

## REDUZIERUNG DER ANZAHL DER FORSCHUNGSTIERE: WIE BILDGEBENDE VERFAHREN HELFEN KÖNNEN

Jordi L. Tremoleda<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Neurowissenschaften, Chirurgie und Trauma, Blizard Institut, Königin Mary Universität London, London, Vereinigtes Königreich

<sup>2</sup>Biologische Dienste, Königin Mary Universität London, London, Vereinigtes Königreich

JUNGE  
GUTACHTER\*INNEN:



INTER-  
NATIONAL  
SCHOOL  
OF  
LAUSANNE

ALTER: 11–12

Auch dann wenn keine tierversuchsfreien Alternativen für wissenschaftliche Experimente zur Verfügung stehen, ist der Einsatz von Versuchstieren immer noch eine schwierige Entscheidung. Um mehr ethische Tierforschung zu fördern, müssen Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen dem 3R-Prinzip folgen. Die Reduzierung ist eines der 3R-Prinzipien – es geht darum, die Anzahl der verwendeten Tiere auf ein Minimum zu beschränken, indem man Informationen von weniger Tieren erhält oder mehr Informationen von der gleichen Anzahl von Tieren erhält. Bildgebungsverfahren ermöglichen es Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen, in die Körper lebender Tiere zu sehen, ohne sie zu schädigen, sodass die Tiere nicht getötet werden müssen, um ihre Organe untersuchen zu können. Mithilfe von Bildgebungsverfahren können Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen Krankheiten und Reaktionen auf Behandlungen untersuchen. Tiere können in Langzeitstudien

mehrfach untersucht werden, sodass Bildgebungsverfahren das Wohlbefinden der Tiere schützen, indem sie die Anzahl der in der Forschung verwendeten Tiere reduzieren.

## FORSCHUNG IST NOTWENDIG

Unsere Welt steht weiterhin vor der Herausforderung der Behandlung verheerender Krankheiten, wie die gesundheitlichen Notfälle, die mit der Covid-19-Pandemie einhergehen, nur zu gut zeigen. Das Wissen um die Körperfunktionen von Menschen und Tieren ist für Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen entscheidend, denn es hilft ihnen, neue Behandlungsmethoden für Krankheiten von Tieren und Menschen zu finden. Der Einsatz von Tieren in der Forschung war von entscheidender Bedeutung für wichtige medizinische Durchbrüche, wie die Entdeckung von Impfstoffen und Antibiotika, die gefährliche Infektionen verhindern und behandeln können. Die Versuchstiere haben auch unser Verständnis der Genetik und unser Wissen über die Regeneration [1]<sup>1</sup> der Körperzellen vorangebracht.

<sup>1</sup> <https://www.animalresearch.info/en/medical-advances/medical-discovery-timeline/>

Tiere sind jedoch lebende, fühlende Wesen, die Schmerz und Leid empfinden können, sodass es eine schwierige Entscheidung ist, sie für die Forschung zu nutzen und immer absolut notwendig und ethisch vertretbar sein muss. Die meisten nationalen und internationalen Gesetze regeln die Pflege und schützen das Wohlergehen von Versuchstieren, sowohl im Sinne des Tierwohls, als auch um höchste Qualität für wissenschaftliche Erkenntnis zu gewährleisten. Vor mehr als 60 Jahren haben zwei englische Biologen, Russel und Burch, das **3R-Prinzip** zur Durchführung humaner Tierforschung [2] eingeführt. Das 3R-Prinzip beinhaltet den Ersatz von Tieren durch alternative Methoden, wenn möglich, die Reduzierung der Anzahl der in Forschungsstudien verwendeten Tiere und die Verbesserung von Versuchsmethoden und Haltungsbedingungen, um das Leiden von Labortieren zu minimieren.

### 3R-PRINZIP

Wissenschaftliche Grundsätze, die Tierversuche ersetzen, reduzieren und verfeinern, helfen um eine humane und fürsorgliche Tierforschung zu gewährleisten.

