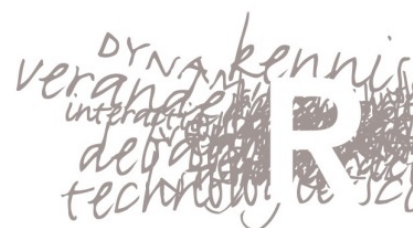


Digitalisering van dieren

Verkenning Precision Livestock Farming

Jacqueline Bos en Geert Munnichs

Rathenau Instituut



Bestuur van het Rathenau Instituut

mw. G.A. Verbeet (voorzitter)

prof. dr. E.H.L. Aarts

prof. dr. ir. W.E. Bijker

prof. dr. R. Cools

dr. J.H.M. Dröge

dhr. E.J.F.B. van Huis

prof. dr. ir. H.W. Lintsen

prof. mr. J.E.J. Prins

prof. dr. M.C. van der Wende

dr. ir. M.M.C.G. Peters (secretaris)

Digitalisering van dieren
Verkenning Precision Livestock Farming

Jacqueline Bos en Geert Munnichs

Rathenau Instituut
Anna van Saksenlaan 51
Postadres: Postbus 95366
2509 CJ Den Haag
Telefoon: 070-342 15 42
E-mail: info@rathenau.nl
Website: www.rathenau.nl
Uitgever: Rathenau Instituut

Bij voorkeur citeren als:

Jacqueline Bos en Geert Munnichs, *Digitalisering van dieren - Verkenning Precision Livestock Farming*. Den Haag, Rathenau Instituut 2016

Het Rathenau Instituut heeft een Open Access beleid. Rapporten, achtergrondstudies, wetenschappelijke artikelen, software worden vrij beschikbaar gepubliceerd. Onderzoeksgegevens komen beschikbaar met inachtneming van wettelijke bepalingen en ethische normen voor onderzoek over rechten van derden, privacy, en auteursrecht.

© Rathenau Instituut 2016

Verveelvoudigen en/of openbaarmaking van (delen van) dit werk voor creatieve, persoonlijke of educatieve doeleinden is toegestaan, mits kopieën niet gemaakt of gebruikt worden voor commerciële doeleinden en onder voorwaarde dat de kopieën de volledige bovenstaande referentie bevatten. In alle andere gevallen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Voorwoord

Het boerenbedrijf gaat digitaal. Met GPS en geautomatiseerde monitoringsystemen kunnen akkers tot op de vierkante meter in beeld worden gebracht en beploegd, bemest en – waar nodig – bespoten. In de veehouderij kunnen varkens, koeien en kippen met sensoren en camerabeelden worden gemonitord op groei, vruchtbaarheid en ziekte. Zo kunnen voer en antibiotica worden afgestemd op de behoeften van het individuele dier. Maar *smart farming* roept ook vragen op over een mogelijk minder sterke band tussen veehouder en dier, een verdere schaalvergroting van de landbouw en een veranderende positie van de boer.

In dit verkennende rapport ligt de focus op het gebruik van smart farming binnen de Nederlandse veehouderij: *Precision Livestock Farming*. De verkenning geeft een overzicht van de technische stand van zaken, de wijze waarop Precision Livestock Farming in de praktijk vorm krijgt en mogelijke maatschappelijke vragen die de digitalisering van het boerenbedrijf oproept.

De grote belofte van smart farming is dat hogere opbrengsten gepaard gaan met verduurzaming en meer aandacht voor dierenwelzijn. Maar het is nog afwachten of het in de praktijk ook zo uitpakt. Als de veehouder de situatie in de stal via een tablet of mobiele telefoon bekijkt, kan dat leiden tot minder contact met de dieren, en ten koste gaan van het dierenwelzijn. Ook is nog onduidelijk of *smart technologies* zullen bijdragen aan een verdere schaalvergroting en industrialisering van de veehouderij – met als mogelijk gevolg een weer oplaaiende publieke discussie over megastallen.

Precision Livestock Farming zal de positie van veehouders veranderen. Hun werk zal meer gaan lijken op dat van een datamanager. Veehouders worden een schakel in een langere informatieketen, met mogelijk nieuwe afhankelijkheden tot gevolg. Zo zouden afnemers bijvoorbeeld mee kunnen kijken in de bedrijfsvoering, en daar hun financiële voordeel mee doen.

Smart farming behelst niet één bepaalde set van technische hulpmiddelen en is niet slechts op één bepaalde praktijk van toepassing. Afhankelijk van de bedrijfseconomische context en de doelen die de veehouder zich stelt, krijgt het anders gestalte. Het kan worden ingezet voor massaproductie, maar ook voor productie voor een nichemarkt, zoals biologisch vlees uit de regio.

Deze verkenning krijgt een vervolg als onderdeel van het thema Slimme samenleving uit het werkprogramma van het Rathenau Instituut. Daar is alle aanleiding toe, vanwege de grote economische betekenis van de Nederlandse landbouw, de niet-aflatende publieke discussie over de *licence to produce* van de veehouderij en vanwege de grote veranderingen die smart farming mogelijk maakt. Een belangrijke vraag is hoe de digitale innovatie door de agrarische sector wordt opgepakt en welke tendensen daardoor worden versterkt – van schaalvergroting en bulkproductie tot aandacht voor dierenwelzijn of regionale productie. Met mogelijk grote gevolgen voor de wijze waarop ons voedsel wordt geproduceerd.

Melanie Peters

Directeur Rathenau Instituut

Inhoudsopgave

Voorwoord	6
1 Inleiding	8
1.1 Internet of things	8
1.2 Toepassing smart technology in de agrarische sector: precisielandbouw	8
1.3 Smart technology in de veehouderij: Precision Livestock Farming (PLF)	10
1.4 Wat belooft PLF?	11
2 Technische achtergrond en componenten van PLF	13
2.1 Process engineering	13
2.2 Technische componenten van PLF	13
2.3 PLF-bedrijfsmanagementsysteem	14
2.4 Huidige en toekomstige ontwikkelingen van PLF	16
3 Ontwikkelingen van PLF in de praktijk	18
3.1 Stakeholders op het niveau van de productieketen	18
3.2 Stakeholders op de verschillende schaalniveaus	21
3.2.1 Regionaal niveau	21
3.2.2 Nationaal niveau	24
3.2.3 EU-niveau	25
3.2.4 Wereldwijd niveau (FAO)	26
4 Samenvatting en contouren van publiek debat	27
4.1 Samenvatting	27
4.2 Contouren van publiek debat	28
4.2.1 Het belang van procesbeheersing	28
4.2.2 De context van de Nederlandse veehouderij: kostenleiderschap, differentiatie en focus	29
4.2.3 Aandachtspunten voor discussie	32
Bibliografie	36
Over de auteurs	41

1 Inleiding

De Nederlandse agrarische sector staat aan de vooravond van een groot aantal technologische vernieuwingen. Na mechanisering van de sector volgt nu digitalisering. Deze ontwikkeling hangt samen met de huidige – en zich razendsnel ontwikkelende – trend van *smart technology* en het *internet of things*. Computers, smartphones en tablets zijn nu al met elkaar verbonden, maar straks gaan nog veel meer apparaten, zoals auto's, tractoren, robots en huishoudelijke apparaten onderling met elkaar communiceren én autonoom allerlei acties uitvoeren. Daarmee worden vele toepassingen smart, zonder tussenkomst van de mens.

1.1 Internet of things

De drijvende kracht achter deze ontwikkelingen is hoe het internet of things – apparaten met een netwerkverbinding – ons leven aangenamer maakt. Zo zouden we allemaal vanuit de auto, vanaf het werk of op vakantie de thermostaat, de koelkast, de verlichting, de wasmachine, de beveiliging, kortom, het hele huishouden, moeten kunnen bedienen. Fabrikanten zoals Samsung en LG zijn momenteel bezig met het bedenken van dergelijke *smart home*-oplossingen (Hijink, 2014). Op de grootse gadgetbeurs ter wereld, de Consumer Electronics Show (CES)', draait alles momenteel om het internet of things (CES, 2015).

Een bekend voorbeeld is de *smart car*, een ontwikkeling waar beleidsmakers in Nederland en in Europa (inclusief de auto-industrie) grote voordelen in zien. Zo kondigde minister Schultz van Haagen van Infrastructuur en Milieu begin 2015 aan dat Nederland proeftuin wordt voor de coöperatieve auto. Deze kan heel dicht op zijn voorganger rijden, met minder files en ongelukken en een dalend brandstofverbruik als gevolg (Van de Weijer, 2015).

1.2 Toepassing smart technology in de agrarische sector: precisielandbouw

De verbinding tussen de auto-industrie met haar robots en smart technology ligt misschien voor de hand. Minder bekend is de toepassing ervan in de agrarische sector. Binnen de agrarische sector krijgt dit vorm door koppeling van mechanisatie aan ontwikkelingen en toepassingen uit andere domeinen: sensortechnologie uit de ruimtevaart, technieken uit de bodemkunde, GPS-systemen en drones uit de defensie-industrie, toepassingen uit de ICT-branche en robotisering uit de industrie.

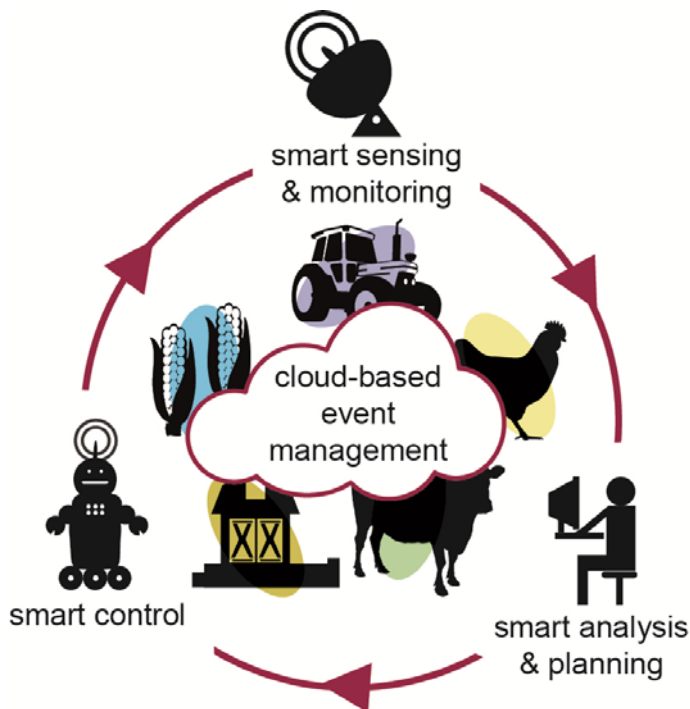
Eind jaren tachtig van de vorige eeuw zagen wetenschappers in de Verenigde Staten, Canada, Australië en West-Europa al de potentie van deze precisielandbouw. Hoewel de afgelopen twintig jaar veel onderzoek is gedaan naar de technologieën van precisielandbouw (Wang et al., 2006; Zhang et al., 2002), wordt het als concept nog maar recent toegepast door akkerbouwers en tuinders (Reichardt et al., 2009).

De kern van precisielandbouw is dat planten een zo'n nauwkeurig mogelijke behandeling krijgen. Ploegen met GPS-systemen, rijenbemesters, kunstmeststrooiers en landbouwweldspuiten zijn voorbeelden die steeds meer worden toegepast bij Nederlandse akkerbouwbedrijven (denk hierbij aan aardappeltelers in de Flevopolder of suikerbietelers in Groningen). Glastuinders in het Westland maken steeds meer gebruik van warmtepompboilers en klimaatcomputers voor bewaarruimten om een hogere energie-efficiëntie te realiseren (Ter Horst, 2013).

Voor akkerbouwers en tuinders ligt de meerwaarde van precisielandbouw op het vlak van besparingen op input (meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen), hogere opbrengsten door maatwerk, minder kans op emissies naar het milieu en residuen in het gewas, verlaging van de arbeidsbehoefte en meer gemak en kwaliteit bij de uitvoering van teeltmaatregelen (Kempenaar, 2010). Zo zijn met meetapparatuur op oogstmachines opbrengstkaarten te maken, waarmee de plaatsspecifieke variatie in de opbrengst geschat en in beeld gebracht kan worden. Daarnaast kunnen met gewasreflectiemetingen via *remote* en *nearby sensing* (zie paragraaf 2) ook kaarten met opbrengstvoorspellingen gemaakt worden. Deze metingen zijn vervolgens weer te gebruiken als input voor plaatsspecifieke bemesting en gewasbescherming (Kempenaar et al., 2009). Momenteel is alleen bij hoog salderende gewassen en enkele specifieke situaties precisie op plantniveau renderend. Daarom zal precisielandbouw zich de komende jaren voornamelijk richten op een wat groter schaalniveau van enkele vierkante meters (Kempenaar, 2010).

Sensoren, computermodellen en gegevensopslag in de *cloud* zorgen ervoor dat er steeds meer data beschikbaar komen op het agrarische bedrijf. Met behulp van die data vindt ook weer een andere vorm van aansturing plaats: het waarnemen van de situatie (*sensing*), het analyseren en beslissingen nemen (*analysis and planning*) en de realisatie en implementatie. Figuur 1 laat zien hoe sensoren, modellen en gegevensopslag – de zogenaamde smart technology – met elkaar zijn verbonden en een toepassing vinden in een algemeen bedrijfsmanagementsysteem. Dit managementsysteem kan worden toegepast binnen de akkerbouw (landbouwwerktuigen en gewassen zoals aardappelen en suikerbieten), de tuinbouw (glastuinbouw en vollegrondsgroente en -fruit) en de veehouderij (pluimvee, varkens en rundvee, melkvee).

