



Clustering van voerstromen in de Peel

Case study duurzaam landgebruik en prestatie-indicatoren

A. Cormont, C.A. van Diepen, P.J. Galama, M.J.D. Hack-ten Broeke, J. Roelsma, M. Uiterwijk en R.L.G. Zom

Clustering van voerstromen in de Peel

Case study duurzaam landgebruik en prestatie-indicatoren

A. Cormont, C.A. van Diepen, P.J. Galama, M.J.D. Hack-ten Broeke, J. Roelsma, M. Uiterwijk en R.L.G. Zom

Dit onderzoek is uitgevoerd door Alterra Wageningen UR in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Kennisbasisprogramma KB 12 Duurzame Landbouw (BO-12-001.01-001).

Alterra Wageningen UR
Wageningen, augustus 2013

Alterra-rapport 2456
ISSN 1566-7197

Cormont, A., C.A. van Diepen, P.J. Galama, M.J.D. Hack-ten Broeke, J. Roelsma, M. Uiterwijk en R.L.G. Zom, 2013. *Clustering van voerstromen in de Peel; Case study duurzaam landgebruik en prestatie-indicatoren*. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra-rapport 2456. 44 blz.; 1 fig.; 19 tab.; 29 ref.

Verduurzaming van de landbouw en de ontwikkeling van het landelijk gebied vragen om data en kennis. Doel van dit KB12-onderzoek is een beeld te krijgen van de toepasbaarheid en generieke inzetbaarheid van bestaande data en methodieken, zoals CBS-gegevens over mest en mineralen, CRV-gegevens, de GIAB- en BRP-database, het PR-gewasgroeimodel, het Melkveemodel, het Koemodel en het modelinstrumentarium STONE voor nutriëntenuitspoeling. Hiervoor is één van de alternatieven uitgewerkt uit een vorige studie naar intensieve landbouw in de Peel, waarin op basis van regio-specifieke indicatoren verschillende scenario's onderling beoordeeld werden op duurzaamheidsprestaties. Centraal staat de vraag hoe een clustering van voerstromen in de Peel via centrale voercentra het landgebruik, het inkomen van agrariërs en de nutriëntenuitspoeling in de regio zal beïnvloeden.

Trefwoorden: diervoeder, voerstromen, samenwerking, duurzaamheid, landbouw, de Peel, indicatoren.

Dit rapport is gratis te downloaden van www.wageningenUR.nl/alterra (ga naar 'Alterra-rapporten'). Alterra Wageningen UR verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten. Gedrukte exemplaren zijn verkrijgbaar via een externe leverancier. Kijk hiervoor op www.rapportbestellen.nl.

© 2013 Alterra (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, E info.alterra@wur.nl, www.wageningenUR.nl/alterra. Alterra is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

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

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	11
	1.1 Probleemstelling en terugblik op vorige studie	11
	1.2 Kennisbehoefte	12
	1.3 Doelstelling project	12
	1.4 Leeswijzer	12
2	Studiegebied de Peel	13
	2.1 Waarom de Peel?	13
	2.2 Gebiedsbegrenzing	13
	2.3 Gebiedskenmerken	14
3	Aanpak	16
	3.1 Waarom clustering van voerstroom?	16
	3.2 Keuze van de scenario's	16
	3.3 Scenario's voor standaard en regionaal geteeld voer	17
	3.3.1 Opzet van de scenario's	17
	3.3.2 Ruwvoerders en natte bijproducten	17
	3.3.3 Rantsoenen	18
	3.3.4 Krachtvoerders	18
	3.3.5 Rantsoenoptimalisatie	24
	3.3.6 Rantsoenen voor melkgevende koeien	24
	3.3.7 Rantsoenen droogstaande koeien	25
	3.3.8 Rantsoenen voor jongvee	25
	3.3.9 Berekend voerverbruik	25
	3.3.10 Scenario's	25
	3.4 Scenarioberekeningen landgebruik en inkomen	28
	3.5 Scenarioberekeningen uitspoeling van nutriënten	29
	3.5.1 Landgebruiksvormen in STONE 2.4	29
	3.5.2 Selectie van STONE	30
	3.5.3 Nutriëntenuitspoeling	31
	3.6 Toetsing aan landbouwpraktijk	31
4	Resultaten	32
	4.1 Uitwerking in de regio: landgebruik en inkomen	32
	4.2 Uitwerking in de regio: uitspoeling van nutriënten	34
5	Toetsing aan landbouwpraktijk	37
6	Discussie	38
7	Conclusies en aanbevelingen	40
	Literatuur	41
	Lijst van afkortingen	43

Woord vooraf

In dit rapport doen wij verslag van een onderzoek dat wij uitvoerden voor de Kennisbasis van het ministerie van Economische Zaken, thema 12: Duurzame Landbouw.

De samenwerking tussen verschillende onderdelen van Wageningen UR was van groot belang voor dit onderzoek. De meeste onderzoekers die hebben bijgedragen aan de totstandkoming van het onderzoek en dit rapport zijn als auteur vermeld. Uitzonderingen daarop zijn Arjan de Jong (Alterra Wageningen UR) die de bijeenkomst met agrariërs ondersteunde met MapTable, en Martin Knotters (Alterra Wageningen UR) die op een deskundige manier de eindredactie heeft verzorgd. Ook zijn wij Bert Philipsen (Wageningen UR Livestock Research) zeer dankbaar, omdat hij het contact met enkele boeren in De Peel mogelijk heeft gemaakt.

Wageningen, juli 2013

Anouk Cormont (Alterra Wageningen UR)
Kees van Diepen (Alterra Wageningen UR)
Paul Galama (Wageningen UR Livestock Research)
Mirjam Hack-ten Broeke (Alterra Wageningen UR)
Jan Roelsma (Alterra Wageningen UR)
Michel Uiterwijk (Alterra Wageningen UR)
Ronald Zom (Wageningen UR Livestock Research)

Samenvatting

Inleiding

Dit KB12-onderzoek is gestart om een beeld te krijgen van de toepasbaarheid en generieke inzetbaarheid van bestaande data en methodieken bij het oplossen van problemen op het gebied van bijvoorbeeld water- en nutriëntenhuishouding, energievoorziening en klimaatverandering. Een vorige studie richtte zich op de melkveehouderij en in beperkte mate ook de intensieve landbouw in de Peel. De autonome ontwikkeling bleek te leiden tot grotere bedrijven, maar het aantal zal zo sterk afnemen dat er minder vee is en veel minder werkgelegenheid. Omdat de mestproductie nog steeds hoger is dan het mestgebruik in de regio is er nog steeds een mestoverschot, waardoor de uitspoeling van mineralen gelijk blijft. Vanwege de ligging van binnenhavens binnen het gebied kunnen maximaal negen agroclusters ontstaan. Als de huidige dieren aantallen (varkens en melkkoeien) over deze clusters worden verdeeld op basis van de minimale afstand tussen bedrijven en havens, hebben slechts drie tot vijf van deze clusters genoeg varkens en melkkoeien om rendabel te zijn en de productie in de regio op peil te houden. Voor een gesloten mineralenkringloop moet het aantal dieren in de regio drastisch verlaagd worden, waardoor de productie fors afneemt, met gevolgen voor rendabiliteit en werkgelegenheid van alle veehouderijbedrijven in de regio.

Het doel van deze studie is één van de alternatieven voor verandering van landgebruik in de Peel verder uit te werken. Hierbij staat de vraag centraal hoe een clustering van voerstroom in de Peel via centrale voercentra het landgebruik, het inkomen van agrariërs en de nutriëntenuitspoeling in de regio beïnvloedt. Dit project moet bijdragen aan andere projecten die betrekking hebben op metropolitan food clusters (MFC's). Dit zijn systemen met een gesloten kringloop om dichtbevolkte gebieden te voeden, zoals geïndustrialiseerde landbouw en/of agroparken, inclusief de bijbehorende distributiecentra en logistiek. Deze studie richt zich vooral op de inrichting van het toeleverende landelijk gebied.

Studiegebied de Peel

In de Peel ligt niet alleen een belangrijk zwaartepunt van intensieve veehouderij met veel relatief grote en innovatieve bedrijven, maar ook grondgebonden melkveehouderij, glastuinbouw en de grondgebonden groenteteelt en akkerbouw zijn er relatief goed vertegenwoordigd. Vooral rondom de intensieve veehouderij wordt op verschillende plaatsen in de Peel een heftig maatschappelijk debat gevoerd over megastallen, ruimtelijke concentratie, effecten op volksgezondheid en meer algemeen over de toekomst van deze sector in het perspectief van duurzame ontwikkeling.

Aanpak

Een clustering van voerstroom met voercentra zal de samenwerking tussen melkvee- en akkerbouwbedrijven in de Peel bevorderen. Het voer dat melkveehouders en akkerbouwers telen wordt op het voercentrum opgeslagen, gemengd tot een totaal rantsoen en geleverd aan de melkveebedrijven. Om de mineralenkringloop regionaal te sluiten, is het ook nodig dat regionale voercentra gekoppeld worden aan regionale mestcentra, waardoor regionale grondgebondenheid ontstaat. De gevolgen van clustering van voerstroom in de Peel op het landgebruik, het inkomen van agrariërs en de nutriëntenuitspoeling in de regio is geanalyseerd. De analyse van de gevolgen voor het inkomen is beperkt tot dat van de akkerbouwers. De gevolgen van verandering van het bouwplan door gewassen met een laag saldo te vervangen door gewassen voor de teelt van ruwvoer of krachtvoervervangers zijn uitgewerkt. De effecten op het inkomen voor melkveehouders en het bedrijfsresultaat van het voercentrum zelf is niet aangegeven.

Wij onderzochten de inrichtingsvariant waarbij de mineralenkringloop gesloten is, met als uitgangspunt dat er geen import is van veevoer en kunstmest. Dit scenario is uitgewerkt door de mate van zelfvoorziening van voer in een regio te variëren, waarbij eerst het rantsoen is gevarieerd door standaard krachtvoer steeds meer te vervangen door regionaal geteelde grondstoffen, en vervolgens is de verandering in het totale rantsoen qua ruwvoer en enkelvoudige grondstoffen vertaald naar

verandering in het bouwplan. Door vervolgens gewassen met laag saldo te vervangen door voedergewassen is het effect van de verandering van het landgebruik op het inkomen berekend, en zijn de gevolgen doorgerekend voor de uitspoeling van nutriënten.

We ontwikkelden een Excel-tool waarmee voor de melkveesector de benodigde gewasarealen voor veevoer berekend kunnen worden, afhankelijk van de keuze voor een verhouding tussen regionaal geteeld veevoer en geïmporteerd veevoer op basis van nutriëntenbehoefte in het rantsoen voor de melkveehouderij. Aan de hand van de financiële opbrengsten van alle verbouwde gewassen berekenden we het inkomen van alle akkerbouwers in de regio. Met het simulatiemodel STONE berekenden we het effect op de nutriëntenconcentraties (stikstof en fosfor) in het grond- en oppervlaktewater. Deze indicatoren vergeleken we met de huidige situatie om in te schatten in hoeverre de verandering in bouwplan als gevolg van veranderingen van landgebruik in de Peel voor het regionaal verbouwen van meer voedergewassen bijdragen aan verduurzaming.

Om de ontwikkelingsmogelijkheden vollediger in beeld te krijgen, en om te toetsen in hoeverre de hiervoor beschreven suggesties voor veranderingen in het landgebruik realistisch kunnen zijn, hebben we contact gezocht met boeren in de Peel en de resultaten van de analyses met hen besproken.

Resultaten

Als 80% van het veevoer standaardvoer is en 20% regionaal geteeld voer, dan zal het areaal lupinen (veel) groter moeten zijn (3679 ha) dan nu (0,1 ha). Dit geldt ook voor sojabonen, rogge, luzerne, haver, bruine bonen en gerst. We veronderstellen dat voor deze gewassen de oppervlakte toeneemt tot het gewenste areaal ten koste van de arealen van gewassen of vormen van landgebruik die weinig opbrengen: groenbemesters, natuurlijk grasland, braakliggende grond en een deel van de korrelmaïs. Aan de benodigde arealen voor snijmaïs, triticale, erwten, tarwe en grasland wordt nu al voldaan. Omdat snijmaïs een relatief lage gross margin heeft, nemen we aan dat de oppervlakte afneemt tot het gewenste areaal. Omdat triticale, erwten, tarwe en grasland relatief veel opbrengen, nemen we aan dat voor deze gewassen het huidige areaal, dat hoger is dan het gewenste areaal, blijft bestaan.

Momenteel wordt aan alle oppervlakte-eisen voldaan die ontstaan bij een verhouding 100% standaardvoer/0% regionaal geteeld voer. Naarmate er meer voer regionaal wordt geteeld, worden er minder niet-veevoedergewassen geteeld, waarbij de gewassen die het minste opbrengen het eerste worden vervangen. Als alleen nog gebruik gemaakt wordt van regionaal geteeld veevoer, dan is er alleen nog wat ruimte voor fruitteelt naast de verbouw van veevoedergewassen.

Door per gewas de gross margin met het oppervlak in de nieuwe situatie te vermenigvuldigen, is het inkomen per gewas en ook het totale inkomen berekend. Als steeds meer veevoer regionaal wordt verbouwd, dan neemt dit inkomen tot de situatie waarin 40% van het veevoer standaardvoer is en 60% regionaal geteeld voer licht af. Bij de verhoudingen 20% standaardvoer/80% regionaal geteeld voer en 0% standaardvoer/100% regionaal geteeld voer is het inkomen van alle akkerbouwers in de regio samen echter flink lager dan in de huidige situatie.

Voor iedere combinatie is de uitspoeling van stikstof en fosfor naar grond- en oppervlaktewater berekend. De periode die met het STONE-instrumentarium is doorgerekend is 2001 - 2009, en de periode van presentatie is het gemiddelde van de periode 2005 - 2009. Bij het omzetten van de conventionele akkerbouwgewassen naar voedergewassen neemt zowel de stikstof- als de fosfor-uitspoeling naar het oppervlaktewater evenals de nitraatuitspoeling naar het grondwater af. Voor stikstof neemt de uitspoeling echter toe bij het omzetten van grasland- en maïsgronden naar akkerbouwgronden, omdat organisch materiaal vrijkomt en bij mineralisatie vervolgens stikstof en fosfor. Als de rekenperiode zou worden verlengd (>10 jaar) wordt dit effect echter steeds kleiner. Ook bij het omzetten van maïs naar akkerbouw neemt de stikstofuitspoeling toe, omdat maïsgronden op relatief droge gronden liggen. Gebiedsgemiddeld neemt de uitspoeling van nitraat bij de verschillende scenario's met 4 tot 8% toe. Omzetting van grasland naar akkerbouw levert voor fosfor een hogere uitspoeling op, terwijl omzetting van maïs naar akkerbouw resulteert in een lagere fosforuitspoeling. Gebiedsgemiddeld neemt de fosforuitspoeling in alle scenario's zo weinig af (<1%) dat verbetering van de waterkwaliteit niet merkbaar zal zijn.

Toetsing aan landbouwpraktijk

Bespreking van de resultaten met agrariërs leerde ons dat a) de veronderstelde autonome ontwikkeling overeenstemt met de verwachtingen van de agrariërs, b) verregaande clustering in de melkveehouderij niet waarschijnlijk is, c) samenwerking tussen akkerbouwers en melkveehouders in de Peel zeer wel denkbaar is en dat gewasteelt voor krachtvoer vooral te verwachten is in een aantal akkerbouwgebieden, d) dat de agrariërs verwachten dat vooral bodemkwaliteit van invloed zal zijn op de haalbaarheid van introductie van nieuwe gewassen en ten slotte e) dat de aanwezige agrariërs meer verwachten van technologische innovaties in voedervoorziening en stalconcepten dan van clustering en/of voercentra.