## WARUM SETZEN WIR IN DER FORSCHUNG IMMER NOCH TIERE EIN?

Trotz großer Fortschritte bei der Verwendung nicht-tierischer Alternativen (z. B. Verwendung von menschlichen Proben oder Computermodellen) gibt es Umstände, in denen Tierstudien unvermeidlich sind – etwa bei der Erforschung einer Krankheit oder beim Testen eines neuen Arzneimittels. Neue Medikamente am Menschen zu testen, ist ethisch nicht vertretbar und bisher gibt es keine Alternativen zu Tieren, die die komplexen, interagierenden Teile eines lebenden Körpers replizieren können (zum Beispiel die Auswirkungen des Herzschlags und des unter der Steuerung des Gehirns zirkulierenden Blutes). Die Forscher und Forscherinnen

tragen eine rechtliche und ethische Verantwortung dafür, dass die von ihnen untersuchten Behandlungen sicher bei Menschen oder Tieren angewendet werden können, für die sie entwickelt wurden. Es besteht weiterhin ein dringender Bedarf an besseren Medikamenten und Impfstoffen, um lebensbedrohliche Krankheiten wie Krebs, Hirnleistungsstörungen oder Pandemien wie Covid-19 zu behandeln.

Mäuse sind die am häufigsten in der Forschung eingesetzten Tiere. Obwohl viel kleiner als Menschen, haben Mäuse sehr ähnliche Körperfunktionen und zu 95% die gleichen Gene. Das bedeutet, dass die Art und Weise, wie ein Mausekörper funktioniert und auf Medikamente anspricht, oft sehr ähnlich ist wie beim Menschen. Daher kann die Verwendung von Mäusen in der Forschung eine sehr informative Art für Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen sein, eine Krankheit und wie der Mensch auf eine Behandlung ansprechen könnte zu verstehen. In jüngerer Zeit nutzen Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen zunehmend Fische, Fliegen oder Würmer, um Körperfunktionen und neue Medikamentenbehandlungen zu untersuchen, aber die Unterschiede in der Anatomie und Körperfunktion zwischen diesen Tieren und Menschen sind teilweise sehr gross, sodass es Grenzen bei der Aussagekraft dieser Experimente gibt.

## SPRECHEN WIR ÜBER DAS 3R-PRINZIP: WARUM IST REDUZIERUNG ERFORDERLICH?

Die 3R-Prinzipien sind Leitlinien für alle Forschungsbereiche, in denen Tiere verwendet werden, zur Förderung des Tierwohls und um höchste Qualität für wissenschaftliche Erkenntnis zu gewährleisten. Da Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen menschliche Krankheiten besser verstehen, indem sie Patienten und Patientinnen untersuchen und mit alternativen Tests arbeiten, werden diese Ansätze dazu beitragen, den Einsatz von Tieren in der Forschung zu *ersetzen*. In anderen Fällen jedoch, z. B. während der Endphase der Prüfung der Sicherheit neuer Arzneimittel bei komplexen Krankheiten wie Krebs oder Hirnleistungsstörungen, müssen Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen möglicherweise immer noch Tiere einsetzen. Bei Studien, die den Einsatz von Tieren erfordern, müssen die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen die Grundsätze der *Reduzierung* und *Verfeinerung* befolgen, um die Zahl der verwendeten Tiere zu reduzieren und sicherzustellen, dass eine Schädigung der Tiere vermieden oder zumindest minimiert wird.

**Reduzierung** zielt darauf ab, möglichst wenige Tiere zu verwenden, indem Informationen von weniger Tieren oder eine größere Menge an Informationen von derselben Anzahl von Tieren gewonnen wird. Bei der Planung einer Forschungsstudie zur Erprobung eines neuen Arzneimittels sollten Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen

### REDUZIERUNG

Eines der 3R-Prinzipien, dass die Verwendung einer möglichst geringen Anzahl von Tieren bei gleichzeitigem Erhalt wertvoller Forschungsinformationen fördert.

## BILDGEBUNGSVERFAHREN

Erstellen von Bildern des Inneren eines lebenden Körpers zu Analyse Zwecken. Dazu gehören Techniken wie Röntgen und Ultraschall.

