



Het Kwatrijn in de kringlooptransitie

ABSTRACT

De melkveehouderij en andere schakels van de voedselketen staan voor grote duurzaamheidsuitdagingen zoals klimaatverandering en verlies van biodiversiteit. Kringloop concepten zoals de Kwatrijnstal kunnen als 'small wins' werken voor het versnellen van de transitie naar een kringlooplandbouw. In dit document wordt een aantal verbeteringsmogelijkheden benoemd voor de wijze van primaire mestscheiding en opslag van vaste mest die tijdens een ontwerpatelier zijn bedacht. Dit ter inspiratie en om het concept 'Het Kwatrijn' te helpen versterken.

Daniel Puente-Rodríguez, Bram Bos & Jan Vonk
Wageningen Livestock Research



Kringlooplandbouw als oplossingsrichting

De melkveehouderij en andere schakels van de voedselketen staan voor grote duurzaamheidsuitdagingen. In het kader van klimaatverandering zijn er afspraken gemaakt om broeikasgasemissies te reduceren – denk aan het Akkoord van Parijs en de daaropvolgende Klimaatwet. Ook moet de ammoniakemissie flink omlaag vanwege de negatieve gevolgen voor biodiversiteit. De bodem, met name landbouwgronden, staat ook onder druk, o.a. vanwege een overmatig gebruik van kunst- en meststoffen en te weinig aanvoer van organische stof (OS).

Het concept kringlooplandbouw biedt perspectief om deze uitdagingen te kunnen aanpakken. Een circulaire economie is een systeem waarin o.a. agro-ecosystemen goed worden verzorgd, geen eindige grondstofvoorraden worden uitgeput en waarin reststromen opnieuw in het systeem worden ingezet.

'Small wins' als kringlooptransitie katalysator

Het project *'connected circularity – changing together'* streeft naar het begrijpen en versnellen van de overgang naar een circulaire bio-economie. Om deze overgang te versnellen, kunnen 'small wins' belangrijk zijn. 'Small wins' zijn concrete diepgaande initiatieven, projecten, bedrijven, praktijken/regels die veranderingen (zijn of) veroorzaken (Termeer & Dewulf, 2019; Termeer & Metze, 2019) en die als katalysatoren in de kringlooptransitie kunnen werken. Zoals fietspaden van lignine, het verbod op het gratis weggeven van plastic tassen, maar ook bakkerijafval dat wordt verwerkt tot diervoer.

De Kwatrijn melkveestal heeft een aantal kenmerken die het als 'small win' in de kringlooptransitie positioneert.



Het Kwatrijn

Het Kwatrijn (www.kwatrijn.com/) is een milieuvriendelijk houderijconcept ontworpen voor melkvee met een hoge graad van dierenwelzijn en landschappelijke en maatschappelijke inpassing (Vista, 2012). De familie Sprangers heeft in samenwerking met een groep bedrijven, organisaties en



kennisinstellingen een Kwatrijnstal in Kaatsheuvel, Noord-Brabant gebouwd (Bos, 2012; Bos et al., 2009a; Bos et al., 2009b). Daar hebben ze 70 Jerseykoeien en jongvee gehuisvest op biologische wijze. De drijfveer van Sjaak Sprangers, de boer, is om te laten zien dat natuurbeheer en melkveehouderij samen kunnen gaan. Het bedrijf staat naast het Nationaal Park De Loonse en Drunense Duinen (Natura 2000). Het bedrijf is geïntegreerd binnen het Duinboeren netwerk (www.duinboeren.nl/) dat samen met omwonenden vormgeeft aan het platteland. Het Kwatrijn is een vorm van extensieve melkveehouderij waarin de koe en de bodem een centrale rol spelen. Andere kenmerken van het concept zijn:

- Hoog dierenwelzijn: bijv. vanwege 12 m² staloppervlak per koe i.c.m. ligbox eilanden (geen scheiding/muren tussen gangen) waardoor koeien vluchtgedrag kunnen vertonen.
- Elektriciteitsneutraal.
- Primaire scheiding van mest in een nitraat-rijke dunne fractie die als kunstmest vervanger kan ingezet worden en een fosfaat- en OS-rijke dikke fractie voor bemesting en bodemverbetering.



