



Milieuargumentatie
vervanging Zuid-
Amerikaanse soja door
Europese eiwitgewassen



CE Delft

Committed to the Environment

Milieuargumentatie vervanging Zuid- Amerikaanse soja door Europese eiwitgewassen

Milieukundige aspecten en randvoorwaarden

Dit rapport is geschreven door:

M.N. (Maartje) Sevenster, B.T.J.M. (Bart) Krutwagen, H.J. (Harry) Croezen,
I.Y.R. (Ingrid) Odegard
Delft, CE Delft, november 2012

Publicatienummer: 12.2820.78

Opdrachtgever: Milieudefensie.

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Ingrid Odegard.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Dit onderzoek werd uitgevoerd met financiële ondersteuning van het ministerie van Buitenlandse Zaken (SBOS).



This publication was made with the financial assistance of the European Commission. The contents of this publication are the sole responsibility of the maker and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Commission.



Inhoud

	Samenvatting	5
1	Achtergrond	12
1.1	Basisgegevens soja	13
1.2	Afbakening	13
1.3	Samenhang in de stellingen	15
2	Nutriëntenkringloop	16
2.1	Waarom en wat?	16
2.2	Hoe?	19
2.3	Invloed van afstand en energiegebruik	21
2.4	Bestuurlijke aspecten en regelgeving	22
2.5	Fysieke aspecten	25
3	Aantasting natuur	27
3.1	Opbrengst centraal	27
3.2	Mogelijke gewassen	32
3.3	Kwantitatieve vergelijking	36
3.4	Water	38
3.5	Intrinsieke waarde	39
4	Broeikasgassen	40
4.1	LULUC-emissies	40
4.2	N ₂ O-emissies dierlijke mest	41
5	Transport	42
6	Eindbeschouwing en conclusies	45
6.1	Beschouwing van de stellingen	45
6.2	Conclusies	46
6.3	Open vragen	47
	Literatuurlijst	49
Bijlage A	Samenhang factoren en stellingen	55
Bijlage B	Toelichting bepaling omslagpunten transport nutriënten	56



Bijlage C	Kwantitatieve informatie	59
C.1	Nutriëntenbalansen voor Nederland (2009)	59
C.2	Balansen per land	61
C.3	Bijdragen sojaproducten voor voeders aan nutriëntenbalansen in de Nederlandse landbouw	62
Bijlage D	Achtergronddata	63
D.1	Sojatransport Argentinië	63
D.2	Transportafstanden andere landen	64
D.3	Braakliggend land in Europa en omliggende landen	65



Samenvatting

Inleiding

Deze rapportage is geschreven in opdracht van Milieudefensie. Onderzocht is wat de mogelijkheden voor vervanging van Zuid-Amerikaanse soja kan betekenen voor de sluiting van kringlopen van nutriënten.

Er wordt geconstateerd dat er bij de veevoer- en veeteeltsector weliswaar een duidelijk bewustzijn ontwikkelt rond de ontbossingsproblematiek van Zuid-Amerikaanse soja, maar dat dit nog niet het geval is voor wat betreft de problematiek rond het sluiten van kringlopen. Milieudefensie is daarom voorstander van regionale productie van veevoer. Regionalisering van landbouw en sluiting van nutriëntenkringlopen maken prominent deel uit van de discussie over duurzame voedselproductie.

De grootschaligheid van het huidige systeem wordt impliciet of expliciet als een probleem gezien. Oplossingsrichtingen zijn echter niet direct duidelijk. Omdat naast voordelen ook mogelijke beperkingen worden genoemd bij regionalisering als oplossing (zie onder andere TK, 2011) is er behoefte aan meer duidelijkheid op dit punt. In dit rapport gaan we daarom verder in op de argumenten die aan de discussie ten grondslag liggen. We richten ons daarbij uitsluitend op de veeteelt¹ en onderzoeken welke onduidelijkheden er bestaan in de discussie over regionale veevoerproductie. Het sluiten van de nutriëntenkringloop is wellicht het centrale argument in de discussie over regionale veevoerproductie.

De huidige import van soja door de EU-27 is 12 Mton bonen plus 21 Mton schroot. De totale import in Nederland is 3,3 Mton sojabonen, 5,4 Mton sojaschroot en 76 kton sojaolie (Profundo, 2012).

Het doel van deze rapportage is een kwalitatieve beschouwing van argumenten die - milieukundig en bestuurlijk gezien - worden aangedragen voor regionaal geteelde eiwithoudende gewassen, afgezet ten opzichte van Zuid-Amerikaanse sojabonen.

De focus in dit rapport is gelegd op vier stellingen die deze problematiek inkaderen:

1. Sojavervanging maakt sluiten van mineralenkringlopen bereikbaar.
2. Sojavervanging leidt tot minder natuurschade (o.a. ontbossing).
3. Sojavervanging leidt tot minder milieuschade vanwege transport.
4. Sojavervanging leidt tot minder broeikasgasemissie (o.a. LUC²).

¹ De discussie over verse en oorspronkelijk seizoensgebonden producten, die vaak in deze context opkomt, is wezenlijk anders. Vaak genoemd voorbeeld is appels uit Nieuw-Zeeland die een lagere 'footprint' hebben dan hun langdurig in koelhuizen opgeslagen soortgenoten van Nederlandse bodem, voor consumptie buiten het seizoen.

² Land Use Change (LUC-)emissies zijn broeikasgasemissies als gevolg van verandering van landgebruik (landtransformatie).



Stelling 1: Sojavervanging maakt sluiten van mineralenkringlopen bereikbaar

Bemesting is altijd nodig in de akkerbouw, omdat nutriënten nu eenmaal weglekken uit de bodem, vervluchtigen naar lucht en in het gewas worden opgenomen en dus met de oogst uit het systeem verdwijnen. Echter, de voorraden fosfor (P) zijn eindig en zullen op relatief korte termijn uitgeput raken. De piek in de fosforwinning zal naar schatting rond 2035 optreden. Daarnaast is kunstmestproductie, onder meer van fosfaten, zeer energie-intensief.

Over kringloopsluiting voor fosfor is dan ook eigenlijk geen discussie. Over de andere bestanddelen van mest wel. Voor stikstof geldt dat noodzaak en nut van bemesting afhankelijk is van het gewas en bovendien zijn er alternatieven in de vorm van groenbemesting en rotatie met legumineuze gewassen. Voor soja lijkt het terugbrengen van stikstof weinig voordelen te hebben. Voor kalium (K) zijn de voorraden op dit moment nog groot, maar onttrekking van minerale grondstoffen past niet in een lange termijnbeeld van duurzame landbouw. Ook sluiting van de K-kringloop is dus ook wenselijk. Voor een aantal andere mineralen, zoals selenium, geldt dat de piekproductie al in de jaren negentig is opgetreden of, zoals zink, in de komende decennia te verwachten is.

Het volledig sluiten van de kringloop met alleen dierlijke mest is niet mogelijk. Al tijdens de gewasteelt treden verliezen van nutriënten op via uitloging en vervluchtiging. De verliezen in de akkerbouw zijn te beperken door goed landmanagement, met alles wat daarbij komt kijken. De toepassing van dierlijke mest kan daarin een rol spelen, met voor- en nadelen. Verliezen in verwerking en consumptie zijn lastig aan te pakken vanwege regelgeving omtrent hygiëne. Toch wordt ook hiernaar gekeken, zoals fosfaatwinning uit rioolslib.

Bij de term kringloopsluiting kunnen we denken aan direct gesloten kringlopen waarin mineralen precies terug gaan naar waar ze vandaan komen. De term kan ook grootschaliger als semi-open systemen worden geïnterpreteerd, welke vanuit oogpunt van praktische implementatie veel aantrekkelijker is.

Het terugvoeren van onbewerkte dierlijke mest in een semi-open systeem is echter niet milieukundig efficiënt omdat slechts één van het drietal NPK precies kan worden afgestemd. Voor kringloopsluiting in het huidige systeem van gewasteelt is mestraffinage daarom vrijwel vereist, ook vanuit het oogpunt van transport.

Hoe ziet dit eruit in een regionaal voer-veeteeltsysteem, als gesloten systeem? Er zijn situaties denkbaar waarin een veebedrijf een beperkt aantal gewassen vervoedert die in de buurt worden geteeld, in een systeem, met bijvoorbeeld rotatie, waarvan de gemiddelde nutriëntbehoefte overeenkomt met de samenstelling van de volle mest. Vanuit het oogpunt van energiegebruik (transport, productie meststoffen) is dit milieukundig aantrekkelijk, maar inefficiënte bemesting ligt op de loer met ofwel een suboptimale nutriëntbeschikbaarheid voor het gewas (lagere opbrengst) ofwel hogere uitspoeling en vervluchtiging.

Door enige mestbewerking in dikke fractie (voornamelijk P en organische stof) en concentraat (voornamelijk N en K) zou de behoefte preciezer kunnen worden afgestemd. Hierbij gaat geen deel van de mest - behalve water met minimale residuen - verloren.



Een gesloten systeem met onbewerkte mest vereist een sterke mate van management op microniveau waardoor toepassing, vanuit bestuurlijk opzicht, alleen op regionale schaal voor de hand ligt.

Op het eerste gezicht lijkt het logisch dat sluiting van de kringloop haalbaarder wordt als voer en vee dicht bij elkaar geteeld worden. Binnen een straal van enkele honderden kilometers is kringloopsluiting milieukundig in ieder geval aantrekkelijker dan op grotere schaal, vanwege de transportbijdrage. Een 'regio' zou dus een dergelijke afmeting moeten hebben, of zo vormgegeven dat (voer en mest) transport hoofdzakelijk per rivier kan plaatsvinden. In praktijk zien we dan ook dat 10 à 20% van de Nederlandse mest wordt geëxporteerd. Bij de vraag of het milieukundig voordeliger is om de mest in een regio af te zetten of intercontinentaal te transporteren, spelen niet alleen de afstand en modaliteit een rol, maar ook de mate van bewerking van de mest. De bewerking kost energie, maar transport vergt vervolgens minder energie omdat het totale gewicht aanzienlijk kan verminderen.

Regelgeving die zich richt op optimale toepassing van (alle) dierlijke mest, in combinatie met private initiatieven tot regionalisering, zouden deels ook fysieke kringloopsluiting tot gevolg hebben. Voor expliciete sturing op fysieke kringloopsluiting lijken private initiatieven de enige mogelijkheid.

De beleidsontwikkelingen lijken voorzichtig positief voor binnenlandse afzet en toepassing van mest. Een grotere regio is echter realistischer. Op dit moment gebeurt dit al, naar België en Frankrijk, maar er lijken richting Duitsland knelpunten te zijn. De onduidelijke status van mest, in tegenstelling tot bijvoorbeeld afvalstromen voor recycling, is hierbij een issue.

Een aantal fysieke aspecten van mestproductie en -toepassing speelt een rol in de discussie over kringloopsluiting. Ten eerste komt, zoals genoemd, slechts een deel van de nutriënten vrij in dierlijke mest. Ten tweede heeft met name de stikstof in dierlijke mest een lage werkingscoëfficiënt want een groot deel is in organische verbinding.

Geconcludeerd kan worden dat voor alle ingrediënten van mest, behalve stikstof, het sluiten van de kringloop nuttig is. Voor volledige sluiting van kringlopen moeten er meer stappen worden gezet dan vervanging van soja. Regelgeving is niet per se bevorderlijk voor sluiten van de kringloop met dierlijke mest, o.a. door onduidelijke status van mest. De werking van nutriënten is minder gunstig in dierlijke mest vergeleken met kunstmest. Sluiten van kringlopen met dierlijke mest vereist nauwkeurige afstemming van toepassing en teelt in verband met vaste verhoudingen N, P en K. Bewerking van mest verhelpt dit probleem maar is energetisch minder efficiënt. Anderzijds is transport van niet tot licht bewerkte mest over afstanden langer dan enkele honderden kilometers niet milieukundig aantrekkelijk. In alle gevallen moeten er praktische uitdagingen overwonnen worden op het vlak van nutriëntmanagement om operationalisatie van sluiting van kringlopen mogelijk te kunnen maken. Algemene conclusie voor deze stelling is daarom dat onder voorwaarden sojavererving het sluiten van mineralenkringlopen bereikbaar maakt.



Stelling 2: Sojavervanging leidt tot minder natuurschade (landtransformatie)

Soja wordt algemeen geassocieerd met landtransformatie in Zuid-Amerika, hoewel de mechanismen complex zijn. Simpelweg vervangen van 'kapsoja' door alternatieven is een noodzakelijke maar geen voldoende voorwaarde voor de vermindering van landtransformatie.

Centrale factor in de aantasting van natuur via landtransformatie is de functionele opbrengst, dat wil zeggen in termen van voederwaarde per hectare per jaar gecorrigeerd voor co-producten. Naarmate de opbrengst hoger is, is er bij gelijke vraag minder land nodig. Als soja wordt vervangen door een eiwitgewas in Europa speelt de opbrengst van dat gewas een grote rol in de vraag wat het risico op (indirecte) landtransformatie is met name als er sprake is van teelt op land dat voordien al in gebruik was. De opbrengst van dit voordien geteelde gewas speelt ook een rol in risico op indirecte landtransformatie.

Twee veilige opties betreffen het gebruik van braakliggend dan wel uitgeput land dat nu niet gebruikt wordt (ook niet als onderdeel van een duidelijke rotatiecyclus) én een lage natuurwaarde heeft of verhoging van opbrengst van bestaande productie.

Daarnaast zijn er drie mogelijk veilige opties. Het gaat om nieuwe ontginning in de Europese regio, met het oog op productie van een gewas met hogere functionele opbrengst dan soja. De opbrengst van het vervangende gewas moet wel aanmerkelijk hoger zijn dan voor soja. Een ruime verdubbeling van de opbrengst zou dit compenseren. Diezelfde uitkomst geldt voor de volgende optie, waarin een gewas dat nu geteeld wordt door nieuwe teelt wordt verdrongen naar een andere locatie. In de laatste optie gaat het om het introduceren van een extra oogst op grond die al in gebruik is. Een tweede oogst op reeds productief bouwland zal zonder extra landgebruik tot extra productie leiden, mits dit niet ten koste gaat van goed land- en bodembeheer.

Met een snelle berekening blijkt dat voor de hoogste opbrengsten per hectare binnen Europa lupinen iets beter scoren dan Zuid-Amerikaanse sojabonen (hele boon; 2,9 ton/ha) wat betreft ruw eiwit en VEM per hectare. Hetzelfde geldt voor erwten en veldbonen als varkensvoer (NE/ha) en als kippenvoer (ME/ha). Als er echter kans is op verdringen van een ander gewas is dit niet voldoende en een dubbele functionele opbrengst ten opzichte van Braziliaanse soja lijkt vrijwel onhaalbaar. Het geeft echter wel aan dat er met het verhogen van opbrengsten van bestaande teelt nog heel wat te behalen is.

Een interessante vraag is, of Europese soja een optie kan zijn. Sojateelt in Europa heeft een langere geschiedenis dan men zou denken en het totale areaal is in het laatste decennium ruim verdubbeld. Tevens is een interessante gedachte dat de opbrengsten in Oekraïne en Rusland wellicht meer dan verdubbeld zouden kunnen worden. Beide landen hebben een negatieve nationale nutriëntenbalans voor N, P en K. Een verdubbeling van de productie in deze twee landen, ten opzichte van 2010, zou 2,9 Mton extra soja opleveren, voldoende voor de sojaconsumptie door de Nederlandse veestapel.



Tabel 1 Schatting potentiële productie braakliggend land

	Braakliggend (miljoen ha, Eurostat)	Opbrengst ton/ha, FAOSTAT, gemiddeld 2001-2010	Potentiële extra productie, Mton
Turkije	4 (2006-2008)	3,4	13,6
Roemenië	1 (2006-2011)	2,0	2,0
Spanje	3,7 (2006-2010)	2,6	9,7
			Totaal = 25

Met 25 Mton aan soja uit teelt op braakliggend land, dat wil zeggen zonder risico op indirecte landtransformatie, kan worden voldaan aan bijna twee derde van de totale import door de EU-27 en ruim drie kwart van de import uit Zuid-Amerika. De mogelijkheden binnen Nederland zijn beperkt, ondanks vooruitzichten op goede opbrengsten. Daarbij komt nog dat in Nederland de opbrengsten van andere gewassen, zoals tarwe, relatief hoog zijn en het risico op indirecte landtransformatie dus groot. Toename van productie in Italië en Turkije pakt gunstiger uit, zeker als braakliggend land wordt gebruikt.

De schade van natuurtransformatie binnen Europa is overigens in het algemeen kleiner dan in Zuid-Amerika, mits geen onverwachte verschuivingen in landgebruik optreden.

De grootschalige monocultuur die soja veelal is, in een gebied met van oorsprong grote hoeveelheden biomassa per hectare, kan de regionale hydrologische balans veranderen. Zeker waar het regenwoud betreft is de natuurlijke evapotranspiratie veel hoger dan van een gewas als soja. Er zouden effecten kunnen optreden als verminderde regenval. Er is sprake van irrigatie van soja in verschillende regio's in Brazilië, maar in het algemeen is voor irrigatie voldoende water beschikbaar. Irrigatie hoeft daarmee niet noodzakelijkerwijs problemen te veroorzaken wat betreft de waterhuishouding.

Geconcludeerd kan worden dat er een flink aantal veilige opties is om soja uit Zuid-Amerika te vervangen, mits er sprake is van een hoge functionele opbrengst per hectare, geen verdringing van een bestaand gewas naar regio met slechte productie of naar tropische zones en een goed bodembeheer. Verhoging van bestaande opbrengst en teelt op braakliggende grond vallen per definitie hierbinnen. Opbrengstverhogingen van bestaande productie in diverse landen kunnen een relevante hoeveelheid voedergewassen opleveren zonder risico op indirecte landtransformatie. De teelt van soja in Europa lijkt in een aantal gevallen een veelbelovende optie.

Wanneer sojateelt als nieuw gewas tot verdringing van tarwe leidt, is de casus voor Nederlandse soja niet zo gunstig wat betreft netto landgebruik en landtransformatie. Toename van productie in Italië en Turkije pakt gunstiger uit. De schade van natuurtransformatie binnen Europa is in het algemeen kleiner dan in Zuid-Amerika. De verstoring van de waterkringloop hangt nauw samen met ontbossing en grootschalige monocultuur en geeft zodoende een extra reden om ontbossing te willen tegengaan.

Ook voor deze stelling geldt dat aan deze stelling wordt voldaan mits ook aan een aantal voorwaarden wordt voldaan. Een belangrijke randvoorwaarde is, als hierboven aangegeven, dat teelt plaatsvindt op braakliggende gronden in Europa of direct omliggende gebieden.



Stelling 3: Sojavervanging leidt tot minder broeikasgasemissies

De onderbouwing van deze stelling komt grotendeels overeen met de bespreking bij Stelling 2. Randvoorwaarden voor veilige vervanging van soja uit Zuid-Amerika zijn een hoge functionele opbrengst per hectare, geen verdringing van een bestaand gewas naar regio met lage productiviteit of naar tropische zones en een goed bodembeheer. Dit laatste speelt voor klimaat-effecten nog meer dan voor natuurverlies.

Gemiddeld genomen geeft de teelt van soja een klimaatimpact van ongeveer 0,6 kg CO₂-eq./kg (exclusief landtransformatie, transporten en verwerking). Ruim 55% hiervan is gevolg van directe en indirecte N₂O-emissies van landgebruik (ook als gevolg van stikstofvastlegging door gewas).

De LUC-emissies die hier nog bij komen zijn 0,8 kg CO₂-eq./kg soja voor Argentinië en 3,5 kg CO₂-eq./kg soja voor Brazilië. Hoewel deze cijfers onzeker zijn vanwege de complexiteit van landtransformatie, illustreert dit goed hoe extreem de invloed van landtransformatie kan zijn.

Als de productie van veevoergewassen plaats vindt op braakliggend land of door middel van verhoging van opbrengsten op bestaande landbouwgrond, zullen netto extra BKG-emissies ontstaan vanwege landmanagement (land use, LU). Deze vallen echter in het niet ten opzichte van de LUC-emissies van landtransformatie in tropische zones.

Als sluiting van de voer-mestkringloop één van de eigenschappen van regionale voerproductie is, dan zal er dus een heel ander bemestingsregime op akkerbouwgronden ontstaan. Niet alleen zal in sommige gevallen kunstmest door dierlijke mest worden vervangen, in andere gevallen zal de hoeveelheid (dierlijke) bemesting afnemen omdat nu sprake is van overbemesting (binnen gebruiksnormen). Zoals eerder is opgemerkt werkt dierlijke mest anders dan kunstmest, maar het is niet te zeggen wat de effecten zullen zijn op de totale N₂O-emissie.

De conclusies zijn grotendeels hetzelfde als voor Stelling 2, vanwege de dominantie van broeikasgasemissies door land use change (LUC) in het totale plaatje van broeikasgasemissies van teelt. Randvoorwaarden voor veilige vervanging van soja uit Zuid-Amerika zijn een hoge functionele opbrengst per hectare, geen verdringing van een bestaand gewas naar regio met lage productiviteit of naar tropische zones en een goed bodembeheer. Dit laatste speelt voor klimaat-effecten nog meer dan voor natuurverlies. Een veranderd bemestingsregiem met (meer) dierlijke mest in plaats van kunstmest zal verschillen in N₂O-emissies opleveren. Door de veelheid aan beïnvloedende factoren valt echter niet te zeggen hoe groot en of er een toe- of afname zal plaatsvinden.

Uitgaande van deze randvoorwaarden wordt ook aan deze stelling voldaan. Wel bestaat er nog onduidelijkheid over de rol van N₂O-emissies.



Stelling 4: Sojavervanging leidt tot minder milieuschade vanwege transport

Zoals blijkt uit Tabel 2 lopen energiegebruik en emissiefactoren enorm uiteen. Vervoer per bulk tanker (35.000-60.000 d.w.t.) zoals gebruikt voor soja is een factor 10 efficiënter dan enig ander vervoermiddel.

