



Doden van eendagshaantjes van legrassen, update stand van zaken

T.G.C.M. van Niekerk

Openbaar
Rapport 1543



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Doden van eendagshaantjes van legrassen, update stand van zaken

T.G.C.M. van Niekerk

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research en gesubsidieerd door het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek thema 'D3 Veilige en duurzame primaire productie' (projectnummer BO-43-111-120).

Wageningen Livestock Research
Wageningen, januari 2025

Rapport 1543

Niekerk, T.G.C.M. van, 2025. *Doden van eendagshaantjes van legrassen, update stand van zaken*. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1543.

Samenvatting NL

Update van het eerder uitgebrachte rapport Scenario's voor het vraagstuk "het doden van eendagshaantjes van legrassen" (van Niekerk and Workamp, 2022). Dit rapport richt zich op informatie rondom het doden van eendagskuikens in Europa, de laatste kennis over de ontwikkeling van het embryo, het houden van hanen van legrassen, in ovo geslachtsbepaling en dubbeldoelrassen. Ook komen een aantal ontwikkelingen op het gebied van uitkomst in de stal ter sprake, omdat die voortvloeien uit het in ovo seksen in de broederij.

Summary UK

Update of the earlier published report "Scenario's for the issue "killing of day-old male chicks of layer breeds" (van Niekerk and Workamp, 2022). This report addresses information about killing day-old chicks in Europe, the latest knowledge about the development of the embryo, the keeping of males of layer breeds, in ovo sex determination and dual purpose breeds. Also some developments around on-farm hatching are discussed, as these come into play in case of in ovo sexing at the hatchery.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/685908> of op www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).



Dit werk valt onder een Creative Commons Naamsvermelding-Niet Commercieel 4.0 Internationaal-licentie.

© Wageningen Livestock Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2025

De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

Wageningen Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Livestock Research is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Op al onze onderzoekopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Openbaar Wageningen Livestock Research Rapport 1543

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Afkortingen en begrippen	7
	Samenvatting	9
1	Inleiding	13
	1.1 Doelstelling project	13
	1.2 Afbakening	14
2	Inventarisatie stand van zaken	15
	2.1 Ontwikkelingen Europa en Europese landen	15
	2.1.1 Wetgeving	15
	2.1.2 Productkeurmerken	16
	2.1.3 Marktonwikkelingen	17
	2.1.4 Consumentengedrag	18
	2.1.5 Nieuwe houderij-ontwikkelingen	19
	2.2 Ontwikkelingsstadia embryo	20
	2.2.1 Bewustzijn van het embryo	21
	2.3 Voorkomen uitbroeden mannelijke kuikens	21
	2.3.1 Broedproces	21
	2.3.2 Broederij technieken	22
	2.3.3 Ontwikkelingen op gebied van geslachtsbepaling	23
	2.3.4 Technieken voor geslachtsbepaling	24
	2.3.5 Snelheid van geslachtsbepaling	27
	2.3.6 Genetische oplossingen	27
	2.3.7 Geslachtsverandering	28
	2.4 Opfokken leghanen	29
	2.4.1 KAT-regels	29
	2.4.2 Skal	30
	2.4.3 Beter Leven keurmerk	30
	2.5 Dubbeldoelkippen	30
	2.5.1 Genotype dubbeldoelkip	30
3	Discussie	36
	3.1 In ovo technieken	36
	3.1.1 Moment van geslachtsbepaling	36
	3.1.2 Definiëring broeddag	37
	3.1.3 Andere houderijsystemen	37
	3.2 Opfokken hanen	38
	3.2.1 Dubbeldoelkippen	38
	3.3 Consumenten perspectief	39
4	Conclusies en aanbevelingen	40
	Literatuur	42
Bijlage 1	Opfokeisen leghanen KAT	47
Bijlage 2	Productiegegevens enkele experimenten opfokken van haantjes	49

Woord vooraf

In juli 2022 is een WLR-rapport gepubliceerd, geschreven door Thea van Niekerk en Jan Workamp, met als titel: Scenario's voor het vraagstuk "het doden van eendagshaantjes van legrassen". Dit rapport gaat met name in op de technische facetten van dit vraagstuk. In 2024 is een vervolgproject gestart, met als doel een roadmap op te stellen voor de uitfasering van het doden van eendagshaantjes. Het merendeel van de activiteiten in dat project worden door de sector zelf uitgevoerd. Een van de onderdelen is een update van het hierboven genoemde rapport. Het onderhavige rapport is hiervan het resultaat. Omdat het aspect voederdieren (voer voor roofvogels, dierentuindieren etc.) via andere projecten opgepakt wordt, is dit niet in dit rapport verder uitgewerkt.

Bij de samenstelling van dit rapport is naast het raadplegen van de literatuur ook informatie aangeleverd vanuit de sector zelf. Bij deze wil ik de betreffende bedrijven bedanken voor hun tijd en openheid.

Januari 2025

Thea van Niekerk

Afkortingen en begrippen

Afkortingen

Afkorting	Betekenis
AAT	Agri Advanced Technologies GmbH (bedrijf achter de Cheggy in ovo techniek)
Anevei	Algemene Nederlandse Vereniging van Eierhandelaren en Eiproductfabrikanten
BLK	Beter Leven keurmerk
CenSAS	Centre for Sustainable Animal Stewardship
COBK	Centrale Organisatie Broedeieren en Kuikens
EDH	eendagshaantjes
IKB	Integrale Ketenbeheersing
KAT	Verein für k ontrollierte a lternative T ierhaltungsformen e.V.
LB	Lohmann bruin (bruine legghen)
LD	Lohmann Dual (dubbeldoelkip)
LVVN	Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (voorheen LNV, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit)
LTO/NOP	Land- en Tuinbouworganisatie/Nederlandse Organisatie van Pluimveehouders
MKT	Mit Küken Töten
NVP	Nederlandse Vakbond Pluimveehouders
OKT	Ohne Küken Töten – zonder kuiken doden (Duitse term voor ZED)
Skal	Oorspronkelijk: Stichting Keur Alternatief voortgebrachte Landbouwproducten Nu: Skal Biocontrole: toezichthouder op biologische productie
VLOG	Verband Lebensmittel Ohne Gentechnik
WEcR	Wageningen Economic Research
WLR	Wageningen Livestock Research
ZED	Zonder eendagshaantjes doden (Nederlandse term voor OKT)

Begrippen

Begrip	Betekenis binnen dit rapport
Allantoïs	De allantoïs is een van de drie vruchtvliezen die tijdens het broedproces aangemaakt worden door het embryo. Deze zakachtige structuur is voornamelijk betrokken bij voeding en uitscheiding. De functie van de allantoïs is om vloeibaar afval van het embryo te verzamelen en om gassen uit te wisselen die door het embryo worden gebruikt.
Broederhanen	Hanen uit hetzelfde broedsel als de hennen.
Diervoeder, diervoer, diervoeding	Algemeen begrip voor voeding voor dieren, bestaande uit al dan niet bewerkte grondstoffen. In het geval van broedeieren betreft dit een verwerkt product, in geval van eendagskuikens kan dit zowel een verwerkt product als het hele kuiken betreffen (zie ook het begrip voederdier).
Dubbeldoelrassen	Rassen van legkippen, waarvan de hanen meer vlees aanzetten dan de hanen van gangbare, gespecialiseerde legrassen, en waarvan de hennen minder eieren leggen dan hennen van gangbare, gespecialiseerde legrassen.
Dubbeldoelkippen	Kippen van dubbeldoelrassen, waarbij zowel hanen als hennen bedoeld worden. Indien specifiek naar de mannelijke of vrouwelijke dieren verwezen wordt, worden respectievelijk de termen dubbeldoelhanen of dubbeldoelhennen gebruikt.
Eendagshaantjes	Mannelijke eendagskuikens van een legras; broertjes van de vrouwelijke eendagskuikens, die bestemd zijn voor de opfok tot jonge hen en vervolgens in de legperiode voor de productie van consumptie-eieren (of in de fokkerij of vermeerdering in de legsector: voor de productie van broedeieren).
Haaneieren	Broedeieren waar naar verwachting (na geslachtsbepaling in het broedei) een mannelijk eendagskuiken zal uitkomen.
In ovo technieken	Technieken om in een bebroed ei het geslacht van het embryo te bepalen. Indien het bedrijf 'In Ovo' bedoeld wordt, wordt de term binnen komma's en met hoofdletters aangeduid.
Kuikenbroederij	Inrichting die broedeieren van verschillende herkomst (bedrijven, ras) uitbroedt, de kuikens sorteert (levensvatbaar, haan, hen), voorziet van eventuele vaccinaties en vervolgens de kuikens distribueert naar afnemers in binnen- en buitenland.
Leghanen	Hanen van gangbare legrassen die worden opgefokt tot een bepaalde slachtleefijd met een bepaald eindgewicht.
Legkippen of leghennen	Legrijpe kippen van de soort Gallus gallus die worden gehouden voor de productie van andere eieren dan broedeieren.
On-farm hatching	Systeem, waarbij broedeieren voor de laatste paar dagen van het broedproces verplaatst worden van de broedmachine naar de opfokstal, waar ze uitkomen en de kuikens direct toegang hebben tot voer en water.
Pakstation	Bedrijf waar eieren afkomstig van het legbedrijf naar kwaliteit en gewicht worden gesorteerd en verpakt worden en naar de afnemers (industrie, retail, horeca) vervoerd worden.
Vederseksbare rassen	Kippenrassen, waarbij de veerlengte, veerkleur of donskleur van haankuikens en henkuikens verschilt, zodat het geslacht visueel vast te stellen is.
Voederdier	Eendagskuiken, muis of ander dier dat in zijn geheel gevoerd wordt aan roofdieren, reptielen o.i.d. (zie ook het begrip diervoeder).

Samenvatting

In juni 2021 is er in de Tweede Kamer een tweetal moties ingediend met het verzoek het doden van eendagshaantjes te verbieden. Om de problematiek goed in beeld te krijgen is door LVVN opdracht verstrekt tot onderzoek dat onder andere het rapport 'Scenario's voor het vraagstuk "het doden van eendagshaantjes van legrassen"' opgeleverd heeft. Als vervolg hierop is de Stuurgroep Eendagshaantjes een project gestart voor het opstellen van een Plan van Aanpak om in het najaar van 2024 te komen tot een routegids (Roadmap) met concrete actiepunten, met als hoofddoelstelling: "In 2026 worden voor de tafeleieren voor de Nederlandse en Duitse markt geen eendagshaantjes meer gedood".

De doelstelling van deze inventarisatie is om een update te geven over de laatste stand van zaken op het gebied van (alternatieven voor) het doden van eendagshaantjes, welke door de stuurgroep gebruikt kan worden bij de totstandkoming van de Roadmap.

Wetgeving aangaande het doden van eendagshaantjes is de afgelopen jaren in verschillende landen onderwerp van maatschappelijk en politiek debat geweest. In een aantal landen heeft dat alleen geleid tot een aanscherping van de wijze waarop eendagshaantjes gedood mogen worden. In Frankrijk, Italië en Oostenrijk is een wettelijk verbod op het doden van eendagskuikens ingesteld, waarbij er uitzonderingen gedefinieerd zijn. Duitsland en Luxemburg hebben een wettelijk verbod op het doden van eendagskuikens zonder uitzonderingen.

Verschillende productkeurmerken hebben hun regels aangescherpt in relatie tot het kuikendoden of zijn dit van plan. De Duitse KAT heeft het verbod tot het doden van eendagshaantjes opgenomen in haar voorwaarden en heeft de gangbare in ovo technieken en het opfokken van de broederhaantjes als alternatieven geaccepteerd.

Hoewel de logistiek (zoals wel/geen ZED-koppels plannen en gescheiden houden) voor broederijen lastiger wordt en kosten met zich meebrengt, staat hiertegenover dat de kostprijs voor in ovo geslachtsbepaling sterk gedaald is. Uiteindelijk zal het effect op de prijs van het eindproduct (het consumptie-ei) beperkt blijven, waardoor dit voor de consumenten geen belemmering hoeft te zijn voor aankoop van ZED-eieren.

Het concept ZED legt niet alleen beperkingen op, maar creëert ook kansen. Zo komt met in ovo geslachtsbepaling de voor vleeskuikens toegepaste methodiek van on-farm hatching ook voor leghennen in beeld. Echter, er is nog veel onbekend rondom deze techniek, met name omdat leghennen een veel langer leven voor zich hebben dan vleeskuikens, waarvan nog niet duidelijk is wat de impact (positief of negatief) is van het on-farm uitbroeden op zowel korte als lange termijn. Ook de inpasbaarheid van de bestaande systemen in een opfokstal voor leghennen is een aandachtspunt. Bij in ovo zal er een zeker foutpercentage zijn, waardoor hanen uitgebroed worden (zowel bij on-farm hatching als bij uitkomst op de broederij). Hoewel dit extra kosten met zich meebrengt, zouden ze, afhankelijk van het percentage, gewoon in het koppel kunnen blijven gedurende de opfok- en legperiode. Bij vrije uitloop koppels kunnen hanen mogelijk nuttig zijn tegen predatoren. Ook in de stal kan een haan het gedrag van hennen positief beïnvloeden, bijvoorbeeld door het reguleren van agressie tussen hennen.

Sinds het verschijnen van het vorige rapport is er nieuwe kennis beschikbaar over de ontwikkeling van (bewustzijn van) kippenembryo's. In Duitsland is onderzoek gedaan naar de leeftijd waarop embryo's een bewustzijn van prikkels laten zien. De onderzoekers concluderen daaruit dat theoretisch tot en met dag 12 de zenuwen onvoldoende ontwikkeld zijn om prikkelgeleiding naar de hersenen mogelijk te maken, waardoor embryo's tot dag 13 geen pijnperceptie hebben en ze door afwezigheid van prikkelgeleiding ook niet merken dat het broedproces gestopt wordt.

In de praktijk zijn er veel zaken waar broederijen rekening mee moeten houden om een zo efficiënt mogelijke productie van kuikens te verkrijgen. Allereerst bestaat het broedproces uit klimaat geconditioneerde opslag van broedeieren, gevolgd door een opwarmperiode voordat de eieren de broedmachine in gaan.

Tijdens de opwarmperiode gaat de ontwikkeling van het embryo door en gaat sneller naarmate de temperatuur hoger wordt. Hoe langer het opwarmen duurt, hoe korter daardoor de daadwerkelijke broedduur wordt. Broederijen werken vaak met vaste inlegdagen en vaste afraapdagen. Technieken voor in ovo seksen worden doorgaans vanaf dag 9 in het broedproces toegepast, met een uitloop tot maximaal dag 12. Het verwijderen van de mannelijke eieren wordt uiterlijk op dag 12 uitgevoerd, waarbij een goede definitie van wat dag 12 is (in relatie tot opwarmtijd c.q. ontwikkeling van het embryo) van belang is. Bij de uit het broedproces verwijderde haaneieren wordt de ontwikkeling gestopt via een nabehandeling die meestal bestaat uit het breken van de eieren.

De ontwikkelingen op het gebied van in ovo geslachtsbepaling gaan zeer snel. Er worden steeds meer kenmerken gevonden waarop mannelijke en vrouwelijke eieren c.q. embryo's verschillen en die mogelijk gebruikt zouden kunnen worden als selectiemethode. Een aantal technieken is nog niet praktijkrijp, maar kunnen in de toekomst wellicht wel een rol gaan spelen.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen wel en niet invasieve methodes. Voor de invasieve methoden is het nodig om vloeistof of weefsel ter analyse uit het ei te halen. De meeste methoden gaan uit van bepalingen aan diverse oestrogene bestanddelen of hormonen in de allantoïs-vloeistof. Door recente verbeteringen in de technieken is het negatieve effect op de uitkomst sterk gereduceerd. Doordat in ovo vaccinaties doorgaans op een later moment toegediend worden dan de geslachtsbepaling, kunnen beide zaken niet gecombineerd worden.

Geslachtsbepaling via de allantoïs-vloeistof wordt reeds enkele jaren in de praktijk toegepast, doorgaans via PCR-technieken. Andere invasieve methoden kijken naar de bloedsamenstelling of het DNA van het embryo. Niet-invasieve methoden gebruiken technieken die geslachtsbepaling kunnen doen zonder dat er een gaatje in de eischaal gemaakt hoeft te worden. Een deel van de methoden maakt gebruik van spectroscopie, waarmee men in het geval van doorzichtige eischalen zeer snel bepalingen kan uitvoeren (dit geldt alleen voor witte eischalen, bruine eieren zijn vanwege het pigment in de eischaal onvoldoende doorzichtig). Andere methoden gaan uit van akoestische signalen, zoals bepalingen aan de hartslag van het embryo. Aspecten die in meer of mindere mate voorspellend zijn voor het geslacht van het embryo zijn de eivorm, de ontwikkeling van het bloedvatstelsel, de hartslag, de samenstelling van vluchtige organische componenten (VOC), die door de eischaal emitteren en de lichtdoorlatendheid van de eischaal. Hoewel veel van deze technieken nog niet praktijkrijp zijn, kunnen ze in de toekomst mogelijk wel ingezet gaan worden. Detectie kan verbeterd worden door met name betere zelflerende programma's, die de gemeten waarden beter kunnen inschatten. Wellicht kan een koppeling van een aantal methoden, die op zichzelf een te grote foutmarge hebben, een voldoende kleine gezamenlijke foutmarge opleveren.

In verschillende landen wordt onderzoek gedaan naar genetische oplossingen voor geslachtsbepaling van eieren. Twee van deze technieken zijn in principe praktijkrijp. De ene betreft een genetische manipulatie, waardoor mannelijke embryo's afsterven in het ei. Het andere betreft een genmutatie, waardoor eieren met mannelijke embryo's oplichten onder een UV-lamp en uitgeselecteerd kunnen worden voordat de eieren de broedmachine in gaan. Hoewel er bij deze techniek een stukje gen van een andere diersoort wordt gebruikt, wordt de aanpak niet in alle landen als GMO gedefinieerd, o.a. omdat het eindproduct, de leggen, dit gen niet meer heeft. De vraag is dus of deze techniek maatschappelijk geaccepteerd en wettelijk toegelaten gaat worden in Europa.

Een laatste ontwikkeling betreft het wijzigen van de geslachtsverhouding door manipulatie van de eieren. Hoewel bevruchte eieren genetisch reeds mannelijk of vrouwelijk zijn, zijn de geslachtsdelen dit aanvankelijk nog niet. Pas na dag 6 van de embryonale ontwikkeling beginnen deze zich te differentiëren in testikels of eierstokken, ongeacht het geslacht zoals in de genen vastgelegd is. Door manipulatie van de eieren zijn onderzoekers erin geslaagd de normale verhouding van 50% hennen te verhogen naar 65%. Nader onderzoek moet dit percentage verder verhogen, bij voorkeur naar 100%.

Met de toename van de toepassing van in ovo technieken is er een afname van eendagshanen die opgefokt worden. Het opfokken van leghanen wordt door bijna alle partijen als niet ideaal gezien, vanwege de zeer ongunstige voerconversie en het slecht vermarktbare vlees van de hanen. Er zullen echter altijd nog hanen opgefokt worden, enerzijds vanwege fouten in het in ovo seksen, waardoor er toch haantjes geboren worden, anderzijds omdat bepaalde concepten het houden van hanen in hun systeem geïntegreerd hebben. KAT heeft normen voor de opfok van hanen. Voor biologische hanen in Nederland heeft Skal dit nagenoeg volledig overgenomen. De vraag is of deze regels afdoende zijn om een dierwaardige houderij te garanderen.

Dubbeldoelkippen zijn kippen, die voor twee doelen geschikt zijn: zowel vlees als eieren. Zowel de hennen als de hanen zijn meer be vleesd dan legrassen, maar minder dan vleesrassen. De dubbeldoelhennen leggen minder eieren dan de specifieke legrassen. Vanwege hun wat zwaardere, meer be vleesde lichaam hebben ze meer voer nodig voor onderhoud. De lagere eiproduktie en het hogere voerverbruik leiden tot een lagere opbrengst. Daarentegen is bij het opfokken van dubbeldoelhanen minder voer nodig voor vleesaanzet, bereiken de hanen een goed eindgewicht, waardoor ze beter te slachten zijn en meer vleesopbrengst hebben dan hanen van legrassen. De vraag is welke houderijregels voor de opfok van dubbeldoelhanen, die immers groter worden dan hanen van reguliere legrassen, zouden moeten gelden. Wellicht hebben ze meer ruimte nodig of andere houderij-aspecten om aan hun behoeften te kunnen voldoen. Er is echter nog heel weinig bekend over de ethologische aspecten van het opfokken van dubbeldoelhanen. Nader onderzoek is daar zeker op zijn plaats.

Er lopen vele onderzoeken en initiatieven op het gebied van dubbeldoelkippen, maar er is nog geen ras gevonden dat economisch gezien, berekend over hanen en hennen, eenzelfde opbrengst zal genereren als de typische legrassen. Gezien de relatief korte tijd dat dit onderwerp door het onderzoek en met name de praktijk opgepakt is, is het ook niet te verwachten dat deze er al zou zijn. Dierenwelzijnsorganisaties vragen zich daarbij af of het optimaliseren van het ras (hogere produktie, betere efficiëntie) de oplossing is of dat wellicht beter het verdienmodel aangepast moet worden aan de dubbeldoelrassen. De huidige initiatieven laten zien dat er op dit moment nog maar een nichemarkt is voor de duurdere eieren (door de lagere eiproduktie en hogere voerverbruik). Ook de kostprijs van het vlees van de hanen is hoger dan die van gewoon biologisch kippenvlees, omdat de dubbeldoelhanen meer eten dan trager groeiende vleeskuikens. Echter, voedingsonderzoek geeft aan dat er mogelijkheden zijn tot verwerking van reststromen of grondstoffen die niet concurreren met de produktie van humane voeding. Vanuit die hoek zijn er mogelijkheden voor dubbeldoelkippen, maar dit zal in eerste instantie een nichemarkt zijn. Vanuit deze nichemarkt kan ervaring opgedaan worden en kunnen verdere ontwikkelingen plaatsvinden. Voor een wat verdere toekomst kan de dubbeldoelkip wellicht een goed alternatief zijn voor bijvoorbeeld de biologische sector.

