

# Streefbeeld voor innovatie in het hoger onderwijs *met minder proefdieren*

Universiteiten  
*van* Nederland



NEDERLANDSE FEDERATIE VAN  
UNIVERSITAIR MEDISCHE CENTRA



# Inhoud

Management summary	4
Samenvatting	6
1. Inleiding	8
1.1. Aanleiding en doelen	8
1.2. Aanpak	8
2. Huidige situatie van proefdiergebruik in het onderwijs en voor trainingen in Nederland	9
2.1. Overzicht van proefdiergebruik in het onderwijs en voor trainingen in Nederland	9
2.2. De rol van het onderwijs om de mogelijkheden van nieuwe benaderingsmethoden optimaal te benutten	10
2.3. Wettelijk kader	11
2.4. Procedure voor dierproeven	12
2.5. Gebruik van dieren in het wetenschappelijk onderwijs	13
2.5.1. Bachelor- en masteropleidingen	13
2.5.2. Postacademisch onderwijs	14
3. Terugdringen van het aantal proefdieren in academisch onderwijs en trainingen	15
3.1. Bachelor- en masteropleidingen Biomedische wetenschappen	15
3.2. Bachelor- en masteropleidingen Dierwetenschappen en Diergeneeskunde	17
3.3. Postacademisch onderwijs	18
3.3.1. Cursussen proefdierkunde	18
3.3.2. Praktijktraining voor onderzoekers voorafgaand aan dierproeven	18
3.3.3. Vaardigheidstraining voor medische professionals	20
3.4. Training voor studenten, onderzoekers en professionals in nieuwe benaderingsmethoden: de drijvende kracht van het hoger onderwijs	20
3.5. Instanties voor Dierenwelzijn	21
3.6. Innovaties op het gebied van proefdiervrij onderwijs	21
3.6.1. Veelbelovende innovaties op het gebied van proefdiervrij onderwijs	22
3.6.2. Doeltreffendheid van proefdiervrije methoden	23
4. Hoe nu verder? Uitvoering	24
4.1. Belanghebbenden	24
4.2. Een interdisciplinaire aanpak	25
4.3. Hub voor proefdiervrij onderwijs	25
4.4. Open science	26
5. Referenties	27

# Ambition statement on innovation in higher education *using fewer laboratory animals*

## Management summary

Initiated by the Dutch Government in 2018, the Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality has been managing an alliance aimed at accelerating the transition to animal-free innovation. In 2019, both UNL and NFU joined and started a project with an ambition statement aimed at using fewer laboratory animals in Dutch higher education (bachelor/master/postgraduate).

UNL and NFU aim for shared responsibility regarding the use of laboratory animals in academic education, a reduction in the usage of these animals in education, and the creation of awareness on this topic among future scholars and professionals.

Dutch law and EU Directive 2010/63/ already state that laboratory animals can only be used in education (and in research) in cases with a convincing scientific justification and only when the objectives cannot be achieved using non-animal-based methods. Recently, the European Parliament called for urgent EU action to accelerate the transition to innovation without the use of laboratory animals in research, regulatory testing and education.

Annually, a total of approximately 9,000 animal experiments are performed in bachelor, master and postgraduate education in The Netherlands. Only a small minority of these experiments are performed in bio-medical education (e.g., medicine, medical biology), where several effective animal-free methods are already available, and most institutes demonstrate that similar learning goals are achieved using animal-free methods. Both ethically, as well as legally, the full implementation of animal-free methods should be pursued here. Most animals are used in bio-veterinary education (UU and WUR), where studying animals is the primary focus. In recent years many laboratory animal-free methods have already been developed and implemented in the veterinary and animal sciences curricula. Further integration of simulations and models (skills lab) before approaching live animals and implementing earlier clinical teaching on real animal patients will directly decrease the number of laboratory animals.

In postgraduate education, most animals are used in the Laboratory Animal Science (LAS) courses (approximately 3300 animals per year) for practical training of those who actually perform animal experimentation themselves (approximately 2700 animals), and a minority for skills training of medical professionals. Most of the LAS courses in The Netherlands are organized as postgraduate education, but in a few specific cases they are also as part of a Master's programme. There is the ambition to abolish obligatory LAS courses at Master's level, which is logical, as most students in this phase of their career have not yet decided about their future. The LAS courses consist of a broad theoretical basis and a practical part, usually using live animals, which together lead to the required certification. The suggestion is to modernize the LAS courses by expanding the theoretical part and possibly including animal-free innovations (thereby also making this course more relevant to all biomedical Master's students) resulting in a new format that does not use live laboratory animals at all. The practical part should be made available as a more personalized course, only for those who are going to perform an actual animal experiment.

Further, the learning curve of researchers to perform animal procedures themselves can be avoided in part by transferring the practical animal work to dedicated personnel. Thus, there is a great potential to substantially reduce the laboratory animal usage in postgraduate education by organizing the programs differently.

Many new, animal-free teaching methods and innovations are being developed with great potential. For instance, (digital) models and virtual reality provide a safe and feasible teaching environment. But new teaching models that are already available still aren't being used sufficiently. It appears that where traditional animal use persists, this is most often due to uncertainty about the educational efficacy of humane alternatives and a lack of awareness of existing tools and resources. The outcome of animal-free teaching models should focus on learning goals and benefits, and should no longer be measured against the animal-based method as the traditional gold standard. In recent years, great advancements have been made in the development of new approach methods (NAMs). Higher education must fulfil its role as the driving force behind this technological change and the acquisition of new skills for many professionals. The 2020 EURL ECVAM (European Centre for the Validation of Alternative Methods) status report on non-animal methods in Science and Regulation concluded that the actual status of educational activities and resources is not optimal. The higher education system has the duty to fill this gap by developing and implementing NAM courses/materials offered to students, researchers and professionals within and outside universities and in co-creation with industry, contract laboratories, and social partners. Funding opportunities for co-creational education projects among universities, universities of applied sciences, societal partners, industry, and public consortia are needed.

The ambition of the university boards to reduce the number of laboratory animals in academic education and favour animal-free methods needs to translate into policy measures. This will enable deans, vice-deans, and course directors to implement this ambition at faculty, programme and course level. Many of the recommendations made in this document can be realised at this organisational level. Teachers and researchers should be provided with better access to knowledge regarding the development and application of animal-free methods in their daily work. To link all the primary stakeholders, we propose to establish a national "animal-free educational hub". This will be the first educational hub for non-animal testing innovations in the Netherlands and Europe and will therefore take a leading role in the creation and dissemination of knowledge about non-animal testing innovation.

# Streefbeeld innovatie in het hoger onderwijs *met minder proefdieren*

## Samenvatting

In 2018 heeft het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, op initiatief van de Nederlandse overheid, een alliantie gevormd om de overgang naar proefdiervrije innovatie te versnellen. In 2019 zijn UNL (voorheen VSNU) en NFU aangesloten bij deze alliantie, en zijn deze organisaties een gezamenlijk traject voor een streefbeeld naar minder proefdieren in het Nederlandse hoger (bachelor/master/postgraduate) onderwijs gestart. UNL en NFU streven naar een gedeelde verantwoordelijkheid met betrekking tot het gebruik van proefdieren in het academisch onderwijs, een vermindering van het gebruik van proefdieren in het onderwijs en het creëren van bewustzijn over dit onderwerp bij toekomstige wetenschappers en professionals.

In de Nederlandse wet en EU-richtlijn 2010/63 staat dat proefdieren alleen in het onderwijs (en in onderzoek) mogen worden gebruikt bij een overtuigende wetenschappelijke onderbouwing, en alleen als de doelstellingen niet met proefdiervrije methoden kunnen worden bereikt. Onlangs riep het Europees Parlement op tot een EU-actie om de overgang naar innovatie zonder het gebruik van proefdieren in onderzoek, regelgevingstests en onderwijs te versnellen.

In het bachelor-, master- en postacademisch onderwijs in Nederland worden jaarlijks in totaal ongeveer 9.000 dierproeven uitgevoerd. Slechts een kleine minderheid van deze experimenten wordt uitgevoerd in het biomedisch onderwijs (bijv. Geneeskunde, Biomedische wetenschappen), waar verschillende effectieve diervrije methoden al beschikbaar zijn en de meeste instellingen laten zien dat vergelijkbare leerdoelen met behulp van diervrije methoden kunnen worden bereikt. Binnen deze disciplines moet daarom zowel vanuit ethisch als juridisch perspectief de toepassing van diervrije methoden verder worden doorgezet. De meeste proefdieren worden gebruikt in het bio-veterinair onderwijs (UU en WUR), waar het bestuderen van dieren centraal staat. In de afgelopen jaren zijn er veel proefdiervrije methoden ontwikkeld en geïmplementeerd in de curricula van de veterinaire- en dierwetenschappen. Zo zal bijvoorbeeld het integreren van simulaties en modellen (skills lab) voordat levende dieren worden gebruikt, en het eerder implementeren van klinisch onderwijs op echte dierlijke patiënten, het aantal proefdieren direct verminderen.

In het postacademisch onderwijs worden de meeste dieren gebruikt in de Laboratory Animal Science (LAS) cursussen (ongeveer 3300 dieren), voor praktische training van onderzoekers die daadwerkelijk zelf dierproeven uitvoeren (ongeveer 2700 dieren) en een minderheid voor vaardigheidstraining van medische professionals. De meeste LAS-cursussen in Nederland worden aangeboden als postacademisch onderwijs, maar in enkele specifieke gevallen ook als onderdeel van een masteropleiding. Er is in Nederland een ontwikkeling gaande om de verplichte LAS-cursussen op masterniveau af te schaffen, omdat de meeste studenten in deze fase van hun carrière nog geen beslissing hebben genomen over hun toekomst. De LAS-cursussen bestaan uit een brede theoretische basis en een praktisch gedeelte, meestal met levende dieren, die samen leiden tot de vereiste certificering. In dit streefbeeld wordt voorgesteld om de LAS-cursussen te moderniseren door het theoretische deel uit te breiden en de mogelijkheid om "new approach methodologies" (NAMs) en

innovaties op te nemen (waardoor deze cursus ook relevanter wordt

voor alle biomedische masterstudenten), resulterend in een nieuw format dat helemaal geen gebruik maakt van levende proefdieren. Het praktische deel moet alleen beschikbaar worden gesteld in de vorm van een meer gepersonaliseerde cursus voor mensen die een dierproef gaan uitvoeren. Verder kan het leerproces van onderzoekers om zelf dierproeven uit te voeren deels worden vermeden door het in de praktijk werken met dieren over te laten aan gespecialiseerd personeel. Er is dus een groot potentieel om het gebruik van proefdieren in het postdoctorale onderwijs aanzienlijk te verminderen, door trainingsprogramma's anders te organiseren.

Er worden veel nieuwe proefdiervrije onderwijsvormen en innovaties ontwikkeld met veel potentie; (digitale) modellen, zoals met *virtual reality*, zorgen bijvoorbeeld voor een veilige en geschikte leeromgeving. Maar nieuwe onderwijsmodellen die al beschikbaar zijn, worden in de praktijk nog steeds onvoldoende gebruikt. Het lijkt erop dat waar traditioneel proefdiergebruik in het onderwijs blijft bestaan, dit meestal te wijten is aan onzekerheid over de educatieve effectiviteit van humane alternatieven en een gebrek aan bewustzijn van bestaande middelen en hulpmiddelen. Het resultaat van proefdiervrije onderwijsmodellen moet bekeken worden in het licht van leerdoelen en -voordelen, en niet meer worden afgemeten aan de dierlijke methode als traditionele gouden standaard. De afgelopen jaren is er een grote vooruitgang geboekt in de ontwikkeling van zogenaamde "new approach methodologies" (NAMs). Het hoger onderwijs moet een rol vervullen als drijvende kracht achter deze technologische verandering en het verwerven van nieuwe vaardigheden voor veel professionals.

In het EURL European Centre for the Validation of Alternative Methods (ECVAM)-statusrapport 2020 over proefdiervrije methoden in Wetenschap en Verordening werd geconcludeerd dat de feitelijke status van educatieve activiteiten en middelen niet optimaal is. Het hoger onderwijsstelsel heeft de plicht om deze kloof te dichten bij het ontwikkelen en implementeren van NAM-cursussen en -materialen die worden aangeboden aan studenten, onderzoekers en professionals binnen en buiten universiteiten en in co-creatie met het bedrijfsleven en sociale partners. Er zijn financieringsmogelijkheden nodig voor co-creatie van onderwijsprojecten tussen universiteiten, hogescholen, maatschappelijke partners, het bedrijfsleven en publieke consortia.

