Grondstofefficiëntie in de zuivel-, varkensvlees-, aardappel- en suikerketen

W.H.M. Baltussen, M.A. Dolman, R. Hoste, S.R.M. Janssens, J.W. Reijs en A.B. Smit

LEI
WAGENINGEN UR

Grondstofefficiëntie in de zuivel-, varkensvlees-, aardappel- en suikerketen

W.H.M. Baltussen, M.A. Dolman, R. Hoste, S.R.M. Janssens, J.W. Reijs, A.B. Smit

Dit onderzoek is uitgevoerd door LEI Wageningen UR in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Topsector Agri & Food en gefinancierd door het ministerie van Economische Zaken

LEI Wageningen UR
Wageningen, januari 2016

NOTA
LEI 2016-013

LEI
WAGENINGEN UR

Baltussen, W.H.M., M.A. Dolman, R. Hoste, S.R.M. Janssens, J.W. Reijs, A.B. Smit, 2016. *Grondstofefficiëntie in de zuivel-, varkensvlees-, aardappel- en suikerketen.* Wageningen, LEI Wageningen UR (University & Research centre), LEI Nota 2016-013. 86 blz.; 25 fig.; 25 tab.; 58 ref.

In opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Topsector Agri & Food heeft LEI Wageningen UR de state-of-the-art in kaart gebracht op het gebied van de duurzaamheidsprestaties voor vier belangrijke grondstoffen van de aardappel-, suiker-, varkensvlees- en zuivelketen. De vier grondstoffen zijn: land, water, energie en fosfaat. De focus in dit rapport ligt op de kansen en uitdagingen die er zijn op het gebied van efficiënter grondstofgebruik.

Trefwoorden: grondstofefficiëntie, duurzaamheid, zuivel, varkensvlees, aardappelen, suiker

Dit rapport is gratis te downloaden in het E-depot http://edepot.wur.nl of op www.wageningenUR.nl/lei (onder Publicaties LEI).

© 2016 LEI Wageningen UR
Postbus 29703, 2502 LS Den Haag, T 070 335 83 30, E informatie.lei@wur.nl,
www.wageningenUR.nl/lei. LEI is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

LEI hanteert voor haar rapporten een Creative Commons Naamsvermelding 3.0 Nederland-licentie.

© LEI, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2016
De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

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

Het LEI is ISO 9001:2008-gecertificeerd.

LEI 2016-013 | Projectcode 2282100106

Foto omslag: Shutterstock

Inhoud

Woord vooraf 5

Samenvatting 6

S.1 Belangrijkste uitkomsten 6
S.2 Overige uitkomsten 6
S.3 Methode 7

1 Inleiding 8

2 De zuivelketen 9

2.1 De Nederlandse zuivelketen 9
2.2 Belang van duurzaamheidsmeting 12
2.3 Belangrijke doelstellingen 15
2.4 Beschikbare indicatoren 18
2.5 Conclusies en aanbevelingen 19
2.6 Literatuur 20

3 De varkensvleesketen 22

3.1 De Nederlandse varkensketen 22
3.2 Belang van duurzaamheidsmeting 35
3.3 Belangrijke doelstellingen 36
3.4 Beschikbare indicatoren 38
3.5 Conclusies en aanbevelingen 39
3.6 Literatuur 40

4 De aardappelketen 43

4.1 De Nederlandse aardappelketen 43
4.2 Belang van duurzaamheidsmeting 49
4.3 Belangrijke doelstellingen 58
4.4 Beschikbare indicatoren 63
4.5 Conclusies en aanbevelingen 65
4.6 Literatuur 66

5 De suikerketen 67

5.1 De Nederlandse suikerketen 67
5.2 Belang van duurzaamheidsmeting 72
5.2.1 Toelevering 73
5.2.2 Primaire productie (teelt) 74
5.2.3 Handel/logistiek 77
5.2.4 Verwerking 78
5.3 Belangrijkste doelstellingen 79
5.4 Beschikbare indicatoren 80
5.5 Conclusies en aanbevelingen 81

Literatuur 84

Woord vooraf

De Nederlandse topsector Agri & Food heeft de ambitie efficiënter en duurzamer te produceren; een hogere productie met minder grondstoffen. Dit rapport beschrijft de state-of-the-art op het gebied van de duurzaamheidsprestaties van landgebruik, energie, water en fosfaat in de aardappel-, suiker-, varkensvlees- en zuivelketen. We zijn ons ervan bewust dat dit slechts een selectie is in zowel de agrarische sectoren als de duurzaamheidsissues. Het betreft dan ook vooral een concept, dat vervolgens uitgerold kan worden voor andere sectoren en issues. Deze rapportage heeft daarmee ook een verkennend karakter naar de gewenste wijze van weergave van duurzaamheidsissues in de landbouw.

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en Topsector Agri & Food en vanuit het ministerie begeleid door Koos van Wissen, Erwin Maathuis en Jacques Neeteson (Wageningen UR). De studie is tot stand gekomen met deskundige medewerking van Sjoerd Bokma en Monique van der Gaag (Wageningen UR Livestock Research) en Romke Wustman en Lubbert van den Brink (Praktijkonderzoek Plant en Omgeving). Een conceptversie van dit rapport is gereviewd door Bob Steetskamp (Topsector Agri & Food), Floor Uitterhoeve (FNLI), Ruud Tijssens (Agrifirm), Gert Sikken en Frank van Noord (SuikerUnie), Karst Weenink (NAO) en Hans Leersen (VAVI). We bedanken de betrokken deskundigen en reviewers voor hun constructieve bijdrage.

Prof. dr. ir. Jack (JGAJ) van der Vorst
Algemeen Directeur SSG Wageningen UR

Samenvatting

S.1 Belangrijkste uitkomsten

De top 3 duurzaamheidskansen voor de zuivelketen zijn: a) Het verder verhogen van de efficiëntie van de voer- en melkproductie van de Nederlandse melkveehouderij, bijvoorbeeld via inzet van de Kringloopwijzer; b) Werken aan een energieneutrale zuivelketen door in te zetten op energiebesparing en duurzame energieproductie via zon, wind en biomassa (met name mestvergisting); c) In beeld brengen en verminderen van het waterverbruik, met name bij de productie van voer en aangevoerde voergrondstoffen.

De top 3 duurzaamheidskansen voor de varkensketen zijn: a) De mineralenkringloop sluiten door mestverwerking via mestraffinage; b) Energieneutrale varkenshouderij door enerzijds de verlaging van het energiegebruik[1] en anderzijds de vergroting van groene energieproductie via vergisting en het terugwinnen van warmte en/of zonne-energie; c) Verminderen van waterverbruik in de teelt van voergrondstoffen zoals soja en mais.

De top 3 duurzaamheidskansen voor de aardappelketen zijn: a) Verminderen van waterverbruik door efficiënter beregenen en gesloten waterkringloop in de verwerking; b) Energieneutrale aardappelketen door verlaging van het energiegebruik bij bewaring en verwerking en de vergroting van groene energieproductie via vergisting en het terugwinnen van warmte en/of zonne-energie; c) Verbeteren van waterkwaliteit door emissiereductie van gewasbeschermingsmiddelen.

De top 3 duurzaamheidskansen voor de suikerketen zijn: a) Energiegebruik bij transport, zowel van de bieten naar de fabriek als van grond; b) Opwaardering van de pulp naar hoogwaardiger materiaal; c) Terugleveren van fosfaat uit verwerkte bieten aan de telers.

S.2 Overige uitkomsten

Per keten zijn enkele kernkengetallen bepaald.

Zuivel: de totale binnenlandse productie van melk bedraagt 12,5 miljard kg. Export bedraagt 65% van de productie. Het aantal melkkoeien in Nederland is tussen 2006 en 2014 met 11% gestegen. Het aandeel voer dat op het eigen bedrijf geproduceerd wordt, bedraagt ongeveer 60%. Fosfaatbenutting van het rantsoen van melkvee bedraagt circa 30%. De CO_2-voetafdruk van melkproductie bedraagt 1,24 kg CO_2-eq. per kg melk.

Varkensvlees: de totale binnenlandse productie van varkensvlees bedraagt 1,74 mln. ton karkasgewicht. De zelfvoorzieningsgraad van varkensvlees in Nederland bedraagt 260%. De watervoetafdruk van varkensvleesproductie in Nederland bedraagt 4.429 m^3 water per ton slachtgewicht en de CO_2-voetafdruk bedraagt 5,0 kg per CO_2-eq. per kg varkensvlees. Voor het varkensvoer wordt gebruikgemaakt van 600.000 ton mengvoerequivalent vochtrijke bijproducten uit de humane levensmiddelenindustrie. De fosfaatexport uit varkensmest bedraagt 15,8% van de binnenlandse mestproductie.

[1] De termen ‘energiegebruik’ en ‘energieverbruik’ worden in deze publicatie door elkaar gebruikt. Dit geldt ook voor ‘watergebruik’ en ‘waterverbruik’.

Aardappelen: de totale binnenlandse productie van aardappelen bedraagt 3,9 mln. ton. De zelfvoorzieningsgraad in Nederland bedraagt 190%. De totale productie van verwerkt product (frites, koelvers) bedraagt 2 mln. ton. Van de afvalstromen wordt 99% gerecycled. De CO_2-voetafdruk in de productie bedraagt 0,65 ton CO_2-eq. per ton eindproduct. De watervoetafdruk bedraagt 287 liter per kg product. Het fosfaatoverschot op bouwland (in 2010) bedraagt 17 kg P_2O_5 per hectare.

Suiker: de suikeropbrengst is in Nederland tussen 2000 en 2012 gestegen van gemiddeld 9,8 tot 13,5 ton per hectare. Het fosfaatgebruik in de teelt is tussen 2000 en 2010 gedaald van 10,2 naar 4,3 kg per ton suiker. Het waterverbruik van Suiker Unie is geheel teruggedrongen; in de verwerking wordt gebruik gemaakt van het aangevoerde water in de suikerbieten. De totale directe en indirecte CO_2-emissie bij Suiker Unie bedroeg in 2013 400 kg CO_2-equivalent per ton suiker.

S.3 Methode

De Nederlandse topsector Agri & Food heeft de ambitie efficiënter en duurzamer te produceren; een hogere productie met minder grondstoffen. Dit rapport beschrijft de stand van zaken op het gebied van de duurzaamheidsprestaties voor vier belangrijke grondstoffen van de aardappel-, suiker-, varkensvlees- en zuivelketen. De vier grondstoffen zijn: land, water, energie en fosfaat. De focus ligt op de kansen en uitdagingen die er zijn op het gebied van efficiënter grondstofgebruik.

Per ketenschakel en grondstof zijn de indicatoren en uitdagingen benoemd aan de hand van een stappenplan:

1. Belang van duurzaamheidsmeting; zijn er hotspots en waar bevinden deze zich?
2. Belangrijkste doelstellingen; zijn er doelen gesteld door de sector of door beleid?
3. Beschikbare indicatoren; wordt er gemeten?
4. Conclusies en aanbevelingen; zijn er witte vlekken en wat zijn de belangrijkste uitdagingen?

Bij de uitwerking van het stappenplan stond het in Nederland geproduceerde product centraal. Echter, indien er sprake was van een hoge mate van uitruil met of afwenteling op andere regio's, bijvoorbeeld in de toeleverende schakel door import van veevoer, zijn deze wel in beschouwing genomen.

Voor de beschrijving van de ketens is ingezoomd op de belangrijkste hotspots. De keuze voor de hotspots is gebaseerd op verzamelde literatuur en expertkennis. De rapportage is voorgelegd aan collega's binnen Wageningen UR (Livestock Research, Plant Research) en ten slotte aan enkele deskundigen uit het bedrijfsleven.

In overleg met de opdrachtgever is besloten om het onderzoek te beperken tot vier grondstoffen (land, water, energie en fosfaat) en vier productieketens (zuivel, varkensvlees, suiker en aardappelen). De consument is niet meegenomen in de analyse. Dit onderzoek heeft daarmee ook een verkennend karakter naar de gewenste wijze van duiden van mogelijkheden tot verduurzaming in het Agro & Food-complex.

1 Inleiding

De Nederlandse topsector Agri & Food heeft de ambitie efficiënter en duurzamer te produceren; een hogere productie met minder grondstoffen. Dit rapport beschrijft de state-of-the-art op het gebied van de duurzaamheidsprestaties voor vier belangrijke grondstoffen van de aardappel-, suiker-, varkensvlees- en zuivelketen. De vier grondstoffen zijn: land, water, energie en fosfaat. De focus ligt op de kansen en uitdagingen die er zijn op het gebied van efficiënter grondstofgebruik. Kansen en uitdagingen die meer aan de 'outcome' kant liggen, bijvoorbeeld waterkwaliteit of ammoniakemissie, zijn niet of slechts beknopt behandeld in dit rapport.

Voor elke keten wordt een beknopte ketenbeschrijving gegeven en zijn de belangrijkste actoren benoemd. Vervolgens zijn per ketenschakel en grondstof de indicatoren en uitdagingen benoemd aan de hand van een stappenplan:

1. Belang van duurzaamheidsmeting; zijn er hotspots en waar bevinden deze zich?
2. Belangrijkste doelstellingen; zijn er doelen gesteld door de sector of door beleid?
3. Beschikbare indicatoren; wordt er gemeten?
4. Conclusies en aanbevelingen; zijn er witte vlekken en wat zijn de belangrijkste uitdagingen?

Bij de uitwerking van het stappenplan stond het in Nederland geproduceerde product centraal. Echter, indien er sprake was van een hoge mate van uitruil met of afwenteling op andere regio's, bijvoorbeeld in de toeleverende schakel door import van veevoer, zijn deze wel in beschouwing genomen.

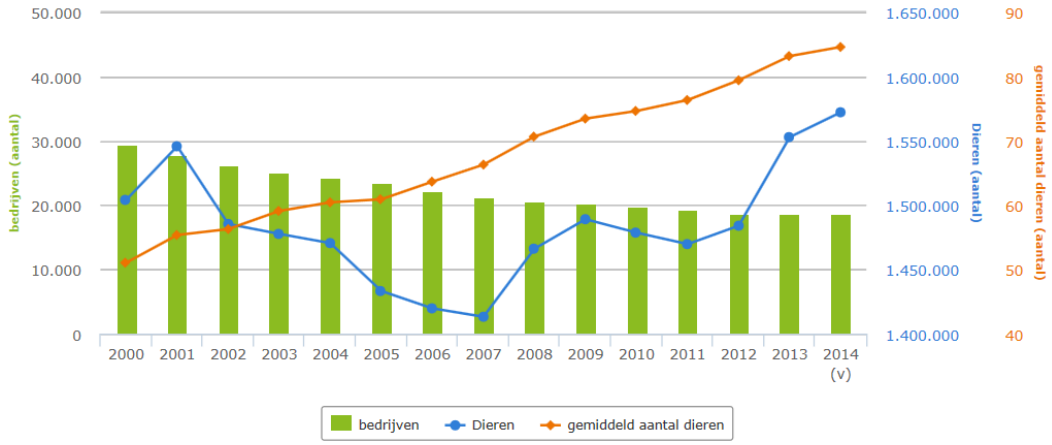
Voor de beschrijving van de ketens is ingezoomd op de belangrijkste hotspots. De keuze voor de hotspots is gebaseerd op verzamelde literatuur en expertkennis. De rapportage is voorgelegd aan collega's binnen Wageningen UR (Livestock Research, Plant Research) en ten slotte aan enkele deskundigen uit het bedrijfsleven. In overleg met de opdrachtgever is besloten om het onderzoek te beperken tot vier grondstoffen (land, water, energie en fosfaat). Dit betekent dat niet alle relevante duurzaamheidsissues aan bod komen. Bovendien is het onderzoek beperkt tot vier productieketens (zuivel, varkensvlees, suiker en aardappelen), zodat een analyse over ketens heen niet erg zinvol is; een analyse van energieverbruik bijvoorbeeld, zou mank gaan, omdat de glastuinbouw niet meegenomen is. Ten slotte is ook de consument niet meegenomen in de analyse, terwijl voedselverspilling een relevant thema is uit oogpunt van efficiënt grondstofgebruik. Deze rapportage heeft daarmee ook een verkennend karakter naar de gewenste wijze van duiden van mogelijkheden tot verduurzaming in het Agro & Food-complex.

2 De zuivelketen

2.1 De Nederlandse zuivelketen

De melkveehouderij en de verwerking, toelevering en distributie van zuivel hebben een belangrijk aandeel in de Nederlandse economie en werkgelegenheid. De zuivelsector heeft ruim 60.000 arbeidsplaatsen bij productie, verwerking en groot- en detailhandel. De totale bijdrage van de zuivelsector in toegevoegde waarde wordt geschat op 1,2% van de Nederlandse economie, waarvan 13% primaire sector, 28% zuivelverwerking, 48% toelevering en 11% distributie (ZuivelNL, 2014).

In 2014 waren er ruim 18.600 bedrijven met melkkoeien (figuur 2.1). Dit is een forse afname in vergelijking met 2000. Toen waren er nog ruim 29.000 bedrijven met melkkoeien. Gemiddeld nam het aantal bedrijven met melkkoeien sinds 2000 met 3,2% per jaar af. De laatste jaren was deze daling geringer: na 2009 gemiddeld 1,5% per jaar. Het aantal melkkoeien is ten opzichte van 2000 met 4,5% gestegen. In 2000-2007 was er een daling, doordat een vaststaand quotum gepaard ging met een stijging van de melkproductie per koe. Vanaf 2006 is het aantal melkkoeien met bijna 11% gestegen. Een belangrijke oorzaak van deze stijging is de verruiming en aangekondigde afschaffing van het melkquotum. Het gemiddelde aantal melkkoeien per bedrijf vertoont een sterke en lineaire groei van 50 in 2000 naar 84 in 2014 (www.agrimatie.nl).



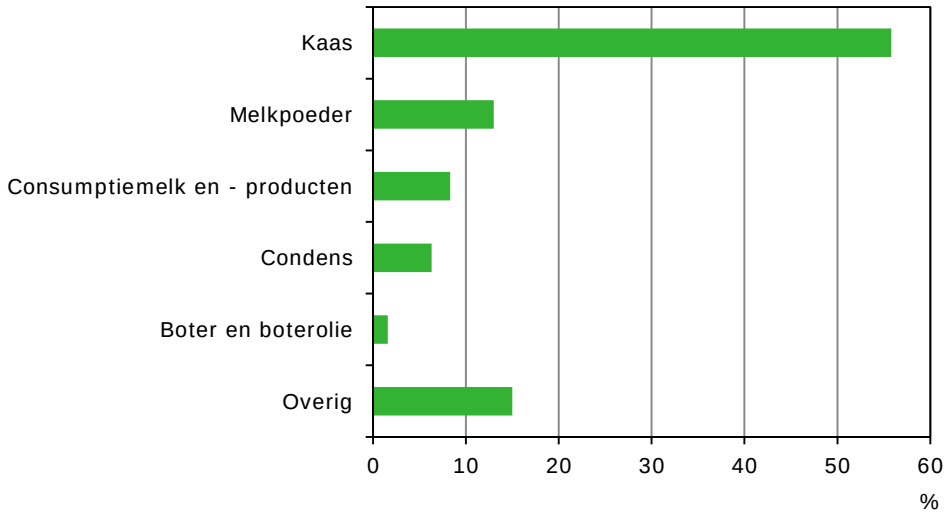
Figuur 2.1 *Aantal bedrijven met melk- en kalfkoeien en het aantal melk- en kalfkoeien Bron: CBS Landbouwtelling (uit www.agrimatie.nl).*

De Nederlandse zuivelindustrie bestond eind 2013 in de kern uit 22 ondernemingen. FrieslandCampina is met een omzet van 11,2 miljard euro de grootste, en is wat betreft omvang de 5e speler op de wereldmarkt (ZuivelNL, 2014). In totaal werd er in 2014 12,5 miljard kg melk afgeleverd aan zuivelfabrieken. Het op de boerderij verwerken van melk speelt in Nederland in termen van productvolume nauwelijks een rol. Figuur 2.2 geeft een overzicht van de belangrijkste producten (ZuivelNL, 2015).

Nederland, exportland

De meeste in Nederland geproduceerde zuivel wordt geëxporteerd. In 2013 werd ongeveer 65% van de productie in het buitenland afgezet, met een uitvoerwaarde van 6,7 miljard euro. Daarmee had Nederland een aandeel van 5,1% in de totale wereldhandel van zuivelproducten. In 2013 werd voor 4,5 miljard euro geëxporteerd naar landen in de Europese Unie en 2,2 miljard daarbuiten. Duitsland, België en Frankrijk zijn de belangrijkste exportbestemmingen (ZuivelNL, 2015).

De importwaarde van zuivel bedroeg 2,7 miljard in 2013. Meer dan 80% is afkomstig uit nabijgelegen EU-lidstaten. Duitsland is met afstand de grootste leverancier, goed voor 45% van de totale invoerwaarde.



Figuur 2.2 *Zuivelproductie in 2014*
Bron: ZuivelNL, 2015.

Belangrijke (veranderingen in) wetgeving
Sinds 2006 geldt in Nederland het stelsel van gebruiksnormen voor dierlijke mest, stikstof-totaal en fosfaat. De gebruiksnormen zijn bedoeld om de hoeveelheid meststoffen af te stemmen op de behoefte van het gewas. Vanaf 2015 worden in Nederland fosfaatgebruiksnormen toegepast die zijn gebaseerd op evenwichtsbemesting. Voor dierlijke mest heeft Nederland derogatie aangevraagd. Dit betekent dat, onder bepaalde voorwaarden, op melkveebedrijven meer dierlijke mest kan worden gebruikt dan de algemeen geldende richtlijn van 170 kg N per hectare (EZ, 2014). Een belangrijke voorwaarde aan de derogatie is dat minimaal 80% van de oppervlakte landbouwgrond in de periode 15 mei tot en met 15 september onafgebroken met gras wordt beteeld.

Per 1 april 2015 is het melkquotum opgeheven. Dit betekent dat de hoeveelheid melk die in Nederland geproduceerd mag worden, niet meer wordt begrensd via productierechten. Via quotumverruiming heeft de afgelopen jaren reeds een groei van de melkveestapel plaatsgevonden. De verwachting is dat de melkproductie de komende jaren nog verder zal stijgen. In het zuivelplan (NZO en LTO Nederland, 2013) schetst de sector twee groeiscenario's: een groei van de melkproductie met 10% respectievelijk 20% ten opzichte van 2011.

Een toenemend deel van de mest wordt verwerkt. In de Meststoffenwet is opgenomen dat een deel van het mestoverschot op bedrijfsniveau verwerkt moet worden (tabel 2.1) Dit geldt ook voor de melkveehouderij.

Tabel 2.1
Percentages mest van het mestoverschot op bedrijfsniveau dat verwerkt moet worden (Meststoffenwet)

Regio	2014	2015
Zuid	30	50
Oost	15	30
Overig	5	10

In de melkveehouderij waren tot juli 2015 geen dier- of mestproductierechten zoals in andere dierlijke sectoren in Nederland. Op 1 januari 2015 de 'Wet verantwoorde groei melkveehouderij' van kracht

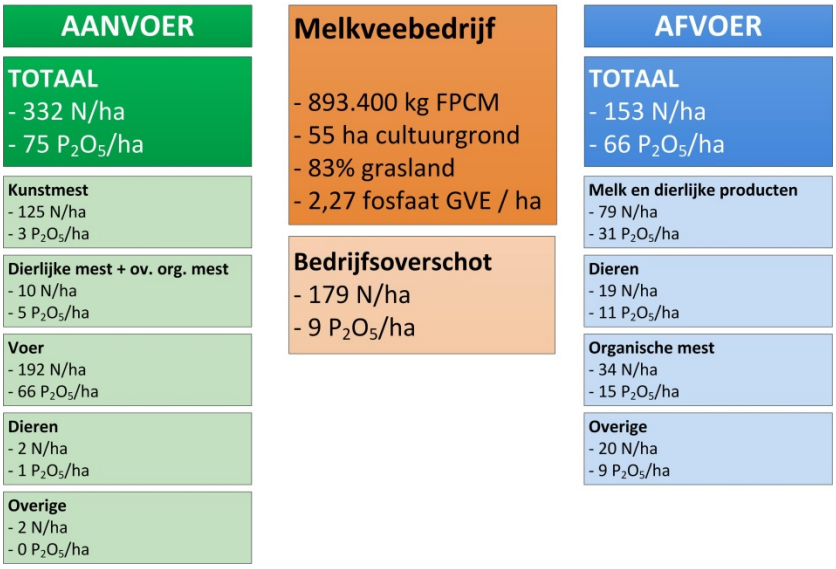
geworden. Deze wet stelt eisen aan de uitbreiding van melkveebedrijven om te borgen dat die uitbreiding in het kader van de Nitraatrichtlijn verantwoord plaatsvindt. Door deze wetgeving wordt de groei van de melkveehouderij gereguleerd, doordat aan de toename van de fosfaatproductie boven de referentie van 2013 de voorwaarde wordt verbonden dat deze of op eigen grond geplaatst wordt of voor 100% wordt verwerkt, of een combinatie van beide. Het beleidsvoornemen is om ook fosfaatproductierechten in te voeren in de melkveehouderij.

Daarnaast is per 1 april 2015 een AMvB aangenomen die beperkingen stelt aan de groei van bedrijven zonder gronduitbreiding. Intensievere melkveebedrijven die door uitbreiding extra fosfaat produceren, moeten jaarlijks aantonen dat zij over voldoende grond beschikken om ten minste een deel van de extra fosfaat binnen het bedrijf te kunnen gebruiken.

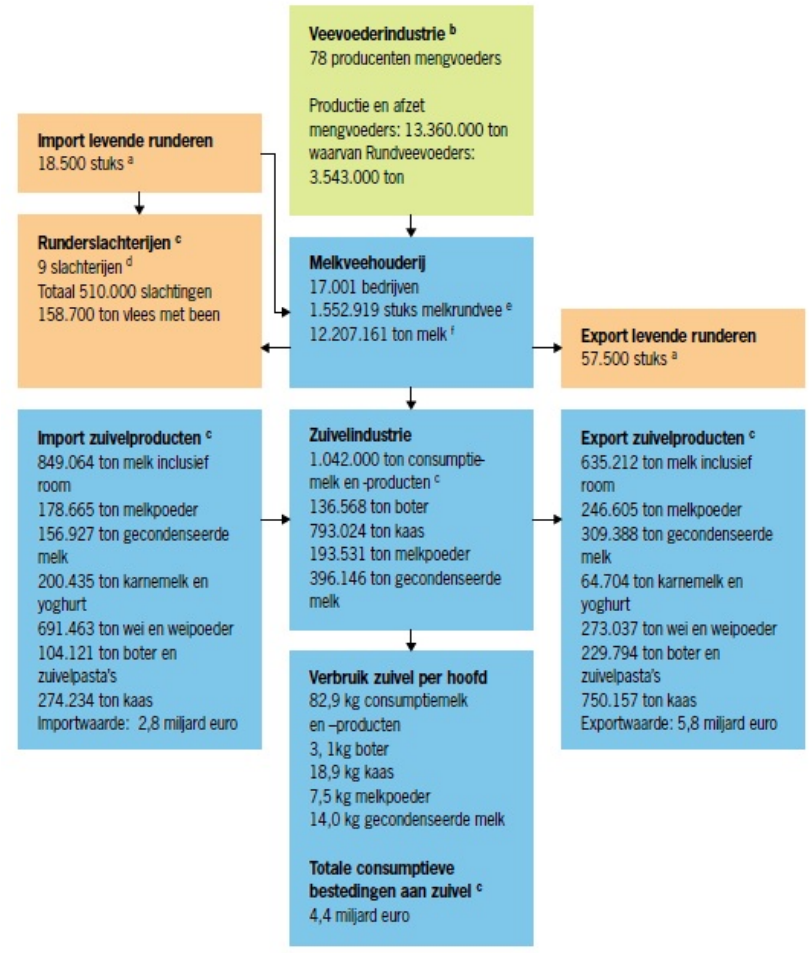
Het melkveebedrijf en toelevering

Het rantsoen op het gemiddelde melkveebedrijf bestaat voor het grootste gedeelte uit gras, maïs en krachtvoer. Ruim 60% van het rantsoen wordt op het melkveebedrijf zelf geproduceerd. Het overige voer komt van buiten het bedrijf. Het gemiddelde rantsoen (in VEM) op melkveebedrijven 2011-2013 bestond voor 38% uit kuilgras, 14% vers gras, 22% krachtvoer, 19% snijmais en 6% overig voer (LEI, 2015). Figuur 2.3 geeft een overzicht van de mineralenbalans op melkveebedrijven in het derogatiemeetnet. Het overschot aan stikstof en fosfaat op bedrijven in het derogatiemeetnet 2012 bedroeg respectievelijk 179 en 9 kg per hectare. Voer en kunstmest zijn daarbij de belangrijkste aanvoerposten op de mineralenbalans. Ongeveer 11% van de geproduceerde mest wordt afgevoerd en niet op het eigen bedrijf gebruikt. Het aandeel mest dat niet op het bedrijf wordt aangewend, maar wordt afgevoerd, is toegenomen vanaf 2006 (Hooijboer et al., 2014).

Naast de inputs van voer en kunstmest vindt er ook import en export van zuivel, rundvee en rundveevlees plaats. In Berkhout et al. (2014) is een beschrijving opgenomen van de keten rondom zuivel in 2013 (figuur 2.4). Nederland importeert jaarlijks 18.500 levend rundvee en exporteert 57.500 runderen (inclusief niet-melkvee). De importwaarde van de zuivel bedroeg in 2013 2,7 miljard euro (ZuivelNL 2014). Een belangrijke neventak van de zuivelketen is de kalfsvleesproductie. Deze laten we buiten beschouwing in dit rapport.



Figuur 2.3 *Aan- en afvoer van stikstof (kg N/ha) en fosfaat (kg P_2O_5/ha) op bedrijven in het derogatiemeetnet, 2012 a)*
a) Voor standaardisatie: FPCM= fat and protein corrected milk; GVE= grootvee-eenheden)
Bron: Hooijboer et al. (2014).



a o.b.v. cijfers 2012, inclusief niet-melkvee;
b alleen Nevedi-leden;
c o.b.v. cijfers 2012;
d met meer dan 10.000 slachtingen per jaar;
e melk en kalfkoeien >=2 jaar;
f hoeveelheid melk afgeleverd aan fabrieken.

Figuur 2.4 *De keten rond de zuivelproductie, 2013*
Bron: CBS Statline, PVE, PZ, NEVEDI, bewerking LEI (uit LEB, 2014).

2.2 Belang van duurzaamheidsmeting

Met het verruimen en afschaffen van de melkquotering staat de Nederlandse melkveehouderij op een belangrijk kruispunt. Veel melkveehouders ambiëren een groei van de melkproductie. Draagvlak in markt en samenleving worden daarbij steeds belangrijker. De Nederlandse zuivelindustrie en LTO Nederland hebben daarom de krachten gebundeld in het initiatief 'Duurzame Zuivelketen' om de melkveesector te verduurzamen. Hierbij zijn doelen gesteld op vier thema's: 1) klimaat en energie, 2) diergezondheid en -welzijn, 3) weidegang en 4) biodiversiteit en milieu. Via het stimuleren van innovatie, het beschikbaar maken van kennis en instrumenten, monitoring en niet-vrijblijvende maatregelen streeft de Duurzame Zuivelketen ernaar deze doelen te realiseren (Reijs et al., 2014).
De wereldbevolking neemt de komende jaren sterk toe en daarmee ook de vraag naar voedsel. Water, energie, land en fosfaat zijn daarbij schaarse grondstoffen. Fossiele energiebronnen zijn eindig, dus een efficiënt gebruik ervan is belangrijk, alsmede een toenemend gebruik van alternatieve, duurzame energiebronnen. In dit hoofdstuk zoomen we in op het gebruik van deze vier inputs in de Nederlandse zuivelsector. Doel van het hoofdstuk is om in beeld te brengen welke kennis beschikbaar is van de mate waarin deze vier grondstoffen efficiënt worden benut.

De primaire sector (dat wil zeggen het melkveebedrijf) heeft een belangrijke rol in het efficiënt benutten van deze inputs. Een groot deel van de inputs wordt aangewend op het melkveebedrijf, maar daarnaast kunnen de managementkeuzes die een melkveehouder maakt, ook bepalend zijn voor het gebruik van deze inputs in de toelevering, zoals krachtvoer en kunstmest.

Tabel 2.2

Belangrijkste hotspots per thema en ketenschakel in de Nederlandse zuivelketen

Ketenschakel	Water	Energie	Land	Fosfaat
Toelevering	Teelt van voer en krachtvoer (grondstoffen), in het bijzonder beregening in droogtegevoelige gebieden	Teelt van voer en krachtvoer (grondstoffen) Productie en transport van kunstmest en krachtvoer (grondstoffen)	Teelt van voer en krachtvoer (grondstoffen)	Teelt van voer en krachtvoer (grondstoffen) Productie van kunstmest
Primaire productie	Beregening van gewassen op het melkveebedrijf	Gebruik van energie voor melken, koelen en verlichting Gebruik van diesel voor landbewerking	Gewassen op het melkveebedrijf	Gebruik van dierlijke mest en kunstmest Fosfaatoverschot
Handel	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Verwerking	Reiniging- en proceswater	Transport en verwerking	Geen hotspot	Geen hotspot
Afzet	Geen hotspot	Geen hotspot	Geen hotspot	Afzet van dierlijke mest

Toelevering

Voor water, energie, land en fosfaat geldt dat de toeleverende schakel een aantal belangrijke hotspots bevat. Belangrijkste reden is de aankoop van voer en inputs (met name kunstmest) om voer op het melkveebedrijf zelf te telen. Voor alle vier inputs geldt dat de teelt en transport van (kracht)voergrondstoffen een groot deel van het integrale verbruik bepaalt. Voor energie, water en fosfaat zijn er tal van studies waarin het gebruik van deze hulpbronnen wordt gekwantificeerd (bijvoorbeeld Thomassen et al., 2008, De Vries en de Boer, 2010). Voor energie en fosfaat is de productie van kunstmest een belangrijke factor hierin. Daarbij moet worden opgemerkt dat een voorwaarde voor de derogatieverplichting het verbod op fosfaatkunstmest is en daarmee de productie van kunstmest geen hotspot meer is voor de fosfaatkunstmest die op het Nederlandse melkveebedrijf wordt gebruikt. De productie van stikstofkunstmest is echter wel een hotspot voor fossiel energiegebruik.

Waterverbruik bij de productie van (kracht)voergrondstoffen kan een aanzienlijke hotspot zijn. Henderson et al. (2013) hebben een integrale levenscyclusanalyse uitgevoerd van zuivel in de Verenigde Staten, waaronder watergebruik. Daarin werd onder meer becijferd dat het watergebruik tot en met het melkveebedrijf 181 liter water per kg melk bedraagt en de totale watervoetafdruk 225 liter. Er wordt daarbij opgemerkt dat er grote regionale verschillen zijn in watergebruik en de impact daarvan (Henderson et al., 2013). Geconcludeerd kan worden dat ook het waterverbruik tijdens de zuivelverwerking relevant is.