Met het oog op een streven om in 2026 in Nederland voor de Nederlandse en Duitse markt alleen nog tafeleieren te produceren van leghennen, waarvan de broederhanen niet gedood zijn, lijken de in ovo technieken de beste marktkansen te hebben. Verbeteringen in de techniek maken de foutmarge kleiner. De kostprijs van in ovo geslachtsbepaling is de laatste tijd sterk gedaald, waardoor de meerprijs op de eieren omlaag kan. Deze richting is voor het grootste deel van de afzetmarkten momenteel de meest wenselijke optie. Deze optie komt vanuit het consumentenonderzoek ook als kansrijk naar voren, het merendeel van de Duitse consumenten blijkt in ovo een acceptabele techniek te vinden. Vanuit het Nederlandse consumentenonderzoek waren de meningen wat verdeeld, maar in ovo werd als een van de oplossingen gezien. Recent blijkt ook de markt in de Verenigde Staten open te staan voor eieren van in ovo gesekte leghennen en men verwacht dat hier een groot marktaandeel naar zal overstappen. Een tweede optie zijn de dubbeldoelkippen. Deze zijn in eerste instantie voor een paar nichemarkten een interessante optie, maar ook voor een grotere markt, zoals de biologische, zou het in de toekomst zeker een optie kunnen zijn. Vanuit het consumentenonderzoek blijkt dat een deel van de consumenten voor deze optie graag een meerprijs betalen. Of dat voldoende is om de gehele biologische sector te beslaan is nu niet te zeggen.

Vanuit de drie oplossingsrichtingen om het doden van eendagshaantjes te voorkómen (opfokken van leghanen, in ovo seksen en dubbeldoelrassen) komen veel onderzoeksvragen naar voren, die niet allemaal even urgent zijn, even strategisch voor het uitrollen van de roadmap en niet allemaal voor elke doelgroep van belang (doelgroepen die voor dubbeldoelkippen gaan, zullen geen interesse hebben in in ovo onderzoek). Vanuit de lange lijst van onderzoeksvragen dient een keuze gemaakt te worden van de meest relevante voor de roadmap. Ook dient een keuze gemaakt te worden welk onderzoek op korte termijn plaats moet vinden en welk onderzoek op wat langere termijn gepland kan worden. De Stuurgroep lijkt daartoe een goede groep om dit te bespreken en te besluiten welke vragen nadere uitwerking verdienen en hoe dit in de tijd gepland kan worden.

1 Inleiding

In juni 2021 zijn er in de Tweede Kamer een tweetal moties ingediend met het verzoek het doden van eendagshaantjes te verbieden. Om de problematiek goed in beeld te krijgen is door LVVN opdracht verstrekt tot een tweetal studies, die geleid hebben tot twee rapporten, die in 2022 verschenen zijn:

- De primaire aanleiding voor het vraagstuk “het doden van eendagshaantjes van legrassen” is uitgebreid beschreven in het rapport dat in juli 2022 is verschenen en is opgesteld door Thea van Niekerk en Jan Workamp, met als titel: Scenario’s voor het vraagstuk “het doden van eendagshaantjes van legrassen”. Dit rapport gaat met name in op de technische facetten van dit vraagstuk en beschrijft een aantal scenario’s gericht op een reductie van het aantal eendagshaantjes dat gedood wordt.
- Naast het WUR-rapport is er door Franck Meijboom en Maite van Gerwen (Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht) in het voorjaar van 2022 een rapport opgesteld over de ethische facetten van dit vraagstuk: “Waardevolle alternatieven – Een verkenning van de ethische dimensies van de alternatieven voor het doden van eendagshaantjes”.

Om een breed gedragen aanpak en visie te realiseren is de Stuurgroep Eendagshaantjes opgericht, onder gezamenlijk voorzitterschap van COBK en LVVN. In deze Stuurgroep zijn vertegenwoordigd: COBK, Anevei, NVP, LTO/NOP, Dierenbescherming en LVVN.

Op basis van deze twee rapporten, heeft de Stuurgroep een advies opgesteld en verstuurd aan de Minister van LVVN (link: [pdf overheid.nl](https://pdf.overheid.nl)). Hierin wordt als doel gesteld om het aantal gedode ééndagshaantjes substantieel te verminderen, waarbij de verantwoordelijkheid bij de sector wordt gelegd voor het opstellen van een plan van aanpak op welke manier zij hiertoe verwacht te komen. Een verbod zal pas in beeld komen als het gestelde doel niet gehaald wordt.

In 2023 heeft nader overleg plaatsgehad tussen LVVN en de Stuurgroep voor het opstellen van een Plan van Aanpak om te komen tot een routegids (Roadmap) met concrete actiepunten, met als hoofddoelstelling: “In 2026 worden voor de tafeleieren voor de Nederlandse en Duitse markt geen eendagshaantjes meer gedood”. Om deze hoofddoelstelling te kunnen behalen, zullen er bepaalde acties uitgevoerd moeten worden, die van invloed zijn op een gedegen afname, zoals bijvoorbeeld “het stimuleren van de aanbieding van ZED-eieren in supermarkten” en “meer inzicht door onderzoek in en ontwikkeling van een duurzaam en dierwaardig houderijsysteem voor opfokhanen, een afzetmarkt voor opfokhanen en toepassing van dubbeldoelkippen”.

1.1 Doelstelling project

De opdracht van de stuurgroep is het opstellen van een Plan van Aanpak om in het najaar van 2024 te komen tot een routegids (Roadmap) met concrete actiepunten, met als hoofddoelstelling: “In 2026 worden voor de tafeleieren voor de Nederlandse en Duitse markt geen eendagshaantjes meer gedood”.

De doelstelling van deze inventarisatie is om een update te geven over de laatste stand van zaken op het gebied van (alternatieven voor) het doden van eendagshaantjes, welke door de stuurgroep gebruikt kan worden bij de totstandkoming van de Roadmap.

1.2 Afbakening

Deze inventarisatie beoogt een update te geven op het eerder uitgebrachte rapport Scenario's voor het vraagstuk "het doden van eendagshaantjes van legrassen" (van Niekerk and Workamp, 2022).

Dit rapport richt zich op informatie rondom het doden van eendagskuikens in Europa, de laatste kennis over de ontwikkeling van het embryo en nieuwe informatie over de alternatieven (het houden van hanen van legrassen, in ovo geslachtsbepaling en dubbeldoelrassen). Ook komen een aantal ontwikkelingen op het gebied van uitkomst in de stal ter sprake, omdat die voortvloeien uit het in ovo seksen in de broederij. Omdat het aspect voederdieren via andere projecten opgepakt wordt, is dit niet in dit rapport verder uitgewerkt. Andere pluimveesoorten, zoals ouderdieren, blijven buiten beschouwing. De ethische aspecten van het doden van eendagshaantjes zullen niet door WUR behandeld worden.

2 Inventarisatie stand van zaken

2.1 Ontwikkelingen Europa en Europese landen

2.1.1 Wetgeving

Wetgeving aangaande het doden van eendagshaantjes is de afgelopen jaren in verschillende landen onderwerp van maatschappelijk en politiek debat geweest. In een aantal landen heeft dat alleen geleid tot een aanscherping van de wijze waarop eendagshaantjes gedood mogen worden. Zo is in Oostenrijk, Zwitserland en België een verbod van kracht op het versnipperen of pletten van de kuikens als dodingsmethode, vergassing is nog wel toegestaan (Vuilleumier, 2019; Iske, 2023; Staatsblad.be, 2024). De Europese verordening staat zowel vergassing als versnipperen toe (EU, 2009).

Luxemburg claimt het eerste Europese land te zijn waar het doden van eendagshaantjes verboden is. In 2018 werd daar een nieuwe algemene dierenbeschermingswet aangenomen, waarin een aantal onderwerpen specifiek genoemd worden, waaronder "[.. the ban on killing animals for economic reasons, such as shredding male chicks...]" (Luxembourg, 2018; Vinci, 2022).

In Duitsland is per 2022 een totaalverbod van kracht op het doden van eendagshaantjes. Aanvankelijk was het de bedoeling om in ovo geslachtsbepaling slechts toe te staan tot en met dag 6 van het broedproces, maar op basis van Duits onderzoek heeft de Duitse overheid dit opgeschoven naar vóór dag 13 (BMEL, 2023a; b; Schotman, 2023).

In Oostenrijk is een verbod van kracht op het doden van eendagshaantjes, maar dat geldt alleen voor kuikens die niet als voederdier worden aangewend (RIS, 2022). In 2019 werd 73% van de in totaal 8,4 miljoen gedode kuikens als voederdier aangewend, zodat het verbod slechtst voor een klein deel van de kuikens geldt. De brancheorganisatie heeft een "Futterküken-Register" gerealiseerd om te garanderen dat de gedode kuikens daadwerkelijk als diervoeder gebruikt worden (QGV, 2022). Oostenrijk heeft daarnaast aanvullende regelgeving, die in ovo seksen toestaat tot broeddag 14, maar verdoving vereist voor het uitselecteren van mannelijke eieren tussen broeddag 7 en 14 (RIS, 2022).

In België is een resolutie om kuikendoden te verbieden aanvankelijk verworpen door het Vlaamse parlement (Linden, 2023), maar recent is een verbod op kuikendoden wel opgenomen in de Codex Dierenwelzijn, echter zonder ingangsdatum (Kempeneer, 2024). Ook heeft België onlangs dierenwelzijn in de grondwet opgenomen¹ (N.N., 2024b).

In Italië is in 2021 een verbod op het doden van eendagshaantjes aangenomen, dat per 31 december 2026 ingaat (N.N., 2021).

Tijdens de Agriculture and Fisheries Council of Europe meeting op 17 en 18 oktober 2022 werd middels een document opgeroepen tot een EU-breed verbod op het systematisch doden van eendagshaantjes. Dit document werd ondersteund door Frankrijk, Duitsland, Oostenrijk, België, Cyprus, Finland, Ierland, Luxemburg en Portugal (Vinci, 2022). In Spanje en Portugal neemt de druk van dierenwelzijnsorganisaties op de overheid toe om het doden van eendagshaantjes te verbieden. Tot daadwerkelijke wetgeving is het echter in beide landen nog niet gekomen (King, 2023; N.N., 2024a).

In tabel 1 wordt de stand van zaken met betrekking tot wetgeving in diverse Europese landen weergegeven.

¹ Het betreft een toevoeging van dierenwelzijn aan artikel 7bis: "Bij de uitoefening van hun respectieve bevoegdheden streven de federale staat, de gemeenschappen en de gewesten naar bescherming van en zorg voor dieren als wezens met gevoel" N.N., 2024b. Dierenwelzijn opgenomen in grondwet in België. Nieuwe Oogst, <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2024/2005/2003/dierenwelzijn-opgenomen-in-grondwet-in-belgie..> Hoewel de juridische implicaties niet duidelijk zijn, is dierenwelzijn in België nu officieel een beleidsdoelstelling geworden, waaraan de rechter beleidsinitiatieven en vergunningen van alle Belgische overheden kan toetsen. België is het zesde Europese land dat het welzijn van dieren in de grondwet opgenomen heeft (Duitsland, Italië, Oostenrijk, Slovenië en Zwitserland gingen België reeds voor).

Ook buiten Europa wordt discussie gevoerd over het doden van eendagshaantjes. In India is door druk de aandacht voor in ovo seksen toegenomen en heeft de industrie toezeggingen gedaan deze techniek te gaan toepassen zodra het beschikbaar komt (Sumant, 2023). In de Verenigde Staten heeft United Egg Producers zich uitgesproken voor het toepassen van in ovo technieken ter voorkóming van het doden van eendagshaantjes. Echter, in 2021 vonden zij de technologie nog niet ver genoeg ontwikkeld om de stap te maken (UEP, 2021). Tot daadwerkelijke wettelijke eisen is het nog niet gekomen, maar het bedrijf Egg Innovations heeft aangekondigd om in het eerste kwartaal van 2025 in ovo te gaan toepassen (Dawson, 2024).

Tabel 1 *Overzicht van wetgeving in diverse Europese landen (niet van alle landen is informatie beschikbaar, hieronder worden alleen de landen genoemd waarvan medio 2024 wel informatie beschikbaar was).*

Wetgeving	ZED-wetgeving	Landen
Ja	Kuikendoden verboden, AAT methode toegestaan haankuikens van witte legrassen mogen worden gedood	Frankrijk, Italië (m.i.v. 2027)
	Kuikendoden verboden, behalve als eendagshaantjes gebruikt worden als voederdieren	Oostenrijk ¹⁾
	Kuikendoden verboden, geen uitzonderingen	Duitsland, Luxemburg
In afweging	Afhankelijk van realisatie doelstelling ZED voor tafeleieren (per 2026)	Nederland
Enige discussie	Doden eendagskuikens toegestaan, Alleen gasdoding toegestaan	België ²⁾ , Zwitserland
	Discussie, maar nog geen wetgeving	Spanje, Portugal
Geen of minimale discussie		Denemarken, Finland, Zweden, Ierland, Hongarije, Litouwen

¹⁾ In Oostenrijk is in ovo seksen toegestaan tot broeddag 14 en dienen tussen broeddag 7 en 14 uitgeselecteerde embryo's verdoofd te worden.
²⁾ In België is onlangs dierenwelzijn opgenomen in de grondwet. Ook is een verbod op het doden van eendagskuikens opgenomen in de Vlaamse Codex Dierenwelzijn, echter nog zonder ingangsdatum.

2.1.2 Productkeurmerken

De Duitse vereniging KAT heeft het verbod tot het doden van eendagshaantjes opgenomen in haar voorwaarden. Na een overgangsperiode heeft KAT nu gesteld dat per 1-1-2024 alle onder KAT geproduceerde eieren afkomstig moeten zijn van leghennen, waarvan de broederhanen niet meer gedood zijn (KAT, 2024a). Alle onder KAT label geproduceerde eieren zijn dus ZED. KAT accepteert de volgende in ovo methodieken: ELLA (In Ovo), RESPEGGT, PLANTEGG, CHEGGY, ORBEM. KAT kijkt vooral naar wettelijke en eigen voorwaarden, als een nieuwe techniek daarin past, is die geaccepteerd.

Het verbod op het doden van eendagshaantjes heeft volgens KAT geleid tot een sterke afname van het aantal gedode eendagshaantjes (78 miljoen minder) (KAT, 2024d). Daarnaast is door de opkomst van in ovo technieken de opfok van leghanen sterk afgenomen. Waar in januari 2022 nog 70% van de haantjes opgefokt werden is dit in 2024 nog maar 30%.

De Dierenbescherming is voorstander van het stoppen met doden van eendagshaantjes, maar heeft zich nog niet uitgesproken of ZED opgenomen kan worden in hun Beter Leven keurmerk (BLk).

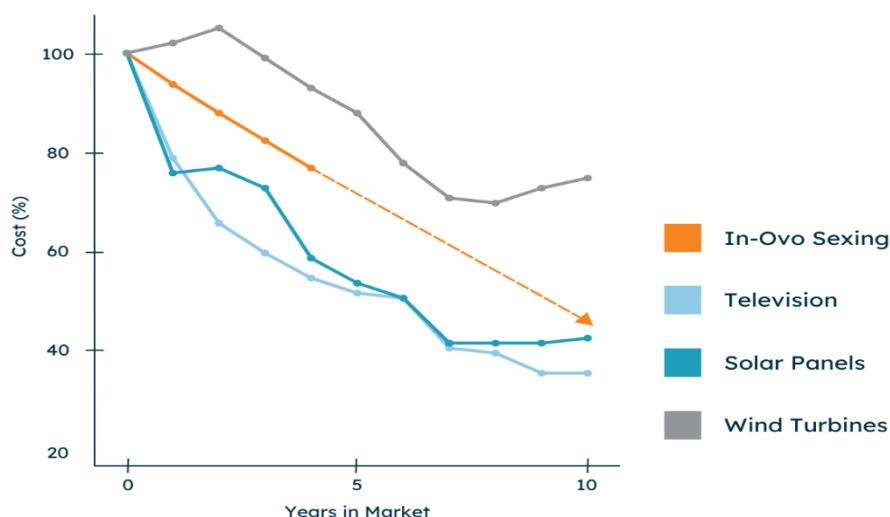
2.1.3 Marktentwikkelingen

Marktentwikkelingen worden enerzijds geïnitieerd door wensen van consumenten, al dan niet via dierenwelzijns- of milieuorganisaties verwoord, en anderzijds door kansen uit de markt. ZED komt tegemoet aan de wensen van consumenten en maakt een groei door. In Zwitserland gaan de twee belangrijkste broederijen over tot in ovo seksen, waardoor deze praktijk zonder overheidsinmenging de standaard wordt in dat land (Brockotter, 2024). Ook in Noorwegen zijn dergelijke bewegingen in gang gezet zonder dat dit door de overheid opgelegd is, door installatie van in ovo apparatuur in een nieuwe broederij (Brockotter, 2024).

Volgens een rapportage van Innovate Animal Ag (Ag, 2023a) kwam in september 2023 bijna 15% van de leghennen in de Europese Unie van in ovo gesekste eieren, waarbij AAT verantwoordelijk was voor 27 miljoen hennen, Respeggt 15 miljoen hennen, Orbem ongeveer 9 miljoen hennen, PlantEgg 5,4 miljoen hennen en een onbekend aandeel voor In Ovo. Orbem ging pas begin 2023 commercieel van start. Orbem en In Ovo ontvingen daarbij financiering om verder op te schalen.

Volgens Innovate Animal Ag (Ag, 2024) zijn vanaf begin april 2024 tussen 69,8 en 87,0 miljoen van de 389 miljoen hennen in de Europese Unie in ovo gesekest, hetgeen zo'n 18-22,4% van de markt betreft². Deze cijfers hebben zij verkregen door bij de in ovo bedrijven (AAT, In Ovo, Nectra, Orbem, PlantEgg en Respeggt) cijfers op te vragen over het aantal door hen gesekste eieren in de periode 1-11-2022 – 31-3-2024. In september 2023 betrof dit nog een kleine 15% van de markt, hetgeen al aanzienlijk genoemd kan worden, gezien het feit dat deze technieken pas 5 jaar op de markt zijn (Ag, 2023a). De verdere groei van 5% in een half jaar tijd is substantieel en een verdere sterke groei is te verwachten volgens Innovate Animal Ag gezien het feit dat er zes nieuwe machines recent geïnstalleerd zijn, welke elk een capaciteit hebben van miljoenen hennen per jaar (Ag, 2024).

De kostprijsverhoging van tafeleieren als gevolg van in ovo seksen bedroeg 12 tot 36 cent per dozijn eieren (Ag, 2023c), maar is sterk gedaald en bedraagt nu minder dan 1 cent per tafelei (Ag, 2023b). Deze daling is het gevolg van meer concurrentie op de markt (met 6 in ovo bedrijven) en een verbetering van de techniek, waardoor de foutmarge maximaal 1% is (Ag, 2023b). Innovation Animal Ag (Ag, 2023b) verwacht dat de prijsdaling verder door zal zetten, conform die voor televisies, zonnepanelen en windturbines (figuur 2.1) en dat in ovo seksen uiteindelijk de standaard praktijk zal worden. Uit een consumentenonderzoek in de VS (Ag, 2023c) komt ook naar voren dat de marktkansen voor in ovo minstens zo succesvol kunnen zijn als die voor kooi-vrije eieren, die op dit moment 34% van de markt bedraagt in de VS. Overigens gaat het hier om de kostprijzdaling op de techniek, de logistieke meerkosten voor broederijen worden hierin niet meegerekend.



Figuur 2.1 Prijsverwachting in ovo seksen (Ag, 2023b).

Sinds 2020 is de prijs meer dan 22% gedaald; aangezien deze prijsdaling vergelijkbaar is met die voor televisies, zonnepanelen en windturbines, is een verdere daling te verwachten.

² Dit aantal betreft alleen de Europese vervangingsmarkt, geen export

Hoewel bepaalde technieken alleen toepasbaar zijn voor bruin bevederde legrassen, waardoor ze in markten waar vooral met witte legrassen gewerkt wordt minder interessant zijn, kunnen ze door hun relatief gunstige kostprijs toch marktaandeelen veroveren. Dit geldt voor de AAT techniek, die ondanks de overwegend witte markt in de VS volgens het blad 'Poultry World' wel door twee broederijen in de VS aangeschaft zijn, die het concept 'zonder kuikendoden' in de VS aan de markt willen brengen (Brockotter, 2024).

Een ander punt bij het seksen van eieren is de leeftijd waarop dit gebeurt. Sinds Duitsland de grens voor de uiterste leeftijd waarop eieren gesekst mogen worden opgeschoven heeft, zijn er voor geen van de op de markt verkrijgbare technieken meer beperkingen in de toepasbaarheid. De ontwikkelingen in het in ovo seksen zijn daarom vooral richting accuratesse gegaan, waarbij de foutmarge in detectie nu op minder dan 1% kan liggen voor de meeste technieken (afhankelijk van batch en screeningsmoment). Deze foutmarges zijn van belang omdat 1. Elk mannelijk ei dat niet uitgeselecteerd wordt een haankuiken oplevert, dat vervolgens opgefokt moet worden; 2. Elk onterecht uitgeselecteerd vrouwelijk ei een opfokken minder oplevert.

