

Mitteilungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE)

### **Stellungnahme zur Unerlässlichkeit von Tierversuchen und zur Eignung von Ersatzmethoden in der Tierernährungsforschung**

Quelle und zu zitieren als: GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2017): Stellungnahme zur Unerlässlichkeit von Tierversuchen und zur Eignung von Ersatzmethoden in der Tierernährungsforschung. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 26, 218-224.

#### **Synopse**

Unsere Gesellschaft hat hohe Erwartungen an die globale Ernährungssicherheit, die Futtermittel- und Lebensmittelsicherheit sowie den damit verbundenen Schutz der Nutztiere, der natürlichen Ressourcen und der Umwelt. Diesen Erwartungen gerecht zu werden setzt Forschungsaktivitäten der Tierernährung voraus. In der Tierernährungsforschung werden sowohl Tierversuche durchgeführt als auch Ersatzmethoden entwickelt und verwendet. Stehen geeignete Ersatzmethoden nicht zur Verfügung, sind Tierversuche unerlässlich. Planung und Durchführung von Tierversuchen folgen der Maxime, Belastungen der Versuchstiere auf ein möglichst geringes Maß zu beschränken.

Die Haltung und die Nutzung von Tieren durch den Menschen sind Bestandteil des gesellschaftlichen Handelns und Gegenstand öffentlicher Diskussionen. Die Vorstellungen zur Nutztierhaltung entfalten daher Konsequenzen für die wissenschaftliche Arbeit an und mit Tieren und für die Rahmenbedingungen, unter denen sich Forschungstätigkeit entwickelt.

Tierversuche werden von Teilen der Gesellschaft kritisch gesehen oder gänzlich abgelehnt. Allerdings sind Tierversuche trotz aller Erfolge in der Entwicklung und Etablierung von Ersatzmethoden auch weiterhin unerlässlich. Die Erklärung und Begründung dieser Unerlässlichkeit ist eine Voraussetzung dafür, dass Tierversuche von der Gesellschaft akzeptiert werden. Dabei gehen die Gründe über die intrinsische Motivation und individuelle Verantwortung der Forschenden sowie den gesetzlichen Auftrag zu wissenschaftlicher Forschung hinaus. Maßgeblich ergibt sich die Unerlässlichkeit von Tierversuchen aus vielfältigen Ansprüchen und Erwartungen, die das Ergebnis gesellschaftlicher Diskussionen und daraus folgender politischer Entscheidungen sind.

Das Ziel der vorliegenden Stellungnahme ist es, Erklärungen für die Notwendigkeit von Tierversuchen in der Tierernährungsforschung zu geben. Hierzu werden zunächst die Aufgaben der Tierernährung erläutert. Anschließend wird dargelegt, welche Methoden in der Tierernährungsforschung genutzt werden, und wie diese Methoden auch die Entwicklung und Verbesserung von Ersatzmethoden ermöglichen. Erläuterungen und Reflektionen zu Tierversuchen auch außerhalb der Tierernährungsforschung gibt es z. B. von der Senatskommission für tierexperimentelle Forschung der Deutschen Forschungsgemeinschaft<sup>1</sup> und der Max-Planck-Gesellschaft<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Senatskommission für tierexperimentelle Forschung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Hrsg.): Tierversuche in der Forschung.

[www.dfg.de/download/pdf/dfg\\_im\\_profil/geschaeftsstelle/publikationen/dfg\\_terversuche\\_0300304.pdf](http://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/geschaeftsstelle/publikationen/dfg_terversuche_0300304.pdf)

<sup>2</sup> White Paper der Max-Planck-Gesellschaft: Stellungnahme der Max-Planck-Gesellschaft zu Tierversuchen in der Grundlagenforschung. <https://www.mpg.de/terversuche-whitepaper>