Discussie

Verkenningen als deze zijn bedoeld om effecten van mogelijke toekomstige ontwikkelingen te schetsen. Deze ontwikkelingen worden nooit helemaal werkelijkheid, omdat waarschijnlijk niet in het hele gebied clustering van voerstromen wordt ingevoerd. Het gesprek met agrariërs in de streek leerde wel dat samenwerking tussen akkerbouwers en melkveehouders zeer wel denkbaar is en dat verbouwen van gewassen die kunnen dienen als krachtvoer vooral te verwachten is in een aantal akkerbouwgebieden.

Bij de bepaling van de effecten van regionale voercentra op landgebruik en inkomen gebruikten we nauwkeurige inzichten in de voederbehoefte van de melkveestapel. Daarbij hielden we echter geen rekening met mogelijke toekomstige veranderingen in de melkveestapel en veronderstelden we constante gross margins.

Het nationale instrumentarium STONE is gebruikt om milieu-effecten te kwantificeren. Het is de vraag in hoeverre een dergelijk instrumentarium voor regionale toepassingen kan worden gebruikt. Er is gerekend voor 15 verschillende plots die ongeveer de helft van het totale studiegebied representeren. Binnen STONE wordt gerekend met gewasgroepen en niet met individuele gewassen. Verbouw van voedergewassen binnen de regio leidt volgens de berekeningen tot beperkte toename van N-uitspoeling naar het oppervlaktewater. Het is de vraag of het rekenen met individuele gewassen in plaats van gewasgroepen én het doorrekenen van een langere reeks jaren tot andere resultaten leidt.

Voor het maken van onderlinge vergelijkingen tussen de landgebruiksvarianten denken wij dat de veronderstellingen en keuzes geen grote gevolgen hebben. Over de absolute hoogte van de indicatoren, zoals bedrijfsinkomen en N- en P-belasting van het oppervlaktewater zijn we echter onzeker.

Conclusies en aanbevelingen

Op basis van het onderzoek concluderen we dat het goed denkbaar is dat zeker een deel van de voedergewassen binnen de regio De Peel kan worden verbouwd zonder dat dit effect heeft op het regionale inkomen. Pas als meer dan de helft van het veevoer regionaal geteeld zal worden ontstaan negatieve effecten op het inkomen, gegeven de huidige gross margins. Het lijkt dus mogelijk om de import van veevoer sterk te kunnen reduceren.

Wij bevelen het volgende aan voor ontwikkeling van duurzaam landgebruik in de Peel:

- Werk de mate van grondgebondenheid uit op basis van ruwvoer, krachtvoer en mestaanwending. Geef de verdeling aan van verschillende typen bedrijven in de Peel en voor het gebied als geheel.
- Geef de gevolgen aan voor het inkomen en het milieu als de teelt van gewassen op gebiedsniveau geoptimaliseerd wordt, door rekening te houden met grondsoort en waterhuishouding.
- Werk met ondernemers en regionale beleidsmakers een moderne regionale samenwerking uit.

1 Inleiding

1.1 Probleemstelling en terugblik op vorige studie

Verduurzaming van de landbouw en de ontwikkeling van het landelijk gebied vragen om data en om kennis. Met kennis en data van bodem, water, werkgelegenheid, landgebruik en bijvoorbeeld de uitspoeling van nutriënten kunnen de effecten van veranderingen op duurzaamheidsindicatoren voor zowel *planet* als *profit* worden geschat. Dat is nodig om te beoordelen in hoeverre een verandering in landgebruik en mate van zelfvoorziening qua aanvoer van grondstoffen (meststoffen, voer) en afzet van producten bijdraagt aan verduurzaming.

In Nederland zoeken het landbouwkundig onderzoek en het landbouwbedrijfsleven veelal samen naar oplossingen voor de problemen op het gebied van bijvoorbeeld water- en nutriëntenhuishouding, energievoorziening en klimaatverandering. Hiervoor moeten zij echter over de juiste tools beschikken. Dit KB12-onderzoek is gestart om een beeld te krijgen van de toepasbaarheid en generieke inzetbaarheid van bestaande data en methodieken.

Daarom ontsloten Cormont et al. (2012) data en integreerden kennis(systemen) om te komen tot een afwegingskader voor efficiënter gebruik van natuurlijke hulpbronnen, zoals bodem en water, in relatie tot landgebruik en duurzame bedrijfsvoering en economie. Dit project richtte zich als pilot op de melkveehouderij en in beperkte mate ook de intensieve landbouw in de Peel, om op basis van indicatoren, die regio-specifiek ingevuld werden, de duurzaamheidsprestaties van alternatieven te kunnen beoordelen.

Binnen de landbouwpraktijk in de Peel, vooral in de veehouderijsector, heersen specifieke vragen over ontwikkelingsmogelijkheden voor agrarische bedrijven. Cormont et al. (2012) gaven een eerste aanzet tot kwantificering van duurzaamheidsindicatoren voor een aantal varianten van een andere ruimtelijke en landbouwkundige inrichting van het onderzoeksgebied. Uit deze studie bleek dat autonome ontwikkeling leidt tot grotere bedrijven in de Peel, maar ook dat het aantal bedrijven zo sterk zal afnemen dat er minder vee is en veel minder werkgelegenheid. Omdat de mestproductie nog steeds hoger is dan het mestgebruik in de regio zal de hoeveelheid vee toch nog steeds zorgen voor een mestoverschot in de regio, waardoor de uitspoeling van mineralen gelijk blijft. Door de ligging van binnenhavens binnen het gebied kunnen maximaal negen agroclusters ontstaan. Als de huidige dieraantallen (varkens en melkkoeien) over deze clusters worden verdeeld op basis van de minimale afstand tussen bedrijven en havens, kunnen slechts drie tot vijf van deze clusters genoeg varkens en melkkoeien herbergen om rendabel te zijn en de productie in de regio op peil te houden. De gevolgen voor de werkgelegenheid zijn niet duidelijk. Voor een gesloten mineralenkringloop moet het aantal dieren in de regio drastisch verlaagd worden, waardoor de productie fors afneemt. Dit heeft samen direct effect op de rendabiliteit, uitgedrukt in aantal NGE, en dus de werkgelegenheid van alle veehouderijbedrijven in de regio.

Cormont et al. (2012) maakten gebruik van data uit de GIAB- en BRP-database (Gies et al., 2008; Hoogerwerf et al., 2003) en gegevens over stikstofhoeveelheden in mest. Omdat er al zoveel bekend is over de Peel was het grotendeels mogelijk om zonder gebruik van een (model)instrumentarium door te rekenen wat het effect van inrichtingsvarianten zou zijn op het aantal en de omvang van de bedrijven in de regio en de bijbehorende werkgelegenheid. Alleen voor het berekenen van de nutriëntenconcentraties (stikstof en fosfor) in het grond- en oppervlaktewater is gebruik gemaakt van een modelinstrumentarium (STONE 2.4).

De pilotstudie van Cormont et al. (2012) was een nogal theoretische exercitie waarbij naast de autonome ontwikkeling twee behoorlijk extreme inrichtingsvarianten aan bod kwamen, namelijk maximale clustering van veehouderijbedrijven enerzijds en een volledig regionaal gesloten kringloop anderzijds. Voor het vervolg zijn we op zoek gegaan naar een realistische, minder extreme

toekomstige ontwikkeling. Cormont et al. (2012) lieten zien dat de beschikbare data en het modelinstrumentarium mogelijkheden bieden om de duurzaamheid te beoordelen van scenario's die dichter bij de belevingswereld van agrariërs in de regio liggen.

1.2 Kennisbehoefte

Om te voldoen aan de toenemende vraag naar kwalitatief goed voedsel in een goede relatie met de omgeving zijn transitie nodig naar duurzame landbouwproductie door het terugdringen van gebruik van energie, ruimte, mest, mineralen, medicijnen en bestrijdingsmiddelen, terwijl de hogere productieniveaus en inkomen gehandhaafd blijven. Efficiënter gebruik van hulpbronnen vereist innovatie en het vinden van oplossingen voor de problemen op het gebied van bijvoorbeeld water- en nutriëntenhuishouding, energievoorziening en klimaatverandering. Dit onderzoek is gestart om de kennis en methodieken hiervoor toepasbaar te maken.

Dit project moet bijdragen aan andere projecten die betrekking hebben op metropolitan food clusters (MFC's). Een MFC is te beschrijven als een systeem om dichtbevolkte gebieden te voeden, waarbij gedacht wordt aan geïndustrialiseerde landbouw en/of agroparken, inclusief de bijbehorende distributiecentra en logistiek. Uitgangspunt van MFC's is het sluiten van kringlopen (Smeets, 2009). Een belangrijk onderdeel is de inrichting van het toeleverende landelijk gebied en vooral daarop is deze studie gericht.

1.3 Doelstelling project

Het doel van deze studie is één van de alternatieven voor verandering van landgebruik in de Peel verder uit te werken. Hierbij staat de vraag centraal hoe een clustering van voerstromen in de Peel via centrale voercentra het landgebruik, het inkomen van agrariërs en de nutriëntenuitspoeling in de regio beïnvloedt.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 lichten we toe waarom is gekozen voor een pilotstudie in de Peel. In hoofdstuk 3 beschrijven we de aanpak van de studie. We motiveren de keuze van de scenario's voor mate van zelfvoorziening van voer voor de melkveehouderij in de regio, en beschrijven hoe we voorspelden wat de effecten van deze scenario's zijn op landgebruik, op inkomen van akkerbouwers die een deel van het bouwplan inzetten voor voerteelt, en op uitspoeling van nutriënten. We gaan hierbij in op de geschikte gewassen in relatie tot het rantsoen. Ook beschrijven we in hoofdstuk 3 hoe we de uitkomsten van de scenarioberekeningen hebben getoetst aan de landbouwpraktijk. In hoofdstuk 4 presenteren en bespreken we de resultaten van de scenarioberekeningen. In hoofdstuk 5 bespreken we reacties van agrariërs op de geschetste inrichtingsvariant en de uitwerking voor de regio. In hoofdstuk 6 vergelijken we de uitwerking van de inrichtingsvariant met de huidige situatie, en bepalen we of clustering van voerstromen in de Peel met voercentra als tussenschakel tussen melkveehouders onderling en tussen melkveehouders en akkerbouwers kan leiden tot verduurzaming van de regionale landbouwsector.

In hoofdstuk 7 trekken we conclusies over wat het project en de pilotstudie ons heeft geleerd over hoe implementatie van voercentra het landgebruik, het inkomen van agrariërs en de nutriëntenuitspoeling in de regio kan beïnvloeden en verduurzamen.

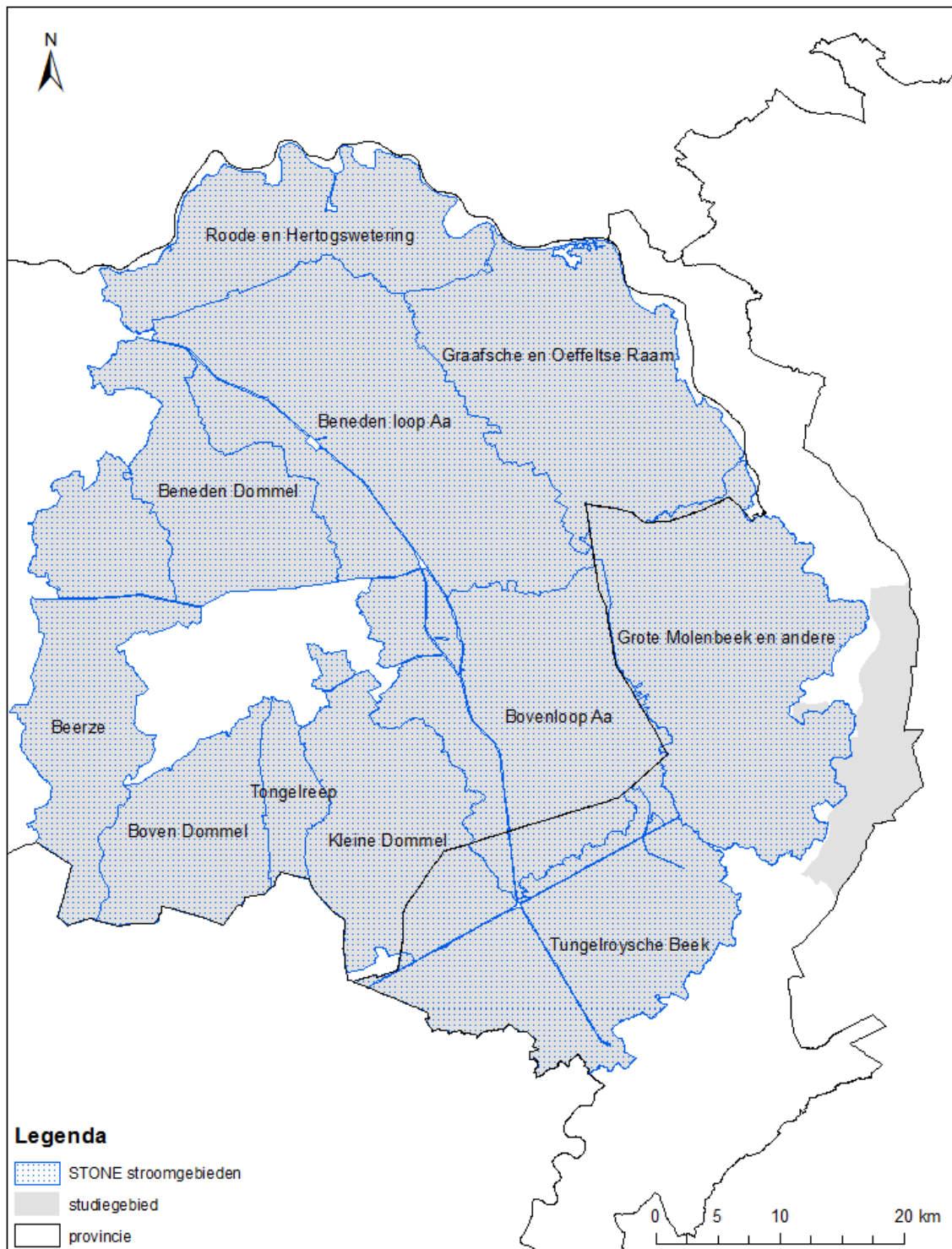
2 Studiegebied de Peel

2.1 Waarom de Peel?

Deze studie richt zich vooral op grondgebonden melkveehouderij en akkerbouw, om op basis van indicatoren, die regio-specifiek ingevuld kunnen worden, inrichtingsalternatieven te kunnen beoordelen op duurzaamheidsprestaties. Cormont et al. (2012) kozen de Peel uit voor een pilot study. In deze regio ligt niet alleen een belangrijk zwaartepunt van intensieve veehouderij met veel relatief grote en innovatieve bedrijven, maar ook grondgebonden melkveehouderij, glastuinbouw en de grondgebonden groenteteelt en akkerbouw zijn er relatief goed vertegenwoordigd. Vooral rondom de intensieve veehouderij wordt op verschillende plaatsen in de Peel een heftig maatschappelijk debat gevoerd over megastallen, ruimtelijke concentratie, effecten op volksgezondheid en meer algemeen over de toekomst van deze sector in het perspectief van duurzame ontwikkeling (Baltussen et al., 2010). De Peel is eveneens het studiegebied voor parallelle onderzoekstrajecten in het kader van het Kennisbasisonderzoek. Bovendien bestaan er contacten met agrariërs in de Peel met specifieke vragen over ontwikkelingsmogelijkheden voor hun bedrijven.