Het op eerdere leeftijd uitselecteren van mannelijke eieren kan financieel aantrekkelijk zijn, maar binnen de bestaande technieken weegt dit niet op tegen verlies aan accuratesse. Theoretisch zijn de financieel meest aantrekkelijke technieken die, waarbij de selectie kan plaatsvinden vóórdat de broedeieren ingelegd worden. Op dit moment betreft dit echter technieken, waarbij de mannelijke dieren genetisch gewijzigd worden. De vraag is of dit past binnen de Europese wetgeving.

2.1.4 Consumentengedrag

Reeds in 2011 werd door Leenstra et al. (2011) onderzoek gedaan naar de mening van Nederlandse consumenten. Hiertoe kregen groepen mensen via een filminformatie over de standaardsituatie, waarbij eendagshaantjes na uitkomst gedood werden. Er werd ze verschillende alternatieven uitgelegd en ter discussie voorgehouden. Hoewel de geïnterviewden aanvankelijk geschokt waren over de voor hen onbekende praktijk van het doden van eendagshaantjes, waren ze na uitleg in staat om keuzes te maken. De opties "in het verse ei kijken (ter bepaling van het geslacht) en mannelijke eieren niet bebroeden" en "dubbeldoelkippen" werden van alle opties het hoogste gewaardeerd. Daaronder kwamen "beïnvloeden van de leggen zodat ze minder mannelijke eieren legt" en de bestaande situatie (doden van eendagshaantjes), die beide gelijk scoorden. Slechts iets minder scoorde de optie "genetische modificatie om in het verse ei te kijken" (waarbij dus vóórdat het broedproces start of in de eerste dagen van het broedproces al een selectie plaatsvindt op mannelijke of vrouwelijke embryo's). Opties waarbij "het zich ontwikkelende mannelijke embryo doodging of gedood werd" (waarbij het embryo dus al wat verder ontwikkeld is dan bij de hiervoor genoemde optie) scoorden lager dan de gangbare praktijk (doden van eendagshaantjes) en werden dus het minst gewaardeerd door de geïnterviewden.

Eind 2015 is door Gremmen et al. (2018) een vergelijkbaar onderzoek uitgevoerd. Hoger opgeleide en oudere personen bleken meer kennis van de problematiek te hebben en daar minder problemen mee te hebben dan personen die er minder kennis over hadden. Provincie had geen invloed, maar stedelingen bleken meer moeite te hebben met het doden van eendagshaantjes dan personen van het platteland. Vrouwen bleken vaak minder op de hoogte van het doden van eendagshaantjes en hadden hier meer problemen mee dan mannen. Iets meer dan de helft van de respondenten waren bekend met het doden van eendagshaantjes. Daarbij vond 28% dit een acceptabele oplossing of had er geen moeite mee, maar 48% vond dat deze praktijk moet stoppen of dat er alternatieven nodig waren. Van de alternatieven kwam er geen duidelijke favoriet naar voren. Dubbeldoelkippen bleken weliswaar het laagst te scoren op 'onacceptabel', maar door een vrij groot aantal dat deze optie als 'neutraal' beoordeelde, is uiteindelijk het percentage dat deze optie als 'acceptabel' beoordeelt redelijk gelijk aan die voor in ovo technieken. Op de vraag wat dan de beste optie voor de toekomst is, waren de respondenten verdeeld. Er bleek geen voorkeur voor een van de opties: kuikendoden, dubbeldoel, genetische modificatie vóór inleg van de eieren, in ovo op dag 9, in ovo op dag 11, haantjes afmesten.

Reithmayer and Mußhoff (2019) hebben onderzoek gedaan onder Duitse consumenten. De respondenten werden na een informatief deel gevraagd om steeds te kiezen uit twee of meer opties. Door combinatie van deze keuzesets kon een rangorde gerealiseerd worden van de verschillende opties. Via een online vragenlijst in 2018 werden antwoorden van 400 respondenten verkregen. De socio-demografische karakteristieken van de respondenten kwamen goed overeen met die van de Duitse bevolking. In tegenstelling tot Gremmen et al. (2018) vonden de auteurs een brede acceptatie van in ovo technieken, met ongeveer driekwart van de respondenten die hier de voorkeur aan gaven en een kwart die hier neutraal tegenover stonden.

Ook de respondenten die erg gericht waren op diervriendelijke houderijsystemen bleken een voorstander van in ovo technieken. De auteurs verwachtten daarom een brede maatschappelijke acceptatie van de in ovo techniek. Ze vonden echter ook dat 27% van de respondenten dubbeldoel met opfokken van haantjes de beste optie vonden, hetgeen overeenkomt met de bevindingen van Gremmen et al. (2018). Respondenten gaven aan dat ze voor een doosje met 10 eieren €0,16 tot €0,41 meer wilden betalen voor in ovo. Voor het opfokken van haantjes waren zelfs respondenten die tot ruim 5 euro meer voor een doosje met 10 eieren wilden betalen. De onderzoekers hadden de respondenten in 5 klassen verdeeld, die getypeerd werden door zaken als prijsgevoeligheid, houding ten opzichte van diervriendelijke houderij, productie-efficiëntie en in ovo. De socio-demografische verdelingen (inkomen, man/vrouw, stedeling/platteland) in deze groepen waren anders. Elk van deze klassen hadden waardering voor in ovo, maar de bereidheid tot een meerprijs en de gevoeligheid voor dierenwelzijn en ethische afwegingen verschilden.

Reithmayer et al. (2021) onderzochten het effect van foto's van fasen van de embryo-ontwikkeling op de keuze van consumenten. Een groep van 482 Duitse respondenten kregen twee vragenlijsten voorgelegd, waarbij de eerste zonder foto's en de tweede met foto's. De respondenten verkozen in ovo op dag 1, dag 4 en dag 9 boven kuikendoden. Met name in ovo op dag 1 en 4 werd verkozen boven dag 9 en deze keuze werd sterker bij het zien van foto's van de betreffende embryo's. Een hogere foutmarge in het seksen en een gebrek aan zinvolle benutting van de bebroede eieren verminderde de waardering voor in ovo en zorgde ervoor dat consumenten minder bereid waren tot het betalen van een meerprijs voor de ZED-eieren. Innovate Animal Ag (Ag, 2023c; Cultivate, 2023) heeft in de zomer van 2023 een consumentenonderzoek laten uitvoeren onder 1012 personen uit de VS, die verantwoordelijk waren voor minimaal 50% van de huishoudboodschappen voor hun gezin. Slechts 11% was bekend met het feit dat eendagshaantjes gedood werden en 48% dacht dat deze dieren voor het vlees grootgebracht werden. Terwijl 61% van de consumenten zich ongemakkelijk voelde bij het doden van eendagshaantjes, vond 73% dat hier een alternatief voor moet komen. Van de consumenten was 71% bereid om een meerprijs te betalen, waarbij meer dan 55% bereid was tot maximaal 36 dollarcent (=34 eurocent) meer per dozijn eieren. Deze meerprijs valt binnen de range voor de meerprijs, zoals die in Europa geldt (12-36 cent/dozijn) (Ag, 2023c).

2.1.5 Nieuwe houderij-ontwikkelingen

ZED legt niet alleen beperkingen op, maar creëert ook kansen. Zo komt met in ovo geslachtsbepaling de voor vleeskuikens toegepaste methodiek van on-farm hatching ook voor leghennen in beeld (Yaman, 2023). Rondeel is hier al mee aan het experimenteren (Rondeel, 2022). Echter, er is nog veel onbekend rondom deze techniek. Voor vleeskuikens is de techniek weliswaar al wat langer in gebruik, maar die worden na een aantal weken geslacht. Leghennen hebben een veel langer leven voor zich, waarvan nog niet duidelijk is wat de impact (positief of negatief) is van het on-farm uitbroeden op zowel korte als lange termijn. Rondeel rapporteert een betere uitkomst en robuustere hennen, maar geeft daarbij ook aan dat dit gebaseerd is op de eerste summiere ervaringen (Koelewijn, pers. med.). Bij in ovo seksen is er altijd een kleine foutmarge. Hierdoor zullen er toch een beperkt aantal haantjes uitkomen. Bij Rondeel blijven deze in het koppel gedurende de gehele productieperiode. In biologisch-dynamische koppels, waar een percentage hanen verplicht is, is dit geen probleem. Bij vrije uitloop koppels kunnen hanen mogelijk nuttig zijn tegen predatoren. Ook in de stal kan een haan het gedrag van hennen positief beïnvloeden, bijvoorbeeld door het reguleren van agressie tussen hennen (Bestman et al., 2010). Een vraag daarbij is wel wat het ideale percentage hanen zou zijn. In situaties, waarin de aanwezigheid van hanen ongewenst is, dienen ze uitgeselecteerd te worden (op de broederij of na de opfokperiode).

Er zijn diverse on-farm hatching systemen voor vleeskuikens op de markt. X-treck is een systeem, waarbij de eieren in de stal uitkomen. Het systeem wordt gebruikt in gewone grondstallen voor vleeskuikens. Bij dit systeem worden de eieren in rekken op een railsysteem boven het strooisel gehangen. Via variatie in hoogte kan het klimaat rondom de eieren gereguleerd worden. Kuikens die geboren worden, komen op het strooisel en hebben direct toegang tot voer en water. Dit bevordert de ontwikkeling van de darmflora en daarmee de vertering en gezondheid van de kuikens. De ervaringen met het systeem zijn positief, met zwaardere kuikens, een betere voerconversie en lagere uitval (Schotman, 2014; Loon, 2015).

In navolging van X-Treck zijn nog enkele systemen ontworpen voor uitkomst in de stal, zoals HomeHatching en One2Born, waarbij de laatste een volledig composteerbaar systeem heeft. Nestborn is een systeem, waarbij de eieren rechtstreeks op een strooisellaag op de bodem van de stal geplaatst worden. Hiervoor heeft men een machine ontwikkeld, die de eieren keurig rechtop plaatst.

Met speciaal ontwikkelde sensoren, die tussen de eieren in het strooisel geplaatst worden, kunnen op afstand de klimaatomstandigheden gemonitord worden (<https://www.nestborn.eu/>). Ook dit systeem is ontworpen voor vleeskuikens in gewone grondstallen. Hoewel on-farm hatching systemen in principe ook bij leghennen gebruikt zou kunnen worden, dient daarbij wel bedacht te worden dat de inrichting van opfokstallen voor leghennen totaal anders is dan die voor vleeskuikens, waardoor er mogelijk aanpassingen aan de systemen nodig zijn.

2.2 Ontwikkelingsstadia embryo

Sinds het verschijnen van het vorige rapport is er nieuwe kennis beschikbaar over de ontwikkeling van (bewustzijn van) kippenembryo's. In hun review over in ovo technieken geven Jia et al. (2023b) een overzicht van de ontwikkeling van het embryo en welke kenmerken op welke leeftijd gaan verschillen bij mannelijke en vrouwelijke embryo's (zie ook tabel 2). De sekse die het kuiken uiteindelijk heeft, wordt allereerst bepaald door het genetische verschil tussen mannelijke en vrouwelijke dieren. Bij vogels heeft het vrouwtje XY-chromosomen en het mannetje XX-chromosomen. Reeds voordat het broedproces begint kan dit middels een punctie uit de kiemschijf (Blastoderm) bepaald worden. Zodra het broedproces begint, gaat de kiemschijf zich door celdeling vergroten. Na 2 dagen broeden begint het bloedvatstelsel zich te ontwikkelen, hetgeen duidelijker wordt op dag 3. Dag 3 is ook het hart en een hartslag aanwezig. De allantoïs-vloeistof in het ei vormt zich vanaf dag 5 van het broedproces en bereikt haar maximale volume op dag 12 of 13. Op dag 11 gaan de veren en veerleur zichtbaar worden. Op dag 14 ziet het embryo er als een kuiken uit.

Tabel 2 Ontwikkelingsstadia van het embryo.

Broed-dagen	Kenmerk	Typering
0	Blastoderm, DNA	Vrouwelijke vogels hebben XY-chromosomen, mannelijke hebben XX-chromosomen.
2	Adertjes beginnen zich te vormen	
3	Embryo heeft hartslag, bloedvatstelsel vormt zich	De snelheid van vorming van het vatenstelsel verschilt tussen mannelijke en vrouwelijke embryo's
5	Geslachtsorganen	Start van differentiatie tussen mannelijke en vrouwelijke dieren
5	Allantoïs-vloeistof	Allantoïs-vloeistof ontwikkelt zich
8	Geslachtsorganen	Mannelijke en vrouwelijke embryo's kunnen onderscheiden worden op basis van de geslachtsorganen
9	Oestrogeensulfaat	Kan in de allantoïs-vloeistof gemeten worden ter bepaling van de sekse
10	Veren	veren en veerleur gaan zich ontwikkelen.
11	Veerleur	Via spectrale methoden kan de veerleur vastgesteld worden
12-13	Allantoïs-vloeistof	Allantoïs-vloeistof bereikt maximale volume
14	Tenen, veren	De tenen gaan zich ontwikkelen en het embryo ziet er als een kuiken uit. Kleine zachte veertjes gaan het lichaam bedekken, waardoor veerleuren mogelijk wordt.
16	Veren, eiwit	Veren bedekken het gehele lichaam, eiwit bijna verdwenen
17	Amnionvloeistof	Amnionvloeistof neemt af, kop is tussen de poten
18	Groei, koppositie	De groei van het embryo is bijna compleet, kop is onder de rechtersleugel
19	Dooier	De dooierzak wordt in het lichaam opgenomen, embryo neemt bijna gehele ei in beslag

Broed-dagen	Kenmerk	Typering
20	Dooier, longen	De dooierzak is volledig in het lichaam opgenomen, het embryo/kuiken doorbreekt het binnenste membraan naar de luchtkamer en gaat via de longen ademen. Het aanpikken van de eischaal begint
21	Eischaal	In 12 tot 18 uur weet het kuiken de eischaal te doorbreken en zich uit het ei te bevrijden

(Warin, 2009; Jia et al., 2023b; PoultryHub, 2025)

2.2.1 Bewustzijn van het embryo

In Duitsland is onderzoek gedaan naar de leeftijd waarop embryo's al wel of niet een bewustzijn van prikkels laten zien. Hiertoe zijn prikkels toegediend aan embryo's in het ei (Baumgartner, 2023). Bij de proefgroep werd een schadelijke prikkel (elektrische en warmteprikkel) toegediend aan de snavel, bij de controlegroep werd de snavel alleen aangeraakt. Een tweede controlegroep kreeg eerst een verdovingsmiddel toegediend, waarna ofwel de elektrische en warmteprikkel volgde ofwel alleen het aanraken van de snavel. Om enige reactie vast te stellen werden bloeddruk, hartslag, gedrag en EEG gemonitord (Kollmansperger et al., 2023; Süß et al., 2023; Weiss et al., 2023).

Bij toediening van de schadelijke prikkel werden fysiologische reacties aan het embryo waargenomen vanaf 16 dagen broeden, met een enkeling die reeds op broeddag 15 reageerde. Gedragsresponsen (reflexen) werden vanaf dag 15 waargenomen (Süß et al., 2023). EEG-activiteit werd vanaf broeddag 13 waargenomen (Kollmansperger et al., 2023). De onderzoekers concluderen daaruit dat theoretisch tot en met broeddag 12 de zenuwen onvoldoende ontwikkeld zijn om prikkelgeleiding naar de hersenen mogelijk te maken. Op basis hiervan concluderen de onderzoekers dat embryo's tot broeddag 13 geen pijnperceptie hebben en ze door afwezigheid van prikkelgeleiding ook niet merken dat het broedproces gestopt wordt. Broeddagen in dit onderzoek zijn berekend vanaf inleg, waarbij geen noemenswaardige opwarmperiode gehanteerd is.

2.3 Voorkomen uitbroeden mannelijke kuikens

Simpel gesteld komt het uitbroeden van een ei neer op het ei onder geconditioneerde omstandigheden houden tot het moment dat het kuiken uit het ei kruipt. Deze geconditioneerde omstandigheden betreffen vooral temperatuur en luchtvochtigheid en in de eerste periode moet het ei ook nog regelmatig gekeerd worden.

In de praktijk zijn er echter veel zaken waar rekening mee moet worden gehouden om een zo efficiënt mogelijke productie van kuikens te verkrijgen. Hieronder worden een aantal zaken weergegeven die een relatie hebben met het in ovo seksen. Onderscheid is daarbij gemaakt tussen het broedproces, wat de verschillende stappen beschrijft van opslag, broeden en uitkomst, en broederijtechniek, wat meer ingaat op in ovo.

2.3.1 Broedproces

Opslag en voorbereiding

Broedeieren worden geconditioneerd bewaard tot het moment dat ze het broedproces in gaan. Doorgaans is de temperatuur constant op 16-17°C, maar bij langere bewaarduur kan dit wat lager zijn ingesteld. Bij een te sterke overgang van bewaar temperatuur naar broedtemperatuur kan er sterfte optreden, waardoor het uitkomstpercentage negatief beïnvloed wordt. De eieren worden daarom eerst langzaam opgewarmd tot broedtemperatuur. Dit proces kan per broederij en per inleg variëren. De ene broederij warmt op in 23 uur, een ander kiest een pre-heating van ca 6 uur. Doorgaans duurt dit proces maximaal 24 uur, maar in theorie kan het over een langere periode uitgesmeerd worden.

Broedduur

Tijdens de opwarmperiode gaat de ontwikkeling van het embryo door en neemt toe naarmate de temperatuur hoger wordt. Bij begin van het daadwerkelijke broedproces (waarbij de temperatuur 100 F is), zal het embryo dus verder ontwikkeld zijn als het een langere opwarmperiode doorgemaakt heeft. Volgens HatchTech (pers. meded.) staan 2 dagen opwarmen globaal gelijk aan 1 dag ontwikkeling van het embryo, maar dit is uiteraard ook afhankelijk van welke temperatuurcurve gevolgd wordt. De opwarmtijd heeft ook effect op het uitkomsttijdstip. Hoe langer het opwarmen duurt, hoe korter daardoor de daadwerkelijke broedduur wordt.

Logistieke planning

Broederijen werken vaak met vaste inlegdagen en vaste afraapdagen. Dat heeft voordelen voor het inzetten van specialistisch personeel (b.v. voor het seksen en enten van eendagskuikens). Ook wordt op deze manier vaak zodanig gepland dat er in het weekend geen arbeid nodig is. Naast de planning voor het inleggen van de broedeieren en het afrapen van de kuikens is er ook nog het moment dat de eieren van de voorbroedkast naar de uitkomstkast overgezet worden.

2.3.2 Broederij technieken

In ovo seksen

Technieken voor in ovo seksen kunnen doorgaans vanaf dag 9 in het broedproces toegepast worden, met een uitloop tot maximaal dag 12. In de praktijk worden ze doorgaans rond broeddag 11-12 toegepast. Uit Duits onderzoek komt naar voren dat rond broeddag 12-13 het embryo hersenactiviteit gaat geven op toegediende pijnprikkels. Het uitsellecteren van mannelijke broedeieren dient daarom vóór dit tijdstip te gebeuren om er zeker van te zijn dat het embryo het niet merkt en geen onnodige stress ervaart. KAT vereist dat het uitsellecteren van mannelijke broedeieren vóór dag 13 van het broedproces gedaan wordt. Om er zeker van te zijn dat het seksen correct en binnen het juiste tijdsframe plaatsvindt, vereist KAT dat de broederijen van elk onder KAT-regels uitgevoerde broedbatch een aantal gegevens in een database invoert: datum begin broeden, datum in ovo geslachtsbepaling, broeddag waarop de geslachtsbepaling doorgevoerd is, aantal als vrouwelijk aangemerkte eieren, aantal als mannelijk aangemerkte eieren, aantal niet detecteerbare eieren. Deze informatie moet de broederij uiterlijk 3 weken na uitkomst in de KAT-databank invoeren (KAT, 2024c).

Er blijft dan nog steeds een zekere marge in ontwikkeling van het embryo mogelijk als gevolg van een kortere of langere opwarmtijd.

Logistieke planning

Recent is het proces van in ovo seksen als extra onderdeel in de logistieke planning gekomen. Afhankelijk van de gekozen methode vergt dit meer of minder arbeidsinzet. Om alle arbeid zodanig te plannen dat niet in de weekenden gewerkt hoeft te worden, wordt bijvoorbeeld het in ovo seksen niet altijd strikt op dag 9 van het broedproces uitgevoerd. Verschuiving naar dag 10 of 11 kan dan nodig zijn of zelfs naar dag 12 als werkzaamheden over het weekend heen getild worden. Deze verschuiving kan de daadwerkelijke geslachtsbepaling betreffen, maar het kan ook zijn dat het geslacht reeds bepaald is, maar de mannelijke eieren nog niet uit het broedproces gehaald zijn. Omdat de computer de locaties van de mannelijke eieren kent, kunnen deze makkelijk een of twee dagen later pas verwijderd worden als dat gezien weekenden of andere drukke bezigheden beter uitkomt.

Uitsellecteren mannelijke broedeieren

Uiteindelijk wordt op basis van de toegepaste in ovo techniek en de logistieke planning van de broederij een moment gekozen, waarop de mannelijke broedeieren uit het broedproces verwijderd worden. Dit dient gedaan te worden vóórdat het embryo hier enig besef van kan hebben. Duits onderzoek geeft aan dat neurologische responsen pas op broeddag 13 waarneembaar zijn (Kollmansperger et al., 2023). Het verwijderen van de mannelijke eieren wordt daarom uiterlijk op dag 12 uitgevoerd. KAT heeft in haar richtlijnen geborgd dat het beëindigen van het broedproces bij mannelijke embryo's tot 13 dagen is toegestaan (KAT, 2024c).