Tabel 2 Energie- en emissiefactoren voor vervoermiddelen

Modaliteit	MJ/tonkm	kg CO ₂ -eq./tonkm
Bulk carrier typical for soy	± 0.1	0.00571
River barge	0.65	0.05
Train	0.75	0.05
Road	2	0.12
Road (small)	4	0.25
Road (medium)	2.3	0.13
	Op basis van IMO, 2009	

Het is dan ook niet het intercontinentale vervoer dat een grote bijdrage levert aan de footprint van soja. Een snelle berekening geeft een bijdrage van 60 g CO₂-eq./kg en dat is ongeveer 7% (zonder LUC-emissies). Het vervoer in Brazilië naar de haven heeft echter een veel grotere potentiële bijdrage. Vanuit Mato Grosso, een binnenlandse sojaproducerende provincie, is het zo'n 1.400 km naar de haven Santarem (relatief lange afstand voor binnenlands transport) en dit geeft een bijdrage van 20% aan de totale klimaatimpact van soja bij aankomst in Nederland.

Het is niet de afstand, maar de modaliteit van transport die de hoogte van de milieu-impact van het transport van veevoer bepaalt. Vervoer over de weg is daarbij de cruciale factor. De factor transport blijkt hierdoor een belangrijkere rol in klimaatverandering te kunnen hebben dan eerder gedacht (tot naar schatting 20% van totale carbon footprint van soja in Europa). Afstanden van meer dan 1.000 km over de weg binnen Europa moeten worden vermeden om verlaging van impacts van transport van voer te realiseren ten opzichte van voertransport vanuit Zuid-Amerika. In een aantal concrete gevallen is aantoonbaar dat er relevante lagere broeikasgasemissies worden gerealiseerd door transport indien soja uit Zuid-Amerika wordt vervangen door transport van vergelijkbare producten vanuit of van nabij Europa.

Algemene conclusie

Algemene conclusie over de vier stellingen is dat deze, onder duidelijk af te bakenen voorwaarden en voor concrete situaties, over het algemeen op hoofdlijnen zijn te onderbouwen. De conclusies hebben alleen betrekking op milieukundige overwegingen.



1 Achtergrond

Deze rapportage is geschreven in opdracht van Milieudefensie. Europese en met name Nederlandse veeteelt is sterk afhankelijk van geïmporteerde veevoergrondstoffen (zie bijv. Vahl, 2009). Soja, grotendeels uit Zuid-Amerika, heeft daarin een groot aandeel. Door het gebruik van deze soja is daarmee de Europese veeteelt mede verantwoordelijk voor ontbossing en andere aantasting van natuur in die regio. Bovendien leidt dergelijke groot-schalige verplaatsing van grondstoffen tot een onttrekking van nutriënten in de regio van akkerbouw en overbemesting in de regio van de veeteelt.

Er is bij de veevoer- en veeteeltsector een duidelijk bewustzijn van de ontbossingsproblematiek, wat geresulteerd heeft in de afspraak dat in 2015 alle soja in voer voor Nederlands vee zal voldoen aan de RTRS-criteria³, waardoor onduurzaam landgebruik wordt tegengegaan. Er is echter nog geen sterk ontwikkeld bewustzijn wat betreft de problematiek rond het sluiten van kringlopen. Milieudefensie is daarom voorstander van regionale productie van veevoer, dat wil zeggen, veeteeltssystemen waarin het veevoer uit dezelfde 'regio' komt. Regionaal staat hierbij voor een schaalverkleining van productieketens van mondiaal naar continentaal of kleiner. In dergelijke systemen zou sluiting van de nutriëntenkringloop eerder haalbaar kunnen zijn, worden minder transport(ton)kilometers gemaakt en kan aantasting van hoogwaardige natuur worden voorkomen. Regionalisering van landbouw en sluiting van nutriëntenkringlopen maken prominent deel uit van de discussie over duurzame voedselproductie. Hieronder een aantal, willekeurig gekozen, citaten.

Quote uit RIDL&V (2011):

“De ecologische context van de landbouw is verengd tot systemen met verstoorde kringlopen en lage biodiversiteit, waarin weinig zelfregulering plaatsvindt. Zulke landbouwsystemen zijn sterk afhankelijk van externe inputs van meststoffen, bestrijdingsmiddelen en diergeneesmiddelen.”

Visie uit LNV (2009a) voor duurzame voedselproductie:

“Voer-mestkringlopen zijn grotendeels gesloten. Sommige kringlopen sluiten op bedrijfs-, nationaal, of (Noordwest-) Europees niveau, anderen richten zich op een mondiale kringloopsluiting.”

Citaat van de heer Duyzer (Rabobank) uit TK (2011):

“[...] het wereldwijde gesleep met voedsel op dat dat op de langere termijn leidt tot ‘instabiliteit’. Als voorbeeld noemt hij het ‘leeghalen’ van Afrika en Brazilië naar China. Dat is volgens hem geen duurzaam systeem. In plaats daarvan zou zo veel mogelijk daar geproduceerd moeten worden waar de behoefte is. Hij ziet regionale productie wel in het groot. Zo ziet hij Nederland en Duitsland ‘een beetje als één regio’.”

³ Round Table for Responsible Soy, zie: www.responsiblesoy.org.



*Citaat van de heer Kroezen (Solidaridad) uit TK (2011):
[...] regionalisering geen doel op zich is, want alles bij elkaar
genomen kan regionalisering minder duurzaam uitpakken. [...] Regionale consumptie leidt niet automatisch tot het tegengaan van de nutriënt drain. Het is een probleem dat zich aan het ontwikkelen is en waarvoor niet alle antwoorden zomaar voorhanden zijn.”*

De grootschaligheid van het huidige systeem wordt impliciet of expliciet als een probleem gezien. Oplossingsrichtingen zijn echter niet direct duidelijk. Omdat naast voordelen ook mogelijke beperkingen worden genoemd bij regionalisering als oplossing (zie onder andere TK, 2011) is er behoefte aan meer duidelijkheid op dit punt. In dit rapport gaan we daarom verder in op de argumenten die aan de discussie ten grondslag liggen. We richten ons daarbij uitsluitend op de veeteelt⁴ en onderzoeken welke onduidelijkheden er bestaan in de discussie over regionale veevoerproductie. Het sluiten van de nutriëntenkringloop is wellicht het centrale argument in de discussie over regionale veevoerproductie. Zoals gesteld in PBL (2011):

“Het sluiten van voer-mestkringlopen draagt bij aan verduurzaming als hiermee de maatschappelijke schade door uitputting van nutriënten en ophoping van nutriënten wordt voorkomen. De meningen over het optimale schaalniveau voor die kringloopsluiting lopen sterk uiteen; van lokaal of bedrijfsniveau tot continentaal; de uitvoeringsagenda richt zich op sluiting in Noordwest-Europa.”

1.1 Basisgegevens soja

De huidige import⁵ van soja door de EU-27 is 12 Mton bonen plus 21 Mton schroot, ofwel het equivalent van 38 Mton sojabonen (omgerekend met 79% aandeel schroot, zonder enige ‘allocatie’). Hiervan komt ruwweg 85% uit Zuid-Amerika (Brazilië (ruim 42%), Argentinië (35%), Paraguay (7%), Uruguay (1%)) ofwel zo’n 32 Mton sojabonen (equivalent).

De totale import in Nederland is 3,3 Mton sojabonen, 5,4 Mton sojaschroot en 76 kton sojaolie (Profundo, 2012). Een groot deel hiervan wordt al dan niet na verwerking weer geëxporteerd naar andere Europese landen. In Nederland zelf wordt 2,8 Mton sojaproduct gebruikt in veevoerindustrie (Profundo, 2012). Daarvan wordt ongeveer 35% voor varkens ingezet en ongeveer 50% in pluimveevoer (zowel vlees als eieren).

1.2 Afbakening

Het doel van deze rapportage is een kwalitatieve beschouwing van argumenten die - milieukundig en bestuurlijk gezien - worden aangedragen voor regionaal geteelde eiwithoudende gewassen, afgezet ten opzichte van Zuid-Amerikaanse sojabonen. Waar mogelijk worden ook kwantitatieve gegevens besproken. Daarbij wordt rekening gehouden met effecten in de gehele levenscyclus van veevoersoja en de dierlijke eiwithoudende producten die ermee vervaardigd worden.

⁴ De discussie over verse en oorspronkelijk seizoensgebonden producten, die vaak in deze context opkomt, is wezenlijk anders. Vaak genoemd voorbeeld is appels uit Nieuw-Zeeland die een lagere ‘footprint’ hebben dan hun langdurig in koelhuizen opgeslagen soortgenoten van Nederlandse bodem, voor consumptie buiten het seizoen.

⁵ Op basis van de UN Comtrade handelsdata, over het jaar 2011.



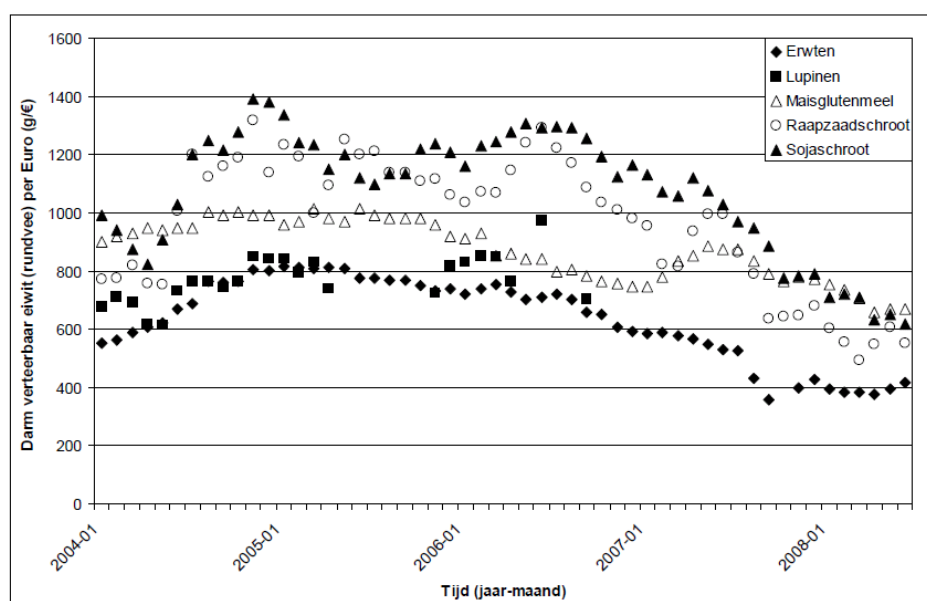
De focus in dit rapport is gelegd op vier stellingen die deze problematiek inkaderen:

1. Sojavervanging maakt sluiten van mineralenkringlopen bereikbaarder.
2. Sojavervanging leidt tot minder natuurschade (o.a. ontbossing).
3. Sojavervanging leidt tot minder milieuschade vanwege transport.
4. Sojavervanging leidt tot minder broeikasgasemissie (o.a. LUC⁶).

Milieudefensie heeft deze stellingen gedefinieerd en benoemt daarmee vier centrale aspecten in het veevoerdebat. De beschouwing van de onderliggende argumenten heeft tot doel om het debat een stap verder te voeren met verhalend materiaal en om helder te maken waar nog verder onderzoek nodig is.

Naast milieuargumenten zijn er nog andere argumenten die voor dan wel tegen regionale veevoerproductie zouden kunnen pleiten. Evenals in de jaren 70 (Kamp et al., 2008), is voorzieningszekerheid een reden om naar Europese veevoergewassen te kijken. In veel beschouwingen worden economische argumenten gebruikt, zoals saldoberekeningen (netto inkomsten per hectare) en effecten op prijs van eindproducten (zie bijv. Vahl, 2010). Dergelijke argumenten en de invloed van economische factoren op 'haalbaarheid' worden in deze rapportage niet meegenomen. Prijzen en prijsverhoudingen van gewassen - en dus saldoberekeningen - zijn variabel (zie bijv. Figuur 1) en zulke berekeningen zullen dus nu een ander beeld geven dan over enkele jaren. Prijs is geen intrinsieke eigenschap en wordt bovendien deels door vraag bepaald, zodat regionalisering invloed heeft op prijs en niet alleen vice versa.

Figuur 1 Ontwikkeling van de voederwaarde/prijsverhouding (DVE (g)/€) voor rundvee voor de periode van januari 2004 tot juli 2008



Bron: Figuur overgenomen uit Kamp et al., 2008.

⁶ Land Use Change (LUC)-emissies zijn broeikasgasemissies als gevolg van verandering van landgebruik (landtransformatie).



Een effect op de prijs van eindproducten is bovendien een subjectief gegeven: vanuit sommige standpunten kan dit een onacceptabel gevolg zijn, vanuit andere is het juist een positief neveneffect. We laten daarom dergelijke economische factoren buiten beschouwing en focussen op milieukundige factoren.

Plattelandsontwikkeling en landschap zijn andere mogelijke factoren in de discussie die niet behandeld zullen worden. Tot slot gaat deze rapportage niet uit van specifieke scenario's, waarbij de uitkomst van een vergelijking van Europese voeders met Zuid-Amerikaanse soja sterk afhangt van gemaakte aannames, maar probeert algemene principes te definiëren.

1.3 Samenhang in de stellingen

De vier stellingen, die in de vorige paragraaf als uitgangspunt zijn benoemd, en de vier aspecten die daarmee worden gedekt, hebben een sterke samenhang. Het sluiten van de nutriëntenkringloop draait niet alleen om het tegengaan van uitputting en overbemesting, maar heeft indirect ook invloed op natuurbehoud (zonder uitputting minder nieuwe ontginning, zonder overbemesting hogere natuurwaarde), op transport (er zal extra transport nodig zijn om mest meer te spreiden dan nu het geval is) en op klimaat (via de stikstofcyclus, koolstofopslag in gezonde bodems, productie kunstmest, etc.).

Natuurschade heeft een directe link met emissie van broeikasgassen, via de zogeheten *land use change* (LUC-)emissies. Dit is dan ook de centrale focus van Stelling 4 (zie Paragraaf 1.2). In de stelling over transport spelen broeikasgasemissies vanzelfsprekend ook een grote rol, dus ook daar is een sterke samenhang.

De onderliggende factoren zijn dan ook deels dezelfde voor de vier stellingen. Met name factoren die invloed hebben op ontbossing hebben die ook op klimaatverandering. Daarnaast is er ook een duidelijke link te leggen tussen transportvermindering en het verlagen van impact op het klimaat. Het aspect sluiting van de mestcyclus (nutriëntenkringloop) lijkt losser te staan van de andere, maar merk op dat het in feite besloten ligt in de factor 'landmanagement' die natuurlijk van invloed is op natuur en klimaat. Hetzelfde geldt voor de factor 'afstand' en 'transport'. In Bijlage A is in Tabel 8 een overzicht gegeven van de belangrijkste onderliggende factoren in de discussie; veel hebben invloed op meer dan één van de vier centrale aspecten.



2 Nutriëntenkringloop

Stelling: sojavervanging maakt sluiten van mineralenkringlopen bereikbaar

Om deze stelling te kunnen onderbouwen gaat dit hoofdstuk in op waarom kringloopsluiting wenselijk zou zijn en om welke mineralen (nutriënten) het gaat (Paragraaf 2.1). Daarna worden mogelijke systemen voor kringloopsluiting en milieukundige aspecten daarvan besproken (Paragraaf 2.2) met extra aandacht voor de factor transport en energiegebruik voor mestbewerking (Paragraaf 2.3). Daarna volgt een beschouwing over bestuurlijke aspecten (Paragraaf 2.4) en tot slot een korte bespreking van fysieke eigenschappen van dierlijke mest toegepast op landbouwgrond (Paragraaf 2.5).

2.1 Waarom en wat?

Eén van de veel gebruikte argumenten voor regionale voerproductie is de sluiting van nutriëntenkringlopen door goed gedoseerde inzet van alle dierlijke mest⁷ in de akkerbouw. In deze paragraaf bekijken we om welke redenen kringloopsluiting eigenlijk wenselijk is (waarom) en om welke ingrediënten van de mest het gaat (wat).

Conclusie is dat voor alle ingrediënten van mest, behalve stikstof, het sluiten van de kringloop nuttig is vanuit het oogpunt van bodemkwaliteit. Voor stikstof is terugvoer van dierlijke mest alleen in bepaalde gevallen wenselijk en/of nodig. Fosfor raakt snel uitgeput en gebruik van lokaal beschikbare fosfor uit dierlijke mest in plaats van uit kunstmest is een logische stap. Het volledig sluiten van de kringloop met alleen dierlijke mest is echter niet mogelijk. Voor volledige sluiting van nutriëntenkringloop is dan ook op andere punten in de keten actie nodig, onder andere voorkomen afspoeling/uitloging in akkerbouw en terugwinnen schaarse nutriënten na consumptiefase.

Het waarom van kringloopsluiting - in welke vorm dan ook - behoeft in de huidige tijd eigenlijk nauwelijks meer onderbouwing, althans voor ingewijden. In het huidige mondiale veeteeltsysteem is inmiddels sprake van regio's met uitgestrekte akkerbouw in monocultuur enerzijds en regio's met zeer geconcentreerde veeteelt anderzijds. Lees bijvoorbeeld Zuid-Amerika en Noordwest-Europa. In de ene regio worden nutriënten onttrokken en is sprake van uitputting van grond, in de andere hopen de nutriënten zich op met alle gevolgen van dien voor het milieu.

⁷ Waar in deze rapportage van 'mest' sprake is wordt in het algemeen het totaal aan excreta bedoeld. Alleen als er expliciet onderscheid wordt gemaakt tussen mest en urine is dit niet het geval.



Nutriënten en beoordeling van impacts op bodems in LCA

Zowel overbemesting als uitputting van bodems worden in LCA berekeningen nauwelijks meegenomen omdat hiervoor gedetailleerde analyse van lokale omstandigheden nodig is die meestal niet in de aanpak past. Ook is de wetenschappelijke methodiek zelf nog onvolledig ontwikkeld op deze punten waardoor een onderschatting van dit probleem kan ontstaan. Dit is niet in alle gevallen een probleem, maar wel als het vergelijking van zeer verschillende systemen betreft zoals soja in het ene werelddeel met een ander gewas in het andere. Weliswaar worden eutrofiëringsemissies in kaart gebracht en de gevolgen daarvan op ecosystemen gekwantificeerd, maar meestal via standaard emissiefactoren. Emissies zijn echter niet lineair met toevoer van N en P, maar zullen extra toenemen/afnemen naarmate de toevoer verder van optimale bemesting ligt. Ook wordt voor zeer verschillende regio's dezelfde impactfactor gebruikt, hetgeen niet correct is. Uitputting van nutriënten en algemene afname van bodemkwaliteit zal niet zichtbaar worden, het gevaar is zelfs dat zo'n casus als gunstig uit een vergelijking komt vanwege lage inputs. Alleen indirecte parameters, zoals lage opbrengst, kunnen een teken geven van uitputting. Gevaar van uitputting is niet alleen een permanent of op zijn minst zeer langdurig verlies van goede 'top soil' maar ook extra druk op natuur vanwege lage opbrengsten en erosie.

Bemesting is altijd nodig in de akkerbouw, omdat nutriënten nu eenmaal weglekken uit de bodem, vervluchtigen naar lucht en in het gewas worden opgenomen en dus met de oogst uit het systeem verdwijnen. Echter, de voorraden fosfor (P) zijn eindig en zullen op relatief korte termijn uitgeput raken. De piek in de fosforwinning zal naar schatting rond 2035 optreden, daarna zal vraag groter zijn dan aanbod (zie bijv. Cordell, 2010). Het terughalen van op zijn minst fosfor uit dierlijke en menselijke excreta is noodzakelijk aan het worden. Kunstmestproductie is zeer energie-intensief en kunstmest wordt daarmee dan ook steeds duurder, bovendien wordt (fossiele) energie op termijn ook een schaars goed. Wat kan er logischer zijn dan gebruik van de dierlijke mest die zich nu in kleine regio's met hoge veedichtheid ophoopt en niet efficiënt wordt benut? Bovendien is bemesting met kunstmest (met uitsluitend actieve ingrediënten) waarschijnlijk minder goed voor bodemleven en -vruchtbaarheid (o.a. Mäder et al., 2002; Bulluck et al., 2002; Pimentel, 2006).

Over kringloopsluiting voor fosfor is dan ook eigenlijk geen discussie. Over de andere bestanddelen van mest wel. Volgens Kamp et al. (2008) is kringloopsluiting alleen nodig voor fosfor:

“Een aantal andere bestanddelen van mest, zoals organische stof en stikstof hoeven niet terug te worden gebracht naar land van herkomst omdat deze bestanddelen hernieuwbaar zijn. Dit geldt ook voor kalium en micronutriënten: ook van deze grondstoffen zijn nog voldoende voorraden op de wereld voorhanden.”

Hier valt flink wat op af te dingen. We moeten vaststellen dat ondanks al die ruimschoots beschikbare en hernieuwbare grondstoffen veel landbouwgronden verarmen en uitgeput raken, ook wat betreft organische stof en micronutriënten. Het aanwenden van dierlijke mest is een algemeen erkende methode om verarming van grond tegen te gaan (zie Pimentel, 2006 en referenties daarin).

Voor kalium (K) zijn de voorraden op dit moment nog groot, maar onttrekking van minerale grondstoffen past niet in een lange termijnbeeld van duurzame landbouw. Ook sluiting van de K-kringloop is dus ook wenselijk, mits dit niet gepaard gaat met meer milieueffecten dan primaire winning. Voor een aantal andere mineralen, zoals selenium, geldt dat de piekproductie al in de jaren negentig is opgetreden of, zoals zink, in de komende decennia te verwachten



is (Wouters en Bol, 2009). Selenium is dus zeer schaars, maar wel een essentieel element voor van planten en dieren (inclusief de mens). Via andere granen komt selenium ook terecht in mest en behouden hiervan voor toepassing op landbouwgronden - met name die seleniumarm zijn - is dus zeer nuttig. Deze situatie geldt voor meer elementen.

Stikstof (N) kan weliswaar aan de atmosfeer worden onttrokken, maar de chemische route (Haber-proces) is energie-intensief. Gebruik van groenbemesters en rotatie met legumineuze gewassen zijn een betere oplossing. Soja, evenals andere bonen en erwten, is zelf een legumineus gewas. De vastlegging van N uit de atmosfeer is gemiddeld min of meer in balans met onttrekking van N in de oogst (Salvagiotti et al., 2008). Dit betekent overigens niet dat er geen netto verlies van N uit de bodem kan optreden via vervluchtiging en uitloging. Bemesting is in het geval van soja een complex onderwerp, want bij toevoeging van stikstofmest kan de opname uit de atmosfeer afnemen met als resultaat geen netto extra N (Salvagiotti et al., 2008). Wanneer stikstofopname, rotatie of groenbemesting geen praktische opties zijn, zou stikstof uit dierlijke mest toegevoegd kunnen worden. Wederom geldt dat het terugwinnen en/of terugvoeren van N uit mest niet met meer milieueffecten gepaard moet gaan dan het produceren en gebruiken van chemische stikstof. Dit is niet geheel vanzelfsprekend. Ten eerste kan de N uit dierlijke mest minder effectief zijn; hierover meer in Paragraaf 2.5. Ten tweede gaan mestverwerking of mestraffinage ook met energiegebruik gepaard; hierover meer in Paragraaf 2.3.

