin der Abteilung Tierschutz und eine Tierpflegerin berichten von ihrer Arbeit. Wir stellen unsere Fragen dem Rektor und dem Vizerektor Forschung, die sich seit Jahren intensiv mit dem Thema beschäftigen. Wir waren selber bei einem Tierversuch dabei und waren beeindruckt, mit wie viel Sorgfalt und hoch spezialisiertem Fachwissen Tierleid verhindert wird. Bei unseren Recherchen haben wir die Erfahrung gemacht, dass es für viele Beteiligte eine Erleichterung ist, endlich offen über dieses viel zu lange tabuisierte Thema zu sprechen. Wir werden auch nicht mehr damit aufhören: Auf der neuen Website tierversuche.unibe.ch finden Sie laufend aktualisierte Informationen der Universität Bern zum Thema.

Timm Eugster

3R-Prinzip

Ethisches Prinzip, das den Einsatz von Methoden in der biomedizinischen Forschung umfasst, die Tierversuche ersetzen (Replace), die Anzahl der Versuchstiere (Reduce) oder die Belastung für Versuchstiere (Refine) reduzieren.

Alternativmethoden

Tierversuchsfreie Ersatzmethoden wie der Einsatz von Zellkulturen. Im weiteren Sinn auch weniger belastende Alternativen zu → Tierversuchen, also → Verbesserungsmethoden im Sinne des → 3R-Prinzips.

Animal Welfare Officer (AWO)

Tierschutzbeauftragte/r resp. Tierschutzexperte/in, der/die auf die Einhaltung der Vorschriften, Bedingungen und Auflagen im Interesse des Tierschutzes achtet.

Belastung

Laut → Tierschutzgesetz wenn einem Tier «Schmerzen, Leiden oder Schäden zugefügt werden» oder wenn es «in Angst versetzt oder erniedrigt» wird.

Betäubung

(Narkose, Anästhesie)
Schlafähnlicher Zustand, der durch betäubende Mittel bewirkt wird, um das Bewusstsein und die Schmerzempfindung auszuschalten.

Güterabwägung

Der erwartete Erkenntnisgewinn eines → Tierversuchs wird der → Belastung der Tiere gegenübergestellt, um zu entscheiden, ob ein Tierversuch durchgeführt werden darf.

Schmerzmittel (Analgetika)

Medikamente, die akute oder chronische Schmerzen behandeln.

Schweregrad

Mass der Belastung der Tiere bei einem Versuch, von 0 (keine Belastung) bis 3 (schwere Belastung).

Tierethik

Teilgebiet der Bioethik, das moralische Fragen untersucht, die sich aus dem menschlichen Umgang mit Tieren ergeben. Sie untersucht, ob der Mensch das Recht hat, Tiere für Versuche oder seine Ernährung zu halten und zu töten, und inwiefern Tiere aus moralischer Sicht über Rechte verfügen.

Tiergerechtigkeit

Haltungsbedingungen, die Tiere vor Schmerzen, Leiden und Schäden schützen, natürliche Verhaltensweisen ermöglichen und ihr Wohlbefinden sichern.

Tierschutzgesetz

Schweizer Gesetz von 2005 mit dem Zweck, die Würde und das Wohlergehen des Tieres zu schützen.

Tierversuch

Jede Handlung mit einem lebenden Tier, die dem Wissensgewinn dient. Diese allgemeine Definition im → Tierschutzgesetz schliesst Haltungsversuche zur Verbesserung des Tierwohls bei Nutztieren (z. B. Hühner) genauso mit ein wie die Erforschung von Wildtieren (z. B. Kohlmeisen).

Tierversuchskommission

Kantonale Behörde, die eine Empfehlung abgibt zu Gesuchen für Tierversuche.

Verbesserungsmethoden (Refine)

Methoden im Sinne des → 3R-Prinzips, die potenzielle Schmerzen, Leiden und Ängste der Tiere lindern oder auf ein Minimum reduzieren und das Wohl der Tiere verbessern.

Veterinäramt

Kantonales Amt, das über Tierversuchsanträge entscheidet.

Tierwürde

Eigenwert des Tieres. Wird laut → Tierschutzgesetz missachtet, wenn eine → Belastung des Tieres nicht durch überwiegende Interessen gerechtfertigt werden kann (→ Güterabwägung).

Wellen Tauch ein!

24. August 2021 – 5. März 2023

Eine Ausstellung von *focusTerra*

Sie malen den Regenbogen in den Himmel, lassen unser Lieblingslied erklingen und wärmen uns an kalten Tagen: Wellen! Sie sind überall und ein grundlegender Bestandteil unseres Lebens. Welche Eigenschaften haben Wellen und wie nutzen wir diese in unserem Alltag – natürlich und technologisch?

Tauchen Sie ein in die faszinierende Welt der Wellen – in Natur, Alltag, Kunst und Forschung.

Weitere Informationen:
www.focusterra.ethz.ch/wellen

ETH zürich

 **focusTerra**

 **Crypto Assets**

IHRE KRYPTOS SOFORT BEREIT

Traden Sie mehr als 20 verschiedene Kryptos
ganz einfach mit Swissquote.

swissquote.com/crypto

 **Swissquote**



Für UniPress im Gespräch mit Rektor Christian Leumann (rechts) und Vizerektor Daniel Candinas (sitzend): Christian Degen und Isabelle Aeschlimann.

FORSCHUNG UND RUBRIKEN

.....

Forschung

- 42 «Eintopf, pfui» – Samuel Beckett
in Nazi-Deutschland
Von Oliver Lubrich
 - 44 Architekt der Krypto-Demokratie
Von Isabelle Aeschlimann
 - 47 Migration führte zu Emanzipation
Von Franziska Rogger
- Rubriken*
- 5 **Editorial**
 - 50 **Gespräch**
Markus Fischer – «Für die biologische Vielfalt ist
es fünf vor zwölf»
Interview: Martin Zimmermann
 - 54 **Begegnung**
Charlotte Laufkötter – Das grosse Ganze der
Weltmeere im Blick
Von Kaspar Meuli
 - 56 **Meinung**
Nachhaltigkeit muss auch im Weltraum gelten
Von Thomas Schildknecht
 - 57 **Bücher**
 - 58 **Impressum**

TIERVERSUCHE

.....

- 5 Glossar
- 8 Tiere bringen die Forschung voran
Von Timm Eugster
- 13 «Wir haben auch einen ethischen Auftrag»
Interview: Christian Degen und Isabelle Aeschlimann
-
Berner Forschung
- 18 Zeitgemässe Mäusezucht
- 20 Die Vielfalt der Versuche
- 22 Forschen für den idealen Hühnerstall
.....
- 25 Grundpfeiler der westlichen Medizin
Von Hubert Steinke
- 28 «Sie alle verdienen einen Namen»
Von Nathalie Matter
- 33 Unverzichtbar für neue Therapien
Von Ori Schipper
- 35 «Das kann ich mit meinem Gewissen vereinbaren»
Die Sicht eines MS-Betroffenen
- 38 Welche Rechte haben Tiere?
Interviews: Timm Eugster
- 40 Tierschutzbeauftragte Isabelle Desbaillets:
«Tierwohl verbessern»
Aufgezeichnet von Chantal Britt
- 41 Tierpflegerin Maria Erhardt:
«Am liebsten arbeite ich mit Ratten»
Aufgezeichnet von Chantal Britt

Tiere bringen die Forschung voran

Alle hier vorgestellten Tiere kommen an der Universität Bern als Versuchstiere zum Einsatz. Dies für die Gesundheit und das Wohlergehen von Menschen und Tieren.

Von Timm Eugster

A

Maus

Menschen und Mäuse verbindet eine lange Geschichte: Ursprünglich vom indischen Subkontinent stammend, hat sich die Hausmaus mit den Landwirtschaft treibenden Menschen über den ganzen Globus ausgebreitet. Im 18. Jahrhundert begann die Züchtung und die Zucht verschiedener Farbvarianten als Hobby im Kaiserreich China.

Genetisch sind sich Menschen und Mäuse mit einer Übereinstimmung von über 90 Prozent sehr ähnlich. Viele Erkrankungen von Mäusen und Menschen haben dieselbe genetische Ursache. Zudem können Mäuse in der Zucht genetisch modifiziert werden, so dass sie heute das am häufigsten eingesetzte Tiermodell sind, um menschliche Krankheiten besser zu verstehen und Therapien zu entwickeln. 55 Prozent der an der Universität Bern eingesetzten Tiere waren 2020 Mäuse,

etwa in der Forschung gegen Krebs, neurodegenerative Erkrankungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Infektionskrankheiten.

B

Fisch

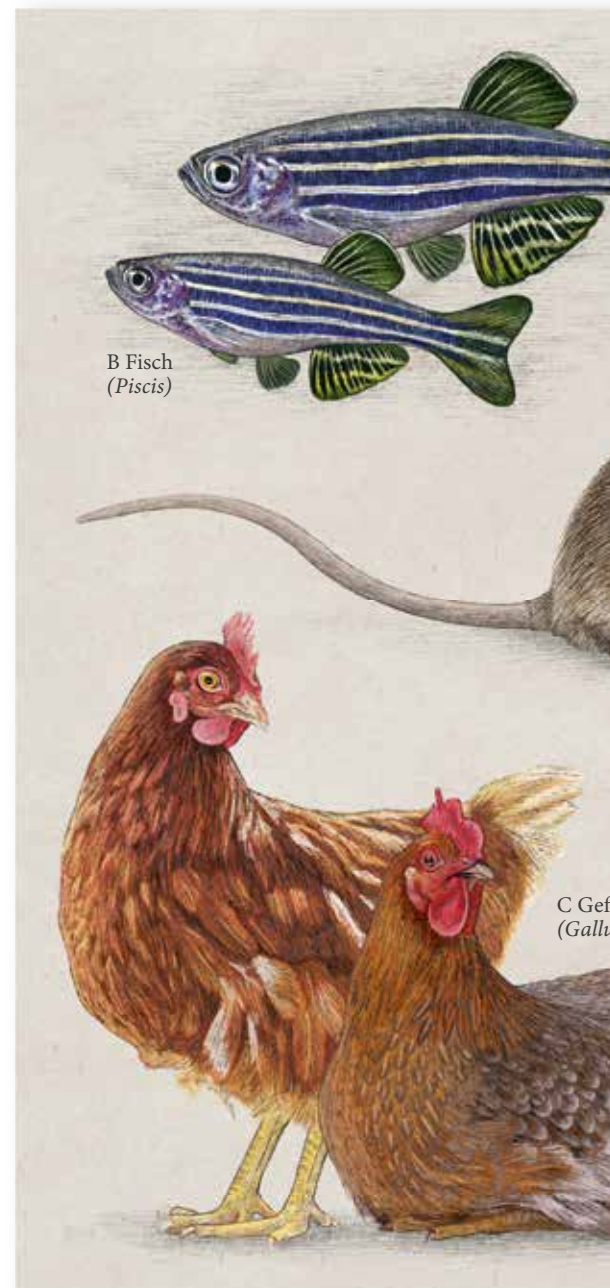
Fische sind an der Universität Bern das zweithäufigste Versuchstier (2020: 16 %) und werden sehr unterschiedlich eingesetzt. So sind die auch in Aquarien sehr beliebten tropischen Zebrafische wichtig in der biomedizinischen Grundlagenforschung: Sie sind klein, vermehren sich rasch und sind optisch transparent, sodass Forschende die Entwicklung der Zellen und Organe gut beobachten können. Und sie besitzen Selbstheilungskräfte: Bei Zebrafischen wachsen etwa abgetrennte Flossen nach, aber auch ein beschädigtes Herz vermag sich selbst zu reparieren (siehe Seite 20). An der Universität Bern werden Zebrafische vor allem in der Anatomie, Pharmakologie, Infektiologie und in der bioche-

Am häufigsten eingesetzte Tiere 2020

Mäuse	55 %
Fische	15,5 %
Geflügel	12,8 %
Hunde	7,3 %
Ratten	3,7 %
Andere	5,7 %

mischen Grundlagenforschung zur Genexpression eingesetzt.

Andere Versuche beschäftigen sich mit der Gesundheit wasserlebender Tiere. Sie untersuchen den Einfluss von Zucht- und Herkunftsbedingungen auf die Krankheitsanfälligkeit von Bachforellen, dokumentieren generationenübergreifende Effekte von Stress bei Zebrafischen oder testen gesundheitsfördernde Fütterungsmethoden für Zucht-Egeli. Ein besonderer Fokus liegt auf den 3R mit der Entwicklung von alternativen Diagnostikmethoden für Fisch- und Krebskrankhei-



ten. Das langfristige Ziel ist, die Gesundheit von frei lebenden Populationen zu überwachen, ohne Tiere für Diagnostik fangen oder töten zu müssen.

Mit Fischen – vom Cichlidenfisch über den Buntbarsch bis zum Dreistachligen Stichling – wird auch Verhaltensforschung betrieben und es werden genetische und ökologische Fragestellungen untersucht, um die Evolution der heutigen Vielfalt des

Lebens besser zu verstehen und diese zu schützen.

C

Geflügel

Legehennen beginnen im Alter von etwa fünf Monaten, Eier zu legen. Die Mehrheit der Hennen legt ein knappes Jahr lang Eier, insgesamt durchschnittlich 320 Stück. Konventionelle Mastpoulets werden innert 36 Tagen vom Eintagesküken auf



A Maus
(*Mus musculus*)

D Hund
(*Canis lupus familiaris*)

E Ratte
(*Rattus*)

F Rind (*Bos taurus*)
(siehe nächste Seite)

G Hühnerflügel
(*Gallus gallus domesticus*)

etwas mehr als zwei Kilogramm Lebendgewicht gemästet. 10,7 Kilo Geflügelfleisch – das entspricht 90 Poulet-schnitzeln – und 200 Eier assen die Einwohnerinnen und Einwohner der Schweiz 2019, Tendenz steigend. Der Tierbestand erreichte 2019 mit 11,8 Millionen Hühnern einen Rekord. Berner Forschende führen Tierversuche mit Geflügel durch, um das Tierwohl zu verbessern. Sie untersuchen etwa, welche Art von

Nest Legehennen zur Eiablage bevorzugen oder wie Sitzstangen angeordnet werden müssen, damit sich die Hennen unfallfrei fortbewegen können (siehe Seite 22).

D
Hund

Der Haushund stammt vom Wolf ab und wurde von Menschen als erstes Tier vor etwa 50 000 bis 30 000 Jahren domestiziert. Seither

werden Hunde für spezifische Zwecke gezüchtet und erzogen, z. B. als Jagdhund, Wachhund, Spürhund oder Begleithund. An der Universität Bern werden Erbkrankheiten von Hunden erforscht und klinische Studien durchgeführt, damit künftig weniger kranke Tiere geboren werden und um neue Erkenntnisse zu Diagnostik und Behandlung in der Veterinär- und Humanmedizin zu gewinnen. Zudem findet Verhaltensforschung statt, zum

Beispiel um die Frage zu beantworten, was man tun kann, damit Hunde beim Silvesterfeuerwerk weniger leiden. Diese Studien werden mit Hunden von privaten Besitzerinnen und Besitzern durchgeführt. 2020 waren an der Universität Bern 99,6 Prozent der Hunde im Versuch keiner Belastung ausgesetzt (Schweregrad 0), 0,4 Prozent einer leichten Belastung (Schweregrad 1, z. B. Injektion durch eine Spritze).

E
Ratte

Ratten waren die erste Säugetierspezies, die extra für Laborzwecke domestiziert wurde. Forschende verwenden manchmal auch Ratten anstelle von Mäusen, weil sie grösser sind, was die Verfahren und in einigen Fällen die Probenentnahme erleichtert. Ratten können trainiert werden, sodass eine Blutentnahme weniger Stress verursacht, und sie sind

allgemein sehr gelehrtig, weshalb sie oft in der Verhaltensforschung zum Einsatz kommen. 2020 waren 3,7 Prozent aller an der Universität Bern genutzten Tiere Ratten. Sie werden etwa in der Chirurgie und der Covid-19-Forschung eingesetzt.

F

Rind

Vor rund 10 000 Jahren hat der Mensch den eurasischen Auerochsen zum Hausrind domestiziert, um

es zu essen, zu melken und als Zugtier einzusetzen. Die Selektion der jeweils umgänglichsten und ertragreichsten Tiere führte dazu, dass der Rumpf der Rinder länger und massiger wurde, die Beine kürzer und das Euter grösser und oft haarlos. Tierversuche mit Rindern an der Universität Bern zielen darauf ab, die Tiergesundheit und das Tierwohl in der Fleisch- und Milchproduktion zu fördern, den Antibiotikaeinsatz einzudämmen und die Umweltbelastung zu reduzieren.

G

Pferd

Vor rund 5000 Jahren wurde das Wildpferd in Zentralasien zum Hauspferd domestiziert. Dank dem Pferd waren weite Strecken viel schneller überwindbar, was das Aufrechterhalten grosser Reiche vereinfachte und neue Angriffstechniken ermöglichte. Heute werden die meisten Pferde als Sport- und Freizeittiere gehalten. Versuche mit Pferden an der Universität Bern

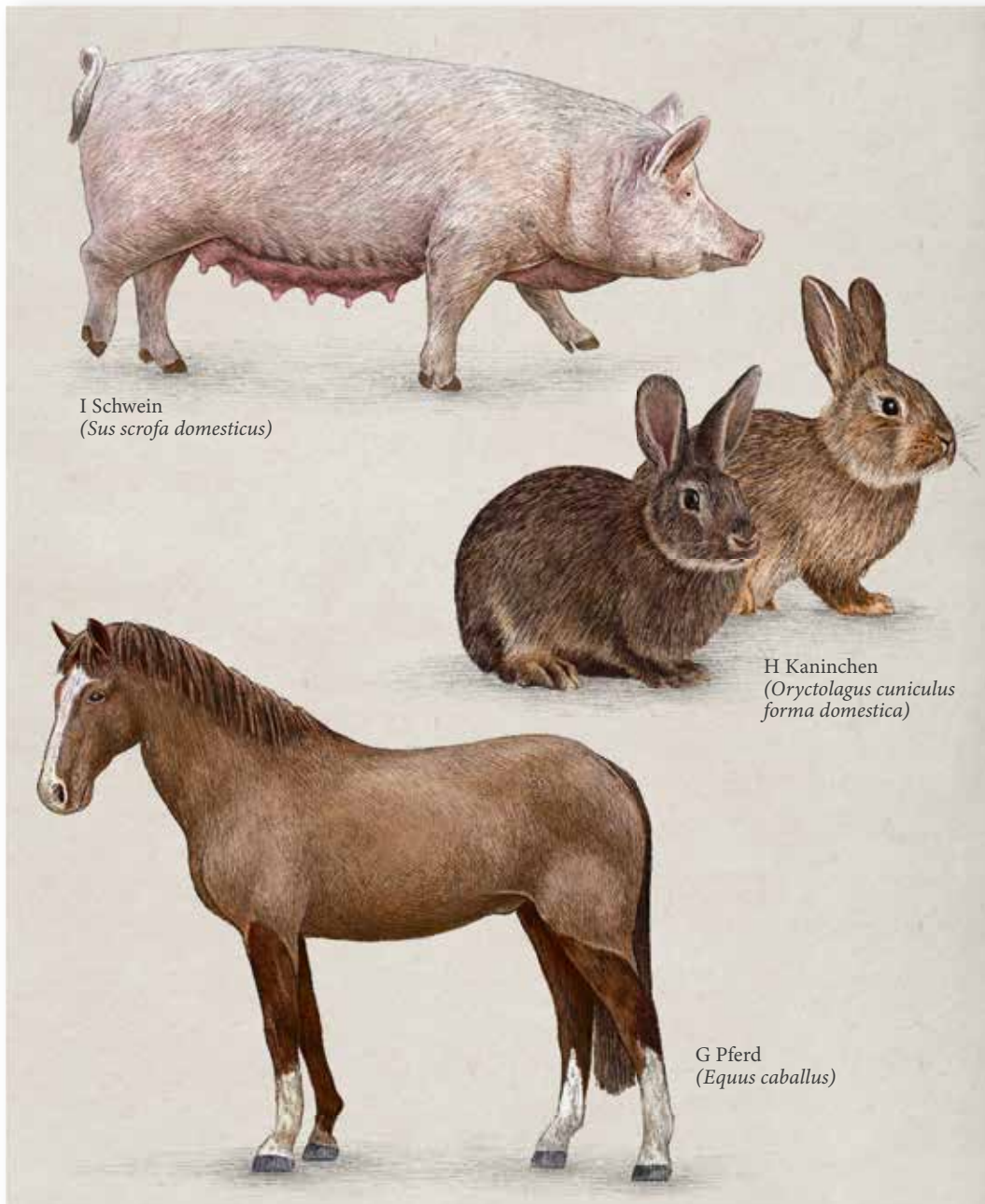
sollen die Tiergesundheit und das Wohlergehen verbessern sowie neue Therapien ermöglichen, etwa in den Bereichen Lungenkrankheiten (Pferdeasthma wegen Stallhaltung), allergische Reaktionen wie Sommerexzem, Stoffwechselerkrankungen, Hauttumore, computerassistierte chirurgische Eingriffe, Sportmedizin und Reproduktion. Ausserdem konnte in nationalen und internationalen Kooperationen das Erbgut des Pferdes entschlüsselt und ein verbesserter Impfstoff

gegen Allergien und chronische Schmerzen entwickelt werden.

H

Kaninchen

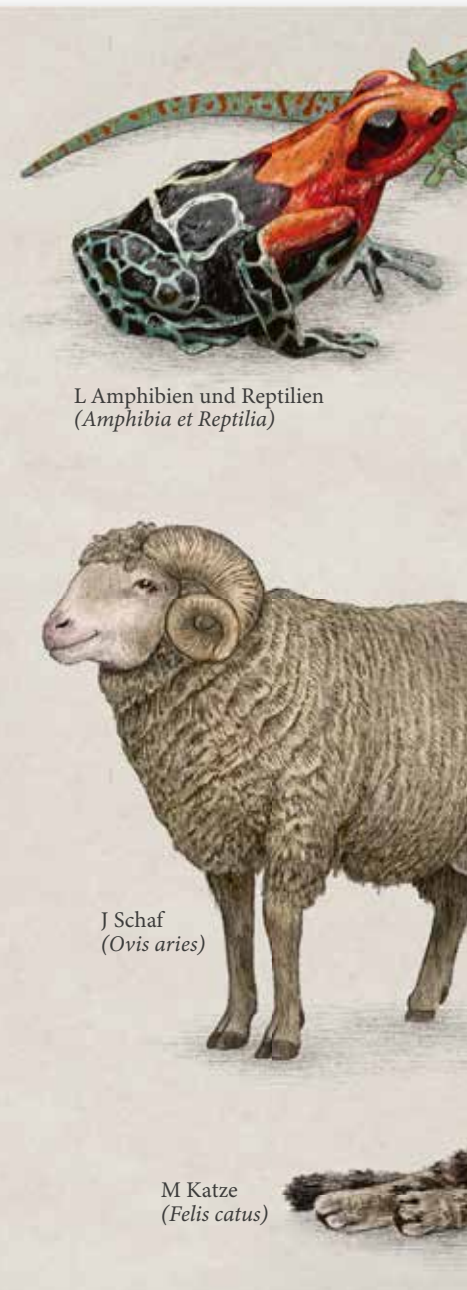
Hauskaninchen werden zur Fleisch- und Pelzproduktion und als Haustier gehalten. Kaninchen waren aber auch wichtig bei der Erforschung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Bluthochdruck und Arterienverkalkung und waren die ersten Tiere, die durch Tumorzellen mit Krebs infiziert



I Schwein
(*Sus scrofa domesticus*)

H Kaninchen
(*Oryctolagus cuniculus forma domestica*)

G Pferd
(*Equus caballus*)



L Amphibien und Reptilien
(*Amphibia et Reptilia*)

J Schaf
(*Ovis aries*)

M Katze
(*Felis catus*)

Schweregrad der Versuche 2020

Schweregrad 0 = keine Belastung 46 %

Schweregrad 1 = leichte Belastung 30 %

Schweregrad 2 = mittlere Belastung 20 %

Schweregrad 3 = schwere Belastung 3 %

Beispiele und weitere Infos:
www.tierversuche.unibe.ch



wurden, um die Krankheit zu erforschen und Therapien zu entwickeln. 2020 wurden an der Universität Bern 33 Kaninchen in Versuchen eingesetzt, 27 wurden dabei nicht oder leicht belastet, 6 einer mittleren Belastung ausgesetzt. Dies in den Bereichen Kardiologie, Neurologie (Hirnschlag) und Zahnmedizin.

I

Schwein

Das Hausschwein wurde in der Jungsteinzeit vor rund 9000 Jahren in verschiedenen Weltregionen unabhängig voneinander domestiziert, um Fleisch zu produzieren. Ihr Suhlen in feuchtem Schlamm ist eine angeborene Verhaltensweise, die der Reinigung dient, bei hohen Temperaturen ihre Körpertemperatur senkt und sie vor Sonnenbrand schützt. Schweine sind intelligent. Sie können beispielsweise lernen, Videospiele mit Joysticks zu spielen. Chirurgische Methoden werden oft am Schwein getestet und entwickelt, weil Organe von Schweinen und Menschen fast die gleiche Grösse haben (siehe Seite 28).

J

Schaf

Vor rund 10 000 Jahren domestizierte der Mensch das armenische Mufflon zum Hausschaf, um Milch, Wolle und Fleisch zu gewinnen. Schafe können sich über 50 Gesichter von Artgenossen über zwei Jahre lang merken. Forschung mit Scha-

fan an der Universität Bern unterstützt etwa die Bestrebungen zur Bekämpfung der weitverbreiteten Moderhinke, einer bakteriellen Klauenkrankheit, die zu einer schmerzhaften eitrigen Entzündung führt. Dazu wurde auch eine App für die Praxis entwickelt.

K

Ziege

Vor mindestens 13 000 Jahren wurde die Bezoarziege im Vorderen Orient domestiziert. Die Hausziege ist damit wie das Schaf vermutlich eines der ersten wirtschaftlich genutzten Haustiere.

An der Universität Bern wird etwa zur Coxiellose geforscht, einer zoonotischen, bakteriellen und meldepflichtigen Krankheit, die sich bei Ziegen und Schafen in Aborten und Totgeburten äussert. Das Bakterium kann auch auf den Menschen übertragen werden, wo es Q-Fieber verursacht, eine Krankheit mit potenziell schwerem Verlauf, die bei Schwangeren das ungeborene Kind schädigen kann.

