

**Zeitschrift:** Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin  
**Herausgeber:** Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen  
Forschung  
**Band:** 25 (2013)  
**Heft:** 97

**Artikel:** Schwerpunkt Tierversuche : wie viel Leiden für wie viel Nutzen?  
**Autor:** Falk, Marcel / Schipper, Ori / Hafner, Urs  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-551647>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 29.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



**«Lautäusserungen, aggressives oder Rückzugsverhalten, Selbstbeschädigung, Lecken/Untersuchen, Gewichtsverlust, gesträubtes Haarkleid, gekrümmte Stellung, Hypothermie.» Hauptmerkmale für Schmerzen, Leiden und Schäden bei Ratten gemäss den Belastungskategorien des Bundesamts für Veterinärwesen (Information 1.05, S. 11).** Bild: Larry Dunstan/Keystone/Science Photo Library



# Wie viel Leiden für wie viel Nutzen?

Tierversuche sind mit einem grossen Dilemma verbunden. Indem Menschen Tiere leiden machen, gewinnen sie Erkenntnisse, mit denen man Krankheiten heilen kann.

Darf man das? Trotz Alternativen:  
Für die medizinische Forschung bleiben die  
Versuche unverzichtbar.



«Immunisieren von Hühnern subkutan oder intramuskulär, mit oder ohne Verwenden von Freund'schem Adjuvans.» *Immunologische Modelle Schweregrad 1 gemäss den Belastungskategorien des Bundesamts für Veterinärwesen (Information 1.04, S. 13).* Bild: Valérie Chételat





Heute leiden weniger Tiere wegen Versuchen als vor dreissig Jahren. Aber mehr als vor zehn Jahren. Eine erneute Kehrtwende ist nötig. *Von Marcel Falk*

## Die Stagnation überwinden

**A**ffen mit Nadeln im Gehirn, entzündete Kaninchenaugen, Hunde hinter Gittern - in der Öffentlichkeit dominieren gruselige Bilder von Tierversuchen. Die Fotos tauchen meist in Inseraten von Tierversuchsgegnern auf. Sie bestimmen das öffentliche Bild von Tierversuchen. Aber bestimmen sie auch die öffentliche Meinung?

Stimmbürgerinnen und Stimmbürger halten Spannungen offenbar gut aus. Gerade bei Tieren. Einen Hund als Familienmitglied zu vergöttern und Koteletts zu verspeisen, empfinden wenige als Widerspruch. Diese Ambivalenz durchzieht unser gesamtes Verhältnis zum Tier. Schweizerinnen und Schweizer befürworten das «Schützen» genauso wie das «Nützen».

Dies gilt auch für Tierversuche. Die Schweizer Bevölkerung hat mehrere Initiativen abgelehnt, die ein Verbot oder eine weitgehende Einschränkung von Tierversuchen verlangten. Gleichzeitig auferlegte sie Forschenden ein strenges Prinzip: Tierversuche dürfen nur durchgeführt werden, wenn sie zwingend notwendig sind und wenn der Nutzen höher als das Leiden der Tiere ist. Das Ermessen, ob das Prinzip erfüllt ist, überlässt die Politik nicht den Forschenden. Eine kantonale Tierversuchskommission mit Tierärzten, Tierschützern und Forschenden beurteilt jeden Tierversuch einzeln.

### Mehr Forschung, mehr Tiere

Die strenge Praxis hat sich bewährt. Ein Indikator dafür ist die Tierversuchsstatistik. Seit 1983 ist die Zahl an Versuchstieren von beinahe zwei Millionen auf 662'000 zurückgegangen. Die erfreuliche Bilanz hat in den vergangenen Jahren jedoch Flecken

gekrigelt: Die Tierversuchszahlen steigen wieder. Der Wendepunkt war das Jahr 2000. Damals wurden nur 566'000 Tiere in Versuchen eingesetzt.

Mehr Tiere braucht es vor allem in der Grundlagenforschung. Da immer mehr geforscht wird, steigt die Zahl an Tierversuchen. «Wir haben ein Plateau erreicht. Einfache und direkt umsetzbare Verbesserungen sind heute realisiert. Weitere Fortschritte sind nur noch mit gezielter Forschung für die Verbesserung und den Ersatz von Tierversuchen und durch einen besseren Austausch aller Akteure zu erreichen», sagt Ingrid Kohler vom Bundesamt für Veterinärwesen. «Wir brauchen eine Plattform, um Verbesserungen bei Tierversuchen zu diskutieren, Lösungen zu entwickeln und diese zu bekannt zu machen.»