De conclusie over 'wat' kringloopsluiting zou moeten omvatten en 'waarom' is dan als volgt:

- fosfor, vanwege oprakende voorraad; hierover bestaat geen discussie;
- kalium, omdat niet-hernieuwbare grondstoffen niet in lange termijn duurzaamheid passen; hierover bestaat wel discussie omdat de voorraden voorlopig nog groot genoeg zijn;
- stikstof, noodzaak en nut van bemesting afhankelijk van het gewas en bovendien zijn er alternatieven in de vorm van groenbemesting en rotatie met legumineuze gewassen; voor soja lijkt het terugbrengen van stikstof weinig voordelen te hebben;
- organische fractie en micronutriënten, omdat deze een belangrijke invloed hebben op bodemleven en vruchtbaarheid; hierover bestaat discussie omdat er alternatieven zijn en de organische fractie hernieuwbaar is (uitwisseling met atmosfeer).

Het volledig sluiten van de kringloop met alleen dierlijke mest is niet mogelijk. Al tijdens de gewasteelt treden verliezen van nutriënten op via uitloging en vervluchtiging. Vervolgens zal een deel van de nutriënten op elke stap van de verwerkingsketen in bij- of afvalproducten terecht komen. Uit een voorbeeld voor productie van varkensvlees (UNEP & WHRC, 2007) leiden we af dat ongeveer 45% van de stikstof die tijdens de teelt van de diverse voeder- gewassen aan de bodem is onttrokken in de dierlijke mest terug te vinden is. Ongeveer 30% gaat verloren in emissies op het veld en gewasresten en de resterende 25% is waarschijnlijk terug te vinden in dierlijke bijproducten en menselijke excreta. Deze percentages moeten als een indicatie worden gezien, maar geven aan dat met terugleiden van de mest niet de volledige onttrekking van nutriënten is goedge maakt. Voor vleeskippen geldt dat ze een zeer efficiënte voerconversie hebben en er dus een kleiner aandeel van de nutriënten in de mest terecht komt; voor rundvee is het wat hoger. Ooit was het dan ook zo dat ook rioolslib en slachtafval in de landbouw werd ingezet (Hees et al., 2012).



Alles bij elkaar betekent dit dat er drie punten in de keten zijn waar nutriënten verloren gaan:

- in de akkerbouw (uitloging, vervluchtiging, gewasresiduen);
- in de veeteelt (excreta);
- in de verwerking en consumptiefase (slachtafval, huisdiervoeders, menselijk excreta, etc.).

De verliezen in de akkerbouw zijn te beperken door goed landmanagement, met alles wat daarbij komt kijken. De toepassing van dierlijke mest kan daarin een rol spelen, met voor- en nadelen (hierover meer in Paragraaf 2.5, zie ook Dekker et al., 2009). Verliezen in verwerking en consumptie zijn lastig aan te pakken vanwege regelgeving omtrent hygiëne. Toch wordt ook hiernaar gekeken, zoals fosfaatwinning uit rioolslib.

2.2 Hoe?

In deze paragraaf gaan we in op de vraag hoe kringloopsluiting er in praktijk uit zou kunnen zien. Welke rol spelen mestverwerking en raffinage⁸? Is fysieke kringloopsluiting nodig of is het voldoende om te waarborgen dat alle nutriënten worden teruggewonnen en ergens efficiënt worden ingezet?

Conclusie: er zijn twee systemen denkbaar voor sluiting van kringlopen met dierlijke mest, één op regionaal niveau (gesloten) en één op grotere schaal (semi-open systeem). Regionale kringloopsluiting heeft voordelen vanuit het oogpunt van bioveiligheid en energiegebruik, maar onbewerkte mestgift vereist nauwkeurige afstemming om nutriënten voldoende optimaal te benutten. Semi-open systemen vereisen bewerking van mest om nutriëntgift (verhouding N, P en K) goed op gewassen af te kunnen stemmen, wat minder energie-efficiënt is. Voor beide systemen geldt dat er praktische uitdagingen overwonnen moeten worden op het vlak van nutriëntmanagement om operationalisatie mogelijk te kunnen maken.

Bij de term kringloopsluiting kunnen we denken aan directe kringlopen waarin mineralen precies terug gaan naar waar ze vandaan komen. De term kan ook grootschaliger worden geïnterpreteerd, in de zin dat alle dierlijke mest (nutriënten) wordt ingezet in de landbouw, uiteraard volgens goed management. Dergelijke sporen zijn ook onderwerp van discussie in het Cradle-to-Cradle (C2C) gedachtegoed. Moet elke producent de eigen producten terughalen en hergebruiken (gesloten systeem) of is het voldoende dat de producten aan 'design for recycling' voldoen en dat er wereldwijd vraag naar en verwerking van secundaire grondstoffen is die voor sluiting van kringlopen zorgdraagt (semi-open systeem)?

Semi-open systeem benadering

De laatste situatie met een semi-open systeem is vanuit oogpunt van praktische implementatie veel aantrekkelijker. In het geval van mest zijn er echter drie struikelblokken:

- mest is geen uniform materiaal;
- regelgeving staat transport en toepassing in de weg;
- bioveiligheid is een issue.

⁸ Verwerking staat hier voor enige vorm van scheiding, raffinage voor volledige scheiding in aparte N, P, K. Zie ook Paragraaf 2.3.



Bemesting van akkerbouwland is in toenemende mate een specialistische bezigheid. In bestaande samenwerkingsverbanden maken boeren hele specifieke afspraken met veetelers om bepaalde mest af te nemen (zie Hees et al., 2012). Daarnaast moet mest, zeker in onbehandelde of licht behandelde vorm, traceerbaar blijven en in geval van vermoedens van ziektes en dergelijke moet een handelsstroom direct kunnen worden stopgezet. Verplaatsing van onkruidzaden of micro-organismen over grote afstanden is onwenselijk (maar helaas niet zonder precedenten). Deze punten pleiten voor relatief korte lijnen. Aan de andere kant wordt de mestvraag mede bepaald door grondsoort en klimatologische omstandigheden (en uiteraard gewastype) zodat een te kleine regio onvoldoende afzetmogelijkheden zal bieden.

De conclusie van Paragraaf 2.1 dat het niet altijd nuttig is om de stikstofkringloop via mest te sluiten, leidt tot een algemenere observatie. In een volledig natuurlijk systeem eten dieren alleen lokaal eten en geven ze lokale bemesting, zodat de kringloop gesloten is - deels via uitwisseling met atmosfeer - en de nutriëntensamenstelling van mest, biomassa, dood plantaardig materiaal en bodem op elkaar afgestemd. Door het scheiden van de productie van plantaardig en dierlijk materiaal is deze afstemming van nutriëntensamenstelling niet langer gewaarborgd (o.a. Janssen en Oenema, 2008). Het terugvoeren van onbewerkte dierlijke mest in de teelt van een scala aan gewassen is naar alle waarschijnlijkheid niet milieukundig efficiënt omdat slechts één van het drietal NPK precies kan worden afgestemd. Voor kringloopsluiting in het huidige systeem van gewasteelt is mestraffinage daarom vrijwel vereist, ook vanuit het oogpunt van transport (zie Paragraaf 2.3). Daarbij gaan organische fractie en veel micronutriënten verloren zonder sluiting van kringlopen.

Regionale productie

Hoe ziet dit eruit in een regionaal voer-veeteeltsysteem? Als het voerpakket dat een veebedrijf gebruikt even divers blijft als nu dan zal de resulterende mest nog steeds niet de gewenste samenstelling hebben voor de gewassen en een gesloten systeem niet optimaal werken. Er zijn echter situaties denkbaar waarin een veebedrijf een beperkt aantal gewassen vervoederd die in de buurt worden geteeld, in een systeem, met bijvoorbeeld rotatie, waarvan de gemiddelde nutriëntbehoefte overeenkomt met de samenstelling van de volle mest. Ook intensieve veehouderij zou op die manier effectief 'grondgebonden' zijn. Vanuit het oogpunt van energiegebruik (transport, productie meststoffen) is dit milieukundig aantrekkelijk, maar inefficiënte bemesting ligt op de loer met ofwel een suboptimale nutriëntbeschikbaarheid voor het gewas (lagere opbrengst) ofwel hogere uitspoeling en vervluchtiging. Beide situaties zijn milieukundig onaantrekkelijk⁹. Door enige mestbewerking in dikke fractie (voornamelijk P en organische stof) en concentraat (voornamelijk N en K) zou de behoefte preciezer kunnen worden afgestemd. Hierbij gaat geen deel van de mest - behalve water met minimale residuen - verloren (zie Paragraaf 2.3).

Een belangrijke onderzoeksvraag is hoe een dergelijk ideaal systeem er in de praktijk uit zou kunnen zien, met precieze invulling van aantal en type voedergewassen, teeltvoorschriften met oog voor de grondsoorten, rotatieschema's, verteerbaarheid voor specifieke diersoort en dus nutriënten in de mest, eventuele mestbewerking en transport, en om de kringloop te sluiten bemesting van het bouwland inclusief bepaling van uitspoeling, vervluchtiging, opname door gewas, etc. Zijn er goed werkende systemen, dat

⁹ Waarbij we opmerken dat de huidige bemestingspraktijk in het algemeen ook verre van efficiënt is, maar de vraag is hier welk systeem het meeste perspectief op optimale bemesting biedt.



wil zeggen zonder onacceptabele nutriëntenverliezen of lage opbrengst - mogelijk zonder mestbewerking? Wat is de voederwaarde van het voerpakket¹⁰ en wat betekent dit voor de opbrengst van het veeteeltsysteem?

Uit deze vragen blijkt al dat een dergelijk gesloten systeem een sterke mate van management op microniveau vergt en afstemming tussen leverancier en afnemer (twee kanten op). Het is bijna onvoorstelbaar dat zoiets met intercontinentale ketens haalbaar is en regionale productie ligt hiervoor dus voor de hand. Een semi-open kringloop vergt veel minder management op microniveau en afstemming, maar zal zoals gezegd energie-intensief zijn. Beide invullingen geven een betere afstemming van nutriënten in gewas-systeem (input/vraag) en dierlijk systeem (output/aanbod). Het ene systeem werkt volgens de natuurlijke aanpak, het andere volgens technologische aanpak.

2.3 Invloed van afstand en energiegebruik

In deze paragraaf wordt beredeneerd wat de rol van afstand is in haalbaarheid van sluiten van de voer-mestkringloop. Is het een intrinsieke belemmering en wat is het effect op milieu?

Conclusie is dat transportafstand geen technische belemmering is voor kringloopsluiting, zeker niet waar het concentreren van mestraffinage betreft. Milieukundig gezien zijn transport en bewerking van mest over afstanden van minder dan 500 kilometer te prefereren boven kunstmestproductie.

Op het eerste gezicht lijkt het logisch dat sluiting van de kringloop haalbaarder wordt als voer en vee dicht bij elkaar geteeld worden. Transport over kortere afstanden zou ook milieukundig beter moeten zijn en een kleinschaliger systeem zou zo kunnen worden opgezet dat vervoer van mest via een rivier kan plaatsvinden. Als er echter sprake is van noodzaak tot wegtransport over meer dan 500 km, dan is milieukundig¹¹ gezien transport per schip van Nederland naar Brazilië (exclusief voor- en natransport) min of meer gelijkwaardig (zie Hoofdstuk 5).

Of dit laatste in praktijk ook zou gebeuren is een puur economisch vraagstuk. De verhouding die we zien in milieuprestatie van transportmodaliteiten tekent zich ook af voor kosten¹². Intercontinentaal transport heeft geen grotere invloed op de prijs van in dit geval mest dan wegtransport over langere afstand. Het feit dat intercontinentaal transport zo algemeen is - het hele sojavraagstuk staat hier bijna model voor maar ook oud papier, ijzer en plastics - laat zien dat er geen intrinsieke belemmeringen zijn, zolang er maar economische vraag is. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat transport van (volle) mest aanmerkelijk duurder is dan van voedergrondstoffen (zie Oenema en Tamminga, 2005). Op basis van economische overwegingen stellen Janssen en Oenema (2008) dat de voer- en veeproductie hooguit enkele tientallen km uit elkaar moeten liggen om transport van volle mest(slurry) haalbaar te maken.

¹⁰ Te verwachten valt dat er een bovengrens is aan de inzet van legumineuze gewassen (vlinderbloemigen) omdat de N-balans anders verstoord raakt zoals eerder besproken. Omdat veel van het eiwit in voeders daar nu van afkomstig is, kan dit voederwaarde beïnvloeden.

¹¹ Wat betreft energiegebruik en broeikasgasemissies.

¹² Dry bulkvervoer tussen Brazilië en Europa kost nu minder dan 20 US\$/ton, Europees vrachtverkeer van de orde van 7 €/ct/km (Significance & CE, 2010).



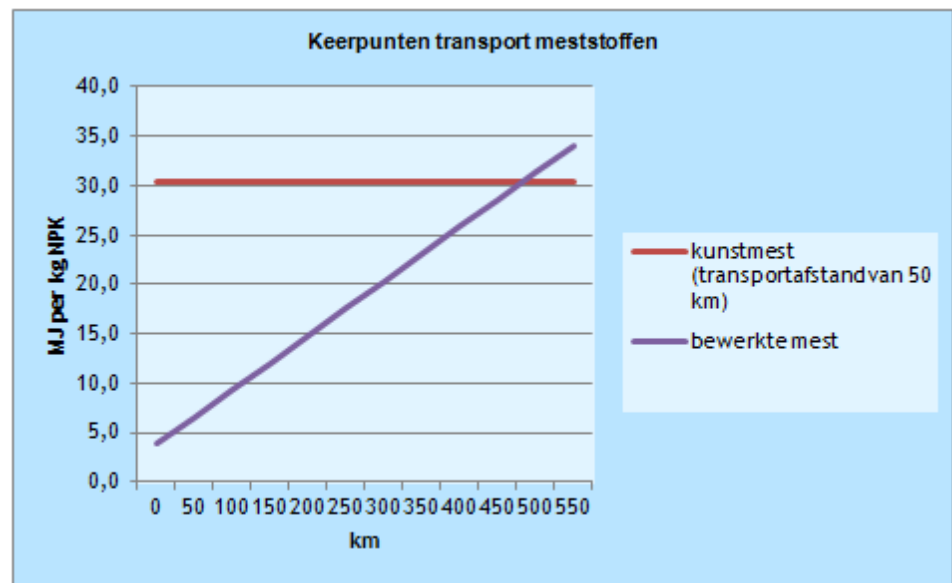
Binnen een straal van enkele honderden kilometers is kringloopsluiting milieukundig in ieder geval aantrekkelijker dan op grotere schaal, vanwege de transportbijdrage. Een 'regio' zou dus een dergelijke afmeting moeten hebben, of zo vormgegeven dat (voer en mest) transport hoofdzakelijk per rivier kan plaatsvinden. In praktijk zien we dan ook dat 10 à 20% van de Nederlandse mest wordt geëxporteerd (Bijlage B) en wel naar België en Frankrijk (Hees et al., 2012).

Bij de vraag of het milieukundig voordeliger is om de mest in een regio af te zetten of intercontinentaal te transporteren, spelen niet alleen de afstand en modaliteit een rol, maar ook de mate van bewerking van de mest (zie Bijlage A). De bewerking kost energie, maar transport vergt vervolgens minder energie omdat het totale gewicht aanzienlijk kan verminderen. Tot slot is ook een relevante vraag hoe bewerking en transport van mest zich milieukundig verhoudt tot productie van kunstmest.

Omslagpunt te vervangen kunstmest door bewerkte mest

Op basis van aannames, opgenomen in Bijlage A (Achtergrondgegevens bij omslagpunt te vervangen kunstmest), is berekend bij welke transportafstand energiegebruik voor mestbewerking en transport van productfracties even hoog is als bij productie van een equivalente hoeveelheid nutriënten (zie Figuur 2). Het omslagpunt ligt bij ongeveer 500 km.

Figuur 2 Berekening omslagpunt voor bewerkte mest



2.4 Bestuurlijke aspecten en regelgeving

In deze paragraaf beschouwen we bestuurlijke en eventuele wettelijke aspecten omtrent mest en kringloopsluiting.

Conclusie is dat huidige regelgeving niet per se bevorderlijk is voor efficiënte toepassing van dierlijke mest, maar de Nederlandse overheid maakt zich sterk voor aanpassing van status van producten van mestbewerking. Daarnaast is de onduidelijke status van mest een belemmering in afzet (export). Vanuit bestuurlijk opzicht is kringloopsluiting haalbaarder op regionale schaal. Regelgeving die zich richt op optimale toepassing van (alle) dierlijke mest, in

combinatie met private initiatieven tot regionalisering, zouden deels ook fysieke kringloopsluiting tot gevolg hebben. Voor expliciete sturing op fysieke kringloopsluiting lijken private initiatieven de enige mogelijkheid.

Vanwege de strenge bemestingsnormen en lagere werkingscoëfficiënt van stikstof in dierlijke mest (zie Paragraaf 2.5) staat regelgeving in de Europese Unie de sluiting van de voer-mestkringloop min of meer in de weg. In de recente 'Mestbrief' (2011) geeft de Nederlandse regering dan ook aan dat ze zich zal inspannen bij de EU erkenning te krijgen voor hogere werking van producten van mestraffinage (1) en dat ze een nieuw 'stelsel ter realisering van een duurzaam evenwicht tussen mestproductie en mestafzet op macro- en microniveau' zal gaan vormgeven samen met bedrijfsleven (2). Bij in acht nemen van de daadwerkelijke werkingsgraad van mestproducten en het afschaffen van de maximale N gift uit dierlijke mest¹³, is binnen de huidige milieugebruiksruimte meer ruimte voor (effectieve) toepassing van dierlijke mest (o.a. Hees et al., 2012). Erkenning van mestverwerkingsproducten met hogere werkingsgraad zou hierin een stap voorwaarts betekenen.

De beleidsontwikkelingen lijken dus voorzichtig positief voor binnenlandse afzet en toepassing van mest. Een grotere regio is echter realistischer voor 'regionale voederproductie' tenzij de veestapel in Nederland zou afnemen. De mogelijkheid tot export van mest is daarom gewenst. Op dit moment gebeurt dit al, naar België en Frankrijk, maar er lijken richting Duitsland knelpunten te zijn (Hees et al., 2012). De onduidelijke status van mest, in tegenstelling tot bijvoorbeeld afvalstromen voor recycling, is hierbij volgens Hees et al. (2012) een issue. Een systeem van goed gedefinieerde categorieën zou het voor zowel producenten als afnemers van mest duidelijker maken waar ze aan toe zijn. Een dergelijk systeem is voorstelbaar binnen een land of de EU, maar consensus en handhaving op grotere schaal lijkt vooralsnog moeilijk haalbaar.

Regelgeving die direct stuurt op regionale kringlopen is lastig voor te stellen. Overheden zullen het bedrijfsleven geen eisen opleggen betreffende de herkomst van hun ingekochte materialen, met uitzondering van incidentele embargo's. Regelgeving moet dus aangrijpen op landmanagement (aan de kant van de akkerbouw) of op omgaan met 'afval' (aan de kant van de veeteelt) of allebei.

Regelgeving die stuurt op vraag is in algemene zin beheersbaarder, effectiever en goedkoper. Vergelijk de eis dat akkerbouwers alleen mineralen van dierlijke oorsprong mogen toepassen met de eis dat veetelers hun mest moeten laten afzetten op akkerland. In het eerste geval ontstaat automatisch een vraag naar mestmineralen en veetelers zullen hieraan graag voldoen. In het tweede geval moeten veetelers waarschijnlijk betalen om de mest ergens kwijt te kunnen en is er geen incentive voor de ontvangende partij om hiermee zo efficiënt mogelijk om te gaan (zie ook Hees et al., 2012), alleen om aan de wettelijke normen te voldoen. In feite is dit de huidige situatie.

¹³ Huidige situatie voor bijvoorbeeld maïs in Nederland is maximaal 230 kg werkzame N/ha met maximaal 170 kg N uit dierlijke mest, werkingscoëfficiënt 70%.



In mondiale context zou de FAO (Verenigde Naties) een rol kunnen spelen in het sluiten van nutriëntenkringlopen, maar dit zou zich beperken tot monitoring en informeren. Een gecoördineerd systeem van eisen aan mestverwerking en aan bemestingspraktijken - plus handhaving - dat tot efficiënter hergebruik van nutriënten uit dierlijke mest zou leiden lijkt vooralsnog alleen op regionale schaal haalbaar. Dit sluit aan bij de optie van open kringlopen (zie Paragraaf 2.2). Regelgeving zorgt voor zoveel vraag naar mest dat afzet geen probleem is en voor 'optimale' toepassing¹⁴.

Uitputting van grond wordt voorkomen voor zover dat mogelijk is met de beschikbare hoeveelheid mest. Partijen die vervolgens regionaal geproduceerd veevoer inkopen zijn op indirecte manier verzekerd dat het voer afkomstig is van goed beheerd land waarop dierlijke mest is toegepast en weten dat hun eigen mest ook weer ergens nuttig zal worden toegepast. In combinatie met regionale voer-veeteeltsystemen zou dit dus deels ook fysieke kringloopsluiting (zie Paragraaf 2.2) tot gevolg hebben, zonder dat daar expliciet op wordt gestuurd. Vanwege redelijk uniform overheidstoezicht en beleid is dit binnen de EU op termijn denkbaar.

Dit laatste geldt wellicht ook voor de inzet van nutriënten uit slachtafval en menselijke excreta. In de kringloop van dierlijke producten is dit laatste al een aanzienlijk aandeel (zie Paragraaf 2.1) maar in de kringloop van plantaardige consumptie al helemaal. Een volledig vertrouwen in eisen aan en toezicht op de verwerking van dergelijke stromen is essentieel.