2.2 Gebiedsbegrenzing

Het modelinstrumentarium STONE 2.4 werkt op basis van zogenaamde rekeneenheden. Iedere rekeneenheid (ook wel plot genoemd) bestaat uit een bodemtype, landgebruik, hydrologische eenheid, bemesting, etc. (Kroon et al., 2001). Om de resultaten van STONE 2.4 te presenteren voor de Peel en ook te kunnen toetsen aan metingen in het oppervlaktewater in het gebied, is gekozen voor begrenzing van het gebied op basis van hydrologische stroomgebieden. In deze studie is gekozen voor de hydrologische begrenzing conform de studie Evaluatie Mestwetgeving Ex-ante (Van Boekel et al., 2011). De verstedelijkte regio Eindhoven-Veldhoven-Waalre-Geldrop-Mierlo-Nuenen, Gerwen en Nederwetten-Helmond bleef buiten beschouwing. De Maas vormt een natuurlijke hydrologische begrenzing van het gebied. De agrarische bedrijfsvoering in het deel van de gemeente Venlo ten oosten van de Maas is echter sterk gerelateerd aan de bedrijfsvoering in de geselecteerde stroomgebieden. De gemeente Venlo is daarom toch geheel opgenomen in het onderzoeksgebied. De STONE-simulaties betreffen echter alleen de stroomgebieden zoals figuur 1 weergeeft en niet de gemeente Venlo. Figuur 1 toont de begrenzing van het onderzoeksgebied en de stroomgebieden.



Figuur 2.1 Begrenzing van het onderzoeksgebied en de stroomgebieden.

2.3 Gebiedskenmerken

Tabel 1 toont de aantallen dieren per veetype en de bijbehorende Nederlandse grootte-eenheden (NGE's; een maat waarmee de economische omvang van agrarische activiteiten wordt weergegeven), het aantal arbeidsplaatsen, de mestproductie en bijbehorende stikstofhoeveelheden, en de methaanemissie voor de Peel in de huidige situatie. De waarden voor deze kenmerken worden in hoofdstuk 5 vergeleken met waarden voor alternatieve ontwikkelingsrichtingen.

Tabel 2.1

Gebiedskenmerken voor de huidige situatie in de Peel.

Kenmerk	Huidige situatie	
Aantallen dieren/NGE's per veetype	Aantallen	NGE's
vleesvarkens	2.545.804	101.832
zeugen	402.463	100.616
vleeskuikens	11.914.189	16.247
leghennen	19.587.733	48.969
melkgeiten	72.003	8.640
vleeskalveren	139.202	16.704
melkkoeien	150.884	18.1061
<i>Aantal arbeidsplaatsen</i>	20.467	
<i>Mestproductie (ton/jaar)</i>	10.389.417	
<i>Stikstofhoeveelheid in de mest (ton/jaar)</i>	79.391	
<i>Methaanemissie (ton/jaar)</i>	59.658	

Met STONE is nagegaan welke gevolgen de huidige veestapel in de Peel heeft voor de uitspoeling van nutriënten. Hierover rapporteerden Cormont et al. (2012).

3 Aanpak

3.1 Waarom clustering van voerstromen?

Voor akkerbouwers en melkveehouders verandert er veel, vooral door het veranderende EU-beleid. De productondersteuning voor zetmeel en suiker wordt losgelaten en de melkquotering wordt beëindigd. De overheersende strategie in beide sectoren is schaalvergroting en specialisatie. Maar is de geleidelijke schaalvergroting, zoals al decennialang gebeurt, de meest duurzame ontwikkeling? De individuele schaalvergroting leidt tot intensievere melkveebedrijven (meer koeien per hectare) en de verkaveling verslechtert.

Goede samenwerking tussen melkvee- en akkerbouwbedrijven kan in de Peel tot een meer duurzame ontwikkeling leiden: een optimalisatie van teelten op gebiedsniveau. Akkerbouwers kunnen hun bouwplan verbreden door voedergewassen voor de melkveebedrijven op te nemen. Een clustering van voerstromen in voercentra zal deze samenwerking bevorderen. Het kan leiden tot een zogenaamde Agro-Landerij, zoals verwoord in een brochure voor Zuidoost-Drenthe gericht op een moderne regionale samenwerking (Galama en Beldman, 2010; Wageningen UR, 2011).

De implementatie van voercentra is gericht op het realiseren van een nieuw duurzaam en economisch perspectief voor de inrichting van het landelijk gebied. Een dergelijk voercentrum is een schakel tussen melkveehouders onderling en tussen melkveehouders en akkerbouwers. Het voer dat melkveehouders en akkerbouwers telen wordt op het voercentrum opgeslagen, gemengd tot een totaal rantsoen en geleverd aan de melkveebedrijven. Om de mineralenkringloop regionaal te sluiten is het ook nodig dat de mest van de melkveebedrijven in de regio gebruikt wordt. Dat betekent dat regionale voercentra gekoppeld moeten worden aan regionale mestcentra. Op deze manier werken akkerbouwers en melkveehouders samen, waardoor regionale kringlopen zich steeds verder sluiten en regionale grondgebondenheid ontstaat. De centrale vraag hierbij is hoe een clustering van voerstromen in de Peel via centrale voercentra het landgebruik, het inkomen van agrariërs en de nutriëntenuitspoeling in de regio beïnvloedt. In dit rapport is de analyse van de gevolgen voor het inkomen beperkt tot dat van de akkerbouwers. De gevolgen van verandering van het bouwplan door gewassen met een laag saldo te vervangen door gewassen voor de teelt van ruwvoer of krachtvoer-
vervangers zijn uitgewerkt. De effecten op het inkomen voor melkveehouders en het bedrijfsresultaat van het voercentrum zelf is niet aangegeven. Wij verwijzen daarvoor naar berekeningen in 'Perspectief regionaal voercentrum, boek 14' (Galama, 2011).

3.2 Keuze van de scenario's

Bij het kiezen van scenario's bouwen we voort op bevindingen van Cormont et al. (2012), die zich richtten op alternatieve inrichtingsvarianten voor de Peel. Vervolgens zochten we naar een alternatief dat mogelijk iets realistischer is en binnen vrij korte termijn daadwerkelijk te realiseren is. De Animal Sciences Group van Wageningen UR doet sinds enkele jaren onderzoek naar de mogelijkheden van het implementeren van regionale voercentra (bijvoorbeeld Galama and Beldman, 2010; Wageningen UR, 2011). Vragen over de mogelijkheden voor duurzame ontwikkelingen van de landbouw in relatie tot schaalvergroting en ruimtelijke concentratie zijn actueel in de Peel. Volgens de resultaten van de Animal Sciences Group kan een regionaal voercentrum bij deze ontwikkelingen een oplossing bieden. Een regionaal voercentrum kan worden gezien als een eerste stap naar regionale samenwerking waarbij voerstromen in een regio geclusterd worden. De volgende stap kan zijn om ook meststromen en biomassastromen te clusteren. De industriële activiteiten rond voeropslag, voerwerking, mestopslag, mestverwerking en biomassa opwaarderen vinden dan meer centraal plaats. Dat kan gecombineerd worden met centraliseren van de dierhouderij tot complete Metropolitan Food Clusters,

maar het vee kan ook decentraal in de regio gehouden worden om veterinaire risico's te beperken of om veehouderij zichtbaar te blijven in het landschap.

Wij onderzochten eerder drie inrichtingsvarianten (Cormont et al., 2012): (1) Autonome ontwikkeling, waarbij er sprake is van een intensivering in de veehouderij, zoals die vrij algemeen wordt verwacht; (2) Maximale clustering, waarbij bedoeld wordt op de ontwikkeling van 'Metropolitan Food Clusters'; en (3) Gesloten mineralenkringloop, met als uitgangspunt dat er geen import is van veevoer en kunstmest.

In dit rapport is het scenario van een gesloten kringloop uitgewerkt door de mate van zelfvoorziening van voer in een regio te gaan variëren. Daarvoor is eerst het rantsoen gevarieerd door standaard krachtvoer steeds meer te gaan vervangen door regionaal geteelde grondstoffen. Vervolgens is de verandering in het totale rantsoen qua ruwvoer en enkelvoudige grondstoffen vertaald naar verandering in bouwplan. Door vervolgens de gewassen met laag saldo te vervangen door de voedergewassen is het effect van de verandering van het landgebruik op het inkomen berekend. Ook zijn de gevolgen van deze veranderingen doorgerekend voor de uitspoeling van nutriënten.

3.3 Scenario's voor standaard en regionaal geteeld voer

3.3.1 Opzet van de scenario's

Verschillende rantsoenen zijn samengesteld met variërend aandeel regionaal geteelde krachtvoer-grondstoffen. Het basisrantsoen van ruwvoer sluit aan bij het grote areaal maïs in de Peel. De simulaties zijn gebaseerd op de gangbare praktijk, waarbij een basisrantsoen dat bestaat uit ruwvoer wordt aangevuld met krachtvoer tot aan de netto energiebehoefte voor onderhoud, groei, dracht en melkproductie is voldaan. Het is in de praktijk gebruikelijk dat het ruwvoer vrijwel uitsluitend regionaal wordt geproduceerd en dat krachtvoer en krachtvoergrondstoffen voor een groot deel worden geïmporteerd uit andere regio's en landen.

3.3.2 Ruwvoeders en natte bijproducten

In Nederland zijn graskuil, weidegras en snijmaïs de belangrijkste ingrediënten van het basisrantsoen in de melkveehouderij. Bij de simulaties van de scenario's is er van uitgegaan dat op basis van droge stof de verhouding tussen vers gras, graskuil en snijmaïs in het ruwvoer van alle diergroepen samen (melkvee en jongvee) 21:30:49 bedraagt. Deze verhouding is berekend door de oppervlakten van grasland (61.794 ha, STONE) en snijmaïs (41.795 ha, STONE) te vermenigvuldigen met de opbrengsten per hectare van respectievelijk weidegras en graskuil en snijmaïs op basis van gegevens van het CBS (2011, 2012). De opbrengsten van grasland en snijmaïs zijn gebaseerd op de gemiddelde opbrengsten droge stof van grasland (weidegras en graskuil) en snijmaïs in 2008, 2009, en 2010 in Zuidoost-Nederland (CBS, 2011, 2012). De geschatte opbrengst, afgerond op honderdtallen, bedroeg 10.700 kg droge stof per hectare grasland (waarvan 4300 kg droge stof/ha vers gras en 6.400 kg droge stof/ha graskuil). De snijmaïsoopbrengst werd geschat op 15.600 kg droge stof/ha.

Er is een onderverdeling gemaakt in de hoeveelheid vers gras en graskuil van verschillende snedenummers omdat de kwaliteit en opbrengst van graslandproducten varieert met snedenummer en seizoen. De verdeling van de hoeveelheden procentuele verhoudingen tussen eerste, tweede en latere sneden weidegras en graskuil is gebaseerd op berekeningen met het PR-grasgroeimodel (Schils et al., 2007). De verhouding tussen het aandeel vers gras van de eerste snede (april - mei), tweede snede (juni) en latere sneden (augustus tot oktober) is berekend als 50:30:20 op basis van droge stof. De verhouding tussen het aandeel graskuil van de eerste snede (mei), tweede snede (juni) en latere sneden (augustus - oktober) is berekend als 40:30:30 op basis van droge stof.

In de basisrantsoenen zijn naast ruwvoeders ook natte bijproducten opgenomen. De voornaamste bijproducten die in de rundveehouderij worden afgezet zijn bierbostel, aardappelpersvezels en bietenperspulp. Er is echter geen gedetailleerde informatie beschikbaar over de aandelen van de verschillende soorten natte bijproducten die in melkveehouderij worden gebruikt. Daarom zijn de

veronderstellingen over de aandelen bierbostel, aardappelpersvezels en bietenperspulp in de totale hoeveelheid natte bijproducten overgenomen van Bannink et al. (2011). Op basis van deze veronderstelling is op basis van droge stof de verhouding bierbostel : aardappelpersvezels : bietenperspulp als aandeel in de totale hoeveelheid natte bijproducten op 25:25:50 gesteld.

3.3.3 Rantsoenen

Er zijn voor vier diergroepen (melkgevende melkkoeien, droogstaande melkkoeien, jongvee jonger dan een jaar en jongvee ouder dan een jaar) verschillende basisrantsoenen samengesteld (tabel 3.1). Deze basisrantsoenen worden met krachtvoer aangevuld tot aan de netto energiebehoefte voor onderhoud, groei, dracht en melkproductie is voldaan. Bij de scenariostudies is uitgegaan van de praktijk die in Nederland gangbaar is om de ruwvoerders die kwalitatief het beste zijn aan het melkvee toe te wijzen. Kwalitatief minder goed ruwvoer wordt aan het jongvee en droogstaande melkkoeien gevoerd. Deze aanpak is ook gevolgd bij de simulaties. Daarom is bij de modelsimulaties aangenomen dat het basisrantsoenen van het jongvee tot aan veertien dagen voor afkalven bestond uit vers gras en graskuil gemaakt van de derde en latere sneden. Eveneens is aangenomen dat het basisrantsoenen van droogstaande melkkoeien tot aan veertien dagen voor afkalven (far-off periode) bestaat uit graskuil van de derde en latere sneden aangevuld met graanstro tot aan de netto-energie (VEM) behoefte. Verder is aangenomen dat natte bijproducten en snijmaïs alleen worden opgenomen in het basisrantsoen van melkgevende melkkoeien en het jongvee en droogstaande melkkoeien vanaf veertien dagen voor afkalven.

Voor de eenvoud is steeds uitgegaan van één basisrantsoen voor melkkoeien en kalfvaarzen vanaf veertien dagen voor afkalven (close-up periode) tot aan droogzetten. Dit basisrantsoen bestaat uit snijmaïs, vers gras, graskuil en natte bijproducten. Op basis van de CBS-gegevens is aangenomen dat op basis van droge stof het basisrantsoen van melkvee 5% uit natte bijproducten bestaat (CBS, 2011, 2012). Voor voederwaarde en samenstelling zijn de waarden uit de CVB-tabel gehanteerd (tabel 3.2). Het ruwvoer in het rantsoen van jongvee en droogstaande koeien (far-off periode).

3.3.4 Krachtvoerders

Met lineaire programmering zijn tien krachtvoerders geformuleerd, waarvan vijf op basis van gangbare grondstoffen (Krachtvoer Standaard) en vijf op basis van grondstoffen die potentieel regionaal geteeld kunnen worden (Krachtvoer Regionaal). De gangbare grondstoffen van Krachtvoer Standaard zijn geselecteerd uit de lijst van grondstoffen die worden opgenomen in energie- en eiwitprijsvergelijking van Wageningen UR Livestock Research (URL <http://www.wageningenur.nl/nl/Expertises-Dienstverlening/Onderzoeksinstituten/livestock-research/Faciliteiten-producten/Voederwaardeprijzen-Rundvee.htm>).