Die Stiftung Forschung 3R, die Schweizerische Gesellschaft für Versuchstierkunde und der Verein Forschung für Leben haben im November 2012 begonnen, möglichst viele Akteure in einem Netzwerk zusammenzubringen. Die erste gemeinsame Veranstaltung findet diesen November in Lausanne statt. Forschende, Tierschützer, Forschungsförderer, Behörden und Fachorganisationen werden über Themen wie Ausbildung, Kommunikation und den Aufbau eines Nationalen Forschungsprogramms für die Verbesserung und den Ersatz von Tierversuchen diskutieren.

Diese Arbeiten sollen auch den Weg in die Öffentlichkeit finden. Bereits 2010 haben sich Forschende in der «Basler Deklaration» unter anderem zu einer offensiveren Kommunikation bekannt. Dies muss nun eingelöst werden. Die Öffentlichkeit soll sich ein reales Bild von Tierversuchen in der Schweiz machen können.

### Literatur

Tierversuchsstatistik:  
tv-statistik.ch

Basler Deklaration:  
<http://www.basel-declaration.org>



# Ein Ja mit Vorbehalten

Für Erkenntnisgewinn und medizinischen Fortschritt wird Mäusen, Fischen, Würmern und Hunden Leiden zugefügt. Dieses auf das Nötige zu begrenzen ist moralische Pflicht - und liegt im Interesse der Wissenschaft. *Von Ori Schipper*

**3R:** Die Abkürzung steht für replace, reduce, refine; Tierversuche ersetzen, vermindern und verfeinern. Die 1959 erstmals von zwei englischen Wissenschaftlern aufgestellten Prinzipien decken sowohl die Entwicklung tierversuchsfreier Methoden als auch Fortschritte in der Aufzucht und Haltung von Versuchstieren ab. In der Schweiz setzt sich die Stiftung Forschung 3R (siehe Kasten) seit 25 Jahren für die Umsetzung und Verbreitung dieser Grundsätze ein. Dass diese Prinzipien so weitreichend sind, ist zwar lobenswert und sinnvoll, macht sie aber schwer fassbar.

Das ist ein Nachteil, der umso grösser ausfällt, als dass Unklarheiten bei einem ethisch heiklen und emotional aufgeladenen Thema wie den Tierversuchen schnell zu Missverständnissen führen. In der Diskussion haben es eindeutige - wenn auch oft wenig durchdachte - Positionen einfacher als differenzierte Argumente, weil Zwischentöne schwierig zu vermitteln sind und im Getöse von aufeinanderprallenden Meinungen meist untergehen.

Die 3R-Prinzipien favorisieren aber die Zwischentöne: Es geht nicht darum, Tierversuche abzuschaffen (obwohl insbesondere das erste R, replace, häufig so gedeutet wird), sondern darum, anzuerkennen, dass der Mensch einerseits von Tierversuchen profitiert, andererseits aber den Tieren dabei Leiden zufügt - und aus moralischen Gründen verpflichtet ist, dieses Leiden auf das Minimum zu begrenzen.

## Möglichst schonend

«Die 3R-Prinzipien widerspiegeln die Ja-aber-Haltung der Bevölkerung», sagt Hanno Würbel, Professor für Tierschutz an der Vetsuisse-Fakultät der Universität Bern. Wie die Abstimmungen der letzten hundert Jahre gezeigt hätten, sei eine stabile Mehrheit grundsätzlich für Tierversuche, verlange aber, dass diese möglichst schonend durchgeführt würden. «Die Unterstützung schwindet zusehends für Versuche, bei denen die Tiere stark leiden müssen», sagt Würbel.