Voor expliciete sturing op fysieke kringloopsluiting zijn private keten-initiatieven wellicht de beste optie. Het staat marktpartijen - in tegenstelling tot overheden - vrij om (zichzelf) beperkingen op te leggen ten aanzien van keuze van leveranciers (op basis van geografische factoren). Keurmerken zoals Demeter en Volwaard zijn ontstaan vanuit bedrijfsleven en/of NGO's, sommige wel met enige directe of indirecte financiering door overheid. Gezien de populariteit van 'lokaal voedsel' zou er heel goed een nieuw tussensegment-label¹⁵ met certificering kunnen ontstaan van waarbij voergewassen, veeteelt en mestafzet allemaal binnen een gedefinieerde regio in kringloop zijn. Er zijn natuurlijk ook keurmerken die (nog) vrij sterk door de overheid worden gefinancierd, zoals Milieukeur, maar zoals genoemd is dat niet waarschijnlijk in het geval van regionalisering. Eisen betreffende milieuvriendelijke productie zijn al moeilijk genoeg binnen context van handelsovereenkomsten, laat staan eisen die zo direct aangrijpen op herkomst.

Multistakeholder initiatieven, zoals een platform als RTRS, zou zich hiervoor in theorie kunnen lenen, maar dit is voorlopig erg onwaarschijnlijk. Op dit moment zijn in de richtlijnen enkele zachte criteria opgenomen die zich op bodembeheer richten (erosie, aandeel organisch materiaal, gewasrotatie) maar niets ten aanzien van het gebruik van mest of sluiting van de nutriëntenkringloop.

¹⁴ Vraag hierbij of een regelgeving die op balans stuurt haalbaar is. MINAS was hiervan een voorbeeld maar is door de EU afgekeurd. In Duitsland is echter nog wel een dergelijk systeem.

¹⁵ De term tussensegment wordt gehanteerd voor keurmerken die tussen conventioneel en biologisch invallen.



2.5 Fysieke aspecten

In deze paragraaf wordt ingegaan op de fysieke eigenschappen van dierlijke mest toegepast op landbouwgrond.

Conclusie: De werkingscoëfficiënt van met name stikstof in dierlijke mest is lager dan van kunstmest. De literatuur is onduidelijk over wat dit in praktijk betekent. Er is meer inzicht nodig in goede bemestingspraktijk bij gebruik van dierlijke mest onder diverse omstandigheden alvorens de daadwerkelijke milieueffecten van kringloopsluiting goed in beeld kunnen worden gebracht.

Een aantal fysieke aspecten van mestproductie en -toepassing speelt een rol in de discussie over kringloopsluiting. Ten eerste komt, zoals genoemd, slechts een deel van de nutriënten vrij in dierlijke mest. Dit deel zal nog kleiner worden als gestuurd gaat worden op bijvoorbeeld betere fosforconversie (Mestbrief, 2011). Terugvoer van de mest geeft dus maar gedeeltelijke kringloopsluiting. Voor stikstof is dit niet zo'n probleem (zie Paragraaf 2.1) maar voor fosfor en op termijn kalium wel.

Ten tweede heeft met name de stikstof in dierlijke mest een lage werkingscoëfficiënt want een groot deel is in organische verbinding. Zoals vastgesteld voor Nederlands beleid is de werking maar 30 tot 80% (LNV, 2009b). Dit leidt volgens Dekker et al. (2009) tot hogere uitspoeling per kg N totaal. Een tegengestelde conclusie wordt getrokken in Liu et al. (2012), waarschijnlijk voor volledig andere condities. De emissies zullen sterk afhangen van precieze bemestingsregime (niet lineair met N toevoer), gewas, weeromstandigheden, etc.

Daarnaast is de gestandaardiseerde directe lachgasemissie lager bij toepassing van dierlijke mest (Protocol 11-031). Emissiearme aanwending (gericht op beperking van NH₃-emissie) heeft een hogere N₂O-emissiefactor dan bovengrondse aanwending, maar deze is nog steeds lager dan voor kunstmest. Bij beweiding is de emissiefactor per kg N toevoer wel veel hoger. Deze emissiefactoren betreffen overigens nationale gemiddelden en kunnen dus van situatie tot situatie verschillen. In de IPCC-richtlijnen (IPCC, 2006) is juist de default emissiefactor voor vervluchtiging en daarmee samenhangende indirecte N₂O-emissie hoger voor dierlijke mest.

Tabel 3 Emissiefactoren volgens IPCC-default en zoals gebruikt in Nederland (Protocol 11-031)

	Directe N ₂ O-N/N (IPCC)	Directe N ₂ O-N/N (NL)
Kunstmest	0,0125	0,01
Dierlijke mest bovengronds	0,0125	0,004
Dierlijke mest emissiearm	0,0125	0,009
Beweiding	0,02	0,033

Deze emissiefactoren betreffen overigens nationale gemiddelden en kunnen dus van situatie tot situatie verschillen. Ze betreffen bovendien niet een optimale situatie, maar de daadwerkelijke bemestingspraktijk. Hoe de optimale situatie eruit zou zien en wat de bijbehorende emissies zouden zijn niet zomaar te zeggen.



In het huidige mestbeleid geldt een maximum aan de hoeveelheid N uit dierlijke mest (naast een maximum aan totale N-toevoer); een maximum aan de hoeveelheid niet-benutbare N zou tot meer gebruik van dierlijke mest in bewerkte vorm kunnen leiden (Hees et al., 2012) zonder dat hiermee de totale stikstofnorm overschreden wordt of zelfs met afname van totale N-toevoer.

Bij de gebruiksnorm voor fosfaat wordt geen onderscheid gemaakt tussen dierlijke en kunstmest (beide werkingscoëfficiënt 100%). De korte termijnwerking van dierlijk fosfaat is wel lager dan die van kunstmest (zie van Dam en Ehlert, 2008), behalve voor varkensmest¹⁶, maar dit heeft vooral invloed op de bemestingsstrategie en niet op uitloging. De werkingscoëfficiënt van K in dierlijke mest is 100%¹⁷.

Een laatste punt om te bespreken is het feit dat optimaal landbeheer - inclusief keuze voor gewas en bemestingsstrategie - mede wordt bepaald door de grondsoort en aanwezigheid van nutriënten in de bodem. Het één-op-één terugvoeren van nutriënten naar waar ze vandaan komen kan dus tot overbemesting leiden, niet alleen voor stikstof maar wellicht ook voor andere nutriënten.

¹⁶ <http://www.kennisakker.nl/>

¹⁷ <http://www.kennisakker.nl/>



3 Aantasting natuur

Stelling: sojavererving leidt tot minder natuurschade (landtransformatie)

Om deze stelling te kunnen onderbouwen kijken we naar de rol van opbrengst (Paragraaf 3.1) en bespreken een aantal mogelijke gewassen (Paragraaf 3.2) met de randvoorwaarden die in Paragraaf 3.1 zijn gedefinieerd in het achterhoofd. In Paragraaf 3.3 wordt een poging gedaan tot kwantificering van een aantal belangrijke parameters in de vergelijking van sojateelt in Europa met sojateelt in Zuid-Amerika. Tot slot gaat Paragraaf 3.4 in op de rol van de waterkringloop in natuuraantasting in Zuid-Amerika en volgt in Paragraaf 3.5 een kort beschouwing van de intrinsieke biodiversiteitwaarde van landbouwgrond zelf.

3.1 Opbrengst centraal

In deze paragraaf gaan we in op de mechanismen van directe en indirecte landtransformatie.

Conclusie: Er is een flink aantal veilige opties om soja uit Zuid-Amerika te vervangen, mits aan bepaalde randvoorwaarden wordt voldaan. Immers, vermindering van de import van Zuid-Amerikaanse soja naar Europa is een noodzakelijke maar geen voldoende voorwaarde op vermindering van landtransformatie aldaar. Die randvoorwaarden zijn een hoge functionele opbrengst per hectare, geen verdringing van een bestaand gewas naar regio met slechte productie of naar tropische zones en een goed bodembeheer. De vervanging van sojaolie als bijproduct (deel van de functionele opbrengst) en verdringing van oliezaadgewassen behoeven in deze context extra aandacht. Verhoging van bestaande opbrengst en teelt op braakliggende grond vallen per definitie binnen deze randvoorwaarden.

Soja wordt algemeen geassocieerd met landtransformatie in Zuid-Amerika, hoewel de mechanismen complex zijn (zie bijvoorbeeld CE, 2011). Simpelweg vervangen van 'kapsoja' door alternatieven is een noodzakelijke maar geen voldoende voorwaarde voor de vermindering van landtransformatie. Weliswaar kan de initiatiefnemer claimen niet langer direct verantwoordelijk te zijn voor de ontbossing, maar deze vindt mogelijk nog wel plaats als er verschuivingen optreden via werking van vraag en aanbod¹⁸.

De verantwoordelijkheid strekt dus verder dan alleen stoppen met import. Dit geldt zowel voor kapvrije soja als mogelijkerwijs voor alternatieve gewassen, zelfs als die in andere regio's worden geteeld. Omdat de betreffende grondstoffen in principe onderdeel zijn van een mondiale markt is het daarom van belang om vervanging in dat daglicht te bekijken (in LCA-termen een 'consequential'-benadering).

¹⁸ Voor een extreme benadering hiervan zie Audsley et al., 2009.



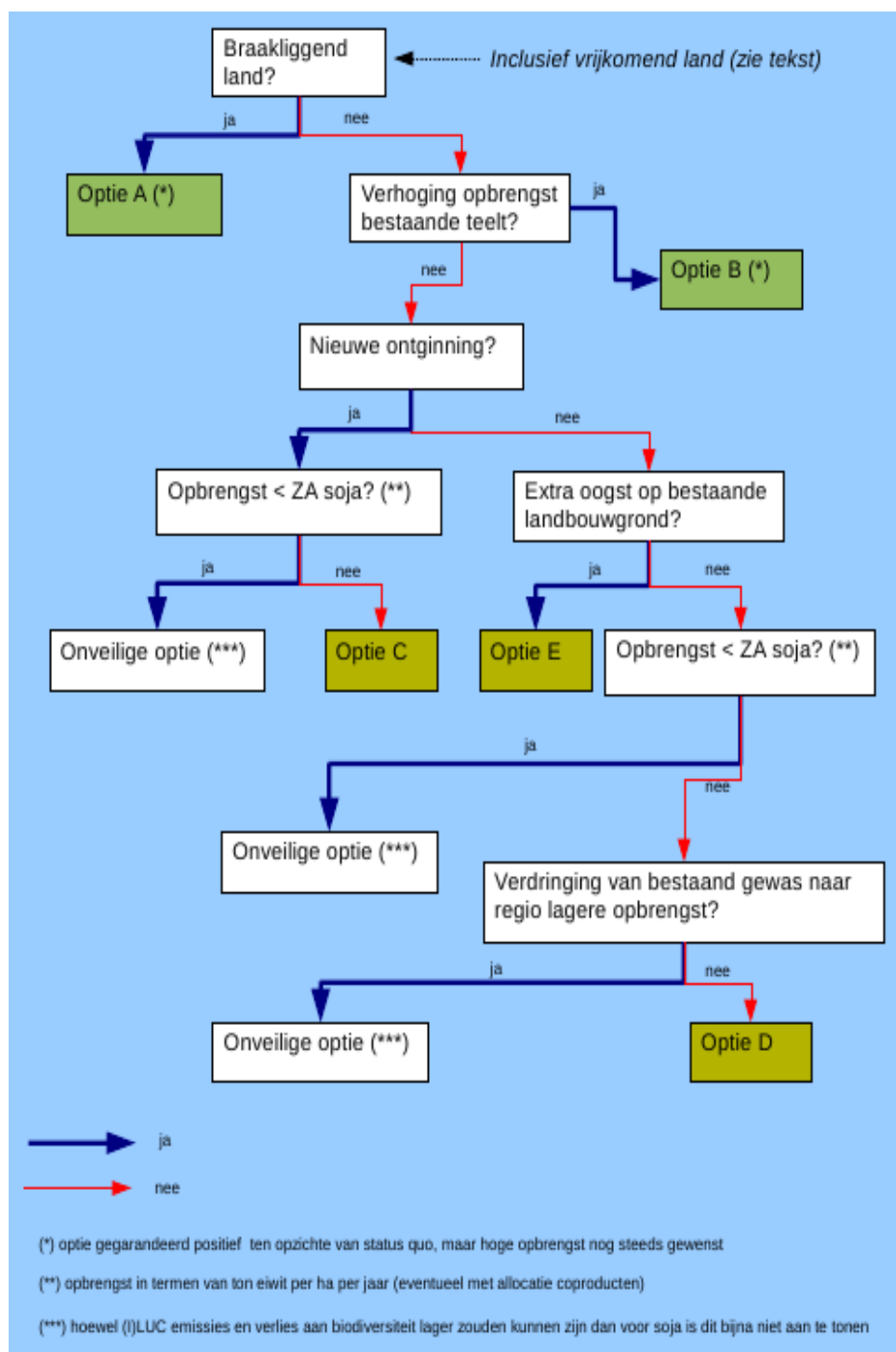
Naast deze verdringing zijn er nog een andere orde indirecte effecten, namelijk wat er gebeurt als de vraag naar soja uit Zuid-Amerika, en dus vraag naar productief land aldaar, daadwerkelijk afneemt. Het is mogelijk dat men toch blijft produceren (soja dan wel ander gewas) en dat zo het wereldwijd aanbod toeneemt, met wederom indirecte effecten van dien. Deze effecten liggen ons inziens echter buiten de invloedssfeer van de voederproductie. Hetzelfde geldt voor het in gebruik nemen van landbouwgronden die in Europa vrijkomen als gevolg van liberalisering in WTO-verband. Dit zal gepaard zijn gegaan met verschuiving van productie naar elders, maar ook dit wordt veroorzaakt door andere mechanismen, niet door het verplaatsen van voederproductie naar Europa.

Centrale factor in de aantasting van natuur via landtransformatie is de functionele opbrengst, dat wil zeggen in termen van voederwaarde per hectare per jaar gecorrigeerd voor co-producten. Naarmate de opbrengst hoger is, is er bij gelijke vraag minder land nodig. Als soja wordt vervangen door een eiwitgewas in Europa speelt de opbrengst van dat gewas een grote rol in de vraag wat het risico op (indirecte) landtransformatie is met name als er sprake is van teelt op land dat voordien al in gebruik was. De opbrengst van dit voordien geteelde gewas speelt ook een rol in risico op indirecte landtransformatie.

In Figuur 3 schetsen we een beslisdiagram dat met deze factoren rekening houdt. In het diagram worden diverse opties aangemerkt als onveilig. Dit is op basis van de strikte voorwaarde dat het totaal aan landontginning kleiner is dan nu het geval voor soja. Niet elke hectare landontginning is echter gelijk omdat natuurwaarde en bovengrondse en ondergrondse biomassa verschillen en daarmee dus broeikasgasemissies en verlies aan biodiversiteit. Omdat in het geval van indirecte landtransformatie echter nog moeilijker is aan te tonen hoe de oorzaak-gevolgketens lopen is dit een veilige (conservatieve) benadering.



Figuur 3 Beslisdiagram (hoofdlijnen) voor teelt van eiwitgewas ter vervanging van ZA-soja



Optie A en B zijn twee veilige opties ('no regret', mits voldoende aan de voorwaarde dat er sprake is van goed landmanagement en dus een langdurige hoge opbrengst zonder impact op omringende natuur). Deze spreken min of meer voor zichzelf: gebruik van braakliggend dan wel uitgeput land dat nu niet gebruikt wordt (ook niet als onderdeel van een duidelijke rotatiecyclus) én een lage natuurwaarde heeft (A) of verhogen van opbrengst van bestaande productie (B). Onder de noemer braakliggend land valt ook het land dat naar verwachting vrij zal komen te vallen binnen Europa als gevolg van (indien) liberalisering van de landbouw in WTO-verband (zie bijv. Scenar 2020-studie

(EC, 2006)). Dat deze twee opties een behoorlijke bijdrage kunnen leveren aan vervanging van soja uit Zuid-Amerika zullen we in Paragraaf 3.2 zien.

Daarnaast merken we drie opties aan als potentieel veilig (C, D en E in Figuur 3).

Optie C gaat om nieuwe ontginning in de Europese regio, met het oog op productie van een gewas met hogere functionele opbrengst dan soja. Het is wellicht enigszins verrassend dat nieuwe ontginning een potentieel veilige optie kan zijn. In dit geval is er echter sprake van directe landtransformatie waarvan locatie en omvang met zekerheid zijn vast te stellen (analoog aan soja in Zuid-Amerika, maar hopelijk met het voordeel van beter toezicht binnen Europa). De opbrengst van het vervangende gewas moet wel aanmerkelijk hoger zijn dan voor soja. Met een afschrijving van landtransformatie over 20 jaar, zoals gebruikelijk (o.a. GHG, 2011; PAS 2050) is de factor voor de sojavervanger 5%, ten opzichte van 1,8% voor soja in Zuid-Amerika (zie Tabel 2). Een ruime verdubbeling van de opbrengst zou dit compenseren; daarbij komt nog het feit dat de schadefactoren naar alle waarschijnlijkheid een orde van grootte lager zijn in gematigde zone (zie Tabel 4).

Tabel 4 Gebruikte factoren en methodiek in CE (2011), plus uitbreiding voor nieuwe teelt in Europa

Gewas	Regio	Jaarlijkse groei areaal	Aandeel landtransformatie laatste 20 jaar	Aandeel transformatie van natuur	Schade biodiversiteit	Schade klimaat
		E	F(b)	A(a)	D_BD	D_CC
Soja	Brazilië	3%	47%	78%	30	516
	Zuid-Amerika (ov)	6%	70%	40%	1,79	154
	Overig	0%				
Oliepalm	Alle regio's	6%	70%	66%	59,2	540
<i>Nieuwe teelt (incl. soja)</i>	<i>Europa</i>	<i>Scenario-afhankelijk</i>	<i>Scenario-afhankelijk</i>	<i>Scenario-afhankelijk</i>	<i>0,7(c)</i>	<i>< 100 (schatting)</i>

(a) Waardes voor A overgenomen uit Grieg en Kessler, 2007.

(b) Waarde bepaald volgens $F = ((1+E)^{20}-1)/((1+E)^{20})$.

(c) Ruw cijfer, CE (2010).

Noot: De netto jaarlijkse 'ontbossing' in ha per hectare soja in Brazilië is $F \cdot A / 20 = 47\% \cdot 78\% / 20 = 1,8\%$. De schade aan biodiversiteit per hectare teelt is $F \cdot A \cdot D_{BD} / 20$ voor een 'afschrijf' termijn voor landtransformatie van 20 jaar. Voor klimaatschade als gevolg van ontbossing per hectare teelt is $F \cdot A \cdot D_{CC} / 20$.

Diezelfde uitkomst geldt voor **Optie D** (zie Figuur 3) waarin een gewas dat nu geteeld wordt door nieuwe teelt wordt verdrongen naar een andere locatie. Als de opbrengst van het verdrongen gewas naar waarschijnlijkheid gelijk blijft (opbrengst huidige locatie gemiddeld) en de teelt ervan zal verplaatsen naar een gelijksoortige regio (gematigd) kan de vergelijking met Zuid-Amerikaanse sojateelt gunstig uitpakken voor gewas met hoge opbrengst. In geval van oliezaden moet hiermee heel voorzichtig worden omgegaan vanwege de mogelijkheid van vervanging door bijvoorbeeld palmolie. Als er sprake is van



verdringing van een relatief slecht presterend gewas dan komt Optie C gunstiger uit voor de sojavervanger. De complexiteit van het doorrekenen van opties die onder C vallen ligt in het feit dat de verdringing van het bestaande gewas alleen op basis van aannames kan worden gemodelleerd. Niet alleen de factor E maar zeker ook de factor A uit Tabel 4 kan moeilijk hard onderbouwd worden (zie ook Paragraaf 3.3).

Onder bepaalde omstandigheden kan **Optie E** (zie Figuur 3) een veilige optie zijn. In deze optie gaat het om het introduceren van een extra oogst op grond die al in gebruik is. Een tweede oogst op reeds productief bouwland zal zonder extra landgebruik tot extra productie leiden, mits dit niet ten koste gaat van goed land- en bodembeheer (dit is in alle gevallen een eis). Rotatie, zeker met legumineus gewas, kan echter juist tot beter land- en bodembeheer leiden. Deze optie moet daarom voor zeer specifieke gevallen bekeken worden. Voorbeeld is dat de huidige sojaprijzen op het moment (juli 2012) leiden tot het inzetten van een tweede oogstcyclus door boeren in de VS (zie bijvoorbeeld Wall Street Journal online, 27/06/2012). Vanwege een ongewoon vroege oogst van tarwe is dit een mogelijkheid, hoewel de aanhoudende droogte in de VS uiteindelijk roet in het eten heeft gegooid. De vraag is uiteraard wat de duurzaamheid van dergelijke ad-hoc initiatieven is. Het voorbeeld illustreert ook dat in praktijk een systeem van dubbele oogst erg afhankelijk is van (de variabiliteit van) het weer.

Samenvattend kunnen we zeggen dat er een flink aantal veilige opties is om soja uit Zuid-Amerika te vervangen mits de (functionele!) opbrengst per hectare (ruim) groter is en verdringing van ander gewas naar regio met lagere opbrengst of indirect naar tropische regio vrijwel kan worden uitgesloten. (Dit laatste is bijvoorbeeld een risico bij vervanging van de sojaolie als co-product.) Verhoging van bestaande opbrengst en teelt op braakliggende grond vallen per definitie binnen deze randvoorwaarden. Wat betekent dit in praktijk? Hierop gaan we in de volgende paragrafen in.

Witte vlek: de situatie voor sojateelt in Zuid-Amerika. Parameters voor deze teelt zijn cruciaal in elke kwantitatieve (LCA) vergelijking met vervangend gewas. Voor Brazilië geldt dat er op twee punten onduidelijkheid bestaat:

- De uitbreiding van areaal van jaar tot jaar laat niet zien of er sprake is van land dat vanwege verarming wordt opgegeven. De factor van 3% (Tabel 4) is dus mogelijk een onderschatting. (De nationale nutriëntenbalans is overigens positief voor Brazilië voor N, P en K).
- Er is sprake van meerdere oogsten per jaar, volgens sommige 'zachte' bronnen zelfs drie sojaoogsten per jaar op één stuk land. Wat hardere informatie wijst op dubbele oogst van soja en 'safrinha' maïs (of katoen en of rijst). Om welk deel van het totaal areaal het gaat is niet precies vast te stellen op basis van standaard statistieken. Uit Galford et al. (2011) kunnen we afleiden dat in de provincie Mato Grosso op 40% van het areaal sprake is van dubbele oogst. Een halvering van toerekening van landgebruik aan soja in Brazilië zoals in de Ecoinvent LCI-database geeft dus waarschijnlijk een onderschatting van de impacts, zeker als er sprake zou zijn van een zeer verschillende economische opbrengst van de twee oogsten.