Figuur 1 De toepassing van smart technology op het agrarische bedrijf (Bron: Kempenaar, 2014).



1.3 Smart technology in de veehouderij: Precision Livestock Farming (PLF)

In de toekomst krijgen ook koeien een internetaansluiting: sensoren zullen over een paar jaar realtime informatie verzamelen over bijvoorbeeld de gezondheid en het tijdstip van vruchtbaarheid van de dieren. De uitwisseling van tal van data moet ertoe leiden dat boeren hun koeien beter kunnen verzorgen, langer kunnen laten leven en zo de melkproductie kunnen opvoeren.

De digitalisering van de koe is het werkterrein van Smart Dairy Farming, een van de tien proeftuinen waarmee het Nederlandse bedrijfsleven en de overheid innovatie willen aanjagen. Hierbij neemt het bedrijfsleven een deel van de kosten voor haar rekening. Zo zijn bij de proeftuin Smart Dairy Farming onder meer Friesland Campina (melkverwerking en zuivelproducten), CRV (fokkerijproducten en diensten voor kunstmatige inseminatie) en Lely (producent van melkrobots) betrokken. Daarnaast wordt voor financiering ook een beroep gedaan op bestaande regelingen voor onder meer topsectoren en Europese gelden (Vaessen, 2015).

In de veehouderij wordt dit soort ontwikkelingen en toepassingen *Precision Livestock Farming* (PLF) genoemd. PLF is een ontwerpprincipes dat zich richt op het nauwkeurig managen van de verschillende processen (*process engineering*) in het individuele dier, bij groepen van dieren en hun

fysieke omgeving (Wathes et al., 2008). Zo kan de veehouder via smartphone of tablet nauwkeurig bijhouden wat de prestaties zijn van het dier (bijv. de melkgift, vruchtbaarheid, aanwezigheid van dierziekten), groepen van dieren (bijv. de groei van biggen) en hun fysieke omgeving (bijv. het binnenklimaat in de stal, de kwaliteit van het grasland). De cloud zorgt ervoor dat grote hoeveelheden gegevens kunnen worden opgeslagen, maar ook dat bepaalde gegevens (bijv. de detectie van bronst bij melkkoeien, de melksamenstelling en -kwaliteit) kunnen worden uitgewisseld tussen de verschillende schakels in de keten (bijv. tussen de melkveehouder en het Kunstmatige Inseminatie (KI)-bedrijf, tussen de melkveehouder en de verwerkende industrie).

In Nederland zijn de technische universiteiten (TU Delft, TU Eindhoven, TU Twente), Wageningen UR, TNO en het bedrijfsleven belangrijke kenniscentra op het gebied van digitalisering en robotisering. Daarmee wordt PLF ook voor de Nederlandse veehouder toegankelijk. Daarnaast zijn er factoren in de bedrijfsomgeving die een extra impuls vormen voor PLF, zoals de druk op grondstoffen en hulpmiddelen en internationale concurrentie (Beukema, 2013). Denk hierbij aan de kosten van arbeid, fluctuerende voerprijzen en de goedkope importen van vlees en eieren van buiten de Europese Unie. Ook moeten veehouders voldoen aan toenemende maatschappelijke eisen en randvoorwaarden (Beukema, 2013). Maatschappelijke organisaties richten zich bijvoorbeeld via de media op de schadelijke effecten van dierlijke productie op het dierenwelzijn, het milieu en het landschap, en wet- en regelgeving stellen randvoorwaarden ten aanzien van de mestproductie en de ammoniakuitstoot.

1.4 Wat belooft PLF?

Beheersing van processen in de agrarische sector wordt steeds belangrijker. Met behulp van PLF is het mogelijk om optimale grip te krijgen op de productie van melk, vlees en eieren. Gedetailleerd inzicht in de eigen productie laat partijen aan het begin van de keten (de veehouders en de verwerkers) beter inspelen op kansen aan de vraagkant (de retailers, de consument en maatschappelijke behoeften). Agrarische producenten krijgen zo meer controle en kunnen hun marktpositie verstevigen (ABN AMRO, 2014). De onderliggende belofte is dat de inzet van PLF de belangen van de veehouder, het dier, het milieu en de consument tegelijk dient (Wathes, 2009). De veehouder wil kunnen leveren onder strikte productspecificaties, minimale milieubelasting en een hoog niveau van diergezondheid en dierenwelzijn. De consument wil kunnen vertrouwen op de herkomst (dit impliceert inzicht in bedrijfs- en ketenprocessen en transparantie van activiteiten in de sector), kwaliteit (waaronder aspecten van diergezondheid, dierenwelzijn en milieu) en betaalbaarheid (dit impliceert efficiency op het bedrijf en afstemming tussen ketenpartijen) van producten zoals vlees, melk en eieren (zie Figuur 2).

Figuur 2 De belofte van PLF voor agrarische producenten, consumenten en de maatschappij (naar: Wathes, 2009)



Bij de ontwikkelingen rondom PLF dienen zich ook vragen aan. Versterkt PLF bijvoorbeeld de huidige trend in de veehouderij waarbij dieren op steeds grotere schaal worden gehouden? Leidt PLF daarmee tot een verdere intensivering van de veehouderij in Nederland? Worden dieren in de toekomst gehouden zonder tussenkomst van de mens, dat wil zeggen, zonder fysiek contact tussen de veehouder en de dieren (door smartphones en robots), maar ook zonder fysiek contact tussen de burger en de dieren (omdat de dieren niet meer buiten komen)? Leidt PLF daarmee tot vervreemding tussen mens en dier? Wordt PLF een drukmiddel om productiedata te verstrekken aan de afnemers van vlees, melk en eieren? Leidt PLF daarmee tot een versterking van de economische macht van de industriële verwerkers en retailers in de keten? Deze verschillende vragen kunnen leiden tot maatschappelijk debat.

Dit rapport doet verslag van een eerste verkenning van Precision Livestock Farming. Paragraaf 2 geeft een overzicht van de technische stand van zaken rondom PLF. Paragraaf 3 beschrijft hoe PLF in de praktijk vorm krijgt. De vierde en laatste paragraaf gaat in op enkele thema's rondom PLF die aanleiding kunnen geven tot maatschappelijk debat.

2 Technische achtergrond en componenten van PLF

2.1 Process engineering

PLF richt zich op het managen van de verschillende processen in en rond het dier en maakt gebruik van principes en technologieën uit de *process engineering*. Process engineering beschouwt de dierlijke productie als een bundeling van processen die samenkomen in een complex netwerk (Wathes et al., 2008). Processen die voor PLF in aanmerking komen, zijn:

- de groei van het dier (bijv. de opfok en het afmesten van varkens en vleeskuikens);
- de output van melk en eieren (bijv. de samenstelling van melk en de hoeveelheid eieren);
- de aspecten van dierlijk gedrag (bijv. de detectie van agressie bij varkens, onrust bij melkkoeien wat kan duiden op vruchtbaarheid);
- het signaleren en monitoren van dierziekten (bijv. specifieke problemen aan het dier zoals uierontsteking, *early warning* van snel verspreidende virussen zoals vogelgriep);
- de fysieke processen in de omgeving van het dier (bijv. de temperatuur en ventilatie in de stal, de emissie van stoffen naar de lucht zoals ammoniak, de kwaliteit van het grasland).

2.2 Technische componenten van PLF

PLF vindt haar basis in een aantal technische componenten. Deze componenten hebben zich in de afgelopen twintig jaar ontwikkeld, en zijn (technisch gezien) nog steeds in ontwikkeling:

Global Position System (GPS)

GPS zorgt voor een verbinding tussen data en een specifieke geografische locatie. Nauwkeurige plaatsbepaling is essentieel voor precisielandbouw en PLF. GPS wordt gebruikt voor apparaten, zoals tractoren, die autonoom acties moeten uitvoeren. Door het aanleggen van vaste rijpaden bijvoorbeeld (zoals veelal in de biologische landbouw gedaan wordt) kan met een nauwkeurigheid van 5 centimeter worden gewerkt en kan de opbrengst worden geoptimaliseerd (VandenBorne, 2015). Daarnaast wordt GPS gebruikt voor het lokaliseren van melkkoeien in de stal, maar ook van runderen in afgelegen gebieden buiten de stal (Bishop-Hurley et al., 2007; Handcock et al., 2009).

Sensortechnologie

Met sensoren kun je in de precisielandbouw specifieke verschillen binnen een perceel of gewas waarnemen, zoals bodem- en gewaseigenschappen, gewasmicroklimaat en dichtheden van onkruiden, ziekten en plagen. Er wordt onderscheid gemaakt tussen nearby sensoren die op voertuigen gemonteerd zijn (en dus dicht bij de grond en het gewas meten) en *remote* sensoren die waarnemen vanaf een satelliet of drone (Kempenaar, 2010). Bij PLF worden sensoren direct

geplaatst aan het dier. Bijvoorbeeld een stappenteller om het moment van vruchtbaarheid bij melkkoeien na te gaan (Brehme et al., 2008) of om in een vroeg stadium ziekten of ongemakken bij melkkoeien te vinden, zoals uierontsteking of verlamming aan de poten (Kramer et al., 2009).

ICT

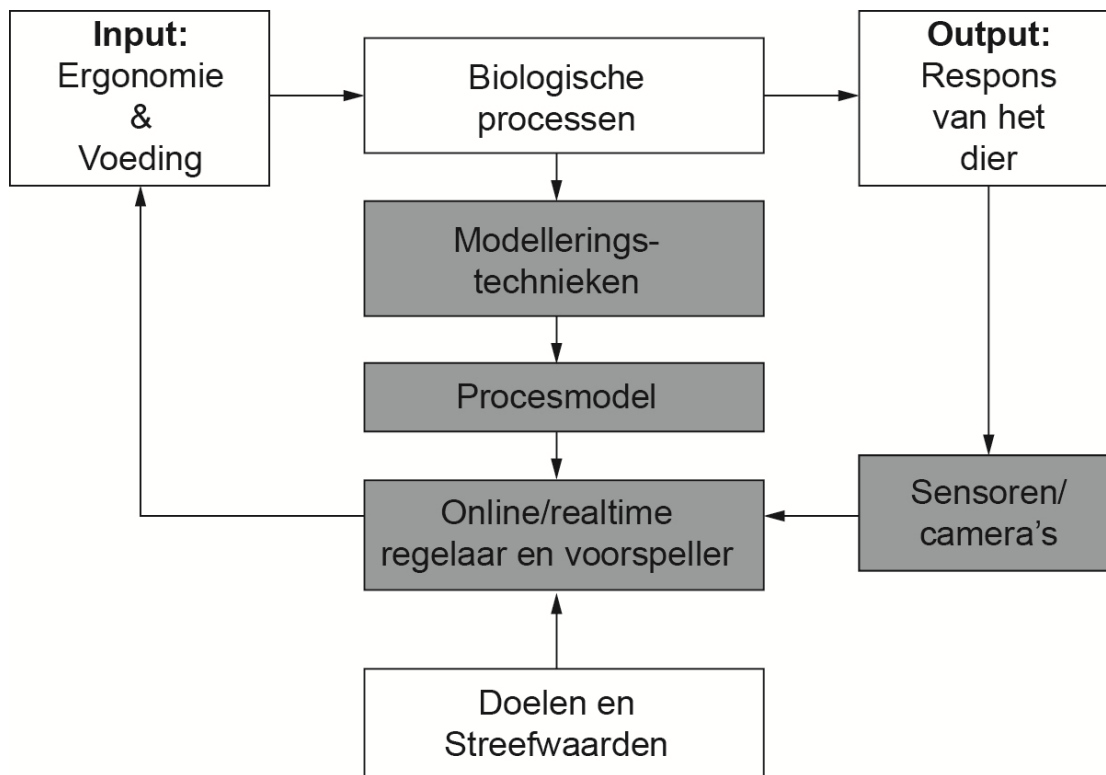
Bij precisielandbouw en PLF worden veel data uitgewisseld tussen machines, sensoren, bedrijfsmanagementsystemen en aanbieders van diensten (zoals fokkerijproducten of voerleveranciers). De data worden benut voor het managen van de verschillende processen op het agrarische bedrijf.

PLF omvat geen vaste set van tools. Als concept moet PLF nog op allerlei manieren vorm krijgen. De exacte vorm hangt af van de stand van de techniek en de wijze waarop de gebruiker (de veehouder en/of de verschillende partijen in de keten) PLF inzet in de bedrijfsvoering. Zo kan een melkveehouder ervoor kiezen om op een bestaand bedrijf een nieuwe voerrobot in te zetten. Maar deze melkveehouder kan er ook voor kiezen om een compleet nieuwe stal te bouwen met nieuwe apparatuur (zoals ventilatoren, melkrobots en voerrobots) en een nieuw besturingssysteem (zoals ERP-software) om alle processen te managen via de desktop, die dan weer is gesynchroniseerd met de smartphone of tablet.

