

# Moleculaire en Reproductiebiologie bij Dieren

Speerpunten voor actie



*Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek*

Postbus 20401

2500 EK Den Haag

tel.: 070 378 56 53

internet: <http://www.agro.nl/nrlo/>

ISBN: 90 - 5059 - 090 - X

Overname van tekstdelen is toegestaan, mits met bronvermelding.

NRLO-rapport nr. 99/5, Den Haag, maart 1999



Aan: Prof. Dr. C.P. Veerman (Wageningen UR)  
 Prof. Dr. H.W. de Vries (FD)  
 Dr. J. Marks (NWO)  
 Drs. P.H. Draaisma (LNV)  
 Drs. K. Vijlbrief (EZ)  
 Ir. R.J. de Wijkerslooth de Weerdesteyn (OCenW)

Bezuidenhoutseweg 73  
 Postbus 20401  
 2500 EK 's-Gravenhage  
 The Netherlands

Telefoon 070 378 56 53  
 070 378 56 94  
 Telefax 070 378 61 49

onderwerp	kenmerk	doorkiesnummer	's-Gravenhage
W&T-verkenning Moleculaire en Reproductiebiologie bij Dieren	99 NRLO 130	070-3784774	16 maart 1999

Bij dezen bieden wij u aan het rapport "Moleculaire en Reproductiebiologie bij Dieren". Wij vragen uw speciale aandacht voor de voorstellen voor actie.

Dit rapport is onderdeel van een NRLO-verkenning naar de toekomstige dynamiek van tien wetenschaps- en technologiegebieden<sup>1</sup>. Vanwege het belang van wetenschap en technologie voor de toekomst van agrosector, groene ruimte en vissector is deze zogeheten W&T-verkenning een van de drie hoofdlijnen in het totale werkprogramma van de NRLO. De andere twee hoofdlijnen zijn: verkenning van de maatschappelijke dynamiek en verkenning van de dynamiek van innovaties.

In de moleculaire biologie vinden stormachtige ontwikkelingen plaats met een spin-off naar tal van andere wetenschaps- en technologiegebieden. De combinatie van moleculaire genetica, ontwikkelings- en reproductiebiologie kan de ontwikkeling van gewenste genetische eigenschappen in dierpopulaties, bijv. voor gezondheid, levensduur en productiviteit, aanzienlijk versnellen. Daarnaast zijn er interessante toepassingen op het gebied van ziekteresistentie, biomedische eiwitten, xenotransplantaties en voedselallergieën.

Uit de sterkte/zwakte-analyse komt het volgende naar voren:

1. De wetenschappelijke kwaliteit van de agro-kennisinfrastructuur op deelgebieden, zoals de kwantitatieve genetica en de "klassieke" reproductiebiologie is goed, maar er is,

<sup>1</sup> Die gebieden zijn: sensor- en microsysteemtechnologie, intelligente dataverwerking en procesbesturing, nanotechnologie, moleculaire plantenbiologie, moleculaire en reproductiebiologie bij dieren, beleidswetenschappen en ICT in de groene ruimte, productie-ecologie, veterinaire epidemiologie, verpakkings- en bewaar technologie en aquacultuur.



internationaal gezien, sprake van een achterstand op het gebied van moleculaire genetica, ontwikkelingsbiologie en geavanceerde reproductiemethoden.

2. Het humaan en dierlijk gerichte onderzoek op deze W&T-gebieden vindt plaats in vrijwel gescheiden circuits, elk met eigen sterke en zwakke punten.
3. Het reproductiebiologisch onderzoek in Nederland vertoont grote hiaten op strategische onderdelen, zoals celregeneratie en kerntransplantatie. Het terughoudende overheidsbeleid, ingegeven door maatschappelijke weerstanden biedt geen mogelijkheden voor een inhaalslag, waardoor het Nederlandse onderzoek op deze gebieden geïsoleerd raakt en de internationaal vooraanstaande positie van de dierveredeling in Nederland wordt ondergraven.