Van elke soort krachtvoer Standaard en Regionaal zijn elk vijf krachtvoerders geformuleerd met respectievelijk 90, 105, 120, 150 en 180 g DVE per kilogram. Het VEM-gehalte in alle krachtvoerders bedroeg 940 VEM/kg. Bij de lineaire programmering zijn een aantal restricties gehanteerd voor het maximum aandeel van bepaalde individuele grondstoffen en/of de combinaties van verschillende grondstoffen (Subnel, 1997), zie tabel 3.3. Daarnaast zijn in elk krachtvoeder een mineralen pre-mix en zout opgenomen, verder is er een minimum van 2% melasse gehanteerd. Melasse wordt toegevoegd om de persbaarheid te verhogen. Verder is bij de formulering van het regionale krachtvoerders het aandeel niet-regionale grondstoffen geminimaliseerd. Om aan de minimale DVE-eisen te voldoen was het toch noodzakelijk een aantal niet-regionale krachtvoergrondstoffen op te nemen in de formulering. Tabel 3.4 geeft de grondstoffen die zijn opgenomen in de lineaire programmering en het aandeel in de uiteindelijke formuleringen. Tabel 3.5 geeft de voederwaarden en samenstellingen van de krachtvoerders.

Tabel 3.1

Samenstelling van de gesimuleerde rantsoenen in gram droge stof per kg droge stof.

	Melkvee		Jongvee	
	Melkgevend ¹	Droogstaand ²	< 1 jaar ³	>1 jaar ⁴
Snijmaiskuil	558			
Graskuil mei	103			
Graskuil juni	77			
Graskuil juli-aug	77	741	844	715
Vers gras voorjaar	60		70	133
Vers gras zomer	38		44	84
Vers gras najaar	25		30	56
Aardappelpersvezel	22			
Bierbostel 22%DS	13			
Bietenperspulp	16			
Stro	0	254		
Mineralen pre-mix	11	5	12	12

¹ Rantsoen vanaf veertien dagen voor afkalven tot aan droogzetten.

² Rantsoen vanaf droogzetten tot veertien dagen voor afkalven.

³ Rantsoen vanaf spenen tot één jaar.

⁴ Rantsoen vanaf één jaar tot veertien dagen voor afkalven.

Tabel 3.2

Voederwaarden en samenstelling van de voedermiddelen gehalte in g/kg DS, tenzij anders aangegeven.

	VW ¹	VEM ²	DVE ³	OEB ⁴	FOSp ⁵	VCOS ⁶	DS ⁷	RE ⁸	RC ⁹	SUI ¹⁰	ZET ¹¹	NDF ¹²	ADF ¹³	ADL ¹³	SW ¹⁴
	/kg DS	/kg DS				%									/kg DS
Snijmaiskuil	0.80	937	52	-30	501	74.0	336	79	180	10	366	373	199	19	1.52
Graskuil mei	1.03	894	68	59	564	76.9	453	173	260	77		493	286	24	3.05
Graskuil juni	1.03	884	69	53	555	76.1	486	170	259	93		499	285	26	3.04
Grask juli-aug	1.02	871	70	60	541	75.7	505	177	255	84		497	283	26	2.99
Weidegras voorjaar	0.93	1010	94	62	557	83.8	164	215	230	112	0	458	269	27	1.90
Weidegras zomer	0.94	1007	95	63	557	83.9	169	216	228	115	0	440	262	34	1.88
Weidegras najaar	0.94	1007	102	98	547	83.9	149	256	226	62	0	452	273	43	1.86
Aardappelpersvezel	0.55	1028	89	-71	533	84.0	159	78	225	7	191	505	350	179	0.80
Bierbostel 22%DS	0.55	947	137	55	359	63.6	219	247	178	5	21	540	197	36	1.00
Bietenperspulp	0.70	1062	99	-57	596	88.0	218	98	199	30	1	496	243	10	1.05
Stro	1.66	531	-1	-20	266	49.6	840	37	450	0	0	745	489	75	4.30

¹ VW= verzadigingswaarde (Zom et al., 2012); ² VEM = Voeder Eenheid Melk (van Es, 1978); ³ DVE = Darm Verteerbaar Eiwit (Van Duinkerken, 2011, Tamminga et al., 1994); ⁴ OEB = Onbestendig Eiwit Balans (Van Duinkerken, 2011; Tamminga et al., 1994); ⁵ FOSp = In de pens fermenteerbare organische stof (Van Duinkerken, 2011); ⁶ VCOS = verteringscoëfficiënt organische stof (Tilley and Terry, 1963); ⁷ DS = Drogestof; ⁸ RE = Ruw Eiwit (=N×6.25); ⁹ RC= ruwe celstof; ¹⁰ SUI =suiker; ¹¹ ZET = zetmeel; ¹² NDF = Neutral Detergent Fiber (Van Soest et al., 1991); ¹³ ADF = Acid Detergent Fiber, ADL= Acid Detergent Lignin (van Soest, 1973); ¹⁴ SW = structuurwaarde (DeBrabander et al., 1996)

Tabel 3.3

Restricties voor de maximale gehalten (gewichtsperscentage) van grondstoffen en grondstofcombinaties (Subnel, 1997).

Grondstof of grondstofcombinatie	Max%
Luzernemeel+grasmeel	20
Erwten+bonen+lupinen	15
Koolzaadschroot+schilfers	25
Zonnebloemschroot+schilfers	25
Lupinen	15
Bestendig raap+sojaschroot	25
Palmpitschilfer	15
Maisglutenvoermeel	30
Citruspulp	25
Lijnzaad	5
Granen (elk soort)	30
Sojahullen	30

Tabel 3.4

Grondstoffen, opgenomen in de lineaire programmering, en hun aandeel in procenten van het gewicht.

	Standaard Krachtvoer					Regionaal Krachtvoer				
	90 DVE	105 DVE	120 DVE	150 DVE	180 DVE	90 DVE	105 DVE	120 DVE	150 DVE	180 DVE
Standaard grondstoffen										
Bietpulp < 10% suiker	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bietpulp 10-15% suiker	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Citruspulp	16.5	24.5	22.0	10.8	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lijnzaad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mais	7.6	8.8	8.9	8.9	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maisglutenmeel	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
Palmpitschilfers RC<180	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Palmpitschilfers RC>180	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Raapschroot RE < 380	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Raapschroot RE > 380	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Raapzaad onbehandeld	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Raapzaadschilfers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Raapzsr. Mervobest	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sojabonen verhit	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sojahullen RC 320-360	30.0	30.0	30.0	30.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sojaschroot Bestendig	0.0	0.0	5.9	15.1	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sojasr RC<45 RE<480	13.6	20.7	19.2	21.2	20.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sojasr RC<45 RE>480	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sojasr RC45-70RE<440	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sojasr RC50-70RE>440	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tapioca ZET 625-675	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tarwegries	15.7	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vinasse RE < 250	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Plantaardig vet	2.0	1.6	1.4	1.3	0.1	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zonnebloemschroot RC < 160	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zonnebloemschroot RC > 240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	10.2
Zonnebloemschroot RC 160-200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zonnebloemschroot r RC 200-240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Melasse riet SUI<475	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

Tabel 3.4

Grondstoffen, opgenomen in de lineaire programmering, en hun aandeel in procenten van het gewicht.

	Standaard Krachtvoer					Regionaal Krachtvoer				
	90 DVE	105 DVE	120 DVE	150 DVE	180 DVE	90 DVE	105 DVE	120 DVE	150 DVE	180 DVE
Standaard grondstoffen										
Bietpulp < 10% suiker	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bietpulp 10-15% suiker	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Citruspulp	16.5	24.5	22.0	10.8	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Lijnzaad	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Mais	7.6	8.8	8.9	8.9	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maisglutenmeel	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7
Palmpitschilfers RC<180	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Palmpitschilfers RC>180	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Raapschroot RE < 380	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Raapschroot RE > 380	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Raapzaad onbehandeld	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Raapzaadschilfers	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Raapzsr. Mervobest	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sojabonen verhit	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sojahullen RC 320-360	30.0	30.0	30.0	30.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sojaschroot Bestendig	0.0	0.0	5.9	15.1	15.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sojasr RC<45 RE<480	13.6	20.7	19.2	21.2	20.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sojasr RC<45 RE>480	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sojasr RC45-70RE<440	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sojasr RC50-70RE>440	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tapioca ZET 625-675	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tarwegries	15.7	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Vinasse RE < 250	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Plantaardig vet	2.0	1.6	1.4	1.3	0.1	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zonnebloemschroot RC < 160	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zonnebloemschroot RC > 240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	10.2
Zonnebloemschroot RC 160-200	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Zonnebloemschroot r RC 200-240	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Melasse riet SUI<475	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

Tabel 3.5

Voederwaarde en nutriëntensamenstelling krachtvoerders.

Voederwaarde en nutriëntensamenstelling	Standaard Krachtvoer					Regionaal Krachtvoer				
	90 DVE	105 DVE	120 DVE	150 DVE	180 DVE	90 DVE	105 DVE	120 DVE	150 DVE	180 DVE
VW ¹ /kg	0.33	0.33	0.33	0.32	0.30	0.30	0.31	0.31	0.31	0.30
VEM ² /kg	940	940	940	940	940	940	940	940	940	940
DVE ³	90	105	120	150	180	90	105	120	150	180
OEB ⁴	15	15	15	30	30	0	17.5	33.5	50	39.5
FOSp ⁵	484	502	490	463	481	564	565	544	519	495
VCOS ⁶ %	83.4	85.6	85.9	86.4	87.3	81.0	83.0	82.8	83.1	82.8
Drogestof	860	863	862	858	861	881	877	879	881	883
Ruw eiwit	152	166	181	225	257	149	180	211	259	280
Ruwe celstof	143	141	140	133	88	92	97	100	98	87
Suiker	88	103	100	89	111	45	49	46	41	33
Zetmeel	80	63	61	61	69	334	281	247	222	241
NDF ⁷	277	243	237	228	155	202	209	210	203	184
ADF ⁸	172	168	166	160	105	107	115	119	115	102
ADL ⁸	11	8	7	7	6	20	20	21	20	19
SW ⁹ /kg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

¹ VW= verzadigingswaarde (Zom et al., 2012); ² VEM = Voeder Eenheid Melk (van Es, 1978); ³ DVE = Darm Verteerbaar Eiwit (Van Duinkerken, 2011, Tamminga et al., 1994); ⁴ OEB = Onbestendig Eiwit Balans (Van Duinkerken, 2011, Tamminga et al., 1994); ⁵ FOSp = In de pens fermenteerbare organische stof (Van Duinkerken, 2011); ⁶ VCOS = verteringscoëfficiënt organische stof (Tilley and Terry, 1963); ⁷ NDF = Neutral Detergent Fiber (van Soest et al., 1991); ⁸ ADF = Acid Detergent Fiber, ADL= Acid Detergent Lignin (van Soest, 1973); ⁹ SW = structuurwaarde (DeBrabander et al., 1996).

3.3.5 Rantsoenoptimalisatie

Voor elke diercategorie, zowel melkgevende koeien als droogstaande melkkoeien en jongvee, is het rantsoen zodanig geoptimaliseerd dat aan de behoefte aan energie, eiwit en nutriënten werd voldaan. Dit rantsoen bestaat uit voor elke diercategorie een specifiek basisrantsoen (tabel 3.1), aangevuld met een standaard krachtvoerders (Scenario 100% standaardvoer, 0% regionaal geteeld voer) of regionale krachtvoerders (Scenario 0% standaardvoer, 100% regionaal geteeld voer).

3.3.6 Rantsoenen voor melkgevende koeien

De voeropnamecapaciteit van melkkoeien is afhankelijk van het lactatienummer en het lactatiestadium (Zom et al., 2012). De leeftijdsopbouw van de veestapel en de proportionele verdeling van de melkkoeien over verschillende lactatienummers is berekend met het Melkveemodel (Mandersloot en Van der Meulen, 1991), waarbij een vervangingspercentage van 30% is aangenomen. Verder is gerekend met een lactatielengte van 365 dagen en een tussenkalftijd van 417 dagen in overeenstemming met de jaarstatistieken van CRV (CRV, 2012). De samenstelling van de melkveerantsoenen werd geoptimaliseerd op basis van het principe van de fasevoeding met drie opeenvolgende fasen van de lactatie (Subnel et al., 1994): dag 0 - 120 is fase 1, dag 121 - 200 is fase 2 en dag 201 - 355 is fase 3. Bij de optimalisatie is voor elke fase gestreefd naar een VEM- en DVE-dekking van 100% en een OEB groter dan 0, onder de randvoorwaarde van een minimale structuurwaarde van 1.15 (DeBrabander et al., 1996). Daarnaast werd voor elke fase van de lactatie ernaar gestreefd om de zetmeel- en koolhydraatgehalten zoals die worden aanbevolen door Subnel et al. (1994) zo veel als mogelijk te benaderen.

De *ad libitum* voeropname is gesimuleerd voor koeien van lactatienummer 1 tot en met 6 met het voeropnamemodel van het Koemodel (Zom et al., 2012a en b). De melkproductie en aanzet en mobilisatie van lichaamsreserves is eveneens gesimuleerd voor koeien van lactatienummer 1 tot en met 6 met de netto energieverdelingsmodule van het Koemodel (Zom et al., 2012a en b). Er is een melkproductieniveau van de gehele veestapel gesimuleerd van 8700 kg FPCM/305 dagen en 10400 kg FPCM/lactatie (365 dgn.) (FPCM = melkproductie gecorrigeerd naar 4% vet en 3.32% eiwit per kg melk). Dit komt overeen met de gemiddelde lactatieproductie van stamboekgeregistreerde melkkoeien van 9.893 kg 4,33% vet en 3,52% eiwit (=10392 kg FPCM). De ingrediëntensamenstelling en voederwaardesamenstellingen van de opgenomen rantsoenen in elke fase van de lactatie zijn vermeld respectievelijk in tabel 3.6 en tabel 3.7.

3.3.7 Rantsoenen droogstaande koeien

De voeropname van de droogstaande koeien van lactatienummer 1 tot en met 6 is gesimuleerd met het voeropnamemodel van het Koemodel (Zom et al., 2012a). De rantsoenen van de droogstaande koeien zijn geoptimaliseerd naar een VEM- en DVE-dekking van 100%. Het ruwvoer beschikbaar voor de Far-off fase van de droogstand resulteerde bij *ad libitum* voeding in een VEM en DVE dekking boven de 100%. De energiedichtheid werd verlaagd door het opnemen van stro in het rantsoen. Tijdens de Close-up fase werden geen restricties aan de VEM- en DVE-dekking gehanteerd. De ingrediëntensamenstelling en voederwaardesamenstellingen van de droogstandsrantsoenen zijn vermeld in respectievelijk tabel 3.6 en tabel 3.7.

3.3.8 Rantsoenen voor jongvee

De voeropname en groei zijn gesimuleerd met het jongveemodel (Mandersloot, 1989). Op basis van dit model wordt via een iteratief proces de ruwvoer- en krachtvoer-opname berekend zodat aan de energie en eiwit normen (Van Vliet, 1997) wordt voldaan voor het realiseren van een afkalfgewicht van 555 kg (exclusief kalf en maternale weefsels) op een leeftijd van 24 maanden. De ingrediëntensamenstelling en voederwaardesamenstellingen van de jongveerantsoenen zijn vermeld in respectievelijk tabel 3.6 en tabel 3.7.