2.3 PLF-bedrijfsmanagementsysteem

Om de verschillende processen in en rond het dier te kunnen monitoren, modelleren en aansturen is een PLF-bedrijfsmanagementsysteem nodig. Dit systeem bestaat uit een aantal sleutelementen die via een gesloten lus met elkaar zijn verbonden. De gesloten lus heeft betrekking op een managementcyclus van waarnemen, analyseren, beslissingen nemen en implementeren. Figuur 3 geeft een schematische weergave van een PLF-bedrijfsmanagementsysteem. Het legt de nadruk op de biologische processen in het dier, maar kan op dezelfde wijze worden gebruikt voor de fysieke processen rond het dier.

Figuur 3 Schematische weergave van een PLF bedrijfsmanagementsysteem (naar Aerts et al., 2003; Loor et al., 2003; Wathes, 2009).



De sleutelementen van een PLF bedrijfsmanagementsysteem zijn (zie Figuur 3):

- **Sensoren en camera's:** een waarnemingssysteem van de output (hier: de respons van het dier);
- **Modelleringstechnieken:** een compact wiskundig model van de input-/outputrelaties van één bepaald proces;
- **Procesmodel:** een model dat de verschillende processen (hier: in en rond het dier) laat interacteren;
- **Online/realtime regelaar en voorspeller:** een model dat zorgt voor de juiste input (hier: klimaat in de stal, hoeveelheid voeding); en
- **Doelen en streefwaarden:** afhankelijk van de bedrijfs- en procesdoelen opgesteld door de veehouder (en/of andere partijen in de keten).

PLF-technologieën zoals sensoren (voor het realtime signaleren van biologische processen in het dier of fysische processen in de stal), computermodellen (voor het leveren van rekenkracht, het combineren en optimaliseren van verschillende bedrijfsprocessen) en de online/realtime regelaar en voorspeller (voor het combineren en omzetten van datastromen in doelgerichte acties), stellen veehouders (of andere partijen in de keten) in staat om op elk moment en op elke plaats de gegevens te benutten over het prestatieverloop van individuele dieren.

De doelen en streefwaarden hangen af van de context van het bedrijf en moeten door de veehouder (of ketenpartijen) zelf worden bepaald en in het systeem worden gebracht. Deze kunnen betrekking hebben op de maximale levensduur van melkkoeien of het (streef-) gewicht van varkens. Een voorbeeld uit de varkenshouderij is het benutten van gegevens van ouderdieren. Biggen presteren beter als ze afkomstig zijn van ouderdieren met een hoog geboortegewicht en een hoge fokwaarde. Door deze biggen speciaal voer te geven wordt hun groeipotentieel nog beter benut. Zo kan de veehouder met deze biggen weer hogere opbrengsten genereren (ABN AMRO, 2014).

Een (eerder genoemd) voorbeeld uit de melkveehouderij is het Nederlandse project Smart Dairy Farming. Dit project richt zich op het ondersteunen van melkveehouders bij de verzorging van individuele dieren om daarmee een goede gezondheid, een langer leven en een langere productietijd van de koe te hebben. Daartoe worden sensoren, beslismodellen, procesbeschrijvingen en adviesproducten ontwikkeld. Deze hulpmiddelen en diensten stellen melkveehouders in staat om betere keuzes te maken op het gebied van gezondheid, vruchtbaarheid en voeding (Vonder & Hamsma, 2013).

Om ervoor te zorgen dat veehouders daadwerkelijk iets kunnen met de verzamelde informatie, is het nodig dat computermodellen een slimme analyse uitvoeren van de databestanden. Daarnaast is terugkoppeling van de relevante informatie aan de veehouder nodig. Om dat te bewerkstelligen moeten de analyses en de doelen/streefwaarden binnen een PLF bedrijfsmanagementsysteem vertaald kunnen worden naar concrete waarschuwingen of doelgerichte acties, zoals het leveren van speciaal voer, het uit de productie halen van een dier of het bijstellen van het klimaat in de stal (Berckmans, 2011; Banhazi et al., 2012).

2.4 Huidige en toekomstige ontwikkelingen van PLF

Hoe ver is de technische ontwikkeling van PLF gevorderd? Momenteel is het mogelijk om via PLF diverse processen (zoals biggengroei, kwaliteit van melk, stalklimaat) te managen die op dit moment (realtime) gaande zijn. Daarbij is het belangrijk dat de verschillende datastromen worden omgezet in zinvolle adviezen aan de veehouder; in het project Smart Dairy Farming bijvoorbeeld werken de ontwikkelaars aan modellen (ook wel algoritmen genoemd) die dat kunnen.

Om de gezondheid van de koe beter te kunnen monitoren, onderscheidde het consortium van het project Smart Dairy Farming, (bestaande uit veehouders, commerciële bedrijven, kennisinstellingen en een aantal hightech toeleveranciers), een drietal kernprocessen: opfok van jongvee, transitie management en vruchtbaarheidsmanagement. Vooral transitie management (het verzorgen van de koe tussen twee melkbeurten in) en vruchtbaarheidsmanagement (aan de orde als de koe vruchtbaar is) blijken lastig in een algoritme te vangen, omdat koeien 'gewoon' zoogdieren zijn (in plaats van apparaten). Zo zijn binnen een kudde de individuele koeien niet op hetzelfde moment lacterend of vruchtbaar. Gewichtsverlies van tien procent in een week tijd, gecombineerd met verminderde voeropname geeft bij een lacterende koe een afwijkend beeld en zou kunnen duiden op ziekte. Bij een koe in de transitiefase zou hetzelfde resultaat een minder afwijkend beeld opleveren, omdat de koe in die fase geen melk produceert en energie over heeft. Het is voor het

project Smart Dairy Farming een belangrijke uitdaging om voor dit soort biologische processen (en individuele verschillen bij koeien) goede modellen te ontwikkelen (Van Zaalen, 2014).

Een stap verder in de technische ontwikkeling van PLF zijn (nog te ontwikkelen) modellen die de informatie over de huidige situatie van het dier of de stal kunnen omzetten naar informatie over wat zich in de toekomst zou kunnen voordoen. Bijvoorbeeld modellen die voorspellingen kunnen geven over de gezondheid van het dier (zoals verlamming aan de poten bij melkkoeien die stilliggen), of de omstandigheden in de stal (zoals vroegsignalering van vogelgriep). Deskundigen verwachten dat het zeker nog vijf tot tien jaar duurt voordat dergelijke voorspellingsmodellen door veehouders kunnen worden toegepast (Stevens, 2014).

3 Ontwikkelingen van PLF in de praktijk

Deze paragraaf geeft aan de hand van de verschillende groepen stakeholders die bij PLF betrokken zijn, een overzicht van hoe PLF in de praktijk vorm kan krijgen.

PLF kent een grote diversiteit aan stakeholders, zoals weergegeven in Figuur 4. De PLF-stakeholders zijn betrokken op verschillende niveaus met verschillende rollen en belangen. Ze kunnen worden onderverdeeld op het niveau van de productieketen (zie de y-as in Figuur 4) en op schaalniveau (zie de x-as in Figuur 4). Hieronder worden de diverse groepen uitgebreider beschreven.

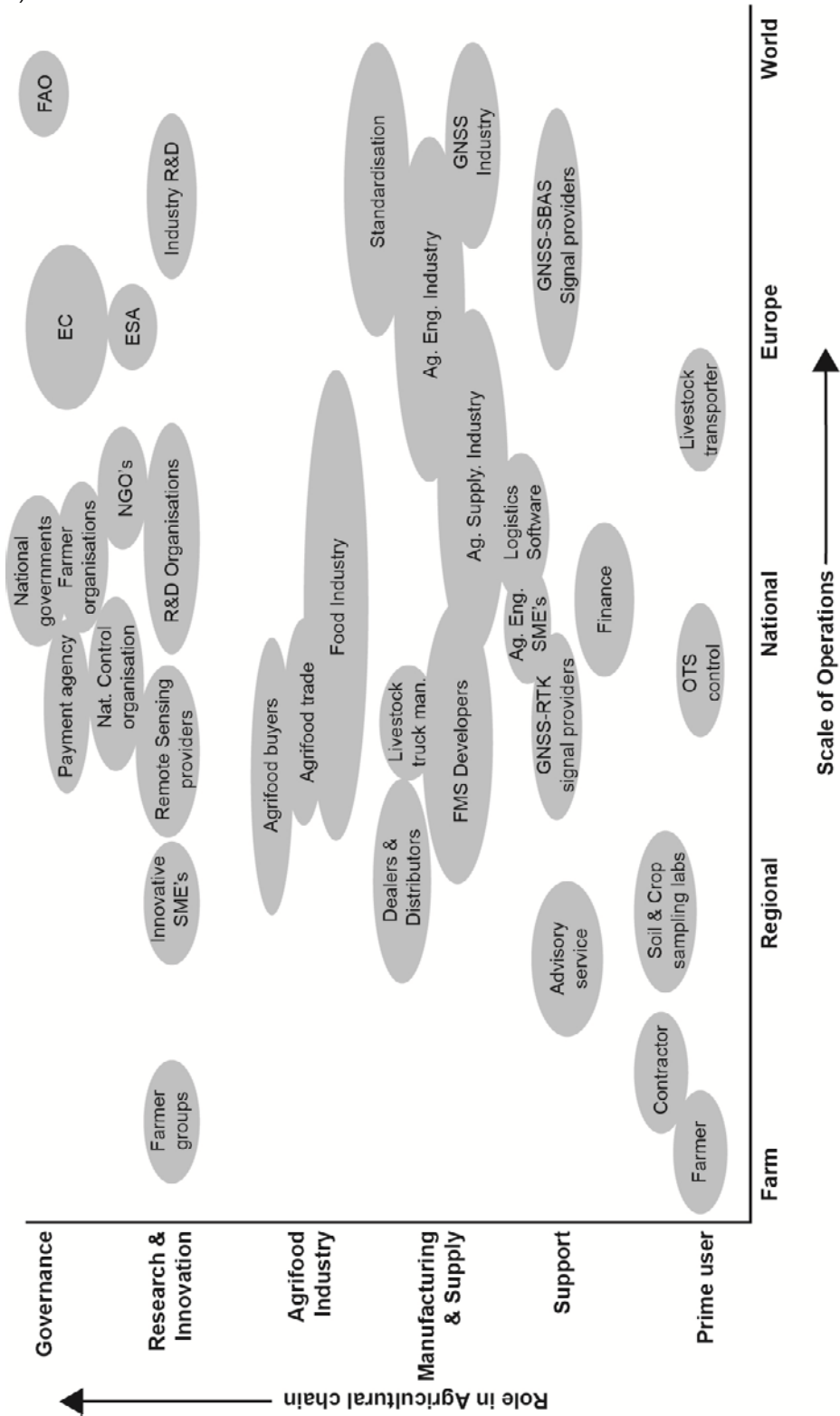
3.1 Stakeholders op het niveau van de productieketen

Op het niveau van de productieketen zijn de stakeholders gegroepeerd rondom de primaire gebruikers van PLF, dat wil zeggen, de veehouders. Deze groep van stakeholders bestaat uit de adviesdiensten (bijv. ICT en software), de leveranciers van machines (bijv. melk- en voerrobots), de agrofoodindustrie (bijv. melkverwerkers en slachterijen) en de aanjagers van onderzoek en ontwikkeling (bijv. de Land- en Tuinbouworganisatie (LTO)). Een tweetal bedrijfsvideo's illustreren de ontwikkelingen van PLF bij de primaire gebruikers in de praktijk.

De eerste video gaat over het melkveebedrijf van de familie Damman in Nagele (Flevoland) (https://www.youtube.com/watch?v=Tsu2jZY_4MA). De video is gemaakt in 2011 in het kader van een CRV-voorlichtingsbijeenkomst over diergezondheid. CRV is een coöperatieve organisatie van Nederlandse melkveehouders (CRV, 2015). De coöperatie levert fokkerijproducten en -diensten, waaronder ook PLF-technologieën zoals de stappenteller en Ovalert ©, een managementsysteem om de vruchtbaarheid van de koe te signaleren.

De tweede video gaat over het melkveebedrijf van Wim Bos in Zuidbroek (Groningen) (<https://www.youtube.com/watch?v=aGVCWPridUs>). Sinds juni 2014 draait bij veehouder Bos de eerste Mlone-vijfboxmelkrobot in Nederland. Deze melkrobot is geleverd door GEA Farm Technologies. GEA produceert en installeert stalsystemen bij melkveehouders in Nederland en België en is onderdeel van de Duitse GEA groep (GEA, 2015). Veehouder Bos vertelt over de ervaringen met de nieuwe vijfboxmelkrobot. Ook legt hij uit hoe CowView© werkt, een systeem waarmee een individuele koe via GPS in de stal opgespoord kan worden.

Figuur 4 Overzicht van de PLF-stakeholders op het niveau van de productieketen en op schaalniveau (Bron: European Union, 2014)



Melkveebedrijf Damman in Nagele (Flevoland)

De broers Jan-Hendrik en Erik Damman vormen samen met hun ouders een maatschap op het bedrijf in Nagele (Flevoland). Ze hebben melkkoeien en bedrijven akkerbouw. In 2009 hebben ze de stal uitgebreid en het aantal koeien verdubbeld van 130 naar 275. De melkkoeien leveren jaarlijks gemiddeld 9.100 liter melk aan de fabriek. De doelstelling is om de arbeidsproductiviteit op het bedrijf te verhogen. De familie Damman wil in de toekomst kunnen opschalen en daarnaast ook nog andere agrarische activiteiten kunnen ontplooiën. Het bedrijf heeft momenteel vier melkrobots. Dit zorgt voor een grotere flexibiliteit en voor minder fysieke belasting. Daarnaast wordt via de melkrobot informatie over de koe gedigitaliseerd: over de melk, het voer en de bewegingsactiviteit van de koe.