De volgende acties zijn noodzakelijk ter versterking van het onderzoek:

1. Bundel, focus en vergroot het onderzoek op het gebied van moleculaire genetica en ontwikkelingsbiologie bij landbouwhuisdieren. De mogelijkheden hiervoor dienen te worden nagegaan in het kader van de vorming van Wageningen UR en het overleg met de Universiteit Utrecht over taakverdeling en samenwerking.
2. Versterk de samenwerking tussen het humaan en het dierlijk gerichte moleculair biologisch onderzoek. Als eerste stap wordt voorgesteld een NWO-programma "Comparative Genome Analysis" op te zetten, met name gericht op polygene systemen.
3. Heroverweeg het overheidsbeleid ten aanzien van controversiële onderdelen van reproductiebiologisch onderzoek, zoals kloneren, het regenereren van dierlijke cellen, kerntransplantatie en genoommodificatie. LNV, EZ en OCenW zouden een onafhankelijke commissie in moeten stellen met als opdracht de gevolgen van het restrictieve overheidsbeleid op dit gebied in kaart te brengen en voorstellen te ontwikkelen voor selectieve en voorwaardelijke toelating van bepaalde technieken.

Gaarne vernemen wij van u of en zo ja, op welke wijze u de voorstellen voor actie wilt implementeren.

Prof.Dr.Ir. A. Rörsch,

Voorzitter NRLO.

Dr.Ir. A.P. Verkaik,

Directeur Bureau NRLO.

# Inhoudsopgave

1. Inleiding	1
2. Betekenis en dynamiek van de moleculaire en reproductie-biologie bij dieren	2
3. Sterkten en zwakten	4
4. Acties	8
NRLO-adviesrapporten W&T-verkenning	12

# 1. Inleiding

De bevindingen in dit rapport zijn tot stand gekomen in een proces waarbij veel en uiteenlopende partijen waren betrokken via interviews en workshops. Belangrijke grondstoffen voor dit proces waren essays en studies die in opdracht van de NRLO zijn uitgevoerd. Ook tal van internationale Delphi-studies<sup>2</sup> vormden een belangrijke bron van informatie. Het proces bestond uit drie stappen, waarvan de resultaten achtereenvolgens worden beschreven in hoofdstukken 2, 3 en 4 van dit rapport:

## 1. Dynamiek en betekenis van moleculaire biologie bij dieren

De betekenis van de moleculaire biologie voor de agrosector kwam duidelijk naar voren in NRLO-rapport 97/32 "Ontwikkelingen in wetenschap en technologie - kansen voor de dierlijke sector".

## 2. Sterkte/zwakte-analyse

De sterkten en zwakten van dit W&T-gebied zijn geanalyseerd door TNO-STB in het werkdocument "Sterkte/zwakte-analyse van moleculaire en reproductiebiologie bij dieren" (NRLO-rapport 98/35). Daarbij is gebruik gemaakt van een methode die door TNO-STB in opdracht van de NRLO is ontwikkeld (beschreven in NRLO-rapport 97/23 "Methode voor kwaliteitsbeoordeling van de agro-kennisinfrastructuur"). De methode focust op drie karakteristieken van een W&T-gebied: de middenpositie (actoren en capaciteit), de systeemkenmerken (netwerken) en de prestatie (wetenschappelijk en maatschappelijk). De resultaten van de sterkte/zwakte-analyse zijn getoetst in een workshop met deskundigen.

## 3. Acties ter versterking

Tegelijk met de sterkte/zwakte-analyse is in een workshop met kennisinstellingen, overheid en bedrijfsleven een aantal acties ter versterking van dit W&T-gebied geselecteerd en besproken. Het verslag van de workshop is, samen met de sterkte/zwakte-analyse van TNO-STB, gepubliceerd als werkdocument (NRLO-rapport 98/35).

Dr.Ir. J.K. Oldenbroek (ID-DLO), Prof.Dr.Ir. E.W. Brascamp (lid DB-NRLO) en Dr.Ir. J.G. de Wilt (Bureau NRLO) hebben de acties verder uitgewerkt en het eindrapport opgesteld in samenspraak met de belangrijkste stakeholders.

---

<sup>2</sup> Rapporten van het Kansai Research Institute (Japan), de National Science Foundation (Verenigde Staten), het Fraunhofer Instituut (Duitsland), het Office of Science and Technology (Engeland) en het Observatoire des Technologies Stratégiques (Frankrijk).

