



Snelle meettechnieken voor nutriëntenbenutting bij landbouwhuisdieren

Maarten Vrolijk, Roselinde Goselink, Teun Veldkamp



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN **UR**

Snelle meettechnieken voor nutriëntenbenutting bij landbouwhuisdieren

Maarten Vrolijk
Roselinde Goselink
Teun Veldkamp

Dit onderzoek is uitgevoerd als onderdeel van de publiek-private samenwerking (PPS) "Feed4Foodure", en is medegefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek (projectnummer BO31.03-005-001)

Wageningen UR Livestock Research
Wageningen, oktober 2015



Livestock Research Rapport 902



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Samenvatting De nutriëntenbenutting van landbouwhuisdieren heeft veel aandacht. Voer moet worden omgezet in melk, vlees en eierproductie, waarbij het een uitdaging is om de voedingsstoffen zo efficiënt mogelijk te benutten en “meer met minder” te produceren. Om de hoeveelheid en samenstelling van het voer zo goed mogelijk af te stemmen op de behoefte van dieren is het gewenst om snel te meten wat de effecten zijn van nutriëntenopname. Dit project heeft een overzicht gemaakt van mogelijke snelle meettechnieken die met dit doel in de nabije toekomst ingezet kunnen worden. Elke meettechniek is beoordeeld op relevantie, technische haalbaarheid, praktische toepasbaarheid en de benodigde investering voor verdere ontwikkeling (tijd en geld). Op basis van een expert workshop lijken het meten met behulp van een sensor bolus of door fluoriserende markers en het analyseren van de mest samenstelling de meest beloftevolle technieken voor toepassing in toekomstig onderzoek en praktijk.

Summary Efficient feeding of animals in livestock production deserves constant attention. Feed is input for milk, meat and egg production. It is a challenge to use nutrients as efficiently as possible, and produce ‘more with less’. Feeding the animals at their requirements can be improved if the effects of nutrient intake can be measured within a short time. This project made an overview of possible ‘rapid measuring techniques’ to be used in the near future. Each technique was scored for relevance, technical feasibility, practical application and the investment needed for development (time and money). From an expert workshop, measuring by means of sensor boluses or fluorescent markers as well as manure analysis, were defined as most promising for future research and practice.

© 2015 Wageningen UR Livestock Research, Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl, www.wageningenUR.nl/livestockresearch. Livestock Research is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

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

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op als onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Doel	9
2	Methode	10
	2.1 Kader	10
	2.2 Inventarisatie	10
	2.2.1 Quicksan innovaties	10
	2.2.2 Crowdsourcing	10
	2.2.3 Expert opinions	11
	2.3 Evaluatie	11
3	Resultaten	12
	3.1 Quicksan	12
	3.2 Crowdsourcing	14
	3.3 ICAR Health Data Conference	14
	3.4 Interviews	15
	3.5 Workshop 17 december 2013	18
4	Conclusies	22
	Referenties	25
	Bijlage 1 Flyer crowdsourcing	26
	Bijlage 2 Flyer ICAR Health Data	27
	Bijlage 3 Workshop – presentatie	28
	Bijlage 4 Workshop - resultaten	33

Woord vooraf

Deze studie is uitgevoerd binnen het onderzoeksprogramma “Feed4Foodure”: een publiek-private samenwerking tussen het Ministerie van Economische Zaken en een consortium van verschillende partijen uit de diervoedingsindustrie en de dierlijke productieketen. Feed4Foodure heeft als doel een bijdrage te leveren aan een duurzame en gezonde veehouderij in Nederland, waarmee tegelijkertijd ook de concurrentiepositie op de wereldmarkt versterkt wordt.

Het onderzoeksprogramma kent drie onderzoekslijnen: Maatschappelijk verantwoorde veehouderij; Voeding, darmgezondheid en immuniteit; en Meer met minder door efficiënt nutriëntgebruik. Het doel van deze laatste onderzoekslijn “Meer met minder” is het verder verlagen van de footprint van de Nederlandse veehouderij op het gebied van fosfaat, nitraat, koper, zink, ammoniak en broeikasgassen. Nieuwe voedingsmodellen en meettechnieken moeten daarbij helpen om grondstoffen en nutriënten in de veehouderij efficiënter te gebruiken.

Het huidige rapport getiteld “Snelle meettechnieken voor nutriëntenbenutting bij landbouwhuisdieren” is geschreven binnen de onderzoekslijn “Meer met Minder” onder thema 7 “Snelle meettechnieken ten behoeve van het opsporen van nutriënt(in)efficiënties bij landbouwhuisdieren”. Het doel van dit thema was een inventarisatie te maken van opkomende innovatieve meettechnieken, gericht op voer- of diergerelateerde kenmerken, die een grote belofte hebben voor het verbeteren van de nutriëntenbenutting door landbouwhuisdieren. In dit eindrapport worden de resultaten van deze inventarisatie beschreven.

Maarten Vrolijk
Roselinde Goselink
Teun Veldkamp

Samenvatting

Efficiënt voeren van landbouwhuisdieren is een doel dat continu aandacht verdient en krijgt, om dieren gezond te kunnen laten produceren en om geen voer te verstrekken dat niet tot waarde komt. Meer met minder is een belangrijk aandachtspunt. Om de hoeveelheid en de samenstelling van het voer zo goed mogelijk af te kunnen stemmen op de behoeften van de dieren is het gewenst om snel te meten wat de effecten zijn en waar nodig in te kunnen grijpen. Dit project heeft via verschillende wegen een inventarisatie gemaakt van beloftevolle snelle meettechnieken waarmee de nutriëntenefficiëntie bij landbouwhuisdieren accuraat kan worden vastgesteld.

Er is per meettechniek gekeken naar de aspecten: relevantie, fysiologische zeggingskracht, technische haalbaarheid, benodigde ontwikkeltijd en investering en voor welke diersoorten deze techniek praktisch toepasbaar zou zijn.

Op kortere termijn met beperkte investeringen zijn met name de metingen in melk (vetzuursamenstelling, eiwitten, celgetal), metingen van groei (diergewicht, lichaamssamenstelling), metingen aan voer en drinkwater (opname, samenstelling), mest (samenstelling, pH), bloedmetabolieten en diergedrag het meest interessant.

Meten met behulp van een bolus met sensor, of door fluorescerende markers te gebruiken en het meten aan de mestsamenstelling, werden door de meeste workshopdeelnemers geprioriteerd als meest beloftevolle voor de toekomst.

1 Inleiding

In de veehouderij van de toekomst speelt nutriëntenefficiëntie een belangrijke rol. Wanneer veehouders in staat zijn de nutriëntenefficiëntie verder te verbeteren kan dat een bijdrage leveren aan het verbeteren van het milieu, dierwelzijn en het economisch bedrijfsresultaat.

Om meer grip te krijgen op de nutriëntenefficiëntie zijn nieuwe, snelle meettechnieken noodzakelijk. Met de huidige technologische mogelijkheden en de snelle ontwikkelingen op dat gebied, zijn er verschillende opkomende meettechnieken met potentie voor de veehouderij.

Een snelle meettechniek heeft bijvoorbeeld tot doel om ontsporingen in de nutriëntenbenutting sneller te kunnen opsporen. De focus is evenwel breder dan nutriëntenbenutting, want ook meettechnieken met betrekking tot diergedrag en –gezondheid zijn mogelijk inzetbaar om de efficiëntie van nutriëntenbenutting te verbeteren. Gezonde dieren produceren immers beter dan zieke dieren, die energie en nutriënten moeten investeren in de afweer en het herstelproces. Afwijkend gedrag of een verminderde gezondheid duiden namelijk vaak op een verstoring en daarmee op een minder efficiënte nutriëntenbenutting.

1.1 Doel

Doel van het project is een inventarisatie te maken van opkomende innovatieve meettechnieken die een grote belofte hebben voor het verbeteren van de nutriëntenbenutting door landbouwhuisdieren. De verschillende meettechnieken worden daarbij geëvalueerd op verschillende aspecten om de potentie voor toepassing in de veehouderij in beeld te brengen.

2 Methode

2.1 Kader

Om tot een inventarisatie te komen van opkomende innovatieve meettechnieken voor de nutriëntenbenutting door landbouwhuisdieren is gekozen voor een brede aanpak. De technologische ontwikkelingen gaan in verschillende sectoren snel vooruit, soms sneller dan in het agrarisch domein. Daarom is niet uitsluitend het agrarisch dierdomein beschouwd, maar ook verder gekeken in andere sectoren zoals bijvoorbeeld de (glas)tuinbouw, de humane voeding en gezondheidszorg of de nanotechnologie. De focus ligt bovendien niet uitsluitend op de nutriëntenbenutting want ook meettechnieken voor diergedrag en –gezondheid zijn mogelijk inzetbaar om de efficiëntie van nutriëntenbenutting te verbeteren. De mogelijke te meten parameters zijn daarom breed verkend.

De inventarisatie is uitgevoerd op drie gebieden:

- Quicksan innovaties
- Crowdsourcing
- Expert opinions

2.2 Inventarisatie

2.2.1 Quicksan innovaties

Op basis van recente literatuur uit wetenschappelijke tijdschriften, vakbladen en de digitale media is een quickscan gemaakt van nieuwe meettechnieken en toepassingsgebieden in de veehouderij. Hierbij is met name gezocht naar bijzondere innovaties om “out-of-the-box” ideeën op te doen.

2.2.2 Crowdsourcing

Crowdsourcing is een vorm van kennisverzameling waarbij een breed publiek (de crowd) al dan niet anoniem wordt benaderd om ideeën en ervaringen te delen op een specifiek thema. Dit kan zowel binnen de veehouderij als breed daarbuiten worden uitgevoerd om nieuwe ideeën op te doen.

Om het project interactief te maken is een projectpagina ingericht met een dropbox voor nieuwe ideeën voor snelle meettechnieken. Als stimulans is een toegangskaart aangeboden voor één van de diervoedingssymposia, als prijs voor degene die een zeer innovatieve meetmethode weet in te brengen.