## 1. Rahmenbedingungen und Aufgaben der Tierernährungsforschung

Nutztiere sind integraler Bestandteil von landwirtschaftlichen Systemen, Nährstoffkreisläufen und Umwelten. Alle Szenarien für die weltweite Bevölkerungsentwicklung gehen auch für die Zukunft von einer hohen Nachfrage nach Lebensmitteln tierischen Ursprungs aus (Milch, Fleisch, Eier und Fische sowie deren jeweilige Verarbeitungsprodukte). Soll diese Nachfrage gedeckt werden, so wird ein Bündel von Maßnahmen erforderlich, das die Verminderung der Verluste entlang der Produktions- und Verarbeitungskette beinhaltet, aber auch die wissenschaftliche Weiterentwicklung der Nutztierhaltung zum Ziel hat. Die Gewinnung von pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln ist allein schon durch die Größe der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche auf der Erde limitiert, von der der überwiegende Teil Dauergrünland ist. Zudem setzt die Erzeugung landwirtschaftlicher Primärprodukte das Vorhandensein von Wasser und Nährstoffressourcen voraus, die global knapp und ungleich verteilt sind, und von denen einige endlich sind. In diesem Spannungsfeld ist die **Sicherung der Ernährung** einer weiter wachsenden Weltbevölkerung eine der großen Herausforderungen für die Zukunft.

Lebensmittel sollen nicht nur in ausreichender Menge und zu akzeptablen Preisen zur Verfügung stehen, sondern außerdem eine hohe Qualität und Sicherheit für den Verbraucher aufweisen. Die Gewährleistung der Lebensmittelsicherheit beginnt mit der Futtermittelsicherheit, weil viele Inhaltsstoffe in Lebensmitteln von Tieren durch die Fütterung beeinflussbar sind. Dies gilt für wertgebende Bestandteile ebenso wie für unerwünschte Stoffe oder auch einige Krankheitserreger, die für den Menschen ein Gefährdungspotenzial haben. Kenntnisse über einen möglichen Transfer von Stoffen und Erregern aus dem Futter über das Tier in das Lebensmittel sind für die **Beurteilung der Lebensmittelsicherheit** somit unverzichtbar. Rechtliche Rahmenbedingungen schreiben daher Tierversuche vor, wenn es z. B. um die Zulassung von Futtermittelzusatzstoffen geht.

Der Stoffwechsel von Mensch und Tier hat biologisch bedingte Grenzen, die unvermeidbar Verluste nach sich ziehen. Viele Nahrungsbestandteile können nicht vollständig verwertet werden, was zur Ausscheidung mit dem Kot und Harn der Tiere, zur Abgabe von Gasen und zur Bildung von Wärme führt. Bei hohen Tierzahlen – in Verbindung mit knapper landwirtschaftlicher Nutzfläche – kann der Anfall von Wirtschaftsdüngern (Gülle, Festmist, Jauche) lokal und regional zu einer Akkumulation von Nährstoffen auf der Fläche und zu unerwünschten Einträgen von beispielsweise Nitrat und Phosphat in Böden und Gewässer führen. Mit der Tierhaltung verbundene Emissionen von Gasen wie Ammoniak und Methan wirken ebenfalls auf die Umwelt. Es gehört mit Recht zu den Erwartungen der Gesellschaft, dass **negative Wirkungen der Tierhaltung auf die Umwelt** soweit wie möglich minimiert werden.

Etablierte Formen der Tierhaltung werden von Teilen der Gesellschaft in Deutschland hinsichtlich der Angemessenheit von Produktionsbedingungen kritisch hinterfragt, teils sogar abgelehnt. **Tiergesundheit und Wohlbefinden der Tiere** stellen ein hohes Gut dar. Maßnahmen zur Gesunderhaltung und zur Ermöglichung eines arttypischen Verhaltens von Tieren, wie z. B. ein hohes Angebot an Grobfutter zum Anregen des Wiederkäuens der Rinder, können jedoch negative Auswirkungen auf die Umwelt und die Produktivität der Tierhaltung haben. Die hier bestehenden **Zielkonflikte** kann die Gesellschaft im Diskurs nur dann lösen oder zumindest entschärfen, wenn die Forschung entsprechende Zusammenhänge aufklärt und die wissenschaftlich begründeten Argumente für ein sinnvolles Handeln liefert.