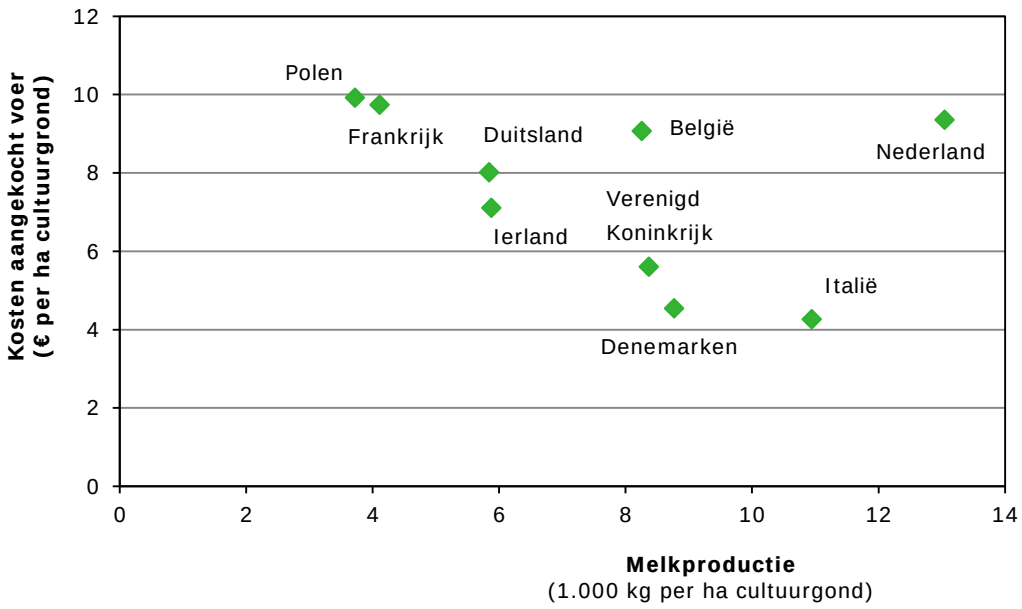
Het waterverbruik in de Nederlandse zuivelketen is relatief onbekend, omdat er weinig kwantitatieve informatie over het waterverbruik tijdens de teelt van voer beschikbaar is. Er zijn geen studies die het integrale waterverbruik in de Nederlandse zuivelketen kwantificeren. In het algemeen kan gesteld worden dat niet zozeer de mate van het waterverbruik bepalend is voor het wel/niet hotspot zijn, maar de herkomst van het voer. In het World Water Assessment Programme van de Verenigde Naties wordt grafisch een beeld gegeven waar ter wereld de waterschaarste het grootst is (VN, 2012). Om

een goed beeld te krijgen van de werkelijke hotspots op het gebied van waterverbruik, zou de herkomst van het voer gematcht moeten worden met kaarten die aangeven waar zich de grootste waterschaarste bevindt. West-Europa is in zijn geheel daarin aangemerkt als een gebied met weinig/beperkte waterschaarste.

Het melkveebedrijf
Beregening en drenking zijn de belangrijkste consumptiepost als het gaat om watergebruik op het melkveebedrijf. Het aandeel beregend areaal in de Nederlandse melkveehouderij varieert tussen jaren gemiddeld 1 tot 5%. Ongeveer 13% van de melkveebedrijven paste in 2013 beregening toe met circa 590 m^3 per hectare. Grondwater is met 90% de belangrijkste bron voor beregeningswater. Het gebruik van beregening kan sterk fluctueren tussen de jaren. In droge jaren is meer beregend dan in natte jaren. In droge jaren (2003, 2006, 2011) beregende ongeveer 1 op de 5 melkveebedrijven. In natte jaren (2002, 2008, 2012) is dit ongeveer 1 op de 20 melkveebedrijven (www.agrimatie.nl, 2015). Het beregenen is sterk gebiedsgebonden. Er wordt vooral op droge zandgronden beregend en minder op klei en veengrond.

Het energiegebruik op het melkveebedrijf is weliswaar lager dan in de toeleverende schakel, maar bedraagt nog steeds meer dan 15% van het totale energiegebruik tot en met de poort van het melkveebedrijf (Thomassen et al., 2008; Dolman et al., 2014). Het dieselgebruik voor grondbewerking en het elektriciteits- en gasverbruik zijn de belangrijkste consumptieposten (Reijs et al., 2014). Teelt van voer op het melkveebedrijf is voor de input land tevens een belangrijke post.

Er is geen internationale vergelijking van integraal landgebruik per kg melk. In vergelijking met andere landen in Europa heeft het gemiddelde Nederlandse melkveebedrijf een hoge melkproductie per hectare. Daar staan relatief hoge kosten per hectare voor aankoop van voer tegenover (figuur 2.5). Door de hogere melkproductie zijn de voerkosten per kg melk juist lager dan in andere Europese landen.



Figuur 2.5 *Kosten van aangekocht voer (euro/ha cultuurgrond) en melkproductie (1.000 kg cultuurgrond) van enkele Europese zuivellanden, 2012*
Bron: ILB-CCE-DG Agri; bewerking LEI.

De melkproductie per hectare (op het bedrijf) geeft een indicatie van de intensiteit van het bedrijf. Doordat de Nederlandse melkveebedrijven relatief intensief zijn, wordt er een aanzienlijk deel van het voer aangekocht. De Nederlandse melkveehouderij behoort tot de landen met de hoogste melkproductie per hectare. In 2014 werd er in Nederland ruim 15.000 kg melk geproduceerd per

hectare voederoppervlakte (Agrimatie, 2015). Daar waar het om ruwvoer gaat, is de Nederlandse melkveehouderij behoorlijk zelfvoorzienend. Daar staat tegenover dat een flink deel van het (kracht)voer dus wordt aangekocht. Meer dan de helft van het integrale landgebruik per kg melk vindt plaats op het melkveebedrijf (Thomassen et al., 2008, Broekema en Kramer, 2014).

Fosfaatefficiëntie en fosfaatoverschot
Fosfaat is een eindige grondstof die zeer belangrijk is voor de groei van plant, mens en dier. Het is daarom noodzakelijk om zo efficiënt mogelijk met fosfaat om te gaan. Een belangrijke indicator op dit vlak is de efficiëntie waarmee fosfaat in voer wordt omgezet in melk (fosfaatbenutting rantsoen). Hoe efficiënter het voer wordt benut, hoe minder voer-fosfaat aangevoerd hoeft te worden. Deze fosfaatbenutting is voor de Nederlandse melkveestapel gestegen van ongeveer 25% in 2002 naar 30% in 2013 (Reijs et al., 2014). De 10% beste bedrijven in Nederland hebben een fosfaatbenutting van rond de 35% (Oenema et al., 2015).

Het gebruik van meststoffen kan leiden tot ophoping van fosfaat in de bodem en tot af- en uitspoeling naar het grond- en oppervlaktewater. Vanaf 2015 is het Nederlandse stelsel van gebruiksnormen voor wat betreft fosfaat gebaseerd op evenwichtsbemesting. Dat wil zeggen dat de aangevoerde hoeveelheid meststoffen gelijk moet zijn aan de onttrekking, rekening houdend met de fosfaattoestand van de bodem. Mest die niet op het bedrijf kan worden geplaatst, dient van het melkveebedrijf te worden afgevoerd. Op deze manier wordt in Nederland geborgd dat er geen verdere ophoping van fosfaat in de bodem plaatsvindt. Het gemiddelde fosfaatoverschot in de Nederlandse melkveehouderij is mede onder invloed van het MINAS (mineralenaangiftesysteem) en het stelsel van gebruiksnormen gedaald van ruim 60 kg per hectare in de jaren negentig (Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid, 2015) naar minder dan 10 kg per hectare in 2012 (Hooijboer et al, 2014).

De Nederlandse mestwetgeving en het stelsel van verantwoorde groei zijn een belangrijke stimulans om zo efficiënt mogelijk met fosfaat om te gaan.

Zuivelverwerking
Transport en zuivelverwerking zijn voor het energiegebruik een hotspot (Reijs et al., 2014). Het primaire brandstofverbruik tijdens verwerking bedroeg in 2013 17,9 PJ. Daarnaast is het energiegebruik tijdens transport 0,89 PJ. Het energiegebruik op het melkveebedrijf bedroeg in 2013 10,1 PJ. Het energiegebruik tijdens de zuivelverwerking en transport is daarmee bijna het dubbele van het verbruik op het melkveebedrijf (exclusief toelevering) (www.agrimatie.nl).

Door de ketenorganisatie zijn handel en afzet geen hotspots in de zuivelketen. De Nederlandse zuivelketen is grotendeels georganiseerd met zuivelcoöperaties, waardoor er niet echt sprake is van een tussenhandelschakel in de keten. De zuivelverwerkers leveren vaak rechtstreeks aan de retail.

2.3 Belangrijke doelstellingen

De Nederlandse topsector Agri & Food heeft als doel om over de periode 2012-2020 een verdubbeling van de toegevoegde waarde te realiseren met een halvering van de gebruikte inputs.

De zuivelsector heeft via de Duurzame Zuivelketen onder andere doelen gesteld voor broeikasgas- en ammoniakuitstoot, energie-efficiëntie, duurzame energie en fosfaatproductie (Reijs et al., 2014). Achter deze doelstellingen zit de intentie om efficiënter om te gaan met schaarse grondstoffen. Daarnaast is er een doel gesteld om in 2015 uitsluitend gebruik te maken van RTRS-gecertificeerde soja in het krachtvoer, dat er geen tropisch regenwoud wordt ontgonnen voor het telen van dit gewas en dat het gewas verantwoord geteeld is.

In het convenant Schone en zuinige agrosectoren 2008 (het Agroconvenant) zijn op het gebied van energie voor de land- en tuinbouw, maar ook in het bijzonder voor de akkerbouw-, tuinbouw- en veehouderijsector (ATV) afspraken gemaakt over het terugdringen van het fossiele energiegebruik en toename van groene energie. Deels komen deze doelen ook terug in de Duurzame Zuivelketen.

De Uitvoeringsagenda Duurzame Veehouderij (UDV) is een van de samenwerkingstrajecten die bij het verduurzamen van voedselketens een rol vervullen. Daarin zijn vijftien ambities opgesteld om de verduurzaming van de veehouderij in perspectief te plaatsen. Voor water, energie en fosfaat zijn er drie ambities geformuleerd die betrekking hebben op een efficiënt gebruik van deze inputs:

1. De Nederlandse veehouderij gebruikt geen energie uit eindige bronnen, zoals fossiele brandstoffen, zowel op het primaire bedrijf als in de ketenschakels ervoor en erna.
2. De Nederlandse veehouderij gebruikt alleen fosfaat uit niet-gemijnde bronnen, zowel op het primaire bedrijf als in de ketenschakels ervoor. Daardoor zijn er geen eindige voorraden mineralen meer nodig voor dierlijke productie.
3. De Nederlandse veehouderij draagt niet bij aan de uitputting van strategische watervoorraden.

De doelen van het Agroconvenant en de ambities van de UDV zijn niet opgenomen in tabel 2.3, omdat deze niet specifiek voor de zuivelsector zijn.

Tabel 2.3

Belangrijkste doelstellingen per thema en ketenschakel in de Nederlandse zuivelketen

Ketenschakel	Water	Energie	Land	Fosfaat
Toelevering	-	Klimaatdoelstellingen DZK sturen indirect op verlaging van het energiegebruik	***DZK:*** 100% gebruik van verantwoorde soja vanaf 2015 (RTRS of gelijkwaardig)	-
Primaire productie	-	***DZK:*** 16% productie duurzame energie in 2020 in de zuivelketen ***DZK:*** verbetering energie-efficiency van de zuivelketen van gemiddeld 2% per jaar in 2005-2020	Geen doelen, maar het inzetten van de Kringloopwijzer als managementtool versterkt het efficiënt gebruiken van land als primaire input. Klimaatdoelstellingen DZK sturen indirect op verlaging van het landgebruik	***DZK:*** fosfaatproductie gehele veehouderij blijft onder Europees plafond (173 mln. kg); streven is fosfaatproductie melkveehouderij maximaal op niveau 2002 te houden (84,9 mln. kg). Het inzetten van de Kringloopwijzer als management tool versterkt het efficiënt gebruiken van fosfaat als primaire input.
Handel/logistiek	N.v.t.		N.v.t.	N.v.t.
Verwerking	-		-	-
Afzet/bewaring	-	-	-	Groei van melkvee-bedrijven is gekoppeld aan een verantwoorde afzet van extra geproduceerd fosfaat. Evenwichtsbemesting: de hoeveelheid geoogst gewas (in fosfaat) is gelijk aan de hoeveelheid die bemest wordt. De overige mest dient dus te worden afgezet.

Initiatieven, doelstellingen en handelingsperspectief

Naast de Duurzame Zuivelketen zijn er tal van initiatieven die bijdragen aan het verbeteren van een efficiënte benutting van water, land, energie en fosfaat. Hierna wordt er een aantal uitgelicht.

Verbeteren fosfaatbenutting
De zuivelsector zet in op het gebruik van de Kringloopwijzer als managementtool. De kringloopwijzer brengt de mineralenefficiëntie op het melkveebedrijf in beeld (www.kringloopwijzer.nl, 2015). De kringloopwijzer kan daarmee gebruikt worden om bij aankoop van het krachtvoer te sturen op een efficiënt gebruik van fosfaat. Een mogelijkheid is om bij aankoop van kracht- en ruwvoer rekening te houden met het fosfaatgehalte in het voer. Gras is het meest gevoerde product op melkveebedrijven, maar heeft een relatief hoog fosfaatgehalte. Vervanging van gras door andere producten is een optie, maar is niet kansrijk omdat er afwenteling op andere thema's plaatsvindt, zoals weidegang of koolstofvastlegging in langdurige graslanden Verlaging van de fosfaatgift per hectare resulteert ook in een lager fosfaatgehalte in het voer. Krachtvoer levert een grote bijdrage aan de fosfaataanvoer, terwijl de benodigde fosfaatbehoefte in het algemeen ook wordt gerealiseerd in een grasrijk rantsoen. Door te kiezen voor fosfaatarme grondstoffen in krachtvoer en niet op basis van fosfaatrijke reststromen, daalt ook de aanvoer van fosfaat op het melkveebedrijf (Goselink en Sebek, 2012).

Het verlengen van de levensduur van de melkveestapel draagt bij aan het verlagen van het benodigde aantal stuks jongvee. Een relatief korte opfokperiode ten opzichte van de productieve periode zorgt voor een efficiëntieverbetering. Een verbetering van de fosforvastlegging in melk wordt mede genetisch bepaald, maar er blijkt ook een grote variatie te zijn in het fosforgehalte van melk. Het is onduidelijk of het rantsoen op Nederlandse melkveebedrijven voldoende ruimte biedt om de genetische vooruitgang van de fosforbenutting tot uiting te laten komen (Goselink en Sebek, 2012).

Stichting Ketentransitie verantwoorde soja
De stichting Ketentransitie verantwoorde soja coördineert de aankoop van verantwoorde soja voor de diervoeder- en levensmiddelenindustrie. Deze aanpak garandeert dat in de voor Nederland belangrijke productiegebieden verantwoorde soja geteeld wordt die ook daadwerkelijk ingekocht wordt door grondstoffenleveranciers die aan de Nederlandse veevoersector leveren (www.verantwoordesoja.nl, 2015).

Benutting reststromen
Voor een verbeterde beschikbaarheid en flexibiliteit van grondstoffen is door TNO en Wageningen UR een innovatieprogramma gestart rond bioraffinage (FBR, 2014). Onderdelen hierin zijn onder andere het sluiten van regionale mineralenkringlopen en valorisatie van reststromen. Mogelijk levert dit programma nieuwe mogelijkheden voor de melkveehouderij op om reststromen te benutten als veevoer of de voedingswaarde van reststromen die al gebruikt worden als veevoer te verhogen.

Watervoetafdruk
Mekonnen en Hoekstra (2012) beschrijven een 'water footprint'-methodiek die inzicht geeft in het integrale waterverbruik. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen blauwe, grijze en groene waterconsumptie. Met blauw waterverbruik wordt het verlies van water bedoeld in de directe omgeving, bijvoorbeeld door evaporatie, of verdwijnt naar andere gebieden of de zee. Met groen waterverbruik wordt het verlies van regenwater (niet afspoeling) aangeduid. Het grijze waterverbruik representeert het volume aan zoetwater dat nodig is om de concentratie vervuild water te verlagen zodat het weer voldoet aan een minimum kwaliteitseis. Watervoetafdruk van dieren bestaan uit het indirecte verbruik voor de productie van veevoer en de directe watervoetafdruk (bijvoorbeeld drinkwater en leidingwater).

Mekonnen en Hoekstra (2012) komen op een groen, blauw en grijs waterverbruik van respectievelijk: 462, 41 en 25 m^3 per 1.000 kg melk. Door klimatologische omstandigheden en een intensief productiesysteem, is de watervoetafdruk daarmee lager dan in andere landen. De milieuschade van het gebruik van water is sterk afhankelijk van de plaats en het moment van watergebruik. Bij hoog water is gebruik van oppervlaktewater geen milieuprobleem en in periode van droogte wel. Door het onderscheid tussen verschillende soorten watergebruik is de watervoetafdruk methodiek toe te passen voor verschillende doeleinden. Eén van deze doeleinden is het in kaart brengen van efficiënt watergebruik, bijvoorbeeld door gebruik te maken van een benchmarken in de tijd en tussen productiesystemen (Verenigde Naties, 2015).

2.4 Beschikbare indicatoren

Tabel 2.4 geeft de indicatoren die gebruikt worden in de Duurzame Zuivelketen en die beschikbaar zijn vanuit het Bedrijveninformatienet, Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) en de Kringloopwijzer (KLW).

Tabel 2.4
Belangrijke indicatoren per thema en ketenschakel in de Nederlandse zuivelketen

Ketenschakel	Water	Energie	Land	Fosfaat
Toelevering	*Geen indicator waar actief op wordt gemonitord*, maar mogelijkheid tot toepassing watervoetafdruk-methodiek.	*Geen indicator waar actief op wordt gemonitord*, maar mogelijkheid tot toepassing LCA-methodiek. Indirect wordt er middels DZK gemonitord door het meten van het broeikasgaspotentieel per kg melk.	**DZK:** *geen indicator waar actief op wordt gemonitord*. Wel wordt aandeel duurzame soja melkveehouderij (%) gemonitord. **KLW:** *geen indicator waar actief op wordt gemonitord,* maar mogelijkheid om naast een broeikasgaspotentieel per kg melk, ook een integraal landgebruik per kg melk te berekenen (incl. primaire productie).	**LMM-basismeetnet:** *geen indicator waar actief op gemonitord wordt*, maar in het LMM wordt onder andere het fosfaatoverschot per hectare gemonitord. Onderdeel van deze berekening is het monitoren van de fosfaataanvoer en het fosfaatgebruik uit organische mest en kunstmest.
Primaire productie	**Bedrijveninformatie-net:** herkomst en gebruik water voor beregening, als onderdeel van waterverbruik land- en tuinbouwsectoren.	**DZK (na herijking):** **Primair:** brandstof-verbruik zuivelketen (kJ per kg melk) **Keten:** aandeel duurzame energie zuivelketen (%).	**LMM-derogatiemeetnet:** *Geen indicator waar actief op wordt gemonitord,* maar mogelijkheid om de opbrengst per hectare gras of snijmaïs te gebruiken voor efficiënt landgebruik.	**DZK:** fosfaatexcretie melkveestapel (kg P_2O_5) en fosfaat efficiënte voeding (%). **DZK:** aandeel bedrijven dat gebruik-maakt van nutriëntentools (%).
Handel				
Verwerking	*Geen indicator waar actief op wordt gemonitord*, maar mogelijkheid tot toepassing watervoetafdruk-methodiek.			
Afzet				De mestafzet wordt gereguleerd door evenwichtsbemesting en verplichte mestverwerking.

2.5 Conclusies en aanbevelingen

De onderstaande tabel geeft de ‘witte vlekken’, anders gezegd waar grote ‘duurzaamheidsslagen’ gemaakt kunnen worden, maar nog geen goede indicator/monitoringssystematiek voorhanden is.

Tabel 2.5

Categorisering van duurzaamheidsthema’s ingedeeld in vier typen ABCD (zie voetnoot) per ketenschakel

Ketenschakel	Water	Energie	Land	Fosfaat
Toelevering	A (watergebruik krachtvoerproductie)	C (energiegebruik bij productie kunstmest en krachtvoer)	C (ontbossing voerproductie en efficiënte productie krachtvoergrondstoffen)	D (fosfaatkunstmest)
Primaire productie	B (watergebruik op melkveebedrijven)	D (energiegebruik melkveebedrijven)	D (efficiënt produceren in Nederland)	C (fosfaat in voer = efficiënt produceren in Nederland)
Handel/logistiek	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.
Verwerking	N.v.t.	D (energiegebruik zuivelverwerkers)	N.v.t.	N.v.t.
Afzet incl. bewaring	N.v.t.	N.v.t/onbekend	N.v.t.	C (fosfaat in mestafzet)

A = Dit is een probleem van grote omvang en er wordt nog geen aandacht aan besteed;

B = Dit is een probleem van beperkte/ hanteerbare omvang en er wordt nog geen aandacht aan besteed;

C = Dit is een probleem van grote omvang en er zijn doelen gesteld;

D = Dit is een probleem van beperkte/hanteerbare omvang en er zijn doelen gesteld.

- Over het algemeen kan gesteld worden dat op gebied van fosfaat- en energie-efficiëntie door de zuivelsector concrete doelen zijn gesteld, er actief gemonitord wordt en er vooruitgang is geboekt. Voor fosfaat zijn deze doelen geborgd in wetgeving (bijvoorbeeld stelsel van gebruiksnormen, melkveewet en het verbod op fosfaatkunstmest).
- Als het gaat om efficiënter produceren op het primaire bedrijf (op het melkveebedrijf zelf en bij het gebruik van grondstoffen) zal de kringloopwijzer als ‘tool’ een centrale rol in gaan nemen. Door het sturen op een verlaging van ammoniak- en broeikasgasemissies en een verbetering van de fosfaatefficiëntie wordt het efficiënt benutten van de Nederlandse landbouwgrond en grondstoffen versterkt.
- Voor het verbeteren van de energie-efficiëntie in de toeleverende schakel van het melkveebedrijf zijn geen doelen gesteld en er wordt niet actief gemonitord. Echter, door de doelstelling van het verlagen van de cradle-to-farmgate broeikasgasemissie wordt ook een verbetering van de energie-efficiëntie in de toeleverende schakel gerealiseerd. Uit de sectorrapportage Duurzame Zuivelketen blijkt echter dat er nog geen sprake is van een scherpe verbetering per kg melk.
- Het watergebruik an sich is geen hotspot, maar wel het gebruik van water in droogtegevoelige gebieden. De grootste witte vlek bevindt zich in het gebruik van water. Er is geen informatie beschikbaar over het gebruik van beregeningswater voor de teelt van krachtvoergrondstoffen in combinatie met de herkomstregio. Belangrijke reden is dat veel veevoergrondstoffen van de commoditymarket komen en de herkomst daarbij wisselend en soms onbekend is. Vooral de herkomst van de grondstoffen is cruciaal, omdat de hotspot rond efficiënt watergebruik zich bevindt in droogtegevoelige gebieden. Aanbevolen wordt om te onderzoeken of het mogelijk is om watergebruik op te nemen in duurzaamheidsschema’s zoals RTRS.
- Het integrale landgebruik per kg melk is een geschikte indicator die inzicht geeft in efficiënt gebruik van land, omdat het zowel het directe als indirecte landgebruik beoordeelt.

2.6 Literatuur

Agrimatie.nl, 2015. *Bedrijven dieren en omvang - melkveehouderij* www.agrimatie.nl/SectorResultaat.aspx?subpubID=2232&sectorID=2245&themaID=2286&indicatorID=2015

Broekema R. en Kramer G., 2014. *LCA of Dutch semi-skimmed milk and semi-matured cheese*. Blonk consultants

De Vries M. en I.J.M. de Boer, 2010. *Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments*. Livestock Science 128: 1-11

DeKringloopwijzer.nl, 2015. Website van de kringloopwijzer: www.dekringloopwijzer.nl/ZuivelNL.Klw.Web/

Dolman, M.A., Sonneveld, M.P.W., Mollenhorst, H. en I.J.M. de Boer, 2014. *Benchmarking the economic, environmental and societal performance of Dutch dairy farms aiming at internal recycling of nutrients*. Journal of Cleaner Production 73. 245 - 252.

EZ, 2014. www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez/documenten-en- publicaties/rapporten/2014/12/02/5e-nederlandse-ap-betreffende-de-nitraatrichtlijn-2014-2017.html

Goselink, R.M.A. en L.B. Sebek., 2012. *Verbetering van de fosfaatefficiëntie in de melkveehouderij.* Wageningen Livestock research.

Henderson, A., A. Asselin, M. Heller, S. Vionnet, L. Lessard, S. Humbert, R. Saad, M. Margni, G. Thoma, M. Matlock, J. Burek, D.S. Kim en O. Jolliet, 2013. *Comprehensive Life Cycle Assessment of fluid milk in the United States: Extended Abstract*.

Hooijboer, A.E.J., T.J. de Koeijer, A. van den Ham, L.J.M. Boumans, H. Prins, C.H.G. Daatselaar en E. Buis, 2014. *Landbouwpraktijk en waterkwaliteit op landbouwbedrijven aangemeld voor derogatie in 2012*. www.rivm.nl/dsresource?objectid=rivmp:254854&type=org&disposition=inline&ns_nc=1

ILB-CCE-DG Agri, 2015. *Standaardvariabelen uit het Farm Accountancy Data Network*

LEB, 2014. *De Nederlandse zuivelketen in 2013*: www.landbouweconomischbericht.nl/2014-hoofdstuk-3.html#figuur-1

Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid. 2015: www.wageningenur.nl/nl/Expertises-Dienstverlening/Onderzoeksinstituten/LEI/Producten-Diensten/Monitoring/Landelijk-Meetnet-effecten-Mestbeleid.htm

Mekonnen, M.M. en A.Y. Hoekstra, 2012. *A global assessment of the water footprint of farm animal products*. Ecosystems 15: 401-415.

NZO en LTO Nederland, 2013. *Kansen voor de zuivelketen na 2015: verantwoord blijven ontwikkelen binnen maatschappelijke randvoorwaarden*. Nederlandse Zuivelorganisatie en LTO Nederland: plan van aanpak voor de zuivelsector d.d. 1 juli 2013.

Oenema, J. en F. Aarts, 2015. *De P-benutting door het vee van melkveebedrijven, de impact van minimumwaarden en een tool voor verbetering*. Plant Research International. Rapport 607.

Reijs, J.W., G.J. Doornewaard, J.H. Jager en A.C.G. Beldman, 2014. *Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen, prestaties 2013 in perspectief*. LEI Wageningen UR. www.wageningenur.nl/upload_mm/c/3/2/0dd70212-f4cd-48c5-ba7b-d58c30ccf3a3_2014-033%20Doornewaard_web.pdf

RVO.nl, 2015. *Wet verantwoorde groei melkveehouderij*. https://mijn.rvo.nl/verantwoorde-groei-melkveehouderij

Thomassen, M.A., M.A. Dolman, K.J. van Calker en I.J.M. de Boer, 2009. *Relating life cycle assessment indicators to gross value added for Dutch dairy farms*. Ecological Economics 68, 2278- 2284.

VerantwoordeSoja.nl, 2015. Website van stichting ketentransitie verantwoorde soja, www.verantwoordesoja.nl

Verenigde Naties, 2015. *Water Scarcity Map*: www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml

Waterfootprint.org, 2015. Website van de watervoetafdruktool: http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/water-footprint-assessment-tool

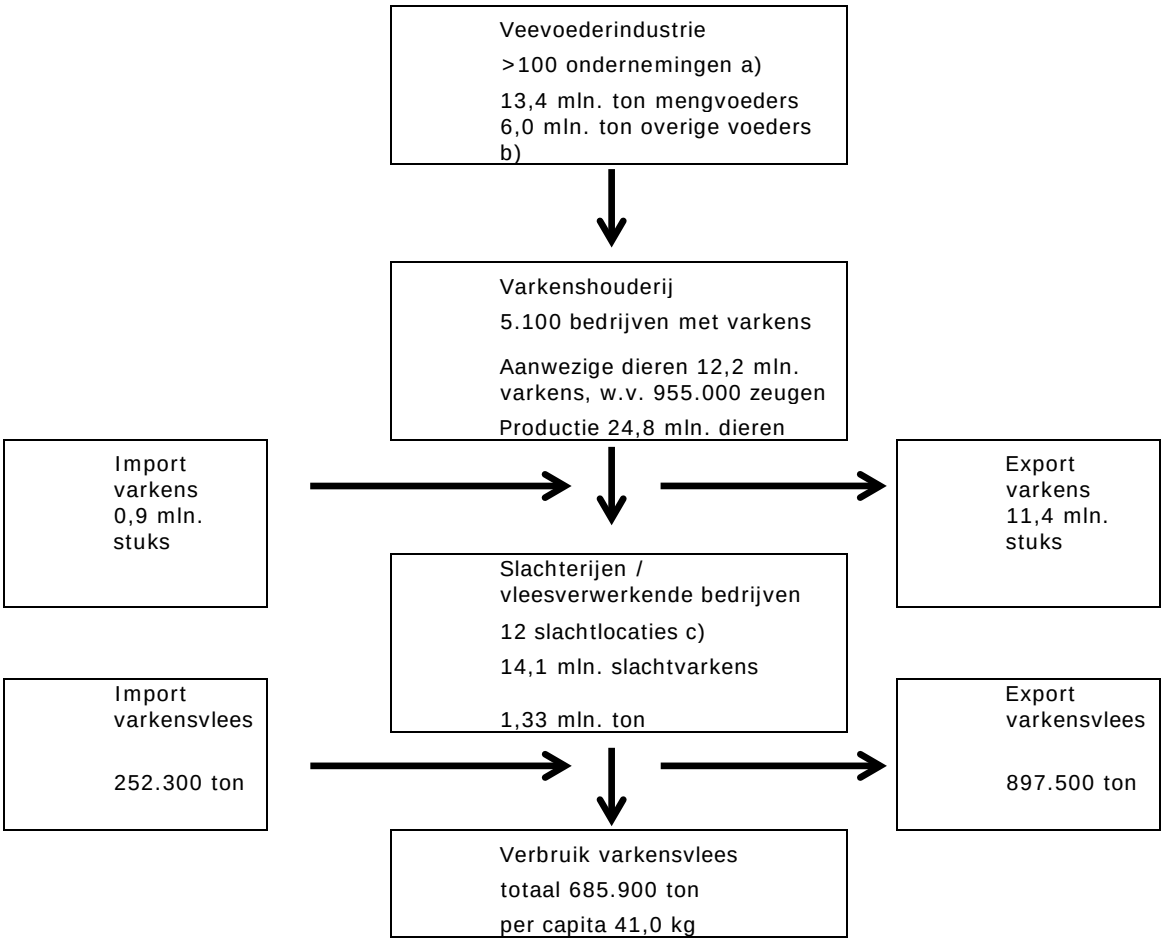
ZuivelNL, 2014. *Zuivel in Cijfers 2013*. www.zuivelnl.org/wp-content/uploads/2014/11/Zuivel-in-cijfers-2013.pdf

ZuivelNL, 2015. *Productie van zuivel in 2014.* www.zuivelnl.org/wp-content/uploads/2015/03/Productie-2014.pdf

3 De varkensvleesketen

3.1 De Nederlandse varkensketen

Belangrijke spelers in de varkensvleesketen zijn de veevoerindustrie, de varkenshouders, de vleesindustrie (slacht, verwerking) en de retail. Andere partijen zijn de varkensfokkerij, KI-bedrijven, stalinrichters, veehandelaren, auditors/certificerende instellingen, dierenartsen, adviseurs, accountants, bankiers, onderzoekers enzovoort. Figuur 3.1 geeft een kwantitatief inzicht in de varkensproductieketen.



a) Alleen Nevedi-leden

b) Vochtrijke diervoeders, enkelvoudige voeders, premixen en kalvermelk

c) > 100.000 slachtingen per jaar

Bronnen: CBS, Nevedi, OPNV, PVE, GIRA, bewerking LEI.

Figuur 3.1 *De varkensproductieketen, 2014 (productie, verbruik en im- en export op basis van 2012)*
Bron: op basis van Berkhout et al. (2014).

Zeugen (moederdieren) produceren biggen. Deze worden vervolgens gehouden als vleesvarken tot een leeftijd van circa een half jaar en daarna geslacht. De moederdieren worden na hun productieve leven ook geslacht, maar dit is een relatief kleine stroom dieren.

Een geslacht varken bestaat uit diverse delen in verschillende kwaliteiten, met verschillende bestemmingen. Het vlees van geslachte varkens wordt in meerdere stappen verwerkt tot consumentenproducten, bijvoorbeeld karbonades, worst, gehakt of bacon. Ook de hier minder gewaardeerde delen, zoals de oren en staartjes, worden verkocht, veelal naar bestemmingen buiten Europa. Deze optimale verwaarding, de zogenaamde vierkantverwaarding, is een van de grote uitdagingen in de vleesindustrie. De Nederlandse varkensvleesketen produceert meer dan de binnenlandse behoefte. Er worden zowel levende varkens (biggen, slachtvarkens, opfokdieren) als vleesdelen geëxporteerd, maar ook geïmporteerd. Ook veevoer wordt getransporteerd. Een deel van de veevoergrondstoffen wordt per schip over grote afstanden aangevoerd.

Land
Landgebruik voor de varkensvleesproductie betreft hoofdzakelijk het benodigde land voor de teelt van voergrondstoffen. Varkenshouderijbedrijven hebben in het algemeen een heel beperkt areaal cultuurgrond (gemiddeld 13 ha, Landbouwtelling) en voor zover ze die hebben, is dat niet of nauwelijks in gebruik voor de varkenshouderij (eventueel voor voergrondstoffenteelt). Ook de vleesindustrie en supermarkten hebben nauwelijks grond nodig.

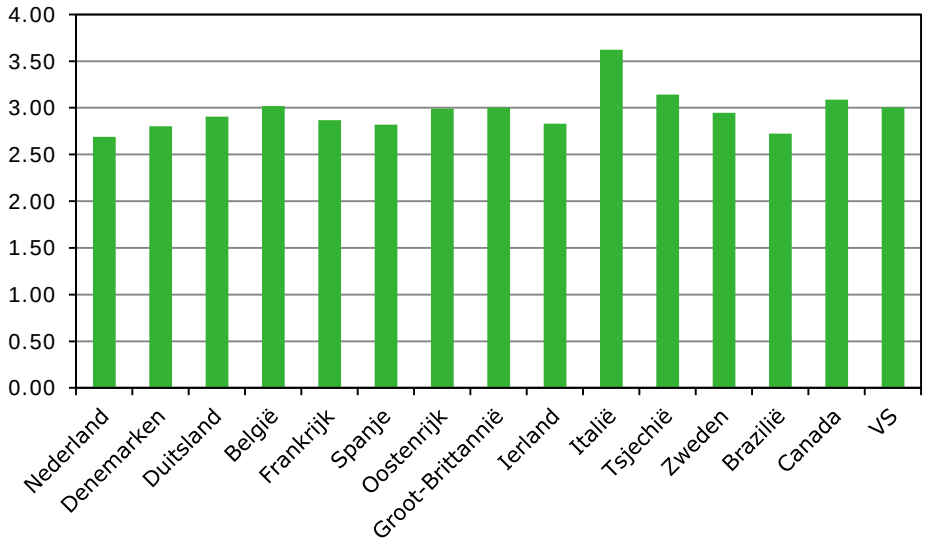
Landgebruik beperkt zich dus vrijwel tot de teelt van veevoergrondstoffen. De veevoergrondstoffen-productie voor varkensvlees gebeurt op land dat ook gebruikt kan worden voor de productie van (grondstoffen voor) humane levensmiddelen; de teelt van varkensvoergrondstoffen concurreert dus met de humane levensmiddelenproductie. Een deel van de gebruikte grondstoffen, in de orde van 30-40% van het gewicht, bestaat uit granen zoals gerst en rogge, die ook geschikt zijn voor humane consumptie. Daar komt bij dat de productie van varkensvlees een indirecte en daarmee inefficiëntere manier is van eiwitproductie dan eiwitproductie direct uit planten. Daar tegenover staat dat de varkenssector reststromen gebruikt vanuit de humane levensmiddelenindustrie; circa 10% van het benodigde mengvoer wordt vervangen door rechtstreeks vervoederen van enkelvoudige bijproducten; daarnaast wordt een belangrijk deel van dergelijke grondstoffen in het mengvoer opgenomen.

Input veevoer (energie, land)
De varkenshouderij gebruikt voer als grondstof; dit wordt vooral verstrekt in de vorm van compleet mengvoer. De totale productie van mengvoer voor de varkenshouderij bedraagt 5,0 mln. ton (jaar 2013; Hoste, 2014). Een deel van de grondstoffen komt uit de humane levensmiddelenindustrie, uit de verwerking van bijvoorbeeld aardappelen, bier, granen, citrusvruchten en plantaardige oliën. Deels komen deze producten in het mengvoer en deels komen ze ook als losse grondstoffen bij de veehouders. De varkenssector draagt hierdoor bij aan de benutting van waardevolle restproducten. De vochtrijke bijproducten uit de industrie worden op de varkensbedrijven gemengd en aangevuld met aangepast mengvoer. Hiermee wordt in alle situaties een afgewogen voersamenstelling nagestreefd. Het totale volume vochtrijke bijproducten dat naar de varkenssector gaat, bedraagt circa 2,9 mln. ton (OPNV, 2014, jaar 2013). Dit komt qua droge stof overeen met circa 600.000 ton mengvoer.