De ambitie van de universiteitsbesturen om het aantal proefdieren in het (post)academisch onderwijs te verminderen en diervrije methoden te bevorderen, moet zich vertalen in beleidsmaatregelen. Dit stelt decanen, vice-decanen en cursusdirecteuren in staat om deze ambitie op faculteits-, opleidings- en cursusniveau te implementeren. Veel van de aanbevelingen in dit streefbeeld kunnen op organisatieniveau worden gerealiseerd. Docenten en onderzoekers moeten beter toegang krijgen tot kennis over de ontwikkeling en toepassing van proefdiervrije methoden in hun dagelijks werk. Om alle primaire stakeholders met elkaar te verbinden, wordt voorgesteld om een nationale "proefdiervrije educatieve hub" op te richten. Dit wordt de eerste educatieve hub voor proefdiervrije innovaties in Nederland en Europa, waardoor deze hub in het creëren en verspreiden van kennis op dit gebied een leidende rol zal spelen.



# 1. Inleiding

## 1.1. Aanleiding en doelen

De UNL (voorheen VSNU) en de NFU werken sinds 2019 samen in het nationale programma TPI ('Transitie Proefdiervrije Innovatie') om een streefbeeld op te stellen voor proefdiervrije innovaties in het onderwijs, en in het academisch onderwijs (bachelor- en masteropleidingen en postacademisch onderwijs) in het bijzonder.

Proefdieren worden momenteel gebruikt in het onderwijs en voor trainingen in het kader van:

1. Bachelor- en masteropleidingen in (bio)medische wetenschappen, biologie, tandheelkunde, neuropsychologie, diergeneeskunde en dierwetenschappen, om kennis uit te breiden en te verspreiden in het praktijkonderwijs en bij de ontwikkeling van nieuwe technieken.
2. Postacademisch onderwijs voor wetenschappers (waaronder promovendi) en professionals zoals artsen, dierenartsen en anderen, voor het leren van nieuwe en/of meer geavanceerde (bio)medische technieken. Hieronder vallen ook trainingen voor onderzoekers die gebruikmaken van proefdieren.
3. Praktijkonderwijs aan het mbo/hbo, zoals voor biotechnici, paraveterinairs, etc.

Dit streefbeeld is gericht op universitaire bachelor- en masteropleidingen en postacademisch onderwijs (1 en 2). Voor het praktijkonderwijs aan het mbo/hbo wordt een afzonderlijk streefbeeld opgesteld.

De doelen van dit streefbeeld zijn:

1. Het nastreven van een gedeelde en wederzijdse verantwoordelijkheid voor proefdiervrije innovatie en een 3V-aanpak voor het gebruik van proefdieren in het academisch onderwijs.
2. Het zoveel mogelijk terugdringen van proefdiergebruik in (post-)academisch onderwijs en tegelijkertijd verbeteren van de huidige kwaliteit of deze in ieder geval behouden.
3. Het vergroten van het bewustzijn rond proefdiergebruik in het onderwijs bij toekomstige wetenschappers en professionals.

## 1.2. Aanpak

De VSNU en de NFU hebben een stuurgroep opgericht, met als voorzitter prof. dr. Wouter Dhert (VSNU, vertegenwoordiger van de VSNU in het TPI-kernteam). De leden van de stuurgroep zijn prof. dr. Hans van Leeuwen (tot september 2021), in september 2021 opgevolgd door prof. dr. Annemie Schols (NFU, vertegenwoordiger van de NFU in het TPI-kernteam) en prof. dr. Merel Ritskes-Hoitinga (vertegenwoordiger van de VSNU in het TPI-transitieteam). Zij werden ondersteund door beleidsadviseurs Sophie Dings (VSNU), Marjo Knapen en Dov Ballak (NFU).

Ook is een werkgroep voor academisch en postacademisch onderwijs opgericht, met als voorzitter prof. dr. Daniela Salvatori (Universiteit Utrecht). De deelnemende universiteiten werden vertegenwoordigd door de leden van de werkgroep. De voorzitter/secretaris van de werkgroep overlegde een-op-een met een aantal vooraanstaande experts in het vakgebied.

De deelnemende universiteiten werden vertegenwoordigd door leden van de werkgroep:

Rob Steenmans (Wageningen Universiteit)  
Tineke Coenen (Leids Universitair Medisch Centrum)  
Martje Fentener Van Vlissingen (Erasmus Medisch Centrum) Peter Olinga (Rijksuniversiteit Groningen)  
Hans Savelberg (Maastricht Universiteit)  
Jolanda van der Velden (Amsterdam UMC)  
Pieter Verbost (Radboud Universiteit)  
Daniela Salvatori (voorzitter, Universiteit Utrecht)

De voorbereiding van het streefbeeld werd ondersteund door het NCad (Nationaal Comité advies dierproevenbeleid). De voorzitter van de werkgroep en de stuurgroep hadden regelmatig overleg over de voortgang van de conceptversie van het streefbeeld. Na goedkeuring van het laatste concept door de stuurgroep werd het streefbeeld voorgelegd aan de VSNU en de FNU.

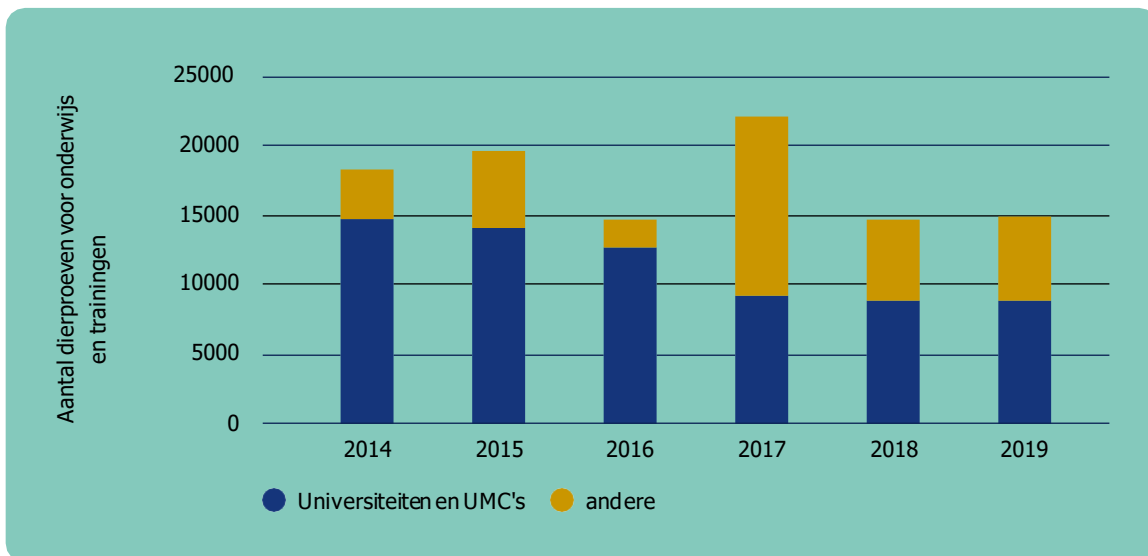
## 2. Huidige situatie van proefdiergebruik in het onderwijs en voor trainingen in Nederland

### 2.1. Overzicht van proefdiergebruik in het onderwijs en voor trainingen in Nederland

In Nederland varieerde het jaarlijkse aantal dierproeven ten behoeve van onderwijs en trainingen van ongeveer 15.000 tot 20.000 in de periode tussen 2014 en 2019; dit was ongeveer 4% van het totaal aantal experimenten. Proefdieren kunnen in meerdere dierproeven gebruikt worden. Hierdoor is het werkelijke aantal proefdieren lager dan het aantal dierproeven. In dit document zijn de termen proefdier en dierproef uitwisselbaar.

Onderwijs op bachelor-, master- en postacademisch niveau en training aan universiteiten en Universitair Medische Centra (UMC's) zijn verantwoordelijk voor in totaal ongeveer 9.000 dierproeven per jaar. Dit is dan ook het aantal dat voor het huidige streefbeeld is gebruikt (Figuur 1). In 2019 waren deze aantallen 2500 en 6500 voor respectievelijk bachelor-/masteropleidingen en postacademisch onderwijs (Tabel 1) [1-6]. Bachelor-/masteropleidingen omvatten biomedische wetenschappen en daarnaast de opleidingen *Animal Sciences* (Dierwetenschappen, WUR) en Diergeneeskunde (UU). Die laatste twee zijn samen genomen onder de noemer dierwetenschappelijk en diergeneeskundig onderwijs. In de opleidingen voor diergeneeskunde en dierwetenschappen worden zogeheten 'doeldieren' gebruikt om les te geven over specifieke aspecten van een soort. In het nationale register van proefdieren wordt deze specifieke groep niet apart benoemd; waar relevant zal deze groep wel afzonderlijk worden genoemd in dit document.

Postacademisch onderwijs omvat vaardigheidstraining voor artsen, cursussen proefdierkunde (verplichte training om bevoegdheid te behalen voor het opzetten/beheren en uitvoeren van proefdieronderzoek) en praktijktraining voor onderzoekers om competentie (vaardigheden) in het uitvoeren van dierproeven te ontwikkelen en te behouden (meestal na een cursus proefdierkunde).



Figuur 1: Totaal aantal proefdieren gebruikt voor onderwijs- en trainingsdoeleinden zoals geregistreerd door hogeronderwijsinstellingen (universiteiten en universitair medische centra (UMC's)) en andere instanties (vergunninghoudende instellingen) die toestemming hebben voor dierproeven, zoals onderzoeksinstituten en farmaceutische bedrijven in Nederland tussen 2014 en 2019 (NVA, Zodoende) [1-6].

In Nederland worden de meeste cursussen proefdierkunde georganiseerd als onderdeel van postacademisch onderwijs, maar in een aantal specifieke gevallen ook als onderdeel van een masteropleiding. In dit document worden cursussen proefdierkunde beschouwd als postacademisch onderwijs.

Van alle proefdieren die in het onderwijs en voor trainingen worden gebruikt, zijn 83,5% zogeheten kleine dieren, en 16,5% grote dieren (Tabel 1).

## 2.2. De rol van het onderwijs om de mogelijkheden van nieuwe benaderingsmethoden optimaal te benutten

Door onderwijs en permanente educatie kunnen studenten, docenten, wetenschappers en professionals goed bekend raken met de 3V's (vervanging, vermindering en verfijning). Er is de laatste jaren grote vooruitgang geboekt in de ontwikkeling van proefdiervrije testmethoden, zoals orgaan-op-chiptechnologie en in silico-technieken. Ook kan het testen op gezonde en zieke mensen een effectieve aanvulling zijn op deze methoden [7]. Onder EU-wetgeving moet een onderzoeker goed op de hoogte zijn van de nieuwste ontwikkelingen in het onderzoeksveld en mogen dieren alleen gebruikt worden als alle mogelijke alternatieven als ontoereikend worden beschouwd [8].

Het EURL ECVAM (European Centre for the Validation of Alternative Methods) heeft in 2020 gekeken naar de beschikbaarheid van alternatieven in fundamenteel, translationeel en klinisch onderzoek. Hiervoor is er een overzicht gemaakt van proefdiervrije modellen die al beschikbaar of nog in ontwikkeling zijn in zeven ziektegebieden (aandoeningen aan longen en luchtwegen, borstkanker, immuno-oncologie, immunogeniciteit van geavanceerde medische producten, neurodegeneratieve aandoeningen, hart- en vaatziekten, auto-immuniteit).

Deze specifieke domeinen zijn geselecteerd op basis van hun incidentie en prevalentie, de afhankelijkheid van diermodellen in het gerelateerde onderzoek en de hoeveelheid uitgevoerde dierproeven [9].