3.3.9 Berekend voerverbruik

Het voerverbruik van melkvee en jongvee is berekend voor de scenario's met 100% standaard krachtvoer en 100% regionaal geproduceerd voer. Bij *ad libitum* voeding resulteert het rantsoen op basis van regionaal geproduceerd in een iets hogere opname (+2%) dan het rantsoen gebaseerd op standaardvoer. De oorzaak hiervan is een iets lagere verzadigingswaarde van het krachtvoer op basis van regionaal voer. De verzadigingswaarde geeft aan in welke mate een voedermiddel beslag legt op de opnamecapaciteit van de koe. Een lagere verzadigingswaarde van het krachtvoer resulteert in een geringere verdringing van ruwvoer door krachtvoer. Het gevolg hiervan is dat de VEM-opname bij 100% regionaal geproduceerd voer ook iets hoger is. De hogere VEM-opname resulteert in tegelijkertijd in een hogere melkproductie en geringere mobilisatie en hogere aanzet van lichaamsreserves gedurende het verloop van de lactatie. Op basis van het basisrantsoen, aangevuld met standaard krachtvoer, bedroeg de voorspelde melkproductie voor de gewogen gemiddelde koe in de veestapel 10341 kg FPCM per lactatie (365 dagen) of 8641 kg FPCM/305 dagen, tegenover een productie van 10466 kg FPCM per lactatie (365 dagen) of 8746 kg FPCM/305 dagen op basis van een rantsoen van regionaal geproduceerd voer.

3.3.10 Scenario's

De beide uiterste scenario's (100% standaardvoer/0% regionaal geteeld voer en 0% standaardvoer/100% regionaal geteeld voer) zijn ingebouwd in een MS-Excel spreadsheet.

Met de invoer van het aantal melkkoeien, leeftijdsopbouw (percentage vaarzen en tweede-kalfskoeien) en het aantal stuks jongvee wordt de netto voeropname (exclusief vervoederings-, transport- en bewaarverliezen) per voedermiddel per scenario berekend. Op basis van het totale verbruik per krachtvoeder en het aandeel van de grondstoffen in de samenstelling (tabel 3.4) is het verbruik per grondstof berekend, zie tabel 3.8.

Tabel 3.6

Ingrediëntensamenstelling van de rantsoenen op basis van 100% standaardvoer en 100% regionaal geteeld voer.

100% standaardvoer							
	Melkgevende koeien ¹			Droogstand ²		Jongvee	
	Fase1	Fase2	Fase3	Far-off	Close_Up	< 1 Jaar	> 1jaar
Snijmaiskuil	349	415	510	0	357	0	43
Graskuil mei	44	80	107	0	98	0	0
Graskuil juni	33	60	80	0	74	0	0
Graskuil juli-aug	33	60	80	741	74	774	699
Weidegras voorjaar	36	48	56	0	60	0	0
Weidegras zomer	23	34	34	0	36	121	218
Weidegras najaar	17	20	23	0	24	0	0
Aardappelpersvezel	20	20	16	0	16	0	0
Bierbostel 22%DS	12	9	10	0	10	0	0
Bietenperspulp	15	12	12	0	12	0	0
Stro	0	0	0	254	0	0	0
Standaard krachtvoer							
940 VEM 90 DVE	120	12	0	0	61	0	0
940 VEM 105 DVE	87	9	0	0	140	105	39
940 VEM 120 DVE	58	6	0	0	0	0	0
940 VEM 150 DVE	145	206	0	0	0	0	0
940 VEM 180 DVE	0	0	60	0	37	0	0
Mineralen pre-mix	9	8	13	5	3	0	0
100% regionaal geteeld voer							
	Melkgevende koeien ¹			Droogstand ²		Jongvee	
	Fase1	Fase2	Fase3	Far-off	Close_Up	< 1 Jaar	> 1jaar
Snijmaiskuil	335	394	509	0	348	0	43
Graskuil mei	57	74	106	0	98	0	0
Graskuil juni	43	56	80	0	74	0	0
Graskuil juli-aug	43	56	80	741	74	774	699
Weidegras voorjaar	29	45	56	0	55	0	0
Weidegras zomer	17	28	34	0	35	121	218
Weidegras najaar	12	20	22	0	25	0	0
Aardappelpersvezel	9	16	16	0	12	0	0
Bierbostel 22%DS	7	10	9	0	9	0	0
Bietenperspulp	7	13	12	0	11	0	0
Stro	0	0	0	254	0	0	0
Regionaal krachtvoer							
940 VEM 90 DVE	0	139	0	0	0	0	0
940 VEM 105 DVE	55	0	0	0	131	105	39
940 VEM 120 DVE	376	0	0	0	113	0	0
940 VEM 150 DVE	0	141	0	0	0	0	0
940 VEM 180 DVE	0	0	61	0	0	0	0
Mineralen pre-mix	11	9	13	5	16	0	0

¹ Fase 1, 2 en 3 zijn respectievelijk dag 0-120, dag 121 - 200 en 201-355 van de lactatie; ² Far-off is vanaf droogzetten tot veertien dagen voor afkalven, Close-up is van veertien dagen voor afkalven tot afkalven.

Tabel 3.7

Voederwaarde en nutriëntensamenstelling van de rantsoenen op basis van 100% standaard voer en 100% regionaal geteeld voer.

100% Standaardvoer							
	Melkgevende koeien ¹⁰			Droogstand ¹¹		Jongvee	
	Fase1	Fase2	Fase3	Far-off	Close-up	<1 jaar	>1 jaar
VW ¹ /kg DS	0.63	0.74	0.83	1.18	0.75	1.00	0.98
VEM ² /kg DS	996	970	930	780	968	892	906
DVE ³	94	89	87	44	82	74	76
OEB ⁴	9	12	0	0	24	0	0
FOSp ⁵	531	526	518	468	536	543	543
Drogestof	609	497	397	592	504	466	423
Ruw eiwit	158	155	150	141	160	182	181
Ruwe celstof	184	195	200	303	199	250	245
Verteerbare OS	729	722	702	612	719	680	689
Suiker	62	52	42	62	61	88	87
Zetmeel	164	174	195	0	153	1	17
NDF ⁷	360	386	403	560	394	487	478
ADF ⁸	144	140	124	371	156	279	265
ADL ⁸	13	14	14	38	16	27	27
SW ⁹ /kg DS	1.17	1.54	1.84	3.31	1.61	2.81	2.66
100% regionaal geteeld voer							
	Melkgevende koeien ¹⁰			Droogstand ¹¹		Jongvee	
	Fase1	Fase2	Fase3	Far-off	Close-up	<1 jaar	>1 jaar
VW ¹ /kg DS	0.62	0.71	0.83	1.18	0.74	1.00	0.98
VEM ² /kg DS	982	971	928	780	951	891	905
DVE ³	93	85	87	44	80	74	76
OEB ⁴	30	12	0	0	37	0	0
FOSp ⁵	559	537	519	468	544	544	543
Drogestof	636	531	398	592	518	466	423
Ruw eiwit	182	164	152	141	174	182	181
Ruwe celstof	164	179	200	303	186	250	245
Verteerbare OS	729	715	701	612	713	680	689
Suiker	41	40	37	62	46	88	87
Zetmeel	248	205	206	0	203	5	18
NDF ⁷	336	373	405	560	378	486	477
ADF ⁸	121	128	123	371	142	278	265
ADL ⁸	18	21	15	38	18	27	27
SW ⁹ /kg DS	1.15	1.44	1.84	3.31	1.56	2.81	2.66

¹ VW = verzadigingswaarde (Zom et al., 2012); ² VEM = Voeder Eenheid Melk (Van Es, 1978); ³ DVE = Darm Verteerbaar Eiwit (Van Duinkerken, 2011, Tamminga et al., 1994); ⁴ OEB = Onbestendig Eiwit Balans (Van Duinkerken, 2011, Tamminga et al., 1994); ⁵ FOSp = In de pens fermenteerbare organische stof (Duinkerken, 2011); ⁶ VCOS = verteringscoëfficiënt organische stof (Tilley and Terry, 1963); ⁷ NDF = Neutral Detergent Fiber (Van Soest et al., 1991); ⁸ ADF = Acid Detergent Fiber, ADL = Acid Detergent Lignin (Van Soest, 1973); ⁹ SW = structuurwaarde (DeBrabander et al., 1996); ¹⁰ Fase 1, 2 en 3 zijn respectievelijk dag 0-120, dag 121 - 200 en 201-355 van de lactatie; ¹¹ Far-off is vanaf droogzetten tot veertien dagen voor afkalven, Close-up is van veertien dagen voor afkalven tot afkalven.

Tabel 3.8

Voorspelde totale drogestof-opname per melkkoe en stuks jongvee per dier bij de scenario's 100% Standaard Krachtvoer en 100% regionaal geteeld krachtvoer, exclusief vervoederings-, transport- en bewaarverliezen.

	100 % Standaard krachtvoer				100 % Regionaal krachtvoer			
	Melkvee		Jongvee		Melkvee		Jongvee	
	/lactatie ¹	/jaar ²	< 1 jaar	> 1 jaar	/lactatie ¹	/jaar ²	< 1 jaar	> 1 jaar
Totale DS opname (kg)	8498	7101	1436	3020	8712	7280	1436	3020
940 VEM 90 DVE (kg DS)	462	386	0	0	566	473	0	0
940 VEM 105 DVE (kg DS)	276	231	151	118	184	153	151	118
940 VEM 120 DVE (kg DS)	164	137	0	0	1079	901	0	0
940 VEM 150 DVE (kg DS)	1147	958	0	0	576	481	0	0
940 VEM 180 DVE (kg DS)	114	95	0	0	67	56	0	0

¹ Totale drogestof opname per melkkoe gedurende een volledige lactatiecyclus van 420 dagen inclusief droogstand

² Totale drogestof opname per melkkoe omgerekend naar 365 dagen.

3.4 Scenarioberekeningen landgebruik en inkomen

Aan de hand van vee-aantallen en gewasarealen voor zowel menselijke consumptie als veevoer uit de GIAB- en BRP-database hebben we gekeken in hoeverre een clustering van voerstroom in de Peel met voercentra kan leiden tot verduurzaming van de regionale landbouwsector. Daarnaast is speciaal voor de melkveesector een Excel-tool ontwikkeld waarmee benodigde gewasarealen voor veevoer berekend kunnen worden, afhankelijk van de keuze voor een verhouding tussen regionaal geteeld veevoer en geïmporteerd veevoer op basis van nutriëntenbehoefte in het rantsoen voor de melkveehouderij. Als er meer veevoer regionaal wordt geteeld dan nu, dan verdringt deze teelt die van akkerbouw- of tuinbouwgewassen die financieel minder opbrengen. Hiermee verandert het landgebruik. Aan de hand van de financiële opbrengsten van alle verbouwde gewassen berekenden we het inkomen van alle akkerbouwers in de regio. Met het simulatiemodel STONE berekenden we het effect op de nutriëntenconcentraties (stikstof en fosfor) in het grond- en oppervlaktewater. Deze indicatoren vergeleken we met de huidige situatie om in te schatten in hoeverre de verandering in bouwplan als gevolg van een veranderingen van landgebruik in de Peel voor het regionaal verbouwen van meer voedergewassen bijdragen aan verduurzaming.

Als meer veevoer regionaal geteeld wordt dan nu, dan gaan we ervan uit dat deze teelt die van andere gewassen verdringt die financieel minder opbrengen. Hiermee verandert het landgebruik en de financiële situatie van de akkerbouwers in de regio.

Met de Excel-tool die in paragraaf 3.3.10 is beschreven hebben we diverse verhoudingen van standaard (nu gebruikelijk) en regionaal geteeld veevoer doorgerekend voor de Peel:

- 100% standaardvoer/0% regionaal geteeld voer
- 80% standaardvoer/20% regionaal geteeld voer
- 60% standaardvoer/40% regionaal geteeld voer
- 50% standaardvoer/50% regionaal geteeld voer
- 40% standaardvoer/60% regionaal geteeld voer
- 20% standaardvoer/80% regionaal geteeld voer
- 0% standaardvoer/100% regionaal geteeld voer

De Excel-tool levert de arealen grasland, snijmaïs, gerst, tarwe, haver, rogge, triticale, erwten, bruine bonen, sojabonen, luzerne en lupine op die voor veevoer benodigd zijn. Al deze gewassen worden nu al geteeld in de Peel. Daarnaast worden er tal van andere akker- en tuinbouwgewassen geteeld voor menselijk gebruik en consumptie. De BRP-database geeft voor elk jaar voor alle percelen in Nederland het gewas dat erop verbouwd wordt. We verkregen een lijst met gewassen en de bijbehorende perceeloppervlaktes voor de Peel, door aan de hand van de BRP-data van 2011 alle percelen binnen het onderzoeksgebied te selecteren. Vervolgens gingen we voor elke verhouding van standaard en regionaal geteeld veevoer na of de huidige arealen grasland, snijmaïs, gerst, tarwe, haver, rogge, triticale, erwten, bruine bonen, sojabonen, luzerne en lupine in de Peel toereikend zijn voor veevoer. Hierbij hielden we rekening met conserverings-, oogst- en vervoederingsverliezen, door 10% extra benodigd areaal per gewas te rekenen. Als dit voor één of meerdere gewassen niet het geval is, komt er areaal van deze veevoergewassen in de plaats moeten komen van areaal voor andere gewassen die financieel minder opbrengen. Om na te gaan welke gewassen (deels) vervangen zullen worden, zijn aan de hand van agrarische bedrijfsvoeringshandboeken (Dekkers, 2001) de 'gross margins' of saldo's in €/ha van alle gewassen op een rijtje gezet. Door alle gewassen die in de Peel geteeld worden op volgorde van grootte van de gross margin te zetten, konden we nagaan welke gewassen als eerste plaats zouden maken voor de veevoedergewassen.

3.5 Scenarioberekeningen uitspoeling van nutriënten

3.5.1 Landgebruiksvormen in STONE 2.4

In het modelinstrumentarium STONE 2.4 worden vier typen van landgebruiksvormen onderscheiden, grasland, (snij)maïs, akkerbouw en natuur. Akkerbouw wordt verder onderverdeeld in 22 verschillende soorten van akkerbouwgewassen, waarvan zes menggroepen (tabel 3.9). Uit tabel 3.9 blijkt duidelijk dat in die scenario's met een hoog aandeel regionaal geteeld voer veel akkerbouwgewassen zullen verdwijnen. Een verklaring voor de sterke daling van het areaal maïs is dat er nu meer maïs wordt verbouwd dan nodig is, en dat dit laag renderende gewas als eerste wordt vervangen. Het vrijgekomen areaal zal gebruikt worden voor het telen van lupinen, rogge, luzerne en haver (allen onderdeel van groep zomergerst), bruine bonen en sojabonen (beiden onderdeel van groep stamslaboon) en zomergerst (zie tabel 3.9). Dit verklaart de sterke stijging die tabel 3.9 laat zien voor de groepen zomergerst en stamslaboon.

Tabel 3.9

Landgebruiksvormen in het modelinstrumentarium STONE voor de verschillende scenario's. Arealen in hectaren.