Nederland importeert en exporteert veevoergrondstoffen op grote schaal, al dan niet na bewerking. Veevoerbedrijven kopen grondstoffen over de hele wereld. Qua herkomst van het verbruik in de Nederlandse veevoerindustrie ligt de nadruk echter op Europa. Inkoop gebeurt veelal via grootschalige handelsbedrijven. Nederlandse veevoerbedrijven exporteert complete mengvoeders en premixen/concentraten in een groot aantal landen.

Het Recept voor duurzaam varkensvlees (2014) ambieert kringlopen te sluiten en nog meer gebruik te maken van reststromen uit de voedingsmiddelenindustrie.

In vergelijking met andere landen heeft de Nederlandse varkenshouderij een gunstige voerconversie: de verhouding tussen de hoeveelheid voer en de gewichtstoename van de varkens (figuur 3.2). Dit komt enerzijds door een efficiënte productie en gunstig slachtgewicht en anderzijds door een relatief hoge energiewaarde van het voer. De combinatie van een gunstige voerconversie met het verwerken van restanten van de humane levensmiddelenindustrie leidt tot efficiënt gebruik van inputs (mineralen, energie en daarmee ook land).



Figuur 3.2 *Totaalvoerconversie[2] van varkensproductie in diverse landen*
Bron: InterPIG; Hoste et al. (2013).

Voor een goede eiwitvoorziening wordt onder andere gebruikgemaakt van soja als hoogwaardige eiwitbron. Het gemiddelde gehalte aan sojaproducten in varkensvoer bedraagt 9,8%. Het totale sojaverbruik in de Nederlandse veevoerindustrie bedraagt 1,8 mln. ton (Hoste, 2014), waarvan 0,5 mln. ton voor varkensvoer. Naast soja komt eiwit in toenemende mate uit andere eiwitrijke grondstoffen zoals raapzaad, zonnebloemen en tarwebijproducten De Nederlandse veevoerindustrie heeft een gezamenlijke ambitie om per 2015 uitsluitend verantwoorde soja te gebruiken. Hiervoor wordt aangesloten bij de RTRS-standaard (Round Table Responsible Soy) voor sojaverbruik voor het deel binnenlandse consumptie van dierlijke producten en overige standaarden, zoals CRS (Certified Responsible Soya), voor overig sojaverbruik. Voor de Nederlandse productie van varkensvlees is 216.000 hectare sojateelt nodig (Hoste, 2014), waarvan naar schatting 70.000 ha voor de binnenlandse varkensvleesconsumptie. Binnen de RTRS-criteria is kappen van regenwoud voor sojateelt niet toegestaan. Sowieso is er in Brazilië, het belangrijkste herkomstland voor de Nederlandse soja, sinds 2006 een moratorium van kracht, waarbij sojateelt op land dat na 2006 gekapt is, verboden is. Verder is in 2012 de nieuwe Forest Code van kracht geworden, die nog sterker reguleert. Naast Brazilië is Argentinië een grote sojaleverancier aan Nederland.

Voor palmolie is er ook beleid vanuit de Nederlandse veevoerindustrie, om de negatieve gevolgen voor milieu- en sociale duurzaamheid te beperken. Hiervoor wordt aangesloten bij de RSPO- standaard (Round Table for Sustainable Palm Oil).

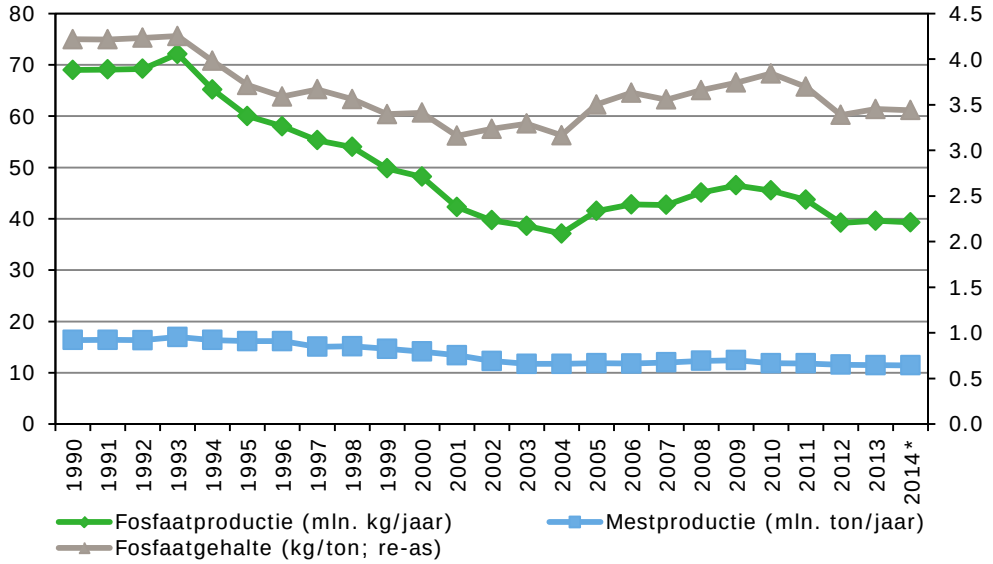
Om de kringlopen op Europees niveau te kunnen sluiten, is de ambitie uitgesproken om eiwitgrondstoffen of alternatieve grondstoffen zo veel mogelijk uit Europa te halen (Varkensvlees van Morgen, 2013; Commissie van Doorn, 2011). Er worden door Agrifirm veldproeven gedaan om soja in Nederland te kunnen telen. De teelt is wel mogelijk, maar nog onvoldoende rendabel in vergelijking met andere gewassen. Er is naar verwachting nog een aantal jaren onderzoek, verdere veredeling en marktontwikkeling nodig voordat dit rendabel mogelijk is.

Daarnaast is er land nodig voor de teelt van andere voergrondstoffen, zoals mais en granen.

Mest
De varkens produceren mest (figuur 3.3), die voor het grootste deel afgevoerd moet worden naar andere landbouwbedrijven. Gespecialiseerde varkensbedrijven hebben gemiddeld 13 ha cultuurgrond

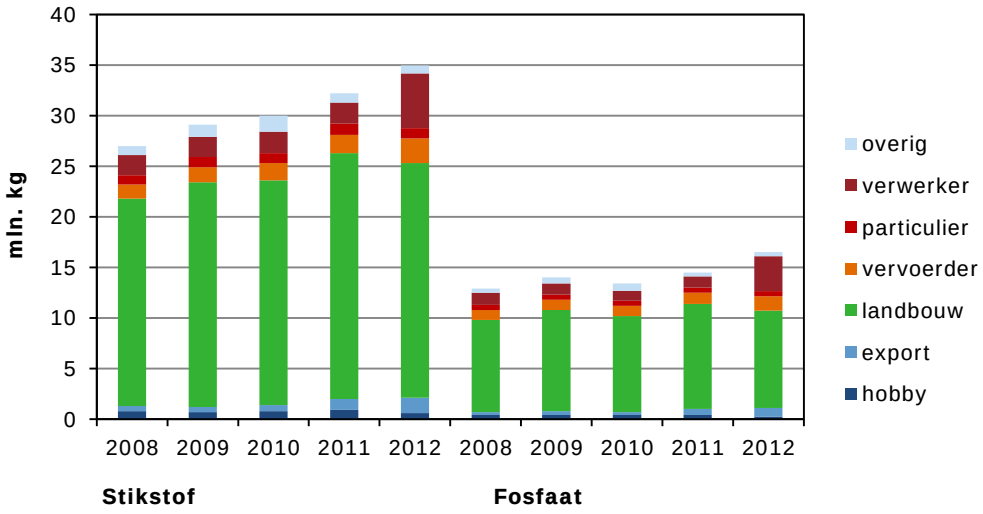
[2] De totaalvoerconversie is het totaalvoerverbruik op een gesloten varkensbedrijf van zeugen, biggen en vleesvarkens, gedeeld door het geproduceerde levend gewicht van de afgeleverde vleesvarkens.

(bron: CBS, 2014). Daar kan maar een zeer beperkt deel van de mestproductie op worden afgezet. Dit betekent dat het grootste deel van de mest afgevoerd moet worden.



Figuur 3.3 *Ontwikkeling mest- en fosfaatproductie in de varkenshouderij en fosfaatgehalte in de mest, 1990-2014 a)*
a) jaar 2014 is voorlopig.
Bron: CBS et al. (2015a; 2015b), bewerking LEI.

De totale productie van varkensmest en fosfaat in varkensmest is sinds 1990 gedaald, enerzijds door een daling in het aantal varkens, anderzijds ook door voermaatregelen. Het gehalte aan fosfaat in varkensmest schommelt rond 3,5 kg per ton. In veevoer wordt het fosfaatgebruik in de veehouderij teruggedrongen (het zogenoemde voerspoor) door gebruik van fytase, lage fosfaatgehaltes en goed benutbaar fosfaat wordt de fosfaatuitscheiding uit de dieren beperkt. Op deze wijze wordt ingespeeld op de wettelijke beperkingen ten aanzien van fosfaattoevoer op landbouwgronden.
De totale mestafzetkosten zijn de afgelopen jaren fors gestegen, tot een jaarlijks bedrag van gemiddeld € 35.000 per gespecialiseerd varkensbedrijf.



Figuur 3.4 *Nationale stikstof- en fosfaatplaatsing van varkensmest (miljoen kg), 2008-2012*
Bron: LNV-DR 2010-2011, EL&I-DR:2012, EZ-DR: 2013.

Tabel 3.1

Percentage van het mestoverschot op bedrijfsniveau dat verwerkt moet worden, naar regio, in 2014 en 2015

Regio	2014	2015
Zuid	30	50
Oost	15	30
Overig	5	10

Bron: RVO.

Een toenemend deel van de mest wordt verwerkt (figuur 3.4). In de Meststoffenwet is opgenomen dat een deel van het mestoverschot op bedrijfsniveau verwerkt moet worden (tabel 3.1). Dit is ook nodig om de mestmarkt in evenwicht te brengen. Verder wordt er een toenemende mestproductie uit de melkveehouderij verwacht (en deels al gerealiseerd), vanwege het loslaten van de melkquotering per april 2015. De melkveestapel groeit en de rundveemest zal gaan concurreren met de varkensmest in de afzet naar de akkerbouw. Het is daarom van belang om varkensmest te exporteren; een belangrijke importmarkt als Duitsland eist echter bewerking van de mest. Op een deel van de bedrijven wordt drijfmest gescheiden in een dunne en een dikke fractie. De dunne fractie wordt in de directe omgeving op het land gebracht, terwijl de dikke fractie hetzij direct op grotere afstand (>150 km) wordt afgezet of veelal verder bewerkt (gedroogd, gecomposteerd of gekorreld) en op die manier wordt gehygiëniseerd en vervolgens over de grens gebracht naar vooral Duitsland. Bij de productie van elektriciteit uit het biogas komt zoveel restwarmte vrij dat daarmee de noodzakelijke verhittingsstap kan worden uitgevoerd. Export van gehygiëniseerd digestaat is de belangrijkste afzetroute van varkensmest buiten de Nederlandse landbouw. Een heel beperkt deel van de mest wordt gecomposteerd voor afzet naar bijvoorbeeld Noord-Frankrijk.

Mestbewerking vraagt energie. Bovendien wordt het op afstand afgezet, zodat er ook transportenergie nodig is. Anderzijds kan het scheiden van mest energie besparen als de dunne fractie dichtbij afgezet wordt en er dus minder volume over grote afstanden getransporteerd hoeft te worden. Biogas wordt maar heel beperkt gewonnen. De investeringen zijn groot en het nettorendement is nog onvoldoende en afhankelijk van subsidies. Mest bewerken en afzetten kost al gauw netto € 18 per ton, wat overeenkomt met de afzetkosten van drijfmest. Het Recept voor duurzaam varkensvlees beschrijft de ambitie van de varkenssector:

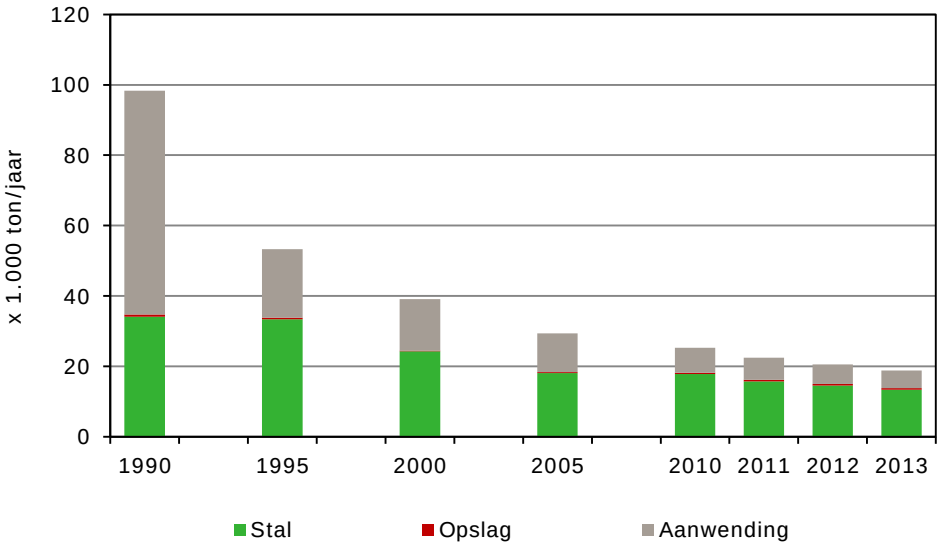
‘De varkensvleesketen investeert op bedrijfsniveau en op clusterniveau in productie van bio-energie, bodemverbeteraars en nieuwe generatie N-, P- en K-meststoffen uit dierlijke mest als alternatief voor kunstmest. We zien kansen in de mestverwerking (korte termijn) en technieken als mestraffinage, waarmee we mineralen en organische stof in mest tot waarde kunnen brengen. Daarmee kunnen we mineralenkringlopen sluiten en de bodemvruchtbaarheid verbeteren.’

NH_3

Bij de productie van mest en urine door varkens wordt ammoniak gevormd. Dit kan uit de mest emitteren en vrijkomen aan de buitenlucht. De Europese Unie heeft emissieplafonds opgesteld voor de verschillende lidstaten, de zogenaamde National emission ceilings (NEC). Voor Nederland bedraagt deze NEC in 2010 128 kton. De totale emissie in 2013 bedroeg nog 134 kton (bron: www.emissieregistratie.nl), waarvan circa 18,8 kton uit varkensstallen en opslag en aanwending van varkensmest (figuur 3.5). De Nederlandse overheid heeft dit nationale emissieplafond vertaald naar concrete eisen ten aanzien van emissiebeperking bij mestaanwending, mestopslagen en emissies uit stallen. Stallen worden daarbij zodanig aangepast, dat minder ammoniak vrijkomt (onder de roosters, bijv. scheiden van mest en urine, verkleinen van emissieoppervlakte of koelen van de mest) of dat de geëmitteerde ammoniak bij het verlaten van de stal uit de uitgaande lucht gewassen wordt. Dit gebeurt op alle varkensbedrijven, maar niet in iedere individuele stal. Bedrijven kunnen ook kiezen om de lucht uit een deel van de stallen verder te reinigen dan direct vereist, zodat er in een ander deel van de stal geen maatregelen nodig zijn. Op bedrijfsniveau wordt hiermee aan de vereiste reductie voldaan. Deze zogenaamde ‘interne saldering’ is bedoeld om te voorkomen dat bestaande stallen ingrijpend aangepast moeten worden, terwijl een gelijke emissiereductie bereikt wordt door een vergaande aanpassing in een nieuwe stal of afdeling.

Alle bedrijven moeten sinds 2013 voldoende emissiebeperkende maatregelen hebben genomen. Een uitzondering geldt voor bedrijven die uiterlijk in 2020 zullen stoppen met het houden van varkenshouden; als overgangsmaatregel (de zogenaamde Stoppersregeling) is het toegestaan om operationele maatregelen te nemen (zoals minder dieren houden, drijvende ballen op de mest, in combinatie met een toevoegmiddel in de mest). Vanwege interne saldering en de Stoppersregeling zijn, in de analyse van het CBS, niet 100% van de dierplaatsen emissiearm. Zo was in 2012 61% van de vleesvarkensplaatsen, 63% van de zeugenplaatsen en 69% van de plaatsen voor opfokbiggen emissiearm (CBS, 2012). Op bedrijfsniveau wordt echter wel voldaan aan de emissiereductie-eis. Dus kan worden gesteld dat alle Nederlandse varkensbedrijven ‘emissiearm’ zijn.

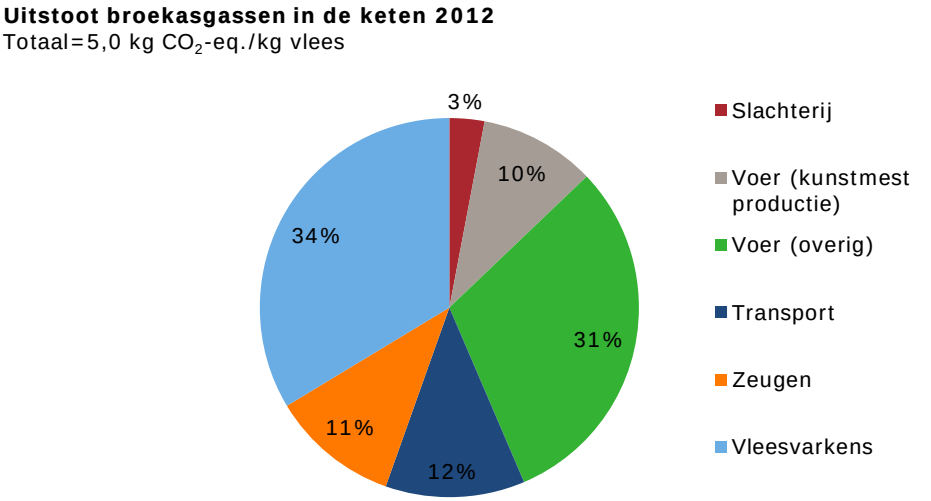
Het voordeel van het wassen van lucht in luchtwassers is dat naast ammoniak ook een zekere mate van fijnstof en geur wordt verwijderd. De luchtwasser is vrij eenvoudig toepasbaar op bestaande en nieuwe stallen, maar vraagt relatief veel elektrische energie. Een bijkomend nadeel van chemische wassers is het noodzakelijke gebruik van zwavelzuur. Het vrijkomende spuiwater van wassers (geconcentreerd ammoniumsulfaat), met dus veel zwavel, mag als meststof op het land worden aangewend. Dit kan leiden tot een overmaat aan zwavel in de grond. Er is geen beleid of doelstelling om het nadeel van de zwaveltoevoer te ondervangen. Daarnaast is de luchtwasser een end-of-pipe oplossing en draagt deze niet bij aan een beter stalklimaat voor dier en verzorger.



Figuur 3.5 *Ontwikkeling van de ammoniakemissie uit varkensstallen, en opslag en aanwending van varkensmest (1.000 ton/jaar)*
Bron: Emissieregistratie, bewerking LEI.

Energieverbruik in de keten

Het totale bruto primaire energieverbruik van varkensvleesproductie bedraagt 28 MJ/kg vleesproduct, terwijl de bruto uitstoot van broeikasgassen (exclusief landgebruiksverandering) 5,0 kg CO_2-eq./kg product bedraagt (Kool et al., 2014) (figuur 3.6). Hierbij wordt aangegeven dat dit een daling is ten opzichte van 1990 van respectievelijk 28% en 17%. De bijdrage hierin van de verschillende schakels (in 2012) is gegeven in de volgende figuur. De grootste verbruikers zijn de teelt van voer (inclusief kunstmestproductie) en de houderij van vleesvarkens.



Figuur 3.6 *Verdeling van de uitstoot van broeikasgassen in de varkensvleesketen in 2012*
Bron: Kool et al. (2014).

In de teelt van voedergrondstoffen wordt energie verbruikt bij de landbewerking en oogst, maar daarnaast ook voor de productie van vooral stikstofkunstmest die voor de teelt wordt ingezet.

Kraamzeugen en biggen worden gehouden in een verwarmde stal (vleesvarkens en dragende zeugen hebben dat niet of zeer beperkt nodig). Stallen worden in het algemeen mechanisch geventileerd en verlicht.

Mede door toepassing van betere isolatie, gerichtere (minimum-)ventilatie en nieuwe technieken vertoont het energieverbruik in de stal de laatste 10 jaar een dalende lijn, ondanks de toenemende elektriciteitsvraag door luchtwassers op een deel van de bedrijven, en bedraagt het circa 1,8 GJ directe energie per ton geproduceerd slachtgewicht. In de varkenshouderij bedroeg de daling in direct energieverbruik in 2012 ten opzichte van 2004 al 40% (bron: Bedrijveninformatienet).

Op een deel van de bedrijven wordt de uitgaande lucht uit de stallen 'gewassen' in een chemische of biologische luchtwasser. Volgens Vermeij (persoonlijke communicatie, 1 april 2015) bedragen de elektriciteitskosten van bijvoorbeeld een chemische wasser met 70% emissiereductie bij vleesvarkens 10 kWh per varkensplaats per jaar. Het totale elektriciteitsverbruik van een vleesvarkensbedrijf (inclusief een deel bedrijven met luchtwassers) bedraagt circa 30 kWh per gemiddeld aanwezig varken per jaar. Een wasser heeft dus een substantiële invloed op het elektriciteitsverbruik. Des te opmerkelijker is de gevonden daling in het elektriciteitsverbruik; mogelijk is hierbij geen rekening gehouden met op de bedrijven zelf opgewekte energie uit bijvoorbeeld mest of uit zonne-energie.

In de vleesindustrie is veel energie nodig voor het koelen van de karkassen van lichaamstemperatuur naar 7 °C. Ook wordt energie verbruikt voor het waterbad en de vlamoven en bij het koel houden van werk- en opslagruimten.

De vleesindustrie heeft zich aangesloten bij de MeerjarenEnergieAfspraken (MJA-3). Dit MJA3 vereist een verbetering van de energie-efficiëntie van 30% in 2020. Uit een verkenning is gebleken dat de vleesindustrie een besparingspotentieel heeft van 50% (Routekaart Vlees, 2012). Deze Routekaart geeft aan dat in 2008 het totale energieverbruik van de vleesindustrie 3.992 TJ per jaar bedroeg.

Het Recept voor duurzaam varkensvlees (2014) onderschrijft de generieke doelstellingen uit Schoon en zuinig (2007): een reductie van 30% broeikasgasemissies in 2020 ten opzichte van 1990, een aandeel van 20% hernieuwbare energie in 2020 en een energiebesparingstempo van 2% per jaar. Recept duurzaam varkensvlees wil nog een stapje verder gaan met de volgende ambitie:

> 'Ons doel is een energieneutrale varkenshouderij te realiseren in 2020, door onder andere verlaging van het energiegebruik en door vergroting van groene energieproductie via vergisting en terugwinnen van warmte en/of zonne-energie.'

Wat is er bereikt? Kool et al. (2014) schrijft:

> 'De hernieuwbare energiebronnen zijn vergisting van mest en de productie van elektriciteit en warmte via respectievelijk windenergie en houtkachels. In 2012 werd 6% van de varkensmest vergist. Dit geldt zowel voor de mest uit de zeugenhouderij als voor de mest uit de vleesvarkenshouderij. De totale eigen energieproductie (naast vergisting is dat via windenergie en houtkachels) is ongeveer 26% van het totale energieverbruik van de varkenshouderij en 2% van het totale eindverbruik van de gehele keten. Als we de ontwikkelingen in de benutting van de (slacht)bijproducten daarin meenemen, is de reductie 24% over de gehele keten. De vermeden broeikasgasemissies door eigen energieproductie is ongeveer 2% van de totale (bruto)broeikasgasemissie van de keten.'

Onduidelijk is of Kool et al. rekening hebben gehouden met het gebruik van zonne-energie.

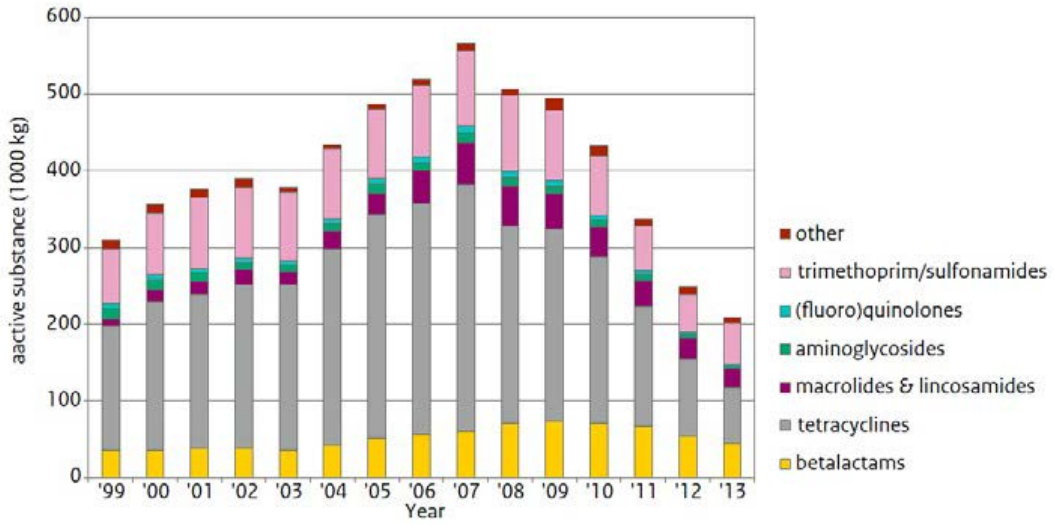
Vers varkensvlees wordt al dan niet via een vleesverwerker naar verschillende kanalen afgezet, zoals retail, detailhandel en catering. In de supermarkt wordt vlees gekoeld bewaard, wat koelenergie vraagt. Er vinden productverliezen plaats doordat producten niet verkocht worden, bijvoorbeeld als gevolg van acties van andere producten, of door breuk van de verpakking, of omdat de houdbaarheidsdatum overschreden wordt. Weliswaar prijzen supermarktondernemers de waren vaak af zodra de THT (houdbaarheidsdatum) in zicht komt, maar er blijven onverkoopbare producten.

Derving en verspilling vormen een belangrijke kostenpost en er is toenemende aandacht voor de reductie van hiervan (onder andere Soethoudt, 2012).

Verder vindt energieverlies (koudeverlies) plaats doordat consumenten de producten mee naar huis nemen. Thuis moeten de producten weer gekoeld bewaard worden. Ook gebeurt het dat consumenten vlees in de vriezer bewaren, wat extra energie vraagt om in te vriezen.

Antibiotica
Een efficiënte veehouderij gaat vaak gepaard met het gebruik van antibiotica. De veehouderij heeft de laatste jaren echter een forse reductie bereikt in het gebruik van antibiotica. Dat begon met een verbod op antimicrobiële groeibevorderaars in het voer; de laatste vier toegelaten voerantibiotica zijn in 2006 door de EU verboden. Verder heeft de veehouderij gezamenlijk de afspraak gemaakt met de Nederlandse overheid om het antibioticumverbruik te verminderen ten opzichte van het verbruik in 2009, nl. 20% reductie in 2011, 50% reductie in 2013 en 70% reductie in 2015. De diervoederindustrie is in 2011 gestopt met produceren van gemedicineerde voeders (Nevedi, 2010), wat ook heeft bijgedragen aan de reductie van het verbruik. In 2011 is met de Regeling Diergeneesmiddelen ook wetgeving opgesteld voor gebruik van antibiotica voor landbouwhuisdieren. Sinds 2013 is deze wetgeving ook van kracht in de gezelschapsdierensector. In 2012 bedroeg de reductie al 49%, terwijl die in 2013 voor zeugen en biggen op 60% en voor vleesvarkens op 69% uitgekomen zijn (Soons, 2015) (figuur 3.7). De varkenssector loopt daarmee zelfs voor op de doelstellingen. Bovendien is er binnen de beide IKB-systemen een verbod gekomen op het gebruik van gemedicineerd veevoer en op het gebruik van zogenaamde 3e- en 4e-generatie antibiotica, die ook humaan gebruikt worden.

Het Recept voor duurzaam varkensvlees (2014) voegt de ambitie toe dat het antibioticaverbruik in 2020 op een algemeen verantwoord niveau is, waarbij preventieve gezondheidszorg en goed diermanagement moet bijdragen aan verbeterde gezondheidszorg van de dieren. Er worden veel alternatieve gezondheidstimulerende additieven ontwikkeld, zoals producten met medium chain fatty acids (mcfa's), vitaminen, sporenelementen enzovoort.



Figuur 3.7 *Totaal veterinair antibioticagebruik per jaar, 1999-2013 (mg actieve stof/1.000 kg levend gewicht)*
Bron: MARAN 2014.

Tegenover dit positieve resultaat staat dat varkenshouders meer vaccins zijn gaan gebruiken en er is discussie over de wenselijkheid hiervan. Ook worden vragen gesteld of een te sterke reductie in antibioticumgebruik wel gunstig is voor het dierenwelzijn.

Het Recept voor duurzaam varkensvlees (2013) stelt:

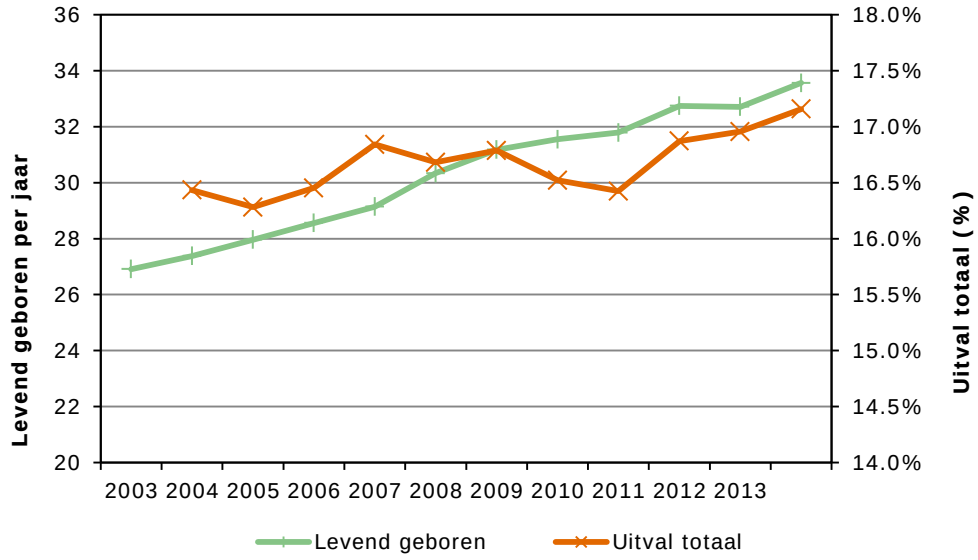
> ‘We gaan daarvoor de gezondheidszorg verbeteren met preventief diermanagement. Met aanpassingen in huisvesting, management, voeding en veterinaire dienstverlening willen we ons richten op gezonde dieren met een hogere gezondheidsstatus.’

Zoönosen, ziekteverwekkers en volksgezondheid

Op varkensbedrijven komen pathogenen voor. Deze kunnen een risico vormen voor de dier- en volksgezondheid. Vanuit het oogpunt van volksgezondheid kan onderscheid gemaakt worden tussen voedselveiligheid (bijvoorbeeld Salmonella op varkensvleesproducten) en potentiële risico’s voor de volksgezondheid vanuit de varkenshouderijbedrijven (bijvoorbeeld endotoxinen). Met name voor het laatste onderdeel zijn de risico’s en oplossingen nog niet goed bekend (onder andere Winkel et al., 2014). Sectordoelstelling (Recept voor duurzaam varkensvlees) is om zoönosen met hulp van monitoring te beheersen en risico’s voor de volksgezondheid tot een minimum te beperken.

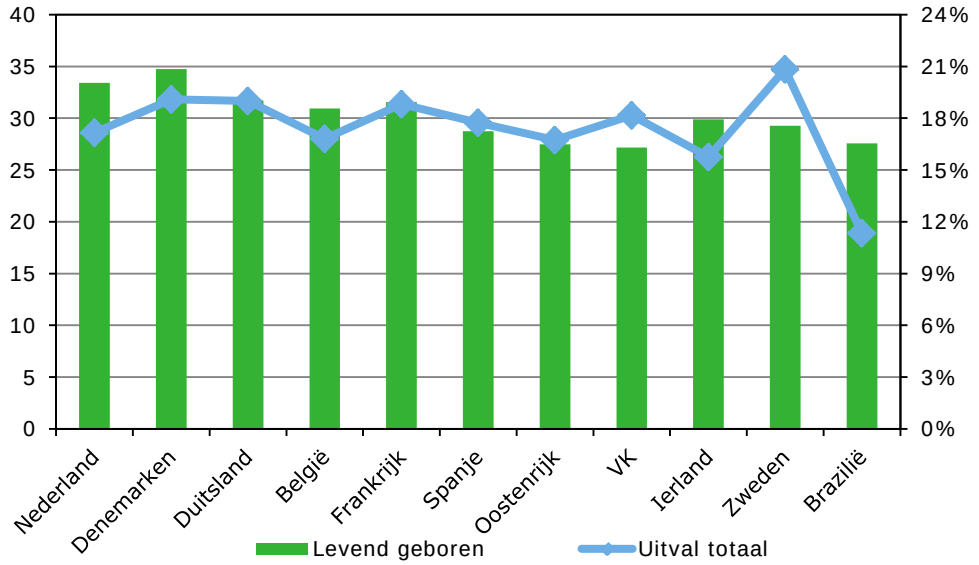
Uitval van dieren en kadaververwerking

Een deel van de varkens sterft voordat ze naar de slacht gaan. Sterfte vindt veelal kort na de geboorte plaats. De uitval van de biggen neemt wat toe met het toenemend aantal levend geboren biggen per jaar. Door vooral fokkerijmaatregelen (fokkerij die gericht is op meer vitale biggen) is de stijging van de sterfte in de jaren 2008-2010 teruggedraaid (Plan van aanpak ‘Minder biggensterfte in de Nederlandse zeugenhouderij’, op initiatief van minister Verburg), maar sindsdien is er weer sprake van een stijging (figuur 3.8). De uitval in de vleesvarkensfase ligt rond de 2% (Kengetallenspiegel, 2014) en is de laatste jaren vrij stabiel.



Figuur 3.8 *Ontwikkeling van het aantal levend geboren biggen per zeug per jaar en van de totale uitval van geboorte tot slacht (%)*
Bron: Kengetallenspiegel van Agrovision, verschillende jaren.

Internationaal gezien scoort Nederland goed op de relatie tussen uitval en aantal levend geboren biggen (figuur 3.9). De totale uitval ligt in veel landen rond de 18%, terwijl het aantal levend geboren biggen in de meeste landen lager ligt dan in Nederland.



Figuur 3.9 *Aantal levend geboren biggen per zeug per jaar en totale uitval van geboorte tot de slacht (%) van een aantal landen*
Bron: InterPIG/LEI Wageningen UR.

De varkenshouderij in Nederland produceert zeer efficiënt, zowel wat betreft dierproductiviteit als voederefficiëntie. Ook produceert een zeug in Nederland in haar leven gemiddeld 66 vleesvarkens, duidelijk meer dan in bijvoorbeeld Denemarken (50), Duitsland (59) of Ierland (43) (Hoste, 2013).

Gestorven dieren worden regelmatig opgehaald ter verwerking. Het aanbieden van grotere dieren aan de verwerker kan dagelijks. Kleinere dieren en nageboortes worden gekoeld en dan met grotere tijdsintervallen opgehaald. Recent zijn ook voor de grotere dieren koelinstallaties ontwikkeld voor varkensbedrijven, zodat de frequentie van ophalen verlaagd wordt. Er is energiebehoefte voor zowel het ophalen als voor het koelen. De logistiek is sterk geoptimaliseerd. De opgehaalde kadavers worden verwerkt tot diermeel en dierlijk vet, waarna er energie uit wordt gehaald door verbranding en omzetting in biobrandstof en biodiesel (bron: www.rendac.nl).

De vleesindustrie produceert ook dierlijke afvalproducten, zoals afgekeurde delen, botten, vetten en bloed. Deze worden gescheiden en zo veel mogelijk verwerkt tot hoogwaardige producten, zoals grondstoffen voor farmaceutische producten of ingrediënten voor porselein.