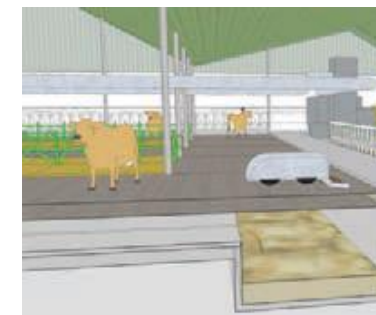
- Vaste mest (= dikke fractie + stro) wordt gebruikt vanwege de ervaren goede zorg voor de bodem (voeding, bodemleven, OS en water-levering en -conserveringsvermogen) (Schoumans et al., 2019).
- Primaire scheiding en apart opslaan van dikke fractie en urine kan voor minder ammoniakemissie zorgen. Rond 50% emissiereductie t.o.v. traditionele roostervloer - bemeten door Louis Bolk Instituut (Deru et al., 2018).
- Goede landschappelijke inpassing.
- Open karakter, weinig muren, wandelaars of bezoekers kunnen altijd naar binnen kijken. Transparante melkveehouderij.
- Maatschappelijke verbinding onder andere d.m.v. actieve deelneming aan Duinboeren.
- Natuurbeheer op pachtgronden van Natuurmonumenten.
- Extensieve melkveehouderij. De koeien zijn 5 maanden op stal en beschikken de rest van het jaar over 90 ha grasland. In het voor- en naseizoen wordt alleen overdag geweid, in de zomer dag en nacht en zo lang als mogelijk.
- Er wordt voor zo ver mogelijk gebruik gemaakt van voer van eigen grond.

Verdiepen en verspreiden

De theorie zegt dat om te zorgen dat 'small wins' beweging en verandering veroorzaken, deze initiatieven, bedrijven, netwerken etc., zich onder andere verdiepen en verspreiden. Verdiepen in de zin van dat ze steeds beter en efficiënter worden in het bereiken van hun doelen. Het organiseren van ruimte voor experimenteren en samenwerkingsverbanden kan het verdiepen faciliteren. Verspreiden in de zin van dat deze 'small wins' inspireren, (volledige of bepaalde onderdelen ervan) gekopieerd worden en ze zo op andere locaties worden geïnitieerd en zo kwantitatief significant in de praktijk worden.

Verbeteringsaspecten

Vanuit een ander project, 'Aanpassing Melkveestallen voor Minder Methaan' (AM3), binnen de Klimaatenvelop van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) worden momenteel de emissies uit de mest in de Kwatrijnstal bemeten. Het vermoeden is dat de mestscheidingsmethode die nu wordt toegepast (zie hieronder) de dikke en dunne fracties niet volledig scheidt waardoor er OS in de dunne fractie terecht komt en dus methaan emitteert. Daarbij verwachten we ook ammoniakemissies vanaf het vloeroppervlak.



Afbeelding 1: Impressie robot en urinekelder (Vista, 2012).

Momenteel ligt er een geperforeerde dichte vloer met gaten met een diameter van ongeveer 3 cm. De urine (vervuild met stro en voerresten en feces) loopt hierlangs naar een ondiepe (40 cm) kelder onder de vloer. Deze ondiepe kelder loopt over via een opvangbak naar een mestkelder voor de dunne fractie met capaciteit van ca. 200 m³.

Stro wordt gebruikt als ligmateriaal voor de koeien in de ligboxen.

Traditioneel wordt stro ook gebruikt als materiaal om mest stapelbaar te maken. Vaste mest wordt vervolgens gebruikt als meststof en bodemverbeteraar. Na excretie worden de feces met stro uit de ligboxen op de vloer gemengd. De vaste mest blijft op de vloer liggen tot de schuifrobot langskomt. De robot brengt deze mest naar het loopbandsysteem die het naar de mesthoop vervoert. De ruimte waar deze mest ligt heeft een capaciteit voor ongeveer 7 maanden.



Afbeelding 2: Impressie vaste mestopslag.



