



KringloopToets Handleiding Versie 1.0

Theun Vellinga, Ferry Leenstra, Jacques Neeteson, Michiel Rutgers,
Jaap Schröder, Wim de Vries



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN **UR**

KringloopToets

Handleiding Versie 1.0

Een gestructureerde werkwijze om maatregelen op het vlak van plantaardige en dierlijke productie en humane voeding te toetsen op hun effect op het sluiten van de mineralenkringloop

Theun Vellinga¹, Ferry Leenstra¹, Jacques Neeteson², Michiel Rutgers³, Jaap Schröder² en Wim de Vries⁴

1 Wageningen UR Livestock Research

2 Wageningen UR Plant Research International

3 RIVM

4 Wageningen Universiteit Omgevingswetenschappen



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

Wageningen UR Livestock Research

Wageningen, januari 2016



Livestock Research Rapport 911



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Samenvatting

De handleiding beschrijft een gestructureerde werkwijze om maatregelen op het vlak van plantaardige en dierlijke productie en humane voeding kwalitatief te toetsen op hun effect op het sluiten van de mineralenkringloop. Het hoofddoel van de KringloopToets is het verschaffen van inzicht in: 1) de effectiviteit van een maatregel, 2) de baten en lasten (zowel met betrekking tot andere milieuthema's als financieel) en 3) handelingsperspectief en handhavingsmogelijkheden.

De toets biedt daarmee feitelijke en objectieve input voor een politieke, maatschappelijke en/of bedrijfsmatige afweging voor de keuze van maatregelen en handelingsperspectief.

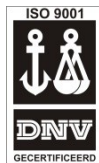
Summary

The manual describes a methodology to evaluate measures in plant and animal production and human nutrition in a qualitative way on their effects on closing nutrient cycles. The main purpose of the Nutrient Cycle Assessment (KringloopToets) is to gain insight in and mutual understanding of 1) the effectivity of a measure; 2) costs and benefits (both in terms of environmental as financial aspects) and 3) options for action and for enforcement.

© 2016 Wageningen UR Livestock Research, Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53,
E info.livestockresearch@wur.nl, www.wageningenUR.nl/livestockresearch. Livestock Research is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

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

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



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

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Waarom een KringloopToets	9
	1.1 Introductie	9
	1.2 Hoe om te gaan met de toets	11
	1.3 Een systematische benadering	12
	1.4 Leeswijzer	13
2	Beschrijving van de KringloopToets, het schema	14
	2.1 Het basisschema van de kringloop	14
	2.2 De kringloop en ruimtelijke schaalniveaus	16
	2.3 De kringloop als aaneenschakeling van elementen	17
	2.4 De schakelpunten tussen kringloopsegmenten	20
	2.5 Bochten afsnijden in de kringloop	22
	2.6 Waar kan het misgaan in de kringloop?	23
3	Criteria en voorwaarden bij gebruik van de KringloopToets	24
	3.1 Algemene uitgangspunten van en werkwijze bij de KringloopToets	24
	3.2 Het sluiten van de kringloop	25
	3.2.1 Het verminderen van verliezen/verhogen efficiëntie	26
	3.2.2 Ruimtelijke schaalniveaus	30
	3.3 Effecten op de productiviteit	30
	3.4 Effecten op klimaat, bodem, water, lucht, leefomgeving en biodiversiteit	31
4	Protocol voor het uitvoeren van de toets	33
	4.1 Geen lineair proces	33
	4.2 Doel van de KringloopToets	33
	4.3 Bereik van de KringloopToets	34
	4.4 Methoden en dataverzameling	35
5	De Uitvoering van de KringloopToets	37
	5.1 Vijf stappen, één antwoordtabel	37
	5.2 De vijf groepen vragen van de KringloopToets	39
	5.2.1 De achtergronden en doelen van het uitvoeren van de toets	39
	5.2.2 De omschrijving van de maatregel	41
	5.2.3 Effecten op het sluiten van kringlopen	42
	5.2.4 Effecten op productiviteit van andere productiefactoren	43
	5.2.5 Effecten op emissies naar klimaat, bodem, water, lucht en leefomgeving	44
	5.3 Hoe verder als de vijf groepen vragen zijn beantwoord?	45
6	Hoe verder met de KringloopToets?	47
	Literatuurlijst	48

Woord vooraf

Het sluiten van kringlopen is een sterk verankerd (wereld) beeld voor een duurzame landbouw en veehouderij. In Nederland, maar ook in andere landen, worden 'sluiten van kringlopen' en 'duurzame veehouderij' in beleidsnotities en het maatschappelijke debat vaak als op zichzelf staande begrippen gebruikt. Voor het sluiten van kringlopen was echter nog geen helder afgebakend gedachtengoed beschikbaar. Dit maakt dat politieke en maatschappelijke discussies over het sluiten van kringlopen vanuit verschillende achtergronden met elkaar gevoerd worden, wat het zoeken naar oplossingsrichtingen belemmert.

Ook in de Uitvoeringsagenda Duurzame Veehouderij (UDV¹) en bij het Verbond van Den Bosch² is en was het sluiten van de nutriëntenkringloop een speerpunt. Redenen daarvoor zijn helder: fosfaat is essentieel voor voedselproductie, maar door de concentratie van veehouderij in beperkte gebieden ontstaan daar overschotten aan mest en dus fosfaat en elders tekorten. De wereldwijde voorraad aan fosfaat is eindig en verlies aan nutriënten naar oppervlaktewater, bodem (fosfaat en nitraat), of naar de lucht (ammoniak, stikstofoxide) is schadelijk voor onze leefomgeving. Om visie en handelingsperspectief ten aanzien van nutriëntenkringlopen te ontwikkelen hebbende beide groepen besloten gezamenlijk verder te gaan in de Werkgroep Mineralenkringloop.

Doel van de werkgroep was en is het gezamenlijk ontwikkelen van een brede visie op mineralen (N, P en K) en organische stof. Een visie die niet alleen rekening houdt met lokale effecten van maatregelen in Nederland, maar waarbij ook de effecten op mondiale schaal beoordeeld kunnen worden. Om vanuit deze visie te kunnen werken moeten de effecten van verschillende maatregelen in onderlinge samenhang beschouwd worden. De werkgroep heeft daarbij ook de ambitie geformuleerd om de belangrijkste processen, die de effecten veroorzaken, in kaart te brengen. Grip op deze processen maakt de visie tastbaar en geeft niet alleen een gezamenlijk referentiekader, maar maakt ook mogelijkheden voor innovatie en handelingsperspectief zichtbaar.

Vanuit deze doelstelling heeft de werkgroep stapsgewijs, met een aantal deskundigen, de KringloopToets opgebouwd tot een model van de nutriëntenkringloop en een vragenlijst waarmee effecten van maatregelen in beeld gebracht kunnen worden op een gestandaardiseerde wijze. Dit is het eindproduct van de KringloopToets. De KringloopToets kan gebruikt worden voor bepaling van strategie en beleid op het gebied van circulaire economie en het sluiten van kringlopen, door bedrijven, overheden, NGO's en andere stakeholders. Hoe vervolgens de hoofd- en neveneffecten van zo'n maatregel ten opzichte van elkaar gewogen worden, is aan politieke en maatschappelijke stakeholders.

De werkgroep is van mening dat de KringloopToets zo ver ontwikkeld is, dat voorleggen aan een grotere groep geïnteresseerden wenselijk is. Om dat mogelijk te maken is de handleiding als onderhavig rapport van Wageningen UR Livestock Research on line publiek beschikbaar.

¹ Overleg tussen 10 organisaties vanuit bedrijfsleven, overheden en maatschappelijke organisaties ter verduurzaming van de Nederlandse veehouderij. <http://www.uitvoeringsagendaduurzameveehouderij.nl/>

² Het Verbond van Den Bosch is de in 2011 gesloten overeenkomst tussen 27 partijen in de vleesproductie, van supermarkten tot mengvoerleveranciers, om te komen tot een duurzame veehouderij. <http://www.brabant.nl/dossiers/dossiers-op-thema/platteland/zorgvuldige-veehouderij/-/media/7CC7116EB8484F5CB080732D56BE0786.pdf>

De werkgroep heeft daarnaast besloten de KringloopToets verder te ontwikkelen en te onderzoeken of de KringloopToets gekwantificeerd kan worden.

De werkzaamheden voor de KringloopToets zijn gefinancierd door het Ministerie van EZ (via de UDV), het Ministerie van I&M, de Provincie Noord-Brabant en via de PPS Feed4Foodure (Topsectorenbeleid), waarin het mengvoerbedrijfsleven en EZ samenwerken.

