

Tierversuche verstehen
Eine Informationsinitiative der Wissenschaft

kompass tierversuche

Abbilden. Einordnen. Erklären.

2022

Impressum

Herausgeber

Prof. Dr. Stefan Treue,
Dr. Roman Stilling,
Dr. Laura Berg,
Redaktion Tierversuche verstehen

Konzept, Redaktion und Realisierung

Cyrano Kommunikation GmbH
#gutekommunikation
Hohenzollernring 49–51
48145 Münster
www.cyrano.de

April 2022



Dieses Werk mit Ausnahme des Coverfotos steht unter der Creative-Commons-Lizenz „Namensnennung – 4.0 international“ (CC BY 4.0). Der Text der Lizenz ist unter www.creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode abrufbar. Eine Zusammenfassung (kein Ersatz) ist unter www.creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de nachzulesen. Sie können die einzelnen Infografiken des „Kompass Tierversuche“ für eigene Zwecke nutzen, wenn der Urhebernachweis **Tierversuche verstehen**, CC BY 4.0 in der Nähe der Grafik steht.

www.doi.org/10.17617/1mv17y84



**Wissenschaft besteht
aus Fakten wie ein
Haus aus Backsteinen,
aber eine Anhäufung
von Fakten ist genauso
wenig Wissenschaft wie
ein Stapel Backsteine
ein Haus ist.**

– Henri Poincaré,
französischer Mathematiker und Astronom



Inhalt

Tierversuche in der biomedizinischen Forschung – Meilensteine 6

Versuchstiere in der Bundesrepublik Deutschland 2020 8

Welche Rolle haben Tierversuche während der Pandemie gespielt? 10

Long Covid – Genesen, aber nicht gesund 14

Tierversuche in Deutschland, Österreich und der Schweiz 18

Forschung für den Arten- und Umweltschutz 22

Tierversuchsfreie Technologien und ihr Weg zur Anwendung 25

Forschungsvolumen und Belastungs-Kategorien 28

Versuchstierzahlen 2020 der Bundesländer 29

Quellenverzeichnis 45

Welche Tierarten wurden 2020
als Versuchstiere eingesetzt?



1.846.274 Mäuse

71.174 Kaninchen



56.738 Andere



38.512 Nutztiere



36.915 Vögel



2.562 Hunde



2.111 Primaten



285.972 Fische



193.406 Ratten



Ein Kompass im Meer der Zahlen

Zum zweiten Mal legt die **Initiative Tierversuche verstehen** den „Kompass Tierversuche“ vor – anlässlich des Internationalen Tags des Versuchstiers am 24. April 2022. Die aktuelle Ausgabe soll wieder ein **Wegweiser durch das Meer von Zahlen** sein und befasst sich darüber hinaus mit oft diskutierten Fragen rund um die Rolle von Tierversuchen in der biomedizinischen Forschung. Die Statistik von Tierversuchen für das Jahr 2020, durch die diese Ausgabe des „Kompass Tierversuche“ navigiert, wurde vom zuständigen Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) im Dezember 2021 veröffentlicht. Unsere Aufbereitung dieser Zahlen für die Bundesrepublik (S. 8–9) und für die Bundesländer (S. 29–44) zeigt, trotz umfangreicher Corona-Forschung, einen **Rückgang der Zahl der Versuchstiere um 13 %**.

Angesichts der zentralen Rolle biomedizinischer Forschung für die Entwicklung und Testung von Impfstoffen und Covid-19-Medikamenten bilden diese Themen einen Schwerpunkt der aktuellen Ausgabe. So erläutern wir die **Rolle von Tierversuchen in der Corona-Forschung**, zeigen auf, welchen wissenschaftlichen Fragestellungen die Projekte dienten und diskutieren, wie aussagekräftig die Statistik dort eingesetzter Versuchstiere ist. Aktueller und drängender denn je erweist sich die Suche nach Tiermodellen, mit denen sich die Ursachen und der Verlauf von **Long Covid** erforschen lassen.

Ein weiterer Beitrag befasst sich mit aktuellen Entwicklungen im Bereich tierversuchsfreier Technologien („**Alternativmethoden**“). Für einige gesetzlich vorgeschriebene

Giftigkeits-Tests, die bisher ausschließlich an Tieren vorgenommen werden konnten, stehen nun zertifizierte Ersatzmethoden zur Verfügung; dies ermöglicht einen deutlichen Rückgang der Zahl der hier eingesetzten Versuchstiere.

Auch wenn sich die Forschungslandschaften in **Deutschland, Österreich und der Schweiz** unterscheiden, befassen wir uns mit einem Vergleich der drei Länder: Wie viele Versuchstiere wurden zu welchem Zweck eingesetzt und wie unterscheiden sich die Vorschriften der statistischen Erhebung?

Und schließlich befasst sich die aktuelle Ausgabe mit **Tierversuchen, die dem Tierschutz zugutekommen**. Wir zeigen, dass in einzelnen Projekten 2020 hohe Zahlen von Versuchstieren, zum Beispiel Fischen, registriert wurden. Dies führt – als Einmaleffekt – im Jahresvergleich zu einer höheren Gesamtzahl von Versuchstieren in diesem Bereich. Während die Kritik an diesem Anstieg im Scheinwerferlicht der Öffentlichkeit steht, liefern wir die Fakten zum Verständnis der Hintergründe.

So soll der Kompass Tierversuche auch dieses Jahr wieder **Fakten und Hintergründe** liefern, **Schlaglichter** setzen und **Zusammenhänge** beleuchten. Umfangreiches weiteres Material findet sich unter www.tierversuche-verstehen.de.

Stefan Treue, Roman Stilling, Laura Berg und die Redaktion Tierversuche verstehen

Göttingen / Münster, im April 2022

Tierversuche in der biomedizinischen Forschung – Meilensteine

Bis heute trägt die biomedizinische Forschung mit Tieren dazu bei, immer mehr über den menschlichen Organismus zu erfahren und neue Therapien für Krankheiten zu entwickeln. Der Medizin-Nobelpreis wurde seit 1900 an etwa 70 Forschende verliehen, die ihre Erkenntnisse auf Basis von Tierversuchen gewonnen haben. Die Grafik zeigt einige Meilensteine der Medizin und ihren Bezug zum Tierversuch.

Einsatz der biologischen Herzklappe

- Herzchirurgie (Herztransplantationen, Herzklappen) benötigt mehr Spenderorgane als zur Verfügung stehen.
- Gewebe und Organe von Schweinen eignen sich gut für Transplantation in menschlichen Körper.
- 10–15 Jahre hält eine biologische Herzklappe beim Menschen.

Herzoperationen

- Der Wissenschaftler John Gibbon arbeitete in den 1930er Jahren mit einem externen Kreislauf für Katzen. Anfang der 1950er Jahre erfolgreiche OP am offenen Herzen beim Menschen (mit Einsatz einer Herz-Lungen-Maschine).
- Künstliches Herz des bekannten Herzchirurgen Michael DeBakey basiert auf Tierversuchen.
- DeBakey führte 60.000 Herzoperationen innerhalb von 70 Jahren durch.

Bluttransfusion und Rhesusfaktor

- Karl Landsteiner und Alexander Wiener erforschten, warum bei Bluttransfusionen teilweise Schockwirkungen auftraten.
- Erste Tests mit Blut von Rhesusaffen; die später Namensgeber für den Rhesusfaktor waren.
- Heutzutage nutzt Deutschland jährlich 3,2 Millionen Blutkonserven.

Behandlungsmethoden für Brustkrebs – Tamoxifen

- Studien zur Rolle von Hormonen bei Brustkrebserkrankungen brachten Medikament Tamoxifen hervor.
- Rattenmodell bedeutsam für die Erforschung von beteiligten Hormonen und Entwicklung von Tamoxifen
- Tamoxifen kann bei Frauen mit hohem Brustkrebsrisiko die Wahrscheinlichkeit zu erkranken um 38 % senken.

Entwicklung von Arzneimitteln gegen Lepra

- 1982 empfiehlt die WHO den Einsatz einer Kombinationstherapie gegen Lepra.
- Kombinationstherapie reduzierte die Fälle der Erkrankung weltweit um 97 %.
- Durch Mausversuche viele wichtige Arzneistoffe (z. B. Clofazimin) entdeckt; heutzutage noch Einsatz gegen Lepra.

Das Narkosemittel Propofol

- John Glen aus Schottland testete in den 1970er Jahren Wirkstoffe mit narkotisierender Wirkung an Tieren und entdeckte Propofol; 1988 Zulassung in Deutschland.
- Schnelle Narkoseeinleitung und rasches Aufwachen nach der OP
- Jährlich zwischen 16 und 17 Millionen OPs in Deutschland

Multiple Sklerose (MS) und monoklonale Antikörper

- Bisher kein Heilmittel gegen Autoimmunerkrankung MS.
- 1994 fanden Forschende heraus, dass ein Antikörper die Entwicklung von MS bei transgenen Mäusen hemmte.
- Entwicklung des monoklonalen Antikörpers Natalizumab; Behandlung vermindert die Anzahl an Schüben bei Patient*innen.
- 2,8 Millionen MS-Erkrankte weltweit; ca. 252.000 in Deutschland.

Krebsimmuntherapie für Hunde

- 2014 erste Studie über Krebsimmuntherapien bei Hunden veröffentlicht; basierend auf Therapie, die für Menschen entwickelt wurde.
- Entwicklung spezifischer Antikörper, die an Hunde-Krebszellen binden und neuen Therapieansatz darstellen.
- Fast jeder 2. Haushund entwickelt ab dem 10. Lebensjahr eine Krebserkrankung.

Medikament zur AIDS-Prävention wird zugelassen

- Erforschung des HI-Virus zeigte ähnliche Viren bei Katzen und Affen. Diese Viren lösen mit menschlicher AIDS-Erkrankung vergleichbares Krankheitsbild aus.
- Wichtige Meilensteine: Vorbeugung einer Infektion (Präexpositionsprophylaxe (PrEP)) und HIV-Therapie, um Vermehrung der Viren zu hemmen („antiretrovirale Therapie“); Affenversuche für Entwicklung beider Therapien.
- Ende 2019 rund 90.700 HIV-Infizierte in Deutschland; davon nahmen 87.000 HIV-Medikamente ein.

Gentherapie bei Spinaler Muskelatrophie (SMA)

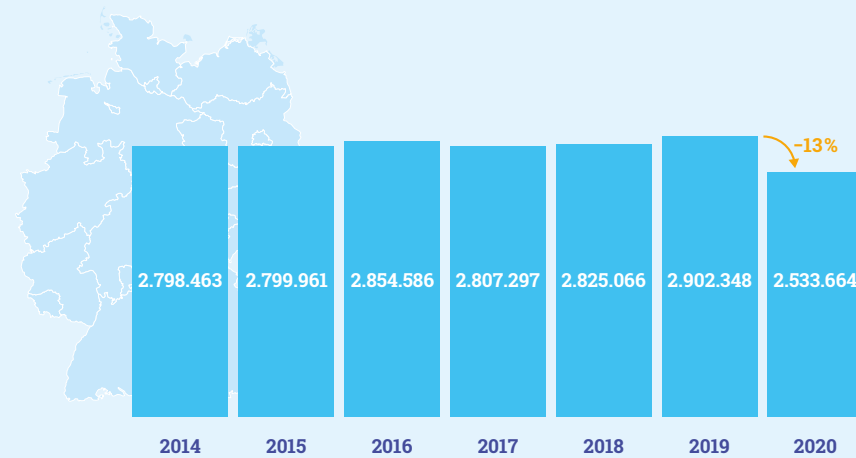
- 2017 Zulassung des Arzneimittels Nusinersen als erstes und einziges Medikament zur Behandlung von SMA; genetisch bedingte Erkrankung, durch die sich Muskeln nicht mehr steuern lassen.
- Transgenes Mausmodell trug zur Erforschung und Therapieentwicklung bei.
- Etwa 1 von 10.000 Neugeborenen erkrankt an SMA.

Versuchstiere in der Bundesrepublik Deutschland 2020

Versuchstierzahlen 2014–2020

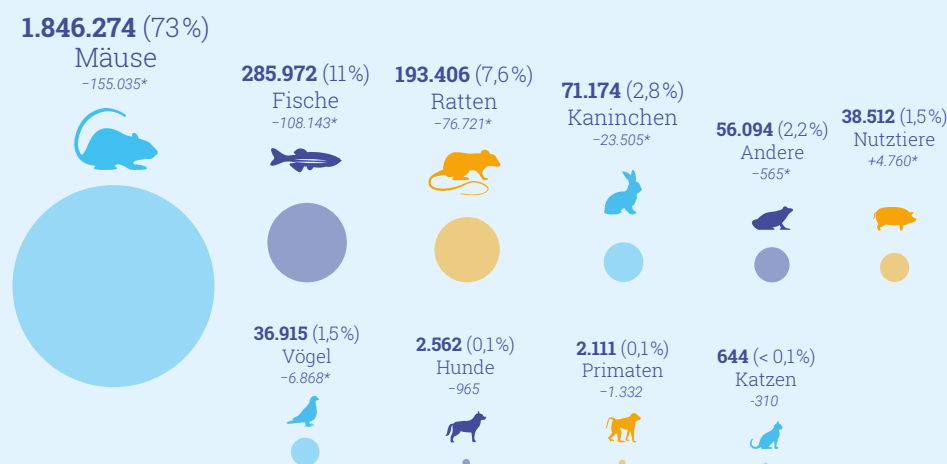
- 2020 deutlicher Rückgang (–13 %) vom stabilen Niveau der Vorjahre
- Rückgang trotz stetig steigendem Forschungsaufkommens (2014 auf 2020: +85 %)
- Entspricht 2,4 Versuchstieren pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit, rund zwei davon sind Mäuse
- 2020 war gekennzeichnet durch Corona-bedingte Sondereffekte

* zusätzlich wurden 563.600 (2014) sowie 495.000 (2018) Fischlarven für wissenschaftliche Zwecke verwendet.



Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

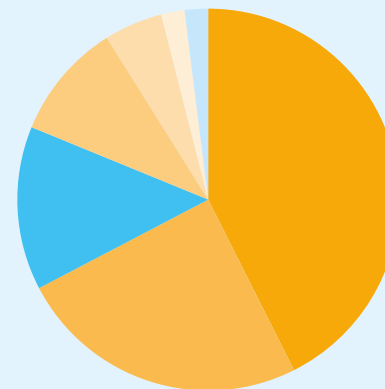
- Starker Anstieg im Vorjahr bei Fischen in Artenschutzprojekten war ein Sonderfall, dennoch bleiben Fische zweithäufigste Versuchstiergruppe
- Trend zu weniger Hunden (–27 %), Katzen (–32 %), Ratten (–28 %) und Kaninchen (–25 %)
- Nur jedes 1.000. Versuchstier ist ein Primat. Gegenüber 2019 Rückgang um 39 %



In Deutschland wurden 2020 nach Angaben des Bundesministeriums für Risikobewertung (BfR) mit 2.533.664 Tieren deutlich weniger Versuchstiere ** eingesetzt als im Vorjahr. Und das trotz intensiver Forschung am Coronavirus (Hintergründe hierzu auf S. 10).

Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

- Weiter steigende Bedeutung der Grundlagenforschung
- Stetiger Rückgang bei regulatorischen Versuchen (Qualitätskontrolle, Giftigkeitsprüfungen, etc.) trotz höherer Test-Anforderungen; Rückgang u. a. wegen Zunahme tierversuchsfreier Methoden, sowie Abwanderung von Testlaboren ins Ausland



** inkl. Tiere, die z. B. für Organentnahmen getötet wurden (keine Tierversuche)

Die nachfolgenden Seiten zeigen Trends und Besonderheiten in den 16 Bundesländern auf. Zugleich bieten sie eine umfangreiche Zusammenfassung verlässlicher Daten, Fakten und Grafiken.

Deutlich wird in der Statistik, dass jedes Bundesland eine individuelle Forschungslandschaft besitzt. So sind in manchen Bundesländern mehr Forschungsinstitute oder pharmazeutische Industrie angesiedelt als in anderen. Ebenso verhält es sich zum Beispiel mit Hochschulen und angeschlossenen Universitätskliniken. Vergleiche zwischen den einzelnen Bundesländern anhand der Gesamtzahl der Versuchstiere sind daher wenig aussagekräftig.

Es gibt auf Länderebene sowohl beständige Trends als auch jährliche Abweichungen. Ein gutes Beispiel für Beständigkeit gibt es in **Berlin** (S. 39) und **Sachsen** (S. 43). In Berlin sinkt die Zahl der Versuchstiere trotz einer starken biomedizinischen Forschungslandschaft seit 2014 kontinuierlich. In Sachsen hingegen ist die Zahl der Versuchstiere im gleichen Zeitraum angestiegen; das Bundesland verzeichnet einen besonders hohen Anteil von Grundlagenforschung und Erhaltungszuchten genetisch veränderter Tiere im Vergleich zum Bundesdurchschnitt. Grund ist hier die Zusammensetzung seiner Forschungseinrichtungen.

Ein wesentlicher Grund für jährliche Schwankungen können Forschungsprojekte mit hohen Tierzahlen sein. Beispiel **Bayern** (S. 37): Dort war im Jahr 2019 noch eine hohe Zahl an Fischen in Projekten zum Testen von fischfreundlichen Wasserkraftanlagen und Fischtreppen im Einsatz; schon 2020 ging die Zahl der Versuchstiere in diesem Bereich wieder stark zurück.

Erklärungsbedürftig erscheint die Statistik in **Bremen** (S. 32). Diese weist im Zeitraum zwischen 2014 und 2020 keine Versuche mit Affen aus, obwohl in dem Bundesland derzeit durchaus Versuche mit Affen stattfinden. Grund hierfür ist eine neue Versuchstiermeldeverordnung, die seit 2014 in Kraft ist. Sie sieht eine Meldung der Tiere erst dann vor, wenn ein Versuchsvorhaben beendet ist. Ein ähnliches Bild bietet sich in **Sachsen-Anhalt** (S. 42). Auch dort finden derzeit Versuche mit Affen statt (2019: 7 Tiere gemeldet), die aber erst später statistisch erfasst werden.

Bei regulatorischen Tests wie zum Beispiel Qualitätskontrolle oder Giftigkeitsprüfungen wurden in Bremen 2020 tatsächlich keine Tiere eingesetzt. Bundesweit befinden sich Tierversuche bei diesen gesetzlich vorgeschriebenen Kontrollen seit Jahren aufgrund des vermehrten Einsatzes tierversuchsfreier Methoden auf dem Rückgang. Auch **Hamburg** (S. 30) und **Niedersachsen** (S. 31) verzeichneten 2020 ein sehr starkes Minus an Tierversuchen in diesem Bereich. Vermutlich weil an den Standorten des öffentlich stark in die Kritik geratenen Auftragsforschungsunternehmens LPT (zuletzt „Provivo Biosciences“) in den beiden Bundesländern 2020 kaum noch regulatorische Tests durchgeführt wurden. Das Unternehmen hat Ende 2021 bekanntgegeben sich von allen Standorten (Hamburg, Niedersachsen, Schleswig-Holstein) zurückzuziehen.

Detaillierte Angaben zu allen Bundesländern finden Sie ab S. 29.

Welche Rolle haben Tierversuche während der Pandemie gespielt?

Seit dem Ausbruch von Covid-19 läuft die biomedizinische Forschung auf Hochtouren, um Impfstoffe und Medikamente zu entwickeln und zur Marktreife zu bringen. Besonders die mRNA-Impfstoffe gelten als entscheidender Durchbruch. An dieser Technologie wird bereits seit 30 Jahren intensiv geforscht, ihre Entwicklung beruhte ganz wesentlich auf Tierversuchen. Die Corona-Forschung löste eine Suche nach geeigneten Tiermodellen aus, um Antworten auf Fragen zum Infektionsverlauf zu liefern: Auf welchem Weg gelangt das Virus in den Körper? Welche Schäden richtet es dort an? Und hierbei spielte eine weitere Frage eine Rolle: Wie hoch ist die Ansteckungsgefahr für Nutz- und Heimtiere?

Pandemie paradox: Hoher Bedarf an Forschung, aber weniger Tiere

Der Bedarf an Forschung hat sich seit 2020 durch das neue Coronavirus enorm erhöht. Weil sich die äußerst komplexe Immunantwort auf den Covid-19-Erreger nicht ausschließlich außerhalb eines lebenden Organismus untersuchen lässt, sind Tierversuche unerlässlich. So wurde die Sicherheit und Wirksamkeit des ersten in Europa zugelassenen mRNA-Impfstoffs von Biontech / Pfizer auch an Tieren überprüft, ebenso wie bei allen anderen Impfstoffen. Es scheint daher auf den ersten Blick paradox, dass gerade im Pandemiejahr 2020 in Deutschland weniger Versuchstiere eingesetzt wurden als im Vorjahr. Die Gesamtzahl der eingesetzten Versuchstiere sank um 13 % von rund 2,9 Millionen (2019) auf 2,5 Millionen Tiere.

Nur kleiner Teil an Versuchstieren für Impfstoffe

Die Entwicklung von Corona-Impfstoffen und andere Forschung zum Coronavirus erhöhten den Bedarf an wissenschaftlichen Untersuchungen und Studien. Tierversuche für Corona-Impfstoffe machten dabei jedoch nur einen kleinen Teil der insgesamt eingesetzten Versuchstiere aus. Es gibt jedoch noch weitere Gründe, warum trotz des erhöhten Forschungsbedarfs weniger Versuchstiere in Deutschland benötigt wurden: Zum einen kooperieren viele Einrichtungen und Pharmaunternehmen über Ländergrenzen hinweg; Tierversuche für deutsche Unternehmen oder Forschungseinrichtungen müssen also nicht zwangsläufig alle in Deutschland stattfinden. Zum anderen waren auch Universitäten, Institute und pharmazeutische Unternehmen besonders zu Beginn der Pandemie von den Lockdown-Einschränkungen betroffen. Dies führte dazu, dass Versuche teilweise nicht begonnen oder weitergeführt werden konnten.

Tiere in der Forschung für den Schutz von Nutz- und Haustieren

Der Vergleich zeigt die Relationen von Nutztieren und Haustieren im Jahr 2020 zu den Zahlen jener Tiere, die am Friedrich-Loeffler-Institut in Covid-19-Versuchen zum Schutz dieser Tiere eingesetzt wurden.



Welches Tiermodell hilft weiter?

Doch welche Tiermodelle halfen bei dem neuen Erreger weiter, um zum Beispiel die Grundzüge des Infektionsverlaufs, die Übertragungswege des Virus und mögliche Therapien zu erforschen sowie schädliche Nebenwirkungen auszuschließen? Hierbei konnten die Forschenden auf die Erkenntnisse aus der SARS-Pandemie von 2002 / 2003 und der MERS-Epidemie 2012 zurückgreifen. Man wusste aus dieser Zeit bereits: **Frettchen, Meerschweinchen, Hamster und Primaten (Rhesusaffen)** können sich mit diesen Coronaviren anstecken.

Hamster: Verlauf ähnlich wie beim Menschen

Bei Hamstern läuft die Infektion ähnlich wie beim Menschen ab. Das Virus vermehrt sich in den Tieren sehr rasch mit einer hohen Viruslast in Nase und Lunge. Das macht sie gerade in der **Impfstoffentwicklung** zu einem wichtigen Tiermodell. Die gestiegene Bedeutung dieser Tiere für die Forschung zeigt sich auch in den Zahlen. Die **Gesamtzahl der eingesetzten Hamster** stieg von 1.136 (2019) um fast das Doppelte auf 2.104 (2020). Allein 653 der Hamster wurden 2020 in der angewandten Forschung zur Untersuchung von menschlichen Infektionskrankheiten eingesetzt. Im Jahr zuvor waren es nur 9 Tiere.

Virus bedroht auch Tiergesundheit

Die **gestiegene Bedeutung des Hamsters** zeigte sich auch am Friedrich-Loeffler-Institut (FLI). Das Bundesinstitut für Tiergesundheit mit Hauptsitz in Greifswald griff zum ersten Mal seit 20 Jahren wieder auf den Hamster als Versuchstier zurück. In den Jahren 2020 und 2021 kamen beim FLI insgesamt 617 Hamster (Stand: Dezember 2021) zum Einsatz. Und das nicht nur, um Aspekte

der Infektion von Menschen zu erforschen. **Covid-19 ist eine Zoonose**, also eine Erkrankung, bei der sich Menschen und Tiere gegenseitig anstecken können. Das FLI hat als Bundesinstitut für Tiergesundheit somit auch eine Reihe von Tieren in der Forschung eingesetzt, um die **Übertragungsgefahr auf andere Tiere** wie Nutz- und Heimtiere zu erforschen (siehe Grafik). In den Studien ging es unter anderem darum, das Risiko einer Empfänglichkeit von landwirtschaftlichen Nutztieren wie Schweinen, Rindern oder Geflügel zu ermitteln. In weiteren Studien mit Flughunden, Marderhunden und Rötelmäusen ging es vornehmlich um die Frage, ob diese Tiere als sogenannte Reservoir-Wirte in Frage kommen, also den Erreger für eine Corona-Infektion über eine längere Zeit in sich tragen, und somit andere Lebewesen anstecken können.