3.2 Mogelijke gewassen

In deze paragraaf wordt een aantal gewassen en productielocaties onder de loep genomen en afgezet tegen de randvoorwaarden die hiervoor zijn gedefinieerd. Het is niet de bedoeling realistische scenario's te maken, maar om opties te schetsen met orde-grootte schattingen.

Conclusie is dat opbrengstverhogingen van bestaande productie in diverse landen een relevante hoeveelheid voedergewassen kan opleveren zonder risico op indirecte landtransformatie. De teelt van soja in Europa lijkt in een aantal gevallen een veelbelovende optie.

Is het waarschijnlijk dat eiwitrijke gewassen kunnen voldoen aan de in Paragraaf 3.1 geformuleerde randvoorwaarden? Vahl (2009) laat zien dat de eiwitopbrengst per hectare voor geen van de onderzochte gewassen zo hoog is als die van soja¹⁹. Eiwitgehalte is echter maar één mogelijke invulling van functionaliteit. Meer specifiek zouden zijn de maten VEM/kg (melkvee), NE/kg (varkens) of ME/kg (kippen). In Kamp et al. (2008) wordt een hele lijst voederwaarden per gewas gegeven. Met een snelle berekening blijkt dat voor de hoogste opbrengsten per hectare binnen Europa lupinen iets beter scoren dan Zuid-Amerikaanse sojabonen (hele boon; 2,9 ton/ha) wat betreft ruw eiwit en VEM per hectare. Hetzelfde geldt voor erwten en veldbonen als varkensvoer (NE/ha) en als kippenvoer (ME/ha). Als er echter kans is op verdringen van een ander gewas is dit niet voldoende, zoals we hebben gezien in Paragraaf 3.1, en een dubbele functionele opbrengst ten opzichte van Braziliaanse soja lijkt vrijwel onhaalbaar.

Het geeft echter aan dat er met het verhogen van opbrengsten van bestaande teelt nog heel wat te behalen is. Vahl (2009) rekent een scenario voor sojavervanging door waarbij 10% van de huidige productie van erwten zou worden ingezet als varkensvoer. Dit is een significant beslag op het bestaande marktevenwicht, maar 10% extra productie zou behaald kunnen worden via verhoging van opbrengsten op bestaand productieland in Spanje. De opbrengst in 2009 was 1 ton/ha ten opzichte van 5 ton/ha voor de meest productieve landen in Europa²⁰. Meer dan 25% extra productie zou behaald kunnen worden met hypothetische verhoging van de opbrengst per hectare in Oekraïne en Rusland (van 1,8 ton/ha naar 2,7 ton/ha).

Zijn dergelijke verhogingen van opbrengsten technisch haalbaar? In Oekraïne en Rusland zeer waarschijnlijk wel (geen harde bronnen, maar veel berichten op agri-business nieuwssites). Over hoe realistisch het is doen we hier geen uitspraak. De berekeningen zijn bedoeld als context, bij wijze van bierviltje. Er is geen rekening gehouden met rasverbetering van gewassen zoals soja, waardoor opbrengsten in gematigde klimaatzones hoger zullen worden.

¹⁹ Vahl (2009) gaat uit van 2,6 ton soja/ha.

²⁰ FAOSTAT, geraadpleegd op 15/08/2012.

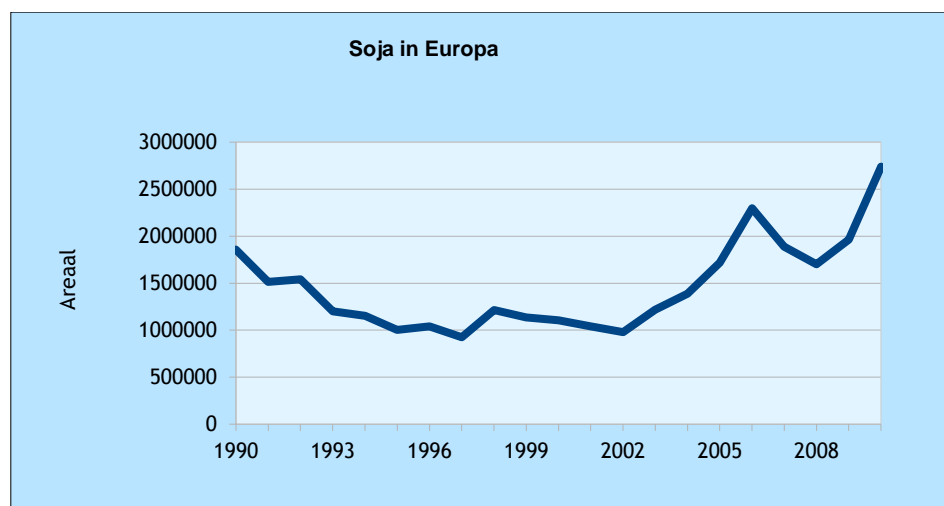


Europese soja

Een interessante vraag is, of Europese soja een optie kan zijn. Met het oog op het belang van co-producten en voederwaarde wordt een vergelijking tussen soja uit Zuid-Amerika met Europees eiwitgewas aanmerkelijk makkelijker, en minder afhankelijk van keuzes betreffende allocatie naar co-producten, als dit laatste ook soja is. De functionaliteit van het product is dan in ieder geval (vrijwel) gelijk. Daar komt nog bij dat de huidige beleidslijn van terugdringen van fosfor in varkensmest via de voerroute (Mestbrief, 2011) mogelijk nog tot extra vraag naar juist soja gaat leiden (LEI, 2011), evenals overigens erwten.

Sojateelt in Europa heeft een langere geschiedenis dan men zou denken en het totale areaal is in het laatste decennium ruim verdubbeld (Figuur 4). De zes grootste producenten (meer dan 1 miljoen hectare sinds begin 21ste eeuw) zijn Frankrijk, Italië, Roemenië, Servië, Oekraïne en Rusland (Russische Federatie). In de laatste twee landen is de productie enorm in opkomst, maar de opbrengst is erg laag (zie Figuur 4).

Figuur 4 Totaal geogst areaal in Europa



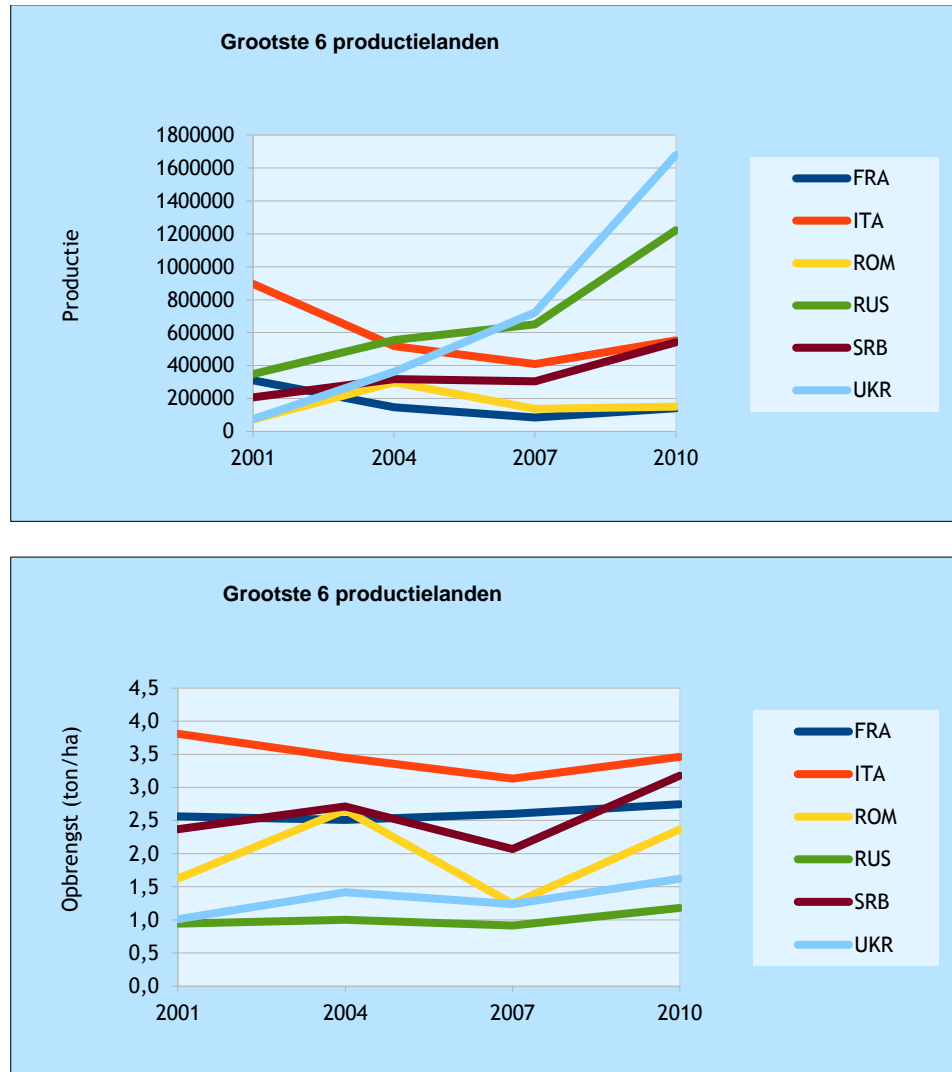
Bron: FAOSTAT.

In Frankrijk en Italië is de opbrengst hoger of gelijk aan die in Brazilië (2,6 ton/ha gemiddeld voor 2001-2010, FAOSTAT, maar zie 'Witte vlek' aan eind van Paragraaf 3.1). Een interessante gedachte is dat de opbrengsten in Oekraïne en Rusland wellicht meer dan verdubbeld zouden kunnen worden. Beide landen hebben een negatieve nationale nutriëntenbalans voor N, P en K (o.a. FAO, 2005). Een verdubbeling van de productie in deze twee landen, ten opzichte van 2010, zou 2,9 Mton extra soja opleveren, voldoende voor de sojaconsumptie door de Nederlandse veestapel (zie Paragraaf 1.1). In 2011 kwam overigens al 4% van de import van sojabonen door EU-27 uit Oekraïne²¹, een toename met ruim een factor 3 ten opzichte van 2010.

²¹ UN Comtrade handelsdatabase.



Figuur 5 Productie en opbrengst voor grootste productielanden in Europa

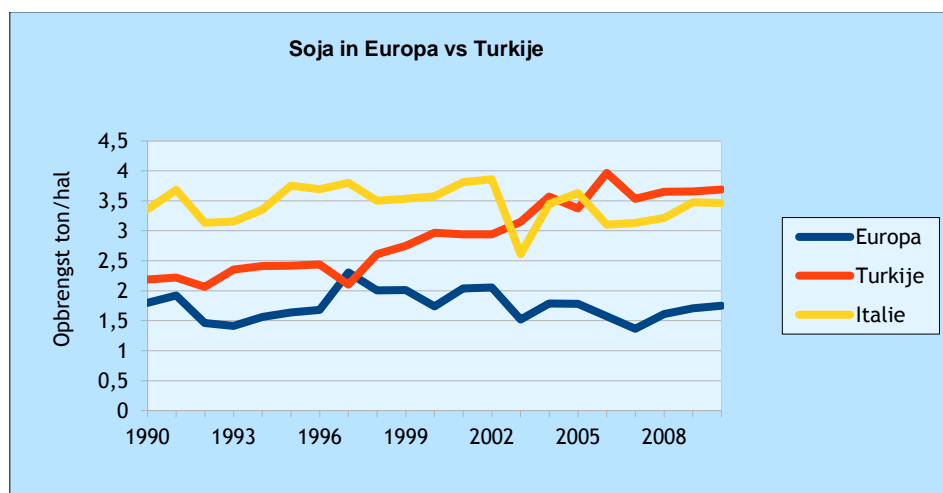


Een ander land om naar te kijken is Turkije. De opbrengst per hectare van soja is in Turkije inmiddels even groot als in Italië of zelfs iets groter (3,6 ton/ha, zie Figuur 6) maar areaal is nog zeer beperkt. Er is in Turkije echter veel braakliggende grond²² die mogelijk ingezet kan worden. Met 4 miljoen hectare en 3,4 ton/ha zou een opbrengst van 13,6 Mton soja mogelijk zijn, ofwel een derde van de Europese vraag (zie Paragraaf 1.1). Als we dezelfde oefening doen voor Roemenië (1 miljoen ha braakliggend, 2 ton/ha opbrengst) en Spanje (3,7 miljoen hectare braakliggend, 2,6 ton/ha opbrengst) dan gaat het om een extra opbrengst van 25 Mton soja (zie Tabel 5 hieronder).

²² Eurostat Agricultural tables, 'fallow land' data voor 2006-2008, geraadpleegd op 31/07/2012.



Figuur 6 Opbrengst ontwikkeling voor Europa gemiddeld, Italië en Turkije



Bron: FAOSTAT.

Tabel 5 Schatting potentiële productie braakliggend land

	Braakliggend (miljoen ha, Eurostat)	Opbrengst ton/ha, FAOSTAT, gemiddeld 2001-2010	Potentiële extra productie, Mton
Turkije	4 (2006-2008)	3,4	13,6
Roemenië	1 (2006-2011)	2,0	2,0
Spanje	3,7 (2006-2010)	2,6	9,7
			Totaal = 25

Met 25 Mton aan soja uit teelt op braakliggend land, dat wil zeggen zonder risico op indirecte landtransformatie, kan worden voldaan aan bijna twee derde van de totale import door de EU-27 en ruim drie kwart van de import uit Zuid-Amerika (zie Paragraaf 1.1).

In Nederland is de opbrengst van soja (ontwikkelfase) op dit moment 2,5²³ à 3 ton/ha (Agrifirm pr.comm., 2011). Verwachting voor 2015 is 3 à 3,5 ton/ha en op lange termijn 4 à 5 ton/ha (Agrifirm, pr.comm.). Als 10% van het landbouwoppervlak in Nederland (230 duizend hectare) in de toekomst voor sojateelt gebruikt zou worden, geeft dat een totale productie van de orde van 1 Mton. De mogelijkheden binnen Nederland zijn beperkt, ondanks vooruitzichten op goede opbrengsten. Daarbij komt nog dat in Nederland de opbrengsten van andere gewassen, zoals tarwe, relatief hoog zijn en het risico op indirecte landtransformatie dus groot zoals uiteengezet in Paragraaf 3.1 (zie ook hieronder in Paragraaf 3.3).

Deze berekeningen zijn bedoeld als gedachtenexperiment. Om vast te stellen of de uitkomsten ook in praktijk reëel zijn en wat daarbij zou komen kijken (extra bemesting, etc., en daaraan gerelateerde emissies en impacts) is een veel gedetailleerdere analyse nodig. Daarnaast is natuurlijk de vraag in hoeverre Turkije, Oekraïne en Rusland binnen de regio van (Noordwest) Europese veeteelt vallen. Merk op dat in het beeld van regionale veeteeltvoersystemen de veeteelt niet per se hoeft te blijven waar ze nu is.

²³ VeeteeltVlees, maart 2012 (zie www.veeteeltvlees.nl).



3.3 Kwantitatieve vergelijking

In deze paragraaf zetten we een aantal kwantitatieve gegevens voor sojateelt in verschillende landen en situaties expliciet naast elkaar. De gegevens zijn deels in vorige paragrafen al besproken.

Conclusie: We zien dat wanneer sojateelt als nieuw gewas tot verdringing van tarwe leidt, de casus voor Nederlandse soja niet zo gunstig is wat betreft netto landgebruik en landtransformatie. Toename van productie in Italië en Turkije pakt gunstiger uit, zeker als braakliggend land wordt gebruikt. De schade van natuurtransformatie binnen Europa is overigens in het algemeen kleiner dan in Zuid-Amerika, mits geen onverwachte verschuivingen in landgebruik optreden.

In de tabel staat NGA voor netto groei areaal. Voor Brazilië hebben we gezien dat de factor hiervoor 3% jaarlijks is en voor Argentinië 6% (Tabel 4 in Paragraaf 3.1). Voor Nederland hebben we een theoretische schatting gemaakt op basis van verdringing van tarwe, die vervolgens over 20 jaar wordt 'afgeschreven'. Opbrengst hiervoor is hoog in Nederland, dus kans op netto toename van het areaal (voor soja + tarwe) is ook hoog (casus 1,4). Daarnaast kijken we ook naar twee gevallen waarin de verdringing minder toename van areaal tot gevolg zou hebben (casus 2,3). Voor Italië gaan we in deze vergelijking uit van de huidige productie en is dus geen sprake van uitbreiding van het areaal. Op basis van de tarweopbrengsten kunnen we wel stellen dat de kans op indirecte effecten, indien wel sprake is van uitbreiding, iets lager is dan gemiddeld.

NLT staat voor (Natural Land Transformation). Voor Brazilië is dit 1,8% (zie Paragraaf 3.1). Voor Nederland is de factor die zegt welk deel van de transformatie ten koste gaat van natuur een grote onbekende en veel meer dan aan willekeurige aannamen van 50% maken kunnen we niet doen. BD staat voor biodiversiteit (zowel impact factor, per hectare NLT, als resultaat, in schade per kg soja).



Tabel 6 Vergelijking van fictieve casus als illustratie van mechanismen; parameters deel theoretisch (o.a. opbrengsten toekomst en aandeel natuur in landtransformatie voor NL). Cijfers tussen haakjes zijn niet relevant voor de casus maar wel voor eventuele andere scenario's

	NL(1)	NL(2)	NL(3)	NL(4)	UKR	TUR	ITA	BRA	ARG	
	Nu	2015 (gunstig)	2025 (± gunstig)	2025	nu + extra opbrengst	Nu	Nu	Nu	Nu	
Opbrengst	3	3.5	4	4	1,4	3,4	3,4	2,6	2,6	Ton/ha (FAO, zie 4.2)
Extra					0,6					Schatting
Areaal	10	10	10	10	1.000	4.000	160	22.000	17.500	1.000 ha (zie 4.2)
Type	Verdring	Verdring	Verdring	Verdring	Opbrengst+	Braak	Huidig	Huidig	Huidig	Scenario (zie 4.2)
Tarwe	7,8	7,8	7,8	7,8	(2,9)	(2,7)	3,8	(2,5)	(3,0)	Ton/ha (Eurostat, 2011; FAO, 2009/2010)
NGA	8,5%	2,0%	5,0%	8,5%	0,0%	5%	(4%)	3%	6,0%	Zie tekst
NLT	4,25%	1,0%	2,5%	4,25%		0,0%	(?)	1,8%	1,4%	Zie tekst
BD-factor	0,7	0,7	0,7	0,7				30	1,79	Zie tabel in 4.1
								516	154	Ton CO ₂ -eq. LUC/ha NLT (zie tabel in 4.1)
Productie	30	35	40	40	600 (extra)	13.600	544	57.200	45.500	Kton
Land use	3,3	2,9	2,5	2,5	0 (extra)	2,9	2,9	3,8	3,8	m ² /kg
NLT	0,14	0,03	0,06	0,11	0	0		0,07	0,05	m ² /kg
BD-schade	0,1	0,02	0,04	0,07	0	0		2,1	0,1	Schade/kg
LUC	?	?	?	?				3,6(b)	0,83	Kg CO ₂ -eq. LUC per kg soja
Kunstmest	?	?	?	?	0,3(a)	?	?	0,07(b)	?	Kg CO ₂ -eq. embodied per kg soja
Totaal landgebruik t.o.v. BAU(c)	Toename	Afname	Afname	Toename	Afname	Afname	(Gelijk)	(Gelijk)	(Gelijk)	Inclusief areaal eventueel verdrongen gewas

(a) Schatting op basis van gegevens over opbrengstverhogingen per kg extra NPK (FAO, 2005).

(b) Op basis van CE Delft, eigen data.

(c) De mate van toename of afname is sterk afhankelijk van systeemdefinities en wordt hier dus niet gegeven.

De gegevens in Tabel 6 zijn slechts indicatief en bedoeld om mechanismes weer te geven. Een opvallend aspect is dat ook als er sprake is van afname van totaal areaal, zoals in de casus NL2 en NL3, er toch nog sprake kan zijn van transformatie van natuur. Deze is weliswaar lager dan die voor de casus Brazilië en er dus een netto vooruitgang, mits behoorlijk zeker is dat het percentage natuur in de totale landtransformatie (aannee 50% voor casus NL, zie boven) en de BD-factor laag zijn. Voor casus NL3 komt het resultaat voor 'NLT' al dichtbij de casus Brazilië.

Een ander aspect is het effect van toenemende bemesting. Hoewel de beschouwing hier verre van compleet is, geeft een indicatieve toename van 150 kg per hectare (P205+K20) in bemesting in de casus Oekraïne al een extra emissie van broeikasgassen - *alleen als gevolg van de productie van de kunstmest* - die bijna 10% is van de 'land use change'-emissies geassocieerd met soja uit Brazilië.

3.4 Water

In deze paragraaf gaan we kort in op de rol van water.

Conclusie: De verstoring van de waterkringloop hangt nauw samen met ontbossing en grootschalige monocultuur en geeft zodoende een extra reden om ontbossing te willen tegengaan. Watergebruik in de akkerbouw zelf speelt geen grote rol in milieueffecten.

De grootschalige monocultuur die soja veelal is, in een gebied met van oorsprong grote hoeveelheden biomassa per hectare, kan de regionale hydrologische balans veranderen. Zeker waar het regenwoud betreft is de natuurlijk evapotranspiratie veel hoger dan van een gewas als soja. Er zouden effecten kunnen optreden als verminderde regenval (zie Hayhoe et al., 2011), toenemend risico op overstroming en verzouting (Nosetto et al., 2012). In een vergelijking van waterafvoer in stroomgebieden met bos respectievelijk soja of grasland laten Hayhoe et al. (2011) zien dat de afvoer in stroomgebieden waar soja wordt geteeld belangrijk hoger is dan elders.