Iedere koe moet ongeveer eenmaal per jaar worden geïnsemineerd om daarna te kunnen afkalven en melk te kunnen geven. Om het tijdstip van vruchtbaarheid van iedere koe exact te kunnen bepalen (de zogenaamde tochtdetectie), heeft de familie Damman via CRV een stappenteller en een vruchtbaarheidsmanagementsysteem (de Ovalert©) op het bedrijf ingevoerd. De stappenteller is bevestigd aan de rechtersvoorpot van de koe en digitaal verbonden met een kastje in de stal. Dit kastje gaat knipperen zodra de stappenteller aangeeft dat een koe tochtig is. Op de computer is vervolgens te zien om welke koe het gaat en waar zij zich in de stal bevindt. In de oude situatie moest vader Damman nog iedere avond anderhalf uur in de stal rondlopen om te inspecteren of een koe tochtig was. Dat is nu niet meer nodig. Toch blijft ook het oog van de meester wel belangrijk – de familie Damman combineert het digitale vruchtbaarheidssysteem met eigen inspectie van de koeien.

Melkveebedrijf Bos in Zuidbroek (Groningen)

Wim Bos en zijn vader vormen een maatschap in het Groningse Zuidbroek. Ze hebben 186 melk- en kalfkoeien en bijbehorend jongvee. In 2014 heeft veehouder Bos gekozen voor de aanschaf van een Mlone-vijfbosmelkrobot. Dit is een nieuw type melkrobot dat vijf koeien tegelijk kan melken. Deze is geplaatst door GEA Farm Technologies op een centrale plek in de stal. Het gaat hier om een bestaande stal van vader en zoon Bos waar de koeien vrij kunnen rondlopen. Aanvankelijk vertoonde de nieuwe melkrobot wat kinderziektes en installatiefoutjes. Ook moesten de koeien volgens veehouder Wim Bos erg wennen aan de nieuwe manier van melken. Uiteindelijk geeft de nieuwe melkrobot veehouder Wim Bos een aantal voordelen: een eenvoudige indeling van de stal met één melkrobotruimte, één mestruimte, één schone ruimte, één vacuümpomp en één compressor.

Bij de ingang van de melkrobot worden de koeien voorgesorteerd. Dit betekent dat het koeverkeer in de stal zo is geregeld dat niet iedere koe een willekeurige wachtruimte van de melkrobot kan binnenlopen.

De koeien dragen allemaal een *tag* die is bevestigd in een loszittende halsband. De tag is weer gekoppeld aan een CowView© systeem, geleverd door GEA Farm Technologies, het bedrijf dat ook verantwoordelijk is voor de levering van de melkrobot. Dit systeem kan nagaan waar de koe zich in de stal bevindt. Ook kan het een gedragsanalyse doen van de koe. Een verhoogde activiteit van de koe kan duiden op tochtigheid, terwijl een verminderde activiteit kan duiden op ongemak of

dierziekten. Op basis van een aantal parameters (staan of liggen in de box, loopafstand in stal) wordt via de tag in de halsband een seintje gegeven. Dit seintje komt via een kastje in de stal binnen op de desktop of de smartphone. Met behulp van GPS op de smartphone kan de veehouder de koe opzoeken in de stal. De veehouder kan vervolgens de koe zélf bekijken en bepalen of er actie moet worden ondernomen. In het filmpje van veehouder Bos laat koe 121 verminderde activiteit zien en blijkt deze een behandeling nodig te hebben voor slepende melkziekte. Slepende melkziekte is een aandoening bij melkvee die kan ontstaan na het afkalven, als gevolg van onvoldoende energierijk krachtvoer of structuurarm ruwvoer.

3.2 Stakeholders op de verschillende schaalniveaus

De diversiteit aan stakeholders die zijn betrokken bij PLF kunnen behalve op productieketenniveau ook worden gegroepeerd op schaalniveau (zie Figuur 4). Zo zijn er op regionaal niveau, nationaal niveau, vanuit de EU en wereldwijd vanuit de Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) verschillende initiatieven die inzetten op PLF. Hieronder worden van de verschillende niveaus enkele voorbeelden gegeven.

3.2.1 Regionaal niveau

Samenwerkingsverband Noord-Nederland

Op regionaal niveau werken de drie noordelijke provincies Drenthe, Friesland en Groningen samen in het Samenwerkingsverband Noord-Nederland (SNN). Binnen het SNN wordt het ruimtelijke en economische beleid van de drie provincies afgestemd. Ook voert het SNN onderhandelingen met de nationale en Europese overheid. Doel van het SNN is het versterken van de economische positie van Noord-Nederland. Het SNN zet in op vijf economische clusters: energie, sensortechnologie, watertechnologie, agribusiness en healthy ageing (SNN, 2015).

Een voorbeeld is het project Smart Dairy Farming. Dit project is zeer recent aangewezen als een van de tien proeftuinen waarmee het Nederlandse bedrijfsleven en de overheid de innovatie wil aanjagen. In een eerdere fase (2011-2015) heeft dit Smart Dairy Farming-project ondersteuning gehad van het SNN. Andere voorbeelden van (lopende) projecten in het SNN zijn weergegeven in Tabel 1. Hierin is ook te zien dat de sensortechnologie (zoals beschreven in paragraaf 2) niet alleen wordt ingezet in de agrarische sector, maar ook wordt toegepast in combinatie met andere economische clusters/domeinen zoals energie, water en ouderenzorg.

Fancom B.V. in Panninge (Limburg)

Op regionaal niveau is ook het midden- en kleinbedrijf (MKB) actief bij het ontwikkelen en in de praktijk brengen van PLF. Het bedrijf Fancom B.V. in Panningen (Limburg) is een voorbeeld van zo'n innovatief bedrijf (Fancom, 2015). Fancom ontwikkelt stalinrichtingen voor de pluimvee- en varkenshouderij. Het bedrijf is een dochteronderneming van het Amerikaanse CTB (CTB, 2015) en gespecialiseerd in klimaatbeheersing, voerautomatisering, biometrie en datamanagement. Twee PLF-systemen van Fancom worden hier nader toegelicht: de hoestmonitor bij varkens en het gebruik van camera's bij vleeskuikens. De beschrijvingen worden gevolgd door links naar twee

Tabel 1 Projecten in het Samenwerkingsverband Noord-Nederland (SNN) gerelateerd aan verschillende economische clusters waaronder sensortechnologie (Bron: SNN, 2015).

	Omschrijving	Betrokken clusters	Stakeholders	Fase
Smart Dairy Farming	Managementondersteuning en toegepaste sensortechnologie in de melkveehouderij.	Agrifood Sensortechnologie Watertechnologie	Friesland Campina, CRV, Agrifirm, SNN, NOM	Loopt van 2011 tot eind 2015.
Smart Greenhouse	Managementondersteuning en toegepaste sensortechnologie voor de glastuinbouw.	Agrifood Sensortechnologie Watertechnologie	LTO Glaskracht, LTO Noord, Syntens, CropEye, SNN, Sensor Universe	Project is in ontwikkeling.
Waterschoon Sneek Noorderhoek	Decentrale sanitatie, energiebesparing en herbenutting van nutriënten in de woonwijk Noorderhoek in Sneek (232 woningen).	Sensortechnologie Watertechnologie Energie Agrifood Healthy ageing	Agentschap NL, Desah, woningstichting De Wieren, NOM, Provincie Friesland, Stowa, SNN, Súdwest Fryslân, Wetterskip Fryslân	Eind 2011 is het project opgeleverd. Het is operationeel.
Domotica	Elektronische toepassingen om functies in woningen te besturen (o.a. verwarmen en verlichten) en diensten uit de woonomgeving te gebruiken (o.a. alarmeren en telefoneren). Maakt het langer thuis wonen van ouderen mogelijk.	Healthy ageing Sensortechnologie Energie	Verpleeghuis de Enk Zuidlaren, Domotica Platform Nederland, Gemeente Groningen, Hanzehogeschool Groningen, SSN, Sensor Universe	Verpleeghuis de Enk in Zuidlaren (Gr.) maakt gebruik van deze technieken.
Valpreventie	Sensoren om valincidenten bij ouderen te voorkomen.	Healthy ageing Sensortechnologie	Kliniek Oldenburg, Oosterlengte, UMCG, Zorginnovatie Forum Groningen	Heeft gelopen tot eind 2013.
Blue Energy	Demo-site Wetsalt Harlingen en de Afsluitdijk als energiedijk. Energie opwekken (planning is 500 kilowatt voor 1.000 huishoudens) via het mengen van zout en zoet water op de Afsluitdijk.	Watertechnologie Energie Sensortechnologie	Energy Valley, Wetsus, Redstack, Provincie Friesland, Provincie Groningen, RUG, Wageningen UR, Noordelijke Hogeschool Leeuwarden, SNN	Sinds 2009 onderzoek en vervolg in voorbereiding. De energiedijk wordt operationeel verwacht in 2015-2016.

Bron: SNN

bedrijfsvideo's die deze systemen van Fancom bij de primaire gebruiker (een varkenshouder en een vleeskuikenhouder) illustreren.

Systemen voor de varkenshouderij

De hoestmonitor van Fancom is gericht op het vroegtijdig constateren van luchtwegaandoeningen bij varkens. Het maakt gebruik van geluidsanalyse en registreert het hoestgedrag in een stalafdeling met varkens. De hoestmonitor kan de gezondheid van de dieren continu en automatisch observeren. Zo zijn luchtwegaandoeningen in een vroeg stadium op te sporen en kan het gebruik van antibiotica worden teruggedrongen.

De hoestmonitor bestaat uit een computer met speciale geluidsanalyse en een microfoon die in de afdeling hangt. De computer onderscheidt de hoestgeluiden van andere geluiden en waarschuwt de gebruiker indien het hoestgedrag afwijkt van de norm. Data kunnen worden opgeslagen met behulp van de managementsoftware van Fancom (FarmManager©). Hiermee kan de veehouder terugkijken op hoestgedrag van varkens en situaties vergelijken in de tijd.

De geluidsanalyse is onderdeel van een groter systeem dat bij Fancom nog in ontwikkeling is. In dit systeem worden naast microfoons ook camera's gebruikt in de stal. De data van deze metingen in combinatie met de data van de klimaat- en voercomputers signaleren en monitoren de verschillende processen in en rond het dier tot een overzichtelijk beeld: de groei, de aspecten van dierlijk gedrag, eventuele dierziekten en de fysieke processen in de stal.

Varkenshouder Tiny van de Berg in Volkel (Noord-Brabant) heeft een gesloten bedrijf met 6.000 vleesvarkens en 1.800 speenbiggen. De bedrijfsvideo laat zien hoe de PLF-systemen van Fancom hem helpen om het bedrijf te managen: <http://www.fancom.nl/nl/projecten/12/varkenshouderij-tiny-van-de-berg>.

Systemen voor de vleeskuikenhouderij

Een automatische gedragsmonitor voor vleeskuikens, de EyeNamic© van Fancom, maakt gebruik van cameratechnieken in de stal. Drie camera's in de nok van de stal brengen een deel van het grondoppervlak continu in beeld. De EyeNamic© maakt het mogelijk om het gedrag van een groep van vleeskuikens van minuut tot minuut te volgen, waardoor afwijkend gedrag snel zichtbaar wordt. De analysesoftware vertaalt de camerabeelden in een index voor (1) de oppervlakteverdeling van de kuikens en (2) de activiteit van de kuikens. Te veel op een kluitje zitten en/of te weinig bewegingsactiviteit zijn mogelijke indicaties voor gebrek aan welzijn van de dieren. De data van EyeNamic© zijn volledig geïntegreerd in de FarmManager© (managementsoftware van Fancom). Afwijkingen op het normale gedrag van kuikens kunnen met behulp van deze software vergeleken worden met andere parameters uit de stal, zoals het klimaat, de voer- en waterconsumptie en de groei van de kuikens.

Vleeskuikenhouder Rien van den Berg in Deurne (Noord-Brabant) heeft ruim 500.000 vleeskuikens op drie verschillende locaties. De bedrijfsvideo laat zien hoe de PLF-systemen van Fancom hem

helpen om het bedrijf te managen: <http://www.fancom.nl/nl/projecten/13/510000-vleeskuikens-op-drie-lokaties>.

3.2.2 Nationaal niveau

Smart Dairy Farming

Op nationaal niveau is vrij recent aandacht voor PLF. Zoals eerder beschreven is het project Smart Dairy Farming (SmartDairyFarming, 2015) aangewezen als een van de nieuwe proeftuinen van de Nederlandse overheid om in samenwerking met het bedrijfsleven innovatie te stimuleren. Sinds 2015 wordt Smart Dairy Farming op nationaal niveau erkend en ondersteund via regelingen voor onder meer de topsectoren en via Europese gelden (bijv. SmartAgriFood, 2015). Achterliggend doel is om de opgedane kennis en ervaring uit Smart Dairy Farming te benutten in andere sectoren en industrieën, binnen en buiten de landbouw. De Infobroker is een volgende stap van het project in de ontwikkeling van PLF. Het betreft een digitaal platform dat verschillende partijen in de zuivelketen met elkaar verbindt. Daartoe moesten de ontwikkelaars van de Infobroker (TNO en Rovecom) gesprekken aangaan met bedrijven die op zeer uiteenlopende plaatsen in de keten actief zijn, van retail- tot veevoederbedrijven.