Landgebruik	Huidige situatie	Scenario S100R0	Scenario S80R20	Scenario S50R50	Scenario S20R80	Scenario S0R100
Grasland	61 796	61796	61 769	56 772	55 582	55 531
Maïs	41 795	41 795	30 661	30 474	30 288	30 163
Wintertarwe	2 614	2 614	2 614	0	0	0
Suikerbieten	5 507	5 507	5 507	5 507	0	0
Consumptieaardappelen	9 872	9 872	9 872	9 872	0	0
Pootaardappelen	155	155	155	155	0	0
Zetmeelaardappelen	8	8	8	0	0	0
Zomergerst	1 702	1 702	3 042	7 606	12 169	15 211
Korrelmaïs	7 986	7 986	7 722	0	0	0
Zomertarwe	551	551	551	0	0	0
Zaaiuien	170	170	170	170	0	0
Peen	224	224	224	224	179	0
Stamslaboon	0	0	0	0	0	0
Kool	96	96	96	96	77	0
Prei	2 640	2 640	2 640	2 640	2 115	0
Tulp	0	0	0	0	0	0
Lelie	0	0	0	0	0	0
Graszaad	568	568	568	568	568	568
Groep zomergerst ¹	3 835	3 835	10 345	18 104	28 883	36 104
Groep wintertarwe ²	6 273	6 273	6 273	5 907	5 907	239
Groep suikerbieten ³	364	364	364	364	0	0
Groep stamslaboon ⁴	1 503	1 503	5 210	9 336	14 887	18 559
Groep prei ⁵	7 139	7 139	7 139	7 139	5 719	0
Groep tulp ⁶	1 435	1 435	1 435	1435	0	0

¹ **Groep zomergerst:** uien, poot en plant (incl. sjalotten), haver, luzerne, hennep, rogge (geen snijrogge), maïs (corncob mix), suikermaïs, energiemais, koolzaad winter (ook boterzaad), koolzaad zomer (ook boterzaad), niet bittere lupinen, niet-vlinderbloemige groenbemesters, vlinderbloemige groenbemesters.

² **Groep wintertarwe:** fruit, boomkwekerij en vaste planten, triticale.

³ **Groep suikerbieten:** voederbieten, cichorei.

⁴ **Groep stamslaboon:** erwten, groene, droog te oogsten (geen conserven), erwten (groen te oogsten), kapucijners, bruine bonen, tuinbonen, veldbonen, sojabonen, stokbonen.

⁵ **Groep prei:** asperges, aardbeien, sla, rabarber, broccoli, bloemkool, komkommerachtigen, knolvenkel / venkel, spruitkool, Chinese kool, andijvie, selderij, bleek/groen, spitskool, groene- / savoieekool, peulen.

⁶ **Groep tulp:** bol- en knolgewassen.

Voor ieder scenario ontstaat op deze manier een fractie (areaalverhouding) van akkerbouwgewassen in STONE 2.4 (tabel 3.10). In deze studie zijn, omwille van de tijd, alleen de scenario's S100R0, S80R20, S50R50 en S0R100 doorgerekend.

Tabel 3.10

Areaalfracties voor de akkerbouwgewassen in STONE 2.4 voor de verschillende scenario's.

Landgebruik	Scenario S100R0	Scenario S80R20	Scenario S50R50	Scenario S0R100
Wintertarwe	0.0497	0.0409	0	0
Suikerbieten	0.1046	0.0861	0.0797	0
Consumptieaardappelen	0.1875	0.1544	0.1428	0
Pootaardappelen	0.0029	0.0024	0.0022	0
Zetmeelaardappelen	0.0002	0.0001	0	0
Zomergerst	0.0323	0.0476	0.1100	0.2152
Korrelmaïs	0.1517	0.1208	0	0
Zomertarwe	0.0105	0.0086	0	0
Zaaiuien	0.0032	0.0027	0.0025	0
Peen	0.0043	0.0035	0.0032	0
Stamslaboon	0	0	0	0
Kool	0.0018	0.0015	0.0014	0
Prei	0.0502	0.0413	0.0382	0
Tulp	0.0009	0.0007	0.0007	0
Lelie	0.0142	0.0117	0.0108	0
Graszaad	0.0108	0.0089	0.0082	0.0080
Groep zomergerst	0.0729	0.1618	0.2619	0.5108
Groep wintertarwe	0.1192	0.0981	0.0855	0.0034
Groep suikerbieten	0.0069	0.0057	0.0053	0
Groep stamslaboon	0.0286	0.0814	0.1351	0.2626
Groep prei	0.1356	0.1117	0.1033	0
Groep tulp	0.0121	0.0100	0.0092	0

3.5.2 Selectie van STONE

Elke rekeneenheid (ook wel plot genoemd) van het modelinstrumentarium STONE bestaat uit een combinatie van landgebruik, bodemtype, hydrologische toestand, bemestingshoeveelheid, samenstelling van de meststoffen, etc. Voor de rekeneenheden met akkerbouw is bovendien een mengvorm met de 22 verschillende akkerbouwgewassen opgelegd. Bij deze specifieke mengvorm van akkerbouwgewassen hoort een specifieke mestgift. Als de mengverhouding van de akkerbouwgewassen aangepast wordt, zou ook de bemestingshoeveelheid en samenstelling van de meststoffen aangepast moeten worden. Deze aanpassing is vrij complex, aangezien per rekeneenheid waarvan de samenstelling van de akkerbouwgewassen wordt aangepast de bemestingsgegevens opnieuw moet worden bepaald door het opnieuw doorrekenen van het bemestingsmodel MAMBO (Kruseman et al., 2012). Een andere mogelijkheid is om de bemestingshoeveelheid te bepalen aan de hand van het werkzame deel van de stikstof- en fosforfractie van de mestgift (deze modelparameter in STONE wordt respectievelijk Nwdose en Pwdose genoemd). Per akkerbouwgewas(groep) is een waarde voor Nwdose en Pwdose gegeven. Op basis van de nieuwe verhouding van akkerbouwgewassen, die volgt uit de arealen akkerbouwgewassen van de verschillende scenario's, kan een gemiddelde Nwdose en Pwdose worden bepaald. Door deze nieuwe Nwdose en Pwdose te vergelijken met de oorspronkelijke waarde kan worden bepaald in welke mate en richting (toename of afname) de bemesting moet worden aangepast. Deze methode is echter vrij bewerkelijk. Daarom is in het kader van dit project er voor gekozen om vijftien verschillende plots te selecteren op basis van landgebruik, bodemtype en hydrologie. Deze vijftien plots vertegenwoordigen meer dan de helft (53,4 %) van het totale studiegebied (tabel 3.11).

Tabel 3.11

Keuze en kenmerken van STONE plots voor de Peel.

Landgebruik	Bodem (BFE)	Gt	Oppervlakte (ha)	Percentage oppervlakte	Cumulatieve percentage oppervlakte	Gekozen STONE-plot
Maïs	9	VI	14 394	8,5%	8,5%	5398
Grasland	9	VI	12 856	7,6%	16,1%	6063
Grasland	12	VI	8 706	5,1%	21,2%	5578
Akkerbouw	9	VI	7 538	4,4%	25,6%	5303
Maïs	9	VII	6 794	4,0%	29,6%	5141
Akkerbouw	12	VII	5 238	3,1%	32,7%	5265
Grasland	12	VII	4 906	2,9%	35,6%	5643
Grasland	9	VII	4 594	2,7%	38,3%	5332
Grasland	12	IV	4 400	2,6%	40,9%	5642
Akkerbouw	12	VII*	4 094	2,4%	43,3%	6300
Maïs	12	VII	3 738	2,2%	45,5%	5396
Akkerbouw	9	VII	3 738	2,2%	47,7%	6055
Grasland	9	IV	3 463	2,0%	49,7%	5334
Maïs	12	VII*	3 256	1,9%	51,6%	4911
Maïs	12	VI	3 006	1,8%	53,4%	5054

Tabel 3.12

Verandering in landgebruik voor de verschillende scenario's.

Landgebruik	S100R0	S80R20	S50R50	S0R100
Grasland	39,6%	39,5%	36,3%	35,5%
Maïs	26,8%	19,6%	19,5%	19,3%
Akkerbouw	33,7%	33,7%	33,7%	33,7%
Grasland naar akkerbouw	-	0,1%	3,2%	4,0%
Maïs naar akkerbouw	-	7,1%	7,3%	7,5%

3.5.3 Nutriëntenuitspoeling

Voor de rekeneenheden met landgebruik maïs en grasland is voor ieder scenario het landgebruik omgezet naar akkerbouw met bijbehorende areaalfracties van de verschillende akkerbouwgewassen (zie tabel 3.4). Voor de rekeneenheden met landgebruik akkerbouw zijn de verschillende areaalfracties van de scenario's toegepast.

3.6 Toetsing aan landbouwpraktijk

Om een vollediger beeld te krijgen van de ontwikkelingsmogelijkheden, en om te toetsen in hoeverre de hiervoor beschreven suggesties voor veranderingen in het landgebruik realistisch kunnen zijn, hebben we contact gezocht met boeren in de Peel en de resultaten van de analyses met hen besproken. Drie boeren uit de regio, twee vertegenwoordigers van proefbedrijven en vijf onderzoekers van Wageningen UR reflecteerden gedurende een middag samen op wat deze studie heeft opgeleverd, en inventariseerden vooral ook welke ideeën voor toekomstige ontwikkeling van de regio er zijn en welke vragen mogelijk vanuit het onderzoek kunnen worden beantwoord. Bij deze bijeenkomst is eerst een toelichting gegeven op het project 'duurzaam landgebruik en prestatie-indicatoren; een case studie voor De Peel'. We zijn daarbij ingegaan op enkele kengetallen, zoals dieraantallen, aantal agrarische bedrijven, mestproductie en milieubelasting van het oppervlaktewater met N en P en op de door ons tot dan toe onderzochte inrichtingsvarianten. Vervolgens hebben we twee vragen centraal gesteld in de discussie, namelijk

1. Wat zijn denkbare toekomstige ontwikkelingen voor deze regio, en
2. Kunnen wij iets voor u betekenen?

4 Resultaten

4.1 Uitwerking in de regio: landgebruik en inkomen

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de berekening voor de situatie waarin 80% van het veevoer standaardvoer is en 20% regionaal geteeld voer. In de tabel zijn de gewassen gesorteerd op volgorde van grootte van de gross margin. Kijkend van onderaf zien we dat lupinen in deze situatie (veel) meer areaal vragen (3679 ha) dan er nu aan lupinen aanwezig is (0,1 ha). Dit geldt ook voor sojabonen, rogge, luzerne, haver, bruine bonen en gerst. We hebben aangenomen dat voor deze gewassen de oppervlakte toeneemt in vergelijking met de huidige situatie, tot het gewenste areaal. Deze stijging in areaal vindt plaats ten koste van de arealen van gewassen of vormen van landgebruik die weinig opbrengen: groenbemesters, natuurlijk grasland, braakliggende grond en een deel van de korrelmaïs. De benodigde arealen voor snijmaïs, triticale, erwten, tarwe en grasland worden wel nu al gehaald. Van deze gewassen heeft snijmaïs een relatief lage gross margin (lager dan korrelmaïs). We hebben aangenomen dat in zo'n geval de oppervlakte afneemt in vergelijking met de huidige situatie, tot het gewenste areaal. Triticale, erwten, tarwe en grasland hebben een relatief hoge gross margin (hoger dan korrelmaïs). Omdat deze gewassen dus relatief veel opbrengen, hebben we aangenomen dat voor deze gewassen het huidige areaal, dat hoger is dan het gewenste areaal, blijft bestaan.

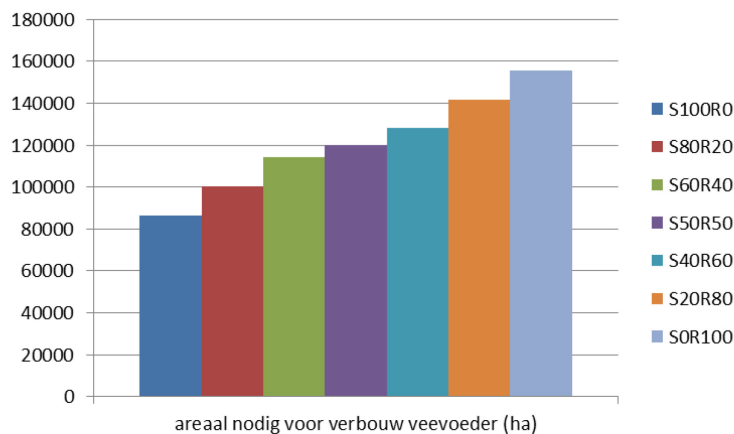
Als steeds meer veevoer regionaal wordt verbouwd, dan is hier steeds meer land voor nodig. Deze toename is weergegeven in figuur 4.1a. Momenteel wordt aan alle oppervlakte-eisen voldaan die ontstaan bij een verhouding 100% standaardvoer/0% regionaal geteeld voer. In de situatie waarin 80% van het veevoer standaardvoer zal zijn en 20% regionaal geteeld voer, worden zoals gezegd alle niet-veevoedergewassen met een gross margin die lager is dan die van korrelmaïs vervangen door veevoedergewassen. Bij een verhouding 60% standaardvoer/40% regionaal geteeld voer ligt die grens bij wintertarwe en bij een verhouding 50% standaardvoer/50% regionaal geteeld voer bij blijvend en tijdelijk grasland. In de situatie waarin 40% van het veevoer standaardvoer is en 60% regionaal geteeld voer worden alle niet-veevoedergewassen met een gross margin die lager is dan die van suikerbieten vervangen door veevoedergewassen. Bij een verhouding 20% standaardvoer/80% regionaal geteeld voer ligt die grens bij groenten van open grond. Als alleen nog gebruik gemaakt wordt van regionaal geteeld veevoer, dan is er alleen nog wat ruimte voor fruitteelt naast de verbouw van veevoedergewassen.

Door per gewas de gross margin met het oppervlak in de nieuwe situatie te vermenigvuldigen, is het inkomen per gewas en ook het totale inkomen berekend. Dit is als het ware het inkomen van alle akkerbouwers in de hele regio. Als steeds meer veevoer regionaal wordt verbouwd, dan neemt dit inkomen tot de situatie waarin 40% van het veevoer standaardvoer is en 60% regionaal geteeld voer licht af. Bij de verhoudingen 20% standaardvoer/80% regionaal geteeld voer en 0% standaardvoer/100% regionaal geteeld voer is het inkomen van alle akkerbouwers in de regio samen echter flink lager dan in de huidige situatie. Figuur 4.1b geeft aan hoe het inkomen verandert met de verandering in herkomst van veevoeder.

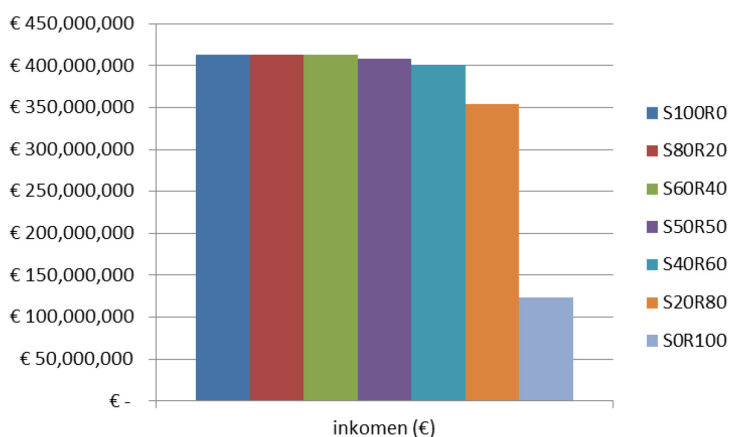
Tabel 4.1

Berekening van de verandering in landgebruik in de Peel voor de situatie waarin 80% van het veevoer standaardvoer is en 20% regionaal geteeld voer. Groen vinkje in de kolom 'nu al gehaald?': het gewenste oppervlak van een gewas is in de huidige situatie al gerealiseerd; rood kruis: het gewenste oppervlak is nog niet gehaald in de huidige situatie; uitroepstekens: het gewenste oppervlak wijkt slechts 10% of minder af van de huidige situatie.