Verdiepen om te verspreiden

De eisen voor melkveestallen t.a.v. emissies van ammoniak en methaan worden steeds strenger. Principes zoals urine gescheiden houden van de feces werken om emissies te beperken (Vaddella et al., 2010), omdat ammoniak ontstaat als het enzym urease dat o.a. voorkomt in de feces in contact komt met het ureum in de urine. Het is daarbij heel belangrijk dat zo min mogelijk urine achterblijft op de stalvloer. De primair gescheiden vloeibare fractie bevat vooral stikstof en kalium en kan worden gebruikt voor het bemesten van grasland in het groeiseizoen, terwijl de vaste mest rijk is aan fosfaat en organische stof en kan worden gebruikt voor de bemesting van akkers en voor bodembeheer/herstel. Deze praktijk zal naar verwachting het gebruik van nutriënten verbeteren en de vervanging van synthetisch gemaakte meststoffen vergemakkelijken (De Vries et al., 2015; Van Middelkoop & Holshof, 2017). Dat is belangrijk omdat de voorraden gemijnd steenfosfaat eindig zijn (Dawson & Hilton, 2011; Geissler et al., 2018) en dat de productie van stikstof-kunstmest zeer energie-intensief is (Dawson & Hilton, 2011; Trimmer & Guest, 2018) en op dit moment gepaard gaat met een forse CO₂-uitstoot.

Om te zorgen dat kringloopconcepten zoals het Kwatrijn zich kunnen verspreiden is er een (verdiepend) ontwerpatelier georganiseerd (mei 2021) met experts, adviseurs en melkveehouders om het Kwatrijn concept te upgraden.

Voor deze sessie hebben we de volgende ontwerphypothesen geformuleerd:

- We streven naar het behouden van vaste mest (in de melkveehouderij) en naar het voorkomen van emissie van ammoniak en van broeikasgassen (zoals methaan en lachgas) in de stal en opslagen van het Kwatrijn.
- De huidige wijze van primaire scheiding kan verbeterd worden:
 - Streven naar het volledig(er) scheiden van urine en feces (en emissiearm opslaan) om het ontstaan van ammoniak in de stal (m.n. vloer en urinekelder) beter tegen te gaan.

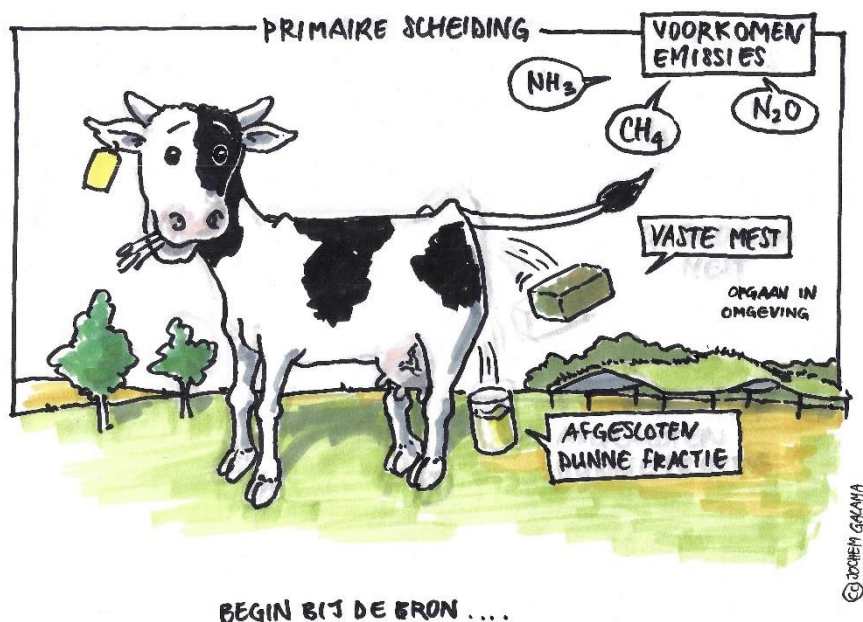
- Verlagen/voorkomen van OS in de urine/gierkelder en daarmee de vorming van methaan in de kelder: zuivere urine bevat geen OS en OS is de brandstof voor methanogene bacteriën.
- Mogelijke ammoniakemissie uit vaste mest voorkomen – als de feces vrij van urine naar de opslag komt is er daar minder kans op het ontstaan van ammoniak.
- (Vaste mestopslag) Verse vaste mest is vochtig, en daarmee anaeroob, en dat is een belangrijke conditie voor het ontstaan van methaan. Doel hier is om vaste mest aeroob, droog, koel(er), etc. te krijgen - want deze principes kunnen werken in het voorkomen van methaanemissie. Echter dient tegelijk het ontstaan van lachgas vermeden te worden. Daarbij komt dat praktisch gezien het stapelbaar maken van vaste mest door melkveehouders als een knelpunt wordt ervaren, omdat veel stro gebruikt moet worden. Stro is duur en moet vaak geïmporteerd worden.