Via een oproep in de Animal Nutrition Newsletter zijn internationale relaties in het diervoedingsonderzoek gestimuleerd om perspectievolle methodieken en toepassingen aan te dragen in de digitale dropbox, en nauwer betrokken te worden bij dit project. Op het ICAR congres zijn eveneens flyers uitgedeeld om eveneens ideeën op te halen via de website (Bijlage 1).

crowd·sour·cing [krautsɔ:rsɪŋ] (de^m;
meervoud: geen meervoud)

Een vorm van productverbetering waarbij producenten de kennis en vaardigheden van hun klanten gebruiken om hun producten of diensten te verbeteren.

Drop your idea
to measure efficiency



2.2.3 Expert opinions

ICAR

Op 30 en 31 mei 2013 organiseerde de International Congress on Animal Reproduction (ICAR) een Health Data Conference in Aarhus, Denemarken (Bijlage 2). Deze conferentie werd geheel gewijd aan het thema monitoring van diergezondheid:

“Improvement of animal health is becoming increasingly important worldwide, because of its effect on farm economy, animal welfare and food safety. The precondition for monitoring, elaboration and implementation of measures to improve animal health and reduce the use of antimicrobials are reliable health data. The aim of this multidisciplinary conference is to share knowledge and experiences between representatives from agricultural and veterinary organizations, government agencies as well as research institutions, advisory bodies, genetic evaluation centres, etc.”

Aan dit congres is deelgenomen om ideeën op te doen in het wetenschappelijk programma en vanuit het aanwezige netwerk van onderzoekers.

Interviews

In interviewgesprekken met experts van binnen en buiten de veehouderij is ingegaan op mogelijk nieuwe meettechnieken en toepassingsgebieden in de veehouderij.

Workshop

Op 17 december 2013 is een workshop georganiseerd met circa 20 deelnemers uit het Nederlandse veevoeding bedrijfsleven en -onderzoek. De deelnemers hebben mogelijke toepassingsgebieden benoemd waar snelle meettechnieken ingezet kunnen worden. Aansluitend hebben de deelnemers elkaars ideeën hieromtrent aangevuld en de voor hen belangrijkste toepassingsgebieden geprioriteerd. Op vergelijkbare wijze zijn nieuwe meetmethodieken benoemd en geprioriteerd. Tot slot hebben de deelnemers individueel aangegeven welke techniek of toepassing ze kansrijk of niet perspectief vol achten; ze konden die ideeën ‘maken’ of ‘kraken’.

2.3 Evaluatie

De verzamelde meettechnieken zijn vervolgens geordend en beoordeeld op verschillende aspecten die de potentie voor toepassing in de praktijk in beeld kunnen brengen:

- De relevantie voor verbetering van de nutriëntefficiëntie
- De fysiologische zeggingskracht
- De technische haalbaarheid
- De praktische toepasbaarheid op het primaire veehouderijbedrijf
- De benodigde tijd tot marktintroductie
- Een indicatie van de benodigde financiële investering.

3 Resultaten

3.1 Quickscan

Enkele nieuwe technische ontwikkelingen in de veehouderij



Figuur 3.1 Celgetalbepaling in melk

Dairy Quality Inc heeft een apparaatje ontwikkeld waarmee melkmonsters geanalyseerd kunnen worden op het celgetal. Door er een Iphone (of Ipad) op te klikken wordt met de ingebouwde camera en de gedownloade Dairy Quality Inc app een kwaliteitsscan gemaakt.

In geval van een verhoogd celgetal kan zelfs een indicatie worden geven welke pathogeen mogelijk betrokken is bij de infectie.

DeLaval heeft een camerasysteem op de markt gebracht dat automatisch de body condition score (BCS) van melkvee kan bepalen. Met behulp van 3D beelden in dit systeem kan op regelmatige basis objectief een schatting worden gemaakt van de hoeveelheid lichaamsreserves. Hiermee kunnen koeien gedurende de lactatie gevolgd worden waarbij zichtbaar wordt of een dier afvalt of groeit. Een vergelijkbaar systeem moet ook mogelijk zijn voor andere diersoorten om groei en conditie te meten.



Figuur 3.2 Body Condition Score

Enkele nieuwe technieken in andere sectoren

IntelliCap is een meettechniek ontworpen voor humaan onderzoek naar vertering, door NIZO food research en Medimetrics. Een kleine capsule (11x26mm) wordt ingeslikt, en verplaatst zich door het maagdarmkanaal met de voedselbrij. Ondertussen worden monsters genomen van de darminhoud en opgeslagen. Tegelijkertijd worden verblijfstijd, pH en temperatuur geregistreerd (NIZO, 2013). Indien deze techniek voldoende is uitgewerkt en de kostprijs daalt kan ze mogelijk ingezet worden om de vertering van voeders in het maagdarmkanaal te monitoren. Op dit moment lijkt de toepassing met name gericht op het onderzoek; in de toekomst kan het mogelijk zelfs worden gebruikt in de praktijk.



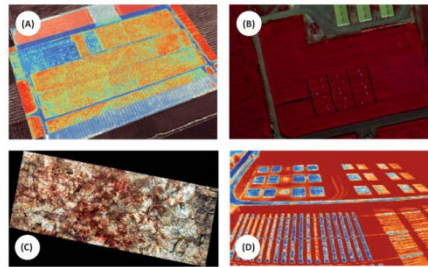
Figuur 3.3 IntelliCap.



Figuur 3.4 Stikstofefficiëntie sensor voor voedergewassen.

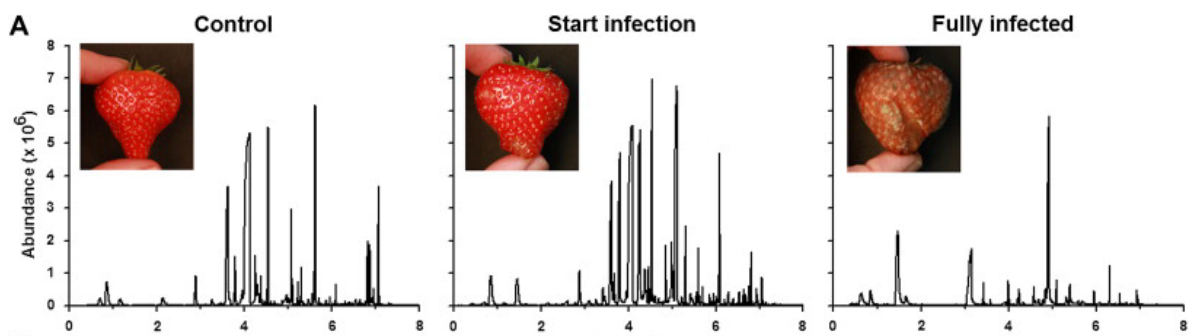
Om gewassen optimaal te kunnen bemesten naar gelang hun stikstofbehoefte, is er een "N-Sensor" ontwikkeld die op basis van de lichtreflectie berekend hoeveel N bemest moet worden. Deze sensor wordt toegepast op de bemestingsapparatuur zodat de aanpassing in de hoeveelheid (kunst-)mest direct plaats kan vinden.

Met behulp van verschillende cameratechnieken (kleurenspectrum, infrarood, thermografie) kunnen percelen vanuit de lucht in beeld worden gebracht om o.a. gewasgroei en kwaliteit te bepalen (Araus & Cairns, 2014). Dergelijke technieken kunnen ook een bijdrage leveren om klimaat, temperatuur en verdeling van dieren in een stal in beeld te brengen. Met een drone uitgerust met een warmtecamera kan bijvoorbeeld de locatie van dieren gedetecteerd worden in een weideperceel (drones.nl, 2015)



Figuur 3.5 Verschillende cameratechnieken om een perceel in beeld te brengen (infrarood, multispectraal, hypespectraal en thermografie)

Door gebruik te maken van head space fingerprint mass spectrometrie met een versnelde koeling kan binnen 10 minuten een chromatogram gemaakt worden van het aroma profiel van aardbeien. Dit kan gebruikt worden om de mate van rijpheid te detecteren en een infectie met schimmels op te pikken (Vandendriessche et al., 2012). Mogelijk is een vergelijkbare techniek in te zetten om stallucht te analyseren, eventueel per hok, of per dier (in krachtvoerbox) om vluchtige metabolieten vanuit de stofwisseling of vanuit pathogenen op te pikken.



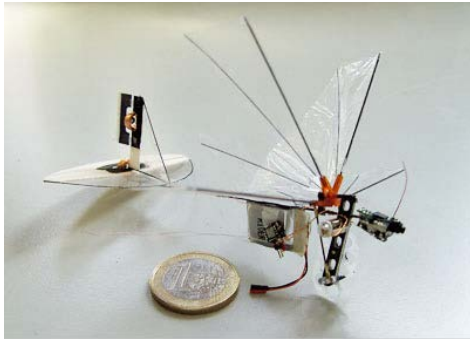
Figuur 3.6 Aardbei aroma detectie

Het Amerikaanse bedrijf Pixie Scientific heeft een luier ontwikkeld waarmee infecties, uitdroging en mogelijk nierproblemen bij baby's opgespoord kunnen worden. Met gekleurde vlakken op een luier worden diverse waarden in de urine van een baby bijgehouden. Met een app en de camera van een smartphone worden de kleuren van de verschillende vlakken ge-analyseerd. Met deze zogenoemde slimme luier kunnen ouders/verzorgers van de kinderen eerder informatie krijgen over wel of niet afwijkende waarden van de urine. Het idee bevindt zich in de concept fase en zoekt voor de verdere ontwikkeling financiering via crowdfunding.



Figuur 3.7 'Slimme' luier

De TU Delft ontwikkelt een zelfvliegende robot van geringe afmetingen, de Delfly. Ook andere bedrijven houden zich bezig met de ontwikkeling van kleine sensoren of robotjes, die in grotere aantallen draadloos met elkaar kunnen communiceren en als het ware een cloud of grid vormen, zonder dat daarbij de installatie en onderhoud van bekabeling nodig is. De combinatie van kleine afmetingen, zelfsturend en cloud biedt binnenkort mogelijkheden om waarnemingen aan meerdere individuele dieren in een (semi)praktijkomgeving uit te voeren.