Gewas	huidige situatie		80% standaardvoer/20% regionaal geteeld voer		
	gross margin (€/ha)	opp aan percelen (ha)	opp gewenst (ha)	nu al gehaald? gevolg: opp (ha)	inkomen (€)
Fruit	30000	1192			35761526
Boomkwekerij en vaste planten	27693	4714			130556653
Groenten open grond	9639	10143			97771077
Aardappelen, cons. op kleigrond (vroeg, loofver voor 15-07)	9368	10			92528
Aardappelen, cons. op zand/veen (vroeg, loofver voor 15-07)	9368	476			4461860
Bloembollen en - knollen	7000	1435			10046556
Aardappelen, poot op klei, uitgroei teelt (loofver na 15-08)	4285	13			55681
Aardappelrassen, poot- op kleigrond	4285	12			52276
Aardappelen, consumptie- op kleigrond	3490	306			1068572
Uien, zaai	2632	170			446390
Uien, poot en plant (incl. sjalotten)	2176	51			112050
Aardappelen, consumptie-	2004	3			6016
Aardappelen, consumptie- op zand-/veengrond	2004	9077			18190071
Bieten, suiker-	1817	5507			10004458
Bieten, voeder-	1801	51			92683
Aardappelen, poot op zand/veen, uitgroei (loofver na 15-08)	1756	110			193939
Aardappelrassen, poot- op zand-/veengrond	1756	20			34988
Cichorei	1228	313			384866
Aardappelen als bestrijdingsmateriaal AM: vanggewas	1173	0			13
Grasland, blijvend en tijdelijk	1161	61769	55736	!	71731869
Aardappelen, zetmeel-	922	8			7536
Gerst, zomer- en winter-	920	1702	3042	✗	2799065
Tarwe, zomer-	913	551	0	✓	503389
Tarwe, winter-	900	2614	0	✓	2351175
Erwten, groene, droog te oogsten (geen conserven)	867	56	19	✓	48877
Erwten (groen te oogsten)	807	851			687154
Kapucijners	807	2			1526
Triticale	716	367	0	✓	262822
Bonen, bruine	710	4	2938	✗	2085822
Haver	708	88	488	✗	345347
Luzerne	670	41	1253	✗	839733
Tuinbonen (droog te oogsten)	602	15			9189
Hennep	592	1			736
Rogge (geen snijrogge)	580	114	1800	✗	1044000
Maïs, corncob mix	545	2808			1529591
Maïs, suiker-	545	42			23016
Maïs, energie	545	162			88439
Veldbonen	531	88			46525
Tuinbonen (groen te oogsten)	531	442			234773
Koolzaad, winter (ook boterzaad)	526	52			27447
Koolzaad, zomer (ook boterzaad)	526	9			4843
Maïs, korrel-	494	7986			3814830
Maïs, snij-	494	41795	30661	✓	15146589
Braak (groen, tenminste 6 maanden)	293	29			0
Braak (zwart, minder dan 6 maanden)	293	2			0
Braak met bos (SBL regeling, na 28-01-1995)	293	1			0
Braak met bos (SBL-regeling na 28 juni 1995)	293	6			0
Braak met niet in lijst voorkomend non food/non feed-gewas	293	4			0
Braak, groene-	293	1			0
Braak, groene- 5 meter	293	0			0
Braak, natuur-	293	89			0
Braak, natuur -eenjarig	293	2			0
Braak, natuur -meerjarig	293	1			0
Braak, zwarte- met ontheffing	293	4			0
Sojabonen	253	0	773	✗	195344
Grasland natuurlijk	90	25			0
Lupinen, niet bittere-	6	0	3679	✗	22073
Groenbemesters, niet-vlinderbloemige	-79	433			0
Groenbemesters, niet-vlinderbloemige- (geen groene braak)	-79	2			0
Groenbemestings-gewassen	-91	0			0
Groenbemesters, vlinderbloemige	-109	30			0
Groenbemesters, vlinderbloemige- (geen groene braak)	-109	2			0
Subtotaal		155807	100389	✓	155802 € 413,183,912
Overige		12874			
Totaal		168680			



a



b

Figuur 4.1 Verandering in voor veevoer benodigd areaal (a) en inkomen (b) door de verandering in de herkomst van veevoeder; S = % standaardvoer, R = % regionaal geteeld voer.

4.2 Uitwerking in de regio: uitspoeling van nutriënten

Voor iedere combinatie is de uitspoeling van stikstof en fosfor naar grond- en oppervlaktewater berekend (tabellen 4.2 t/m 4.4). De periode die met het STONE-instrumentarium is doorgerekend is 2001 - 2009. De periode van presentatie is het gemiddelde van de periode 2005 - 2009.

Tabel 4.2

Stikstofuitspoeling naar het oppervlaktewater voor de verschillende scenario's, per landgebruiksvorm en gebiedsgemiddeld (in kg.ha⁻¹ N-totaal). S = % standaardvoer, R = % regionaal geteeld voer.

	S100R0	S80R20	S50R50	S0R100
Grasland	29,8	29,8	29,8	29,8
Maïs	17,5	17,5	17,5	17,5
Akkerbouw	21,0	20,7	20,6	18,5
Grasland naar akkerbouw	-	62,5	65,0	70,1
Maïs naar akkerbouw	-	31,0	31,1	28,5
Gebiedsgemiddeld	23,6	24,4	25,5	25,1

Tabel 4.3

Fosforuitspoeling naar het oppervlaktewater voor de verschillende scenario's, per landgebruiksvorm en gebiedsgemiddeld (in $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ P-totaal). S = % standaardvoer, R = % regionaal geteeld voer.

	S100R0	S80R20	S50R50	S0R100
Grasland	0,29	0,29	0,29	0,29
Maïs	0,44	0,44	0,44	0,44
Akkerbouw	0,26	0,26	0,26	0,25
Grasland naar akkerbouw		0,34	0,33	0,32
Maïs naar akkerbouw		0,42	0,42	0,41
Gebiedsgemiddeld	0,318	0,316	0,317	0,315

Tabel 4.4

Nitraatuitspoeling naar het grondwater voor de verschillende scenario's, per landgebruiksvorm en gebiedsgemiddeld (in $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ NO_3). S = % standaardvoer, R = % regionaal geteeld voer.

	S100R0	S80R20	S50R50	S0R100
Grasland	157	157	157	157
Maïs	91	91	91	91
Akkerbouw	163	160	159	144
Grasland naar akkerbouw	-	216	223	237
Maïs naar akkerbouw	-	146	146	133
Gebiedsgemiddeld	142	145	146	142

Bij het omzetten van de conventionele akkerbouwgewassen naar voedergewassen neemt zowel de stikstof- als de fosforuitspoeling naar het oppervlaktewater evenals de nitraatuitspoeling naar het grondwater af. Voor stikstof neemt de uitspoeling echter toe bij het omzetten van grasland- en maïsgronden naar akkerbouwgronden. De bodem onder grasland bevat veel organisch materiaal. Dit organisch materiaal komt vrij bij het omzetten van grasland naar akkerbouw. Bij mineralisatie van organisch materiaal komen stikstof en fosfor vrij. Dit verklaart de hogere nutriëntenuitspoeling bij het omzetten van grasland naar akkerbouw. Vooral in de periode tot ca. vijf jaar na omzetting van grasland naar akkerbouw is dit effect duidelijk merkbaar. Als de rekenperiode wordt verlengd (>10 jaar), wordt dit effect echter steeds kleiner. Ook bij het omzetten van maïs naar akkerbouw neemt de stikstofuitspoeling toe. Maïsgronden liggen op relatief droge gronden. Het omzetten van deze gronden naar akkerbouwgronden levert in dat geval een hogere uitspoeling op.

Ten opzichte van het scenario met 100% standaardvoer neemt gebiedsgemiddeld de stikstofuitspoeling toe met 4% bij scenario S80R20, en met 8% bij scenario S50R50. Bij scenario S0R100 (100% regionaal geteeld voedergewassen) neemt de stikstofuitspoeling toe met 7% ten opzichte van het scenario met 100% standaardvoer (tabel 4.2).

Omzetting van grasland naar akkerbouw levert voor fosfor een hogere uitspoeling op, terwijl omzetting van maïs naar akkerbouw resulteert in een lagere fosforuitspoeling (tabel 4.3). Zoals eerder aangegeven levert de mineralisatie van het organisch materiaal na het omzetten van grasland naar akkerbouw een hogere uitspoeling op. In het geval van het omzetten van maïsgronden op relatief droge gronden naar akkerbouw zorgen de droge gronden voor een extra buffer voor het vastleggen van fosfaat in de bodem.

Gebiedsgemiddeld neemt de fosforuitspoeling in alle scenario's af, maar is zo klein (<1%) dat er verbetering van de waterkwaliteit niet merkbaar is.

Het effect van landgebruiksverandering op de nitraatuitspoeling is vergelijkbaar met het effect op de stikstofuitspoeling naar het oppervlaktewater, met dit verschil dat de orde van grootte van de toename kleiner is.

Tabel 4.5 en 4.6 geven respectievelijk de stikstof- en fosforbalans van het bodemsysteem voor de periode 2006 t/m 2009 weer. Ook hieruit blijkt duidelijk de toename van de stikstofuitspoeling na het omzetten van een maïsgrond naar akkerbouw voor scenario S80R20. Uit deze balansen is af te leiden

waaraan deze toename van de uitspoeling is toe te schrijven. Ten opzichte van de maïsgronden is de bemesting op akkerbouwgronden hoger (188 versus 195 kg.ha⁻¹ N), terwijl de gewasopname lager is (194 versus 178 kg.ha⁻¹ N). Tevens zijn de terugvoer van nutriënten in de vorm van gewasresten voor akkerbouw hoger dan voor maïs. Gezamenlijk resulteert dit in een hoger stikstofoverschot voor akkerbouw dan voor maïs (61 versus 105 kg.ha⁻¹ N). Daar komt nog bij dat de netto nalevering van de bodems die zijn omgezet van maïs naar akkerbouw hoger is dan van de oorspronkelijke maïsgronden (-75 versus -69 kg.ha⁻¹ N). Ten opzichte van de bestaande akkerbouwgronden is dit verschil nog groter: -75 versus -58 kg.ha⁻¹ N. Dit verschil wordt veroorzaakt door verschil in hydrologische omstandigheden tussen de bestaande akkerbouwgronden en de gronden die zijn omgezet van maïs naar akkerbouw en de specifieke bodemopbouw (o.a. organische stofopbouw per bodemlaag).

Ook voor fosfor worden hogere fosforoverschotten gevonden voor de akkerbouwgronden ten opzichte van de maïsgronden (tabel 4.6). Anders dan bij stikstof leidt een hoger overschot niet tot een hogere uitspoeling omdat in deze situatie de extra fosfor meteen aan de bodem wordt gebonden. Voor graslanden die omgezet worden in akkerbouw worden soortgelijke effecten gevonden.

Tabel 4.5

Stikstofbalans in kg.ha⁻¹ voor het bodemsysteem van landgebruik maïs, akkerbouw en maïsgronden die in akkerbouw zijn omgezet (scenario S80R20) voor de periode 2006 – 2009.

Balanstermen IN	Maïs	Akkerbouw	Van maïs naar akkerbouw	Balanstermen UIT	Maïs	Akkerbouw	Van maïs naar akkerbouw
Atmosferische depositie	35	34	35	Gewasopname	194	178	178
Bemesting	188	195	195	Denitrificatie	103	123	133
Gewasresten	32	54	54	Uitspoeling	23	34	44
Kwel	<1	<1	<1	Wegzijging	4	5	4
Totaal IN	255	283	284	Totaal UIT	324	341	359
Bodemvoorraadverandering*					-69	-58	-75
N-overschot					61	104	105

* Negatieve bodemvoorraadverandering betekent het vrijkomen van stikstof door afbraak van organische stof.

Tabel 4.6

Fosforbalans in kg.ha⁻¹ voor het bodemsysteem van landgebruik maïs, akkerbouw en maïsgronden die in akkerbouw zijn omgezet (scenario S80R20) voor de periode 2006 – 2009.

Balanstermen IN	Maïs	Akkerbouw	Van maïs naar akkerbouw	Balanstermen UIT	Maïs	Akkerbouw	Van maïs naar akkerbouw
Bemesting	38,1	35,4	35,4	Gewasopname	39,5	33,3	33,3
Gewasresten	6,2	10,7	10,7	Uitspoeling	0,7	0,5	0,6
Kwel	0,1	0,0	0,1	Wegzijging	0,4	0,5	0,4
Totaal IN	44,3	46,0	46,2	Totaal UIT	40,6	34,3	34,4
Bodemvoorraadverandering*					3,7	11,7	11,8
P-overschot					4,7	12,7	12,7

* Positieve bodemvoorraadverandering betekent het vastleggen van fosfor in de bodem.

5 Toetsing aan landbouwpraktijk

De toetsing aan de landbouwpraktijk leerde ons dat a) de inschattingen uit de eerste pilotstudie door Cormont et al. (2012) bij autonome ontwikkeling vergelijkbaar zijn met de verwachtingen van de aanwezige agrariërs, b) verregaande clustering in de melkveehouderij geen waarschijnlijk scenario is, c) binnen de regio samenwerking tussen akkerbouwers en melkveehouders zeer wel denkbaar is en dat verbouwen van gewassen die kunnen dienen als krachtvoer vooral te verwachten is in een aantal akkerbouwgebieden, d) dat de agrariërs verwachten dat vooral bodemkwaliteit van invloed is op de haalbaarheid van introductie van nieuwe gewassen en ten slotte e) dat de aanwezige agrariërs meer verwachten van technologische innovaties op het gebied van voedervoorziening en stalconcepten dan van clustering en/of voercentra. Mede op basis van deze ontmoeting formuleerden we vervolgvragen die in een volgend jaar van dit onderzoek aan bod komen.

6 Discussie

Dit project is onderdeel van onderzoek dat als algemene doelstelling heeft om data en kennis(systemen) te ontsluiten en te integreren, en zo om te komen tot een afwegingskader voor efficiënter gebruik van natuurlijke hulpbronnen, zoals bodem en water, in relatie tot landgebruik en duurzame bedrijfsvoering en economie. Het onderzoek richt zich op intensieve landbouw, om op basis van indicatoren, die regio-specifiek ingevuld kunnen worden, alternatieven te kunnen beoordelen op duurzaamheidsprestaties. De afgeleide doelstelling is om voor een concreet voorbeeld en voor een concreet gebied na te gaan welke data nodig zijn, welke systemen nuttig ingezet kunnen worden en welke indicatoren voor bijvoorbeeld duurzaamheidsprestaties (vooral milieu en economie) ertoe doen om afwegingen te kunnen maken voor verschillende landgebruiksvarianten.

In de voorgaande hoofdstukken zijn we ingegaan op de nadere invulling voor onderzoeksgebied De Peel en voor een inrichtingsvariant waarbij clustering van voerstromen resulteert in veranderingen in het landgebruik. We bouwen daarbij voort op de studie naar duurzaam landgebruik en prestatie-indicatoren voor De Peel, zoals beschreven door Cormont et al. (2012). Opnieuw maken we gebruik van data uit de GIAB- en BRP-database en gegevens over stikstofhoeveelheden in mest. Voor het berekenen van de nutriëntenconcentraties (stikstof en fosfor) in het grond- en oppervlaktewater is gebruik gemaakt van het modelinstrumentarium STONE. We kiezen als indicatoren voor duurzaamheid vooral voor economische en milieu-indicatoren.