Citaat uit Hayhoe et al., 2011:

“Exporting a greater proportion of available water across cleared areas is likely to have climate consequences for the region. The Amazon is estimated to generate 25-50% of its own precipitation through the evapotranspirative pumps that are its trees (Eltahir & Bras, 1994; Fearnside, 2005). Deforestation decreases the rate of this recycling, leaving increased volumes of water to be exported through stream conduits from the local system. Losing what was once locally recycled water via increased stream export also has the potential to create a feedback resulting in reduced local precipitation leading to a drier regional climate, thus contributing to the pattern of drying, or forest dieback, predicted for southern Amazon forest (Shukla et al., 1990; Oyama & Nobre, 2003; Malhi et al., 2008; Nepstad et al., 2008; Coe et al., 2009).”



Er is sprake van irrigatie van soja in verschillende regio's in Brazilië, maar in het algemeen is hiervoor voldoende water beschikbaar²⁴. Irrigatie hoeft daarmee geen problemen te veroorzaken wat betreft de waterhuishouding. Een goede beoordeling daarvan is echter alleen mogelijk voor een gegeven locatie en gegeven managementregime.

Het lijkt een veilige conclusie om vast te stellen dat de effecten op de waterhuishouding nog een extra reden geven om ontbossing in de Amazone en omliggende gebieden te willen stoppen. Regionale veevoerproductie kan hieraan bijdragen binnen dezelfde voorwaarden als gesteld in Paragraaf 3.1, dat wil zeggen inclusief goed watermanagement.

3.5 Intrinsieke waarde

Deze paragraaf geeft een kort beschouwing van de intrinsieke biodiversiteitswaarde van landbouwgrond zelf.

Conclusie: Hoewel speculatief, is de verwachting dat de intrinsieke waarde van een divers landbouwsysteem met een rijke natuurwaarde/biodiversiteit tevens bijdraagt aan behoud van bodemrijkdom en voorkoming van verarming van de bodem.

Behalve landtransformatie heeft ook landgebruik invloed op natuurwaarde. Het gaat dan om het perceel zelf en de daarop voorkomende biodiversiteit plus de randeffecten op eventueel aangrenzende natuur. Hierin zitten ogenschijnlijk behoorlijke verschillen en intensieve monocultuur scoort slecht, maar afgezet tegen landtransformatie vallen deze factoren in het niet (zie beschouwingen in CE, 2010). De invloed van eenvormigheid binnen het gewas (bijvoorbeeld GMO) heeft een nog kleiner effect.

Het belangrijkste effect van lage intrinsieke natuurwaarde/biodiversiteit van een landbouwsysteem is waarschijnlijk het feit dat dit gepaard gaat met verarming van de grond en dus op termijn met lage opbrengsten en noodzaak tot landtransformatie. Dit is echter speculatief, want er zijn nauwelijks systematische langjarige onderzoeken.

²⁴ Volgens AQUASTAT, data voor ongeveer jaar 2000.



4 Broeikasgassen

Stelling: sojavervanging leidt tot minder broeikasgasemissies

De onderbouwing van deze stelling komt grotendeels overeen met de bespreking in Hoofdstuk 3. We gaan daarom alleen kort in op de emissies van broeikasgassen als gevolg van landgebruik en landtransformatie (Paragraaf 4.1) met extra aandacht voor N₂O-emissies van stikstofbemesting bij gebruik van dierlijke mest (Paragraaf 4.2).

4.1 LULUC-emissies

In deze paragraaf gaan we in op emissies ten gevolge van landgebruik (Land Use) en landtransformatie (Land Use Change) in relatie tot het vermijden van Zuid-Amerikaanse soja.

Vanwege de dominantie van LUC-emissies in het totale plaatje van broeikasgasemissies van teelt, zijn de conclusies hetzelfde als in Paragraaf 3.1: randvoorwaarden voor veilige vervanging van soja uit Zuid-Amerika zijn een hoge functionele opbrengst per hectare, geen verdringing van een bestaand gewas naar regio met lage productiviteit of naar tropische zones en een goed bodembeheer. Dit laatste speelt voor klimaateffecten nog meer dan voor natuurverlies.

Voor emissies van broeikasgassen (BKG) door landtransformatie (land use change, LUC-emissies) gelden dezelfde overwegingen als voor verlies aan natuur. We kunnen dus in grote lijnen dezelfde conclusies trekken als in Paragraaf 3.1. Ook voor BKG-emissies geldt dat de schadefactor voor directe of indirecte landtransformatie (LUC) als gevolg van teelt in Europa naar alle waarschijnlijkheid kleiner zal zijn dan voor soja in Zuid-Amerika en zeker kleiner dan voor teelt in Brazilië (zie Tabel 4 in Paragraaf 3.1).

Gemiddeld genomen geeft de teelt van soja een klimaatimpact van ongeveer 0,6 kg CO₂-eq./kg (exclusief landtransformatie, transporten en verwerking). Ruim 55% hiervan is gevolg van directe en indirecte N₂O-emissies van landgebruik (ook als gevolg van stikstofvastlegging door gewas). De LUC-emissies die hier nog bij komen zijn 0,8 kg CO₂-eq./kg soja voor Argentinië en 3,5 kg CO₂-eq./kg soja voor Brazilië (methodiek en gegevens als in CE, 2011). Hoewel deze cijfers onzeker zijn vanwege de complexiteit van landtransformatie, illustreert dit goed hoe extreem de invloed van landtransformatie kan zijn; zoals in Paragraaf 3.1 is gezegd betreft dit een jaarlijkse areaal uitbreiding van 3 tot 6% (Tabel 4).

Als de productie van veevoergewassen plaats vindt op braakliggend land of door middel van verhoging van opbrengsten op bestaande landbouwgrond, zullen netto extra BKG-emissies ontstaan vanwege landmanagement (land use, LU). Deze vallen echter in het niet ten opzichte van de LUC-emissies van landtransformatie in tropische zones. Wel merken we op dat de stikstofbemesting in Europa hoog is; in het scenario voor vervanging van soja door een aantal andere voedergewassen dat wordt besproken in Vahl (2009), is de totale N-gift meer dan 20 keer hoger.



Dit geeft niet alleen extra N₂O-emissies op het land, maar ook extra BKG-emissies tijdens de productie van kunstmest en dit laatste geldt natuurlijk ook voor fosfaat en kalium bemesting. In Paragraaf 3.3 is geschat dat extra bemesting in de casus Oekraïne een kleine maar niet verwaarloosbare BKG-emissie geeft in vergelijking tot de LUC-emissies van Braziliaanse sojateelt. Volgens Vahl (2009) wordt ook driemaal zoveel bestrijdingsmiddel toegepast en ook daar zit een bijbehorende carbon footprint aan vast. De afweging tussen vermindering van LUC-emissies en verandering in overige BKG-emissies kan alleen voor een specifieke casus gemaakt worden.

Onder emissies van 'land use' valt ook CO₂ als gevolg van verlies van organische stof uit de bodem. De teeltpraktijk heeft hier behoorlijke invloed op, via bijvoorbeeld al dan niet ploegen, het achterlaten of terugvoeren van gewasresten, gebruik van organische bemesting, etc. Hierbij moet vaak een afweging gemaakt worden tussen organische stof en ongewenste stikstofgerelateerde emissies (zie hieronder).

4.2 N₂O-emissies dierlijke mest

In deze paragraaf kort aandacht voor N₂O-emissies van stikstofbemesting bij een veranderd bemestingsregiem door gebruik van dierlijke mest in plaats van kunstmest.

Conclusie: Een veranderd bemestingsregiem met (meer) dierlijke mest in plaats van kunstmest zal verschillen in N₂O-emissies opleveren. Door de veelheid aan beïnvloedende factoren valt echter niet te zeggen hoe groot en of er een toe of afname zal plaatsvinden.

Als sluiting van de voer-mestkringloop één van de eigenschappen van regionale voerproductie is, dan zal er dus een heel ander bemestingsregime op akkerbouwgronden ontstaan. Niet alleen zal in sommige gevallen kunstmest door dierlijke mest worden vervangen, in andere gevallen zal de hoeveelheid (dierlijke) bemesting afnemen omdat nu sprake is van overbemesting (binnen gebruiksnormen). Zoals in Paragraaf 2.5 beschreven werkt dierlijke mest anders dan kunstmest, maar het is niet te zeggen wat de effecten zullen zijn op de totale N₂O-emissie. Directe en indirecte emissies van N₂O uit dierlijke mest (per kg N toevoer) zijn niet altijd hoger. Het verschil tussen de IPCC-default en de Nederlandse emissiefactoren (Protocollen, 2011) geeft aan dat er in de praktijk verschillen optreden waarschijnlijk als gevolg van verschillen in bemestingsregime, -techniek, grondsoort, gewas, etc.



5 Transport

Stelling: sojavererving leidt tot minder milieuschade vanwege transport

Bij deze stelling spelen afstand, maar ook modaliteit en tot op zekere hoogte route een rol. We geven een kwantitatieve beschouwing van broeikasgas-emissies voor een aantal realistische transportsenario's.

Conclusie: Het is niet de afstand, maar de modaliteit van transport die de hoogte van de milieu-impact bepaalt. Vervoer over de weg is daarbij de cruciale factor. De factor transport blijkt hierdoor een belangrijkere rol in klimaatverandering te kunnen hebben dan eerder gedacht (tot naar schatting 20% van totale carbon footprint van soja in Europa). Afstanden van meer dan 1.000 km over de weg binnen Europa (en elders) moeten worden vermeden om verlaging van impacts van transport van voer te geven ten opzichte van voertransport vanuit Zuid-Amerika.

Transport krijgt veel aandacht in de publieke opinie in de vorm van de zogeheten 'food miles'. Het zijn echter niet zozeer (alleen) de afstanden die belangrijk zijn voor milieueffecten, maar vooral het type vervoermiddel. Zoals blijkt uit Tabel 7 lopen energiegebruik en emissiefactoren enorm uiteen. Vervoer per bulk tanker (35.000-60.000 d.w.t.) zoals gebruikt voor soja is een factor 10 efficiënter dan enig ander vervoermiddel.

Tabel 7 Energie- en emissiefactoren voor vervoermiddelen

Modaliteit	MJ/tonkm	kg CO ₂ -eq./tonkm
Bulk carrier typical for soy	± 0.1	0.00571
River barge	0.65	0.05
Train	0.75	0.05
Road	2	0.12
Road (small)	4	0.25
Road (medium)	2.3	0.13
	Op basis van IMO, 2009	

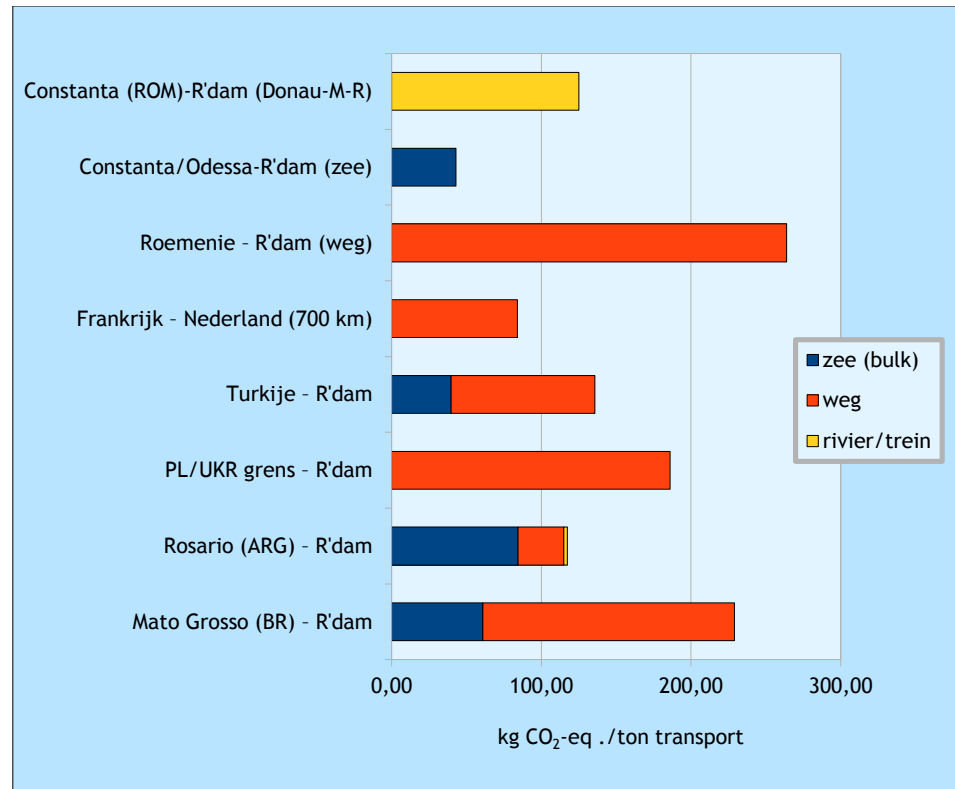
Het is dan ook niet het intercontinentale vervoer dat een grote bijdrage levert aan de footprint van soja. Een snelle berekening geeft een bijdrage van 60 g CO₂-eq./kg en dat is ongeveer 7% (zonder LUC-emissies). Het vervoer in Brazilië naar de haven heeft echter een veel grotere potentiële bijdrage. Vanuit Mato Grosso, een binnenlandse sojaproducerende provincie, is het zo'n 1.400 km naar de haven Santarem (relatief lange afstand voor binnenlands transport) en dit geeft een bijdrage van 20% aan de totale klimaatimpact van soja bij aankomst in Nederland²⁵. Voor soja uit Argentinië, met een gemiddeld kortere afstand naar haven Rosario (zie Bijlage B) en langere afstand naar Rotterdam zijn de bijdragen 11% (zee) en 4% (land). Aan de totale klimaat-impact van het dierlijke eindproduct dragen zowel transport via zee als via

²⁵ Deze berekening geldt voor volle boon, dus nog zonder verwerking (milling).



weg ongeveer 4% bij²⁶. In Figuur 7 zien we dat transport binnen Europa via de weg vrijwel evenveel energie en BKG-emissies tot gevolg kan hebben. Wegtransport over 500 km geeft een zelfde BKG-emissie als het transport over water vanuit Brazilië (Santarem) naar Rotterdam. Wegtransport over 1.000 km geeft een zelfde BKG-emissie als het totale transport vanuit Argentinië naar Rotterdam, inclusief voortransport in Argentinië. Wegtransport over 2.000 km geeft een zelfde emissie als het totale transport vanuit Brazilië naar Rotterdam, inclusief voortransport volgens de gebruikte casus.

Figuur 7 Ordegrootte van emissies van transport voor aantal voorbeelden



Als gebruik kan worden gemaakt van waterwegen dan is de impact van transport lager. De route Zwarte Zee-Rotterdam geeft toegang tot landen als Roemenië en Oekraïne met relatief lage transportemissies (er is nog steeds voorvervoer over land nodig). Voor bijvoorbeeld Hongarije is vervoer via Donau, Main en Rijn een goede optie, met min of meer vergelijkbare emissies als transport over kortere afstand via weg (bijvoorbeeld Frankrijk).

Voor luchtvervuilende emissies is het plaatje overigens complexer. In het dichter bevolkte Europa zullen deze tot meer gezondheidsschade leiden, maar daar staat tegenover dat emissie-eisen aan wegvervoer strenger zijn. De vervuilende emissies per tonkm zullen dus hoger zijn in Zuid-Amerika, maar gezondheidsschade is belangrijk lager vanwege lagere bevolkingsdichtheid²⁷. In praktijk zouden deze twee factoren elkaar kunnen uitmiddelen.

²⁶ Varkensvlees, conventionele productie, CE Delft-database. Een deel van het wegtransport betreft transport van vlees, maar vanwege lager gewicht is dat deel klein.

²⁷ De effecten op ecosysteemkwaliteit laten we hier buiten beschouwing.



Voor riviertransport gelden ook emissienormen maar deze zijn minder strikt (zie CE, 2012). Voor oceaantransport gelden geen emissienormen en vanwege het type brandstof dat gebruikt wordt zijn emissies per tonkm van met name SO₂ erg hoog. Ook hiervoor geldt dat gezondheidsschade laag is, hoewel ook emissies op de oceaan nog effecten hebben over lange afstand en in de buurt van de havens de bevolkingsdichtheid natuurlijk wel hoog is. De recente analyse van watertransport via rivier en kustvaart (CE, 2012) geeft nog veel extra informatie over vergelijkingen tussen modaliteiten.



6 Eindbeschouwing en conclusies

6.1 Beschouwing van de stellingen

Wat betreft de vier stellingen stellen we vast dat deze in veel gevallen opgaan, maar dat wel voldaan moet worden aan strikte randvoorwaarden. Bestuurlijke aspecten spelen een rol in de argumentatie, naast milieukundige.

Een opmerking over de mogelijkheid om de sojaproductie in Zuid-Amerika te verbeteren - in grote lijnen volgens dezelfde voorwaarden - is hier op z'n plaats. Er zijn veel maatregelen denkbaar die hetzelfde effect zouden behalen als in de stellingen beoogd wordt (met uitzondering van vermindering transport). De vraag is dan of - ceteris paribus - het transport voldoende reden biedt om alsnog voor regionalisering te pleiten. In een beeld van duurzame voedselvoorziening passen lange transportafstanden niet goed, al helemaal niet volgens de publieke opinie. In principe geldt echter voor alle consumptie dat zo kort mogelijk transport beter voor het milieu is. Veeteelt heeft hierin wel een speciale rol, omdat er sprake is van veel gewichtsverlies in de keten. Per kg product moet 6 kg voer worden vervoerd en bij kringloopsluiting nog eens 20 kg mest.

Zoals ook wordt gesteld in Janssen en Oenema (2008) moet dus ofwel het gewicht verminderen - hogere voerconversie en mestraffinage - ofwel het vee moet naar het voer toe. De eerste optie past in een meer vrije interpretatie van kringloopsluiting en is in lijn met huidige ontwikkelingen. Het is een zeer energie-intensieve optie²⁸. De tweede optie past bij een striktere interpretatie van kringloopsluiting en sluit aan bij het idee van regionalisering. Deze optie vergt minder energie maar leidt mogelijk tot lagere opbrengsten. Bovendien is een totale systeemverandering nodig, waarin voer en mest op elkaar worden afgestemd in plaats van als bulkgoederen beschouwd. In zekere zin is dit een soort 'design for recycling'.

Standaard 'rechtlijnige' LCA volgens huidige kennis geeft geen voldoende beeld van de voordelen van regionale voedselproductie, maar wel van de valkuilen en kan bijvoorbeeld goed gebruikt worden bij het bepalen welke gewassen wel of niet een milieuvoordeel opleveren t.o.v. Zuid-Amerikaanse soja. Dit lijkt op de discussie omtrent materiaalrecycling en Cradle-to-Cradle (C2C) denken. Het C2C-gedachtegoed is een uitstekende leidraad, maar er zijn negatieve aspecten (tijdens de onvermijdelijke overgangperiode van status quo naar de ideale wereld) die we niet simpelweg moeten negeren.

Regionale voederproductie ligt in zekere zin in het verlengde van één van de C2C-gedachten: biologische kringlopen zorgen voor zichzelf. Dit gaat alleen op als er geen grootschalige verplaatsing van nutriënten optreedt. Een systeem waarin nutriënten in een redelijke compacte regio blijven, zodat er geen noodzaak is tot lange transporten of energie-intensieve bewerking, is dus in principe aantrekkelijk. De vraag is echter of er in de transitieperiode niet een toename van milieueffecten zal optreden.

²⁸ Ook in een toekomst met volledig hernieuwbare energie is energie-efficiëntie van belang.



6.2 Conclusies

Stelling 1: Sojavervanging maakt sluiten van mineralenkringlopen bereikbaar

Geconcludeerd kan worden dat voor alle ingrediënten van mest, behalve stikstof, het sluiten van de kringloop nuttig is. Voor volledige sluiting van kringlopen moeten er meer stappen worden gezet dan vervanging van soja. Regelgeving is niet per se bevorderlijk voor het sluiten van de kringloop met dierlijke mest, o.a. door onduidelijke status van mest. De werking van nutriënten is minder gunstig in dierlijke mest vergeleken met kunstmest. Sluiten van kringlopen met dierlijke mest vereist nauwkeurige afstemming van toepassing en teelt in verband met vaste verhoudingen N, P en K. Bewerking van mest verhelpt dit probleem maar is energetisch minder efficiënt. Anderzijds is transport van niet tot licht bewerkte mest over afstanden langer dan enkele honderden kilometers niet milieukundig aantrekkelijk. In alle gevallen moeten er praktische uitdagingen overwonnen worden op het vlak van nutriëntmanagement om operationalisatie van sluiting van kringlopen mogelijk te kunnen maken. Algemene conclusie voor deze stelling is daarom dat onder voorwaarden sojavervanging het sluiten van mineralenkringlopen bereikbaar maakt.

Stelling 2: Sojavervanging leidt tot minder natuurschade (landtransformatie)

Er is een flink aantal veilige opties om soja uit Zuid-Amerika te vervangen, mits er sprake is van een hoge functionele opbrengst per hectare, geen verdringing van een bestaand gewas naar regio met slechte productie of naar tropische zones en een goed bodembeheer. Verhoging van bestaande opbrengst en teelt op braakliggende grond vallen per definitie hierbinnen. Opbrengstverhogingen van bestaande productie in diverse landen kunnen een relevante hoeveelheid voedergewassen opleveren zonder risico op indirecte landtransformatie. De teelt van soja in Europa lijkt in een aantal gevallen een veelbelovende optie.

Wanneer sojateelt als nieuw gewas tot verdringing van tarwe leidt, de casus voor Nederlandse soja niet zo gunstig is wat betreft netto landgebruik en landtransformatie. Toename van productie in Italië en Turkije pakt gunstiger uit. De schade van natuurtransformatie binnen Europa is in het algemeen kleiner dan in Zuid-Amerika. De verstoring van de waterkringloop hangt nauw samen met ontbossing en grootschalige monocultuur en geeft zodoende een extra reden om ontbossing te willen tegengaan. Ook voor deze stelling geldt dat mits in achtneming van een aantal voorwaarden, hieraan wordt voldaan, onder meer in de teelt van soja op braakliggende gronden in Europa of direct omliggende gebieden.