Nabehandeling mannelijke broedeieren

De Cheggy (AAT) methode kent een nabehandeling van de uit het broedproces gehaalde mannelijke broed met behulp van de Stunny, die via twee elektrodes stroom door het ei heen stuurt om het embryo te verdoven (Wenzlawowicz, 2021; Niekerk and Workamp, 2022). Dit is voldoende om 99,3% van de embryo's te verdoven en lijkt tot nu toe de beste methode te zijn (Zumbrink et al., 2020; Niekerk and Workamp, 2022). Hierna worden de eieren versneden en voor verwerking afgevoerd. Geen van de andere in ovo methodes heeft een dergelijke nageschakelde techniek, omdat men de selectie van mannelijke broedeieren doet vóór dag 13 en er dan volgens het Duitse onderzoek van Kollmansperger et al. (2023) nog geen pijnbeleving bij het embryo is. De haaneieren worden doorgaans gebroken om de ontwikkeling te stoppen.

2.3.3 Ontwikkelingen op gebied van geslachtsbepaling

De ontwikkelingen op het gebied van in ovo gaan zeer snel. Er worden steeds meer kenmerken gevonden waarop mannelijke en vrouwelijke eieren c.q. embryo's verschillen en die mogelijk gebruikt zouden kunnen worden als selectiemethode.

Er is en wordt vrij veel onderzoek gedaan naar mogelijkheden om het geslacht van een kuiken te bepalen voordat het uit het ei komt. Deze onderzoeken zijn niet allemaal uitgevoerd op eieren van leghennen, veel onderzoeken richten zich op kalkoenen, vleeskuikens of andere vogels (Alin et al., 2019; Okuno et al., 2020; Pardo et al., 2022). De algemene verwachting is dat de bevindingen in principe ook gelden voor kippeneieren.

De ontwikkelingen in Duitsland hebben invloed gehad op de focus van de verschillende onderzoeken. Aanvankelijk beoogde de Duitse wet om in ovo alleen te accepteren indien toegepast tot en met de 6^e broeddag. De ontwikkelingen waren dan ook gericht op het steeds vroeger kunnen vaststellen van het geslacht van het embryo. Een bepaling op jonge leeftijd kan op dit moment alleen betrouwbaar uitgevoerd worden met invasieve methoden. Omdat deze gericht zijn op bepalingen in de allantoïs-vloeistof en deze op broeddag 6 of eerder nog onvoldoende aanwezig is, konden deze technieken niet aan de eisen van de Duitse overheid voldoen. Omdat er geen enkele techniek voorhanden was die binnen de gestelde termijn aan de Duitse wettelijke eis kon voldoen, werd druk uitgeoefend op de Duitse overheid om deze eisen te heroverwegen. In antwoord hierop liet de Duitse overheid een groot onderzoek uitvoeren naar het bewustzijn van embryo's in relatie tot de broeddag. Het betreffende onderzoek concludeerde dat er tot 13 dagen geen pijnbeleving of bewustzijn mogelijk kan zijn in een embryo (Kollmansperger et al., 2023). Hoewel dit slechts één onderzoek betreft (waar nog een aantal vraagtekens bij te plaatsen zijn, zie hoofdstuk Discussie) en er andere onderzoeken zijn die de grens op een wat jongere leeftijd leggen (zie eerdere rapport, waarin staat dat tussen 7 en 13 dagen de meningen van onderzoekers verdeeld zijn), is het Duitse onderzoek wel gedegen en wetenschappelijk correct uitgevoerd, gebruik makend van verschillende meetmethoden. Op basis van dit onderzoek van Kollmansperger et al. (2023) is de Duitse wetgeving aangepast door in ovo technieken toe te staan tot en met dag 12 van het broedproces.

Na de wijziging van de Duitse wet viel de drijfveer enigszins weg om te zoeken naar methoden die op jonge leeftijd toe te passen zijn. De niet invasieve methoden die nu praktijkrijp zijn richten zich op bepaalde ontwikkelingen van het embryo (veren, geslachtsorganen), die alleen op wat latere leeftijd vastgesteld kunnen worden. Omdat niet invasieve methoden wat minder risico geven op afsterven van het embryo, zijn de broederijen zich daar wat meer op gaan richten. Hierdoor zijn diverse verschuivingen te zien in de toepassing van in ovo technieken en in de keuze voor technieken, waarbij bijvoorbeeld de techniek van PLANTegg, waarmee op dag 9 de geslachtsbepaling plaats kan vinden, ingeruild wordt voor Orbem, waar de geslachtsbepaling op 12 dagen plaatsvindt (N.N., 2024c).

Los van deze overwegingen kan het toch interessant zijn om de seksebepaling op jonge leeftijd te doen, met name als dit vóór aanvang van het broedproces kan worden gedaan, zodat minder broedcapaciteit nodig is.

2.3.4 Technieken voor geslachtsbepaling

Recent zijn diverse review papers verschenen, die een goed overzicht geven van de verschillende technieken voor geslachtsbepaling in het ei (Krautwald-Junghanns et al., 2018; Corion et al., 2023; Jia et al., 2023b). Een aantal technieken zijn nog niet praktijkrijp, maar kunnen in de toekomst wellicht wel een rol gaan spelen. Er wordt daarbij onderscheid gemaakt tussen wel en niet invasieve methodes.

2.3.4.1 Invasieve methoden

Voor deze methoden is het nodig om vloeistof of weefsel ter analyse uit het ei te halen. De meeste methoden gaan uit van bepalingen aan stoffen in de allantoïs-vloeistof. Allantoïs-vloeistof bevat de excretie van het embryo, waaronder diverse oestrogene bestanddelen. Bij mannelijke embryo's blijkt de concentratie van deze stoffen lager te zijn dan bij vrouwelijke embryo's. Weissmann et al. (2014) gaven een betrouwbaarheid aan van 84% op dag 8 + 4 uur en 98% (bij LB) en 100% (bij LSL) bij uitvoering op dag 9+4 uur. Vergeleken met een controlegroep was het uitkomstpercentage echter gereduceerd met 1,4 tot 3,5 % (LB) en 12,7 % (LSL) als gevolg van het verzamelen van de allantoïs-vloeistof. In de periode waarin dit onderzoek werd uitgevoerd werd de allantoïs-vloeistof nog met behulp van een naald uit het ei gehaald. Inmiddels zijn er technieken ontwikkeld, waarbij via lasertechnieken een gaatje in de eischaal gemaakt wordt en de vloeistof uit het ei gezogen wordt. Doordat deze methoden minder invasief zijn, is het negatieve effect op de uitkomst sterk gereduceerd. Galli et al. (2018) geven aan dat de invloed op het embryo minimaal is bij invasieve methoden, waarbij het binnenste vlies in het ei heel blijft. Zij konden op deze wijze via optische spectroscopie een betrouwbaarheid in seksen bereiken van 90% met een uitkomstpercentage van 96%. Zij geven als verklaring dat er zo geen externe invloeden kunnen zijn op het embryo. Om allantoïs-vloeistof uit het ei te krijgen zal er ook in het binnenste vlies een gaatje moeten komen. Echter, de hitte van de laser zorgt ervoor dat de omgeving rondom het gaatje direct ontsmet is. Doordat het aanprikken van de allantoïs-vloeistof of op afstand van het embryo plaatsvindt, heeft de hitte daarop geen effect. Het gaatje kan gedicht worden met bijenwas, wat een natuurlijk product is en zo geen probleem vormt voor verwerking van mannelijke eieren in diervoeding (Pers. meded. HatchTech). De externe invloed op het embryo is op deze wijze minimaal, wat tot vergelijkbare uitkomstpercentages zal leiden dan in het onderzoek van Galli et al. (2018).

Doordat in ovo vaccinaties doorgaans op een later moment toegediend worden dan de geslachtsbepaling, kunnen beide zaken niet gecombineerd worden.

Geslachtsbepaling via de allantoïs-vloeistof wordt reeds enkele jaren in de praktijk toegepast, doorgaans via PCR-technieken.

Hormonen

Het geslacht van het embryo kan bepaald worden aan de hand van verschillende hormoonconcentraties: oestron (E1), estradiol (E2), oestriol (E3), testosteron (T), androsteendion (A4) en dihydrotestosteron (DHT). Metabolieten hiervan worden gevonden in de allantoïs-vloeistof, eigeel, embryovloeistof en serum. Via PCR of ELISA kunnen de concentraties bepaald worden in het serum. Mannelijke embryo's kenmerken zich door een hogere E1/E2 ratio en een hoger T-niveau. Vrouwelijke embryo's kenmerken zich door een lagere E1/E2 ratio, meer variatie in de concentratie E2 en een lagere T-concentratie. T-niveau was significant hoger in mannelijke embryo's (Wang et al., 2019).

Bloedsamenstelling

Met behulp van Raman en Fluorescent spectroscopie kan het geslacht bepaald worden aan de hand van bloed in de bloedvaten, waarbij het bloed van mannelijke en vrouwelijke embryo's verschilt in samenstelling van bepaalde vetten en eiwitten. Deze methode kan tot dag 3,5 van het broedproces toegepast worden en geeft een nauwkeurigheid van 90%. De technieken zijn echter nog niet op grote schaal toepasbaar (Galli et al., 2017).

Een andere techniek richt zich op hemoglobine in het bloed, die verschillend is voor mannelijke en vrouwelijke embryo's. Via spectroscopische technieken kan met een betrouwbaarheid van 96% het geslacht bepaald worden (Preuße et al., 2023).

Voor bepalingen aan de bloedsamenstelling moet wel een gaatje in de eischaal gemaakt worden, maar dit dient alleen om goed zicht op de bloedvaten te verkrijgen, er hoeft geen vloeistof uit het ei onttrokken te worden.

DNA

De sekse kan afgeleid worden aan het DNA, het erfelijk materiaal van het embryo. Allereerst betreft dit de geslachtschromosomen. Vrouwelijke dieren hebben XY-, mannelijke hebben XX-chromosomen. Het mannelijke chromosoom is circa 2% zwaarder dan het vrouwelijke chromosoom, hetgeen vast te stellen is via flow cytometrie (Tiersch, 2003). Via elektroforese en PCR-technieken is ook het verschil in mannelijke en vrouwelijke geslachtschromosomen vast te leggen (Nandi et al., 2003). Deze techniek kan uitgevoerd worden op nog onbebroede eieren via een punctie van het blastoderm. Hoewel een blastoderm uit ruim 40.000 cellen bestaat, kan een beschadiging toch leiden tot het afsterven ervan en zodoende tot een lagere uitkomst. Na 72 uur bebroeden is dit nadelige effect duidelijk minder. Vooralsnog is de methode (nog) niet geschikt voor toepassing op grote schaal.

Andere op DNA gerichte technieken richten zich op DNA verkregen uit de allantoïs-vloeistof, bloed, veren of de hersenen (Corion et al., 2023). Ook hiervoor is het nodig om dit via een punctie uit het ei te halen. De gebruikte technieken zijn doorgaans spectroscopisch (micro-CT, MRI, diverse tomografie-technieken).

2.3.4.2 Niet-invasieve methoden

Deze methoden gebruiken technieken die geslachtsbepaling kunnen doen zonder dat er een gaatje in de eischaal gemaakt hoeft te worden. Een deel van de methoden maakt gebruik van spectroscopie, waarmee men in het geval van doorzichtige (witte) eischalen zeer snel bepalingen kan uitvoeren. Andere methoden gaan uit van akoestische signalen, zoals bepalingen aan de hartslag van het embryo (Glahn et al., 1987).

Eivorm

Reeds voordat het ei de broedmachine in gaat zijn er variabelen die voorspellend zijn voor het geslacht. Allereerst is de vorm van een mannelijk en vrouwelijk ei, zoals lengte, breedte en volume, gemiddeld wat anders maar de verschillen bleken niet altijd een sterke relatie te hebben met het geslacht (Yilmaz-Dikmen and Dikmen, 2013; Pardo et al., 2022; Jia et al., 2023b), met name doordat er een overlap is tussen de vrouwelijke en mannelijke kenmerken, waardoor de foutmarge vrij groot is (Yilmaz-Dikmen and Dikmen, 2013).

Bloedvatstelsel

Zodra het bloedvatstelsel zich gaat ontwikkelen kan aan de hand hiervan ook het geslacht van het embryo bepaald worden. Mannelijke embryo's hebben meer grote aderen en een meer symmetrisch verspreid stelsel van kleine bloedvaatjes. Vrouwelijke embryo's hebben minder grote bloedvaten en de kleine bloedvaten zijn minder symmetrisch verdeeld (Zhu et al., 2021; Corion et al., 2023; Jia et al., 2023a). Deze verdeling kan bepaald worden bij witte eieren tussen de 3e en 5e dag van bebroeden, maar onregelmatigheden op het ei (zandkoppen, donkere vlekken e.d.) kunnen het beeld nogal verstoren. De nauwkeurigheid van deze methode is doorgaans zo'n 80-85%, hetgeen voor commerciële doeleinden te laag is. De vraag is hoe groot deze is bij bruine eieren.

Hartslag

Reeds vanaf dag 2 of 3 van incubatie is een hartslag waarneembaar. Tussen dag 15-19 van het broedproces is deze stabiel genoeg om bepalingen aan uit te voeren. Vrouwelijke embryo's blijken gemiddeld een iets hogere hartslagfrequentie te hebben dan mannelijke (Glahn et al., 1987). De methode blijkt echter sterk beïnvloed te worden door de temperatuur van het embryo en er is tevens een dermate overlap tussen mannelijke en vrouwelijke embryo's, dat praktische toepassing niet mogelijk is.

VOC

Gedurende de ontwikkeling van het embryo vindt er een uitwisseling van gassen plaats door de eischaal heen. De samenstelling van deze vluchtige organische componenten (VOC) is anders voor vrouwelijke en mannelijke embryo's. Door middel van gasdetectie, gekoppeld aan een programma is een hoge mate van betrouwbaarheid te realiseren voor het vaststellen van de sekse (Xiang et al., 2022). De methode is in die zin lastig, dat het geurpatroon van vrouwelijke en mannelijke embryo's in de periode 0 tot 9 dagen wijzigt en ook nog per ras kip kan verschillen. De bepaling is dus vrij sterk leeftijds- en ras-afhankelijk. TeraEgg, opgericht door Ovabrite en Novatrans, richt zich op geslachts- en vruchtbaarheidsbepaling via VOC met behulp van terahertz (THz) signalen.

THz is een nieuwe technologie, die zich in de voedingsindustrie al bewezen heeft en de potentie heeft voor VOC-identificatie en -kwantificatie door combinatie van chemische en optische meetmethoden (Coppola et al., 2024).

Lichtdoorlatendheid

Alin et al. (2019) maken melding van een methode, die oorspronkelijk ontwikkeld is voor geslachtsbepaling bij vleeskuikens. Deze methode meet de lichtdoorlatendheid van de eischaal. Als het embryo groeit zal de lichtdoorlatendheid afnemen. Dit blijkt bij mannelijke embryo's meer te zijn dan voor vrouwelijke embryo's. Hoewel de accuratesse slechts 84% is, zien de onderzoekers wel mogelijkheden om deze richting de toekomst te verbeteren door verbeterde softwarematige technologieën. De technologie wordt commercieel als LivEgg op de markt gebracht (Johnson, 2019), maar ook onder de naam Omegga (<https://omegga.com/>), ondersteund door EIT Food.

Operationele en experimentele in ovo mogelijkheden

In tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de in ovo technieken, zoals die nu operationeel zijn in de praktijk. Drie van de vijf technieken meten aan de allantoïs-vloeistof en zijn dus invasief. In tabel 4 wordt een overzicht gegeven van de verschillende methoden die in ontwikkeling zijn. Hoewel deze nog niet praktijkrijp zijn, kunnen deze methoden in de toekomst wel ingezet gaan worden. Detectie kan verbeterd worden door met name betere zelflerende programma's, die de gemeten waarden beter kunnen inschatten. Wellicht kan een koppeling van een aantal methoden, die op zichzelf een te grote foutmarge hebben, een voldoende kleine gezamenlijke foutmarge opleveren.

Tabel 3 Overzicht van diverse in ovo technieken.

	Niet-optisch			Optisch	
	PLANTegg	Respeggt	ELLA	ORBEM	CHEGGY
Bedrijf	In Ovo			Genus Focus	AAT
Oorsprong	(DE)	(DE)	(NL)	(DE)	(DE)
Techniek	<---- Allantoïs vloeistof (punctie ei) ---->			<---- Contactloos ---->	
	DNA-analyse	PCR-analyse	Spectrometrie	NMR	VIS-NIR
Selectie op broeddag:					
- technisch mogelijk:	9	9	9	12	12-13
- uiterlijk in praktijk*:	11-12	11-12	11-12	12	12-13
Nauwkeurigheid	99%	99%	~95%	~98%	97%
Eieren/uur/machine	3.000	3.600	6.500	3.000	20.000
Welke eieren	Alle eieren	Alle eieren	Alle eieren	Alle eieren	Alleen bruine eieren
Operationeel in	NL	NL, DE	NL, BE	NL, FR	FR, IT, NL, BE, DE, SP

* Om logistieke redenen kan de selectie en/of het uit het broedproces halen van mannelijke eieren wat later plaatsvinden.

Tabel 4 *Overzicht van enkele experimentele, niet-invasieve in ovo mogelijkheden.*

Methodie	Wijze van detectie	Op broed- dag	% fout	Overig
Bloedvaten	Optische camera; ontwikkeling bloedvaten (dikte hoofdvaten, verdeling kleinere vaten)	4	10%	Verbetering mogelijk door verdere ontwikkeling analyse model (Zhu et al., 2021; Jia et al., 2023a)
Eivorm	Optische camera; vorm van het ei	0	15-20%	(Yilmaz-Dikmen and Dikmen, 2013; Pardo et al., 2022)
Geur	Gasdetectie, geurpatroon (samenstelling) van vluchtige gassen (VOCs= Volatile organic compound) uit ei	0-9	0-20%	Geurpatroon wijzigt naarmate het embryo verder ontwikkelt, maar is specifiek per sekse. Accuratesse verschilt per merk dier. (Xiang et al., 2022)
Lichtdoorlatendheid schaal	Puur optisch, gekoppeld aan selflearning model; lagere lichtdoorlatendheid bij mannelijke embryo's	6/7		Omegga: meting over 6 dagen (https://omegga.com/) LiveEgg: meting over 7 dagen (Johnson, 2019)

2.3.5 Snelheid van geslachtsbepaling

De snelheid van geslachtsbepaling van het embryo hangt samen met de gebruikte techniek. Niet-invasieve technieken, met name de spectrometrische, zijn zeer snel, zonder de noodzaak van een laboratoriumtest, en kunnen in een in-line opstelling uitgevoerd worden. Voor de invasieve methoden, waarbij een punctie van de allantoïs-vloeistof genomen wordt, die in een laboratorium verder onderzocht moet worden, is tijd nodig voor de bepalingen. Een PCR test duurt ongeveer een uur. Doordat het gehele proces van punctie tot uitselecteren van mannelijke eieren computergestuurd is, onthoudt de computer de positie van de eieren van begin tot eind. Er kunnen dus analyses van duizenden eieren gedaan worden, waarbij de tijdsduur van de PCR-analyse daardoor niet echt een beperkende factor meer is. Zodra de uitslag van de PCR er is, kan de computer deze informatie verderop in het proces toepassen en de mannelijke eieren uitselecteren (Pers. meded. HatchTech).

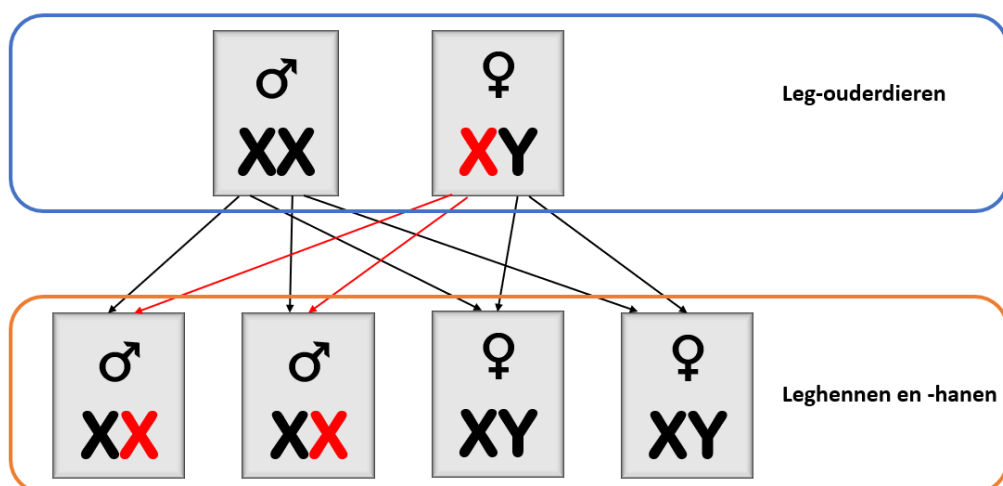
Zodra de uitslag van de PCR bekend is, kunnen de mannelijke eieren uitgeselecteerd worden, maar indien dit logistiek handiger is (b.v. in verband met weekenddagen), kan dit ook op een later tijdstip plaatsvinden. Hoewel de bepaling dus langer duurt dan bij niet-invasieve methoden, is de flexibiliteit van werken dusdanig dat dit geen belemmering vormt (Pers. meded. HatchTech). Indien de allantoïs-vloeistof niet met behulp van PCR, maar met spectrometrische technieken onderzocht wordt, kan het proces veel sneller verlopen.