Im Kontext von globaler Ernährungssicherung, Futtermittel- und Lebensmittelsicherheit sowie Tier- und Umweltschutz hat die **Tierernährung eine zentrale Bedeutung**. Zuvorderst stellt sie die bedarfsgerechte Versorgung der Tiere als Grundvoraussetzung für Gesundheit, Wohlbefinden und Leistung sicher. Mit gezielten Fütterungsmaßnahmen wird zudem angestrebt, die Nährstoffverwertung zu verbessern und damit die Ausscheidungen der Tiere und Einträge in die Umwelt zu vermindern. Futtermittel und Fütterung beeinflussen auch die Gehalte an Nähr- und Geschmacks-

stoffen in Produkten wie Fleisch, Milch und Eiern, und wirken infolge dessen auch auf die Verarbeitungseigenschaften dieser Produkte ein, weil es einen – stoffspezifisch unterschiedlich stark ausgeprägten – Übergang dieser Stoffe in das Tier und seine Gewebe gibt.

Um Tiere bedarfsgerecht versorgen zu können, muss die Futtermittelbasis mit den Ansprüchen der Tiere in Einklang gebracht werden. Beide Segmente, Futtermittelbasis und Ansprüche der Tiere, **verändern sich jedoch ständig**: Zum einen gibt es ein unterschiedliches, genetisch bedingtes Leistungspotenzial der Tiere, das sich zwischen Tierarten, Rassen, Linien und Nutzungsrichtungen unterscheidet und einen unterschiedlichen Bedarf der Tiere zur Folge hat. Zum anderen unterliegt auch die Futtermittelgrundlage einem ständigen Wandel, z. B. aufgrund von pflanzenzüchterischen Maßnahmen oder infolge veränderter Standort-, Anbau- und Umweltbedingungen. Nebenprodukte aus der Verarbeitung von Lebensmitteln (z. B. Kleien oder Futtermehle), die einen erheblichen Teil der Futtergrundlage ausmachen, verändern sich nicht zuletzt durch Fortschritte in technologischen Verarbeitungsprozessen. Hinzu kommt, dass bestimmte Futtermittel seitens des Handels und der Verbraucher – unabhängig von objektiven Einschätzungen zur Futtermittelsicherheit – nicht oder in abnehmendem Maß nachgefragt werden und folglich durch Alternativen ersetzt werden müssen, derzeit z. B. importierte Sojaschrote. Auch im Bereich der Futtermittelzusatzstoffe wie Enzyme oder Konservierungsstoffe werden ständig neue Produkte entwickelt, deren Wirksamkeit untersucht werden muss. Die Herausforderungen, die sich aus dieser Dynamik in den beiden Segmenten und den zugrundeliegenden Prozessen ergeben, sind die zentralen Arbeitsgebiete der Tierernährungsforschung. Sie reichen von Themen der angewandten Tierfütterung über die Ernährungsphysiologie bis hin zu grundlegenden biologischen Aspekten des Stoffwechsels.