De Werkgroep Mineralen Kringloop³:

Piet Rombouts (Brabantse Milieu Federatie)

Willem Roeterdink (Ministerie van Economische Zaken)

Herman Walthaus (Ministerie van Infrastructuur en Milieu).

Sijas Akkerman en Ben Hermans (Natuur en Milieu)

Joke Klap en Marc Heijmans (Nevedi),

Stefan Kuipers (vanuit Vitelia namens Nevedi),

Johan Temmink (vanuit ForFarmers namens Nevedi)

Ruud Tijssens (vanuit Agrifirm namens Nevedi)

Ton Cornelissen (Provincie Noord-Brabant)

Miranda Mesman (RIVM)

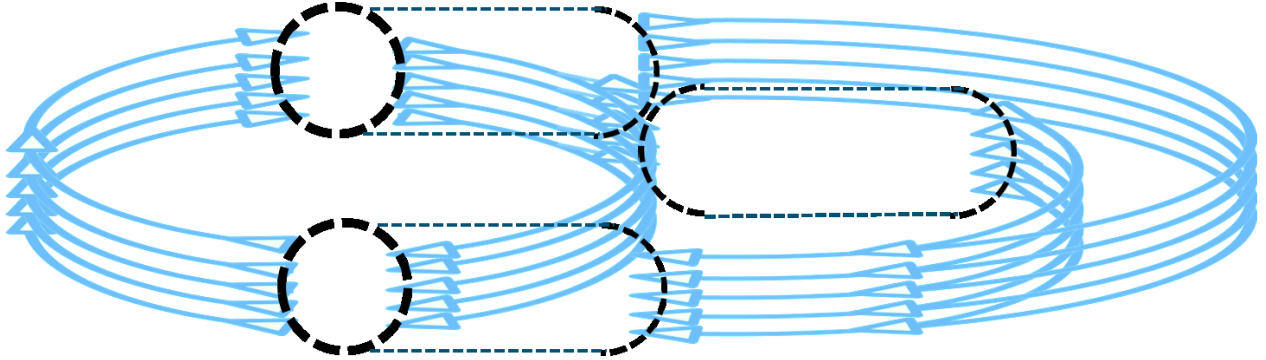
³ De werkgroep is geadviseerd en ondersteund door Ferry Leenstra en Theun Vellinga vanuit Wageningen UR Livestock Research. Kees-Jaap Hin (Hin Strategisch Advies) begeleidt de werkgroep procesmatig.

Samenvatting

- Voor een duurzame voedselproductie is het van groot belang dat kringlopen zo goed mogelijk worden gesloten. Dat houdt in dat nutriënten en organische stof in het systeem blijven om de bodemkwaliteit en -vruchtbaarheid te onderhouden en bevorderen, zodat de bodem zijn verschillende functies kan vervullen (productie van gewassen, waterretentie, andere) en dat de nutriënten niet verdwijnen naar plekken waar vandaan ze niet of alleen tegen hoge kosten teruggewonnen kunnen worden en negatieve gevolgen voor het milieu kunnen hebben.
- Door de sterke internationale handel in grondstoffen en in veehouderijproducten (melk, vlees, eieren) is sprake van een complex stelsel van nutriëntenstromen, waar een groot aantal partijen en landen bij zijn betrokken en waar nationale en internationale regelgeving een rol speelt.
- Verschillende partijen hebben verschillende (impliciete) beelden en waarden bij het sluiten van kringlopen, vaak samenhangend met een (wens)beeld van de landbouw in Nederland en elders. Deze impliciete beelden en waarden moeten helder worden om te zorgen dat in discussies over maatregelen geen spraakverwarring ontstaat.
- Het hoofddoel van een gestructureerde, systematische, KringloopToets is het verschaffen van inzicht aan de betrokken, deelnemende partijen in: 1) de huidige situatie en de effectiviteit van een maatregel wat betreft de verliezen aan nutriënten, 2) de baten en lasten (zowel met betrekking tot andere milieuthema's als financieel) en 3) handelingsperspectief.
- De KringloopToets biedt niet enkel inzicht in de resultaten van maatregelen maar verschaft ook inzicht in hoe kringlopen functioneren en in de invalshoeken van de verschillende partijen die bij de uitvoering van de toets zijn betrokken.
- De toets biedt daarmee feitelijke en objectieve input voor een politieke, maatschappelijke en/of bedrijfsmatige afweging voor de keuze van maatregelen en handelingsperspectief.
- De technische werkwijze is vergelijkbaar met LCA (Live Cycle Analysis). In tegenstelling tot de LCA is bij de KringloopToets de directe betrokkenheid van verschillende stakeholders procesmatig essentieel.
- Het gezamenlijk verzamelen van informatie en inzichten vanuit diverse stakeholders is, een belangrijk onderdeel van de toets. De KringloopToets kan hiermee ook een bijdrage aan het creëren van een gezamenlijk referentiekader leveren.
- In deze toets wordt de kringloop opgesplitst in verschillende onderdelen en verantwoordelijkheden (c.q. handelingsperspectief). Er zijn drie delen (mest-bodem-gewas, gewas-vee-mest en plantaardige en dierlijke producten-mensen-'mensenmest'), verbonden door de schakelpunten gewassen (plantaardige producten), vee (dierlijke producten) en mest.
- De processen mest-bodem-gewas, gewas-vee-mest en plantaardige en dierlijke producten-mensen-'mensenmest' vinden steeds op één locatie plaats en kunnen ruimtelijk niet of nauwelijks verder worden opgesplitst.



- De schakelpunten, daarentegen, zijn de plekken waar plantaardig en veevoer, dierlijke producten en mest worden verhandeld, verwerkt en getransporteerd. Deze zijn weergegeven met stippellijnen.
- Voor het sluiten van kringlopen liggen belangrijke mogelijkheden in de locaties van productie en consumptie, maar ook in de schakelpunten, waar alle producten in de kringloop worden verhandeld en getransporteerd.
- Of anders weergegeven, in onderstaande figuur waar per kringloopdeel 5 lijnen zijn weergegeven die elk een locatie voorstellen. Tussen de verschillende locaties kan vervoer van voedsel en voer, dierlijke producten en mest plaatsvinden.



- Kringlopen kunnen verder gesloten worden met maatregelen in verschillende kringloopdelen (bijvoorbeeld maatregelen voor bemesting, voersamenstelling, of het humaan voedingspatroon). In de schakelpunten worden de producten- en dus (nutriënten)stromen georganiseerd. Daarmee kunnen de partijen in de schakelpunten verantwoordelijkheden nemen en regie voeren op het sluiten van de kringloop.
- De toets onderzoekt met behulp van een gestructureerde vragenlijst of en in welke richting een maatregel in elk van de drie kringloopdelen de verliezen aan N, P en K en organische stof beïnvloedt.
- De verliezen worden beschreven op het niveau van het (agrarisch) bedrijf, de regio (provincie, of Nederland als geheel), Europa en wereldwijd en in tabellen samengevat.
- Vervolgens worden op vergelijkbare wijze de effecten van de maatregel op productiviteit van grond, arbeid en kapitaal goederen beschreven en de (neven)effecten op klimaat, bodem, lucht, water, biodiversiteit en handhaafbaarheid in beeld gebracht.
- Tot slot wordt met behulp van de tabellen een samenvatting geschreven van de effecten van de maatregel.

De gezamenlijk benoemde effecten kunnen vervolgens in een politiek, maatschappelijke en/of bedrijfsmatige afweging ten opzichte van elkaar gewogen en gewaardeerd worden.

1 Waaron een KringloopToets

1.1 Introductie

Het begrip 'kringlopen sluiten' wordt veel gebruikt als het over 'duurzaamheid' van de veehouderij gaat. Zie bijvoorbeeld de discussies m.b.t. de veehouderij in Noord Brabant of op EU-niveau: werken met (meer) gesloten kringlopen wordt als doel genoemd, waarbij het begrip op verschillende manieren gedefinieerd en gehanteerd wordt. Ook wordt het sluiten van kringlopen verbonden aan de grote importen van veevoergrondstoffen in Europa en in Nederland in het bijzonder en de daaruit voortkomende accumulatie van mineralen op landbouwgronden.