Wichtig für die Forschung, obwohl nicht direkt empfänglich – die Maus

Anders als bei den Hamstern kann das Virus bei Mäusen nicht auf natürliche Weise in die Körperzellen eindringen. Der dafür notwendige Rezeptor (ACE2) ist bei Mäusen anders aufgebaut, das Virus kann nicht andocken. Dennoch gelten **Mäuse als wichtige Tiere in der Infektionsforschung**. Da viele grundsätzliche Vorgänge in der Maus während einer Infektion bereits gut erforscht sind, lassen sich durch die Forschung im Mausmodell derzeit noch mehr Aussagen treffen als im Hamster. Um die menschliche Form des Rezeptors in den Mäusezellen ausprägen, müssen die Tiere genetisch verändert werden. Dies macht die Untersuchungen jedoch schwieriger, da das Virus bei den genetisch veränderten Mäusen auch das Gehirn befällt. Die Folge ist, dass die Tiere deshalb sehr schnell heftig erkranken und sogar daran sterben. Am FLI wurden nach eigenen Angaben zur Erforschung eines möglichen mRNA-Impfstoffs **128 genetisch veränderte Mäuse** im Jahr 2020 eingesetzt.

Zusätzlich zu den Mäusen mit dem veränderten ACE2-Rezeptor wird auch an anderen Mausmodellen geforscht. So entwickelt zum Beispiel eine Gruppe am **Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin (BNITM)** in Hamburg gemeinsam mit dem Fraunhofer IME ScreeningPort **verschiedene Mausmodelle für die Wirkstoffforschung**. Darunter befindet sich auch ein Modell, das das menschliche Immunsystem (HIS-NSG-A2) nachstellen soll. Im Jahr 2020 hat das BNITM, das sich hinsichtlich SARS-Cov-2 vor allem auf Virus-Diagnostik konzentriert, für Covid-19-Studien 34 Mäuse eingesetzt. 2021 stieg die Zahl der eingesetzten Mäuse auf 89 Tiere.

Frettchen gerät in den Fokus der Forschung

Eine weitere Tierart erlangte gerade zu Beginn der Pandemie als Modelltier große Aufmerksamkeit – das **Frettchen**. Es zeigt zwar keine Krankheitssymptome, lässt sich jedoch leicht mit SARS-CoV-2 infizieren und überträgt das Virus sehr effektiv. So wurden am FLI seit 2020 102 Frettchen eingesetzt, vor allem beim Test von Immunogenität und Sicherheit vektorbasierter Impfstoffe. In den Jahren zuvor waren es am FLI zu anderen Fragestellungen und Erregern deutlich weniger Frettchen.

Genauer Anteil der Tiere für die Corona-Forschung ist unklar

Anfangs galt das Coronavirus noch als Atemwegserkrankung. Längst ist aber klar, dass der Erreger auch andere Organe angreift. Dadurch wird die **Corona-Forschung extrem divers**. Die Suche nach Wirkstoffen, Mechanismen und Therapien verteilt sich auf unterschiedliche Fachrichtungen. Die genaue Anzahl der Tiere, die in Deutschland in Studien zum Coronavirus eingesetzt wurden, lässt sich daher anhand der jährlichen Tierversuchs-Statistik der Bundesregierung nicht eindeutig beziffern. Laut einer Studie des Deutschen Zentrums zum Schutz von Versuchstieren (Bf3R), das die Beschreibungen von genehmigten Tierversuchen in der Datenbank animaltestinfo.de ausgewertet hat, wurden zwischen Februar 2020 und Juli 2021 in 102 Projekten insgesamt 61.389 Tiere für Tierversuche zur Corona-Forschung in Deutschland beantragt. Diese Zahl lässt allerdings offen, ob und wann diese Tiere tatsächlich zum Einsatz gekommen sind bzw. kommen, da die Projekte oft auf mehrere Jahre ausgelegt sind. Den größten Anteil der Tiere in den Versuchsanträgen machen demnach Mäuse (89 %) und Hamster (7,3 %) aus. Der Anteil der beantragten Primaten liegt bei 0,06 %.

Viele Fachrichtungen in Studien involviert

Zu den biomedizinischen Fachrichtungen, in denen hauptsächlich **Covid-19-Studien** stattfinden, zählt neben der Infektionsforschung, der Virologie und der Zellbiologie auch die Immunologie. Mit ihren mehr als 150 Einrichtungen besitzt die Forschung rund um das körperliche Abwehrsystem eine große Tradition in Deutschland. Während die Gesamtzahl an eingesetzten Tieren deutlich zurückging, stieg sie in der **immunologischen Grundlagenforschung mit 188.237 Tieren** im Vergleich zum Jahr 2019 (2019: 185.036) leicht um 1,7 % an. Deutlich weniger Tiere wurden in der angewandten Forschung eingesetzt bei der Beantwortung von Fragen zu Infektionskrankheiten (~29,7 %) und zu Atemwegserkrankungen (~13,7 %). Bei Forschungsfragen zu Störungen des Immunsystems gab es einen Rückgang an eingesetzten Tieren um 4,7 %.

Messenger-RNA

Die sogenannter Messenger-RNA (kurz: mRNA) wurde 1961 entdeckt. Sie ist im Grunde ein umgeschriebenes Stück Erbgut, das lange im Schatten ihrer weitaus bekannteren Schwester stand – dem Erbgut-Molekül DNA. Sie kopiert die Baupläne für die körpereigenen Eiweiße aus der DNA. Die mRNA-Impftechnologie macht sich dies zu Nutze: Geschützt von Nanopartikeln gelangt die mRNA in den menschlichen Muskel. Damit können die Körperzellen nun selbst den eigentlichen Impfstoff herstellen: Das aus dem Bauplan hergestellte Spike-Protein gelangt an die Zelloberfläche. Dort erkennen die Immunzellen das Eiweiß und ermöglichen dem Immunsystem, Antikörper und ein Immungedächtnis gegen das Spike-Protein zu bilden. Beim nächsten Kontakt mit diesem Antigen, also bei einer echten Infektion, kann das Immunsystem dann viel schneller reagieren und das Virus unschädlich machen.

Vorwissen aus Grundlagenforschung ist entscheidend

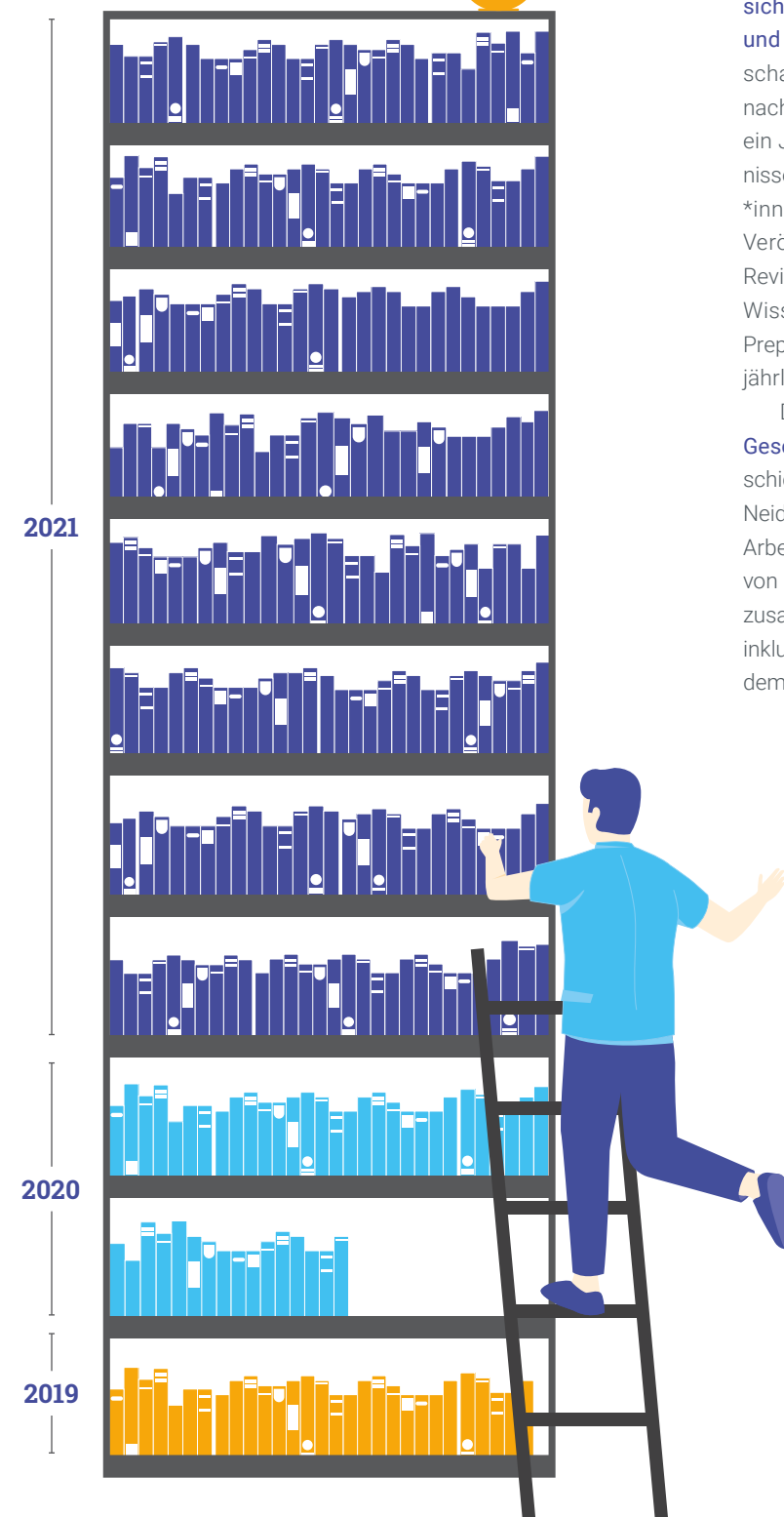
Die genauen Ursachen für den Rückgang an Versuchstieren in diesem wichtigen Forschungsbereich während der Corona-Pandemie lassen sich anhand der offiziellen Statistik nicht ermitteln. Festzuhalten bleibt, dass in der immunologischen Grundlagenforschung in den vergangenen Jahrzehnten erhebliche Vorarbeit geleistet wurde. Ohne dieses Vorwissen wäre die **moderne Impfstoffentwicklung** – und somit letztlich der Einsatz von **mRNA-Impfstoffen** während der Pandemie – kaum denkbar. Diese bahnbrechende Technologie entstand auf Basis einer seit mehr als 30 Jahren andauernden Grundlagenforschung.

So wurde die Frage, wie man die mRNA in menschliche Zellen befördert, weit vor der Pandemie beantwortet. 1978 gelang es erstmals, die mRNA mit Hilfe von Liposomen, kleinen Fettbläschen, in menschliche und Mäuse-Zellen zu schleusen. Diese Technik wurde bis auf die Größe von Lipid-Nanopartikeln verfeinert. 2018 wurde das erste Medikament zugelassen, das auf einem solchen fettbasierten Transportsystem aufbaut.

Aufstieg der mRNA-Technologie begann vor 30 Jahren

Mitte der 1990er-Jahre wurden **erste Impfstoffe gegen Grippe und Krebs mit dieser Technologie** an Mäusen sowie ein Medikament an Ratten getestet. Den Wissenschaftler*innen Katalin Karikó und Drew Weisman gelang es in dieser Zeit bei der Arbeit an einem synthetischen mRNA-Impfstoff gegen HIV / Aids, die mRNA am Immunsystem vorbeizuschleusen. Der Umbau eines synthetischen RNA-Bausteins machte die Technologie fortan wirtschaftlich und begründete die kommerzielle Forschung. Erste mRNA-Unternehmen wurden gegründet, darunter CureVac (2000), Biontech (2008) sowie Moderna (2010). Sie alle machten während der Pandemie von sich Reden.

mRNA und Impfungen: Zunahme von Studien



Die Zahl der Studien zu den Themen „mRNA“ und „Impfungen“ ist weltweit während der Corona-Pandemie stark gestiegen. Zwischen 2009 (249 Studien) und 2019 (353) lag der Anstieg noch bei rund 42 %. Die Pandemie steigerte das Interesse an Veröffentlichung zu mRNA-Impfstoffen enorm. Zwischen 2020 (528) und 2021 (1.625) stieg die Zahl der wissenschaftlichen Arbeiten um rund 208 %.

Coronabedingte Konjunktur: Studien zu mRNA-Impfstoffen nehmen stark zu

Das gestiegene Interesse der Wissenschaft an mRNA-Impfstoffen lässt sich auch bei einem Blick auf die Einträge der Datenbank PubMed ablesen. **8.753 wissenschaftliche Arbeiten befassen sich zwischen 2001 und 2021 mit den beiden Themen mRNA und Impfungen.** War die Zahl anfangs mit 158 (2001) noch überschaubar, erfuhr sie durch die Corona-Pandemie einen Schub nach vorne. Ende 2020 wurden 573 Veröffentlichungen registriert, ein Jahr später waren es bereits 2.959 Studien. Um die Erkenntnisse schneller öffentlich zu machen, nutzen die Wissenschaftler*innen während der Pandemie zudem sogenannte Preprint-Veröffentlichungen. Hierbei werden Arbeiten schon vor dem Peer Review, also der Begutachtung durch unabhängige, fachkundige Wissenschaftler*innen, öffentlich zur Verfügung gestellt. Der Preprint-Server bioRxiv zählte allein zum Thema mRNA-Impfstoffe jährlich 1.173 (2020) und 1.795 (2021) Manuskripte.

Das Wissenschaftsmagazin Nature hat die **facettenreiche Geschichte der mRNA** (siehe Infokasten) nachgezeichnet. Eine Geschichte über besessene Pioniere, strahlende und gefallene Helden, Neid, Missgunst, Rückschläge, Streit um Ruhm und die Früchte der Arbeit. Diese Geschichte zeigt jedoch vor allem, wie sich Puzzleteile von Erkenntnissen aus der Grundlagenforschung über Jahrzehnte zusammenfügen und mit einem Mix aus verschiedenen Methoden, inklusive Tierversuchen, am Ende zu einer Technologie führen, die dem Schutz der Gesundheit von Mensch und Tier dient.

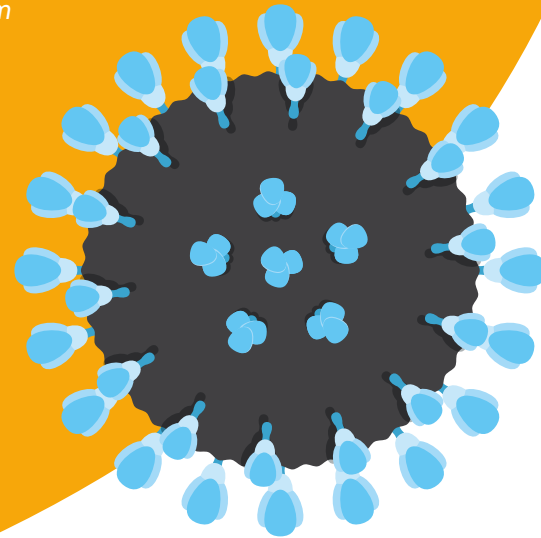
Fazit: Vermeintliches Paradox bedeutet nicht, dass es ohne Tierversuche geht

Ein Großteil der Forschung, die im Kampf gegen das Coronavirus wichtige Erkenntnisse liefert, hat somit bereits lange vor dem Ausbruch 2019 stattgefunden. Dies hat die schnelle Reaktion auf das Virus ermöglicht. Auch wenn die Zahl der eingesetzten Tiere im Pandemie-Jahr trotz eines erhöhten Forschungsbedarfs zurückgegangen ist, bedeutet dieses vermeintliche Paradox nicht, dass die Forschung hinsichtlich des Coronavirus auf Tierversuche verzichten kann. **Die Pandemie hat vielmehr gezeigt, dass Tierversuche an vielen Stellen unerlässlich sind**, weil wissenschaftliche Fragen, wie zum Beispiel zu den Effekten einer Infektion, sich nur im lebenden Organismus beantworten lassen.

Genesen, aber nicht gesund

Wer an Long Covid leidet, ist eigentlich genesen. Denn die akute Phase von Covid-19, vielleicht sogar mit einem milden Verlauf, haben die Patient*innen überwunden. Doch dann setzt bei etwa 10 bis 20 % der Infizierten Long Covid ein. Entweder durchgehend mit anhaltenden Symptomen. Oder mit einem zeitlichen Abstand zur akuten Phase, als ob das Virus nur eine Pause gemacht hätte. Forschende rätseln über die Mechanismen dahinter: Wird das Virus vom Immunsystem nach der akuten Phase nicht vollständig ausgeschaltet? Gibt es im Körper Rückzugsräume (Reservoirs) für das Virus, in denen es vor dem Immunsystem sicher ist? Hat die Infektion das Immunsystem so durcheinandergebracht, dass sie solche Schäden hervorruft?

Tiermodelle speziell für Long Covid spielen eine wichtige Rolle für die Beantwortung dieser Fragen. Deshalb reaktivierte die Wissenschaft u. a. eine Züchtung aus dem Jahr 2007: Eine genmodifizierte Mauslinie namens K18-hACE2. Aber auch Rhesusaffen rücken bei der Erforschung von Long Covid ins Rampenlicht.



Um Covid-19 an Mäusen zu erforschen, müssen Forschende einen Umweg gehen. Denn in Zellen „natürlicher“ Wildtyp-Mäuse kann das Virus nicht eindringen. Die **genetisch veränderte Maus K18-hACE2** bildet hingegen menschliche ACE2-Rezeptoren aus, die das Virus als Eintrittspforte in die Zellen benutzt. Und so erlebte die Linie K18-hACE2, 2007 im Zuge der Mers-Corona-Welle gezüchtet, buchstäblich eine **Wiedergeburt für die Erforschung von Covid-19** – und aktuell von Long Covid.

Denn der Bedarf und der Druck wachsen, Long Covid zu erforschen. Die Charité geht davon aus, „dass 4 Wochen nach Infektionsbeginn noch etwa 20 % und nach 6 Monaten noch etwa 10 % an Symptomen leiden“. Bei 17,3 Millionen Corona-Infizierten allein in Deutschland (Stand: Mitte März 2022) entspricht das knapp 3,5 Millionen Betroffenen.

Long Covid – ein Krankheitsbild mit über 200 Symptomen

Was aber genau **Long Covid** ist, bleibt **noch schwer fassbar**. Darauf weist die Vielzahl der Bezeichnungen hin: Kliniken sprechen vom Post-Covid-Syndrom, ein Medizin-Fachblatt nennt es „Chronic-Covid-19-Syndrom (CCS)“. Die Charité spricht vom Postviralen Fatigue Syndrom (PVFS) und beschreibt als häufigste Symptome Fatigue, eine zum Teil nachhaltige Mattigkeit und Antriebslosigkeit, sowie Atembeschwerden, Geruchs- und Geschmacksstörungen.

Eine Vielzahl von Studien belegt, dass **SARS-CoV-2 nicht nur die Atemwege infizieren kann**, wie zu Beginn der Pandemie

angenommen. Das Corona-Virus greift unter anderem auch das Gehirn an, indem es in Hirnzellen eindringt, sich dort vermehrt und großflächig Nervenzellen abtötet, wie Versuche mit Hirn-Organoiden nahelegen. Autopsien Covid-19-Erkrankter und Versuche mit Mäusen zeigen Ähnliches.

Dabei wurde klar: Neben leichten neurologischen Symptomen wie Riechstörungen, Kopfschmerzen oder Schwindel kann eine SARS-CoV-2-Infektion auch zu schweren entzündlichen Erkrankungen von Gehirn und Nerven führen, die Ursache für Symptome von Long Covid sein könnten. Häufig treten auch Entzündungen des Rückenmarks, des Herzmuskels oder Störungen des Verdauungstrakts auf. Dokumentiert sind Gedächtnis- und Konzentrationsprobleme („Brain Fog“), Geschmacksstörungen, Muskelschmerzen, Thrombosen infolge veränderter Blutgerinnung, Herzinfarkte und Schlaganfälle. Die **Fachzeitschrift The Lancet** veröffentlichte die bisher größte Studie zu Long Covid und **registrierte 203 Symptome in zehn Organsystemen**, die bei Long Covid auftreten können.

Fieberhafte Suche nach Tiermodell für chronische Krankheitsphase

Um zu verstehen, wie das Virus oder vielleicht nur Teile seines Erbguts Long Covid auslösen, könnten Tiermodelle helfen. Als gesichert gilt, dass **nicht-humane Primaten, Frettchen und Hamster sich mit SARS-CoV-2 infizieren können** und Symptome entwickeln, wie sie beim Menschen vorkommen. Sie wurden als geeignete Tiermodelle für Covid-19 in seiner Akutphase beschrieben.

Bisher ist aber nicht klar, ob an ihnen auch die **chronische Phase**, also Long Covid, erforscht werden kann. Zumindest entwickeln diese Tiere in ähnlicher Quote Long Covid wie Menschen (10 bis 20 %); es bräuhete somit eine hohe Zahl von Versuchstieren, um gesicherte Erkenntnisse zu erzielen. Auch der erforderliche Beobachtungszeitraum von mehreren Monaten macht die Untersuchungen sehr aufwändig.

Mit Mäusen ist der Aufwand geringer

Das Bemühen, den SARS-Erreger anhand von Mäusen zu erforschen, begann schon vor knapp zwei Jahrzehnten. 2003 züchtete Stanley Perlman, ein Mikrobiologe der Universität von Iowa, eine genmodifizierte Maus mit Namen hACE2. Sie war empfänglich für SARS-Erreger und entwickelte auch Krankheits-symptome. Perlman wies darauf hin, dass der hACE2-Stamm erkrankte, „aber zusätzlich zu anderen Symptomen eine Gehirn-krankheit entwickelte“. Wiederum ein Forscher der Universität von Iowa, Paul McCray, entwickelte 2007 eine genmodifizierte Maus der Linie K18-hACE2. Sie eignet sich nach Angaben des Jackson Labors, das auf die Zucht genetisch veränderter Mauslinien spezialisiert ist, für die Erforschung des aktuellen SARS-CoV-2. Der Infektionsweg von K18-hACE2, so heißt es bei Jackson Laboratories, beginne in den Schleimhäuten der Atemwege und gelange schließlich „aus der Lunge heraus ins Gehirn“.

Virus stört Blut-Hirn-Schranke

An der **Universität Lübeck** wurde untersucht, wie SARS-CoV-2 im menschlichen Gehirn Gewebeschäden verursacht. Die Forschenden setzten dabei Mäuse der Linie K18-hACE2 ein. Ihre Studie, die im Herbst 2021 veröffentlicht wurde, könnte die **Erklärung für neurologische Schäden** sein, die Patient*innen mit Long Covid häufig beklagen: Geschmacks- und Riechverlust, „Brain Fog“, Kopfschmerzen, Depressionen, Schlafstörungen, Schlaganfälle. Die Forschenden sahen an den K18-hACE2-Mäusen, dass Covid-19 die Innenauskleidung der Blutgefäße des Gehirns, die Endothelzellen, infizierte. Diese innere Gefäßschicht stirbt ab (Nekroptose). Es bleibt lediglich die äußere Hülle der Hirn-Blutgefäße übrig, sie kann aber nicht mehr von Blut durchströmt werden. Im gesunden Zustand haben die Endothelzellen des Gehirns spezielle Eigenschaften: sie bilden eine dichte Schnittstelle zwischen Blut und Hirngewebe, die so genannte Blut-Hirn-Schranke. SARS-CoV-2 ist offensichtlich in der Lage, die **Blut-Hirn-Schranke und die Durchblutung zu stören** und das Gehirn zu schädigen.

Dieses Phänomen scheint aber umkehrbar zu sein: An Hamstern, die mit Covid-19 infiziert waren, sah die Forschergruppe, dass das Zellsterben der Blutgefäße blockiert werden kann – eine Erkenntnis, die zu einer Therapie von Long Covid-Symptomen führen könnte, die durch die beschriebenen Schädigungen des Gehirns hervorgerufen werden.

Was ist der Vorteil humanisierter Mausmodelle?

Erst die Züchtung von Mäusen mit dem ACE2-Rezeptor (blau) wie beim Menschen (hACE2) machte es möglich, dass der Spike-„Schlüssel“ in das „Schloss“ der Zellen passt; dadurch kann das Virus an der Zelloberfläche von Mäusen andocken. Danach dringt das Virus in die Zellen ein und vermehrt sich.



An Zellen von natürlichen Mäusen (orangener Rezeptor) kann das Corona-Virus nicht andocken. Der Spike des Virus („Schlüssel“) passt nicht in den Rezeptor („Schloss“) auf der Zelloberfläche.

Viele Puzzlestücke ergeben das Long Covid-Krankheitsbild

Maus K18-hACE2

- + genetisch verändert
- + bildet hingegen menschliche ACE2-Rezeptoren aus
- + kann durch Corona-Virus infiziert werden
- + als Infektionsmodell seit 2007 nutzbar
- stirbt wenige Tage nach Infektion
- daher als Modell für Long Covid kaum einsetzbar

LONG

COVID

Maus MISTRG6

- + bildet hingegen menschliche ACE2-Rezeptoren aus
- + kann durch Corona-Virus infiziert werden
- + als Infektionsmodell seit 2007 nutzbar
- stirbt wenige Tage nach Infektion
- daher als Modell für Long Covid kaum einsetzbar

Frettchen und Hamster

- + können sich mit SARS-CoV-2 infizieren
- + entwickeln Symptome wie beim Menschen
- Eignung als Modelle für Long Covid unklar

Rhesusaffen und Cynomolgus-Makaken

- + bei immunologischen Reaktionen und Krankheitsverläufen viele Gemeinsamkeiten mit dem Menschen
- + Erkenntnis über weitergehende Virus-Vermehrung trotz überwundener akuter Erkrankung an Covid-19

Modulation des Krankheitsverlaufs erforderlich

Für die Erforschung von Langzeit-Symptomen wie bei Long Covid scheinen die K18-hACE2-Mausmodelle jedoch weniger geeignet: Sie erkranken nach einer Infektion mit SARS-CoV-2 sofort schwer. McCrays Mäuse starben innerhalb von 7 Tagen. **Die Erforschung von Long Covid-Symptomen erfordert hingegen Tiermodelle, die ähnliche Krankheitsverläufe wie Menschen entwickeln** – die die akute Erkrankungsphase überstehen und länger anhaltende Symptome von Long Covid entwickeln.