Figuur 3.8 Delfly

3.2 Crowdsourcing

Via de digitale dropbox zijn ondanks herhaalde aansporingen slechts twee ideeën binnengekomen. Het ophalen van ideeën via onpersoonlijke crowdsourcing lijkt minder succesvol voor dit thema.

Ideeën:

- Via managementprogramma's als Pigresult is het geplande voergroei-schema uit te zetten tegen het gerealiseerde. Het gerealiseerde voerschema (voeropname) wordt automatisch dagelijks in gelezen vanuit voercomputers zoals Fancom, Smits, WEDA, etc. Desgewenst tevens koppeling met weegschalen. Plan-Do-Check-Act voor juiste voergift.
- FTIR-apparaten kunnen gasanalyse doen, bijvoorbeeld op methaan en CO₂ in uitgeademde lucht. Er kan ongetwijfeld heel wat meer gemeten worden in ademplucht om de stofwisseling te meten.

3.3 ICAR Health Data Conference

Op 30 en 31 mei 2013 organiseerde de International Congress on Animal Reproduction (ICAR) een Health Data Conference in Aarhus, Denemarken (Bijlage 2). Er waren ca. 140 deelnemers aanwezig uit 30 verschillende landen.

Op de conferentie werden mogelijke meetmethoden en dataverwerking voor diergezondheid besproken. Het betrof echter weinig "nieuwe" meettechnieken; de innovatieve aspecten in de presentaties van de aanwezige onderzoekers waren vaak gericht op nieuwe koppeling met ziekte- en medicijnregistratiesystemen en fokkerijgegevens of genetische kenmerken van de dieren.

Enkele interessante ideeën en aandachtspunten die tijdens het congres of in gesprekken met deelnemers naar voren kwamen worden hieronder benoemd.

Meettechnieken

- **Melkcomponenten.** In melk zitten veel componenten die nog onbekend zijn. Mogelijk kunnen hier kenmerken in gevonden worden die méér zeggen dan alleen het vet- of eiwitgehalte. Bijv. lactoferrine, specifieke vetzuren, mineralen. Een EU project op dit gebied, OptiMIR, geeft mogelijk nieuwe richtingen voor inzet van Mid Infra Red analyse van melk.
- **Metten van ziektekiemen.** Snelle diagnostiek van specifieke ziektekiemen (Salmonella, mastitis, etc.) is welkom om op tijd in te kunnen grijpen en een hoge nutriënte-efficiëntie te behouden. Mogelijk via PCR / DNA, of markerstofjes bij specifieke pathogenen.

- **Meten van resistentie tegen antibiotica.** Antibiotica resistente pathogenen krijgen steeds meer aandacht van beleidsmakers en gaan mogelijk zelfs aangifteplichtig, zodat er bestrijdingsprogramma's ingesteld kunnen worden. Dat betekent dat het meten en monitoren van resistentie steeds belangrijker gaat worden.
- **Meten van gebruik van antibiotica.** Komt het medicijn wel op de juiste plek (in het juiste weefsel), bij de juiste dosering, en wanneer zijn er geen residuen meer aanwezig?

Toepassingsgebieden

- **Ziekte.** In het algemeen wordt "ziekte" te weinig geregistreerd in managementsystemen. Zelfs op bedrijven waar de registratie uitstekend is wordt af en toe vergeten een ziek dier te noteren. Als ziekte automatisch en objectief gemeten kan worden levert dit veel waardevolle informatie.
- **Elektronische identificatie van dieren.** Met elektronische identificatie worden alle meettechnieken sneller en verdwijnt de handmatige koppeling tussen meetresultaat en dierkenmerken. Deze toepassing is belangrijk om ook bij de intensieve sector (pluimvee, varkens) de individuele dieren die ontspreken qua nutriëntenbenutting aan te kunnen wijzen.
- **Slachthuisgegevens.** In het slachthuis zijn mogelijk ook snelle meettechnieken denkbaar die met terugwerkende kracht iets kunnen zeggen over gezondheid en benutting van de laatste ronde.

Bedrijven

Potentieel geïnteresseerde bedrijven die werkzaam zijn in meettechnieken in de veehouderij:

- Qlip, Nederland: MIR spectra van melk relateren aan gezondheid
- Gembloux Luik, België: MIR spectra van melk relateren aan gezondheid
- Bentley Instruments, Frankrijk: MIR spectra van melk relateren aan eiwitsamenstelling, eiwitbenutting
- Idexx, USA: ontwikkeling van specifieke ELISA testen voor bijvoorbeeld dracht maar ook metabole stoornissen
- Afimilk, Israël: ketose en vet-eiwit ratio in melk
- Lattec, Denemarken: progesteron meten in melk en (naast vruchtbaarheid) relateren aan gezondheid

3.4 Interviews

Workshop: Snelle meettechnieken in onderzoek

Deelnemers: André Bannink, Paul Bikker, Gert van Duinkerken, Roselinde Goselink, Jan van Harn, Jetta Heeres, Arie Klop, Agnes van den Pol, Gerrit Remmelink, Teun Veldkamp, Maarten Vrolijk en Ad van Vuuren

Lelystad, 9 april 2013

Melk: Belangrijk aspect is online meten en analyseren van melkgegevens. Melk is voor ieder melkgevend dier tweemaal daags beschikbaar en relatief eenvoudig te bemonsteren. Bovendien is het aanbod gebufferd/constant wat de interpretatie verbeterd; dat is met metingen in lucht, gas, mest lastiger.

Bloed: Invasieve methoden liggen voorlopig lastig voor automatische snelle detectie, en is nu meer een middel voor diagnostiek. In de toekomst is dit mogelijk makkelijker met een geïmplanteerde lab-on-a-chip? En misschien kan je dan zelfs iets met toevoegen van tracerstoffen e.d.
Eventueel pas bloedanalyses aan de slachtlijn (varkens, pluimvee) om terugkoppeling te gebruiken voor volgende ronde.

Ademlucht: Ademanalyses zijn mogelijk zinvol, bijv. om infecties op te sporen (bijv. specifieke gassen geproduceerd door pathogenen). Zo ook methaan metingen bij herkauwers, bijv. in krachtvoerbox. Mogelijk relatie met vertering bij varkens. Meten van ketose via ademlucht. Let ook op achtergrondconcentraties.

Urine: Wat kun je meten in urine? Opvangen niet altijd makkelijk, spontaan? Eventueel gebruik maken van vloertype dat mest- en urine kan scheiden?

Gedrag: Cameratechnieken om gedrag in beeld te krijgen, warmtecamera's. Daarmee klimaat of voerregime bijsturen. Conditie score automatiseren? Detectie van niet-productieve leghennen?

Weidegang: Voor specifiek koeien met weidegang zou het goed zijn snel meetgegevens te hebben over de (individueel) opgenomen hoeveelheid vers ras. In EU project Autograssmilk wordt hier naar gekeken.

Pens: Meten van pH in de pens voor verteringsstoornissen (los van pensverzuring) en SARA? Nadeel van pH bolus die in de pens blijft is dat betrouwbaarheid van waarnemingen afneemt in de tijd, door aanslag op sensor.

Infrarood technieken: NIRS toepassen op andere materialen dan voeders. Bijv. mest? Kan je apparatuur ook installeren op voermengwagen voor snelle meting? Met name natte bijproducten kennen veel variatie, bijv. tarwegistconcentraat, is daar perspectief?

Pluimvee: Meer doen met koppelmetingen, zoals water en voerverbruik. Ook naar ziektes kijken, diagnostiek, slachthuiskennmerken. Detectie van geslacht van leghennen als ze nog in het ei zitten?

"Omics" technieken

*Mari Smits en Alfons Jansman, Wageningen UR Livestock Research / Teun Veldkamp
Lelystad, 10 juni 2013*

Profielen van metabolieten (in bijvoorbeeld bloed, speeksel, melk, urine) vastgesteld m.b.v. moderne metabolomics technieken zouden kunnen bijdragen aan het opsporen van nutriënteninefficiëntie. Deze technieken zijn op dit moment nog vrij prijzig en nog niet "snel" als meettechniek. Er wordt massaspectrometrie gebruikt; de verwachting is dat de kostprijs van deze analysetechnieken in de toekomst snel zal dalen.

Verschillende omics technieken:

- Metabolomics: een metabolietenprofiel wordt bijv. gebruikt bij aantonen authenticiteit van producten (Rikilt), bijvoorbeeld voor typering biologische eieren of graskaas.
- Proteomics: eiwitprofielen kunnen bijvoorbeeld worden gecorreleerd met voedingsgerelateerde fysiologische veranderingen. Op het gebied van varkens is bij de Universiteit van Aarhus veel kennis opgebouwd.
- Glycomics: bij de universiteit Groningen wordt specifiek gekeken naar geglycosideerde eiwitten

Doel van deze omics technieken is om te komen tot nieuwe parameters waaraan de gezondheid (early warning) of productie van dieren kan worden gemeten. Zoals er nu bijvoorbeeld zijn de liters melk, het percentage vet, de voederconversie zal binnenkort worden gekeken naar bijvoorbeeld een aantal specifieke vetzuren. Met andere woorden functionele voeding op maat. Hierin is ook de farmaceutische industrie geïnteresseerd. Apparaten zijn nu nog niet geschikt voor online-toepassing. Bij planten zijn de omics technieken verder ontwikkeld dan in dier.

Binnen de afdeling Genomica van Wageningen UR Livestock Research wordt ook aan omics technieken gewerkt, waarbij bijvoorbeeld verschillen zijn aangetoond in het metabolieten profiel van melk van dieren die op verschillende rantsoenen hebben gestaan.