Het belangrijkste argument voor het sluiten van kringlopen is de bodem productief en gezond te houden voor voedselproductie op de korte en de lange termijn. Onderliggende argumenten zijn het minimaliseren van verliezen aan mineralen en organische stof uit de kringloop met de bijbehorende emissies naar het milieu en het voorkomen van uitputting van de bodem op de ene plaats, met als consequentie ophoping van mineralen op een andere plaats, met alle nadelen van dien.

In allerlei schakels in de keten wordt op bedrijfsniveau gewerkt aan het sluiten van kringlopen, maar veelal niet geïntegreerd en tussen schakels afgestemd c.q. geoptimaliseerd. Op niveau van het individuele boerenbedrijf zijn er veel maatregelen, die beogen het verlies aan mineralen te beperken of daar inzicht in te verkrijgen. Denk daarbij aan de plafonds voor bemesting met dierlijke mest en kunstmest, het gebruiken van de Kringloopwijzer, etc. Op het niveau boven het bedrijf (ruimtelijk: provincie, land, EU; maar ook wat betreft stakeholders: leveranciers, afnemers, overheden) wordt momenteel gezocht naar allerlei maatregelen. Nu zijn het vooral 'plafonds' die door overheden ingesteld worden, zoals de totale hoeveelheid (nationale) fosfaatexcretie of de hoeveelheid stikstof die per hectare mag worden toegediend. Dergelijke regels zeggen nog weinig over het sluiten van kringlopen.

Het begrip 'kringloop sluiten op regionaal niveau' wordt vaak genoemd als een oplossing voor de problemen, die ontstaan door lokale overschotten aan dierlijke mest en het verplaatsen van plantaardige en dierlijke producten over grote afstanden.

Ook wordt het vraagstuk van de mineralenkringlopen vaak gekoppeld aan andere negatieve effecten van met name intensieve niet-grondgebonden veehouderij (o.a. varkens en kippen). De sterke concentratie van niet-grondgebonden veehouderij in de provincie Noord-Brabant brengt problemen met zich mee als geur, risico's voor volksgezondheid (o.m. fijnstof en zoönosen) en transportbewegingen. Bij een in een beperkte regio gesloten kringloop zal een dergelijke concentratie van veehouderij niet voor (kunnen) komen, maar zal ook de economische situatie in zo'n gebied significant kunnen veranderen.

Andersom is het sluiten van mineralenkringlopen niet per definitie in tegenspraak met concentratie van activiteiten op het gebied van akkerbouw of veeteelt. Het sluiten van mineralenkringlopen hoeft niet per se te leiden tot grote veranderingen in de aantallen dieren in een bepaald gebied, waardoor bij een maximaal gesloten kringloop negatieve effecten van veehouderij (als fijn stof, geur, zoönosen, transport) nog steeds een probleem kunnen vormen.

Daarbij komt dat de stromen van nutriënten en organische stof dusdanig complex zijn, dat het geheel lastig is te overzien. De discussie met vertrekpunt 'sluiten van kringlopen' leidt daarom vaak tot Babylonische spraakverwarringen, onduidelijkheid waarover het nu precies gaat en tot het betrekken van stellingen door de verschillende partijen. Dit draagt niet bij aan het vinden van een oplossing. Er zijn verschillende redenen om een methode te ontwikkelen waarmee de effectiviteit van maatregelen om mineralenkringlopen te sluiten op een gestructureerde manier getoetst kan worden.

- Met betrekking tot het sluiten van kringlopen zijn er vele definities, al dan niet gekoppeld aan visies op landbouwsystemen en zijn er vele betrokken partijen, allemaal met hun eigen invalshoek.
- Door de sterke internationale handel in grondstoffen en in veehouderijproducten (melk, vlees, eieren) is sprake van een complex stelsel van nutriëntenstromen, waar een groot aantal partijen en landen bij zijn betrokken en waar nationale en internationale regelgeving een rol speelt.

- Verschillende partijen hebben verschillende (impliciete) beelden en waarden bij het sluiten van kringlopen, vaak samenhangend met een (wens)beeld van de landbouw in Nederland en elders. Deze impliciete beelden en waarden moeten helder worden om te zorgen dat in discussies over maatregelen geen spraakverwarring ontstaat.
- Het sluiten van mineralenkringlopen kan een aangrijpingspunt zijn om de veehouderijsector aan te passen. Het is dan zinvol om te onderzoeken of de stappen ook daadwerkelijk tot de gewenste effecten leidt.

Het probleem is dus drieledig: a) het is vaak niet duidelijk wat wordt bedoeld met het sluiten van kringlopen; b) verschillende betrokken partijen komen door hun verschillende invalshoeken in discussies niet nader tot elkaar; en c) de gevolgen van een maatregel kunnen groot zijn voor betrokken partijen.

Daarom is het van belang een instrument te ontwikkelen dat helderheid en inzicht verschaft aan alle betrokken partijen, niet alleen door een definitie van het sluiten van kringlopen te geven, maar ook door het effect van maatregelen systematisch te analyseren, samen met die betrokken partijen. Zo'n analyse geeft inzicht in de effectiviteit en neveneffecten van maatregelen, zonder een oordeel uit te spreken. Politieke besluitvorming of besluiten op welk niveau dan ook kunnen dan op basis van heldere argumenten worden genomen.

Een definitie van het sluiten van kringlopen:

Het zo veel mogelijk beperken van verliezen van mineralen en organische stof naar plaatsen, waaruit ze niet of alleen tegen hoge kosten teruggewonnen kunnen worden en tegelijk het zo goed mogelijk bevorderen en onderhouden van de bodemkwaliteit en –vruchtbaarheid, om de vereiste functies van de bodem (voedselproductie, waterretentie en anderen) zo goed mogelijk te kunnen vervullen.

Vooralsnog gaat het om P (fosfor, eindige voorraad), K (kalium, idem), N (stikstof, kan ook naar de lucht ontwijken en dan alleen met input van energie teruggewonnen worden) en C (koolstof, met name als organische stof). Zowel ophoping als uitputting moeten vermeden worden. Ophoping op de ene locatie veroorzaakt bij P, K en N uit- en afspoeling en voor N ook emissie naar de lucht. Uitputting op andere locaties van een specifiek mineraal en/of organische stof is een belangrijke oorzaak van verlies aan bodemvruchtbaarheid en bodemkwaliteit en daardoor erosie, wat weer verdergaand verlies aan mineralen betekent. Een nevendoeel is het zo zuinig mogelijk omgaan met geologische voorraden, immers des te minder mineralen uit de kringloop verloren gaan, des te minder aanvulling vanuit die voorraden nodig is.

Echter, niet alleen de doelen zijn belangrijk bij het evalueren van mogelijke maatregelen, zeker ook de neveneffecten waar zo'n maatregel mee gepaard kan gaan, moeten in beeld gebracht worden. Het gaat dan om neveneffecten b.v. op het vlak van leefomgeving (kwaliteit van lucht, water, grondgebruik), uitvoerbaarheid en handhaafbaarheid van maatregelen, economie en benutting van productiefactoren als arbeid en kapitaal.

Een systematische analyse van een nutriënten kringloop en van de effectiviteit van maatregelen:

Het hoofddoel van een gestructureerde, systematische, KringloopToets is enerzijds het verschaffen van inzicht in:

- a) De effectiviteit van een maatregel. In hoeverre wordt de kringloop beter gesloten? Worden de verliezen aan mineralen in de kringloop kleiner, worden de mineralen ook beter benut, leidt de verbetering op de ene plek tot een verslechtering op de andere, is dat voor alle mineralen gelijk, wat is het overall resultaat, etc.?
- b) De baten en lasten. Dat kunnen zijn de financiële baten en lasten, maar ook de afwenteling (zoals meer of minder emissies van broeikasgassen, verbruik van fossiele energie, verzuring en vermesting en/of verminderde biodiversiteit);
- c) De inspanningen die nodig zijn van verschillende actoren (handelingsperspectief), de controle op de uitvoering en de handhavingmogelijkheden.

Een tweede, even belangrijk doel van de KringloopToets is het proces, de interactie tussen betrokkenen, om te komen tot gedeeld inzicht. Partijen worden uitgenodigd om samen in gesprek te gaan over de effectiviteit van maatregelen.

De toegevoegde waarde van een gestructureerde KringloopToets zit in het krijgen van inzicht in de effecten van maatregelen en de consequenties op verschillende ruimtelijke en organisatorische schaalniveaus, zodat partijen met verschillende rollen en belangen een gedeeld beeld hebben over de effecten van maatregelen om de kringloop te sluiten. Het gaat dan om de richting van de verandering en een indicatie van de omvang ervan voor zowel het sluiten van kringlopen als voor de neveneffecten door de voorgestelde maatregel. Het gedeelde beeld hoeft niet te betekenen dat de betrokken partijen het met elkaar eens zijn over de wenselijkheid van een maatregel. De winst zit in het feit dat de discussie gevoerd kan worden op basis van heldere argumenten en dat onderliggende waarden en aannames expliciet zijn gemaakt.