# 2. Betekenis en dynamiek van de moleculaire en reproductiebiologie bij dieren

## Betekenis van de moleculaire en reproductiebiologie

Inzichten en methoden van biologisch onderzoek op moleculair niveau maken de laatste decennia een snelle ontwikkeling door, die zich ook de komende jaren zal voortzetten<sup>3</sup>. Vele internationale<sup>4</sup> en nationale<sup>5</sup> studies wijzen op het grote strategische belang van de moleculaire biologie, mede vanwege de spin-off naar tal van gerelateerde W&T-gebieden. Voor de agrosector is met name de doorwerking in de moleculaire genetica, de ontwikkelingsbiologie en de reproductiebiologie van belang. Deze gebieden vertonen inhoudelijk een grote samenhang en vormen gezamenlijk het onderwerp van deze W&T-verkenning.

De **moleculaire genetica** richt zich op de analyse van genomen en de werking van genen. Het gaat daarbij om het bepalen van de plaats, de volgorde en de opbouw van genen op het chromosoom en het vaststellen van hun functie bij de ontwikkeling van het embryo en het dier. Ontwikkelingen in de bio-informatica, met als sprekend voorbeeld de DNA-chip technologie maken een snelle analyse van het genoom van een dier mogelijk. Een belangrijke toepassing van de kennis van het dierlijk genoom is de "marker assisted breeding", waarbij dieren rechtstreeks op basis van hun genotypische kenmerken kunnen worden geselecteerd.

In de **ontwikkelingsbiologie** staan de processen centraal die leiden van een bevruchte eicel tot een volwassen dier. Het gaat daarbij om het bestuderen van de regulering van de groei, de differentiatie en de regeneratie van cellen. Doel is het beïnvloeden van de genetische expressie, bijv. door het aan- en uitschakelen van genen en het aanbrengen van puntmutaties. In de ontwikkelingsbiologie ligt de primaire focus dus niet op de gensequentie maar op de factoren die de expressie van de genen bepalen.

---

<sup>3</sup> KNAW, 1997. Biologie: het leven centraal. Eindrapport van de Verkenningcommissie Biologie.

<sup>4</sup> Rapporten van het Kansai Research Institute (Japan), de National Science Foundation (Verenigde Staten), het Fraunhofer Instituut (Duitsland), het Office of Science and Technology (Engeland) en het Observatoire des Technologies Stratégiques (Frankrijk).

<sup>5</sup> Technology Radar, Ministerie van Economische Zaken, 1998.

Technologie voor de maatschappij van morgen, OCV, 1997.

Nota technologiebehoefte bedrijfsleven (ADL/VNO).

De **reproductiebiologie** heeft als doel een zo efficiënt mogelijk verloop van de vrouwelijke en mannelijke voortplanting. De sterk toegenomen inzichten in de ontwikkelingsbiologie hebben nieuwe mogelijkheden gecreëerd o.a. op het gebied van de winning van eicellen, de in vitro rijping en bevruchting van eicellen, de kweek en transplantatie van embryo's, het conserveren en scheiden van sperma, het kloneren en het genetisch modificeren van dieren (transgenese).

Deze W&T-gebieden maken een aanzienlijk snellere ontwikkeling van gewenste erfelijke eigenschappen in de dierpopulatie mogelijk. Juist de combinatie van kennis en methoden op de drie genoemde gebieden kan leiden tot grote progressie. De potenties voor de veehouderij liggen vooral in de verbetering van productie-eigenschappen zoals gezondheid, levensduur en productkwaliteit. Voorts biedt met name transgenese interessante toepassingen op het gebied van ziekteresistentie, biomedische eiwitten, xenotransplantaties, voedselallergieën en productdifferentiatie<sup>6</sup>. Andere gebieden waarop de moleculaire biologie voor doorbraken kan zorgen, zoals de dierherkenning en de vaccinontwikkeling, blijven hier buiten beschouwing. Versterking van de moleculaire biologie zal ook aan deze toepassingsgebieden ten goede komen.