Oplossingsrichtingen

Hieronder staan een aantal opties die uit het ontwerpatelier naar voren zijn gekomen om de wijze van primaire scheiding en opslag van vaste mest te verbeteren. Deze uitwerking bevat niet alle opties die er zijn maar geeft wel een goede indruk van de nu beschikbare en implementeerbare opties. Ze zijn bedoeld ter inspiratie en om te laten zien dat een melkveehouderijsysteem zoals het Kwatrijn-concept toekomstbestendiger (is en) gemaakt kan worden ten aanzien van milieu en maatschappelijke eisen.



Primaire scheiding verbeteren



BEGIN BIJ DE BRON

A. Stro (zie discussie hieronder over andere mogelijke materialen): Ondernemers die met stro werken vinden dit een goede praktijk. Mest valt dan op stro, zo wordt de geschikte structuur voor stapelbare vaste mest gecreëerd:

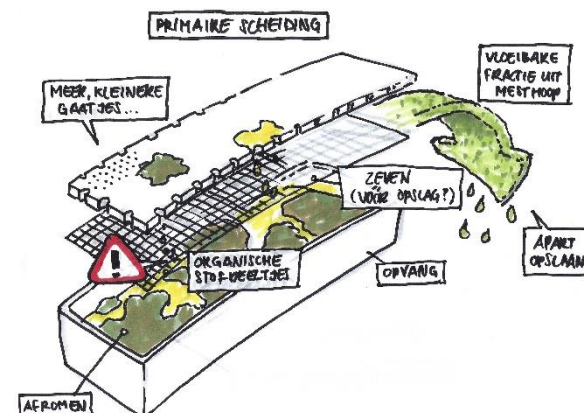
- Veel ruimer met stro werken. Bij het Kwatrijn wordt nu wel 6-7 kg stro per koe per dag gebruikt. Stro op de vloer laten liggen, maar wel frequent verwijderen. Gier loopt dan weg via gootjes of gaatjes. Ook betere stapelbare mest.
- Langer stro dan nu wordt gebruikt kan beter werken qua structuur en stapelbaarheid van de vaste mest. Momenteel wordt er een automatisch instrooisysteem met een hakselaar gebruikt dat weliswaar de arbeid verlicht maar kort stro verwerkt. Dit heeft wel

¹ 'Electrolyzed oxidizing' water, EOW; pH 6,8 – 7,0; oxidation reduction potential (ORP) > 930; FAC 500 ppm; Aquaox BV, Soest.

gevolgen voor het mestverwijderingssysteem (mestschuif of robot). Interessante optie is een opraaprobot die de feces opraapt i.p.v. schuiven (en daarmee smeren) over het vloeroppervlak.

B. Voorkomen dat deeltjes organische stof met de dunne fractie meegevoerd worden

- Meer gaatjes in de vloer en deze kleiner maken zodat er minder kleine deeltjes meespoelen met de gier – let wel op, kleine gaatjes verstoppen sneller.



- Nog meer gaatjes = doek of zeefachtige structuur waarin veel openingen de structuur van de vloer bepalen. Kunststof, bepaalde typen rubber, polypropyleen of andere gladde/gecoate materialen kunnen goed werken (Punkte-Rodríguez & Bos, 2019).
- Eventueel kan bij beton of andere materialen geëlektrolyseerd water¹ gebruikt worden om te voorkomen dat een biofilm van micro-organismen op de vloer wordt opgebouwd en dus dat urease-activiteit en omzetting van ureum in ammonium en uiteindelijk in ammoniak ontstaat (Punkte-Rodríguez & Bos, 2019). Daarbij kan ook water of aangezuurde gier hergebruikt worden om het vloeroppervlak schoon te maken en de gaatjes open te houden.
- Niet meer het uittredend vocht uit de vaste mest naar de gierkelder afvoeren (zoals nu de praktijk is) maar gescheiden houden. Zeer



waarschijnlijk zitten daar OS-deeltjes en oplosbare koolstof in die als bron voor de methaanemissie werken. 'Vervuilde' gier, het lekvocht uit de vaste mestopslag, kan ook apart worden verzameld en verdund met water gebruikt worden als meststof.