De toets kan daarmee een waardevolle bijdrage leveren aan een maatschappelijke en politieke discussie over het sluiten van kringlopen. De toets geeft zelf geen 'eindscore' aan, omdat het wegen van de verschillende hoofd- en neveneffecten ten opzichte van elkaar bij uitstek de taak is van de maatschappelijke en politieke discussie.

In die zin lijkt de toets enigszins op een Milieu Effect Rapportage (MER): voorafgaand aan een ingreep worden de effecten van die ingreep (bij MER alleen voor het milieu) in beeld gebracht en publiek gemaakt, opdat politieke besluitvorming op goede gronden plaats kan vinden. Met dien verstande dat een MER wordt uitgevoerd door experts, terwijl bij de KringloopToets de rol van betrokken partijen veel groter is en noodzakelijk voor een gedeeld inzicht.

Voor een goede analyse van de kringloop is het belangrijk dat a) deze eerst goed wordt ontleed om te zien welke deelprocessen er spelen, hoe deze op elkaar ingrijpen, welke stakeholders een rol spelen; b) een systematische vragenlijst wordt opgesteld die zorgt dat analyses steeds op vergelijkbare wijze worden uitgevoerd.

In deze handleiding wordt beoogd het begrip kringlopen zo uit te werken, dat verschillende maatregelen in een bepaald productiesysteem vergeleken kunnen worden op de mate waarin zij bijdragen aan het sluiten van kringlopen in de productieketen als geheel, van verbouw van gewassen, al dan niet via dierlijke productie tot en met de consument.

De hier beschreven KringloopToets beperkt zich tot de stroom van N, P en organische stof, tezamen aangeduid als stofstromen. Het geeft dus geen informatie over andere argumenten voor de uitvoering van maatregelen. Alleen de effecten van een maatregel op het beter sluiten van kringlopen worden getoetst.

Deze handleiding beschrijft uitdrukkelijk niet een voorkeur voor en de effecten van specifieke maatregelen. Tijdens het ontwikkelen van de methode zijn wel maatregelen benoemd en geanalyseerd om na te gaan of het instrument werkt en of de juiste informatie wordt gebruikt in de analyse. Deze (test)maatregelen worden apart beschreven in een werkboek.

1.2 Hoe om te gaan met de toets

Het doel en de meerwaarde van een KringloopToets (in paragraaf 1.1 verder uitgewerkt) zijn:

Het hoofddoel van een gestructureerde, systematische, KringloopToets is het verschaffen van een gedeeld inzicht in de effectiviteit van een maatregel; de baten en lasten en de inspanningen die nodig zijn van verschillende actoren, de controle op de uitvoering en de handhavingsmogelijkheden.

De toegevoegde waarde van een gestructureerde KringloopToets is inzicht krijgen en dat partijen met verschillende rollen en belangen een gedeeld beeld hebben over de hoedanigheid en de effecten van maatregelen en dat ze dat beeld gezamenlijk ontwikkelen. Zowel het proces als het resultaat zijn van belang.

De toets is een instrument dat gebruikt kan worden in bijeenkomsten met verschillende partijen om gezamenlijk de effecten van maatregelen te verkennen. Daarmee kan een discussie over de wenselijkheid van maatregelen beter worden gevoerd en kunnen eventuele keuzen en beslissingen worden gebaseerd op goed onderbouwde inzichten.

De uitkomst van de toets dient daarom als een startpunt voor de politieke en maatschappelijke discussie.

Het uitvoeren van de KringloopToets kan technische kennis vereisen van de deelnemers aan het gesprek. Daar waar technische kennis ontbreekt, kunnen kennisleemten in beeld worden gebracht en later met experts worden uitgewerkt.

Het is verleidelijk om de toets als een instrument bij experts neer te leggen. Zij hebben verstand van alle effecten en laat hen het maar uitzoeken en uitrekenen. Echter, de functie van de toets is om te komen tot een gezamenlijk en gedeeld beeld van de effectiviteit van maatregelen in de verschillende dimensies van de problematiek. Dat proces van het komen tot een gedeeld beeld vereist dat stakeholders actief betrokken zijn bij het verkennen van de effectiviteit van maatregelen, waarbij de hulp van experts kan worden ingeroepen om ontbrekende kennis aan te leveren. Stakeholders zijn eigenaren van het resultaat van het toetsen van een maatregel.

Het vraagstuk van de mineralenkringloop is erg complex. Het speelt zich af op het niveau van het landbouwbedrijf (veehouderij en akkerbouw), maar ook daarbuiten, door de afvoer van producten naar handel, industrie en uiteindelijk ook consumenten en door de aanvoer van producten zoals aangekocht veevoer, organische mest of compost. Het is een stroom van mineralen van en naar allerlei andere plaatsen, waar het individuele landbouwbedrijf er geen grip meer op heeft. Die andere plaatsen kunnen ruimtelijk zijn: vervoer van producten naar een andere provincie of land, maar ook institutioneel: mengvoerleveranciers, zuivelfabrieken, graanhandelaren zijn voorbeelden van partijen die dan een rol gaan spelen. Ook de biofysische component is complex: er zijn verschillende nutriënten die een rol spelen en met name stikstof is lastig, omdat het kan vervluchtigen, uitspoelen en afspoelen. Andere nutriënten zijn beter grijpbaar zoals fosfaat. Echter nutriënten beïnvloeden elkaar (interacteren) in hun effecten, net als de verschillende stappen én stakeholders in de kringloop. Door die samenhang en interacties is de kringloop een complex geheel.

Door de complexiteit en door het impliciet meenemen van waarden bij het bedenken van maatregelen, is het lastig om de effecten helder te krijgen en daarover helder te communiceren. Maatregelen die in eerste instantie positief lijken kunnen bij nader inzien misschien niet zo effectief zijn, of andersom.

De KringloopToets kan als een filter of sorteerbak fungeren. Allerlei soorten maatregelen kunnen worden bedacht en een *ex-ante* evaluatie ondergaan door ze te toetsen. Het biedt de mogelijkheid om een eerste onderscheid te maken in effectieve en minder effectieve maatregelen. Veelbelovende maatregelen kunnen nogmaals worden getoetst, maar nu met meer diepgang, waardoor meer zekerheid wordt verkregen over de effectiviteit en mogelijk de effecten kwantitatief ingeschat kunnen worden.

De toets kan als een leerproces dienen door te laten zien wat de doorwerking is van maatregelen in andere delen van de nutriëntenkringloop.

De toets kan ook helpen om de discussie tussen verschillende partijen te ondersteunen door gezamenlijk maatregelen te analyseren. Tijdens de verkenning kunnen impliciete uitgangspunten of veronderstellingen naar voren komen, waardoor duidelijk wordt waarom er verschillende verwachtingen zijn van maatregelen. Of waarom maatregelen belangrijk worden gevonden, ook al blijken ze niet zo effectief te zijn. Op deze wijze leidt de toets tot meer inzicht in elkaars uitgangspunten en standpunten.

De verschillende toepassingsmogelijkheden van de toets kunnen vooraf worden benoemd om de verwachtingen van deelnemers en gebruikers te laten aansluiten op de analyse die gezamenlijk wordt uitgevoerd.

1.3 Een systematische benadering

De doelstelling van de KringloopToets is ambitieus. Het vereist dat maatregelen op een systematische wijze worden geanalyseerd, zodat verschillende maatregelen met elkaar kunnen worden vergeleken wat betreft effectiviteit, kosten en baten. Zo'n systematische aanpak heeft veel overeenkomsten met de Life Cycle Analysis (LCA). In de opbouw van de KringloopToets wordt daarom de methodologie van LCA zoveel mogelijk gevolgd. Het voordeel is dat we daarmee een protocol gebruiken dat zijn waarde in de praktijk al heeft bewezen. Bovendien zijn veel organisaties bekend met de methodiek van LCA. Het protocol van een LCA, zoals beschreven in de ISO normen, is erg algemeen. Voor specifieke toepassingen worden vaak richtlijnen ontworpen met meer gerichte informatie en uitwerkingen voor

een sector. Goede voorbeelden daarvan in de landbouw zijn de richtlijnen van het Livestock Environmental Assessment Performance Partnership (LEAP). Deze richtlijnen voor veevoer, pluimvee, kleine en grote herkauwers zijn in de afgelopen jaren ontwikkeld op basis van kennis en ervaring van verschillende partijen. Ze worden ondersteund door branche organisaties uit de veehouderij, overheden en NGO's (zie ook www.fao.org/partnerships/leap/en). We gebruiken de beschrijving zoals deze ook in de werkwijze voor veevoer wordt toegepast (LEAP, 2015⁴).