Sensortechnieken in de melkveehouderij

*Henk Hogeveen, Universiteit Utrecht, Faculteit Diergeneeskunde en Wageningen University,
Bedrijfsecnomie / Roselinde Goselink
Utrecht, juni 2013*

Er komen steeds meer datastromen in de melkveehouderij. Met name op het gebied van melk (hoeveelheid en samenstelling) en gedrag (activiteit) zijn er al veel systemen actief. De dataverwerking en protocollen hoe met attenties om te gaan ontbreken soms nog. Niet alleen de techniek is van belang, ook de actie. Sensortechniek is in 4 categorieën in te delen: I) meten van parameter; II) interpreteren; III) integratie met andere kenmerken tot een managementadvies; en IV) automatisch handelen ter verbetering. Tot nu toe blijft het grootste gedeelte van de nieuwe technieken hangen in categorie II (Rutten et al., 2013). Denk dus goed na wát te meten en wát je ermee kunt! Detectie van mastitis is relatief “ver” ontwikkeld – detectie van metabole stoornissen is nog onvoldoende dus daar is veel verbetering te halen.

Ademgasanalyse

Yvette de Haas, Wageningen UR Livestock Research / Roselinde Goselink

Lelystad, mei 2013

In ademlucht kunnen allerlei gassen gedetecteerd worden die mogelijk een indicator kunnen zijn van vertering, stofwisseling en/of pathogenen. Een bekend voorbeeld bij melkvee is de detectie van methaan (CH_4) in ademlucht, afkomstig uit de pens. Ook in de longen vindt gasuitwisseling plaats waarbij niet alleen CO_2 wordt afgegeven maar ook andere vluchtige organische stoffen, bijv. ketonlichamen. In geval van infectie in de luchtwegen kunnen ook pathogenen en de afweerreactie daarop specifieke vluchtige stoffen toevoegen aan de ademlucht, in lage concentraties. Ademanalyse kan bijdragen aan dataverzameling m.b.t. voeropname, vertering en metabolisme. Belangrijke aandachtspunten zijn dat de gassamenstelling beïnvloed wordt door velerlei factoren (bijv. ademfrequentie, voeropname, omgevingstemperatuur) waardoor er veel variatie is. Op dit moment wordt relatief dure apparatuur gebruikt (FTIR: Fourier Transform Infra Red spectroscopie) dus ontwikkeling van goedkopere sensoren is belangrijk, evenals een betrouwbare en continue monsternamen.

Stalklimaat

Hendrik Jan van Dooren Wageningen UR Livestock Research / Maarten Vrolijk

Wageningen, 22 mei 2013

De “Meetploeg” van Wageningen UR Livestock Research verricht metingen aan o.a. ammoniak, methaan, lachgas, fijnstof, totaal stof, geur. Bij totaal stof metingen gaat het veelal om de aanwezigheid van kiemen in het stof, welke door het CVI of de Universiteit Utrecht geanalyseerd worden. Interpretatie van de data is een belangrijke en niet te onderschatten stap.

Stalmetingen zijn technisch niet moeilijk maar de setting is complex i.v.m. het verloop in concentraties in tijd en ruimte: de plek waar je meet, mate van openheid van de stal/omgeving, achtergrondwaarden, etc. Een veel gebruikte methode is de FTIR (Fourier Transform Infra Red spectroscopie). Deze methode kan veel verschillende gassen tegelijkertijd bepalen. Toepassing bijvoorbeeld in krachtvoerbox, mogelijk ook in ligbox of andere locatie waar dieren een poos verblijven.

Interessant in kader nutriëntenbenutting is mogelijk het meten van methaan (energieverlies), ammoniak (eiwitverlies) – al zal de stap van meten naar een verbetering van de benutting niet eenvoudig zijn. Bloed- en melkanalyses wellicht in combinatie met gasanalyse voor complete plaatje.

Lab-on-a-chip

Daan Sijtermans, Blue4Green /

Roselinde Goselink

Juni 2013

In samenwerking met de Universiteit Twente heeft Blue4Green een chip ontwikkeld die in bloed (en in de toekomst ook melk) verschillende positief geladen ionen kan bepalen. De chip wordt in een reader gedrukt, waarna het meetproces van start gaat.

Gezien de relevantie van de bloedcalciumconcentratie voor de gezondheid en prestaties van melkvee is deze chip geïntegreerd in een diergezondheidsprogramma voor de melkveehouderij: Dry2Fresh. De resultaten van de reader worden automatisch gekoppeld aan het koenummer en de kenmerken van die koe (pariteit, kalfdatum, ziektegeschiedenis).

Voor deze vorm van een "lab-on-a-chip" is nog wel een invasieve ingreep nodig; een dierenarts moet een bloedmonster afnemen. Zo gauw deze techniek geschikt is voor het analyseren van melkmonsters wordt dat makkelijker. Ook urinemonsters zijn een optie. Alle toepassingen moeten ertoe leiden metabole problemen in een vroegtijdig stadium op te sporen en in te kunnen grijpen om zo gezondheid en efficiëntie van dieren te verbeteren.



Analysis @ the point of animal care



Een druppel bloed en drie minuten van uw tijd

3.5 Workshop 17 december 2013

Op 17 december 2013 is een workshop gehouden tijdens een van de maandelijkse Themamiddagen binnen het onderzoeksprogramma Feed4Foodure. Er waren 20 deelnemers aanwezig vanuit verschillende sectoren binnen de diervoedingsindustrie en dierlijke productieketen.

Als aftrap heeft het projectteam mogelijke meetmethoden en toepassingen gepresenteerd (zie Bijlage 3). De workshop deelnemers hebben vervolgens nieuwe methoden en toepassingen benoemd, aangevuld en geprioriteerd.

Het volledige overzicht met geprioriteerde meettechnieken en toepassingsgebieden is aan het einde van de workshop kritisch en individueel door de deelnemers beschouwd. De volgens hen meest beloftevolle methode of toepassing markeerden ze met 'maken'.

Ook bestond de mogelijkheid om een methode of toepassing uit het overzicht te 'kraken' indien een workshopdeelnemer geen serieuze mogelijkheden voor toepassing zag op de kortere en middellange termijn.

De resultaten staan weergegeven in Bijlage 4, en een samenvatting is te vinden in Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Overzicht van de meest geprioriteerde mogelijke snelle meettechnieken tijdens de workshop op 17 december 2013.

Legenda:	++	hoge relevantie, grote zeggingskracht, goede haalbaarheid, korte ontwikkeltijd of lage investering
	+	enige relevantie of zeggingskracht, enige haalbaarheid, beperkte ontwikkeltijd of geringe investering
	-	beperkte relevantie of zeggingskracht, matige haalbaarheid, aanzienlijke ontwikkeltijd of investering
	--	weinig relevantie, weinig zeggingskracht, ongunstige haalbaarheid, aanzienlijke ontwikkeltijd of investering

Techniek	Beschrijving	Aanvullende informatie	Relevantie voor Nutriëntenbenutting	Fysiologische Zeggingskracht	Technische Haalbaarheid	Benodigde Ontwikkeltijd	Benodigde Investing (€)	Prioritering in expert workshop	Praktische bruikbaarheid
1 Sensor bolus	Bolus met sensor om metingen m.b.t. darmgezondheid in het maagdarmkanaal te verrichten (pH, kiemen, ontstekingen)	Noodzakelijk dat bolus voor geringe kostprijs is te produceren en ook praktisch inzetbaar is. Mogelijkheden voor medicatie release op specifieke locatie van de infectie	++	++	++	R+ V+ P-	R+ V+ P-	6/20	Bewerkelijk om toe te passen. Uitlezen via reader bewerkelijk, remote data overdracht gewenst. Minder haalbaar in pluimveehouderij
2 Fluor markers	Fluoriserende markers toevoegen aan voer voor detectie veranderingen in de tijd	Specifieke detectie van bacteriën en virussen en vertalen naar direct advies voor te gebruiken medicijnen	++	++	-	-	--	6/20	In de praktijk lastig toepasbaar want bewerkelijk Voor Melkvee varkens en pluimvee
3 Mest NIRS	Snelle meting van de chemische samenstelling van mest d.m.v. NIRS of andere snelle techniek	Metten van niet verteerde nutriënten op individueel dierniveau biedt mogelijkheden om snel en gericht te corrigeren	++	+	++	+	-	5/20	Op dierniveau toepasbaar maken vraagt een aanzienlijke inspanning Voor melkvee, varkens en pluimvee

- Ad 1 Mogelijkheden voor pluimvee nemen toe door toepassingen vanuit nanotechnologie. Ook plaats specifieke informatie is nodig omdat niet bij de hele koppel maar bij enkele dieren deze toepassing zal plaatsvinden.
- Ad 2 Verklipper die al dan niet oplicht na het uitscheiden van de mest. Afhankelijk van de uitslag moeten individuele dieren apart gezet worden, dat vraagt in een praktijksituatie om aanzienlijke aanpassingen. Snellere uitslag dan via laboratorium analyse van mest. Daardoor de mogelijkheid om eerder maatregelen op de bedrijfslocatie te nemen en de dierbalans te herstellen.
- Ad 3 Geen technische ontwikkeltijd. Wel organisatorische inspanning nodig. Continu meting is vooral van toegevoegde waarde tijdens onderzoeksproeven, in de praktijk geen toegevoegde waarde (in relatie tot de inspanningen). Techniek is beschikbaar, vertaalslag naar praktische (management) maatregelen is nodig.

Tabel 3.1 (vervolg): Overzicht van de meest geprioriteerde mogelijke snelle meettechnieken tijdens de workshop op 17 december 2013.