### **Dynamiek van de moleculaire en reproductiebiologie**

Internationaal is sprake van een grote dynamiek op dit W&T-terrein. Zo vindt in het moleculair genetisch onderzoek een verschuiving plaats van het karteren van gensequenties naar het achterhalen van de processen die een rol spelen bij genregulatie en -expressie. Daarbij worden genetische analyses steeds meer verbonden met vraagstukken van fysiologische, celbiologische en ontwikkelingsbiologische aard. In de reproductie-technologie verschuift het accent van de klassieke optimalisatie van voortplantingstechnieken naar het werken met ei- en spermacellen en embryo's. Kerntransplantatie en de regeneratie van ongedifferentieerde dierlijke cellen tot embryo's zijn momenteel de meest geavanceerde technieken.

---

<sup>6</sup> A.H. Visscher e.a. 1997. "Ontwikkelingen in wetenschap en technologie - kansen voor de dierlijke sector", NRLO-rapport 97/32.

# 3. Sterkten en zwakten

## Actoren

Internationaal vermaard is het moleculair biologisch onderzoek bij dieren dat plaatsvindt in het Verenigd Koninkrijk aan de Universiteit van Edinburgh en het Roslin Research Institute. Hier bevinden zich hoogwaardige onderzoeksgroepen op het gebied van de moleculaire biologie met een aanzienlijke omvang (80 resp. 175 fte). Kleinere groepen bevinden zich o.a. in Duitsland (Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig Völkenrode en een tweetal Max Planck Instituten), Frankrijk (Institute National de Recherche Agronomique) en België (Universiteiten van Leuven en Luik).

In Nederland bevindt zich enkele grote groepen fundamentele onderzoekers op het gebied van moleculaire genetica en ontwikkelingsbiologie bij de Universiteit Utrecht (Faculteiten Biologie en Diergeneeskunde) en het Nederlands Instituut voor Ontwikkelingsbiologie (NIOB, Hubrecht Laboratorium). Delen van het onderzoek van deze instellingen zijn ondergebracht in de onderzoeksschool Ontwikkelingsbiologie. Daarnaast spelen het Nederlands Kanker Instituut (NKI), de Erasmus Universiteit (Daniël den Hoed kliniek), het Biocentrum Amsterdam, de Rijksuniversiteit Groningen en de katholieke Universiteit Nijmegen een belangrijke rol in het medisch gerichte fundamentele onderzoek op het gebied van moleculaire genetica en ontwikkelingsbiologie.

Het moleculair genetisch onderzoek bij dieren vindt plaats bij de onderzoeksschool Wageningen Institute for Animal Sciences (WIAS) van de LUW en bij het Instituut voor Dierhouderij en Diergezondheid (ID-DLO), waarbij het accent ligt bij het identificeren van respectievelijk genetische merkers en kandidaatgenen. Op dit gebied is ook de Graduate School Animal Health (GSAH) van de Faculteit Diergeneeskunde actief.

Het reproductiebiologisch onderzoek heeft haar zwaartepunt bij WIAS en het ID-DLO, terwijl ook de Faculteit Diergeneeskunde belangrijke bijdragen levert.

Er zijn in Nederland slechts enkele bedrijven actief op deze W&T-gebieden. Holland Genetics is marktleider in de rundveefokkerij, terwijl Euribrid zich vooral richt op de veredeling van varkens en pluimvee (kip, kalkoen). Het Institute for Pig Genetics (IPG) verricht fokkerij-onderzoek ten behoeve van het varkensstamboek, Dumeco Breeding en Dalland. Geavanceerde reproductietechnieken en Marker Assisted Selection vormen belangrijke tools voor deze kennisintensieve bedrijven, die nauwe contacten onderhouden met universiteiten en onderzoeksinstituten. Pharming ontwikkelt transgene dieren (rund, konijn) voor de industriële productie van biomedische eiwitten.



Ook in de plantaardige sector zijn tal van groepen actief op het gebied van de moleculaire biologie. Het CPRO-DLO neemt daarbij qua omvang en kwaliteit een zeer sterke positie in.

### **Middelenpositie**

In het moleculair genetisch en ontwikkelingsbiologisch onderzoek zijn in Nederland momenteel ca 175 onderzoekers werkzaam. De universitaire basis voor de ontwikkelingsbiologie is echter smal; alleen bij de Universiteit Utrecht is een onderzoeksgroep met een substantiële omvang op dit terrein werkzaam<sup>7</sup>.