Laut Bundesamt für Veterinärmedizin sind das die Versuche mit dem höchsten Schweregrad der Belastung der Versuchstiere. Für solche Versuche werden immer weniger Tiere verwendet, obwohl die Gesamtzahl der Versuchstiere - vor allem

wegen der gentechnisch veränderten Mäuse der Grundlagenforschung - seit einem Jahrzehnt wieder leicht ansteigt. Die Milderung des Schweregrades eines Tierversuchs fällt unter das dritte R, refine. Für Würbel ist es das wichtigste Prinzip, denn nur es hat das konkrete Leiden im Fokus: «Wenn neue tierversuchsfreie Methoden Verwendung finden, werden keine Mäuse oder Kaninchen mehr für die Tests gezüchtet. Aber die ersetzten Tiere leiden nicht weniger, weil es sie ja gar nicht gibt.» Aus Sicht der Versuchstiere sei deshalb wichtiger, dass anständig mit ihnen umgegangen wird und sie also weniger leiden müssen, als dass sie gar nicht erst zur Welt kommen.

Dass es den Versuchstieren den Umständen entsprechend möglichst gut geht, liegt aber auch im Interesse der Wissenschaft: Die Aussagekraft vieler Resultate ist stärker, wenn die Tiere nicht gestresst werden. Dabei geht es laut Würbel oft um feine Unterschiede in der Haltung der Versuchstiere, die für diese aber einen grossen Unterschied machen können. So werden Mäuse, seit die neue Tierschutzverordnung 2008 in Kraft getreten ist, nicht mehr in leeren, sondern in Käfigen mit Nistmaterial und Rückzugsmöglichkeiten gehalten, wo sie weniger Verhaltensstörungen zeigen.

## Kindern und Jugendlichen helfen

«Tierversuche müssen sinnvoll sein, also wissenschaftlich und gesellschaftlich wichtige Fragen angehen und verlässliche Antworten liefern», sagt Reto Huber. Der SNF-Förderprofessor am Kinderspital Zürich analysiert in seinem Forschungsprojekt, wie der Schlaf die Entwicklung des Gehirns beeinflusst. Viele psychiatrische Erkrankungen entstehen während der Kindheit und Adoleszenz und gehen mit gestörten Schlaf-Wach-Zyklen einher. «Wir möchten besser verstehen, was während dieser heiklen Phase im Hirn passiert», sagt Huber. Als Grundlagenforscher entwickelt er keine neuen Medikamente, hofft aber, dass seine Erkenntnisse längerfristig dazu beitragen, betroffenen Kindern und Jugendlichen zu helfen.

Der Ausgangspunkt von Hubers Projekt ist die Feststellung, dass der Schlaf für gewisse Aspekte des Lernens wichtig ist. «Wieso brauchen Kinder mehr Schlaf und sind lernfähiger als Erwachsene?» Tatsächlich wachsen Dauer und Intensität des Tiefschlafs - der wichtigsten Phase des





«Gesteigerte Abwehrreaktionen, Beissen, gesträubtes Fell, gekrümmter Rücken, Augen bei Flüssigkeitsverlust eingesunken, Bauchdecken schlaff oder «aufgezogen», Dehydratation, Gewichtsverluste.» *Hauptmerkmale für Schmerzen, Leiden und Schäden bei Mäusen gemäss den Belastungskategorien des Bundesamts für Veterinärwesen (Information 1.05, S. 10). Gefärbte Aufnahme eine Mauszunge im Rasterelektronenmikroskop.* Bild: Susumu Nishinaga/Keystone/Science Photo Library



Schlafs - während der Kindheit, erreichen ihren Höhepunkt während der Pubertät und gehen dann im Erwachsenenalter allmählich verloren.

Während des Tiefschlafs treten im Hirn selbst erzeugte elektrische Ströme auf. Diese langsamen Hirnstromwellen spannen in der Kindheit eine Amplitude von 1000 Mikrovolt, bei Erwachsenen nur noch 100 Mikrovolt. «Diese Wellen spielen beim Aufräumen des Gehirns während des Schlafs eine Rolle», sagt Huber. Im Wachzustand nimmt unser Bewusstsein zunehmend mehr Informationen auf. So steigt die Erregbarkeit der neuronalen Schaltkreise, je länger wir wach sind. Der Tiefschlaf reorganisiert das wilde Funken der Nervenzellen im Hirn, indem er die Erregbarkeit aller Schaltkreise reduziert. Dabei sinken viele ins Vergessen. Dadurch gewinnen die stärksten Schaltkreise an Bedeutung, ob-

## «Am Wichtigsten ist der anständige Umgang mit den Versuchstieren.»

Hanno Würbel

wohl auch sie einen Teil ihrer Erregbarkeit verlieren. So verfestigt sich laut Huber Erlerntes im Schlaf.