Hoewel er een limiet zit aan de capaciteit van de in ovo machines, zegt dit weinig over de snelheid waarmee een bepaalde hoeveelheid eieren verwerkt kan worden. Vaak kunnen meerdere machines naast elkaar gebruikt worden, waardoor de capaciteit opgevoerd kan worden. Juist door het gebruik van een dergelijke modulaire opbouw kan flexibel ingespeeld worden op de situatie in bestaande broederijen. Tot nu toe is de capaciteit van de in ovo machines in Nederlandse broederijen toereikend voor de volledige doorloop aan broedeieren en is dus geen beperkende factor (Pers. meded. HatchTech).

2.3.6 Genetische oplossingen

In verschillende landen wordt onderzoek gedaan naar genetische oplossingen voor geslachtsbepaling van eieren. Corion et al. (2023) en Coppola et al. (2024) geven een overzicht van tot nu toe bekende onderzoeken. Reeds in 2002 werd melding gemaakt van een techniek, waarbij door middel van genetische manipulatie een gen ingebracht wordt, waardoor mannelijke embryo's afsterven in het ei (Beisswanger, 2002). Douglas et al. (2021) hebben deze techniek succesvol toegepast op muizen en geven aan dat toepassing in pluimvee mogelijk is. Het Israëlische bedrijf Poultry by Huminn (voorheen NRS poultry, <https://www.huminnpoultry.com/>) heeft deze technologie toepasbaar gemaakt in pluimvee. Het Israëlische EggXyt en het Australische CSIRO gebruiken een vergelijkbare techniek. Daarbij gaan de mannelijke embryo's niet dood, maar lichten eieren met mannelijke embryo's op onder een UV-lamp (www.eggxyt.com).

Dit is gerealiseerd door een genmutatie aan te brengen, een zogenaamde biomarker, die alleen aan de mannelijke dieren wordt doorgegeven (figuur 2.2). De vrouwelijke dieren hebben deze biomarker niet en zijn genetisch dus niet gemodificeerd (Doran et al., 2018). Het voordeel van deze methode boven die van Beisswanger (2002) is, dat de selectie gedaan kan worden voordat de eieren de broedmachine in gaan. De methode heeft een nauwkeurigheid van nagenoeg 100% en is reeds zover ontwikkeld, dat implementatie in de praktijk mogelijk is. Omdat de selectie reeds kan worden uitgevoerd voordat de eieren het broedproces in gaan, is er ook geen discussie over het afdoden van embryo's. CSIRO in Australië meldt verder als bijkomend voordeel, dat de mannelijke eieren gebruikt kunnen worden in de vaccin-industrie, waar men immers bevruchte eieren nodig heeft bij de ontwikkeling van vaccins (CSIRO, 2024). Hoewel er bij deze techniek een stukje gen van een andere diersoort wordt gebruikt, wordt de aanpak niet in alle landen als GMO gedefinieerd, o.a. omdat het eindproduct, de leghen, dit gen niet meer heeft. De vraag is dus of deze techniek maatschappelijk geaccepteerd en wettelijk toegelaten gaat worden in Europa.



X = genetisch gemodificeerd geslachtschromosoom

In tegenstelling tot zoogdieren zijn bij vogels de mannelijke dieren XX en de vrouwelijke dieren XY

Figuur 2.2 Genmutatie ter identificatie van mannelijke embryo's.

De genmutatie wordt in de moederlijn van de legouderdieren ingebracht in het X-chromosoom. Daardoor kan het gen alleen aan mannelijke nakomelingen doorgegeven worden.

2.3.7 Geslachtsverandering

Hoewel bevruchte eieren genetisch reeds mannelijk of vrouwelijk zijn, zijn de geslachtsdelen dit aanvankelijk nog niet. Pas na dag 6 van de embryonale ontwikkeling beginnen deze zich te differentiëren tot eierstokken in genetisch vrouwelijke embryo's of testes in genetisch mannelijke embryo's. Tot die tijd zijn de geslachtsdelen 'bi-potentieel', wat betekent dat ze zich kunnen differentiëren in testikels of eierstokken, ongeacht het geslacht zoals in de genen vastgelegd is (Okuno et al., 2020). De "Soos-behandeling" van het Israëlische bedrijf N.R. SOOS Technology Ltd. maakt hier gebruik van en veroorzaakt door het introduceren van geluidstrillingsenergie, in combinatie met specifieke luchtvochtigheid en temperatuur, in het reguliere incubatieprofiel een opwaartse regulatie van vrouwelijke genexpressie ten opzichte van mannelijke genexpressie. Als gevolg hiervan vertonen genomische mannelijke kuikens een vrouwelijk fenotype (eierstokken) en functie (eieren leggen) (SOOS, 2024). Waar de normale geslachtsverhouding ongeveer 50% hennen oplevert, zijn de onderzoekers van SOOS erin geslaagd om dit tot 65% te verhogen. Hun doel is om tot 100% hennen te komen. Daartoe is meer inzicht nodig in de achterliggende mechanismen van de geslachtsverandering (Kenny, 2022).

2.4 Opfokken leghanen

Met de toename van de toepassing van in ovo technieken is er een afname van eendagshanen die opgefokt worden. Er zullen echter altijd nog hanen opgefokt worden, enerzijds vanwege fouten in het in ovo seksen, waardoor er toch haantjes geboren worden, anderzijds omdat bepaalde concepten het houden van hanen in hun systeem geïntegreerd hebben. Een voorbeeld daarvan is Kipster, die de broederhanen in een aparte stal opfokt. Het vlees wordt, net als de eieren, door Lidl afgenomen en vermarkt. Een ander voorbeeld is het concept Geluksvogel. Hierbij zijn bedrijven aangesloten die op een kleinschalige manier kippen houden in kipcaravans. Voor de hanen zijn dan aparte karren beschikbaar, waarin ze opgefokt worden. Bij de Geluksvogel lopen ook initiatieven met dubbeldoelkippen, waardoor het opfokken van de hanen ook daadwerkelijk een goed beveleesd resultaat oplevert. Geluksvogel verkoopt via Ekoplaza en Odin diverse producten met hanenvlees (worstjes, hanensoep). De grootste groep hanen die opgefokt wordt komt van biologische koppels. Het merendeel van deze hanen wordt echter niet biologisch opgefokt. Ze worden overwegend in Duitsland en Polen opgefokt en daar ook geslacht. Opfok gezamenlijk met de hennen is vanuit praktisch oogpunt niet wenselijk vanwege extra bewegingen (afvoer) op het opfokbedrijf, tenzij het kleine aantallen betreft, die in de legperiode ook bij het koppel blijven. Deze haanplaatsen brengen ook meerkosten met zich mee (nemen ruimte van hennen in).

In het vorige rapport (van Niekerk and Workamp, 2022) is reeds aangegeven dat het opfokken van leghanen in principe een verliesgevende activiteit is:

- De relatief lange opfokperiode in combinatie met het lage eindgewicht levert een zeer ongunstige voederconversie op (circa 3,5 tot 4,0).
- De CO₂ productie ligt bij leghanen per kg vlees een factor 2,5 hoger dan bij gangbare vleeskuikens (Bessei, 2021).
- Het eindproduct (1,3 tot 1,5 kg levend gewicht) is weinig beveleesd (in verhouding veel karkas); de vraag hiernaar is zeer beperkt en het ligt niet in de verwachting dat deze toe zal nemen.
- Een groot deel van de leghanen wordt als separatorvlees benut of gaat voor dumprijzen naar met name Afrikaanse landen, met marktverstoring aldaar tot gevolg.

In het vorige rapport (van Niekerk and Workamp, 2022) is ook aandacht geschonken aan het welzijn van opfokhanen:

- Het slechte economische perspectief kan belemmerend werken op de motivatie om leghanen op een diervriendelijke wijze te houden.
- Het merendeel van de leghanen wordt in Polen geslacht, hetgeen betekent dat ofwel de eendagshaantjes ofwel de opgefokte leghanen over lange afstand getransporteerd moeten worden.
- Leghanen opfokken vergt een geheel andere expertise dan het opfokken van vleeskuikens, omdat de dieren veel actiever en schrikachtiger zijn (met meer risico op hoge uitval door op een hoop vliegen). Ook zaken als darmproblemen leiden sneller tot uitval dan bij vleeskuikens. Daarnaast vergt het houden van leghanen een goed ingerichte stal en een goed management om schade en uitval door pikkerij te voorkómen (van Niekerk and Workamp, 2022).

2.4.1 KAT-regels

Sinds enige jaren heeft KAT nieuwe richtlijnen voor het opfokken van leghennen en broederhanen. De laatste wijzigingen zijn geldig vanaf 1 april 2024. Een van de richtlijnen gaat over het KAT-waardig houden van opfokdieren, de andere gaat over de eisen waaraan reguliere opfokdieren moeten voldoen, die geleverd worden aan KAT-gecertificeerde bedrijven (KAT, 2024b; e).

Een overzicht van de opfokeisen staat in bijlage 1. De eisen voor de houderij van hanen zijn nagenoeg gelijk aan de opfokeisen voor leghennen. Alleen voor zitstokruimte en ronde voerpannen zijn ruimere eisen opgenomen en in het geval van buitenuitloop moeten hanen minimaal 1/3 van hun leven naar buiten kunnen.

Hoewel de KAT regels nagenoeg gelijk zijn aan de Europese regels, zoals vastgelegd in de Uitvoeringsverordening (EU) 2020/464 voor biologische producten (E.U., 2020), stelt deze laatste nog enkele extra eisen:

- De bezettingsdichtheid voor opfokhennen en leghanen is maximaal 21 kg levend gewicht/m²
- Zitstokken of verhoogde zitniveaus of beide, met minimaal 10 cm zitstok per dier of minimaal 100 cm² verhoogd zitniveau per dier. Dit moet beschikbaar zijn "vanaf dat de dieren jong zijn" (waarbij verder geen specificatie gegeven wordt).
- Vanaf 56 dagen toegang tot de uitloop geven.

2.4.2 Skal

Skal handhaaft voor biologisch gehouden leghanen de Europese regels, zoals vastgelegd in de Uitvoeringsverordening (EU) 2020/464 voor biologische producten (E.U., 2020). Deze komen nagenoeg geheel overeen met de KAT-normen (voor regulier en biologisch), zoals in bijlage 1 aangegeven.

2.4.3 Beter Leven keurmerk

De Dierenbescherming overweegt om voor hanenopfok ook Beter Leven criteria te ontwikkelen, maar deze zijn ten tijde van het schrijven van dit rapport nog niet bekend.

2.5 Dubbeldoelkippen

Dubbeldoelkippen zijn kippen, die voor twee doelen geschikt zijn: zowel vlees als eieren. Zowel de hennen als de hanen zijn meer bevestigd dan legrassen, maar minder dan vleesrassen. De dubbeldoelhennen leggen minder eieren dan de specifieke legrassen. Vanwege hun wat zwaardere, meer bevestigde lichaam hebben ze meer voer nodig voor onderhoud. De lagere eiproduktie en het hogere voerverbruik leiden tot een lagere opbrengst. Daarentegen is bij het opfokken van dubbeldoelhanen minder voer nodig voor vleesaanzet, bereiken de hanen een goed eindgewicht, waardoor ze beter te slachten zijn en meer vleesopbrengst hebben dan hanen van legrassen. Bij het opfokken van leghanen moet de opbrengst van de eieren het verlies op het hanenvlees compenseren. Bij dubbeldoelhennen is er geen verlies op de vleesproduktie, maar kost de produktie van de eieren meer geld. Hoe dit dan uiteindelijk onder de streep financieel uitpakt is de vraag. Tot nu toe was het eindsaldo negatief (m.u.v. een nichemarkt), omdat de meerprijs voor het feit dat dubbeldoelhennen minder eieren leggen en meer voer per ei eten niet uit de markt gehaald kon worden. Hoewel het uiteindelijk neerkomt op deze eenvoudige rekensom, zijn er een aantal variabelen die hierbij een rol spelen.

2.5.1 Genotype dubbeldoelkip

De in Nederland bekende dubbeldoelrassen die door fokkerijorganisaties als zodanig op de markt gebracht worden zijn: Lohmann Dual, Novogen Black (Mueller et al., 2020). Ook de door Hendrix Genetics gefokte Sasso wordt in dat rijtje genoemd. Dit is een kip die voor de Afrikaanse markt ontwikkeld is als robuuste dubbeldoelkip, die onder suboptimale omstandigheden goed presteert (NPM, 2023; Klein Swormink, 2024). Hendrix Genetics geeft aan dat de hennen van de Sasso meer dan 180 eieren per jaar kunnen leggen, terwijl de hanen binnen drie maanden een gewicht van ongeveer twee kilo kunnen bereiken (NPM, 2023). De Sasso wordt door het concept Geluksvogel gebruikt. De dieren worden gehouden in kipcaravans en verkocht bij Odin en Ekoplaza. De Lohmann Dual is in Duitsland al veel in onderzoek getest en blijkt doorgaans minder verenpikkerij te vertonen dan reguliere rassen zoals de Lohmann brown (Giersberg et al., 2019).

In tabel 5 wordt een overzicht gegeven van de produktiecijfers, zoals door de fokkerij-organisaties gegeven worden voor een aantal dubbeldoelrassen.

Tabel 5 Technische resultaten van drie dubbeldoelrassen vergeleken de Lohmann Brown, volgens opgave van de fokkerijorganisaties.

	Lohmann-bruin	Lohmann Dual	Sasso Silver	Novogen Black
Eieren poh	72 w: 321 80 w: 363 100 w: 412	72 w: 282 80 w: 310	75 w: 297	72 w: 301 80 w: 340
Kg ei poh	72 w: 20,32 kg 80 w: 23,13 kg 100 w: 26,39 kg	72 w: 16,89 80 w: 18,79	17,6 kg	72 w: 19,0 80 w: 21,5
Piekproductie	94-96 %	90-91 %	92,5 %	94 %
Leeftijd 50% productie (d)	140-145	140-145		150
Gemiddeld eigewicht (g)	72 w: 63,3 g 80 w: 63,7 g 100 w: 64,1 g	72 w: 60,0 80 w: 60,6		72 w: 65,8 80 w: 66,1
Voer-conversie	2,15-2,25	2,15-2,25	2,69	2,40
Lichaams-gewicht bij start leg	1,42 kg	1,42 kg	1,9 kg	1,8 kg
Gewicht hennen op 72 w	2,05 kg	2,05 kg	2,8 kg	2,2 kg
Levend gewicht hanen (12 w)	1,4 kg	3,5 kg	2,08 kg	
Voerconversie hanen (kg voer/kg lichaamsgewicht)	4,0	2,5	3,6 (12 w)	
Voerverbruik (100% biovoer)			47,3 kg (20-75 w)	
Referentie	https://lohmman-breeders.com/strains/lohmman-brown-classic-alternative-housing/	https://lohmman-breeders.com/strains/lohmman-dual-alternative-housing/	https://europe.sasso-poultry.com/en/europe-products/colored-layers/silver/	https://novogen-layers.com/en/novogen-black/

Op initiatief van Bioland en Demeter wordt in Duitsland gewerkt aan een dubbeldoelkip voor de biologische sector. Vanuit de filosofie dat zowel het doden van eendagshaantjes als technologische in ovo technieken niet passen binnen de biologische houderij, is een kleinschalige fokkerij opgezet onder de naam van Ökologische Tierzucht GmbH (ÖTZ). Sinds 2015 worden vanuit Bresse Gauloises, White Rock en New Hampshire dubbeldoelkippen gefokt, die onder de namen Coffee, Cream en Caramel verkocht worden. In tabel 6 staat een overzicht van de te verwachten technische resultaten van de door ÖTZ gefokte kruisingen en hun Bresse Cauloise-lijn.

Tabel 6 Te verwachten technische resultaten van de door ÖTZ gefokte kruisingen en hun Bresse Cauloise-lijn.

	ÖTZ Coffee	ÖTZ Cream	ÖTZ Caramel	ÖTZ Bresse Gauloise
Opgebouwd uit	Bresse Gauloises en New Hampshire	Bresse Gauloises en White Rock	Eutscher Lachshahn en White Rock hen	Bresse Gauloise
Vermarktbaar eieren/jaar	200–230	200–230	200–230	160–180
Schaalkleur	Bruin/beige	Bruin/beige	Beige	Beige
Eieren per klasse in 1 jaar	11% S, 31% M, 46% L, 12% XL	10% S, 28% M, 49% L, 13% XL	5,5% S, 43% M, 41,7% L, 9,8% XL	
Start legperiode	20 w	20 w	211–22 w	16–17 w
Lichaamsgewicht bij start leg	1,9–2,1 kg	1,9–2,1 kg	2,1–2,3 kg	2,0–2,3 kg
Gewicht hennen op 72 w	Levend: 2,6–2,8 kg Geslacht: 1,5–1,7 kg	Levend: 2,4–2,8 kg Geslacht: 1,3–1,6 kg	Levend: 2,7 kg Geslacht: 1,5 kg	Levend: 2,8 kg Geslacht: 1,7 kg
Levend gewicht hanen	15 w: 2,3–2,7 kg 20 w: 2,8 kg	15 w: 2,3–2,6 kg 18 w: 3,1 kg	15 w: 2,4 kg 18 w: 2,9 kg	15 w: 2,8 kg
Slachtgewicht hanen	15 w: 1,5–1,6 kg 20 w: 2 kg	15 w: 1,4–1,5 kg 20 w: 1,9 kg	15 w: 1,4 kg 20 w: 1,7 kg	15 w: 1,7 kg
Voerverbruik (100% biovoer)	135g –145g/dier/dag	135g –145g/dier/dag	130g –135g/dier/dag	140g –150g/dier/dag
Voerverbruik*	8,4–8,6 kg	7,8–8,0 kg	7,6 kg	7,9 kg
Beschikbaarheid	Kuikens en broedeieren gehele jaar, opfokhennen op bestelling	Kuikens en broedeieren gehele jaar, opfokhennen op bestelling	Kuikens en broedeieren gehele jaar op bestelling	Kuikens en broedeieren gehele jaar op bestelling
EU-Certificering	** Ja	** Ja	** Nee	** Ja

* Per dier, tot 15 weken, hanen en hennen gemengd

** Gecertificeerd volgens de binnenlandse dierziektebeschermingsverordening (Binnenmarkt-Tierseuchenschutz Verordnung; BmTierSSchV) en daarom goedgekeurd voor handel in EU-gecertificeerde broederijen en in het buitenland.
(<https://www.oekotierzucht.de>)

Er zijn meer merken of rassen kippen die in aanmerking komen om als dubbeldoelkip ingezet te worden. Weigend et al. (2009) geven aan dat veel lokale dubbeldoelrassen uit het begin van de vorige eeuw vervangen zijn door enkele specialistische rassen, die door fokkerijorganisaties op de markt gebracht zijn. De auteurs namen het Duitse lokale ras Vorwerkhuhn, kruisten deze met het legras White Rock en kregen zo een type dier dat als dubbeldoelras voor nichemarkten goed gebruikt kan worden. Nolte et al. (2020a) onderzochten de lokale rassen Vorwerkhuhn en het Franse dubbeldoelras Bresse Gauloise, alsmede de kruisingen met White Rock als commercial leg-genotype. Ze vonden dat de kruising Bresse Gauloise met White Rock een goede kandidaat was voor een dubbeldoelkip, met een hoge eiproduktie (piekproduktie 98.1%, gemiddeld eigewicht 58.0 g). Dit komt overeen met de bevindingen van Baldinger and Bussemas (2021a), die twee wat zwaardere legrassen (White Rock en New Hampshire) kruisten met de Bresse Gauloise. Ze vonden dat de kruisingen een gemiddeld legpercentage hadden van 68–73%, wat weliswaar lager was dan dat van de legrassen, maar wel op een niveau dat de auteurs veelbelovend vonden voor de ontwikkeling van een dubbeldoelras. De uit deze kruising voortkomende haantjes hadden op 15 weken een gewicht tussen 2355 en 2447 gram. Met een gemiddelde dagelijkse gewichtstoename van 22,1–22,8 gram groeiden de kruisingen trager dan de Bresse Gauloise haantjes (26,1 g), maar sneller dan de Lohmann Sandy haantjes (15,9 g). Daarbij hadden ze geen problemen met voetzollaesies of brandhakken (Baldinger and Bussemas, 2021b). Nolte et al. (2020b) kwamen tot vergelijkbare conclusies, waarbij ze aangaven dat de Bresse Gauloise een goede kandidaat is voor kruisingen met legrassen om het haangewicht te verbeteren.

Ook Petkov et al. (2022) kruisten een legtype met de Bresse Gauloise en vonden dat de kruising qua lichaamsgewicht en voerconversie tussen beide typen in zat, maar qua karkassamenstelling een goed potentieel had om het vlees te kunnen vermarkten. Becker et al. (2023) beschrijven de resultaten van een Brits ras Ixworth dat ze testten en goed bevonden als dubbeldoelkip.

In verschillende onderzoeken worden oude rassen genoemd en onderzocht (Weigend et al., 2009). In dat kader kunnen ook een aantal oud-Hollandse rassen als potentiële dubbeldoelkip onderzocht worden. Veelal zijn dit rassen die in de 19^e en begin 20^e eeuw gehouden worden op boerenbedrijven voor hun eigen voorziening van eieren en vlees. Voorbeelden zijn de Barnevelder, de Welsumer, het Twents hoen en de Noord-Hollandse Hoen (<https://szh.nl/rassen/hoenders/>). Hoewel deze rassen doorgaans te weinig eieren leggen om als dubbeldoelkip rendabel te zijn, zijn ze wellicht voor nichemarkten interessant. Zaken zoals het uiterlijk van zowel kip als ei en mogelijk smaakaspecten van het vlees kunnen daarbij helpen om het product onderscheidend te kunnen maken. Voor meer commerciële doeleinden zouden kruisingen met legrassen overwogen kunnen worden.