Slechts een zeer beperkt deel van het onderzoek in de moleculaire genetica en de ontwikkelingsbiologie is gericht op landbouwhuisdieren. LUW en ID-DLO hebben zich toegelegd op het identificeren van genen en het opstellen van genenkaarten, die gebruikt worden ter ondersteuning van fokprogramma's (merker genen en kandidaat genen). Er gebeurt in Nederland nauwelijks ontwikkelingsbiologisch onderzoek bij landbouwhuisdieren.

Op het gebied van de reproductietechnologie zijn enige tientallen onderzoekers actief, waarvan het grootste deel zich richt op landbouwhuisdieren. Bij dit onderzoek wordt geen gebruik gemaakt van moderne technieken zoals kloneren en transgenese.

*Resumerend: In Nederland zijn enkele grote onderzoeksgroepen actief op het gebied van humaan gerichte moleculaire genetica en ontwikkelingsbiologie. Dit type onderzoek gericht op landbouwhuisdieren is gering van omvang en verdeeld over verschillende locaties. Het reproductietechnologisch onderzoek bij landbouwhuisdieren is omvangrijker, maar ontbeert het gebruik van geavanceerde methoden zoals kloneren en transgenese.*

### **Systeemeigenschappen**

Het Nederlandse diergerichte moleculair biologische onderzoek heeft geen sterke positie in internationale netwerken. Incidenteel slaagt men erin aan te haken bij vooraanstaande buitenlandse groepen in het kader van EU-projecten.

Op nationaal niveau vervullen de onderzoeksscholen Ontwikkelingsbiologie, GSAH en WIAS een belangrijke rol in het bevorderen van wetenschappelijke samenwerking en uitwisseling binnen respectievelijk de medische, de veterinaire en de landbouwkundige sector. Er is een redelijke mate van samenwerking tussen de veterinaire en medische sector (GSAH, WIAS en ID-DLO), o.a. door platforms voor voortplanting en moleculaire diergenetica. Ook zijn er contacten op projectbasis en wordt gestreefd naar personele unies tussen onderzoeksscholen via wisselleerstoelen. Echter, pogingen om te komen tot

---

<sup>7</sup> KNAW. 1997. Biologie: het leven centraal. Eindrapport van de Verkenningscommissie Biologie.

nauwe samenwerking of zelfs gedeeltelijke integratie tussen diergerichte en medisch gerichte onderzoeksscholen zijn tot nu toe mislukt. Ook de contacten tussen de dierlijk gerichte groepen en het tweetal kankerinstellingen (NKI en Daniël den Hoed), die veel gebruik maken van transgene dieren, zijn zeer beperkt. De werkgemeenschappen van NWO op het gebied van de ontwikkelingsbiologie, de morfogenese en de moleculaire genetica worden sterk gedomineerd door niet-landbouwkundigen.

Samenwerking tussen het wetenschappelijke onderzoek (LUW, ID-DLO) en het bedrijfsleven (Holland Genetics, Euribrid, IPG) op deze W&T-gebieden geschiedt veelal in de vorm van contractonderzoek, waarbij de partners elkaar redelijk trouw zijn. Overigens hebben deze bedrijven ook vaak nauwe samenwerkingsverbanden met buitenlandse onderzoeksinstituten. Pharming werkt zelfs vrijwel uitsluitend samen met internationale onderzoeksgroepen en partners.

*Resumerend: Binnen sectoren (medisch, veterinaire, landbouwkundig) functioneren redelijk hechte netwerken. De interactie tussen de dierlijke en humane onderzoeksgroepen laat echter te wensen over. Bovendien staan de contacten van de dierlijke groepen met internationaal vooraanstaande instellingen op onderdelen onder druk. De samenwerking met het bedrijfsleven in de dierversuivering is vrij intensief, al neemt ook hier de internationale concurrentie toe.*

## **Performance**

De wetenschappelijke en maatschappelijke kwaliteit (bruikbaarheid) van het onderzoek op deze drie W&T-gebieden biedt een zeer gevarieerd beeld. Een belangrijke oorzaak voor deze variatie is de maatschappelijke weerstand tegen bepaalde toepassingen, zoals genetische modificatie en kloneren. Deze weerstand geldt vooral toepassingen in de voedingssector; de maatschappelijke bezwaren tegen medische en veterinaire toepassingen zijn aanzienlijk geringer en minder algemeen.