Dierenwelzijn
Er is toenemende aandacht voor het welzijn van dieren. Er is vooral aandacht voor extra leefoppervlakte, afleidingsmateriaal en het vermijden van ingrepen. Een houderijsysteem met extra aandacht voor dierenwelzijn kan ten koste gaan van de milieuduurzaamheid. In de huidige houderijsystemen lag de focus op efficiëntie van de productie. De nieuwe eisen en wensen zijn hierin niet altijd te realiseren zonder afwenteling op andere duurzaamheidsthema's. Voorbeelden zijn een hogere ammoniakemissie of mineralenuitstoot door ongunstigere voerbenutting. In (totaal) nieuwe systemen gebaseerd op de nieuwe eisen kan deze afwenteling voorkomen worden en kan een hoger duurzaamheidsniveau gerealiseerd worden. Er zijn reeds stappen gezet naar een hoger niveau van varkenswelzijn in de sector. Het vermijden van ingrepen staat ook hoog op de agenda, zoals de beweging naar vermindering of afschaffing van castreren van mannelijke varkens. Bijkomend voordeel is dat dit leidt tot een verbetering van de voerefficiëntie. Maatschappelijk gezien is het wenselijk om de krulstaart weer terug te krijgen. In de huidige houderij is dat nauwelijks mogelijk en worden de staarten standaard gecoupeerd, omdat er een groot risico is dat varkens elkaar gaan beknabbelen en kannibaliseren. Ook hier kunnen nieuwe inzichten in het houderijsysteem een uitkomst bieden. Verbetering van dierenwelzijn, milieuduurzaamheid en economie lopen niet a priori parallel. Naast wettelijke eisen zijn er diverse keteninitiatieven (zoals Varkensvlees van Morgen), waarin bovenwettelijke dierenwelzijnseisen worden gesteld.

Reinigings- en ontsmettingsmiddelen
In de productieketen van varkensvlees worden reinigings- en ontsmettingsmiddelen gebruikt, vooral in de varkenshouderij en de vleesindustrie. De restanten hiervan komen in de mest terecht (op het varkensbedrijf) of in het restproduct van de eigen afvalwaterzuiveringsinstallaties van de vleesindustrie.

Hinder voor de omgeving
De varkenshouderij produceert mest- en stalgeuren. Ook in de andere schakels speelt geuremissie een rol, maar in mindere mate: in de veevoerproductie (bijvoorbeeld melassegeur), de vleesindustrie en bij transport, maar ook bij het uitrijden van de mest op de akkerbouw- of weidegrond. Dat laatste is minder geworden, sinds in de jaren negentig de mest emissiearm wordt aangewend, door bijvoorbeeld sleepslangen of zodebemesters. Maatschappelijk gezien is de overlast van geur uit de varkenshouderij (de primaire productie) een belangrijk knelpunt.

Andere hinder voor de omgeving kan bestaan uit transportbewegingen en geluid (vooral bij aan- en afvoer van veevoer en dieren) en luchtkwaliteit (fijn stof, zoönosen; zie aldaar). Bedrijven worden groter in de loop van de tijd, en dit betekent ook dat er meer transportbewegingen nodig zijn. Vooral als dit 's nachts gebeurt, of in de nabijheid van burgers, kan dit als overlast worden ervaren.

Water
Er is betrekkelijk weinig informatie beschikbaar over het waterverbruik in de productieketen van varkensvlees. Een aanzet is geleverd door Mekonnen en Hoekstra (2010; 2012). Zij berekenden een watervoetafdruk van varkensvlees. In Nederland bedraagt deze volgens hun berekeningen 4.429 m^3/ton varkensvlees. Wereldwijd ligt dat op gemiddeld 6.000 m^3/ton varkensvlees. Nederland is relatief zuinig met water, wat naar verwachting vooral te maken heeft met de efficiënte voederbenutting. De verdeling over verschillende schakels is in tabel 3.2 weergegeven.

Tabel 3.2
Verdeling waterverbruik in de varkensvleesproductieketen wereldwijd en in Nederland (%) a)

Activity	Global average	Netherlands
Feed production	97	95
Water for feed mixing	0.04	0.08
Drinking water	0.82	1.1
Water for servicing	2.51	4.0

a) Feed production betreft de teelt van voergrondstoffen; Water for feed mixing en Drinking water hebben betrekking op waterconsumptie van varkens; Water for servicing is overig waterverbruik

Bron: Mekonnen en Hoekstra (2012); Mekonnen, persoonlijke communicatie, 1 april 2015.

Volgens Mekonnen en Hoekstra (2010, p.27) is dit verdeeld over 84% 'groen' (regenwater), 6% 'blauw' (oppervlakte- en grondwater) en 10% 'grijs' (afvalwater) in Nederland. Voor de varkensproductie wereldwijd is dat berekend op 82% 'groen', 8% 'blauw' en 10% 'grijs' water.

Tabel 3.2 laat zien dat het overgrote deel (95%) van het waterverbruik in de varkensvleesproductie-keten in Nederland voor rekening komt van de teelt van voergrondstoffen. Het waterverbruik op varkensbedrijven komt deels uit de bodem (eigen bron), maar het betreft voornamelijk leidingwater. Het water wordt gebruikt als drinkwater voor de dieren en als reinigingsmiddel. Gemiddeld gezien drinkt een varken ruim twee keer zo veel als het aan voer opneemt. Uit het Bedrijveninformatienet is een totaal verbruik aan leidingwater berekend van 3,8 m^3/ton varkensvlees (karkasgewicht). Varkenshouders proberen water te besparen, omdat overtollig water vrijwel volledig als mest tegen hoge kosten moet worden afgezet. In de vleesindustrie en bij het transport wordt ook water verbruikt, vooral om te reinigen. Dit betreft relatief kleine volumes.

Transport

Transport vindt plaats in de gehele productieketen. Bepaalde voergrondstoffen (voornamelijk sojaproducten) worden van buiten Europa aangevoerd per oceaanschip. Voergrondstoffen worden dan per binnenschip en/of per as naar een veevoerbedrijf getransporteerd. Vervolgens wordt het complete mengvoer per as naar de varkensbedrijven gebracht. Op veel varkensbedrijven worden daarnaast ook enkelvoudige grondstoffen en droge of natte bijproducten aangevoerd.

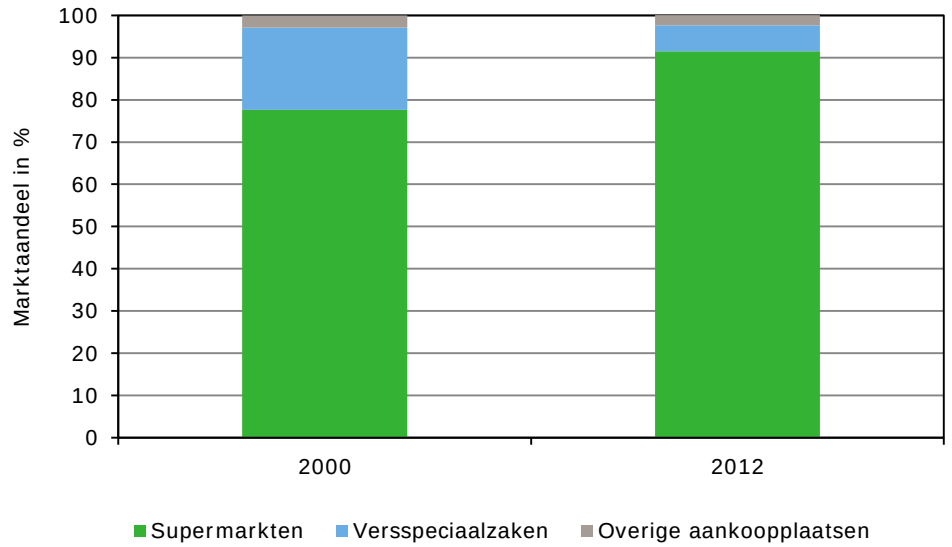
Van de totale productie van circa 25 mln. dieren per jaar worden circa 7 mln. biggen geëxporteerd. De resterende circa 18 mln. biggen worden in Nederland als vleesvarken gehouden, waarvoor een belangrijk deel, naar schatting 12 mln., als big met een gewicht van circa 25 kg tussen zeugenbedrijf en vleesvarkensbedrijf getransporteerd wordt. De vleesvarkens worden vervolgens getransporteerd naar een slachterij in Nederland (14 mln. varkens) of in het buitenland (circa 4 mln., vrijwel allemaal naar Duitsland). Na de slacht worden de verschillende delen, in diverse stadia van bewerking, eventueel verder getransporteerd. De laatste jaren is er een consolidatie geweest in het aantal vleesbewerkende bedrijven, deels ook door integratie met de slachtfase. De benodigde transporten van deelproducten zijn daardoor naar verwachting iets gedaald. Een deel van het vlees, circa 900.000 ton, wordt geëxporteerd, meestal als technische delen (grote karkasdelen die niet verder bewerkt zijn). Ook vindt import plaats van vleesdelen, al of niet verder bewerkt tot bijvoorbeeld vrijwel kant-en-klare delen.

Vervolgens wordt het vlees vervoerd naar bijvoorbeeld een distributiecentrum van een supermarktorganisatie en vervolgens naar de lokale supermarkten. Ook vindt transport plaats naar (leveranciers van) cateraars en restaurants en naar andere institutionele afnemers (zoals ziekenhuizen, kantines).

Verpakkingsmateriaal

Vlees is een gevoelig product uit oogpunt van bederfelijkheid en besmettingsgevaar. Het wordt daarom verpakt, tussen de bewerkingsstappen (als het bewaard of getransporteerd moet worden), maar ook als eindproduct naar de consument. Het overgrote deel van het vlees voor thuisconsumptie wordt via de supermarkten verkocht (zie figuur 3.10). Vlees is voornamelijk voorverpakt, voor een deel ook met aangepaste luchtsamenstelling om de bewaartermijn te kunnen verbeteren. Deze verpakkingen worden door de consumenten verwijderd.

Vlees wordt vooral in kunststof verpakkingen getransporteerd en verkocht. Hiervoor geldt het Besluit beheer Verpakkingen 2014 (Ministerie Infrastructuur en Milieu, 2014), dat een recycling vereist van ten minste 45% in 2015, oplopend tot 52% vanaf 2022.



Figuur 3.10 *Marktaandeel afzetkanaal varkensvlees in 2000 en 2012*
Bron: GfK.

3.2 Belang van duurzaamheidsmeting

Tabel 3.3

Belangrijkste hotspots per thema en ketenschakel in de Nederlandse varkensvleesketen

Ketenschakel	Water	Energie	Land	Fosfaat
Toelevering	Teelt van voergrondstoffen Veevoergrondstof deels bijproducten uit humane levensmiddelen-industrie Hoge voerefficiëntie spaart water	Transport: grondstoffen; Veevoer Hoge voerefficiëntie spaart energie Grotere bedrijven geeft efficiëntere transporten	Teelt van voergrondstoffen. Ontbossing ten behoeve van sojateelt speelt nauwelijks meer door eisen van de retail en de ambitie van de veevoerindustrie in Nederland voor uitsluitend gebruik van verantwoorde soja	Grondstofkeuze met verteerbaar fosfaat
Primaire productie	Waterverbruik primaire bedrijven relatief beperkt in totale keten. Relatie met volume van mestafzet; wordt daarom al zoveel mogelijk beperkt	Beperkt aandeel; Nieuwe energiebesparende verwarmings- en ventilatietechnieken; Luchtwassers kosten energie, reduceren NH_3-emissie, maar gaat deels gepaard met zwaveloverschot; Mestbewerking nodig	Primaire productie goeddeels grondloos. Wel voergrondstoffen van en mestafzet naar andere bedrijven.	Fytase en lage fosfaatgehaltes in veevoer
Handel	-	Marginaal	-	-
Verwerking	Waterverbruik relatief beperkt in verhouding tot totale keten; Reinigings- en ontsmettingsmiddelen in afvalwater	Koeling; broeien en vlamoven in de slachterij		
Afzet	-	Koeling, transport	-	Hergebruik fosfaat uit zuiveringsslib

3.3 Belangrijke doelstellingen

Tabel 3.4
Belangrijkste doelstellingen per thema en ketenschakel in de Nederlandse varkensvleesketen

Ketenschakel	Water	Energie	Land	Fosfaat
Toelevering	De Nederlandse veehouderij draagt niet bij aan de uitputting van strategische watervoorraden (UDV, 2009)	Geen energie uit fossiele brandstoffen in de hele keten Bijdrage naar rato aan beperken van de globale temperatuurstijging (UDV, 2009)	Geen kap van regenwoud voor sojateelt . Toename gebruik bijproducten uit levensmiddelen-industrie - reeds groot deel Kringlopen sluiten	Alleen gebruik uit niet-gemijnde bronnen (UDV, 2009) Mestbewerking en -export Opwaarderen varkensmest ten behoeve van sluiten van kringlopen Binnenlandse sojateelt
Primaire productie	Kwalitatief goed oppervlakte- en grondwater (UDV, 2009) Schoon drinkwater op dierniveau Verlaging biggensterfte	Verlaging primair energiegebruik Bio-energie uit dierlijke mest Energieneutrale varkenshouderij Verlaging biggensterfte	Gunstige voerconversie Toenemende toepasbaarheid van enkelvoudige bijproducten (zonder tussenkomst van mengvoerfabriek) Verlaging biggensterfte	Gunstige voerconversie Verlaging biggensterfte
Handel/logistiek				
Verwerking		Ambities in 2020: broeikasgasemissies -30%; 20% hernieuwbare energie en jaarlijkse energiebesparing 2 %		
Afzet/bewaring		Verlaging koelenergie		

Geen kap van regenwoud voor sojateelt
Sojamoratorium (Brazilië) sinds 2006 en Forest Code; soja in veevoer voor binnenlandse consumptie van dierlijke producten per 2015 volgens RTRS.

Kringlopen sluiten
Het Recept voor duurzaam varkensvlees ambieert nog meer reststromen uit de voedingsmiddelen-industrie te gebruiken. Het huidige verbruik van restanten uit de levensmiddelenindustrie is substantieel, maar kan nog toenemen. Ook ambieert het Recept om als varkensvleesketen te investeren in het opwaarderen van varkensmest: productie van bodemverbeteraars en een nieuwe generatie N-, P- en K-meststoffen uit dierlijke mest als alternatief voor kunstmest. In eerste instantie moet daarvoor meer mestvergisting en mestverwerking van de grond komen, maar daarna moeten er ook technieken ontwikkeld worden als mestraffinage, om hiermee mineralen en organische stof in mest tot waarde kunnen brengen. Mestbewerking kan verder bijdragen aan het sluiten van kringlopen, als de bewerkte mest wordt teruggevoerd naar de herkomstregio van de voergrondstoffen (bijvoorbeeld granen uit Noord-Frankrijk). Ontwikkeling van binnenlandse sojateelt (en alternatieve eiwitvervangers) is in gang gezet.

Verlaging fosfaatoverschot
Wetgeving is ingezet om de fosfaattoevoer uit dierlijke mest te verlagen. Op deze wijze wordt ingespeeld op de wettelijke beperkingen ten aanzien van fosfaattoevoer op landbouwgronden. Ook de toenemende mestbewerking en export spelen hierop in.

Ammoniak
Wettelijk moeten alle bedrijven sinds 2013 voldoende emissiebeperkende maatregelen hebben genomen. Op regionaal niveau worden soms hogere reductie-eisen gesteld. Ook binnen het concept 'Varken van morgen' wordt een bovenwettelijke emissiereductie vereist, vooral voor nieuwe stallen. Behalve ammoniak wordt door luchtwassers ook een deel fijnstof en geur uit de uitgaande stallucht verwijderd. Nadeel is het hoge verbruik van elektrische energie van luchtwassers en het noodzakelijke gebruik van zwavelzuur. Het vrijkomende spuiwater met zwavel wordt op het land uitgereden. Dit kan leiden tot een overmaat aan zwavel in de grond. Er is geen beleid of doelstelling om het nadeel van de zwaveltoevoer te ondervangen.

Technieken die mest en urine scheiden of zo snel mogelijk afvoeren kunnen ook de ammoniakemissie beperken, vaak zonder extra energieverbruik. In nieuwe stallen is dit goed in te bouwen. Voorbeelden zijn de Starplus-stal, schuine putwanden of het varkenstoilet.

Energie
De kabinetsambitie in Schoon en zuinig omvat een reductie van 30% broeikasgasemissies in 2020 ten opzichte van 1990, een aandeel van 20% hernieuwbare energie in 2020 en een energiebesparing-stempo van 2% per jaar. De vleesindustrie heeft zich aangesloten bij de Meerjarenafspraak energie (MJA-3). Ten opzichte van 1990 was er in 2012 al een daling bereikt van 28% van het bruto primaire energieverbruik in de varkensvleesproductiekolom.

Het Recept voor duurzaam varkensvlees (2014) onderschrijft de generieke doelstellingen uit Schoon en zuinig, maar wil daarnaast in 2020 een energieneutrale varkenshouderij realiseren door onder andere verlaging van het energiegebruik en door vergroting van groene energieproductie via vergisting en terugwinnen van warmte en/of zonne-energie. De varkensvleesketen (Recept) wil investeren in de productie van bio-energie uit dierlijke mest.

In de varkenshouderij bedroeg de daling in direct energieverbruik in 2012 ten opzichte van 2004 al 40%. Volgens Kool et al. (2014) bedraagt de totale eigen energieproductie van de varkenshouderij (uit vergisting, windenergie en houtkachels) in 2012 ongeveer 26% van het finaal energieverbruik. De Wet milieubeheer eist van bedrijven om energiebesparende maatregelen te nemen als deze zich binnen vijf jaar terugverdienen. Bij supermarkten is een belangrijke besparingsmaatregel het permanent afdekken van koel- en vriesmeubelen.

Antibiotica (niet in tabel)
De Nederlandse overheid heeft met de veehouderij de afspraak gemaakt om het antibioticumverbruik in de veehouderij te verminderen ten opzichte van het verbruik in 2009, namelijk 20% reductie in 2011, 50% reductie in 2013 en 70% reductie in 2015. Deze reductiedoelstelling is tot 2013 ruimschoots gehaald: in 2012 bedroeg de reductie al 49%, terwijl die in 2013 voor zeugen en biggen op 60% en voor vleesvarkens op 69% uitgekomen zijn (Soons, 2015). Bovendien is er binnen de beide IKB-systemen een verbod gekomen op het gebruik van gemedicineerd veevoer en op het gebruik van zogenaamde 3e- en 4e-generatie antibiotica, die ook humaan gebruikt worden.
Het Recept voor duurzaam varkensvlees (2014) voegt de ambitie toe dat het antibioticaverbruik in 2020 op een algemeen verantwoord niveau is, waarbij preventief diermanagement moet bijdragen aan verbeterde gezondheidszorg van de dieren.

Zoönosen en bacteriën (niet in tabel)
De varkenssector heeft zich ten doel gesteld om zoönosen met hulp van monitoring te beheersen en risico's voor de volksgezondheid tot een minimum te beperken.

Uitval van dieren en kadaververwerking
Op initiatief van toenmalig landbouwminister Verburg heeft de varkenssector een plan van aanpak gemaakt: 'Minder biggensterfte in de Nederlandse zeugenhouderij.' Door een toenemend aantal geboren biggen nam ook de sterfte van de biggen toe. Vooral fokkerijmaatregelen hebben ertoe bijgedragen dat de stijging van de biggensterfte in de jaren 2008-2010 was teruggedraaid. Sindsdien is er echter weer sprake van een stijging. In internationale context is de biggensterfte in Nederland nog niet zo hoog.

Water
Er is geen doelstelling bekend om waterverbruik in de varkensvleesproductie te reduceren. Enerzijds hangt dat samen met het feit dat het waterverbruik vooral plaatsvindt bij de teelt van de voergrondstoffen (vooral buiten Nederland) en anderzijds ook met het feit dat waterbeschikbaarheid hier niet zo'n probleem is. De watervoetafdruk van varkensvlees in Nederland ligt volgens Mekonnen en Hoekstra (2012) op 4.429 m^3/ton varkensvlees, tegen gemiddeld 6.000 m^3/ton varkensvlees wereldwijd.

Verpakkingen (niet in tabel)
Vlees wordt vooral in kunststof verpakkingen getransporteerd en verkocht. Hiervoor geldt het Besluit beheer Verpakkingen 2014, dat een recycling vereist van ten minste 45% in 2015, oplopend tot 52% vanaf 2022.

3.4 Beschikbare indicatoren

Tabel 3.5
Belangrijke indicatoren per thema en ketenschakel in de Nederlandse varkensvleesketen

Ketenschakel	Water	Energie	Land	Fosfaat
Keten (totaal)	Watervoetafdruk (m^3/ton slachtgewicht)	CO_2-voetafdruk (CO_2-eq./kg slachtgewicht)		
Toelevering		CO_2-voetafdruk van compleet mengvoer	Teeltareaal niet-Europese voergrondstoffen (ha) Gebruik bijproducten per ton mengvoerequivalent (ton/j) d)	Fosfaatefficiency (%) (aandeel aangevoerde fosfor, dat via dieren dierlijke producten het bedrijf verlaat)
Primaire productie	Leidingwaterverbruik (m^3/ton slachtgewicht)	Energieverbruik (GJ/ton slachtgewicht) in % ten opzichte van 1990 Percentage eigen Energieproductie uit duurzame bronnen a) Percentage uitval dieren van geboorte tot slacht b)	Totaalvoerconversie (verhouding voerverbruik ten opzichte van levend gewicht dieren) e)	Aandeel mest-bewerking (gewicht-% van mestproductie) Aandeel mestraffinage (gewicht-% van mestproductie)
Handel en transport	-	Totale transportafstand (km/jaar) van vee, vlees en mest c)	-	Volume mestexport (ton/j) Aandeel mestexport (% fosfaat)
Verwerking	Waterverbruik (m^3/ton product)	Energieverbruik in productieproces en voor transport (GJ/ton product)	-	-
Afzet		Energieverbruik (GJ/ ton product)		

a) Uit duurzame bronnen, zoals zonne- en warmwaterpanelen, windenergie, mestvergisting; geen houtkachels op varkensbedrijven; b) Uitval dieren van geboorte tot slacht (gewicht van uitgevallen dieren als % van gewicht van alle levend afgeleverde dieren, betreft alle diercategorieën; c) Betreft binnenlands transport van vee, vlees en mest en buitenlands transport (im-/export), voor zover beginnend in Nederland of direct naar Nederland toe; d) Te meten in ton mengvoerequivalent (87% droge stof); e)Totaalvoerconversie: verhouding tussen het totaalvoerverbruik van (opfok)zeugen, beren, biggen en vleesvarkens, en het levend afgeleverde gewicht van deze dieren voor een 'gesloten systeem'

3.5 Conclusies en aanbevelingen

Tabel 3.6
Categorisering van duurzaamheidsthema's per ketenschakel naar urgentie

Ketenschakel	Water	Energie	Land	Fosfaat
Toelevering	A (keten)	A (keten)	C	C
Primaire productie	D (wel aandacht, geen doelen)	B (deels D)	B	C
Handel/logistiek	B	N.v.t.	B	N.v.t.
Verwerking	B	D	B	N.v.t.
Afzet incl. bewaring	B	D	B	N.v.t.

A = Dit is een probleem van grote omvang en er wordt nog geen aandacht aan besteed;

B = Dit is een probleem van beperkte/ hanteerbare omvang en er wordt nog geen aandacht aan besteed;

C = Dit is een probleem van grote omvang, maar er zijn doelen gesteld;

D = Dit is een probleem van beperkte/hanteerbare omvang, maar er zijn doelen gesteld.

Algemeen kan gezegd worden dat er aan de duurzaamheidsthema's, voor zover relevant in het Nederlandse deel van de productieketen, al hard wordt gewerkt. Aan relevante issues die buiten Nederland spelen, denk aan de teelt van niet-Europese voergrondstoffen (soja, palmolie), wordt via keteninitiatieven gewerkt.

Bij water is het overgrote deel van het verbruik (95%) gerelateerd aan de veevoerproductie (met name de teelt). Door de juiste grondstoffenkeuze en -samenstelling en door het nastreven van een betrekkelijk hoog geconcentreerd voer, ligt de voederefficiëntie in de Nederlandse varkenshouderij hoog, wat zich ook uit in de waterbehoefte bij de teelt van de voergrondstoffen. Een verdere efficiëntieslag in waterverbruik zal vooral in de teelt moeten plaatsvinden. Aanbevolen wordt om te onderzoeken of het mogelijk is om watergebruik op te nemen in duurzaamheidsschema's zoals RTRS. Binnen de varkenshouderij besparen varkenshouders op water, omdat (overtollig) water in de mest terechtkomt en dan duur afgezet moet worden. Hier is naar verwachting weinig besparing meer mogelijk, maar hergebruik als spoelwater is denkbaar. Een te sterke besparing kan zelfs ten koste gaan van de benodigde watervoorziening van de dieren. Ook in de vleesindustrie wordt gebruikgemaakt van water, maar ook hier zijn geen substantiële besparingsmogelijkheden bekend.

Energie
Analoog aan het verbruik van water ligt een belangrijk deel van het energieverbruik in de varkensproductiekolom in de teelt van voergrondstoffen. De verdeling is echter minder nadrukkelijk op de teelt gericht. In de varkenshouderij, maar ook wel in de vleesindustrie wordt energie verbruikt en zijn besparingsmogelijkheden voorhanden. In de varkenshouderij heeft de Keten Duurzaam Varkensvlees de ambitie uitgesproken om per 2016 netto energieneutraal te zijn voor de primaire productie. Dit wordt bereikt door een combinatie van moderne technieken (bijvoorbeeld bij ventilatie) en energieopwekking (bijvoorbeeld zonnepanelen). Ook het Recept duurzaam varkensvlees, een sectorambitie, streeft naar een energieneutrale varkenshouderij, te realiseren in 2020, door onder andere verlaging van het energiegebruik en door vergroting van groene energieproductie via vergisting en het terugwinnen van warmte en/of zonne-energie.'

Een belangrijk aandachtspunt is de benodigde energie voor luchtwassers (voor vermindering van de ammoniakemissie); alternatieve emissiereducerende technieken liggen niet voor iedere situatie op de plank. Ook bij mestverwerking is energiebesparing een uitdaging. Bij mestexport is hygiënisering een energievragende stap; daarbovenop komt het energieverbruik van het transport. Uit energieoogpunt zou plaatselijke verwerking en transport van mestproducten efficiënter zijn.

Fosfaat
De Nederlandse varkenshouderij importeert fosfaat via veevoergrondstoffen, maar brengt de fosfaat niet terug naar de plaats waar de grondstoffen geteeld zijn. Hier ligt een uitdaging om via mestverwerking de kringloop van specifieke mineralen vanuit specifieke gebieden rond te zetten. Denk

aan mestraffinage, waarbij via chemische processen mineralen en organische stof tot waarde worden gebracht.

Er is de afgelopen jaren, onder druk van de hoge kosten, al hard gewerkt om de fosfaat-/mestproductie uit de varkenshouderij te verlagen, door voorefficiëntie en toepassing van fytase in het voer. Ook wordt een beperkt deel van de mest gehygiëniseerd en vervolgens geëxporteerd.
Het mestprobleem dateert al van de jaren zeventig. Een groot aantal initiatieven is sindsdien ontplooid, maar het ei van Columbus is nog niet gevonden. De sector heeft zich in het Recept voor duurzaam varkensvlees ambitieus opgesteld en streeft naar productie van bio-energie, bodemverbeteraars en een nieuwe generatie N-, P- en K-meststoffen uit dierlijke mest als alternatief voor kunstmest. Gezien de druk van aangescherpte bemestingsnormen in Nederland en de verwachte stijging in productie en afzet van melkveemest, is de noodzaak des te groter geworden om een definitieve oplossing voor dit probleem te vinden, gebaseerd op export van mineralen in de vorm van hoogwaardige meststoffen. Luesink et al. (2013) hebben onderzoek gedaan naar terugwinning van fosfaat uit verbrandingsas uit zuiveringsslib. Zij geven aan dat dit een denkbare oplossing is voor terugwinning van fosfaat.

Land
Land is voor de varkensvleesproductieketen slechts in zoverre van toepassing, dat er grond nodig is voor de teelt van voergrondstoffen. De varkenshouderij en vleesindustrie produceren min of meer 'footloose', zonder directe grondbinding.

Verbetering van dierenwelzijn en milieuduurzaamheid liggen niet a priori in elkaars verlengde. Maatregelen ter verbetering van dierenwelzijn kunnen leiden tot extra ammoniakemissie door een groter emitterend oppervlak of tot mineralenuitstoot als gevolg van ongunstigere voerbenutting.

3.6 Literatuur

Bedrijveninformatienet. Den Haag, LEI Wageningen UR.

Berkhout, P., H. Silvis en I. Terluin (red.), 2014. *Landbouw-Economisch Bericht 2014*. Den Haag, LEI Wageningen UR, LEI-rapport 2014-013

CBS, 2012. *Huisvesting van landbouwhuisdieren 2012*. Den Haag, Centraal Bureau voor de Statistiek.
CBS, 2014. *Landbouwtelling*.

CBS, PBL, Wageningen UR (2015a). *Mestproductie door de veestapel, 1986-2014 (indicator 0104, versie 16, 19 maart 2015)*. www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.

CBS, PBL, Wageningen UR (2015b). *Stikstof en fosfaat in dierlijke mest en kunstmest, 1990-2014 (indicator 0106, versie 16, 12 maart 2015)*. www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.

Commissie van Doorn, 2011. *Al het vlees duurzaam. De doorbraak naar een gezonde, veilige en gewaardeerde veehouderij in 2020*. Den Bosch, september 2011.

Emissieregistratie.nl www.emissieregistratie.nl/ERPUBLIEK/%28A%28I7a-%20DX274z8cHuvcO1Nodj9Dg1AAsSIRdlc_x4I8RfoKtldJsvVNiCdA_72SCu1lieVa5Zd3q201jwitNA8Or92vBOv4oa0LRaS5P_RHrKsgDuPHqfw7AnEUN5r8wJxRYJDfWjffcrjz8KkSaER3nNl2BeWyWqIh5tIn3UQ9U2LnHaX%2097NayQtVLnDPsoKoX0%29%29/erpub/weergave/grafiek.aspxw.emissieregistratie.nl; geopend maart 2015.

Hoste, R., 2013. *Productiekosten van varkens; Resultaten van InterPIG over 2011*. Den Haag, LEI Wageningen UR, Rapport 2013-030.

Hoste, R., 2014. *Sojaverbruik in de Nederlandse diervoederindustrie 2011-2013; Inventarisatie in opdracht van Stichting Ketentransitie verantwoorde soja*. Den Haag, LEI Wageningen UR, Nota 2014-098.

Kengetallenspiegel, diverse jaren. Agrovision bv.

Keten Duurzaam Varkensvlees, website. www.duurzaamvarkensvlees.nl/dier-milieu/. Geopend april 2015.

Kool, A., J. Pluimers en H. Blonk, 2014. *Fossiel energiegebruik en broeikasgasemissie in de varkensvleesketen 1990-2012*. Gouda, Blonk Consultants.

Luesink, H.H., D.F. Broens, M.A. van Galen, F.E. de Buisonjé en E. Georgiev, 2013. *Terugwinning van fosfaat; Economische verkenning van kansen en mogelijkheden*. Den Haag, LEI Wageningen UR, rapport 2013-043.

MARAN, 2014. *Monitoring of Antimicrobial Resistance and Antibiotic Usage in Animals in the Netherlands in 2013*

Mekonnen, M.M. en A.Y. Hoekstra, 2010. *The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products*. Value of water research Nota series no. 48, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

Mekonnen, M.M. en A.Y. Hoekstra, 2012. *A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products*. Ecosystems (2012) 15: 401-415. DOI: 10.1007/s10021-011-9517-8

Ministerie Infrastructuur en Milieu, 2014. *Besluit beheer verpakkingen 2014*. 27 oktober 2014.

Nevedi, 2010. Standpunt aangaande Voer gemedicineerd met antibiotica. www.nevedi.nl/Content/Files/file/20101004%20Voer%20gemedicineerd%20met%20antibiotica.pdf

OPNV, 2014. *Droge stofgehalte van vochtrijke diervoeders is toegenomen; Afzet van vochtrijke voedermiddelen in 2013*. Overleggroep Producenten Natte Veevoeders.

Recept voor duurzaam varkensvlees, 2013. *Recept voor duurzaam varkensvlees; Visie van de samenwerkende varkensvleesketen*. LTO Nederland, Nederlandse Vakbond Varkenshouders en Centrale Organisatie voor de Vleessector, november 2013.

Rendac. www.rendac.nl. Geopend april 2015.

Routekaart Vlees, 2012. *Visie en Actieprogramma Routekaart Vlees; op weg naar een duurzame vleesverwerkingsketen*. www.routekaartvlees.nl. Geopend maart 2015.

RVO, 2015. *Hoeveel mest verwerken.* https://mijn.rvo.nl/mestverwerkingsplicht-landbouwer. Geopend april 2015.

Schoon en Zuinig, Werkprogramma, 2007. Ministerie VROM.

Soons, 2015. *Relatie sectoren en dierenartsen; nu en in de toekomst.* www.geborgdedierenarts.nl/Userfiles/presentatie-2-varken-abres-werkgroep-varkens.pdf

Soethoudt, H. 2012. *Reductie voedselverspilling in Nederlandse cateringsector*. Rapportnummer 1335 Wageningen UR Food & Biobased Research

UDV, 2009. *Uitvoeringsagenda duurzame veehouderij 2023*. *Varkensvlees van morgen*, 2013. Ketenafspraak.

Winkel, A., I.M. Wouters, A.J.A. Aarnink, D.J.J. Heederik, N.W.M. Ogink. 2014. *Emissies van endotoxinen uit de veehouderij: een literatuurstudie voor ontwikkeling van een toetsingskader*. Livestock Research Rapport 773. Wageningen UR.

4 De aardappelketen

4.1 De Nederlandse aardappelketen

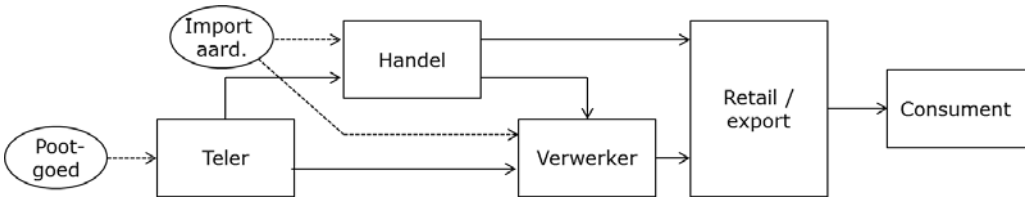
De Nederlandse aardappelteelt wordt onderverdeeld in drie hoofdclusters:

1. Pootaardappelteelt: teelt van uitgangsmateriaal voor de teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen
2. Consumptieaardappelteelt:
   a. Industrieaardappelen met name voor de productie van voorgebakken producten (onder andere frites), maar ook chips, vlokken en koelverse producten
   b. Tafelaardappelen: verse eetaardappelen.
3. Zetmeelaardappelteelt: voor de productie van aardappelzetmeel en diverse andere producten (onder andere aardappeleiwit) voor food- en non-foodtoepassingen.

In dit onderzoek is de cluster consumptieaardappelen uitgewerkt bestaande uit industrie- en tafelaardappelen. Poot- en zetmeelaardappelen zijn niet uitgewerkt, tenzij het de toelevering van pootgoed of reststromen voor de consumptieaardappelteelt of -verwerking betreft.

Keten

Figuur 4.1 geeft een overzicht van de consumptieaardappelketen. De grondstof (aardappelen) wordt geteeld door binnenlandse primaire bedrijven of geïmporteerd uit omringende landen (vooral Noordwest-Europa). Handel en verwerkers kopen de aardappelen bij telers, op contract of vrij.