In der Anfangsphase der Pandemie 2020 stellte Taconic, eine andere Plattform zum Austausch von forschungsrelevanten Mauslinien, ein **weiteres Mausmodell** zur Verfügung. Es war **an der University of Texas im Rahmen der Forschung zu Covid-19 entwickelt** worden. Die transgenen Mäuse hatten ebenfalls humanes ACE2 (hACE2), an das das Virus andocken kann; sie wurden aber wie ihre Vorgänger sehr schnell akut krank.

Taconic arbeitet nach eigenen Angaben seit dem Frühjahr 2021 daran, neue Mausmodelle zu entwickeln und dabei verschiedene Arten von Genomeditierung und Gen-Targeting zu nutzen, wie sie die **Genschere CRISPR / Cas** ermöglicht. Dabei werden Gene gezielt ausgeschaltet, verändert oder ausgetauscht. Geplant ist unter anderem, Tiermodelle mit milden COVID-19-Symptomen zu entwickeln.

Weitere Möglichkeiten, den **Covid-Infektionsverlauf bei Mäusen dämpfend zu modulieren**, bestehen darin, nur eine bestimmte Sorte von Zellen, zum Beispiel Lungenzellen, mit harmlosen Viren wie dem Adenovirus zu infizieren. Wie in einem Container schleust dieses Transport-Virus die Baupläne für bestimmte Bestandteile des Coronavirus in die Zellen von Mäusen ein. In derart infizierten Mäusen beschränkt sich die Vermehrung von SARS-CoV-2 auf die Atemwege und die Infektion geht mit einer leichten bis mäßigen Entzündung einher, die nur Bereiche der Lunge betrifft. Dadurch sterben die Tiere nicht in der akuten Phase und könnten in eine Long Covid-Phase eintreten.

Fehlfunktionen des Immunsystems

Einen Schritt näher an das Ziel, Mäuse als Modell für Long Covid zu nutzen, kam eine im Dezember 2021 veröffentlichte Studie. Forschende berichteten darin, dass das Immunsystem von Tieren der Linie MISTRG6 auf Sars-CoV-2 bis zu 28 Tage nach der Infektion wie das des Menschen reagiert. Die Autor*innen stellten fest, dass dieselben entzündlichen Abwehrzellen (Makrophagen), die für die Eindämmung der frühen Infektion entscheidend sind, später die Fehlfunktionen des Immunsystems vorantreiben.

Nach angeblicher Überwindung vermehrt sich das Virus weiter

Einen wichtigen Beitrag zur Lösung des Long-Covid-Rätsels leisteten Untersuchungen an **Rhesus- und Cynomolgus-Affen**. Sie haben, was die immunologischen Reaktionen und Krankheitsverläufe angeht, viele Gemeinsamkeiten mit dem Menschen. Eine **Studie** mit diesen Tieren **in den Niederlanden** konzentrierte sich speziell auf die postakute Phase, also auf den Zeitraum von 3 bis 4 Wochen nach dem Nachweis von Viren in Nasen- und Rachenabstrichen. Die Forschenden fanden heraus, dass nach dem vermeintlichen Abklingen der Infektion, was durch einen negativen Test auf Virus-RNA belegt wurde, immer noch deutliche Anzeichen einer Lungenentzündung bei den Primaten vorlagen. Dies deutet nach Ansicht der Forschenden darauf hin, dass die Vermehrung von SARS-CoV-2 unbemerkt weiterging. Sie sehen tatsächliche Beweise für eine **fortgesetzte Virusvermehrung** in der Lunge und den umliegenden Lymphknoten – nach der angeblichen Überwindung der Infektion.

Simulation von Langzeitwirkungen weiter eine Herausforderung

Fazit: Ob und wie das Virus nach der akuten Krankheitsphase unbemerkt aktiv bleibt, wird weiter zu klären sein. Covid-empfindliche Mausmodelle, die zurzeit verfügbar sind, können noch keine Langzeitwirkungen wie bei Long Covid ausprägen. Dennoch helfen sie, den Infektionsweg von Sars-CoV-2 in das Gehirn nachzuverfolgen; dort haben die meisten Symptome von Long Covid ihren Ursprung durch Schädigungen des Gehirns. Auch wenn **großer Bedarf an Tiermodellen speziell für Long Covid** besteht: Mit den vorhandenen Modellen lassen sich zumindest einzelne Aspekte von Long Covid darstellen. Dringend gesucht sind nun Tiermodelle, mit denen Forschende den gesamten akuten Krankheitsverlauf von Covid-19 und die nachfolgenden späten Symptome nachstellen können. Vorstellbar sind Mäuse, die zum Beispiel nur in der Lunge oder im Gehirn menschliches hACE ausbilden; somit kann das Coronavirus nur dort andocken, die Schwere des Krankheitsverlaufs kann auf diese Weise reguliert werden. Ebenso lässt sich gezielt feststellen, welche Konsequenzen die Infektion des Gehirns hat. Wichtige Erkenntnisse lassen sich auch über gezüchtete Mäuse gewinnen, denen bestimmte Immunfunktionen fehlen oder in denen diese Immunfunktionen besonders stark ausgebildet sind.

Unter einem D-A-CH

Tierversuche in Deutschland, Österreich und der Schweiz

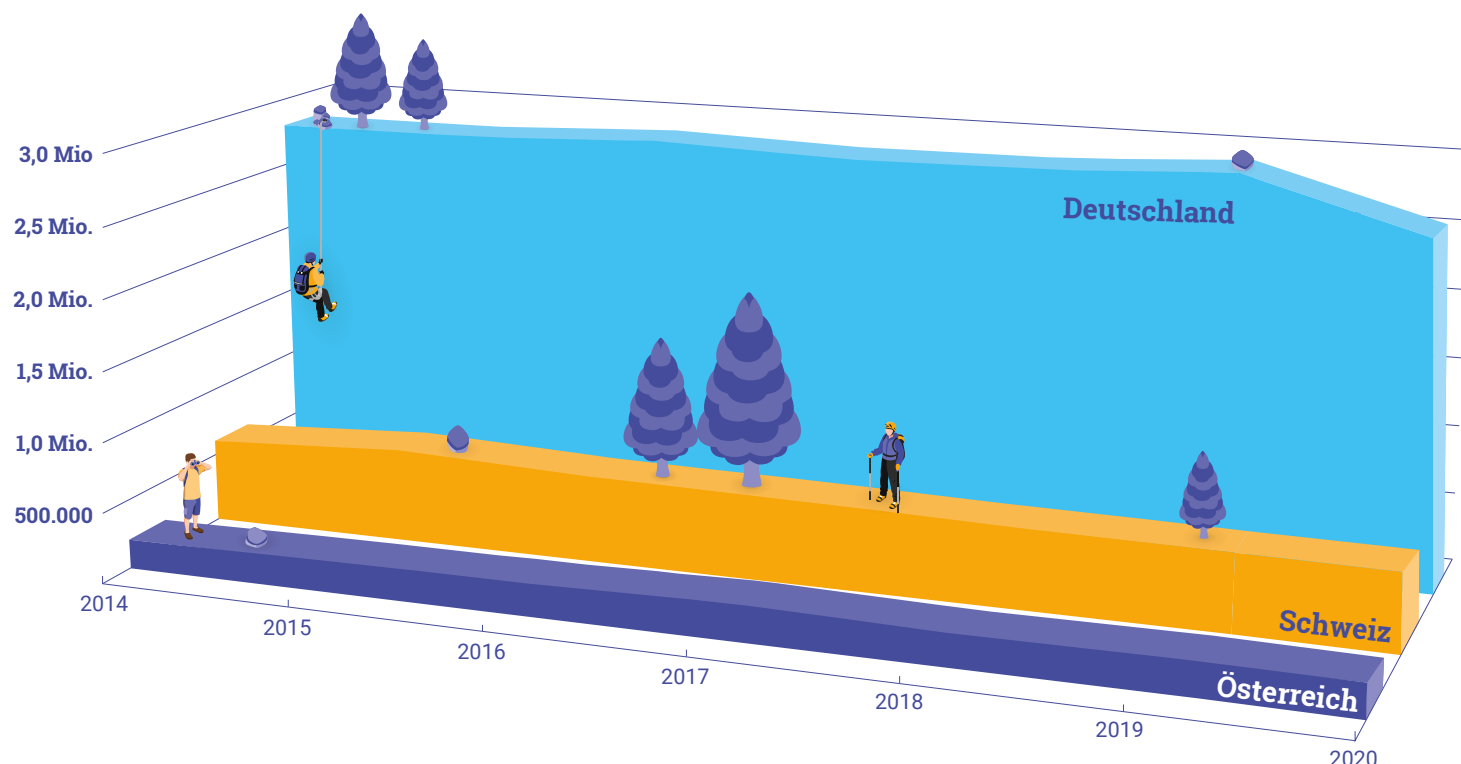
Deutschland (D), Österreich (A) und die Schweiz (CH) beherbergen einige der wichtigsten Standorte biomedizinischer Forschung weltweit. Die drei Länder der sogenannten D-A-CH-Region im Herzen Europas verbindet neben der deutschen Sprache auch ihr Verhältnis zum Thema Tierversuche. Das Tierversuchsrecht ist weitgehend ähnlich – doch es gibt bemerkenswerte Unterschiede. So unterliegen Deutschland und Österreich seit 2013 dem EU-Recht, die Schweiz nicht. Auch wirtschaftliche Faktoren beeinflussen die jeweilige Forschungslandschaft. Zeit für einen navigierenden Blick auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede.

Auch wenn Deutschland mit gut 83 Millionen Einwohner*innen ein deutlich höheres **Bruttoinlandsprodukt (BIP)** als seine beiden Nachbarn mit jeweils knapp 9 Millionen Menschen erwirtschaftet, steigerten alle drei Länder in den vergangenen Jahren ihre Ausgaben für **Forschung und Entwicklung** und übertreffen nun alle das 3 %-Ziel der EU.

Stabile Zahlen

Trotz des deutlichen Zuwachses an Forschung hat sich in allen drei Ländern die Gesamtzahl der Versuchstiere seit 2014 kaum verändert. Sowohl in Österreich als auch in Deutschland gingen die Zahlen 2020 gegenüber 2019 vergleichsweise stark zurück (Österreich: -16 %, Deutschland: -13 %). Gründe dafür sind in anderen Texten dieses Kompasses beschrieben. Die Schweiz verzeichnet sogar bereits seit 2015 einen leichten aber stetigen Rückgang, der sich auch 2020 fortgesetzt hat (-3 % gegenüber 2019, -18 % gegenüber 2015).

Versuchstierzahlen in Deutschland, Österreich und der Schweiz



Versuchstier ist nicht gleich Versuchstier

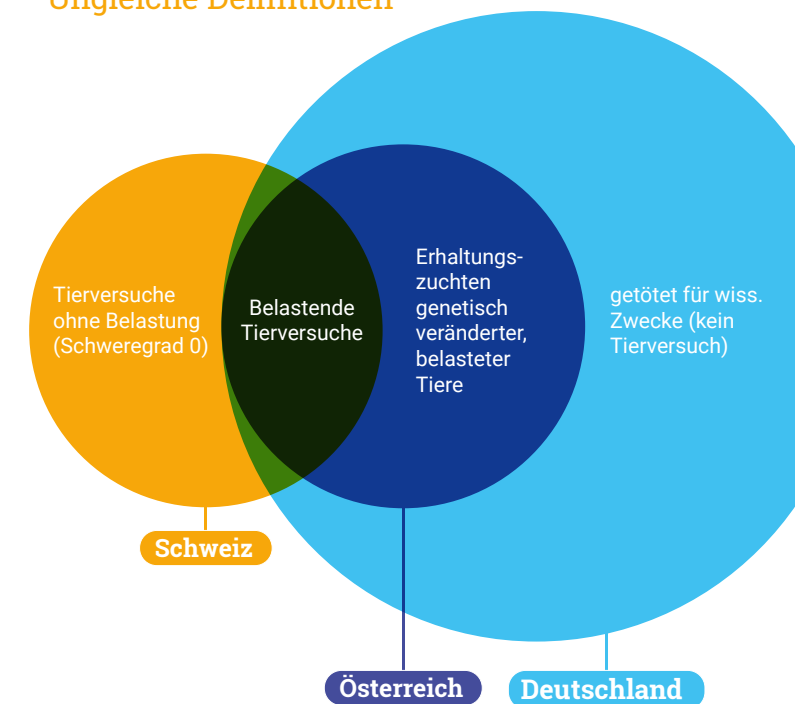
Allerdings ist beim Vergleich der Gesamtzahl der Versuchstiere Vorsicht geboten und Hintergrundwissen nötig. Die jeweiligen Länder definieren sehr unterschiedlich, was in die jährlichen Tierversuchstatistiken aufgenommen wird – und was nicht. So werden in Österreich Versuchstiere ausschließlich gemäß **EU-Tierversuchs-Definition** erfasst. In Deutschland werden zusätzlich auch die Tiere als Versuchstiere gezählt, die zwar **für wissenschaftliche Zwecke getötet** (z. B. zur Organentnahme), aber nicht in Versuchen mit Schmerzen, Leiden oder Schäden eingesetzt wurden. Diese in Deutschland zusätzlich gezählten Tiere machen etwa ein Viertel der Versuchstiere aus. In der Schweiz zählen alle lebenden Tiere, die in wissenschaftlichen Versuchen eingesetzt werden als Versuchstiere. Das umfasst explizit auch **Versuche ohne Belastung** („Schweregrad 0“), bei denen die Tiere also keine Schmerzen, Leiden oder Schäden erfahren. Etwa 40 % der in der Schweiz gemeldeten Versuchstiere fallen in diese Definition. Durch die als Möglichkeit für Schmerzen, Leiden oder Schäden beschriebene Definition eines Tierversuchs in der EU kann es durchaus Versuche geben, die in der Schweiz dem Schweregrad 0 und in Deutschland oder Österreich dem Schweregrad „gering“ zugeordnet werden. Diese mögliche Überlappung lässt sich allerdings nicht genau beziffern. Hinzu kommt: Anders als in der EU fallen in der Schweiz genetisch veränderte Tiere, die zwar nicht in Versuchen eingesetzt werden, aber allein durch die genetische Veränderung schon eine Belastung erfahren, nicht unter die Versuchstierdefinition.

Vernachlässigt man all diese Definitionsunterschiede wurden in Deutschland zuletzt **30 Versuchstiere pro 1.000 Einwohner*innen** eingesetzt. In Österreich lag dieser Wert bei 23, in der Schweiz bei 64. Betrachtet man jedoch nur die Schnittmenge der Definitionen, die sich als „belastende Tierversuche“ beschreiben lässt, ergeben sich entsprechend niedrigere Werte (Deutschland: 21, Österreich: 23, Schweiz: 37 Versuchstiere pro 1.000 Einwohner*innen).

Transparenz über nicht verwendbare Tiere

In all diesen Statistiken sind Tiere, die in Forschungseinrichtungen gezüchtet und getötet, aber nicht für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden konnten, nicht eingerechnet. Die EU-Mitgliedsstaaten haben die Zahl dieser Tiere im Jahr 2017 erstmals erhoben. Demnach wurden in Deutschland knapp 4 Millionen und in Österreich knapp 300.000 Tiere getötet, die aus verschiedenen Gründen nicht als Versuchstiere verwendet werden konnten. In der Schweiz wird seit 2014 eine eigene Statistik über alle Tiere in Versuchstierhaltungen veröffentlicht. Daraus ergibt sich, dass im mehrjährigen Mittel etwa 750.000 Tiere in Schweizer Forschungseinrichtungen lebten, die nicht in Versuchen verwendet werden. In der EU wie auch in der Schweiz handelt es sich bei diesen Tieren fast ausschließlich um **Mäuse sowie Zebrafische und Ratten**. In Österreich und der Schweiz umfasst diese Zahl auch Tiere, die zum Beispiel zur Organentnahme ohne vorherigen Tierversuch getötet wurden – diese Tiere sind in Deutschland bereits in der jährlichen Versuchstierstatistik erfasst.

Was zählt als Versuchstier? – Ungleiche Definitionen



Mehr Grundlagenforschung, weniger regulatorische Tests

Die Verwendung von Versuchstieren wird in der EU wie in der Schweiz **unterschiedlichen Versuchszwecken** zugeordnet. Der größte Bereich ist die Grundlagenforschung, in dem in allen drei Ländern im Jahr 2020 mehr als die Hälfte aller Versuchstiere eingesetzt wurden. In Deutschland und Österreich nahm der Anteil der **Grundlagenforschung** zuletzt zu, in der Schweiz hingegen ab. Ein weiterer wichtiger Bereich ist das Testen von neuen Medikamenten, Medizinprodukten oder Chemikalien. In Deutschland und Österreich nimmt der Anteil der Versuchstiere in diesem Bereich seit Jahren kontinuierlich ab. Wurde 2014 in Deutschland noch ein Drittel der Versuchstiere für solche **regulatorischen Zwecke** eingesetzt, war es 2020 nur noch weniger als ein Fünftel. In Österreich fiel der Anteil regulatorischer Tierversuche von 22 % (2014) auf 7,4 % (2020). In der Schweiz – einem der wichtigsten Pharma-Forschungsstandorte der Welt – ist er hingegen mit etwa 10 % in den vergangenen Jahren weitgehend stabil geblieben. Andere Forschungszwecke lassen sich nicht detailliert vergleichen, da die Schweiz andere Versuchszweckkategorien als die EU verwendet.

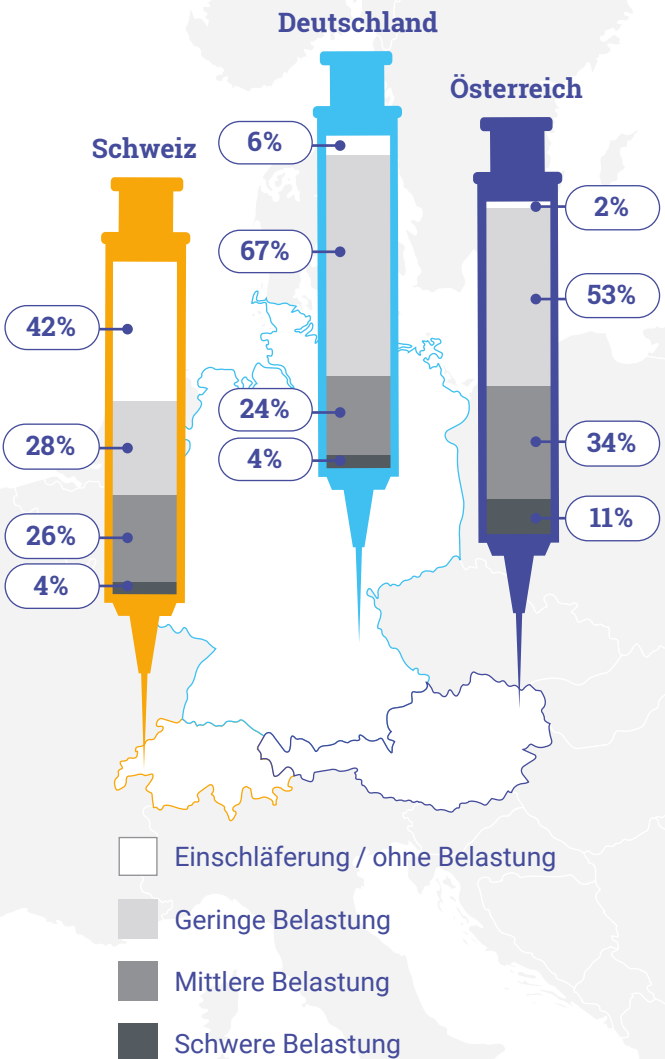
Mäuse sind Versuchstier Nr. 1, starke Unterschiede bei anderen Tierarten

Mäuse sind seit vielen Jahren die mit Abstand häufigsten Versuchstiere. In der Schweiz sind mehr als 60 %, in Deutschland mehr als 70 % und in Österreich sogar über 80 % aller Versuchstiere **Mäuse**. Das sprichwörtliche „Versuchskaninchen“ verliert dagegen zunehmend an Bedeutung. In Deutschland nahm die Zahl der Versuchskaninchen zwischen 2014 und 2020 von mehr als 100.000 (4 %) auf gut 70.000 Tiere (3 %) ab (vgl. S. 25). In

Österreich ist der Trend sogar noch deutlicher: Wurden 2015 noch fast 16.000 Kaninchen (4 %) eingesetzt, waren es 2020 nur noch rund 1.300 Tiere (0,6 %) – ein Rückgang von 92 %! In der Schweiz hält dieser Trend bereits seit 2011 an, im Jahr 2020 wurden zuletzt nur noch 483 **Kaninchen** (weniger als 0,1 %) in Tierversuchen eingesetzt.

Und auch die „Laborratte“ scheint an Bedeutung zu verlieren. Im Zeitraum zwischen 2014 und 2020 nahm die Zahl der Versuchsratten in allen drei Ländern stark ab (Deutschland: –47 %, Österreich: –41 %, Schweiz: –37 %). Zuletzt machten **Ratten** in Deutschland weniger als 8 %, in Österreich knapp 2 % und in der Schweiz weniger als 10 % aller Versuchstiere aus. Damit hat die Laborratte ihren Rang als zweithäufigstes Versuchstier verloren. An ihre Stelle sind in Deutschland und Österreich die **Fische** getreten, deren Zahl sich in Österreich seit 2014 mehr als verdoppelt hat. In Deutschland schwankt die Zahl der Fische stark, was sich auch durch ihren Einsatz in Artenschutzprojekten erklärt (vgl. S. 22). In der Schweiz waren Fische im Jahr 2020 mit einem Anteil von 6 % immerhin das vierthäufigste Versuchstier, hinter Ratten und **Vögeln** (2020: 12 %). Bei letzteren handelt es sich vornehmlich um Geflügel, vor allem zur Untersuchung agrarwissenschaftlicher Fragestellungen (z. B. Haltungsform, Fütterung). In Deutschland und Österreich spielen Vögel eine eher untergeordnete Rolle (2020: Deutschland: 1,5 %, Österreich: 2 %)

Überwiegend geringe Belastungen



Hunde, Katzen und Primaten werden übereinstimmend sehr selten als Versuchstiere eingesetzt (je deutlich weniger als 1 %). In Österreich werden seit Jahrzehnten keine Primaten und zuletzt auch kaum noch Katzen (2020: 7) für Tierversuche verwendet. In der Schweiz führt der Einsatz von Hunden und Katzen in der Ausbildung von Tiermediziner*innen zu – relativ gesehen – deutlich höheren Zahlen als in Deutschland und Österreich.

Geringe Belastungen, aber gegenläufige Trends

Sowohl in der EU als auch in der Schweiz enthalten die Versuchstierstatistiken Angaben darüber, wie belastend die gemeldeten Versuche für die Tiere eingeschätzt wurden. In Deutschland und Österreich werden Belastungen den Schweregraden „gering“, „mittel“ und „schwer“ oder der Kategorie „keine Wiederherstellung der Lebensfunktion“ (Tod tritt unter Vollnarkose ein) zugeteilt. In der Schweiz gibt es aufgrund der gesetzlichen Tierversuchsdefinition einen 4. Schweregrad, „SG 0“ (keine nennenswerte Belastung für das Tier, etwa 40 % aller Versuche). Versuche unter Vollnarkose, aus denen die Tiere nicht mehr erwachen, werden in der Schweiz dem Schweregrad 1 (entspricht „gering“) zugeordnet.

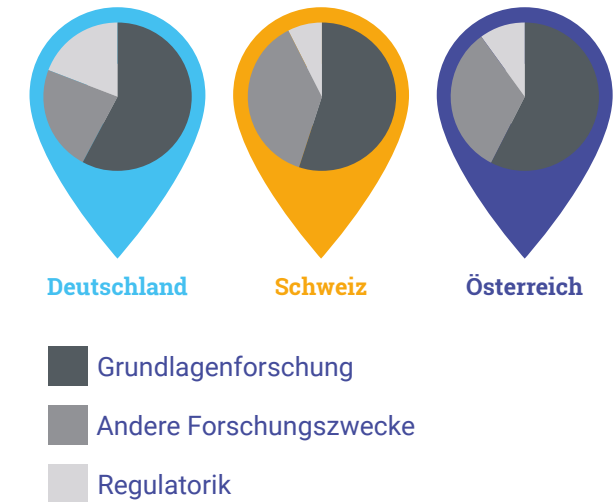
Generell werden die **Belastungen** für die Versuchstiere übereinstimmend in allen drei Ländern überwiegend als **eher gering** eingeschätzt. Nur ein kleiner Anteil der Versuchstiere erleidet schwere Belastungen, wobei dieser Anteil in Österreich deutlich höher liegt als in Deutschland und der Schweiz (2020 Deutschland: 3,8 %, Österreich: 11 %, Schweiz: 3,5 %). In Deutschland hat der Anteil der gering belastenden Versuche in den vergangenen Jahren weiter zugenommen, während der Anteil schwer belastender Versuche abnahm. Dies lässt sich auch auf den stetigen Rückgang von Versuchen zu regulatorischen Zwecken zurückzuführen, die häufiger mit höheren Belastungen verbunden sind. In Österreich und der Schweiz ist jedoch ein gegenteiliger Trend zu beobachten: Hier nahmen geringe Belastungen ab, während Versuche mit schweren Belastungen zunahmen. In der Schweiz hat die Zahl der Versuchstiere, die in schwer belastenden Versuchen eingesetzt wurden, von 2014 auf 2020 um mehr als 60 % zugenommen. Dies spiegelt möglicherweise auch eine im Laufe der Jahre veränderte Bewertung der Belastungsgrade derselben Tierversuche wider.