- (Eventuele, toch nog aanwezige) OS-deeltjes uit de urinekelder wegvangen.
 - Afroemen van deeltjes uit de gierkelder, die als toplaag op de gier liggen.

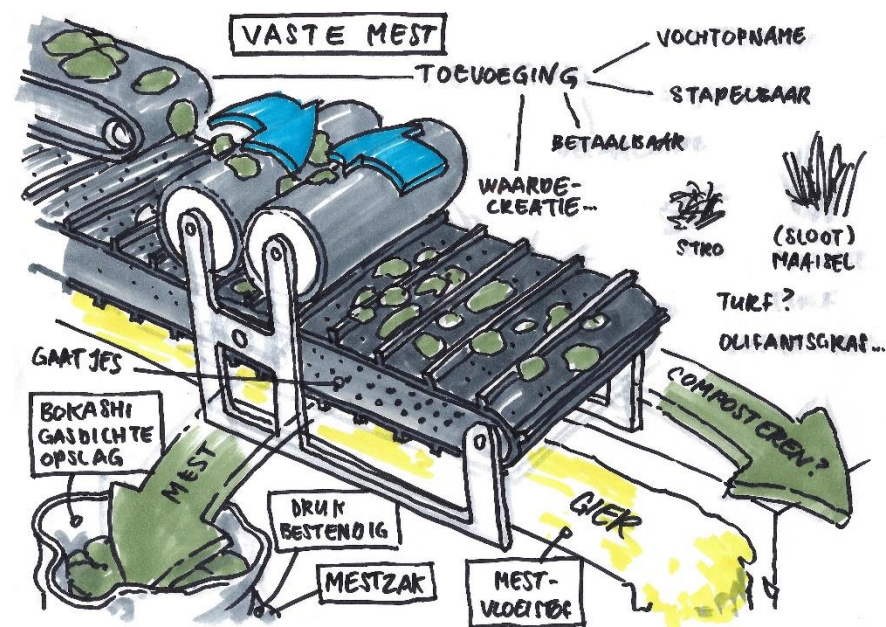
C. Volledig gasdichte afgesloten kelder

- Er zijn systemen die de urinekelder op onderdruk kunnen zetten waardoor de lucht met mestgassen uit de kelder wordt afgezogen. Een luchtwasser vangt de ammoniak af en zet deze met behulp van zuur om in een soort kunstmest (ammoniumnitraat of -sulfaat).²
- Eventueel, kelderloos bouwen en dus werken met rioolsysteem en gasdichte buitenopslag.
- Bij een volledige scheiding van urine en feces³ zal de methaanemissie uit de urinekelder verwaarloosbaar tot nul zijn. Zo niet, dan kan deze methaan geoxideerd worden: affakkelen, met een biofilter of ondergronds filteren om van methaan CO₂ te maken dat ongeveer 25 keer minder broeikas potentieel heeft dan methaan. Ook kan het aangezuurd worden. Let wel op, deze technieken moeten wel eerst praktijkrijp worden gemaakt en erkend worden binnen de huidige of andere certificeringsschema's (TAP-Rav).

Vaste mestopslag verbeteren

A. Verlagen vochtgehalte

- Momenteel bevat de vaste mest in het Kwatrijn ongeveer 15 tot 18% droge stofgehalte. Dit moet verhoogd worden om een beter stapelbaar product te maken.
- Er zijn verschillende technieken mogelijk:



- Mestpers
- Vijzelpers
- Centrifuge
- Weeping wall
- Drogen
- ...
- De scheidingsefficiëntie van de verschillende technieken verschilt. In de vloeibare stroom (mestvocht of aalt) zal makkelijk afbreekbare OS aanwezig zijn die methaanemissie kan veroorzaken. Een relevante vraag hier is dan: wat moet met deze stroom gedaan worden? Opties zijn bijvoorbeeld met water verdunnen en als meststof gebruiken of apart opslaan. Maar ook kan deze fractie weer gescheiden worden in dun en dik en kunnen de fracties toch nog bij de dunne-gier en dikke-vaste mest gevoegd worden.

² www.lely.com/sphere/ (geraadpleegd juni 2021).

³ Zie bijvoorbeeld het zogenoemde koe-toilet <https://hanskamp.nl/cowtoilet> (geraadpleegd juni 2021).