L

Amphibien und Reptilien

Neotropische Pfeilgiftfrösche und Glasfrösche, aber auch Tokay-Geckos: Wer das enorme Repertoire an Verhaltensweisen im Tierreich erforschen will, das die Evolution in unterschiedlichen Lebensräumen geformt hat, darf nicht bei Fuchs und Kohlmeise aufhören.

Forschungsthemen an der Universität Bern sind etwa Vor- und Nachteile unterschiedlicher Brutpflege- und Fortpflanzungsstrategien, die damit verbundenen kognitiven Fähigkeiten, Netzwerke in der Kommunikation und inwieweit individuelle Unterschiede im Verhalten das Überleben und den Fortpflanzungserfolg eines Tieres beeinflussen. Daraus lassen sich auch generelle Schlüsse ziehen, welche Strategien Organismen in der Konkurrenz erfolgreich machen.

M

Katze

Als die Menschen sesshaft wurden, schlossen sich die Katzen ihnen an und frassen Mäuse und Speisereste. Das nützte beiden – vermutlich kam es deshalb allmählich zur Selbst-domestikation der Tiere. Die Zucht von Rassekatzen hingegen ist ein junges Phänomen. An der Universität Bern werden die genetischen Ursachen von Erbkrankheiten erforscht und klinische Studien mit Katzen durchgeführt, um die Diagnostik und Behandlung von Katzenkrankheiten zu verbessern.

2020 waren an der Universität Bern über 96 Prozent der Katzen im Versuch keiner Belastung ausgesetzt, knapp 4 Prozent einer leichten Belastung (z. B. Injektion). Alle diese Tierversuche wurden mit privat gehaltenen Katzen durchgeführt. Dies nach genauer Aufklärung der Besitzer und mit deren schriftlicher Einwilli-

gung. Ein grosser Teil der gewonnenen Proben wird zum Aufbau einer Biobank verwendet. Die Proben können für mehrere Forschungsprojekte verwendet werden. Damit sollten künftig weniger Probenentnahmen nötig sein.

«Wir haben auch einen ethischen Auftrag»

Die Universität Bern will dazu beitragen, Kranken die bestmögliche Art von Unterstützung zu bieten, sagen Rektor Christian Leumann und Vizerektor Forschung Daniel Candinas im Gespräch. Dort, wo keine anderen Methoden zum Ziel führen, seien deshalb auch Tierversuche ethisch verantwortbar.





Herr Leumann, Herr Candinas, was sagen Sie den Menschen, die Tierversuchen kritisch gegenüberstehen?

Daniel Candinas: Es ist sogar wichtig, dass die Gesellschaft periodisch alle systemrelevanten Grundlagen kritisch hinterfragt. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, dass sich die Möglichkeiten der Medizin in den letzten Jahrzehnten stark erweitert haben. Davon profitieren Individuen, Familien und die gesamte Gesellschaft. Die meisten Errungenschaften der heutigen Medizin sind aber nur unter Einbezug von Tierversuchen ermöglicht worden.

Man kann also die Haltung annehmen, dass wir mittlerweile genug wissen und hier bewusst einen Punkt machen wollen. Aber wir haben nach wie vor schwere Erkrankungen wie beispielsweise Krebs, Kreislauferkrankungen, Infektionen, Demenz oder Diabetes, die immer noch viel Leid verursachen – will man sich hier einfach mit dem Status quo zufriedengeben? Oder wollen wir als Gesellschaft einen Beitrag leisten zur Entwicklung von effizienteren, schonenderen und günstigeren Therapien mit weniger Nebenwirkungen? Das ist eine Grundsatzfrage, die sich die Gesellschaft stellen muss.

Christian Leumann: Als Universität haben wir auch einen ethischen Auftrag. In der Medizin ist das derjenige, den Kranken die bestmögliche Art von Unterstützung zu bieten, sei es in Form von neuen Medikamenten, neuen Verfahren oder Operationstechniken oder anderen Therapieformen. Ganz konkret heisst das: Dort, wo unersetzbar durch andere Methoden, sind Tierversuche auch ethisch verantwortbar. Man macht sie ja nicht aus Eigeninteresse, sondern mit dem Ziel, die Gesundheitssituation der Gesamtbevölkerung zu verbessern.

Haben Sie denn selbst schon Tierversuche gemacht?

Christian Leumann: Während meines Postdocs in den USA musste ich einmal zur Gewinnung von monoklonalen Antikörpern Versuche an Mäusen durchführen. Als Che-

miker hatte ich zuvor noch nie mit Tieren gearbeitet und auch kein Training vor Ort erhalten. Für mich war das eine grosse Belastung. Heute ist diese Art von Tierversuchen nicht mehr erlaubt, und zum Glück ist es auch nicht mehr möglich, dass junge Forschende ohne Ausbildung Tierversuche durchführen. Das zeigt mir auch, wie viele Fortschritte wir gemacht haben.

Daniel Candinas: In meinem Fachgebiet, der Tumorchirurgie und der Transplantationschirurgie, konnten dank Tierversuchen wichtige Meilensteine erreicht werden und es versteht sich, dass ich daran beteiligt bin und war. Dabei geht es zum Beispiel um die Abstossungsmechanismen bei Transplantationen, die man im komplexen System eines lebenden Organismus untersuchen muss. Ein anderes Thema ist die Regeneration der Leber – faszinierenderweise das einzige Organ, das nachwachsen kann, wenn Gewebe fehlt. Da gibt es noch ganz viele offene Fragen und Potenzial für Verbesserung und Entwicklung von schonenderen Verfahren. Im Gegensatz zu Christian Leumann wurde ich sehr fachgerecht vorbereitet. Ich war in den frühen 1990er-Jahren in England, wo im Vergleich zu den USA schon damals ein behutsamer Umgang mit Tierschutzthemen bestand. Ich wurde sehr gut eingeführt und musste erst verschiedene Kurse absolvieren und Prüfungen bestehen, um mehr über die Hintergründe und die Haltung der Tiere zu lernen.

Also wie heute in der Schweiz.

Daniel Candinas: Ja, ich bin der Meinung, dass die nötigen Tierversuche heute in einem gut kontrollierten Umfeld geschehen sollen, wie wir es hier in der Schweiz haben. Anderswo gibt es diesbezüglich weniger Sensibilität, das habe ich im Austausch mit Forschenden aus anderen Kulturen mehrfach erlebt. Es gibt auf der Welt immer noch grosse Unterschiede im Umgang mit Tieren, wie auch die Menschenrechte nicht überall zuoberst auf der Prioritätenliste stehen. Für die Schweiz als Wissensnation ist es meines Erachtens

«Einzelne Gebiete können sicher zunehmend mit alternativen Methoden abgedeckt werden», sagt Daniel Candinas, «was aber nicht heisst, dass wir komplett auf Tierversuche verzichten können.»



wichtig, dass wir das Feld nicht einfach räumen und jenen überlassen, die weniger hohe Qualitätsansprüche haben.

Was empfanden Sie denn, als Sie diese Versuche durchgeführt haben?

Christian Leumann: Für mich war das etwa so, als wäre ich als Chemiker plötzlich in einen Operationssaal gestellt worden mit dem Auftrag, einer Person den Blinddarm zu entfernen. Ich bin mit enormer Vorsicht und Zurückhaltung an die Tierversuche herangegangen. Ich wusste nicht einmal, wie ich eine Maus vernünftig in die Hand nehmen sollte. Damals war das gesetzlich nicht verboten, aber im Grunde genommen ethisch nicht vertretbar.

Daniel Candinas: Als ich zum ersten Mal Tierversuche gemacht habe, war ich bereits Facharzt für Chirurgie und wurde auch sehr gut eingeführt. Ich kannte die Zusammenhänge, dadurch konnte ich meine Emotionen von Beginn an in einen professionellen Kontext einordnen. Weil ich damals

schon schwierige Schicksale von Patientinnen und Patienten erlebt hatte, war meine Motivation klar und ging über die Perspektive des einzelnen konkreten Projektes hinaus.

Eine professionelle Einführung in das Gebiet ist also ein wichtiges Element.

Daniel Candinas: Es gibt in meinem Beruf viele Dinge, die emotional sehr stressig sind. Man muss immer wieder einsehen, dass unsere Möglichkeiten trotz laufender Fortschritte beschränkt sind, und mit einer gewissen Demut Grenzen annehmen, ohne fatalistisch oder zynisch zu werden. Darauf muss man professionell hingeführt werden und lernen, offen zu bleiben. Das ist auch bei den Tierversuchen so. Klar lässt es kein schönes Gefühl zurück. Aber viele Tätigkeiten sind nicht zur eigenen Erfüllung da, sondern sind in einen grösseren Kontext eingebettet. Dann ist es eben eine verantwortungsvolle Aufgabe, der man sich stellen muss.



**«Man macht Tier-
versuche ja nicht aus
Eigeninteresse.»**

Christian Leumann

An welchen Tieren wird denn an der Universität Bern überhaupt geforscht?

Christian Leumann: Wir führen Tierversuche für die Grundlagenforschung respektive für die biomedizinische Forschung durch. Die eher belastenden Versuche finden grösstenteils mit Mäusen oder Ratten und zu einem kleinen Teil auch mit Kaninchen statt. Im Zusammenhang mit der Forschung an neuen medizinischen Implantaten oder veterinärmedizinischer Forschung gibt es aber auch Versuche an Nutztieren. Was eher wenig bekannt ist, ist, dass nicht oder sehr wenig belastende Versuche auch Tierversuche sind. Solche führen wir zum Beispiel an Hühnern durch im Zusammenhang mit der Verbesserung ihrer Haltungsbedingungen oder mit Fischen, um ihr soziales Verhalten zu erforschen.

Wer entscheidet denn, ob ein Tierversuch durchgeführt werden darf, und nach welchen Kriterien geschieht das?

Daniel Candinas: Es gibt ein sehr strenges und aufwendiges Bewilligungsverfahren: Die Forschenden formulieren zuerst eine Fragestellung und reichen diese in einem Gesuch an das Animal Welfare Office (AWO; Abteilung Tierschutz) ein. Dort werden Kernelemente des geplanten Versuchs wie zum Beispiel die Anästhesieprozeduren oder die Euthanasie genau geprüft, das heisst, es wird kontrolliert, ob die Versuchsanlage den Schmerz und das Leiden eines Tiers so gering wie möglich hält. Weiter muss belegt werden, wie viele Tiere effektiv notwendig sind, um eine wissenschaftlich fundierte Aussage zu erzielen. Wenn die Gesuche fachlich auf einem hohen Standard sind, werden sie vom AWO an die kantonale Ethikkommission weitergegeben.

Christian Leumann: Diese prüft jedes Projekt, das einen Tierversuch beinhaltet, und führt eine Güterabwägung durch: Im Wesentlichen betrifft dies die Frage, ob der Nutzen des Versuchs das Leid, das dem Tier zugefügt wird, rechtfertigt. Erst wenn diese Kommission zur Überzeugung kommt, dass das der Fall ist, kann der Tierversuch ins Projekt integriert werden. Wer Tierversuche durchführen will, kann das in der Schweiz zudem nur tun, wenn es keine tierversuchsfreie Alternative gibt und die Personen, die die Versuche durchführen, eine entsprechende Ausbildung vorweisen können.

Die Uni Bern engagiert sich ja auch stark für Alternativmethoden. Was ist denn heute alles an Alternativen möglich?

Daniel Candinas: Ich arbeite selbst oft mit alternativen Methoden. In unserer Ar-

beit im Operationssaal fällt zum Beispiel viel Gewebe an, das wir – natürlich reguliert und mit Einverständnis der Patientinnen und Patienten – im Labor verwenden können. Aus dem Gewebe gewonnene Zellen kann man beispielsweise in organartigen Strukturen, sogenannten Organoiden, weiter züchten und so biologische Mechanismen erforschen oder Medikamente testen. Sobald man aber ein komplexes biologisches System untersuchen will, in dem es um Interaktionen und Steuerungsmechanismen geht, muss man dies in einem intakten Organismus tun.

Natürlich gibt es auch dort Entwicklungen, zum Beispiel dank künstlicher Intelligenz und mathematischen Modellen, die man für gewisse Simulationen einsetzen kann. Man beobachtet, dass in vielen Gebieten alternative Methoden entwickelt und genutzt werden, was aber nicht heisst, dass wir komplett auf Tierversuche verzichten können. Ich würde es beispielsweise problematisch finden, wenn eine Herzklappe direkt im Menschen getestet wird, bevor nicht entsprechende Daten aus Tierversuchen vorliegen.

Also sind gerade «stark belastende» Tierversuche schwierig zu ersetzen?

Daniel Candinas: Bei einem gewissen Prozentsatz ist es selbstverständlich schwierig, darauf zu verzichten. Aber der Ausdruck «stark belastend» suggeriert Dinge aus dem Gruselkabinett, die überhaupt nicht darunter zu verstehen sind. Was beispielsweise darunter laufen würde, wäre die Implantation eines künstlichen Kniegelenks in ein Schaf. Es lohnt sich meines Erachtens, die Einteilung der Schweregrade genau zu studieren, damit man sich darunter etwas vorstellen und das differenziert betrachten kann (siehe Seite 11).

Christian Leumann: Nehmen wir das Beispiel der Medikamentenentwicklung. Wie ein Therapeutikum überhaupt an den richtigen Wirkungsort im Körper gelangt, wie viele andere Organe wie stark betroffen sind und welche potenzielle Nebenwirkungen ein Medikament hat – das alles können wir heute noch nicht modellieren. In diesem Bereich wird es auch weiterhin Tierversuche brauchen.

Wenn diese nicht ersetzbaren Tierversuche durchgeführt werden: Was gibt es dort bereits für Verbesserungen, die der Forschung nicht in die Quere kommen?

Christian Leumann: Der Hauptfokus liegt natürlich darauf, so viel Tierversuche wie möglich zu ersetzen. Ein zweites Thema ist, die Tierhaltungsmethoden zu verbessern, damit die durchgeführten Versuche

aussagekräftiger sind und keine Resultate verfälscht werden. Ein dritter Punkt sind neue Technologien, wie beispielsweise das Einfrieren von Embryonen und deren Ausbrüten bei Bedarf. Damit müssen deutlich weniger Tiere in der Zucht gehalten werden, und man kann sich auf diejenigen konzentrieren, die später auch wirklich für Versuche gebraucht werden.

Daniel Candinas: Wie in jedem Prozess kann man die Qualität laufend optimieren. Hier gibt es auch die Möglichkeit, aus den Tierversuchen dank neuen Technologien noch mehr Informationen rauszuholen. Diese Datenmengen muss man dann natürlich auch verwerten können. Langfristig wird man so aber sicher mit weniger Tierversuchen auskommen.

Sie sprechen die 3R-Prinzipien (Replace, Reduce, Refine) an: Tierversuche zu ersetzen, zu verringern und zu verbessern. Herr Leumann, Sie sind Vizepräsident des 3R-Kompetenzzentrums (3RCC), das an der Universität Bern angesiedelt ist. Was verfolgt man mit diesem Zentrum ganz konkret?

Christian Leumann: Im 3RCC sitzen alle Organisationen in der Schweiz, die mit Tierversuchen oder Alternativen dazu zu tun haben, an einem Tisch. In diesem Gremium sind nicht nur akademische Institutionen vertreten, sondern auch der schweizerische Tierschutz und die pharmazeutische Industrie. So können wir die 3R-Prinzipien institutionsübergreifend implementieren und laufend verbessern.

Dabei gibt es drei zentrale Aufgaben: Die erste ist die Kommunikation über Tierversuche und Alternativmethoden an alle Anspruchsgruppen (Forschende, Politik, Schulen, Bevölkerung) mit dem Zweck, die Transparenz über Tierversuche zu verbessern und Alternativmethoden aufzuzeigen. Die zweite ist die Schulung und Weitergabe der Prinzipien der 3R an Studierende und Forschende, die später mit Tierversuchen in Kontakt kommen. Die dritte Aufgabe ist die

«Ich fände es problematisch, wenn eine Herzklappe direkt im Menschen getestet wird.»

Daniel Candinas

Forschung selbst. Am 3R-Zentrum werden unter anderem auch Projekte unterstützt, die häufig nicht im Zentrum der wissenschaftlichen Fragestellungen stehen und deshalb auch oft finanziell zu wenig unterstützt werden. Dazu gehören beispielsweise Forschungsprojekte, die der Verbesserung der Haltung von Versuchstieren dienen.

Kritische Stimmen sagen, es fliesse zu wenig Geld in diese Forschung.

Christian Leumann: Das 3R-Zentrum hier in Bern ist ja nicht die einzige Institution in der Schweiz, die Forschung zu diesen 3R-Prinzipien unterstützt. Der Schweizerische Nationalfonds beispielsweise fördert mit der normalen Projektförderung, aber auch mit speziellen Gefässen wie etwa dem nationalen Forschungsprogramm «Advancing 3R» sehr viel Forschung in diesem Bereich.

Daniel Candinas: Genau, letztlich muss man auch dort gewissen qualitativen Anforderungen genügen. Es ist wichtig, dass man eine gut reflektierte und solide Projektkultur fördert. Häufig kommt ja aus den einzelnen Wissensgebieten heraus selbst das Bedürfnis, alternative Methoden zu Tierversuchen zu finden, weil diese oft weniger aufwendig und am Schluss günstiger sind. Solche Bottom-up-Entwicklungen sind meines Erachtens zu unterstützen.

Das heisst, die Resultate fliessen automatisch wieder in die Forschung ein?

Daniel Candinas: Irgendwann wird eine Methode derart etabliert, dass für diese Art der Forschung keine Tierversuche mehr nötig sind. Wieso sollten Forschende ein kompliziertes Verfahren in einem Tier durchführen, wenn es ganz einfach in einem Reagenzglas geht? Technologisch ist das teilweise jedoch anspruchsvoller, aber darum müssen wir auch in Wissen und die nötige Infrastruktur investieren.

Christian Leumann: Es gibt ja viele Bereiche, in denen das bereits Realität ist. Die klassische Toxikologie läuft heute tierversuchsfrei, und bei der Entwicklung von neuen Kosmetikartikeln für den Markt sind Tierversuche ebenfalls verboten.

Daniel Candinas: Aber es gibt sicher noch Dinge, die bisher vernachlässigt wurden. Wie kommuniziert man zum Beispiel Forschungsergebnisse, die vielleicht nicht im klassischen Sinne publizierbar sind? Das sind nämlich auch hilfreiche Informationen, die letztendlich dazu führen könnten, weniger Tierversuche durchzuführen. Im Moment gibt es in der Art, wie man publiziert, eine fehlende Verknüpfung.

«Zum Glück ist es nicht mehr möglich, dass junge Forschende ohne Ausbildung Tierversuche durchführen», sagt Rektor Christian Leumann, an seine eigenen Erfahrungen zurückdenkend.



Könnten wir nicht zum Beispiel eine Datenbank aufbauen für Tierversuche, die eben nicht zum Ziel geführt haben?

Am 13. Februar 2022 werden wir über eine Volksinitiative zum Verbot von Tier- und Menschenversuchen abstimmen. Welche Folgen hätte eine Annahme der Initiative?

Christian Leumann: Man muss sich bewusst werden, was diese Initiative eigentlich will. Sämtliche Tierversuche sollen in der Bundesverfassung verboten werden. Zusätzlich untersagt die Initiative auch den Import von pharmazeutischen Produkten, die im Ausland auf der Basis von Tierversuchen entwickelt und zugelassen wurden. Viele Patientinnen und Patienten, die auf neue Therapien angewiesen wären, müssten sich dann zur medizinischen Behandlung ins Ausland begeben. Es stellt sich dabei mit aller Macht die Frage, ob es ethisch vertretbar ist, Schweizer Patientinnen und Patienten mit einem schweren

Leiden eine in anderen Ländern erfolgreiche Behandlung bei uns zu verbieten.

Daniel Candinas: Die Universität Bern und alle anderen Universitäten stehen ja im Dienst der Gesellschaft. Wir haben keinen Eigenzweck. Aber das Wissen und Innovationspotenzial, das die Universität der Gesellschaft zurückgeben kann, wäre bei der Annahme der Initiative deutlich reduziert. Das heisst, die Konsequenzen sind gesellschaftlicher Natur. Die Universität Bern wird das machen, was die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen vorgeben.

Christian Leumann: Konkret heisst das für die Universität Bern, die sehr stark engagiert ist in biomedizinischer Forschung und Grundlagenforschung, dass wir dort letztendlich unsere Leaderstellung verlieren würden. Für die betroffenen Bereiche ist es de facto eine Forschungsverbotsinitiative.

Daniel Candinas: Man muss auch sehen, wie international der Fortschritt in der biomedizinischen Forschung geworden ist. Das ist ein riesiges Netzwerk, in das auch

einzelne Schritte der Wissensproduktion ausgelagert oder in Kooperationen erarbeitet werden. Fortschritt in der Wissenschaft ist ein globaler Effort. Was bringt das der Schweiz, sich diesem Netzwerk zu entziehen?

Kontakte

Prof. Dr. Christian Leumann, Rektor
christian.leumann@unibe.ch

Prof. Dr. Daniel Candinas, Vizerektor Forschung
daniel.candinass@unibe.ch

Zeitgemässe Mäusezucht

Im neuen Laborgebäude an der Murtenstrasse 24–28 ist alles bereit für den Einzug der Mäuse. Künftig werden hier bei hohen Hygieneanforderungen alle Mäuse zentral aufgezogen. Dies erlaubt es, die Anzahl benötigter Tiere für ein aussagekräftiges Forschungsergebnis weiter zu reduzieren.

A



Käfig

Die Mäuse leben als Paare, Trios und in Gruppen zu maximal sechs Tieren. Pro Tier steht möglichst etwas mehr Fläche zur Verfügung als gesetzlich vorgeschrieben. Die Mäuse haben neben dem Einstreu aus Pappelholz und Zellstoff für den Nestbau sowie Nagehölzern auch ein Haus und eine Röhre als Rückzugsmöglichkeiten oder andere Bereichelemente.

B



Umsetzstation

Wenn ein Mausekäfig verschmutzt ist, werden die Tiere in einen sauberen Käfig umgesetzt. Bevor die Tierpflegerinnen einen Käfig öffnen, bringen sie diesen in die Umsetzstation, sodass keine Kontamination von aussen entsteht. Das schmutzige Material geht in die automatische Waschanlage und wird anschliessend mit Dampf sterilisiert.



Mehr Tierwohl, bessere Forschung

Die moderne Infrastruktur in der neuen Tierhaltung an der Murtenstrasse ermöglicht optimale Haltungsbedingungen unter hohen Hygieneanforderungen. Dadurch sind die Tierbestände besser vor äusserlichen Kontaminationen geschützt. Dies vermeidet Krankheiten, was das Tierwohl und die Qualität der Forschung erhöht. Eine qualitativ hochwertige Tierhaltung ist die Voraussetzung für wissenschaftlich aussagekräftige und reproduzierbare Resultate.

C



Lüftung

Jeder Käfig wird individuell belüftet, sodass keine Keime ausgetauscht werden können. Auch beim Zugang zur Anlage gelten höchste Hygienestandards: Menschen müssen Kleider zwei Mal wechseln und im Schutzanzug durch eine Luftdusche, Mäuse den Käfig wechseln und anschliessend in einen speziellen Quarantänaraum.

D



Licht

Mit dem An- und Abschalten des Lichts wird den Mäusen signalisiert, ob Tag oder Nacht ist, sodass sie ihren Tagesrhythmus leben können. Das rote Licht erlaubt es Menschen, in der «Nacht» im Tierraum sehen zu können, ohne die Tiere zu stören – für die Mäuse ist rotes Licht gleichbedeutend mit Dunkelheit.

Ausserdem ermöglicht die Zentralisierung der Zucht, exakt so viele Mäuse mit bestimmten Eigenschaften zu züchten, wie die Forschenden zu einem bestimmten Zeitpunkt effektiv benötigen. Diese Verbesserungen ermöglichen es, die Anzahl benötigter Tiere für ein aussagekräftiges Forschungsergebnis weiter zu reduzieren.





Zebrafische

Herz repariert sich selbst



Nach einem akuten Herzinfarkt sterben Millionen von Herzmuskelzellen ab und werden durch eine Narbe ersetzt. Bei Menschen und anderen Säugetieren kann sich der Herzmuskel nach einer Verletzung nur schlecht erholen. Andere Wirbeltiere hingegen können Herzmuskelzellen wiederaufbauen und ihr Herz nach einer Verwundung vollständig regenerieren. So auch der Zebrafisch, der die meisten seiner Gene mit dem Menschen teilt. Deshalb gehen Forschende davon aus, dass Erkenntnisse über Entwicklung und Regeneration im Zebrafisch auch von direkter Relevanz sein können für den Menschen.

Die Berner Entwicklungsbiologin **Nadia Mercader** konnte zeigen, dass nach einer Verwundung beim Zebrafisch ebenfalls Narbengewebe entsteht, dieses aber wieder abgebaut wird. Eine Narbenbildung per se wirkt sich demnach nicht negativ aus auf die Fähigkeit zur Regeneration. Überraschenderweise ist eine gewisse Narbenbildung sogar von Vorteil, um die Zellteilung und den Wiederaufbau von Herzmuskelzellen zu beschleunigen. Die gewonnenen Erkenntnisse könnten dazu dienen, im menschlichen Herzen einen ähnlichen Reparaturprozess anzustoßen.

Keimfreie Mäuse

Mikroorganismen im Darm sind wichtig für Immunsystem

Andrew Macpherson vom Department for BioMedical Research (DBMR) ist ein Experte für das menschliche Mikrobiom, also die 39 Billionen von Bakterien und anderen Mikroorganismen wie Viren, Pilzen und Einzellern, die den unteren Darmbereich gesunder Menschen und Tiere besiedeln. Diese Kleinstlebewesen helfen, Energie aus der Nahrung aufzunehmen, den Körper mit Vitaminen zu versorgen, giftige Chemikalien abzubauen und zu verhindern, dass pathogene Bakterien Krankheiten verursachen. Das Mikrobiom beeinflusst die Entwicklung und den Stoffwechsel, kann Menschen krank, aber auch gesund machen und spielt eine Rolle bei Übergewicht, Diabetes, entzündlichen Darmkrankheiten und für die psychische Gesundheit. Auch bei neurologischen Erkrankungen wie Parkinson, Autismus oder Multipler Sklerose vermutet man, dass das Mikrobiom eine



«Im Darm leben 39 Billionen Mikroorganismen.»