Het medisch gerichte funderend onderzoek in de moleculaire genetica en de ontwikkelingsbiologie is van goede wetenschappelijke kwaliteit en geniet nationaal en internationaal erkenning<sup>8</sup>. Het Nederlandse onderzoek bij landbouwhuisdieren heeft een goede internationale reputatie op de onderdelen genomica en kwantitatieve genetica. Het ontwikkelingsbiologisch onderzoek bij landbouwhuisdieren is kwalitatief redelijk, maar zeer beperkt van omvang. Het reproductiebiologisch onderzoek bij landbouwhuisdieren in Nederland geniet internationaal een goede reputatie. Vele belangrijke technieken werden de afgelopen jaren in Wageningen, Utrecht en Lelystad

---

<sup>8</sup> VSNU. *Biology in the nineties*, 1994.

ontwikkeld, vaak in samenwerking met het bedrijfsleven. Er is echter geen aansluiting met belangrijk internationaal onderzoek naar de ontwikkeling en toepassing van genetische modificatie (transgenese, klonen) bij landbouwhuisdieren, als gevolg van het slechte maatschappelijke en politieke klimaat voor dit type onderzoek. Hierdoor dreigt het Nederlandse onderzoek op het gebied van de reproductiebiologie bij dieren internationaal geleidelijk in een isolement en in een achterstandssituatie te geraken. Dit zou de goede Nederlandse kennisbasis op het gebied van de dierfokkerij in de kern aantasten.

Het bedrijfsleven signaleert een bottleneck in het vertalen van de resultaten van fundamenteel onderzoek naar de agrosector, ook als het gaat om maatschappelijk niet omstreden toepassingen. Hier ligt een taak voor de veterinaire en landbouwkundige groepen, die hiertoe nauwere samenwerking met de medische groepen dienen te ontwikkelen op basis van wederzijds belang. Ook het verbeteren van de relaties tussen politiek/overheid en de afnemers van het fundamentele onderzoek kan bijdragen aan het oplossen van deze bottleneck.

*Resumerend: Het medisch gerichte funderend moleculair biologisch onderzoek is in het algemeen wetenschappelijk vooraanstaand. Het diergerichte onderzoek is van een redelijk tot goed niveau, maar vertoont hiaten, met name op onderdelen die maatschappelijk omstreden zijn. De vertaalslag van funderend onderzoek naar landbouwkundige toepassingen vindt soms onvoldoende plaats.*

# 4. Acties

## **1. Bundel, focus en vergroot het onderzoek op het gebied van moleculaire genetica en ontwikkelingsbiologie bij landbouwhuisdieren**

Gelet op het strategisch belang van de moleculaire genetica en de ontwikkelingsbiologie voor tal van toepassingen in de dierveredeling, en het ontbreken van een voldoende brede kennisbasis in het dierlijk gerichte onderzoek is een versterking dringend noodzakelijk.

Versterking is mogelijk langs drie sporen:

1. Fysieke bundeling van de beschikbare capaciteit
2. Hernieuwde en scherpere prioriteitsstelling
3. Selectieve uitbreiding van de beschikbare capaciteit

Bundeling, focussing en selectieve uitbreiding van het dierlijke moleculair genetische en ontwikkelingsbiologisch onderzoek alléén is echter niet toereikend. De te ondernemen acties moeten steeds worden gezien in het licht van een streven naar structurele samenwerkingsverbanden met het medisch gerichte onderzoek op deze terreinen (zie actie 2).

### *Ad 1. Bundeling*

Gelet op de urgentie van de versterking van de diergerichte moleculaire en ontwikkelingsbiologie moet binnen de dierlijke sector worden gestreefd naar een fysieke bundeling van de expertise en capaciteit op deze W&T-gebieden in één aansprekend centrum. Een succesvol voorbeeld van een dergelijke concentratie van kennis op deze W&T-gebieden in grote eenheden, dicht tegen universitaire centra is het Roslin Research Institute in Edinburgh. Uiteraard blijft het ook dan van belang om samenwerking met instellingen buiten dit centrum aan te gaan.