De Infobroker combineert signalen van verschillende sensoren, slaat deze op en vertaalt de data door filtering en analyse in een zinvol en tijdig advies. Een lastig punt in de totstandkoming van de Infobroker was dat bedrijven in de zuivelketen (met name de melkveehouders) alleen hun data wilden afgeven als hun verdienmodel duidelijk zou zijn. En er waren technische hindernissen te overwinnen, zoals het synchroniseren van data tussen verschillende sensoren/apparaten. Toen de verschillende partijen (van melkveehouder tot sensorleverancier) eenmaal akkoord waren met de structuur, konden er duidelijke afspraken worden gemaakt: wie levert welke data, hoe en door wie worden die geanalyseerd en hoe kunnen de analyses gebruikt worden? De Infobroker wordt nu ondergebracht in een stichting. Rovecom, één van de ontwikkelaars van de Infobroker, is van plan om de opgedane kennis en ervaring niet alleen in de agrifood-sector te vermarkten, maar zo mogelijk ook in de machine- en apparatenbouw (Van Zaal, 2014).

Smart Industry

Parallel aan het Smart Dairy Farming-project loopt het initiatief Smart Industry (SmartIndustry, 2015). De Actieagenda Smart Industry richt zich op de brede industrie, van agrofood tot logistiek en van chemie tot de hightech. De betrokken partijen zijn het ministerie van Economische Zaken, TNO, de ondernemersorganisatie van de technologische industrie (FME), VNO-NCW, de Kamer van Koophandel en Nederland ICT. Deze partijen zien Smart Industry als een belangrijk intersectoraal thema binnen het topsectorenbeleid en de ICT-agenda van de Nederlandse overheid. Volgens Ineke Dezentjé Hamming, voorzitter van het team Smart Industry, is een nationale aanpak op het gebied van digitalisering noodzakelijk om de concurrentiekracht van de Nederlandse industrie te vergroten.

Centraal doel van de Actieagenda Smart Industry is het stimuleren en ondersteunen van Fieldlabs. Dit zijn clusters van bedrijven en kennisinstellingen die werken rondom Smart Industry-principes

zoals automatisering, zero defect manufacturing, flexibele productie, customer intimacy en waardecreatie op basis van big data. Enkele Fieldlabs houden zich specifiek bezig met nieuwe technologieën zoals 3D- printen en robotica. Fieldlabs in de agrofood sector, ondersteund door de Actieagenda Smart Industry, zijn: SMARTfood (gericht op vers fruit en groente) en Smart Dairy Farming (gericht op samenwerking in de zuivelketen) (SmartIndustry, 2015).

3.2.3 EU-niveau

Ook op Europees niveau is PLF een belangrijk thema. Een tweetal projecten en een beleidsdocument worden hier nader toegelicht. Bright Animal en EU-PLF zijn twee EU-projecten die specifiek gericht zijn op PLF.

Bright Animal

Het project Bright Animal liep van 2009 tot 2011. Het functioneerde als platform voor kennisinstellingen en bedrijven die zich in verschillende delen van de wereld met PLF bezighouden. Projectpartners kwamen uit onder andere uit China, Brazilië, Australië, Maleisië, Verenigd Koninkrijk, Denemarken, Noorwegen, Finland, België en Nederland. Bright Animal heeft geen nieuw onderzoek opgeleverd, maar wel bestaand onderzoek met betrekking tot PLF samengebracht en uitgewisseld (Bright Animal, 2010). Tevens zijn er aanbevelingen gedaan over hoe PLF beter toegankelijk kan worden gemaakt voor kleine en middelgrote producenten (EUBrightAnimalProject, 2015).

EU-PLF

Het project EU-PLF (looptijd 2012-2016) heeft als doel om een blauwdruk te ontwikkelen die laat zien hoe PLF-technologieën kunnen worden ingezet als een geïntegreerd systeem binnen het bedrijf. Daarbij ligt de nadruk op een bedrijfssysteem dat voordelen oplevert voor het dier (bijv. dierziekten of ongemakken signaleren), de veehouders (bijv. het gebruiksgemak) en de overige stakeholders in de productieketen (bijv. de beschikbaarheid van data).

In het kader van dit project wordt door de twintig partners (onderzoeksinstituten, universiteiten en bedrijven) onderzoek gedaan naar PLF-concepten die kunnen worden toegepast in de varkenshouderij, pluimveehouderij en rundveehouderij (EU-PLF, 2015). De projectpartners bestaan onder andere uit Wageningen UR, Stichting DLO, Fancom B.V., GEA Farm Technologies, Royal Veterinary College (Londen, Verenigd Koninkrijk), University of Bristol (VK), Volcani Centre (Israël) en het Institut National de la Recherche Agronomique (Frankrijk) (Cordis EU, 2015).

De zesde Europese Conferentie Precision Livestock Farming (EC-PLF, 2013) is gelieerd aan dit project en vond plaats in Leuven, België, op 10-12 September 2013 (Berckmans & Vandermeulen, 2013). Tijdens deze conferentie werd aandacht besteed aan de algemene principes van PLF, de dierwetenschappelijke/ethologische aspecten bij de verschillende diersoorten (zoals varkens, pluimvee, rundvee, schapen, paarden en vissen), en de ethische aspecten van PLF (Bos & Gremmen, 2013).

Beleid

In een beleidsdocument van de EU (European Union, 2014) wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken van PLF en precisielandbouw in de EU-lidstaten. Doel van dit document is om na te gaan of toekomstig beleid op deze onderwerpen wenselijk is en kan worden ondergebracht binnen de CAP (Common Agricultural Policy) voor de periode 2014-2020. De EU wil voorzien in een groeiende vraag naar voedselproducten, diervoeders en uitgangsmaterialen. Deze moeten zodanig worden verbouwd en geproduceerd dat de natuurlijke hulpbronnen niet uitgeput raken en het milieu niet onevenredig wordt belast. De inzet van PLF en precisielandbouw kan helpen om deze (duurzaamheids)ambitie te realiseren.

De grote diversiteit aan agrarische bedrijven (zowel qua aard als omvang) binnen de EU levert nog wel uitdagingen op voor het gebruik van PLF en precisielandbouw. Voor het toekomstige EU-beleid (CAP 2014-2020) staat in dit beleidsdocument daarom een aantal aanbevelingen. Een eerste aanbeveling is het ontwikkelen van de Precision Farming Calculator, een managementtool voor bedrijven en adviseurs die aangeeft wat PLF en precisielandbouw op economisch en duurzaamheidsgebied kunnen bijdragen aan de bedrijfsvoering. Een andere aanbeveling is onderzoek doen naar de milieueffecten en het watergebruik op het agrarische bedrijf. Een laatste aanbeveling is de rol van bestaande EU-instituten (zoals de Farm Advisory Services en de European Innovation Partnership) versterken om het gebruik van PLF en precisielandbouw op agrarische bedrijven te ondersteunen.

3.2.4 Wereldwijd niveau (FAO)

PLF heeft wereldwijd de aandacht vanuit de FAO. Naar aanleiding van de in Den Haag gehouden Conferentie over Landbouw, Voedselzekerheid en Klimaatverandering in 2010 zijn door de FAO enkele uitdagingen en uitgangspunten opgesteld voor een duurzame landbouw in de wereld. Deze zijn beschreven in een beleidsdocument (FAO, 2013). De FAO signaleert dat tussen 2010 en 2050 de wereldbevolking met een derde zal toenemen. Een belangrijk deel van die toename vindt plaats in ontwikkelingslanden. Ook zullen steeds meer mensen in de steden gaan wonen. De landbouw zal ook in de toekomst in staat moeten zijn om het (groeiend) aantal mensen te voorzien van voedsel. Tegelijkertijd zorgt klimaatverandering voor een verminderde kwaliteit en kwantiteit van het landbouwareaal.

Om deze uitdagingen aan te gaan heeft de FAO het concept Climate-Smart Agriculture (CSA) geïntroduceerd. Dit concept beoogt een duurzame, klimaatneutrale vorm van landbouw. Daarnaast biedt het concept aanknopingspunten om tegenwicht te bieden aan de negatieve effecten van klimaatverandering op het agrarische bedrijf. PLF en precisielandbouw zijn volgens de FAO belangrijke productiewijzen om het concept Climate-Smart Agriculture in verschillende delen van de wereld vorm te geven.

4 Samenvatting en contouren van publiek debat

PLF is een recente technologische ontwikkeling in de Nederlandse veehouderij en vindt haar basis in GPS, sensortechnologie en ICT. PLF is ingebed in een bredere trend van digitalisering. Daarbij zijn computers, smartphones en tablets onderling met elkaar verbonden, en communiceren straks nog veel meer apparaten – auto's, tractoren, robots, huishoudelijke apparaten – onderling met elkaar én voeren ze autonoom allerlei acties uit. Deze trend is ook zichtbaar in andere sectoren zoals vervoer (Smart Car), tuinbouw (Smart Greenhouse), plantenteelt (Smart Farming) en ouderenzorg in huis (Domotica).

PLF draagt verschillende beloften in zich voor agrarische producenten, consumenten en de maatschappij. Om de aard van PLF beter te begrijpen, is in de voorgaande paragrafen een overzicht geboden van de technische stand van zaken (paragraaf 2) en de ontwikkelingen van PLF in de praktijk (paragraaf 3). Deze laatste paragraaf geeft hiervan een samenvatting. Daarnaast wordt ingegaan op diverse vragen die PLF oproept en die zouden kunnen leiden tot maatschappelijk debat.

4.1 Samenvatting

PLF is een recente technologische ontwikkeling in de Nederlandse veehouderij die zich richt op het managen van de verschillende processen in en rond het individuele dier en bij groepen van dieren. PLF maakt gebruik van principes en technologieën uit de process engineering en beschouwt dierlijke productie als een bundeling van processen die samenkomen in een complex netwerk. Processen die voor PLF in aanmerking komen, zijn: de groei van het dier, de output van melk en eieren, aspecten van dierlijk gedrag (zoals tochtigheid bij melkkoeien of agressie bij varkens), het signaleren en monitoren van dierziekten (zoals verlamming aan de poten of uierontsteking) en de fysieke processen in de omgeving van het dier (zoals temperatuur en ventilatie in de stal of de emissie van ammoniak).

PLF vindt haar technische basis in een aantal componenten: GPS, sensortechnologie en ICT. Deze componenten stellen veehouders in staat om op elk moment (realtime) en op elke plaats (binnen of buiten het bedrijf) informatie te benutten met betrekking tot de verschillende processen in en rondom het dier. Zo geeft een dashboard op de smartphone, tablet of desktop met de belangrijkste parameters en *standard operating procedures* (bijv. krachtvoer aanpassen, nader onderzoek doen bij een bepaald dier) 24 uur per dag de actuele stand van zaken weer.

PLF ontwikkelt zich in de praktijk op verschillende schaalniveaus en met behulp van verschillende stakeholders. Op nationaal niveau is het project Smart Dairy Farming erkend als een van de nieuwe proeftuinen voor innovatie in de melkveehouderij. Het project, waaraan veehouders, commerciële bedrijven, kennisinstellingen en een aantal hightech toeleveranciers deelnemen, richt zich op een

betere monitoring van de gezondheid van de koe. Maar hiervoor moeten nog de nodige hindernissen worden overwonnen. Vooral transitie management (het verzorgen van de koe tussen twee melkbeurten in) en vruchtbaarheidsmanagement (aan de orde als de koe vruchtbaar is) blijken lastig in een algoritme te vangen.

Op EU-niveau is PLF een belangrijk thema in de projecten Bright Animal en EU-PLF. Het project Bright Animal liep van 2009 tot 2011 en functioneerde als een platform voor kennisinstellingen en bedrijven die zich op verschillende delen in de wereld met PLF bezighouden. Bright Animal heeft bestaand onderzoek rondom PLF samengebracht. Het project EU-PLF loopt van 2012 tot 2016. Het richt zich op de vraag hoe PLF-technologieën kunnen worden ingezet als een geïntegreerd systeem binnen het bedrijf. Binnen EU-PLF doen twintig onderzoeksinstituten, universiteiten en bedrijven uit verschillende landen onderzoek naar PLF-concepten en de toepassing ervan in de varkenshouderij, pluimveehouderij en rundveehouderij.

Wereldwijd is er vanuit de FAO aandacht voor PLF via het concept Climate-Smart Agriculture. Dit concept streeft naar een duurzame, klimaatneutrale vorm van landbouw. PLF en precisielandbouw zijn volgens de FAO belangrijke productiewijzen om het concept Climate-Smart Agriculture in verschillende delen van de wereld vorm te geven.

4.2 Contouren van publiek debat

In hoeverre leidt PLF tot verdere intensivering van de veehouderij in Nederland? Worden dieren in de toekomst gehouden zonder tussenkomst van de mens? Leidt PLF daarmee tot vervreemding tussen mens en dier? Werkt PLF als drukmiddel om veehouders data te laten verstrekken aan de afnemers van vlees, melk en eieren? Leidt PLF tot een versterking van de economische macht van de industriële verwerkers en retailers in de keten? Dit zijn vragen die mogelijk kunnen leiden tot maatschappelijk debat. Als een vooruitblik op een mogelijke publieke discussie over PLF wordt hieronder een aantal van deze vragen besproken.