Legpersistentie

Nolte et al. (2020a) onderzochten diverse kruisingen op hun geschiktheid als dubbeldoelkip. Hoewel het piek legpercentage vaak hoog was, was de persistentie van de kruisingen vaak niet zo hoog, waardoor uiteindelijk het aantal eieren per dier per jaar niet hoog uit kwam. Ook Becker et al. (2023) rapporteerden een matige legpersistentie voor de Ixworth dubbeldoelkip.

Lambertz et al. (2018) onderzochten de legprestaties van het dubbeldoelras Bresse-Gauloise en een kruising Bresse-Gauloise × New Hampshire. Voor beide genotypen kwam het legpercentage niet zo hoog uit. Dit had niet alleen betrekking op een minder hoge piekproductie dan de typische legrassen, maar ook met broedsheid die rond 40-45 weken leeftijd optrad.

Icken and Schmutz (2013) geven een productiegrafiek voor de Lohmann Dual en de Lohmann brown, waaruit blijkt dat de Lohmann Dual een minder goede legpersistentie heeft, maar dat het fokdoel wel is om dit te verbeteren. De cijfers zijn ruim 10 jaar oud, zodat te verwachten is dat de prestaties op dit moment beter zullen zijn. In het artikel worden aantallen eieren op 68 weken leeftijd genoemd (290 voor LB, 250 voor LD). De cijfers die op de website van Lohmann gegeven worden voor de LD geven 282 en 310 eieren op respectievelijk 72 en 80 weken leeftijd, waaruit op te maken valt dat gewerkt is aan het langer aanhouden van de dieren. Ook de genoemde piekproductie van 91-91 % is wat hoger dan in de grafiek van Icken and Schmutz (2013) weergegeven wordt. Voor de Sasso Silver wordt een aantal eieren op 75 weken leeftijd gegeven van 297, hetgeen niet veel lijkt te verschillen van de prestaties van de LD.

Uitval/ziekeresistentie

Diverse publicaties geven dat de uitval van commerciële dubbeldoelkippen, zoals de Lohmann Dual, laag is en dat de dieren weinig verenpikkerij vertonen (Giersberg et al., 2019; Malchow et al., 2022; Klein Swormink, 2024). Echter, dat geldt niet voor alle potentiële dubbeldoelkippen. Met name de van oorsprong landelijke rassen variëren sterk in uitval, mogelijk doordat ze niet gefokt zijn om in grote aantallen gehouden te worden of doordat het management niet voldoende afgestemd is op de speciale eisen van deze rassen (Nolte et al., 2020a; Tiemann et al., 2020). Lambertz et al. (2018) geven aan dat in zijn algemeenheid stalsystemen met uitloop en mobiele stalsystemen een hogere uitval hebben dan stalsystemen zonder buitenuitloop. Bij een praktijkvergelijking met verschillende systemen zou hier rekening mee gehouden moeten worden.

Vera Bavinck vond een lager percentage borstbeenbreuken bij dubbeldoelkippen (Klein Swormink, 2024). Deze praktijkwaarneming wordt ondersteund door onderzoeksbevindingen van Nolte et al. (2020a), die een lagere botsterkte vond bij een legras vergeleken een dubbeldoelras en de kruising van dubbeldoel en legras. Malchow et al. (2022) vonden dit verschil niet, maar hadden in hun onderzoek een laag percentage botbreuken. Hocking et al. (2003) vonden verschillen in botbreuken tussen rassen en linkten dat aan hoog- of laag-productief, waarbij ze concludeerden dat de hogere productiviteit ten kosten ging van de botsterkte en daarmee de incidentie van borstbeenbreuken.

Voersamenstelling

Een mogelijk voordeel van dubbeldoelkippen zou kunnen zijn dat ze minder gevoelig zijn voor een onbalans in het voer of voederbestanddelen van mindere kwaliteit. Zo zouden makkelijker reststromen verwerkt kunnen worden of voederbestanddelen die voor hoogproductieve leghennen ongeschikt zijn. Escobedo del Bosque et al. (2022) testten veldbonen als voederbestanddeel uit.

Deze zijn vanwege hun anti nutritionele bestanddelen minder geschikt voor leghennen, maar zouden verder een prima vervanging kunnen zijn van sojabonen. De drie geteste dubbeldoelrassen konden prima met dit voederbestanddeel overweg. Nolte et al. (2020a) onderzochten de lokale rassen Vorwerkhuhn en Bresse Gauloise, alsmede de kruisingen met White Rock als commercial leg-genotype en testten daarbij ook veldbonen als vervanging van soja. Ze vonden pas negatieve effecten op het eigewicht bij 20% veldbonen. Baldinger and Bussemas (2021a) onderzochten kruisingen van twee wat zwaardere legrassen (White Rock en New Hampshire) met de Bresse Gauloise. Ze gaven de dieren de keus tussen energierijk of eiwitrijk voer. De kruisingen aten weliswaar meer dan de legrassen, maar consumeerden minder eiwit.

Ook voor het opfokken van de haantjes testten Nolte et al. (2020b) de vervanging van soja door veldbonen bij Vorwerkhuhn en Bresse Gauloise, alsmede de kruisingen met White Rock. Ze vonden geen nadelige effecten van de veldbonen, dus ook bij de hanen kan dit als een goede vervanger toegepast worden om de voeding duurzamer te maken.

Kreuzer et al. (2020) onderzochten of dubbeldoelhanen daadwerkelijk met minder eiwitrijk voedsel toe kunnen dan vleeskuikens of leghanen. Ze gaven een normaal en een eiwitarm voer (20% minder ruw-eiwit) aan drie type dieren: een moderne dubbeldoelkip (Lohmann Dual), hanen van een legras (Lohmann Brown) en een trager groeiend vleeskuiken (Hubbard JA 957). Zoals verwacht groeiden de vleeskuikens het hardste, gevolgd door de dubbeldoelhanen, met de leghanen als slechtste groeiers. Het eiwitarme voer gaf een 13% slechtere groei in de vleeskuikens, maar slechts een 7% slechtere groei in de dubbeldoelhanen. Ook de leghanen lieten een groeivertraging zien op het eiwitarme voer. De auteurs concluderen dat de dubbeldoelhanen beter om konden gaan met het eiwitarme voer dan de vleeskuikens.

In Duitsland loopt een praktijkproef, waarbij laag-eiwit voeders en voeders met lokale eiwitbronnen getest worden bij zowel dubbeldoelhennen als hanen (<https://www.thuenen.de/en/institutes/organic-farming/projects/poultry-systems-1/slowfeedchickins>).

Bevleesdheid hanen

Hoewel doorgaans aangenomen wordt dat selectie voor een hogere eiproductie ten koste gaat van de capaciteit van een ras om vlees aan te zetten, hoeft dit niet persé het geval te zijn. Becker et al. (2023) vonden weliswaar niet significante, maar toch licht positieve relatie tussen hogere eiproductie en meer vleesaanzet bij de hanen.

Tiemann et al. (2020) vergeleken de resultaten van hanen van een legras (Lohmann bruin), een dubbeldoelras (Lohmann Dual) en een lokaal ras (Rijnlander). Hanen van het dubbeldoelras groeiden het beste, met een gewicht van 2 kg op 9 weken leeftijd. De Lohmann bruin haalden de 2 kg op 13 weken leeftijd en de Rijnlanders op 15 weken leeftijd. Gebaseerd op de voerconversie (VCR)³ en de European Production Efficiency Factor (EPEF)⁴ zou het beste moment van slachten op 8 weken leeftijd gelegen hebben, maar dan zijn de karkassen nog te klein om te kunnen vermarkten. Aan het einde van de productieperiode hadden de Rijnlanders wat last van voetzollaesies, maar de andere twee rassen niet. Mueller et al. (2020) vergeleken twee dubbeldoelrassen (Lohmann Dual en Novogen Dual) met een trager groeiend vleeskuiken (Hubbard A757) en een legras (Lohmann Bruin). De dubbeldoelhanen hadden op 12 weken leeftijd hetzelfde gewicht als de Hubbard (ruim 2,1 kg), maar de voerconversie van de Hubbard was lager (2,68 versus 2,92 voor Lohmann Dual en 2,99 voor Novogen Dual). De Lohmann bruin had op 12 weken leeftijd een gewicht van bijna 1,5 kg en een voerconversie van 3,55. De auteurs gaven aan dat de dubbeldoelhanen weliswaar even zwaar waren als de vleeskuikens, maar naast de ongunstigere voerconversie ook minder borstvlees hadden.

Becker et al. (2023) halen in hun discussie verschillende onderzoeken aan, waaruit blijkt dat dubbeldoelhanen doorgaans meer pootvlees en minder borstvlees hebben. Net als Damme et al. (2015) geven zij aan dat dit verschil in samenstelling en de hogere productiekosten het vlees van dubbeldoelhanen geschikter maakt voor lokale/niche markten en premium-producten. Ook (Tiemann et al., 2020) sluiten zich bij deze conclusie aan, waarbij ze tevens opmerken dat de dubbeldoelhanen als positieve kant de ethisch verantwoorde vleesproductie hebben.

³ VCR = voerverbruik [kg dier⁻¹]/totale gewichtstoename [kg dier⁻¹].

⁴ EPEF = (overlevings% [geplaatst - uitval] × levend gewicht [kg dier⁻¹]/leeftijd [dagen] × VCR) × 100.

Houderij dubbeldoelhanen

Hanen van dubbeldoelrassen worden groter dan hanen van reguliere legrassen. Zoals uit tabel 5 blijkt kunnen hanen van het merk Lohmann Dual ruim dubbel zo zwaar zijn op 12 weken als hanen van het merk Lohmann Bruin. Het lijkt logisch dat dubbeldoelhanen dus meer ruimte nodig hebben dan hanen van pure legrassen. De vraag is dan welke houderij- en bezettingsdichtheidsregels voor hun opfok zouden moeten gelden. Wellicht hebben ze daarnaast nog andere houderij-aspecten nodig om aan hun behoeften te kunnen voldoen. Er is echter nog heel weinig bekend over de ethologische aspecten van het opfokken van dubbeldoelhanen. Nader onderzoek is daar zeker op zijn plaats.

Toekomst

In bijlage 2 staan de technische gegevens van een aantal onderzoeken, waarbij verschillende rassen vergeleken zijn. Hoewel het overall beeld wel duidelijk is, is het lastig om hieruit de meest kansrijke rassen te halen. Dit zal ook afhangen van voerprijzen, eierprijzen, mogelijkheden tot vermarkting van vlees e.d. Ook dienen er andere aspecten meegewogen te worden, zoals duurzaamheid, mogelijkheid tot het verwerken van reststromen en robuustheid van het dier zelf (ziekte-resistentie).

Samenvattend kan gesteld worden dat er vele initiatieven lopen op het gebied van dubbeldoelkippen, maar dat er nog geen ras gevonden is dat economisch gezien, berekend over hanen en hennen, eenzelfde opbrengst zal genereren als de typische legrassen. Gezien de relatief korte tijd dat dit onderwerp door het onderzoek en met name de praktijk opgepakt is, is het ook niet te verwachten dat deze er al zou zijn.

Dierenwelzijnsorganisaties vragen zich daarbij af of het optimaliseren van het ras (hogere productie, betere efficiëntie) de oplossing is of dat wellicht beter het verdienmodel aangepast moet worden aan de dubbeldoelrassen. De huidige initiatieven laten zien dat er op dit moment nog maar een nichemarkt is voor de duurdere eieren (door de lagere eiproduktie en hogere voerverbruik). Ook de kostprijs van het vlees van de hanen is hoger dan die van gewoon biologisch kippenvlees, omdat de dubbeldoelhanen meer eten dan trager groeiende vleeskuikens. Echter, voedingsonderzoek geeft aan dat er mogelijkheden zijn tot verwerking van reststromen of grondstoffen die niet concurreren met de productie van humane voeding.

Vanuit die hoek zijn er mogelijkheden voor dubbeldoelkippen, maar dit zal in eerste instantie een nichemarkt zijn. Vanuit deze nichemarkt kan ervaring opgedaan worden en kunnen verdere ontwikkelingen plaatsvinden. Voor een wat verdere toekomst kan de dubbeldoelkip wellicht een goed alternatief zijn voor bijvoorbeeld de biologische sector.

3 Discussie

De problematiek van het niet doden van eendagshaantjes speelt in diverse Europese landen, waarbij Duitsland, Frankrijk en Oostenrijk koplopers zijn als het gaat om wetgeving (Luxemburg had weliswaar als eerste een verbod op het doden van eendagshaantjes, maar er zijn daar geen broederijen). Andere Europese landen zijn in meer of mindere mate met de problematiek bezig, maar globaal kan gesteld worden dat de discussie niet Europa-breed even sterk gevoerd wordt. De vraag is dan ook of er op korte termijn Europese regelgeving gaat komen.

Er zijn drie oplossingsrichtingen om het doden van eendagshaantjes te voorkómen: 1. In ovo seksen, 2. Opfokken van leghanen, 3. Dubbeldoel rassen. Hieronder gaan we op ieder van deze verder in.

3.1 In ovo technieken

In de praktijk blijkt dat de oplossing vooral gezocht wordt in in ovo technieken. Deze zijn de laatste jaren in snel tempo ontwikkeld. Er is veel onderzoek te vinden, waarbij men zich richt op diverse mogelijkheden om mannelijke en vrouwelijke eieren c.q. embryo's te kunnen onderscheiden. Met name de screeningstechnieken met hoge accuratesse maken gebruik van kostbare technieken, die met de huidige stand van de techniek op een wat latere broedleeftijd toegepast moeten worden. Een aantal technieken heeft de potentie om op heel jonge broedleeftijd te kunnen screenen, maar doorgaans zijn ze niet nauwkeurig genoeg voor praktijktoepassing. Een combinatie van een aantal van deze experimentele technieken zou echter een gezamenlijke nauwkeurigheid kunnen opleveren die voor de praktijk werkbaar is. Daarbij is de toepassing van computergestuurde screening met zelflerende modellen een vereiste. Een koppeling van meerdere technieken hoeft niet per definitie een kostbare methode op te leveren, omdat veel van de benodigde camera's en andere meetapparatuur relatief goedkoop zijn en in het geheel van het computergestuurde selectieproces nauwelijks een kostprijsverhoging zullen opleveren. Nader onderzoek kan hier interessante nieuwe technieken gaan opleveren, die door hun toepassing vroeg in het broedproces interessant zijn vanuit zowel ethische als economische kant.

Door de versoepeling in de Duitse wetgeving zijn in ovo technieken later in het broedproces versneld in ontwikkeling gekomen. Echter, er zijn nog steeds groeperingen en organisaties, die bedenkingen hebben bij het beëindigen van het leven van een embryo. Wellicht dat de bedenkingen minder zouden zijn of weg zouden vallen als de screening veel eerder in het broedproces zou plaatsvinden. Het is daarom zeker de moeite waard om deze technieken in het oog te blijven houden. Hierbij horen ook de gentechnieken, die reeds vóór het inleggen in de broedmachine een geslachtsbepaling mogelijk maken. Deze technieken stuiten echter aan tegen het verbod op GMO in dierlijke producten en de maatschappelijke discussie over genetische modificatie. Echter, de vraag is hoe dit geïnterpreteerd moet worden als alleen het mannelijke embryo een genmutatie heeft, maar het vrouwelijke embryo niet.

3.1.1 Moment van geslachtsbepaling

Het moment waarop het geslacht bepaald wordt is niet van belang voor het embryo. Veel belangrijker is het moment, gerelateerd aan de ontwikkeling van het embryo, waarop het broedproces voor mannelijke embryo's beëindigd wordt. Indien dit te laat gebeurt en het embryo al zodanig ontwikkeld is dat het stoppen van het broedproces bemerkt wordt, wordt het ene discussiepunt (kuikendoden) vervangen door het andere discussiepunt (embryo-doden).

Duits onderzoek geeft aan dat een embryo pas op 13 dagen leeftijd iets kan voelen. Er zijn daar een aantal punten van discussie te noemen.

De vraag is hoe hard de grens van 13 dagen is, dus of er een exact tijdstip aan te wijzen is. Allereerst gaat het om de ontwikkeling van neurologische geleiding, die niet van het ene moment op het andere optimaal is. Er zal enige tijd overheen gaan om van geen geleiding naar een optimale prikkelgeleiding te komen. Het Duitse onderzoek heeft op dag 12 en dag 13 gekeken, maar elke waarneming duurde slechts 12 minuten (Kollmansperger et al., 2023). Dat betekent 12 minuten op dag 12 en 12 minuten op dag 13, de tussenliggende periode is niet onderzocht.

Wanneer start dan de prikkelgeleiding in het embryo, is dat strikt op dag 13 of is er vóór die tijd ook al spraken van een eerste begin van prikkelgeleiding? Wanneer zou die prikkelgeleiding dan zodanig zijn dat het voldoende is om tot de hersenen door te dringen? Is dat op dag 12,5 of op dag 12 en 1 uur? Daarover geeft het Duitse onderzoek geen uitsluitsel. Het exacte moment kan dus ofwel een bepaalde periode zijn of wel een moment ergens tussen 12 en 13 broeddagen in. Het is daarom veiliger om de grens van 12 dagen aan te houden.

In het vorige rapport (van Niekerk and Workamp, 2022) zijn een aantal onderzoeken aangehaald, die gekeken hebben naar het moment waarop een embryo besef krijgt van de omgeving en toegediende prikkels. Afhankelijk van de onderzoeksmethode en de interpretatie van de data kwam daar een grijs gebied uit naar voren, 8 tot en met 16 dagen broeden, waarin onduidelijk is of een embryo op die leeftijd prikkels bemerkt. Bartels et al. (2020) vonden al vanaf broeddag 3 spontane bewegingen en vanaf broeddag 6 al reactie op tactiele prikkels. Rosenbruch (1997) meldt dat reacties op licht al vanaf de 9^e dag waargenomen zijn en dat de complexiteit van het zenuwstelsel van dag 8 tot dag 10 sterk toeneemt. Bartels et al. (2020) gaven echter ook aan dat een synaptische verbinding met het ruggenmerg niet vóór de 7^e broeddag aanwezig is. Zolang die verbinding er niet is, kan een prikkel niet tot de hersenen doordringen en wordt dus door het embryo niet bemerkt. Hoewel deze auteurs dus vóór de 12^e broeddag al wel reacties op prikkels gemeten hebben, geven zij geen uitsluitsel over de vraag of deze prikkels daadwerkelijk tot de hersenen kunnen doordringen. Het Duitse onderzoek van (2023) heeft hier wel naar gekeken en komt dan tot een moment ergens tussen 12 en 13 broeddagen. Dit lijkt niet in tegenspraak met de bevindingen van Rosenbruch (1997) en Bartels et al. (2020). In tegenstelling tot het Duitse onderzoek vonden Balaban et al. (2012) geen hersenactiviteit vóór de 15^e broeddag. Dit verschil kan veroorzaakt zijn door de andere scantechieken die ze gebruikt hebben. Vanuit deze onderzoeken lijkt de grens van 12-13 dagen voor het wel of niet bewustzijn van prikkels door het embryo goed te verantwoorden.

3.1.2 Definiëring broeddag

Een extra aspect daarbij is, dat dag 13 niet voor alle embryo's hetzelfde zal zijn. Kollmansperger et al. (2023) voerden hun onderzoek uit op LSL-embryo's, maar geven in hun discussie aan dat er mogelijk lichte verschillen zitten tussen rassen (zij baseren dit op ervaringen bij muizen uit verschillende families). Verder kan er variatie zitten in het broedproces. Een ei dat een lang opwarmtraject doorgemaakt heeft, zal in ontwikkeling verder zijn dan een ei dat een korte opwarmperiode gehad heeft. In het Duitse onderzoek van Kollmansperger et al. (2023) is op een standaardwijze gebroed, waarbij er geen opwarmperiode gehanteerd is. De vraag is dan hoe dit tijdstip van 12 dagen zich verhoudt tot de situatie waarin bijvoorbeeld een dag opwarming van de broedeieren heeft plaatsgevonden. Wanneer noemen we een ei 12 dagen bebroed? Indien we dit los zien van de opwarmperiode, dan is het goed mogelijk dat het embryo op broeddag 12 in de praktijk (waarin een opwarmtijd gehanteerd wordt) verder ontwikkeld is dan de embryo's uit het onderzoek van Kollmansperger et al. (2023). Bij het uitsélectioneren van de mannelijke eieren dient hier dan ook rekening mee gehouden te worden. De term broeddag is dan lastig te definiëren. Wellicht zou hier gekozen moeten worden voor een andere aanduiding, bijvoorbeeld het aantal dagen voor verwachte uitkomst, waarbij men dan ook rekening houdt met het verschil in tijdstip tussen daadwerkelijke geslachtsbepaling en het uit het broedproces halen van de mannelijke eieren. Wellicht moet ook daar een koppeling gemaakt worden met het moment van uitkomst, dus bijvoorbeeld "tot zoveel dagen vóór uitkomst mogen broedeieren uit het broedproces gehaald worden".

3.1.3 Andere houderijsystemen

In ovo seksen maakt de toepassing van andere houderijsystemen mogelijk. Doordat er minder hanen uitkomen, kan ervoor gekozen worden deze tussen de hennen te laten blijven. On-farm hatching systemen worden dan ook voor de legsector een mogelijke optie. Bij vleeskuikens zijn hiervan positieve effecten bekend, zoals minder uitval en een betere opstart en groei op jonge leeftijd. Of dit voor leghennen ook geldt is niet bekend, maar niet ondenkbeeldig. Onderzoek zou moeten uitwijzen hoe de invloed van dit systeem is op de lange termijn, leghennen worden immers veel langer aangehouden dan vleeskuikens.

3.2 Opfokken hanen

Als tweede oplossing, het opfokken van de hanen, zijn twee richtingen waarneembaar. Ten eerste het opfokken van leghanen en ten tweede het opfokken van dubbeldoelhanen.