Die Forschung im Bereich der Tierernährung ist gemäß den zuvor skizzierten Rahmenbedingungen divers und muss mit den verschiedenen Tierarten und Nutzungsrichtungen, nicht zuletzt in Abhängigkeit vom Alter des Tieres, erfolgen. Übergreifend können die Arbeiten in die folgenden **Themenbereiche** gruppiert werden:

- Untersuchungen zur Entwicklung des Tieres, seiner Körperzusammensetzung, seines Verhaltens und Wohlbefindens, sowie seiner Verdauungs- und Stoffwechselprozesse unter Beachtung von tier- und umweltabhängigen Einflussgrößen;
- Quantifizierung des Transfers von erwünschten und unerwünschten Stoffen sowie von Erregern in das Tier, dessen Produkte und dessen Ausscheidungen;
- Ermittlung des Bedarfs und Ableitung von Versorgungsempfehlungen zur Sicherstellung der Gesundheit und Leistung verschiedener Tierarten und Nutzungsrichtungen;
- Untersuchungen zu den Konsequenzen von Stoffwechselstörungen, Erkrankungen oder Fehlernährungen sowie zur Entwicklung von vorbeugenden Maßnahmen;
- Bewertung neuer und veränderter Futtermittel und Futtermittelzusatzstoffe sowie Weiterentwicklung des methodischen Repertoires, einschließlich Entwicklung von Ersatzmethoden für Tierversuche.

Für die Beantwortung vieler Fragestellungen innerhalb des zuvor skizzierten Aufgabenspektrums ist die Durchführung von Tierversuchen unerlässlich. Ersatzmethoden, die ohne oder mit erheblich reduziertem Einsatz von Tieren auskommen, werden ebenfalls durchgeführt und präferiert, falls sie eine ausreichend gute Aussagekraft und Belastbarkeit der Informationen ermöglichen. Für bestimmte Fragestellungen gibt es bisher keine Ersatzmethoden, wie z. B. den Transfer von Futtermittelinhaltsstoffen in Produkte. Ein wichtiges Anliegen der Tierernährungsforschung ist es, Ersatzmethoden für Tierversuche weiterzuentwickeln und zu validieren, um dauerhaft eine Reduzierung von Tierversuchen zu erreichen. Grundsätzlich werden Tierversuche in der Tierernährungsforschung nur durchgeführt, wenn es für die Beantwortung der jeweiligen konkreten Fragestellung unerlässlich ist. Allerdings sind Tierversuche zur Entwicklung und zur Kalibrierung von Ersatzmethoden unverzichtbar.

## 2. Methoden und Techniken in Versuchen der Tierernährungsforschung

Tierversuche, die im Rahmen futtermittelkundlicher oder ernährungsphysiologischer Fragestellungen durchgeführt werden, befassen sich mit den Futtermitteln und der Fütterung sowie ihren Effekten auf das Tier, das Produkt und die Umwelt. Sie erstrecken sich auf vielfältigste Methoden und Techniken, deren Auswahl von der spezifischen Fragestellung abhängt. Grundsätzlich werden solche Vorgehensweisen ausgewählt oder entwickelt, bei deren Anwendung eine sichere und belastbare Antwort auf die Fragestellung erwartet werden kann. Die verschiedenen Versuchsansätze lassen sich zu fünf Blöcken gruppieren, die nachfolgend skizziert werden. In konkreten Versuchsvorhaben können auch Methoden aus zwei oder mehreren dieser Blöcke kombiniert werden.

### a. Fütterungsversuche

In Fütterungsversuchen wird untersucht, wie sich unterschiedliche Futtermittel, Zusatzstoffe oder Techniken der Futtermittelbearbeitung auf die Futteraufnahme der Tiere, auf die Tier- und Organengesundheit, auf Leistungskriterien wie Wachstum, Milch- und Eibildung, auf die Beschaffenheit der gewonnenen Produkte oder weitere Kriterien wie z. B. das Tierverhalten auswirken. Diese Versuche erfordern gegebenenfalls besondere Haltungsbedingungen oder auch Eingriffe am Tier (siehe Punkt e.). Je nach Fragestellung werden Informationen, Befunde und Daten auch erst nach der Schlachtung von Tieren gewonnen oder es werden Tiere zur Untersuchung von Organen und Gewebe getötet, um Einflüsse auf die Gesundheit oder den Transfer von Stoffen und Erregern aufzudecken.