### *Ad 2. Focus*

De doelstellingen van de verschillende moleculair-genetische en ontwikkelingsbiologische disciplines in de dierlijke sector lopen momenteel teveel uiteen om tot optimale samenwerking te komen. Een hernieuwde, scherpe prioriteitsstelling is nodig. Er zijn lacunes op diverse terreinen, zoals functional genomics, herkenningstechnieken, DNA chip technologie, interactie tussen genen, celdifferentiatie, patroonvorming en local tissue engineering. Daarnaast zijn er hiaten op meer controversiële gebieden, zoals kloneren en transgenese. De mate waarin ook op deze terreinen activiteiten kunnen worden ontplooid hangt samen met de ontwikkelingen bij actie 3.

### *Ad 3. Selectieve uitbreiding*

Bij een bundeling van de capaciteit, gericht op zorgvuldig gekozen thema's, kan blijken dat de beschikbare middelen ontoereikend zijn. Dan is een selectieve uitbreiding van de capaciteit gewenst. De indruk bestaat dat vooral op het gebied van de ontwikkelingsbiologie bij landbouwhuisdieren de beschikbare capaciteit moet worden vergroot. In dit verband moet ook de mogelijkheden worden bezien voor benutting van elders aanwezige faciliteiten, bijv. in het plantaardige onderzoek.

*Actie:*

*In het kader van de vorming van Wageningen Universiteit en Research Centrum (Wageningen UR) wordt indringend overleg gevoerd met de Universiteit Utrecht over het formaliseren en structureren van de onderlinge taakverdeling en samenwerking. Hierbij dient expliciet aandacht te worden besteed aan de mogelijkheden voor bundeling van capaciteit, scherpere prioriteitsstelling en selectieve uitbreiding ter versterking van het moleculair genetisch en ontwikkelingsbiologisch onderzoek bij landbouwhuisdieren.*

## **2. Versterk de samenwerking tussen het humaan en het dierlijk gerichte moleculair-biologische onderzoek**

Het genoom en de ontwikkelings- en voortplantingsprocessen van mens en dier vertonen grote overeenkomsten. Het humaan en het dierlijk gerichte onderzoek op deze terreinen vindt echter plaats in twee vrijwel gescheiden circuits, elk met eigen sterke en zwakke punten. Versterking van de onderlinge interactie en samenwerking kan leiden tot grote wederzijdse voordelen. De combinatie van de hoogwaardige moleculair-genetische en ontwikkelingsbiologische kennis van de humane sector en de toonaangevende kwantitatief-genetische kennis van de dierlijke sector heeft op vele fronten grote potenties.

Vooraf op het terrein van de analyse van polygene kenmerken, genexpressie, transgenese en knock-out genen kan samenwerking tussen moleculaire en ontwikkelingsbiologen uit de medische, veterinaire en landbouwkundige hoek zeer vruchtbaar zijn. De bestaande onderzoeksscholen kunnen daarbij een belangrijke rol vervullen, bijv. door onderlinge strategische allianties, personele unies en gezamenlijke projecten. Indien de noodzakelijke samenwerking niet op eigen initiatief van de onderzoeksscholen zelf tot stand komt kan deze via bestuurlijke en financiële kanalen en via de afnemers worden gestimuleerd.

Het onderzoek met modelorganismen kan een hulpmiddel zijn om de onderlinge samenwerking humaan-dierlijk te versterken. Vergelijkingen tussen diersoorten zijn aanzienlijk vereenvoudigd door het beschikbaar komen van DNA-chiptechnologie. In de medische wereld zijn modelorganismen inmiddels volledig geaccepteerd; in de dierlijke

wetenschappen dient het werken met modeldieren te worden gestimuleerd. NWO kan een belangrijke faciliterende rol vervullen bij het intensiveren van de samenwerking tussen humaan en dierlijk onderzoek op het gebied van moleculaire en reproductiebiologie.