Soort	bachelor-/masteronderwijs		postacademisch onderwijs			totaal aantal dierproeven	% van totaal	
	Biomedisch	<i>Animal Sciences</i> en Diergeneeskunde	Cursussen Proefdierkunde	Praktijktraining onderzoekers	Vaardigheidstraining artsen			
(Zie tabel 149, 49) NE	Muis	76	0	2447	2075	24	4622	51,5%
	Rat	53	23	912	573	311	1872	20,9%
	Kip	0	706	0	16	0	722	8,0%
	Andere vogels	6	129	0	0	0	135	1,5%
	Konijn	0	32	0	18	0	50	0,6%
	Hond	0	44	0	0	0	44	0,5%
	Kat	0	11	0	0	0	11	0,1%
	Fret	0	24	0	0	0	24	0,3%
	Vis	0	0	0	8	0	8	0,1%
	Cavia	0	0	0	4	0	4	0,04%
	totaal aantal kleine dieren	135	969	3359	2694	335	7492	83,5%
	(Zie tabel 226) ROT	Koe	0	1075	0	10	0	1085
Varken		0	125	0	5	89	219	2,4%
Schaap		0	115	0	1	0	116	1,3%
Geit		0	42	0	0	0	42	0,5%
Paard		0	23	0	0	0	23	0,3%
totaal aantal grote dieren		0	1380	0	16	89	1485	16,5%
totaal aantal dierproeven	135	2349	3359	2710	424	8977		
% van totaal	1,5%	26,2%	37,4%	30,2%	4,7%			

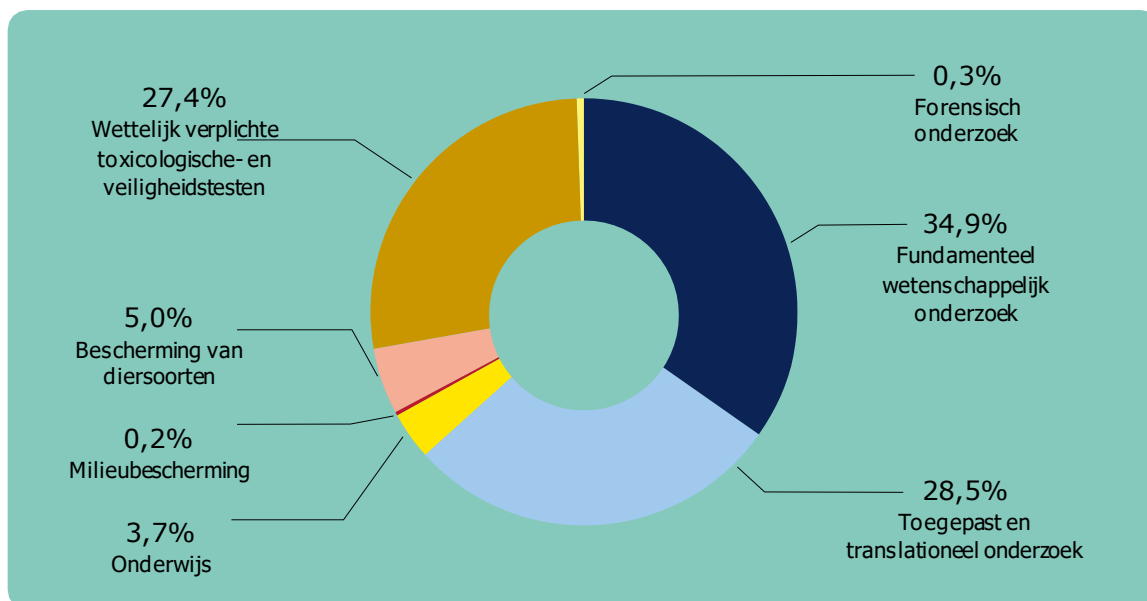
Tabel 1: Aantal proefdieren en diersoorten gebruikt in bachelor-/mastervakken en postacademische scholing in Nederland in 2019.

Het EURL ECVAM-statusrapport van 2020 over proefdiervrije methoden in wetenschap en regelgeving concludeert: "Om uiteindelijk te stoppen met dierproeven is het cruciaal om studenten en docenten – via specifiek onderwijs en specifieke trainingsprogramma's – op de hoogte te brengen van moderne technieken en de Europese waarden op het gebied van dierenwelzijn en bescherming van dieren die voor de wetenschap worden gebruikt" [9]. In het rapport wordt benadrukt dat dit in de huidige onderwijsactiviteiten en hulpmiddelen beter kan. In hoofdstuk 3.4 worden mogelijke oplossingen en aanbevelingen verder besproken.

### 2.3. Wettelijk kader

Onder EU-richtlijn 2010/63/EU, het aanverwante EU-uitvoeringsbesluit uit 2020, de Wet op de dierproeven (Wod 2014, de Nederlandse wetgeving gebaseerd op de EU-wetgeving) en het document van de EU over de ontwikkeling van gezamenlijk onderwijs en trainingen worden dieren die voor wetenschappelijke doeleinden worden gebruikt beschermd, waaronder proefdieren gebruikt in onderwijs en trainingen [8,10,11,12]. In de context van onderwijs en trainingen wordt onder 'dierproeven' het 'gebruik van dieren' verstaan zoals gedefinieerd in Richtlijn 2010/63/EU. Doordat ze vallen onder de werkingsfeer van de EU-richtlijn, zijn deze proeven 'gereguleerde technieken' gereguleerd in de zin dat de dieren beschermd worden door deze wetgeving en de bepalingen voor ethische evaluatie (toekennen van toestemming

gebaseerd op een schaden-batenanalyse).

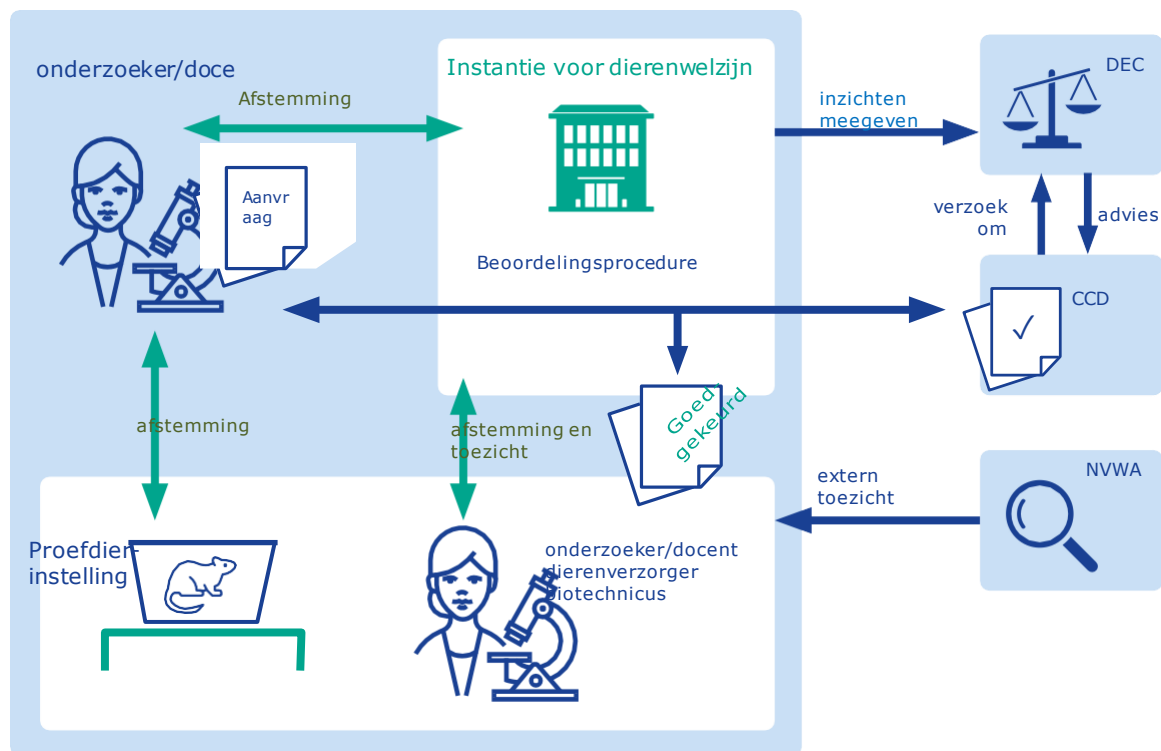


Figuur 2: Overzicht van de categorieën/doeleinden waarvoor gebruik van proefdieren wettelijk toegestaan is. 3,7% van het totaal aantal dierproeven (2019) vindt plaats in het onderwijs (incl. trainingen) [6].

Volgens de EU-richtlijn is een dierproef "elke al dan niet invasieve handeling ten aanzien van een dier voor experimentele of andere doeleinden, waarvan het resultaat bekend of onbekend is, of onderwijskundige doeleinden, die bij het dier evenveel, of meer, pijn, lijden, angst of blijvende schade kan veroorzaken als het inbrengen van een naald volgens goed diergeneeskundig vakmanschap" (Artikel 3, lid 1. Richtlijn 2010/63/EU) [8]. De dieren die onder deze richtlijn vallen zijn "levende niet-menselijke gewervelde dieren, met inbegrip van zich zelfstandig voedende larvale vormen alsmede embryonale of foetale vormen met ingang van het laatste derde van hun normale ontwikkeling", en ongewervelden. De doeleinden voor het gebruik van proefdieren zijn opgedeeld in verschillende categorieën, waaronder onderwijs en trainingen; 3,7% van het totale aantal proefdieren in 2019 valt in deze categorie (Figuur 2). De meeste dieren worden gebruikt in de categorieën fundamenteel en toegepast onderzoek (samen 63,4%. Figuur 2).

In de regelgeving wordt erkend dat: (a) dieren intrinsieke waarde hebben die gerespecteerd moet worden, (b) dierenwelzijn de hoogste prioriteit moet krijgen en dat (c) de principes van vervanging, verminderen en verfijning (de 3V's) systematisch beoordeeld moeten worden.

Bovendien mogen dieren alleen voor onderzoeks- en onderwijsdoeleinden gebruikt worden wanneer hier een overtuigende wetenschappelijke verantwoording voor is, wanneer de verwachte voordelen van het gebruik opwegen tegen de potentiële risico's wat betreft dierenleed en wanneer de doelen niet behaald kunnen worden met proefdiervrije, alternatieve methoden. Al in 1986 werd in de Europese Overeenkomst voor de bescherming van gewervelde dieren die worden gebruikt voor experimentele en andere wetenschappelijke doeleinden verklaard dat "procedures, uitgevoerd voor onderwijsdoeleinden, voor opleiding of voor bijscholing voor een beroep dienen beperkt te blijven tot die, welke strikt noodzakelijk zijn voor het doel van het betrokken onderwijs of de opleiding en dienen niet te worden toegestaan tenzij hun doel niet kan worden bereikt met even waardevolle audiovisuele middelen of op welke andere passende manier dan ook. (art. 25)



Figuur 3: Grafische weergave van de verplichte procedures om een projectvergunning en goedkeuring voor een dierproef te verkrijgen (DEC = Dierexperimentencommissie; CCD = Centrale Commissie Dierproeven; NVWA = Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit). Gebaseerd op de infographic van Instantie voor Dierenwelzijn Utrecht [13].

## 24. Procedure voor dierproeven

Onderzoekers/docenten zijn verplicht om een projectvergunning aan te vragen voor onderzoeks- of onderwijsprojecten waarbij levende dieren betrokken zijn. Projectvergunning moeten eerst worden goedgekeurd bij de Centrale Commissie Dierproeven (CCD) na overleg met een lokale Instantie voor Dierenwelzijn (IvD). De CCD vraagt een Dierexperimentencommissie (DEC) te evalueren of het belang van het onderzoeks-/onderwijsdoel opweegt tegen het ongerief voor het dier (schadebatenanalyse). De dierexperimentencommissie geeft een advies aan de CCD. De CCD kan een projectvergunning verlenen voor maximaal vijf jaar. Voor de start van een dierproef moet de onderzoeker/docent een gedetailleerd plan (werkprotocol) schrijven, inclusief het benodigde aantal dieren, gebaseerd op de 3V-principes en een inschatting van het cumulatieve ongerief. Goedkeuren van de lokale IvD is nodig voor de start van het experiment. Alle activiteiten in de proefdierinrichting vallen onder extern toezicht van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA), zie Figuur 3 [13,14].

## 25. Gebruik van dieren in het wetenschappelijk onderwijs

### 2.5.1. Bachelor- en masteropleidingen

In Nederland zijn in 2019 in totaal 2.484 proefdieren ingezet in het kader van bachelor- en masteropleidingen (Tabel 1). Het merendeel van deze proeven (2.394 = 94,6%) werd uitgevoerd bij *Animal Sciences* en Diergeneeskunde. De overige 5,4% (135 proefdieren) werd ingezet als onderdeel van biomedisch bachelor-/masteronderwijs. Deze aantallen zijn tot aan vakniveau opgesplitst voor de verschillende onderwijsinstellingen.