Legenda:	++	hoge relevantie, grote zeggingskracht, goede haalbaarheid, korte ontwikkeltijd of lage investering
	+	enige relevantie of zeggingskracht, enige haalbaarheid, beperkte ontwikkeltijd of geringe investering
	-	beperkte relevantie of zeggingskracht, matige haalbaarheid, aanzienlijke ontwikkeltijd of investering
	--	weinig relevantie, weinig zeggingskracht, ongunstige haalbaarheid, aanzienlijke ontwikkeltijd of investering

Techniek	Beschrijving	Aanvullende informatie	Relevantie voor Nutriëntenbenutting	Fysiologische Zeggingskracht	Technische Haalbaarheid	Benodigde Ontwikkeltijd	Benodigde Investering (€)	Prioritering in expert workshop	Praktische bruikbaarheid
4 Micro-chip	Microchip die metingen verricht aan voer en darm van individuele dieren	Toepassing o.a. in pH, temperatuur, viscositeit, OEB, passagetijden, mate & snelheid maaglediging. Mogelijkheid voor release medicatie op specifieke locatie	+	+	-	-	-	4/20	Uitleesbaarheid van de data (in een stalomgeving) verdient aandacht vanwege betrouwbaarheid en continuïteit van data
5 Darm-flora meten	Methodiek die wijzigingen in microflora op darmniveau signaleert en remote doorgeeft	Metten van pH, zuren en amines	+	-	-	--	--	4/20	Bij melkvee en varkens toepasbaar, met aandacht voor betrouwbaarheid in stalomgeving. Bij pluimvee moeilijk praktisch toepasbaar op dierniveau
6 Ademgas analyse	Metten en analyseren van inhoudsstoffen in de uitgeademde lucht	Metten van o.a. CH ₄ , CO ₂ , H ₂ , SO ₂	+	++	++	R- V- P--	--	3/20	Bij melkvee en varkens prima toepasbaar op dierniveau (bijv. in krachtvoerbox of tijdens melken). In pluimvee niet op dierniveau toepasbaar

Ad 4 Specifieke uitvoering van 1.

Ad 5 Wordt belangrijk vanuit maatschappelijk perspectief: minder sectie op dieren tijdens proeven. Vraagt om fundamenteel onderzoek voordat praktische toepassingen ontwikkeld kunnen worden. Ontwikkeltijd tot marktrealisatie tenminste 5 jaar.

Ad 6 Voor rund snelle realisatie mogelijk, bijvoorbeeld in de melkrobot. Voor zeugen vraagt dit enige ontwikkeltijd. Voor vleesvarkens en pluimvee vraagt dit veel ontwikkeltijd.

De meettechnieken en toepassingsmogelijkheden die tijdens de workshop ook zijn benoemd maar lager zijn geprioriteerd, zijn:

- Tweemaal is het inzetten van de dipstick methode om aan eieren de vitaminestatus van de hen vast te stellen, geprioriteerd. Dit idee is eenmaal 'gemaakt' met als opmerking dat de focus op de dipstick zou moeten liggen en niet op de kip of het ei.
- Tweemaal is geprioriteerd het nadenken of de meetmethodes die anno nu voor melk van rundvee worden gebruikt, ook toe te passen zijn voor zeugen.
- Het toepassen van een Melp-App op mest die op dierniveau inzetbaar zou moeten zijn en daarmee snelle correcties mogelijk maakt, is genoemd en niet geprioriteerd.
- Het meten van de doorbloeding van de oorpuntjes van biggen is genoemd en niet geprioriteerd.
- Ook zonder prioritering is genoemd om aan dode dieren, bijvoorbeeld kuikens, metingen uit te voeren aangaande de pootsterkte, de kleur van het vlees of de kam. Dit idee is tijdens de workshop eenmaal 'gekraakt' omdat dode dieren op een andere manier beschikbaar zijn dan eieren of melk. Bovendien zijn de dieren doodgegaan aan een bepaalde oorzaak. De kans is groot dat ze iets mankeerden of anderszins niet gezond waren. Hoe bruikbaar zijn de gemeten waarden aan deze dieren in die gevallen?
- Het inzetten van een PIA-sensor in de darm is genoemd en tijdens de reflectie eenmaal 'gekraakt' omdat de prioriteit moet liggen bij het uit de wereld krijgen van PIA.
- De chip die via infrarood dierherkenning mogelijk maakt, als mogelijke meetmethode, is eenmaal 'gekraakt' omdat de indicator voor nutriëntenbehoefte niet bekend is. Indien deze toepassing wel verder uitgewerkt wordt dan bij individueel gevoerde dieren. Als mogelijke uitvoeringen zijn genoemd een camera op de voerbak of een voerstation. Het meten van de temperatuur van de koe, het meten van de infectiedruk en informatie over de voersamenstelling/-keuze en -opname door de koe zijn belangrijk.

Ook genoemd als mogelijke meettechniek, zonder verdere aanvullingen of prioriteringen:

- NH3 sensor in de stal
- Met laser insecten doden
- Refluxmeter voor de kip
- Ruwvoer of TMR kwaliteit meten via een sensor op de neus van de koe
- Het meten van de metabole status, bijvoorbeeld tijdens het verloop over de dag meten van het Ca-gehalte bij een legkip.

De Feed4Foodure begeleidingscommissie van dit onderzoek voegt aan dit overzicht toe:

- De water/voer verhouding, in de pluimveehouderij al in gebruik: een afname van het watergebruik door de dieren duidt op minder optimale gezondheid en kan een indicatie zijn dat een dier ziek is. Bedenk dat er een natuurlijke variatie tussen dieren is en dat er daarom gewerkt moet worden met grenswaarden: niet elke afwijking is direct naar ziekte te vertalen. Ook moet bij voorkeur per individueel dier de water/voer verhouding bepaald kunnen worden.
- Diergedrag, te registreren via een individuele sensor (herkauwen, individuele grasopname tijdens weiden, etc.).
- Sensoren, technieken en analyses voor snelle metingen inzetten als onderdeel van een Early Warning System voor individuele diergezondheid.

4 Conclusies

Snelle meettechnieken is een hot topic in de veehouderij, waar op dit moment veel ontwikkeling in plaats heeft, zowel zichtbaar als onzichtbaar. Een belangrijk aandachtspunt blijft de dataverwerking en interpretatie: vaak is de techniek snel ontwikkeld, maar de interpretatie, toepassing en relevantie daarvan voor de praktijk nog onvoldoende.

De inventarisatie van beloftevolle snelle meettechnieken met behulp van verschillende bronnen is geïntegreerd in het eindresultaat in tabel 4.1.

In het beschrijvend overzicht van mogelijke technieken en toepassingen is op basis van de beschikbare gegevens van de verschillende toepassingsaspecten een prioritering aangebracht. De hoogst geprioriteerde mogelijkheden (met een totaalscore van 10 of meer) zijn interessant om op korte termijn verder te verkennen; andere opties vragen een grotere tijd- of geldinvestering. De hoogst scorende methodes zijn de metingen in **melk** (eiwitten, vetzuursamenstelling, celgetal; allen 13 punten), **groei**metingen aan het dier (gewicht 13 en lichaamssamenstelling 10 punten), **diergedrag** (12 punten), metingen aan **opname** (individuele voeropname 12, voersamenstelling 10 en drinkwateropname 10 punten), **mest** (samenstelling 12 en pH 10 punten) en **bloed**metabolieten (10 punten).

Hierbij moet rekening gehouden worden met de razendsnelle ontwikkeling van meettechnieken, dataverwerkingsmethoden en de toepassing van nieuwe technieken in andere sectoren dan de veehouderij. Het verkregen overzicht zal dan ook regelmatig geactualiseerd moeten worden om op de hoogte te blijven van deze ontwikkelingen.

Het inventariseren van beloftevolle snelle meettechnieken via crowdsourcing heeft weinig nieuwe ideeën gebracht. Om bruikbare reacties op een dergelijk verzoek te krijgen is een 'koude' oproep onvoldoende succesvol gebleken. Terughoudendheid om, zonder duidelijke betrokkenheid of gezamenlijke doelstelling, mogelijke ideeën en methodieken te delen kan daarbij een rol gespeeld hebben. Daarom is het spoor van crowdsourcing verlaten en is meer aandacht gericht op directe gesprekken met betrokkenen.

Tijdens de interviews met onderzoekers en tijdens de workshop met onderzoekers en actoren uit de veevoedingssector zijn nieuwe methodieken en toepassingsgebieden toegevoegd aan het overzicht dat het projectteam heeft opgesteld. Deze aanpak levert veelal enthousiaste reacties en bruikbare input op. De interactieve weg met persoonlijke ('warme') contacten is voor de projectdoelstelling lonend gebleken. Toch is het ook in de 1-op-1 gesprekken soms moeilijk om tot de daadwerkelijk "innovatieve ideeën met een belofte voor de praktijk" te komen. De meeste gesprekspartners zijn op dit vlak voorzichtig om te voorkomen dat potentiële ideeën door concurrerende partijen worden opgepakt. Het is makkelijker om óf over een extra toepassing van reeds gebruikte technieken te praten, óf over de extreem wilde ideeën die nog veel ontwikkeling nodig hebben voor ze toegepast kunnen worden.

Tabel 4.1: Eindresultaat inventarisatie snelle meettechnieken.

Score:	3	erg relevant voor nutriëntenbenutting, haalbaar in de praktijk, korte ontwikkeltijd of lage investeringskosten
	↓	
	0	weinig relevant voor nutriëntenbenutting, moeilijk haalbaar in de praktijk, aanzienlijke ontwikkeltijd of investeringskosten

Berekening totaalscore: Alle factoren opgeteld, waarbij “relevantie” dubbel telt.