Rolle spielen könnte. Macphersons Team untersucht zum Beispiel die friedliche Koexistenz von Darmbakterien im Darm. Er führt Versuche durch, um zu sehen, wie Mikroben in das Gewebe des Körpers eindringen, Wachstumsge-

meinschaften bilden und sich vermehren – und welche Erkrankungen sie auslösen oder begünstigen. Für diese komplexen Fragestellungen hat sein Team Methoden entwickelt, um Darmbesiedelung, Immunreaktionen und das Wechselspiel zwischen Wirt und Mikroben zu untersuchen. Die Forschenden verwenden keimfreie Mäuse, also Tiere, deren Darm vor dem Versuch nicht bereits von Bakterien besiedelt ist. Mithilfe dieser Versuche konnte das Team zum Beispiel zeigen, dass gewisse von Darmbakterien produzierte Stoffe auf Nervenzellen einwirken, die wiederum für die Darmbewegung zuständig sind. Dank seiner Untersuchungen konnte Macpherson beweisen, dass Mikroorganismen nicht nur für die Verdauung zuständig sind, sondern auch eine wichtige Rolle in unserem Immunsystem spielen und für ein gesundes Abwehrsystem unerlässlich sind.

BERNER FORSCHUNG

Die Vielfalt der Versuche

Mit Tierversuchen werden biologische Prozesse in Lebewesen erforscht, um Krankheiten zu verstehen und Therapien zu entwickeln. Andere Versuche verbessern das Tierwohl. Und nicht zuletzt forscht die Uni Bern an Alternativmethoden. Eine kleine Auswahl an Projekten.

Vielversprechende Alternative zum Tierversuch

Ein spezialisiertes Labor des ARTORG Center unter der Leitung von **Olivier Guenat** befasst sich seit über zehn Jahren mit der Entwicklung hochspezialisierter In-vitro-Modelle, den sogenannten Organs-on-Chip. Ihr Schwerpunkt liegt dabei auf der Modellierung der Lunge und ihrer Erkrankungen. Nach einem ersten erfolgreichen Lunge-auf-Chip-System, das wesentliche Merkmale der Lunge aufweist, arbeitet ARTORG nun mit dem Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung München und den Universitätskliniken für Thoraxchirurgie und Pneumologie des Inselspitals an einem rein biologischen Modell der nächsten Generation. Dieses enthält lebensgrosse Lungenbläschen in einer rein biologischen, dehnbaren Membran und bildet somit das Lungengewebe viel lebensnaher nach als bisherige Modelle. Die Lunge ist aus rund 400 Millionen Lungenbläschen aufgebaut, die für den Gasaustausch zwischen Blut und Luft zuständig sind. Aufgrund dieser komplexen Struktur und Zusammensetzung sowie ihrer Schlüsselrolle bei der Sauerstoffversorgung ist sie nur schwer nachzubilden.

Die Lunge-auf-Chip-Technologie verwendet menschliche Zellen, die auf einem Mikrochip

«Menschliche Zellen werden auf einem Mikrochip kultiviert.»

kultiviert werden. Dadurch erhoffen sich Forschende klinische Informationen über Vernarbungsprozesse beim Menschen. Damit sollen Untersuchungen an lebenden Mäusen ersetzt werden, mit denen zum Beispiel die idiopathische Lungenfibrose (IPF) erforscht wird, eine schwere chronische Lungenerkrankung, die zu einer Vernarbung der Lunge führt. Forschende verursachen heutzutage durch Verabreichung gewisser Substanzen gezielt Entzündungen und Fibrosen in den Lungen von Mäusen, um damit die Mechanismen der Krankheit besser zu verstehen und bessere und personalisierte Therapien zu entwickeln. Viele Arzneimittelkandidaten, die im Maus-Modell vielversprechende Resultate erzielen, scheitern jedoch bei entsprechenden Tests am Menschen, da Lungenerkrankungen bei verschiedenen Spezies meist unterschiedliche Ausprägungen haben.

Patientenrelevantere In-vitro-Modelle helfen Grundlagenforschenden, die Physiologie und Pathologie der Lunge besser zu verstehen und neue Signalwege zu identifizieren. Forscherinnen und Klinikern soll die neue Technologie erlauben, experimentelle Lungen-Medikamente direkt an gesunden und krankhaften menschlichen Zellen zu testen und für den einzelnen Patienten oder die einzelne Patientin die beste Therapie zu identifizieren.



Gentest gegen Welpensterblichkeit



Ein Forschungsteam um **Corinne Gurtner, Petra Hug und Tosso Leeb** hat beim Belgischen Schäferhund einen Gendefekt aufgeklärt, der dazu führt, dass Welpen mit wenigen Wochen sterben. Dank den neuen Erkenntnissen konnte ein Gentest entwickelt werden, mit dem Anlageträger erkannt und Paarungen nun so geplant werden können, dass keine betroffenen Welpen mehr geboren werden. Für diese Studie brauchte es auch einige Blutproben von gesunden Hunden als Kontrollen. Die Entnahme dieser Proben bei privat gehaltenen Haushunden sind Tierversuche mit Schweregrad 0, also ohne Belastung der Tiere.

Für aussagekräftigere Ergebnisse

Forschende verwenden mehrheitlich männliche Tiere, was dazu führen kann, dass Ergebnisse nicht schlüssig sind, weil mögliche Geschlechtsunterschiede unerkant bleiben. Da das biologische Geschlecht nun vermehrt als Variable in Tierversuchen miteinbezogen werden soll, suchen Forschende nach einem optimalen Ausgleich zwischen minimaler Anzahl Versuchstiere und maximaler

Aussagekraft der Ergebnisse. Dabei stellen sich logistische Fragen von grosser Tierschutzrelevanz. Sollen Männchen und Weibchen gemeinsam oder getrennt gehalten und getestet werden? Wie wirkt sich dies auf aggressive Auseinandersetzungen zwischen Männchen oder den Zyklus der Weibchen aus? Mit experimentellen Studien an Mäusen wollen **Hanno Würbel und Ivana Jaric** von der Vetsuisse-Fakultät einen Leitfaden entwickeln, wie Forschende beide Geschlechter berücksichtigen können, ohne die Zahl der Versuchstiere zu erhöhen oder das Tierwohl zu beeinträchtigen. Da



«Grosser Einfluss auf das Tierwohl.»



dies alle Bereiche der Tierforschung betrifft, und Mäuse über 70 Prozent aller Versuchstiere ausmachen, werden die Ergebnisse grossen Einfluss auf die künftige Versuchsplanung, die 3R und damit auf das Tierwohl haben.



Forschen für den idealen Hühnerstall

Wie sollen Legehennen gehalten werden, damit das Tierwohl trotz hoher Produktivität gewährleistet ist? Daran forscht das Team um Michael Toscano und Tierschutzprofessor Hanno Würbel am Zentrum für tiergerechte Haltung in Zollikofen. Im Versuch auf diesem Bild wird untersucht, wie es Hennen in Grossgruppen im Vergleich zu kleinen Gruppen geht.



A



Untergruppen

In der kommerziellen käfigfreien Haltung werden Hühner zu Tausenden in Grossgruppen gehalten. Die stark hierarchische Hackordnung, die Hühner in Kleingruppen etablieren, funktioniert hier nicht. Wie reagieren die Tiere darauf? Hier wird erforscht, ob sich in Grossgruppen Untergruppen bilden und wie stabil diese sind.

B



Bewegungsmuster

Wenn eine Henne mit ihrem am Bein befestigten Sensor über das Tracking Pad in einen anderen der fünf Stallsektoren spaziert, wird dies registriert. So lassen sich Bewegungsmuster erstellen und vergleichen, was Rückschlüsse auf individuelle Verhaltensmuster und die soziale Organisation ermöglicht.

C



Individuum

Um Verhaltensmuster jedes einzelnen Tiers zu erkennen und dabei Verwechslungen auszuschliessen, ist jede Henne mit einer individuellen Markierung ausgestattet.

D



Interaktionen

In jedem Stall werden Videoaufzeichnungen gemacht und später ausgewertet. So werden etwa aggressive Interaktionen protokolliert und einzelnen Tieren zugeordnet. Frühere Forschung deutet darauf hin, dass die Aggression in Grossgruppen abnimmt, gleichzeitig aber stress- und angstbedingte Verhaltensprobleme zunehmen.

E



Produktivität

Die unterschiedlichen Haltungssysteme, die in den verschiedenen Versuchsställen getestet werden, sollen nicht nur das Tierwohl verbessern, sondern auch eine hohe Produktivität garantieren. Deshalb wird jedes gelegte Ei registriert, das selbstständig aus dem Stall rollt.



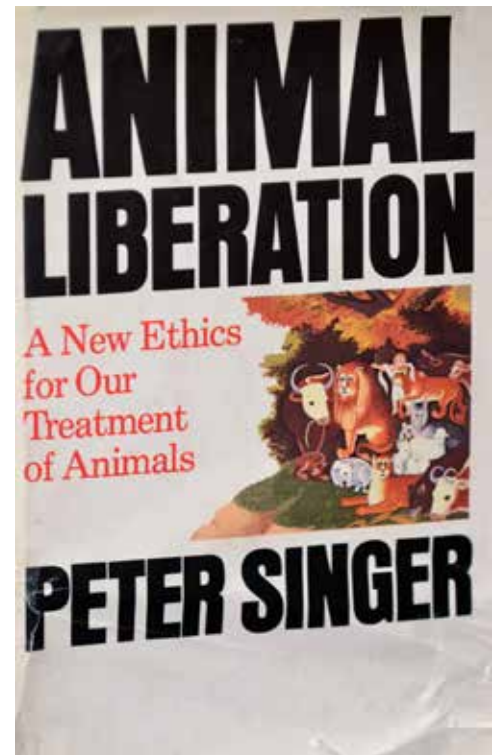
National und international vernetzt

Michael Toscano arbeitet als Gruppenleiter am Zentrum für tiergerechte Haltung von Geflügel und Kaninchen (ZTHZ), einer gemeinsamen Forschungsstelle des Bundesamts für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) und der Universität Bern. In den Versuchsställen am Aviforum in Zollikofen wer-

den neue Ansätze und Methoden zur Verbesserung des Tierwohls entwickelt. Die Uni Bern ist Teil des European Training Networks «Chicken-Stress» der EU zur Verbesserung der Haltungsbedingungen von Legehennen.

Die Forschungsergebnisse dienen als Grundlagen für die Bewilligung von neuen Haltungssystemen und Stalleinrichtungen im Rahmen der Tierschutzgesetzgebung sowie zur Information und Beratung von Halterinnen und Haltern von Geflügel.

www.chickenstress.eu



oben
 Der Berner Mediziner Albrecht von Haller und seine Schüler führten im 18. Jahrhundert zahlreiche Tierversuche durch.

unten links
 Tierquälerei führt zur Verrohung bis zum Mord: Frühe Kritik aus England. Ausschnitt aus der Kupferstich-Serie «Four Stages of Cruelty» von William Hogarth.

unten rechts
 Der Klassiker der Tierrechtsdiskussion von 1975 veränderte die Debatte.

Grundpfeiler der westlichen Medizin

Seit der Antike werden Tiere eingesetzt, um biologische Prozesse in Lebewesen besser zu verstehen und Krankheiten zu heilen. Der moderne Tierversuch geht auf den Berner Mediziner Albrecht von Haller zurück. Doch auch die Kritik an Tierleid hat eine lange Geschichte und verändert die Forschungspraxis.

Von Hubert Steinke

Der Tierversuch ist so alt wie unsere westliche Medizin. Schon im alten Griechenland wurde vereinzelt experimentiert; das eigentliche Vorbild für spätere Jahrhunderte war aber der im 2. Jahrhundert in Rom tätige Arzt Galen. Er beabsichtigte, dadurch die Grundprinzipien von Atmung und Herztätigkeit zu entdecken. Doch auch Galens Versuche nahmen nur einen kleinen Platz in seinem grossen Werk ein, das vor allem auf anatomischen Beobachtungen, theoretischen Überlegungen und der Beschreibung von Krankheiten beruht.

Der experimentelle Ansatz trat danach für Jahrhunderte vollständig in den Hintergrund. Erst mit der Renaissance und Francis Bacons Aufruf zur experimentellen und induktiven Forschung zu Beginn des 17. Jahrhunderts erhielt der Tierversuch wieder eine gewisse Beachtung. Am bekanntesten sind die Versuche William Harveys, die 1628 zur Entdeckung des Blutkreislaufs beitrugen. Die Bedeutung dieser Experimente für die damalige Forschung ist aber ganz anders zu verstehen als heute. Sie sind Bestandteil einer aristotelischen Untersuchung, die das «Wesen» der Organe zu ergründen versucht. Dabei sind Experi-

mente Hinweise, die gleichberechtigt neben theoretischen Überlegungen stehen. Die Tierversuche sind kein Beweis, sondern Teil eines ganzen Argumentationsstrangs, der auf die Feststellung hinausläuft, dass der Blutkreislauf die wahrscheinlichste Erklärung ist.

Bahnbrechend, aber umstritten

Der erste, der systematisch und in grossem Umfang Tierversuche durchführte und diese im Sinne einer experimentellen Überprüfung einer Hypothese einsetzte, war der Berner Mediziner, Botaniker und Dichter Albrecht von Haller (1708–1777). Er opferte Hunderte von Tieren – vor allem Hunde,

«Galen beabsichtigte, die Grundprinzipien von Atmung und Herztätigkeit zu entdecken.»

Hubert Steinke

Katzen und Kaninchen –, um die fundamentale Frage nach der Funktion von Nerven und Muskeln zu beantworten. Seine Erkenntnis, dass nur Nerven Empfindung vermitteln und nur Muskeln zur Bewegung fähig sind, war bahnbrechend – und gleichzeitig umstritten. Dutzende Forscher in ganz Europa wiederholten Hallers Versuche und kamen teilweise zum abweichenden Schluss, dass alle Körperteile zur Empfindung und Bewegung fähig seien. Der Grund für die widersprüchlichen Resultate lag in der fehlenden Standardisierung der mit sehr einfachen Mitteln durchgeführten Versuche, deren Anordnung und Interpretation von Vorannahmen mitbestimmt wurde. Das paradoxale Resultat dieser ersten grossen Welle von Tierversuchen war, dass sie sich entgegen Hallers Hoffnung nicht als zentrale Forschungsmethode etablieren konnten.

Erst 100 Jahre später, in der Mitte des 19. Jahrhunderts, hatten sich die Bedingungen so weit verändert, dass sich der Tierversuch zunehmend etablierte. Die nach Haller aufkommenden naturphilosophischen Strömungen waren wieder im Rückgang, Entdeckungen auf mikrosko-

pischer Ebene, in Biologie, Biochemie und Physiologie eröffneten neue Perspektiven. Forschung hing nicht mehr von Einzelpersonen ab, sondern hatte sich an Universitäten und anderen Einrichtungen institutionalisiert: Die moderne Biomedizin und Laborforschung nahm ihren Lauf. Das Tierexperiment war integraler Bestandteil dieses Prozesses, wenn auch die Anzahl an Versuchen anfänglich noch bescheiden war.

Erfolgreiche Impfstoffe und Medikamente

Eine wesentliche Ausweitung dieses Ansatzes kam mit der entstehenden Bakteriologie und Impfforschung ab 1870. Während Louis Pasteur in den 1880er-Jahren zur Entwicklung der Tollwut-Impfung noch Hunderte von Tieren (vor allem Kaninchen) benötigte, so stützte sich Paul Ehrlich für seine erste erfolgreiche Behandlung der Syphilis mit Salvarsan in den 1900er-Jahren

«Praktisch alle Medikamente sind mit Hilfe von Tierversuchen entwickelt worden.»

Hubert Steinke

bereits auf Tausende Tiere (vor allem Mäuse). In noch weit grösserem Masse wurden Tiere (einige Millionen Makaken) dann zur Erforschung, Entwicklung und Produktion des Polio-Impfstoffs in den 1950er-Jahren verwendet, der zur Ausrottung der Kinderlähmung führte. In dieser

Dimension wurden Tiere für die Entwicklung einzelner Therapieverfahren nie mehr eingesetzt, aber die nach dem Zweiten Weltkrieg beginnende moderne Pharmakotherapie fusste auf einer insgesamt nochmals grösseren Zahl an Tierversuchen mit einem Höhepunkt in den 1970er-Jahren. So sind praktisch alle heute verfügbaren Medikamente und Therapien mithilfe von Tierversuchen entwickelt worden.

Ab dem 17. Jahrhundert äusserten sich erste Forscher über das Leiden der Tiere, ohne aber die Versuche grundsätzlich infrage zu stellen. Haller etwa schrieb von «mir selbst verhassten Grausamkeiten, die aber doch der Nutzen für das menschliche Geschlecht, und die Nothwendigkeit entschuldigen werden». Die philosophisch weit theologisch begründete Ansicht des weit über das Tier erhabenen rationalen Menschen liess kaum Kritik aufkommen. Hallers Schüler Christlob Mylius etwa lieferte

Die lange Geschichte der Tierversuche

Tierversuche haben die heutige Medizin erst ermöglicht, gleichzeitig erhielt der Tierschutz mehr Gewicht.

2. Jahrhundert



Antikes Vorbild

Der römische Arzt Galen führt nur relativ wenige Tierversuche durch. Er ist aber ein wichtiger Referenzpunkt für spätere Experimentalforscher, die ihre Methode damit auf eine grosse antike Autorität zurückführen können. Die hier gezeigte Darstellung von 1565 ist ein Zeichen dieser Rezeption.

1679



Giftprüfung

Der Schaffhauser Arzt Johann Jakob Wepfer prüft die Wirkung des Gift-Wasserschierlings (Bild) in Tierversuchen und begründet damit die experimentelle Giftprüfung. Er ist einer der wenigen Forscher des 17. Jahrhunderts, der Tierversuche durchführt.

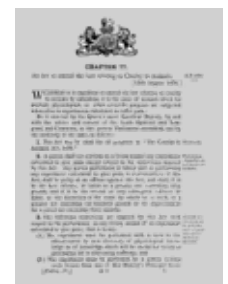
1756



Haller setzt Standards

Der Berner Mediziner Albrecht von Haller veröffentlicht auf mehreren Hundert Seiten die Laborprotokolle seiner Tierversuche. Er versucht damit, seine wissenschaftlichen Gegner von der Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Wahrhaftigkeit seiner Experimente zu überzeugen. Dies ist insbesondere in einer Zeit ohne etablierte Forschungsstandards wichtig.

1876



Erstes Tierschutzgesetz

Die Tierschutzbewegung in England führt zum ersten bedeutenden Tierschutzgesetz, dem «Cruelty to Animals Act». Etwas später werden auch in anderen Ländern Regelungen eingeführt, in der Schweiz auf kantonaler Ebene etwa 1895 in Zürich. Diese Bestimmungen setzten aber primär auf Selbstkontrolle von Wissenschaftlern und wurden daher auch kritisiert.

aus der Feststellung, dass der Mensch 1000-mal so vollkommen wie ein Hund sei, den rechnerischen Nachweis, dass der Hundeversuch erlaubt, der Menschenversuch aber verboten sei. Etwas tierfreundlicher war man im hundeliebenden England. Aber auch hier dominierte eine anthropozentrische Sicht. So wurde etwa in der Kupferstich-Serie «Four Stages of Cruelty» von William Hogarths das Quälen von Tieren nicht per se, sondern primär als eine Vorstufe zum Quälen von Menschen verurteilt.

Tierschutzbewegung verändert Forschungspraxis

Das Leben in der Stadt mit der Entfernung von der Natur, das Halten von Haustieren und die Erkenntnisse der Evolutionslehre und die Frauenbewegung waren wesentliche Motoren für die ab 1860 von England aus einsetzende Tierschutzbewegung. Dies

«Jede Generation muss ihr Verhältnis zum Tierversuch neu bestimmen.»

Hubert Steinke

führte zu ersten gesetzgeberischen Massnahmen. Die Bewegung flaute aber nach der Jahrhundertwende wieder ab, nachdem die Forschung bedeutende, auf Tierversuchen gegründete Erkenntnisse gewinnen konnte. Die beiden Weltkriege drängten das Thema zusätzlich in den Hintergrund. Ab den 1970er-Jahren erhielt es im Zug einer allgemeinen Kritik an einer zu technischen Medizin aber neue Auf-

merksamkeit. Peter Singers Buch «Animal Liberation» (dt. «Die Befreiung der Tiere») von 1975 war ein wesentlicher Referenzpunkt in dieser neuen Diskussion. Danach verschwand die Debatte nie mehr ganz aus der Öffentlichkeit. Medienberichte und Initiativen bewirkten schrittweise Verschärfungen der Bestimmungen und förderten die Anstrengungen der Forschung, alternative Methoden zu entwickeln. Dieser Prozess ist weiterhin am Laufen. Jede Generation muss ihr Verhältnis zum Tierversuch wieder neu bestimmen.

Kontakt

Prof. Dr. Hubert Steinke
 Institut für Medizingeschichte,
 hubert.steinke@img.unibe.ch

1885



Erfolgreiche Impfung

Louis Pasteur impft erstmals erfolgreich einen Menschen gegen Tollwut. Zur Entwicklung des Serums benutzt er Tiere als Träger. Seither setzt die bakteriologische und immunologische Forschung sehr oft Tiere für die Impfkultur ein.

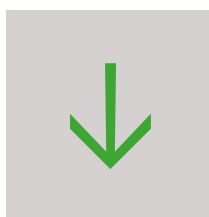
1959



3R-Prinzip

Das Prinzip 3Rs (Replacement, Reduction, Refinement) wird formuliert, dessen Anwendung zu weniger und weniger belastenden Tierversuchen führen soll. Es dauerte Jahrzehnte, bis dieser Ansatz die nötige Aufmerksamkeit erhielt. Heute ist er weltweit für viele Bestimmungen und Institutionen begleitend. Die Universität Bern ist Gastgeberin des Swiss 3R Competence Centre.

1970



Höhepunkt

Die Anzahl in Versuchen eingesetzter Tiere erreicht in den 1970er-Jahren in der Schweiz wie in anderen Ländern einen Höhepunkt und sinkt anschliessend bis zur Jahrhundertwende auf rund einen Drittel.

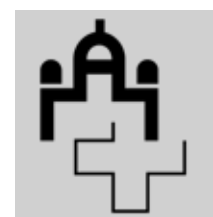
1985



Verbotsinitiativen

In der Schweiz wurden mehrere kantonale Initiativen mit dem Ziel eines Tierversuchsverbots lanciert: 1895 und 1924 in Zürich, 1903 in Bern, 1939 in Basel-Stadt. Sie alle scheiterten. 1985 wird eine erste nationale Initiative eingereicht. Sie wird, ebenso wie diejenige von 1993, mit über 70 Prozent Neinstimmen abgelehnt.

2005



Strenges Tierschutzgesetz

Die Initiativen waren aber nicht gänzlich erfolglos, sondern förderten die Verschärfung von Bestimmungen, wie sie im Schweizer Tierschutzgesetz (TschG) von 2005 festgehalten werden. Das Gesetz ist im internationalen Vergleich relativ streng, aber trotz der weltweit einmaligen Verwendung des Begriffs der «Würde des Tiers» nicht grundsätzlich verschieden von anderen westlichen Regelungen.

«Sie alle verdienen einen Namen»

Schweine sind uns Menschen physiologisch ähnlich. Deshalb lässt sich an ihnen untersuchen, wie bei einem Unfall abgetrennte Gliedmassen gerettet werden können. Ein solches Forschungsprojekt läuft an der Universität Bern. Ein Bericht aus dem Operationssaal.

Von Nathalie Matter

Wenn jemand zum Beispiel bei einem Unfall eine Hand, einen Unterarm, einen Fuss oder Unterschenkel verliert, haben die Chirurginnen und Chirurgen heute maximal sechs Stunden Zeit, um diese Gliedmasse wieder anzunähen – in einer sogenannten Replantation. Ein länger dauernder Unterbruch der Blutversorgung der amputierten Gliedmasse (Ischämie) führt nach dem Wiederherstellen der Blutzufuhr zu Schäden: Die Gliedmasse schwillt massiv an, was zu einem Absterben der betroffenen Muskeln führt. Es können zudem Entzündungsreaktionen auftreten, die sich im ganzen Körper ausbreiten und im schlimmsten Fall zu einem Multiorganversagen und zum Tod führen.

Das Team um Professor Robert Rieben, Leiter der Gruppe Herz und Gefässe am Department for BioMedical Research (DBMR) der Universität Bern, forscht schon länger erfolgreich auf diesem Gebiet: In Zusammenarbeit mit der Universitätsklinik für Plastische und Handchirurgie am Inselspital hat das Team schon vor Jahren eine Methode entwickelt, um traumatisch amputierte Gliedmassen mithilfe der Herz-Lungen-Maschine wesentlich länger am Leben zu erhalten.

Zeit gewinnen

Gleichzeitig arbeitet Riebens Gruppe schon seit einiger Zeit an Substanzen, welche die Blutgefässe während des Unterbruchs der

Blutversorgung schützen und damit Schäden stark vermindern können. In seinem Projekt sollen nun die beiden früher entwickelten Techniken, die eine Verlängerung der Zeitspanne bis zur Replantation von traumatisch amputierten Gliedmassen ermöglichen, kombiniert werden. «Falls das funktioniert, könnten Gliedmassen auch bis zu eineinhalb Tage nach der Verletzung noch replantiert werden», sagt Rieben. «Davon profitieren würden Opfer eines Unfalls oder einer Katastrophe wie etwa eines Erdbebens, oder Kriegsverletzte.»