De 135 dieren die zijn gebruikt voor biomedische bachelor-/mastervakken zijn onder te verdelen in de volgende vakgebieden en daaraan gerelateerde leerdoelen:

(a) anatomie en fysiologie (o.a. om kennis op te doen over basistermen en -principes van menselijke fysiologie; over de bouw en het functioneren van orgaanstelsels van gewervelden en hoe deze samenwerken;

14 Streefbeeld innovatie in het hoger onderwijs met minder proefdieren

om onderwijs te geven over ontleding, histologie, microscopie, laboratoriumtechnieken en proefopstellingen voor in vivo-metingen); (b) voeding en stofwisseling (o.a. om inzicht te krijgen in de stofwisseling en in de vertering en absorptie van voeding; om inzicht te krijgen in de effecten van voedingsingrepen op de groei, ontwikkeling en het gedrag van dieren); (c) immunologie (o.a. om essentiële immunologische aspecten van gezondheidsproblemen in de celbiologie van mensen en dieren te begrijpen); (d) toxicologie (o.a. om toxische componenten in voedsel die relevant zijn voor de gezondheid te identificeren); (e) farmaceutische wetenschappen (o.a. om inzicht te krijgen in de mechanismen van de voornaamste soorten geneesmiddelen, hun agonistische en antagonistische wisselwerking en het kwantificeren hiervan in vitro en in vivo), en (f) neurobiologie (o.a. om inzicht te krijgen in de planning, logistiek en uitvoering van farmacologische gedragsproeven). Bij sommige instellingen werd voor bepaalde vakken gebruikgemaakt van proefdieren, terwijl bij andere instellingen voor vergelijkbare vakken geen proefdieren werden gebruikt. De keuze voor het gebruik van proefdieren in een vak wordt meestal genomen door een opleidingsdirecteur.

Bij de vakken van Diergeneeskunde en *Animal Sciences* worden verreweg de meeste dierproeven uitgevoerd van alle bachelor- en masteropleidingen in Nederland. Dit zijn ook de vakken die voornamelijk gericht zijn op het bestuderen van dieren. Koeien, varkens, schapen en kippen zijn de meest gebruikte diersoorten in deze specifieke subgroepen. Bij *Animal Sciences* (WUR) ligt het zwaartepunt van het onderwijs op de biologische processen van gedomesticeerde dieren en het leren behandelen van vee en gezelschapsdieren. Er is één opleiding Diergeneeskunde in Nederland (UU). Het doel van de opleiding diergeneeskunde aan de UU is om professionals de benodigde vaardigheden en kennis bij te brengen waarmee zij effectieve en veilige verzorging en behandeling van dieren kunnen bieden op een ethische manier, en de volksgezondheid kunnen waarborgen. Klinische training is een essentieel onderdeel van het curriculum zodat de studenten de klinische vaardigheden kunnen opdoen die zij nodig hebben als dierenarts. De meeste proefdieren worden gebruikt tijdens de masterfase van de diergeneeskundeopleiding om klinische vaardigheden aan te leren (van lichamenlijk onderzoek tot aan chirurgische ingrepen). Het geregistreerde ongerief varieert van mild tot matig en dieren worden vaak opnieuw gebruikt. Het is mogelijk een proefdier meer dan een keer te gebruiken. Herhaaldelijk gebruik vindt voornamelijk plaats in het onderwijs en voor trainingen. Ongeveer 50% van het aantal dierproeven waarbij dieren opnieuw gebruikt worden zijn dierproeven voor onderwijs- en trainingsdoeleinden.

Er is inmiddels een aantal proefdiervrije methoden ontwikkeld die ook al wordt toegepast in diergeneeskundeonderwijs, zoals interactieve video's en computersimulaties, e-learningmateriaal, dummy's, plastinaten, ethisch verkregen kadavers voor operaties en oefening met klinische casussen (dierlijke patiënten).

### 2.5.2. Postacademisch onderwijs

In 2019 zijn in Nederland in totaal 6.493 dierproeven uitgevoerd in het kader van postacademisch onderwijs (Tabel 1). Hierbij gaat het vooral om proefdiergebruik bij trainingen voor wetenschappers die dieren willen gebruiken in hun onderzoeksprojecten, waaronder cursussen proefdierkunde (6.069 proefdieren), en een kleiner aantal proefdieren (424) voor postacademische trainingen in (chirurgische) vaardigheden voor artsen.

Wetenschappers die van plan zijn dierproeven uit te voeren moeten een aantal trainingen doorlopen. De eerste training is de cursus proefdierkunde. De cursussen proefdierkunde zijn verplicht voor wetenschappers die dierproeven moeten opzetten en uitvoeren. De bevoegdheid die aan het eind van de cursus proefdierkunde behaald wordt is de zogeheten wettelijke bevoegdheid ex artikel 9. In 2019 werden in totaal 3.359 dierproeven in Nederland geregistreerd in het kader van de cursussen proefdierkunde (37,4% van het totaal aantal dierproeven gebruikt in academisch onderwijs). Muizen en ratten zijn de enige soorten die gebruikt worden voor cursussen proefdierkunde. Na ontvangst van de bevoegdheid is een professional gemachtigd om projecten op te zetten (projectvoorstellen en werkprotocollen schrijven), maar heeft diegene nog geen toestemming om zelfstandig dierproeven uit te voeren.

Hiervoor is verdere, gespecialiseerde (praktijk)training vereist. In dergelijke 'post'-proefdierkundecursussen werden 2.710 dierproeven uitgevoerd in 2019. Wetenschappers kunnen op die manier vaardigheden aanleren en zich bekwamen in de dierproeven die zij in hun voorstel beschreven hebben.

Elke cursus proefdierkunde bestaat uit een brede theoretische basis en een soortspecifiek, praktisch deel (meestal met levende dieren), die samen tot de benodigde bevoegdheid leiden. De inhoud van de cursussen proefdierkunde aan de verschillende Nederlandse universiteiten is vergelijkbaar en er worden onderwerpen behandeld zoals wetgeving, proefopzet, ethiek, dierenwelzijn en de drie V's, anatomie, fysiologie, pathologie en verzorging van dieren, herkenning en behandeling van pijn, doden, algemene omgang, biotechnische procedures en systematisch literatuuronderzoek. Een aantal (maar niet alle) cursussen proefdierkunde in Nederland zijn op Europees niveau geaccrediteerd door de Federation of European Laboratory Animal Science Associations (FELASA-geaccrediteerde functie B-cursussen). Door deze accreditatie beschikken wetenschappers allemaal over dezelfde kennis en zijn ze op verschillende plekken binnen Europa inzetbaar. In de FELASA-richtlijnen staat beschreven dat levende dieren gebruikt moeten worden in training van technieken voor het omgaan met en in bedwang houden van dieren. In sommige masteropleidingen (bijvoorbeeld biomedische wetenschappen aan sommige universiteiten die aangesloten zijn bij de PET (Postgraduate Education in Toxicology)) is de cursus proefdierkunde verplicht. De cursuscoördinatoren aan deze universiteiten hebben duidelijk aangegeven dat zij van plan zijn om de verplichte cursussen proefdierkunde af te schaffen. Dat is inderdaad sinds 2019 het geval voor de verplichte cursus proefdierkunde voor masterstudenten van de Universiteit Maastricht en LUMC zal dit voorbeeld binnenkort navolgen.

Het is wettelijk verplicht dat 'het personeel in dienst van iedere fokker, leverancier en gebruiker voldoende onderwezen is en competent en constant opgeleid en dat zij onder toezicht staan totdat zij hebben aangetoond over de vereiste competentie te beschikken' (Artikel 13f, lid 3, onderdeel c) van de Wod en Artikel 24, lid 1, sublid c van de Europese richtlijn 2010/63/EU) [8,11]. Post-proefdierkundecursussen moeten dus specifiek worden georganiseerd voor wetenschappers die dierproeven moeten uitvoeren.

(Medisch) specialisten gebruiken dieren om vaardigheden aan te leren en te onderhouden voor het uitvoeren van specifieke/complexe (micro-)chirurgische procedures, zoals end-to-end/side-anastomose, bypassoperaties, laparoscopie en reanimatie-/traumabehandeling. Ratten en varkens zijn de meest gebruikte diersoorten voor dit soort trainingen.

## 3. Terugdringen van het aantal proefdieren in academisch onderwijs en trainingen

### 3.1. Bachelor- en masteropleidingen Biomedische wetenschappen

Jaarlijks worden in totaal ongeveer 135 dieren gebruikt voor biomedische bachelor- of mastervakken (Tabel 1). Drie universiteiten gebruiken proefdieren in hun bachelor- of mastervakken. Voor vergelijkbare biomedische vakken aan andere universiteiten wordt geen gebruik gemaakt van proefdieren. Wij hebben een analyse gemaakt van de leerdoelen en niet-technische samenvattingen voor leken (NTS) van de biomedische opleidingen voor de vakken met proefdiergebruik. Iedere NTS moet informatie bevatten over de doeleinden, de voorspelde schade en baten, het aantal en de soorten dieren die gebruikt zullen worden en in hoeverre de 3V-principes worden gerespecteerd. De NTS-documenten zijn beschikbaar op de website van de CCD. De NTS maakt onderdeel uit van het goedgekeurde projectvoorstel voor een dierproef [14]. Dieren in deze categorie worden



voornamelijk gebruikt om kennis te verwerven over anatomie en fysiologie van orgaansystemen en als bronmateriaal voor trainingen in moleculaire/celbiologische technieken.

Over het algemeen wordt in de NTS het gebruik van levende dieren verantwoord door te wijzen op een gebrek aan een toereikend alternatief dat net zo effectief is als het gebruik van levende dieren in het verzorgen van de leerdoelen. Ook wordt de noodzaak voor het gebruik van een levend dier om 'werkelijk' te leren en een juiste houding en competentie te ontwikkelen genoemd. Er zijn specifieke argumenten genoemd om de noodzaak van proefdiergebruik tijdens onderwijs te benadrukken.

Enkele voorbeelden waren:

- *Het is belangrijk om studenten in een vroege fase te laten kennismaken met dierproeven aangezien zij waarschijnlijk in een later stadium van hun carrière met proefdieronderzoek geconfronteerd zullen worden en door deze ervaring kunnen zij keuzes maken en beslissingen nemen over hun toekomstige carrière.*
- *Onderwijs met proefdieren brengt studenten in contact met de dagelijkse praktijk van biomedische wetenschappen en leert hen om dierproeven op te zetten, te plannen, uit te voeren en te analyseren;*
- *Door ervaring op te doen met dierproeven doen toekomstige onderzoekers niet alleen vaardigheden op, maar leren ze ook op verantwoordingelijke en doelbewuste manier te handelen.*
- *Studenten geven in de cursusevaluaties aan dat het werken met dieren en dierweefsels de leeropbrengsten verhoogt en discussies meer diepgang geeft, wat niet bereikt kan worden met bijvoorbeeld het bekijken van videomateriaal.*

Voor de vakken die hierboven genoemd worden, en hun leerdoelen, zijn er echter al veel effectieve proefdiervrije methoden beschikbaar [15-17]. Desondanks laten de NTS'en van de biomedische vakken met proefdiergebruik een voorkeur zien voor het gebruik van levende dieren in plaats van alternatieven en ontstaat de indruk dat proefdiervrije methoden minder goed zijn dan het gebruik van proefdieren voor dezelfde leerdoelen.

We denken bovendien dat het niet noodzakelijk is om dieren te doden om studenten de kennis en vaardigheden in kritisch denken mee te geven waarmee zij een geïnformeerde keuze over hun toekomstige carrière kunnen maken. Het lijkt erop dat ook sommige docenten de ervaring met dierproeven leerzaam vinden, maar daarbij moet aangetekend worden dat er andere methoden zijn om een positieve leerervaring tot stand te brengen. Bovendien is aangetoond dat studenten die gedwongen/verplicht worden pijnlijke technieken en dodelijke operaties uit te voeren, tekenen van stress en 'compassiemoetheid' vertonen. Compassiemoetheid heeft verminderde empathie voor anderen (collega's en dierbaren) tot gevolg en kan de kwaliteit van de medische zorg die wordt verleend aan de dieren verminderen [19]. Deze pedagogische aanpak zou zelfs schadelijk kunnen zijn voor de student. Bovendien, als studenten regelmatig geconfronteerd worden met proefdiergebruik tijdens hun studie, ontwikkelen zij mogelijk geen evenwichtige houding tegenover het gebruik van dieren tijdens hun wetenschappelijke carrière [20-23].

Het is voor de studenten voornamelijk van belang om het hoogste competentieniveau te behalen met methoden waarvan de effectiviteit is bewezen (empirisch onderbouwde aanpak). Dierproeven moeten niet behouden worden 'omdat het nu eenmaal traditie is' en studenten hebben het recht proefdiervrije leermethoden te gebruiken.