### b. Verdaulichkeitsversuche

Verdaulichkeitsversuche sind das Fundament einer jeden rationalen Futtermittelbewertung. In Verdaulichkeitsversuchen wird ermittelt, zu welchen Anteilen im Futter enthaltene Stoffe von den Tieren mit dem Kot wieder ausgeschieden werden, um aus der Differenz zur Aufnahme den Einstrom in den Stoffwechsel des Tieres zu erfassen. Die Messung der Verdaulichkeit nach Referenzverfahren setzt voraus, dass Futter- und Kotmengen bei jedem einzelnen Tier **absolut verlustfrei** erfasst werden. Hierzu sind geeignete Haltungsformen nötig, in denen der Kot aufgefangen werden kann. In diesen Haltungsformen sind die Bewegungsfreiheit der Tiere und der Kontakt untereinander gegebenenfalls erheblich eingeschränkt. Unter Umständen kann, unter Inkaufnahme von Fehlermöglichkeiten, bei bestimmten Tierarten die vollständige Kotsammlung auch mit Beuteln erfolgen, die unter Verwendung von Hilfsmitteln am Tier befestigt werden. Das Tier hat dann mehr Bewegungs- und Kontaktmöglichkeiten, aber eine gewisse Einschränkung der Bewegung bleibt dennoch bestehen. Ein Verdaulichkeitsversuch kann auch unter Verwendung spezieller Marker durchgeführt werden, wobei sich die Kotsammlung auf Stichproben begrenzt; dabei entfällt also die Notwendigkeit einer verlustfreien Sammlung des Kotes. Allerdings ist die Genauigkeit der Datenerfassung bei Einsatz von Markern geringer als bei verlustfreier Kotsammlung, so dass eventuell eine größere Anzahl von Versuchstieren erforderlich wird. Die Eignung eines Markers kann wiederum nur in Versuchen mit verlustfreier Sammlung von Futter- und Kotmengen beurteilt werden.

Mit der Erfassung und Untersuchung des Kotes allein können Umsetzungen in einzelnen Abschnitten des Verdauungstraktes (z. B. Pansen oder Dünndarm) aber nicht näher erfasst werden. Studien in einzelnen Abschnitten des Verdauungstraktes sind jedoch für viele Fragestellungen der Tierernährung sehr bedeutsam oder gar entscheidend, z. B. zur Bedeutung des Pansens für die Tiergesundheit. Durch operative Eingriffe (siehe Punkt e.) wird hierzu ein Zugang in dem betreffenden Abschnitt des Verdauungstraktes geschaffen („Fistulierung“), über den während des Versuches eine regelmäßige Entnahme oder Eingabe von Material aus dem bzw. in den Verdauungstrakt möglich ist. Besondere Bedeutung erlangten sie im Zusammenhang mit der Entwicklung von in vitro-Simulationstechniken (z. B. Pansen der Wiederkäuer oder Blinddarm der Pferde). Hierbei werden die Stoffumsetzungen nicht im Tier gemessen, sondern in Proben, die aus dem Verdauungstrakt entnommen wurden, und welche anschließend unter definierten

Bedingungen außerhalb des Tieres (in vitro) entsprechend der Fragestellung weiterverarbeitet werden. Dadurch können auch Kenntnisse zu Umsetzungen in bestimmten Teilen des Verdauungstraktes gewonnen werden. Es gibt zudem Fragestellungen zu Verdauungsprozessen in einzelnen Abschnitten des Magen-Darm-Trakts, bei denen Eingriffe am Tier vermieden werden, indem Material aus dem Verdauungstrakt unmittelbar nach der Schlachtung der Tiere entnommen wird.