Für seine Forschung hat Rieben einen prestigeträchtigen Grant aus den USA erhalten, im Rahmen eines «Congressional Directed Medical Research Programs» im Bereich Rekonstruktive Chirurgie. Riebens Projekt war dabei das einzige nicht-amerikanische, das aus insgesamt 119 Eingaben ausgesucht wurde. Das über drei Jahre angelegte Projekt untersucht die Auswirkungen der sogenannten Reper-

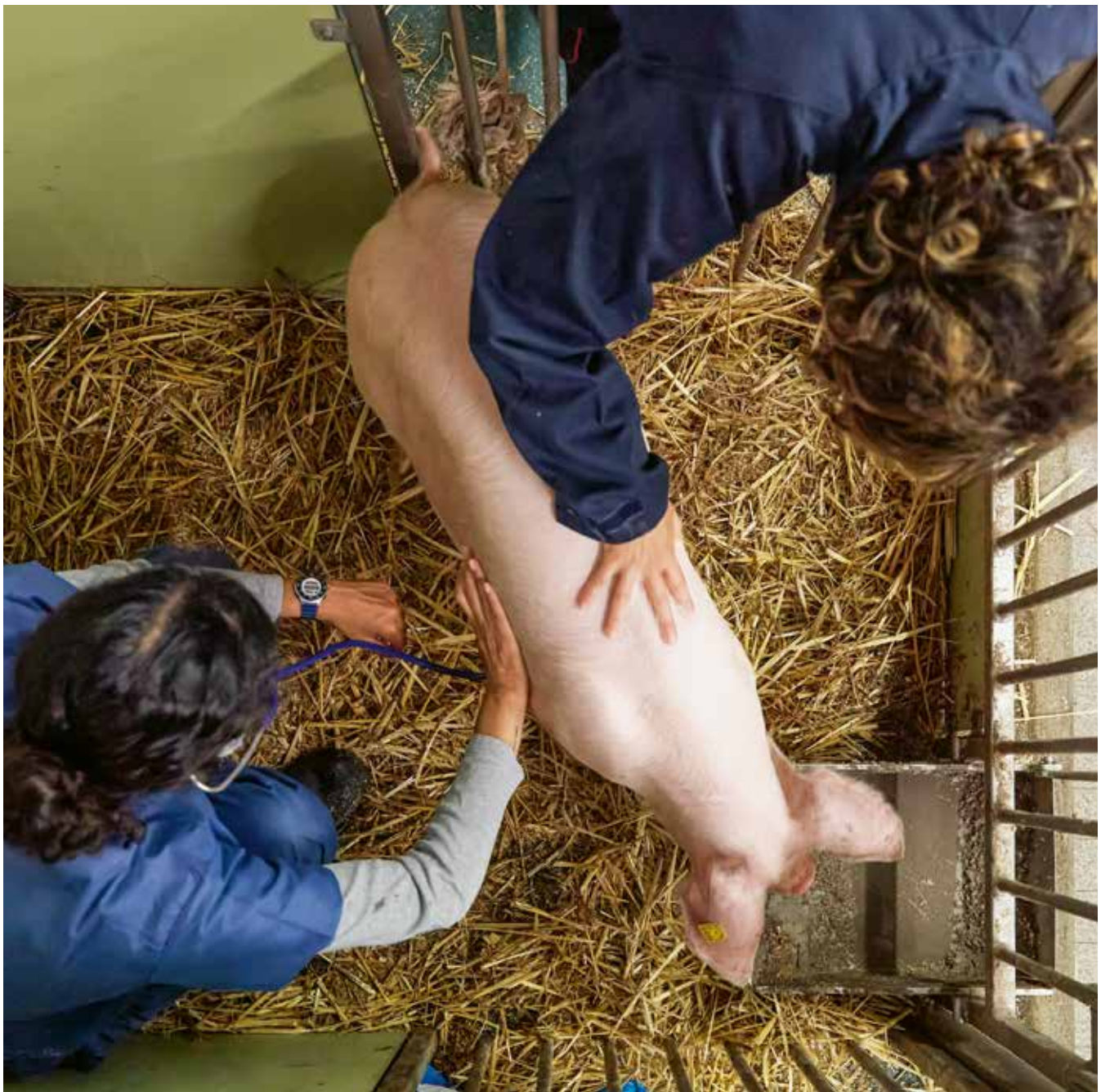
«Profitieren würden Opfer eines Unfalls oder einer Katastrophe.»

Robert Rieben

fusion, des Wiederanschlusses an den Blutkreislauf, bei abgetrennten und ischämischen Gliedmassen. Während im Labor weiter Grundlagenforschung mit Zellkulturen durchgeführt wird, basiert dieses Projekt auf Tierversuchen. Als Modell für menschliche Körper und Gliedmassen dienen Schweine. Denn das Bein eines Schweins wird, wie beim Menschen auch, hauptsächlich von einer grossen Arterie und zwei Venen durchblutet und reagiert nach einer Replantation sehr ähnlich.

Zuchtschwein im OP

Aktuell testet das Team von Rieben die entwickelte Methode am Schwein und vergleicht die Resultate mit denen von Tieren aus einer Kontrollgruppe, die nicht mit der neuen Methode behandelt werden. Dabei wird die Situation eines Unfallopfers in einem entlegenen Gebiet nachgestellt: einem Zuchtschwein wird unter Vollnarkose ein Bein amputiert und die Blutzufuhr während neun Stunden unterbrochen. Nach diesem Zustand der Ischämie wird das Bein wieder an den Blutkreislauf angeschlossen und angenäht, also replantiert. Dabei werden die entstehenden Reperfusionsschäden des am Ende der Ischämie eigentlich noch gesunden Gewebes untersucht. Bei diesem sogenannten Akutexperiment wird das Schwein am Ende eingeschläfert, wacht also aus der Narkose nicht mehr auf. «Der Tod im Rahmen dieser Ex-



Daniela Casoni (rechts) bei der Untersuchung des Schweins am Tierspital Bern.

perimente dürfte für die Tiere wesentlich weniger Stress bedeuten als ein Lebensende im Schlachthof», sagt Rieben.

Damit das Schwein über die gesamte Dauer des Experiments in einem stabilen Zustand bleibt, schläft und zu keiner Zeit Schmerz verspürt, braucht es viel Erfahrung in der Anästhesie. Deshalb werden die Experimente von Dr. med. vet. Daniela Casoni geleitet, Veterinär-Anästhesiologin und Leiterin der Experimental Surgery Facility am Inselspital, in der die Tierversuche durchgeführt werden. Daniela Casoni begleitet die Tiere von

Anfang an. Sie ist es auch, die das Schwein an der Vetsuisse-Fakultät der Universität Bern gemeinsam mit einer anderen Veterinärmedizinerin erstmals untersucht, wenn es vom Bauern kommt. Es handelt sich um Zuchtschweine, die schnell aufwachsen und pro Tag bis zu einem Kilo zulegen können. Ausgewachsen wiegen Zuchtschweine vor der Schlachtung über 100 Kilogramm und sind etwa sechs Monate alt. Im Operationsaal sind sie rund 40 Kilogramm schwer und drei Monate alt. In diesem Alter und mit diesem Gewicht entspricht ihr kardiovaskuläres System demjenigen eines er-

wachsenen Menschen mit Normalgewicht. Für das Experiment muss ein Schwein gesund und stressfrei sein. Die Untersuchung am Tierspital Bern läuft jedesmal etwas anders ab: «Die Tiere haben alle ein unterschiedliches Temperament – die einen sind neugierig und verspielt andere widerspenstig und lassen sich nicht gerne untersuchen», sagt Daniela Casoni. Beim heutigen Tier handelt es sich um eine zutrauliche junge Sau, die während der Untersuchung stillhält und das angebotene Nutella zur Belohnung gerne schleckt. Bei dieser ersten Begegnung gibt Daniela



Schwein Rosi wird für die Operation genau gleich vorbereitet und überwacht wie ein Mensch.

Casoni den anonymen Zuchtschweinen jeweils einen Namen. «Sie alle verdienen einen Namen, auch wenn sie nach dem Experiment nicht weiterleben.» Dieses tauft sie Rosi. «Es sind spannende Tiere, die einen sechsten Sinn haben – sie spüren zum Beispiel, wenn ein Mensch nervös ist», sagt Casoni, die Schweine faszinierend findet. Ihr ist es wichtig, dass es den Tieren, mit denen sie zu tun hat, gut geht. Dazu gehört paradoxerweise auch, ein Tier einzuschlä-



«Unser Ziel ist, dass die Tiere im Experiment nicht leiden.»

Daniela Casoni

fern. Denn würde das Schwein nach dem Experiment weiterleben und mit einem angehängten Bein herumhumpeln, wäre dies sehr schmerzhaft. Kurz gesagt: «Unser Ziel ist, dass die Tiere im Experiment nicht leiden.»

Das Experiment ist um 21.00 Uhr angesetzt. Die erst in diesem Jahr eröffnete neue «Experimental Surgery Facility» der Universität Bern befindet sich im Untergrund des Inselspitals und verfügt über zwei Operationsräume, die gleich ausgestattet sind wie beim Menschen. Entsprechend werden die Tiere gleich vorbereitet und behandelt wie bei einer Operation am Menschen. Das Schwein Rosi wird sediert, an die Monitore angeschlossen und in Vollnarkose versetzt. Aufgezeichnet werden unter anderem der Puls, die Sauerstoffsättigung im Blut, der Blutdruck und die Körpertemperatur. Casoni ist Expertin darin, ein Schwein während einer Operation zu betreuen und zu überwachen – um sicherzustellen, dass es auch im unbewussten Zustand keinen Schmerz empfindet. «Sie hat beispielsweise das EEG eingeführt, um die Tiere noch viel besser überwachen zu können», erklärt Rieben. Mit dem Elektroenzephalogramm sieht man die elektrische Aktivität der

Nervenzellen des Gehirns, oder wie dieses in der Narkose schläft. Würde sich hier eine gewisse Aktivität zeigen, würde Casoni die Tiefe der Narkose anpassen. Zudem setzt sie wie beim Menschen eine sogenannte paravertebrale Blockade ein: Ein lokales Anästhetikum verhindert, dass die Nerven im Bein dem Rückenmark mitteilen, dass sie durchtrennt, also beschädigt sind. Daher wird das Rückenmark nicht versuchen, das Gehirn zu alarmieren, dass etwas «Schlimmes» im Bein passiert. «Dies hilft dem Gehirn, während der Narkose besser zu schlafen, da es nicht ständig «gestört» wird», erklärt Casoni. «Die Stressreaktion ist dadurch geringer.»

Das Experiment

21.30 Uhr: Der Bauch des Tiers hebt und senkt sich gleichmässig. Ein Intensivpfleger aus der Humanmedizin, der als rechte Hand von Casoni fungiert, legt einen Venenkatheter. Die Ausrüstung vom OP-Tisch bis zum chirurgischen Besteck ist exakt dieselbe wie beim Menschen. Das Operationsteam besteht aus sieben Personen, darunter zwei Chirurginnen und Studierende, die wie immer bei einer solchen Operation dabei sein können. Es wird meist



Höchste Konzentration: Zwei Chirurginnen und eine Assistentin beim Schnitt rund um das Bein.



Sorgfältig wird Schwein Rosi gewendet. Das Team besteht aus insgesamt sieben Personen.

englisch gesprochen, da Nationen wie Kolumbien, China und Deutschland vertreten sind. Ausser dem Intensivpfleger besteht das Team ausschliesslich aus Frauen. Robert Rieben ist auch anwesend, um den ersten Teil des Experiments mitzuverfolgen. Die Atmosphäre ist konzentriert, aber gelöst. Eine Veterinärin und eine Studentin werden das Tier nach der Operation die ganze Nacht betreuen und überwachen. «Während dieser Nachtschicht



«Wir simulieren so realistisch wie möglich eine Unfallsituation.»

Robert Rieben

können sie auch an ihren Papers weiterarbeiten oder ihre E-Mails beantworten, so wie ich das manchmal mache, wenn ich eine Nachtschicht übernehme», sagt Rieben.

22.37 Uhr: Das Schwein wird vorsichtig gewendet und für den Schnitt vorbereitet. Immer wieder spricht sich das Team kurz ab. Die beiden Chirurginnen leisten diesen Einsatz in ihrer Freizeit, aus Interesse an der Forschung. Auch sie arbeiten normalerweise in der Humanmedizin. Mit einem sogenannten Laserdoppler wird die Durchblutung in der Haut des Vorderbeins gemessen, das amputiert werden soll. Nach der Reperfusion wird diese erneut gemessen und verglichen. Ebenso werden später Proben im Labor untersucht, um den Reperfusionsschaden auch in den Organen zu messen, der dereinst dank der neuen Methode von Riebens Team verhindert werden soll. Daniela Casoni sitzt an ihrem «Arbeitsplatz» neben dem Anästhesiegerät. Dieses führt dem Tier einerseits Sauerstoff und das Narkosegas zu und misst andererseits gleichzeitig den CO₂-Gehalt seiner Atemluft. Insgesamt zehn klinische Werte werden im Experiment gemessen, hinzu kommen die Laboruntersuchungen. Casoni führt ein Anästhesieprotokoll, das sie alle

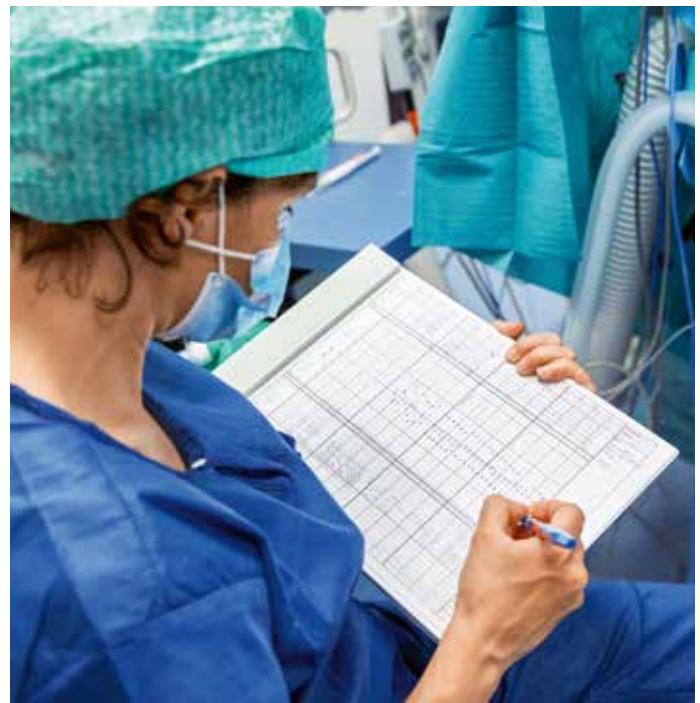
fünf Minuten nachträgt. Ein Monitor würde draussen die Werte alle fünf Sekunden anzeigen, «aber ich ziehe es vor, drinnen beim Tier zu bleiben», sagt Casoni.

23.00 Uhr: Der Schnitt beginnt. Mit einem Elektroauter, einem Elektroskalpell, wird das Gewebe mittels hochfrequentem Wechselstrom, der eine starke Wärme erzeugt, durchtrennt. Dies geschieht nahezu geräuschlos, ab und zu steigt etwas Rauch auf. Es riecht nach verbranntem Haar. Die Methode hat den Vorteil, dass gleichzeitig mit dem Schnitt auch Blutgefässe verschlossen werden und somit die Blutung gestillt wird. Niemand spricht mehr, die Stimmung ist beinahe meditativ. Die wichtigsten Blutgefässe werden freigelegt: Eine rote Arterie und zwei bläuliche Venen. Über eine Kamera lässt sich die Operation an einem Bildschirm verfolgen. Um 23.54 Uhr stoppt Casoni die Uhr, damit sie nicht vergisst, die Ischämie genau um Mitternacht zu beginnen.

00.00 Uhr: Das Bein ist abgetrennt und die Blutzufuhr unterbrochen. Die Ischämie beginnt und wird nun neun Stunden andauern. «Wir simulieren so realistisch wie möglich eine Unfallsituation, in der niemand zum Patienten kommt», erklärt



Robert Rieben verfolgt das Freilegen der Blutgefäße am Bildschirm.



Daniela Casoni trägt alle fünf Minuten das Anästhesieprotokoll nach.

«Wir setzen dieselben Tiere für mehrere Projekte ein.»

Daniela Casoni

Rieben. Dafür wird das Bein über Nacht bei Raumtemperatur aufbewahrt. Die so entstehenden Schäden werden untersucht und dienen als Kontrolle, um die Wirksamkeit der von Rieben entwickelten Kombi-Methode in einer anderen Vergleichsgruppe von Schweinen nachzuweisen. Insgesamt werden für das Projekt über drei Jahre hinweg 58 Schweine in elf Gruppen verwendet.

Am nächsten Tag wird das Bein um 9.00 Uhr morgens wieder an den Blutkreislauf angeschlossen und angenäht. Diese Reperfusion dauert zwölf Stunden, bis 21.00 Uhr. Danach wird das Tier eingeschläfert, das Bein abschliessend erneut abgenommen und Proben der Organe entnommen für weitere Untersuchungen.

20.34 Uhr: Der Körper des Tieres ist etwas eingesunken. Das angenähte Bein ist leicht geschwollen und rötlich. Diesmal sind fünf Frauen bei der Arbeit, darunter zwei Doktorandinnen und eine Masterstudentin. Wenn sie über das Schwein sprechen, nennen sie es «sie», nicht «es». Die Forscherinnen entnehmen Blutproben für eigene Projekte im Rahmen des Experiments. «Wir

setzen dieselben Tiere für mehrere Projekte ein», sagt Casoni. Der Laserdoppler wird ein letztes Mal angesetzt, um den Blutfluss des wieder angenähten Beins zu messen.

21.11 Uhr: Das Tier wird mittels einer ganzen Ladung einer Injektionslösung, die auch für die Euthanasierung von Pferden und Rindern verwendet wird, eingeschläfert. Dabei stirbt das Hirn, das sich die ganze Zeit in Narkose befunden hat, zuerst und das Herz zuletzt. Nach fünf Minuten erlöschen die Kurven auf dem Monitor des EKG langsam. Das Schwein Rosi ist tot. Casoni stellt die Geräte ab und löst vorsichtig die sechs EEG-Sonden von der Stirn des Tieres. Sie legt ihm kurz ihre Hand auf den Kopf, sagt zu den anderen: «Sie war wirklich sehr lieb.» Behutsam, als wäre das Tier noch bei Bewusstsein, werden die Schläuche entfernt. Zuletzt wird das Bein abgenommen und gewogen. Es wiegt 3,9 Kilo, rund ein Kilo mehr als am Vortag. Durch die lange andauernde Ischämie und die nachfolgende Reperfusion ist das Gewebe voller Ödeme, weil die Blutgefäße geschädigt und damit durchlässig wurden für Blutplasma – «Vascular Leakage» nennt man dieses Phänomen.

Während der Körper des Tieres in eine Tonne gehoben wird, um es am Krematorium der Vetsuisse-Fakultät zu kremieren, geht im Obduktionsraum nebenan die Arbeit weiter: Proben vom abgetrennten Bein sowie von vorhin entnommenen Stücken von Nieren, Leber und Lunge werden vorbereitet und in Formaldehyd eingelegt für die spätere Untersuchung im Labor.

Initiiert wurde das Projekt zusammen mit Prof. Dr. med. Esther Vögelin, Chefärztin und Ko-Klinikdirektorin Handchirurgie am Inselspital. «Es geht bei unserem Experiment nicht darum, herauszufinden, wie man einen Arm oder eine Hand möglichst gut wieder annäht – das wissen die Chirurgeninnen und Chirurgen bereits», sagt Rieben. «Was sie wissen möchten ist, was einen Reperfusionsschaden nach einer Replantation auslöst und wie er verhindert werden kann.» Dabei seien die Reaktionen auf eine Replantation unterschiedlich, erklärt Casoni: «Wie diese Unterschiede entstehen, ist jedoch unklar – also was eine stärkere oder schwächere Reaktion triggert.» Das sei vergleichbar mit der individuell unterschiedlichen Reaktion auf eine Infektion mit Covid-19.

Bis Ende 2022 sollen die Resultate vorliegen: erstens grundlegende Erkenntnisse zu Reperfusionsschäden und zweitens ganz konkret, ob die Zeitspanne bis zur Replantation mit der neuen Methode verlängert werden kann.

Kontakte

Prof. Dr. Robert Rieben
Department for BioMedical Research,
robert.riegen@dbmr.unibe.ch

Dr. med. vet. Daniela Casoni
Department for BioMedical Research,
daniela.casoni@dbmr.unibe.ch

Unverzichtbar für neue Therapien

Der medizinische Fortschritt fusst auf einer Vielzahl von Methoden. Trotz der wachsenden Bedeutung von Computersimulationen und Zellkulturen bleiben Tierversuche ein zentrales Element, das mit Bedacht zum Einsatz kommt.

Von Ori Schipper

In den letzten 30 Jahren haben zahlreiche Krankheiten viel von ihrem Schrecken verloren, weil sich die Grenze zwischen nicht behandelbaren und behandelbaren Erkrankungen dank – mitunter spektakulären – Fortschritten in der Medizin immer weiter verschiebt. Dass Tierversuche in dieser Entwicklung nach wie vor eine bedeutende Rolle spielen, bestätigen alle Fachpersonen aus so verschiedenen Gebieten wie der Onkologie, der Kardiologie oder der Neurologie im Gespräch.

Auf den ersten Blick hat eine Krebserkrankung nichts mit einem Herzinfarkt oder einer neurodegenerativen Krankheit wie Multipler Sklerose zu tun, doch in allen diesen Bereichen (wie auch in vielen anderen) greifen interdisziplinäre Teams auch auf Tierversuche zurück, um Therapieoptimierungen zu testen oder neue Erkenntnisse über die Krankheitsmechanismen zu gewinnen – und so hoffentlich auch weiterhin die Aussichten von erkrankten Menschen zu verbessern.

Dabei stehen die Forschenden vor einem ethischen Dilemma, denn einige Fragestellungen setzen voraus, dass Versuchstiere ein Leid erdulden. Das lässt sich nur rechtfertigen, wenn dem Leiden der Fische, Mäuse, Kaninchen oder Schweine ein überproportional grosser Nutzen gegenübersteht. Diese Güterabwägung steht im Zentrum jedes Antrags an die Tierversuchskommission. Nur wenn die Forschenden mit

überzeugenden und nachvollziehbaren Argumenten belegen können, dass der Nutzen das Leiden überwiegt, erhalten sie die Bewilligung für ihr Forschungsvorhaben.

Immuntherapien, eine medizinische Revolution

Adrian Ochsenbein ist Chefarzt Onkologie am Inselspital und Leiter der Forschungsgruppe Tumor-Immunologie, die für viele ihrer Versuche auf Mäuse angewiesen ist. Das Thema von Ochsenbeins Forschungsteam sind Immuntherapien, also Behandlungen, die das körpereigene Immunsystem gegen die Krebszellen mobilisieren. Moderne immuntherapeutische Wirkstoffe gibt es erst seit zehn Jahren, aber sie haben eine wahre medizinische Revolution losgetreten.

Bis vor Kurzem galt zum Beispiel, dass wer an einem Hautkrebs in fortgeschrittenem Stadium litt (also wenn der Krebs schon Ableger gestreut hat), dem raschen Tod geweiht war. Heute ermöglichen die neuen Medikamente – allerdings vorerst nur bei etwas mehr als der Hälfte der Erkrankten – eine lang anhaltende Immunkontrolle über den Krebs. «Wir können hier sogar von Heilung sprechen – und zwar bei Patientinnen und Patienten, die noch als unheilbar galten, als ich Medizin studierte», sagt Ochsenbein.

«Bei Immuntherapien geht es um Zellen, die im Körper umherwandern und Krebs-

zellen aufspüren», fährt Ochsenbein fort. «Das lässt sich nur im lebenden Organismus studieren.» Mit seinem Team hat der Onkologe vor zwölf Jahren unter anderem den Signalweg aufgeschlüsselt, der die Stammzellen einer Leukämie charakterisiert. Solche Stammzellen teilen sich weniger rasch als die anderen Krebszellen und überleben deshalb eher eine Chemotherapie. Und genau diese Stammzellen sind nach erfolgter Therapie für die rasche Wiederkkehr der Erkrankung verantwortlich. In Versuchen mit Mäusen hat das Team um Ochsenbein eine Antikörper-Behandlung entwickelt, die sich spezifisch gegen die Stammzellen richtet – und so das Wieder-

«Zellen, die im Körper umherwandern und Krebszellen aufspüren: Das lässt sich nur im lebenden Organismus studieren.»

Adrian Ochsenbein, Onkologie



Die intraperitoneale Injektion, also die Spritze ins Bauchfell, wird bei Mäusen vor allem dann angewandt, wenn ein grosses Volumen einer Substanz verabreicht werden muss. Dabei muss jeder Handgriff so schonend wie möglich und sehr präzise durchgeführt werden, damit kein Organ verletzt wird.

aufflammen der Leukämie erfolgreich verhindert. Seit einigen Jahren spannt Ochsenbein mit einem belgischen Biotech-Unternehmen zusammen, das die Antikörper herstellt und in einer klinischen Studie auch erstmals beim Menschen testet.

Die allermeisten Versuche, die das Team um Ochsenbein durchführt, gehören zur Kategorie mit Schweregrad 1 und gehen mit einer geringen Belastung für die Versuchstiere einher. «Eine Leukämie verursacht während langer Zeit kein Leiden. Viele Menschen haben im Alter eine chronische Leukämie – und merken nichts davon», sagt Ochsenbein. Unter Schweregrad 2 fallen zum Beispiel Versuche, in

denen die Forschenden die Mäuse bestrahlen. Oder in denen die Mäuse an anderen Krebserkrankungen, wie etwa dem multiplen Myelom, leiden und in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt sind. «Nur drei bis vier Prozent unserer Versuche zählen zur Kategorie 3 mit der stärksten Belastung für die Versuchstiere», sagt Ochsenbein.

Der Onkologe arbeitet seit 2003 am Inselspital und stellt fest, dass die Vorgaben zum Wohl der Versuchstiere heute deutlich strenger ausfallen und auch einer schärferen Kontrolle unterliegen als noch zu Beginn des Jahrtausends. Mit unangekündigten Begehungen schauen Tierschutzbeauftragte der Universität und Mitarbeitende des kantonalen Veterinäramts in unregel-

mässigen Abständen bei den Versuchstierställen vorbei. Sie überprüfen, ob die Haltung artgerecht und tierfreundlich ist.

Für jeden Versuch definiert das Team um Ochsenbein zudem sogenannte Abbruchkriterien, die sicherstellen, dass die Tiere, sobald sie erste Krankheitszeichen entwickeln und zum Beispiel rasch an Gewicht verlieren, getötet werden – und nicht unnötig leiden. Ochsenbein befürwortet die strikten Regulierungen, auch wenn sie den Aufwand für die Versuche deutlich erhöhen: «Sie sorgen dafür, dass das Wohl der Tiere jederzeit im Zentrum steht.»

Wenn das Herz unregelmässig schlägt

Dass das Tierwohl während den Versuchen sehr gut geschützt wird, sagt auch Katja Odening, die als Professorin für Translationale Kardiologie sowohl in der Grundlagenforschung an der Universität Bern wie auch klinisch am Inselspital tätig ist. Bevor sie nach Bern gekommen ist, hat Odening in Deutschland und den USA geforscht. «Die

Tierschutzvorgaben in der Schweiz sind im internationalen Vergleich sehr streng», sagt Odening.