3R-Forschung allerorten

Um sowohl die Belastungen als auch die Zahl der Tiere in Tierversuchen zu reduzieren, ist in der DACH-Region das **3R-Prinzip** fest verankert: Tierversuche müssen, wo immer möglich, ganz vermieden (Replace) oder die Zahl (Reduce) und Belastung (Refine) der Versuchstiere verringert werden. Forschung im Sinne des 3R-Prinzips wird in allen drei Ländern nachdrücklich und in zunehmendem Maße auch staatlich gefördert.

So wurden in **Deutschland** neben dem Nationalen Zentrum zum Schutz von Versuchstieren (Bf3R) in den vergangenen Jahren in vielen Bundesländern neue 3R-Forschungszentren und -netzwerke etabliert. Auf Bundesebene wurde kürzlich das „Bundesnetzwerk 3R“ gestartet. Die Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) für Ersatz- und

Ähnliche Versuchszwecke



Ergänzungsmethoden zu Tierversuchen gehört zu den weltweit ältesten Programmen in diesem Bereich. Laut BMBF wurden damit seit 1980 bereits rund 600 Projekte mit einem Fördervolumen von insgesamt mehr als 200 Millionen Euro finanziert.

Auch in **Österreich** wird neben dezentralen Forschungsprogrammen die Entwicklung tierversuchsfreier Technologien durch Förderprogramme der Regierung unterstützt. In der Förderung des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF) werden jährlich mindestens 600.000 Euro ausgeschrieben. Dieser Topf wird bei großer Nachfrage durch die Projektförderung des Wissenschaftsfonds FWF ergänzt. Im Jahr 2021 wurden so 3R-Projekte mit rund 1,2 Millionen Euro gefördert. In Österreich wurden unter anderem im Jahr 2013 die weltweit ersten Gehirn-Organoiden entwickelt, wenn auch nicht aus solchen Mitteln und auch nicht primär zum Zweck als Ersatzmethode für Tierversuche. Ihnen wird heute sowohl in der Grundlagenforschung als auch bei Tests von Medikamenten und Chemikalien großes Potenzial zur Reduktion von Tierversuchen zugesprochen.

In der **Schweiz** wurde 2018 das „Swiss 3R Competence Centre“ (3RCC) eingerichtet, das auch die Fördertätigkeit der bis dahin aktiven „Stiftung Forschung 3R“ übernommen hat (Fördersumme 1987 bis 2018: rund 20 Millionen Franken), und sowohl 3R-Kompetenzen als auch Forschungsförderung zentral bündelt.

Mehr Kommunikation

Die gesellschaftliche Debatte über Tierversuche ist durch die gemeinsame Sprache von ähnlichen Diskussionen und Argumenten gekennzeichnet. Allen gemeinsam ist auch ein zunehmendes Bekenntnis der Wissenschaft zu Transparenz und aktiver Kommunikation über Tierversuche in den vergangenen Jahren. So wurde in Deutschland nach der **Initiative Tierversuche verstehen** (2016) im vergangenen Jahr nun mit der „Initiative Transparente Tierversuche“ ein Abkommen ins Leben gerufen, mit dem sich unterzeichnende Institutionen zu mehr Offenheit, Transparenz und Dialog über ihre Tierversuche verpflichten.

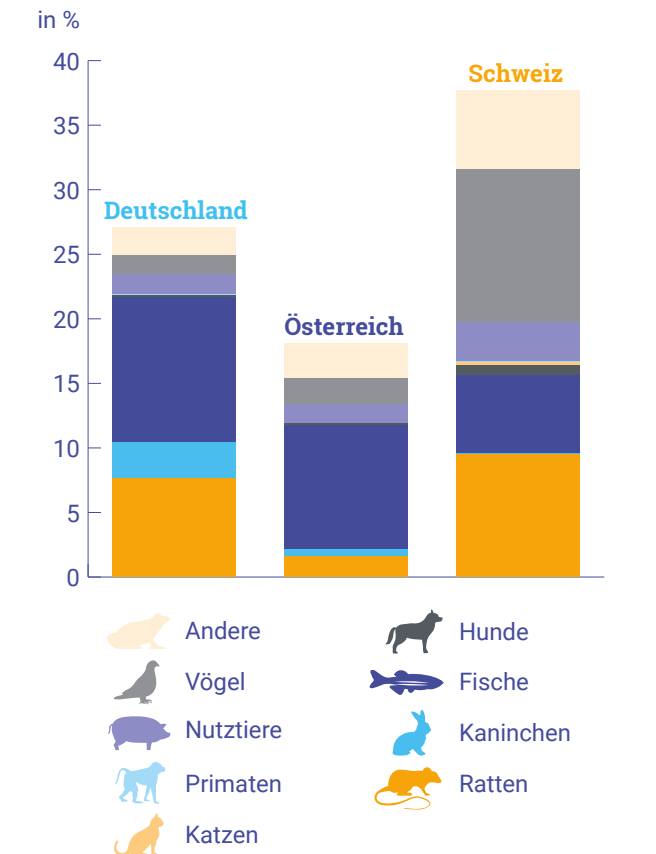
Ein ähnliches Abkommen ist in der Schweiz geplant. Besonders vor der jüngsten **Volksabstimmung** haben sich Schweizer Forschende aus Universitäten und Pharmaindustrie in den öffentlichen Diskurs eingemischt und ihre Kommunikations- und Transparenzanstrengungen ausgeweitet. Das strikte Verbot aller Tierversuche wurde im Februar 2022 mit einer großen Mehrheit von 79 % abgelehnt.

In Österreich steht die gesellschaftliche Debatte noch immer zu einem großen Teil unter dem Eindruck der „Schweine im Schnee“, einem Lawinen-Experiment aus dem Jahr 2010, das großes öffentliches Interesse erregte.

Die staatlichen Stellen der drei Länder bemühen sich unterschiedlich stark um **Transparenz**. So stellt die Schweiz ausführliche Hintergrundberichte und Erläuterungen sowie ein umfangreiches Statistik-System mit öffentlicher Datenbank zur Verfügung, in der Daten bis zurück ins Jahr 1997 ausgewertet werden können. Solche Werkzeuge fehlen in Deutschland und Österreich derzeit noch. Dafür gibt es in den EU-Ländern die Möglichkeit, sich über alle genehmigten Tierversuche anhand sogenannter nicht-technischer Projektzusammenfassungen (NTPs) detailliert zu informieren. Diese sind über die gemeinsame EU-Datenbank ALURES NTS sowie in Deutschland auch in der Datenbank animaltestinfo.de einsehbar.

Insgesamt gibt es in der DACH-Region in Bezug auf Tierversuche große Gemeinsamkeiten, aber auch bedeutende Unterschiede, die sich aus unterschiedlichen Tierversuchsdefinitionen und verschiedenen Forschungsschwerpunkten ergeben. Vergleiche der Statistiken und ihre Interpretation erfordern daher spezielles Hintergrundwissen.

Aufteilung der Versuchstiere (ohne Mäuse)



Forschung für den Arten- und Umweltschutz

*Tierversuche finden hauptsächlich im Bereich der biomedizinischen Forschung statt, aber nicht ausschließlich. Sie spielen auch bei Umwelt- oder Artenschutzprojekten eine Rolle. Bis zu 175.000 Tiere werden in Deutschland jährlich für den Arten- und Umweltschutz verwendet. Der Gedanke dahinter: Möchten Wissenschaftler*innen Tierarten schützen, müssen sie möglichst viele Informationen über die Tiere und ihr spezifisches Verhalten sammeln. Wie navigieren zum Beispiel Zugvögel entlang ihrer Flugrouten? Wie muss ein Wasserkraftwerk konstruiert sein, das Fische nicht gefährdet?*

Wechselwirkung zwischen Tier, Umwelt und Mensch

Ein besonderen Beitrag auf diesem Gebiet leistet das **Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW)** in Berlin. Das Ziel der Einrichtung besteht darin, die Anpassungsfähigkeit von Wildtieren im Kontext des globalen Wandels zu verstehen und so zum Erhalt der Wildtierbestände beizutragen. Dafür erforschen die Wissenschaftler*innen am IZW die Vielfalt von Lebenslauf-Strategien von Tieren, die Mechanismen der evolutionären Anpassungen sowie die Wechselbeziehungen zwischen Wildtieren, ihrer Umwelt und dem Menschen.

Ein Fallbeispiel: In Nordamerika sterben jährlich Millionen von Fledermäusen an einem durch europäische Höhlenbesucher*innen eingeschleppten Pilz. Das IZW hat untersucht, ob europäische Fledermäuse dadurch in ähnlicher Weise bedroht sind. Für die Untersuchung beprobten die Wissenschaftler*innen 61 sogenannte Große Mausohren, die in unterschiedlichem Ausmaß vom Pilz befallen waren, in Winterquartieren in Deutschland. Nach dem Messen von Gewicht und der Flügelänge wurde den Tieren während der Winterruhe Blut für immunologische Analysen entnommen. Diese Maßnahmen hatte die zuständige unabhängige Zulassungsbehörde zuvor – wie auch für jeden anderen Tierversuch vorgeschrieben – geprüft und genehmigt. Zudem überwachte das Team, wie häufig die Fledermäuse aus ihrer Winterruhe erwachen, um die Infektion aktiv einzudämmen. „Wir konnten zeigen, dass es bei den Mausohrfledermäusen keinen nachweisbaren Zusammenhang zwischen dem Infektionsgrad und der Häufigkeit des Aufwachens gibt“, sagen Marcus Fritze und Christian Voigt, Fledermausexperten der Abteilung Evolutionäre Ökologie des Leibniz-IZW. „Dies passt zu der Idee, dass der Pilz bei den europäischen überwinternden Fledermäusen keine Immunreaktion auslöst, sondern von der Basisimmunität der Fledermäuse unter Kontrolle gehalten wird.“ Die europäischen Fledermäuse kommen also offensichtlich mit dem Pilz gut klar. Diese Erkenntnisse liefern einen wichtigen Beitrag zum **Populationserhalt in Europa**.

Wie funktioniert das Navigationssystem von Zugvögeln?

Tierverhalten besser verstehen und dadurch natürliche **Lebensräume effektiver schützen** – dieses Ziel steht auch über einer Reihe von Forschungsprojekten an der **Universität Oldenburg**. Im Jahr 2019 startete dort ein Tierversuch mit **12 Mönchsgrasmücken**, der viert häufigsten Vogelart in Deutschland. Bei der Studie ging es darum, wie Zugvögel das Erdmagnetfeld wahrnehmen und zur Orientierung nutzen.

Auf die natürliche Population hat der Fang weniger Mönchsgrasmücken zu Forschungszwecken keinerlei Einfluss. Denn die Konkurrenz unter den Artgenossen ist sehr hoch. Das Revier eines gefangenen Wildvogels wird direkt danach von einer anderen Mönchsgrasmücke übernommen, die andernfalls durch den Konkurrenzkampf wahrscheinlich gestorben wäre.

Die Tiere werden fachgerecht und möglichst schonend für Tier und Umwelt gefangen. Danach injizieren ihnen die Forschenden unter vollständiger Betäubung eine sogenannte **„Tracer Substanz“** ins Gehirn. Diese für die Tiere vollkommen unschädlichen Tracer werden in der Forschung vor allem dazu eingesetzt, um **Stoffwechselwege** und deren Mechanismen **sichtbar zu machen**. Im Gehirn selbst befinden sich keine Schmerzrezeptoren, daher können Vögel und Säugetiere einschließlich des Menschen dort keinen Schmerz empfinden. Schon nach wenigen Minuten sind die Vögel wieder bei Bewusstsein und voll bewegungsfähig. Während der Versuche wird den Tieren ein verändertes Erdmagnetfeld vorgetäuscht.

Die „magnetische Landkarte“ austricksen

Die künstlich erzeugten Magnetfeldreize sind nicht stärker als die doppelte Magnetfeldstärke der Erde. Ohnehin sind Vögel, Menschen und alle anderen Lebewesen diesen Reizen ständig ausgesetzt. Zum Vergleich: Bei der Magnetresonanztomographie (MRT) – einem in der Tier- und Humanmedizin anerkannten

diagnostischen Verfahren zur Erzeugung von detaillierten Schnittbildern des menschlichen Körpers – werden Patient*innen Magnetfeldern ausgesetzt, die mehr als tausend Mal stärker sind als die Magnetfelder, die die Vögel erfahren.

Während der Versuche gelang es den Wissenschaftler*innen, eine völlig **neue Nervenverbindung** zu identifizieren, die höchstwahrscheinlich den Anfang eines magnetischen Kartenverarbeitungsweges im Gehirn bildet. Diese Erkenntnis hilft zu verstehen, wie die **„magnetische Landkarte“ von Zugvögeln** funktioniert. Das kann zum Beispiel interessant sein, wenn eine Vogelpopulation aufgrund von Baumaßnahmen umgesiedelt werden muss. Solche Umsiedlungen sind in der Regel sehr schwierig, da die Zugvögel dank ihrer hervorragenden Orientierung schnell wieder in ihre gewohnten Gebiete zurückkehren. Vollständig zu verstehen, wie die Vögel navigieren und ihren Weg finden, kann **Umsiedlungsprojekte** wirkungsvoll **unterstützen**. Die Navigationssysteme könnten sozusagen zum Schutz der Tiere „ausgetrickst“ werden.

Einen Negativpreis für diese Versuche, der den Forschenden ein „Herz aus Stein“ attestieren wollte, schlugen die Forschenden selbstbewusst aus und starteten eine Kommunikationsoffensive,

indem sie ihre Bemühungen zum Verständnis der Vogelbiologie, die letztlich dem Artenschutz dienen, aktiv in der Öffentlichkeit erklärten.

„Künstlicher Roboter-Fisch“ für den Artenschutz

Im Jahr 2019 war die Gesamtzahl der Versuchstiere in Deutschland im Vergleich zu den beiden Vorjahren um etwa 100.000 Tiere gestiegen. Das nahmen Kritiker*innen zum Anlass, das Bemühen der Wissenschaft in Frage zu stellen, die Zahl der Tierversuche gemäß des 3R-Prinzips zu reduzieren. Viele Beobachter*innen übersahen dabei aber, dass die Anzahl der eingesetzten Versuchstiere für die biomedizinische Forschung tatsächlich rückläufig war; der Anstieg der Gesamtzahl aller eingesetzten Versuchstiere ging hingegen vor allem auf Artenschutzprojekte zurück, in denen Forschende die **Fischfreundlichkeit neuer Wasserkraftwerke** testen wollen.

Haben wildgefangene Versuchstiere eine Auswirkung auf die gesamte Population?



Die Bedeutung der Wasserkraft gewinnt im Zuge der **Energie-wende** auch in Deutschland an Bedeutung. Damit diese Form der Energiegewinnung möglichst umweltverträglich erfolgt, ist weitere Forschung erforderlich. Allein in den Jahren 2019 und 2020 wurden laut der öffentlichen Datenbank animaltestinfo.de neue **Tierversuche mit rund 75.000 Fischen** genehmigt, die dem Schutz verschiedener wandernder Fischarten im Zusammenhang mit Wasserkraftwerken dienen sollen. Laut Bundesinstitut für Risikobewertung werden dafür jährlich sogar bis zu 200.000 Tiere verwendet. Dabei gehen auch solche Tiere in die Statistik ein, die lediglich gefangen, mit Sendern ausgestattet und danach wieder freigelassen werden. Diese Besonderung macht den überwiegenden Teil der Eingriffe in diesem Forschungsfeld aus. In Bayern kam dieser Effekt im Jahr 2019 am deutlichsten zum Ausdruck: Rund 30 % der landesweit eingesetzten Versuchstiere waren Fische. Der Großteil dieser insgesamt 147.163 Tiere diente dazu, fischfreundliche Wasserkraftanlagen zu entwickeln und **Fischtreppen in Gewässern zu verbessern**.

Mittlerweile stammen rund 16 % des weltweit erzeugten Stroms aus Wasserkraftwerken. Für Fische können die Turbinen allerdings zu einer tödlichen Gefahr werden. Forschende der **Otto-von-Guericke-Universität in Magdeburg** wollen die möglichst fischfreundliche Entwicklung von Wasserkraftanlagen voranbringen – allerdings ohne dabei auf eine hohe Anzahl an lebenden Fischen in den Versuchen zurückgreifen zu müssen. Sie entwickeln sogenannte **Roboterfische**, die Wissenschaftler*innen künftig anstelle lebender Tiere einsetzen könnten. Im sogenannten „RETERO“-Projekt („Reduction of live fish testing through science and technology“) wollen die Forschenden eine Art stromlinienförmige Forelle nachbauen, die mit Sensoren ausgestattet ist. Dieser Roboterfisch könnte in Zukunft einen großen Beitrag zur Entwicklung fischfreundlicher Wasserkraftanlagen leisten und so vielen Fischen das Leben retten. Bis es soweit ist, müssen die Wissenschaftler*innen allerdings noch einige Fragen klären. Wie

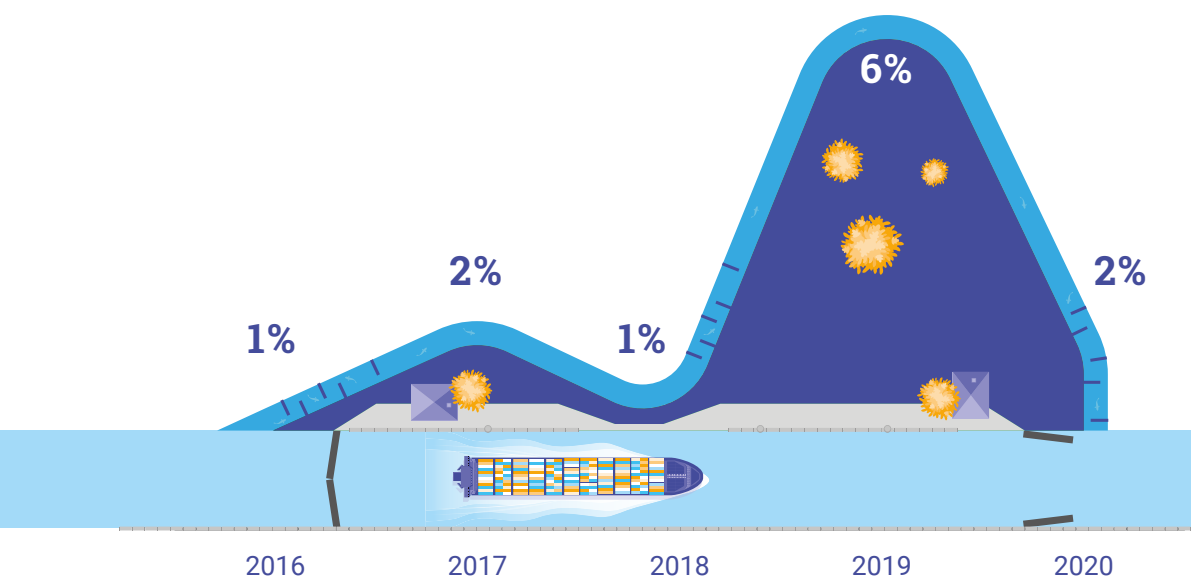
wird der künstliche Fisch betrieben? Mit welchen Sensoren sollen Druck, Scherkräfte und Beschleunigung gemessen werden? Sind diese Fragen erst einmal geklärt, wollen die Wissenschaftler*innen das Verhalten der Fische analysieren. Wehren sich die Tiere gegen den Strom, versuchen sie ihren eigenen Weg durch die Turbinen zu navigieren oder geben sie an einem bestimmten Punkt auf und lassen sich treiben? Wenn des RETERO-Projekt Erfolg hat, könnte diese Technologie eines Tages zu einem wichtigen Vorhersage-Werkzeug bei der Entwicklung neuer sowohl klima- als auch fischfreundlicher Wasserkraftanlagen werden.

Hinter den Zahlen verbergen sich begründete Motive

Die beschriebenen Fälle zeigen: Die Versuchsbeschreibungen oder die Anzahl der eingesetzten Tiere wirken zunächst oft abschreckend. Dennoch erbringen **Tierversuche nicht nur in der biomedizinischen Forschung, sondern auch im Umwelt- und Artenschutz** wichtige Erkenntnisse. Wollen Forschende das Klima oder bedrohte Tierarten nachhaltig schützen, so müssen sie sich in den Lebensräumen der Tiere auskennen und möglichst viele Informationen über die individuellen Umstände sammeln. Tierversuche leisten hierzu einen wichtigen Beitrag.

Eine **Bewertung von Tierversuchszahlen** sollten daher nicht allein die nackten Zahlen berücksichtigen. Die Analyse sollte immer erfassen: Zu welchem Zweck wurden die Tiere tatsächlich eingesetzt? Auf welche Faktoren lässt sich ein Anstieg oder Rückgang zurückführen? Denn hinter dem Meer aus Zahlen stehen nachprüfbar und durch unabhängige Behörden und Fachkommissionen überprüfte Motive, Bedeutungen und Unerlässlichkeit für den Einsatz von Tierversuchen. Vielleicht unerwartet geht es dabei oftmals auch um Tier-, Arten- und Umweltschutz.

Anteil der Versuche zum Umwelt- und Artenschutz an der Gesamtzahl der Tierversuche



Tierversuchsfreie Technologien und ihr Weg zur Anwendung

Biomedizinische Forschung ohne Tierversuche? Das ist Wunsch in Gesellschaft und Wissenschaft. In vielen Bereichen können tierversuchsfreie Technologien den Tierversuch schon heute ersetzen – etwa beim sogenannten Pyrogentest an Kaninchen. Bei diesem gesetz-

lich vorgeschriebenen (regulatorischen) Test wird den Tieren die zu prüfende Substanz injiziert. Das Verfahren kann für die Kaninchen tödlich enden. Obwohl es Alternativen gibt, wird der „Rabbit Pyrogen Test“ (RPT) noch immer eingesetzt, auch in Deutschland. Wissenschaftliche und bürokratische Komplexität setzten dem vollständigen Ersatz immer wieder Hürden. Doch die Weichen sind gestellt und die neue Fahrtrichtung zeigt bereits Wirkung: Es gibt immer weniger „Versuchskaninchen“.

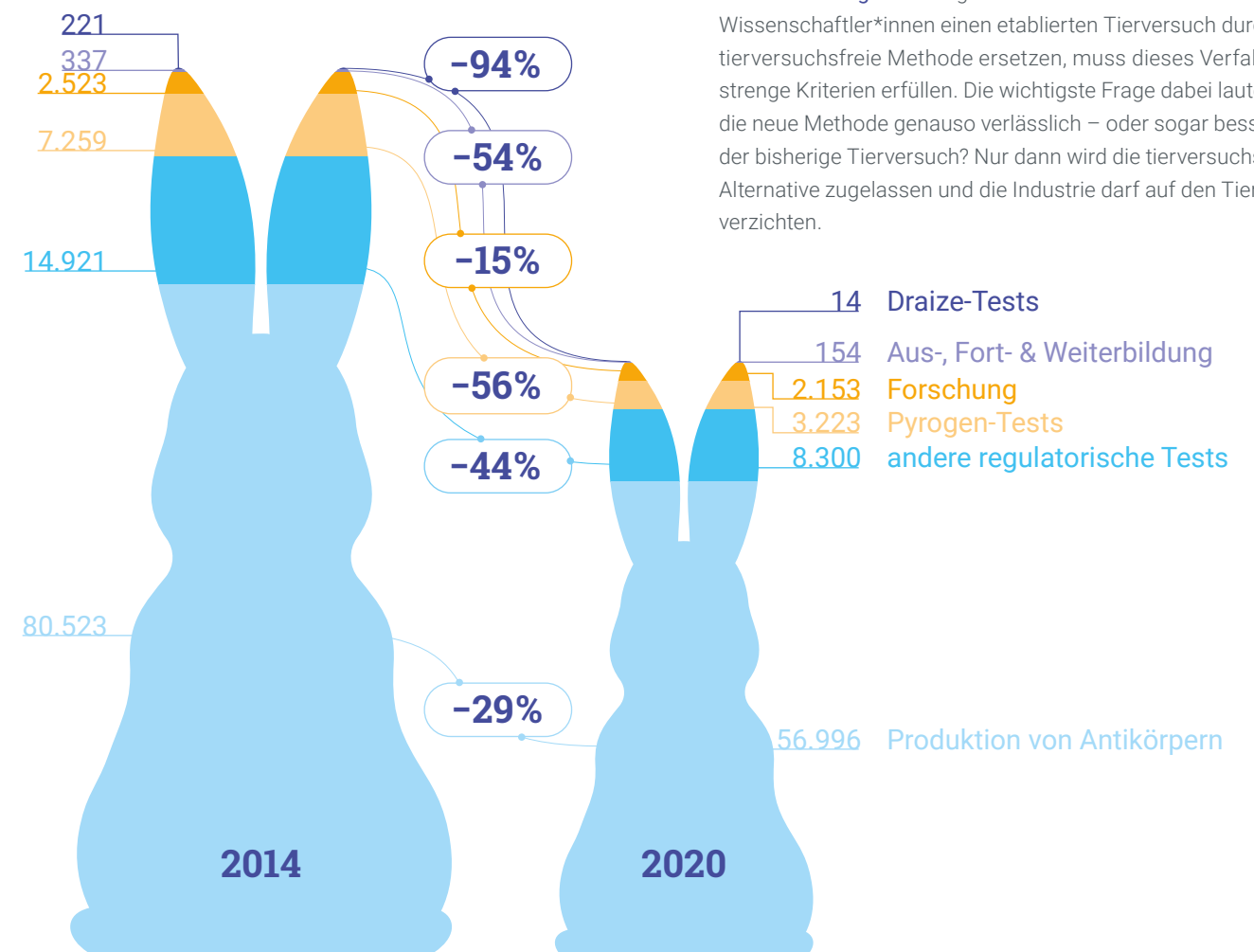
Alternativmethoden, Ersatzmethoden, Ergänzungsmethoden oder NAMs (new approach methodologies, engl. „neue methodische Ansätze“) – es gibt viele Begriffe, um tierversuchsfreie Technologien zu beschreiben. Gemeinsames Merkmal ist, dass dabei keine lebenden Wirbeltiere zum Einsatz kommen. Ob es sich nun um eine speziell zum Ersatz eines Tierversuchs entwickelte Technologie handelt oder um eine weiterentwickelte, schon lange bestehende Zellkultur-Technik: Die Suche nach tierversuchsfreien Technologien ist ein gemein-

sames Anliegen von Gesellschaft und Wissenschaft. Langfristig, so auch die erklärte Hoffnung der EU-Tierversuchsrichtlinie, soll so die Forschung auf Tierversuche verzichten können.