Hubers Team untersucht Kinder im Schlaflabor, setzt aber auch auf Versuche mit Ratten, weil die gängigen Tierversuchersatz-Methoden - etwa Experimente mit Zellkulturen oder Computersimulationen - bei so komplexen Fragestellungen nicht sinnvoll eingesetzt werden können. Auch bei Ratten steigen Dauer und Intensität der Schlafphase mit den langsamen Hirnstromwellen bis kurz vor dem Erreichen der Geschlechtsreife an. «Bei Ratten können wir zwar von Pubertät, aber nicht von Adoleszenz sprechen. Die unterschiedlichen Begriffe sind wichtig, sie zeigen die Grenzen der Vergleichbarkeit von Tier und Mensch auf», sagt Huber.

Während die Entwicklungskurve des Schlafs beim Menschen über 20 Jahre dauert, nimmt der Tiefschlaf bei der Ratte während eines Monats zu und wieder ab. Wegen dieses kurzen Zeitfensters greift Huber auf Ratten zurück. Und wegen der Möglichkeit, die Qualität des Tiefschlafs experimentell zu manipulieren, um die kausalen Zusammenhänge hinter den Parallelen, die er beobachtet, zu entschlüsseln.

Schon während seiner Doktorarbeit vor 15 Jahren habe er die 3R-Prinzipien verinnerlicht, sagt Huber. Es wäre ihm schon damals nicht in den Sinn gekommen, mehr Tiere zu untersuchen als nötig. Generell sinkt dieses notwendige Minimum dank methodischer Verbesserungen. Heute werden im Schnitt nur halb so viele Mäuse pro Versuch verwendet wie vor 15 Jahren, wie die Zahlen der Schweizer Tierversuchstatistik zeigen.

### Hinter den Ohren kraulen

Auch bei der Tierhaltung hat Huber seit je auf einen respektvollen Umgang mit den Ratten geachtet. So sind zum Beispiel tägliche Kontakte, etwa wenn er die Ratten aus dem Käfig nimmt und hinter den Ohren krault - wie das Ratten untereinander tun -, ein wichtiger Bestandteil eines Versuchs. «Das ist aus zwei Gründen wichtig: Erstens empfindet die Ratte weniger Stress, und zweitens sind die Versuche so einfacher durchzuführen und liefern zuverlässigere Resultate.»

Die 3R-Grundsätze hätten sich nicht verändert, nur die Methoden, sagt Huber. Neben kontinuierlichen Fortschritten in der Tierhaltung - angewandt werden immer die neusten Erkenntnisse zur artgerechten Behandlung - beobachtet Huber, dass der Aufwand für Bewilligungsverfahren deutlich gestiegen ist. Die Anforderungen an Gesuche haben generell zugenommen, sowohl für die Untersuchungen an unmündigen Kindern als auch für Tierversuche. «Das ist gut so, denn sowohl die Würde des Menschen als auch die der Tiere verdienen den höchstmöglichen Respekt», sagt Huber.

Und was geht ihm durch den Kopf, wenn er die Ratten am Schluss des Versuchs tötet? «Das ist nicht einfach, doch es gehört zur Forschung, weil wir das Gehirn nach dem Tod biochemisch untersuchen. Für mich stimmt das. Andere können das nicht, und diese Haltung respektiere ich. Das muss jeder für sich selbst klären.»

### Stiftung Forschung 3R

Die Stiftung Forschung 3R fördert Projekte zur Verbesserung der Tierversuchspraxis. Darunter fällt die Erkundung neuer Methoden - etwa Computersimulationen oder Zellkulturen als Tierversuchersatz - genauso wie die Weiterentwicklung bekannter Methoden. Mit bescheidenen Mitteln hat die Stiftung in 25 Jahren 130 Projekte unterstützt, die gute Resultate erzielt hätten, sagt Ernst Hunziker, wissenschaftlicher Leiter der Stiftung. Oft entstünden Verbesserungen auch als Nebenprodukt in Forschungsprojekten, die ganz andere Forschungsziele verfolgten. Allerdings: «Die momentan verfügbaren Mittel reichen nicht aus, um alle guten Ideen zu unterstützen, die der Stiftung unterbreitet werden», sagt Hunziker. Die Stiftung hat deshalb letztes Jahr angeregt, ein 3R-Netzwerk ins Leben zu rufen, das die verschiedenen Kräfte bündeln soll, um eine grössere Breitenwirkung zu erzielen.