Medium	Parameter	Techniek	Toepassing	Relevantie voor Nutriëntenbenutting	Technische Haalbaarheid	Benodigde Ontwikkeltijd	Benodigde Investering (€)	Totaalscore (relevantie telt 2x)
Melk	Eiwitten	ELISA, ?	Meten van drachtigheidseiwitten, eiwitefficiëntie, eiwitbalans	3	3	2	2	13
Melk	Vetzuren	FAME, MIR	Meten van pensgezondheid (fermentatie, pH), energiebalans	3	3	2	2	13
Melk	Celgetal	Variabel	Tellen van cellen in de melk, per kwartier, inline monitoring	2	3	3	3	13
Melk	Pathogenen	PCR, ?	Bepalen mastitisverwekkers	3	1	0	1	8
Dier	Gewicht	Sensor	Groei monitoring (longterm), voer- en wateropname (shortterm)	3	3	2	2	13
Dier	Gedrag	Camera, sensor	Locomotie, bewegingsapparaat, verdeling in stal, stress, ziekte	2	3	2	2	11
Dier	Samenstelling	Camera	Groei, conditie en vervetting, lichaamsreserves, spierdikte	3	2	1	1	10
Dier	Huid, veren	Camera	Kaal, haren/veren uitzetten wijst op stress, ziekte, koorts	1	2	2	2	8
Voer	Opname	Sensor	Hoeveelheid voeropname per individueel dier per dag, gedrag	3	3	1	2	12
Voer	Samenstelling	NIRS, ?	Bepalen voederwaarde op moment van eten	2	3	1	2	10
Bloed	Metaboliëten	ELISA, ?	Invasief! Bepaling koolhydraat-, vet-, eiwitstofwisseling, metabole aandoeningen, leverfunctie	3	2	1	1	10
Bloed	Hartslag	Sensor	Stress, gedrag, ziekte, koorts	2	2	1	1	8
Bloed	Ontstekings-factoren	ELISA, ?	Invasief! Bepaling van immuunstatus en aanwezigheid infecties of ontstekingen, acute fase eiwitten, cytokines, witte bloedcellen	3	1	0	0	7
Bloed	Pathogenen	PCR, ELISA, ?	Invasief! Vaststellen ziekte	3	0	0	0	6

Medium	Parameter	Techniek	Toepassing	Relevantie voor Nutriëntenbenutting	Technische Haalbaarheid	Benodigde Ontwikkeltijd	Benodigde Investering (€)	Totaalscore (relevantie telt 2x)
Bloed	Kleur	Camera	Zuurstofsaturatie, geelzucht, doorbloeding van organen	1	1	2	0	5
Bloed	Bloeddruk	Sensor	Invasief of niet invasief, om stress, gedrag, ziekte, te monitoren	1	0	1	1	4
Drinkwater	Opname	Sensor	Opname per individueel dier, ziekte ,stress, relatie met voeropname	2	3	1	2	10
Drinkwater	Samenstelling	Sensor	Kwaliteit, pathogenen, mineralen en sporenelementen	1	3	1	2	8
Lucht	Ademhaling	Sensor	Ademhalingsfrequentie als indicator voor stress, gedrag, ziekte, koorts	1	2	3	2	9
Lucht	Gaswisseling	Gasdetectie	Meten van CH ₄ , CO ₂ , H ₂ O, H ₂ S, N ₂ , N ₂ O, O ₂ als indicator voor stofwisseling en fermentatie	3	2	0	0	8
Lucht	Temperatuur	Sensor	Koorts, hittestress	1	2	1	2	7
Lucht	Vluchtige stoffen	Gasdetectie	Stoffen geproduceerd door ziekteverwekkers, metabolisme	2	1	0	0	5
Lucht	Pathogenen	PCR, ?	Direct aantonen van ziekteverwekkers in luchtwegen en eerste deel digestiekanaal	2	0	0	0	4
Mest	Samenstelling	NIRS, ?	Fermentatie, aanwezigheid vluchtige vetzuren, zetmeel	3	2	1	2	11
Mest	pH	Sensor	Fermentatie, ziekte	1	3	2	3	10
Mest	Vertering	Markers	Toevoegen van (fluorescerende) markers aan voer voor meten passage en vertering	3	0	0	0	6
Mest	Pathogenen	Markers	Toevoegen van (fluorescerende) markers aan voer voor detectie pathogenen	2	1	0	0	5
Digesta	Micro-organismen	PCR, ELISA, ?	Vaststellen ziekte (pathogenen), type en hoeveelheid fermentatie	2	2	1	2	9
Digesta	Viscositeit, passagetijd	Sensor, bolus, ?	Vaststellen fermentatie en verteringspatroon, verteringssnelheid, passagesnelheid	3	1	0	0	7
Digesta	pH, metabolieten	Bolus	Door nanobolus op te nemen kan samenstelling gevolgd worden langs het hele traject	3	1	0	0	7
Digesta	pH, metabolieten	Slachthuis	Door monsternamen aan het slachthuis kan retrospectief gekeken worden naar status	2	2	0	0	6

Referenties

Literatuur

- Araus, J.L. and J.E. Cairns. 2014. Field high-throughput phenotyping: the new crop breeding frontier. *Trends in plant science* 19:52-61.
- Chung, Y., S. Oh, J. Lee, D. Park, H.H. Chang and S. Kim. 2013. Automatic Detection and Recognition of Pig Wasting Diseases Using Sound Data in Audio Surveillance Systems. *Sensors* 13:12929-12942.
- Ferrari, S., M. Silva, V. Exadaktylos, D. Berckmans and M. Guarino. 2013. The sound makes the difference: The utility of real time sound analysis for health monitoring in pigs. In: *Livestock Housing: Modern Management to Ensure Optimal Health and Welfare of Farm Animals*, pp 407-417.
- Rutten, C.J., A.G.J. Velthuis, W. Steeneveld and H. Hogeveen. 2013. Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. *Journal of Dairy Science* 96:1928-1952.
- Vandendriessche, T., J. Keulemans, A. Geeraerd, B. M. Nicolai and M.L.A.T.M. Hertog. 2012. Evaluation of fast volatile analysis for detection of *Botrytis cinerea* infections in strawberry. *Food Microbiology* 32:406-414.

Webcontent

- Drones.nl: Drone uit Bentelo redt bambi's.
<http://www.drones.nl/drone-uit-bentelo-redt-bambi/>
- Delaval: Automatic Body Condition Scoring
http://www.delaval.com/Global/About%20DeLaval/Body%20condition%20scoring_Brochure_V6_brochure.pdf
- Fancom: Biometrie, gedragsdetectie bij kuikens. Website Fancom 2014.
www.fancom.nl/nl/vleeskuikens/biometrie/
- Fancom: Hoestmetingen varkens. Website Fancom 2014.
www.fancom.nl/nl/nieuws/250/hoestmonitor-herkent-luchtwegaandoeningen-in-vroeg-stadium/
- Jefferson University: Metingen m.b.v. een bolus met camera. Website Jefferson University 2014.
www.jefferson.edu/university/jmc/departments/medicine/divisions/gastroenterology_hepatology/programs/gastrointestinal_endoscopy/ambulatory_swallowed_camera_capsule.html
- NIZO: Breakthrough with non-invasive gut health testing. Website NIZO 2013
www.nizo.com/news/latest-news/70/breakthrough-with-non-invasive-gut-health-testing/
- OptiMIR: <http://www.optimir.eu/en/index.php>
- Snelle Meettechnieken:
www.wageningenur.nl/nl/show/Feed4Foodure-Snelle-meettechnieken.htm
- YARA N-Sensor.
<http://yara.co.uk/crop-nutrition/Tools-and-Services/n-sensor/>

Drop your idea for health sensors



Sensor techniques for sustainability

Nutrient efficiency plays an important role for future livestock farming. For better insight in nutrient efficiency, fast measurement techniques are needed to monitor **animal health and production**. In this research alliance an inventory will be made of emerging measurement techniques with potential benefits for animal husbandry.

YOU can contribute!

You can also contribute yourself to this quest for innovative fast measurement techniques! Do you have an idea for a method to measure nutrient efficiency or animal health, do not hesitate and **drop your idea** on our website!

Do you want to be updated on the project: check our website www.feed4foodure.nl

Sponsored by

Dutch Ministry of Economic Affairs – Dutch Product Board Animal Feed – Dutch Feed Industry Association (Nevedi) – Dutch Foundation for Chain Transition to Responsible Soy – Dutch World Wide Fund for Nature – Agrifirm Group – Nutreco – ForFarmers – De Heus

Go to www.feed4foodure.nl
> *Fast measurement techniques*



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Bijlage 2 Flyer ICAR Health Data

ORGANISATION

Organiser:

ICAR-Working Group on Functional Traits in conjunction with the RYK (Knowledge Center for Agriculture) and the ICAR-secretariat.
<http://www.icar2013.dk/Contacts.htm>

Venue: Aarhus, Denmark

Costs and registration:

	by 4 March, 2013	after 4 March, 2013
Health Data Conference fee	DKK 2,100/€280	DKK 2,600/€350
ICAR Technical Workshop + Health Data Conference fee	DKK 3,875/€515	DKK 4,875/€650

For further information and registration please visit:
<http://www.icar2013.dk/Registration.htm>

Papers and presentations:

<http://www.icar2013.dk/Presentations.htm>

ICAR 2013 Health Data Conference



Challenges and Benefits of Health Data Recording in the Context of Food Chain Quality, Management and Breeding

Date: 30th – 31st of May, 2013

Venue: Aarhus, Denmark

www.icar2013.dk/health_data_conference/welcome.html

Supported by:



Visit the list of sponsors of the ICAR Technical Workshop 2013:
<http://www.icar2013.dk/Sponsorlist.htm>

Thursday 30th of May

13:30 - 13:45: Welcome and Introduction

13:45 - 15:30: General aspects - part 1

This session will focus on future challenges for animal breeding, consumer concerns, regulations of interest for these topics and expected developments. The different perspectives of parties involved (farmers, veterinarians, processors, consumers, administration,...) will be covered. Best practices of recording and use of health data will be presented and challenges and solutions will be discussed, including aspects of increasing concerns about the use of antimicrobials.

16:00 - 18:00: General aspects - part 2

The circumstances and requirements for the successful implementation of a health monitoring system differ considerably between countries. Possible approaches will be presented. Options to use data from automated systems for recording of direct and indirect health data as well as requirements and possibilities of research will be discussed.

19:00 Busses leave for Congress Dinner

Friday 31th of May

8:00 - 10:00: Logistics of recording of health data

Standardization of recording and good logistics are preconditions of success. Important issues are data ownership and data security. Possibilities for

standardization for the use of different stakeholders with different requirements will be presented as well as experiences from different recording systems, including examples of databases which facilitate an interdisciplinary benefit. Challenges and solutions will be discussed.

10:30 - 12:30: Data quality and data validation

The value of health data analyses depends on the quality of the recorded data. Good validation routines are needed which take into account the type of health data, the recording circumstances as well as the intended use of the health information. Aspects concerning genetics, animal health programs, benchmarks etc. will be presented and discussed.