Een ander aspect, is de mate van detail in de analyse. In de methodologie voor de berekening van de broeikasgasemissies door de IPCC wordt een stapsgewijze (zogenoemde Tier) benadering gebruikt: men kent drie verschillende niveaus van detail in de berekeningen. De keuze van het juiste detail-niveau wordt vastgesteld aan de hand van gekozen criteria (IPCC, 2006). Deze Tier-benadering zal worden uitgewerkt voor toepassing in de KringloopToets.

1.4 Leeswijzer

De voorliggende handleiding geeft een beschrijving van het protocol zoals dat gevolgd kan worden bij het uitvoeren van de KringloopToets. De KringloopToets is al een specifieke toepassing van het protocol, zodat een aantal onderdelen al kunnen worden ingevuld. De handleiding valt uiteen in twee delen:

Een beschrijving van de kringloop

Om een systematische aanpak op te zetten, wordt een beschrijvend model voor de kringloop gegeven en wordt de kringloop uitgewerkt in verschillende onderdelen. Dat gebeurt in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 gaan we verder in op de criteria die een rol spelen bij de vraag of en hoe kringlopen beter gesloten kunnen worden. Aan de hand van de kringloopbeschrijving en de criteria zijn vervolgens vragen geformuleerd die helpen om een gestructureerd beeld te krijgen van hetgeen de maatregel precies doet en wat de effecten zijn op het sluiten van kringlopen, op andere aspecten en welke inspanningen het vergt. Door dat systematisch voor alle maatregelen te doen, kun je een transparante en herhaalbare analyse maken van de effectiviteit van maatregelen en geef je inzicht in de achtergronden. In hoofdstuk 4 wordt de set vragen behandeld.

Een protocol voor het toepassen van de KringloopToets.

De technische beschrijving geeft wel een beeld van hoe je de kringloop kunt analyseren, maar geeft nog niet de spelregels hoe je die analyse uitvoert. Daarvoor wordt een protocol opgezet dat gebaseerd is op de Feed Guidelines van LEAP. Deze spelregels worden uitgewerkt in hoofdstuk 5 en systematiek is gebaseerd op de LCA benadering. Omdat de toets gaat over de kringloop, wordt hier verder gesproken over een Nutrient Cycle (Circle) Analysis, oftewel een 'NCA'.

Aansluitend op de handleiding wordt beoogd een werkboek samen te stellen, waarin een aantal concrete maatregelen worden uitgetoetst om de werking van de toets te demonstreren en die ook zijn of worden gebruikt bij groepsbijeenkomsten. Dit werkboek wordt in 2016 uitgebracht.

⁴ Environmental performance of animal feeds supply chains: Guidelines for assessment. Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership. FAO, Rome, Italy.

2 Beschrijving van de KringloopToets, het schema

2.1 Het basisschema van de kringloop

Het model van de nutriëntenkringloop is simpel. De beschrijving kan gestart worden op elk gewenst punt, bijvoorbeeld bij de productie van gewassen. Gewassen worden geteeld op het land (substraatteelt even buiten beschouwing latend). Tijdens de groei van gewassen worden voedingsstoffen opgenomen. De belangrijkste daarvan zijn stikstof (N), fosfor (P) en kalium (K). Ook neemt de plant water op uit de bodem. Koolstof wordt uit de lucht gehaald en energie wordt geleverd door zonlicht. Als je oogst, verwijder je nutriënten en moet je dus nutriënten aanvoeren in de vorm van mest. Dat kan dierlijke mest zijn, of compost of andere organische meststoffen, maar ook kunstmest. Deze voedingsstoffen of meststoffen worden op de bodem gebracht en uiteindelijk wordt het gewas geoogst. Gewassen kunnen voor verschillende doeleinden worden gebruikt: voeding van mensen en dieren, maar ook voor de sier of het maken van andere nuttige producten. We beperken ons nu tot de productie van voedsel voor de mens en voer voor het dier. In een aantal gevallen worden gewassen gesplitst en worden delen gebruikt als voedsel en andere delen als veevoer. Bietsuiker en bietenpulp uit de suikerbiet zijn daarvan een voorbeeld. Ook kan het zijn, dat (een deel van) het gewas meteen weer terug gaat naar de bodem (bv de bietenbladeren). Het veevoer wordt gebruikt om dierlijke producten te maken, zoals vlees, melk en eieren. Deze worden weer gebruikt als voedsel voor de mens. Bij de dierlijke productie wordt een deel van de nutriënten vastgelegd in de producten en het overige deel wordt weer uitgescheiden via feces en urine, wat hier met de term "mest" wordt aangeduid. De vastlegging in dierlijke producten na opname is afhankelijk van diersoort, productiviteit en type product en kan variëren van 5 – 40 % van de opname. De uitscheiding van niet gebruikte nutriënten kan dan variëren van 60 – 95 %. De vastgelegde 5 – 40 % wordt gebruikt als voedsel door de mens en vervolgens grotendeels uitgescheiden via feces, urine en afvalstromen.

Bij de consumptie van voedsel door de mens wordt slechts een klein deel van de nutriënten vastgelegd. Alleen groeiende mensen en zwangere vrouwen leggen nutriënten in lichaamsweefsel vast. Bij volwassenen (die netjes op gewicht blijven) wordt in principe geen extra weefsel meer geproduceerd en worden vrijwel evenveel nutriënten uitgescheiden als worden opgenomen. De uitscheiding van nutriënten bij mensen ligt in de range van 90 – 100 %.

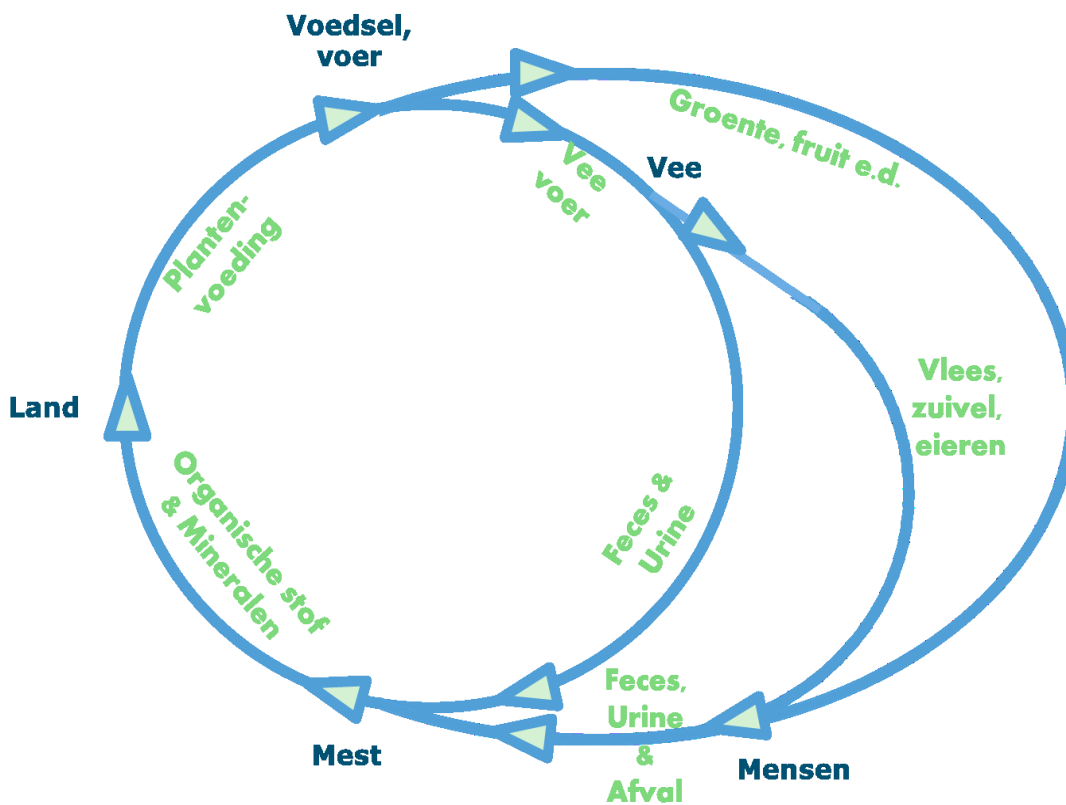
Veel nutriënten worden dus bij mens en dier in feces (en urine) uitgescheiden. In landbouwsystemen is de mest van dieren en mensen een belangrijke voorziening van voedingsstoffen voor het volgende gewas. Er is uiteraard wel een aanvulling nodig, omdat op een veehouderijbedrijf een deel van de nutriënten het bedrijf heeft verlaten in de vorm van melk, vlees of eieren. Op een akkerbouwbedrijf is een grotere aanvulling nodig, omdat daar verhoudingsgewijs veel meer nutriënten worden afgevoerd via granen, aardappelen, bieten en andere producten. Die aanvulling kan met dierlijke of menselijke mest, compost of kunstmest geschieden.