Wie alle Verantwortlichen für Tierversuche hat auch Odening obligatorische Kurse in Labortierkunde besucht. Die darin vermittelten Kenntnisse und Fertigkeiten findet sie ausserordentlich wichtig, da sie beispielsweise helfen, das Verhalten der Tiere zu verstehen und so auch abschätzen zu können, wann ein Tier belastet ist, also etwa Schmerzen empfindet oder gestresst ist. «Dann kneift es etwa die Augen zusammen und legt die Ohren nach hinten», sagt Odening. Solche genauen Beobachtungen erlauben es den Forschenden, Belastungen wo immer möglich zu vermeiden – und zum Beispiel sofort schmerzlindernde Therapien einzuleiten.

Mit ihrem Team erforscht Odening Herzrhythmusstörungen. Diese gehören, wie auch Herzinsuffizienz und -infarkt, zu den multifaktoriellen Erkrankungen, die viele verschiedene Ursachen haben können, darunter Stress in der Arbeit, Übergewicht

«Die Tierschutzvorgaben in der Schweiz sind im internationalen Vergleich sehr streng.»

Katja Odening, Kardiologie

und Rauchen, aber auch Defekte in Genen, die den Bauplan von Ionenkanälen in Herzzellen enthalten. Deshalb überrascht es nicht, dass die Forschung eine ganze Palette unterschiedlicher Methoden verwendet. Je nach Fragestellung werden Versuche an isolierten Herzzellen, an entnommenen Herzen oder auch sogenannte In-vivo-Messungen durchgeführt, wie Odening und ihre Kolleginnen und Kollegen der European Society of Cardiology kürzlich in einem Positionspapier dargelegt haben.

«An der Entwicklung von Herzrhythmusstörungen sind verschiedene Zelltypen beteiligt, die in einer speziellen dreidimensionalen Struktur angeordnet sind», sagt Odening. «Da reichen Untersuchungen an Zellkulturen nicht aus, um das Geschehen zu verstehen.» Sie arbeitet auch eng mit Computermodellierern zusammen. Doch Computermodelle seien aktuell nur vereinfachte Annäherungen an die Wirklichkeit. «Und je komplexer die Realität, desto ungenauer die Vereinfachungen», sagt die Herzexpertin.

Ihr Team arbeitet vor allem mit Kaninchen. Denn: «Deren elektrische Herzfunktion ist deutlich näher am Menschen als diejenige von Nagetieren», sagt Odening. Zwar gleichen auch Mäuse und Ratten auf der genetischen Ebene dem Menschen, doch es gibt grosse funktionelle Unterschiede, die bei der Messung des elektrischen Membranpotenzials von Herzzellen sofort ins Auge springen. (Und sich vielleicht auch damit erklären lassen, dass ein Mäuseherz im Schnitt 600 Mal pro Minute schlägt, also etwa zehn Mal schneller als ein menschliches Herz.)

Um die Herzaktivität zu messen, klebt das Team um Odening lebenden Kaninchen Elektroden auf die Haut, die ähnlich funktionieren wie diejenigen, die Odening bei EKG-Messungen ihrer Patientinnen und Patienten verwendet. Allerdings versetzt sie die Kaninchen für diese schmerzlose Messung – anders als die Patientinnen und Patienten – unter Narkose, damit das Anlegen der Elektroden keinen Stress auslöst. «Wir verabreichen das Narkosemittel mit einer Spritze. Diese intramuskuläre Injektion – vergleichbar mit einer

TIERVERSUCHE IN DER SCHWEIZ

Tierleid wird auf Minimum beschränkt

Das Schweizer Tierschutzgesetz schreibt vor, dass Tierversuche wo immer möglich durch tierfreie Methoden ersetzt werden, die Anzahl der Versuchstiere reduziert und deren Belastung minimiert wird.

In der Tierversuchstatistik erfasst das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV), wie viele Tiere und welche Tierarten schweizweit in Versuchen verwendet werden. Während die Gesamtzahl in den 1980er-Jahren noch fast zwei Millionen Tiere betrug, hat sie sich seit der Jahrtausendwende bei ungefähr 600 000 Tieren eingependelt (im Jahr 2020 wurden 556 107 untersucht). 19 712 Tiere wurden 2020 mit Schweregrad 3 belastet, 145 551 Tiere mit Schweregrad 2.

Die Tierversuchsverordnung unterteilt Versuche in vier verschiedene Belastungskategorien, die von Schweregrad 0 (keine Belastung, etwa bei Versuchen, die das Verhalten von Tieren beobachten) bis Schweregrad 3 (hohe Belastung, wenn ein Tier etwa andauernd starke Schmerzen hat

oder grosse Angst empfindet) reichen. Von Gesetzes wegen beachten alle Tierversuche die so genannten 3R-Prinzipien. Die Abkürzung steht für Replace, Reduce, Refine: Tierversuche ersetzen, vermindern und verfeinern. Die Anwendung dieser Prinzipien führt einerseits dazu, dass Tierversuche nur bei Fragestellungen zum Einsatz kommen, die nicht mit anderen Methoden beantwortet werden können und andererseits dazu, dass möglichst wenige Tiere mit möglichst schonenden Verfahren untersucht werden. Bei den 3R-Prinzipien geht es also darum, anzuerkennen, dass der Mensch einerseits von Tierversuchen profitiert, andererseits aber den Tieren dabei Leiden zufügt – und deshalb aus moralischen Gründen verpflichtet ist, dieses Leiden auf das Minimum zu begrenzen.



Multiple Sklerose lässt sich zwar noch immer nicht heilen, aber dank neuer Medikamente oft stabilisieren und kontrollieren.

Impfung – entspricht einer Belastung mit dem Schweregrad 1», sagt Odening.

Grössere Eingriffe, wie etwa Operationen oder das Einsetzen eines Schrittmachers, aber auch mehrfach wiederholte Narkosen werden als Schweregrad 2 eingestuft. «Versuche mit Schweregrad 3 gibt es kaum in der Kardiologie», sagt Odening. Trotzdem definiert auch ihr Team zusammen mit den beteiligten tierärztlichen Fachpersonen Abbruchkriterien, die festhalten, unter welchen Umständen «wir die finale Narkose setzen».

«Wir sehen den Sinn der Forschung im Patientenwohl.»

Andrew Chan, Neurologie

Wenn Odening Versuche mit Kaninchen durchführt, arbeitet sie mit grosser Sorgfalt und ist hochkonzentriert. «Das ist wie bei einem Patienten, den ich operiere», sagt Odening. Was ihr hingegen schwerer fällt, ist das Töten der Tiere am Schluss. «Da muss man sich immer wieder bewusst machen, warum man solche Versuche überhaupt durchführt», sagt die Kardiologin. «Unsere Tiermodelle imitieren Krankheitsbilder von Patientinnen und Patienten, die ich täglich in der Klinik sehe. Das ultimative Ziel unserer Versuche ist es, diesen Menschen mit neuen Therapien zu helfen.»

Schicksalsschlag in der Blüte des Lebens

Von diesem Gefühl, Menschen in Not unterstützen und beistehen zu wollen, berichtet auch Andrew Chan im Gespräch. Der Chefarzt an der Klinik für Neurologie des Inselspitals leitet eine Forschungsgruppe, die den Mechanismen von

entzündlichen Erkrankungen im Gehirn, wie etwa Multipler Sklerose (MS), auf der Spur ist. «MS betrifft vor allem jüngere Menschen, die in der Blüte ihres Lebens einen schweren Schicksalsschlag erleiden», sagt Chan.

MS ist eine Autoimmunerkrankung, bei der sich körpereigene Abwehrzellen gegen Teile des Nervensystems richten – und dabei empfindliche Strukturen zerstören. Die Krankheit verläuft individuell sehr unterschiedlich, deshalb gilt MS als «Krankheit mit tausend Gesichtern». Zu Beginn äussert sie sich meist mit Schüben. «Wir behandeln Patientinnen und Patienten, die etwa eines Morgens aufstehen – und nichts mehr sehen», sagt Chan.

In der Neurologie gehöre MS zu den Erkrankungen, bei denen in den letzten Jahrzehnten grosse Behandlungsfortschritte erzielt wurden, erzählt Chan. «Während ich studierte, wurden wir Neurologen noch ausgelacht, dass wir zwar sehr

gut im Diagnostizieren seien, aber danach nichts für die Betroffenen tun könnten.» Doch seither ist ein gutes Dutzend Medikamente entwickelt worden, mit denen sich die Krankheit zwar nicht heilen, aber oft stabilisieren und kontrollieren lässt.

«Mit Untersuchungen an Menschen können wir häufig nur auf einer beschreibenden Ebene arbeiten», sagt Chan. «Aber wir wollen zudem die Ursachen und pathophysiologischen Mechanismen aufklären und verstehen – und greifen deshalb auch auf Tiermodelle zurück.» Der Neurologe führt im Gespräch das Bild vom wissenschaftlichen Fortschritt auf, der sich auf mehrere Säulen stützt. «Tierversuche sind nicht der alleinige Schlüssel zur Wahrheit, sondern immer nur ein Element unter mehreren, das wir sehr zurückhaltend und mit Bedacht einsetzen», sagt Chan.

Aktuell arbeitet das Team um Chan zum Beispiel an einem Projekt, das zum Ziel hat, die Blut-Hirn-Schranke zu umgehen, um Medikamente ins zentrale Nervensystem bringen zu können. «Wir entwickeln ein

System, das von der Riechschleimhaut in der Nase aus gezielt Wirkstoffe ins Gehirn entlässt», sagt Chan. Ein solches System könnte nicht nur MS-Betroffenen helfen, sondern etwa auch bei Patientinnen und Patienten nach einem Hirnschlag zum Einsatz kommen. In diesem Projekt arbeitet das Team um Chan eng mit anderen Forschungsgruppen in Europa zusammen. «Im Konsortium verfolgen wir eine Vielzahl von Ansätzen, die von Beiträgen aus der Oberflächenphysik bis hin zu Computersimulationen reichen», erzählt Chan. In Bern testen die Forschenden das System an Mäusen mit MS – in Versuchen mit dem Schweregrad 3.

Dass die Mäuse in diesen Versuchen leiden, ist sich Chan bewusst. «Wir lösen bei den Tieren eine schwerwiegende Erkrankung aus», sagt Chan. Dieses Leiden könnte er nicht rechtfertigen, wenn er nicht wüsste, dass die Versuche einen Beitrag leisten können, um Menschen mit MS zu helfen. Der Neurologe stört sich daran, wenn den Forschenden tierquälerische

oder andere fragwürdige Motive unterstellt werden. «Ich würde mir wünschen, dass auch in der gesellschaftlichen Diskussion klarer wird, dass wir unsere Arbeit nicht wegen Ruhm oder Geld machen, sondern weil wir den Sinn der Forschung im Patientenwohl sehen», sagt Chan.

Kontakte

Prof. Dr. med. Adrian Ochsenbein
Universitätsklinik für Medizinische Onkologie,
adrian.ochsenbein@unibe.ch

Prof. Dr. Katja Elisabeth Odening
Universitätsklinik für Kardiologie,
katja.odening@unibe.ch

Prof. Dr. med. Andrew Hao-Kuang Chan
Universitätsklinik für Neurologie,
andrew.chan@unibe.ch

DIE SICHT EINES MS-BETROFFENEN

«Das kann ich mit meinem Gewissen vereinbaren»

Wie steht ein Patient mit Multipler Sklerose (der auf eigenen Wunsch hier anonym bleiben möchte) dazu, dass Mäuse für die Entwicklung des Medikaments sterben mussten, das er nun täglich einnimmt?

«Die Diagnose kam 2018 aus heiterem Himmel. Ich begann plötzlich, Doppelbilder zu sehen, die von Kopfschmerzen begleitet waren. Zuerst dachte ich, dass es ein optisches Problem sei, doch mein Augenarzt schickte mich sofort ins Inselspital. Die Untersuchungen dort zeigten rasch, dass ich an Multipler Sklerose leide. Ich wurde mit hochdosiertem Cortison behandelt, um die Entzündungen in meinem Körper zu stoppen. Nach vier Tagen im Spital wurde ich entlassen. Meine Augen begannen, sich langsam wieder synchron zu bewegen, was die Doppelbilder verschwinden liess. Zum Glück erwiesen sich die Nervenschäden an meinen Augenmuskeln als reversibel. Seither werde ich medikamentös behandelt, um

das Risiko von weiteren Schüben – und den damit verbundenen dramatischeren Schäden – zu verringern. Ein Restrisiko bleibt natürlich, denn die Krankheit ist noch nicht heilbar. Meine erste Behandlung war eine Art «Chemotherapie light», mit der meine Abwehrzellen in den Zelltod geschickt wurden. Doch die Nebenwirkungen machten mir zu schaffen.

Deshalb haben wir im letzten Jahr meine Therapie auf ein neues Medikament umgestellt. Es tötet die Abwehrzellen nicht ab, sondern behält sie in den Lymphknoten zurück – und hindert sie so daran, Strukturen im zentralen Nervensystem anzugreifen. Glücklicherweise erfüllt das Medikament in meinem Fall den Zweck sehr gut. Ich nehme jeden Tag

eine Tablette und lebe nun seit meinem ersten Schub komplett ohne Beeinträchtigungen ein gutes, aktives Leben. Ich bin 49 Jahre alt, habe Familie und mache gerne Sport.

Ich weiss, dass auch dieses Medikament zuerst an Tieren getestet wurde. Das ist kein einfaches Thema. Wenn es um Tierversuche geht, braucht es eine sehr genaue Kosten-Nutzen-Rechnung. Für mich geht diese Rechnung auf, wenn sich mit einem Medikament das Leben vieler Menschen deutlich verbessern lässt. Dass Mäuse geopfert werden, damit Menschen wie ich nicht im Rollstuhl sitzen müssen, kann ich so mit meinem Gewissen vereinbaren.»

Welche Rechte haben Tiere?

Sollen wir Tiere nutzen, essen und in der Forschung einsetzen dürfen?
Die Rechtswissenschaftlerin Charlotte Blattner und der Ethiker Mathias Wirth kommen zu unterschiedlichen Schlüssen.

Interviews: Timm Eugster

Herr Wirth, wie sehen Sie das Verhältnis von Mensch und Tier?

Mathias Wirth: Als moralisch bedeutungsvoll, denn Menschen machen für Tiere einen Unterschied. Anders als unbelebte Gegenstände kann ein Lebewesen ein gutes oder schlechtes Leben haben. Das Verhältnis von Mensch und Tier ist also prekär: Zwar können sich Menschen moralisch auf Tiere beziehen, vor allem durch Nichteinmischung oder sogar durch Hilfeleistungen, etabliert ist aber ihr Gebrauch für Nahrung, Forschung und Unterhaltung.

Die Frage, ob es unmoralisch ist, Tiere zu missachten oder zu quälen, ist ethisch kaum brisant, weil daran kein Zweifel besteht. Prekär ist das Verhältnis von Mensch und Tier, wenn aus Gründen der Moral zum Nachteil von Tieren gehandelt wird, wie im Bereich der Forschung.

Sollen wir Menschen Tierversuche durchführen dürfen?

Keiner würde sagen, es wäre grundsätzlich unmoralisch, das Halten von Tieren zu Zwecken der Unterhaltung zu unterlassen. Im Fall des klinischen Tierversuchs und unter den Voraussetzungen der Alternativlosigkeit und Analgesie (Schmerzunterdrückung) ist es anders. Es könnte unmoralisch sein, Mechanismen und Wirkstoffe nicht am Tiermodell zu erforschen, solange keine anderen Methoden zur Verfügung stehen und wenn dadurch menschliches Leben erhalten werden kann. Am Krankenbett hat diese Position eine hohe Evidenz. Die Schlechterstellung von Tieren in Not-situationen wird als Ultima Ratio diskutiert. Denn obwohl Tiere moralische Bedeutung haben, werden sie in moralischen Konflikten nicht wie ein vollständiger Teil der moralischen Gemeinschaft behandelt, weil sie für passive, aber nicht für aktive Moral-fähigkeit stehen. Menschen sind potenziell

«Es könnte unmoralisch sein, nicht am Tiermodell zu forschen, solange keine anderen Methoden zur Verfügung stehen.»

Matthias Wirth



in der Lage, anderen probate Hilfe zu gewähren. Das können Tiere wahrscheinlich nicht. Es ist unter den Bedingungen der Knappheit von Zeit und Mitteln verständlich, wenn eine Gemeinschaft reziproker Hilfsfähigkeit dies stark gewichtet. Im besten Fall wird dies nicht gegen Tiere orientiert, sondern als Aussage über einen Schutz verstanden, den wir einander schulden. Das trifft exakt die in der Tierethik kritisierten biblischen Anthropologien jüdischer und christlicher Provenienz, nach denen der Mensch über alles andere Leben erhoben sei. Damit soll kein mangelndes Mitgefühl gegenüber Tieren gefördert werden, sondern eine egalitäre Verhältnisbestimmung der Menschen. Es sind hier alle Menschen, die einen hohen Rang einnehmen. Das kann mit besonderen Schutzpflichten verbunden werden.

Sollen wir Tiere essen dürfen?

Es gibt in der Regel keinen moralischen Grund, nicht auf den Konsum von Fleisch verzichten zu können. Im Gegenteil, das Verspeisen anderer Lebewesen kann als schlimmste Form ihrer Missachtung beschrieben werden. Dennoch sollte die Position des Abolitionismus (Ablehnung jeglicher Nutzung von Tieren durch Menschen) keine Haltung der Verachtung einnehmen, denn elementare Vollzüge des Lebens, zu denen Hunger und Essen gehören, sind nicht «begierdetranszendent», also nicht einfach stornierbar. Langfristig leistet dies aber keine Begründung für die Massivität von Tierleid.

Kontakt

Prof. Dr. Mathias Wirth
Institut für Systematische Theologie,
mathias.wirth@theol.unibe.ch

Frau Blattner, wie sehen Sie das Verhältnis von Mensch und Tier?

Charlotte Blattner: «Das» Tier-Mensch-Verhältnis gibt es nicht. Einigen Tieren, etwa «Haustieren», begegnen wir mit Wohlwollen. Andere Tiere hingegen sehen wir primär als wirtschaftliche Ressource, so etwa «Nutztiere», oder als Mittel zur Erreichung gesundheitspolitischer Ziele, etwa «Versuchstiere». Die verwendeten Begriffe sind bezeichnend für die Art und Weise, wie wir Tiere sehen und folglich behandeln: So soll etwa Zweck der «Milchkuh» sein, Milch zu produzieren. Dass Kühe Milch nicht «normalerweise» und «natürlich» produzieren, sondern sie dafür zwangsbefruchtet und jährlich wiederkehrend ihrer Kälber beraubt werden, wird durch solche Begrifflichkeiten gezielt ausgeblendet. Die eigenen Bedürfnisse und Vorhaben von Tieren sind dabei unerheblich. Dass eine Kuh also gerne ihre familiären Beziehungen ausleben würde, ihre Geschlechtsorgane nicht täglich berührt haben will oder nach einem eigenen, selbstdefinierten «guten Leben» strebt, übergehen wir systematisch.

Das Tierschutzgesetz widerspiegelt diese anthropozentrischen Dynamiken in seinen Grundsätzen: Das Wohlergehen der Tiere ist sicherzustellen, «soweit es der Verwendungszweck zulässt». Kritische Stimmen sagen deshalb dem Tierschutzgesetz nach, es sei viel eher ein «Tiernutzungsgesetz».

Sollen wir Menschen Tierversuche durchführen dürfen?

Auch im Bereich der Tierversuchsforschung findet sich diese Grundstruktur wieder: Die in den 1960er-Jahre entwickelten 3R-Prinzipien (Replace – Vermeiden, Reduce – Verringern und Refine – Verbessern) sollen die Zahl der Versuche begrenzen und das Leid der Tiere auf ein unerlässliches Mass verringern. Trotzdem ist

«Wir üben im Wesentlichen eine Gewaltherrschaft über andere Tiere aus.»

Charlotte E. Blattner



die Zahl der weltweit für Versuchszwecke verwendeten Tiere seither kaum gesunken und steigt mit dem SARS-CoV-2-Virus steil an. Frühere Bemühungen, die Forschung an Tieren wirksam einzuschränken und zu besseren und effektiveren Methoden überzugehen, wurden vom Narrativ überholt, dass Pandemien Tierversuche pauschal bedingen.

Paradox ist das insofern, als wir selbst diese Pandemie verursacht haben und deren Ursachen – trotz Vorhersehbarkeit und Vermeidbarkeit – fortbestehen: Seit März 2020 haben wir weder den Wildtierhandel noch die industrielle Tierproduktion eingeschränkt – die primären Brutstätten neuer Krankheitserreger. Ähnliches kurzfristiges Denken und destruktive Dynamik liegen dem anthropogenen Klimawandel, der wachsenden weltweiten Antibiotikaresistenz und anderen «Krisen» zugrunde: Wir selbst schaffen kontinuierlich die Bedingungen für die gefühlte «Notwendigkeit» der (Aus-)Nutzung anderer Tiere.

Sollen wir Tiere essen dürfen?

Wie neuere Forschungen der politischen Philosophie zeigen, üben wir im Wesentlichen eine Gewaltherrschaft über andere Tiere aus: Diese wurden durch Gefangenschaft und selektive Zucht in die menschliche Gesellschaft gebracht. Wir haben sie von unserer Fürsorge abhängig gemacht und ihnen die Möglichkeit einer unabhängigeren Existenz verwehrt. Wir haben sie gezwungen, sich an unserem System der sozialen Zusammenarbeit zu beteiligen, indem wir sie für Nahrung und Arbeit ausbeuten. Sie sind Mitglieder einer gemeinsamen Gesellschaft mit uns, aber als eine untergeordnete Klasse, die uns dienen soll. Beinahe jede Dimension ihres Lebens wird von einer menschlichen politischen Ordnung bestimmt und geregelt, die ihre Interessen rücksichtslos ignoriert. Spätestens seit Ausbruch der Coronakrise sollte uns allen aber klar sein, dass wir damit nicht nur den Tieren schaden, sondern letztlich auch uns selbst. Unser aller Ziel sollte deshalb sein, unsere Beziehungen zu anderen Tieren gerechter zu gestalten. Ein Teil davon ist, deren grundlegendste Interessen zu respektieren – gerade das Interesse, physisch unversehrt und am Leben zu sein.

Kontakt

Dr. Charlotte Blattner

LL.M. (Harvard), Institut für Öffentliches Recht,
charlotte.blattner@oefre.unibe.ch



«Tierwohl verbessern»

Isabelle Desbaillets ist Leiterin der Abteilung Tierschutz im Vizerektorat Forschung der Universität Bern. Ihr gefällt, dass sie konkret etwas bewirken kann.

Aufgezeichnet von Chantal Britt

« Als Tierschutzbeauftragte ist jeder meiner Arbeitstage anders, geprägt durch den Austausch mit Forschenden, Kolleginnen und den Tierärztinnen, die sich um Gesundheit und Wohlergehen der Versuchstiere in den Tierhaltungen kümmern. Wir arbeiten unabhängig von den Forschungsinstituten, administrativ bin ich dem Vizerektor Forschung unterstellt. Eine meiner wichtigsten Aufgaben ist das Überprüfen von Bewilligungsgesuchen für Tierversuche, die anschliessend von der kantonalen Tierversuchskommission entschieden werden. Für die Begutachtung eines neuen Antrags brauche ich etwa drei Stunden. Bei komplexeren Fragestellungen sind es auch einmal sechs Stunden, etwa wenn für ein besseres Verständnis Ergänzungen nötig sind oder wenn ich für bestimmte Fragen eine Spezialistin beziehen muss.

Am meisten Zeit benötigen Diskussionen über die Güterabwägung, in der die Antragstellenden zeigen, warum der zu erwartende Nutzen für die Gesellschaft höher zu gewichten sei als die Belastung der Tiere. Hier übernehme ich jeweils die Rolle des *Advocatus Diaboli*, hinterfrage die Anträge aus Sicht der Tierschützerin und prüfe die Strategie und Argumente sehr kritisch. Dabei geht es nicht in erster Linie darum, die wissenschaftliche Fragestellung zu überprüfen; sondern wie die konkrete Umsetzung des Versuchs geplant ist und welche Kontrollmechanismen zum Einsatz kommen. Viel zu diskutieren geben dabei die Bewertungskriterien für den Gesundheitszustand der Versuchstiere und daraus folgend die Kriterien, wann ein Versuch aus Tierschutzgründen abgebrochen werden muss. Bei spezifischen Fragen zu Schmerzlinderung oder Narkose ziehen wir dabei eine Tierärztin bei. Dieser Austausch mit den Forschenden ist sehr bereichernd für mich – und ich denke, den Antragstellenden geht es ebenso.

Das 3R-Prinzip zur Vermeidung (Replacement), Verminderung (Reduction) und Verbesserung (Refinement) von Tierversuchen muss dabei in allen Anträgen Anwendung finden. Beim Refinement geht es nicht nur um Vorgänge während des Versuchs selbst, sondern auch um die sorgfältige Vorbereitung. Versuchsleiter

müssen zum Beispiel einplanen, dass die Tiere etwa sieben Tage vor Versuchsbeginn in der Tierhaltung eintreffen, damit sie sich an Käfige, Abläufe und vor allem auch den Umgang mit Menschen gewöhnen können. Dafür besuchen die Forschenden die Tiere täglich.

Zudem mache ich Vorschläge für alternative Ansätze, zum Beispiel wie man das traditionelle Hochheben von Mäusen an der Schwanzwurzel durch schonendere Methoden ersetzen kann, bei denen Mäuse mithilfe eines Tunnels aus dem Käfig gehoben werden. Es gibt auch tiergerechtere Techniken für die Blutentnahme oder Injektionen, die Bereitstellung von Futter und Wasser, das Sammeln von Urin und Kot, und man kann Mäusen Medikamente so verabreichen, dass sie diese freiwillig nehmen. Ich mache die Antragstellenden auf diese Alternativen aufmerksam. Um diese neueren Methoden zur Verbesserung des Tierwohls zu vermitteln, planen wir 2022 Weiterbildungen. Zudem organisieren wir Biostatistik-Kurse, in denen Forschende lernen, Tierversuche richtig zu planen und auszuwerten.