Stelling 3: Sojavervanging leidt tot minder broeikasgasemissies

Vanwege de dominantie van broeikasgasemissies door land use change (LUC) in het totale plaatje van broeikasgasemissies van teelt, zijn de conclusies grotendeels hetzelfde als voor Stelling 2. Randvoorwaarden voor veilige vervanging van soja uit Zuid-Amerika zijn een hoge functionele opbrengst per hectare, geen verdringing van een bestaand gewas naar regio met lage productiviteit of naar tropische zones en een goed bodembeheer. Dit laatste speelt voor klimaateffecten nog meer dan voor natuurverlies. Een veranderd bemestingsregiem met (meer) dierlijke mest in plaats van kunstmest zal verschillen in N₂O-emissies opleveren. Door de veelheid aan beïnvloedende factoren valt echter niet te zeggen hoe groot en of er een toe- of afname zal plaatsvinden.



Uitgaande van deze randvoorwaarden wordt ook aan deze stelling voldaan. Wel bestaat er nog onduidelijkheid over de rol van N₂O-emissies.

Stelling 4: Sojavervanging leidt tot minder milieuschade vanwege transport

Het is niet de afstand, maar de modaliteit van transport die de hoogte van de milieu-impact van het transport van veevoer bepaalt. Vervoer over de weg is daarbij de cruciale factor. De factor transport blijkt hierdoor een belangrijker rol in klimaatverandering te kunnen hebben dan eerder gedacht (tot naar schatting 20% van totale carbon footprint van soja in Europa). Afstanden van meer dan 1.000 km over de weg binnen Europa moeten worden vermeden om verlaging van impacts van transport van voer te realiseren ten opzichte van voertransport vanuit Zuid-Amerika. In een aantal concrete gevallen is aantoonbaar dat er relevante lagere broeikasgasemissies worden gerealiseerd door transport indien soja uit Zuid-Amerika wordt vervangen door transport van vergelijkbare producten vanuit of van nabij Europa.

Algemene conclusie over de vier stellingen is dat deze, onder duidelijk af te bakenen voorwaarden en voor concrete situaties, over het algemeen op hoofdlijnen zijn te onderbouwen. De conclusies hebben alleen betrekking op milieukundige overwegingen. Andere overwegingen die ook van invloed kunnen zijn, zoals economische haalbaarheid, zijn niet meegenomen in dit onderzoek. De scope van dit onderzoek is beperkt tot het onderzoeken van algemene principes die deels kwalitatief en deels kwantitatief zijn beoordeeld en onderbouwd. Deze studie is daarom alleen geschikt om op algemeen niveau uitspraken te doen.

6.3 Open vragen

Hoe precies een 'regio' gedefinieerd zou moeten worden is nog een onbekende. Deze problematiek wordt ook aangekaart in PBL (2011): de optimale schaal voor kringloopsluiting is onduidelijk, maar beleidsmatig wordt ingezet op 'Noordwest-Europa'. Vanuit het oogpunt van transport is een straal van hooguit enkele honderden kilometers aannemelijk, maar tegelijk kan het juist aantrekkelijk zijn om verder uit elkaar gelegen gebieden langs een rivier te nemen. Vanuit bestuurlijk oogpunt is de EU een goede regio; Oekraïne valt hier vooralsnog buiten maar Turkije wellicht binnenkort niet meer. Daarnaast kan ook gedacht worden aan hydrologische of klimatologische regio's, definitie op basis van grondsoorten of zelfs welvaartsniveau. Dat laatste is bij kringloopsluiting een factor omdat transport van 'rijk' naar 'arm' niet waarschijnlijk is.

Een nadeel van expliciet sturen op regionalisering is dat het realiseren van een aantal van de doelen een hoge mate van 'detailmanagement' vereist (geen transport over weg bij meer dan 400 km, afstemming mestsamenvatting op gewas, geen inkoop op commodity markt). Een meer generieke aanpak van regionalisering zou kunnen zijn om te sturen op opbrengstverhoging in Europese landen, beter gebruik van dierlijke mest en gedifferentieerde gebruiksnormen, stimulering van binnenvaart, etc. Private keten-initiatieven met directe 'sourcing' kunnen in principe aan de randvoorwaarden voor productie voldoen, waarschijnlijk beter dan top-down regelgeving.



Een belangrijk stuk ontbrekende kennis is het belang van volledige mestkringloop voor het in stand houden van organische stof en micro-nutriënten, met name op lange termijn, evenals de praktische haalbaarheid van afstemming NPK-balans voer en mest en de effecten van gebruik van dierlijke mest op emissies gerelateerd aan N- en P-toevoer op land (zie ook Paragraaf 2.2).



Literatuurlijst

Alterra, 2011

G.L. Velthof

Synthese van het onderzoek in het kader van de Pilot Mineralenconcentraten
Wageningen : Alterra, onderdeel van Wageningen UR, 2011

Audsley et al., 2009

Audsley, E., Brander, M., Chatterton, J., Murphy-Bokern, D., Webster, C., and Williams, A.

How low can we go? An assessment of GHG emissions from the UK food system and scope to reduce them by 2050. FCRN-WWF-UK

Surrey : WWF-UK, 2009

den Boer et al., 2012

D.J. den Boer, J.A. Reijneveld, J.J. Schröder, J.C. van Middelkoop
Mestsamenstelling in Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen
Lelystad : Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2012

Bulluck et al., 2002

L.R. Bulluck, M. Brosius, G.K. Evanylo, J.B. Ristaino

Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms

In : Applied Soil Ecology, Volume 19, Issue 2, February 2002, Pages 147-160

CBS, 2011

Stroomschema's stikstof, fosfor en kalium 2006-2009

<http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/natuur-milieu/links/2011-stroomschema-mineralen-landbouw-2006-2009.htm>

CE, 2012

CE Delft, MDS Transmodal, NEA, PLANCO en Via Donau

Medium and Long Term Perspectives of Inland Waterway Transport in the European Union

Delft : CE Delft, 2012

CE, 2011

Marieke Head, Maartje Sevenster, Harry Croezen

Life Cycle Impacts of Protein-rich Foods for SuperWijzer

Delft : CE Delft, August 2011

CE, 2010

Maartje Sevenster, Marijn Bijleveld, Geert Bergsma, Harry Croezen, met medewerking van Roel Delahaye (CBS)

Nederland importland; Landgebruik en emissies van grondstofstromen, Herziene versie

Delft : CE Delft, december 2010

Cordell, 2010

Dana Cordell

The Story of Phosphorus. Sustainability implications of global phosphorus scarcity for food security

Linköping : Institute of Sustainable Futures/Linköping University, 2010



Dam & Ehlert, 2008

A.M. van Dam & P.A.I. Ehlert
Beschikbaarheid van fosfaat in organische meststoffen. Een studie voor
bollenteelt in het westelijk zandgebied
Wageningen : Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Dekker et al., 2009

Dekker, P.H.M., Stilma, E.S.C., Geel, W.C.A. van, Kool, A.
Levenscyclusanalyse van vaste rundermest, runderdrijfmest, digestaat, GFT-
compost en kunstmest bij gebruik in de biologische en gangbare landbouw
Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., mei 2009, PPO nr. 3250109708

EC, 2006

Scenar 2020. Scenario study on agriculture and the rural world
Brussels : European Commission, December 2006

Eurostat

European Commission statistics portal, agriculture tables

FAL, 2004

Sergiy Parkhomenko
International competitiveness of soybean, rapeseed and palm oil production in
major producing regions
Braunschweig : Federal Agricultural Research Centre (FAL), 2004

FAO, 2005

Fertilizer use by crop in Ukraine
Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2005

FAOSTAT

Food and agriculture organization statistics division
faostat.fao.org

Galford et al., 2011

Gillian L. Galford, Jerry M. Melillo, David W. Kicklighter, John F. Mustard,
Timothy W. Cronin, Carlos E.P. Cerri, Carlos C. Cerri
Historical carbon emissions and uptake from the agricultural frontier of the
Brazilian Amazon
In : Ecological Applications, 21(3), pp. 750-763, 2011

GHG, 2011

Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard
Greenhouse Gas Protocol, World Resources Institute and World Business
Council for Sustainable Development, September 2011, ISBN 978-1-56973-773-6

Grieg & Kessler, 2007

Grieg-Gan M., Kessler J.
The Dutch economic contribution to worldwide deforestation and forest
degradation
London, Amsterdam: International Institute for Environment and Development,
AidEnvironment, 2007

Hayhoe et al., 2011

Conversion to soy on the Amazonian agricultural frontier increases streamflow
without affecting stormflow dynamics
In : Global Change Biology, volume 17, issue 5, pages 1821-1833, 2011



Hees et al., 2012

E.M. Hees, C.W. Rougoor, F.C. van der Schans, m.m.v. W.J. van der Weijden, A. Visser, C. Van Harten (Flynth), E.A.P. van Well, A.J. van der Wal
Van mestbeleid naar bemestingsbeleid, Relas van een ontdekkingsreis
Culemborg : CLM Onderzoek en Advies BV, juli 2012, CLM 795-2012

IMO, 2009

Buhaug, Ø., Corbett, J.J., Endresen, Ø., Eyring, V., Faber, J., Hanayama, S., Lee, D.S., Lee, D., Lindstad, H., Markowska, A.Z., Mjelde, A., Nelissen, D., Nilsen, J., Pålsson, C., Winebrake, J.J., Wu, W., Yoshida, K.
Second IMO GHG Study 2009
London : International Maritime Organization (IMO), 2009

IPCC, 2006

N₂O Emissions from Managed Soils, and CO₂ Emissions from Lime and Urea Application
IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Chapter 11, 2006

Janssen & Oenema, 2008

Global Economics of Nutrient Cycling
In : Turk J Agric, 32 (2008) 165-176

Kamp et al., 2008

Jan Kamp, Siemen van Berkum, Harmen van Laar, Wijnand Sukkel, Ruud Timmer, Marcel van der Voort
Perspectieven van sojavergeving in voer, Op zoek naar Europese alternatieven voor soja, PPO nr. 3250119600
Wageningen : Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., 2008

LEI, 2011

H.J.M. Kortstee, A.M. Bikker, A. van den Ham, M.M. van Krimpen
Minder fosfor in varkensvoer. Macro-effecten, kansen en drempels
LEI-rapport 2011-010
Den Haag : LEI, onderdeel van Wageningen UR, 2011

LEI, 2010

R. Hoste, J. Bolhuis
Sojaverbruik in Nederland
LEI-rapport 2010-059
Den Haag : LEI, onderdeel van Wageningen UR, 2010

Liu et al., 2012

Zong'an Liu, Jingping Yang, Zhengchao Yang, Junliang Zou
Effects of rainfall and fertilizer types on nitrogen and phosphorus concentrations in surface runoff from subtropical tea fields in Zhejiang China
In : Nutrient Cycling in Agroecosystems, Volume 93, Issue 3, pp 297-307, 2012

LNV, 2009a

Nota Duurzaam voedsel Naar een duurzame consumptie en productie van ons voedsel. Uitgave van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, juli 2009

LNV, 2009b

Mestbeleid 2010-2013: tabel 3



LTO, 2011

S.J.W. Peeters, M.C.J. Horstink, A.T.M. Schlatmann, M. Timmerman
Achtergrondrapport integrale visie duurzame drijfmestverwaarding. Visie van
LTO Nederland
Driebergen : EnergyMatters, augustus 2011

Mäder et al., 2002

Mäder P., Fließbach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U.
Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming
In : Science, 31 May 2002, Vol. 296 no. 5573, pp. 1694-1697, 2002

Mestbrief, 2011

Brief van Ss EL&I en I&M aan de Voorzitter van de Tweede Kamer,
Datum 28 september 2011, Betreft Toekomstig mestbeleid

Nosetto et al., 2012

M.D. Nosetto, E.G. Jobbágya, A.B. Brizuelab, R.B. Jackson
The hydrologic consequences of land cover change in central Argentina
In : Agriculture, Ecosystems & Environment, volume 154, pages 2-11, 2012

Oenema & Tamminga, 2005

Oene Oenema, Seerp Tamminga
Nitrogen in global animal production and management options for improving
nitrogen use efficiency
In : Science in China Series. C Life Sciences, volume 48, issue 2 supplement,
pp. 871-887

PAS 2050, 2011

Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of
goods and services
London : BSI, 2011

PBL, 2012

Jaap Willems, Marian van Schijndel
Evaluatie Meststoffenwet 2012. Syntheserapport
Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving, 2012

PBL, 2011

Hans van Grinsven, Jaap Willems, Jan van Dam, Henk van Zeijts,
Henk Westhoek, Sietske van der Sluis
Welke veestapel past in Nederland? Inbreng voor de maatschappelijke discussie
over begrenzing en sturing van de omvang van de veestapel
Den Haag : Planbureau voor de Leefomgeving, 2011

Pimentel, 2006

D. Pimentel
Soil erosion: a food and environmental threat
In : Environment, Development and Sustainability, volume 8, pp 119-137, 2006

Profundo, 2012

J.W. van Gelder, A. Herder
Soja Barometer 2012, Een onderzoeksrapport voor de Nederlandse sojacoalitie
Amsterdam : Profundo, concept 11 oktober 2012



Protocollen, 2011

Protocol 11-030 Landbouwbodem indirect 1.0, maart 2011, Definitief
http://www.broeikasgassen.nl/documents/4D_N2O_landbouw_bodem_indirect_NIR2011.pdf

Protocol 11-031 Landbouwbodem direct 1.0, maart 2011, Definitief
http://www.broeikasgassen.nl/documents/4D_N2O_landbouw_bodem_direct_NIR2011.pdf

RIDL&V, 2011

Naar een integrale benadering van duurzame landbouw en gezonde voeding. Visie van de Wetenschappelijke Raad voor Integrale Duurzame Landbouw en Voeding, December 2011, Herziene versie, januari 2012
Wetenschappelijke Raad voor Integrale Duurzame Landbouw en Voeding, 2011

Salvagiotti et al., 2008

F. Salvagiotti, Kenneth G. Cassman, James E. Specht, Daniel T. Walters, Albert Weiss
Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review
In : Field Crops Research, Volume 108, Issue 1, 11 July 2008, Pages 1-13

Significance & CE, 2010

Price sensitivity of European road freight transport - towards a better understanding of existing results. A report for Transport & Environment
Den Haag/Delft : Significance/CE Delft, 2010

TK, 2011

Economische dimensie verduurzaming voedselproductie. Eindnotitie van de klankbordgroep, 2011
Den Haag : Tweede Kamer, 2011

UNEP and WHRC, 2007

Reactive Nitrogen in the Environment. Too Much or Too Little of a Good Thing
Paris : United Nations Environment Programme, 2007

Vahl, 2010

Harry Vahl
Vertrouwelijke studie voor Milieudefensie en Stichting Natuur & Milieu
Dronten : Vahl Feed and Health, 2010

Vahl, 2009

Harry Vahl
Alternatieven voor Zuid-Amerikaanse soja in veevoer
Dronten : Vahl Feed and Health, 2009

Wall Street Journal

Online geraadpleegd 27-06-2012

Wouters & Bol, 2009

Huib Wouters en Derk Bol
Material Scarcity. An M2i study
Delft : Materials Innovation Institute (M2i), 2009

WUR, 2011a

Rosemarie Slobbe, Arjan Monteny en Frank Wijands
Perspectief op duurzaamheid. De biologische landbouw bekeken
Wageningen : Wageningen UR (University Research Centre), 2011



WUR, 2011b

J.W. de Vries, P. Hoeksma, C.M. Groenestein

LevensCyclusAnalyse (LCA) Pilot Mineralenconcentraten. Eindrapport

Wageningen : Wageningen UR (Livestock Research), 2011



Bijlage A Samenhang factoren en stellingen

Tabel 8 Factoren in de discussie over regionalisering veevoerproductie en invloed daarvan op (overall) milieueffecten (M = mest, N = natuurschade ontbossing, T = transport en K = klimaat)

Factor	M	N	T	K	
NPK of P					Is fosfor het enige 'probleem'?
Micro of macro					Is kringloopsluiting gewenst voor micronutriënten/organische fractie of alleen NPK?
Bestuurlijke aspecten					Mestproductie en -toepassing en sterke overheid
Regelgeving					Werkingscoëfficiënt dierlijke mest
Voerconversie (*)					Welk deel van nutriënten in mest? Hoeveel voer per eenheid product?
Functionele opbrengst (*)					Lange termijn (uitputting), aantal oogsten per jaar, eiwitgehalte en verteerbaarheid
Co-producten (*)					Olie voor soja en oliezaden, zetmeel voor erwten, etc.
Overall landmanagement					Verarming → groter risico op landtransformatie; klimaateffect N&C management
Intrinsieke biodiversiteit					Laag voor grootschalige monoculturen (o.a. GMO), plus sterker barrière-effect
Watermanagement					Invloed regionale waterhuishouding op omliggende natuur; erosie
Indirecte landtransformatie (*)					Extra productie in EU kan leiden tot indirecte effecten op natuur (elders)
Afstand					Emissies afhankelijk van afstand; bij kringloopsluiting geldt dat 'dubbel'
Modaliteit					Emissies afhankelijk van type transport
Route					Luchtvervuilende emissies hebben impact afhankelijk van locatie (bevolkingsdichtheid)

 Sterke invloed

 Minder/indirecte invloed/invloed al door andere factoren beschreven

(*) Zeer sterk casus (gewas) afhankelijk



Bijlage B Toelichting bepaling omslagpunten transport nutriënten

Tabel 9 Kerngegevens transporten en gewichten in keten, alle cijfers per kg varkensvlees

Casus varkensvlees			
Eindproduct	1	Kg	
Voer	6	Kg	CE Delft-database
<i>Voertransport</i>	± 20	tonkm	25% soja (10.000 km), 75% overig (1.000 km)
Mest	20	kg	CE Delft-database
Mest droge stof	1,6	kg	8%
Mest NPK	0,35	Kg	Den Boer et al., 2012
Mest organische stof	1,1	kg	Den Boer et al., 2012
<i>Transport NPK</i>	±1,3	tonkm	6 à 7% extra transportbeslag t.o.v. voer

In Tabel 9 is te zien dat het vervoer van alleen de macronutriënten uit mest een klein extra transportbeslag zou geven ten opzichte van het voertransport. Milieukundig is daarbij echter wel de vraag hoeveel energie de terugwinning van NPK uit de mest kost. Over kleine afstanden is het vervoer van de volle mest milieukundig te verkiezen boven (actief) verlagen van de hoeveelheid water. Een ander aspect dat hierbij speelt is hoe de optie van transport van mest zich dan verhoudt tot het gebruik van kunstmest. De vergelijking gaat dan om milieu-impacts per kg nutriënt 'on farm'. Er zijn drie scenario's:

- inkoop van kunstmest volgens regionale mix;
- transport van volle mest over een afstand X;
- transport van bewerkte mest (energiegebruik Y) over een afstand Z.

Vraag is dan voor welke X, Y en Z de drie scenario's ongeveer gelijk 'scoren' en dus welke maximale afstanden voor mesttransport nog milieukundig aantrekkelijk zijn.

De verschillende onderdelen van de vergelijking worden hieronder kort toegelicht.

Mestbewerking

Voor bewerking is uitgegaan van een systeem waarin mest wordt gescheiden in dikke fractie en dunne fractie. De dikke fractie wordt vergist, waarna digestaat ook weer wordt gescheiden in dunne en dikke fractie. De twee dunne fracties kunnen middels flotatie en omgekeerde osmose worden gescheiden in concentraat en permeaat. De dikke fractie (met daarin nagenoeg alle fosfor kan worden gedroogd tot korrels. De daarvoor benodigde warmte wordt geleverd door het bij vergisting van dikke fractie geproduceerde biogas.

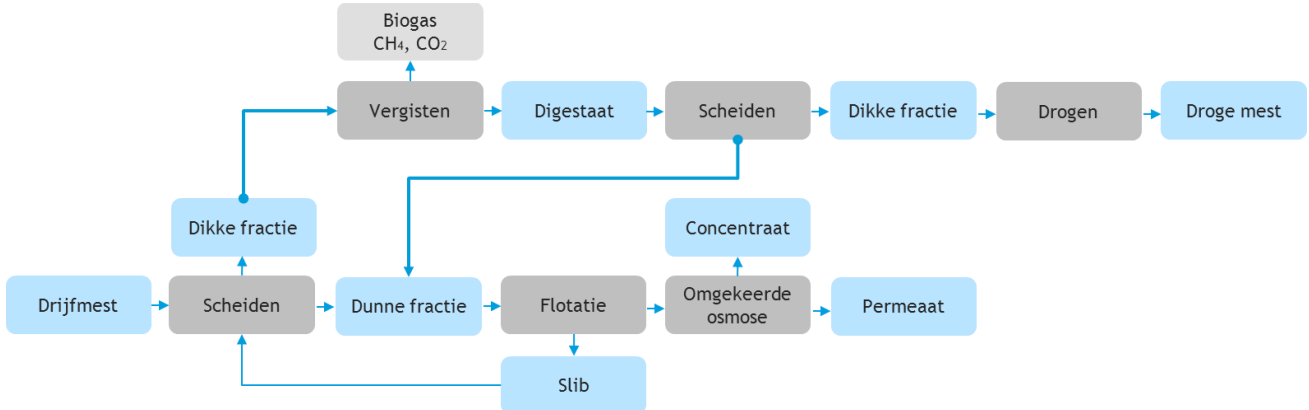
De nutriëntenbalans over de scheiding is geschat op basis van LTO (2011). Gebruik van energie en hulpstoffen is geschat op basis van WUR (2001) en LTO (2011). Volgens WUR, 2011b en LTO, 2011 zijn de verbruiken:

- handling op de boerderij vergt circa 2 kWh_e/ton drijfmest voor roeren, pompen, etc.;
- tijdens de verwerking van de drijfmest wordt gemiddeld 9,0 kWh_e/ton drijfmest gebruikt;



- aan additionele middelen en waterzuivering per ton drijfmest wordt gebruikt:
 - 0,39 liter flocculant (polyacrylamide);
 - 0,081 liter H₂SO₄;
 - 0,022 liter NaOH.

Figuur 8 In de studie beschouwde mestbewerking



Op basis van LTO, 2011.

Volgens de door ons geschatte balans over de bewerking komen de volgende percentages nutriënten in productfracties terecht.

Tabel 10 Afsgecheiden fracties nutriënten

	Fractie van nutriënten van volle mest in concentraat	Fractie van nutriënten in digestaat korrels	Geïsoleerd totaal
N	79%	14%	93%
P	9%	91%	100%
K	71%	6%	76%

Het concentraat heeft een droge stofgehalte van ongeveer 3%. De gedroogde korrels hebben een droge stofgehalte van ongeveer 90%. Er wordt per ton mest circa 60 kg korrels en 360 kg concentraat geproduceerd.