Om de kringloop helemaal compleet te maken, moeten dus ook de nutriënten die door mensen worden uitgescheiden, weer terugkeren naar landbouwgronden. In het verleden werd ook de "mensenmest" weer naar landbouwgebieden teruggebracht. Ons huidige afvalwatersysteem verzamelt weliswaar de humane excreta, maar brengt de nutriënten niet of in zeer beperkte mate terug⁵.

Figuur 1 en de beschrijving zijn een sterke vereenvoudiging van de werkelijkheid. Deze totale figuur wordt vanwege zijn ovale vorm wel aangeduid met "het ei".

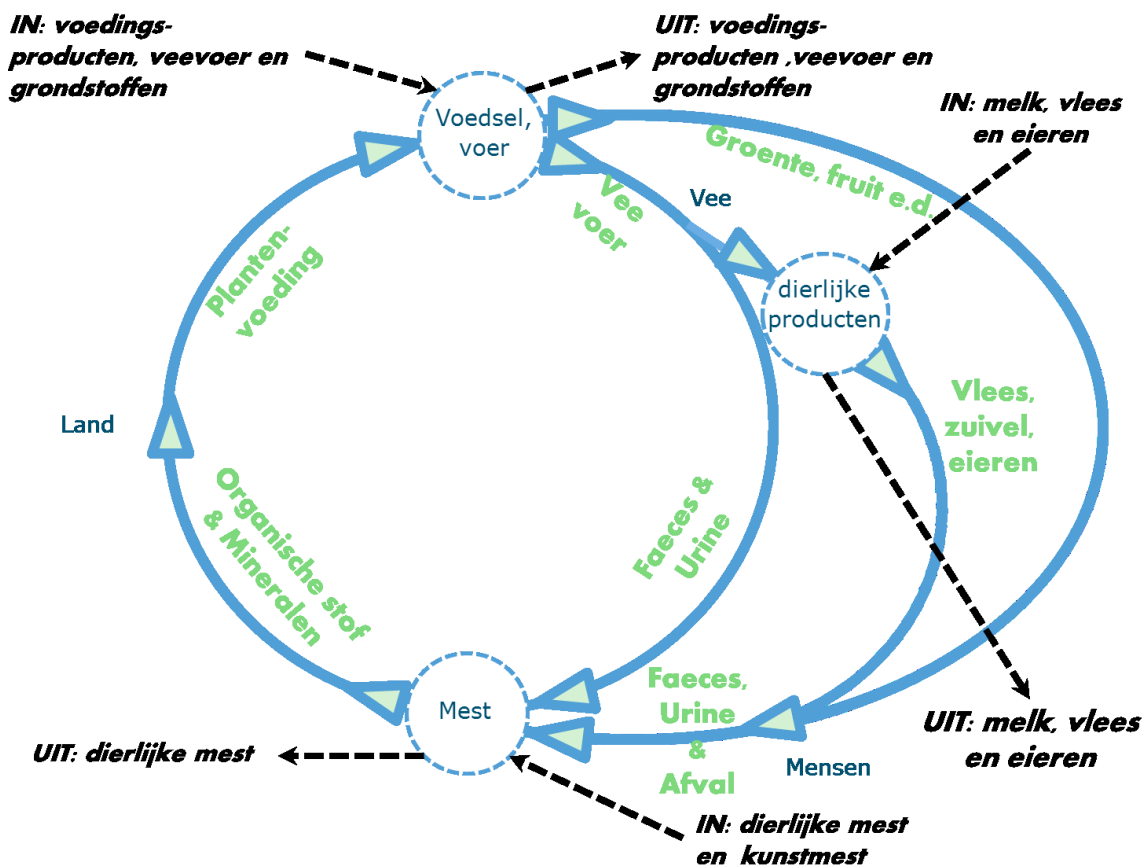
Het plaatje zoals hier geschetst, zonder invoer en uitvoer van nutriënten, werkt alleen op wereldschaal.

⁵ De toepassing van afvalwater of producten daaruit in de voedselketen is aan strikte regels gebonden, waardoor gebruik als meststof veelal juridisch niet mogelijk is of economisch niet haalbaar.



Figuur 1. Algemene beschrijving van de nutriëntenkringloop op wereldschaal.

De werkelijkheid is veel ingewikkelder. In een afgebakend gebied vindt altijd in- en uitvoer plaats van producten. Bijna geen enkel gebied in de wereld is compleet gesloten en zelfvoorzienend. Als het bovenstaande schema voor een regio beschouwd wordt, moet de figuur aangepast worden: er moeten posten komen voor in- en uitvoer van nutriënten op verschillende plaatsen. Die nutriënten en de producten waar ze onderdeel van zijn, komen allemaal uit eigen kringlopen, die in andere gebieden plaatsvinden. Bij een begrensde situatie, als bijvoorbeeld Nederland, gebeurt de direct van menselijk handelen afhankelijke in- en uitvoer van producten op drie verschillende schakelpunten. Ten eerste gebeurt dat bij 'gewassen', daar komen de voedingsproducten en de veevoergrondstoffen binnen. Dat is weergegeven met een met een stippellijn naar de gestippelde cirkel. Het zijn vergelijkbare producten als de geteelde gewassen, maar ze komen uit een ander gebied. Ten tweede gebeurt dat bij 'mest': er kan invoer zijn van meststoffen, maar ook uitvoer. Ook daar is in- en uitvoer weergegeven met stippellijnen naar de cirkel, waar de mest van de dierlijke en de menselijke tak uit het gebied zelf bij elkaar komen. In Nederland is vooral sprake van uitvoer van mest, maar in gebieden waar minder vee is, kan ook sprake zijn van invoer. Dat is ook binnen Nederland het geval, in Groningen wordt mest ingevoerd, in Brabant wordt mest uitgevoerd. Daarnaast kunnen bij dit punt verliezen aangevuld worden uit geologische voorraden (kunstmest). Het derde schakelpunt is bij 'vee', daar worden dieren en producten uitgevoerd, maar ook ingevoerd.



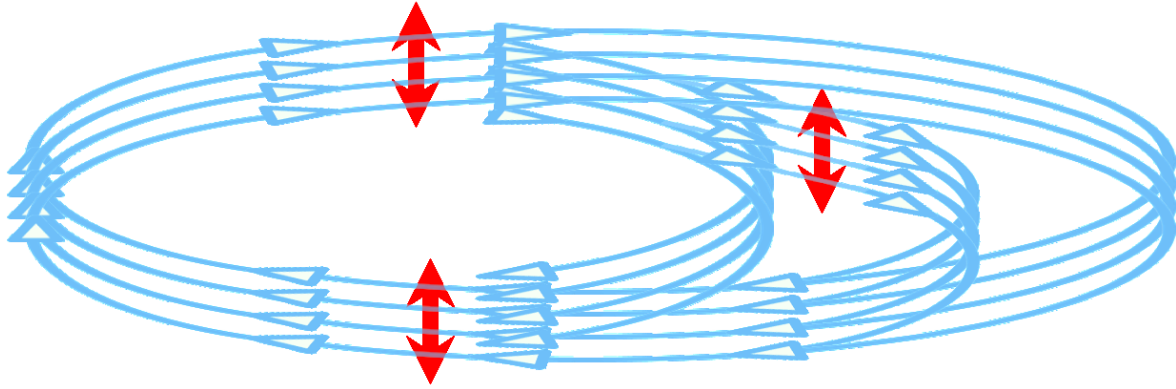
Figuur 2. Beschrijving van een kringloop voor een begrensd gebied, met weergave van in- en uitvoer van producten op de zogenoemde schakelpunten. De in- en uitgevoerde producten zijn elders weer onderdeel van een nieuwe kringloop.