### Abbildung 1

Während des Bildgebungsverfahrens wird das Tier narkotisiert, sodass es sich nicht bewegt und nicht leidet. Bildgebungsverfahren helfen uns, direkt in den Körper des Tieres zu schauen, zum Beispiel indem wir das Skelett oder innere Organe wie das Herz betrachten, ohne dem Tier Schaden zuzufügen. Sobald das bildgebende Verfahren abgeschlossen ist, wird das Tier genau überwacht, während es sich von der Narkose erholt und dann zurück zu den anderen Tieren gebracht wird. Die meisten Bildgebungsverfahren dauern etwa 15-30 Minuten und die Tiere erholen sich nach einer kurzen Narkose gut.

einplanen, wie viele Tiere benötigt werden. Diese Zahl umfasst die Tiere, die zum Testen des neuen Arzneimittels verwendet werden, sowie eine Gruppe von Tieren, die unter gleichen Bedingungen leben, aber das Arzneimittel nicht erhalten, die sogenannte Kontrollgruppe. Der Wissenschaftler bzw. die Wissenschaftlerin muss auch überlegen, wie oft die Tiere getestet oder untersucht werden müssen. Zum Beispiel können Tiere ein Medikament erhalten, das ihre Herzfunktion verändert, sodass der Wissenschaftler bzw. die Wissenschaftlerin ihre Herzfrequenz alle paar Stunden, Tage oder Wochen überprüfen muss, um die Wirkungen des Medikaments zu untersuchen. Aber der Wissenschaftler bzw. die Wissenschaftlerin muss vielleicht auch das Herz direkt untersuchen, was nur möglich ist, nachdem das Tier auf humane Weise getötet wurde. Das heißt, wenn der Wissenschaftler bzw. die Wissenschaftlerin Tiere zu verschiedenen Zeitpunkten untersuchen will, müssten viele Tiere getötet werden. Um zu vermeiden, dass viele Tiere getötet werden, wäre es ideal, Gewebe und Organe eines lebenden Tieres bildlich darstellen zu können, ohne es zu schädigen. Die Visualisierung der inneren Strukturen eines lebenden Tieres würde es Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen ermöglichen, zu untersuchen, wie das Gewebe des Tieres während einer Krankheit betroffen ist und ob sich etwaige Gewebeschäden mit neuen Medikamenten verhindern lassen. **Bildgebungsverfahren** ermöglichen es Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen genau dies zu tun – in den Körper eines Tieres zu schauen, während es lebt, ohne ihm Schaden zuzufügen, damit die Organe und Funktionen des Tieres untersucht werden können (**Abbildung 1**).