«Schreien (kann nur Abwehrreaktion und muss keine Schmerzäusserung darstellen)» Einzelmerkmal für Schmerzen, Leiden und Schäden bei Schweinen gemäss den Belastungskategorien des Bundesamts für Veterinärwesen (Information 1.05, S. 18). Bild: Valérie Chételat





«Das Gesetz gilt für Wirbeltiere.» Schweizer Tierschutzgesetz, Art. 2. Die Erdwürmer und andere Wirbellose sind davon ausgenommen. Bild: Valérie Chételat





# Und wenn Spinnen Schmerzen empfinden?

Weil Tiere als leidensfähig gelten, werden Tierversuche reglementiert und ethisch reflektiert. Das Ausmass des Leidens zu bestimmen ist indes schwierig. *Von Urs Hafner*

In seinem Buch «Das Tier, das ich also bin» (2010 auf Deutsch erschienen) schildert der 2004 verstorbene Philosoph Jacques Derrida eine irritierende Erfahrung: Wenn er sich morgens im Bad wasche, schäme er sich jeweils, wenn seine Katze ihn in seiner Nacktheit anschau. Er schäme sich vor dem insistierenden, wohlwollenden, erbarmungslosen, erstaunten Blick der Katze auf sein Geschlecht, und zugleich schäme er sich dafür, dass er sich schäme. - Ist nicht der Mensch dem Tier, der stummen Kreatur, die er besiegt und domestiziert hat, haushoch überlegen?

Mit Tierversuchen gewinnen die Menschen neues Wissen über den menschlichen Organismus, das die Heilung von Krankheiten ermöglicht. Weil man davon ausgeht, dass Tiere, vor allem die Wirbeltiere, Schmerzen empfinden können, werden Tierversuche rechtlich reglementiert und ethisch reflektiert. Die schweizerische Bundesverfassung spricht von der Würde der Tiere (wie auch der Pflanzen und Menschen), die zu respektieren sei. Das Tierschutzgesetz hält fest, dass man einem Tier kein Leiden zufügen oder es verängstigen dürfe; Tierversuche seien auf das unerlässliche Mass zu beschränken und bedürften einer behördlichen Bewilligung. Die Ethikkommission für Tierversuche der Akademien Schweiz empfiehlt, Tiere, die wegen eines Versuchs schwer litten, so rasch wie möglich und schmerzfrei zu töten.

Mäuse und Ratten sind die in Versuchen am häufigsten benutzten Wirbeltiere. Auf-

grund ihrer Physiologie eignen sie sich gut für die Forschung. Zugleich gelten sie den Menschen traditionell als Schädlinge. Dies dürfte die Hemmschwelle senken, ihnen weh zu tun. In der Öffentlichkeit besonders umstritten sind dagegen Versuche mit Primaten. Sie werden von den Menschen als nahe Verwandte akzeptiert; weil sie den Menschen ähnlich seien und fast so intelligent wie diese, müsse man sie schützen. Ganz anders die Insekten: Die primitiven Reiz-Reaktions-Apparate scheinen unendlich weniger komplex zu sein als die Säugetiere. Wohl deshalb sind Versuche mit wirbellosen Tieren nicht bewilligungspflichtig (ausser gewisse Experimente mit Kopffüssern und Zehnfusskrebse).

Doch auch Fruchtfliegen, die millionenfach benutzt werden, verfügen über neuronale Strukturen und eine Art Innenleben. Neurobiologen und Philosophinnen äusserten kürzlich im französischen Wissenschaftsmagazin «Science et Vie» (Januar 2013) die Vermutung, dass auch wirbellose Tiere leiden könnten. Vielleicht empfinden zum Beispiel Spinnen sogar grössere Schmerzen als die Menschen, weil ihnen die kognitiven Mittel fehlten, ihr Leiden in seiner zeitlichen Begrenztheit zu relativieren.