B. Substraten toevoegen

- Er is veel stro nodig om stapelbare mest te maken, per koe 3 tot 5 kg per dag. Bij het Kwatrijn wordt soms zelfs 6-7 kg gebruikt. Stro is duur en moet vaak geïmporteerd worden.
- Alternatieven:
 - Meer stro (granen) in Nederland produceren, minder afhankelijk van transport/import.
 - Bermmaaisel. Nuttige toepassing afvalproduct, echter vaak vervuild met zwerfafval, zware metalen en bestrijdingsmiddelen.
 - Natuurmaaisel uit terreinbeheer of slootmaaisel.⁴
 - Lisdodde uit veenweidegebieden, gewas geschikt om te telen bij (nagestreefde) vernatting maar nu nog weinig toepassingsmogelijkheden (wel experimenten bijv. als isolatiemateriaal). In Noord-Brabant worden ook experimenten uitgevoerd met lisdodde om de waterhuishouding te verbeteren.⁵
 - Olifants- of zeegras.
 - ...
- Aandachtspunten:
 - Wateropnamecapaciteit
 - Voegt stikstof en organische stof toe, waaruit emissies kunnen ontstaan (CH₄, NO_x, N₂O of NH₃?).

C. Vergisting, fermenteren & composteren

- Vergisting van de dikke fractie. Micro-organismen zetten, onder anaerobe omstandigheden, OS om in biogas dat benut kan worden. Digestaat is het restproduct na vergisting en dit bevat nog nutriënten en kan als meststof en bodemverbeteraar gebruikt worden.
 - Bewezen techniek (Groenestein et al., 2020). Aandachtspunten zijn de lekkages (van deze installaties hoewel ze steeds beter worden) en de noodzaak van

subsidie voor het rendabel maken bij individuele melkveebedrijven.

- Fermenteren en verzuren, het omzetten van biologische materialen d.m.v. micro-organismen zoals bacteriën en schimmels zoals gisten. Dit is ook een anaeroob proces. Denk bijvoorbeeld aan het inkuilen van gras.
 - Er zijn een aantal leveranciers van micro-organismen (denk aan bokashi). Er is echter nog weinig bekend over specifieke biochemische processen in mest en de mogelijke gevolgen voor emissies. Bij sommige toevoegingen kan wel een verzuringsproces ontstaan dat een positief effect op emissies kan hebben (Struyk & van Schijndel, 2019).
 - Randvoorwaarde is dat het proces in afwezigheid van zuurstof plaats vindt. Opslagmogelijkheden:
 - Vaste mestbassin-achtige constructie met drijfdek, waarop water gezet wordt.
 - Volledig dichte silo's.
- Composteren (aeroob) om een stabiel product te krijgen waaruit er geen mineralenverlies en dus geen emissies meer kunnen ontstaan:
 - Vaste mesthoop, compostering. Ongecontroleerd proces, onduidelijke stikstofverliezen.
 - Gecontroleerde compostering in een afgesloten trommel met toevoeging van lucht.⁶ Het is een aeroob proces waardoor geen methaan zal ontstaan in de trommel. Wel zal ammoniak ontstaan (Fillingham et al., 2017), een kleine luchtwasser kan deze emissies neutraliseren.
 - Na ongeveer 12-13 uur verblijftijd en bij de kern een temperatuur van rond 60 °C is dit materiaal een gehygiëniseerd product dat bijv. geëxporteerd kan worden of als boxstrooisel gebruikt kan worden. Om een stabiel product te krijgen is een langere verblijftijd vereist.

⁴ <https://www.agroproeftuindepeel.nl/projecten/Regio-bundelt-krachten-voor-bodemgezondheid> (geraadpleegd juni 2021).

⁵ <https://www.agroproeftuindepeel.nl/projecten/pilot-natte-teelten> (geraadpleegd juni 2021).

⁶ Zie bijvoorbeeld commerciële beschikbare systemen. www.mavasol.com/beddingmaster.html of www.golsteinmestsystemen.nl/.