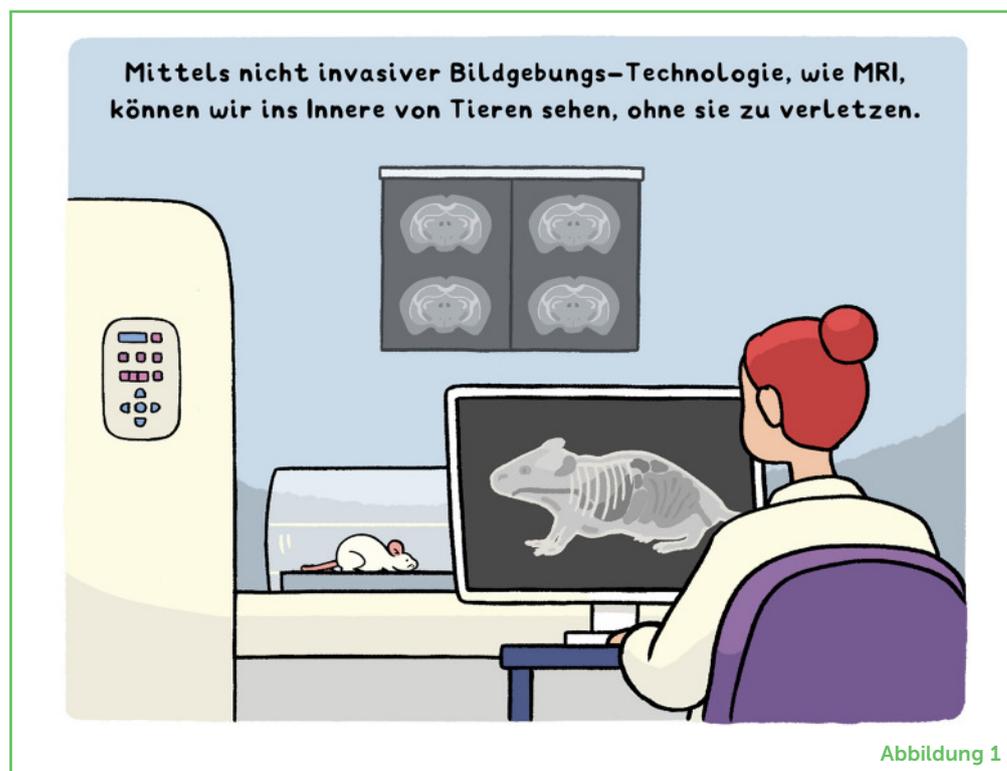


Abbildung 1

## BILDGEBUNGSVERFAHREN ZUR REDUZIERUNG DER VERWENDUNG VON LABORTIEREN

Mit nicht schädlichen bildgebenden Verfahren wie Röntgenstrahlen oder Ultraschall können Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen die Skelette lebender Tiere darstellen, ihre Herzen schlagen sehen oder ihre Gehirnfunktion beobachten. Bildgebungsverfahren helfen Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen somit zu untersuchen, wie der Körper von Tieren von Krankheiten betroffen ist und wie sie auf Behandlungen in Echtzeit reagieren, ohne dass sie Schaden nehmen oder getötet werden müssen [3].

### NARKOSE

Betrifft die Verwendung von Arzneimitteln, um sicherzustellen, dass das Tier während des bildgebenden Verfahrens bewusstlos und schmerzfrei ist.

Bildgebung wird in der Tierforschung in großem Umfang eingesetzt, wobei Geräte verwendet werden, die denen für Menschen ähneln, aber an die kleinere Größe von Mäusen, Ratten oder Fischen angepasst sind. Im Gegensatz zu Menschen werden Tiere in der Regel mit Betäubungsmitteln unter **Narkose** gesetzt, sodass sie sich nicht bewegen oder in Panik geraten, wenn sie in einer ungewohnten Umgebung einer Untersuchung unterzogen werden. Bildgebungsverfahren erlauben es Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen, Größe und Form der Organe eines Tieres zu untersuchen, um beispielsweise Tumorwachstum oder Knochenbrüche zu erkennen. Mit dieser Technologie kann auch untersucht werden, wie Organe funktionieren, zum Beispiel der Herzschlag eines Tieres oder wie sich das Blut durch die Blutgefäße bewegt, um Sauerstoff durch den Körper zu transportieren. Wichtig ist, dass Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen auch sehen können, wie die Zellen und das Gewebe eines Tieres auf Entzündungen oder Verletzungen reagieren (was die Widerstandsfähigkeit und das Überleben beeinflussen kann), indem sie messen, wie viel Sauerstoff oder Energie diese Zellen oder Gewebe verbrauchen.

Die Fähigkeit, sich ein Bild von der Struktur und Funktion der inneren Organe zu machen, hilft Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen, detailliertere Informationen von einem einzigen Tier zu erhalten, was die Qualität der Forschungsstudien erheblich verbessert. Bildgebung hilft Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen auch, Tierkörper zu verstehen und jegliche Anzeichen von Unbehagen zu erkennen, sodass sie schnell reagieren können, um Tieren eine bessere Versorgung zu bieten. Dies trägt zur Verbesserung des Tierwohls bei ([Abbildung 2](#)).