2.2 De kringloop en ruimtelijke schaalniveaus

Je kunt de bovenstaande figuur ook anders weergeven: in feite is het een grote stapel van allemaal verschillende kringlopen (Figuur 3). Iedere laag in de stapel is dan een andere regio. De pijlen die in bovenstaande figuur van buiten naar binnen komen, zijn dan verticale pijlen, die schakelen op de punten 'mest', 'gewassen' en ook 'vee', (dierlijke producten). Op die schakelpunten vindt uitwisseling plaats van verschillende producten, oftewel gaan mineralen en organische stof van het ene naar het andere gebied. Daarmee kan op elk niveau een onbalans ontstaan: er stroomt meer in dan er uitgaat (dus overschot op een bepaalde locatie) of er stroomt meer uit dan er ingaat (dus uitputting op een bepaalde locatie). Als alle niveaus bij elkaar opgeteld worden, is het wel weer in balans. Die balans speelt zich dan af op het niveau van Moeder Aarde, met mogelijk grote tekorten op de ene plaats en grote overschotten elders.

Bij de toepassing van deze ruimtelijke schaal is het belangrijk om telkens expliciet af te spreken welke gebieden wel en niet in beschouwing worden genomen. Hier doet zich de parallel voor met de systematiek van de Life Cycle Analysis (LCA), waarbij het voorgeschreven is om vooraf de zogenoemde systeemgrenzen vast te stellen.

Volgens ISO 14044:2006, 3.32, zijn de systeemgrenzen een set van criteria die aangeven welke processen nog tot een productiesysteem behoren. Ze geven dus helder aan wat wel en niet meer tot het onderzochte systeem behoort.



Figuur 3. De nutriëntenkringloop vindt plaats op verschillende ruimtelijke niveaus.

Het is aan te bevelen om bij het gebruik van de KringloopToets de systeemgrenzen zo breed mogelijk te kiezen, zeker omdat grondstoffen als veevoer en voedsel en daarmee nutriënten van alle continenten afkomstig zijn en ook producten naar alle continenten worden geëxporteerd. Je kunt er voor kiezen om de systeemgrenzen veel nauwer te kiezen en alleen een klein deel bestuderen, maar dan is het risico dat een groot deel van de product- en nutriëntenstromen niet voldoende in beeld gebracht kunnen worden reëel.

Om stromen overzichtelijk in beeld te brengen moeten binnen die ruimtelijke systeemgrenzen nog een aantal ruimtelijke niveaus onderscheiden worden. We stellen de volgende ruimtelijke niveaus voor:

Het eerste niveau is dat van het bedrijf. Dat kan een landbouwbedrijf zijn (akkerbouw, tuinbouw of veehouderij), maar ook een mengvoerb企业. Op dit schaalniveau wordt beoordeeld welk effect een maatregel heeft binnen het bedrijf. Het kan gaan om maatregelen, die alleen op dat bedrijf genomen worden, maar ook om maatregelen voor een groep of zelfs alle bedrijven.

Het tweede schaalniveau is Nederland. Op dat tweede niveau wordt aangegeven welk effect de maatregelen hebben in Nederland (of een deel van Nederland) en dan met name voor alle landbouwbedrijven gezamenlijk als het gaat om de nutriëntenstromen en veel breder als het gaat om de neveneffecten.

Het derde niveau is dat van Europa (als continent, of, als de focus op regelgeving ligt, van de lidstaten, de EU-28).

Een vierde niveau ten slotte is het wereldniveau: welke effecten treden er op wereldschaal op als gevolg van de maatregelen .

Deze schaalniveaus omvatten elkaar. Voor de inschatting van de effecten voor bijvoorbeeld heel Nederland, moeten de effecten op bedrijfsniveau en 'buiten bedrijf, maar binnen Nederland' worden opgeteld. Dan krijg je in beeld of een maatregel voor Nederland als geheel een positief of negatief effect heeft. Datzelfde geldt voor de andere ruimtelijke schalen.

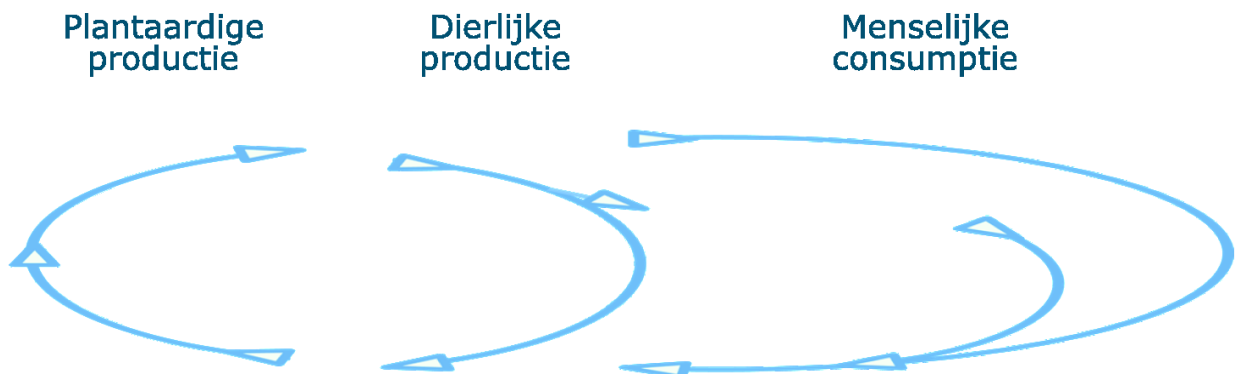
Als maatregelen op provinciaal niveau worden genomen, zoals is gebeurd bij de Brabantse Zorgvuldige Veehouderij score, kan ook een schaalniveau 'provincie' worden tussengevoegd.

2.3 De kringloop als aaneenschakeling van elementen

De kringloop is een aaneenschakeling van verschillende kringloop-delen (Figuur 4). Er zijn drie delen te onderscheiden die je ruimtelijk niet verder kunt loskoppelen. Ze zijn dus locatie gebonden:

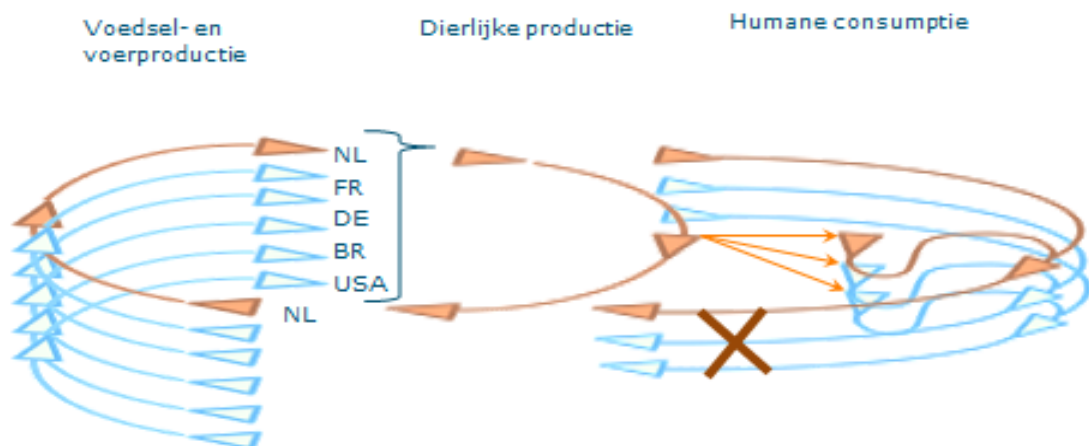
1. Plantaardige productie: mest/bemesting via bodem naar gewas. Het gewas kan dienen als voedsel, veevoer, maar ook nog voor andere doelen worden gebruikt (bijvoorbeeld biobrandstoffen). Een voorbeeld hiervan zijn de akkerbouw bedrijven.
2. menselijke consumptie: voedsel via humane consumptie naar humane uitscheiding en afval.
3. Dierlijke productie: veevoer via dierlijke consumptie naar dierlijke mest en een aantal producten die ook de humane consumptie in gaan. Voorbeelden zijn varkens- en pluimveebedrijven in Nederland die zelf geen grond hebben en dus alle voer aanvoeren en mest afvoeren en ook melkveebedrijven, die (een deel van) het voer zelf verbouwen en de mest (deels) op eigen grond voor het verbouwen van veevoer gebruiken.