Eine weitere Aufgabe sind Besuche der Tieranlagen, die ich gemeinsam mit einer Tierärztin durchführe. Wir begutachten Haltungen, Abläufe, Handling und Eingriffe und vergleichen diese mit den Gesuchen und Protokollen. Wir weisen die Forschenden auf Mängel hin und machen Verbesserungsvorschläge. Notfalls hätten wir auch die Kompetenz, einen Versuch abzubrechen. Schliesslich sind wir an der Universität einer *Culture of Care* verpflichtet, welche die Kommunikation, die Wertschätzung von Mensch und Tier und die Haltung und Professionalität der Fachkräfte weiter verbessern möchte.

Ich freue mich jeden Tag auf meine Arbeit – vor allem auf den Austausch mit den Forschenden, die ihre Begeisterung über ihre Projekte mit mir teilen. Was mir an meiner Arbeit am besten gefällt ist, dass ich das Wohl von Tieren verbessern kann und dass ich in meinem Beruf täglich neue Menschen, Ideen und Technologien kennenlernen darf.»



«Am liebsten arbeite ich mit Ratten»

Maria Erhardt ist Laborantin mit Zusatzausbildung Tierpflege am Institut für Infektionskrankheiten. Sie findet es wichtig, über Tierversuche zu sprechen.

Aufgezeichnet von Chantal Britt

« Ich untersuche, wie Infektionen das Gehirn schädigen und wie dies verhindert werden könnte, und ich betreue Tiere im Neuroinfektionslabor. Meine Beschäftigung ist sehr abwechslungsreich, wobei mir die interaktive Arbeit mit den Tieren besonders gefällt.

Mein typischer Tag beginnt um 8 Uhr morgens bei den Zebrafischen. Wir haben rund 30 Aquarien mit jeweils 15 bis 20 Fischen pro Sieben-Liter-Tank. Ich füttere sie und beobachte, ob es allen gut geht. Für Versuche verwenden wir vor allem Fischlarven. Sie sind fast durchsichtig, und man kann die Vorgänge im Rückenmark und Gehirn gut beobachten.

Am liebsten arbeite ich mit Ratten. Viele Menschen haben negative Assoziationen, dabei sind sie intelligent, neugierig und verspielt. Wir haben zurzeit etwa 28 Ratten, zwei Muttertiere mit ihren Jungtieren. Wir reichern die Käfige mit Häusern und Röhren zum Verstecken an und geben ihnen Nagehölzer zum Abwetzen der Zähne und Taschentücher, damit sie Nester bauen können.

Am Morgen wäge ich die Ratten und prüfe, wie es ihnen geht. In unserem Labor untersuchen wir Auswirkungen von bakteriellen Infektionen auf das Gehirn. Dies hilft uns, die Mechanismen besser zu verstehen, die bei Infektionen und Entzündungsreaktionen für die Schädigung und die Regeneration des Gehirns verantwortlich sind. Kurz nach der Infektion können Tiere an Gewicht verlieren, und ihr Gesundheitszustand kann sich verschlechtern. Wir überprüfen den Gesundheitszustand einmal pro Stunde – wenn es ihnen schlechter geht natürlich noch häufiger. Für diese Belastungsbeurteilung verwenden wir ein Stufensystem mit Abbruchkriterien, die sicherstellen, dass die Tiere nicht zu stark unter der Krankheit leiden.

Für Injektionen passen wir Wirkstoffmenge und Kanüle dem Gewicht und der Grösse der Tiere an. Die Injektion spüren sie, wie wir Menschen auch. Nach der Spritze beobachten wir die Tiere eine gewisse Zeit, um zu sehen, ob eine unerwünschte Reaktion auftritt. Auch hier verwenden wir dasselbe Stufen-System. Wenn Ratten älter sind, beobachten wir zusätzlich ihren Gesichtsaus-

druck, um herauszufinden, ob sie Schmerzen haben oder gestresst sind.

Zwischen den Behandlungen lassen wir die Ratten auch mal auf dem Tisch herumrennen. Sie lieben es, wenn man mit ihnen spielt, sie kitzelt und streichelt. Bei Langzeitversuchen baut man automatisch eine gewisse Bindung auf, und es kann schon mal passieren, dass man einer Ratte unbewusst einen Namen gibt. Ab einem gewissen Alter zeigen sich ja auch die unterschiedlichen Charaktereigenschaften der Tiere. Unsere Ratten haben Nummern, da man bei einem Namen eine zu starke Bindung zu ihnen aufbaut und das schwierig werden kann, wenn man sie am Ende des Versuchs einschläfern muss. Wenn ich ein Tier einschläfere, das für die Forschung verwendet wurde, und wir dadurch einen Nutzen für die Gesellschaft haben, dann sehe ich einen Sinn im Einsatz der Tiere und in meiner Arbeit. Trotzdem finde ich es nicht einfach.

Die Persönlichkeiten sieht man auch bei Verhaltenstests wie dem Morris-Wasser-Labyrinth, das verwendet wird, um zu beobachten, wie sich Störungen im Gehirn auf das räumliche Lernen und das Gedächtnis auswirken. Dabei suchen die Ratten eine im trüben Wasser versteckte Plattform. Auch hier zeigen sich die unterschiedlichen Charaktere und Vorlieben. Einige Ratten schwimmen nicht gerne, obwohl sie es können, und springen nach dem Versuch so schnell sie können auf meinen Arm. Andere scheinen es zu mögen und schwimmen gleich noch eine Extrarunde. Es gibt Ratten, die können es kaum erwarten, dass man sie trocken reibt, und kuscheln sich ins Tuch.

Wenn ich im Bekanntenkreis erzähle, dass ich Tierversuche durchführe, ist die erste Reaktion meist negativ. Aber wenn ich dann erkläre, was ich genau mache, wie ich mit den Tieren umgehe und warum wir die Versuche durchführen, dann sind alle immer sehr interessiert und stellen viele Fragen. Ich finde es wichtig, dass wir über Tierversuche sprechen und zeigen, wie wir diese durchführen.»

«Eintopf, pfui» – Samuel Beckett in Nazi-Deutschland

Samuel Becketts letztes unveröffentlichtes Werk erscheint: ein Tagebuch, das der irische Nobelpreisträger 1936 bis 1937 in Nazi-Deutschland schrieb. Co-Herausgeber Oliver Lubrich über einen historisch wertvollen, unbestechlichen Blick auf die NS-Zeit.

Von Oliver Lubrich

Was beobachtete Samuel Beckett als Augenzeuge im Dritten Reich? Aus seinen Aufzeichnungen erfahren wir vieles vom Alltag in der Diktatur und von den Bedingungen, unter denen ein Ausländer sie erleben konnte, aber auch manches von seiner eigenen Entwicklung als Schriftsteller.

Teilnehmende Beobachtung

Bereits Becketts *Tourismus* ist politisch. Wenn er von Devisenbestimmungen schreibt, sind diese als Anzeichen einer Autarkie- und Rüstungspolitik zu verstehen. Nach einiger Zeit jedoch bewegt er sich weniger wie ein Tourist und eher wie ein Ethnologe. Er betreibt «teilnehmende Beobachtung». Die Deutschen bezeichnet er als «Eingeborene». Die Pension wird für ihn zum «Feld», zum anthropologischen Mikrokosmos.

Der Beobachter schreibt über Rituale wie den «Eintopfsonntag»: «Eintopf in full swing.» Dabei sind seine Kommentare nicht nur kulinarisch zu verstehen, sondern auch als Kritik an der Gleichschaltung: «Eintopf, pfui.» Auf der Strasse bemerkt er die «Winterhilfswerk-Zeichen», die überall verkauft und getragen werden. Die Symbole des Totalitarismus sind derart allgegen-

wärtig, dass er sie abkürzt: etwa mit «HH» für «Heil Hitler!». So notiert er mit unverkennbarem Überdruß: «Sausages in Bierstube. HH without ceasing.» Der neue Gruss hat sich grotesk durchgesetzt, sogar im Pissoir: «All the lavatory men say Heil Hitler.»

Der erste ausdrückliche Kommentar bezieht sich auf die Propaganda: «Loudspeaker blaring A. H. & Goebbels opening Winterhilfswerk in Berlin. Apoplexy.» Das «Gebrüll» endet im Zusammenbruch. «They must fight soon (or burst).» Beckett erkennt: Faschismus bedeutet Krieg.

Die *German Diaries* geben eine «dichte Beschreibung» des Alltags in der Diktatur. Sie sind ehrlicher und aufschlussreicher als die Aussagen deutscher Zeitzeuginnen und Zeitzeugen, die im Rückblick verdrängten oder verklärten. Für Beckett gilt wie für viele Besucher: Der fremde Blick sieht mehr.

Verbotene Kunst

Beckett sieht Fotografen vor jüdischen Geschäften. Er folgt den Spuren jüdischen Lebens im Stadtbild. Er registriert den Judenhass seiner Gesprächspartner. Und er macht die Bekanntschaft der Opfer.

Der Autor besichtigt verbotene Kunst. In seinen Notizbüchern memorialisiert er die verfeimten Künstler: George Grosz, Käthe

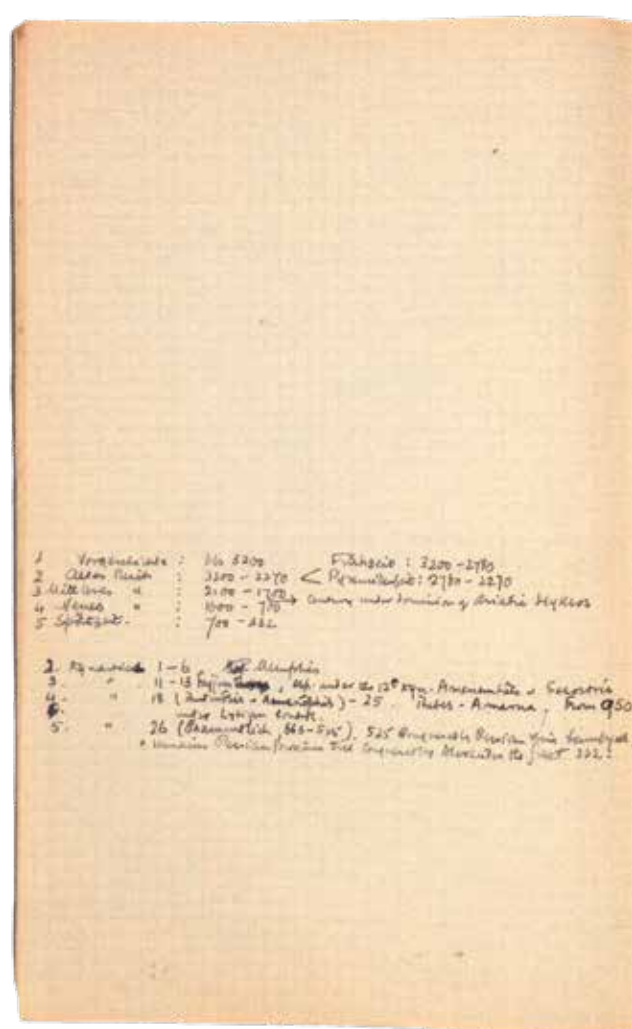
Kollwitz, Max Beckmann, Max Liebermann und viele andere. Er kommentiert mehr als 500 Kunstwerke. Der berühmte Kunsthändler Hildebrand Gurlitt, dessen Sammlung 2014 ans Kunstmuseum Bern ging, zeigt ihm die Radierungsmappe «Der Krieg» von Otto Dix – «A nightmare talent».

Die Reise fällt in die Zeit der Vorbereitungen für die Ausstellung «Entartete Kunst», die im Juli 1937 in München eröffnet wird. Überall werden moderne Bilder abgehängt. In Halle kann Beckett die verbotenen Werke noch in einem «Schreckenzimmer» besichtigen. Und er trifft den Satiriker Karl Valentin.

Während er rückwärts durch die deutsche Kunstgeschichte reist, muss er feststellen, dass auch diese bereits infiziert war vom Antisemitismus. So beschreibt er Nürnberg, Julius Streichers «centre of Nazidiffusion», als Schauplatz eines jahrhundertalten Judenhasses, der ihm sogar die Zeit eines Dürer vergällt. Die Geschichte der Kunst ist nicht zu trennen von der Geschichte der Gewalt.

Der Sound der Diktatur

Beckett selbst reagiert auf den Faschismus psychisch und körperlich. Seine Symptome fügen sich zu einer politischen Allegorie.





Eine Doppelseite des dritten der sechs *German Diaries* von Samuel Beckett mit Einträgen aus Berlin vom 6. und 7. Januar 1937.

«Der fremde Blick sieht mehr.»

Oliver Lubrich



Der Nationalsozialismus erscheint als eine Krankheit, die sogar den Besucher befallen kann. Aber auch seine Abwehrreflexe sind symbolisch zu verstehen: «Soon I shall really begin to puke. Or go home.»

In der Öffentlichkeit ertönt primitive Marschmusik oder «Horst Wessel & Haydn» – die Diktatur als Kakophonie. Akustisch ist die Ideologie besonders schwer zu ertragen. Aus dem Radio schallt das Geschrei der führenden Nazis. Aber auch in den Stimmen einfacher Menschen manifestiert sich Ergriffenheit. Beckett hört den fanatischen Sound des Faschismus. In musikalischen und religiösen Metaphern hebt er die Irrationalität der neuen Weltanschauung hervor, die er als einen Glauben auffasst: als «Gospel», «Litanei», «Evangelium».

Der Ire, der ausgezeichnet Deutsch kann, perfektioniert seine eigenen Sprachkenntnisse. Dabei verfolgt er, wie sich die Sprache der Deutschen verändert. Während er Interviews führt, stellt er fest, wie die Ideologie die Reden der Menschen durchdringt: «Her Kraft durch Freude conversation kills me.» «Solid block of Leben, Fühlen, Wollen. Denken verpönt.» Immer wieder «the usual Quatsch». Sogar Menschen, die er für integer hält, übernehmen unwillkürlich

bestimmte Begriffe. Victor Klemperer hat dies als «Sprache des Dritten Reiches» beschrieben.

Die *German Diaries* enthalten Hunderte deutscher Wörter und Sätze. Vor allem greift Beckett verdächtiges Vokabular auf: «Alarm», «Angriff», «Rassenschande». Statt «Auswahl» schreibt er «Auslese». Sarkastisch treibt er Wortspiele, zum Beispiel «Arish Stew». Wenn er im Kupferstichkabinett feststellt, Schmidt-Rottluff und Kirchner befänden sich «in ungezogener Bestand», dann sagt diese Wendung, dass ihre Gemälde nicht «aufgezogen» wurden, weil man sie für «ungezogen» hielt. Und wenn er statt «Wannsee» lieber «Wahnsee» schreibt, bezeichnet dies die kollektive Psychose, die in der Reichshauptstadt um sich greift.

Godot 1937

Becketts *German Diaries* sind Notizbuch, Reisechronik, Autobiografie und Ethnografie, innerer Monolog, Versuchsprotokoll, Selbstbeobachtung und Therapie, aber auch Schreibübung und künstlerische Reflexion. Der Aufenthalt in der Diktatur wurde zu einem Labor seiner Literatur.

Journalistisch «auswerten» wollte Beckett seine Reise nicht. Sie sollte sein Schreiben nachhaltiger beeinflussen. Denn sie forderte ihn heraus, über das Verhältnis von Politik und Poetik generell nachzudenken.

Gegenüber griffigen Darstellungen der Geschichte war Beckett skeptisch. Sein Tagebuch sollte andeuten, nicht argumentieren: «No social or political criticism whatever, apart from what the fact as stated implies.» Den grossen Erzählungen der Ideologien wollte er als Schriftsteller einfache Fakten entgegensetzen: Tatsachen gegen Verschwörungsmymen.

Auch Becketts bekanntestes Stück, *Warten auf Godot* (1948–1949), gewinnt eine neue Dimension, wenn wir seine politischen Erfahrungen bedenken. Wir lesen es heute nicht mehr nur als ort- und zeitlose Darstellung der Absurdität unserer Existenz, sondern auch als ein Drama jüdischer Flüchtlinge, die auf ihren Schleuser warten, der sie aus Frankreich über die Grenze nach Italien oder in die Schweiz bringen soll. Samuel Beckett war ein Augenzeuge des Totalitarismus – und auf dieser Erfahrung beruht seine Literatur.

Autor: Prof. Dr. Oliver Lubrich ist Professor für Neuere Deutsche Literatur und Komparatistik an der Universität Bern und gibt zusammen mit Mark Nixon die «German Diaries» im Suhrkamp Verlag heraus. Lubrich dokumentiert in einem Forschungsprojekt die Zeugnisse internationaler Autorinnen und Autoren aus Nazi-Deutschland. oliver.lubrich@germ.unibe.ch

Architekt der Krypto-Demokratie

Schon vor über 20 Jahren hat Christian Cachin kryptografische Protokolle entwickelt, wie sie heute in Blockchainsystemen wie Kryptowährungen einen Boom erleben. Er sagt der Blockchain eine grosse Zukunft voraus – mit mehr Regulierung und Nachhaltigkeit.

Von Isabelle Aeschlimann

Energieverschwendung oder Insidergeschäfte sind Probleme, die oft im Zusammenhang mit Kryptowährungen genannt werden. Dabei soll die zugrunde liegende Technologie der Blockchain eigentlich gerade das Gegenteil ermöglichen: Transparenz, Sicherheit und Verfügbarkeit. Das sind nur einige der Vorteile, die im Gespräch mit Christian Cachin zur Sprache kommen. Seit 2019 hat er eine Professur für Kryptologie und Datensicherheit am Institut für Informatik inne. Mit der Blockchain, das wird rasch klar, sind grössere Umwälzungen verbunden: «Es geht darum, dass man so etwas wie Demokratie automatisieren will. Man will einen Prozess, der bisher durch eine zentrale Instanz wie eine Bank oder einen Treuhänder versichert wurde, in einem Netzwerk verteilen. Damit tragen alle zusammen zur Sicherheit und Validierung von gegenseitigem Austausch und Handel bei.»

Zwischenakteure ausschalten

Doch wie geht das genau? Kurz erklärt: Blockchain ist eine Art Datenbank, die auf vielen verteilten Knotenpunkten betrieben wird. So entsteht eine breit einsehbare virtuelle Buchhaltung (Ledger), in der alle Transaktionen vermerkt sind. Diese Transaktionen sind in Blöcken festgehalten und werden mit kryptografischen Algorithmen – basierend auf schwierigen mathema-

«Die Blockchain ist ein Logbuch, das transparent in einem Netzwerk verteilt geführt wird.»

Christian Cachin

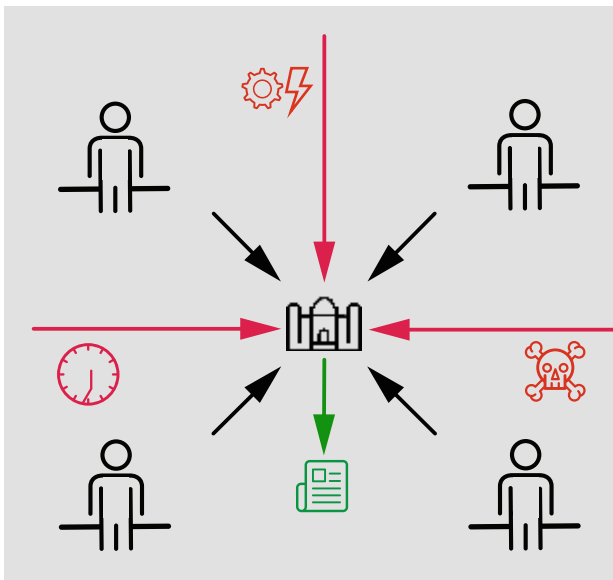


tischen Problemen – in eine Kette gereiht, daher auch der Name Blockchain. Bei Kryptowährungen, welche diese Technologie einsetzen, wird man für das Anhängen eines solchen Blockes in die Kette mit Coins belohnt.

Blockchains sind unter anderem deshalb sicher, weil jeder Block die Informationen des vorherigen Blocks mitnimmt. Damit wird es schwierig, irgendwo einzugreifen – denn dann müsste die ganze Kette abgeändert werden. Ausserdem werden Manipulationen erkannt, weil dieselbe Transaktionskette auf unzähligen Knotenpunkten in einem global verteilten Netz abgebildet ist. Das heisst, dass eine Änderung gleichzeitig auf sehr vielen Knoten geschehen müsste, was praktisch ein Ding der Unmöglichkeit ist. Solch eine sichere Abwicklung ist normalerweise nur möglich, wenn sie durch Zwischenakteure wie Banken verbürgt wird. Mit dieser Technik kann man nun aber Transaktionen direkt zwischen zwei Parteien sicher abwickeln.

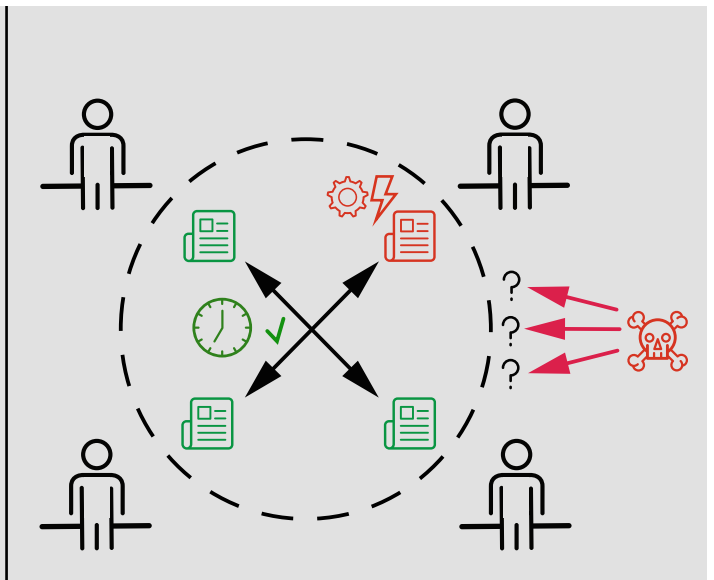
Transparente und effiziente Prozesse

Mit den kryptografischen Protokollen, welche die Informationsblöcke verbinden, beschäftigt sich Christian Cachin seit etlichen Jahren. Die bekanntesten Anwendungsfälle davon, die Kryptowährungen, haben viel Aufmerksamkeit auf dieses



Ohne Blockchain

Transaktionen laufen über einen einzigen Knoten, bei dem sich die Macht konzentriert. Das Konstrukt ist undurchsichtig, da Teilnehmende nicht direkt verbunden sind. Es gibt eine einzelne Schwachstelle für Angriffe, Ausfälle und weitere Unterbrüche.



Mit Blockchain

Die Teilnehmenden sind selbst Knotenpunkte. Das System wird gemeinsam betrieben und validiert, ist direkt zugänglich und daher schneller. Es ist ausserdem kryptografisch gesichert und hat keine einzelne Schwachstelle für Angriffe, Ausfälle oder Störungen.

Gebiet gelenkt. Es gibt aber auch andere Einsatzbeispiele wie Unternehmensblockchains, die enger definieren, wer was einsehen und editieren darf. In seiner langen Zeit in der Industrieforschung, unter anderem bei IBM, hat Cachin ein solches System mitentwickelt: Hyperledger Fabric. Davon profitieren Unternehmen beispielsweise, indem sie Lieferketten von der Produktion über die Spedition bis hin zu Endkundinnen und Endkunden transparent abbilden können. Die Macht über die Daten konzentriert sich so nicht bei einer einzigen Partei und das Missbrauchspotenzial sinkt. Ein weiterer Vorteil dieser Systeme ist die Effizienz: So automatisieren Blockchains etwa bereits heute Verzollungsprozesse, indem Länderunterschiede bei Formularen und Abläufen ausgeglichen werden.

Enger Austausch zwischen Forschung und Praxis

Die Forschung und die Praxis seien wieder näher zusammengerückt, freut sich Christian Cachin: «15 Jahre nachdem wir beispielsweise die Frage der Konsensprotokolle erforscht haben und keine Abnehmer für unsere Ideen fanden, wurde das plötzlich extrem relevant. Viele Blockchainfirmen haben heute auch einen engen Austausch mit der Forschung, weil sie verstanden haben, dass sie wissenschaftliche Erkennt-

nisse einfließen lassen müssen.» Die Wissenschaft könne nämlich beweisen, dass ein System nicht nur schnell und gut ist, sondern auch sicher bleibt. Unabhängig für solche Beweise seien präzises Denken und mathematische Kenntnisse, wie sie an der Universität gepflegt werden. Darin sieht Cachin den Unterschied zur Industrie: «Wir müssen modellieren, formalisieren und beweisen, dass ein System unter bestimmten Annahmen sicher ist. Es reicht nicht, einfach zu behaupten, dass ein System bisher gut gelaufen ist und es dies daher weiterhin tun wird.»

Mitarbeit an neuer Gesetzesgrundlage

Oft steht Cachin also am Whiteboard oder jongliert mit Ideen auf dem Papier. Es ist aber auch viel Austausch gefragt, weil ver-

«Systeme mit exorbitantem Energieverbrauch haben wenig Zukunft.»

Christian Cachin

teilte Systeme eben über verschiedenste Grenzen hinausgehen. Als Gastforscher war er schon am MIT und hat sechs Jahre lang die International Association for Cryptologic Research (IACR) präsidiert, welche Journals publiziert und internationale Konferenzen zum Thema durchführt. Ausserdem war er Teil einer Experten-Gruppe, die eine neue Schweizer Gesetzesgrundlage für Blockchainsysteme beraten hat. Das sogenannte DLT-Gesetz ist dieses Jahr in Kraft getreten und schafft Rechtssicherheit. Cachin erklärt: «Das ist schon eine schnelle Reaktion der Schweiz. Es braucht erst eine gewisse Regulierung, damit die Technik der Blockchain breiter akzeptiert wird und im Alltag ankommt.» Cachin betont aber auch: «Das DLT-Gesetz ist nur ein erster Schritt. Bis die letzten Schlupflöcher gestopft sind, könnte es noch länger dauern.»

Als Beispiel schildert Cachin einen Klassiker der Blockchainwelt: den DAO-Hack, bei dem in der Ethereum-Blockchain ein Fehler passiert ist und Geld abgezogen werden konnte. Wie konnte das passieren? Cachin legt aus: «Was im Protokoll innerhalb der Blockchain abgestimmt wird, gilt. Wenn nun die Mehrheit etwas Dummes abstimmt, dann geschieht das auch so.» Soll nun diese Attacke als unrecht eingestuft werden, obwohl das Abziehen des Geldes durch den Fehler im Code quasi vorgesehen

und durch Teilnehmende abgesegnet war? Oder soll man gegen die Teilnehmenden vorgehen, die später in das System eingriffen und den Angriff so gestoppt haben? Es sind neue Fragen, die sich so noch selten gestellt haben.