12:30 - 14:00: Lunch

14:00 - 16:00: Benefits of health data recording

This session will cover the value of health monitoring for dairy farmers and breeding organizations, benefits of recording of diagnostic data for veterinarians, benchmarking from the perspective of consultants as well as aspects concerning consumer requirements.

16:30 - 18:00: Challenges of health data recording - wrap-up and conclusion

Roundtable with open discussion: Representative from the different stakeholder (administration, farmer, veterinarian, consumer, animal health, breeding,...)

18:00: End of Conference



PROGRAM

Bijlage 3 Workshop – presentatie

MMM7 Snelle meettechnieken t.b.v. opsporing van nutriënten(in)efficiëntie

Themamiddag 17 december 2013

Roselinde Goselink, Teun Veldkamp, Maarten Vrolijk



WAGENINGEN UR
The quality of life

Projectaanpak

- Inventarisatie van opkomende innovatieve meettechnieken, gericht op voer- of dier-gerelateerde kenmerken die een grote belofte hebben voor het verbeteren van de nutriëntenbenutting door landbouwhuisdieren
- Inventarisatie op twee sporen
 - Experts in agrarisch dierdomein en daarbuiten waaronder tuinbouw, humane voeding, gezondheidszorg, nanotechnologie
 - Crowd sourcing in (publieks)groepen

WAGENINGEN UR
The quality of life

Wat bedoelen we met meettechnieken?

- Meettechnieken per diercategorie (melkvee, varkens, pluimvee) duiden op:
 - Relevantie voor verbetering van de nutriënten efficiëntie
 - Technische haalbaarheid
 - Praktische toepassing op het primaire bedrijf
 - Geschatte tijd tot marktintroductie
 - Indien mogelijk: investering

WAGENINGEN UR
The quality of life

Projectuitvoering

- Interviews over mogelijk toepassingsgebieden
- Deelname ICAR Health Data conference (mei) om netwerk te activeren
- Aanbod aan WU-studenten om crowdsourcing uit te voeren (via Academic Consultancy Training) Search for innovative measurement techniques for determining nutrient efficiency in ruminants, pigs and poultry
- Verkenning beloftevolle technieken uit andere domeinen via social media
- Oproep via website en CAN newsletter

WAGENINGEN UR
The quality of life

Drop your idea to measure efficiency

Ideas box for fast measurement techniques

Within the public-private partnership Feed4Food, we are looking for innovative techniques to measure nutrient efficiency in ruminants, pigs and poultry... and you can contribute! Send your ideas for a technique to measure efficiency, production or animal health and win a free ticket to a CAN symposium!

The aim of the subproject **Fast measurement techniques** within the Feed4Food programme is to make an inventory of useful and innovative measurement techniques for nutrient efficiency. We are not only looking for techniques present in the field of farm animals, but also outside this field, for instance in greenhouse production, human medicine, nutrition, food and health and nanotechnology.

Not only proven technologies but also ideas of promising new technologies that may enhance nutrient efficiency in farm animals. For each animal species (ruminants, pigs and poultry) the techniques will be evaluated on:

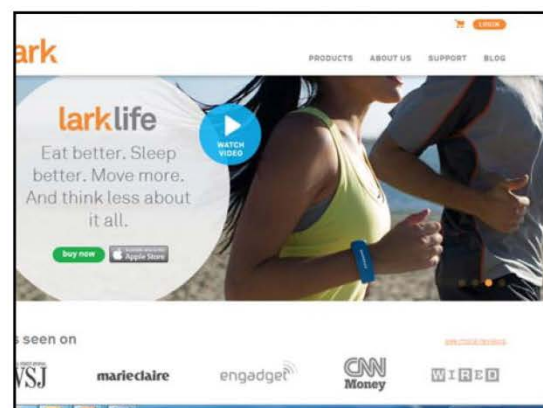
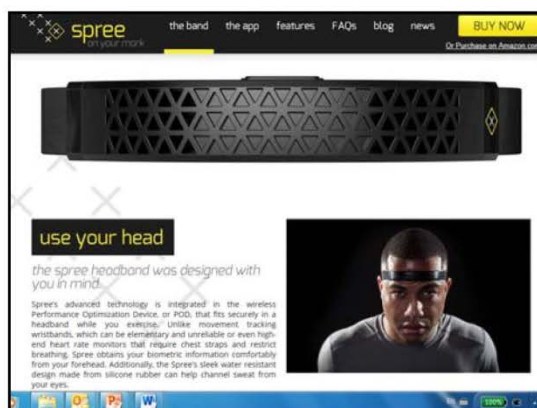
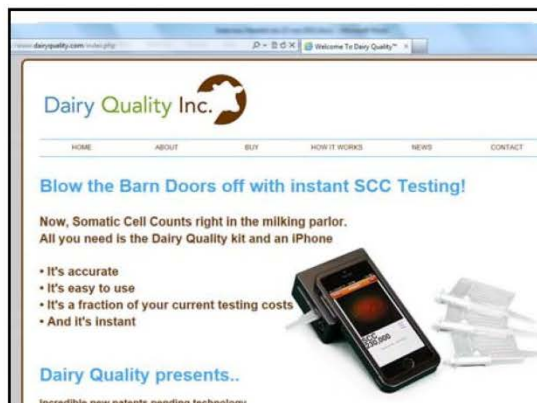
- Parameters measured
- Relevance for improving nutrient efficiency
- Technical feasibility
- Practical feasibility
- Required time prior to market introduction
- Required investment for applying the technique

WAGENINGEN UR
The quality of life

Indeling snelle meettechnieken

- 1 Vaste opstelling (camera, weegunit, temperatuur....)
- 2 Vaste opstelling met sensoren (dier, voer....)
- 3 2-D mobiele opstelling
- 4 2-D mobiele opstelling met sensoren
- 5 3-D mobiele opstelling
- 6 3-D mobiele opstelling met sensoren
- 7 Mengvormen/combinaties

WAGENINGEN UR
The quality of life





Voerkwaliteit in de vingers: 2005

- Inspector (Schut, Meuleman, Huijsmans)
 - Online niet-destructieve gewasmetingen
 - Goede meting gewassamenstelling en opbrengst
 - Prototype
 - Techniek anno 2005
 - Te groot, te instabiel, niet handzaam
- Prototype Inspector:
 - Spectroscopie is geschikt voor niet-destructieve gewasanalyse



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

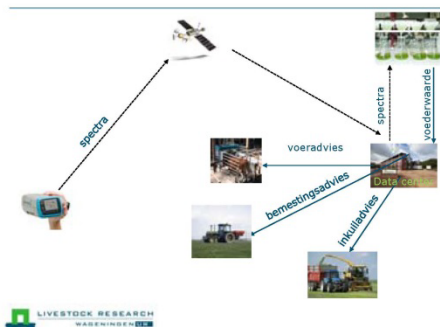
Voerkwaliteit in de vingers: State of Art-2012

- Nieuwe spectrometers
 - Kleiner (geschikt voor handheld)
 - Goedkoper
 - Standaard gewasanalyse met golflengtebereik 300-2500 nm
 - DS, as, re, suiker, zetmeel, celwanden, mineralen
 - 2 - 4 devices nodig
 - Camera bereik 300-1000 nm silicium technologie (<K€ 5/unit)
 - Camera bereik 900-1650 nm KC 15/unit
 - Camera bereik 900-2500 nm KC 25/unit (alleen voor research doeleinden?)
 - Ontwikkeling handheld opname apparatuur binnen handbereik op basis van nieuwe spectrometers
 - Spectrometers worden jaarlijks goedkoper, nauwkeuriger en intelligenter.



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Voerkwaliteit in de vingers: Toekomstbeeld



Waarnemingen/metingen aan dieren (gedrag)

- A houding
- B beweging
- C gedrag (individueel)
- D sociale interactie
- E koppel/kudde
- F interactie met huisvesting
- G

Waarnemingen/metingen aan dieren

- A lichaamstemperatuur
- B bloed (druk, samenstelling)
- C melk (hoeveelheid, inhoud)
- D fermentatie
- E hormonen
- F mest/urine
- G

Waarnemingen/metingen aan gasen

- A uitademing door dieren (individueel/koppel/kudde)
- B stalklimaat
- C mest
- D voer
- E beweiding
- F omgeving/achtergrond
- G

Waarnemingen/metingen aan voedergewassen

- A actuele grasvoorraad en -kwaliteit (grazen/kuilen)
- B percentage klaver in gras
- C hoeveelheid en kwaliteit voedergewassen
- D beworteling / os-gehalte bodem
- E

Mogelijke waarnemingen/metingen in en door de praktijk

- A aan gras
- B aan voedergewassen
- C aan krachtvoerders
- D aan dieren
- E aan mest/urine
- F aan stallen
- G

Big data metingen door boeren, erfbetreders, burgers, ??

Bijlage 4 Workshop - resultaten

Mogelijke nieuwe technieken en toepassingen, door deelnemers aan de Feed4Foodure themamiddag aangedragen en aangescherpt.

Eerste deel van de middag:

- Een tweetal deelnemers beschrijft een mogelijke meettechniek en mogelijke toepassingen.
- Een ander tweetal workshopdeelnemers vult deze meettechniek of toepassing aan met hun expertise of ideeën.
- De zogenoemde ideeën kaart is tijdens de workshop enkele malen doorgegeven.
- De tweetallen kunnen 0, 1 of 2 groene stickers plakken ter prioritering.
- Plenair hebben alle deelnemers vervolgens individueel de ideeën met een groene kaart ('maken') of rode kaart ('kraken') gescoord.