4.2.1 Het belang van procesbeheersing

Voor beantwoording van vragen over een mogelijke verdere intensivering van de Nederlandse veehouderij, een veranderende economische positie van de boer en de macht van de industrie, is inzicht nodig in de economische context waarbinnen bedrijven en ketens in de Nederlandse veehouderij opereren.

In de Nederlandse agrarische sector wordt beheersing van processen (process engineering) steeds belangrijker. In de huidige context van een stagnerende vraag in Europa en fluctuerende afzetprijzen, leidt schaalvergroting niet automatisch meer tot winst. Schaalvergroting was na de oorlog juist wel een concurrentievoordeel voor de Nederlandse landbouw, die veel kilo's vlees en melk tegen een lage kostprijs voor de wereldmarkt produceerde. Wie tegenwoordig winst wil maken, moet de productie afstemmen op de consument, de supermarkt en de verwerkende industrie. PLF bevat verschillende tools om dit te realiseren.

Een voorbeeld is de Nederlandse kalverhouderij. Die staat sinds 2005 onder druk vanwege een dalende consumptie van blank kalfsvlees. Om als sector te kunnen overleven in de Europese markt en om maatschappelijk draagvlak te behouden, is het belangrijk dat de verschillende partijen in de keten zich goed organiseren (Rabobank, 2014). Duizenden Nederlandse kalverhouders krijgen bijvoorbeeld kalfjes aangeleverd van de VanDrie Groep, wereldmarktleider in kalfsvlees. De kalverhouders krijgen precies te horen welk voer ze moeten geven, hoeveel bewegingsruimte de kalveren moeten krijgen en welke bewegingsvrijheid is toegestaan. Daarmee kan VanDrie een bepaalde productkwaliteit garanderen, een merk neerzetten en een hogere prijs bedingen bij de levering aan supermarkten. Bovendien kan het bedrijf zich geen slechte reputatie veroorloven op het gebied van dierziekten en dierenwelzijn. Zodra de VanDrie Groep de regie op deze procesinformatie zou loslaten, wordt het kalfsvlees een anoniem product en daalt de prijs tot wereldmarktniveau (Sikkema, 2010).

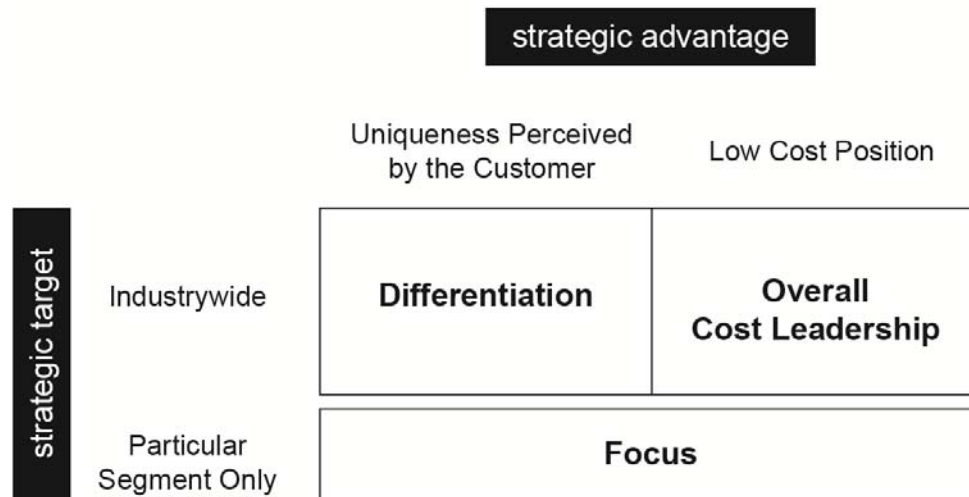
Beheersing van processen levert in het voorbeeld van de VanDrie Groep een aantal voordelen op. De VanDrie Groep heeft de regie in de keten en laat kalverhouders produceren volgens de door hen opgestelde afzetprijs, productspecificaties en eisen voor dierenwelzijn en milieu. Daarmee wordt niet alleen de productkwaliteit (inclusief dierenwelzijn en milieu) geborgd richting de supermarkten en de consument, maar ook de betaalbaarheid van kalfsvlees. Daarnaast is de VanDrie Groep zich bewust van de zorgen die in de samenleving leven over de gangbare wijze waarop kalveren worden gehouden: kalveren worden hierbij direct na de geboorte weggehaald bij de moeder en lijden aan bloedarmoede om het vlees wit/roze te laten kleuren. Discussies rondom deze thema's (in de media en achter de schermen bij de bedrijven) speelden een aantal jaren geleden (rond 2008-2009), niet alleen in Nederland, maar ook in Engeland. Voor de VanDrie Groep gaf dit mede aanleiding om te zorgen voor ketenregie én contacten met de Dierenbescherming voor certificering van het kalfsvlees onder het Beter Leven Kenmerk.

4.2.2 De context van de Nederlandse veehouderij: kostenleiderschap, differentiatie en focus

De bovenstaande werkwijze van de VanDrie Groep roept de vraag op of PLF als drukmiddel werkt om veehouders data te laten verstrekken aan de afnemers in de keten. En of PLF daarmee leidt tot een versterking van de economische macht van de industriële verwerkers en retailers. Om antwoord te kunnen geven op deze vragen, is het van belang om het gebruik van een nieuwe technologie als PLF te plaatsen binnen de economische en strategische context waarin de Nederlandse veehouderij opereert. Dat geldt ook voor de vraag of PLF leidt tot verdere intensivering van de veehouderij in Nederland.

Figuur 5 geeft een beeld van de economische en strategische context waarin bedrijven en ketens in de Nederlandse veehouderij opereren. Het onderscheidt drie generieke strategieën: kostenleiderschap, differentiatie en focus (Porter, 1980).

Figuur 5 Generieke strategieën volgens Porter (1980) die bepalend zijn voor de context waarin bedrijven en ketens in de Nederlandse veehouderij opereren.



De strategie van kostenleiderschap komt neer op bulkproductie tegen een zo laag mogelijke kostprijs. Specialisatie – je toeleggen op de productie en afzet van één bepaald product – en schaalvergroting gaan hierbij vaak hand in hand. Wanneer deze strategie economisch niet meer houdbaar is, kunnen veehouders overstappen op een strategie van differentiatie. Daarin onderscheiden bedrijven en ketens zich door het leveren van een toegevoegde waarde aan de klant. Die toegevoegde waarde houdt bijvoorbeeld in dat producten biologisch zijn geteeld of voldoen aan de eisen van het Beter Leven Kenmerk. Om die toegevoegde waarde te kunnen realiseren, moet er afstemming in de keten plaatsvinden. Daarvoor is een ketenregisseur nodig, die de diverse ketenpartijen met elkaar verbindt. Een bedrijf dat in ketenverband bijvoorbeeld dicht op de supermarkten en de veehouders opereert, kan gericht onderhandelen met de supermarkten en de afspraken doorvertalen aan 'zijn' veehouders. In het voorbeeld van de kalverhouderij is dat de VanDrie Groep, in andere situaties kan dit ook een veevoederbedrijf zijn of een slachterij.

Indien PLF wordt ingezet in een situatie waarbij een ketenregisseur de afzetprijs, productspecificaties en dierenwelzijnseisen doorvertaalt aan veehouders, kan PLF bijdragen aan het versterken van de economische macht van industriële verwerkers en retailers. Bij een differentiatiestrategie is immers sprake van ketenomkering: de economische macht van boeren is uit handen gegeven aan de partijen in de keten die dicht bij de consument staan. In de Nederlandse kalverhouderij is een dergelijke tendens van ketenomkering te zien, omdat de VanDrie Groep het overgrote deel van de Nederlandse kalverhouders laat produceren volgens de door haar opgestelde afzetprijs, productspecificaties en eisen voor dierenwelzijn en milieu.

In het geval van een focusstrategie, waarbij een veehouder zich richt op een bepaalde nichemarkt, hoeft hij of zij de economische macht minder uit handen te geven aan andere schakels in de keten. In dit geval kan PLF juist versterkend werken voor de economische en strategische positie van de veehouder. Ruraal socioloog Jan Douwe van de Ploeg bijvoorbeeld, pleit al jaren voor regionale

streekproducten met toegevoegde waarde van multifunctionele agrarische bedrijven (Sikkema, 2010). Kringlopen sluiten, om het energieverlies of mestprobleem in de veehouderij te verminderen, is goed voor de portemonnee (kostenleiderschap). Als het dan ook nog lukt om die extra kwaliteit zichtbaar te maken bij de consument, kan de veehouder een hogere prijs bedingen voor een eigen merkproduct (differentiatie). Een voorbeeld is het Vair Varkenshuis van veehouder Marijke Nooijen (Vair, 2015).

Er zijn veehouders die blijven kiezen voor specialisatie en schaalvergroting – de kostenleiderschapstrategie – voor de exportmarkt (bijv. China). Zo stonden de Nederlandse melkveeouders met het wegvallen van het melkquotum op 1 april 2015 voor een duidelijk keerpunt: worden we groter of worden we anders? Boeren die vanaf 1 april 2015 meer koeien houden, moeten daarvoor vanwege het mestquotum extra grond aankopen of pachten. Dit is de kern van de brief die staatssecretaris Sharon Dijksma van Economische Zaken eind maart 2015 stuurde aan de Tweede Kamer. Als melkveeouders zo veel mogen produceren als ze willen, dan leidt dit op termijn tot een situatie van intensivering vergelijkbaar met die in de varkens- en pluimveehouderij. En zonder regels van de overheid zal niet alleen het aantal grote bedrijven (de zogenaamde 'megastallen') toenemen, maar ook het mestoverschot, met alle milieugevolgen van dien (meer mest betekent meer fosfaatuitstoot) (Van der Ploeg, 2015b).

Volgens Kees Romijn, voorzitter van de sectie melkveehouderij van LTO (in: Van der Ploeg, 2015b) heeft Nederland ongeveer 17.000 melkveebedrijven; ongeveer 300 daarvan hebben meer dan 250 koeien. Het gemiddeld aantal koeien per bedrijf ligt op 90 melkkoeien en in 2020 zal dit naar verwachting 100 melkkoeien worden. Daarmee heeft driekwart van de melkveeouders, aldus Romijn, weinig last van het mestquotum, omdat voor hen de balans koeien/grond niet in gevaar komt. Om die balans zo te houden is het voor deze groep van Nederlandse melkveeouders van belang om efficiënt en duurzaam te produceren. Dat PLF kan bijdragen om deze bedrijfsdoelen te realiseren, wordt niet alleen bevestigd door Romijn van LTO, maar komt ook naar voren in de bedrijfsbeschrijvingen en -filmpjes in paragraaf 3 van dit rapport. Tegelijkertijd is de verwachting dat ongeveer de helft van de 17.000 melkveehouderijbedrijven in 2020 is verdwenen (Bosch, 2015). Volgens melkveehouder Stefan Laarman uit Dalfsen (in: Bosch, 2015) stoppen per dag zes tot zeven melkveeouders in Nederland. De komende jaren worden de grotere melkveebedrijven groter en zullen de kleinere bedrijven verdwijnen. Juist door de opkomst van nieuwe technologieën, waaronder PLF, is het mogelijk om een positieve blik op de toekomst te houden (in termen van winstgevendheid en continuïteit). En die toekomst is volgens melkveehouder Laarman onlosmakelijk verbonden met schaalvergroting en specialisatie voor de export.

In een vooruitblik op de mogelijke discussie rondom PLF zijn dus drie generieke strategieën bepalend voor de context waarin bedrijven en ketens in de Nederlandse veehouderij opereren: kostenleiderschap, differentiatie en focus. Bij een generieke strategie van kostenleiderschap is het voorstelbaar dat schaalvergroting, specialisatie en PLF in de publieke discussie met elkaar in verband worden gebracht. Bij een generieke strategie van differentiatie zal PLF hoogstwaarschijnlijk worden geassocieerd met de macht van de ketenregisseur, terwijl PLF bij een focusstrategie mogelijk wordt verbonden met de versterking van de economische en strategische positie van de veehouder.

4.2.3 Aandachtspunten voor discussie

Tot slot gaan we in op drie aandachtspunten die een rol kunnen gaan spelen in de publieke discussie over PLF. We gaan in op de mogelijke ontwikkeling van zogeheten megastallen, dierenwelzijn en de veranderende positie van de boer.

Megastallen

In de publieke en politieke discussie over de veehouderij speelt intensivering en schaalvergroting van de veehouderij een belangrijke rol. Zoals we hebben gezien, kan het gebruik van PLF leiden tot een verdere intensivering en schaalvergroting. De term 'megastallen' wordt vaak gebruikt, met als connotatie nadruk op mogelijke negatieve aspecten van deze ontwikkeling, zoals een hogere belasting van het milieu, stankoverlast en risico's voor de volksgezondheid.

Uit een inventarisatie van onderzoeksinstituut Alterra (in opdracht van Milieudefensie) blijkt dat het aantal megastallen in Nederland tussen 2005 en 2013 is gestegen van circa 300 naar 800. Van een megastal is sprake als er meer dan 220.000 vleeskuikens, 120.000 leghennen, 250 melkkoeien, 7.500 vleesvarkens of 2.500 vleeskalveren worden gehouden (Gies et al., 2007, p. 8). Zo hebben de afgelopen jaren sommige melkveehouders – vooruitlopend op de afschaffing van het melkquotum per 1 april 2015 – hun bedrijf laten groeien van 60 naar 500 melkkoeien (De Vré, 2015).