Nachhaltige Lösungen

Es gibt also noch einiges zu klären, bevor Blockchains richtig in der Gesellschaft ankommen. Christian Cachin ist aber zuversichtlich: «Eines Tages wird man krypto-basierte Systeme haben, weil sie bequemer, günstiger und praktischer sind. Zum Beispiel, weil dann eine internationale Geldüberweisung noch einen Bruchteil kostet.» Die Arbeit wird Cachin und seinen Kolleginnen in der Kryptografie nicht so rasch ausgehen: «Mit Quantencomputern kann man in der Theorie die heute angewendeten Systeme einfach brechen. In der Praxis gibt es diese zwar noch nicht, aber wir werden mit dem Fortschritt der Computertechnik sicher laufend neue Systeme und Sicherheitsbeweise brauchen.»

Damit eine Blockchain Zukunft hat, muss sie ausserdem nachhaltig sein, versichert Cachin: «Systeme wie Bitcoin, in denen Datenblöcke nur mit grossem Energieaufwand an die Kette angehängt werden können, werden wir eines Tages hinter uns lassen.» Alternativen zu diesen sogenannten Proof-of-Work-Protokollen existieren bereits und sollen demnächst beim System Ethereum zum Einsatz kommen. «Das effizientere System wird sich schliesslich durchsetzen», folgert er. Wird die Kryptowährung Bitcoin also aussterben? «Solange es Leute gibt, die das System weiter erhalten, kann es auch immer weiterlaufen. Es könnte aber gut sein, dass eine Währung wie Bitcoin irgendwann nur noch von Nostalgikern als Hobby betrieben wird», schmunzelt Cachin und wirft einen bedeutungsvollen Blick in die Ecke seines Büros. Dort steht ein originaler Apple Macintosh-Computer aus den 1980er-Jahren, der in seiner Blütezeit wohl ähnliche Diskussionen erlebt hat.

Kontakt

Prof. Dr. Christian Cachin
Institut für Informatik,
christian.cachin@inf.unibe.ch

Kinderkrippe Neustadtgasse, Zürich, 1956





Migration führte zu Emanzipation

Frauen mit Migrationserfahrungen waren der Emanzipation in der Schweiz förderlich. Dies zeigt Francesca Falk, Dozentin für Migrationsgeschichte an der Universität Bern, anhand von Frauenbiografien – und der Geschichte der Kinderkrippen.

Von Franziska Rogger

Die Schweiz weiss um die vielen männlichen Pioniere aus dem Ausland, die das Land wirtschaftlich und technisch vorwärtsbrachten. Weit weniger bekannt ist, dass gesellschaftliche Veränderungen in der Schweiz stark von Migrantinnen angestoßen wurden. So waren die ersten Studentinnen an der Universität Bern ab 1870 Russinnen und andere Ausländerinnen – sie öffneten den einheimischen Frauen ein Stück weit die Türen zu den Hochschulen. Bis die Schweizerinnen schliesslich auch wählen und abstimmen durften, dauerte es auf nationaler Ebene nochmals gut 100 Jahre. Und auch hier sind die innovativen Auswirkungen von Migration auf die Schweiz nicht zu unterschätzen, wie Francesca Falk in ihrem Buch «Gender Innovation and Migration in Switzerland» zeigt, für das sie mit dem Eduard-Adolf-Stein-Preis von der Universität Bern ausgezeichnet wurde.

Diskriminierung prägt

«Besonders interessiert hat mich die Migrationserfahrung der Schweizerinnen, die zu ihrer Politisierung führte», sagt Falk. Sie verweist auf die erste Frauenrechtlerin Marie Goegg-Pouchoulin (1826–1899), die im Londoner Exil von den englischen Suffragetten und der International Workingmen's Association inspiriert wurde und mit klaren Frauen-Forderungen nach Genf gekommen sei. Iris von Roten (1917–1990) brachte die Idee für die berühmte Abstimmung in Unterbäch, als der Gemeinderat die Frauen erstmals an einer eidgenössischen Volksab-

stimmung teilnehmen liess, von ihrem Studienaufenthalt in den USA mit. Als Binnenmigrantin machte sie zudem prägende Diskriminierungserfahrungen, als sie von Basel ins Wallis zog: Sie war da die erste Anwältin und ihre Mandanten wollten sich nicht durch eine Frau vertreten lassen. Selbst in Appenzell liessen sich Emanzipationsschübe dank Binnenmigration zeigen: Als Elisabeth Pletscher (1908–2003) nach 1973 von Zürich her ins Appenzellische zurückkehrte und damit ihre politischen Rechte verloren gingen, habe sie dies zum Politikampf bewogen.

«In einer Zeit, in der Migration oft als Gefahr für die Gleichberechtigung dargestellt wird, sind solche Befunde von besonderer Relevanz», betont Falk. Denn auch wenn die Geschichte des Frauenstimmrechts in der Schweiz in vielerlei Hinsicht gut dokumentiert ist, wurde der Zusam-



«Migrationserfahrung führte zu Politisierung.»

Francesca Falk



Kinderkrippe heute: Längst nicht mehr nur für Migrantenfamilien da.

menhang mit Migration lange kaum systematisch analysiert. Die Bedeutung der Migration als «Emanzipationsmotor» wurde so folglich aus der Geschichte und damit auch aus der Gegenwart gelöscht.

Krippen sollen verschwinden

Die innovativen Auswirkungen der Migration auf die Schweizer Gesellschaft zeigen sich aber auch in einem ganz anderen Kontext: der Geschichte der Kinderkrippen. Falk erzählt deren Geschichte mithilfe von Berichten des Schweizerischen Krippenvereins, Akten im Gosteli-Archiv in Worblaufen und anderen Quellen. Dass sie dabei als Mutter zweier Kinder eine Affinität zu solchen Fragekomplexen hat, legt sie gerne offen.

Kinderkrippen entstanden mit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert, um Kinder, deren Eltern in der Fabrik arbeiten mussten, von der Strasse wegzubringen. Auch in Bern. Dabei spielten Vorstellungen von Disziplinierung und Hygiene eine Rolle, erzählt Falk. Krippen waren ausschliesslich für Kinder reserviert, deren Mütter einer

ausserhäuslichen Erwerbstätigkeit nachgehen mussten.

«Krippen», schrieb das Schweizer Lexikon 1947, «sind grundsätzlich ein Notbehelf, der durch höhere Löhne und Familienzulagen weitgehend überflüssig gemacht werden könnte und sollte.» Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden Krippen besonders stark stigmatisiert. Man wollte sie zum Verschwinden bringen. Tatsächlich stiegen die Löhne im beginnenden Wirtschaftsboom merklich an und etliche Frauen waren stolz, einen Mann geheiratet

«Die Vereinbarkeitsfrage stellte sich zuerst in migrantischen Familien.»

Francesca Falk

zu haben, der genug Geld für eine ganze Familie nach Hause brachte. Doch die Krippen verschwanden nicht. Wieso? Die anziehende Konjunktur schuf neue Stellen, die von Migrantinnen und Migranten ausgefüllt wurden. Dank einem neuen Abkommen zwischen Italien und der Schweiz konnten in den 1960er-Jahren die Familien einfacher nachgezogen werden. Bestimmt wären etliche dieser Frauen gerne zu Hause geblieben, meint Falk. Sie wollten nicht unbedingt erwerbstätig sein oder gar einem heutigen Emanzipationsideal folgen. Einige der Frauen waren allerdings auch stolz darauf, berufstätig zu sein und ihr eigenes Geld zu verdienen.

Dass Schweizer Mütter viel weniger ausserhäuslich arbeiteten als verheiratete «Ausländerinnen», sieht man in den Statistiken. Falk verweist auf ihre Forschungsergebnisse. Italienische Familien pflegten eine andere Arbeitsteilung als in der Schweizer Mittelschicht. Im Schichtbetrieb beschäftigte Mütter wechselten sich manchmal mit anderen Frauen ab und hüteten die Kinder je nach Dienstzeit. Manche Männer liessen

sich stärker in die Hausarbeiten einbinden, kochten, wenn es nötig war. Wie oft das vorkam? «Das ist schwierig zu quantifizieren», sagt Falk, «aber es gibt einzelne Stimmen, die dies zeigen.»

Plötzlich attraktiv

Interessant ist die Zeit nach den Ölkrisen ab 1973, als Migrantinnen und Migranten entlassen wurden und mit ihren Familien nach Italien zurückkehren mussten. Wie konnte es sein, dass die entleerten Krippen bei ihrem schlechten Image nun mit schweizerischen Kindern aufgefüllt wurden?

«Ich sehe da verschiedene Faktoren», erklärt Francesca Falk: Erstens seien die Krippen, was Infrastruktur und Professionalisierung der Betreuerinnen angehe, verbessert worden. Zweitens sei man von der Vorstellung abgerückt, dass Mehrfachbetreuung die Kinder zwingend schädige. «Die Wissenschaft», weiss Falk, «hatte nämlich nach dem Zweiten Weltkrieg unreflektiert diesbezügliche Forschungen verallgemeinert.»

Die Krippen wurden attraktiv für Schweizer Mütter, die nach den 1968er-Freiheiten und den massiv verbesserten Ausbildungen sowie einer eigenen Lebensplanung dank «Pille» und angereicherten Berufschancen freiwillig ausser Haus arbeiten wollten.

Auch kamen Bilder der kindlichen Frühförderung einer kreativen Intelligenz und sozialen Kompetenz auf. In den 1980er-Jahren änderte sich auch die Einstellung gegenüber den Krippen: Nun hiess es, auch Schweizer Kinder der Mittelschicht fühlten sich hier gut untergebracht.

Wirtschaft braucht die Mütter

«In den Boom-Jahren der 1960er stellte sich die Frage nach der Vereinbarkeit von Beruf und Familie also gerade in migrantischen Familien», betont Falk. Die Fremdbetreuung von Kindern war damals in der Schweiz stark stigmatisiert. Doch es bestand ein praktischer Zwang zum Ausbau von Krippen, weil diese Mütter in der Wirtschaft gebraucht wurden. «Als Folge wurden ausserhäusliche Betreuungsstrukturen für Kinder ausgebaut», so Falk, «und diese wurden anschliessend auch für andere Kreise zu einer wichtigen Institution, um Beruf und Familie zu vereinbaren.»

Kontakt

Dr. Francesca Falk

Historisches Institut, Migrationsgeschichte,
francesca.falk@hist.unibe.ch



EU-Projekt «Women on the Move»

Francesca Falk war Mittragsstellende für das mit rund 500 000 Euro finanzierte europäische Kooperationsprojekt «Women on the Move», an dem sich 49 Länder beteiligen. Für dieses vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützte Projekt der COST, der European Cooperation in Science and Technology, ist sie nun die nationale Koordinatorin für die Schweiz.

COST finanziert keine Forschung, sondern den wissenschaftlichen Austausch. Im Zentrum von «Women on the Move» steht die Frage, wie Migrantinnen die europäischen Gesellschaften aktiv mitgestaltet und dabei geschlechtsspezifische Hindernisse überwunden haben. Besonders spannend findet Falk, dass diese COST Action ihr Kooperationen mit Forschenden aus Ländern ermöglicht, zu denen sie vorher keine Kontakte hatte. In ihrer Arbeitsgruppe beteiligen sich etwa Forschende aus Finnland oder der Ukraine. Wer die Projektwebsite besucht, wird aufgefordert, Strassen, Plätze oder Denkmäler, die Frauen mit Migrationserfahrungen gewidmet sind, zu melden. Diese werden auf einer «Map of Women Migrants' Landmarks» präsentiert. Diese Zusammenstellung, die auch einige Strassen in Bern verzeichnet, kann so auch durch Hinweise aus der Öffentlichkeit laufend ergänzt werden.

www.womenonthemove.eu

Digitales Archiv zur «Oral History»

In den Lehrveranstaltungen von Francesca Falk entstehen regelmässig Interviews mit Zeitzeuginnen von damals und heute, die unter www.oral-history-archiv.ch auch der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Unterstützt wird sie dabei von den «Digital Humanities» der Universität Bern. Ein auf «Oral History» basierendes Buch zur «Schwarzenbach-Abstimmung», das sie gemeinsam mit Studierenden verfasst hat, wird im Frühling 2022 beim Limmat Verlag erscheinen.

Die Fakultät hat in diesem Zusammenhang Francesca Falk auch für ihre Lehre ausgezeichnet: Von den damals 168 evaluierten Veranstaltungen gehörte ihr Seminar zu den vier besten. Im laufenden Semester erstellen ihre Studierenden für eine Ausstellung in Biel Interviews mit ehemaligen Saisonnières und Saisonniers. Dafür kooperiert sie auch mit der Soziologin Sarah Schillinger, die ein Seminar zur temporären Arbeitsmigration in der Gegenwart anbietet.

www.oral-history-archiv.ch

«Für die biologische Vielfalt ist es 5 vor 12»

Delegationen aus 200 Ländern beraten am Weltbiodiversitätsgipfel, wie man den weltweiten Artenrückgang stoppen kann. Markus Fischer, Professor für Pflanzenökologie an der Universität Bern und Mitglied des Expertenrats des Weltbiodiversitätsrats IPBES erläutert im Interview, wieso die Schweiz beim Artenschutz keine gute Figur macht und welche Folgen unser Raubbau an der Natur hat.

Interview: Martin Zimmermann

Herr Fischer, 2011 rief die UNO die Dekade der biologischen Vielfalt aus. Wo stehen wir zum Ende dieses Jahrzehnts?

Markus Fischer: Wir müssen leider feststellen, dass wir keines der 2011 aufgestellten Ziele erreicht haben: Der Artenrückgang hat sich seither noch beschleunigt; keiner seiner Treiber wurde beseitigt. Zum Beispiel schütten Staaten nach wie vor umweltschädliche Subventionen aus, unter anderem im Agrar-, im Fischerei- oder im Energiebereich. Und es wurden viel zu wenige Schutzflächen ausgeschieden.

Sie haben den Artenschwund erwähnt. Ist es hier fünf vor zwölf oder sogar schon Mitternacht?

Rund eine von weltweit acht Millionen Tier- und Pflanzenarten ist bedroht oder bereits verschwunden. Das Aussterben läuft heute rund 100- bis 1000-mal schneller ab als das Verschwinden von Arten unter normalen natürlichen Umständen. Wir sind Zeugen eines weltweiten Massenaussterbens, in der Geschwindigkeit vergleichbar mit jenem, als die Dinosaurier verschwanden, doch dieses Mal durch den Menschen verursacht. Die meisten bedrohten Arten können wir prinzipiell noch retten. Aber nur, wenn wir rasch handeln. So gesehen ist es 5 vor 12.

Was sind die Folgen, wenn wir es nicht tun?

Die Menschheit wird in einer viel weniger nützlichen und lebensfreundlichen Umwelt zurechtkommen müssen, und die Lebensgrundlage von Milliarden Menschen

wird aufgrund des Biodiversitätsverlusts stark beeinträchtigt sein.

Von welchen Lebensgrundlagen sprechen wir konkret?

Ohne rasches Handeln beeinträchtigen wir unsere Ernährung und unsere Versorgung mit natürlichen Materialien. Weiter die Reinhaltung von Wasser und Luft, die Bodenbildung, die Klimaregulierung, den Schutz vor dem Überhandnehmen von Schädlingen und Pandemien. Einige Beispiele: In Ostafrika wächst die Bevölkerung sehr schnell. Gleichzeitig erlauben die wegen der grossflächigen Entwaldung der Bergregionen immer trockeneren Savannen des Tieflands viel weniger Landwirtschaft und Weidehaltung. Dies führt zunehmend zu Konflikten um Wasserrechte. Viele Menschen migrieren deshalb in die Bergregionen. Das erhöht den Druck auf den dortigen Wald und seine Biodiversität noch mehr. In weiten Teilen Asiens wiederum ist die Überfischung der Meere so weit fortgeschritten, dass ohne Gegenmassnahmen der Fischfang bis Ende des Jahrhunderts zusammenbrechen wird – mit schlimmen Folgen für die Ernährung der Bevölkerung

«Der Fischfang in Asien könnte bis 2100 völlig zusammenbrechen.»

Markus Fischer

zahlreicher Länder. Wir sehen an vielen Orten, dass der Biodiversitätsverlust Konflikte um natürliche Ressourcen verursacht, ob zwischen Nachbarn, Bevölkerungsgruppen oder Staaten.

Wieso ist in den letzten Jahren so wenig passiert, wenn die negativen Konsequenzen derart gross sind?

Viele der 2011 gesetzten UNO-Ziele sind im Grunde eher Absichtserklärungen und enthalten zu wenige messbare Vorgaben. Nehmen wir die Forderung, den Artenrückgang zu bremsen. Zum einen reicht das nicht; der Artenrückgang muss nicht gebremst, sondern gestoppt und sogar umgekehrt werden. Zum anderen: Wie setzen wir das konkret um? Darüber geben allgemeine Ziele kaum Auskunft. Zudem sind ärmere und benachteiligte Bevölkerungsgruppen und Länder meist früher und stärker betroffen. Die wirtschaftliche und politische Macht ist aber bei jenen, die wenig Interesse haben, kurzfristig die Rahmenbedingungen zu ändern, obwohl uns der Artenrückgang bald alle treffen wird.

Müsste man die internationalen Ziele besser formulieren und das Problem wäre gelöst?

Nein, die Ziele müssen auch ehrgeiziger werden. Ein Beispiel: Geplant war, dass bis 2020 jedes Land der Welt 17 Prozent seiner Fläche als mit der lokalen Bevölkerung abgestimmte Schutzgebiete oder Biodiversitätsförderflächen ausweist. Wissenschaftlich ist mittlerweile aber erwiesen, dass es mindestens 30 Prozent braucht. Mal abgesehen



Markus Fischer ist Professor für Pflanzenökologie, Direktor des Botanischen Gartens Bern und als international renommierter Experte im Weltbiodiversitätsrat aktiv.



Markus Fischer hofft, dass sich die Weltgemeinschaft in Kunming ehrgeizige und verbindliche Ziele setzt, um das laufende Massenaussterben zu stoppen.

davon, dass die meisten Länder nicht mal die 17 Prozent erreicht haben ... Und es müsste klar aufgezeigt werden, wie Regulierungen, Steuern, Subventionen und Zölle angepasst werden müssen, um der Zerstörung der Biodiversität und unserer Lebensgrundlagen entgegenzuwirken.

Bei der UN-Biodiversitäts-Konferenz in Kunming soll das Ruder herumgerissen werden. Welche Rolle spielen Sie dabei?

Ich habe im Rahmen des Weltbiodiversitätsrats IBPES mitgeholfen, wissenschaftlich begründete Handlungsempfehlungen zu erarbeiten, und ich habe Kommentare zu den ersten Entwürfen der neuen Ziele, dem sogenannten Post-2020-Framework, eingebracht. Einige davon wurden auch tatsächlich aufgenommen. Bei grundsätzlichen Fragen scheint zwischen fast allen Ländern

«Die Schweiz hat eine rekordlange Liste bedrohter Arten.»

Markus Fischer

Einigkeit zu bestehen: Es braucht mehr geschützte Flächen, eine weniger intensive Land- und Wassernutzung, weniger Luftverschmutzung, mehr Schutz vor invasiven Arten und vor den Auswirkungen des Klimawandels. Dazu wurden im Framework-Entwurf 21 Ziele formuliert. Inwieweit diese im Lauf der politischen Verhandlungen erhalten bleiben und inwieweit sie verwässert werden, wird sich zeigen. Auch bei der Frage, wer die zur Erreichung benötigten Massnahmen zahlen soll, wird es wohl schwierig.

Inwiefern?

Geht es etwa darum, umweltschädliche Subventionen abzubauen, oder Steuern und Zölle anzupassen, dann schaut jede Regierung: Was bedeutet das für meine Klientel? Wenn eine einflussreiche Bevölkerungsgruppe plötzlich weniger finanzielle Mittel erhält, dann gefährdet das unter Umständen den sozialen Frieden oder zumindest die Wiederwahl. Angesichts dessen haben viele Regierungen ein Interesse an möglichst weichen Zielen. In Kunming wird wohl nicht der ganze Text des Framework-Entwurfs völlig umgekrempelt, sondern darüber entschieden, ob die darin enthaltenen Ziele hart oder weich ausgestaltet werden. Ich hoffe sehr auf Ersteres.

Schlimmstenfalls bleiben die Ziele ähnlich wolkig wie 2011. Da stellt sich die Frage, was solche internationalen Konferenzen überhaupt bringen.

Biodiversitätspolitik gilt primär als Sache einzelner Länder oder sogar einzelner Teilregionen und Kommunen, weil uns Biodiversität lokal direkt betrifft. Internationale Abkommen haben aber eine sehr grosse Hebelwirkung und können zu konzertiertem Handeln vieler Länder führen. Ausserdem sind sie wichtig, um die wechselseitigen Einflüsse zwischen Ländern zu regeln. Zum Beispiel haben globale Finanzströme und Besitzverhältnisse direkte Folgen für die Biodiversität. Die reichen Länder des Nordens schicken ihre Fischereiflotten auch in den Süden, wo sie dazu beitragen, die Meere leer zu fischen, oder sie lassen in Monokulturen Kakao und Kaffee anbauen. Die daraus entstehenden Biodiversitätskosten werden aber bisher externalisiert. Das heisst, wirbürden sie der Natur und der lokalen Bevölkerung auf. Sie tauchen auf keiner Unternehmenssteuerrechnung und in keiner nationalen Bilanz auf.

Könnte man solche schädlichen Praktiken nicht einfach mit Sanktionen belegen?

Verbote und Strafen funktionieren hier nicht. Sonst macht niemand bei internationalen Abkommen mit. Es geht darum, mit Anreizen ein Umdenken zu fördern. Das kann ein Mechanismus sein, der umweltschädliche Produkte mit Zöllen belegt. Oder sogenannte Debt-for-Nature-Swaps: Entwicklungsländern werden Schulden erlassen, wenn sie ihre Urwälder, Moore oder Korallenriffe schützen. Die Finanzierung solcher Schutzprojekte reicht heute von vorne bis hinten nicht aus. Und schliesslich sollten wohlhabende Länder wie die Schweiz mit gutem Beispiel vorangehen und ihre eigene Biodiversität besser schützen.

Apropos, hierzulande müsste es um die Biodiversität doch gut bestellt sein, wenn man sich die schönen Bergwiesen, Wälder und Seen ansieht.

Der Eindruck täuscht. Sie haben die Bergwiesen erwähnt: Auf den ersten Blick wirken sie gesund, aber die Vielfalt der darauf lebenden Tiere, Pilze und Pflanzen hat stark abgenommen in den vergangenen Jahrzehnten. Generell hat die Schweiz eine europaweit rekordlange Liste bedrohter Arten. Das Bundesamt für Umwelt bestätigt Jahr für Jahr, dass gut ein Drittel, je nach Organismengruppe auch mehr, aller Arten hierzulande bedroht oder bereits verschwunden ist. Mit steigender Tendenz.

Was sind die Ursachen dafür?

Ein wichtiger Grund ist unsere Landwirtschaft, die auf einen ausgedehnten Dünge-

mittel- und Pestizideinsatz baut. Vom Nährstoffüberschuss durch direkte Düngung oder durch Verwehung des Düngers über die Luft profitieren einige wenige rasch wachsende Pflanzenarten, um bei den Bergwiesen zu bleiben. Die nehmen aber anderen Pflanzenarten das Licht weg; sie verschwinden. Mit der Vielfalt der Pflanzen nimmt dann auch die Artenvielfalt aller anderen Organismen ab.

Nun könnte man salopp sagen, dass es Durchschnittsschweizerinnen und -schweizer wenig interessiert, wenn in den Bergen eine Pflanzenart verschwindet.

Auch wenn man sich nicht für einzelne Arten interessiert, betrifft die mit dem Biodiversitätsverlust einhergehende Beeinträchtigung der Lebensgrundlagen uns alle. Intakte, vielfältige Landschaften bieten nicht nur Lebensraum für reichhaltige Biodiversität, sondern sie sind essenziell für die vielen sogenannten Ökosystemdienstleistungen der Natur für den Menschen. Doch leider hat der Mensch, in der Schweiz wie weltweit, die eine Ökosystemdienstleistung «Nahrungsmittelproduktion» auf nicht nachhaltige Weise forciert, sodass alle anderen Leistungen beeinträchtigt werden. Und das wirkt sich mehr und mehr negativ auf die Lebensqualität jedes Einzelnen aus.

Wie lassen sich die Ökosystemdienstleistungen beziffern?

Auf den beiden amerikanischen Kontinenten entspricht der Wert der jährlich erbrachten Leistungen ungefähr dem Umfang des Bruttoinlandprodukts aller amerikanischen Staaten. Im dichter besiedelten und von der Natur weniger begünstigten Europa ist der Wert wohl etwas geringer. Allerdings verbrauchen wir die Leistungen der Natur deutlich schneller, als sie diese wiederherstellen kann. Wir leben also vom «Kapital» der Natur, anstatt uns auf die «Zinsen» zu beschränken. Man schätzt, dass wir in den letzten Jahrzehnten weltweit

«Eine intakte Natur bringt uns unglaublich viele Vorteile!»

Markus Fischer

bereits 40 Prozent des Naturkapitals verbraucht haben. Das ist unverantwortlich, denn der Mensch muss von dem leben, was nachwächst und erneuerbar ist. Aber wir zehren von der Substanz – auch in der Schweiz. Stellen Sie sich vor, wie die Schweizer reagieren würden, wenn 40 Prozent ihres Geldkapitals verschwinden würden – doch beim Naturkapital nimmt man das hin.

Sie sind Mitautor eines gemeinsamen Berichts des Weltbiodiversitätsrats IPBES und des Weltklimarats IPCC. Welche Rolle spielt der Erhalt der Biodiversität für den Klimaschutz?

Biodiversitäts- und Klimaschutz gehen Hand in Hand und dürfen nicht gegeneinander ausgespielt werden, das belegt unser Bericht. Wälder und Moore binden CO₂, eine wichtige Ökosystemdienstleistung. Ohne sie können wir die Ziele des Pariser Klima-Abkommens nicht erreichen, auch wenn natürlich der Stopp der Nutzung fossiler Energie dafür die wichtigste Voraussetzung ist. Ohne die weltweite Erhaltung und Wiederherstellung von Wäldern und Mooren und die schonende Bewirtschaftung von Grünlandflächen ist das 1,5- oder auch 2-Grad-Ziel nicht mehr zu erreichen. Bei der lokalen Anpassung an den Klimawandel ist Biodiversität ebenfalls sehr wichtig. Bäume und Grünflächen etwa kühlen bei uns im Sommer aufgeheizte Städte. Das ist gerade für die Gesundheit älterer Leute relevant, die unter der Hitze besonders leiden. Waldverluste im

tropischen Afrika sorgen dort wiederum für ein trockeneres Lokalklima und unberechenbares Wetter. Die Erhaltung und Wiederherstellung der Wälder ist somit enorm wichtig.