## Irreversibel beeinträchtigt

Das Bundesamt für Veterinärwesen hat die Tierversuche in vier Schweregrade eingeteilt. Dies soll den kantonalen Behörden, welche die Versuche prüfen und allenfalls bewilligen, die dabei vorzunehmende Güterabwägung erleichtern: zwischen dem Erkenntnisgewinn für den Menschen einerseits und der Belastung des Tiers andererseits. Versuche des Schweregrads null bedürfen keiner Bewilligung, weil den Tieren dabei keine Schmerzen zugefügt werden und sie keine Ängste empfinden. Eines natürlichen Todes dürften sie allerdings nach den Experimenten kaum sterben. Versuche der Schweregrade eins bis drei dagegen müssen bewilligt werden, weil sie «Schmerzen, Schäden und Leiden» verursachen können.

Der Schweregrad drei kann bei den betroffenen Tieren, so die Definition, zu grossen Schmerzen führen und ebensolche Ängste hervorrufen, sie andauernd leiden machen und ihr Befinden irreversibel beeinträchtigen. Beispiele dafür sind etwa



«Tiere haben Anspruch auf Respektierung ihrer Würde und damit namentlich auf die Achtung ihrer artspezifischen Eigenschaften, Bedürfnisse und Verhaltensweisen.» *Ethische Grundsätze und Richtlinien für Tierversuche der SAMW und der SCNAT, S. 2. Die für Tierversuche am meisten benutzten Tiere sind die Fruchtfliegen. Sie werden statistisch nicht erfasst. Ihre Beine sind hochkomplex.*

Bild: Cheryl Power/Keystone/Science Photo Library





das Fixieren von Ratten mit dem Ziel, Geschwüre entstehen zu lassen, das Erzeugen einer Magenfistel bei Hunden, die Lähmung des tierischen Bewegungsapparats durch Implantate, die Bestrahlung des Körpers mit einer tödlichen Dosis, das Auflösen tödlicher Infektionen.

### Pionier Albrecht von Haller

Weil Tiere und Menschen sich nicht verbal verständigen können, sind Letztere darauf angewiesen, das Leiden der Tiere aus deren Verhalten abzulesen. Das Bundesamt für Veterinärmedizin hat daher für Fachleute, die Tierversuche durchführen, eine Liste zusammengestellt, die für die benutzten Tierarten detailliert Hinweise auflistet, die auf deren Unwohlsein schliessen lassen. Als Beispiele werden etwa Dehydration, Gewichtsverlust, Selbstbeschädigung, Schmerzlaut, aggressives Verhalten, Schreckstarre, matte und tränende Augen genannt.

Im Jahr 2011 waren in der Schweiz 662'128 Tiere Gegenstand eines Tierversuchs, darunter 402'565 Mäuse, 115'986 Ratten, 37'360 Fische, 68'395 Vögel, 5509 Amphibien und Reptilien, 4285 Hunde, 4044 Schweine, 3504 Meerschweinchen, 281 Primaten. Nicht aufgelistet sind die Insekten; das wohl am häufigsten benutzte Versuchstier überhaupt ist die Drosophila. 42 Prozent der durchgeführten Tierversuche wurden dem Schweregrad null zugeteilt, 37 Prozent dem Grad eins, 19 Prozent dem Grad zwei und zwei Prozent dem Grad drei. 13'807 Tiere erlitten laut Definition grosses Leid, bevor sie getötet wurden.

Der erste Wissenschaftler, der in grosser Zahl Tierversuche durchführte, war der Berner Universalgelehrte Albrecht von Haller. Er stellte in der Mitte des 18. Jahrhunderts die Physiologie auf eine empirische Grundlage. Gemäss dem cartesianischen Paradigma galt der Körper als eine passive mechanische Pumpe, dessen Aktivität von der Seele ausging. Haller dagegen wies nach, dass der Organismus aktive und reaktive Eigenschaften besitzt. Zu diesem Zweck nahm er Experimente an lebenden, auch trächtigen Hunden und Katzen vor. Er schnitt einzelne Körperteile auf, ohne die festgebundenen Tiere zu betäuben, und reizte die freigelegten Muskeln, Sehnen und Nerven. Haller notierte, dass ihm die Grausamkeiten verhasst, diese aber wegen ihres Nutzens für den Menschen gerechtfertigt seien.