Voorbeeld:

Volgnummer	X
Meettechniek	Beschrijving van mogelijke meettechniek aangereikt door tweetal deelnemers aan de workshop
Toepassing	Idem voor mogelijke toepassingsgebieden
Aanvulling	Aanvulling op het idee door andere tweetallen
Groene stippen	Prioritering door de tweetallen
Plenair	 Plenair door alle deelnemers individueel de mogelijkheid om ideeën te maken (groen) of te kraken (rood)

Volgnummer	1
Meettechniek	Bolus met sensoren in maagdarmkanaal. Registreert de waarden van de darmgezondheid parameters
Toepassing	Darmgezondheid: pH, kiemen, ontsteking
Aanvulling	Mits bolus goedkoop te produceren/vermarkten is en massaal in populatie inzetbaar is
Groene stippen	
Plenair	 Medicatie release op de specifieke plek van de infectie. Maakt behandeling op afgebakende locatie mogelijk

Volgnummer	2
Meettechniek	Fluoriserende markers
Toepassing	Vroege en snelle detectie ziektekiemen (verandering in de tijd meten)
Aanvulling	Specifieke detectie van bacteriën/ virussen ->direct advies voor te gebruiken medicijnen (antibiotica)
Groene stippen	
Plenair	Zie uitzending Pauw & Witteman 16dec13, 23 uur

Volgnummer	3
Meettechniek	Snelle meting chemische samenstelling mest
Toepassing	
Aanvulling	Ook kijken naar niet verteerde nutriënten. Informatie over darmgezondheid? Toepasbaar maken op dierniveau (variatie binnen koppel) Snel correctie mogelijk via additieven of drinkwater
Groene stippen	
Plenair	

Volgnummer	4
Meettechniek	Sensor meegeven met het voer -> door maagdarmkanaal (MDK)
Toepassing	Metingen in MDK tijdens verteringsproces. pH, darmwand, bacteriën, etc.
Aanvulling	
Groene stippen	
Plenair	

Volgnummer	5
Meettechniek	Microchip die meet en ziet. Kijkt in darm en voer.
Toepassing	Onderzoek en procesbesturing
Aanvulling	Niet focussen op onderzoek. Bij procesbesturing koppelen aan individuele prestatie en –voerbehoefte Toepassingsmogelijkheden: pH, T, OEB, passagetijden, viscositeit, maaglediging Er zijn toch al voldoende methodes hiervoor?
Groene stippen	
Plenair	 Medicatie release op de specifieke plek van de infectie. Maakt behandeling op afgebakende locatie mogelijk

Volgnummer	6
Meettechniek	Meetmethode op darmniveau die signaleert of de microflora verandert (pH, zuren, amines)
Toepassing	
Aanvulling	
Groene stippen	
Plenair	

Volgnummer	7
Meettechniek	Verteerbaarheid voer via NIRS op mest
Toepassing	
Aanvulling	Continu en automatisch levert veel data!
Groene stippen	
Plenair	

Volgnummer	8
Meettechniek	Ademgas CH ₄ , CO ₂ , H ₂ , SO ₂
Toepassing	Metten, analyseren inhoudsstoffen uitademingslucht
Aanvulling	
Groene stippen	
Plenair	

Volgnummer	9
Meettechniek	Ei als maat voor vitaminestatus van de hen via dipstick methode.
Toepassing	
Aanvulling	Welke vitamines: breed spectrum of opties? Water oplosbaar meetbaar in ei? Enkel vet oplosbaar? Kan een dipstick ontwikkeld worden die meerdere vitamines meet? En welke meetnauwkeurigheid kan bereikt worden?
Groene stippen	
Plenair	 Focus op dipstick niet op ei en op kip

Volgnummer	10
Meettechniek	Zijn de meetmethodes aan melk van rundvee ook toe te passen voor zeugen? T.a.v. groei, gezondheid, berigheid, stress, etc.
Toepassing	
Aanvulling	
Groene stippen	
Plenair	

Volgnummer	11
Meettechniek	Melp-App toepassen op mest (microbiotica)
Toepassing	
Aanvulling	Toepasbaar maken op dierniveau (variatie binnen koppel) Snel correctie mogelijk via additieven of drinkwater
Groene stippen	
Plenair	

Volgnummer	12
Meettechniek	Hoeveelheid melkproductie van een zeug
Toepassing	
Aanvulling	Nutriëntengehaltes bepalen
Groene stippen	
Plenair	Doorbloeding oorpuntjes meten biggen

Volgnummer	13
Meettechniek	Meting aan dode dieren, bijv kuikens
Toepassing	Pootsterkte, kleur van het vlees of de kam
Aanvulling	Tijdens houden van de dieren dood gegaan?
Groene stippen	
Plenair	 Zijn ze beschikbaar (zoals eieren of melk) Ze mankeerden iets, anders waren ze niet dood gegaan.

Volgnummer	14
Meettechniek	Infrarood + dierherkenning chic
Toepassing	Individuele nutriëntenbehoefte afstemmen d.m.v. techniek op gezondheidsstatus
Aanvulling	Toepasbaar bij individueel gevoerde dieren Camera op voerbak / voerstation / voercomputer Koorts? Infectiedruk Informatie over voerkeuze en temperatuur
Groene stippen	
Plenair	 Wat is de indicator voor nutriëntenbehoefte?

Volgnummer	15
Meettechniek	PIA sensor in darm
Toepassing	
Aanvulling	
Groene stippen	
Plenair	 PIA moet de wereld uit, dan is signalering niet meer nodig.

Volgnummer	16
Meettechniek	NH ₃ sensor in stal
Toepassing	
Aanvulling	Nutriëntengehaltes bepalen
Groene stippen	
Plenair	

Volgnummer	17
Meettechniek	Met laser insecten doden
Toepassing	
Aanvulling	
Groene stippen	
Plenair	

Volgnummer	18
Meettechniek	Reflux meter voor kip
Toepassing	
Aanvulling	
Groene stippen	
Plenair	

Volgnummer	19
Meettechniek	Ruwvoer / TMR kwaliteit meten via sensor op neus koe
Toepassing	
Aanvulling	
Groene stippen	
Plenair	

Volgnummer	20
Meettechniek	Metabole status
Toepassing	
Aanvulling	Metingen bloedstatus b.v. Ca-gehalte bij legkip gemeten over de dag heen
Groene stippen	
Plenair	

Tweede deel van de middag

In het tweede deel van de middag heeft men individueel de bruikbaarheid van de mogelijke snelle meettechnieken en toepassingen beoordeeld.

Een groene kaart betekent een positieve score, een rode kaart betekent een negatieve score.

Indeling snelle meettechnieken

- 1 Vaste opstelling (camera, weegunit, temperatuur....)
- 2 Vaste opstelling met sensoren (dier, voer.....)
- 3 2-D mobiele opstelling
- 4 2-D mobiele opstelling met sensoren
- 5 3-D mobiele opstelling
- 6 3-D mobiele opstelling met sensoren
- 7 Mengvormen/combinaties



2 maal



rode kaart:

- Waarnemingen oude stijl -> waarschijnlijk te duur voor brede toepassing.
- Voordeel gebruik van smartphones: zijn voor iedereen (goedkoop) beschikbaar

Waarnemingen/metingen aan dieren (gedrag)

- A houding
- B beweging
- C gedrag (individueel)
- D sociale interactie
- E koppel/kudde
- F interactie met huisvesting
- G



9 maal



groene kaart:

- Gedrag i.r.t. welzijn, gedrag i.r.t. voeropname
- Chip bevestigen aan of in verklikkerdieren die een maat zijn voor het koppel
- Relatie met diergezondheid

Waarnemingen/metingen aan dieren

- A lichaamstemperatuur
- B bloed (druk, samenstelling)
- C melk (hoeveelheid, inhoud)
- D fermentatie
- E hormonen
- F mest/urine
- G



10 maal



groene kaart:

- Microbiotica
- De combinatie van al deze indicatoren (big data)
- Pathogenen ontwikkeling door de tijd
- Frequent meten en aandacht voor veranderingen
- Darminhoud
- Er is veel focus op processen en verbeteringen. Echter de uiteindelijke aanwending in het lichaam is zeker zo relevant en zeker zo complex
- Meting aan het dier geeft snel meeste data -> van groepsbehandeling naar individuele behandeling wordt mogelijk en snel

Waarnemingen/metingen aan gassen

- A uitademing door dieren (individueel/koppel/kudde)
- B stalklimaat
- C mest
- D voer
- E beweiding
- F omgeving/achtergrond
- G



2 maal



groene kaart:

2 maal



rode kaart:

- alleen in combinatie met waarnemingen op overige producten
- hoe grasmeting afstemmen op individueel dierniveau, op een praktische manier

Waarnemingen/metingen aan voedergewassen

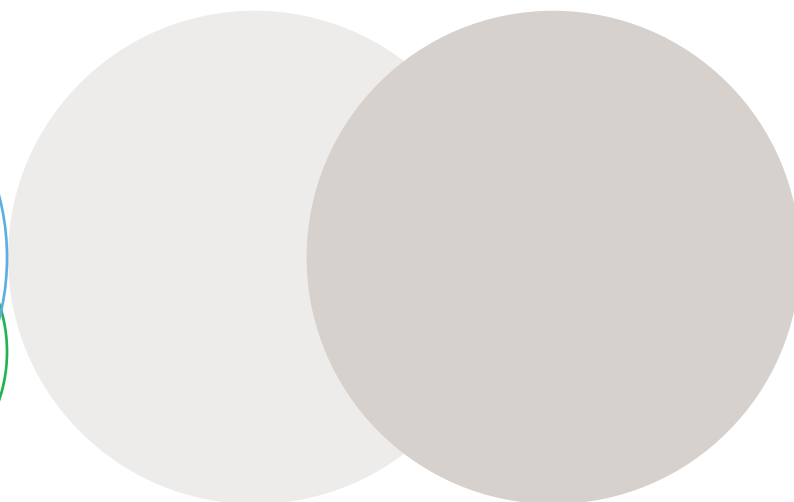
- A actuele grasvoorraad en -kwaliteit (grazen/kuilen)
- B percentage klaver in gras
- C hoeveelheid en kwaliteit voedergewassen
- D beworteling / os-gehalte bodem
- E



1 maal



groene kaart:



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

Livestock Research Rapport 902

Wageningen UR 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 UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO 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, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR 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.