### *Aanbeveling*

In de bachelor- en masteropleidingen Biomedische wetenschappen: als dezelfde leerdoelen kunnen worden behaald met proefdiervrije methoden, is het ethisch verantwoord en zou het wettelijk verplicht moeten zijn om proefdiervrije methoden toe te passen.

## 3.2 Bachelor- en masteropleidingen Dierwetenschappen en Diergeneeskunde

Zoals eerder genoemd, is klinische training essentieel om diergeneeskundestudenten op hun toekomstige beroep voor te bereiden. Het voornaamste doel is om hen de benodigde klinische vaardigheden aan te leren waarmee zij dieren optimaal kunnen verzorgen en behandelen. Het aanleren van klinische vaardigheden kan op verschillende manieren: van lesboeken tot e-learning, van low-fidelitymodellen tot high-fidelitymodellen, tot levende dieren. Veel proefdiervrije methoden zijn al ontwikkeld en gebruikt in vaardigheidslabs. Vaardigheidslabs zijn moderne, met technologie verrijkte omgevingen waar modellen, dummy's en simulators gecombineerd kunnen worden met multimediacomputersimulaties, waaronder virtual reality. De mogelijkheid om op modellen te oefenen heeft een directe invloed op het terugdringen van proefdiergebruik. Door klinische vaardigheden in een veilige omgeving te onderwijzen kunnen op verantwoorde wijze fouten worden gemaakt en complexe procedures worden herhaald zonder een levend dier te schaden; dit vermindert bovendien angst en stress voor de student [23,24].

Er is aangetoond dat dierenwelzijn direct wordt bevorderd door studenten les te geven in dierproefvrije vaardigheden voordat zij met levende dieren gaan werken.

Om de educatieve voordelen van het vaardigheidslab te vergroten moeten zowel de onderliggende educatieve theorieën als een passend ontwerp voor de leeromgeving deel uitmaken van de aanpak [25-28]. Als leerlingen een serie modellen doorlopen van low- naar high-fidelity en uiteindelijk naar levende dieren, wordt de cognitieve belasting gespreid. Hierdoor wordt tegelijkertijd hun zelfvertrouwen en effectiviteit gestimuleerd en het benodigde aantal dieren enorm beperkt.

In dierlijke en menselijke geneeskunde worden simulators al vele jaren gebruikt voor ondersteuning bij klinische trainingen. De simulators die momenteel gebruikt worden in het diergeneeskundeonderwijs hebben een aantoonbaar positief effect op de vaardigheden van studenten en de meeste studenten die er gebruik van maken staan er positief tegenover [28]. Er is meer onderzoek nodig om de beschikbaarheid van simulators voor gebruik in diergeneeskundeonderwijs uit te breiden. Hiermee kunnen de praktische vaardigheden van de diergeneeskundestudenten verbeterd worden en het gebruik van levende dieren en kadavers voor onderwijsdoeleinden gereduceerd [29].

Alle medische faculteiten in Nederland zijn voor hun bachelor- en masteropleidingen al overgestapt op proefdiervrij onderwijs, en gebruiken nu vaardigheidslabs, menselijk patiënten en vrijwilligers. Het stoppen met proefdieren voor beroepsopleidingen kan bereikt worden door in plaats van proefdieren te gebruiken studenten direct te betrekken bij het diagnosticeren, behandelen en verzorgen van echte patiënten. Voorbeelden van een dergelijke aanpak zijn studenten die patiënten helpen die naar de onderwijsinstelling/het ziekenhuis zijn gebracht, of studenten die onder toezicht op boerderijen of in dierenasiels werken.

### *Aanbevelingen*

Een stappenplan opstellen met proefdiervrije methoden die studenten kunnen gebruiken voordat zij contact maken met levende dieren in dierwetenschappen- en diergeneeskundeprogramma's.

Proefdiervrije vaardigheidslabs creëren die onder andere gebaseerd zijn op modellen en simulators.

Meer klinische lessen geven – en in een eerder stadium – met echte patiënten in klinieken/ziekenhuizen of boerderijen in dierwetenschappen- en diergeneeskundeonderwijs.

### 3.3. Postacademisch onderwijs

#### 3.3.1. Cursussen proefdierkunde

Zoals eerder genoemd, wordt er een aanzienlijke hoeveelheid muizen en ratten gebruikt in de cursussen proefdierkunde. Bevoegdheid in proefdierkunde is verplicht om projecten met proefdieren op te zetten, maar om dierproeven uit te voeren is verdere training verplicht. Momenteel worden proefdieren nog gebruikt in het praktijkdeel van de cursussen proefdierkunde, om bijvoorbeeld de basis te onderwijzen van omgang of gedragsaspecten. Meestal zijn dit muizen en ratten, wat niet noodzakelijkerwijs de diersoort is die deelnemers tijdens hun onderzoek gaan gebruiken. Het is de vraag of dit een wenselijke aanpak is, zeker aangezien veel onderzoekers sowieso meer gerichte trainingen moeten volgen voor zij aan hun onderzoek beginnen. In de toekomst zou (post)proefdierkundetraining zich bijvoorbeeld meer kunnen richten op het feitelijke werk in de praktijk en op de diersoort die daarbij betrokken is.

Het theoretische en soortspecifieke/praktische deel van de cursus proefdierkunde zou aangepast kunnen worden. Proefdierkunde zou bijvoorbeeld zelfs kunnen bestaan uit een theoretisch deel voor alle studenten biowetenschappen, waarin de 3V's en de overgang naar proefdiervrije methoden en ethiek zonder proefdiergebruik centraal staan. Een op maat gemaakt, praktisch deel wordt dan alleen aangeboden aan degenen die gerichte praktijktraining nodig hebben. We adviseren om de cursus proefdierkunde te moderniseren, met een nieuwe opzet zonder proefdieren.

Deze scheiding van het theoretische en praktische deel is al met positief resultaat getest tijdens de coronapandemie. De voorgestelde veranderingen betekenen voor de cursuscoördinator en proefdierkunde dat zij in gesprek moeten gaan met FELASA over de accreditatie van de momenteel geaccrediteerde cursussen proefdierkunde.

#### *Aanbevelingen*

De cursus proefdierkunde opsplitsen in twee delen: a) een theoretisch deel voor alle biomedische studenten met nadruk op de 3V's, proefdiervrije methoden en ethiek, en b) een soort- en proefspecifiek, praktisch deel alleen voor diegenen die zelf daadwerkelijk een experiment gaan uitvoeren.

Met het FELASA-bestuur voor accreditatie bespreken of deze tweedelige aanpak kan worden vastgelegd in regelgeving.

#### 3.3.2. Praktijktraining voor onderzoekers voorafgaand aan dierproeven

Wanneer toch een dierproef met levende dieren nodig is, moeten geschikte trainingen worden besproken met de onderzoeker (bijvoorbeeld het oefenen van een chirurgische ingreep voor de start van een onderzoek). Proefdieren worden dus ook gebruikt om onderzoekers te trainen voor specifieke dierproeven. Deze dieren worden vaak geregistreerd als onderdeel van het onderzoeksproject zelf (zie Figuur 2). Er kan bijvoorbeeld een stap worden ingebouwd waarbij eerst geschikte proefdiervrije methoden worden bekeken (zoals simulators voor het oefenen met chirurgische ingrepen), voordat er wordt gekeken naar het gebruik van levende dieren. Hierdoor zullen minder dieren nodig zijn voor het leren van de juiste vaardigheden om het werkelijke onderzoek naar het dier uit te voeren.

Soms kan de complexe weg van de onderzoeker om dierproeven te leren uitvoeren zelfs vermeden worden door het praktische werk over te dragen aan vakbekwaam personeel (biotechnici, dierenartsen). We benadrukken hierbij dat het uitvoeren van dierproeven niet eenvoudig is. Een dierenarts mag bijvoorbeeld pas een dierlijke patiënt opereren na afronding van een masteropleiding Diergeneeskunde. Dit is in scherp contrast met de huidige eis dat een onderzoeker na de cursus proefdierkunde slechts een beknopte praktijkcursus onder toezicht hoeft te voltooien om met proefdieren te mogen werken. Bovendien is het, als onderzoekers tijdelijke/kortlopende contracten hebben, een uitdaging om continuïteit en een hoge standaard voor dierproeven te garanderen. Als deze taken overgedragen worden aan gespecialiseerd personeel, zal dat zowel de kwaliteit (zeer bekwame professionals) als efficiëntie (minder dieren aangezien er geen complexe, individuele leertrajecten plaatsvinden) van dierproeven waarschijnlijk ten goede komen.

In lijn met de eisen voor permanente educatie in de gezondheidszorg, zal er ook permanente educatie van personeel nodig zijn om een professionele onderzoeksomgeving voor dierproeven tot stand te brengen. Een leidraad voor de implementatie hiervan is al gepubliceerd door het nationale IvD-platform en het 3Rs Centre Utrecht [30]. Het is essentieel dat universiteiten de medewerkers die bij dierproeven betrokken zijn mogelijkheden bieden om deel te nemen aan permanente educatie met proefdiervrije methoden als optie. De Dutch Association for Laboratory Animal Science (DALAS) is al met een cursus gestart over de 3V-principes en de uitvoering van de overgang naar proefdiervrije methoden (<https://www.uu.nl/onderwijs-voor-professionals-dalas>). In de overgang naar proefdiervrije innovatie moet een aantal beroepsorganisaties met elkaar in overleg gaan. Daarom bevelen wij aan dat er meer samenwerkingsverbanden komen tussen mbo-, hbo- en/of wo-studenten.

### *Aanbevelingen*

Waar mogelijk, praktisch werk met dieren voor chirurgische ingrepen overdragen van de individuele onderzoeker (met een individuele leerbehoefte) naar specifiek vakbekwaam personeel.

Ervoor zorgen dat onderzoekers en personeel in proefdierinrichtingen ingeschreven staan voor permanente educatie waarbij proefdiervrije innovatie aan bod komt.

Vakken en materialen ontwikkelen die gebaseerd zijn op proefdiervrije innovatie en deze toepassen in de bacheloropleidingen, masteropleidingen en permanente educatie voor studenten, onderzoekers en professionals binnen universiteiten en daarbuiten, in nauw overleg met de sector, contractlaboratoria en sociale partners.

Financieringsmogelijkheden creëren voor de sector en publieke consortia om onderwijs en trainingen voor professionals mogelijk maken te maken.

### 3.3.3. Vaardigheidstraining voor medische professionals

Bij vaardigheidstraining voor medische professionals worden de meeste dieren gebruikt om nieuwe ((micro)chirurgische) procedures aan te leren en om te trainen voor de intensive care. Hoewel uit de literatuur blijkt dat training voor microchirurgie met levende dieren momenteel nog steeds plaatsvindt, komen hier al snel proefdiervrije modellen voor in de plaats, waaronder low-/high-fidelity en robotsystemen [31]. Er zijn al veel proefdiervrije fysieke trainingsmodellen beschikbaar, vooral voor microchirurgische procedures.

Studies naar de effectiviteit van proefdiervrije modellen als leerhulpmiddel wijzen erop dat deze meten wat ze zouden moeten meten en dat ze beter werken dan traditionele leermethoden [32]. Bij de basistraining in microchirurgie wordt vooral geleerd hoe om te gaan met instrumentarium en microscopie. Deze aspecten kunnen ook heel goed geoefend worden in een proefdiervrije setting. In trainingsomgevingen voor intensive care is gebleken dat simulators een uitstekende vervanging kunnen zijn voor levende proefdieren [33].

#### *Aanbeveling*

In verdere ontwikkeling en toepassing van proefdiervrije modellen bij vaardigheidstraining voor medische professionals investeren.

## 3.4. Training van studenten, onderzoekers en professionals in nieuwe benaderingsmethoden: de drijvende kracht van het hoger onderwijs

Aangezien nieuwe aanpakken en methodologieën continu ontwikkeld worden, is er een constante behoefte aan onderwijs en trainingen in alle aspecten van proefdiervrije wetenschap, zodat de nieuwe methoden verspreid kunnen worden.

Nieuwe benaderingsmethoden zijn gevoelig voor veel van dezelfde problemen als dierlijke studies, zoals standaardisatie, de behoefte aan betere rapportering, extrapolatie van in vitro naar in vivo, interpretatie van data en mogelijke ethische problemen [34]. Om die reden is het essentieel om onderwijs in te richten dat studenten helpt om kritisch na te denken en waarmee de keuze voor proefdiervrije methoden wordt ondersteund, evenals het ontwerp, de ontwikkeling, de validatie en het gebruik hiervan.