Sie sind aktuell an einem internationalen Forschungsprojekt in Tansania beteiligt. Worum geht es da?

Wir untersuchen den Kilimandscharo als sozial-ökologisches System. Es geht um die Frage, wie soziale, demografische, wirtschaftliche und politische Verhältnisse und Entwicklungen den Biodiversitätsverlust beschleunigen, und welchen Einfluss dieser wiederum auf die Gesellschaft hat. Natur und Gesellschaft sind keine getrennten Sphären. Es würde darum auch nichts bringen, der Bevölkerung einfach Land wegzunehmen und ohne ihr Einverständnis in Schutzzone umzuwandeln. Solange die gesellschaftlichen Treiber des Artenverlusts nicht angegangen werden, nimmt auch der Druck auf die Biodiversität innerhalb und ausserhalb von Schutzzone nicht ab. Es geht darum, Handlungsoptionen aufzuzeigen, wie Mensch und Natur wieder in Einklang gebracht werden können.

Seit 2010 leiten Sie zudem hier in Bern den Botanischen Garten ...

Für mich ist der Botanische Garten ein schöner Fall von «Think globally, act locally». Überall auf der Welt Forschung zu betreiben, ist enorm spannend. Aber ich möchte mit dem sehr engagierten Team des Botanischen Gartens unsere Beziehung zur Biodiversität auch hier zuhause möglichst breiten Alters- und Bevölkerungsgruppen vermitteln. Und das scheint erfreulicherweise sehr gut zu funktionieren, wie der Erfolg unserer Ausstellungen, Führungen, Schulprogramme oder Lesungen zeigt.

Was hoffen Sie, bleibt den Leuten von ihrem Besuch im Botanischen Garten im Gedächtnis?

Dass die Natur faszinierend und wertvoll ist – und der Schlüssel zur nachhaltigen Entwicklung. Biodiversität ist nicht einfach etwas für die «Naturschutzcke», sondern geht uns alle an: Wir können den Klimawandel, die Ernährungssicherheit oder die Versorgung mit genügend sauberem Trinkwasser nicht in den Griff bekommen, wenn wir uns nicht darum kümmern. Man sagt immer, Biodiversität sei ein so komplexes Thema. Aber eigentlich ist es einfach: Eine intakte Natur inspiriert uns und bringt uns unglaublich viele Vorteile, also tragen wir Sorge zu ihr!

Biodiversitätsschutz im Kleinen: Was kann ich tun?

- Weniger rotes Fleisch konsumieren. Rinder brauchen besonders viel Weidefläche und ihre Methangas-Ausscheidungen schaden dem Klima.
- Möglichst umweltschonend produzierte Lebensmittel aus der Region beziehen.
- Auf dem Balkon oder im Garten vielfältige, einheimische Pflanzen ansiedeln, welche Insekten als Lebensraum dienen.

Mehr Informationen:

Praxishandbuch «Natur braucht Stadt», siehe hier: <https://www.bern.ch/themen/umwelt-natur-und-energie/stadtnatur/biodiversitaet/natur-braucht-stadt/praxishandbuch>

Weitere Informationen:
www.boga.unibe.ch

Das grosse Ganze der Weltmeere im Blick

Die Meereswissenschaftlerin Charlotte Laufkötter untersucht die Auswirkungen von Klimawandel und Plastikverschmutzung in den Weltmeeren. Die ambitionierte Nachwuchsforscherin erklimmt so Sprosse um Sprosse auf der akademischen Karriereleiter.

Von Kaspar Meuli

Wie findet eine Forscherin ihr Thema? Manchmal stehen zu Beginn eher unbedeutende Begebenheiten. Zum Beispiel ein Strandspaziergang. Wie viele andere Touristinnen auch beobachtete Charlotte Laufkötter in ihren Ferien besorgt, wie die schönsten Strände mit Plastik vermüllt sind. Ganz gleich wo auf der Welt. «Diese Erlebnisse haben mich zum Nachdenken gebracht», sagt die Forscherin. Und später fand sie heraus, wie wenig eigentlich über das Phänomen der globalen Plastikverschmutzung im Meer bekannt ist. Ein klarer Fall von Forschungsbedarf. Charlotte Laufkötter hatte ihr Thema gefunden.

Falsch. So einfach, wie hier skizziert, ging das natürlich nicht. Und in wenigen Worten lässt sich diese Geschichte auch nicht erzählen. Ihren Anfang nimmt sie nämlich weit weg vom Meer in Mönchengladbach. Da verschlingt ein kleines Kind Atlanten und träumt sich an den Ozean. «Das Meer hat mich immer fasziniert, obwohl wir als Familie nie hingefahren sind», erzählt Charlotte Laufkötter. «Ich war eine Büchernärrin und wusste schon früh, dass ich Ozeanwissenschaftlerin werden wollte.»

Über Computerwissenschaften zur Ozeanografie

Ihr Vater allerdings, ein Mathematiker, rät davon ab. Viel zu unsicher die Jobaussichten. Er überzeugt seine Tochter, Computerwissenschaften zu studieren. Keine schlechte Wahl, findet Charlotte Laufkötter im Nachhinein, denn das Programmieren liege ihr. Und ohne diesen Hintergrund wäre ihre Karriere wohl anders verlaufen. Doch nach ein paar Studienjahren wird ihr klar, dass sie mehr will. Sie macht ein Praktikum am Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven, ist begeistert und setzt durch, dass sie neben Computerwissenschaften in Aachen im Nebenfach Ozeanografie in Bremen studieren kann. Ihre Dissertation macht die Forscherin anschliessend in Umweltphysik an der ETH Zürich. Sie untersucht, wie die Produktion von Biomasse im Ozean auf den Klimawandel reagiert.

Fragt man Charlotte Laufkötter heute nach ihrem Beruf, gibt sie eine zweistufige Antwort. Erstens: Ozeanwissenschaftlerin. Zweitens und präziser: Modelliererin des biogeochemischen

Ozeankreislaufs. «Dieses Wortungetüm hat damit zu tun», sagt sie beinahe entschuldigend, «dass mein Forschungsgebiet sehr interdisziplinär ist.»

Plastikmüll bleibt nahe an den Küsten

Dank diesem besonderen Hintergrund betritt Charlotte Laufkötter nun wissenschaftliches Neuland und liefert Erkenntnisse zur Verschmutzung der Weltmeere mit Plastikmüll. So zeigen ihre Modellierungen zum Beispiel, dass der grösste Teil des Plastiks nicht wie bisher angenommen hinaus auf den offenen Ozean gelangt, sondern strandet oder küstennah im Wasser treibt. Dies zeigt eine kürzlich publizierte Studie, die sie zusammen mit einem ihrer Doktoranden verfasst hat.

Am höchsten, so die Untersuchung, ist der Anteil von gestrandetem Plastik in den Weltregionen mit den grössten Quellen von Plastikmüll. Dazu zählen Gebiete wie Südostasien und das Mittelmeer. Nach aktuellen Schätzungen landeten zwischen einer und zwölf Millionen Tonnen Plastik im vergangenen Jahr in den Weltmeeren. Wie viel Plastik in den vergangenen 25 Jahren insgesamt in den Ozean gelangt ist, versucht die Berner Modelliererin zurzeit in einem Forschungsprojekt abzuschätzen.

Charlotte Laufkötter befasst sich vorwiegend im Kopf mit dem Meer. Feldarbeit auf dem Ozean? Das gab es bis heute nur ein einziges Mal auf einem Forschungsschiff zwischen Spitzbergen und Grönland. Die tägliche Arbeit dieser Meereswissenschaftlerin sieht anders aus: Zum einen brütet sie über Forschungsfragen und möglichen Hypothesen und diskutiert diese Ideen mit Berufskolleginnen und -kollegen. Zum anderen programmiert sie Modelle und füttert sie mit Messdaten. «Entscheidend dabei ist, die Unsicherheiten der Parameter zu berücksichtigen», so die Modelliererin. «Wir rechnen durch, wie die Welt unter den getroffenen Annahmen aussehen könnte. Das perfekte Modell gibt es nicht.»

Charlotte Laufkötters bislang aufsehenerregendste Publikation befasste sich nicht mit Plastikmüll, sondern mit den Folgen des Klimawandels. In einem Beitrag im renommierten Fachmagazin «Science» legte sie dar, dass Hitzewellen in den Weltmeeren durch



**«Entscheidend ist,
die Unsicherheiten zu
berücksichtigen.»**

Charlotte Laufkötter

den menschlichen Einfluss über 20-mal häufiger geworden sind. Sie zerstören Ökosysteme und schaden der Fischerei. Das Interesse der Medien an diesem Artikel war gross. Weltweit. Unter anderem gab die Berner Forscherin dem staatlichen japanischen Fernsehsender NHK ein Interview. All der Aufmerksamkeit zum Trotz sagt Charlotte Laufkötter: «Ich möchte nicht dieser Publikation wegen bekannt sein, sondern meines eigenen Themas wegen.»

Tatsächlich befasste sie sich nur relativ kurz mit marinen Hitzewellen. Bei einem akademischen Ausflug sozusagen. Nach einem Postdoc an der Princeton University erhielt die Ozeanografin eine weitere Postdoc-Stelle an der Universität Bern. In der Forschungsgruppe von Thomas Frölicher, der sich schon länger mit Hitzewellen im Ozean befasst. Doch eigentlich stand sie in den Startlöchern für den Aufbau ihrer eigenen Gruppe. Thema: marine Plastikverschmutzung.

Auf dieses Forschungsgebiet hatte sie in einem Förderantrag an den Schweizerischen Nationalfonds (SNF) gesetzt. Ihre Überlegung: Obwohl das Thema von hoher gesellschaftlicher Relevanz ist, wird es erst von wenigen Forschenden bearbeitet. Da winkt gewissermassen ein Alleinstellungsmerkmal. Ein nicht zu unterschätzendes Plus im hart umkämpften akademischen Jobmarkt. Laufkötters Leistungsausweis und ihr Thema überzeugten: 2018 erhielt sie vom SNF ein begehrtes Ambizione-Stipendium. Es läuft über vier Jahre und erlaubt den Aufbau einer eigenen kleinen Forschungsgruppe.

Viel Freiheit, wenig Sicherheit

Wer nun denkt, Charlotte Laufkötter befasse sich bloss aus Kalkül mit Plastikmüll, der irrt. «Ich würde mich nicht mit Themen beschäftigen», sagt sie, «die mich persönlich nicht interessieren und die mir nicht relevant erscheinen.» Die wissenschaftliche Freiheit sieht die ehrgeizige Forscherin auch als eine Art Kompensation. «Im jetzigen Stadium ist meine Karriere sehr unsicher und verlangt viele Opfer – das muss ja irgendwie aufgewogen werden!»

Längst plant die Modelliererin den nächsten Schritt auf dem Weg, der einmal zu einer festen Stelle als Professorin führen soll – wenn alles gut geht. Sie hat sich beim Europäischen Forschungsrat

ERC beworben, der EU-Institution zur Förderung herausragender Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Und beim Programm Eccellenza des SNF, das Förderprofessuren finanziert. Die beiden Proposals drehen sich um den biologischen Kohlenstoffzyklus im Ozean. Ganz kurz gefasst möchte Charlotte Laufkötter den Transport von organischem Material, insbesondere Kohlenstoff, in den tiefen Ozean besser verstehen. Dazu will sie Daten aus dem mobilen Beobachtungssystem der Weltmeere Argo nutzen. Es besteht aus einer Flotte von rund 4000 automatisierten Treibbojen (floats), mit denen Temperatur, Salzgehalt und Strömungen gemessen werden. Zunehmend werden auch chemische und biologische Komponenten beobachtet. Diesen Teil der sogenannten Argo-float-Daten will Laufkötter für ihre Grundlagenforschung mit Modellen kombinieren.

Zurück zum Kind, das sich das Meer vorstellte. Die träumerische Begeisterung von damals ist einer sehr konkreten Leidenschaft gewichen. «Was mich am Ozean so fasziniert: Es ist alles dreidimensional und wird zusätzlich durch die Strömung beeinflusst. Da muss man immer den Kontext miteinbeziehen.» Komplex, so mag es Charlotte Laufkötter, nicht einfach. Was sie interessiert, sind nicht die Details, sondern das grosse Ganze.

Kontakt

Dr. Charlotte Laufkötter

Oeschger Centre for Climate Change Research (OCCR),
charlotte.laufkoetter@climate.unibe.ch

Thomas Schildknecht, Prof. Dr., ist assoziierter Professor am Astronomischen Institut der Universität Bern und Direktor des Swiss Optical Ground Station and Geodynamics Observatory Zimmerwald. Seit über 25 Jahren beschäftigt er sich in der Forschung mit der Suche und Charakterisierung von Weltraumschrott. Er ist Mitglied der Schweizer Delegation beim UN-Komitee zur friedlichen Nutzung des Weltraums (UNCOPUOS) und hat massgeblich in deren Arbeitsgruppe zur langfristigen Nachhaltigkeit der Weltraumaktivitäten mitgewirkt. Bei der Europäischen Weltraumagentur ESA ist er derzeit Vorsitzender der ESA Space Safety Advisory Group und berät den zuständigen ESA-Direktor.



Die hier geäusserte Meinung muss nicht der Auffassung der Redaktion oder der Universitätsleitung entsprechen.

Nachhaltigkeit muss auch im Weltraum gelten

Von Thomas Schildknecht

Der Ruf nach internationalen Regeln zur nachhaltigen Nutzung des Weltraums wird lauter. Aber brauchen wir wirklich auch noch eine Debatte über Nachhaltigkeit im Weltraum; der ist doch gross und allfällige Probleme im Vergleich zu den «irdischen» Herausforderungen wohl eher von akademischer Natur?

Wann haben Sie zum letzten Mal Ihr Smartphone, ein «Navi» im Auto oder einen Bankomaten benutzt? In jedem dieser Fälle sind direkt oder indirekt Dienste aus dem Weltraum verwendet worden! Unsere kritischen Infrastrukturen wie etwa Kommunikationssysteme oder Stromnetzwerke sind zunehmend auf Satellitensysteme

«Darf ein Privater eine ganze Weltraumregion monopolisieren?»

Thomas Schildknecht

angewiesen. Nicht zuletzt leisten Daten aus dem Weltraum einen unabdingbaren Beitrag für die Klimaforschung und die globale nachhaltige Entwicklung. So stammt über die Hälfte der Daten in den Klimamodellen aus dem Weltraum.

Am 10. Februar 2009 stiess der aktive Telefoniesatellit Iridium 33 mit dem ausgedienten Satelliten Kosmos 2251 zusammen. Der Aufprall erzeugte eine grosse Trümmervolke, die seitdem weitere Satelliten gefährdet. Ein Weckruf – im erdnahen Weltraum wird es eng! Dies nicht hauptsächlich aufgrund der Anzahl aktiver Satelliten,

sondern wegen der Art und Weise, wie wir mit der «Ressource Weltraum» umgehen. Die meisten ausgedienten Satelliten und Oberstufen von Trägerraketen werden bis heute am Ende ihres Lebens einfach im Weltraum zurückgelassen. Im Vergleich könnte man sich fragen, ob es akzeptabel sei, ein altes Auto mitten auf der Strasse stehen zu lassen?

International verbindliche Bestimmungen sind im Weltraumvertrag der UNO von 1967 festgelegt und regeln im Wesentlichen den freien Zugang und die Nutzung des Weltraums zum Wohl aller sowie die Haftbarkeit von Staaten für Schäden, die durch eines ihrer Raumobjekte erzeugt werden. Bis vor Kurzem waren die Besitzer und Betreiberinnen von Satelliten vorwiegend Staaten oder internationale Organisationen. Heute stecken wir jedoch mitten in einer Revolution. Die Szene wird von privaten Investoren und Unternehmen verschiedenster Grösse geprägt, die Tausende von Satelliten pro Jahr in den erdnahen Weltraum bringen und Satellitensysteme mit Zehntausenden von Satelliten für die kommenden Jahre planen. Die Anzahl aktiver Satelliten hat sich dadurch in wenigen Jahren vervielfacht.

Wir brauchen dringendst internationale verbindliche Verkehrsregeln, Anforderungen an den sicheren Betrieb von Satelliten und Raketen sowie – ganz zentral – Regeln zur Entsorgung dieser Objekte. Zusätzlich sind Systeme zur Überwachung des Verkehrs und Anreize zum Wohlverhalten sowie Sanktionen bei Verstössen nötig. Letztlich ist die Kapazität des erdnahen Weltraums beschränkt und es stellt sich zum Beispiel die Frage, ob ein einzelner (privater) Akteur eine ganze Region des Weltraums ohne internationale Absprache faktisch monopolisieren darf. Was wären

die Kriterien? Gibt es «gute» und «schlechte» Anwendungen von Satelliten? All dies muss international vereinbart und koordiniert werden.

Internationale Diskussionen über Regeln zur langfristig nachhaltigen Nutzung des Weltraums sind seit vielen Jahren im Gange, etwa im UN-Komitee zur friedlichen Nutzung des Weltraums (UNCOPUOS). Es zeigen sich Parallelen zur Klimadebatte, die ebenfalls durch politische und wirtschaftliche Interessen dominiert ist. Erschwerend kommen militärische und strategische Einschränkungen hinzu. In den meisten Staaten ist die Weltraumüberwachung primär eine militärische Aufgabe – und die Möglichkeit, Satelliten zu «verstecken», eine zentrale Komponente einer überholten militärischen Doktrin. Als Folge werden heute die genauen Flugbahnen von Raumobjekten nicht allgemein bekannt gegeben. Wie sollen auf einer Schnellstrasse mit massivem Gegenverkehr Kollisionen verhindert werden, wenn sich gewisse Verkehrsteilnehmer absichtlich unsichtbar machen und anderen nur verschwommen erscheinen?

Die Resultate der internationalen Bemühungen in Form von Richtlinien sind zwar ein wichtiger Erfolg, sie sind aber von der Realität überholt worden und heute bei Weitem ungenügend. Wir brauchen eine Sensibilisierung der breiten Bevölkerung für die Thematik und Druck der Zivilgesellschaften auf Politikerinnen und Politiker sowie private Akteure, um internationale, verbindliche Regeln zur nachhaltigen Nutzung des erdnahen Weltraums zu installieren. Die Zeit drängt!

Kontakt

Prof. Dr. Thomas Schildknecht,
thomas.schildknecht@aiub.unibe.ch



Souveräne Schweiz?

Wie souverän ist/war die Schweiz? Allianzen und Bündnisse im Inneren wie im Äusseren prägen die Geschichte der Schweiz in Europa. Das vorliegende Buch zeigt die geschichtliche Entwicklung und die staats- und völkerrechtlichen Grundlagen auf. Es erhebt Einspruch gegen ein in der Politik und Öffentlichkeit oft missverstandenes, absolutes Souveränitätsverständnis, das in Geschichte und Recht keine Grundlage findet.

Die Souveränität der Schweiz in Europa. Mythen, Realitäten und Wandel

Thomas Cottler, André Holenstein – 2021, 250 S., Stämpfli Verlag AG, ISBN 978-3-7272-0766-2



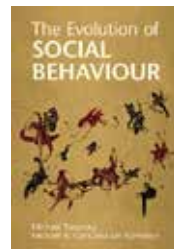
Klimawissen als Comic

Wie gelingt es Forschenden, das Klima der Vergangenheit zu rekonstruieren – und warum hilft uns dies, die menschengemachte Klimakrise besser zu verstehen? PAGES (Past Global Changes) mit Sitz an der Uni Bern legt ein einfach verständliches, visuell ansprechendes (Comic-)Heft für Jugendliche und andere Interessierte vor.

Past Global Changes Horizons 1

Boris Vannièrè, Graciela Gil-Romera and Sarah Eggleston – 2021, 60 S.

Download und Bestellung: pastglobalchanges.org – PAGES Magazines. PAGES, <https://pastglobalchanges.org/publications/pages-magazines/pages-horizons/13180>



Evolution und soziales Verhalten

Wie lässt sich die erstaunliche Vielfalt der sozialen Systeme und Verhaltensweisen in der Natur erklären? Was sind die grundlegenden Prinzipien der sozialen Evolution, die diesem phänomenalen Reichtum zugrunde liegen? Dieses Buch fasst den derzeitigen Wissensstand und das Verständnis der allgemeinen evolutionären Prinzipien, die dem sozialen Verhalten zugrunde liegen, zusammen. Dies mit einem breiten Fokus von Mikroorganismen bis zum Menschen.

The Evolution of Social Behaviour

Michael Taborsky, Michael A. Cant, Jan Komdeur – 2021, 424 S., Cambridge University Press, ISBN 978-1-1087-4616-8



Klima und Gesellschaft

Dieses reich illustrierte Sachbuch zur Geschichte des Klimawandels in Europa vermittelt einen Überblick über den Zusammenhang klimatischer und gesellschaftlicher Entwicklungen der letzten 1000 Jahre. Erstmals haben für dieses Buch ein klimageschichtlich bewandertes Historiker und ein Klimatologe mit einem Flair für Klimageschichte eng zusammengearbeitet.

Klima und Gesellschaft in Europa. Die letzten tausend Jahre

Christian Pfister, Heinz Wanner – 2021, 424 S., Haupt Verlag, ISBN 978-3-258-08182-3



Arbeitsrechte für Tiere

Seit Jahrhunderten übernehmen Tiere ein breites Spektrum an Arbeiten in unserer Gesellschaft. Dennoch werden sie selten als Arbeitskräfte wahrgenommen und die Bedingungen, unter welchen sie ihre Arbeit verrichten, sind oft ausbeuterisch. In diesem Buch werden das Potenzial und die Gefahren eines Arbeitsrechts für Tiere aus interdisziplinärer Sichtweise diskutiert.

Animal Labour: A New Frontier of Interspecies Justice?

Charlotte E. Blattner, Kendra Coulter, and Will Kymlicka – 2019, 256 S., Oxford Academic, ISBN 978-0-1988-4619-2



Hommage an Dürrenmatt

«Vom Dorf in die Welt und zurück» ist eine Hommage an den Schweizer Schriftsteller Friedrich Dürrenmatt, in welcher die ersten 15 Dürrenmatt-Gastprofessorinnen und -professoren für Weltliteratur neue Geschichten erzählen. Das von Oliver Lubrich und Reto Sorg herausgegebene Buch erscheint im Jahr des 100. Geburtstags von Dürrenmatt.

Vom Dorf in die Welt und zurück

Oliver Lubrich, Reto Sorg – 2021, 320 S., Diogenes, ISBN 978-3-257-24609-4

Herausgeberin

Universität Bern,
Abteilung Kommunikation & Marketing AKM

Leitung AKM

Christian Degen

Redaktionsleitung

Timm Eugster

Themenverantwortung Schwerpunkt

Timm Eugster

Mitarbeit

Isabelle Aeschlimann, Alessandra Bergadano,
Chantal Britt, Brigit Bucher, Christian Degen,
Isabelle Desbaillets, Nina Jacobshagen,
Ivo Schmucki, Céline Steiner

Autorinnen und Autoren

Oliver Lubrich, Nathalie Matter, Kaspar Meuli,
Franziska Rogger, Thomas Schildknecht,
Ori Schipper, Hubert Steinke, Martin Zimmermann

Konzept

2. stock süd, Biel

Layout und Gestaltung

Universität Bern,
Abteilung Kommunikation & Marketing

Redaktionsadresse

Universität Bern
Abteilung Kommunikation & Marketing
Hochschulstrasse 6, 3012 Bern
Tel. 031 684 80 44
unipress@unibe.ch
www.unipress.unibe.ch

Inserate

Stämpfli AG
Tel. 031 767 83 30
inserate@staempfli.com
www.staempfli.com/mediadaten

Druck

Stämpfli AG

Auflage

12 000 Exemplare
Erscheint zwei- bis dreimal jährlich,
nächste Ausgabe April 2022

Abonnement

UniPress kann kostenlos abonniert werden:
www.unipress.unibe.ch
Tel. 031 684 80 44
ISSN 1664-8552

*Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck von Artikeln mit
Genehmigung der Redaktion.*

Bildnachweise

Titelbild: Nina Schwarz / Seiten 2, 8–11: Nina Schwarz / Seiten 7, 12–17,
18–19, 22–23, 34, 37–38, 40–41, 51–52, 55: Adrian Moser / Seiten 20–21:
zvg / Seite 21: Adrian Moser / Seiten 24–25: Institut für Medizinge-
schichte / Seiten 25, 26: Wellcome Collection, e-rara.ch / Seiten 24–25: le-
gislation.gov.uk / Seite 27: Museum für Gestaltung, Zürich; blv.admin.ch /
Seiten 29–31: Annette Boutellier / Seite 30, 31 unten: Uyen Vo / Seite 36:
Getty Images / Seite 42/43: Mark Nixon und Dirk Van Hulle, German
fever. Beckett in Deutschland, Marbacher Magazin 158/159, Marbach:
Deutsche Schillergesellschaft 2017, S. 98 / Seite 43: Vera Knöpfel / Seite
48: iStock / Seite 44: Isabelle Aeschlimann / Seiten 46–47: Schweizer-
isches Sozialarchiv / Seite 47: Vera Knöpfel / Seite 49: www.woman-
onthemove.eu / Seite 56: Manu Friederich / Seite 58: commons wiki-
media, Bild: Tyler Merbler /



Vorschau Heft Nr. 182, April 2022

GESPALTENE GESELLSCHAFT

Das Jahr 2021 begann mit dem Sturm aufs Kapitol in Washington, ging in der Schweiz weiter mit einem äusserst aggressiven Abstimmungskampf zwischen Stadt und Land und war durchzogen durch tiefe Gräben zwischen Befürworterinnen und Gegnern von Corona-Massnahmen. Zerbröseln in den aktuellen Krisen der Kitt, der die Gesellschaft zusammenhält? Oder ist die Lage bei nüchterner Betrachtung weit weniger einzigartig und dramatisch? Im April ordnen Expertinnen und Experten aus den verschiedenen Perspektiven einer Volluniversität ein.