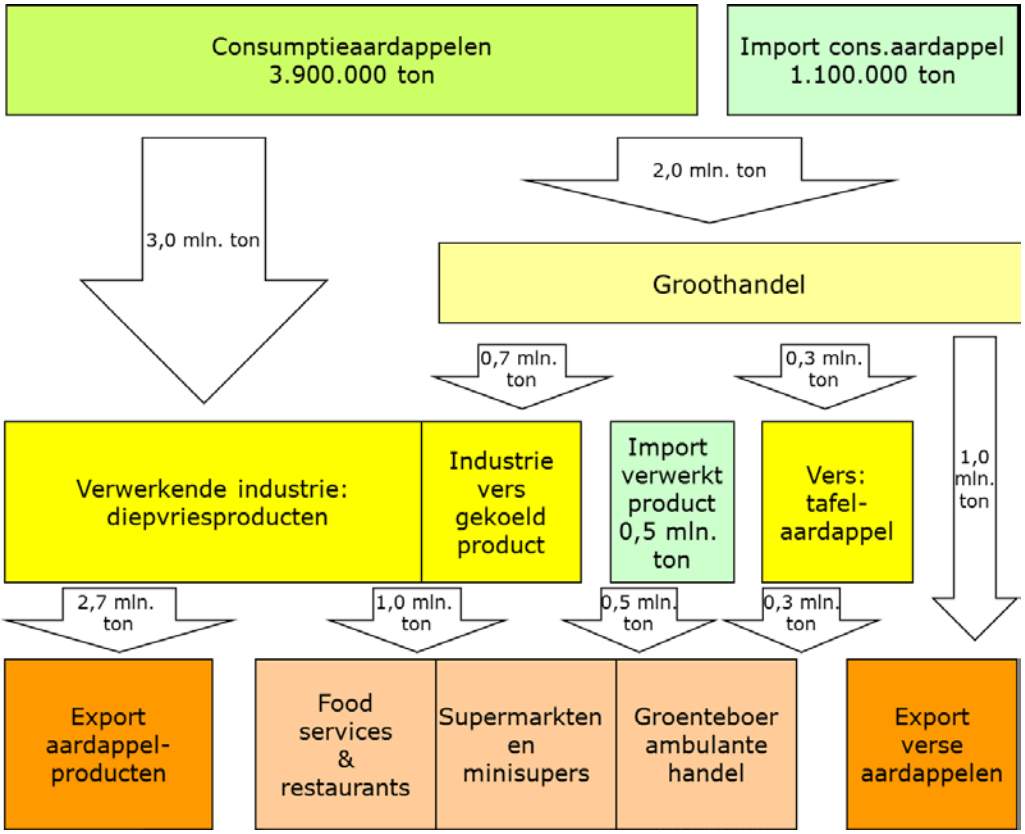
Figuur 4.1 *Aardappelketen consumptieaardappelen*

Verwerkers kopen een belangrijk deel van hun aardappelen (grondstof) rechtstreeks in bij telers, een deel via de handel en ze importeren aardappelen. De 4 grootste wereldwijd opererende verwerkers (van frites en andere voorgebakken producten en koelverse producten) in Nederland zijn Aviko, Farm Frites, McCain en Lamb Weston/Meijer.

In Nederland zijn naar schatting een kleine 100 handelaren (NAO). Een deel van de handelaren koopt aardappelen in met als bestemming tafelaardappelen. Ook eventueel onverkochte of afgekeurde pootaardappelen worden als tafelaardappel tot meerwaarde gebracht (met name door middel van export) in plaats van bestemming veevoer (dit laatste betreft een beperkt volume). Specificaties voor tafelaardappelen verschillen van industrieaardappelen (onder andere ras, maat, kwaliteit). Tafelaardappelen worden gesorteerd, gereinigd (geborsteld of gewassen) en verpakt. In geval van export werken kleinere handelaren samen met gespecialiseerde exporteurs. Voorbeelden van handelaren die (ook) verpakken, zijn: Nedato, Jansen Dongen, Landjuweel, Kleinjan's aardappelhandel, Leo de Kock en Zonen (onderdeel Agrico) en A.C. Loogman en Zonen. Aardappelen worden afgezet in kleinverpakking (veelal plastic), jute zakken (50 kg; verre exportmarkten) en big bags. Transport (aanvoer, afvoer) gaat over de weg en naar overzeese exportbestemmingen in containers via zeetransport.

Volumestromen

Figuur 4.2 geeft een overzicht van de volumestromen consumptieaardappelen in de Nederlandse keten. Het leeuwendeel van de aardappelen wordt verwerkt tot voorgebakken/ingevroren producten. Een belangrijk deel van de Nederlandse aardappelen wordt geëxporteerd als ingevroren aardappelproduct of als verse aardappel. De export van verse aardappelen is gedaald en ligt rond 1 mln. ton. De import ligt op ruim 1 mln. ton.

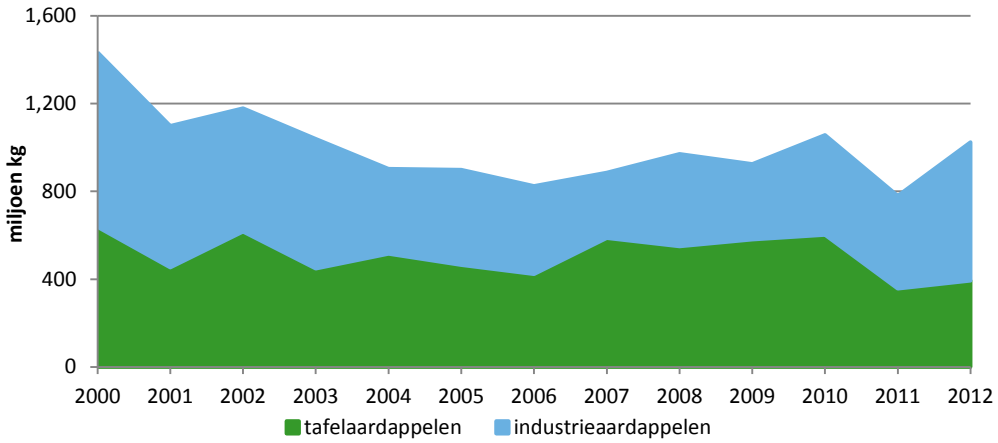


Figuur 4.2 *Volumestromen binnen de consumptieaardappelketen*
Bron: naar Janssens et al. (2006).

In totaal wordt in Nederland 3 mln. ton aardappelen verwerkt tot diepgevroren aardappelproducten en 0,5 mln. ton (vakje midden in figuur 4.2) verwerkt product geïmporteerd. De Nederlandse zelfvoorzieningsgraad voor aardappelen bedraagt 190% (www.agrimatie.nl).

Handel en verpakkers

Handel en verpakkers verhandelen en/of verwerken (sorteren, reinigen, verpakken) een deel van de aardappelen voor de binnenlandse markt en export. Het exportvolume verse aardappelen is de eerste jaren na de eeuwwisseling gedaald en de laatste jaren vrij stabiel (1 mln. ton).

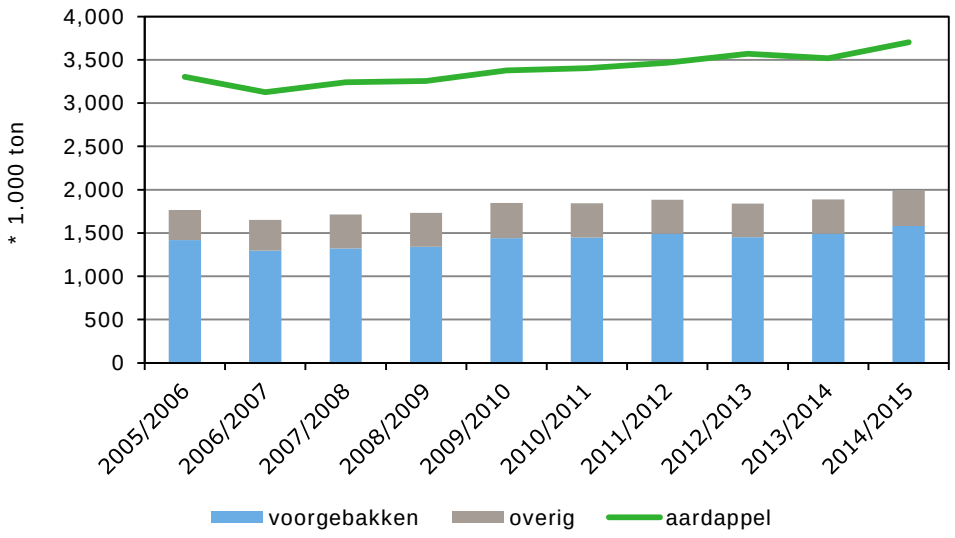


Figuur 4.3 *Ontwikkeling Nederlandse export verse aardappelen naar bestemming: tafel en consumptie*
Bron: NAO.

Import van verse aardappelen bedraagt ruim 1 mln. ton, waarvan een klein deel (circa 80.000 ton) bestemd is als tafelaardappel. Industrieaardappelen komen uit omringende landen (Duitsland, België, Frankrijk). Voor tafelaardappelen is de import uit zuidelijker streken (onder andere Malta) vooral geconcentreerd in de periode april-mei; dit betreft de periode voordat Nederlandse nieuwe aardappelen op de markt komen.

De vijf belangrijkste exportbestemmingen voor Nederlandse consumptieaardappelen zijn: België, Duitsland, Verenigd Koninkrijk, Spanje en Italië. Van de geëxporteerde consumptieaardappelen gaat de helft naar overzeese gebieden, met name naar Afrika. Industrieaardappelen worden binnen de EU afgezet.

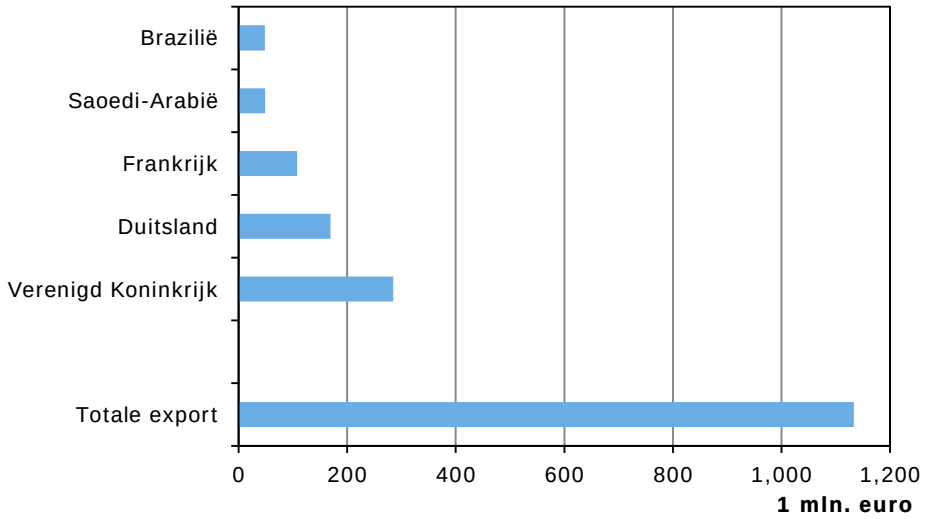
Aardappelverwerkende industrie
De aardappelverwerkende industrie (inclusief industriële schilbedrijven) verwerkte in seizoen 2014/2015 3,7 mln. ton aardappelen tot 1,58 mln. ton voorgebakken product en 0,4 mln. ton overige producten. Industriële schilbedrijven verwerken per jaar circa 420.000 ton (www.nao.nl). Figuur 4.4 toont de ontwikkeling van het grondstofverbruik en de productie van de Nederlandse aardappelverwerkende industrie.



Figuur 4.4 *Ontwikkeling grondstofverbruik en productievolume door aardappelverwerkende industrie: tonnen grondstof (blauw) en tonnen eindproduct (groen en rood)*
Bron: NAO, Gain Nota; bewerking LEI.

De figuur toont dat het volume verwerkte producten toeneemt en dat van de verwerkte verse aardappelen grofweg de helft in de vorm van aardappelproducten overblijft. De andere helft blijft over als reststroom of verdampt (water) tijdens de productie.

Nederland is na België de grootste exporteur van bevroren aardappelproducten ter wereld. Een kleine 90% wordt geëxporteerd, waarvan meer dan driekwart naar Europese landen (Verenigd Koninkrijk, Duitsland en Frankrijk). Figuur 4.5 geeft een overzicht van de vijf belangrijkste exportbestemmingen van diepgevroren aardappelproducten. De verwerkende industrie is van ultiem belang voor de Nederlandse aardappelketen en de economie wegens de waardetoevoeging. De markt van verse aardappelen is veel minder belangrijk geworden in de afgelopen decennia.



Figuur 4.5 *Belangrijkste landen voor export van ingevroren aardappelproducten uit Nederland*
Bron: CBS.

Reststromen

Tijdens de productie van aardappelen en aardappelproducten ontstaan op diverse plaatsen in de keten reststromen. Waar ontstaan welke reststromen?

Teelten en bewaring

- Loof, naar schatting gemiddeld 3,1 ton droge stof per hectare (Meesters et al., 2010). Dit blijft op het land achter. Het loof van pootaardappelen wordt op voorgeschreven data doodgespoten of groen c.q. vroegtijdig vernietigd
- Ongeschikte en onverkochte pootaardappelen: worden bestemd tot consumptie of veevoer;
- Tarra (blijft op bedrijven)
- Ongeschikte consumptiepartijen vanwege onverkoopbaar of rot; dergelijke partijen zijn meer uitzondering dan regel. Afhankelijk van kwaliteit afzet richting veevoer of vergisting
- Onverkoopbare voorraden, seizoenovergang
- De marktsituatie kan bepalend zijn voor het ontstaan van reststromen, bijvoorbeeld in geval de prijzen laag zijn dan is de uitsortering vaak hoog. Tarra is een economisch begrip. Ook als tafelrassen in de bewaring hun maximale houdbaarheid bereiken, kan de kwaliteit snel teruglopen. Langer houdbare tafelaardappelrassen nemen dan de markt over en op een gegeven moment willen de supermarkten overschakelen naar de nieuwe oogst. Voor de oude aardappelen rest dan de zetmeel-, vlokken- of diervoederindustrie. Een soortgelijke situatie kan optreden bij de seizoenovergang van industriële verwerking.

Handel en verpakkers

- Waswater
- Tarra
- Uitgesorteerd product (veevoer).

Verwerking

- Afgekeurde partijen aardappelen
- Tarra
  Tarra is de aanhangende grond en verontreinigingen (bijvoorbeeld stenen) die overblijven na het wassen van de aardappelen. Tarra wordt veelal hergebruikt als schone grond.
- Zetmeel
  Het zetmeel uit het proceswater wordt gezuiverd en afgenomen door derden (Duijnie) die het bijvoorbeeld opwerken voor technische toepassingen.
- Snippers
  Snippers die overblijven na het snijden van de aardappels worden zoveel mogelijk verwerkt in specialiteiten. Wanneer deze niet geschikt zijn, worden ze afgezet als veevoer. Een aantal reststromen wordt binnen de industrie zelf verwaard (onder andere snippers, aardappelvlokken)
- Aardappelstoomschillen
- Frituurolie
  De restanten frituurolie worden door derden ingezameld. Zij verwijderen zoveel mogelijk water uit deze restanten. De olie kan ingezet worden als brandstof in bijvoorbeeld warmte-installaties in de tuinbouw of als vliegtuigbrandstof.
- Afgekeurde frites en over datum, baksels, beschadigde verpakking enzovoort. Afgekeurde frites en gebakken snippers dienen als energierijke grondstof voor veevoer.
- Proceswater
  Het proceswater wordt gezuiverd in een afvalwaterzuiveringsinstallatie, waarbij biogas ontstaat. Ook legt de installatie stikstof en het fosfaat uit het water vast in de vorm van struviet, een waardevolle meststof voor de landbouw. De afzetmogelijkheden voor struviet als fosfaatmeststof is gebonden aan regelgeving (onder andere zuiverheid); een andere optie is het te gebruiken als grondstof voor kunstmest of bij te mengen bij gedroogde mest.

Tabel 4.1 geeft een overzicht van co-producten uit de aardappelverwerkende industrie.

Tabel 4.1

Co-producten aardappelverwerkende industrie

Co-product	Omschrijving
Voeraardappel: afkeur	Op productielocatie afgekeurde aardappelpartijen, die niet verwerkbaar zijn volgens de productspecificaties
Voeraardappel: laag drogestofgehalte	Afgescheiden aardappelen, op basis van een te laag drogestofgehalte
Aardappelstoomschillen	Aardappelschillen, vrijgekomen bij het onder stoomdruk schillen van aardappelen
Rauwe aardappelschillen	Aardappelschillen, vrijgekomen bij mechanisch schillen van aardappelen
Rauwe aardappelsnippers	Ongebakken, uitgesorteerd aardappelproduct
Voorgebakken aardappelproduct	Voorgebakken aardappelproduct, dat niet voldoet aan de gestelde specificaties van het eindproduct
Vetkruim (EN batter)	Via mechanische scheiding uit de bakoven teruggewonnen kruim. Het wordt in veevoer voor landbouwhuisdieren en in petfood verwerkt
Aardappelpuree	Aardappelvlokken, gekookt en/of gepureerd aardappelproduct

Bron: Elbersen et al. (2011).

Binnen de aardappelverwerkende industrie is Duynie een belangrijke afnemer en verwerker van reststromen met ook activiteiten in de fouragehandel. Het bedrijf Rixona is producent van gedroogde aardappelproducten (granulaat en vlokken). Aviko, Rixona en Duynie zijn onderdeel van Cosun.

Retail, horeca, consumenten

Ook bij eindgebruikers van producten en consumenten thuis ontstaan reststromen, zoals:

- Frituurolie/-vet (in de horeca en thuisgebruik); de inzameling hiervan is georganiseerd maar in geval van thuisfrituren wordt de gebruikte olie of het vet niet altijd bij inzamelingspunten aangeboden.

Op jaarbasis wordt 23.000 ton frituurvet via het thuisverbruik en 44.000 ton in de horeca verbruikt. In de horeca wordt op dit moment al zo'n 95% ingezameld, in de consumentenmarkt nog maar zo'n 1.000 ton. Geschat wordt dat in potentie 10.000 ton uit het consumentenkanaal op te halen is.
www.frituurvetrecyclehet.nl/meest-gestelde-vragen

- Verpakkingsmateriaal (onder andere plastic, dozen (FSC)); wordt veelal ingezameld voor hergebruik; Bij tafelaardappelen is een tendens naar kleinere verpakkingseenheden (kg verpakking), wat meer materiaal vergt; meeste tafelaardappelen worden in polyethyleen verpakt (eenheden 2,5-5 kg)
- Ongeschikt product: onder andere onverkoopbaar vanwege voedselveiligheidseisen, over datum of beschadigde verpakking
- Onverkoopbare verse aardappelen (gekiemd)
- Verspilling (Food waste) met name bij eindconsument van verse AGF-producten en veel minder in geval van diepvriesproducten.

Mogelijkheden verwaarding reststromen

Aardappelen en reststromen die ontstaan in de aardappelketen bevatten een scala aan interessante BBE-verwaardingsmogelijkheden. De zetmeelaardappelenindustrie kent een aantal inspirerende voorbeelden, zoals de productie van eiwit uit aardappel. In de consumptieaardappelsector vormden krielaardappelen, die oorspronkelijk als voer werden afgezet, al decennia terug de basis van een zeer succesvolle koelverssector. Ook diverse andere reststromen worden verwerkt tot hoogwaardige food-producten waarmee een steeds groter deel van de aardappel verwaard wordt c.q. het aandeel reststromen gereduceerd. Ras, kwaliteit, sortering en vorm van het aangevoerde product spelen daarbij een belangrijke rol.

Reststromen zoals geschetst zijn veelal specifieker qua samenstelling/inhoud c.q. bruikbaarheid. Zetmeel uit proces-/afvalwater wordt al gebruikt voor technische toepassingen bij het boren naar olie en voor veevoer. Alternatieve mogelijkheden voor dit zetmeel (dat ongeschikt is voor menselijke consumptie) zijn biopolymeren en bioplastics (voor bijvoorbeeld verpakkingsmateriaal of afbreekbare bloempotten). Deze plastics zijn toepasbaar in diverse toepassingen en biologisch afbreekbaar. De mogelijkheden zijn perspectiefvol, maar er liggen ook nog belemmeringen, risico's en schaaluitdagingen.

Stoomschillen, die vooral als veevoer worden afgezet, kunnen gebruikt worden voor de productie van biogas en de winning van aardappelsiroop (FAS: fermenteerbare aardappelsiroop), die gebruikt wordt voor de productie van bepaalde chemicaliën en polymeren. Een alternatief is om de schillen te verwerken tot aardappelkurk en afdekmateriaal tegen mos en onkruid.

Afgekeurde partijen kunnen bestemd worden voor vergisting. Onbekend is in hoeverre reststromen geschikt zijn voor bio-ethanol, dat goed uit aardappelen te winnen is.
Al genoemd zijn de winning van struviet uit afvalwater en restanten frituurolie die wordt gebruikt als brandstof in onder andere de tuinbouw en luchtvaart.
Bedrijven (LWM, Algaelink) die de bruikbaarheid van algen voor het zuiveren van afvalwater uit de aardappelverwerkende industrie onderzochten, concluderen dat de resultaten bemoedigend zijn, maar onvoldoende voor opschaling tot een grotere pilot. De algen zouden tot visvoeding, veevoer, voeding of mest gekwalificeerd kunnen worden. (Bron: http://biobaseddelta.nl/uploads/content/file/Jaarverslag%202013.pdf)

De verwerkende industrie streeft om een steeds groter deel van de aardappelen te benutten (vierkantsverwaarding), wat bijdraagt aan vergroting van de efficiëntie door bijproducten afvalstromen

te verwaarden. Index aardappelbenutting (= totaal eindproduct / totaal gebruikte aardappelen). LWM meldt dat al 99,7% van de reststromen wordt hergebruikt.

4.2 Belang van duurzaamheidsmeting

We behandelen in dit rapport uitsluitend de duurzaamheidsthema's water, energie, land en fosfaat. Tabel 4.2 geeft een overzicht van de belangrijkste hotspots binnen de aardappelketen, die verderop beschreven worden.

Tabel 4.2
Belangrijkste hotspots per thema en ketenschakel in de Nederlandse aardappelketen

Ketenschakel	Water	Energie	Land	Fosfaat
Toelevering	Bacterievrij beregeningswater	--	Ziektevrije grond	--
Primaire productie	Efficiënt beregenen	Teelt: machines Energieverbruik bewaring	Verzilting Bodemgebonden ziekten en plagen Structuur en ontwatering	Evenwichtsbemesting
Handel	Zuiveren proceswater	--	--	--
Verwerking	Waterverbruik reduceren Zuiveren proceswater	Verminderen energieverbruik verwerking Transport	--	Struviet
Afzet	--		--	--

De duurzaamheidfocus in de aardappelteelt en -verwerking ligt op 'meer met minder'.

Toelevering
Water: regulering beregenen met oppervlaktewater vanwege mogelijke verspreiding van bacterieziekte bruinrot. Deze regulering bruinrot stelt ook voorschriften voor primaire productie en verwerking.

Primaire productie
Het belang van de duurzaamheidsmeting in de primaire productie beschouwen we aan de hand van de activiteiten gedurende het jaar. Op primaire bedrijven worden aardappelen geteeld en in veel gevallen ook ingeschuurd en bewaard. De bewaarduur varieert per partij en loopt vanaf de oogst (sept-okt) tot en met de aflevering (uiterlijk mei-juni).

Figuur 4.6 *Activiteiten aardappelseizoen op primair bedrijf*

Water

Water en watervoorziening vormen een productiefactor die van essentieel belang is gedurende de teelt. De aardappel bestaat voor 81% uit water. Aardappel is een efficiënt landbouwgewas en gebruikt tijdens de teelt 287 liter water per kilo droge stof (www.waterfootprint.org). In Nederland wordt met hoge opbrengsten en veel bewolking tijdens de teelt maar 100 liter water/kg ds gebruikt. Binnen de groep granen en aardappelen hebben aardappelen de kleinste watervoetafdruk.

Gedurende drogere periodes worden aardappelen beregend of geïrrigeerd. Haverkort hanteert als vuistregel: er is 10 mm water per ton opbrengst nodig. Bijvoorbeeld voor 60 ton opbrengst moet het gewas 600 mm water ter beschikking hebben gehad via grondwater, regen of beregening. Afhankelijk van de mogelijkheid tot beregenen, de verwachte periode van regenval of beschikbaarheid van grondwater, kan er ook iets worden gespeeld met de rassenkeuze (http://csr.hzpc.com/csr-2014/uitgelicht/is-de-aardappel-een-watervreter).

De in Nederland meest gebruikte toediening met sproeikanonnen is niet de meest efficiënte en kan verbeterd worden met het gebruik van spuitbomen en ondersteunende DSS-en om watergiften te optimaliseren, rekening houdend met omstandigheden (bodem, neerslag, verdamping enzvoort.)
In bepaalde aangewezen gebieden in Nederland[3] mag geen oppervlaktewater gebruikt worden voor beregening (Verbodsgebieden gebruik oppervlaktewater) van aardappelen in verband met verspreiding en besmetting van bruinrot. Methoden om oppervlaktewater te ontsmetten tegen bruinrot zijn niet toegelaten. In geval van overstromingen kan aan partijen consumptieaardappelen van overstroomde percelen de status ‘waarschijnlijk besmet’ worden toegekend. In geval pootgoed wordt beregend onder andere om de oogst tijdig te realiseren, moet dit aan de consumptieteelt worden toegerekend.

Basis voor een optimale productie voor elk perceel en elke grondsoort is een goede ontwatering én vochtvoorziening. Optimale watervoorziening voorkomt knolmisvorming (onder andere groeischeuren, misvormde knollen). Goede vochtigheid is bijvoorbeeld belangrijk tijdens de periode van knolaanleg: voorkomt gewone schurft op het eindproduct. Gewone schurft en zilverschurftontwikkeling (laatstgenoemde in de na-oogstfase) gaat ten koste van de uitwendige kwaliteit: moeilijk of onverkoopbaar eindproduct (shelf life), wat leidt tot ongewenste reststromen.

Te vochtige omstandigheden zijn ongunstig voor aardappelen; veel schimmelziekten zoals Phytophthora gedijen dan het beste en kunnen rot in partijen veroorzaken. Ook overmatige regenval en slecht afwaterende percelen (drainage) leiden tot rotte knollen. Partijen met rotte aardappelen kunnen problemen geven tijdens de bewaring en geven een lagere efficiency c.q. rendement bij de verwerking tot frites.

Hotspots zijn teeltgebieden met waterstress, die geïrrigeerd moeten worden en dus een blauwe watervoetafdruk[4] hebben. Het telen van aardappelen in deze gebieden draagt bij aan lokale waterstress. Deze gebieden in het buitenland maar ook in gebieden met minder waterstress zoals Nederland, behoeven effectievere irrigatiemethode die betaalbaar zijn.

In regio’s elders ter wereld met een neerslagtekort heeft men andere witte vlekken dan in Nederland. Een probleem in deze regio’s is dat door gebruik van grondwater voor beregening het grondwaterpeil voortdurend zakt.

[3] www.vwa.nl/onderwerpen/plantenziekten-en-plagen/dossier/bruinrot/beregeningsverboden-consumptie-en-zetmeelaardappelen-en-tomaten/pverbodsgebieden-gebruik-oppervlaktewater

[4] De blauwe watervoetafdruk meet de consumptie van oppervlaktewater en grondwater. ‘Consumptie’ verwijst naar het deel van het water dat wordt onttrokken aan een stroomgebied en daar niet terugkeert. Het gaat dus om water dat verdampt, in een product gaat zitten of naar elders wordt getransporteerd. Blauw water is de hoeveelheid water die verdampt via de plant, maar afkomstig is van irrigatiewater dat op zijn beurt afkomstig is van grond- of oppervlaktewater of opgeslagen regenwater.

Gebruik van gewasbeschermingsmiddelen
Kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater. In algemene zin is de kwaliteit van het oppervlaktewater de afgelopen jaren verbeterd maar er wordt nog niet voldaan aan de eisen van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) voor ecologische kwaliteit.

Bij aardappelen vormt de aardappelziekte Phytophthora een groot risico. Bij het voorkomen van deze aardappelziekte zijn resistentiemanagement en preventieve maatregelen de belangrijkste instrumenten. Het gebruik van moderne, minder milieubelastende middelen en spuittechnieken hebben geleid tot flinke reducties van de milieubelasting (>95%; masterplan Phytophthora ten opzichte van de referentieperiode 1996-1998; diverse LEI-rapportages). Driftreducerende maatregelen en middelengebruik blijven desondanks de aandacht vragen.

In het DuRPh-project wordt gewerkt aan de ontwikkeling van een duurzame resistentieaardappel door cisgenese merkervrije modificatie tegen de aardappelziekte Phytophthora. Beoogd wordt dat deze aardappel beter resistent is tegen de aardappelziekten, zodat het gebruik van fungiciden en de kosten gehalveerd worden (www.durph.wur.nl).

Verwerking
Het verwerken van aardappelen kost veel meer water dan de teelt (287 liter per kg ds). Voor de productie van 1 kilo chips is gemiddeld 1.040 liter water nodig.

De grootste waterverbruikers in de fritesfabrieken zijn de blancheurs en koelinstallaties. Bij de vlokken- en granulaatbedrijven zorgt het koken van de aardappels voor het meeste waterverbruik. Er wordt zowel grond- als leidingwater ingezet. Veel verwerkende industrieën zuiveren procesafvalwater, met als doel dat het zoveel mogelijk hergebruikt kan worden in productieprocessen (sluiten van de waterkringloop). Hiermee bespaart men leidingwater en minimaliseert men lozingen. Bovendien ontstaat bij de anaerobe zuivering biogas, wat gebruikt wordt voor het opwekken van elektriciteit.

Lamb Weston Meijer signaleert in haar duurzaamheidverslag 2012-2014 dat 91% van haar totale productwatervoetafdruk wordt gecreëerd door het telen van grondstoffen voor eindproducten (aardappelen en olie). Slechts 7% is nodig voor productieprocessen en slechts 2% voor het maken van verpakkingen. Van deze 91% is slechts een derde deel nodig voor de teelt van aardappelen en twee derde deel voor de teelt van oliezaden voor het voorbakken van onze producten.

Noot: dat is dan exclusief de olie voor het afbakken van producten (horeca en thuis).

Verwerkers verwoorden hun duurzaamheidsdoelen of bereikte duurzaamheidsresultaten in duurzaamheidsverslagen en/of via hun website. Ter illustratie:

Lamb Weston/Meijer heeft voor water als doel het directe waterverbruik met 50% per ton eindproduct te verlagen en hun blauwe watervoetafdruk (gebruik van grond- en oppervlaktewater) te verlagen in gebieden met waterstress. Dit vormen de speerpunten van ons duurzame waterbeleid.

AVIKO gaat zorgvuldig om met natuurlijke hulpbronnen en het milieu door in 2012 (ten opzichte van 2008)
- 10% minder fossiele brandstoffen per kilo bewerkt product te gebruiken,
- 100 liter water te besparen per ton verwerkte aardappelen en
- minder verpakkingsfolie te gebruiken.

Energie

Teelt en bewaring
Terugbrengen van het energieverbruik vormt zowel tijdens de teelt als de bewaring een aandachtspunt. Tabel 4.3 toont het hoge brandstofverbruik per hectare voor de teelt van aardappelen.

Tabel 4.3

Energieverbruik teelt van enkele belangrijke akkerbouwgewassen

	Areaal (ha) in 2008	Brandstofverbruik (ltr/ha)	Totaal brandstof-verbruik (ltr)	Verbruik in GJ
Consumptieaardappel	69.302	319	22.107.338	784.810
Zetmeelaardappel	46.034	301	13.856.234	491.896
Pootaardappel	36.533	311	11.361.763	403.343
Suikerbiet	72.231	190	13.723.890	487.560
Wintertarwe	206.744	164	33.906.016	1.203.664

Bron: Kamp et al., 2010.

Uit de verslaggeving van praktijknetwerken ‘Slim en kostenbesparend bewaren’ blijken de mogelijkheden om meer duurzaam te bewaren:

Praktijknetwerken ‘Slim en kostenbesparend bewaren’

Aanleiding

Na de oogst wordt het overgrote deel van de aardappelen op het akkerbouwbedrijf opgeslagen. Deze opslag vraagt circa 1.300 kWh stroom per hectare en is daarmee een zeer grote energieverbruiker. Het echte verbruik is afhankelijk van de aardappelsoort, de opslagduur, het geïnstalleerd vermogen en het aantal benodigde draaiuren. De kosten voor de ondernemer zitten naast de elektriciteitsrekening ook in bewaarverlies (kilo’s), kwaliteitsverlies en natuurlijk de elektriciteit. Elke ondernemer is ervan overtuigd dat hij goed (misschien wel optimaal) bezig is.

Uit Engels onderzoek blijkt echter dat er soms wel een factor 2,5 zit tussen de bewaarkosten bij ondernemers. In Nederland is momenteel geen vergelijkmateriaal. De praktijk bevestigt echter het beeld dat er hele grote verschillen in energieverbruik zijn per ton product, bewaarverliezen en kwaliteitsverliezen tussen ondernemingen (Energiebesparing op het agrarisch bedrijf, Kamp et al., 2009).

Dit maakt het als teler in het praktijknetwerk interessant om gezamenlijk te verkennen wat de besparingsmogelijkheden zijn en zo daadwerkelijke besparing te realiseren. Maximaal lijkt 20% elektriciteitsverbruikreductie gerealiseerd te kunnen worden, 2-5% minder bewaarverlies, een verbetering van de kwaliteit en een besparing in broeikasgassenemissie (Carbon Footprint).

Daarnaast wordt ook de discussie tussen ondernemers en ketenpartijen voortgezet, waarbij beide uitgedaagd worden om concrete stappen te zetten voor duurzaam bewaren en zo bij te dragen aan het beperken van de Carbon Footprint (en dus klimaatverandering).

In de akkerbouw kan als volgt op energie bespaard worden:

1. Investeren in energiezuinigere systemen voor drogen en bewaren van producten (onder andere aardappelen).
2. Het machinepark kan nog winnen op het gebied van energiebesparing. Verbetermogelijkheden moeten gezocht worden in zuinigere trekkers en machines en het verminderen of combineren van werkgangen; zero tillage verkeert bij aardappelen in een demofase.
3. Vergroenen door over te schakelen op biodiesel of biogas.
4. Veel preciezer op een akker sturen tijdens het toedienen van kunstmest of bestrijdingsmiddelen (precisielandbouw, gebruik satellieten en dergelijke). Dat komt ook ten goede aan de waterkwaliteit en kosten.
5. Duurzame energie. Bewaarschuren bieden mogelijkheden voor het plaatsen van zonnepanelen (vervangen fossiele energie door zonne-energie). In dit verband kan ook de productie van windenergie worden genoemd.

Oplossingen voor energiebesparing dienen niet enkel binnen de teelt, maar ook in bedrijfsverband of samenwerking met collega’s gezocht te worden.

Verwerking

De grootste energieverbruikers voor de fritesbedrijven zijn de bakovens. Ook het voorgaren en invriezen kosten energie. Bij de vlokken- en granulaatbedrijven verbruiken de drogers de meeste energie.

Ook transport (grondstofaanvoer en productafvoer) kost behoorlijk wat energie. De aardappel is een zwaar product vanwege de hoeveelheid water (www.kennisakker.nl: 18-24% ds). Bovendien vindt het transport van voorgebakken en gekookte aardappelproducten gekoeld of bevroren plaats (convenant agrologistiek). De meeste verwerkingsbedrijven beschikken over vergistingsinstallaties, waarmee een deel van de eigen energiebehoefte wordt afgedekt.

Supermarkten en foodservice
Supermarkten, quick service restaurants, restaurants en snackbars kunnen op allerlei manieren besparen: led-verlichting in de winkel of restaurant, koelvitrines, koel- en vrieswanden afdekken met deuren of flappen, leidingen isoleren, en installaties en friteuses regelmatig controleren. Apparaten goed afstellen en regelmatig monitoren is ook een manier om energie te bezuinigen.

Land
In Nederland wordt jaarlijks circa 70.000 ha consumptieaardappelen geteeld. Het vormt onderdeel van de productieregio Noordwest-Europa (Duitsland, België, Nederland, Noord-Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk). Het beschikbare areaal vormt geen knelpunt, zodat in een normaal seizoen voldoende grondstof voor industriële verwerking beschikbaar is. Ook dient het financieel rendement van de teelt op peil te blijven (onder andere via hoge opbrengsten, schaalvergroting en contracten).

Grondstoffen worden bij voorkeur betrokken binnen een straal van 200 km rond de verwerkingslocatie, maar in geval van tijdelijke tekorten of specifieke grondstofeisen (rassen) of seizoenovergang worden aardappelen over grotere afstand vervoerd.

De beschikbaarheid van voldoende gezonde grond is van belang om de keten van voldoende grondstof van goede kwaliteit te kunnen blijven voorzien. Grond c.q. bodem is dan ook een belangrijke productiefactor waarbij voor een succesvolle aardappelteelt de bodemkwaliteit en -vruchtbaarheid van groot belang zijn.

Aantasting van de productiefactor grond ontstaat door:
- bodemgebonden ziekten en plagen
- structuur en ontwatering
- verzilting.