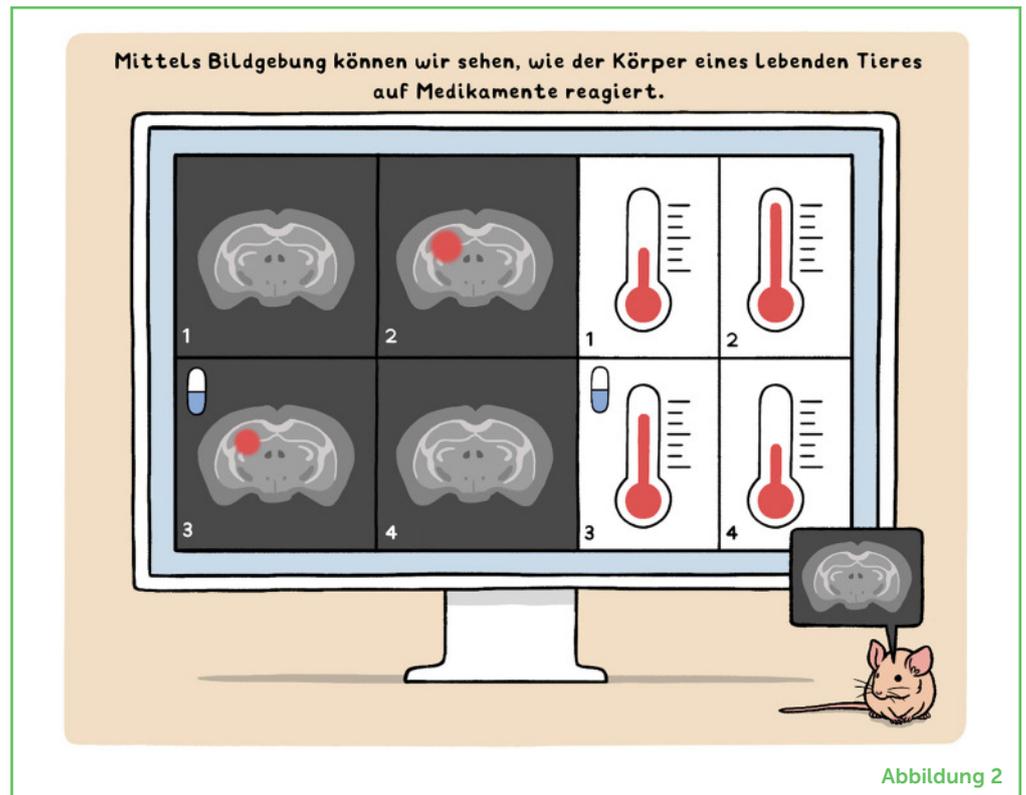
## FUNKTIONSWEISE DER BILDGEBUNGSVERFAHREN

Es gibt verschiedene bildgebende Verfahren, die üblicherweise für Labortiere verwendet werden ([Abbildung 3](#)) [3, 4].

Eine der am häufigsten verwendeten Methoden ist die Computertomographie (CT-Scans), die 3D-Röntgenbilder von

## Abbildung 2

Bildgebung hilft uns zu sehen, wie innere Organe sich verändern, wenn die Tiere wachsen oder mit einem Medikament behandelt werden. Zum Beispiel können Tiere sich unwohl fühlen mit Fieber bzw. erhöhter Temperatur, die auch Entzündungen in Organen wie dem Gehirn verursachen können. Dann können wir die Körpertemperatur des Tieres messen und durch das Betrachten der Bilder sehen, wie verschiedene Körperteile beeinflusst werden. Wir könnten beispielsweise sehen, welche Wirkung Fieber auf das Gehirn hat und wie Gehirnentzündungen bei Tieren mit Medikamenten behandelt werden könnten. Auf diese Weise hilft uns die Bildgebung zu sehen, wie unser Körper und Gewebe von einer Krankheit betroffen ist und wie Medikamente helfen, erkrankte Organe zu heilen. Und wir können dies an einem lebenden Tier tun, in Echtzeit und zu verschiedenen Zeiten – was bedeutet, dass wir viele Informationen von einem einzelnen Tier erhalten können, ohne dass andere Tiere getötet und deren Organe entnommen werden müssten. Dadurch wird die Anzahl der für unsere Studien benötigten Tiere reduziert.



festen Geweben wie Knochen erzeugt, sodass Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen die Struktur der Knochen untersuchen können. Dieses Verfahren ist sehr nützlich für die Untersuchung von Knochenbrüchen oder Veränderungen im Skelett.