Ein Ersatz muss anerkannt werden

Ein Bereich, in dem Tierversuche gesetzlich vorgeschrieben sind, ist die Sicherheitsprüfung von Chemikalien und Arzneimitteln. Diese sogenannten „regulatorischen“ Tierversuche haben den Zweck, schädliche Wirkungen jener Stoffe zu erkennen, bevor sie mit Menschen in Berührung kommen oder an Menschen getestet werden. Daher sind auch die **Anforderungen an tierversuchsfreie Technologien** bei regulatorischen Tests sehr **hoch**. Wollen Wissenschaftler*innen einen etablierten Tierversuch durch eine tierversuchsfreie Methode ersetzen, muss dieses Verfahren strenge Kriterien erfüllen. Die wichtigste Frage dabei lautet: Ist die neue Methode genauso verlässlich – oder sogar besser – als der bisherige Tierversuch? Nur dann wird die tierversuchsfreie Alternative zugelassen und die Industrie darf auf den Tierversuch verzichten.

Das „Aussterben“ des Versuchskaninchens



Um nachzuweisen, dass eine Alternativmethode einen behördlich vorgeschriebenen Tierversuch ersetzen kann, müssen Forschende die **Methode wissenschaftlich validieren**, also ihre Eignung beweisen. Von der ersten Idee eines möglichen tierversuchsfreien Ansatzes bis zur Etablierung als anerkannte Alternativmethode ist es allerdings ein weiter Weg. So können von der ersten Entwicklung über langwierige Validierungsprozesse und die Aufnahme in offizielle Prüfvorschriften wie etwa dem europäischen Arzneimittelbuch (eine Sammlung anerkannter pharmazeutischer Regeln zur Qualitätskontrolle von Arzneimitteln) bis hin zum flächendeckenden Einsatz in der Industrie **Jahre bis Jahrzehnte** vergehen.

Die Geschichte des Pyrogentests

Den „Rabbit Pyrogen Test“ (RPT) gibt es seit den 1940er-Jahren. Der Test am Kaninchen zählt zu den gesetzlich vorgeschriebenen (regulatorischen) Tierversuchen und ist ein **wichtiger Bestandteil der Arzneimittelprüfung**. Pyrogene sind hitzestabile Substanzen, z. B. aus Bakterien, die Fieber und in der Folge Blutdruckabfall, Multiorganversagen und letztlich sogar auch den Tod auslösen können. Leicht übertragen werden sie mit Medikamenten für Infusionen und Injektionen. Während des Versuchs wird Kaninchen die zu prüfende Substanz in eine Ohrvene gespritzt und ihre Reaktion beobachtet. Ist die Pyrogenbelastung in der Substanz zu hoch, kann der Versuch schwere gesundheitliche Folgen für die Tiere haben. Jahrelang galt der Tierversuch mit Kaninchen als einziges Prüfverfahren.

Seit den 1960er-Jahren suchen Wissenschaftler*innen nach **Alternativen für die belastenden Tierversuche mit Kaninchen**.

Verschiedene Methoden wurden im Laufe der Jahre entwickelt, wie etwa ein Ansatz, der das Blut von Pfeilschwanzkrebsen nutzt (LAL / BET). Diese konnten zwar Kaninchen-Tests reduzieren, aber nicht vollständig ersetzen.

Der lange Weg zur Anwendung

1995 entwickelten Wissenschaftler*innen der Universität Konstanz in Zusammenarbeit mit dem Paul-Ehrlich-Institut erstmalig eine Methode mit menschlichem Blut, das alle im Körper vorkommenden Bestandteile enthält (Vollblut). Mit Hilfe menschlicher Blutzellen simulierten sie die Fieberreaktion in vitro – also im Reagenzglas. Als die Forschenden die grundsätzliche Eignung der Methode festgestellt hatten, reichte dies noch nicht dazu aus, um den Pyrogentest am Kaninchen sofort und vollumfänglich zu ersetzen. In aufwendigen Prüfungen mussten die Forschenden beweisen, dass ihre Methode genauso gut geeignet ist wie der Tierversuch. Es dauerte weitere 15 Jahre, bis die Europäische Union (EU) den sogenannten **Monozyten-Aktivierungstest (MAT)** mit menschlichem Blut 2010 ins europäische Arzneibuch (EP) übernahm. 2015 kamen zahlreiche sogenannte Test-Kits auf den Markt, um den MAT-Test hoch standardisiert durchführen zu können. Pharmazeutische Hersteller setzten diese vermehrt ein. Komplett ersetzt werden konnte der Tierversuch am Kaninchen dadurch aber bisher noch immer nicht. Denn Hersteller müssen für jedes einzelne Arzneimittel prüfen, ob der MAT-Test tauglich ist. Noch einmal bis zu 15 Jahre kann diese Etablierung für jeden Einzelfall dauern. Die EU will den Pyrogentest mit Kaninchen **bis zum Jahr 2026** komplett aus dem Arzneimittelbuch streichen.

Gesetzliche Änderungen bringen zusätzliche Zugkraft

Durch Änderungen im Tierschutzgesetz im Jahr 2013 hat der Gesetzgeber die rechtlichen Bedingungen, den ursprünglichen Pyrogentest am Kaninchen weiter zu genehmigen, verschärft. Sofern vorhanden, müssen Anwender*innen laut Tierschutzgesetz auf alternative Methoden ausweichen. Eine **neue Genehmigung für den RPT** erhalten Forschende daher nur, wenn nachgewiesen ist, dass der Test mit menschlichem Blut für das jeweilige Arzneimittel nicht funktioniert. Die Laufzeit einer solchen Genehmigung beträgt 5 Jahre und kann danach noch einmal verlängert werden. 2018 wurde eine solche Verlängerung für den RPT zum ersten Mal abgelehnt. Anwender*innen haben die Auflage, für jedes Arzneimittel aufzuzeigen, wie sich die Prüfung auf das MAT-Verfahren umstellen lässt. Verlängerungen der Genehmigung des RPT erteilen Behörden nur noch mit Auflagen zur Umstellung. Für diesen Schritt haben die Arzneimittelhersteller 5 Jahre Zeit.

Zahl der Versuchskaninchen geht deutlich zurück

Die jahrelange Suche nach tierversuchsfreien Alternativen macht sich nun auch unmittelbar in den Tierversuchszahlen bemerkbar. Die Zahl der **Versuchskaninchen im Pyrogentest** in Deutschland lag 2014 bei 7.259. In den folgenden Jahren sank diese Zahl auf 6.000 bis 7.000. 2020 waren es mit 3.223 eingesetzten Tieren dann weniger als die Hälfte als 2014.

Noch deutlicher ist die Entwicklung bei einem weiteren regulatorischen Test, dem **Draize-Test**, der ebenfalls am Kaninchen

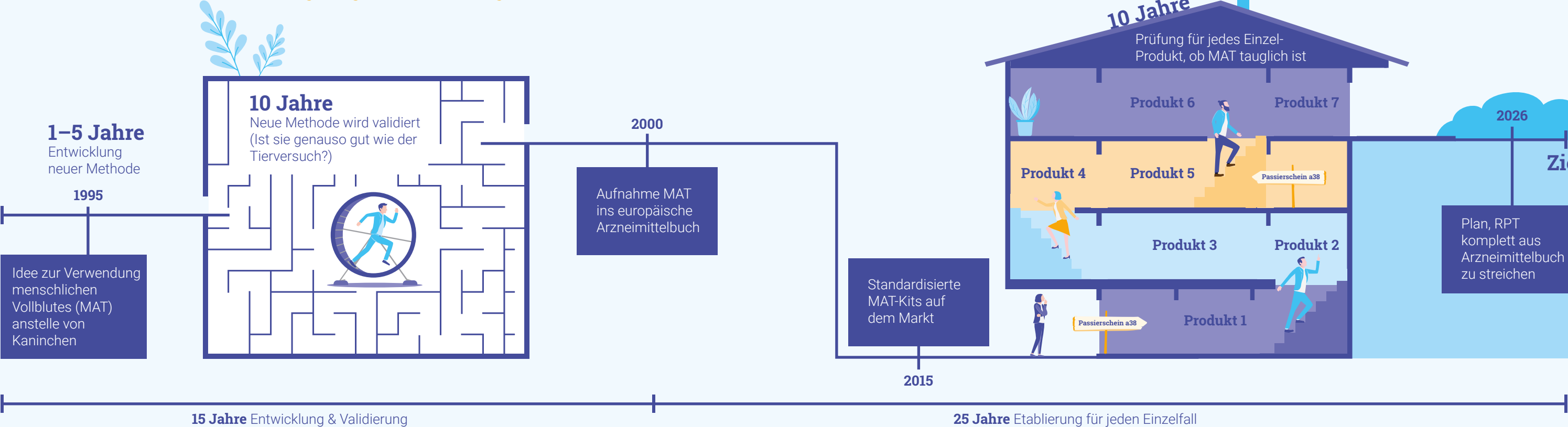
durchgeführt wird. Im Vergleich zu 2014 (221 Tiere) wurden 2020 nur noch rund 6 % des Ausgangswertes, nämlich 14 Kaninchen eingesetzt. Diese Entwicklung zeigt, dass tierversuchsfreie Alternativen langfristig in der Lage sind, regulatorische Tierversuche zu ersetzen.

Aber nicht nur bei den regulatorischen Tests kann die Wissenschaft immer mehr auf den Einsatz von Kaninchen verzichten: Sowohl in der Forschung als auch für den Einsatz als Medikament werden **Antikörper** benötigt. Das sind Proteine, die das Immunsystem zur Neutralisierung von Krankheitserregern braucht. Die bis heute gängigste Methode ist die Produktion der Antikörper in Tieren. Das Kaninchen eignet sich hierfür besonders, weil es im Vergleich zu anderen Tieren besonders starke Antikörper bildet und ein vergleichsweise großes Blutvolumen hat, das den Tieren entnommen werden kann. Die Antikörperproduktion ist für die Kaninchen allerdings mit Belastungen verbunden.

Neue Methoden können einen Teil der bisher in Kaninchen produzierten Antikörper nun ersetzen. Eine **innovative Methode** ist die Herstellung von „Mini-Antikörpern“, sogenannten **Nanobodies**, die zunächst aus dem Blut von Lamas oder Alpakas gewonnen werden. Diese Nanobodies lassen sich dann aber aufgrund ihrer geringen Komplexität biotechnisch in großen Mengen herstellen. Das Verfahren geht zudem für die Tiere mit einer deutlich geringeren Belastung einher, als es bei den Kaninchen der Fall ist.

Das „Versuchskaninchen“ zeigt exemplarisch, wie es der Wissenschaft Schritt für Schritt gelingt, den Einsatz von Tierversuchen zu reduzieren. So erscheint es möglich, den regulatorischen Pyrogen-Test an Kaninchen bis 2026 komplett zu ersetzen. Und auch andere innovative Ideen, wie die Nanobody-Antikörperproduktion mit Alpakas, können den belastenden Einsatz vieler Kaninchen schrittweise ablösen.

Alternativen zum Tierversuch: Der lange Weg zur Anerkennung



Forschungsvolumen und Belastungs-Kategorien

Wie hat sich die Forschung in den vergangenen Jahren verändert?

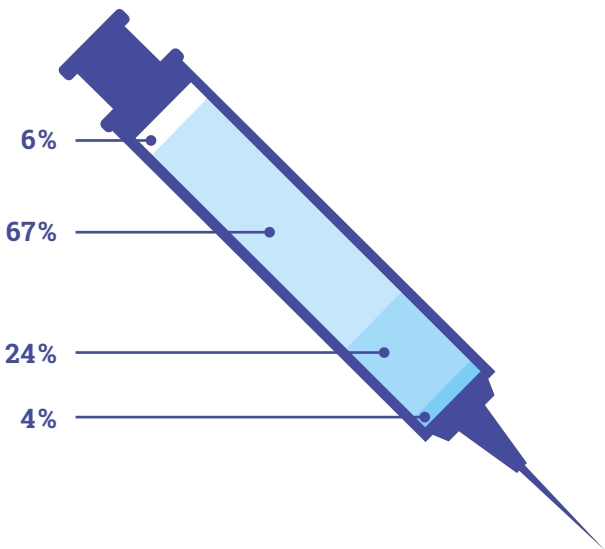
- Forschungsvolumen und -leistung in Deutschland steigen, während die Zahl der Versuchstiere nicht zunimmt
- Beispiel: Ausgaben des Bundes für die Gesundheitsforschung steigen seit 2010 jedes Jahr um durchschnittlich 6 %
- Lässt die Interpretation zu: Das 3R-Prinzip (replace / reduce) wirkt



* zusätzlich wurden 563.600 (2014) sowie 495.000 (2018) Fischlarven für wissenschaftliche Zwecke verwendet.

Welche Belastungen waren Tiere 2020 ausgesetzt?

- Diese 4 Belastungs-Kategorien werden seit 2014 erhoben – seit dem kaum Veränderung
- Schwere und mittelschwere Belastung deutlich unter EU-Durchschnitt
- Lässt die Interpretation zu: Das 3R-Prinzip (refine) wirkt

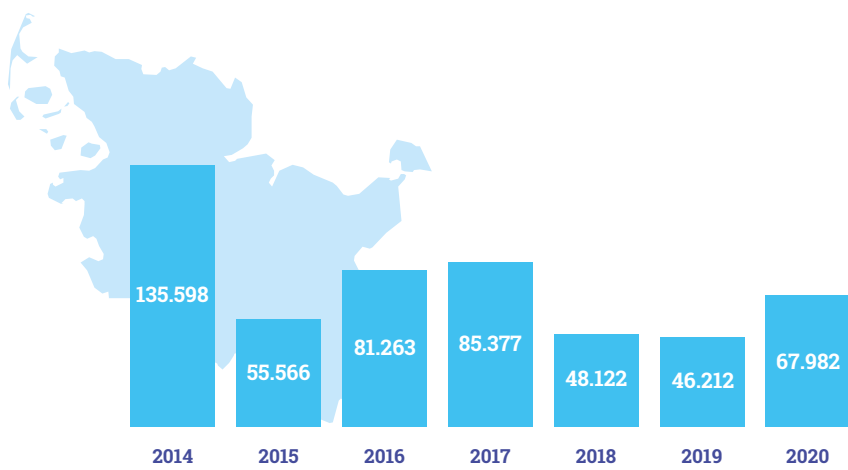


□ Einschläferung ohne Belastung ■ Geringe Belastung ■ Mittlere Belastung ■ Schwere Belastung

Versuchstiere in Schleswig-Holstein 2020

Versuchstierzahlen 2014–2020

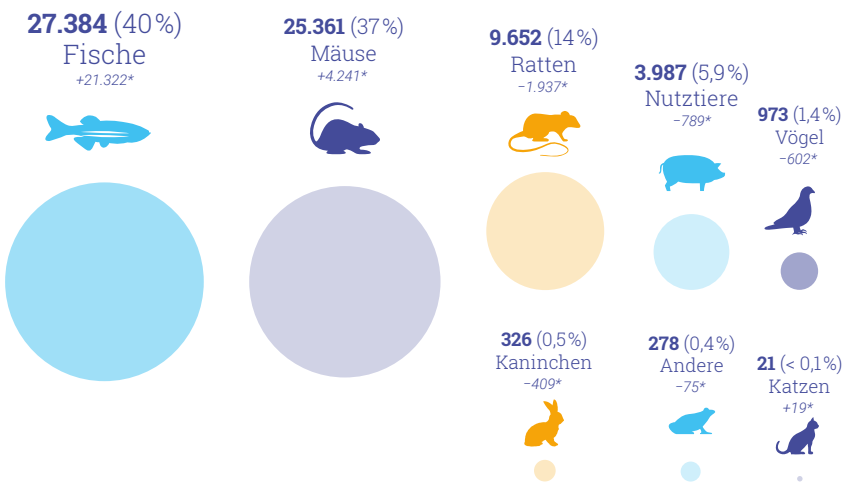
- Besonderheit: Jährlich stark schwankender Einsatz von v. a. Fischen (z. B. Fischerei-, Ökosystemforschung)
- 2014 und 2018 wurden je eine große Anzahl zusätzlicher Fischlarven gemeldet, die für wissenschaftliche Zwecke (Fütterungsversuche) eingesetzt wurden
- Entspricht 1,9 Versuchstieren pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit



*zusätzlich wurden 563.600 (2014) sowie 495.000 (2018) Fischlarven für wiss. Zwecke verwendet

Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

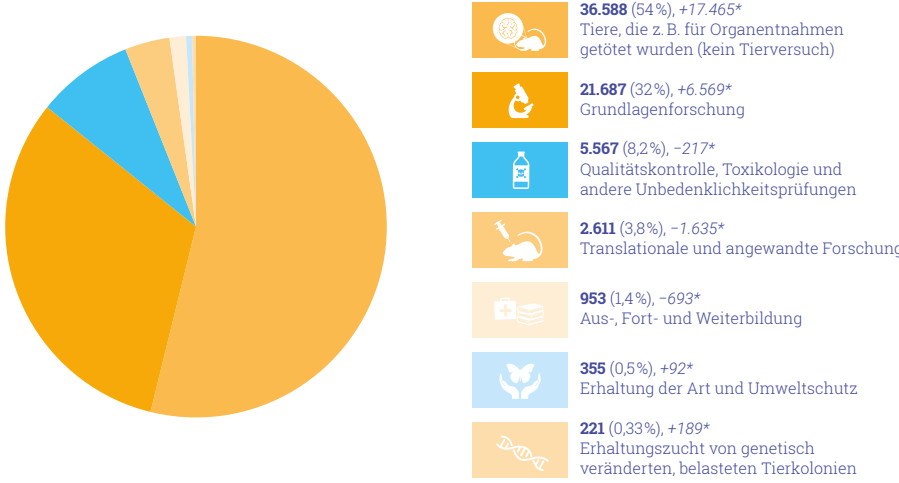
- Hoher Anteil von Fischen: 2020 haben Fische Mäuse als häufigste Versuchstiere abgelöst
- Keine Affen, keine Hunde, kaum Katzen



* Vergleich zum Vorjahr 2019

Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

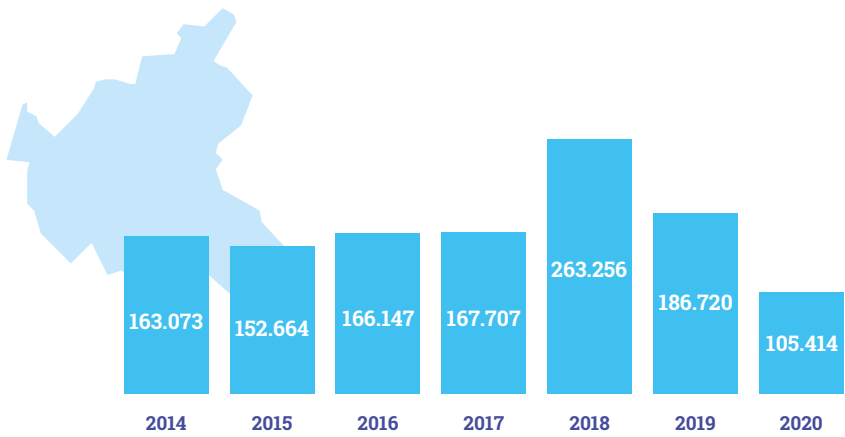
- Überwiegend Grundlagenforschung und Tötungen zur Organentnahme
- Sehr geringer Anteil von Erhaltungszuchten von genetisch veränderten, belasteten Tieren



Versuchstiere in Hamburg 2020

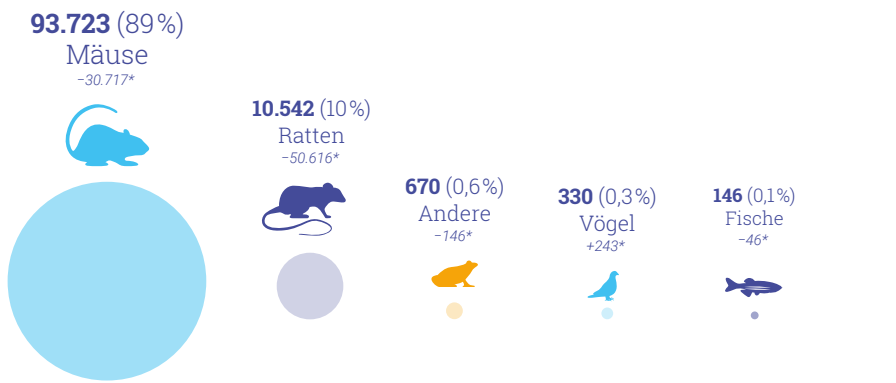
Versuchstierzahlen 2014–2020

- Starker Rückgang (–44 %) nach stetigem Anstieg bis 2019
- Entspricht 4,5 Versuchstieren pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit



Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

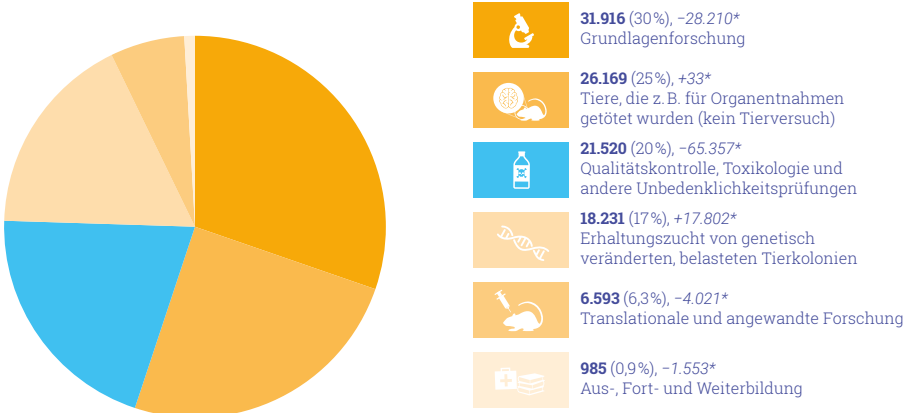
- Beinahe ausschließlich Mäuse und Ratten eingesetzt (99 %)
- Keine Affen, Hunde, Katzen, Kaninchen
- Die sehr geringe Zahl von Fischen resultiert daraus, dass die Forschung an Zebrafischen zum Großteil an Larven erfolgt. Diese gelten nicht als Versuchstiere



* Vergleich zum Vorjahr 2019

Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

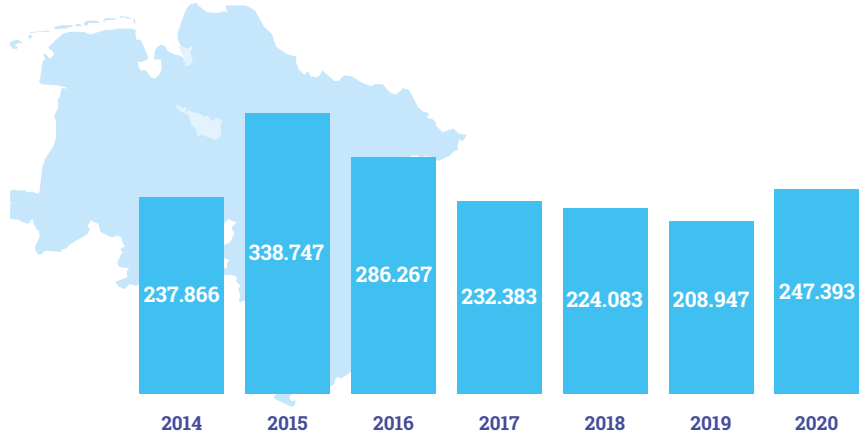
- Hoher Anteil regulatorischer Versuche (Qualitätskontrolle, Giftigkeitsprüfungen, etc.), aber stark verringert ggü. Vorjahren (wegen Abwanderung entsprechender Einrichtungen)
- Hoher Anteil von Erhaltungszuchten (2020 hoher Anteil von Erhaltungszuchten)