Een veehouder die zijn stal wil uitbreiden of een nieuwe stal wil neerzetten, moet bij de gemeente een vergunning aanvragen. Deze beoordeelt de aanvraag op grond van milieucriteria als geur en geluid. De provincie kijkt ook mee en let daarbij op de invloed op het omliggende gebied. In de provincies Noord-Brabant, Overijssel en Gelderland speelt het beleid rond landbouw-ontwikkelingsgebieden (LOG's) een belangrijke rol in de ruimtelijke ordening. In LOG's krijgen landbouwactiviteiten voorrang. In Friesland en Noord-Holland zijn plaatsen aangewezen waar bedrijfsuitbreiding en schaalvergroting extra ruimte krijgen (Bokma-Bakker et al., 2011; Alders, 2011).

Omwonenden en actiegroepen zoals Wakker Dier kunnen een bezwaarprocedure starten bij de Raad van State. Ze kunnen de vestiging of uitbreiding van een agrarisch bedrijf in een LOG aanvechten. In Grubbenvorst (Limburg) bestaan plannen voor een 'gigastal' voor kippen en varkens. Een aantal agrarische ondernemers, dat zich heeft georganiseerd in het Nieuw Gemengd Bedrijf, wil een gesloten vleeskuikenbedrijf starten dat plaats biedt aan een miljoen vleeskuikens. Na opfok kunnen de kuikens via een lopende band worden afgevoerd naar de slachterij op hetzelfde terrein. Bovendien bestaan plannen om in de directe nabijheid hiervan (op een kilometer afstand) een gesloten varkensbedrijf te beginnen dat plaats biedt aan 21.000 vleesvarkens. De mest van de vleeskuikens en varkens kan worden afgevoerd naar een gezamenlijke bio-energiecentrale. Door omwonenden en Wakker Dier is een bezwaarprocedure in gang gezet bij de Raad van State tegen de plannen in Grubbenvorst. De procedure vormt tevens een testcase voor vergelijkbare grootschalige veeteeltbedrijven in Limburg (De Graaf, 2015b).

Veelgenoemde bezwaren die omwonenden van LOG's uiten tegen schaalvergroting zijn stank, landschapsvervuiling en verkeersoverlast (Bokma-Bakker et al., 2011, p. 23). Daarnaast spelen er risico's voor de volksgezondheid. Zo blijkt uit een recente studie van het RIVM dat Brabantse astmapatiënten die in de buurt van een veehouderijbedrijf wonen, meer longklachten hebben (RIVM, 2015).

Tevens wordt gewaarschuwd voor de gevolgen van het gebruik van antibiotica in de varkens- en pluimveehouderij. Preventief toegediende antibiotica moeten helpen om verspreiding van ziekten in stallen tegen te gaan. Hoewel boeren in Nederland steeds minder antibiotica lijken te gebruiken, zijn er groeiende zorgen over de verspreiding van antibioticaresistente bacteriën (Van der Ploeg, 2015a). Zo hebben acht huisartsen in de Brabantse gemeente Reusel-De Mierden onlangs alarm geslagen over de sterke toename van het aantal varkenshouders dat besmet is met resistente bacteriën zoals MRSA en ESBL. Door deze besmetting kunnen ze kunnen nauwelijks worden behandeld met antibiotica, waardoor ze bijvoorbeeld een blaasontsteking levenslang houden of zelfs kunnen overlijden aan een simpele wondinfectie (De Graaf, 2015a).

Vooralsnog is het de vraag in welke mate het gebruik van PLF bijdraagt aan een verdere intensivering en schaalvergroting in de Nederlandse veehouderij. Ook is het de vraag of zo'n ontwikkeling gepaard gaat zou gaan met een hogere milieubelasting en grotere risico's voor de volksgezondheid, of dat die juist worden teruggedrongen. De gevolgen van PLF kunnen verschillend uitpakken, al naar gelang de gekozen bedrijfsstrategie en de precieze doelen waartoe een veehouder PLF inzet.

Dierenwelzijn

Het gebruik van PLF leidt tot een andere omgang tussen veehouders en hun dieren. Eigen waarneming, kennis en ervaring van de veehouder worden geheel of gedeeltelijk vervangen door automatische monitoring en analyse van het gedrag van de koeien, varkens of kippen. Het algoritme komt tussen mens en dier te staan. Met wat voor gevolgen voor dierenwelzijn?

In de eerste plaats is het de vraag wat voor invloed technische hulpmiddelen en systemen hebben op het welzijn van de dieren. Dat kan zowel in positieve als negatieve zin zijn. Zo is het gebruik van camera's en geluidsmicrofoons in de stal minder ingrijpend op de fysieke integriteit van het dier – gedefinieerd als: *the wholeness and completeness of the animal* (Rutgers & Heeger, 1999) – dan het gebruik van chips en sensoren in of aan het dier. En het gebruik van een geautomatiseerde melkrobot in de stal of een mobiele melkrobot in de wei kan het welzijn van de koe bevorderen, omdat de koe zelf kan kiezen waar en wanneer ze zich laat melken.

Ten tweede is het de vraag welk effect het gebruik van PLF heeft op de band tussen de veehouder en zijn of haar dieren. Technische hulpmiddelen veranderen het contact tussen beide. In plaats van zelf in de stal rond te lopen of zelf aanwezig te zijn bij het melken van de koeien, en op grond van eigen kennis en ervaring het gedrag van de dieren in te schatten, laat de veehouder zich leiden door de data die het PLF bedrijfssysteem aanlevert. Dit leidt mogelijk tot een situatie waarin de veehouder meer dan voorheen weet over de individuele dieren en veel gerichter kan ingrijpen als dat nodig is – zowel tijd-, plaats- als dierspecifiek. Maar als de veehouder alleen via een tablet of

mobiele telefoon de situatie in de stal bekijkt, kan dat ook leiden tot minder persoonlijk contact en een minder sterke band met de dieren, met mogelijk nadelige gevolgen voor hun welzijn.

Deskundigen zijn het er overigens niet over eens of dagelijks (fysiek) contact tussen de veehouder en de dieren een gunstige uitwerking heeft op de dieren – of op de veehouder zelf. Al met al is de vraag hoe sterk veehouders zich moeten laten leiden door de data-analyse, en of PLF niet altijd ondersteunend moet blijven aan het oordeel van de veehouder (POST, 2015). De in paragraaf 3 genoemde bedrijfsfilmpjes laten overigens zien dat het voor veehouders heel wel mogelijk is om PLF-systemen te implementeren en tegelijkertijd persoonlijk betrokken te blijven bij de dieren.

Tenslotte is de vraag in hoeverre in de ogen van het publiek het gebruik van allerlei hightech instrumenten in de veehouderij leidt tot een reductie van het dier tot een optimaal te benutten 'ding'. Het gebruik van PLF zou daarmee kunnen leiden tot een verdere verwijdering, of zelfs vervreemding, tussen dierhouderij en maatschappij. Dit raakt aan de bestaande discussie over megastallen. Als PLF gepaard gaat, of geassocieerd wordt, met schaalvergroting en een verdergaande industrialisering van de veehouderij, lijkt het risico op vervreemding allesbehalve denkbeeldig. Als varkens en kippen in grote gesloten systemen worden gehouden (van opfok tot slacht) en melkkoeien niet meer in de wei komen, raken ze uit het zicht van de buitenwereld. Dat kan op gespannen voet staan met publieke waarden over natuurlijkheid die van oudsher verbonden zijn met landbouw en voedselproductie.

Veranderende positie van de boer

Door het gebruik van PLF verandert de positie van de boer in meerdere opzichten. We hebben al aandacht besteed aan de (veranderende) bedrijfseconomische context waarin veehouders opereren. De positie van de boer verandert ook in sociaal opzicht. Traditionele veehouders, die dag en nacht met hun dieren bezig waren, maken plaats voor eigentijdse veehouders, die bijvoorbeeld 's avonds tijd hebben voor sociale activiteiten. Tenslotte zal het werk van de veehouder meer gaan lijken op dat van een proces- of datamanager. En dat heeft weer gevolgen voor diens informatiepositie. Digitalisering van de bedrijfsvoering leidt er toe dat de boer meer een schakel wordt in een langere informatieketen, met mogelijk nieuwe afhankelijkheden tot gevolg.

In de bedrijfsfilmpjes in paragraaf 3 geven de veehouders aan dat ze door het gebruik van PLF normalere werktijden kunnen aanhouden. In plaats van iedere dag of avond de stal te moeten bezoeken, kunnen PLF-systemen de veehouder digitaal inseinen wanneer het nodig is een kijkje te nemen in de stal. De moderne veehouder kan dus bijvoorbeeld gemakkelijker deelnemen aan sociale activiteiten in de avonduren of een paar dagen op vakantie gaan. Dat vergroot ook de aantrekkelijkheid van het werk.

De veranderde informatiepositie van de boer laat zich het beste illustreren met de positie die zaadfabrikant Monsanto in de Verenigde Staten heeft op het gebied van precisielandbouw. In 2013 heeft Monsanto het bedrijf Climate Corporation overgenomen, een technologiebedrijf uit San Francisco dat gespecialiseerd is in de verwerking van bodem-, klimaat- en oogstgegevens. Met behulp van de Climate Basic app kunnen voorspellingen worden gedaan voor 30 miljoen landbouwgronden in de VS, realtime en met een precisie van 10 vierkante meter. De voorspellingen

betreffen het weer voor de komende week, de beste dagen om te zaaien, planten en oogsten, en wat de verwachte opbrengst is (Climate Corporation, 2015, McDonnell, 2014). Het gaat hierbij zowel om openbare gegevens als perceelgrootte, als om operationele bedrijfsdata als gewasopbrengsten over meerdere jaren, bodemgesteldheid en rassenkeuze.

Bij boeren leeft de zorg dat deze gegevens worden doorverkocht aan handelaren en kopers op de graanbeurs in Chicago. Hierdoor zouden boeren van wie bekend is dat ze een hoger risicoprofiel hebben (bijvoorbeeld vanwege minder goede oogsten in het verleden), op de beurs een lagere prijs voor hun graan krijgen (Van Kasteren, 2014).

Het is onvermijdelijk dat de veranderende positie van boeren zal leiden tot een verandering van hun imago. De boer als datamanager appelleert aan andere gevoelens dan de boer die met beide klompen in de klei staat. Daarnaast leidt digitalisering van het boerenbedrijf tot zorgen over grotere afhankelijkheden van boeren van het grote bedrijfsleven. Ook deze aspecten kunnen een rol gaan spelen in het publieke debat over de maatschappelijke gevolgen van PLF.

Bibliografie

ABN-AMRO (2014). 'SMART future. Slimme technologie raakt ons hele leven. De volgende fase van het internettijdperk'. <https://insights.abnamro.nl/slimme-technologie-leidt-tot-doorbraken-alle-economische-sectoren/>.

Aerts, J. M., Wathes, C. & Berckmans, D. (2003). 'Dynamic data-based modelling of heat production and growth of broiler chickens: development of an integrated management system'. In: *Biosystems Engineering* 84, pp. 257-266.

Alders, H. (2011). *Van mega naar beter. Rapportage van de maatschappelijke dialoog over schaalgrootte en de toekomst van de veehouderij*. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.

Banhazi, T. M. et al. (2012). 'Precision livestock farming: An international review of scientific and commercial aspects'. In: *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 5, pp. 1-9.

Berckmans, D. (2008). 'Precision livestock farming (PLF)'. In: *Computers and Electronics in Agriculture* 62, p. 1.

Berckmans, D. & Vandermeulen, J. (2013). *Precision Livestock Farming '13. Papers presented at the 6th European Conference on Precision Livestock Farming*. Leuven: EC-PLF.

Beukema, E. (2013). 'Wij zijn dicht bij een soort drone-besturing'. In: *Boerderij* 98, nr. 45, pp. 10-12.

Bishop-Hurley, G. et al. (2007). 'Virtual fencing applications: Implementing and testing an automated cattle control system'. In: *Computers and Electronics in Agriculture* 56, pp. 14-22.

Bokma-Bakker, M., et al. (2011). *Maatschappelijke acceptatie van (grootschalige) veehouderij in LOG's*. Wageningen: Wageningen UR Livestock Research.

Bos, J. M. & Gremmen, B. (2013). 'Does PLF turn animals into objects?' In: *Precision Livestock Farming '13. Papers presented at the 6th European Conference on Precision Livestock Farming*. Leuven: EC-PLF.

Bosch, A. (2015). 'Uitdaging om de wereld te voeden'. In: *De Stentor*, 15 januari 2015.

Brehme, U. et al. (2008). 'ALT pedometer. New sensor-aided measurement system for improvement in oestrus detection'. In: *Computers and electronics in agriculture* 62, pp. 73-80.

Bright Animal (2010). Nieuwsbrief, februari. http://nofima.no/filearchive/brightanimal_newsletter-feb-2010.pdf, Geraadpleegd op 16 februari 2015.

CES (2015). Consumer Electronics Show. <http://www.cnet.com/ces/>, Geraadpleegd op 12 januari 2015.

ClimateCorporation (2015). <http://www.climate.com/>, Geraadpleegd op 20 april 2015.

CordisEU (2015). http://cordis.europa.eu/project/rcn/105333_en.html, Geraadpleegd op 16 februari 2015.

CRV (2015). <https://www.crv4all.nl/>, Geraadpleegd op 16 februari 2015.