**c. Bilanzversuche**

Fragestellungen, die in Ergänzung zu Vorgängen im Verdauungstrakt auch den Stoffwechsel jenseits der Darmwand betreffen, erfordern sogenannte Bilanzversuche, in denen zusätzlich zu den Ausscheidungen über den Kot auch die Abgabe von Stoffen über den Harn gemessen wird. Die Haltungseinrichtung muss hierbei eine verlustfreie und getrennte Sammlung von Kot und Harn ermöglichen und erfordert daher eine erhebliche Einschränkung der Bewegungsmöglichkeiten des Tieres. Marker, die ähnlich genau wie die Marker im Kot eine Ermittlung der Harnmenge ermöglichen, sind bislang nicht verfügbar. In Bilanzversuchen müssen gegebenenfalls auch die Produkte (z. B. Milch oder Eier) verlustfrei und für jedes Einzeltier getrennt täglich erfasst werden. Der Stoffansatz im Körper kann aus den Daten einer Bilanz berechnet werden, sofern keine gasförmige Abgabe des Stoffes auftritt. Alternativ kann der Stoffansatz auch über eine vergleichende Ganzkörperanalyse ermittelt werden, bei der verschiedene Tiere nach definierter Fütterung in zuvor festgelegten Zeitabständen geschlachtet werden. In solchen Studien lassen sich auch der Anteil unerwünschter Stoffe und ihr Transfer in den Körper oder in einzelne Organe ermitteln.

**d. Respirationsversuche**

Respirationsversuche stellen eine Erweiterung der Bilanzversuche dar, in denen zusätzlich der Verbrauch von Sauerstoff und die Abgabe von Gasen (Kohlenstoffdioxid und Methan) gemessen werden. Diese Gaswechsellmessungen sind insbesondere für die Ermittlung von Veränderungen in der Körperzusammensetzung und des Energieansatzes der Tiere bedeutsam. Diese Informationen sind die unverzichtbare Grundlage aller international gebräuchlichen Systeme zur energetischen Bewertung von Futtermitteln. Außerdem ermöglicht die Quantifizierung insbesondere der Methanabgabe eine Beurteilung von Auswirkungen der Tierhaltung auf die Umwelt. Die verlustfreie Messung der Gasmengen übersteigt die Anforderungen der zuvor genannten Bilanzversuche, weil die Volumina und die Zusammensetzung der eingeatmeten und abgegebenen Gase fortlaufend bestimmt werden müssen. Im Referenzverfahren erfolgt dies in geschlossenen, gasdichten Räumen, in denen die Zu- und Abluftströme verlustfrei erfasst werden. Über diese aufwändige Technik verfügen nur wenige Forschungseinrichtungen weltweit. Es kommen daher – insbesondere zur Ermittlung der Methanabgabe von Rindern – Verfahren zum Einsatz, die eine Schätzung der Methanmenge mit größeren Tierzahlen ohne die Notwendigkeit einer Fixierung ermöglichen (z. B. Nahinfrarotabsorptionstechniken oder Tracergase). Diese Schätzverfahren müssen zuvor oder parallel an Ergebnissen aus Respirationsversuchen kalibriert werden, sind aber dennoch mit teilweise erheblichen Ungenauigkeiten verbunden.

**e. Weitere Versuchstechniken**

Weitere Techniken, häufig in Kombination mit den unter a. bis d. genannten Versuchstechniken eingesetzt, sind die Entnahme von Blutproben durch eine Venenpunktion und das gesonderte Ableiten und Auffangen des Harns. In diesem Zusammenhang verdienen auch Versuchsansätze Erwähnung, in denen mit der Ausschaltung eines Organs oder der Ableitung eines Sekrets (z. B. von Speichel) die ganz spezifischen Funktionen dieses einen Organs oder eines Sekrets für die Verdauung insgesamt geprüft werden. Des Weiteren können zur Untersuchung von z. B. allergischen Reaktionen oder des Stoffwechsels Gewebe- und Organproben am lebenden Tier entnommen werden (Biopsien von Leber, Fettgewebe und Muskulatur unter Anästhesie bzw. in Narkose). Schließlich seien auch Versuche genannt, in denen die Bedeutung des Futters oder von Futterzusatzstoffen für den Ablauf von Infektionen in Tierbeständen geprüft werden. Diese