Magnetresonanztomographie (MRT) bildet Wassermoleküle in den Geweben ab, um Bilder von weichen inneren Organen wie Herz, Gehirn, Leber oder Eingeweiden zu erstellen. Diese Verfahren werden am häufigsten verwendet, um das Nervensystem zu analysieren, insbesondere das Gehirn und das Rückenmark.

MRT erkennt Strahlung, die von kleinen radioaktiven Tracer-Molekülen emittiert wird, die in den Körper injiziert werden, um die Funktion der inneren Organe zu analysieren. Typischerweise sind Tracer-Moleküle der Glukose, der Hauptenergiequelle des Körpers, chemisch ähnlich. Wir können abbilden, wie diese Tracer dann schnell von Krebszellen und/oder entzündeten Zellen im Körper des Tieres aufgenommen werden. So können Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen sehen, wo sich diese kranken Zellen befinden.

Die optische Bildgebung nutzt Licht zur Detektion von Zellen im Körper von Tieren, die Licht emittieren können. Dies basiert auf dem Prinzip der Fähigkeit von Organismen wie Glühwürmchen, in ihrem Unterleib durch eine kontrollierte chemische Reaktion Licht zu erzeugen. Mit derselben chemischen Reaktion können tierische Zellen so verändert werden, dass sie sichtbares Licht aussenden, was

### Abbildung 3

Tiere werden mit ähnlichen Technologien untersucht, die beim Menschen zum Einsatz kommen. Unschädliche physikalische und chemische Techniken wie Röntgenstrahlen, die Erkennung von lichtaussendenden Zellen oder die Messung der Fortbewegung von Wellen in den Körpern werden verwendet, um beispielsweise unser Skelett anzusehen, zu überprüfen, wie Zellen im Körper wachsen oder wie unser Blut sich durch den Herzschlag in unserem Körper bewegt. Diese Technologien sind nicht invasiv und lassen uns die Funktionen von Zellen/Gewebe in einem lebenden Tier untersuchen und verfolgen, wie sich ihre Struktur oder Funktion aufgrund von Krankheiten ändern kann und wie sie auf Medikamente reagieren. Die Möglichkeit, dies in einem lebenden Organismus und in Echtzeit zu sehen, ist sehr wichtig für die Untersuchung von Krankheiten und deren Behandlung, ohne Tiere zu schädigen oder zu töten.