Versuchstiere in Niedersachsen 2020

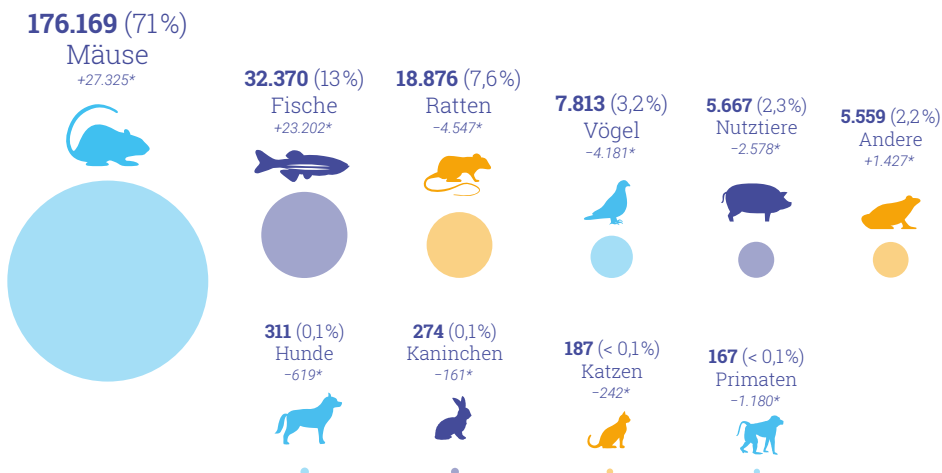
Versuchstierzahlen 2014–2020

- Stetiger Rückgang der Gesamtzahl 2015 bis 2019, Anstieg 2020 entgegen Bundestrend (+18 %)
- Entspricht 2,5 Versuchstieren pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit



Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

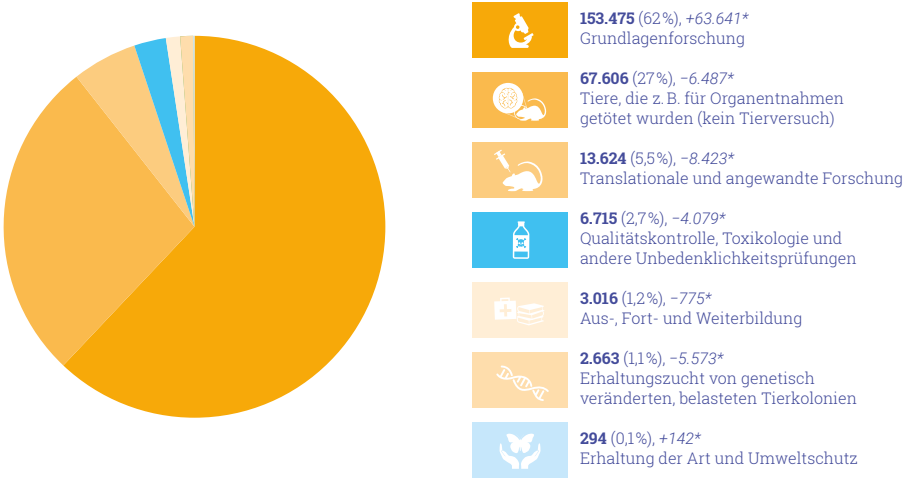
- Starker Rückgang bei Hunden, Katzen, Primaten und Ratten (u. a. wegen Abwanderung entsprechender Einrichtungen)
- Dagegen starke Zunahme bei Mäusen und Fischen



* Vergleich zum Vorjahr 2019

Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

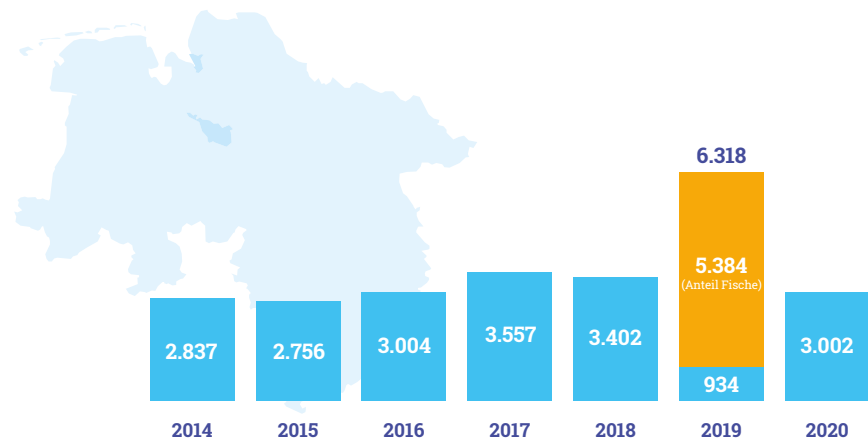
- Starker Anstieg bei der Grundlagenforschung erklärt Großteil des bundesweiten Anstiegs in der Grundlagenforschung von 2019 auf 2020
- Rückgang bei regulatorischen Versuchen (Qualitätskontrolle, Giftigkeitsprüfungen, etc.) wegen Abwanderung entsprechender Einrichtungen



Versuchstiere in Bremen 2020

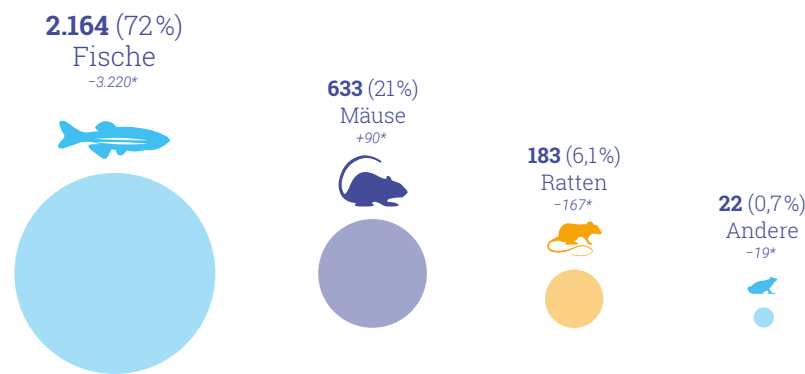
Versuchstierzahlen 2014–2020

- Nach Anstieg 2019 aufgrund eines Projekts mit Fischen 2020 Rückgang auf das Niveau der Vorjahre
- Entspricht weniger als 1 Versuchstier pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit (bundesweit niedrigster Wert)



Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

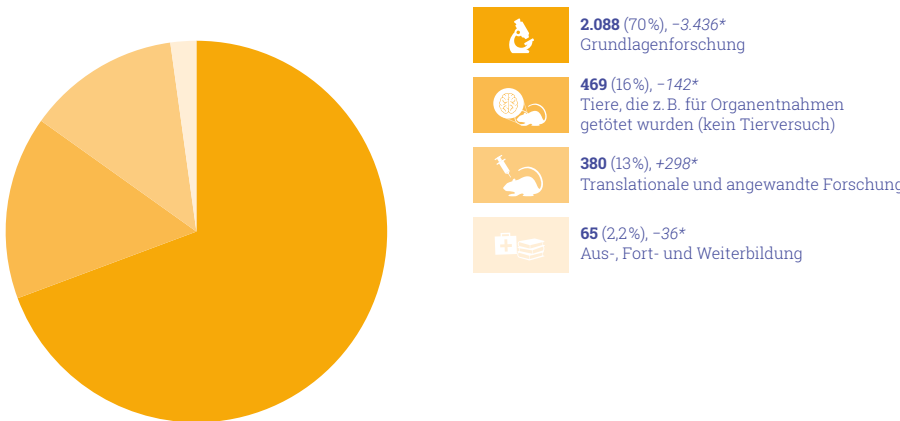
- Aufgrund geänderter Zählweise durch EU-Richtlinie verschiebt sich die statistische Erfassung verwendeter Affen. Daher 2014–2020 keine Affen gemeldet
- Mehr als 70 % aller Versuchstiere 2020 waren Fische
- Weitere Abnahme der Zahl der Ratten



* Vergleich zum Vorjahr 2019

Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

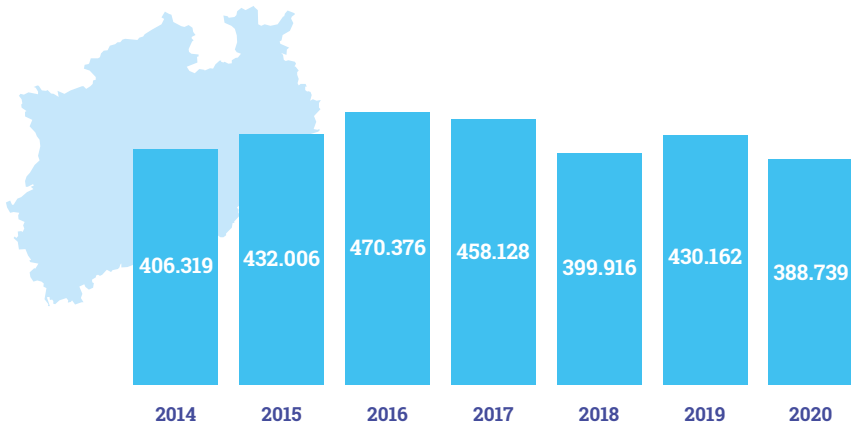
- Zum größten Teil Versuche für die Grundlagenforschung
- Keine regulatorischen Versuche (Qualitätskontrolle, Giftigkeitsprüfungen, etc.)



Versuchstiere in Nordrhein-Westfalen 2020

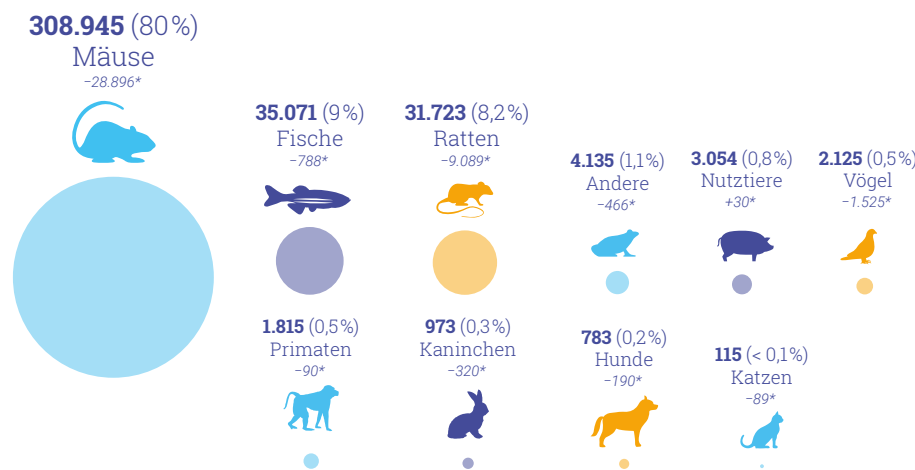
Versuchstierzahlen 2014–2020

- Kein konstanter Trend bei der Gesamtzahl, in 2020 Rückgang
- Entspricht knapp 1,7 Versuchstieren pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit



Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

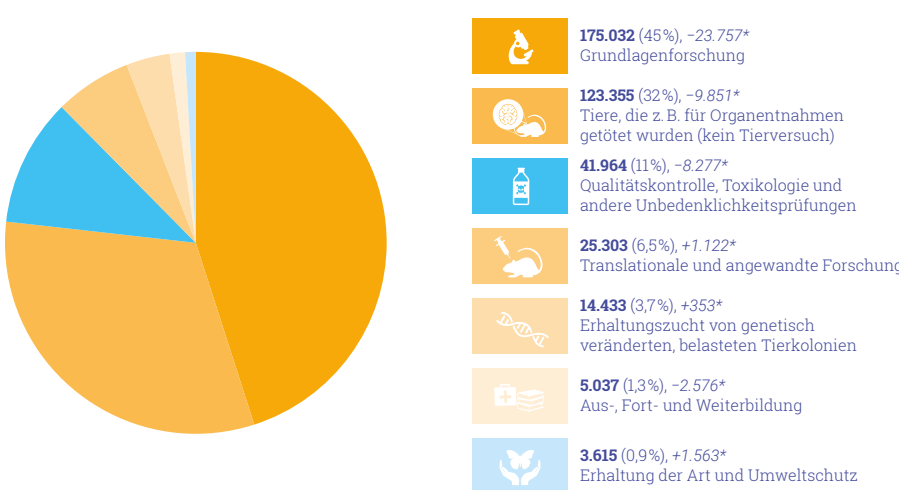
- Anteile repräsentieren in etwa durchschnittliche Werte der Bundesrepublik
- Überproportional viele Affen und Mäuse durch entsprechende Schwerpunkte forschender Firmen und Forschungseinrichtungen
- Geringer Anteil von Kaninchen



* Vergleich zum Vorjahr 2019

Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

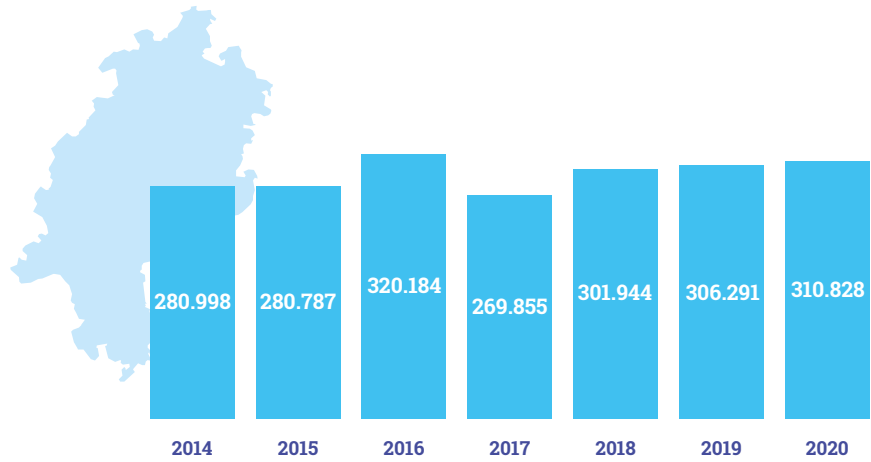
- Anteile repräsentieren in etwa durchschnittliche Werte der Bundesrepublik
- Überwiegend Grundlagenforschung und Tötungen zur Organentnahme



Versuchstiere in Hessen 2020

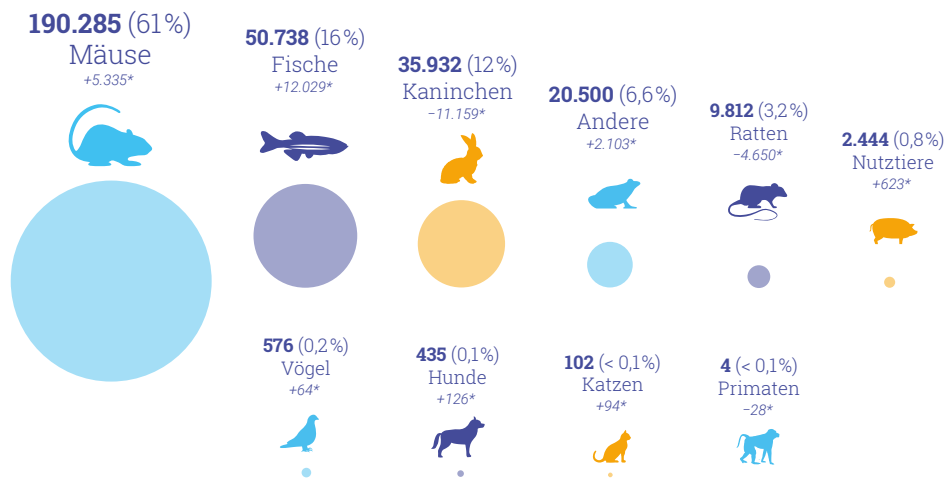
Versuchstierzahlen 2014–2020

- Gesamtzahl steigt seit 2017 leicht
- Entspricht 4 Versuchstieren pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit



Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

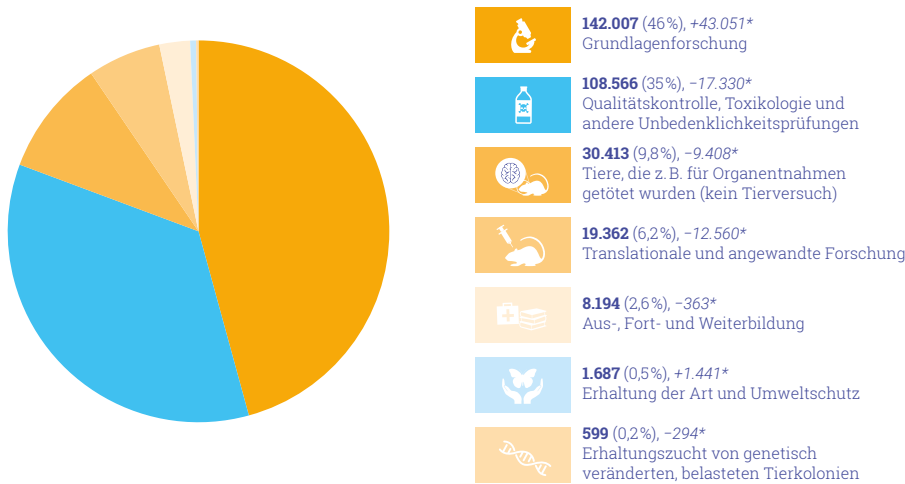
- Abnehmender, aber weiter sehr hoher Anteil von Kaninchen durch entsprechende Schwerpunkte der ansässigen forschenden Firmen
- Hunde und Katzen als Probanden oder Blutspender in tiermedizinischen Kliniken gehen nach einer klinischen Studie ohne Beeinträchtigung an Patientenbesitzer*innen zurück
- Kaum Affen (–93 % seit 2018)



* Vergleich zum Vorjahr 2019

Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

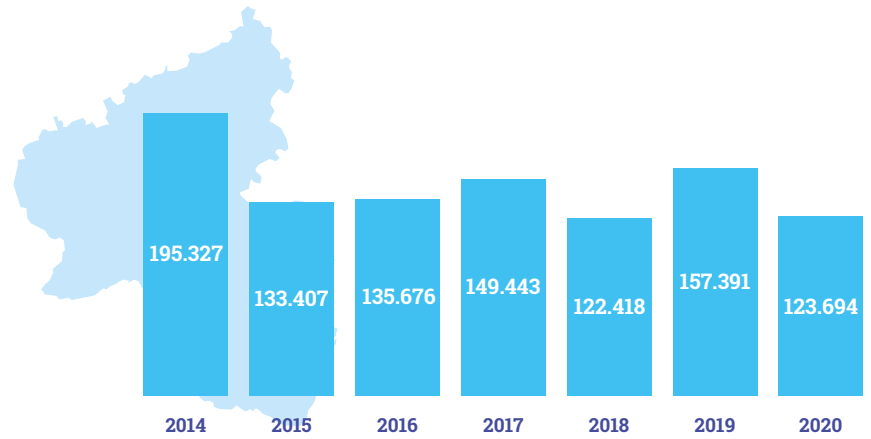
- Viel pharmazeutische und chemische Industrie ansässig, daher hoher Anteil regulatorischer Versuche (Qualitätskontrolle, Giftigkeitsprüfungen, etc.)
- Starker Anstieg bei der Grundlagenforschung (mehr als verdoppelter Anteil gegenüber 2018)



Versuchstiere in Rheinland-Pfalz 2020

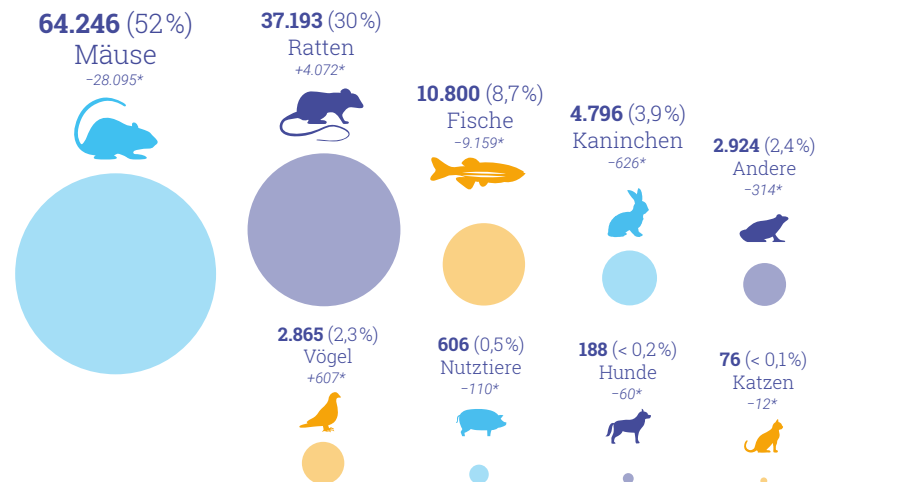
Versuchstierzahlen 2014–2020

- Im Vergleich der vergangenen Jahre kein einheitlicher Trend
- Entspricht 2,4 Versuchstieren pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit



Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

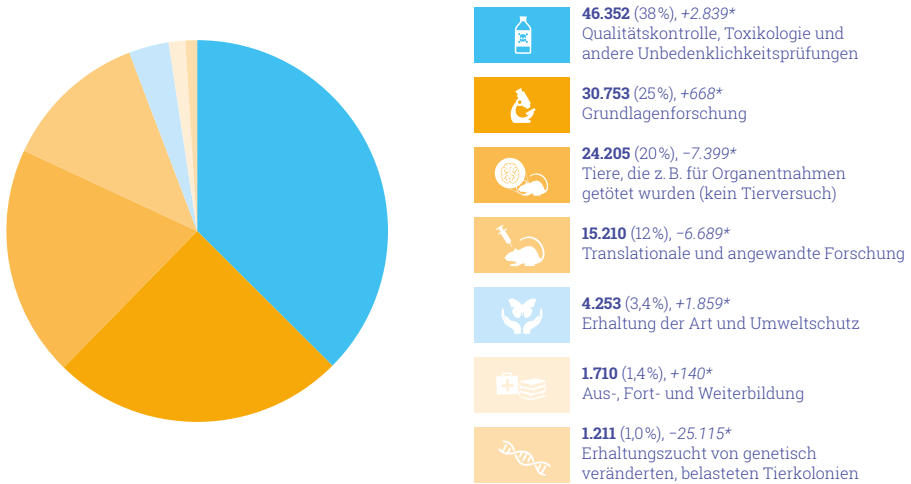
- Anteil von Ratten mehr als dreimal so hoch wie im Bundesdurchschnitt
- Weniger Hunde und Katzen als 2019



* Vergleich zum Vorjahr 2019

Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

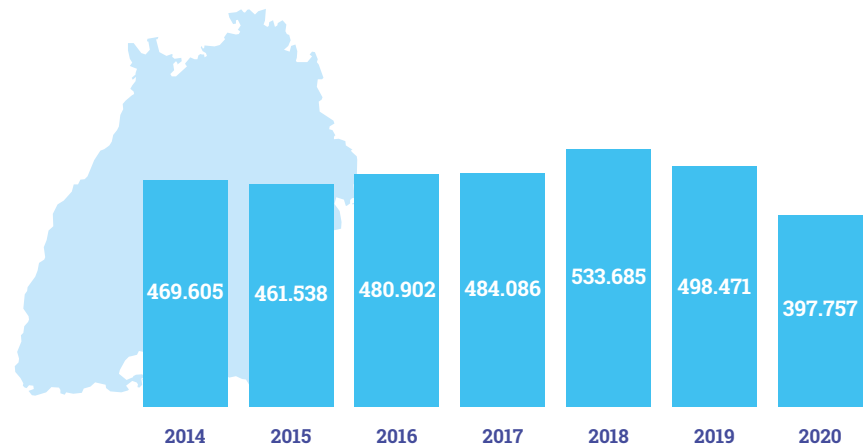
- Viel pharmazeutische und chemische Industrie ansässig, daher hoher Anteil regulatorischer Versuche (Qualitätskontrolle, Giftigkeitsprüfungen, etc.)