Literatuur

- Bos, A.P. (2012). Dierenwelzijn en milieu samen in Kwatrijn. *V-focus+*.
- Bos, A.P., Cornelissen, J.M.R., & Groot Koerkamp, P.W.G. (2009a). Cow Power – Designs for system innovation. Wageningen - Lelystad: Wageningen UR.
- Bos, A.P., Groot Koerkamp, P.W.G., Gosselink, J.M.J., & Bokma, S. (2009b). Reflexive Interactive Design and its Application in a Project on Sustainable Dairy Husbandry Systems *Outlook on Agriculture*, 38(2). doi:10.5367/000000009788632386.
- Dawson, C.J., & Hilton, J. (2011). Fertiliser availability in a resource-limited world: Production and recycling of nitrogen and phosphorus. *Food Policy*, 36(1), S14-S22. doi:10.1016/j.foodpol.2010.11.012.
- De Vries, J.W., Groenestein, C.M., Schröder, J.J., Hoogmoed, W.B., Sukkel, W., Groot Koerkamp, P.W.G., de Boer, I.J.M. (2015). Integrated manure management to reduce environmental impact: II. Environmental impact assessment of strategies. *Agricultural Systems*, 138, 88-99. doi: 10.1016/j.agsy.2015.05.006
- Deru, J., Hensen, A., van Dinther, D., Frumau, D., van den Bulk, P., & Antonissen, H. (2018). *Oriënterende ammoniak- en methaanmetingen in de Kwatrijnstal*. Bunnik, Louis Bolk Instituut.
- Fillingham, M.A., VanderZaag, A.C., Burt, S., Baldé, H., Ngwabie, N.M., Smith, W., Hakami, A. Wagner-Riddle, C, Bittman, S. & MacDonald, D. (2017). Greenhouse gas and ammonia emissions from production of compost bedding on a dairy farm. *Waste Management*, 70, 45-52. doi:10.1016/j.wasman.2017.09.013.
- Geissler, B., Hermann, L., Mew, M. C., & Steiner, G. (2018). Striving Toward a Circular Economy for Phosphorus: The Role of Phosphate Rock Mining. *Minerals*, 8(9), 395. doi:10.3390/min8090395.
- Groenestein, K., Melse, R., Mosquera, J., & Timmermans, M. (2020). *Effect mestvergistig op de emissies van broeikasgassen uit mest van melkvee: een literatuur- en scenariostudie*. Wageningen, Wageningen Livestock Research (Rapport 1235).
- Puente-Rodríguez, D., & Bos, A. P. (2019). *Environmental Dairy Design for 2020 (EDD20): Ontwerpen voor huisvestingssystemen van melkvee met lage ammoniakemissie*. Wageningen Livestock Research (Rapport 1162).
- Schoumans, O.F., et al. (2019). *Development of a conceptual framework to evaluate organic fertilisers; Assessment on soil quality and agronomic, environmental and economic aspects*. Wageningen Environmental Research (Report 2964).
- Struyk, P., & van Schijndel, M. (2019). *Hergebruik van organisch restmateriaal - Bokashi nader bekeken*. Bunnik, Louis Bolk Instituut (2019-017 LbD).

- Termeer, C.J.A.M., & Dewulf, A. (2019). A small wins framework to overcome the evaluation paradox of governing wicked problems. *Policy and Society*, 38(2), 298-314. doi:10.1080/14494035.2018.1497933.
- Termeer, C.J.A.M., & Metz, T.A.P. (2019). More than peanuts: Transformation towards a circular economy through a small-wins governance framework. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118272. doi:10.1016/j.jclepro.2019.118272.
- Trimmer, J.T., & Guest, J.S. (2018). Recirculation of human-derived nutrients from cities to agriculture across six continents. *Nature Sustainability*, 1, 427-435. doi:10.1038/s41893-018-0118-9.
- Vaddella, V.K., Ndegwa, P.M., Joo, H.S., & Ullman, J.L. (2010). Impact of separating dairy cattle excretions on ammonia emissions. *Journal of Environmental Quality*, 39(5). doi:10.2134/jeq2009.0266.
- Van Middelkoop, J. C., & Holshof, G. (2017). Nitrogen Fertilizer Replacement Value of Concentrated Liquid Fraction of Separated Pig Slurry Applied to Grassland. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48(10), 1132-1144. doi:10.1080/00103624.2017.1323101.
- Vista (2012). *Het Kwatrijn, de melkveestal van de toekomst: stalontwerp en landschappelijke inpassing; achtergrondrapport bij de SBIR-haalbaarheidsstudie Fase 1*. Amsterdam.