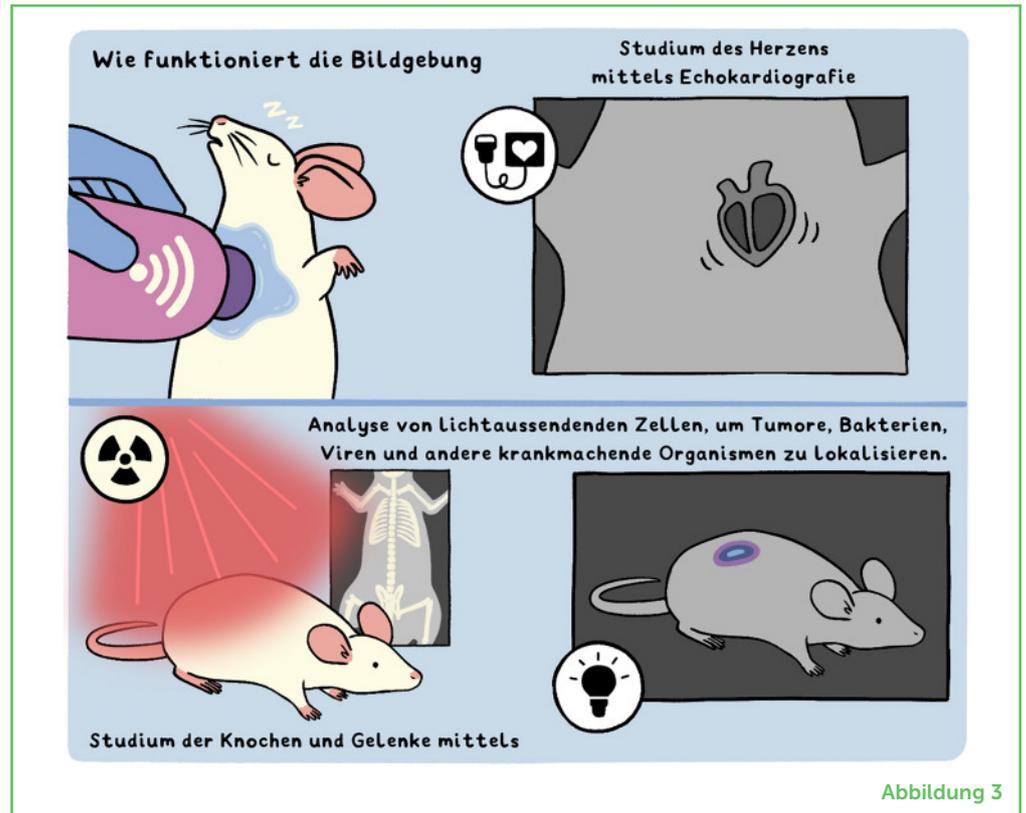


Abbildung 3

Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen hilft, deren Positionen im Körper des Tieres zu identifizieren. Der Nachweis dieser leuchtenden Zellen ist nützlich für die Untersuchung des Zellwachstums und des Energieverbrauchs, beispielsweise in Krebszellen.

Beim Ultraschall werden hochfrequente Schallwellen verwendet, die durch die Bewegung von Organen erzeugt werden, wie die Schallwellen, die durch den Herzschlag entstehen. Diese Schallwellen wandern über den Körper des Tieres, werden gesammelt und in ein bewegtes Bild umgewandelt. Dieses Bildgebungsverfahren wird häufig zur Untersuchung der Herzfunktion verwendet.

Vor einer bildgebenden Studie müssen die Forscher und Forscherinnen die Gesamtzahl der Untersuchungen und Narkosen eines Tieres festlegen. Pro Tier ist nur eine begrenzte Anzahl von Bildgebungs-Sitzungen zulässig (in der Regel eine bis drei Sitzungen) und die Forscher und Forscherinnen müssen während der gesamten Studie die Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere überwachen.

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Bildgebungsverfahren haben die Tierstudien dramatisch verbessert und ermöglichen es Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen, den Krankheitsverlauf in Echtzeit zu überwachen und die Reaktionen

von Tieren auf Medikamente [4] zu untersuchen, ohne sie zu schädigen. Mithilfe der Bildgebung können Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen detaillierte Informationen über die Anatomie und die Funktionen des Körpers der Tiere erhalten, ohne dass sie getötet werden müssen, um Zugang zu ihren inneren Organen zu erhalten. Dies ist ein wichtiger Schritt zur Verringerung der Zahl der in der Forschung eingesetzten Tiere. Wichtig ist, dass Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen durch die Bildgebung die Körperfunktionen eines Tieres und wie sie durch experimentelle Verfahren beeinflusst werden können, besser verstehen. So können Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen frühe Anzeichen von Krankheit erkennen, die weiteres Leid bei den Tieren verursachen könnten. Die frühzeitige Erkennung solcher Auswirkungen ermöglicht die rasche Ergreifung von Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls und um Leiden zu verhindern oder zu minimieren (beispielsweise durch die Verabreichung von Schmerzmitteln oder nährstoffreicheren Lebensmitteln). Insgesamt kommt die Bildgebung dem Tierschutz direkt zugute und verbessert die wissenschaftliche Forschung durch die Verringerung der Zahl der eingesetzten Versuchstiere – ein wichtiger Bestandteil des 3R-Prinzips.