Bodemgebonden ziekten en plagen
De bodemkwaliteit staat onder druk als gevolg van schaalvergroting (minder aandacht per perceel) en de pacht van gronden voor zwervende teelten. Ook leiden specialisatie en schaalvergroting er toe dat steeds meer percelen voor specifieke teelten worden gehuurd of geruild. Telers betalen steeds hogere huurprijzen voor gezonde grond, die vrij is van ziekten en plagen (met name voor teelt uitgangsmateriaal (3.000-3.500 euro per hectare). Dit illustreert de marktsituatie c.q. de vraag naar en beschikbaarheid van gezonde percelen.

Een bodemziekte is een aan de grond gebonden ziekte, die gewassen aantast. Veel gewassen hebben last van bodemziekten en -plagen, die veroorzaakt kunnen worden door aaltjes, schimmels, bacteriën of insecten. Veel voorkomend zijn:
- bodemmoeheid veroorzaakt door aaltjes, zoals aardappelmoeheid (AM) door het aardappelcystenaaltje, Meloidogine Chitwoody en vrijlevende aaltjes
- schimmels, zoals Verticillium, Fusarium en Rhizoctonia
- bacteriën, zoals ringrot en bruinrot bij aardappel
- insecten, zoals emelten, engerlingen en ritnaalden.

Een goede vruchtwisseling kan de opbouw van het pathogeen tegengaan.

De aanwezigheid van aaltjes (soort, type, dichtheid) wordt vastgesteld via grondbemonstering. In tegenstelling tot pootaardappelen stelt de EU bestrijdingsrichtlijn voor AM geen specifieke voorwaarden aan de teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen. De perceelkeuze is vrij met uitzondering van de teelt van deze aardappelen op een voor AM besmet verklaard terrein. Als er een

besmetting is aangetoond in een officieel onderzoek en een besmetverklaring is opgelegd, gelden er maatregelen om verspreiding van AM tegen te gaan. De belangrijkste zijn:
- voorwaarde aan de minimale resistentie van het geteelde aardappelras (meer informatie op de pagina Besmetverklaringen en Resistentie aardappelrassen)
- voorwaarde aan het bedrijf dat de aardappelen van het besmette terrein afneemt (meer informatie op de NVWA websitepagina Tarragrond en afzet aardappelen).

Aanleidingen voor officieel onderzoek op een aardappelperceel kunnen zijn:
- de landelijke survey, die de NVWA jaarlijks uitvoert
- aanvraag voor een grondonderzoek door de teler zelf om in aanmerking te komen voor een ‘Onderzoeksverklaring AM’.

Onderzoeksverklaringen AM zijn ook van belang in geval van export van uitgangsmateriaal zoals pootaardappelen. Bij de export van consumptieaardappelen is deze verklaring niet nodig, maar kunnen landen buiten de EU wel een AM-vrijverklaring eisen (consumptie- en industrieaardappelen). Dekkingen van NVWA worden gegeven door middel van een onderzoek van aan de partij aardappelen hangende grond ná de oogst (partijonderzoek).

Om infectie en verspreiding van aaltjes tegen te gaan, is bedrijfshygiëne van cruciaal belang. Voor de beheersing van bodemgebonden aaltjes is een aaltjesadviessysteem beschikbaar, zowel voor de teler van pootaardappelen als voor zetmeel- en consumptieaardappeltelers (NemaDecide). Het programma ondersteunt de teler bij de beheersing van het aardappelcysteaaltje, het maïswortelknobbelaaltje en het wortellesieaaltje. NemaDecide vertaalt een (bodem)bemonsteringsuitslag in een perceelbesmetting en brengt de invloed van bouwplankeuzes en bestrijdingsmaatregelen op de aaltjesontwikkeling en de gewasschade in beeld. Nieuwe inzichten en aaltjes vereisen dat het systeem regelmatig wordt aangepast.

Een derde van het pootgoed staat op gehuurd land. De eigenaar staat op afstand en heeft weinig aandacht voor de bodemkwaliteit en met name voor ziekten en plagen. Voor behoud van de bodemkwaliteit zou het goed zijn om alle bodemeigenschappen in een geografisch systeem vast te leggen. Een bodemkwaliteitsplan maakt de geschiktheid van percelen voor een bepaald teeltdoel inzichtelijk.

De aanpak van bodemziekten is vastgelegd in EU bestrijdingsrichtlijnen Aardappelmoeheid (AM), bruinrot, ringrot en wratziekte.

Bestrijdingsrichtlijn Aardappelmoeheid (AM) is in de Nederlandse wetgeving geïmplementeerd. De richtlijnen voor bruinrot, ringrot en wratziekte zijn in de Nederlandse wetgeving geïmplementeerd middels:
- de Regeling bruin- en ringrot 2000
- Bestrijdingsrichtlijn wratziekte geïmplementeerd via het Besluit bestrijding wratziekte 1973.

Structuur en ontwatering
Schaalvergroting en intensivering van de landbouw zetten de bodemkwaliteit onder druk en vergen gerichte maatregelen om de bodemkwaliteit te waarborgen. Voor een geslaagde teelt zijn bodemstructuur en goede ontwatering belangrijk. Een goede structuur is van groot belang voor het transport van water en lucht, de beworteling en de stabiliteit en stevigheid van de productiefactor grond. De organische-stoftoestand is van invloed op de bodemweerbaarheid, stevigheid en robuustheid. Een goede organische stofvoorziening is van belang om de robuustheid van de bodem op peil te houden of te verstevigen.

Goede ontwatering is van belang voor de tijdige bewerking in het voorjaar en vlotte oogst in het najaar. Slecht ontwaterde percelen werken in natte periodes rot in de hand.

Verzilting
Verzilting kan op verschillende manieren ontstaan: door slechte irrigatie, omhoogkomend grondwater (kwel onder andere als gevolg van de stijgende zeespiegel) en doordat de bodem nu eenmaal erg vol

zit met zout. In regio's waar landbouwgrond onder zeeniveau ligt, is het grondwater geneigd om omhoog te komen (=kwel). Het water dat omhoog komt, is vaak brak water. Hierdoor stijgt het zoutniveau van de akker. In regio's elders ter wereld (met een neerslagtekort) kan toegediend water snel verdampen, waardoor zouten zich in de bouwvoor ophopen en de bodem geleidelijk aan verzilt. BLGG ziet in toenemende mate problemen met verzilting: zowel ver weg als dichtbij (onder andere in Nederlandse kustgebieden). Voor teelt van aardappelen op verzilte gronden zijn via veredeling zouttolerante rassen in ontwikkeling.

Fosfaat

De wereldvoorraad ruwfosfaat (grondstof voor kunstmestfosfaat) wordt schaars (beperkt aanbod betekent dat fosfaat op termijn duurder wordt). Op bouwland wordt fosfaat aangevoerd via kunstmest of dierlijke mest.

Telers hebben daarbij te maken met de Meststoffenwet die tot doel heeft: het bevorderen van de deugdelijkheid van meststoffen en het beperken van de verontreiniging van bodem, grond- en oppervlaktewater door stikstof en fosfaat als gevolg van het gebruik van meststoffen.

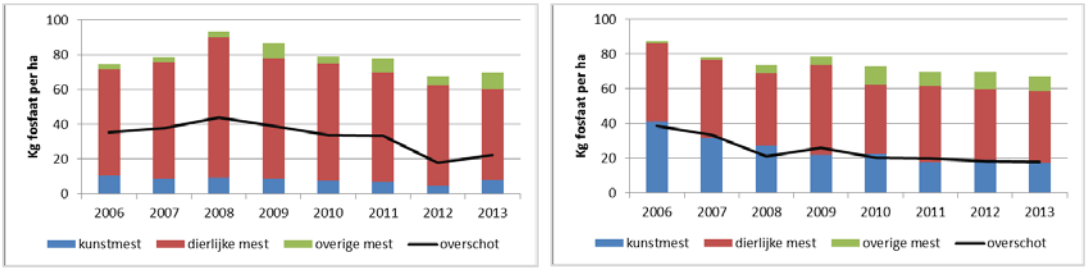
Belangrijk onderdeel van de Meststoffenwet zijn de regels over het gebruik van meststoffen. Er zijn twee typen regels: gebruiksnormen en gebruiksvoorschriften. Deze laatste zijn mede gebaseerd op de Wet bodembescherming en betreft onder andere de uitrijdata en het emissiearm uitrijden van dierlijke mest. Sinds 1 januari 2006 geldt er in Nederland een stelsel van gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat in meststoffen.

Landbouwbedrijven hebben te maken met drie soorten gebruiksnormen: een gebruiksnorm voor fosfaat in mest, een gebruiksnorm voor stikstof in mest en een gebruiksnorm voor dierlijke mest gebaseerd op de stikstofinhoud. (Compendium voor de Leefomgeving: Wettelijke normen voor het gebruik van Meststoffen.)

De mestoverschotten in Nederland maken dat veel landbouwgronden nu rijk zijn aan fosfaat en dat fosfaat nog vaak als afval wordt gezien in plaats van als waardvolle grondstof. Als fosfaat schaars wordt, verandert deze situatie. Oplossingsrichtingen voor verminderde beschikbaarheid van fosfaat zijn:

- hergebruik van fosfaat
- beperken van verliezen
- meer frequente grondanalyse op fosfaat en stikstof
- ontwikkeling van een nieuw fosfaatbemestingsadvies gebaseerd op P-$CaCl_2$ en P-AL.
- Toedieningstechnieken, zoals rijenbemesting en precisielandbouw.

Fosfaat (P_2O_5) is belangrijk voor een goede gewasproductie. Gestreefd wordt naar evenwichtsbemesting in bedrijfsverband, wat betekent dat de aangevoerde hoeveelheid fosfaat (onder andere via meststoffen) gelijk is aan de met producten afgevoerde hoeveelheid. Indien de fosfaattoestand van de bodem onder een bepaalde waarde uitkomt, kan extra fosfaat toegediend worden (reparatiebemesting). Via het P-gebruiksnormenstelsel daalt de P-bemesting richting evenwichtsbemesting. In de praktijk is er zorg of gewassen dan wel voldoende fosfaat krijgen. Daarom is het belangrijk om te weten wat de bodem zelf aan fosfaat levert en hoe dit in de tijd vrijkomt. Daarmee kan de akkerbouwpraktijk de toegestane hoeveelheid P zo optimaal mogelijk inzetten (www.kennisakker.nl).



Figuur 4.7 *Gemiddelde fosfaataanvoer en -overschot in kg per hectare bouwland in zandregio (links) en in kleiregio (rechts)*
Bron: LEI.

De fosfaatbodemoverschotten in kg per hectare nemen op alle grondsoorten af in de loop van de tijd (figuur 4.7). In 2010 werd gemiddeld per hectare 66 kg fosfaat aangevoerd en 49 kg fosfaat afgevoerd, zodat een overschot van 17 kg resteerde. Overschotten worden, rekening houdend met het bouwplan, op bedrijfsniveau vastgesteld.

Via het Masterplan Mineralen Management wordt momenteel een nieuw fosfaatbemestingsadvies[5] in de akkerbouw ontwikkeld. Recent zijn grondonderzoeksmethoden, gebaseerd op P-$CaCl_2$ en P-AL, ontwikkeld die een beter inzicht geven in het gedrag van fosfaat in grond (Van Rotterdam-Los, 2010). Daarmee is het mogelijk om aan te geven hoeveel fosfaat direct beschikbaar is, hoe snel er nageleverd kan worden en wat de nalevercapaciteit voor fosfaat is. Zo kan beter worden ingespeeld op de ontwikkeling van de fosfaatbehoefte van gewassen gedurende de groeiperiode. Bekend is namelijk dat veel gewassen vooral bij de begingroei behoefte hebben aan een hoge fosfaatconcentratie bij de jonge wortels, terwijl later in het seizoen met een lagere concentratie kan worden volstaan.

De desorptiedynamiek van P in de bodem wordt bepaald door de initiële directe beschikbaarheid en de capaciteit van de grond om P te blijven leveren (de buffercapaciteit). De initiële directe beschikbaarheid kan goed worden voorspeld op basis van P-$CaCl_2$. De buffercapaciteit kan worden voorspeld op basis van P-AL en P-$CaCl_2$.

Verwerking
Struviet ($MgNH_4PO_4$) komt beschikbaar bij de zuivering van afvalwater; bij de huidige methode van afvalwaterzuivering zijn minder chemicaliën nodig. Struviet wordt verkocht als meststof. Zuivering van afvalwater vindt decentraal op productielocaties (fabrieken) plaats, ook in andere sectoren. Mogelijkheden zoals opschaling, gezamenlijke verkoop van struviet bieden wellicht kansen voor efficiencyverbetering die uitgezocht moeten worden.

Overige

- Voedselveiligheid (food safety)

Kiemremming in aardappelen gebeurt tegenwoordig uitsluitend na de oogst en door toepassing van chloorprofam (CIPC), wat aanleiding geeft tot residuen. Vanuit retail en/of consumentenorganisaties ondervindt de aardappelsector (verwerking én verpakking) steeds meer weerstand tegen deze naoogstbehandelingen. De roep om aardappelen of verwerkte producten met minder residu (liefst residuvrij) te leveren klinkt dan ook steeds luider (Talent en BIOX M).

Diverse gewasbeschermingsfirma's ontwikkelden de laatste jaren nieuwe kiemremmers als alternatief voor CIPC. Zo zijn in België sinds kort muntolie (onder andere Biox-M) en ethyleen beschikbaar, die geen residu nalaten op de knollen. Beide producten hebben belangrijke nadelen, op het vlak van kostprijs, effectiviteit bij hogere temperaturen (vanaf 7 °C of hoger) en nawerking (korte 'shelf-life' voor tafelaardappelen). Ethyleen heeft bovendien een negatieve impact op de bakkleur. Er dienen zich

[5] www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Bemesting/Fosfaat.htm

ook nog andere alternatieven aan, die al (deels) in het buitenland erkend zijn. Zo zijn er onder meer karwijolie (Talent), kruidnagelolie, 1-MCP (Smartfresh), DMN (1,4Sight) en 3-decen-2-one (SmartBlock). De gezamenlijke noemer voor vrijwel al deze producten is dat ze van natuurlijke oorsprong (residuloos) zijn en via foggen toegepast dienen te worden. Ook de 'shelf-life' lijkt voor een aantal van deze producten veelbelovend.

- Duurzame palmolie

In 2010 ondertekende de VAVI het Manifest van de Taskforce Duurzame Palmolie. Het commitment van de VAVI-leden is om per 2015 100% van deze palmolie in te kopen als Certified Sustainable Palm Oil (CSPO) conform RSPO-richtlijnen. In 2011 stond het aandeel duurzame palmolie van de VAVI nog op 10%, in 2013 is dit gegroeid van 59% en in 2014 naar 80%.[6] De aardappelverwerkende industrie zit hiermee 9% boven het gestelde doel van 50% duurzame palmolie in 2013.

- Gezondheid

Overgewicht, gebruik van olie (VAVI, 2011)

Vanwege de gezondere vetzuursamenstelling kiezen verwerkers steeds vaker voor zonnebloemolie in plaats van palmolie. Aandachtspunten zijn:

- ovenproducten
- koel- en diepvriesverse, niet voorgebakken producten
- producten met een betere vetzuursamenstelling
- producten die minder vet absorberen
- gebruik van duurzame plantaardige olie
- reductie van het olieverbruik bij het voorbakken
- actieve steun aan het horeca-initiatief 'Verantwoord frituren'
- informatie verschaffen over de natuurlijke voedingswaarde van de aardappel
- terughoudendheid en zelfregulering met betrekking tot reclame (kinderen < 12 jaar)
- bevorderen en uitdragen van een evenwichtige voeding en gezonde levensstijl.

[6] www.taskforceduurzamepalmolie.nl/uploads/media/TaskForceDuurzamePalmolie-samenvatting-2014_final.pdf

4.3 Belangrijke doelstellingen

Voor diverse thema's zijn nationale doelen gedefinieerd, waaraan partijen zich hebben gecommitteerd. In tabel 4.4 zijn de belangrijkste doelstellingen per ketenschakel samengevat.

Tabel 4.4
Belangrijkste hotspots per thema en ketenschakel in de Nederlandse aardappelketen

Ketenschakel	Water	Energie	Land	Fosfaat
Toelevering	Verminderen drift Emissiereductie Evenwichtsbemesting Efficiënter beregenen	Reductie fossiel energieverbruik 2% per jaar Energieopwekking	Gezond pootgoed (vrij van nematoden: AM en Melodoigyne)	Evenwichtsbemesting fosfaat
Primaire productie	Verminderen drift Emissiereductie Terugdringen puntbelasting Evenwichtsbemesting Efficiënter beregenen	Reductie fossiel energieverbruik 2% per jaar Energieopwekking	AM-vrij (export consumptieaardappel)	Evenwichtsbemesting fosfaat
Handel		Reductie fossiel energieverbruik 2%	-	-
Verwerking	Efficiënter watergebruik; -verbruik -verminderen Hergebruik minder lozingen	Reductie fossiel energieverbruik 2% per jaar Energieopwekking	-	-
Afzet	-	Reductie fossiel energieverbruik 2% per jaar	-	-

In veel gevallen zijn er geen normen gesteld, maar zijn te bereiken reducties gedefinieerd.

De aardappelverwerkende industrie (vertegenwoordigd in de VAVI) streeft de volgende milieu-inspanningen na:
1. energie-efficiency van circa 2% per jaar sinds 1998;
2. reductie verpakkingsmateriaal tot circa 40 g/kg eindproduct;
3. reductie watergebruik tot circa 2,5 m^3/ton aardappelen (waterkringloopsluiting);
4. geen overlast/hinder als gevolg van geur/geluid.

Water
In de Europese Kaderrichtlijn Water is het beleid voor de beoordeling van de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater in Europa vastgelegd. Een van de ambities in de Tweede nota duurzame gewasbescherming periode 2013 tot 2023 is om de waterkwaliteit verder te verbeteren. Het doel van het Kabinet is het verminderen van de overschrijding van de milieukwaliteitsnormen voor gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater in 2023 tot nagenoeg nul. Deze ambitie sluit aan bij de KRW-doelen (Rijksoverheid, 2013). Het gaat daarbij om de ecologische kwaliteit van oppervlaktewater, drinkwater en grondwater.

Ecologische kwaliteit
Doelstelling ecologische kwaliteit oppervlaktewateren:
2018: afname van het aantal overschrijdingen van de milieukwaliteitsnormen voor gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater met 50% ten opzichte van 2013
2023: afname van het aantal overschrijdingen van de milieukwaliteitsnormen voor gewasbeschermingsmiddelen in oppervlaktewater met 90% ten opzichte van 2013 (nagenoeg geen normoverschrijdingen)

Drinkwater
Doelstelling oppervlaktewater bestemd voor drinkwaterbereiding:
2018: afname van het aantal overschrijdingen van de drinkwaternorm in oppervlaktewater bestemd voor drinkwaterbereiding met 50% ten opzichte van 2013
2023: afname van het aantal overschrijdingen van de drinkwaternorm in oppervlaktewater bestemd voor drinkwaterbereiding met 95% ten opzichte van 2013 (nagenoeg geen overschrijdingen)

Grondwater
De aangetroffen normoverschrijdende residuen voor gewasbeschermingsmiddelen in grondwater worden vooral veroorzaakt door middelen die nu niet meer zijn toegelaten, maar nog steeds in de bodem zitten. Het bestaande beleid is en blijft erop gericht om problemen met grondwaterkwaliteit tegen te gaan.

Nutriënten
Bij de beoordeling van grond- en oppervlaktewater beoordeelt de KRW de fysisch-chemische kwaliteit (onder andere mg N en P/liter). Dit omvat onder andere de beoordeling van de aanwezigheid van nutriënten (stikstof en fosfor) en overige relevante stoffen (residuen gewasbeschermingsmiddelen).

Open teelten
Naast maatregelen KRW worden de volgende specifieke maatregelen genomen:
- Introductie van een 'emissiereductieplan' in het geval van normoverschrijdingen.
- Vermindering van de verwaaiing (drift) naar oppervlaktewater.

Voor de open teelten (waaronder aardappel en suikerbiet) worden de volgende maatregelen gemonitord:
1. Verplichte teeltvrije zone voor alle gewassen stellen op ten minste 50 cm, vastleggen in Activiteitenbesluit milieubeheer. Verbreding van de teeltvrije zones naar ten minste 1-1,5 meter, indien waterkwaliteitsdoelen niet gehaald zijn. Voor aardappelen bedraagt deze sinds 2000 al 1,5 meter en voor suikerbieten 0,5 meter.
2. Ontwikkelen criteria voor beoordeling voortgang op waterkwaliteitsdoelen.
3. Telers kunnen vrijwillig kiezen om de teeltvrije zones te verbreden.
4. Driftreductietechnieken verhogen van 50% driftreductie naar 75% driftreductie op het hele perceel, zonder de mogelijkheid de huidige spuit- en teeltvrije zones te verkleinen. Vaststellen benodigde uitzonderingen en afbouw hiervan. Vastleggen in Activiteitenbesluit milieubeheer.
5. Controle of toepassing van 90% driftreducerende technieken haalbaar en effectief is.
6. Voor op- en zijwaarts bespoten gewassen (bijvoorbeeld fruitteelt en boomteelt) zal in 2014 met de sector worden overlegd over uitvoering van extra driftreducerende maatregelen.

Puntbelastingen open teelten
Met het terugdringen van puntbronnen in de open teelt zijn emissies naar oppervlaktewater te voorkomen.
1. Verplichte implementatie van opvang en zuivering van waterreststromen op het erf die vervuild zijn geraakt met gewasbeschermingsmiddelen (zuivering bijvoorbeeld door middel van biofilters). Vastleggen in Activiteitenbesluit milieubeheer.
2. Onderzoeken en implementeren van beste opties om puntemissies naar oppervlaktewater en grondwater.
3. Infiltratie bij/tijdens het vullen, spoelen, reinigen, transporteren (fruit) en afspoelen van spuitapparatuur tegengaan.
4. Spuitmachines op verhard terrein overdekt stallen.
5. Vastleggen in Activiteitenbesluit milieubeheer.

ICT en precisielandbouw
Plaatsspecifieke giften zijn van belang om te komen tot reductie van middelengebruik, plaatsspecifiekbemesten en wellicht ook irrigeren. ICT en precisielandbouw bieden mogelijkheden om verdere reductie te ondersteunen en sturen. Met verdere ontwikkeling van bestaande en nieuwe Decision Support-systemen (DSS; onder andere NemaDecide en Phytophthora) en het inbouwen van de meest actuele inzichten en kennis en precisielandbouw (onder andere plaatsspecifieke toediening)

kunnen doseringen worden beperkt. Dit leidt tot meer verantwoord spuiten, bemesten en beregenen/irrigeren. Preciezere technieken verminderen het gebruik, zijn efficiënter en verkleinen de kans op aantasting van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater.

Bruinrot
De bacterie die bruinrot veroorzaakt, Ralstonia solanacearum, is vermeld als schadelijk organisme (quarantaineorganisme) in de EU Fytorichtlijn (Richtlijn 2000/29/EG). Om de aardappelketen bruinrotvrij te houden (zero tolerance), zijn diverse maatregelen van kracht, waaronder een beregeningsverbod voor met name pootaardappelen (=toelevering). In bepaalde gebieden mag ook voor de teelt van consumptie- en zetmeelaardappelen geen oppervlaktewater aan watergangen worden onttrokken ('Verbodsgebieden gebruik oppervlaktewater'). Gebruik van ontsmet oppervlaktewater is niet toegestaan (www.vwa.nl/onderwerpen/plantenziekten-en-plagen/dossier/bruinrot/beregeningsverboden-consumptie-en-zetmeelaardappelen-en-tomaten).

Reduceren waterverbruik
Naast zorg voor de waterkwaliteit is in de keten aandacht om het waterverbruik binnen de keten te verminderen. Voor de primaire productie gaat het om optimaliseren van beregening/irrigatie. Leidingwater is te kostbaar voor beregening. Mogelijke kansen om watergebruik te reduceren:
- optimaal beregenen (aanvoer= behoefte); druppelirrigatie is te kostbaar in Nederland
- efficiënt beregenen (methode), beregeningsplanner
- droogtetolerante rassen
- zorgvuldig beregenen (voorkomen overwaaien)
- zouttolerante rassen (voor gronden waar kwel een probleem vormt)
- kwaliteit beregeningswater (zout, bacterieziekten).

Teelt
- verminderen verbruik grond- en oppervlaktewater
- effectievere irrigatiemethoden door telers met name in gebieden met waterstress
- driftreducerende maatregelen.

Verwerking
- reduceren van waterverbruik
- direct waterverbruik (= leidingwater)
- ondersteunen telers effectievere irrigatiemethoden
- vergroten waterefficiëntie in fabrieken
- hergebruik van water uit processen
- verbeteren kwaliteit afvalwater via innovatieve technologieën.

Afvalwater industrie
Grotere industrieën reinigen hun proceswater gericht op hergebruik (sluiten kringlopen); grotere bedrijven (fritesindustrie) beschikken over een eigen zuiveringsinstallatie. In een afvalwaterzuiveringsinstallatie (kortweg awzi genoemd) wordt het afvalwater gezuiverd voordat het in oppervlaktewater komt. Het inkomende vuile water, het influent, wordt in de installatie in een aantal stappen gezuiverd. Het gezuiverde water wordt het effluent genoemd. Achtereenvolgens verwijdert men met een rooster of een afscheider de grovere deeltjes, dan in bezinktanks de fijnere deeltjes, en ten slotte de opgeloste stoffen. Behalve water komen andere stoffen vrij, met name slib, dat soms een nieuwe bestemming krijgt. De zuivering van afvalwater is ingekaderd in nationale en internationale regelgeving (onder andere de Waterwet en KRW).

Hergebruiken van water waar mogelijk, mits het geen negatief effect heeft op voedselveiligheid en productkwaliteit.

> *Aandachtspunten voor bedrijven: verminderen van het directe waterverbruik, hergebruik en verbeteren van de kwaliteit van het proceswater, verminderen lozingen c.q. vergroten zuiveringsrendement*

Energie

Algemeen geldt: energieverbruik binnen de keten verminderen, reductie broeikasgassen. De doelstellingen zijn vastgelegd in afspraken tussen overheid en bedrijfsleven.

Convenant schone en zuinige agrosectoren

Doelstellingen van onder andere primaire bedrijven zijn vastgelegd in juni 2008 in het 'Convenant Schone en zuinige agrosectoren'. Dit is onder andere ondertekend door LTO en de FNLI. Daarmee hebben deze sectoren zich verbonden aan de doelstellingen om minder broeikasgassen uit te stoten, energie te besparen en duurzame energie te produceren. Doelstellingen in het convenant:

- Verdere reductie van het gebruik van fossiele energie van gemiddeld 2% per jaar tot aan 2020.
- De emissie veroorzaakt door direct energiegebruik (gas, olie en elektra) is in 2020 verminderd met circa 60% ten opzichte van 1990.
- De ATV-sector (akkerbouw, tuinbouw en veehouderij) streeft naar de productie van duurzame energie van 63 PJ in 2020 (gelijk aan een vermeden CO_2-uitstoot van 3,0 Mton/jaar).

Meerjarenafspraak energie (MJA3) en energieakkoord

In de meerjarenafspraak energie committeren de gezamenlijke ondernemingen (waaronder de grotere aardappelverwerkers vertegenwoordigd door de VAVI (Vereniging voor aardappelverwerkende industrie)) zich om gemiddeld voor hun betrokken inrichtingen 30% energie-efficiëntieverbetering te bereiken in de periode 2005-2020 (= 2% per jaar).

Brancheorganisaties zijn, in het kader van de meerjarenafspraken energie-efficiency (MJA3), verplicht om een meerjarenplan energie-efficiency (MJP) te maken. De energie-efficiencyplannen (EEP's) van individuele bedrijven vormen de basis voor het vaststellen van de doelstelling op bedrijfs- en brancheniveau. De brancheorganisaties bepalen op basis van de EEP's van de bij hen aangesloten leden welke verdere maatregelen zij gaan nemen om de energie-efficiency te verbeteren en leggen dit vast in het MJP. Ambities zijn: # maatregelen, TJ-besparing, % efficiëntieverbetering kton vermeden CO_2-emissie.

Aardappelverwerkingsbedrijven die deelnemen aan MJA3 (VAVI, 2013):

- spannen zich in om 30% energie-efficiëntieverbetering te bereiken in de periode 2005-2020
- stellen vierjaarlijks een energie-efficiencyplan (EEP) op
- zijn verplicht zogenoemde 'zekere' besparingsmaatregelen uit te voeren (terugverdientijd minder dan vijf jaar)
- voeren systematisch energiezorg in
- spannen zich in om energie-efficiëntie door middel van ketenefficiency en duurzame energie te realiseren
- rapporteren jaarlijks over de voortgang van de uitvoering van het convenant.

In het recentere 'Energieakkoord voor duurzame groei' (SER, 2013) committeren bedrijven zich om de volgende doelen te realiseren:

- een besparing van het finale energieverbruik met gemiddeld 1,5% per jaar
- 100 petajoule aan energiebesparing in het finale energieverbruik van Nederland per 2020
- een toename van het aandeel van hernieuwbare energieopwekking (nu ruim 4%) naar 14% in 2020. Een verdere stijging van dit aandeel naar 16% in 2023
- ten minste 15.000 voltijdsbanen, voor een belangrijk deel in de eerstkomende jaren te creëren.

Afzet

In 2010 namen de supermarkten zich voor om tot 2020 elk jaar 2% energie te besparen (= convenant).

Logistiek

Verladers en vervoerders kunnen nog veel besparen door in te zetten op schone en zuinige voertuigen, alternatieve vervoerwijzen en samenwerking met klanten, toeleveranciers en collega-ondernemingen.

Land

Grond is een essentiële productiefactor voor de teelt van aardappelen. Duurzaam landgebruik en een robuuste bodem dragen bij aan optimale opbrengsten (kg, kwaliteit) en betekenen het versterken van aandacht voor bodemgezondheid en -kwaliteit: bodemvruchtbaarheid, bodemweerbaarheid, integraal bodembeheer en structuur en bewerking. De ontwikkeling van indicatoren waarmee bodemkwaliteit kan worden gemeten en in kaart kan worden gebracht moet verder worden vormgegeven. Bodemmanagement moet ook bijdragen aan optimale nutriënten- en waterbenutting. Gestreefd wordt naar percelen die vrij zijn van grondgebonden ziekten en plagen (onder andere aardappelmoeheid, Meloidogyne en vrijlevende alen). Genetische verbetering, rasontwikkeling en rassenkeuze dragen bij (naast onder andere bedrijfshygiëne, management en rotatie) aan het reduceren van de druk van bodemgebonden ziekten en plagen. Resistentiedoorbraken en nieuwe belagers betekenen dat ten minste de volle aandacht voor grondgebonden ziekten en plagen nodig blijft.

Fosfaat

Overheidsdoelstelling is dat primaire bedrijven sturen op evenwichtsbemesting (aanvoer = afvoer) op bedrijfsniveau. Om dit te realiseren is de fosfaatgebruiksnorm ingevoerd: primaire bedrijven moeten voldoen aan de maximale hoeveelheid fosfaat die per hectare aangevoerd mag worden (zie tabel 4.5).

Tabel 4.5

Fosfaatgebruiksnormen afhankelijk van de aanwezigheid van fosfaat in de bodem (Pw-waarde) en het jaar

Pw-waarde	Categorie	2014	2015	2016	2017
<36	Laag	80	75	75	75
36-55	Neutraal	65	60	60	60
>55	Hoog	55	50	50	50

Bron: Mestbeleid 2014-2017.

4.4 Beschikbare indicatoren

In tabel 4.6 staan per thema en ketenschakel de belangrijkste indicatoren.

Tabel 4.6
Belangrijke indicatoren per thema en ketenschakel in de Nederlandse aardappelketen

Ketenschakel	Water	Energie	Land	Fosfaat
Keten	Watervoetafdruk eindproduct (m^3/ton eindproduct)	CO_2-voetafdruk eindproduct (CO_2-eq. per ton eindproduct)	-	-
Toelevering	Watervergebruik (m^3 per ha)		Opbrengst: vermarktbare pootaardappelen (kg) per ha % percelen besmet met ziekten en plagen naar type en soort	Fosfaatoverschot (kg P_2O_5 per ha)
Primaire productie	Waterverbruik (m^3 per ha)	-	Opbrengst (kg per ha) van goede bakkwaliteit	Fosfaatoverschot (kg P_2O_5 per ha)
Handel	Waterverebruik (m^3 per ton eindproduct)	Energieverbruik (GJ per ton product)	-	-
Verwerking	Waterverbruik per ton eindproduct (leiding + grondwater)	Energieverbruik in productieproces en transport (in GJ per ton eindproduct) CO_2-emissie per ton eindproduct	-	Gewonnen fosfaat als meststof (kg P_2O_5)
Afzet	-	Energieverbruik (GJ/ton product)	-	-

Verwerkers berekenen de ecologische voetafdruk voor de keten op en publiceren deze in hun duurzaamheidsverslagen (onder andere Lamb Weston Meijer).

Water
In toelevering en primaire teelt vormt efficiënt(er)e beregening een aandachtspunt. Het daadwerkelijke verbruik van de hoeveelheid (grond- en oppervlakte)water voor beregening wordt vaak niet gemeten. LWM geeft in haar duurzaamheidsverslag aan dat telers zuiniger kunnen beregenen. Vanwege de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater dient belasting met meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen geminimaliseerd te worden. Waterkwaliteitsindicatoren[7] (mg P per liter, mg N per liter, ongewenste stoffen grondwater, milieubelasting grond- en oppervlaktewater (mbp's)) gelden veelal niet specifiek voor de aardappelteelt, maar voor de landbouw als geheel.

In de handel wordt een deel van de te verpakken aardappelen gewassen en gedroogd. Dit betreft een bescheiden volume. Aardappelen voor de export worden veelal geborsteld.

Indicatoren voor de industrie:
- totaal waterverbruik, direct waterverbruik (= leidingwater), (her)verbruik liters; (in m^3 per ton eindproduct)

[7] Indicator milieubelasting oppervlaktewater
Nederland zal HAIR2010 gebruiken om onder andere de trends in de milieubelasting van oppervlaktewater en het gebruik te berekenen. Voor de evaluatie van dit actieplan wordt deze indicator overigens verfijnd, waarbij gebruikgemaakt wordt van de Nederlandse indicator 'NMI-3'. Daarmee kunnen situaties in een bepaald gebied gedetailleerd er worden geanalyseerd.

- watervoetafdruk per ton eindproduct (som blauw, groen en grijs water)
- waterlozing in m^3 naar type en bestemming (oppervlaktewater en gemeentelijk riool).

Energie

Teelt:

- GJ per hectare en GJ per ton

Verwerking:

- Energie-intensiteit (in GJ per ton eindproduct)
- CO_2-emissies uit energie (in ton CO_2 eq. per ton eindproduct)
- CO_2-voetafdruk eindproduct (in ton CO_2 eq. per ton eindproduct)

Land

Indicatoren bij grondonderzoek zijn:

- officieel onderzoek: onderzoeksverklaring AM, aantonen wel/geen aardappelcyste-aaltje
- aanwezigheid van aaltjes
- aantallen schadelijke aaltjes (dichtheden)
- soortbepaling
- voorraden N en P_2O_5
- organische stofgehalte (bouwland).

Ook gewasrotatie (% aardappelen) en opbrengst per ha zijn indicatoren voor landgebruik.

Fosfaat

- Fosfaatbalans; kg fosfaat per hectare
- Fosfor in oppervlaktewater (mg P per liter) (Kaderrichtlijn Water)

Indicatoren FLINT

Het LEI is momenteel betrokken bij een EU-project Flint (www3.lei.wur.nl/flint). In dit Europese project worden de mogelijkheden voor het verzamelen en gebruiken van duurzaamheidsindicatoren door diverse partijen onderzocht. Zo blijkt dat verschillende ketenpartijen verschillende indicatoren hanteren. Op teeltniveau worden andere indicatoren gebruikt dan dat bijvoorbeeld verwerkers doen. Binnen het Flint-project zijn een aantal variabelen voor indicatoren geïdentificeerd. Voor de deelgebieden water, energie, land en fosfaat zijn de volgende variabelen relevant:

- pesticidegebruik (pesticiderisicoscore)
- nutriëntenbalans (N, P)
- indirect energiegebruik
  Vaak moeilijk meetbaar.
- direct energiegebruik
- productie hernieuwbare energie
- farmmanagement om nitraatuitspoeling te reduceren
- farmmanagement om bodemerosie te reduceren
- gebruik groenbemester (= organische stof)
- broeikasgasemissies per hectare (GHG per hectare)
- broeikasgasemissies per product (GHG per ton)
  Volgens United Nations framework of climate change omvatten broeikasgassen onder andere: CO_2 - Koolstofdioxide, CH_4 - Methaan, N_2O - stikstofdioxide, PFCs - Perfluorocarbonaten, HFCs - Hydrofluorocarbonaten, SF_6 - Sulfaat hexafluoride, maar ook indirecte broeikasgassen zoals SO_2, NO_x, CO en NMVOC.
  Telers geven aan dat men weinig kan met broeikasgasemissies. Verwerkers ondersteunen en begeleiden hun telers in het realiseren van duurzaamheidsdoelen.
- CO_2-vastlegging door landgebruik
- Watergebruik en -opslag
  Op boerderijniveau wordt het gebruik van beregeningswater uit grond- en oppervlaktewater veelal niet gemeten/vastgelegd.
- Irrigatiepraktijken
  Worden niet 'gemeten'.