Het EURL ECVAM heeft een rapport opgesteld om de invoering van de 3V's en proefdiervrij wetenschappelijk onderwijs op scholen en universiteiten te stimuleren en faciliteren [35]. Het EURL ECVAM heeft ook gratis beschikbare e-learningmodules gemaakt voor: 1) Het zoeken naar (bestaande) proefdiervrije alternatieven (EU-52), en 2) Het ontwikkelen van in vitro methoden en benaderingen voor wetenschappelijk gebruik en regelgeving (EU-60). Deze zijn beschikbaar op het Education and Training Platform for Laboratory Animal Science (ETPLAS) platform (<https://etplas.eu/learn/>).

Onderwijs en trainingen zijn noodzakelijk, niet alleen voor academische onderzoekers maar ook voor professionals in de industrie- en contractlaboratoria. Hiervoor is het van cruciaal belang om een nieuw onderwijsmodel in te voeren waarbij permanente educatieprogramma's en reguliere bachelor- en masteropleidingen op elkaar worden afgestemd. Hiermee bedoelen wij dat onderwijsinnovatie wederzijds afgestemd moet worden tussen de gefinancierde (bachelor en master) opleidingen en niet-gefinancierde (permanente educatie) opleidingen binnen hun al bestaande organisatorische en financiële kaders. Op een dussdanige manier dat deze opleidingen op verschillende momenten met elkaar verbonden kunnen worden zonder dat zij te veel verstrengeld raken. Dit leidt tot een hechtere samenwerking met het werkveld en zorgt ervoor dat er een leergemeenschap ontstaat. Door samen met externe belanghebbenden onderwijs aan te bieden, ontstaat een vruchtbare leeromgeving die voor zowel bedrijven als studenten bevorderlijk is [36]. Accreditatie – het introduceren van 'open badges en micro-credentialing' – dient als waarborg voor de kwaliteit van

het onderwijs en als bewijs dat de ontvanger bepaalde kennis of vaardigheden bezit [37].

Er moet worden geïnvesteerd in kennishulpmiddelen voor het onderwijs en voor het trainen van studenten en professionals. Het is ook een plicht van het onderwijs om de gemeenschap en alle belanghebbenden op een transparante en niet-polariserende manier van informatie te voorzien. Het nationale 3Rs Centre zou hierin een leidende rol kunnen hebben.

### *Aanbevelingen*

Vakken/materialen voor nieuwe benaderingsmethoden ontwikkelen en implementeren voor studenten, onderzoekers en professionals binnen universiteiten en daarbuiten, in nauw overleg met de sector, contractlaboratoria en sociale partners.

Financieringsmogelijkheden creëren voor de sector en publieke consortia om onderwijs en trainingen voor professionals mogelijk maken te maken.

## 3.5. Instanties voor Dierenwelzijn

Instanties voor Dierenwelzijn brengen onafhankelijk advies uit over proefdiergebruik en kijken kritisch naar de verantwoording hiervoor. Ook geven zij advies aan professionals over de toepassing van de 3V's. Het is belangrijk dat zij goed kijken in hoeverre de 3V's, en met name 'vervanging', worden toegepast. Instanties voor dierenwelzijn moeten daarbij in hun beoordelingsproces sterk aansturen op het terugdringen van proefdiergebruik. Dit proces kan makkelijker gemaakt worden door experts in proefdiervrije methoden voor onderwijs in Instanties voor Dierenwelzijn aan te stellen.

### *Aanbevelingen*

Instanties voor Dierenwelzijn moeten experts in proefdiervrije methoden voor onderwijs aanstellen om tijdens hun beoordelingsproces van projectvoorstellen met een educatief doel sterk en op een proactieve manier aan te sturen op het terugdringen van proefdiergebruik.

## 3.6. Innovaties op het gebied van proefdiervrij onderwijs

In de vorige hoofdstukken hebben wij een aantal mogelijkheden, ontwikkelingen en kansen beschreven voor proefdiervrij onderwijs als onderdeel van het bestaande wetenschappelijke onderwijs. In dit hoofdstuk zullen we een aantal veelbelovende innovaties in proefdiervrij onderwijs bespreken. Voor het hoger onderwijs zijn er al veel onderwijsmodellen ontwikkeld die momenteel beschikbaar zijn. Zie de InterNICHE Alternatives Database voor voorbeelden [16]. De proefdiervrije opties in onderwijs zijn op dit moment: modellen, dummy's en mechanische simulators, computer- en virtual-realitysimulaties, video's, op de eigen persoon experimenteren, observatiestudies, studies naar cellijnen en organotypische culturen in vitro, het gebruik van ethisch verkregen dierlijke kadavers en klinische training onder toezicht [18]. We zullen een aantal van deze opties hieronder bespreken.

### 3.6.1. Veelbelovende innovaties op het gebied van proefdiervrij onderwijs

Er wordt al volop gebruikgemaakt van modellen, dummy's en mechanische en computersimulators. Deze worden gebruikt voor lessen in anatomie en fysiologie en klinische procedures zoals bloedafname, intubatie of urinekatheterisatie. Het is bijvoorbeeld mogelijk om met een pomp een kunstmatige hartslag te simuleren en te oefenen met injecties. Low-fidelitymodellen zoals knuffels worden vaak gebruikt in de beroepstrainingen van basisvaardigheden (voor diergeneeskunde). High-fidelitymodellen, zoals levensgrote latexmodellen, worden gebruikt voor specifieke procedures zoals het leggen van een vasculaire anastomose [24]. Plastinaten gebaseerd op ethisch verkregen kadavers worden vooral gebruikt voor les in basisanatomie, hoewel klinische vaardigheidstraining de laatste tijd aan populariteit wint [38]. Aan de andere kant van het spectrum bevinden zich de technologische modellen voor vaardigheidstraining, die een groot effect blijken te hebben op de ontwikkeling van vaardigheden [39]. Modellen kunnen gekoppeld worden aan computersimulaties om vaardigheden voor kritieke zorg te oefenen of het effect van het toedienen van geneesmiddelen/een dosisafhankelijke respons te bestuderen.

Om basiskennis of toegepaste kennis over een echt dier te verwerven is vooral de hoge cognitieve belasting die de complexe samenhang van structuren en gedrag met zich meebrengt een uitdaging. Door middel van virtual-reality (VR) simulaties kan de complexiteit in het leerproces stapsgewijs worden verhoogd in een driedimensionale context. VR-simulatie is een computertechnologie die een snelle ontwikkeling doormaakt. Hiermee kan een virtuele omgeving worden gegenereerd waarmee de gebruiker een interactie aan kan gaan. Door de principes van interactief design toe te passen, bijvoorbeeld met gamescenario's, neemt de effectiviteit van de leerstrategieën verder toe [40]. In medische onderwijssettings is VR al een beproefd middel om chirurgische vaardigheden te oefenen en kennis in het algemeen verder te ontwikkelen. Het gebruik van VR blijkt behulpzaam voor les op het gebied van anatomie, procedures zoals intubatie en de interpretatie van radiologische beelden en – meer algemeen – het verbeteren van de benodigde vaardigheden om diagnoses te stellen. Na de positieve ervaringen in een medische context, wordt VR nu geïntroduceerd in bachelor- en masteropleidingen Biomedische wetenschappen, *Animal Science* en Diergeneeskunde. VR-technologie is dus een heel bruikbaar hulpmiddel in proefdiervrij onderwijs. VR-simulaties kunnen in de virtuele leeromgeving van haptische feedback (het toevoegen van gevoel) worden voorzien door bijvoorbeeld dummy's of plastinaten toe te voegen waarop digitale modellen kunnen worden gebruikt.

De haptische feedback zou – bij wijze van volgende stap – ook elektronisch verzorgd kunnen worden door middel van een computersimulatie (zie bijvoorbeeld <https://www.senseglove.com>). *Simulators voor robotchirurgie* worden gebruikt voor vaardigheidstraining, zoals voor laparoscopische interventies [42]. Aan het andere eind van het spectrum van VR-simulaties worden volledig digitale modellen toegepast voor driedimensionale trainingen [43]. Een specifiek type VR is augmented reality, waarin de fysieke omgeving zichtbaar is en geïntegreerd kan worden in de ervaring; bijvoorbeeld door digitale informatie toe te voegen aan modellen, zoals anatomie, klinische beeldvorming of labresultaten [43,44].

De toegevoegde waarde van het gebruik van (digitale) modellen is dat een veilige leeromgeving geboden wordt waarin gebruikers herhaaldelijk kunnen oefenen en veilig fouten kunnen maken totdat ze de benodigde competentie hebben behaald. Zo kunnen studenten en professionals om zich voor te breiden op chirurgische ingrepen de techniek opfrissen op hun eigen voorkeursmoment en -locatie, en het juiste kennisdomein activeren (driedimensionaal of tweedimensionaal vanuit een boek of vanaf een computerscherm). Dat past binnen de huidige normen voor onderwijs, zoals zelfsturend leren en de 'omgedraaide klas', en kan een antwoord zijn op sociale vraagstukken zoals reisbeperkingen, de noodzaak van permanente educatie en de vrijheid om activiteiten in te plannen.

Het is belangrijk om te realiseren dat de ontwikkeling van deze leerhulpmiddelen, vooral die waarbij geavanceerde computertechnologie wordt gebruikt, duur kan zijn. Ze zijn over het algemeen echter duurzaam, kunnen hergebruikt worden en besparen vaak tijd en verminderen stress vooral zowel docenten als studenten. Aangezien computer- en VR-simulaties niet locatie- of tijdgebonden zijn, kunnen specifieke faciliteiten gedeeld worden met allerlei partners in het hele land.



### *Aanbeveling*

Investeren in/opzetten van financiering voor proefdiervrije onderwijsmethoden en technologie in overeenstemming met het principe om hightech- en/of complexe faciliteiten tussen academische partners te delen.

#### *3.6.2. Effectiviteit van proefdiervrije methoden*

Proefdiervrije methoden kunnen beschouwd worden als een spectrum aan technologieën variërend van simpel tot geavanceerd, waarmee stapsgewijs leren en het spreiden van de cognitieve belasting tijdens dat proces ondersteund kunnen worden. In een systematisch literatuuronderzoek gepubliceerd in 2021 was de conclusie dat proefdiervrije onderwijsmethoden betere (30%) of vergelijkbare (60%) leerresultaten opleveren in vergelijking met de resultaten bereikt bij traditioneel gebruik van levende dieren [18]. In eerder onderzoek werd een vergelijkbare conclusie getrokken: proefdiervrije methoden zijn effectief voor het bereiken van de gewenste leerresultaten [45]. Desondanks werd in een recente analyse van niet-technische samenvattingen (gepubliceerd in Europa in de periode 2017-2019) over projecten waarin levende dieren voor onderwijs gebruikt werden, geconcludeerd dat er een diepgewortelde perceptie is dat proefdiervrije methoden minder effectief zijn dan methoden met levende dieren [46]. Alle methoden hebben uiteraard zowel sterke als zwakke punten maar wetenschappelijk bewijs van de effectiviteit van proefdiervrije methoden zou niet zo makkelijk weggewuifd moeten worden.

In studies naar de effectiviteit van proefdiervrije methoden wordt vaak een vergelijking gemaakt tussen proefdiervrije methoden en methoden met proefdieren. Als bijvoorbeeld fysieke training met levende diermodellen wordt vergeleken met simulators, bespreken de meeste auteurs de vraag of simulatie training net zo effectief of juist effectiever is dan het gebruik van het diermodel, en of de simulator het diermodel zou kunnen vervangen [47]. Op deze manier wordt het diermodel als 'gouden standaard' gepositioneerd en ligt de focus bij een zoektocht naar bewijs voor de leerresultaten van simulatietraining. Volgens deze redenering is vervanging van diermodellen door simulatietraining alleen gerechtvaardigd als er genoeg bewijs is dat de proefdiervrije methode een effectievere leerervaring biedt.

Wij stellen voor om de huidige beschikbare, verbeterde simulatie-/proefdiervrije methoden in beschouwing te nemen en deze als nieuw uitgangspunt te nemen. Hoe kunnen trainingen met levende dieren nog gerechtvaardigd worden? Om de effectiviteit te meten moeten we dus niet de leerresultaten van de proefdiervrije methoden vergelijken met die behaald met proefdiergebruik. In plaats daarvan moet gekeken worden of de relevante leeropbrengsten worden behaald, en of dit zo is, moet worden vastgesteld aan de hand van de juiste leerdoelen.