An der ETH Zürich ist kürzlich die neue Labortieranlage fertig gestellt worden, wie der Zürcher «Tages-Anzeiger» im April 2013 berichtete. Hermetisch von der Aussenwelt abgeschirmt, damit die Tiere nicht wegen eingeschleppter Keime krank werden, was die Resultate der wissenschaftlichen Arbeit unbrauchbar machte, bietet die Anlage drei Stockwerke unter dem Boden Platz für 40'000 Mäuse. Sie werden, wie fast alle Versuchstiere, eigens zu diesem Zweck gezüchtet. Die Wissenschaftler sprechen oft vom «Tiermodell»; damit sind etwa Mäuse gemeint, die krankgezüchtet worden sind. Die Tiere verbringen ihr Leben in durchsichtigen, aufeinander gestapelten Plastik Käfigen, in denen sie ein Häuschen, Einstreu und ein Papiertuch vorfinden, aus dem sie ein Nest bauen können. Mit Tageslicht, frischer Luft, Regen und Erde kommen sie nicht in Kontakt. Werden sie nur beobachtet oder wird ihnen Blut entnommen, fällt ihre Behandlung unter den Schweregrad null. Gemäss Definitionsschema des Bundesamts für Veterinärwesen empfinden die Tiere in der Anlage also keine Ängste.

### «Can they suffer?»

Der englische Jurist Jeremy Bentham, einer der Begründer der Tierrechte, kam Ende des 18. Jahrhunderts zum Schluss, die entscheidende Frage sei nicht, ob Tiere denken oder sprechen, sondern ob sie leiden könnten. Jacques Derrida hat die Frage zum Anlass genommen, das Verhältnis der Menschen zu den Tieren zu überdenken. Dass Tiere leiden, Schmerz empfinden, von Angst, Grauen und Panik ergriffen werden könnten, sei nicht zu leugnen. Und ebenso unleugbar sei die Möglichkeit, dass die Menschen mit den Tieren mitleiden könnten, schreibt er in «Das Tier, das ich also bin». Die Tiere blickten uns an, nackt stünden wir vor ihnen.

Seit den 1970er Jahren ist die Anzahl der Tierversuche stark gesunken, und heute sind sie mit strengeren Auflagen verbunden. Das ändert indes für die betroffenen Tiere nichts daran, dass sie nach wie vor gegen ihr Wollen für die Menschen leiden. Hätten sie die Wahl, würden sie kaum partizipieren, trotz der Rücksicht des Wissenschaftlers, der Festschreibung der Würde des Tiers in der Verfassung, der skrupulösen Definition der Leidensstufen.



# Gewebe aus dem Drucker

Die meisten Medikamente und Chemikalien werden mit Tierversuchen auf ihre Gefährlichkeit getestet. Nachbildungen von Körpergeweben im Reagenzglas könnten eine Alternative sein. Von Simon Koechlin

**E**in Drucker, der Fleisch und Blut ausspuckt? Dieses Prinzip könnte in Zukunft Tausenden von Laborratten das Leben retten. Das Zauberwort heisst «Bioprinting». Medizinische Druckmaschinen schleudern bei diesem Vorgang nicht Farbpartikel aus, sondern eine Art Tinte, die mit lebenden Zellen versehen ist. Die Methode ist bereits Wirklichkeit: Biodrucker werden heute von spezialisierten Biotechfirmen zum Verkauf angeboten. Und Forscher in der ganzen Welt versuchen, damit auf einer festen Unterlage Schicht für Schicht menschliche Gewebe zu «drucken».

Eine dieser Forschenden ist Barbara Rothen-Rutishauser vom Adolphe-Merkle-Institut der Universität Freiburg. Sie arbeitet gemeinsam mit dem Biotechunternehmen regenHU an einem dreidimensionalen Modell der Lunge. Sie ist die Eingangspforte für eine Vielzahl von Fremdstoffen wie Bakterien, Asche, Abgaspartikel oder Pollen. Die Partikel können Entzündungen

hervorrufen, einige durchdringen sogar die Luft-Blut-Schranke und werden vom Blutstrom in andere Organe wie die Leber und die Niere geschwemmt. «Über diese Risiken weiss man noch sehr wenig», sagt Rothen-Rutishauser. Zudem werden immer wieder neue Inhalationsmedikamente entwickelt - auch dafür braucht es Risikoforschung.