Voor diverse variabelen zijn geen concrete indicatoren vastgesteld. Op primaire bedrijven worden variabelen beoordeeld in bedrijfsverband/op bedrijfsniveau en niet per gewas (zoals aardappel en suikerbiet).

4.5 Conclusies en aanbevelingen

Tabel 4.7 geeft de 'witte vlekken', anders gezegd waar grote duurzaamheidsslagen in de consumptieaardappelketen gemaakt kunnen worden. Urgente thema's zitten vooral bij:

- Efficiëntieverbetering waterverbruik: optimaliseren irrigatie tijdens de teelt en verder reduceren van het waterverbruik in de verwerking (gesloten waterkringloop). Voor water zijn maatregelen het reduceren van het gebruik en verbeteren van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater, onder andere door meststoffen en gewasbescherming verantwoord in te zetten.
- Het energiegebruik in de primaire sector (met name ook bewaring), de logistiek en de verwerking. Fossiele-energieverbruik in de hele keten reduceren: efficiencyverbetering in de teelt, bewaring en verwerking en dit monitoren. Via BBE-reststromen aanwenden onder andere voor opwekken van duurzame energie.
- Robuuste en gezonde bodem (vrij van bodemgebonden ziekten en plagen) door verantwoord middelengebruik. Voor beheersing van bodempathogenen en phytophthora vormt de genetische kwaliteit van uitgangsmateriaal een aandachtspunt (rassen met de juiste resistentie) om het middelengebruik verder te reduceren, wat effect heeft op de waterkwaliteit. In het geval van bodempathogenen streven naar zero-level-percelen.
- Fosfaatevenwichtsbemesting en fosfaatbenutting 'winning' en gebruik van struviet als meststof. Fosfaat is onderdeel van de NPK-resource-efficiency: efficiënte inzet van nutriënten.

Tabel 4.7

Categorisering van duurzaamheidsthema's ingedeeld naar type ABCD (zie voetnoot) per ketenschakel

Ketenschakel	Water	Energie	Land	Fosfaat
Toelevering	B	B	B	D
Primaire productie	A	A	B	D
Handel/logistiek	B	B	N.v.t.	N.v.t.
Verwerking	C	C	N.v.t.	B
Afzet inclusief bewaring	N.v.t.	C	N.v.t.	N.v.t.

A = Dit is een probleem van grote omvang en er wordt nog geen aandacht aan besteed;

B = Dit is een probleem van beperkte/ hanteerbare omvang en er wordt nog geen aandacht aan besteed;

C = Dit is een probleem van grote omvang, maar er zijn doelen gesteld;

D = Dit is een probleem van beperkte/hanteerbare omvang, maar er zijn doelen gesteld.

4.6 Literatuur

Elbersen, W. (Wageningen UR Food & Biobased Research), B. Janssens (Wageningen UR LEI), J. Koppejan (Procede Biomass BV), 2011. *De beschikbaarheid van biomassa voor energie in de agro-industrie*. Wageningen UR Food & Biobased Research, rapport 1200.

Kamp, J., P. van Reeuwijk, F. Schoorl en M. Montsma, 2010. *Energiebesparing op het agrarisch bedrijf; kansen voor verhoging van de energie-efficiency in de akkerbouw, vollegrondsgroenten en fruitteelt.* PPO nr 3250166809

Lamb Weston Meijer, *Duurzaamheidsverslag 2012-2014; gezamenlijk waarde creëren*.

Rijksoverheid, 2013. *Gezonde Groei, Duurzame Oogst; Tweede nota duurzame gewasbescherming periode 2013 tot 2023*.

VAVI, 2011. *'Duurzaamheid in de keten'; Presentatie VAVI 5 oktober 2011.*

VAVI, 2013. *Meerjarenplan MJA Energie-Efficiency*. Vereniging voor Aardappelverwerkende Industrie 2013-2016

Websites: www.nemadecide.com/

5 De suikerketen

5.1 De Nederlandse suikerketen

Teelt- en ketenorganisatie

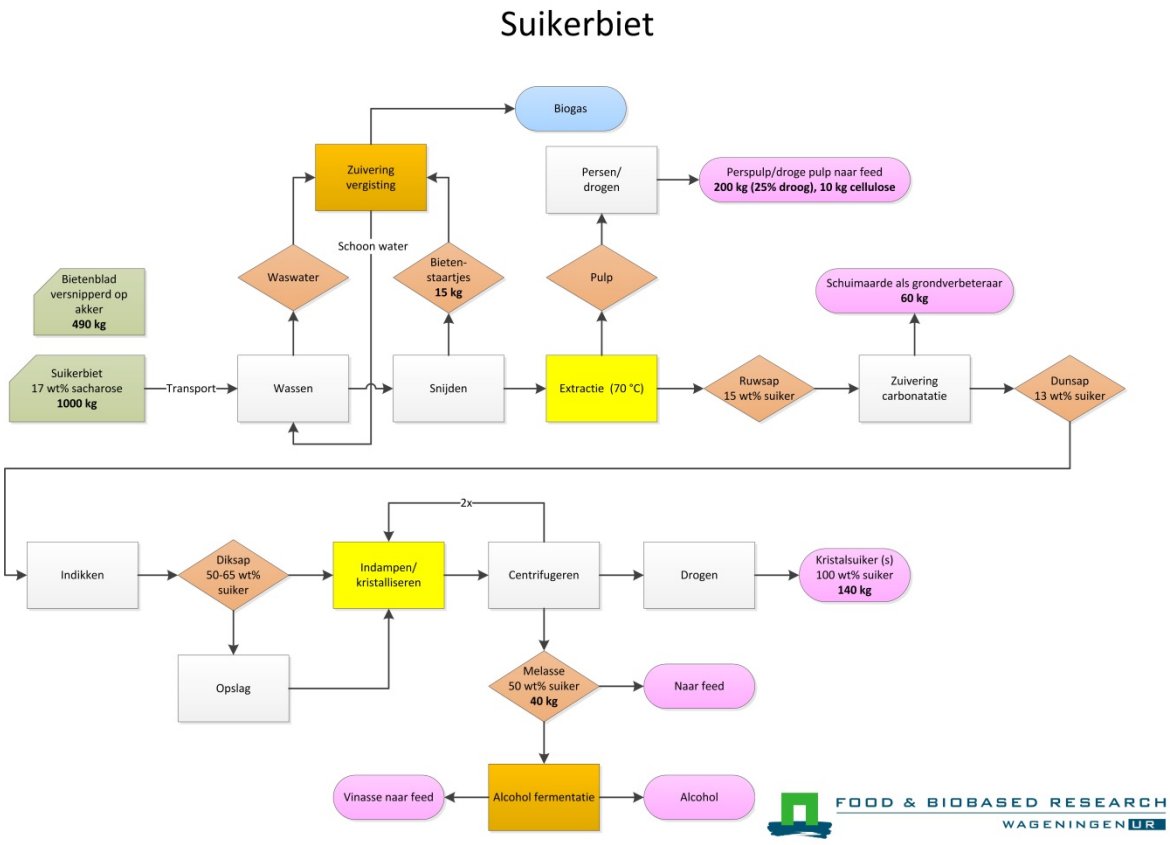
Het proces van suikerproductie uit suikerbieten bestaat uit de volgende stappen:

1. De ontwikkeling van nieuwe rassen via zaaizaadveredeling, de productie van suikerbietenzaad en daarna het pilleren (het omhullen van de zaden met een coating van onder andere insecticide en fungicide om insectenvraat en schimmelaantasting te minimaliseren, dus de opkomst te verbeteren) en verpakken ervan en distributie naar de telers via Suiker Unie, de enige Nederlandse verwerker van suikerbieten. De teelt van zogenaamde stekbieten vond vroeger in Nederland plaats, maar gebeurt tegenwoordig in warmere landen, ten behoeve van een hogere kiemkracht. Het aantal veredelingsbedrijven dat bietenzaad produceert is gering, namelijk vijf bedrijven: KWS Saat, Betaseed, Strube, SESVanderHave en Syngenta. Deze kweekbedrijven werken ook aan nieuwe resistenties tegen ziekten en plagen, maar ook tegen herbiciden. Op Europees niveau worden 1,5 mln. ha suikerbieten geteeld. Hiervoor vindt op circa 9.000 ha de teelt van suikerbietenzaad plaats in Zuid-Frankrijk en Italië.

2. De teelt van suikerbieten wordt uitgevoerd door ongeveer 10.000 telers op een areaal van ongeveer 75.000 ha in 2014. Deze telers bevinden zich verspreid over heel Nederland, met uitzondering van de veenweidegebieden, de Veluwe en de provincie Utrecht. Suikerbieten worden geteeld in bouwplanverband, dat wil zeggen maximaal 1:4, dus één keer in de vier jaar op hetzelfde perceel.[8] In de andere drie jaren worden andere gewassen op dat perceel geteeld, zoals aardappelen, granen, uien, graszaad en dergelijke. Na suikerbieten wordt vaak wintertarwe geteeld. Bij de teelt worden de volgende activiteiten uitgevoerd:
   a. Het klaarmaken van een vlak, gelijkmatig en onkruidvrij zaaibed in de periode februari - april, afhankelijk van grondsoort en weersomstandigheden.
   b. De zaai van het suikerbietenzaad met een precisiezaaimachine, waarmee de gewenste zaaiafstand en -diepte goed ingesteld en gerealiseerd kunnen worden.
   c. Vóór de zaai en tijdens het groeiseizoen wordt het gewas bemest en worden onkruiden en ziekten bestreden. De bemesting (met N; P en K worden in bouwplanverband één of twee maal in de rotatie toegepast, meestal voorafgaand aan de aardappelteelt) vindt gedeeltelijk plaats met kunstmest en deels met organische mest. Overigens wordt steeds meer van de N voorzien via organische mest (tot circa twee derde van de behoefte). Nadeel van de toepassing van organische mest is dat minder precies gestuurd kan worden en de mineralisatie afhankelijk is van de omstandigheden. Onkruidbestrijding vindt grotendeels plaats met behulp van selectieve herbiciden in een lage doseringssysteem (meerdere behandelingen met een zeer lage dosering op klein onkruid) van chemische middelen. Op een deel van de percelen wordt mechanische onkruidbestrijding toegepast. Daarnaast worden chemische middelen ingezet voor schimmelziekten.
   d. Na afloop van het groeiseizoen worden de suikerbieten gerooid en klaargelegd voor transport naar de suikerfabriek. Dat gebeurt in de periode half september - half december, afhankelijk van de levertijdstippen die met de suikerfabriek zijn afgesproken. Bij lichte of strengere vorst wordt de bietenhoop afgedekt met plastic, eventueel aangevuld met stro. Bieten die bevroren zijn geweest, zijn niet te verwerken en worden niet naar de fabriek gebracht. De teler kan ze niet verkopen.

[8] In een bouwplan met koolzaad of koolgewassen wordt de intensiteit maximaal 1:8, omdat koolzaad en suikerbiet waardplant zijn voor dezelfde bodemziekten.

3. Transport en verwerking van de suikerbieten:
   a. Transportbedrijven verzorgen in opdracht van Suiker Unie het laden van de bieten bij de teler, het transport ervan naar een van de twee suikerfabrieken in Nederland, in Dinteloord en Vierverlaten (Groningen), en het lossen bij de fabriek zelf. Dit gebeurt grotendeels per vrachtauto en voor een klein deel per schip. Overigens wordt een deel van de suikerbieten, met name uit Limburg, in Duitsland verwerkt vanwege de grote transportafstand en dus hoge transportkosten als de verwerking in een Nederlandse fabriek plaats zou vinden.
   b. Vlak voor het lossen worden monsters van de bietenvracht genomen, op basis waarvan de inwendige (suikergehalte, winbaarheid) en externe kwaliteit (grondtarra) worden vastgesteld. De kwaliteit heeft invloed op de uitbetalingsprijs van de bieten in euro per ton biet.
   c. Vervolgens worden de bieten in de fabriek gebracht, gewassen en verwerkt. De twee Nederlandse fabrieken zijn eigendom van Suiker Unie, een van de vijf businessgroepen van coöperatie Cosun.[9] De verwerking van suikerbieten tot kristalsuiker is schematisch weergegeven in figuur 5.1 en wordt hieronder per stap uitgelegd (vrijwel letterlijk overgenomen uit Harmsen et al., 2014).[10]



Figuur 5.1 *Verwerking van suikerbieten tot kristalsuiker (informatie gedeeltelijk afkomstig van de Suiker Unie)*
Bron: Harmsen et al. (2014).

[9] Tot de Europese suikerhervorming in 2006 kende Nederland naast coöperatie Suiker Unie/Cosun ook een private suikerindustrie, CSM Suiker, onderdeel van CSM Holding. Na de hervorming is CSM gestopt met de suikerproductie en zijn zowel de twee toenmalige fabrieken als de bijbehorende telers overgegaan naar Suiker Unie.

[10] Dit schema is van toepassing in de gangbare suikerproductie uit suikerbieten zoals deze in Nederland en elders wordt uitgevoerd. Er wordt echter ook geëxperimenteerd met kleinschalige bioraffinage van suikerbieten, waarbij niet zozeer kristalsuiker het eindproduct is, maar ethanol en gefermenteerde suikers; deze vormen dan weer de bouwstenen voor BBE- toepassingen (BBE = Biobased Economy, een economie gebaseerd op hernieuwbare grondstoffen (Harmsen et al., 2014)).

Stappen in de verwerking van suikerbieten:

- Na het lossen van de vracht worden de bieten direct verwerkt. Bij de verwerking wordt de aanhangende grond vervolgens van de bieten gewassen en worden de puntjes van de biet (bietenstaartjes) verwijderd en verwerkt tot biogas. De gewassen bieten worden in reepjes gesneden en met gecirculeerd sap gemengd en opgewarmd.
- Bij verhoogde temperatuur vindt de extractie van suikers plaats. Hieruit ontstaat ruwsap, de suikerhoudende vloeistof met een suikerpercentage van ongeveer 15%, en pulp.
- Het snijdsel, waar de meeste suiker uit is, heet pulp en wordt geperst of gedroogd gebruikt als veevoer. In het schema is 200 kg perspulp opgenomen met een drogestofgehalte van 25%. Dit komt overeen met 50 kg droge biomassa. Gezien de samenstelling van de pulp zit er ongeveer 10 kg cellulose in de pulp.
- Het ruwsap wordt verder gezuiverd door carbonatatie. Daarin wordt met kalkmelk (ongebluste kalk ($Ca(OH)_2$) opgelost in water) en kooldioxide (CO_2) calciumcarbonaat gevormd ($CaCO_3$), dat een groot deel van de onzuiverheden bindt en vervolgens door filtratie verwijderd wordt. Deze vaste stof, schuimaarde, wordt uit het proces verwijderd en wordt in de landbouw ingezet als grondverbeteraar.
- Het gereinigde sap, dunsap, heeft een suikerpercentage van ongeveer 16% en wordt vervolgens door verdampen ingedikt tot diksap met een suikergehalte van 50-65%.
- Het diksap wordt verder ingekookt, waardoor na enting met poedersuiker kristallisatie van suiker optreedt. De suikerkristallen worden door centrifugeren gescheiden van de resterende stroop. Diksap kan ook worden opgeslagen.
- De stroop die na de derde keer centrifugeren ontstaat, is melasse. De melasse bevat 50% suiker, eiwitten en mineralen. De melasse wordt gebruikt als veevoer of ingezet voor de productie van alcohol. Na alcoholbereiding uit melasse blijft er nog het restproduct vinasse over, wat als veevoer of meststof kan worden gebruikt.
- Door verdunning en opnieuw kristalliseren wordt de suikeropbrengst verhoogd. Het aantal kristallisatiestappen, wasstappen en recyclestappen in het kristallisatieproces bepaalt de zuiverheid en daarmee de kwaliteit van de verkregen suiker. De kristalsuiker kan worden getransporteerd naar de afnemers of worden opgeslagen in silo's (Harmsen et al., 2014).

Het suikerwinningsproces levert dus de volgende producten op (met een globale hoeveelheid per ton bieten; naar Van Ittersum et al., 1995):

1. Kristalsuiker. Een (klein) deel van deze suiker wordt als consumentenproducten verkocht aan de consument; een groter deel dient als ingrediënt voor een groot scala aan producten, zoals frisdrank, bakkerijproducten en zoetwaren (150 kg suiker per ton bieten);
2. Bietenpulp (53 kg droge pulp of 200 kg perspulp (25% droge stof) per ton bieten);
3. Melasse (35 kg per ton bieten);
4. Bietenstaartjes (15 kg per ton bieten), die samen met waswater vergist worden tot biogas;
5. Waswater, dat samen met bietenstaartjes vergist wordt tot biogas;
6. Kalk, ook wel bekend onder de naam 'schuimaarde' of 'Betacal'.

De suikerindustrie brengt dus een heel scala aan producten uit diverse categorieën voort: food (1), feed (2 en 3), fuel (4 en 5) en fertiliser/bemester (6). Gedacht vanuit het hoofdproduct kristalsuiker zijn de producten 2 tot en met 6 reststromen, die men uiteraard zo goed mogelijk probeert te verwaarden. Momenteel is er echter veel belangstelling voor de productie van bijvoorbeeld plastics uit hernieuwbare grondstoffen zoals suikerbieten. Als die trend doorzet en de productie rendabel wordt, dan zijn alternatieve routes denkbaar ten opzichte van de 'traditionele' productiestromen zoals hierboven weergegeven. Het gaat dan vooral om suiker ofwel sucrosemolecuul als bouwsteen voor Biobased-Economy-toepassingen. Het gebruik van kristalsuiker zou een tamelijk hoge kostprijs met zich meebrengen, gezien de verschillende stappen zoals in figuur 5.1 getoond worden, elk met zijn eigen verbruik aan met name energie. Het is echter mogelijk om eerder in het suikerwinningsproces af te takken naar gemakkelijk beschikbare suikers:

1 Uit diksap, een tussenproduct dat een lagere kostprijs heeft dan kristalsuiker en daardoor kandidaat is om bouwstenen te leveren voor productie van bioplastics;

2 Uit bietenpulp, in feite een restproduct van de traditionele suikerwinning, dat normaal gesproken in natte of droge vorm als veevoer dient. Een opwaardering van de suiker die nog in de pulp aanwezig is, tot grondstof voor BBE-toepassingen is qua toegevoegde waarde interessant.

Bij het wassen van de bieten komt veel grond vrij (ongeveer 0,5 mln. ton). Deze grond wordt in bezinkbassins bewaard en moet later afgezet worden.

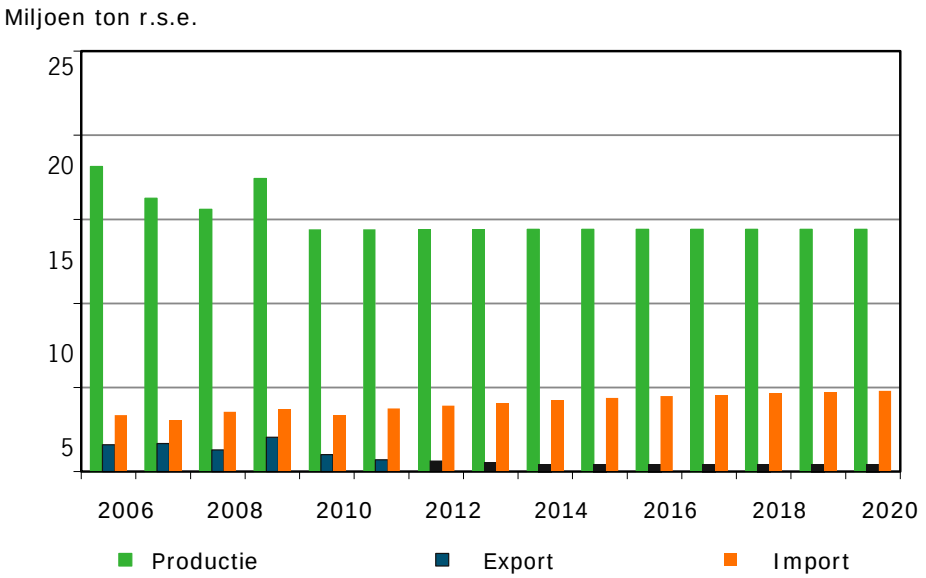
Bij de oogst van suikerbieten worden de bieten gekopt en ontbladerd. In het verleden werd bietenblad met -kop als veevoer apart geoogst en, eventueel na inkuilen, gevoerd aan het vee op de toen nog grotendeels gemengde bedrijven met zowel akkerbouw als veehouderij. In Nederland wordt dit de laatste decennia niet meer gedaan. Kop en loof worden versnipperd en blijven op de akker ten behoeve van het organische-stofgehalte van de grond, een factor die voor de bodemkwaliteit van groot belang is. Evenwel wordt momenteel ook onderzoek gedaan om het loof te gebruiken voor BBE-toepassingen. Het (opnieuw) oogsten en dus weghalen van het bietenloof van het land zou ongunstig zijn voor de organische-stofbalans van de grond. Wortelresten en loof zorgen bij bieten voor een effectieve organische-stofaanvoer van 1.275 kg/ha, terwijl 1.200 à 1.500 kg nodig is om het gehalte op peil te houden. Organische stof uit loof verteert echter erg snel, zodat hieruit geen humus wordt gevormd. Ook als het loof op het land achterblijft, zal de aanvoer te laag zijn, maar dat kan gecompenseerd worden door groenbemesters te telen, die een bijdrage van 500 kg of meer organische stof per ha kunnen leveren (www.irs.nl). Ook aanvoer van compost is een mogelijkheid (Kamp et al., 2012).

In een rapport van De Wolf et al. (2013) zijn enkele scenario's uitgewerkt van alternatief gebruik van bietenblad en hieraan is ook een economisch plaatje gekoppeld. Dat alternatieve gebruik is bij de huidige stand van de techniek en prijsverhoudingen nog niet rendabel. Mogelijk wel rendabel is het winnen van functioneel eiwit. Hier wordt door TNO en Wageningen UR aan gewerkt in samenwerking met het bedrijfsleven. Een belangrijke vraag is hoeveel eiwitconcentraat er gemaakt kan worden en wat de kosten daarvan zijn. Voorlopig is dit nog geen praktijktoepassing.

Zoals aangegeven wordt het grootste deel van de geproduceerde suiker voor voedseltoepassingen verwerkt in allerlei producten, zoals frisdrank, chocolade en bakkerijproducten. De duurzaamheidsaspecten van de suikerverwerkende industrie (ter onderscheid van de suikerindustrie zelf) zijn in deze studie buiten beschouwing gelaten. Overigens wordt in deze industrie ook gebruikgemaakt van kunstmatige zoetstoffen zoals aspartaam. Daarnaast is de natuurlijke zoetstof Stevia in opkomst. Beide vormen van traditionele-suikervervanger kunnen in de toekomst een deel van de biet- en rietsuiker vervangen. Voor diverse toepassingen blijven evenwel de traditionele suikers de voorkeur verdienen.

Europese suikerproductie en -markt

Suikerproductie is een Europa-brede aangelegenheid, hoewel het accent ligt op Noordwest-Europa. Het is niet gemakkelijk cijfers te vinden over de import en export specifiek voor Nederland. Voor de EU als totaal is dit gemakkelijker. Figuur 5.2 geeft inzicht in de Europese suikerproductie, -import en -export. Tot en met 2006 lag de jaarlijkse suikerproductie rond de 18 mln. ton; daarna nam de productie onder invloed van de hervorming van het Europese suikerbeleid af tot ongeveer 14 mln. ton per jaar. De EU veranderde daardoor van een netto-exporteur in een netto-importeur (Smit et al., 2011).



Figuur 5.2 *EU-suikerproductie, -import en -export, 2006-2020*

a) R.s.e. = ruwe-suikerequivalenten, een maat om ruwe en witte suiker bij elkaar op te kunnen tellen;

b) Tot 2010 betreft dit waarnemingen, voor de jaren daarna een schatting op basis van voorspelling van OECD en FAO. Alternatieve scenario's zijn doorgerekend door Smit et al. (2011) en Smit en Helming (2012).

Bron: OECD-FAO Outlook 2011-2020.

Suikerproductie en -markt op wereldschaal

In tabel 5.1 zijn de wereldwijd grootste suikerproducerende landen vermeld, zowel voor suikerbiet als suikerriet. Met een areaal van een kleine 1,5 mln. hectare suikerbiet en een suikerproductie van ruim 16 mln. ton was de EU in 2013 duidelijk kleiner dan landen als Brazilië en India, landen met een grote rietsuikerproductie. Suiker is een 'commodity', dat in principe wereldwijd verhandeld en getransporteerd kan worden. In de praktijk gaat het evenwel niet om een wereldwijde markt doordat diverse landen hoge importheffingen op suiker hanteren. Daarnaast heeft de Europese suikerverwerkende industrie een voorkeur voor Europese suiker met bekende kristalkwaliteit en een hoog niveau van duurzaamheid, in het bijzonder voedselveiligheid. De wereldmarkt voor suiker is in feite een 'restmarkt'.

Tabel 5.1

Overzicht van landen met de grootste totale suikerbiet- en suikerrietproductie in de wereld in 2013 a)

Land	Areaal (*1.000 ha)	Productie (miljoen ton)
Wereld	**4.901**	**175**
Brazilië		38,8
India		25,5
EU-28	1.463	16,3
China		14,8
Thailand		10,9
VS	1.198	8,1
Mexico		6,9
Pakistan		5
Rusland	1.200	4,4
Turkije		2,2
Oekraïne		1,7
Frankrijk	346	4,3
Duitsland	341	3,6
Polen	186	1,6
VK	106	1,2
Nederland	73,3	0,95
België	61,6	0,76

a) De genoemde arealen betreffen alleen suikerbiet, de productiecijfers zowel biet- als rietsuiker. Van sommige landen is op het moment van schrijven het suikerbietenareaal nog niet bekend. Op wereldniveau is er in 2013 naast 5 mln. hectare suikerbiet 26 mln. hectare suikerriet geteeld. Beide gewassen samen hebben naar schatting tot een productie van 175 mln. ton suiker geleid. Dat betekent dat de suikerproductie uit suikerbiet (met ongeveer 43 mln. ton productie per jaar) 25% van de totale suikerproductie uit biet en riet uitmaakt.

Bronnen: USDA-FAS; EU (productieramingen); FAOStat; Smit et al. (2011).

5.2 Belang van duurzaamheidsmeting

Voortbouwend op de teelt- en ketenbeschrijving in paragraaf 5.1 zijn de belangrijkste hotspots in de suikerketen benoemd (tabel 5.2). In de tekst onder de tabel is per ketenschakel een toelichting per duurzaamheidsthema (water, energie, land en fosfaat) gegeven.

Tabel 5.2

Belangrijkste hotspots per thema en ketenschakel in de Nederlandse suikerketen

Ketenschakel	Water	Energie	Land	Fosfaat
Toelevering	Efficiënte beregening	Verbruik in de vorm van kunstmest, gewasbescherming	Landbeslag door zaadproductie	Overschot bij bemesting
Primaire productie	Efficiënte beregening	Verbruik bij: veldwerkzaamheden en oogst; Verbruik in de vorm van kunstmest, gewasbescherming	Landbeslag door teelt Organische-stofbalans Bodemgezondheid	Overschot bij bemesting
Handel a)		Transportkosten naar fabriek (niet alleen van bieten, maar ook van grond, eerst naar de fabriek en later naar geluidswallen en dergelijke)		
Verwerking	Positieve waterbalans: hergebruik water			Overschot door schuimaarde/ Betacal
Afzet		Transportkosten naar suikerverwerker + retail; Afvoer van grond		

a) In de suikerbietenteelt is handel in suikerbieten niet aan de orde; de bietentelers zijn lid van de suikercoöperatie en hebben daarmee een leveringsrecht en -plicht voor hun bieten. Wel is er sprake van veel bietentransport van het land naar de fabriek.

5.2.1 Toelevering

De toelevering is voor deze keten vooral ingevuld als de veredeling van suikerbiet en de productie van zaaizaad.[11]

Water

Aangezien suikerbietenzaad vooral in warmere landen wordt geproduceerd, zal mogelijk bij de teelt van deze zogenaamde stekbieten beregening of andere vormen van irrigatie worden gebruikt. Het is lastig om daarover informatie te vinden, omdat die activiteiten zich in het buitenland afspelen.

Energie

Voor het schonen, sorteren en pilleren van bietenzaad is energie nodig, deels direct door het gebruik van apparatuur, deels indirect door de toepassing van chemische gewasbeschermingsmiddelen in het pillenzaad, die bij de productie energie vragen. De energiebehoefte voor voorgenoemde activiteiten wordt door experts aangeduid als zeer gering.[12] Daarnaast is energie nodig voor de kunstmestproductie, met name voor N-binding. Bij de N-voorziening van de bodem wordt echter steeds meer gebruik gemaakt van organische mest, waarbij geen energie nodig is voor N-binding.

Land

Voor zowel veredelingswerk als zaaizaadvermeerdering is land nodig, al is dit maar een fractie van het areaal dat nodig is voor de suikerbietenteelt zelf.

[11] In vergelijking met de teelt van de bieten zelf is de teelt van stekbieten voor bietenzaad zeer gering qua areaal en daardoor qua beslag op water, energie, land en fosfaat. Dit relativeert het belang van deze paragraaf sterk in verhouding tot de volgende paragraaf.

[12] Voor 1 ha bieten is slechts circa 2,5 kg zaaizaad nodig met niet meer dan bijvoorbeeld 90 gram imadacloprid (een van de werkzame stoffen in het betreffende middel).

Fosfaat
De toepassing van fosfaat in veredelings- en rassenproeven is, net zoals bij de fosfaatbemesting bij de suikerbietenteelt zelf, aan de regels van de mestwetgeving gebonden. Door de kleine arealen is dit niet een belangrijk thema. Nadere informatie staat onder 'primaire productie'.

5.2.2 Primaire productie (teelt)

Voor de teelt van suikerbiet zijn diverse parameters geschat in het kader van broeikasgasemissieberekeningen bij het gebruik van suikerbiet als biobrandstof (ethanol), zoals getoond voor 2011 (tabel 5.3). Deze gegevens kunnen als data dienen voor land-, energie- en fosfaatgebruik. Met deze parameters plus parameters uit de andere ketenschakels in het geval van biobrandstofproductie zijn berekeningen à la LCA (levenscyclusanalyse) gemaakt om te bepalen of de reductie in CO_2-emissie bij deze toepassing van suikerbiet voldoende zou zijn om te voldoen aan de RED (Renewable Energy Directive) van de EU. Die berekeningen zijn gemaakt door Te Buck en Neeft (2010), gebruikmakend van het Excelmodel voor Broeikasgassen, ontwikkeld in het IEE-project BioGrace (www.biograce.net).

Suiker Unie heeft in 2013 samen met CLM een project uitgevoerd met als titel 'Ketenverduurzaming Bietenteelt en Bietenverwerking.' Daarin is het volgende geconstateerd (citaat):

> 'Suiker Unie blijft kansen zoeken voor verdere energiereductie en kostenverlaging. Daarbij is de suikerbiet van groot belang. Vooral:
> - de mate van aanhangende grond (tarra);
> - het suikergehalte en de winbaarheid van de suiker;
> - de algemene kwaliteit van de bieten' (Agrarische Dienst Suiker Unie, 2013a).

Met andere woorden, door de teelt van bieten verder te optimaliseren kan een flinke bijdrage worden geleverd aan de energie- en kostenverlaging in de suikerproductieketen. Verdere productieverhoging levert daarbij een energieverlaging op per eenheid product, namelijk voor dat deel dat niet rechtstreeks samenhangt met de hoeveelheid product.

Het energiegebruik bij veld- en oogstwerkzaamheden verschilt tussen telers, mede door verschillen in grondbewerkingsmethode. Verbetering is hier en daar mogelijk door verschillende maatregelen, zoals het combineren van werkzaamheden in één werkgang, een juiste bandenspanning en belasting van tractoren, de inzet van een passend vermogen bij de verschillende werkzaamheden inclusief toerental en versnelling, inzet van GPS voor efficiënte spoorkeuze, beperking van transportafstanden, zoveel mogelijk niet-kerende grondbewerking en dergelijke (TSC, 2014; Silvis et al., 2015). Aandachtspunt voor nader onderzoek vormt de energie voor grondbewerking, maar grondbewerking wordt niet gezien als een gewasspecifieke maatregel omdat ook latere gewassen baat hebben bij een goede grondbewerking.

Water
Bieten verbruiken bij voldoende vocht globaal 400 tot 480 mm water tussen mei en oktober. In de maanden juni en juli is de waterbehoefte doorgaans het grootst. Het waterverbruik is in die periode circa 275 mm. Voor de productie van 1 ton droge stof verbruikt de suikerbiet ongeveer 210 m^3 water (IRS). Vergeleken met suikerriet is de waterbehoefte van suikerbiet relatief laag (citaat uit Harmsen et al., 2014).

In de suikerbietenteelt wordt over het algemeen weinig beregend, in tegenstelling tot bijvoorbeeld bij aardappelen.[13] Door de lange penwortels kan de suikerbiet vocht van grotere diepte betrekken dan minder diep wortelende gewassen zoals aardappelen. Beregening op suikerbieten sec kan economisch

[13] Unitip vermeldt dat er in 2014 van de 1.708 percelen in de registratie 57 beregend zijn, waarvan 41 één keer met een gemiddelde gift van 24 mm. In de jaren daaraan voorafgaande was het aantal beregende percelen in 2013 het hoogste, te weten 40% van de zandpercelen. In datzelfde jaar werd 10% van de dal- en 3% van de kleipercelen beregend (Suiker Unie, 2013b).

niet uit maar op bedrijven die toch over een beregeningsinstallatie beschikken voor andere gewassen zal indien nodig beregend worden, met name op droogtegevoelige gronden in droge jaren.

De kwaliteit van oppervlakte- en bodemwater op akkers zou in gevaar kunnen komen door gebruik van dierlijke mest, kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen. Het aantal en de dosering van dergelijke middelen is evenwel, bij professionele toepassing, zo gering, dat daarvan een verwaarloosbaar vervuilend effect verwacht moet worden. In kwetsbare gebieden vanuit de Kader Richtlijn Water (KRW) zou echter extra risicoverlaging nodig kunnen zijn.

Tabel 5.3

Parameters voor suikerbiet (gemiddelden voor alle grondsoorten in 2011)

Parameter	Waarde
Areaal (ha)	81.632
Opbrengst (kg/ha)	87.948
Opbrengst bijproduct (kg/ha)	40.000
N-gehalte (kg/ha)	93
P_2O_5-gehalte (kg/ha)	51
K_2O-gehalte (kg/ha)	148
CaO-gehalte (kg/ha)	22
Parameterwaarden per ha	
Brandstofgebruik (MJ/ha)	5.727
Totale N-gift (kg/ha)	161
waarvan uit organische mest (kg/ha)	76
P_2O_5-gift (kg/ha)	58
K_2O-gift (kg/ha)	153
CaO-gift (kg/ha)	265
Gewasbescherming (kg w.s./ha) a)	4,6
Zaaddosering (kg/ha)	2,8
N_2O-emissie uit grond (kg/ha)	6,4
Parameterwaarden per ton	
Brandstofgebruik (MJ/ton)	65,1
Totale N-gift (kg/ton)	1,8
waarvan uit organische mest (kg/ton)	0,9
P_2O_5-gift (kg/ton)	0,7
K_2O-gift (kg/ton)	1,7
CaO-gift (kg/ton)	3
Gewasbescherming (kg w.s./ton) a)	0,05
Zaaddosering (kg/ton)	0,03
N_2O-emissie uit grond (kg/ton)	0,07

a) w.s. = werkzame stof.