CTB (2015). <http://www.ctbinc.com/index.php>, Geraadpleegd op 16 februari 2015.

DASIE (2015). 'IceRobotics Dairy Animal Sensor Integrated Engineering'. <http://www.icerobotics.com/research/dasie/>, Geraadpleegd op 20 april 2015.

De Graaf, P. (2015). 'Brabantse boeren vaker besmet met resistente bacterie'. In: *De Volkskrant*, 2 april 2015.

De Vré, K. (2015). 'Aantal megastallen groeit in rap tempo'. In: *Trouw*, 3 maart 2015.

EUBrightAnimalProject (2015). <http://www.openfields.org.uk/topics/livestock-and-dairy/eu-bright-animal-project.html>. Geraadpleegd op 16 februari 2015.

EU-PLF (2015). <http://www.eu-plf.eu/>, Geraadpleegd op 16 februari 2015.

European Union (2014). *Precision Agriculture: An opportunity for EU farmers. Potential support with the CAP 2014-2020*. Brussels: Joint Research Centre of the European Commission.

Fancom (2015). <http://www.fancom.nl/nl/>, Geraadpleegd op 16 februari 2015.

FAO (2013). *Climate-Smart Agriculture Sourcebook*. <http://www.fao.org/docrep/018/i3325e/i3325e.pdf>, Geraadpleegd op 16 februari 2015.

GEA (2015). <http://www.gea-farmtechnologies.com/nl/nl/>, Geraadpleegd op 16 februari 2015.

Gies, E., et al. (2007). *Megastallen in beeld*. Wageningen: Alterra Wageningen UR.

Gunther, M. (2015). 'Can Monsanto's big data play really help farmers and the environment?' In: *The Guardian*. <http://www.theguardian.com/sustainable-business/2015/apr/09/monsanto-big-data-agriculture-farming-environment-climate-corp>, Geraadpleegd op 20 april 2015.

Handcock, R. N. et al. (2009). 'Monitoring animal behaviour and environmental interactions using wireless sensor networks, GPS collars and satellite remote sensing'. In: *Sensors* 9, pp. 3586-3603.

Hijink, M. (2014). 'De strijd om het slimme huis'. In: *NRC Handelsblad*, 6 september 2014.

Hijink, M. (2015). 'Liever smart dan moe'. In: *NRC Handelsblad*, 10 januari 2015.

KDA (2015). Kansas Department of Agriculture.

<http://agriculture.ks.gov/AllEvents/2015/02/11/default-calendar/unmanned-aerial-systems-forum>, Geraadpleegd op 20 april 2015.

Kempenaar, C. (2010). 'Precisielandbouw: slim combineren van nieuwe technologieën'. In: *Syscope Magazine* 26, pp. 22-27.

Kempenaar, C. (2014). *Overview of topics and questions to be addressed by the FG Mainstreaming Precision Farming*. Brussels: EIP-AGRI, European Commission.

Kempenaar, C., et al. (2009). *Precisielandbouw en gewasbescherming: kansen, witte vlekken en kennisvragen*. Wageningen: Plant Research International B.V.

Kramer, E. et al. (2009). 'Mastitis and lameness detection in dairy cows by application of fuzzy logic'. In: *Livestock Science* 125, pp. 92-96.

Loor, J. et al. (2013). 'Functional welfare. Using biochemical and molecular technologies to understand better the welfare state of peripartur dairy cattle'. In: *Animal Production Science* 53, pp. 931-953.

McDonnell, T. (2014). 'Monsanto is using big data to take over the world'. In: *Mother Jones*. <http://www.motherjones.com/environment/2014/11/monsanto-big-data-gmo-climate-change>, Geraadpleegd op 20 april 2015.

Mulder, F. (2014). 'Landbouw zonder boeren. Geen boter, kaas en eieren, maar staal en kennis'. In: *De Groene Amsterdammer*, 13 augustus 2014.

PCT (2015). Precision Cropping and Technologies. <http://pct-ag.com/>, Geraadpleegd op 20 april 2015.

Philpott, T. (2014). 'How Monsanto's big data push hurts small farms'. In: *Mother Jones*. <http://www.motherjones.com/tom-philpott/2014/12/monsanto-big-data-means-bigger-and-less-diverse-farms>, Geraadpleegd op 20 april 2015.

Porter, M. E. (1980). *Competitive strategy : techniques for analyzing industries and competitors*, New York: Free Press.

POST (2015). Parliamentary Office of Science and Technology. *Precision Farming*. PostNote 505. <http://researchbriefings.parliament.uk/ResearchBriefing/Summary/POST-PN-0505#fullreport>.

Pulse (2015). Pulse Aerospace Unmanned Aircraft Systems. <http://pulseaero.com/>, Geraadpleegd op 20 april 2015.

Raad van State (2013). 'Bestemmingsplan landbouwontwikkelingsgebieden gemeente Twenterand vernietigd'. Uitspraak 201204314/1/R1, 26 juni 2013.
https://www.raadvanstate.nl/agenda/nieuws/tekst-nieuwsbericht.html?id=576&summary_only=&category_id=9, Geraadpleegd op 20 april 2015.

Rabobank (2014). Rabobank Food & Agri. Visiebericht kalverhouderij.
https://www.rabobank.nl/images/rabobank_visiebericht_kalverhouderij-bev_29637577.pdf, Geraadpleegd op 20 april 2015.

Reichardt, M. et al. (2009). 'Dissemination of precision farming in Germany: acceptance, adoption, obstacles, knowledge transfer and training activities'. In: *Precision Agriculture* 10, pp. 525-545.

RIVM (2015). 'Meer klachten bij COPD-patienten in omgeving van veehouderijen'.
http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Algemeen_Actueel/Nieuwsberichten/2015/Meer_klachten_bij_COPD_patienten_in_omgeving_van_veehouderijen, Geraadpleegd op 20 april 2015.

Rutgers, B. & Heeger, R. (1999). Inherent worth and respect for animal integrity. *Recognizing the intrinsic value of animals*, pp. 41-51.

Sikkema, A. (2010). 'Megastal in de ban'. In: *Resource*.
<http://resource.wageningenur.nl/nl/show/Megastal-in-de-ban.htm>, Geraadpleegd op 20 april 2015.

SMART (2015). SMART Farm Innovation Centre. <https://www.une.edu.au/research/research-centres-institutes/smart-farm>, Geraadpleegd op 20 april 2015.

SmartAgrifood (2015). Smart Food and Agribusiness. <http://www.smartagrifood.eu/>, Geraadpleegd op 16 februari 2016.

SmartDairyFarming (2015). <http://www.smartdairyfarming.nl/nl/>. Geraadpleegd op 16 februari 2015.

SNN (2015). Samenwerkingsverband Noord-Nederland. <http://www.snn.eu/over-snn/>, Geraadpleegd op 16 februari 2015.

Stevens, R. (2014). 'Meer data, betere beslissingen; de nieuwe technologie denderd voort'. In: *Boerderij* 99, nr. 47.

Ter Horst, M. (2013). 'Subsidie voor precisielandbouw en energiebesparing'.
<http://www.gfactueel.nl/Home/Nieuws/2013/7/Subsidie-voor-precisielandbouw-en-energiebesparing-1309858W/>, 15 juli 2013.

UNFS (2015). Upper North Farming Systems. <http://agex.org.au/groups/upper-north-farming-systems-unfs/>, Geraadpleegd op 20 april 2015.

Vaessen, T. (2015). 'Tien proeftuinen moeten innovatie aanjagen'. In: *Het Financieel Dagblad*, 22 januari 2015.

Vair (2015). <http://www.vair.nl/vair-varkenshuis/>, Geraadpleegd op 20 april 2015.

Van Boeckel, T. P., et al. (2015). 'Global trends in antimicrobial use in food animals'. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112, pp. 5649-5654.

Van de Weijer, B. (2015). 'Nederland wordt proeftuin voor "slimme" auto's'. In: *De Volkskrant*, 24 januari 2015.

Van der Ploeg, J. (2015a). 'Antibioticagebruik zal explosief toenemen'. In: *De Volkskrant*, 2 april 2015.

Van der Ploeg, J. (2015b). 'Dijksma: meer koeien = meer grond'. In: *De Volkskrant*, 31 maart 2015

Van Est, A. (2015). 'Stankoverlast? Neem toch een luchtwasser'. In: *De Volkskrant*, 2 april 2015.

Van Kasteren, J. (2014). 'Landbouw op recept'. In: *Vork*, september, z.p.

Van Zaalen, M. (2014). 'Met een algoritme een koe vangen. Smart Dairy Farming vertaalt datastromen in zinvolle adviezen aan boeren'. In: *Link Magazine*, pp. 44-45.

VandenBorne (2015). <http://www.vandenborneaardappelen.com/nl/150/precisie-landbouw-bij-van-den-borne-aardappelen>, Geraadpleegd op 16 februari 2015.

Vonder, M. & Hamsma, E. J. (2013). *Aanpak IT architectuur en ontwerp voor ketentransparantie in de melkveesector*. Groningen: TNO.

Wang, N., Zhang, N. & Wang, M. (2006). 'Wireless sensors in agriculture and food industry. Recent development and future perspective'. In: *Computers and electronics in agriculture* 50, no. 1, pp. 1-14.

Wathes, C. (2009). Precision livestock farming for animal health, welfare and production. In: Aland & Madec (eds.), *Sustainable Animal Production: The Challenges and Potential Developments for Professional Farming*, pp. 411-419.

Wathes, C., et al. (2008). 'Is precision livestock farming an engineer's daydream or nightmare, an animal's friend or foe, and a farmer's panacea or pitfall?' In: *Computers and Electronics in Agriculture* 64, pp. 2-10.

Zhang, N., Wang, M. & Wang, N. (2002). 'Precision agriculture. A worldwide overview'. In: *Computers and electronics in agriculture* 36, no. 2-3, pp. 113-132.

Over de auteurs

Jacqueline Bos

Jacqueline Bos is PhD onderzoeker bij de leerstoelgroepen Strategische Communicatie en Filosofie aan Wageningen Universiteit. Zij houdt zich bezig met het samenspel tussen digitale technologieën in de veehouderij, maatschappelijke zorgen over dierenwelzijn en het ontstaan van nieuwe markten voor diervriendelijke producten. Van 1999 tot 2009 doceerde zij bedrijfskunde en milieumanagement aan de Hogeschool Van Hall Larenstein, deed onderzoek bij het Lectoraat Welzijn van Dieren en gaf trainingen en workshops aan bedrijven en overheidsinstellingen op het gebied van ISO 14001 (standaard voor milieumanagement). Jacqueline studeerde Agrarische Economie aan Wageningen Universiteit met als specialisatie Ontwikkelingseconomie. Tijdens haar studie deed zij op de Filipijnen onderzoek naar banken en financiering in de coöperatieve sector en de ontwikkeling van een regionale zuivelketen. Gedurende haar eerste baan aan Wageningen Universiteit schreef zij in opdracht van het toenmalige ministerie van LNV en in samenwerking met diverse onderwijsinstellingen de bundel 'Ondernemerschap in de Agribusiness: concepten en cases'.

Geert Munnichs

Geert Munnichs werkt sinds 2002 bij het Rathenau Instituut, aanvankelijk als senior onderzoeker en sinds 2010 als coördinator. Hij houdt zich met uiteenlopende onderwerpen bezig: ICT, veiligheid en privacy; voeding en gezondheid; dierenwelzijn; urbane samenleving; en vertrouwen in wetenschap. Geert is vooral geïnteresseerd in hoe politici en beleidsmakers omgaan met publieke zorgen over wetenschap en technologie. Geert studeerde milieuhygiëne, filosofie en geschiedenis in Wageningen. Hij promoveerde in 2000 aan de Rijksuniversiteit Groningen op het proefschrift *Publiek ongenoegen en politieke geloofwaardigheid – Democratische legitimiteit in een ontzuilde samenleving*. Vervolgens deed hij als postdoc aan Wageningen Universiteit onderzoek naar de risicosamenleving, *public concerns* en de rol van wetenschappelijke experts.

Wie was Rathenau?

Het Rathenau Instituut is genoemd naar professor dr. G.W. Rathenau (1911-1989). Rathenau was achtereenvolgens hoogleraar experimentele natuurkunde in Amsterdam, directeur van het natuurkundig laboratorium van Philips in Eindhoven en lid van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid. Hij kreeg landelijke bekendheid als voorzitter van de commissie die in 1978 de maatschappelijke gevolgen van de opkomst van micro-elektronica moest onderzoeken. Een van de aanbevelingen in het rapport was de wens te komen tot een systematische bestudering van de maatschappelijke betekenis van technologie. De activiteiten van Rathenau hebben ertoe bijgedragen dat in 1986 de Nederlandse Organisatie voor Technologisch Aspectenonderzoek (NOTA) werd opgericht. NOTA is op 2 juni 1994 omgedoopt in Rathenau Instituut.

.

Het Rathenau Instituut stimuleert de publieke en politieke meningsvorming over wetenschap en technologie. Daartoe doet het instituut onderzoek naar de organisatie en ontwikkeling van het wetenschapssysteem, publiceert het over maatschappelijke effecten van nieuwe technologieën, en organiseert het debatten over vraagstukken en dilemma's op het gebied van wetenschap en technologie.

Anna van Saksenlaan 51
2593 HW Den Haag
Postbus 95366
2509 CJ Den Haag
070 342 1542
info@rathenau.nl
www.rathenau.nl