### *Aanbeveling*

Proefdiervrije modellen als het referentiemodel in onderwijs positioneren en afstand doen van het dogma dat proefdieren essentiële middelen zijn.

De leerdoelen en context als uitgangspunt nemen voor het kiezen en ontwerpen van de beste proefdiervrije methode.

## 4. Hoe nu verder? Uitvoering

In dit hoofdstuk ligt de focus op manieren om proefdiervrije methoden verder in onderwijs te verankeren. Dit is momenteel urgent. Op 16 september 2021 riep het Europees Parlement op tot urgente actie om de overgang naar innovatie zonder proefdiergebruik in onderzoek, wettelijk verplichte proeven en onderwijs te versnellen [48]. Met deze oproep is een duidelijke rol aan onderwijs en trainingen toegekend en wordt erop gewezen dat onderwijsinstellingen een essentiële rol hebben in het stimuleren van alternatieven voor dierproeven in wetenschappelijke vakgebieden en het verspreiden van nieuwe kennis en toepassingen, die weliswaar beschikbaar zijn maar niet altijd gebruikt worden. Het is belangrijk om te realiseren dat de meeste wetenschappers functioneren binnen culturele normen die versterkt worden door onderwijs en trainingen. Onderwijs en trainingen moeten dus als drijvende krachten beschouwd worden, met de mogelijkheid om te beïnvloeden hoe onderzoeksvragen in de toekomst benaderd worden. Bij de ontwikkeling van een dergelijke routekaart dienen de basisprincipes van innovatie, onderwijskwaliteit en empirisch onderbouwde interventie als leidraad.

Wij stellen voor om de top-down- en bottom-upbenaderingen te integreren met samenwerking van de voornaamste belanghebbenden. Iedereen met invloed op deze routekaart moet verantwoordelijkheid voor deze overgang krijgen, en proefdiervrij onderwijs en proefdiervrije innovatie zouden onderdeel moeten zijn van de fundamentele ambities van de academische gemeenschap.

### 4.1. Belanghebbenden

Onder de voornaamste belanghebbenden in dit streefbeeld verstaan wij de dieren, de academische organisaties, docenten en onderzoekers, de studenten en professionals en de Instanties voor Dierenwelzijn.

#### Dieren

Dieren zijn de voornaamste belanghebbenden bij dit doel. Mensen en dieren zijn verwickeld in een complex net van relaties, waarvoor de status van dieren opnieuw moet worden geëvalueerd [49]. Dieren zijn wezens met gevoel die plezier en ongerief kunnen ervaren en die zeer intelligent zijn. Door rekening te houden met het feit dat dieren gevoelens hebben, worden alle gebieden van interactie tussen mens en dier direct beïnvloed, waaronder proefdiergebruik in het onderwijs. Het feit dat dieren gevoelens hebben betekent dat we bij alles wat we doen, rekening moeten houden met hun fysieke en mentale welzijn en behoeften. Dit heeft betrekking op wetten, beleid en het gedrag van mensen tegenover dieren en hun welzijn.

Met het oog op deze zorgethiek hebben we morele verplichtingen tegenover dieren wanneer we hen afhankelijk van ons maken voor hun overleven, functioneren en welzijn.

Met andere woorden: we nemen deze morele plichten tegenover dieren op ons wanneer we hen afhankelijk van ons maken omdat wij degenen zijn die hen actief in deze relatie betrokken hebben [50].

Academische instituten (bijvoorbeeld universiteitsbesturen, decanen, vice-decanen)

Er is een belangrijke rol weggelegd voor de besturen van universiteiten en faculteiten om het aantal dieren in wetenschappelijk onderzoek terug te dringen. Een eerste en belangrijke stap kan worden genomen wanneer universiteitsbesturen deze ambitie omarmen en integraal opnemen in hun strategie en gerelateerd beleid. Hierdoor kunnen (vice-)decanen en opleidingsdirecteuren uiteindelijk dit doel implementeren op faculteits-, opleidings- en vakniveau.

De meeste aanbevelingen uit dit document kunnen uitgevoerd worden op dit organisatorische niveau. Voorbeelden zijn het stoppen met proefdiergebruik in biomedische bachelor- en masterprogramma's, het stimuleren van het instellen van vaardigheidslabs, en het inzetten op het loslaten van het dogma dat proefdieren onvervangbare middelen zijn.

Dit geldt vooral voor de manier waarop universiteiten hun onderwijs voor werk met proefdieren hebben ingericht en de daaropvolgende praktische toepassing. Academische organisaties spelen een centrale rol in het opstarten van de herstructurering van de cursussen proefdierkunde en de gerichte vervolstrainingen met proefdieren. Het advies om werk met dieren waar mogelijk over te dragen aan vakbekwaam personeel is hier nauw mee verbonden.

Docenten, onderzoekers en studenten

Hoewel er momenteel hulpmiddelen beschikbaar zijn voor docenten en studenten, is het moeilijk om informatie te vinden over proefdiervrije methoden die in onderwijs gebruikt kunnen worden. Bewustzijn van bestaande (hulp)middelen is beperkt onder docenten en de introductie van proefdiervrije methoden bij vakken vindt plaats op vrijwillige basis [51]. Dit geldt ook voor onderzoekers en het verspreiden van proefdiervrije methoden. Recente onderzoeken onder Nederlandse en Europese onderzoekers wijzen erop dat innovaties die al beschikbaar zijn efficiënter gebruikt zouden kunnen worden en dat onderzoekers meer bewust moeten worden gemaakt van proefdiervrije methoden [52]. Wetenschappers hebben de creatieve mogelijkheden om nieuwe methoden, modellen en innovatieve technologie te ontwikkelen, en vooral docenten spelen een centrale rol in het definiëren van leerdoelen en introduceren van proefdiervrije methoden [53]. Docenten en onderzoekers zouden makkelijk toegang moeten kunnen krijgen tot kennis over de ontwikkeling en toepassing van proefdiervrije methoden in hun dagelijkse werk.

## 4.2. Een interdisciplinaire aanpak

Proefdiervrije innovatie is een breed en complex concept in zowel onderzoek als onderwijs. Het omvat een grote verscheidenheid aan vakgebieden zoals dierkunde, fundamentele biologie, testontwikkeling, farmacologie, toxicologie, regulering en daarnaast ethiek, publiek beleid en communicatie. Multidisciplinaire en interdisciplinaire aspecten kunnen rechtstreeks vertaald worden in samenwerking tussen verschillende vakgebieden om uitgebreide onderwijsprogramma's te ontwikkelen. Door interdisciplinaire onderwerpen kunnen studenten niet alleen kennis ontwikkelen maar leggen ze ook makkelijker verbanden met andere vakgebieden en overkoepelende systemen. Het delen van de nieuwste onderzoeksresultaten in het onderwijs en trainingen speelt een centrale rol in de overgang naar proefdiervrij onderzoek [52]. In het EU JCR-rapport wordt geadviseerd om een nauwere samenwerking tussen masterprogramma's en onderzoekscentra te ontwikkelen voor een optimale kennisuitwisseling [35]. Om optimale communicatie tussen onderwijs en onderzoek tot stand te brengen is het cruciaal om data te delen. Het gebrek aan gedeelde data wordt in de onderzoekswereld zelfs erkend als een van de voornaamste blokkades voor toepassing van proefdiervrije innovaties. Proefdiervrije innovaties ('niche' niveau) moet ingebed worden in regulering ('bewinds' niveau) en geaccepteerd worden door de samenleving ('landschaps' niveau) [54].

## 4.3. Hub voor proefdiervrij onderwijs

Wij stellen voor om een nationale 'hub voor proefdiervrij onderwijs' op te richten. Deze hub heeft als doel om de creatie en verspreiding van kennis over proefdiervrije innovatie in onderwijs en onderzoek te faciliteren. Het moet de kloof tussen onderzoeks- en onderwijspraktijk dichten. De hub zal bovendien functioneren als een punt voor samenwerking en structurele ondersteuning waar onderwijsprofessionals nieuwe kennis en expertise opbouwen en delen. Op deze manier is het mogelijk om succesvolle proefdiervrije aanpakken te delen en op te schalen buiten de faculteit/universiteit waarin ze ontwikkeld zijn. Wij stellen voor dat de 'hub voor proefdiervrij onderwijs' direct verbonden wordt met het nationale 3Rs Centre in Utrecht maar ook met de professionele verenigingen, met de sector en met alle relevante maatschappelijke partijen op nationaal en internationaal niveau. Bovendien moeten instellingen, waaronder hogescholen, een stabiel netwerk inrichten om hulpmiddelen en de beste praktijken te delen, en om de krachten te bundelen om gunstige omstandigheden voor onderzoek en publicatie te creëren. Een van de prioriteiten is om de strategieën voor toepassing van proefdiervrije methoden in vakken en vakgebieden te delen en te beschrijven. De implementatie van proefdiervrije methoden moet gebaseerd zijn op onderwijskundige theorieën; de effectiviteit van het

introduceren van modellen moet ook onderzocht en gerapporteerd worden. Trainingen met proefdiervrije methoden moeten een integraal onderdeel worden van professionaliseringsplannen voor docenten.

#### 4.4. Open science

De 'open science'-principes, gebaseerd op een meer open, gezamenlijke en transparante manier om wetenschappelijk onderzoek uit te voeren, te publiceren en te evalueren, kunnen ook uitgebreid worden naar onderwijs door online educatieve middelen te delen en hergebruiken. Het delen van technologie en toepassingen tussen instellingen zou enorm kunnen bijdragen aan de versnelling van het verankeren van proefdiervrije methoden in academisch en postacademisch onderwijs. De toegevoegde waarde hiervan is dat er een grotere kans is om een goed geïnformeerde, op bewijs gebaseerde, keuze te maken over de effectiviteit van educatieve innovaties en de proefdiervrije overgang.

Methoden en modellen worden bovendien niet altijd in peer-reviewed tijdschriften gepubliceerd, omdat het huidige beurzen- en publicatieklimaat niet gunstig is voor gedragswetenschappen. Bovendien is het moeilijk en tijdrovend om de effectiviteit van (nieuwe) trainingsmethoden te bewijzen. Onderzoek naar de effectiviteit van onderwijsstrategieën voor het terugdringen van proefdiergebruik moet gestimuleerd worden.

# 5. Referenties

- [1] NVWA. Zo doende 2014. Jaaroverzicht dierproeven en proefdieren van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Consulted at <https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/detail?id=2016D08570&did=2016D08570>
- [2] NVWA. Zo doende 2015. Jaaroverzicht dierproeven en proefdieren van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Consulted at <https://www.nvwa.nl/documenten/dier/dierenwelzijn/zo-doende/publicaties/zo-doende-2015-jaaroverzicht-dierproeven-en-proefdieren-van-de-nederlandse-voedsel--en-warenautoriteit>
- [3] NVWA. Zo doende 2016. Jaaroverzicht dierproeven en proefdieren van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Consulted at <https://www.nvwa.nl/documenten/dier/dierenwelzijn/zo-doende/publicaties/zo-doende-2016-jaaroverzicht-dierproeven-en-proefdieren-van-de-nederlandse-voedsel--en-warenautoriteit>
- [4] NVWA. Zo doende 2017. Jaaroverzicht dierproeven en proefdieren van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Consulted at <https://www.nvwa.nl/documenten/dier/dierenwelzijn/zo-doende/publicaties/zo-doende-2017-jaaroverzicht-dierproeven-en-proefdieren-van-de-nvwa>
- [5] NVWA. Zo doende 2018. Jaaroverzicht dierproeven en proefdieren van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Consulted at <https://www.nvwa.nl/documenten/dier/dierenwelzijn/zo-doende/publicaties/zo-doende-2018-jaaroverzicht-dierproeven-en-proefdieren>
- [6] NVWA. Zo doende 2019. Jaaroverzicht dierproeven en proefdieren van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. Consulted at <https://www.nvwa.nl/documenten/dier/dierenwelzijn/zo-doende/publicaties/zo-doende-2019-jaaroverzicht-dierproeven-en-proefdieren>
- [7] Busquet, F., Hartung, T., Palocca, G., Rovida, C., & Leist, M. (2020). Harnessing the power of novel animal-free test methods for the development of COVID-19 drugs and vaccines. Archives of toxicology, 94(6), 2263–2272. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02787-2>
- [8] DIRECTIVE 2010/63/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes. Consulted at <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:276:0033:0079:en:PDF>
- [9] Zuang, V., Dura, A., et al. (2021). Non-animal Methods in Science and Regulation – EURL ECVAM Status Report 2020, EUR 30553 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. Consulted at <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC123531>
- [10] Commission Implementing Decision (EU) 2020/569 of 16 April 2020 establishing a common format and information content for the submission of the information to be reported by Member States pursuant to Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council on the protection of animals used for scientific purposes and repealing Commission Implementing Decision 2012/707/EU (notified under document C(2020) 2179). Consulted at <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32020D0569&qid=1658913694256>