Bron: Smit et al. (2010).

Energie

Bij de teelt van suikerbieten zelf zijn vooral de veldwerkzaamheden voorafgaande aan de teelt en de oogst relatief grote energiegebruikers, anders gezegd de grondbewerking vóór de zaai (dit geldt niet alleen voor bieten maar ook voor de andere gewassen in het bouwplan) en het rooien en afvoeren van de bieten aan het einde van de teelt. Het gaat dan om dieselgebruik bij het ploegen, spitten, cultivatoren en/of eggen van de grond, wat moet leiden tot een vlak, gelijkmatig zaaibed, en het dieselgebruik door de bietenrooier zelf en van de tractoren die met wagens de bieten naar de hoop brengen. Het zaaien zelf en verzorgingswerkzaamheden zoals mechanische en chemische onkruidbestrijding en chemische ziektebestrijding kosten relatief minder energie. Niet in alle gevallen zullen deze werkzaamheden energie-efficiënt worden uitgevoerd en is verbetering mogelijk (zie onderdeel ‘Toelevering’). Bij de teelt is ook de energiebehoefte bij de productie van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen een factor van belang, zoals bij de toelevering al is aangegeven.

Bij suikerbieten is opslag in een bewaarschuur niet aan de orde, wat ten opzichte van aardappelen een veel lager energiegebruik bij de teelt als totaal oplevert.

Land

Voor de teelt is uiteraard land nodig, maar in verhouding minder dan voorheen. Momenteel bedraagt het areaal ruim 73.000 ha (2014), maar in het verleden, vóór de herstructurering van 2006-2009 (tot ongeveer 1990), is het 125.000 ha geweest. De suikeropbrengst per hectare is evenwel sinds 2006 sterk gestegen, namelijk van 10 naar 15 ton. Efficiënter produceren is al langere tijd een doel van de sector.

De grootste suikerbietarealen zijn te vinden in respectievelijk de provincies Drenthe, Groningen, Zeeland, Flevoland, Noord-Brabant en Limburg. In de provincie Utrecht is vrijwel geen suikerbietenteelt te vinden, maar verder wel in elke andere provincie. Van het totale areaal is 70% op gespecialiseerde akkerbouwbedrijven aanwezig. Gemiddeld heeft een akkerbouwbedrijf 15% bieten in het bouwplan. Het areaalaandeel op akkerbouwbedrijven is relatief groot in de provincies Zeeland, Zuid-Holland en Flevoland en relatief laag in met name Noord-Brabant, waar het gewas van oudsher dikwijls op gemengde bedrijven wordt geteeld. Van de bietentelende bedrijven in Nederland heeft 29% een suikerbietenareaal van 10 ha of meer. Dit komt overeen met 58% van de Nederlandse productie (Harmsen et al., 2014; Smit et al., 2011). Belangrijke drivers bij land zijn een lage kostprijs en hoge opbrengst: dezelfde output op minder grond.

Op de beschikbare arealen op akkerbouwbedrijven concurreert het gewas suikerbiet met andere akkerbouwgewassen zoals granen en aardappelen. Door de noodzaak van gewasrotatie, het afwisselen van gewassen op de percelen ten behoeve van de bodemgezondheid, is een bouwplanaandeel van meer dan 25% suikerbiet niet aan de orde. Bij bodemgezondheid gaat het vooral om de aaltjesproblematiek, die door afnemende mogelijkheden voor chemische grondontsmetting vooral door resistente rassen en een bouwplan van minimaal 1:4 in combinatie met aaltjesbestrijdende groenbemesters is aangepakt. De inzet van resistente rassen tegen bietencystenaaltjes heeft afgelopen jaren echter fors opgang gemaakt en ligt nu rond 80%, waardoor de inzet van chemische oplossingen achterwege kan blijven. Door het verdwijnen van het suikerquotum in 2017 kan het areaal suikerbieten in principe groeien, maar of dat ook daadwerkelijk gebeurt, hangt af van de ontwikkeling van de uitbetalingsprijzen van bieten zelf in verhouding tot alternatieve gewassen.

Op veebedrijven met een akkerbouwtak concurreren suikerbieten met grasland en voedergewassen (voornamelijk snijmais), waarvan de arealen naar verwachting zullen groeien door het wegvallen van het melkquotum per 1 april 2015 en de vereiste ‘grondgebondenheid’ van de melkveesector (via de mestwetgeving) daarna.

Aangezien grond de belangrijkste productiefactor voor de akkerbouwer is, is het belangrijk deze in goede conditie te houden. Met name de organische-stofbalans is hierbij van belang. Het achterlaten van het suikerbietenloof en toepassing van organische mest en compost zijn maatregelen die deze balans ten goede komen.[14] Rooigewassen als suikerbiet vormen een aanslag op deze balans.

Bij de zorg voor de grond hoort ook aandacht voor het rooien. Het rooien van suikerbieten bij natte omstandigheden kan grote structuurschade opleveren, mede omdat de rooimachines (tegenwoordig meestal zes-rijbunkerrooiers) in de afgelopen decennia steeds zwaarder zijn geworden. Door klimaatverandering (opwarming) duurt het groeiseizoen steeds langer; suikerbietentelers hebben de neiging om de bieten langer door te laten groeien, omdat de groei gemiddeld langer doorgaat dan in het verleden en de kans op (vroege) vorst is afgenomen. Laat rooien houdt namelijk ook een groter risico op bevriezing in (Smit et al., 1998).[15] Daarnaast neemt later in het oogstseizoen (vanaf oktober) de kans op een (groot) neerslagoverschot toe. Aan de andere kant zijn de rooimachines in de

[14] Daarbij zij opgemerkt dat de organische stof in bietenblad instabiel van aard is en minder gunstig voor de organische-stofbalans is dan meer stabiele vormen van organische stof als compost (L. van den Brink, Wageningen UR, pers. med., 2015).

[15] Bevroren bieten zijn na ontdooien niet meer te verwerken en worden daarom geweigerd.

afgelopen decennia ook beter geworden; er is onder andere meer aandacht voor bodemdruk, brede of rupsbanden, lagere druk, rooien bij goede rooiomstandigheden, enzovoort.

Fosfaat
Fosfaatbemesting vindt in de akkerbouw plaats op bouwplanbasis. Het is daarom ondoenlijk om het fosfaatgebruik in deze sector aan één gewas toe te rekenen. Het fosfaatoverschot op akkerbouwbedrijven in Nederland bedroeg in 2010 gemiddeld 17 kg P_2O_5 per hectare. Onderverdeeld naar klei, zand en löss ging het om 15, 20 en 19 kg P_2O_5 per hectare. Nadere informatie hierover is opgenomen in het hoofdstuk over de aardappelketen.

In het verleden is als gevolg van veevoerimport op een deel van de Nederlandse landbouwgrond te veel fosfaat aangevoerd met als gevolg hoge PW-waardes en minder ruimte voor fosfaataanvoer. Er is in Nederland veel dierlijke mest beschikbaar en akkerbouwers ontvangen geld voor de ontvangst daarvan. Dat stimuleert de toepassing van dierlijke mest ten koste van de terugname van Betacal. Vanuit ‘circulair denken’ (kringloopgedachte) zou het logisch zijn om schuimaarde ‘Betacal’ toe te passen. Alle fosfaat in de bieten komt namelijk vrijwel geheel in de Betacal terecht, die goed toepasbaar is in de landbouw. Het gaat hierbij om een ‘korte kringloop’ met weinig verliezen, dat als voorbeeld kan dienen voor het sluiten van andere lokale kringlopen.

In de suikerketen is een specifiek punt dat de bietentelers verplicht zijn om een evenredige hoeveelheid Betacal aan te nemen die bij de verwerking van de bieten geproduceerd wordt. Telers kunnen ook niet aannemen, maar zij betalen dan een bijdrage voor de afzet elders. Schuimaarde is in feite gebluste kalk die in de verwerking uit ongebluste kalk ontstaat en uit dunsap verontreinigingen opneemt. Verontreinigingen zijn in dit verband vooral mineralen waarvan men bij voorkeur het uiteindelijke suikerproduct vrij wil houden, zoals Na, K en P. Dit zijn mineralen die bij de plantengroei en -productie een essentiële rol spelen, maar door het zuiveringsproces in de schuimaarde terecht komen. Als kalkmeststof is Betacal populair. Het punt is alleen dat het daarin aanwezige fosfaat meetelt voor de mineralenboekhouding. Akkerbouwers kunnen de verplichting om schuimaarde ‘terug’ te nemen afkopen. Dit biedt de akkerbouwers de mogelijkheid om fosfaat in de vorm van dierlijke mest of kunstmest toe te passen, maar dit staat, zoals gezegd, haaks op de kringloopgedachte.

5.2.3 Handel/logistiek

In deze schakel is alleen de factor energie van belang. Transportefficiëntie en beperking van transportafstanden vormen een blijvend punt van aandacht. In deze (aflopende) fase van suikerquotering is het daarom niet toegestaan suikerquotum te verhandelen naar bedrijven in een regio die verder bij de suikerfabriek vandaan liggen dan het verkopende bedrijf.

In het verleden is veel aandacht besteed aan het terugdringen van tarra, aanhangende grond aan de bieten. Gemiddeld bestaat 8% van de massa die naar de suikerfabriek getransporteerd wordt, uit grond. Het verplaatsen van die grond kost energie. Door veredeling, betere rooi- en reinigingstechnieken op bietenrooiers en opslag van bieten op een verharde ondergrond in plaats van op de (onverharde) grond is het gemiddelde tarrapercentage aanzienlijk teruggedrongen. Evenwel betekent een tarrapercentage van 8 (in 2013 was dit percentage 8,8 (www.bietenstatistiek.nl) bij een totale bietenoogst van 6 mln. ton nog altijd dat ongeveer 0,5 mln. ton grond getransporteerd, verwijderd en afgevoerd moet worden. In het verleden is ook wel geëxperimenteerd met het reinigen van de bieten op de boerderij. Er hoeft dan minder grond naar de fabriek getransporteerd te worden en de verwijderde grond kan direct teruggebracht worden naar het land. Deze alternatieve werkwijze is technisch haalbaar, maar heeft geen grote opgang gemaakt. De kosten (en energieverbruik) van kleinschalige reiniging op boerderijniveau per ton bieten zijn te hoog in verhouding tot grootschalige reiniging op de fabriek. Daarnaast neemt de logistieke complexiteit toe als naast vrachtauto’s en laadapparatuur (met bemanning) ook reinigingsapparatuur moet worden geregeld. Systemen waarbij het laden via een reiniger verloopt, kunnen een deel van deze problematiek oplossen, maar die nemen niet alle grond weg. Een uitgebreider systeem met reiniging door water geeft wellicht te veel vertraging bij het laden. Keerzijde is dat reinigen ook bietverlies geeft (=rendementsverlies).

5.2.4 Verwerking

Beleid van verwerker Cosun

Moedercoöperatie Cosun richt zich qua duurzaamheidsbeleid op vier pijlers, waaronder 'Duurzame productieprocessen' (pijler 3):

- 'Optimaal benutten grond- en hulpstoffen, inclusief water;
- Besparen op energieverbruik en verlagen CO_2-uitstoot;
- Verspilling voorkomen en zo weinig mogelijk afval overhouden;
- Rekening houden met sociale omgeving; zo weinig mogelijk overlast veroorzaken.'

Richting milieu is dit beleid als volgt geconcretiseerd:

- 'Het energieverbruik in onze productieprocessen met gemiddeld 2% per jaar terugbrengen.
- Hiermee dragen we bij aan het verder terugdringen van de CO_2-uitstoot als gevolg van onze bedrijfsactiviteiten.
- Organische restanten uit onze productieprocessen zoveel mogelijk nuttig aanwenden en er in laatste instantie groen gas van maken' (Cosun, 2013). Deze informatie is hieronder verwerkt.

Water

Voor het reinigen van bieten is veel water nodig. Toch is water in de Nederlandse suikerbietenteelt geen issue. In de processing is al sprake van een positieve waterbalans: bietwater wordt namelijk in de hele fabriek gebruikt. Dit water wordt volledig gezuiverd en doet mee in de anaerobe vergisting van onder andere bietenstaartjes. Het overschot aan gezuiverd bietwater wordt terug geleverd aan waterschappen of ingezet bij naburige tuinbouwkassen als beregeningswater (gesloten kringloop).

Op de website www.waterfootprint.org wordt een waarde gegeven voor de 'global water footprint' voor suiker, in dit geval uit suikerbiet, maar deze (gemiddelde) data wijken sterk af van de bedrijfsspecifieke informatie van Suiker Unie. In de fabricage wordt namelijk geen grond- of leidingwater meer gebruikt; de waterbehoefte in de fabriek wordt volledig gedekt door water dat met de bieten wordt aangevoerd. Voor een schatting van het watergebruik in de teelt is sterk bepalend welke definitie gehanteerd wordt. Indien gekeken wordt naar de hoeveelheid water die met het gewas wordt geoogst, dan betreft dit circa 0,75 m^3 water per ton biet. Als gekeken wordt naar wateropname en -verdamping van het gewas, deze twee indicatoren zijn even groot en bedragen circa 50 m^3 per ton bieten.[16]

Energie

Het verwerkingsproces vraagt veel energie, met name het indikken van dun- naar diksap. De suikerindustrie probeert deze processen steeds efficiënter te laten verlopen, zodat het energiegebruik bij de verwerking dalende is. Met name op vervangingsmomenten (bij vervangingsinvesteringen) worden innovaties, zoals procesverbeteringen en de nieuwste energiebesparingsmogelijkheden, meegenomen. Tegelijkertijd is men begonnen om afvalwater en (ander) organisch restmateriaal (zoals bietenstaartjes) door anaerobe biovergisting te benutten voor duurzame energieproductie in de vorm van groen gas. Suiker Unie is inmiddels de grootste groengasproducent van Nederland.

[16] Voor nadere informatie over de systematiek van de watervoetafdruk: zie paragraaf 2.3. In feite moet er onderscheid gemaakt worden tussen transpiratie en evaporatie; voor een correctie schatting van de watervoetafdruk zou alleen de transpiratie, de verdamping door het gewas, bepaald moeten worden en de evaporatie, de verdamping vanuit de grond, buiten beschouwing moeten blijven.

Cosun meldt hierover:

> ‘Vroeger werden de bietenpuntjes, een deel van de aardappelschillen en de resten uit de fruit- en groenteverwerking omgezet in compost. Als ze worden vergist, kunnen we ze echter beter verwaarden. Bij vergisting ontstaan namelijk biogas en digestaat. Suiker Unie werkt het biogas op tot groen gas en brengt dit in het aardgasnetwerk. Met de drie installaties beschikt Suiker Unie over de capaciteit om meer dan 30 mln. m^3 groen gas per jaar te leveren. Ook laat Suiker Unie een aantal eigen auto’s en (inmiddels 14) vrachtwagens (30% van het suikertransport) rijdt op dit groene gas in plaats van op diesel. Het digestaat, dat organische stof en mineralen bevat, wordt op de akkers teruggebracht, zodat de kringlopen van nutriënten zoveel mogelijk gesloten worden’ (Cosun, 2013, aangepast aan situatie 2015).

Land
Naast de bietenopslag en -verwerking, de opslag van suiker en andere producten en de zuivering van afvalwatering is land nodig als bezinkingsveld voor grond dat bij het reinigen van de bieten vrijkomt. Relatief (ten opzichte van de bedrijfslocatie zelf) kan het gaan om een groot areaal (tientallen hectare per fabriek), maar het grondgebruik van de fabriek is verwaarloosbaar ten opzichte van het bietenareaal.

Fosfaat
Fosfaat wordt voornamelijk in schuimaarde/Betacal als bijproduct geproduceerd en afgevoerd naar de leden-akkerbouwers. Zij zijn verplicht om dit product bij Suiker Unie af te nemen of betalen een bijdrage voor de afzet elders. Voor een knelpunt daarbij zij verwezen naar de tekst onder ‘fosfaat’ bij ‘primaire productie’.

Afzet
Bij de opslag en afzet van de producten is vooral energie een item. De opslag van suiker vraagt weinig energie, maar ook diksap wil men in toenemende mate gaan opslaan in het kader van BBE-toepassingen. Bij de afzet zelf worden uiteraard de nodige vrachtauto-kilometers gemaakt. Als het gaat om ‘droge’ (bijvoorbeeld kristal-)suiker, is het transport per ton suiker een factor 6 efficiënter dan bij het transport van de grondstof, de bieten, met een suikergehalte van 16 à 17%. Aan de andere kant wordt de suiker voor een deel over grotere afstanden vervoerd. Ook het transport van diksap is per ton suiker ongunstiger dan voor suiker zelf, gezien het hogere vochtgehalte van diksap. Hoe dit per saldo uitpakt, zal afhangen van de afstand tussen de suiker- en de ‘BBE-industrie’.

Cosun meldt over de afzet van BBE-producten:

> ‘Uit aardappelschillen kunnen we aardappelkurk maken voor de tuinbouw en uit suikerbieten onder meer ethanol, isobutanol en melkzuur. Deze tussenproducten worden deels door onze klanten vervaardigd en verder verwerkt tot biobased producten’ (Cosun, 2013).

5.3 Belangrijkste doelstellingen

Voor veel thema’s is in de verschillende schakels in de keten nog geen (kwantitatieve) norm of doelstelling bekend (tabel 5.4). Voor veel van die indicatoren is overigens over de jaren heen wel een verbetering te zien, deels door autonome ontwikkelingen (zoals schonere tractoren), deels door gerichte activiteiten (met name door Cosun in het algemeen en dochteronderneming Suiker Unie in het bijzonder).

Tabel 5.4

Belangrijkste doelstellingen per thema en ketenschakel in de Nederlandse suikerketen

Ketenschakel	Water	Energie	Land	Fosfaat
Toelevering	-		-	-
Primaire productie a)	-	Terugbrengen CO_2-uitstoot Toename productie duurzame energie	-	Evenwichtsbemesting
Handel/logistiek	n.v.t.	Reductie van CO_2 door transport	n.v.t.	n.v.t.
Verwerking b)	'Verstandig gebruik'	2% per jaar minder energiegebruik; Zoveel mogelijk biogas	-	Gesloten kringlopen
Afzet/bewaring	n.v.t.	Reductie van CO_2 door transport c)	n.v.t.	n.v.t.

a) Voor de primaire productie hanteert Suiker Unie op vrijwillige basis een teeltregistratiesysteem genaamd Unitip. Dit systeem bevat ook een duurzaamheidmodule, dat in het project 'Ketenverduurzaming Bietenteelt en Bietenverwerking' centraal stond (Agrarische Dienst Suiker Unie, 2013a). Deze module geeft telers meer inzage in hun duurzame aanpak. 'Suiker Unie blijft kansen zoeken voor verdere energiereductie en kostenverlaging. Daarbij is de suikerbiet van groot belang.'; b) Door verbetering van de grondstof, zoals onder voetnoot a vermeld, kunnen bij de verwerkingskosten door onder andere slijtage en energiegebruik verminderd worden (Agrarische Dienst Suiker Unie, 2013a);

c) Het is moeilijk normen te stellen, omdat het (directe en indirecte) energiegebruik afhankelijk is van de vraag of opslag aan de orde is.

De doelen in tabel 5.4 zijn voor wat betreft water afkomstig van Suiker Unie zelf. De energiedoelstellingen zijn door overheid en bedrijfsleven afgesproken in het kader van het Energieakkoord ('Energieakkoord voor duurzame groei' (SER, 2013), waarbij Suiker Unie met 2% minder energiegebruik bij de verwerking verder gaat dan het akkoord, waarin 1,5% is aangegeven). Bemestingsevenwicht bij fosfaattoepassing is een doelstelling uit het Mest- en mineralenbeleid van de overheid. De doelstelling om tot gesloten kringlopen te komen is afkomstig van Suiker Unie zelf.

5.4 Beschikbare indicatoren

In tabel 5.5 worden de indicatoren per thema en ketenschakel beschreven, aansluitend bij de doelstellingen in tabel 5.4.

Tabel 5.5

Belangrijke indicatoren per thema en ketenschakel in de Nederlandse suikerketen

Ketenschakel	Water	Energie	Land	Fosfaat
Toelevering (zaaizaadvermeerdering) a)	Volume beregeningswater (m^3 per ha)	Energieverbruik bij veldbewerkingen en voor kunstmest	Zaadopbrengst (ton) per ha	Fosfaatgebruik(kg P_2O_5 per ha) g)
Primaire productie (teelt) b)	Volume beregeningswater (m^3 per ha)	Energieverbruik in MJ per ton suiker (550 in 2013)	Suikeropbrengst (ton) per ha: 13,5 ton/ha f)	Fosfaatgebruik (kg P_2O_5 per ha) g)
Handel	-	Totale CO_2-emissie per ton product	-	-
Verwerking	Waterverbruik per ton suiker (leiding- + grondwater), in 2013 2,4 m^3 c, d))	Totale CO_2-emissie per ton suiker (direct + indirect; in 2008/2009 0,48 ton c, e))	Areaal bezinkingsveld (m^2) per ton bieten	Fosfaatefficiëntie (% van aangevoerde fosfaat dat terugkomt op akker)
Afzet	-	Totale CO_2-emissie per ton product (suiker maar ook grond, pulp, melasse, schuimaarde)	-	-

a) De toeleverende ketenschakel (de zaaizaadvermeerdering) is voor de vier duurzaamheidsthema's van zeer klein belang in verhouding tot de teelt zelf. Suiker Unie heeft voor deze schakel geen doelen geformuleerd, maar voor fosfaatgebruik ligt een gesloten kringloop voor de hand, net als bij de suikerbietenteelt zelf;

b) In de Duurzaamheidsmodule van Unitip zijn de volgende (in dit verband relevante) indicatoren opgenomen (www.suikerunie.nl):

- Het watergebruik door beregening;
- Het energiegebruik van de bietenteelt per hectare in drie onderdelen: bewerken, bemesten en bespuiten;
- De suikerproductie per hectare;
- Het gebruik van meststoffen waaronder fosfaat;

c) Het waterverbruik van Suiker Unie was in 2013 250.000 m^3, het energiegebruik 891 kWh per ton suiker en er werd 19,2 mln. m^3 groen gas geproduceerd (Suiker Unie, 2013a). In 2014 wilde Suiker Unie 4% energiebesparing in de gehele keten ten opzichte van het referentiejaar 2005. In 2005 is het MEE-convenant, Meerjarenafspraak Energie-efficiënte ETS-ondernemingen, ondertekend (citaat op www.suikerunie.nl). In 2030 zou die besparing moeten oplopen tot 50%;

d) De Suiker Uniefabriek in Dinteloord gebruikt sinds 2012 helemaal geen grondwater meer. Het water uit de suikerbieten (75%) wordt gezuiverd en hergebruikt. Daarnaast heeft men de watergekoelde compressoren door luchtgekoelde compressoren vervangen (www.suikerunie.nl);

e) Bron: www.suikerunie.nl. Inmiddels is de emissie gedaald naar 0,40 ton per ton suiker. Suiker Unie berekent naast CO_2-emissie ook per jaar hoeveel CO_2 het gewas vastlegt;

f) De suikeropbrengst is in Nederland tussen 2000 en 2012 gestegen van gemiddeld 9,8 tot 13,5 ton per hectare (IRS Bietenstatistiek, meerdere jaren). In dezelfde periode is het suikerbietenareaal gedaald van 111.000 naar 73.000 hectare (IRS Bietenstatistiek). Vrijwel dezelfde nationale suikerproductie vond in 2012 plaats op 2/3 deel van het areaal in 2000. Het landgebruik voor de bietenteelt is dus aanzienlijk efficiënter geworden;

g) Omdat fosfaat in akkerbouw als bouwplanmeststof wordt toegepast, is het moeilijk deze toepassing aan een van de gewassen in het bouwplan, in dit geval suikerbiet, toe te rekenen. Aan bieten zelf is door de deelnemers van de teeltenquête van Suikerunie in 2000 gemiddeld 100 en in 2010 (jaar met meest recente data) 54 kg P_2O_5 (voornamelijk uit dierlijke mest en kunstmest) per hectare toegediend (IRS Bietenstatistiek, meerdere jaren). Daarmee is het fosfaatgebruik per hectare dus vrijwel gehalveerd. In combinatie met stijgende kg-opbrengsten per hectare is het fosfaatgebruik per ton suiker nog sterker gedaald, namelijk van 10,2 in 2000 naar 4,3 kg per ton suiker in 2010 (de suikeropbrengst was in dat jaar 12,6 ton per hectare). Daardoor zal er ook minder fosfaat in schuimaarde terecht zijn gekomen en is het efficiëntieprobleem qua hergebruik ook kleiner geworden.

5.5 Conclusies en aanbevelingen

Tabel 5.6 geeft de 'witte vlekken', anders gezegd waar mogelijk grote 'duurzaamheidsslagen' gemaakt kunnen worden. De thema's zitten vooral bij:

- Het energiegebruik in de primaire sector, de logistiek, de verwerking en eventueel de bewaring (in het geval van diksap). Naast (vooral: grond-)tarra (8%) is een aspect dat 75% van de vervoerde bieten uit water bestaat. Vanuit dit gezichtspunt zou transport van diksap naar de fabriek, dus zonder grond en andere vormen van tarra en met een veel lager watergehalte, aantrekkelijk zijn. In dat geval zouden dus de bieten behalve reiniging een eerste bewerking c.q. bioraffinageslag moeten

ondergaan op het akkerbouwbedrijf, wat uiteraard ook energie kost. De vraag is welke route per saldo het meest energie-efficiënt is.[17]

- Ook afvoer van de grond vanuit de bezinkingsvelden kost (veel) energie. Gezocht moet worden naar een economische rendabele oplossing om de grond op de akker te houden en niet op het erf of bij de fabriek te brengen, vanwaar de grond weer afgevoerd moet worden;
- Uit de teeltenquête Unitip (Module 'Energiegebruik'; zie de Unitipverslagen vanaf 2004 op www.cosunleden.nl) blijken verschillen in energiegebruik bij veld- en oogstwerkzaamheden tussen telers; daarbij is ongetwijfeld verbetering mogelijk, vooral bij de oogst is behoefte aan energiezuinige en structuursparende oogsttechnieken. Een andere uitdaging zit in het optimaliseren van oogst(moment) en bewaring (bewaarverliezen); de bewaring van suikerbieten biedt naar de toekomst toe ruimte voor nieuwe concepten. Dit vraagt wel om ontwikkeling, waaraan Suiker Unie inmiddels werkt;
- Verdere productieverhoging en kwaliteitsverbetering (hogere wortelopbrengst per hectare, hoger suikergehalte en hogere winbaarheid), waardoor de efficiëntie van het energiegebruik in de vorm van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen, het fosfaat- en landgebruik per ton suiker toeneemt. Daarbij kan ook veredeling en de inzet van precisie-landbouwtechnieken bijdragen aan een zuiniger gebruik van zaad, kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen;
- Verder ontwikkelen en verfijnen van precisielandbouw leidt tot beter observeren en vastleggen van grond- en gewasdata en, bij adequate vertaalslagen, tot prestatieverbetering. Omdat precisielandbouw gelinkt is aan diverse gewassen en processen op een bedrijf ligt de uitdaging voor een zinvolle inzet van precisietechnieken niet alleen bij de bietenteelt maar ook op sectorniveau;
- Genetica vormt de basis voor generieke verbeteringen en heeft nog een hoge potentie. Er ligt een uitdaging om genetische informatie bloot te leggen en deze kennis te gebruiken;
- Fosfaatbenutting door afname van Betacal door telers. De mogelijkheden tot verbetering van de fosfaatbenutting door deze te scheiden van de kalkmeststof zijn evenwel relatief beperkt in vergelijking met de drie eerstgenoemde thema's hierboven. De uitdaging is circulair denken te bevorderen door de fosfaat weer terug te brengen waar deze vandaan komt: de akker.

Tabel 5.6

Categorisering van duurzaamheidsthema's per ketenschakel naar urgentie

Ketenschakel	Water	Energie	Land	Fosfaat
Toelevering	B	B	B	B
Primaire productie	B	C/A	B	B
Handel/logistiek	A	A a)	N.v.t.	N.v.t.
Verwerking	D a)	C	A a)	B
Afzet incl. bewaring	B	B/A b)	N.v.t.	B/A c)

A = Dit is een probleem van grote omvang en er wordt nog geen aandacht aan besteed;

B = Dit is een probleem van beperkte/ hanteerbare omvang en er wordt nog geen aandacht aan besteed;

C = Dit is een probleem van grote omvang, maar er zijn doelen gesteld;

D = Dit is een probleem van beperkte/hanteerbare omvang, maar er zijn doelen gesteld.

Uitleg van voetnoten:

a) Het transport van grondtarra is een factor die aanzienlijk meetelt. Naar schatting gaat het om 8% van de te transporteren massa ofwel 0,5 mln. ton grond per jaar. Voor het reinigen van de bieten is ook nog eens energie nodig en een aanzienlijk areaal bezinkingsterrein (enkele tientallen hectare per fabriek). De grond moet bovendien afgevoerd worden (bijvoorbeeld voor de aanleg van geluidswallen op diverse plekken in Nederland). Suiker Unie streeft naar optimalisering van de logistiek van de suikerbieten naar de fabrieken door maximaal gebruik te maken van retourvrachten bietenpulp van de fabrieken naar veehouders. In totaal rijden er ruim 200 vrachtwagens in het bietentransport (www.suikerunie.nl). Daarnaast heeft Suiker Unie in samenwerking met onder andere vervoersorganisatie EVO en het ministerie van Economische Zaken een plan van aanpak ontwikkeld met vijf maatregelen om een CO_2-reductie van meer dan 30% in vijf jaar in de periode 2009-2014 tot stand te brengen.

17 Rekening houdend met het feit dat bioraffinage op het akkerbouwbedrijf nog nauwelijks ontwikkeld is.

Deze maatregelen zijn (www.suikerunie.nl):

- Betere transportplanning door boordcomputers;
- Monitoring en training van het rijgedrag van chauffeurs;
- Verhoging van het laadvermogen;
- Compressor op loslocatie;
- Groen Gas als brandstof;

b) A geldt in het geval van opslag van diksap; de afzet inclusief bewaring (koeling) kan dan een grote post voor energie betekenen;

c) A geldt als fosfaat via verplichte teruglevering van schuimaarde/Betacal terechtkomt op primaire bedrijven waar een fosfaatoverschot is (veelal gemengde bedrijven met veehouderij en akkerbouw).

Hiermee samenhangend kan gekeken worden naar reststromen. Alle reststromen in paragraaf 5.1 krijgen een toepassing als veevoer of brandstof. Dit is nader uitgewerkt in de Reststromen Suikerketen (Smit en Janssens, 2016).

Literatuur

Agrarische Dienst Suiker Unie, 2013. *Ketenverduurzaming Bietenteelt en Bietenverwerking*. Eigen uitgave, 9 pp.

Buck, S. te en J. Neeft, 2010. Greenhouse gas emissions from cultivation of maize, rapeseed, sugar beet and wheat for biofuels; NUTS-2 Nota from the Netherlands. NL Agency, Nota number GAVE-10-02.

Cosun, 2013. *Cosun MVO verslag 2013*, Breda.

Harmsen, P., S. Lips, H. Bos (Wageningen UR-Food and Biobased Research), B. Smit, S. van Berkum, Helming en R. Jongeneel (LEI Wageningen UR), 2014. *Suiker als grondstof voor de Nederlandse chemische industrie; gewassen, proces, beleid*. Wageningen, FBR-rapport Nummer 1494, www.wageningenur.nl/nl/Publicatie-details.htm?publicationId=publication-way-343536323436

Hoekstra, A.Y., A.K. Chapagain, M.M. Aldaya and M.M. Mekonnen,2011. *The Water Footprint Assessment Manual; Setting the Global Standard*, London, Earthscan, 228 pp.

Ittersum, van, M.K., A.H. van Schaik, P.C. Struik en W.J.M. Lommen, met medewerking van L. Mol, Scholte, J. Schouls en A.B. Smit, 1995. *Produktkunde, Dictaat bij het college Produktkunde*, Wageningen, WU, Vakgroep Agronomie.

Kamp, J.A.L.M., C.L.M. de Visser (PPO-AGV), B. Hanse en A.W.M. Huijbregts (IRS), G.J.H.M. Meuffels, M.P.J. van der Voort en E. Stilma (PPO-AGV), 2012. Energieboerderij; Eindrapportage. Lelystad, PPO-rapport 526.

Silvis, H. (LEI), K. Smekens (ECN), D. Verhoog (LEI), B. Daniëls (ECN), m.m.v. B. Smit, G. Doornewaard, N. van der Velden, A. Wisman (LEI), J. van den Briel en J. Oldenburger (Probos), 2015. Opties voor energie-neutrale agrosectoren in 2025, Wageningen, LEI Wageningen UR, LEI Report 2015-108.

Smit, A.B. en J.F.M. Helming, 2012. *Future policy options for EU beet production: quotas - yes or no?* Note for the European Parliament, Directorate General for Internal Policies, Policy Department B: Structural and Cohesion Policies, Agriculture And Rural Development, Catalogue 32-12-470 EN-C, 38 pp. www.europarl.europa.eu/committees/en/studiesdownload.html?languageDocument=EN&file=76491

Smit, A.B. en S.R.M. Janssens, 2016. Reststromen suikerketen. Den Haag, LEI Wageningen UR, Factsheet i.w.

Smit, A.B., P.C. Struik en J.H. van Niejenhuis, 1998. *Prediction of various effects of harvest date in sugar beet growing*. Journal of Agronomy and Crop Science, 180, 113-122.

Smit, A.B., S.R.M. Janssens, J.G. Conijn, J.H. Jager, H. Prins en H.H. Luesink, 2010. *Dutch energy crops; Parameters to calculate greenhouse gas emissions in 2011*. Den Haag, LEI, Rapport 2010-050.

Smit, A.B., C.J.A.M. de Bont, J.F.M. Helming, M.G.A. van Leeuwen, R.W. van der Meer, P. Berkhout, M. van Dijk, S.R.M. Janssens en J.H. Jager, 2011. *Wel of geen suikerquotering? Economische gevolgen voor sector, keten, internationale marktverhoudingen en derde wereld*, Den Haag, LEI-rapport 2011-056.

Suiker Unie, 2013a. *Natuurlijk duurzaam; Duurzaamheidsverslag 2013*, Suiker Unie, Dinteloord. TSC, 2014. *Category Sustainability Profile; Category: Sugar*, The Sustainability Consortium, version 02.00, 14-10-2014.

Suiker Unie, 2013b. Unitip 2013. Te raadplegen op www.cosunleden.nl/getmedia/564ec9aa-c7f1-4707-82e6-6ec9376d9111/Unitip-verslag-2013.pdf

Wolf, de, P.L. en Chr. de Visser (PPO-AGV), E. Keijsers en K. Meesters (FBR), J.W. Heesakkers en M. Aerts (BODEC), 2013. *Kleinschalige raffinage van bietenblad; Eerste verkenning van de mogelijkheden*. Lelystad, PPO-AGV, Rapport nr. 3250264400.

LEI Wageningen UR
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
T 070 335 83 30
E publicatie.lei@wur.nl
www.wageningenUR.nl/lei

Nota
LEI 2016-013

LEI Wageningen UR is een onafhankelijk, internationaal toonaangevend, sociaaleconomisch onderzoeksinstituut. De unieke data, modellen en kennis van het LEI bieden opdrachtgevers op vernieuwende wijze inzichten en integrale adviezen bij beleid en besluitvorming, en dragen uiteindelijk bij aan een duurzamere wereld. Het LEI maakt deel uit van Wageningen UR (University & Research centre). Daarbinnen vormt het samen met het Departement Maatschappijwetenschappen van Wageningen University en het Wageningen UR Centre for Development Innovation de Social Sciences Group.

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, 6500 medewerkers en 10.000 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.

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

LEI Wageningen UR
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
E publicatie.lei@wur.nl
www.wageningenUR.nl/lei

NOTA
LEI 2016-013

LEI Wageningen UR is een onafhankelijk, internationaal toonaangevend, sociaaleconomisch onderzoeksinstituut. De unieke data, modellen en kennis van het LEI bieden opdrachtgevers op vernieuwende wijze inzichten en integrale adviezen bij beleid en besluitvorming, en dragen uiteindelijk bij aan een duurzamere wereld. Het LEI maakt deel uit van Wageningen UR (University & Research centre). Daarbinnen vormt het samen met het Departement Maatschappijwetenschappen van Wageningen University en het Wageningen UR Centre for Development Innovation van de Social Sciences Group.

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, 6.500 medewerkers en 10.000 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.