## REFERENZEN

1. National Research Council (US) and Institute of Medicine (US) Committee on the Use of Laboratory Animals in Biomedical and Behavioral Research. 1988. *Use of Laboratory Animals in Biomedical and Behavioral Research. Benefits Derived from the Use of Animals*. (Washington, DC: National Academies Press). p. 3. Available online at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK218274/> (accessed September 12, 2022).
2. Russell, W., and Burch, R. 1959. *The Principles of Humane Experimental Technique*. Wheathampstead: Universities Federation for Animal Welfare.
3. Tremoleda, J. L., and Sosabowski, J. 2015. Imaging technologies and basic considerations for welfare of laboratory rodents. *Lab. Anim.* 44:97–105. doi: 10.1038/labani.665
4. Lauber, D. T., Fülöp, A., Kovács, T., Szigeti, K., Máthé, D., Szijártó, A. 2017. State of the art *in vivo* imaging techniques for laboratory animals. *Lab Anim.* 51:465–478. doi: 10.1177/0023677217695852

**HERAUSGEBER\*IN:** Robert T. Knight

**WISSENSCHAFTLICHE\*R MENTOR\*IN:** Christopher R. Cederroth

**ZITAT:** Tremoleda JL (2023) REDUZIERUNG DER ANZAHL DER FORSCHUNGSTIERE: WIE BILDGEBENDE VERFAHREN HELFEN KÖNNEN. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2022.953662-de

**ÜBERSETZT UND ÜBERNOMMEN VON:** Tremoleda JL (2022) Reducing the Number of Research Animals: How Imaging Technologies Can Help. *Front. Young Minds* 10:953662. doi: 10.3389/frym.2022.953662

**INTERESSENKONFLIKT:** Die Autor\*innen erklären hiermit, dass ihre Forschung ohne kommerzielle oder finanzielle Unterstützung durchgeführt wurde, aus der sich ein Interessenkonflikt ergeben könnte.

**URHEBERRECHTE** © 2022 © 2023 Tremoleda. Dies ist ein Open-Access-Artikel, der unter den Bedingungen der [Creative-Commons-Attribution-Lizenz \(CC BY\)](#) verbreitet wird. Die Verwendung, Verbreitung oder Vervielfältigung in anderen Foren ist gestattet, sofern der/die Originalautor\*innen und der/die Urheberrechtsinhaber\*innen genannt werden und die Originalveröffentlichung in dieser Zeitschrift gemäß anerkannter wissenschaftlicher Praxis zitiert wird. Eine Nutzung, Verbreitung oder Vervielfältigung, die diesen Bedingungen nicht entspricht, ist nicht gestattet.

## JUNGE GUTACHTER\*INNEN

### INTERNATIONAL SCHOOL OF LAUSANNE, ALTER: 11–12

Wir sind eine gemeinnützige, unabhängige International Baccalaureate (IB) World School. Seit 1962 sind wir auf fast 1000 Schüler im Alter von 3 bis 18 Jahren angewachsen, die aus mehr als 60 Nationen stammen. Wir glauben an starke Werte, den Mut, unabhängig zu denken, und die Zusammenarbeit über kulturelle Grenzen hinweg - Ideen, die das Herzstück eines fortschrittlichen Lernansatzes bilden.



## AUTOR

### JORDI L. TREMOLEDA

Als Tierärztin mit umfangreichem Wissen über präklinische Forschung und einem Dokortitel in biomedizinischen Wissenschaften leite ich die Kerneinheit zur Entwicklung, Validierung und Standardisierung von Versuchsmodellen für eine wirksame Übertragung von Traumata. In der von mir geleiteten Abteilung werden komplexe Modelle für Trauma, Blutung, Schock, Koagulopathie, Rückenmarks- und Hirnverletzungen zusammengeführt, um die vollständige Umsetzung experimenteller Arbeiten in die Klinik zu erleichtern und dabei das Wohlergehen der Tiere zu gewährleisten, während gleichzeitig eine einzigartige Quelle von Fachwissen und Fähigkeiten für die Traumawissenschaft bereitgestellt wird.

German version provided by

Deutsche Version von

 **JACOBS  
FOUNDATION**  
Our Promise to Youth