Achtergrondgegevens bij omslagpunt te vervangen kunstmest

Aangenomen is dat concentraat en korrels kunnen worden gebruikt als alternatief voor kunstmest. Onderzoek van WUR geeft aan dat de werkingsgraad van deze productfracties vergelijkbaar is met die van kunstmest, zodat bij benadering een kilo nutriënt in concentraat of korrels een kilo nutriënt in kunstmest vervangt.

Uitgaande van varkensmest met de in Tabel 11 gegeven verhouding tussen nutriënten en de in dezelfde tabel gegeven energieverbruiken per eenheid te vervangen kunstmest is ingeschat dat vervanging van 1 kg NPK mengsel in varkensdrijfmest door kunstmest een energieverbruik van 30 MJ zou vergen.



Tabel 11 Energie-inhoud van nutriënten in mest, uitgedrukt in eenheden te vervangen kunstmest

Energie in kunstmest	MJ/kg kunstmest voor productie van kunstmest	Verhouding tussen nutriënten in varkensdrijfmest	MJ/kg NPK-fractie in varkensdrijfmest
N (ammonium nitraat)	58,9	32,6%	19,2
P2O5 (diammonium fosfaat)	23,1	35,8%	8,3
K2O (kaliumchloride)	9,02	31,6%	2,9
MJ per 1 gemiddelde kg NPK			30,3

Energieverbruik voor transport

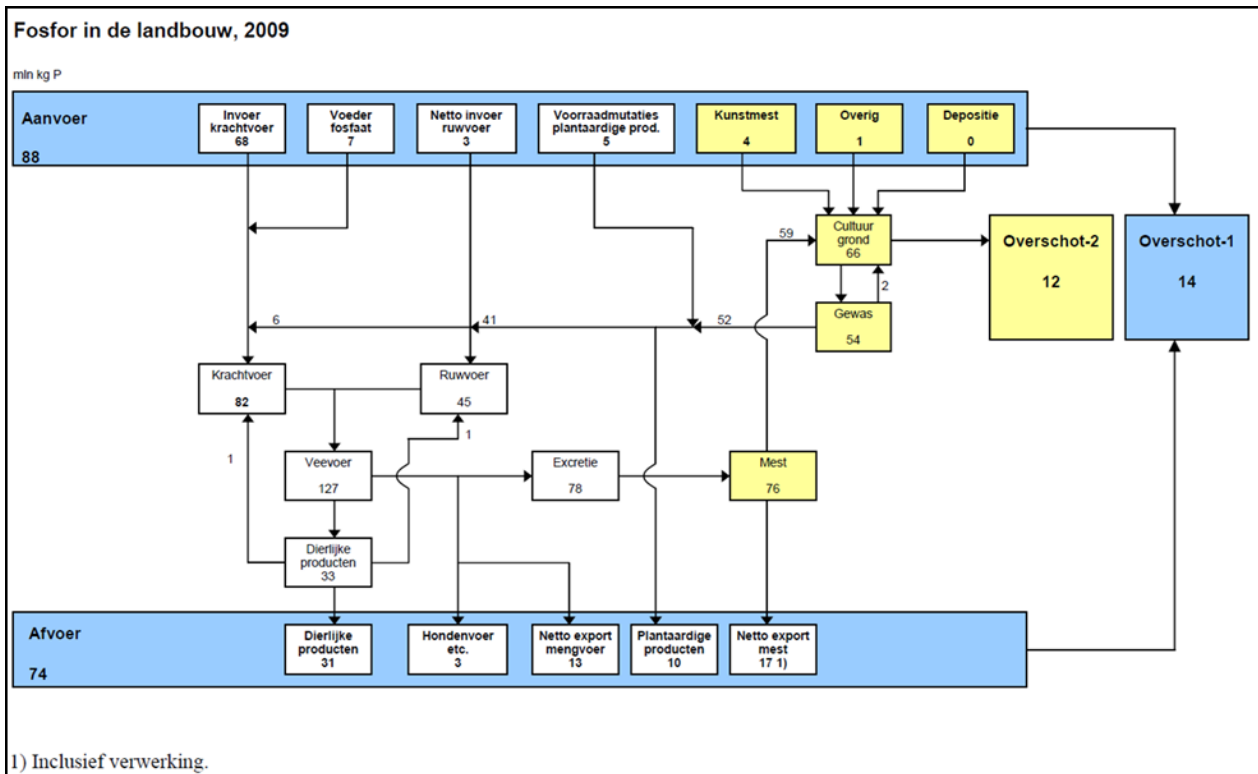
Voor transport van concentraat en korrels is uitgegaan van wegtransport. Volgens de Ecoinvent-database vergt wegtransport ongeveer 2,8 MJ/ton·km.



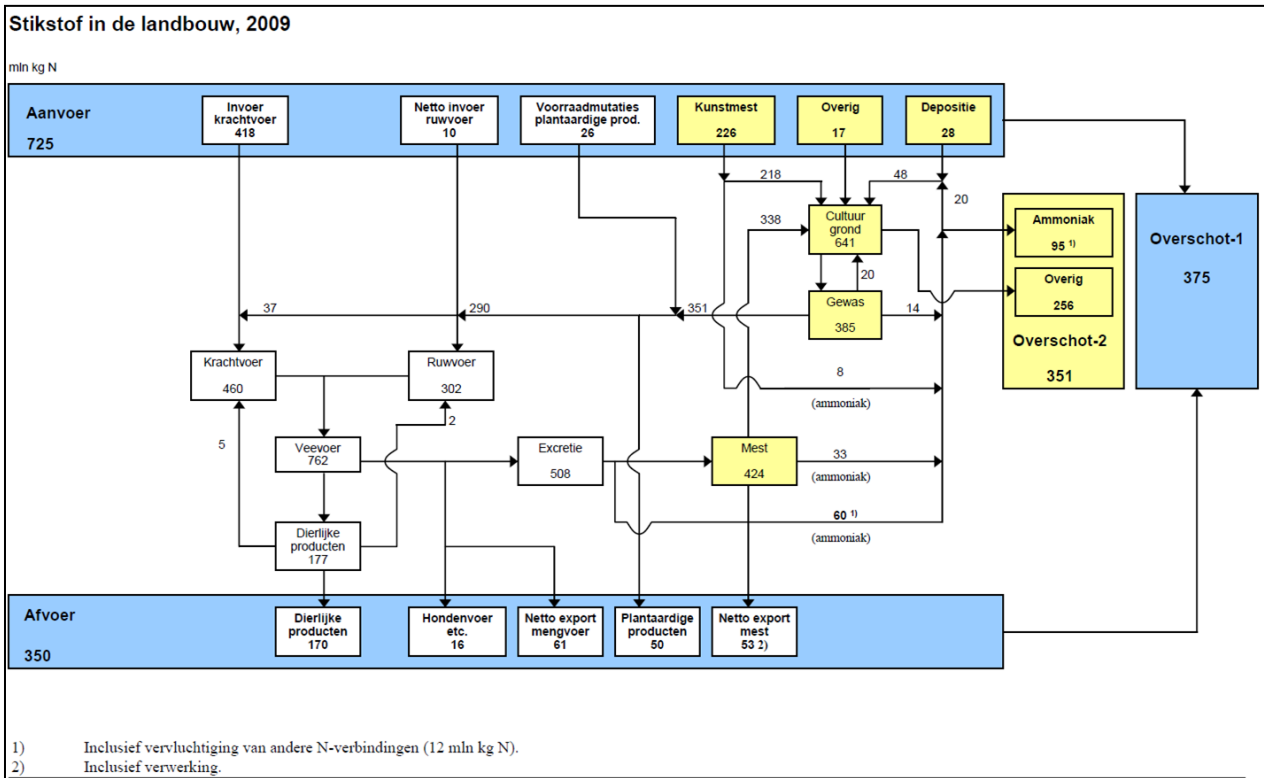
Bijlage C Kwantitatieve informatie

C.1 Nutriëntenbalansen voor Nederland (2009)

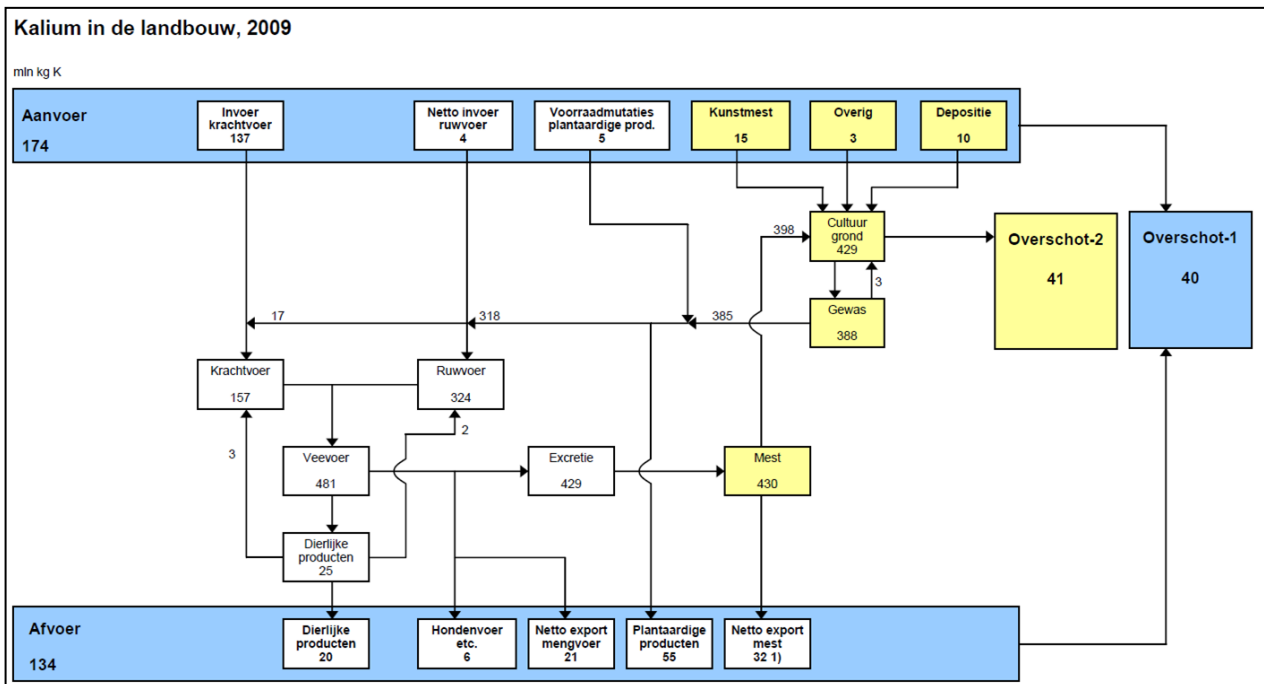
Figuur 9 Fosfor: fosforoverschot nationaal: 14 kton (2009)



Figuur 10 Stikstof: stikstofoverschot = 256 kton (bodem) + 95 kton (lucht)

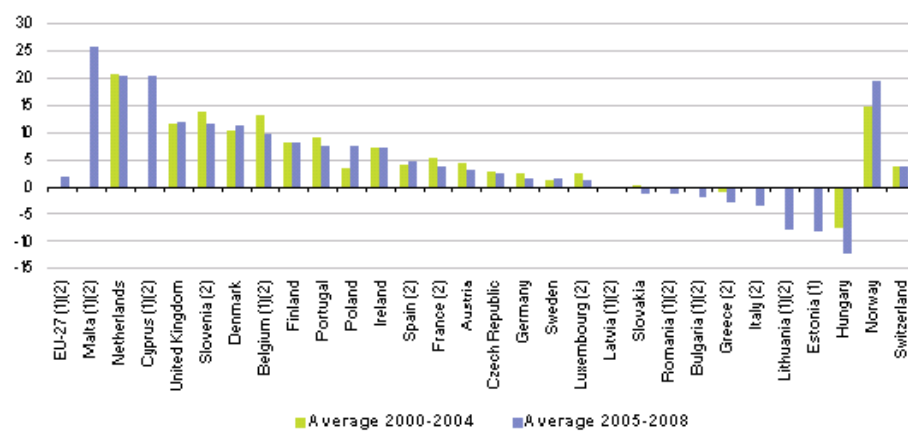


Figuur 11 Kalium



C.2 Balansen per land

Figuur 12 Bruto fosforbalans (kg/ha)

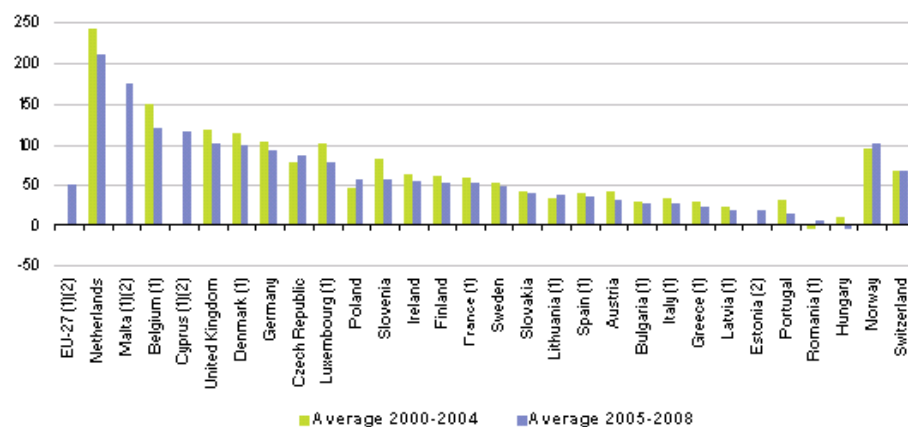


(1) 2000-2004, not available.

(2) Estimates.

Source: Eurostat (online data code: aei_pr_gnb)

Figuur 13 Bruto stikstofbalans (kg/ha)



(1) Estimates.

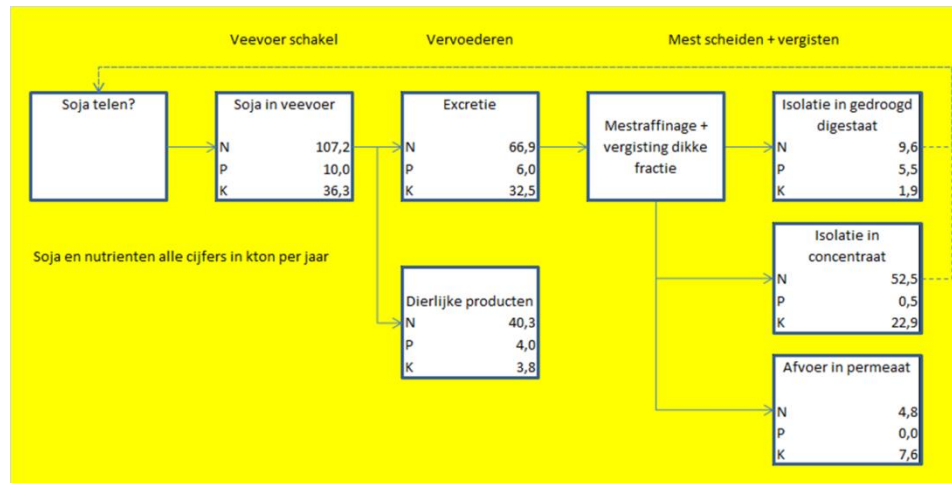
(2) 2000-2004, not available.

Source: Eurostat (online data code: aei_pr_gnb)



C.3 Bijdragen sojaproducten voor voeders aan nutriëntenbalansen in de Nederlandse landbouw

Figuur 14 Massabalans voor nutriënten uit soja bij mestverwerking



Bronnen: LEI, 2010; CBS, 2011; LTO, 2011; WUR, 2011b - LCA; voor N,P,K gehalten zie Farmfeed-website

Toelichting:

- Soja in veevoer betreft in mengvoer en direct aan dier vervoederde schroot en hullen en getoaste bonen.
- Mest kan eventueel worden gescheiden in dikke fractie en dunne fractie. De dikke fractie kan worden vergist, waarna digestaat ook weer wordt gescheiden in dunne en dikke fractie. De twee dunne fracties kunnen middels flotatie en omgekeerde osmose worden gescheiden in concentraat en permeaat. De dikke fractie (met daarin nagenoeg alle fosfor kan worden gedroogd tot korrels.

Bijlage D Achtergronddata

D.1 Sojatransport Argentinië

Vanaf de teeltlocatie(s) in Argentinië wordt de soja via weg en trein getransporteerd naar een verwerkingsinstallatie in Rosario, wat langs de rivier de Parana ligt. Hier wordt de soja geperst. Vanaf de verwerkingsinstallatie wordt de geperste soja verder vervoerd over de Parana per bulkcarrier naar Rotterdam, via Buenos Aires.

Tabel 12 Gebruikte transportafstanden en -modaliteiten

Locaties	Afstand	Transporttype
Teeltgebied naar verwerkingsinstallatie (Rosario)	255 km	Wegtransport
Teeltgebied naar verwerkingsinstallatie (Rosario)	45 km	Trein
Verwerkingsinstallatie naar Rotterdam via Buenos Aires	14.800 km (waarvan 300 in Argentinië over rivier(monding))	Bulkcarrier

Zie:

- <http://www.biofuelskeyplayer.com.ar/Download/Cap14.pdf> en
- http://www.ers.usda.gov/media/295656/wrs013g_1_.pdf.

Figuur 15 Teeltgebieden



D.2 Transportafstanden andere landen

Tabel 13 geeft de transportafstanden zoals deze zijn gebruikt in Hoofdstuk 5.

Tabel 13 Transportafstanden in km

Afstanden (km)	Zee	Weg	Rivier/trein
Mato Grosso (BR)-R'dam	10.671	1.400	
Rosario (ARG)-R'dam	14.796	255	45
PL/UKR grens-R'dam		1.550	
Turkije-R'dam	6.964	800	
Frankrijk-Nederland (700 km)		700	
Roemenie-R'dam (weg)		2.200	
Constanta/Odessa-R'dam (zee)		7.531	
Constanta (ROM)-R'dam (Donau-M-R)			2.500



D.3 Braakliggend land in Europa en omliggende landen

Tabel 14 Braakliggend land in 1.000 hectare

Geo	Time	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
EU (27 countries)			NA	11624	11724,6	NA	10598	11096,7	10227,8	8141,8	8670,4	NA	NA
Euro area (changing composition)		6897,2	7344,3	6916,5	7167,1	6761,5	6832,7	7070,3	6942,5	5313,6	5808,1	NA	NA
Belgium		24,5	25,5	27,5	29,9	23,6	27,8	27,6	24,6	12,3	10,1	9,6	NA
Bulgaria		472,9	515,6	315,7	577,7	489,2	489,8	555,1	570,4	274,7	234,3	173,31	NA
Czech Republic		71,2	112,6	83,2	177	54,5	45,3	43,7	30,3	23,4	28,5	45,047	34,2
Denmark		191,3	201,8	204,7	204,7	197	168,4	167,5	153,7	70,7	5,7	5,7	4,367
Germany		823,2	850,2	834,6	938,7	784,4	793,8	741,1	648,2	309,5	245,6	252,386	NA
Estonia		33,4	33,2	25,2	27,5	22,4	29,9	19,1	18,8	19,5	28,9	42,2	0
Ireland		16,2	19,5	18,3	14,9	15	16,4	18,4	17,6	9,5	9,2	4,606	1,318
Greece		546,4	418,4	485,8	449,1	460,6	469,2	101,5	130,5	210	210	472,95	NA
Spain		3230,1	3510,4	3195,1	3353,1	3273,4	3319,2	3799,9	3894,9	3179	3733,4	3733,4	NA
France		1225,7	1352,5	1280,2	1319,3	1153,2	1310	1268,3	1231,8 (p)	739,8	691,6	649,36	NA
Italy		696,3	681,3	678,8	630,7	672	620	474,7	474,7	494,2	494,2	NA	NA
Cyprus		8	8	6,9	5,4	10,5	20,5	16	20,5(p)	20,7(p)	13,8(p)	12,988	12,3
Latvia		92,2	88,3	94	104,7	107,3	90,7	86,6	62,4	56,3	53,3	69,9	NA
Lithuania		124,4	165,4	193,1	153,8	185,6	155,9	125	108	112,9	107,8	119,5	106,1
Luxembourg		1,6	2,3	1,8	1,8	1,2	1,9	1,4	1,3	0,1	0,1	0,139	NA
Hungary		NA	NA	295,2	259,6	136,9	243,1	358,9	394	278,2	331,2	240,368	243,3
Malta		NA	0,1	0,2	0,7	1,1	0,8	1,1	0,7	0,7	0,7	1,006	NA
Netherlands		24,6	30,2	30	27,8	23,6	33,3	18,7	17,1	7,6	7,4	7,317	NA (c)
Austria		110,8	107,9	101	103,1	91,7	95,3	93,2	75,6	47,8	45,1	41,765	40,8
Poland		1724,1	1726	2321,3	1785,3	1442,7	1062	1025,4	440,9	491,5	528,2	741(p)	467,6
Portugal		562,7	562,7	539,3	527,5	527,5	373,7	373,7	325,1	325,2	341,5	324,169	NA
Romania		866	466,9	375,4	497,9	387,2	517,4	1055,5	898,1	922,6	904,8	1339,078	903,1
Slovenia		1	0,8	0,5	0,3	1,3	2,1	0,9	1,9	0,6	0,7	0,349	NA
Slovakia		31,5	3,5	3,6	5	10,8	10,3	14,5	11	20,9	13,1	33,96	26,9
Finland		181,6	201,9	210	220,4	195,9	241,3	253,3	231,6	188,5	229,8	306,9	275,7
Sweden		248,4	266,5	268,9	275,9	264	319,8	305,7	279,3	150,5	157,2	180,6	149,9
United Kingdom		37	43	34	32,9	NA	140	150	165	175	244	174	NA
Iceland		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Norway		2,1	2,3	2,2	2,3	1,9	2	1,9	1,7	1,7	NA	NA	NA
Switzerland		NA	NA	NA	NA	NA	NA	3,2	3	2,8 (p)	NA	NA	NA
Montenegro		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Croatia		19,4	19,3	19	25,2	32,3	15,3	16,6	16,9	12,7	13,1	11,633	NA
Former Yugoslav Republic of Macedonia		148	153	176,3	159,6	140,6	116,5	141,2	126,5	136	135	NA	137
Turkey		NA	NA	NA	NA	NA	NA	4673	4219	4259	NA	NA	NA

NA = not available; p = provisional; c = confidential.

Bron: Eurostat.