Versuchstiere in Baden-Württemberg 2020

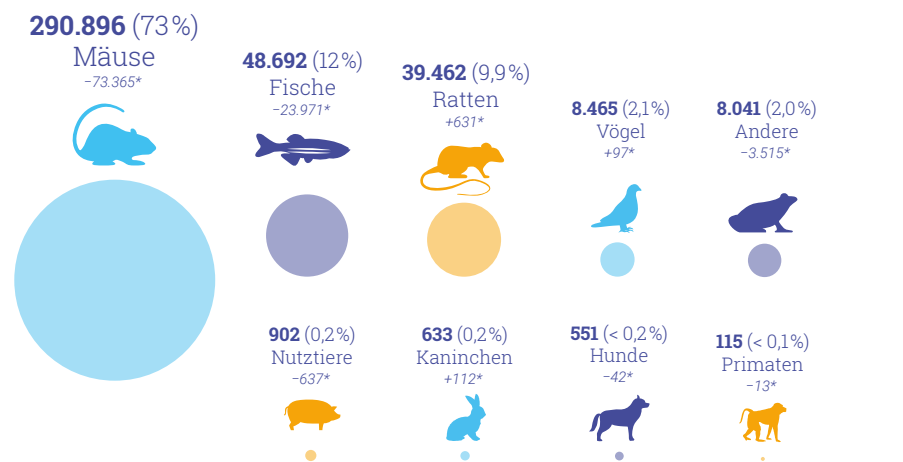
Versuchstierzahlen 2014–2020

- Nach leichtem Anstieg bis 2018 nun seit zwei Jahren Rückgang (2020: –20 % zum Vorjahr)
- Viele Universitäten und -kliniken sowie pharmazeutische und chemische Industrie ansässig
- Entspricht 2,9 Versuchstieren pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit



Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

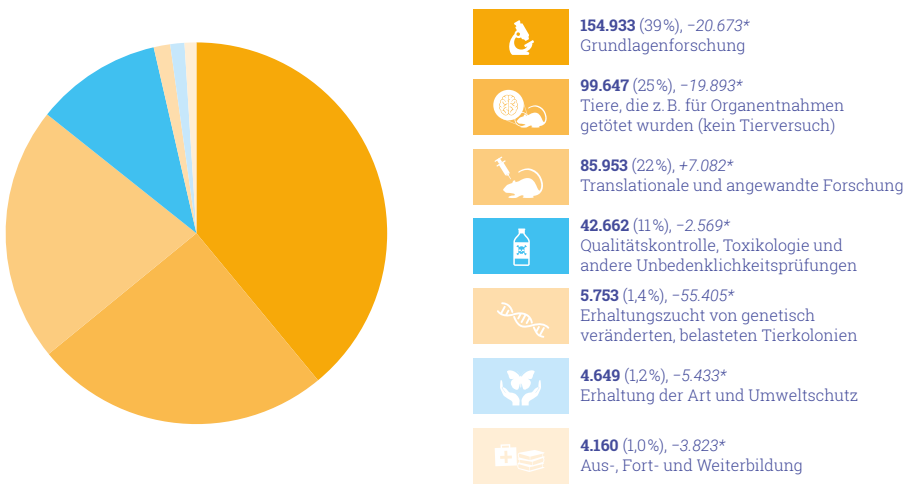
- Anteile repräsentieren in etwa durchschnittliche Werte der Bundesrepublik
- Gegenüber dem Bundesdurchschnitt geringerer Anteil von Kaninchen und Nutztieren



* Vergleich zum Vorjahr 2019

Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

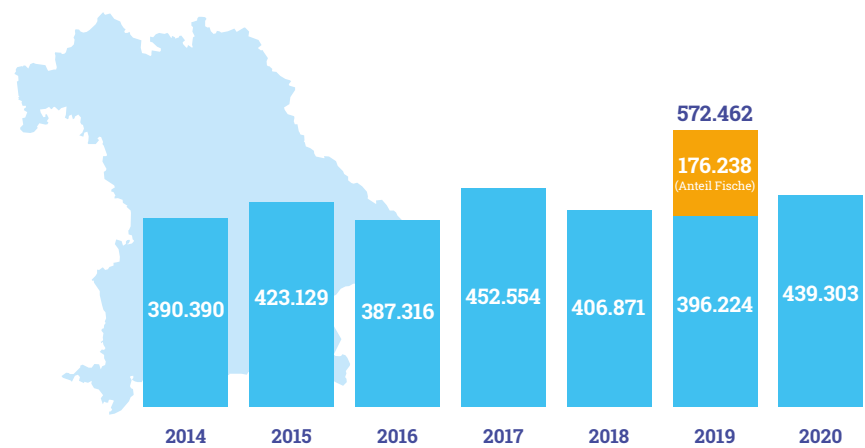
- Anteile repräsentieren in etwa durchschnittliche Werte der Bundesrepublik
- Gegenüber dem Bundesdurchschnitt höherer Anteil translationaler und angewandter Forschung



Versuchstiere in Bayern 2020

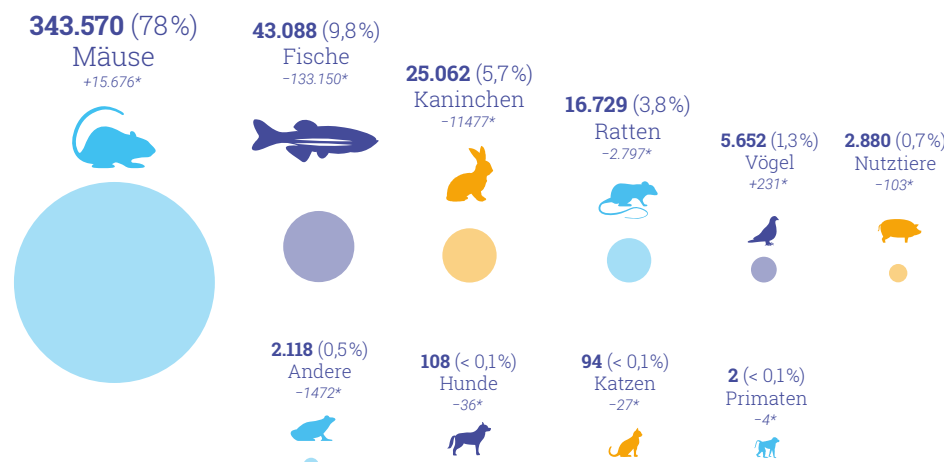
Versuchstierzahlen 2014–2020

- Gesamtzahl über die Jahre bisher weitgehend stabil
- Einmaliger starker Anstieg 2019 durch Einsatz von Fischen in Artenschutzprojekten
- Viele Universitäten und -kliniken ansässig
- Gesamtzahl 2020 entspricht 2,7 Versuchstieren pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit



Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

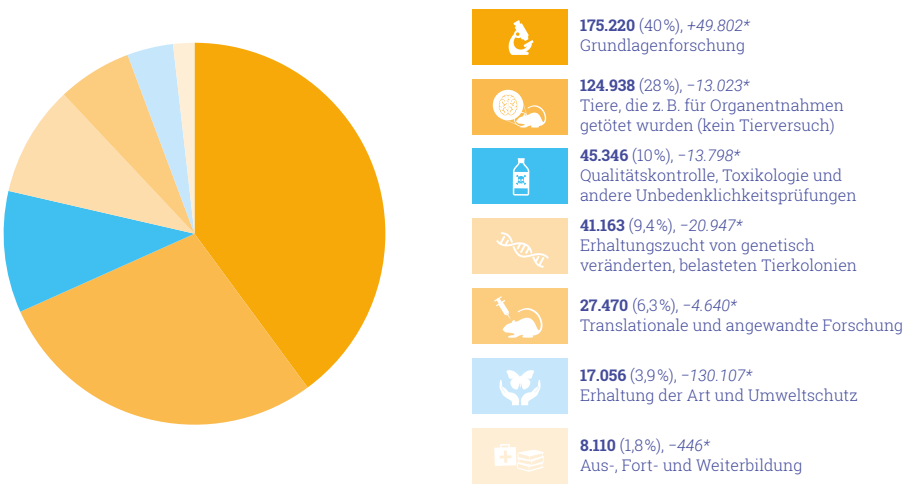
- Anteile repräsentieren in etwa durchschnittliche Werte der Bundesrepublik
- Gegenüber dem Bundesdurchschnitt höherer Anteil von Kaninchen durch entsprechendes Schwerpunkte der ansässigen Industrie
- Weniger Hunde, Katzen und Affen als 2019



* Vergleich zum Vorjahr 2019

Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

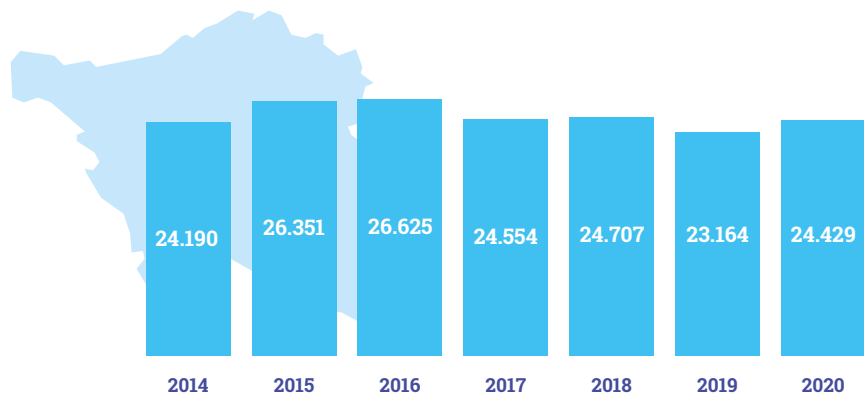
- Anteile repräsentieren in etwa durchschnittliche Werte der Bundesrepublik
- Hoher Anteil von Versuchen zu Arterhaltung- und Umweltschutz (fast ausschließlich Fische)



Versuchstiere in Saarland 2020

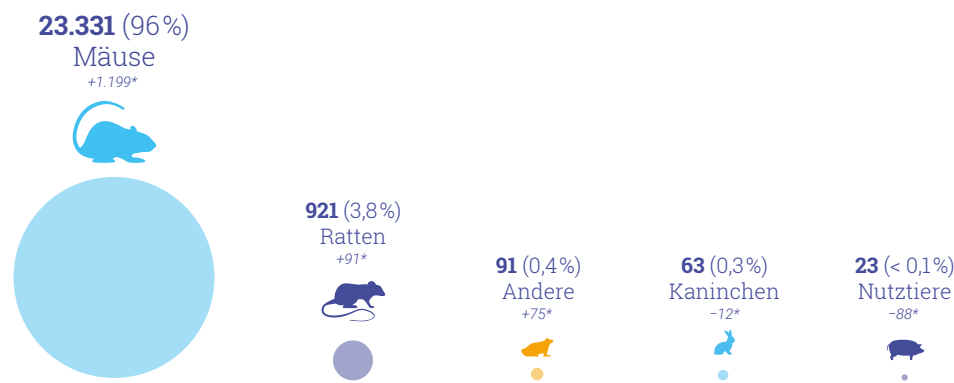
Versuchstierzahlen 2014–2020

- Gesamtzahl stabil bei etwa 25.000 Tieren
- Entspricht 2 Versuchstieren pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit



Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

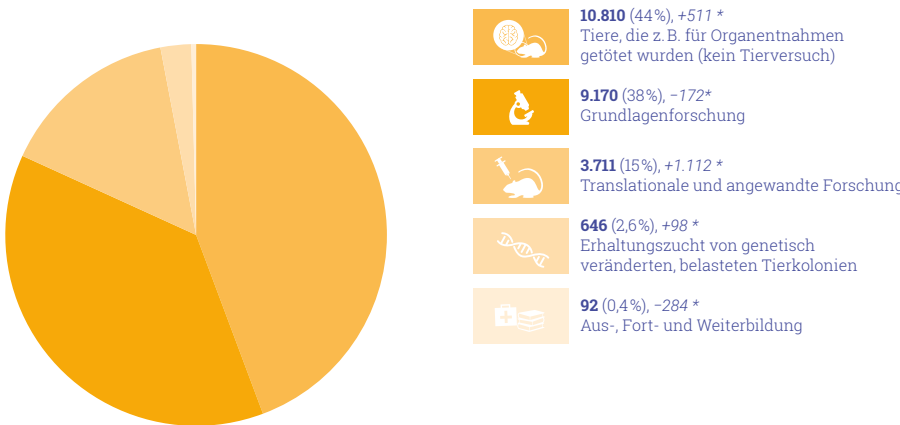
- Fast ausschließlich Mäuse durch spezialisiertes Profil der ansässigen Forschungseinrichtungen, alle anderen Tierarten unterrepräsentiert gegenüber Bundesdurchschnitt



* Vergleich zum Vorjahr 2019

Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

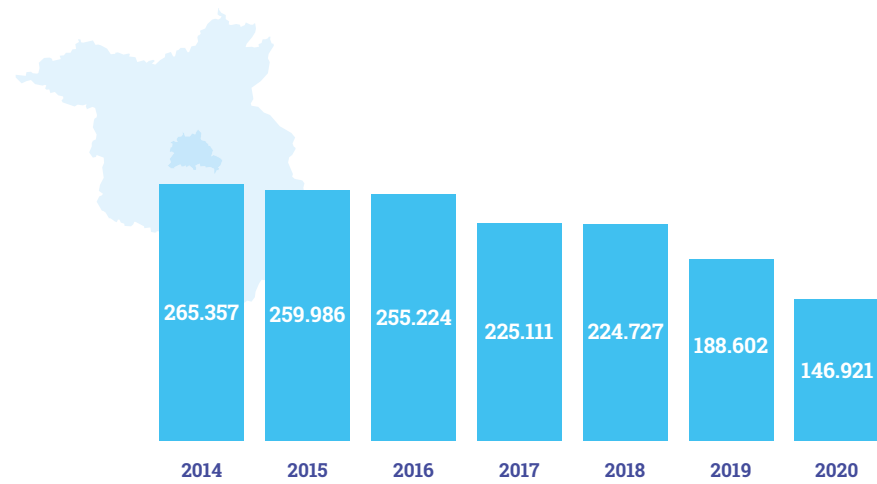
- Knapp die Hälfte der gemeldeten Tiere wird nicht in Versuchen eingesetzt, sondern getötet, um an ihren Organen zu forschen
- Keine regulatorischen Versuche (Qualitätskontrolle, Giftigkeitsprüfungen, etc.)



Versuchstiere in Berlin 2020

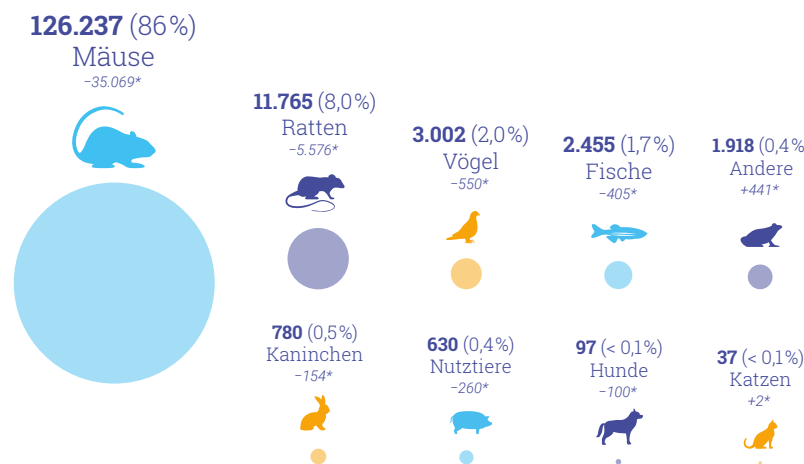
Versuchstierzahlen 2014–2020

- Gesamtzahl seit 2014 rückläufig (2020 vs. 2014: -45 %)
- Berlin ist sehr forschungsstarker Standort (Unis, Kliniken, Forschungsinstitute, Industrie)
- Entspricht 3,2 Versuchstieren pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit



Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

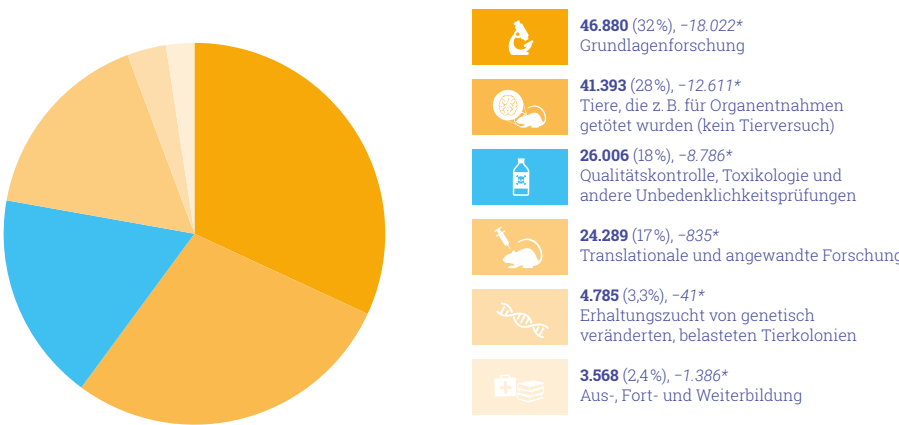
- Sehr hoher Anteil von Mäusen, sehr geringer Anteil Fische im Vergleich zum Bundesdurchschnitt
- Deutlich weniger Hunde als bisher
- Erstmals keine Affen in Berlin



* Vergleich zum Vorjahr 2019

Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

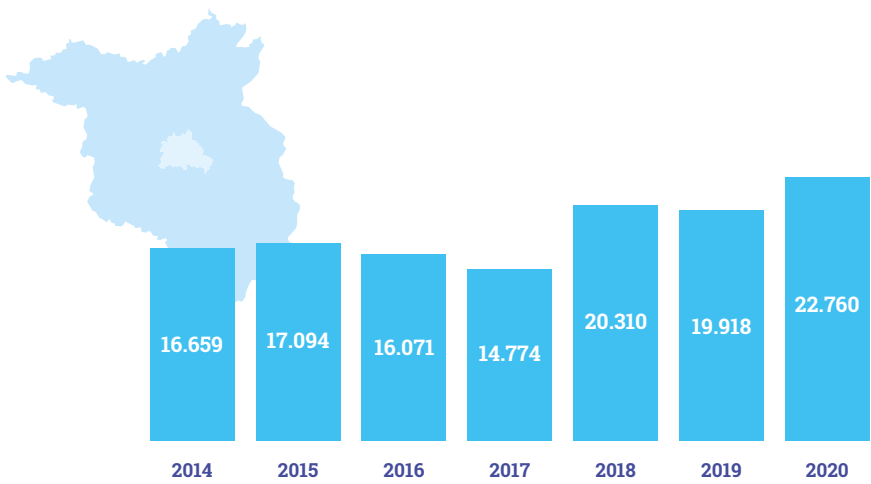
- Anteile repräsentieren in etwa durchschnittliche Werte der Bundesrepublik
- Keine Versuche zum Arten- oder Umweltschutz



Versuchstiere in Brandenburg 2020

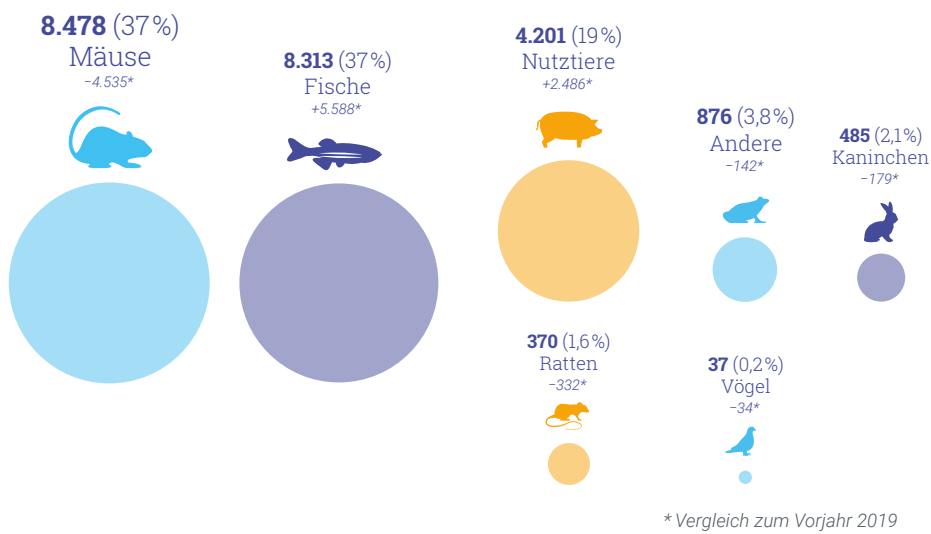
Versuchstierzahlen 2014–2020

- Versuchstierzahlen auf höchstem Stand seit 2014
- Anstieg v. a. auf den Einsatz von 8.313 Fischen und 4.201 Nutztieren (landestypisch Rinder) für Umwelt- und Artenschutz zurückzuführen
- Entspricht weniger als 1 Versuchstier pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit



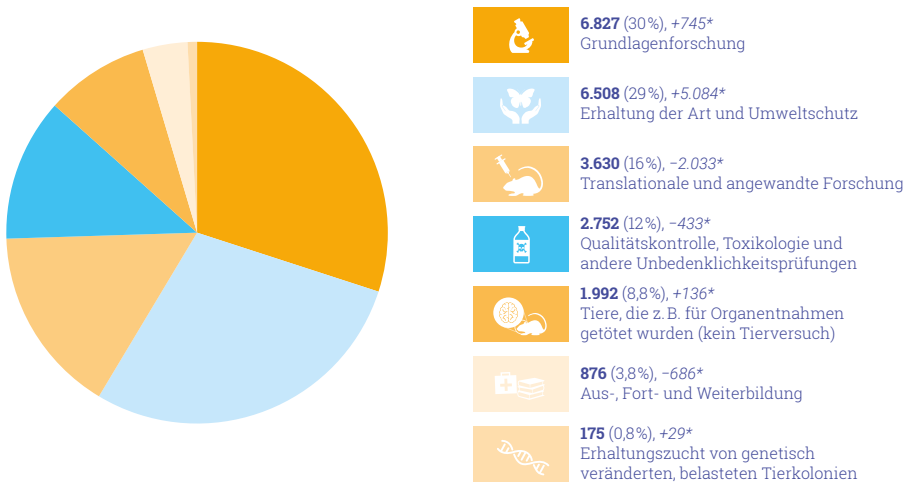
Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

- Sehr hoher Anteil von Nutztieren und Fischen



Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

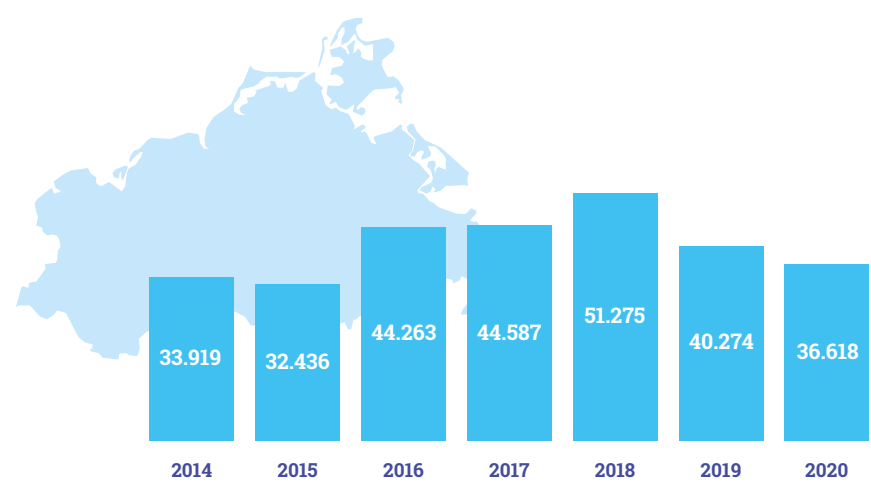
- Hoher Anteil der Versuche in den Bereichen Arten- und Umweltschutz und translationaler Forschung
- Geringer Anteil von Tötungen zur Organentnahme



Versuchstiere in Mecklenburg-Vorpommern 2020

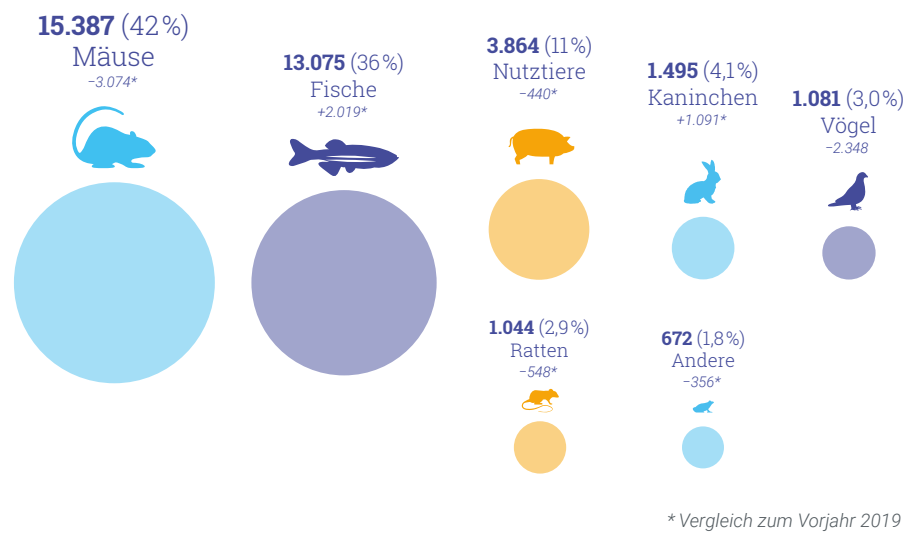
Versuchstierzahlen 2014–2020

- Stetiger Anstieg 2018 beendet, seitdem Rückgang
- Entspricht 1,8 Versuchstieren pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit



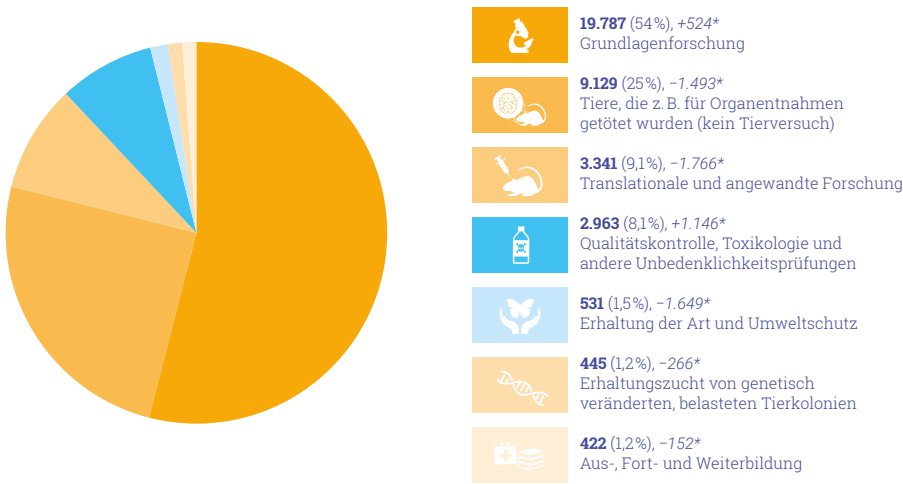
Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