- [11] Wet op de Dierproeven (2014). Consulted at <https://wetten.overheid.nl/BWBR0003081/2021-07-01>
- [12] Working Group (EWG) on Education and Training (europa.eu). National Competent Authorities for the implementation of Directive 2010/63/EU on the protection of animals used for scientific purposes. A working document on the development of a common education and training framework to fulfil the requirements under the Directive- Replacing consensus document of 18-19 September 2013 -Brussels, 19-20 February 2014. Consulted at [https://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab\\_animals/pdf/Endorsed\\_E-T.pdf](https://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/pdf/Endorsed_E-T.pdf)
- [13] Animal Welfare Body Utrecht website. Consulted at <https://ivd-utrecht.nl/en/infocentre/infographic/infographic-from-idea-to-animal-experiment>
- [14] Centrale Commissie Dierproeven (CCD) website. Consulted at <https://www.centralecommissiedierproeven.nl>
- [15] NORECOPA website, Norway's National Consensus Platform for the advancement of "the 3 Rs" (Replacement, Reduction, Refinement) in connection with animal experiments. Consulted at <https://norecopa.no/>
- [16] InterNICHE website, the international network for humane education. Consulted at <https://www.interniche.org/>
- [17] ETPLAS website, the Education and Training Platform for Laboratory Animal Science. Consulted at <https://etplas.eu/>
- [18] Zemanova, M. A., & Knight, A. (2021). The Educational Efficacy of Humane Teaching Methods: A Systematic Review of the Evidence. *Animals: an open access journal from MDPI*, 11(1), 114. <https://doi.org/10.3390/ani11010114>
- [19] Newsome, J. T., Clemmons, E. A., Fitzhugh, D. C., Gluckman, T. L., Creamer-Hente, M. A., Tambrallo, L. J., & Wilder-Kofie, T. (2019). Compassion Fatigue, Euthanasia Stress, and Their Management in Laboratory Animal Research. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science : JAALAS*, 58(3), 289–292. <https://doi.org/10.30802/AALAS-JAALAS-18-000092>
- [20] Gelberg, S., & Gelberg, H. (2005). Stress management interventions for veterinary students. *Journal of veterinary medical education*, 32(2), 173–181. <https://doi.org/10.3138/jvme.32.2.173>
- [21] Knight, A. (2011). *The Costs and Benefits of Animal Experiments: An Evaluation with Bias*. P.254. Palgrave Macmillan: Basingstoke, Hampshire, UK. ISBN: 978-0-230-57686-5. Paperback ISBN: 978-0-230-57687-2.
- [22] Martinsen, S., & Jukes, N. (2005). Towards a humane veterinary education. *Journal of veterinary medical education*, 32(4), 454–460. <https://doi.org/10.3138/jvme.32.4.454>
- [23] Self, D. J., Schrader, D. E., Baldwin, D. C., Jr, Root, S. K., Wolinsky, F. D., & Shadduck, J. A. (1991). Study of the influence of veterinary medical education on the moral development of veterinary students. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 198(5), 782–787. PMID: 1953847

- [24] Bollen, P.J.A., Remie, R., Kloots, W., Barfred, L., Salomon, S., & Ritskes-Hoitinga, M. (2005). Post-graduate teaching in microsurgery using a combination of alternative non-animal and in vivo methods. *Scandinavian Journal of Laboratory Animal Science*, 32(3). <https://doi.org/10.3390/ani11071848>
- [25] Baillie, S., Crowther, E., & Dilly, M. (2015) The Veterinary Clinical Skills Laboratory Initiative. *Revista de Docencia Universitaria REDU*, 13, 73-81. <http://hdl.handle.net/10251/137635>
- [26] George, J. H., & Doto, F. X. (2001). A simple five-step method for teaching clinical skills. *Family medicine*, 33(8), 577–578. PMID: 11573712.
- [27] Hasan, T., Bani, I., Ageely, H., & Fauzi, M. (2011). An Ideal Medical Teacher. *Education in Medicine Journal*, 3 (1):e 54-e59. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.885.5038&rep=rep1&type=pdf>.
- [28] McGaghie, W. C., Issenberg, S. B., Petrusa, E. R., & Scalese, R. J. (2010). A critical review of simulation-based medical education research: 2003-2009. *Medical education*, 44(1), 50–63. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03547.x>
- [29] Braid H. R. (2022). The Use of Simulators for Teaching Practical Clinical Skills to Veterinary Students - A Review. *Alternatives to laboratory animals. ATLA*, 50(3), 184–194. <https://doi.org/10.1177/02611929221098138>
- [30] “Leven Lang Leren in het dierexperimenteel onderzoek” 2019. Consulted at <https://www.ncadierproevenbeleid.nl/documenten/publicatie/19/25/leven-lang-leren/lven-lang-leren>
- [31] Byvaltsev, V. A., Akshulakov, S. K., Polkin, R. A., Ochkal, S. V., Stepanov, I. A., Makhambetov, Y. T., Kerimbayev, T. T., Staren, M., Belykh, E., & Preul, M. C. (2018). Microvascular Anastomosis Training in Neurosurgery: A Review. *Minimally invasive surgery*. Volume 2018, Article ID 6130286. <https://doi.org/10.1155/2018/6130286>
- [32] Balcombe J. (2004). Medical training using simulation: toward fewer animals and safer patients. *Alternatives to laboratory animals. ATLA*, 32 Suppl 1B, 553–560. <https://doi.org/10.1177/026119290403201s90>
- [33] Pawlowski, J., Feinstein, D., Crandall, M., & Gala, S. (2019). Modernizing Biomedical Training: Replacing Live Animal Laboratories with Human Simulation. Chapter 22, pages: 551-566. 10.1163/9789004391192\_023, In Herrmann, K., & Jayne, K. (Eds.). (2019). *Animal Experimentation: Working Towards a Paradigm Change* (Vol. 22). Brill. <https://www.jstor.org/stable/10.1163/j.ctvjhzq0f>
- [34] Pound P. (2020). Are Animal Models Needed to Discover, Develop and Test Pharmaceutical Drugs for Humans in the 21st Century? *Animals : an open access journal from MDPI*, 10(12), 2455. <https://doi.org/10.3390/ani10122455>
- [35] Holloway, M., Berggren, E., Dura, A., Gribaldo, L., & Whelan, M. *Introducing the Three Rs into secondary schools, universities and continuing education programmes*, EUR 30579 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-29426-9, doi:10.2760/225875, JRC123343. Publications Office of the European Union. Consulted at <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC123343>

[36] Perspectieven op kwaliteit: Oplossingsrichtingen voor het hoger onderwijs van de toekomst Gebundelde uitkomsten van de Solution Rooms 2021. De Solution Rooms vonden plaats op 20 mei 2021. De bundeling van verslagen is gepubliceerd op 7 juli 2021. Organiserende partijen: ComeniusNetwerk, Interstedelijk Studenten Overleg (ISO), ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (OCW) en Nationaal Regieorgaan Onderwijsonderzoek (NRO).

<https://www.comeniusnetwerk.nl/actueel/2000429.aspx?t=Publicatie-Solution-Rooms-2021-Perspectieven-op-kwaliteit>

[37] WHITEPAPER ON OPEN BADGES AND MICRO-CREDENTIALS.

<https://www.surf.nl/files/2019-06/Whitepaper-on-open-badges-en-micro-credentials.pdf>

[38] Ottone, N. E., Cirigliano, V., Bianchi, H. F., Medan, C. D., Algieri, R. D., Borges Brum, G., & Fuentes, R. (2015). New contributions to the development of a plastination technique at room temperature with silicone. *Anatomical science international*, 90(2), 126–135.

<https://doi.org/10.1007/s12565-014-0258-6>

[39] Cook, D. A., Hatala, R., Brydges, R., Zendejas, B., Szostek, J. H., Wang, A. T., Erwin, P. J., & Hamstra, S. J. (2011). Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*, 306(9), 978–988.

<https://doi.org/10.1001/jama.2011.1234>

[40] Faiola, A., Davis, S. B., & Edwards, R. L. (2010). Extending knowledge domains for new media education: Integrating interaction design theory and methods. *New Media and Society*, 12(5), 691–709.

<https://doi.org/10.1177/1461444809353014>

[41] de Ponti, R., Marazzato, J., Maresca, A. M., Rovera, F., Carcano, G., & Ferrario, M. M.

(2020). Pre-graduation medical training including virtual reality during COVID-19 pandemic: A report on students' perception. *BMC Medical Education*, 20(1).

<https://doi.org/10.1186/s12909-020-02245-8>

[42] Wang, Z., & Fey, A. M. (2018). SATR-DL: Improving Surgical Skill Assessment And Task Recognition In Robot-Assisted Surgery With Deep Neural Networks. Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual International Conference, 2018, 1793–1796.

<https://doi.org/10.1109/EMBC.2018.8512575>

[43] Pottle, J. (2019). Virtual reality and the transformation of medical education. *Future healthcare journal*, 6(3), 181–185.

<https://doi.org/10.7861/fhj.2019-0036>

[44] Ming Tang, Y., et al. Application of virtual reality (VR) technology for medical practitioners in type and screen (T&S) training.(2021). *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(2):

359-369. <https://doi.org/10.1111/jcal.12494>

[45] Patronek, G.J. & Rauch, A. (2007). Systematic review of comparative studies examining alternatives to the harmful use of animals in biomedical education. *J Am Vet Med Assoc*.

1;230(1):37-43. <https://doi.org/10.2460/javma.230.1.37>

[46] Zemanova, M. A., Knight, A., & Lybæk, S. (2021). Educational use of animals in Europe indicates a reluctance to implement alternatives. *ALTEX*, 38(3), 490–506.

<https://doi.org/10.14573/altex.2011111>



- [47] Rubeis, G. & Steger, F. (2018). "Is Live-Tissue Training Ethically Justified? An Evidence-Based Ethical Analysis." *Alternatives to Laboratory Animals*, 46, no. 2 (May 2018): 65–71. <https://doi.org/10.1177/026119291804600206>
- [48] Plans and actions to accelerate a transition to innovation without the use of animals in research, regulatory testing and education. 2021. Consulted at [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0387\\_EN.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0387_EN.html)
- [49] Meijer, E. & Bovenkerk, B. (2021). Taking Animal Perspectives into Account in Animal Ethics. In: Bovenkerk, B., Keulartz, J. (eds) *Animals in Our Midst: The Challenges of Co-existing with Animals in the Anthropocene*. The International Library of Environmental, Agricultural and Food Ethics, vol 33. Springer, Cham. [https://doi-org.proxy.library.uu.nl/10.1007/978-3-030-63523-7\\_3](https://doi-org.proxy.library.uu.nl/10.1007/978-3-030-63523-7_3)
- [50] Engster D. (2006). Care ethics and animal welfare. *Journal of social philosophy*, 37(4): 521-36. <https://onlinelibrary-wiley-com.proxy.library.uu.nl/doi/10.1111/j.1467-9833.2006.00355.x>
- [51] Dura, A., & Holloway, M. (2020). Characterising the current provision of education and training courses relevant to the Replacement, Reduction and Refinement (Three Rs) of animals used for scientific purposes. *Biomedical Science and Engineering*, 4(s2). <https://doi.org/10.4081/bse.2019.88>
- [52] Bressers, S., van den Elzen, H., Gräwe, C., van den Oetelaar, D., Postma, P. H. A., & Schoustra, S. K. (2019). Policy driven changes in animal research practices: mapping researchers' attitudes towards animal-free innovations using the Netherlands as an example. *Research Integrity and Peer Review*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s41073-019-0067-5>
- [53] Herrmann, K., Pistollato, F., & Stephens, M. L. (2019). Food for thought ... beyond the 3Rs: Expanding the use of human-relevant replacement methods in biomedical research. *Altex*, 36(3), 343–352. <https://doi.org/10.14573/altex.1907031>
- [54] Frank, W. & Geels, F.W. (2018). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms, *Environmental Innovation and Societal Transitions*. Volume 1, Issue 1, 2011, Pages 24-40, ISSN 2210-4224. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2011.02.002>