Versuche sind insbesondere bei solchen Infektionen bedeutsam, die vom Tier auf den Menschen übertragen werden können (sogenannte Zoonosen, z. B. Salmonellose). Um die Infektionswege und die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Einschränkung der Übertragung zu erforschen, werden die Erreger einzelnen Tieren verabreicht, so dass diese als „Ausscheider“ in einer Tiergruppe fungieren. Solche Versuche sind von herausragender Bedeutung, wenn geeignete Präventionsmaßnahmen seitens der Fütterung entwickelt werden, mit denen die Lebensmittelsicherheit verbessert werden kann (Vermeidung einer Infektion von Menschen).

### **3. Einschätzung der Methoden und Ansatzpunkte zur Verminderung von Anzahl und Belastung der Versuchstiere**

Tierversuche sind sehr aufwändig und beginnen daher mit sorgfältiger Planung unter Beachtung des nationalen und europäischen Rechtsrahmens. Die Planung beinhaltet die Klärung der Frage, ob der Versuch wissenschaftlich begründet und notwendig ist, und ob Ersatzmethoden zur Verfügung stehen. Versuche mit Tieren werden nur dann in Erwägung gezogen, wenn geeignete Ersatzmethoden nicht zur Verfügung stehen und der Tierversuch somit unerlässlich ist.

Ersatzmethoden in der Tierernährungsforschung reichen von reinen Analysenverfahren im Labor über in vitro-Versuche und Zellkultur- oder Gewebestudien bis zu Computersimulationen. Mit diesen Ersatzmethoden sollen Abläufe in Organen, Tieren oder Tierbeständen bestmöglich abgebildet werden. Sie sollen in der Arbeitsroutine einsetzbar sein und müssen hinreichend genau sein. Daher können sie nur anhand von Daten aus Tierversuchen generiert, abgeleitet und regelmäßig validiert werden. Die Entwicklung und Verbesserung von Ersatzmethoden ist somit Bestandteil wissenschaftlichen Arbeitens mit ernährungsphysiologischem oder futtermittelkundlichem Hintergrund. Ersatzmethoden können die komplexe biologische Realität eines ganzen Organismus allerdings nur unvollständig abbilden und sind stets mit Unsicherheiten und Fehlermöglichkeiten behaftet. Bei der Planung von Versuchsvorhaben ist in jedem Einzelfall zu entscheiden, ob der Schätzfehler einer Methode für die spezifische Versuchsfrage akzeptabel ist und eine Ersatzmethode folglich verwendet werden kann, oder ob die angestrebte Genauigkeit einen Tierversuch zwingend erforderlich macht.

Wird ein Tierversuch für unerlässlich befunden und geplant, ist es das Ziel, die Anzahl der Versuchstiere auf ein Minimum zu reduzieren. Hierzu wird eine biometrische Planung vorgenommen, in die Vorinformationen zur Variation der Messwerte und Erwartungswerte zur Höhe eines Versuchseffektes einfließen. Die Tieranzahl wird dabei so bemessen, dass ein Versuchseffekt – sofern er vorhanden ist – im Versuch auch tatsächlich nachgewiesen werden kann. Für bestimmte Tierversuche wie z. B. Verdaulichkeitsbestimmungen gibt es zudem von wissenschaftlichen Gremien entwickelte Leitlinien zur Planung und Durchführung, die zur Orientierung auch Mindestwerte für die Anzahl von Versuchstieren festlegen.