Het opfokken van leghanen wordt door bijna alle partijen als niet ideaal gezien, vanwege de zeer ongunstige voerconversie en het slecht vermarktbare product. Door de toepassing van in ovo technieken is het aantal hanen dat opgefokt wordt sterk afgenomen. Er blijft echter altijd een kleine restpartij door b.v. seksfouten of omdat men het opfokken verkiest boven in ovo, zoals b.v. bij Kipster. Door verbetering van de in ovo technieken, zal het aandeel seksfouten steeds kleiner worden, wat dan het probleem van het opfokken van de hanen nog groter maakt: hoe kleiner de partij hanen, hoe moeilijker het is om een mogelijkheid te vinden waar ze opgefokt kunnen worden, geslacht kunnen worden en een bestemming voor het vlees gevonden kan worden. Rondeel kiest ervoor om een combinatie van in ovo en opfokken van leghanen toe te passen. Door toepassing van in ovo is het percentage hanen slechts 2%. Deze worden niet uitgeselecteerd, maar met de hennen opgefokt en ze blijven gedurende de gehele leggerperiode in het koppel. Rondeel ziet dit als een stukje toegevoegde natuurlijkheid aan hun concept, zonder dat het de kostprijs noemenswaardig beïnvloedt. Bij een vergelijkbaar concept zoals Kipster is daarnaast duurzaam produceren een van de speerpunten. Vanuit duurzaamheid gezien is het met verlies opfokken van leghanen te verdedigen, omdat de leghennen maximale duurzaamheid realiseren (mede door het voeren van reststromen) en daarbij ruim compenseren voor het verlies van de hanen. Overschakeling naar een dubbeldoelras, waarbij de hennen veel minder duurzaam produceren dan leghenrassen, is dan wellicht geen logische keuze.

Indien hanen als klein percentage tussen de hennen gehouden worden, kan dit een elegante oplossing zijn voor de seksfouten uit het in ovo proces, hoewel het wel een kostprijsverhoging van de jonge hennen betekent (bij 2% seksfouten in een koppel van 100.000 zijn dit toch 2000 hanen). Ze zouden dan aan het einde van de opfok uitgeselecteerd en geslacht kunnen worden, maar gezien hun geringe aantal zal dit lastig te realiseren zijn. Het meest logisch zou via een plaatselijke poelier zijn, maar de wettelijke regels worden steeds strenger, zodat het de vraag is of hieraan voldaan kan worden. Een andere optie is dat ze in het legkoppel blijven. Daar zijn ook nog de nodige onderzoeksvragen, bijvoorbeeld wat het effect van de hanen is op de hennen, of dit samenhangt met de verhouding hanen/hennen en/of het type houderijsysteem en of aparte voeding voor de hanen voordelen kan hebben.

3.2.1 Dubbeldoelkippen

Dubbeldoel is een optie om het opfokken van hanen wat te optimaliseren qua technische resultaten. De hennen boeten dan echter wel in aan productie en efficiëntie, waardoor dit dier niet inzetbaar is voor massaproductie op zo efficiënt mogelijke wijze. Voor nichemarkten kan het wel een optie zijn. Zo is er een aantal pluimveehouders aan het experimenteren met alternatieve rassen in kipcaravans. Deze initiatieven richten zich veel op huisverkoop of verkoop aan specifieke klantenkringen. Ook bepaalde sectoren, zoals biologisch-dynamisch of biologisch, zouden zich met een dergelijk dier kunnen onderscheiden van de reguliere leghennensector. Zoals de Dierenbescherming aangeeft zouden hiervoor dan wellicht andere verdienmodellen opgesteld moeten worden.

Dubbeldoelrassen komen veel voort uit landrassen of robuuste rassen voor suboptimale omstandigheden (b.v. in Afrika). Dergelijke dieren zouden beter kunnen gedijen op voeding, waar reststromen in verwerkt zijn, meer lokale voedingsbestanddelen bevatten of voedermiddelen met hoge gehalten aan anti nutritionele stoffen. Ook zouden ze minder vatbaar zijn voor parasieten, een hogere ziekteresistentie hebben en minder snel tot verenpikkerij overgaan. Dit zijn echter aspecten die bijna niet onderzocht zijn. Nader onderzoek zou zich moeten richten op deze aspecten, zodat meer dan alleen anekdotische informatie beschikbaar is en hiermee in toekomstige economische evaluaties gerekend kan worden.

Bij het opfokken van leghanen zijn de laatste jaren duidelijke regels opgesteld, die het welzijn van de dieren moeten garanderen. De vraag is of deze regels een op een over te zetten zijn voor de opfok van dubbeldoelhanen, die immers groter worden. Wellicht hebben ze meer ruimte nodig of andere houderij-aspecten om aan hun behoeften te kunnen voldoen. Er is echter nog heel weinig bekend over de ethologische aspecten van het opfokken van dubbeldoelhanen. Nader onderzoek is daar zeker op zijn plaats. Datzelfde geldt voor de dubbeldoelhennen, die vanwege hun andere genetische achtergrond wellicht een wat andere opfok nodig hebben om hun maximale potentieel te ontwikkelen.

3.3 Consumenten perspectief

Met het oog op een streven om in 2026 in Duitsland en Nederland alleen nog tafeleieren te verkopen van leghennen, waarvan de broederhanen niet gedood zijn, lijken de in ovo technieken de beste marktkansen te hebben.

Verbeteringen in de techniek maken de foutmarge kleiner. De kostprijs van in ovo geslachtsbepaling is de laatste tijd sterk gedaald, waardoor de meerprijs op de eieren omlaag kan. Deze richting is voor het grootste deel van de afzetmarkten momenteel de meest wenselijke optie. Deze optie komt vanuit het consumentenonderzoek ook als kansrijk naar voren, het merendeel van de Duitse consumenten blijkt in ovo een acceptabele techniek te vinden.

Vanuit het Nederlandse consumentenonderzoek waren de meningen wat verdeeld, maar in ovo werd als een van de oplossingen gezien. Recent blijkt ook de markt in de Verenigde Staten open te staan voor eieren van in ovo geseekte leghennen en men verwacht dat hier een groot marktaandeel naar zal overstappen.

Een tweede optie zijn de dubbeldoelkippen. Deze zijn in eerste instantie voor een paar nichemarkten een interessante optie, maar ook voor een grotere markt, zoals de biologische, zou het in de toekomst zeker een optie kunnen zijn.

Vanuit het consumentenonderzoek blijkt dat een deel van de consumenten voor deze optie graag een meerprijs betalen. Of dat voldoende is om de gehele biologische sector te beslaan is nu niet te zeggen.

4 Conclusies en aanbevelingen

Hoewel er op korte termijn geen Europese regelgeving te verwachten is op het gebied van het doden van eendagshaantjes, is het onderwerp voor Nederland zeer relevant, niet alleen vanuit politiek/ethisch perspectief, maar ook vanwege de marktsituatie van belangrijke exportlanden.

In ovo technieken zijn in de laatste jaren sterk ontwikkeld. Foutmarges zijn verkleind, en de technieken zijn verfijnd, waardoor het effect op het uitkomstpercentage minimaal is. Door de gewijzigde wetgeving in Duitsland, die nu tot en met dag 12 van het broedproces in ovo seksen toestaat, zijn een aantal niet-invasieve methoden sterk in opkomst. Toch zal in de toekomst ook verdere ontwikkeling plaatsvinden op het gebied van vroege detectie. De meeste experimentele methoden hebben nog een te lage detectiegraad om praktisch te zijn, maar wellicht kunnen een aantal verschillende detectiemethoden tezamen genomen worden, wat kan leiden tot een sterke toename van de betrouwbaarheid van de detectie.

Met betrekking tot het moment waarop het embryo bewustzijn ontwikkelt is er nog enige discussie. De vraag is of nieuw onderzoek dit zou kunnen wegnemen. Het is waarschijnlijk constructiever om bij het in ovo seksen rekening te houden met een zeker grijs gebied, waarin niet zeker is of het embryo gewaarwording zal hebben van het stoppen van het broedproces. Een oplossing zoals Oostenrijk in haar wetgeving heeft (verplicht verdoven van broedeieren tussen 7 en 13 dagen) is dan een elegante oplossing, maar hierbij dienen wel methodes gebruikt te worden die het embryo ook daadwerkelijk verdoven. De door Cheggy toegepaste Stunny is hier een goed voorbeeld van. De in Nederland toegepaste methode van het breken (en homogeniseren) van eieren zal ook snel leiden tot het afsterven van het embryo, maar hierbij worden de dieren niet bedwelmd en hier is verder geen onderzoek over bekend.

Bij in ovo seksen worden de mannelijke eieren uiterlijk op dag 12 uit het broedproces verwijderd. Daarbij is een goede definitie van wat dag 12 is (in relatie tot opwarmtijd cq ontwikkeling van het embryo) van belang. Door variatie in opwarmtijd kan er immers variatie zitten in ontwikkeling van het embryo. Het is goed om een goede definitie te geven van het aantal broeddagen, die bij voorkeur verbonden is aan de uitkomstdag, zodat het uit het broedproces halen van mannelijke embryo's altijd gebeurt vóórdat ze qua ontwikkeling in staat zijn tot enig besef van hun omgeving. KAT heeft regels en definities opgesteld, die wellicht bruikbaar zijn. Een voordeel hiervan zou zijn dat er geen extra systeem nodig is om naleving te controleren. Het lijkt dus een eerste logische stap om de KAT systematiek nader te bekijken.

Wat betreft houderijvormen, waarbij uitkomst in de stal toegepast gaat worden is eigenlijk alleen kennis voorhanden vanuit de vleeskuikensector. Onderzoek gericht op de legsector is van belang om enerzijds te onderzoeken hoe een dergelijk systeem geïntegreerd kan worden in de huidige opfokstallen (met volières en dergelijke) en anderzijds een aantal hypothesen te testen: Is er minder sterfte onder jonge kuikens? Zijn de kuikens robuuster met een betere ziekte weerstand? Hoelang is het effect van uitkomst in de stal terug te zien in het leven van de leggen? Specifiek zou dan ook gekeken kunnen worden naar het optimale stalklimaat rondom uitkomst, mogelijke vroege voeding en de beste toepassing van entingen die nu in de broederij gegeven worden. Met betrekking tot de seksfouten die in het koppel achterblijven zijn er ook een aantal vragen: hoeveel procent hanen is vanuit gedrag gezien optimaal in een koppel leghennen? Is dit verschillend voor verschillende rassen en/of type houderijsystemen (volière of beun)? Is het welzijn van de hanen gegarandeerd als ze op hennenvoer gehouden worden? Wat is precies de invloed van de hanen op het gedrag van de hennen?

Voor het opfokken van hanen heeft KAT duidelijke regels opgesteld. De vraag is of deze regels voldoende zijn om het welzijn van deze hanen te waarborgen en of de opgestelde regels passen binnen de kaders van een dierwaardige houderij. Daarnaast is het de vraag of dezelfde regels ook kunnen of moeten gelden voor dubbeldoelhanen, die immers zwaarder zijn.

Er zijn inmiddels diverse rassen op de markt, die als dubbeldoelkippen gebruikt kunnen worden. Hoewel er reeds vrij veel onderzoek naar dit type dier loopt, is nog steeds veel onduidelijk: wat zijn de beste rassen voor bepaalde houderijsystemen of concepten, wat is de beste voerstrategie, kunnen dubbeldoelkippen allemaal op een zeker percentage reststromen in het voer gehouden worden of zit daar variatie per ras, hoe robuust zijn dubbeldoelkippen, hoever zijn de meer commerciële rassen qua eiproductie, waar en hoe zijn markten te creëren voor deze producten, etc.

Tenslotte is het zaak om de consument niet alleen voor te lichten, maar ook mee te krijgen in de verschillende initiatieven. Het gaat dan uiteraard om kostprijs van de producten, maar daar kan deels via een goed concept wat marge in gecreëerd worden. Om de roadmap naar het gestelde doel, alleen ZED tafeleieren, kansrijk te maken, is het voor de sector van belang om hetzij rechtstreeks hetzij via de retail de consument mee te krijgen in dit traject.

Literatuur

- Ag, I.A., 2023a. In-Ovo Sexing Achieved 15% EU Market Share in Five Years. In Ovo Sexing EU Market Penetration Report, <https://www.innovateanimalag.org/blog/in-ovo-sexing-achieved-15-eu-market-share-in-five-years>.
- Ag, I.A., 2023b. In-Ovo Sexing is Getting Cheaper Each Year. <https://www.innovateanimalag.org/blog/in-ovo-sexing-is-getting-cheaper-each-year>.
- Ag, I.A., 2023c. New Survey Shows Strong Business Case for In-Ovo Sexing. <https://www.innovateanimalag.org/blog/new-survey-shows-strong-business-case-for-in-ovo-sexing>.
- Ag, I.A., 2024. In-Ovo Sexing Market Penetration Report, Q1 2024. <https://static1.squarespace.com/static/63ec63dc61fecdda25c95f66f39/t/664b665e585e906b606ecd57413/1716215389334/In-Ovo+Sexing+Market+Penetration+Q1716215389331+1716215382024.pdf>.
- Alin, K., Fujitani, S., Kashimori, A., Suzuki, T., Ogawa, Y., Kondo, N., 2019. Non-invasive broiler chick embryo sexing based on opacity value of incubated eggs. *Comput. Electron. Agric.* 158, 30-35.
- Balaban, E., Desco, M., Vaquero, J.-J., 2012. Waking-like Brain Function in Embryos. *Curr. Biol.* 22, 852-861.
- Baldinger, L., Bussemas, R., 2021a. Dual-purpose production of eggs and meat—part 2: hens of crosses between layer and meat breeds show moderate laying performance but choose feed with less protein than a layer hybrid, indicating the potential to reduce protein in diets. *Organic Agriculture* 11, 73-87.
- Baldinger, L., Bussemas, R., 2021b. Dual-purpose production of eggs and meat — Part 1: cockerels of crosses between layer and meat breeds achieve moderate growth rates while showing unimpaired animal welfare. *Organic Agriculture* 11, 489-498.
- Bartels, T., Wilk, I., Schrader, L., 2020. Entwicklung von Nozizeption und Schmerzempfinden bei Hühnerembryonen, Empfehlungen FLI Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, p. 8.
- Baumgartner, C., 2023. Projektzusammenfassung: Schmerzempfinden bei Hühnerembryonen, Klinikum rechts der Isar Technische Universität München, <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Tiere/Tierschutz/bericht-21-6a-tierschg-anlage.html>, p. 1.
- Becker, S., Büscher, W., Tiemann, I., 2023. The British Ixworth: individual growth and egg production of a purebred dual-purpose chicken. *Br. Poult. Sci.* 64, 659-669.
- Beisswanger, R., 2002. Method for suppressing the male sex in birds, specifically in laying poultry, by inserting a lethal DNA sequence into sex chromosomes that is active only in male embryos, DE10248361A1.
- Bessei, W., 2021. Umweltrelevante Kriterien in der Bruderhahnaufzucht-Schlechte Klimabilanz. *DGS Magazin* 44, 40-43.
- Bestman, M.W.P., Ruis, M., Heijmans, J., Van Middelkoop, K., 2010. Poultry Signals: a practical guide for poultry-oriented management. Roodbond, Zutphen.
- BREL, 2023a. Studie: Kein Schmerzempfinden bei Hühnerembryonen vor dem 13. Bebrütungstag, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, <https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2023/036-schmerzempfinden-huehnerembryonen.html>.
- BREL, 2023b. Verbot des Küekentötens: Bundeskabinett beschließt Formulierungshilfe zur Anpassung der Rechtslage ab 2024, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, <https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2023/051-verbot-kuekentoeten.html>.
- Brockotter, F., 2024. In-ovo sexing in the poultry sector gains traction. Poultry World Market trends/analysis | News, <https://www.poultryworld.net/the-industrymarkets/market-trends-analysis-the-industrymarkets-2/in-ovo-sexing-in-the-poultry-sector-gains-traction>.
- Coppola, F., Paci, G., Profeti, M., Mancini, S., 2024. Stop culling male layer-type chick: an overview of the alternatives and public perspective. *World's Poultry Science Journal* 80, 611-631.
- Corion, M., Santos, S., De Ketelaere, B., Spasic, D., Hertog, M., Lammertyn, J., 2023. Trends in in ovo sexing technologies: insights and interpretation from papers and patents. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 14, 102.
- CSIRO, 2024. Sex determination techniques for the egg and poultry industries. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), <https://www.csiro.au/en/research/production/biotechnology/Chicken-sex-selection>.

- Cultivate, 2023. Consumer Attitudes and Interest Regarding In-Ovo Egg Sexing. Report prepared for Innovate Animal Ag, 18 pag.
<https://static11.squarespace.com/static/63ec13dc11fecdda25c95f16f39/t/64d667b611a667ca612b627bb663c676/1691772852684/In-Ovo+Egg+Sexing+Consumer+Survey+Results+%1691772852282%1691772852629.pdf>.
- Damme, K., Urselmans, S., Schmidt, E., 2015. Economics of dual-purpose breeds—a comparison of meat and egg production using dual purpose breeds versus conventional broiler and layer strains. *Lohmann Information* 50, 4-9.
- Dawson, M., 2024. Egg Innovations first US company to commit to in-ovo sexing. *WATTPoultry*,
<https://www.wattagnet.com/egg/article/15669911/egg-innovations-first-us-company-to-commit-to-inovo-sexing>.
- Doran, T.J., Morris, K.R., Wise, T.G., O'Neil, T.E., Cooper, C.A., Jenkins, K.A., Tizard, M.L.V., 2018. Sex selection in layer chickens. *Anim. Prod. Sci.* 58, 476-480.
- Douglas, C., Maciulyte, V., Zohren, J., Snell, D.M., Mahadevaiah, S.K., Ojarikre, O.A., Ellis, P.J.I., Turner, J.M.A., 2021. CRISPR-Cas9 effectors facilitate generation of single-sex litters and sex-specific phenotypes. *Nature Communications* 12, 6926.
- E.U., 2020. Uitvoeringsverordening (EU) 2020/464 van de Commissie van 26 maart 2020 tot vaststelling van een aantal uitvoeringsbepalingen voor Verordening (EU) 2018/848 van het Europees Parlement en de Raad wat betreft de documenten die nodig zijn voor de erkenning met terugwerkende kracht van perioden in het kader van de omschakeling, de productie van biologische producten en de door de lidstaten te verstrekken informatie (Voor de EER relevante tekst) C/2020/1772. *Official Journal of the European Communities L* 98, 2-25.
- Escobedo del Bosque, C.I., Grahl, S., Nolte, T., Mörlein, D., 2022. Meat Quality Parameters, Sensory Properties and Consumer Acceptance of Chicken Meat from Dual-Purpose Crossbreeds Fed with Regional Faba Beans. *Foods* 11, 1074.
- EU, 2009. Verordening (EG) Nr. 1099/2009 van de Raad van 24 september 2009 inzake de bescherming van dieren bij het doden. *PB L* 303, 1.
- Galli, R., Koch, E., Preusse, G., Schnabel, C., Bartels, T., Krautwald-Junghanns, M.-E., Steiner, G., 2017. Contactless in ovo sex determination of chicken eggs. *Current Directions in Biomedical Engineering* 3, 131 - 134.
- Galli, R., Preusse, G., Schnabel, C., Bartels, T., Cramer, K., Krautwald-Junghanns, M.-E., Koch, E., Steiner, G., 2018. Sexing of chicken eggs by fluorescence and Raman spectroscopy through the shell membrane. *PLoS One* 13, e0192554.
- Giersberg, M.F., Spindler, B., Rodenburg, B., Kemper, N., 2019. The Dual-Purpose Hen as a Chance: Avoiding Injurious Pecking in Modern Laying Hen Husbandry. *Animals : an open access journal from MDPI* 10, 16.
- Glahn, R.P., Mitsos, W.J., Wideman, R.F., 1987. Evaluation of Sex Differences in Embryonic Heart Rates. *Poult. Sci.* 66, 1398-1401.
- Gremmen, B., Bruijn, M.R.N., Blok, V., Stassen, E.N., 2018. A Public Survey on Handling Male Chicks in the Dutch Egg Sector. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 31, 93-107.
- Hocking, P.M., Bain, M., Channing, C.E., Fleming, R., Wilson, S., 2003. Genetic variation for egg production, egg quality and bone strength in selected and traditional breeds of laying fowl. *Br. Poult. Sci.* 44, 365-373.
- Icken, W., Schmutz, M., 2013. LOHMANN DUAL – Layer and Broiler at the very same time. *Poultry News by Lohmann* 2013/2, <https://lohmnn-breeders.com/lohmnn-dual-layer-and-broiler-at-the-very-same-time/>.
- Iske, K., 2023. Österreich: Kükentöten und echter Tierschutz passen doch zusammen. *DGS Magazin*,
<https://www.dgs-magazin.de/themen/politik-oekonomie/article-7556727-7193949/oesterreich-kuekentoeten-und-echter-tierschutz-passen-doch-zusammen-.html>.
- Jia, N., Li, B., Zhao, Y., Fan, S., Zhu, J., Wang, H., Zhao, W., 2023a. Exploratory Study of Sex Identification for Chicken Embryos Based on Blood Vessel Images and Deep Learning. *Agriculture* 13, 1480.
- Jia, N., Li, B., Zhu, J., Wang, H., Zhao, Y., Zhao, W., 2023b. A Review of Key Techniques for in Ovo Sexing of Chicken Eggs. *Agriculture* 13, 677.
- Johnson, R., 2019. LIVEgg: A data-driven hatchery. *The Poultry Site*,
<https://www.thepoultrysite.com/articles/liveegg-a-data-driven-hatchery>.
- KAT, 2024a. Ausstieg aus dem Kükentöten. Website 'Verein für kontrollierte alternative Tierhaltungsformen e.V.' (6-3-2024). <https://www.was-steht-auf-dem-ei.de/de/kat-verein/ausstieg-kuekentoeten.php>.
- KAT, 2024b. KAT-Leitfaden Aufzucht - Konventionelle Junghennen- und Bruderhahnaufzucht, Ökologische Junghennen- und Bruderhahnaufzucht. KAT – Verein für kontrollierte alternative Tierhaltungsformen e.V. Version 2024.01, 27 pages.
- KAT, 2024c. KAT-Leitfaden Brüterien - zur Rückverfolgbarkeit und Herkunftssicherung - Aufzucht- und In-Ovo-Geschlechtsbestimmungsverfahren. KAT – Verein für kontrollierte alternative Tierhaltungsformen e.V. KAT Leitfäden, 12 pag.