Voor de verandering in landgebruik (te verbouwen gewassen) is speciaal voor de melkveesector een Excel-tool ontwikkeld waarmee benodigde gewasarealen voor veevoer berekend kunnen worden, afhankelijk van de keuze voor een verhouding tussen regionaal geteeld veevoer en geïmporteerd veevoer op basis van nutriëntenbehoefte in het rantsoen voor de melkveehouderij. Hierbij wordt lineaire programmering toegepast. Aan de hand van de financiële opbrengsten van alle verbouwde gewassen berekenen we het inkomen van alle akkerbouwers in de regio.

De gebruikte rekenmethoden hebben inzicht gegeven in:

- a. welke gewassen in welke hoeveelheden verbouwd kunnen worden in De Peel in relatie tot de voederbehoefte voor de melkveehouderij;
- b. de effecten daarvan op het regionale bedrijfsinkomen en
- c. de effecten daarvan op N- en P-belasting van het oppervlaktewater.

Nadat de verschillende berekeningen zijn uitgevoerd hebben we een gesprek georganiseerd met enkele agrariërs om het realiteitsgehalte van de veronderstellingen en resultaten te toetsen.

Verkenningen van deze aard zijn bedoeld om effecten van mogelijke toekomstige ontwikkelingen te schetsen. We weten van tevoren dat deze ontwikkelingen nooit helemaal werkelijkheid zullen worden. Het is immers niet waarschijnlijk dat het hele gebied overgaat tot het invoeren van clustering van voerstromen zoals hier beschreven. Het gesprek met landbouwers in de streek heeft wel het inzicht opgeleverd dat binnen de regio samenwerking tussen akkerbouwers en melkveehouders zeer wel denkbaar is en dat verbouwen van gewassen die kunnen dienen als krachtvoer vooral te verwachten is in een aantal akkerbouwgebieden.

De berekeningsmethodiek voor het bepalen van de te telen voedergewassen maakt gebruik van nauwkeurige inzichten in de voederbehoefte van de melkveestapel. Vervolgens is op basis van de huidige gross margins van de gewassen die in De Peel worden verbouwd bepaald welke gewassen worden vervangen door (nieuwe) voedergewassen. Daarbij is geen rekening gehouden met mogelijke toekomstige veranderingen in de melkveestapel en zijn de gross margins constant verondersteld.

Vervolgens is het nationale instrumentarium STONE ingezet voor de kwantificering van milieu-effecten. Het is de vraag in hoeverre een dergelijk instrumentarium voor regionale toepassingen mag

worden ingezet. Er is gerekend voor vijftien verschillende plots die ongeveer de helft van het totale studiegebied representeren. Binnen STONE wordt gerekend met gewasgroepen en niet voor individuele gewassen. Er is een periode van negen jaar doorgerekend.

Voor het maken van onderlinge vergelijkingen tussen de landgebruiksvarianten denken wij dat de aannames en keuzes die zijn gemaakt geen grote gevolgen hebben. Over de werkelijke hoogte van de indicatoren, zoals bedrijfsinkomen en N- en P-belasting van het oppervlaktewater zijn we onzeker. Dat de toetsing aan de landbouwpraktijk het inzicht opleverde dat de inschattingen uit de eerste pilot-studie bij autonome ontwikkeling vergelijkbaar zijn met de verwachtingen van de aanwezige agrariërs geeft ons vertrouwen in de aannemelijkheid van de resultaten op basis van de gekozen methoden.

Op basis van het onderzoek concluderen we dat het goed denkbaar is dat zeker een deel van de voedergewassen binnen de regio De Peel kan worden verbouwd zonder dat dit effect heeft op het regionale inkomen. Pas als meer dan de helft van het veevoer regionaal wordt geteeld ontstaan negatieve effecten op het inkomen, gegeven de huidige gross margins. Het lijkt dus mogelijk om de import van veevoer sterk te kunnen reduceren.

Verbouw van voedergewassen binnen de regio zou volgens de berekeningen leiden tot beperkte toename van N-uitspoeling naar het oppervlaktewater. Dit wordt vooral veroorzaakt door verandering in gewasopname en door verandering in bodemvoorraden. Het is de vraag of het rekenen met individuele gewassen in plaats van gewasgroepen én het doorrekenen van een langere reeks jaren tot andere resultaten leidt. Vanuit de landbouwpraktijk wordt aangegeven dat teelt van voedergewassen alleen plaats vindt in regio's met daarvoor de juiste bodemgesteldheid. In het vervolgonderzoek zijn we van plan om daaraan meer aandacht te besteden.

7 Conclusies en aanbevelingen

Voor de toekomst van de Peel zijn verschillende scenario's mogelijk, zoals autonome schaalvergroting, vergaande clustering tot Metropolitan Food Clusters of clustering van voerstromen via regionale voercentra. In deze studie zijn scenario's rond de clustering van voerstromen, en daarmee samenhangend veranderingen in landgebruik, verder verkend. Het aandeel regionaal geteeld voer voor melkvee, vooral krachtvoervervangers geteeld door akkerbouwers, is gevarieerd. In de Peel wordt relatief veel maïs geteeld, ca. 42.000 ha mais en daarnaast is 62.000 ha grasland. Door de hogere gewasopbrengst van mais bestaat het basisrantsoen voor melkvee uit 55% mais en de rest uit graskuil en vers gras. Het aandeel regionaal geteeld krachtvoer is gevarieerd tussen 0 en 100%. Data rond landgebruik in de Peel en saldi van gewassen zijn gebruikt om gevolgen van veranderingen in landgebruik in te schatten. Met het modelinstrument LP (Lineaire Programmering) voedingsmodel zijn rantsoenen voor melkvee geoptimaliseerd en met model STONE is de uitspoeling van nutriënten van verschillende landgebruiksvormen geschat.

De gevolgen van een steeds groter aandeel geteelde krachtvoervervangers in de regio zijn als volgt:

- Grondstoffen van buiten de EU worden steeds meer vervangen door regionale grondstoffen zoals gerst, haver, rogge, tarwe, triticale, grasmeel, luzernemeel, lupinen, erwten, sojabonen en veldbonen
- Door meer voer regionaal te telen verdwijnen er akkerbouwgewassen. Gewassen met het laagste saldo (margin) worden vervangen door vooral lupinen, zomergerst, bruine bonen, rogge, luzerne, sojabonen en haver. Tot 40% regionaal geteeld voer daalt het gezamenlijk inkomen van de akkerbouwers nauwelijks. Bij meer dan 80% regionaal geteeld (kracht)voer daalt het inkomen flink.
- Verbouwen van regionaal voer heeft een klein negatief effect op de N-uitspoeling naar het oppervlaktewater volgens het model STONE. Dit is gebaseerd op berekeningen voor negen jaar, voor een aantal rekeneenheden die ongeveer de helft van het gebied representeren. Het negatieve effect wordt veroorzaakt door verandering van N-opname door het gewas en veranderingen in de bodemvoorraad.
- De veranderingen in landgebruik hebben geen effect op de uitspoeling van P.

Het scenario van meer samenwerking tussen akkerbouwers en melkveehouders spreekt de praktijk aan. De stap naar regionale samenwerking via voercentra of nog verdergaande clustering tot Metropolitan Food Clusters roept echter enerzijds weerstand op, omdat je als ondernemer minder vrijheid hebt, maar roept anderzijds kansen op omdat je het landgebruik op gebiedsniveau kunt optimaliseren in plaats van op bedrijfsniveau. Het biedt kansen het juiste gewas met de juiste meststof op de juiste plek in de regio te telen.

Op basis van de resultaten van deze studie doen wij de volgende aanbevelingen voor de ontwikkeling van duurzaam landgebruik in de Peel:

- Werk de mate van grondgebondenheid uit op basis van ruwvoer, krachtvoer en mestaanwending. Geef de verdeling aan van verschillende typen bedrijven in de Peel en voor het gebied als geheel.
- Geef de gevolgen aan voor het inkomen en het milieu als de teelt van gewassen op gebiedsniveau geoptimaliseerd zou worden, door rekening te houden met grondsoort en waterhuishouding.
- Werk met ondernemers en regionale beleidsmakers een moderne regionale samenwerking uit.

Literatuur

- Baltussen, W.H.M., P.J.A.M. Smeets en G.M.L. Tacken, 2010. *Duurzame ontwikkeling van de veehouderij in Limburg*. Den Haag/Wageningen, LEI-rapport 2010-074, Alterra-rapport 2094.
- Bannink, A., M.W. van Schijndel en J. Dijkstra, 2011. A model of enteric fermentation in dairy cows to estimate methane emission for the Dutch National Inventory Report using the IPCC Tier 3 approach. *Animal Feed Science and Technology* 166-67: 603-618.
- Boekel, E.M.P.M. van, L.P.A. van Gerven, T. van Hattum, V.G.M. Linderhof, H.T.L. Massop, H.M. Mulder, N.B.P. Polman, L.V. Renaud en D.J.J. Walvoort, 2011. *Ex-ante evaluatie landbouw en KRW. Bijdrage van het voorgenomen beleid en aanvullende (landbouwkundige) maatregelen op de realisatie van de KRW-nutriëntendoelstelling*. Wageningen, Alterra-rapport 2121.
- CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek), 2011. *Dierlijke mest en mineralen 2009*. Den Haag/Heerlen, CBS.
- CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek), 2012. *Dierlijke mest en mineralen 2010*. Den Haag/Heerlen, CBS.
- CRV, 2012. *Jaarstatistieken 2011*. Arnhem, CRV BV.
- Cormont, A., C.A. van Diepen, M.J.D. Hack-ten Broeke, P.C. Jansen, S.J.C. Janssen, J. Roelsma, C.W.J. Roest, P.J.A.M. Smeets en M. Uiterwijk, 2012. *Duurzaam landgebruik en prestatie-indicatoren; Een case studie voor de Peel*. Wageningen, Alterra-rapport 2335.
- DeBrabander, D.L., J.L. DeBoever, A. Desmet, J.M. Vanacker en Ch.V. Bouqué, 1996. *Structuurwaardering in de melkveevoeding*. Gent, Rijksstation voor veevoeding, Melle-Gontrode Centrum Landbouwkundig Onderzoek.
- Dekkers, W. A., 2001. *Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt 2002*. Wageningen, PPO-rapport 201.
- Duinkerken, G. van, 2011. *Nitrogen efficiency of dairy cattle: from protein evaluation to ammonia emission*. Wageningen Universiteit, PhD-thesis.
- Es, A.J.H. van, 1978. Feed evaluation for ruminants. 1. Systems in use from May 1977 onwards in Netherlands. *Livestock Production Science* 5(4): 331-345.
- Galama, P., 2011. *Perspectief regionaal voercentrum, boek 14*. Wageningen UR Livestock Research.
- Galama, P.J. en A.C.G. Beldman, 2010. *Duurzaamheid regionaal grondgebonden grootschalige melkveehouderij. 3P Businessplan Koe-Landerij in samenhang met Voer-Landerij ZO Drenthe*. Lelystad, Wageningen UR Livestock Research Rapport 424.
- Gies, T.J.A., L.J.J. Jeurissen, H. Naeff en I. Staritsky, 2008. *Regionale aanpak geurhinder reconstructiegebied Gelderse Vallei/Utrecht-Oost*. Wageningen, Alterra-rapport 1677.
- Hoogerwerf, M.R., J.D. Bulens, J. Stoker en W. Hamminga, 2003. *Verificatie kwaliteit BRP gegevensbank*. Wageningen, Alterra-rapport 786.
- Kroon, T., P.A. Finke, I. Peereboom en A.H.W. Beusen, 2001. *Redesign STONE. De nieuwe schematisatie voor STONE; de ruimtelijke indeling en toekenning van de hydrologische en bodemchemische parameters*. Lelystad, RIZA Rapport 2001.017.
- Kruseman, G., H.H. Luesink, P.W. Blokland, M.W. Hoogeveen en T.J. de Koeijer, 2012. *MAMBO 2.x. Design principles, model structure and data use*. Wageningen. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur en Milieu, werkdocument 307.
- Mandersloot, F., 1989. *Simulatie groei en voeropname jongvee*. Lelystad, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij.
- Mandersloot, F. en M.A. van der Meulen, 1991. *Het melkveemodel. Uitgangspunten en werkwijze bij het nabootsen van de samenstelling van een veestapel*. Lelystad, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Publicatie 71.
- Schils, R.L.M., M.H.A. de Haan, J.G.A. Hemmer, A. van den Pol-van Dasselaar, J.A. de Boer, A.G. Evers, G. Holshof, J.C. van Middelkoop en R.L.G. Zom, 2007. DairyWise, a whole-farm dairy model. *Journal of Dairy Science* 90(11): 5334-5346.
- Smeets, P.J.A.M., 2009. *Expeditie Agroparken. Ontwerpend onderzoek naar metropolitane landbouw en duurzame ontwikkeling*. Wageningen Universiteit, PhD-thesis.

-
- Soest, P.J. van, 1973. Collaborative study of acid-detergent fiber and lignin. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 56(4): 781-784.
- Soest, P.J. van, J.B. Robertson en B.A. Lewis, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nostarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74(10): 3583-3597.
- Subnel, A.P.J., 1997. *Handboek voor de rundveevoeding: richtlijnen voor de samenstelling van complete rantsoenen en mengvoeders voor jongvee, melkvee en vleesvee*. Rotterdam, Provimi.
- Tamminga, S., W.M. van Straalen, A.P.J. Subnel, R.G.M. Meijer, A. Steg, C.J.G. Wever en M.C. Blok, 1994. The Dutch Protein Evaluation System - the DVE/OEB-System. *Livestock Production Science* 40(2): 139-155.
- Tilley, J.M. en R.E. Terry, 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* 18: 104-111.
- Vliet, J. van, 1997. *Energie- en eiwitnormen voor de voederbehoefte van vrouwelijk jongvee bestemd voor de melkveehouderij*. Ede, IKC Landbouw, Centraal Veevoederbureau Documentatierapport 19.
- Wageningen UR, 2011. *Agro-Landerij: een moderne, regionale samenwerking*. Wageningen UR.
- Zom, R.L.G., G. André en A.M. van Vuuren, 2012a. Development of a model for the prediction of feed intake by dairy cows: 1. Prediction of feed intake. *Livestock Science* 143(1): 43-57.
- Zom, R.L.G., G. André en A.M. van Vuuren, 2012b. Development of a model for the prediction of feed intake by dairy cows: 2. Evaluation of prediction accuracy. *Livestock Science* 143(1): 58-69.

Lijst van afkortingen

APES: Agricultural Production and Externalities Simulator

BRP: Basisregistratie Percelen

CBS: Centraal Bureau voor de Statistiek

FSSIM: Farm System Simulator

GIAB: Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven

MFC: Metropolitan Food Cluster

NGE: Nederlandse grootte-eenheid; een maat waarmee de economische omvang van agrarische activiteiten wordt weergegeven

PPP: People-Planet-Profit

SEAMLESS: System for Environmental and Agricultural Modelling; Linking European Science and Society

STONE: Samen Te Ontwikkelen Nutriënten Emissiemodel

WAV gebied: gebied dat valt onder de Wet Ammoniak en Veehouderij

Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2456
ISSN 1566-7197



Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

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



Alterra Wageningen UR
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 317 48 07 00
www.wageningenUR.nl/alterra

Alterra-rapport 2456
ISSN 1566-7197

Alterra Wageningen UR is hét kennisinstituut voor de groene leefomgeving en bundelt een grote hoeveelheid expertise op het gebied van de groene ruimte en het duurzaam maatschappelijk gebruik ervan: kennis van water, natuur, bos, milieu, bodem, landschap, klimaat, landgebruik, recreatie etc.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