In Verdaulichkeits-, Bilanz- und Respiationsversuchen stellt die Einschränkung der arttypischen Bewegungs- und Kontaktmöglichkeiten einen Stress dar. Die Stressbelastung kann in Abwägung aller Argumente akzeptiert werden, wenn es zur Beantwortung der Fragestellung keine Alternative gibt. In vielen Fällen werden in Versuchen mit einer kleinen Zahl von Tieren Erkenntnisse gewonnen, die für große Populationen von Nutztieren, den Menschen oder die Umwelt erhebliche Vorteile ergeben. Die Dauer der Einschränkung wird dabei auf das Mindestmaß begrenzt. Es gibt Leitlinien zur Durchführung von Verdaulichkeitsversuchen, die unter Beachtung der Tierart festlegen, wie lange die verlustfreie Sammlung des Kotes dauern muss, damit eine repräsentative Aussage zur abgegebenen Kotmenge erreicht wird. So wird von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie derzeit eine Dauer von fünf Tagen für Schweine und von mindestens sieben Tagen für Schafe empfohlen, wobei laufende Projekte die Frage beantworten sollen, ob diese Zeiträume verkürzt werden können. Reaktionen des Tieres auf Stressoren können erheblich reduziert werden, wenn Tiere nicht einzeln, sondern zu zweit oder in kleinen Gruppen gehalten werden, oder zumindest ein Sichtkontakt

sichergestellt ist. Eine der wichtigsten Maßnahmen ist dabei die langsame und allmähliche Gewöhnung der Tiere an die besondere Haltung. Tierbetreuer sind gehalten, viel Zeit in den Stallanlagen mit Kontakten zu den Versuchstieren zu verbringen und durch intensive Betreuung für eine entsprechende Beschäftigung der Tiere zu sorgen.

Bestimmte Fragestellungen der Tierernährungsforschung erfordern den zuvor erläuterten operativen Zugang zum Verdauungstrakt, um am lebenden Tier gezielt Magen- oder Darminhalt entnehmen zu können. Diese operativen Eingriffe erfolgen unter entsprechender Anästhesie oder Narkose, erfordern für eine kurze Zeit auch eine medikamentöse Schmerzausschaltung und unterliegen generell besonderen Prüfungen hinsichtlich ihrer Vertretbarkeit. Nach entsprechender Abheilung können fistulierte Tiere in Abhängigkeit von der Tierart bei entsprechender Pflege über Monate bis viele Jahre als „Spendertiere“ dienen, so dass entsprechende in vitro-Verfahren wie z. B. der Hohenheimer Futterwerttest ermöglicht werden, die ganz erheblich zur Reduktion von Tierversuchen beitragen.

Die Frage, ob die Dauer der Bewegungseinschränkung insbesondere in Bilanzversuchen ohne Verlust an Aussagegenauigkeit weiter reduziert werden kann, gegebenenfalls auch durch eine Erhöhung der Tierzahl, ist Gegenstand aktueller Forschungsprojekte. In diesem Zusammenhang werden interdisziplinäre Initiativen begrüßt, in denen Verhaltensforscher Indikatoren entwickeln, die eine stärker objektivierte Beurteilung des Empfindens von Stress und Belastung durch das Tier bei Variation von Haltungsbedingungen und -dauer, einschließlich einer wiederholten Nutzung derselben Tiere, ermöglichen.

*Verfasser:*

Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie  
Vorstand der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie  
Eschborner Landstraße 122  
60489 Frankfurt am Main

*Mitglieder des Ausschusses für Bedarfsnormen:*

Kamphues, J., Hannover  
Rodehutsord, M., Hohenheim (Vorsitzender)  
Schenkel, H., Hohenheim  
Staudacher, W., Frankfurt  
Südekum, K.-H., Bonn  
Susenbeth, A., Kiel  
Windisch, W., Freising-Weihenstephan

*Mitglieder des Vorstandes*

Aschenbach, J. R., Berlin  
Dänicke, S., Braunschweig  
Metges, C., Dummerstorf  
Sauerwein, H., Bonn  
Windisch, W., Freising-Weihenstephan  
(Vorsitzender)  
Zebeli, Q., Wien