- KAT, 2024d. KAT e.V. zieht 2-Jahres-Bilanz zum Kükentöten-Verbot, Pressemitteilung, Verein für kontrollierte alternative Tierhaltungsformen e.V. (KAT), <https://www.was-steht-auf-dem-ei.de/>, p. 2.
- KAT, 2024e. Leitfaden KAT-Ohne Gentechnik - Aufzucht - Konventionelle Junghennenaufzucht. KAT – Verein für kontrollierte alternative Tierhaltungsformen e.V. Version 2024.01, 23 pages.
- Kempeneer, F., 2024. Vlaams Parlement stemt in met Codex voor meer Dierenwelzijn. Persinfo.org, <https://www.persinfo.org/nl/nieuws/artikel/vlaams-parlement-stemt-in-met-codex-voor-meer-dierenwelzijn/59994>.
- Kenny, E., 2022. Fowl play: Why researchers in CNY are changing the sex of chicks before hatching. Spectrum News 1, <https://spectrumlocalnews.com/nys/central-ny/news/2022/2011/2030/israeli-agri-tech-startup-research-new-technology-to-save-male-chicks-in-cny->.
- King, C., 2023. Associations In Portugal Call For An End To EU's Legal Practice Of Slaughtering Newborn Male Chicks Euro Weekly News, <https://euroweeklynews.com/2023/2009/2009/portugal-associations-end-to-slaughter-newborn-chicks/>.
- Klein Swormink, B., 2024. Dubbeldoelkip lijkt geschikt voor kringloop. Nieuwe Oogst, <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2024/2003/2020/dubbeldoelkip-likt-geschikt-voor-kringloop>.
- Kollmansperger, S., Anders, M., Werner, J., Saller, A.M., Weiss, L., Süß, S.C., Reiser, J., Schneider, G., Schusser, B., Baumgartner, C., Fenzl, T., 2023. Nociception in Chicken Embryos, Part II: Embryonal Development of Electroencephalic Neuronal Activity In Ovo as a Prerequisite for Nociception. *Animals* 13, 2839.
- Krautwald-Junghanns, M.E., Cramer, K., Fischer, B., Förster, A., Galli, R., Kremer, F., Mapesa, E.U., Meissner, S., Preisinger, R., Preusse, G., Schnabel, C., Steiner, G., Bartels, T., 2018. Current approaches to avoid the culling of day-old male chicks in the layer industry, with special reference to spectroscopic methods. *Poult. Sci.* 97, 749-757.
- Kreuzer, M., Müller, S., Mazzolini, L., Messikommer, R.E., Gangnat, I.D.M., 2020. Are dual-purpose and male layer chickens more resilient against a low-protein-low-soybean diet than slow-growing broilers? *Br. Poult. Sci.* 61, 33-42.
- Lambertz, C., Wuthijaree, K., Gauly, M., 2018. Performance, behavior, and health of male broilers and laying hens of 2 dual-purpose chicken genotypes. *Poult. Sci.* 97, 3564-3576.
- Leenstra, F., Munnichs, G., Beekman, V., van den Heuvel-Vromans, E., Aramyan, L., Woelders, H., 2011. Killing day-old chicks? Public opinion regarding potential alternatives. *Anim. Welf.* 20, 37-45.
- Linden, v.d.F., 2023. Resolutie verworpen die oproept om te stoppen met het doden van eendagshaantjes. Landbouwleven, <https://www.landbouwleven.be/16454/article/12023-16404-16405/resolutie-verworpen-die-oproept-om-te-stoppen-met-het-doden-van-eendagshaantjes>.
- Loon, M.v., 2015. Heel tevreden met X-Treck systeem. Pluimveeweb, <https://www.pluimveeweb.nl/artikel/155869-heel-tevreden-met-x-treck-systeem/>.
- Luxembourg, 2018. Animal protection in Luxembourg. The Luxembourg Government, <https://gouvernement.lu/en/dossiers/2018/tierschutz.html#bloub-2015>.
- Malchow, J., Eusemann, B.K., Petow, S., Krause, E.T., Schrader, L., 2022. Productive performance, perching behavior, keel bone and other health aspects in dual-purpose compared to conventional laying hens. *Poult. Sci.* 101, 102095.
- Mueller, S., Taddei, L., Albiker, D., Kreuzer, M., Siegrist, M., Messikommer, R.E., Gangnat, I.D.M., 2020. Growth, carcass, and meat quality of 2 dual-purpose chickens and a layer hybrid grown for 67 or 84 D compared with slow-growing broilers. *J. Appl. Poult. Res.* 29, 185-196.
- N.N., 2021. Italy Moves Forward With Ban on Selective Culling of Male Chicks. Animal Equality, <https://animalequality.org/news/italy-approves-ban-on-selective-culling-of-male-chicks/>.
- N.N., 2024a. Animal Equality Demands End to Mass Slaughter of Male Chicks in Spain. Animal Equality, <https://animalequality.org.uk/news/animal-equality-demands-end-to-mass-slaughter-of-male-chicks-in-spain/>.
- N.N., 2024b. Dierenwelzijn opgenomen in grondwet in België. Nieuwe Oogst, <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2024/2005/2003/dierenwelzijn-opgenomen-in-grondwet-in-belgie>.
- N.N., 2024c. Genus Focus voor in-ovo sexing van Orbem bij Ter Heerdt. Ter Heerdt Nieuws, <https://www.terheerdt.com/nieuws/genus-focus-voor-in-ovo-sexing-van-orbem-bij-ter-heerdt/>.
- Nandi, S., McBride, D., Blanco, R., Clinton, M., 2003. Sex diagnosis and sex determination. *World's Poultry Science Journal* 59, 8-14.
- Niekerk, T.G.C.M.v., Workamp, J.A., 2022. Scenario's voor het vraagstuk "het doden van eendagshaantjes van legrassen", Wageningen Livestock Research, Wageningen.
- Nolte, T., Jansen, S., Halle, I., Scholz, A.M., Simianer, H., Sharifi, A.R., Weigend, S., 2020a. Egg Production and Bone Stability of Local Chicken Breeds and Their Crosses Fed with Faba Beans. *Animals* 10, 1480.
- Nolte, T., Jansen, S., Weigend, S., Moerlein, D., Halle, I., Link, W., Hummel, J., Simianer, H., Sharifi, A.R., 2020b. Growth Performance of Local Chicken Breeds, a High-Performance Genotype and Their Crosses Fed with Regional Faba Beans to Replace Soy. *Animals* 10, 702.

- NPM, 2023. Hendrix Genetics en Solidaridad werken samen bij introductie duurzaam pluimvee in Afrika | NPM Capital. <https://www.npm-capital.com/nl/nieuws/hendrix-genetics-en-solidaridad-werken-samen-bij-introductie-duurzaam-pluimvee-afrika>.
- Okuno, M., Miyamoto, S., Itoh, T., Seki, M., Suzuki, Y., Mizushima, S., Kuroiwa, A., 2020. Expression profiling of sexually dimorphic genes in the Japanese quail, *Coturnix japonica*. *Scientific Reports* 10, 20073.
- Pardo, J.I.S., González, F.J.N., Ariza, A.G., Arbulu, A.A., Jurado, J.M.L., Bermejo, J.V.D., Vallejo, M.E.C., 2022. Traditional sexing methods and external egg characteristics combination allow highly accurate early sex determination in an endangered native turkey breed. *Front. Vet. Sci.* 9.
- Petkov, E., Popova, T., Ignatova, M., Sharkova, V., Dimov, K., 2022. Development of dual-purpose cross for meat and egg production I. Growth performance and carcass composition of the crossbred chickens in comparison to the parent lines. *Archiva Zootechnica* 25, 119-129.
- PoultryHub, 2025. Embryology of the chicken. Poultry hub Australia, <https://www.poultryhub.org/anatomy-and-physiology/body-systems/embryology-of-the-chicken>.
- Preuße, G., Porstmann, V., Bartels, T., Schnabel, C., Galli, R., Koch, E., Oelschlägel, M., Uckermann, O., Steiner, G., 2023. Highly sensitive and quick in ovo sexing of domestic chicken eggs by two-wavelength fluorescence spectroscopy. *Anal. Bioanal. Chem.* 415, 603-613.
- QGV, 2022. Futterküken Report 2022. Österreichische Qualitätsgeflügelvereinigung (QGV) Veröffentlicht am 2. Mai 2023 in der Kategorie Aktuelles von QGV, Allgemein, <https://www.qgv.at/allgemein/futterkueken-report-2022/>.
- Reithmayer, C., Danne, M., Mußhoff, O., 2021. Look at that!—The effect pictures have on consumer preferences for in ovo gender determination as an alternative to culling male chicks1. *Poult. Sci.* 100, 643-653.
- Reithmayer, C., Mußhoff, O., 2019. Consumer preferences for alternatives to chick culling in Germany. *Poult. Sci.* 98, 4539-4548.
- RIS, 2022. Tierschutzgesetz. Bundeskanzleramt der Republik Österreich Rechtsinformationssystem des Bundes, BGBl. I Nr. 118/2004 zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 130/2022, <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40245981/NOR40245981.html>.
- Rondeel, 2022. Breaking nieuws : het Rondeel® ei voor de toekomst is uitgekomen ! Rondeel website Nieuws, <https://www.rondeeleieren.nl/breaking-nieuws-het-rondeel-ei-voor-de-toekomst-is-uitgekomen/>.
- Rosenbruch, M., 1997. Zur Sensitivität des Embryos im bebrüteten Hühnerei. *Altex* 14, 111-113.
- Schotman, T., 2014. X-TRECK wint innovatieprijs vlees. *Pluimveeweb Nieuws - economie*, <https://www.pluimveeweb.nl/artikel/150175-x-treck-wint-innovatieprijs-vlees/>.
- Schotman, T., 2023. Geslachtsbepaling in het ei mag tot dag 13 in Duitsland, *Pluimveeweb*, <https://www.pluimveeweb.nl/artikel/731792-geslachtsbepaling-in-het-ei-mag-tot-dag-13-in-duitsland/>.
- SOOS, 2024. SOOS technology, our process. <https://www.soos.org.il/technology/>.
- Staatsblad.be, 2024. Vlaamse Codex Dierenwelzijn. Belgisch Staatsblad 141 (2 juli 2024), 79764.
- Sumant, 2023. Maharashtra Joins List of States Committing to Adopting In Ovo Sexing Technology to Prevent Killing of Male Chicks. *Global News Network of India (GNI)*, <https://globalnewsonnetwork.com/2023/2006/2001/maharashtra-joins-list-of-states-committing-to-adopting-in-ovo-sexing-technology-to-prevent-killing-of-male-chicks/>.
- Süß, S.C., Werner, J., Saller, A.M., Weiss, L., Reiser, J., Ondracek, J.M., Zablotski, Y., Kollmansperger, S., Anders, M., Potschka, H., Schusser, B., Fenzl, T., Baumgartner, C., 2023. Nociception in Chicken Embryos, Part III: Analysis of Movements before and after Application of a Noxious Stimulus. *Animals* 13, 2859.
- Tiemann, I., Hillemacher, S., Wittmann, M., 2020. Are Dual-Purpose Chickens Twice as Good? Measuring Performance and Animal Welfare throughout the Fattening Period. *Animals* 10, 1980.
- Tiersch, T., 2003. Identification of sex in chickens by flow cytometry. *Avian sex determination and sex diagnosis* 59, 25.
- UEP, 2021. United Egg Producers Updated Statement on Male Chicks. United Egg Producers , statements, <https://unitedegg.com/united-egg-producers-updated-statement-on-male-chicks-2/>.
- van Niekerk, T.G.C.M., Workamp, J.A., 2022. Scenario's voor het vraagstuk "het doden van eendagshaantjes van legrassen", Rapport 1381, Wageningen Livestock Research, Wageningen, p. 87.
- Vinci, C., 2022. At a glance - Male chick culling. EPRS | European Parliamentary Research Service, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2022/739246/EPRS_ATAG\(732022\)739246_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2022/739246/EPRS_ATAG(732022)739246_EN.pdf).
- Vuilleumier, M., 2019. Switzerland bans shredding of male chicks. *swissinfo.ch*, https://www.swissinfo.ch/eng/society/animal-protection_-switzerland-bans-shredding-of-male-chicks/45240798.
- Wang, Y., Jin, G., Ma, M., Xiang, X., 2019. Sex differences in serum steroid hormone levels during embryonic development in hen eggs. *Poult. Sci.* 98, 6053-6062.
- Warin, S., 2009. Embryonic Development, Day by Day. The Poultry Site, <https://www.thepoultrysite.com/articles/embryonic-development-day-by-day>.

-
- Weigend, S., Stricker, K., Röhrßen, F.G., 2009. Establishing a conservation flock for “Vorwerkhuhn” chicken breed – a case study of in-situ conservation of local chicken breeds in Germany. *Animal Genetic Resources Information* 44, 87-88.
- Weiss, L., Saller, A.M., Werner, J., Süß, S.C., Reiser, J., Kollmansperger, S., Anders, M., Potschka, H., Fenzl, T., Schusser, B., Baumgartner, C., 2023. Nociception in Chicken Embryos, Part I: Analysis of Cardiovascular Responses to a Mechanical Noxious Stimulus. *Animals* 13, 2710.
- Weissmann, A., Förste, A., Gottschalk, J., Reitemeier, S., Krautwald-Junghanns, M.-E., Preisinger, R., Einspanier, A., 2014. In ovo-gender identification in laying hen hybrids: Effects on hatching and production performance. *Europ.Poult.Sci* 78, 1-12.
- Wenzlawowicz, M.v., 2021. Investigation report on the effectiveness of a system for stunning male embryos within the egg and termination of development by homogenisation (Manufacturer Agri Advanced Technologies GmbH) in the hatchery of Hyline France at Loudéac, FR. bsi Schwarzenbek applied animal welfare at transport and slaughter – independent veterinary expertise bsi - report, Stunny 02/10/2021, 21.
- Xiang, X.-l., Hu, G., Jin, Y.-g., Jin, G.-f., Ma, M.-h., 2022. Nondestructive characterization gender of chicken eggs by odor using SPME/GC-MS coupled with chemometrics. *Poult. Sci.* 101, 101619.
- Yaman, R., 2023. In-ovo sexing opens door to on-farm hatching of layers, *Poultry World*, <https://www.poultryworld.net/the-industrymarkets/market-trends-analysis-the-industrymarkets-2/in-ovo-sexing-opens-door-to-on-farm-hatching-of-layers/>.
- Yilmaz-Dikmen, B., Dikmen, S., 2013. A morphometric method of sexing white layer eggs. *Braz J Poult Sci.* 15, 203-210.
- Zhu, Z.H., Ye, Z.F., Tang, Y., 2021. Nondestructive identification for gender of chicken eggs based on GA-BPNN with double hidden layers. *J. Appl. Poult. Res.* 30, 100203.
- Zumbrink, L., Brenig, B., Foerster, A., Hurlin, J., von Wenzlawowicz, M., 2020. Electrical anaesthesia of male chicken embryos in the second third of the incubation period in compliance with animal welfare. *EUROPEAN POULTRY SCIENCE* 84.

Bijlage 1 Opfokeisen leghanen KAT

Regulier		Additioneel voor biologisch
Herkomst dieren		Van biologische ouderdieren
Groepsgrootte		Max 10.000 dieren, afscheidingen ook in de (overdekte) uitloop
Bezettingsdichtheid 35-49d	30 dieren/m ² , bij meerdere leefoppervlakken 60 dieren/m ²	<i>EU 2020/464:</i> <i>max 21 kg levend gewicht/m²</i>
Bezettingsdichtheid 50d	18 dieren/m², bij meerdere leefoppervlakken 36 dieren/m² vloeroppervlak	15 dieren/m², bij meerdere leefoppervlakken 30 dieren/m²
Benutbare oppervlak	- Niet minder dan 30 cm breed, minstens 40 cm hoog, max 14% helling - Max bodem + 3 etages	Max bodem + 2 etages
Strooisel	- Min 25% van benutbare stalvloeroppervlakte met strooisel - Strooisel ligt op de stalbodem, volledig ingestrooid - Zo vroeg mogelijk toegankelijk voor de dieren, maar uiterlijk op dag 35 - Zo vroeg mogelijk stofbadgelegenheid	Uiterlijk dag 22 toegang starten, dag 28 allemaal toegang
Zitstokken	- Min 17 cm van de wand af - Tussenafstand 25 cm - Stokken die aangevlogen worden min 40 cm vrije ruimte erboven, zitstokken die beklommen worden 20 cm vrije ruimte erboven - Minimaal 1/3 verhoogd. - Vanaf dag 1 beschikbaar - Vanaf dag 50 min 10 cm/dier 40% van de zitstokken mag vervangen worden door plateaus van min 100 cm²/dier Hanen: vanaf dag 35 min 6 cm/dier zitstok; bij gemengde opfok min 10 cm/dier	<i>EU 2020/464:</i> <i>Min 10 cm zitstok per dier of min. 100 cm² verhoogd zitniveau per dier</i> <i>Elke combinatie van zitstokken of verhoogde zitniveaus of beide</i> <i>Beschikbaar "vanaf dat de dieren jong zijn" (geen verdere specificatie)</i>
Verlichting	- Daglichtinval over opp. van min 3% stalvloeroppervlak - Verduistering of monochromatisch licht alleen toegestaan op dierenartsvoorschrift - Vanaf dag 15 min 8 uur ononderbroken donker, met dimfases	
Voer en water	- Vanaf dag 50: 4,5 cm/dier voergoot, 3 cm/dier voerpan; voerpan voor hanen 2cm/dier mits ad lib gevoerd - Vanaf dag 50: min 1 nippeldrinker/cup per 15 dieren of 1 cm rondrinker/dier	
Overdekte uitloop	- Niet verplicht - Indien aanwezig: min 1m²/72 dieren - Min 2m hoog - Uitloopopeningen: min 35 cm hoog en 40 cm breed, totaal 1 m breedte per 1000 dieren	- Indien aanwezig: min 1m²/60 dieren en vanaf dag 50 permanent open - Uitloopopeningen: totaal 2 m breedte per 100 m² gezamenlijk benutbare ruimte

(vervolg)

	Regulier	Additioneel voor biologisch
Buitenuitloop	Niet verplicht	- Min 1m²/dier, max 350 m vanaf de stal - Uitloopopeningen: min 35 cm hoog en 40 cm breed, totaal min 4 m breedte per 100 m² benutbare stalruimte - Hennen: min vanaf dag 70 toegang Hanen: min 1/3 van hun leven toegang - Min 8 uur/dag toegang
Bezigheidsmateriaal	Voer op kuikenpapier, kuikenpapier, hooi, stro, luzerne, pikstenen	
Opfokduur	Hanen: min. 70 dagen en gemiddeld diergewicht minimaal 1300 gram	

(Dag 1 = uitkomstdag)

Bijlage 2 Productiegegevens enkele experimenten opfokken van haantjes

	Merk	Leeftijd (w)	Levend gewicht (kg)	Dagelijkse groei (g)	Uitval %	VC					Gem voeropname (g)				Opmerking
						10w	12w	15w	20w	gem.	Cum voer-opname (op 10w)	12w	15 w	gem./ dag (g)	
Tieman et al. 2020	Lohmann Dual	9	2,242		6,3	2,25			3,93	2,32	4,85				
	Lohmann Bruin	13	2,027		0,7	1,92			3,93	2,52	4,04				
	Rijnlander	15	2,164		8,1	2,79			6,3	3,89	3,53				
Baldinger & Bussemas, 2021b	Bresse x WR	15	2393b		10,5			3,6					81		
	WR x Bresse	15	2355b		12,9			3,1					68		28 dood door -paniek
	Bresse x NH	15	2447b		9,6			3,7					84		
	NH x Bresse	15	2402b		6,9			3,6					80		
	Bresse	15	2780c		11,9			3					77		veel agressie / kampikkerij
	Sandy	15	1705a		8,8			4,7					75		
Mueller et al. 2020	Lohmann Dual	12	2184	25,5	0,7		2,92					84			
	Novogen Dual	12	2175	25,4	1,3		2,99					79			
	Lohmann Brown	12	1470	17	0,7		3,55					60			
	Hubbard S757	12	2105	24,6	0,6		2,68					76			
Nolte et al. 2020b	Bresse Gauloise	10	1883	34,9	0									2,57	
	Vorwerkhuhn	16	2164	21,8	1,1									3,93	
	White Rock	17	2308	22,1	0,8									3,97	
	VH x BG	13	2114	27,8	1,7									3,42	
	VH x WR	15	2081	23,2	0,8									3,76	
	BG x WR	14	2195	27,2	0									3,75	veel agressie

WR=White Rock
 NH=New Hampshire
 VH=Vorwerkhuhn
 BG=Bresse
 Gauloise

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Livestock Research
Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 48 39 53
E info.livestockresearch@wur.nl
www.wur.nl/livestock-research

Wageningen Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