Wie gefährlich eingeatmete Teilchen sind, wird heute meist mit Tierversuchen getestet. Doch der Verbrauch von Versuchstieren stösst zunehmend auf Kritik. Zudem sind Tierversuche aufwendig und ist es nicht immer klar, wie nahe sie der Wirklichkeit im menschlichen Körper kommen. Rothen-Rutishauser plant deshalb, ein dreidimensionales Lungengewebe zu bauen, an dem sich verschiedene toxikologische Tests durchführen lassen. Ein erstes Ziel: Ein Biodrucker soll drei bis vier verschiedene Zelltypen aufeinander drucken. Zwar entsteht damit keine echte Lunge. «Die Lunge besteht aus rund 40 verschiedenen Zelltypen, und unser Modell hat keinen Blut- und Lymphfluss», sagt die Forscherin. Doch die 3D-Modelle sind ein grosser Fortschritt gegenüber bisherigen Modellen, die nur aus einer Zellschicht bestehen. Zudem braucht es nicht für alle Fragestellungen ein genaues Abbild der Lunge.

### 3D-Modell einer gesunden Haut

Ursula Graf-Hausner von der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften nutzt das «Biodruck»-Prinzip, um unser grösstes Organ nachzuahmen: die Haut. Ebenfalls in Zusammenarbeit mit regenHU arbeitet die Forscherin am 3D-Modell einer normalen, gesunden Haut, das der Untersuchung kosmetischer Wirkstoffe dienen soll. Das Bedürfnis nach einem solchen Modell ist gross, denn seit dem 1. März dieses Jahres ist es europaweit verboten, Kosmetika mit Tierversuchen zu testen. In Graf-Hausners Labor entstehen verschiedene Hauttypen: So hat die Forscherin ein Modell entwickelt, das die Haut von Diabetikern simuliert. Diabetes kann zu Hautveränderungen führen, etwa zum Austrocknen der Gewebe. An der künstlichen Haut wurde getestet, ob Pflanzenextrakte die Symptome der diabetischen Haut mildern. Aktuell arbeitet Graf-Hausner an einem dreidimensionalen Hautallergiemodell, mit dem Substanzen auf ihr allergenes Potenzial untersucht werden sollen.

In Petrischalen eine künstliche Plazentabarriere herstellen möchte Peter Wick an der Empa in St. Gallen. Einerseits ver-

sorgt der Mutterleib den Embryo über die Plazenta mit Nährstoffen, andererseits dient die Plazenta - wie das Lungengewebe und die Haut - als Barriere. «Nanoteilchen oder andere Fremdstoffe können diesen Schutzschild durchdringen und dem Embryo Schaden zufügen», sagt Wick. Wie aber finden die Teilchen ihren Weg durch die Plazentabarriere?

Diese Frage möchte Wick mit seinem künstlichen Gewebe klären. Zwar gibt es die Möglichkeit, intakte Plazentas zu verwenden, die Mütter nach der Geburt der

**«Es ist schwierig, Forschungsgelder für Tierversuchsalternativen zu erhalten.»**

Barbara Rothen-Rutishauser

Forschung gespendet haben. Doch die Arbeit mit diesen Ganz-Organ-Modellen ist äusserst aufwendig. Versuche mit der Plazenta von Tieren würden wenig bringen, sagt Wick, denn das Gewebe sei beim Menschen anders aufgebaut als etwa bei Nagetieren. Deshalb wäre ein Gewebemodell von grösster Wichtigkeit. Es könnte nicht nur der Risikoabschätzung dienen, sondern auch Konzepte für neue Medikamente entwickeln helfen: Präparate, die Schwangere therapieren, aber ihre ungeborenen Kinder nicht belasten, weil sie sie die Plazentabarriere nicht durchdringen.

### Entscheide mit Signalwirkung

Damit die Gewebemodelle wirklich benutzt werden, müssen sie nicht nur von der Forschergemeinde, sondern auch von den politischen Behörden anerkannt werden. «Es ist schwierig, Forschungsgelder für Tierversuchsalternativen zu erhalten», sagt Barbara Rothen-Rutishauser. «Und solange keine entscheidende Stelle sagt: «Benutzt das Modell von Frau Rothen-Rutishauser», wird es sich nicht durchsetzen.» Deshalb seien politische Entscheide wie das europaweite Verbot von Tierversuchen für Kosmetika wichtig. Sie können jene Signalwirkung haben, welche die Forschung an Tierversuchsalternativen dringend benötigt.