- Hoher Anteil von Fischen und Nutztieren
- Geringer Anteil von Mäusen und Ratten



Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

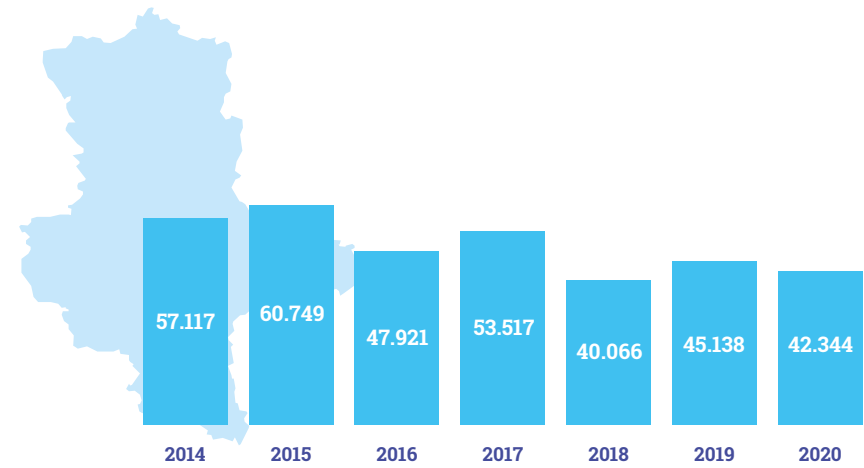
- Anteile repräsentieren in etwa durchschnittliche Werte der Bundesrepublik
- Hoher Anteil der Grundlagenforschung



Versuchstiere in Sachsen-Anhalt 2020

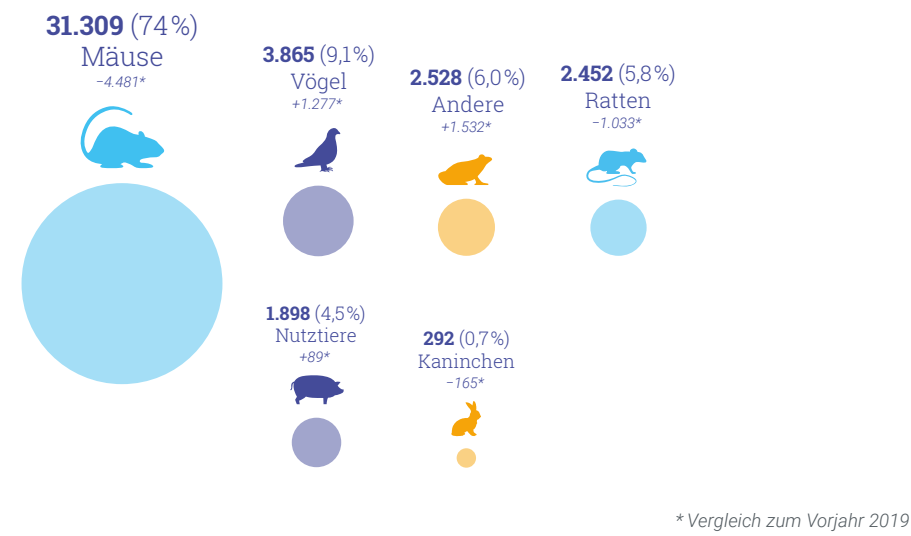
Versuchstierzahlen 2014–2020

- In den vergangenen Jahren kein konstanter Trend bei der Gesamtzahl
- Entspricht 1,6 Versuchstieren pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit



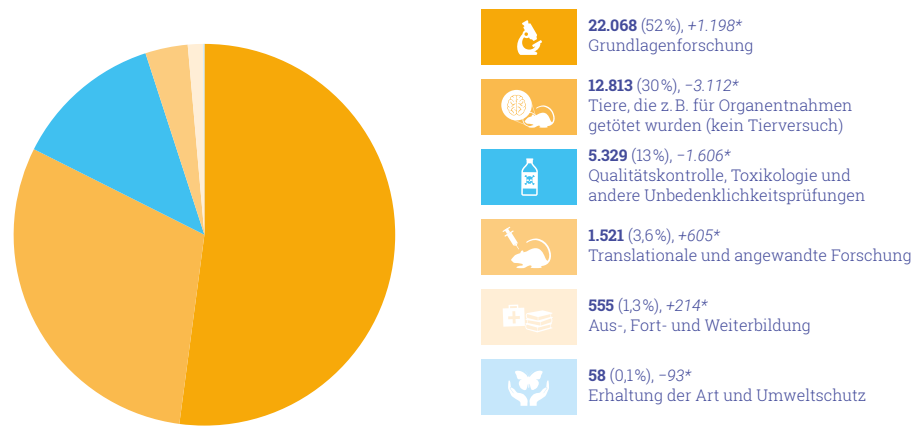
Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

- Hoher Anteil von Vögeln, Nutztieren und anderen Tierarten
- Geringer Anteil Ratten und Kaninchen
- Keine Fische, Hunde oder Katzen
- Aufgrund geänderter Zählweise durch EU-Richtlinie verschiebt sich die statistische Erfassung verwendeter Affen. Daher 2020 keine Affen gemeldet.



Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

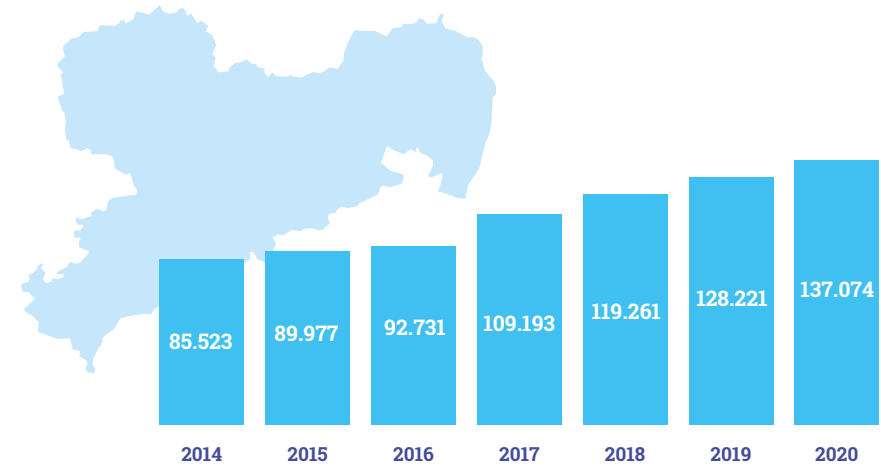
- Hoher Anteil von Tötungen zur Organentnahme im Vergleich zum Bundesdurchschnitt
- Hoher Anteil der Grundlagenforschung



Versuchstiere in Sachsen 2020

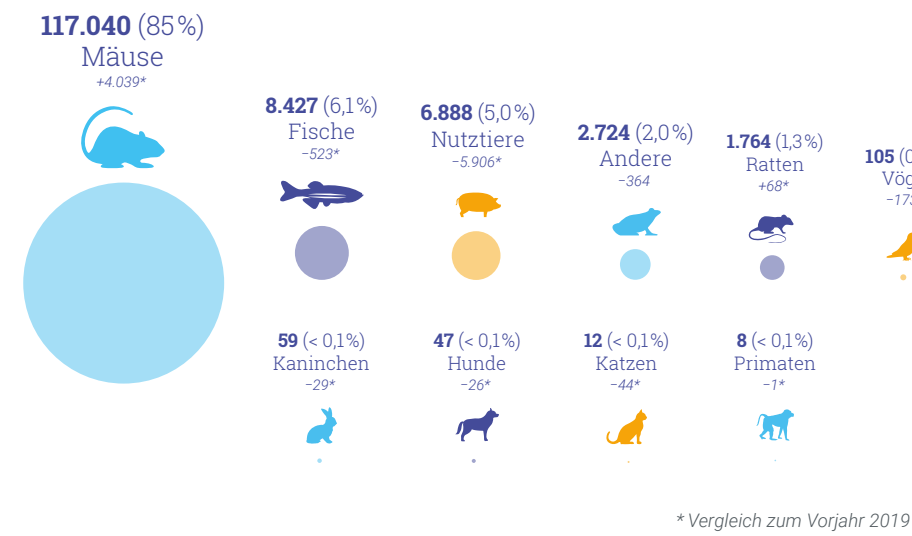
Versuchstierzahlen 2014–2020

- Einziges Bundesland mit andauerndem Anstieg an Versuchstieren
- Dieser Anstieg ist fast ausschließlich auf Anstieg bei Mäusen, Zebrafischen und Amphibien zurückzuführen
- Entspricht 2,7 Versuchstieren pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit



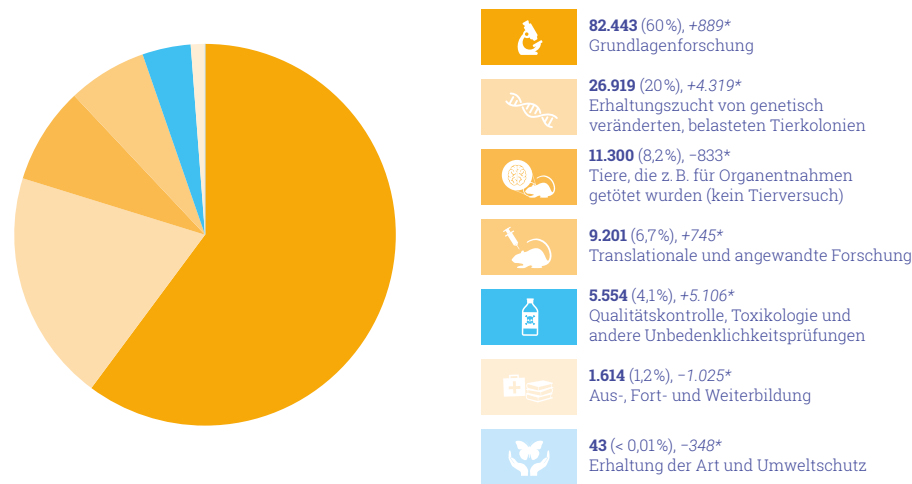
Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

- Sehr hoher Anteil von Mäusen
- Geringer Anteil von Ratten, Kaninchen und Vögeln



Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

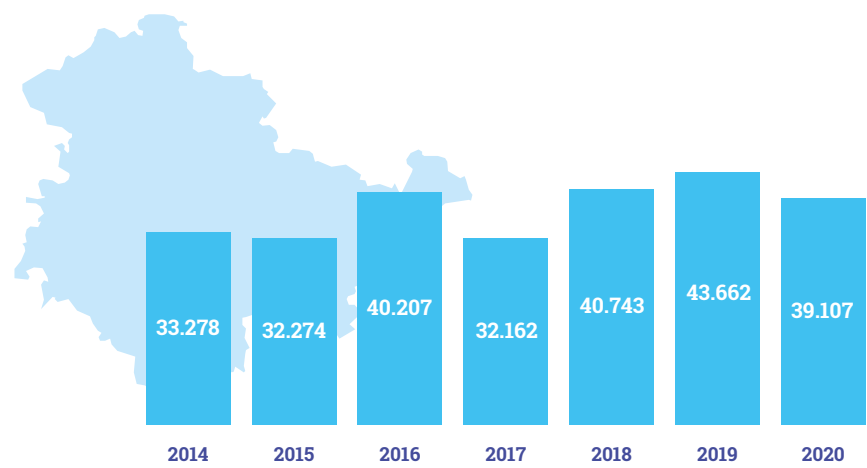
- Anteil der Versuchsvorhaben für Grundlagenforschung mit knapp ⅓ überproportional hoch
- Sehr hoher Anteil von Erhaltungszuchten genetisch veränderter Tiere im Vergleich zum Bundesdurchschnitt
- Sehr geringer Anteil von Tötungen zur Organentnahme und regulatorischen Versuchen (Qualitätskontrolle, Giftigkeitsprüfungen, etc.)



Versuchstiere in Thüringen 2020

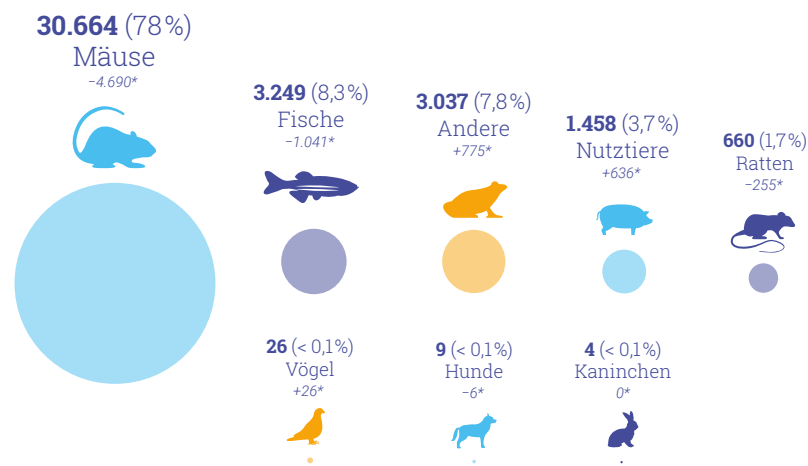
Versuchstierzahlen 2014–2020

- Zahl durchschnittlich rund 37.000 Tiere
- In den vergangenen Jahren kein einheitlicher Trend erkennbar
- Entspricht 1,5 Versuchstieren pro Einwohner*in über die gesamte Lebenszeit



Welche Tiere wurden 2020 eingesetzt?

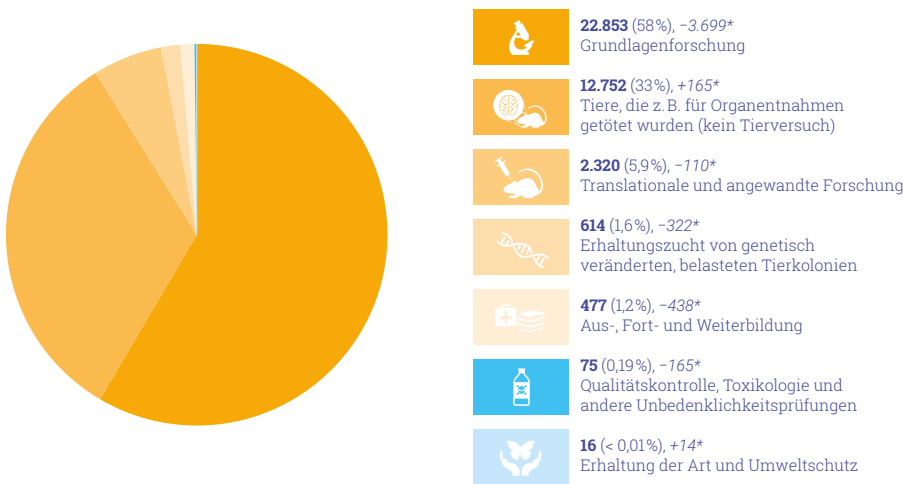
- Hoher Anteil von Mäusen
- Starker Anstieg bei Nutztieren
- Keine Primaten oder Katzen, kaum Hunde



* Vergleich zum Vorjahr 2019

Wofür wurden 2020 Versuchstiere eingesetzt?

- Gegenüber dem Bundesdurchschnitt hoher Anteil der Grundlagenforschung
- Kaum regulatorische Versuche (Qualitätskontrolle, Giftigkeitsprüfungen, etc.)



Quellenverzeichnis

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR),
Versuchstierzahlen 2020: www.bf3r.de/de/verwendung_von_versuchstieren_im_jahr_2020-288932.html

S. 10–13: Welche Rolle haben Tierversuche während der Pandemie gespielt?

Lockdown-Einschränkungen:
www.med.uni-muenchen.de/aktuell/2020/haas_lockdown/index.html

Einsatz von Mäusen:
www.sciencemediacenter.de/fileadmin/user_upload/Press_Briefing_Zubehoer/Transkript_Versuchstierzahlen-in-Deutschland-2020_SMC-Press-Briefing_2021-12-17.pdf

Virus als Bedrohung für die Tiergesundheit:
Friedrich-Loeffler-Institut (FLI)

Forschung am Bernard-Nocht-Institut für Tropenmedizin (BNITM):
www.bnitm.de/aktuelles/coronavirus-sars-cov-2/sars-cov-2-forschung-afrika-kooperationen/

Studie des Deutschen Zentrums zum Schutz von Versuchstieren (Bf3R) zur Auswertung von Versuchsanträgen zu Corona-basierter Forschung:
www.embopress.org/doi/full/10.15252/embr.202153751

Einsatz von Frettchen:
www.aerztezeitung.de/Nachrichten/Coronavirus-Forschung-mit-Frettchen-und-Hamstern-410840.html

Zahl der immunologischen Forschungseinrichtungen in Deutschland:
das-immunsystem.de/forschung-lehre/forschungseinrichtungen/

Studien zu mRNA-Impfstoffen in den vergangenen 20 Jahren:
Datenbank PubMed

Geschichte der mRNA-Forschung:
www.nature.com/articles/d41586-021-02483-w

Seite 14–17: Genesen, aber nicht gesund

Auswirkungen von SARS-CoV-2 auf das Gehirn:
www.scinexx.de/news/medizin/corona-wie-das-virus-das-gehirn-angreift/

Long Covid Ursachen / Auswirkungen:
www.riffreporter.de/de/wissen/long-covid-ursachen-therapie-haeufigkeit,
www.br.de/wissen/corona-post-covid-long-covid-spaetfolgen-130.html

Tiermodelle für Long Covid:
www.nytimes.com/2020/03/14/science/animals-coronavirus-vaccine.htm,
www.jax.org/news-and-insights/2020/february/introducing-mouse-model-for-corona-virus#

Auswertungen Studien im Tiermodell:
www.nature.com/articles/s41593-021-00926-1,
pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33170734/

S. 18–21: Tierversuche in Deutschland, Österreich und der Schweiz

Einwohnerzahlen:
data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL

BIP, Anteil F&E: OECD
data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm

Versuchstierzahlen Österreich:
www.bmbwf.gv.at/Themen/Forschung/Forschung-in-%C3%96sterreich/Services/TierV/TVStat.html

Versuchstierzahlen Schweiz:
www.tv-statistik.ch/,
www.blv.admin.ch/blv/de/home/tiere/tierversuche.html

Nicht verwendbare Tiere: EU:
eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020SC0015&from=EN (Abschnitt C.2.i.),

Nicht verwendbare Tiere: Schweiz:
www.tv-statistik.ch/de/versuchstierhaltungen/



Tierversuchsrecht: Deutschland: TierSchG:
www.gesetze-im-internet.de/tierschg/BJNR012770972.html#BJNR012770972BJNG000503377

Tierversuchsrecht: Österreich: TVG 2012:
www.bmbwf.gv.at/Themen/Forschung/Forschung-in-%C3%96sterreich/Services/TierV.html

Tierversuchsrecht: Schweiz: TSchG:
www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2008/414/de

Tierversuchsrecht: 3R-Forschung (Auswahl): Deutschland:
www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/gesundheitswissenschaften/alternative-grundlagenforschung/alternativen-zum-tierversuch.html

Tierversuchsrecht: Österreich:
www.fwf.ac.at/de/forschungsfoerderung/fwf-programme/ersatzmethoden-tierversuche

Tierversuchsrecht: Schweiz:
swiss3rcc.org/de

S. 22–24: Forschung für den Arten- und Umweltschutz

Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW):
www.izw-berlin.de/de/start.html

IZW-Beispiel zum Pilzbefall von Fledermäusen:
www.izw-berlin.de/de/pressemitteilung/warum-europaeische-fledermaeuse-das-white-nose-syndrom-ueberleben-waehrend-millionen-nordamerikanischer-fledermaeuse-daran-sterb.html

Forschung mit Mönchsgrasmücken der Universität Oldenburg:
uol.de/fakten-moenchgrasmuecke

Projekt „Roboter-Fische“:
www.ovgu.de/Universität/Im+Portrait/Profilierungsschwerpunkte/Forschung+_+Transfer/PM+29_2019-p-75424.html

S. 25–27: Tierversuchsfreie Technologien und ihr Weg zur Anwendung

Rabbit Pyrogen Test (RPT):
www.pei.de/SharedDocs/Downloads/DE/newsroom/positionen/pyrogentests-kaninchen.pdf?__blob=publicationFile&v=3

MAT-Test als Alternative zum RPT:
www.altex.org/index.php/altex/article/view/2234/2169

Alternativen im Europäischen Arzneimittelbuch:
www.gmp-navigator.com/gmp-news/25-jahre-alternativer-pyrogentest-wo-stehen-wir-ein-rueck-und-ausblick

EU-Pläne zum vollständigen Verzicht auf den RPT:
www.edqm.eu/en/news/european-pharmacopoeia-put-end-rabbit-pyrogen-test

Antikörperproduktion (Nanobodies) mit Alpakas:
www.mpg.de/17264487/0722nanobodies

Tierversuche verstehen – Eine Informationsinitiative der Wissenschaft

Tierversuche verstehen ist eine Initiative der deutschen Wissenschaft, koordiniert von der Allianz der Wissenschaftsorganisationen. Sie informiert umfassend, aktuell und faktenbasiert über Tierversuche an öffentlich geförderten Forschungseinrichtungen. Die biomedizinische Forschung dient unmittelbar der Aufklärung grundlegender Prozesse im Organismus und der Entwicklung neuer Verfahren in der Prävention, Diagnose und Therapie von Erkrankungen beim Menschen wie Krebs, Diabetes, Aids und Alzheimer, und auch bei Tieren.

Tierversuche verstehen gibt Einblicke in die Notwendigkeit verantwortungsbewusster Tierversuche. Verantwortungsbewusst heißt, stets in Abwägung zwischen dem Schutz und Wohl des Tieres und der Bedeutung wissenschaftlicher Erkenntnis für den Menschen zu handeln. Verantwortungsbewusst handeln heißt aber auch, Alternativ- und Ergänzungsmethoden zu entwickeln und zu nutzen.

Tierversuche verstehen fördert den Dialog zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit. Die von Wissenschaftsorganisationen und Fachverbänden gestützte Kommunikation liefert verlässliche Daten und Fakten zu Tierversuchen und macht Hintergründe transparent. Wir wollen damit zu einer sachlichen Diskussion über Tierversuche beitragen.

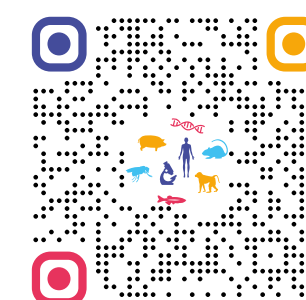
Tierversuche verstehen hat zusammen mit der Ständigen Senatskommission für tierexperimentelle Forschung der DFG die „Initiative Transparente Tierversuche“ ins Leben gerufen. Sie treibt die transparente und offene Diskussion zur Forschung mit Tieren weiter voran. Mehr als 70 Forschungseinrichtungen haben sich der Initiative bereits angeschlossen. www.initiative-transparente-tierversuche.de

Die Allianz der Wissenschaftsorganisationen

Die Allianz der Wissenschaftsorganisationen ist ein Zusammenschluss der bedeutendsten Wissenschafts- und Forschungsorganisationen in Deutschland. Sie nimmt regelmäßig zu Fragen der Wissenschaftspolitik, Forschungsförderung und strukturellen Weiterentwicklung des deutschen Wissenschaftssystems Stellung.

Mitglieder der Allianz sind die Alexander von Humboldt-Stiftung (AvH), die Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina, der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD), die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), die Fraunhofer-Gesellschaft (FhG), die Helmholtz-Gemeinschaft (HGF), die Hochschulrektorenkonferenz (HRK), die Leibniz-Gemeinschaft (WGL), die Max-Planck-Gesellschaft (MPG) und der Wissenschaftsrat (WR).

Für das Jahr 2022 hat die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) die Federführung übernommen.





Tierversuche verstehen
Eine Informationsinitiative der Wissenschaft



Allianz der Wissenschaftsorganisationen

HELMHOLTZ
SPITZENFORSCHUNG FÜR
GROSSE HERAUSFORDERUNGEN

 **Fraunhofer**



WR | WISSENSCHAFTSRAT


Alexander von Humboldt
Stiftung/Foundation

HRK Hochschulrektorenkonferenz
Die Stimme der Hochschulen



DFG Deutsche
Forschungsgemeinschaft

DAAD

Kooperationspartner

 **dgppn**
Deutsche Gesellschaft für
Psychiatrie und Psychotherapie,
Psychosomatik und
Nervenheilkunde e.V.



NWG
NEUROWISSENSCHAFTLICHE
GESELLSCHAFT
GERMAN NEUROSCIENCE SOCIETY

VBIO
Verband Biologie, Biowissenschaften
& Biomedizin in Deutschland



**vetmeduni
vienna** 

Nationale
Forschungsplattform
für Zoonosen 




Deutsche Gesellschaft für Endokrinologie
Hormone und Stoffwechsel


MEDIZINISCHE
UNIVERSITÄT
INNSBRUCK

DGN
Deutsche Gesellschaft
für Neurologie



Deutsche Hochschulmedizin e.V.