*Actie:*

*Voorgesteld wordt om een NWO-programma "Comparative Genome Analysis" op te zetten als belangrijke eerste stap bij het overbruggen van historisch gegroeide afstanden en cultuurverschillen tussen het humaan en dierlijk gerichte onderzoek.*

### **3. Heroverweeg het restrictieve overheidsbeleid ten aanzien van contro-versiële onderdelen van reproductiebiologisch onderzoek, zoals kloneren, regeneratie van dierlijke cellen, kerntransplantatie en genommodificatie**

In het Nederlandse onderzoek op het gebied van reproductiebiologie zitten grote hiaten op enkele strategische onderdelen, waarop in het buitenland de laatste jaren belangrijke doorbraken zijn bereikt. Dit betreft o.a. het kloneren van dierlijke cellen en het ontwikkelen van genetisch gemodificeerde dieren. Hierdoor komen interessante toepassingen voor de agrosector en de farmacie, bijv. veranderingen in de genetische eigenschappen voor gezondheid, welzijn, robuustheid en kwaliteit, niet van de grond en raakt het Nederlandse onderzoek op deze gebieden geïsoleerd. De internationaal vooraanstaande positie van de dierveredeling in Nederland wordt daardoor ondermijnd. Het overheidsbeleid, mede ingegeven door maatschappelijke weerstanden, biedt geen ruimte voor een inhaalslag.

Gelet op de toenemende internationalisering van de agrosector, de liberalisering van de wereldhandel in grondstoffen en producten en toenemende kennisuitwisseling tussen Nederlandse bedrijven en buitenlandse kennisinstellingen rijst de vraag welke doelen worden gediend met eenzijdige nationale restricties op de toepassing van bepaalde technieken ten behoeve van de agrosector. Naast beperkende regelgeving is ook gepaste stimulering nodig. De overheid (LNV, EZ, VWS en OCenW) heeft de verantwoordelijkheid om te zorgen voor een adequate kennisbasis. Een duurzame versterking van dit fundament is nodig. Een heroverweging van het overheidsbeleid op dit terrein is noodzakelijk, nu de achterstand op deze cruciale wetenschapsgebieden nog niet onomkeerbaar is.

Vanwege de kleinschaligheid van het Nederlandse onderzoek en de noodzaak om de kennisachterstand ten opzichte van het buitenland in te halen dient kennisopbouw plaats te vinden via internationale samenwerking. Ook samenwerking met andere industriële sectoren kan een snelle kennisinstroom bevorderen.

Om beweging te krijgen in het overheidsbeleid dienen parlementaire commissies te worden overtuigd van het belang. Een heldere en eensluidende boodschap van alle belanghebbenden is een belangrijke voorwaarde om ruimte te creëren voor de noodzakelijke inhaalslag. Voorts dient het bedrijfsleven goede relaties te ontwikkelen met maatschappelijke organisaties, gericht op het bevorderen van wederzijds begrip en informatie-uitwisseling.

*Actie:*

*Het instellen van een onafhankelijke commissie van deskundigen uit verschillende maatschappelijke geledingen (wetenschap, bedrijfsleven, consumenten-, natuur- en milieu-organisaties) door LNV, EZ, VWS en OC&W. Taak van deze commissie is het in kaart brengen van de (te verwachten) gevolgen van het restrictieve overheidsbeleid met betrekking tot genetische modificatie voor de kwaliteit van de wetenschap, de concurrentiepositie van bepaalde bedrijfstakken en in het algemeen het welzijn en de welvaart in Nederland. Tevens zou deze commissie beleidsvoorstellen moeten ontwikkelen om ongewenste effecten van het huidige beleid te verminderen of te voorkomen. Dit kan inhouden de toelating (onder voorwaarden) van technieken en toepassingen die nu praktisch verboden zijn.*

# NRLO-adviesrapporten W&T- verkenning

nummer	titel
99/1	<b>Kansen in wetenschap en technologie</b> Speerpunten voor de agrosector, visserij en groene ruimte
99/2	<b>Sensor- en microsysteemtechnologie</b> Speerpunten voor actie
99/3	<b>Bewaar- en verpakkingstechnologie</b> Speerpunten voor actie
99/4	<b>Veterinaire epidemiologie</b> Speerpunten voor actie
99/5	<b>Moleculaire en reproductiebiologie bij dieren</b> Speerpunten voor actie
99/6	<b>Moleculaire plantenbiologie</b> Speerpunten voor actie
99/7	<b>Nanotechnologie</b> Speerpunten voor actie
99/8	<b>Productie-ecologie</b> Speerpunten voor actie
99/9	<b>Intelligente dataverwerking en procesbesturing</b> Speerpunten voor actie
99/10	<b>Aquacultuur</b> Speerpunten voor actie
99/11	<b>Beleidswetenschappen en ICT in de groene ruimte</b> Speerpunten voor actie