In de melkveehouderij zijn de kringlopdelen 'plantaardige productie' en 'dierlijke productie' veelal in één bedrijf aan elkaar verbonden: dat heet dan grondgebonden. Maar door specialisatie in de veehouderij is die koppeling buiten, maar ook wel binnen de melkveehouderij steeds minder geworden en zitten beide kringlopdelen niet altijd meer in één bedrijf. De koppeling van gewasproductie en dierlijke productie met de menselijke consumptie vindt eigenlijk nooit meer binnen een productie-eenheid of andere eenheid plaats. Als consumenten betrekken we ons voedsel van veel verschillende bedrijven en uit veel verschillende landen.



Figuur 4. De nutriëntenkringloop kan worden opgesplitst in drie verschillende kringlopdelen.

Het is dus een samenspel van drie verschillende kringlopdelen op heel veel verschillende plaatsen. Je kunt dat in beeld brengen door de drie kringlopdelen te 'stapelen', zoals dat in de gestapelde Figuur 3 ook al is gedaan. In de onderstaande Figuur 5 is dat gedaan voor een aantal landen, waar Nederland veel grondstoffen vandaan haalt voor de veehouderij. Het Nederlandse schaalniveau is als één laag weergegeven met de bruin-oranje kleur. Het kruis door de tweede helft van de humane consumptie geeft aan dat de terugkeer van nutriënten in dat deel nog niet of nauwelijks is geregeld.



Figuur 5. De combinatie van de drie kringlopdelen en de verschillende ruimtelijke niveaus. De ruimtelijke niveaus zijn hier als land weergegeven. De veevoergrondstoffen komen uit vijf landen, de dierlijke producten gaan naar drie landen. De bruin-oranje kringlopdelen spelen zich af in Nederland.

Daarmee wordt het plaatje complexer, maar we laten wel zien wat er gebeurt en waar 'geschakeld' wordt tussen verschillende kringlooppdelen. Elk segment in een vlak kan bijvoorbeeld gezien worden als een gebied. In een stedelijk gebied is veel instroom van dierlijke en plantaardige producten en zal de uitstroom (menselijke uitwerpselen) via afvalwaterzuivering aan de kringloop onttrokken worden. In een gemengd agrarisch gebied zal een deel van de gewassen gebruikt worden als veevoer en gaat dierlijke mest retour, maar is er ook uitstroom van akkerbouwgewassen en dierlijke producten naar andere gebieden en kan er instroom van kunstmest en dierlijke mest uit andere gebieden zijn. Het schakelen tussen de verschillende schalen is steeds belangrijker geworden. Alleen in een compleet zelfvoorzienende samenleving, in een van de buitenwereld afgesloten dorp, vind je alles op één schaalniveau. In Nederland wordt al lang heel veel 'geschakeld'. Dat gebeurt steeds op de drie schakelpunten, het gewas (voedsel, veevoer, bio-grondstof), de mest (import van kunstmest, export van mest of afgeleide producten, zoals as van de verbranding van pluimvee mest) en bij het vee (import van dierlijke producten voor humane consumptie, tegelijkertijd ook export van dierlijke producten).

Omdat heel veel geschakeld wordt en er dus veel interactie is tussen verschillende lagen van de schakels, zullen maatregelen, die één stroom van producten aanpakken, meteen effecten hebben op de andere stromen. Dat geldt zeker voor de (letterlijk) grondgebonden landbouwproducten. Immers, grond is niet onbeperkt beschikbaar⁶. Bij keuzes m.b.t. de teelt van gewassen kan sprake zijn van **verdringing**: als gewas x verbouwd wordt, kan op diezelfde grond gewas y niet verbouwd worden. Over de gevolgen hiervan zijn veel voorbeelden beschreven. De toenemende vraag naar bio-ethanol in de VS leidde ertoe dat de VS minder mais ging exporteren, waardoor andere landen het van elders moesten halen of het zelf gingen verbouwen (Searchinger et al., 2008). Het is vrijwel onmogelijk vooraf al die effecten in beeld te brengen. Voor de berekening (in feite meer een inschatting) van de emissies als gevolg van landgebruiksverandering (de iLUC, indirect land use change) zijn veel scenario-berekeningen uitgevoerd, waar veel aannames voor zijn gedaan, juist vanwege die niet eenvoudig te voorspellen effecten. Daar is dus nog veel discussie over.

Aangezien schakelen heel veel gebeurt, zullen veel maatregelen ook doorwerken naar andere schaalniveaus (gebieden). Om de gevolgen voor het sluiten van kringlopen in beeld te brengen is het dus belangrijk om die verandering in stromen van producten en nutriënten te adresseren, hoe lastig dat soms ook is.

Om de veranderingen van stromen goed in beeld te brengen, is het nuttig om tevoren de grenzen aan te geven tussen de kringlooppdelen en de schakelpunten. Vergelijkbaar met Life Cycle Analysis worden hierbij de termen 'systeemgrenzen', 'bovenstreams' en 'benedenstreams' gebruikt. De systeemgrenzen die we hier definiëren, zijn niet zozeer ruimtelijke grenzen, maar veel meer grenzen tussen de verschillende kringlooppdelen en schakelpunten.

Systeemgrenzen volgens ISO 14044:2006, 3.32 zijn een set van criteria die aangeven welke processen nog tot een productiesysteem behoren. Ze geven eenduidig aan wat wel en wat niet meer tot het onderzochte systeem behoort.

Bovenstreams: de voorafgaande processen ten opzichte van het huidige systeem of proces bij een analyse van 'begin tot eind' van een levenscyclus.

Benedenstreams: de er op volgende processen ten opzichte van het huidige systeem of proces bij een analyse van "begin tot eind" van een levenscyclus.

Voor het kringloopdeel voedsel/voer-productie zijn de systeemgrenzen:

- De bovenstroomse grens is het moment dat de mest of compost of andere afvalproducten overgaan in handen van een landbouwbedrijf dat gewassen teelt. Op grondgebonden veehouderijbedrijven zit de bovenstroomse grens van de plantaardige productie direct aan tegen de benedenstroomse grens van het kringloopdeel dierlijke productie. Als in het kringloopdeel voedsel/voerproductie mest van andere bedrijven wordt gehaald, ligt de bovenstroomse grens aan tegen het schakelpunt 'mest'.

⁶ Via substraatteelt kan theoretisch ruimte gewonnen worden, maar voor de grote commodities is daar geen sprake van.

- De benedenstroomse systeemgrens van het kringloopdeel voedsel/voerproductie is het moment dat het gewas het landbouwbedrijf verlaat en qua eigendom en verantwoordelijkheid overgaat in andere handen.

Voor het kringloopdeel dierlijke productie zijn de systeemgrenzen:

- De bovenstroomse systeemgrens is het punt waarop het product overgaat in handen van de veehouder, het punt waarop het 'handelen' voorbij is. Het enige dat de veehouder nog doet is het verwerken en mengen van de producten tot het voer voor de dieren. Bij bedrijven die zelf veevoer produceren, ligt deze grens direct aan tegen het kringloopdeel 'voedsel/voerproductie'.
- Benedenstrooms: de verantwoordelijkheid voor de excrementen ligt nog wel bij de individuele producent. De producent is daarbij nog een schakelpartij op de 'mest' markt. Voor veehouders met eigen grond gaat de mest direct door naar de teelt van gewassen, voor veehouders met te weinig of zonder grond gaat de mest via intermediaire partijen naar landbouwbedrijven. Vergelijkbaar met de systeemgrenzen die in Life Cycle Analysis worden gebruikt, is de benedenstroomse grens het moment dat de mest de opslag van de veehouder verlaat, ongeacht wat er daarna mee gebeurt.

Voor het kringloopdeel humane consumptie zijn de systeemgrenzen:

- De bovenstroomse systeemgrens is het punt waarop het product overgaat in handen van de consument, het punt waarop het 'handelen' voorbij is. Het enige dat de consument nog doet is het bewerken tot een maaltijd.
- Benedenstrooms: het moment dat de consument zijn huishoudelijk afval afgeeft aan de (gemeentelijke) reinigingsdienst of de afvalverwerker en het moment dat hij het toilet doorspoelt. Vanaf dat moment zijn afval en excrementen met spoelwater de verantwoordelijkheid van verwerkers. Deze verwerkers zijn de partijen die schakelen op de mest'-markt.

Verschuivingen in de teelt van gewassen kan gevolgen hebben voor de opbrengsten. Een belangrijke factor bij de opbrengst van gewassen is de beschikbaarheid van water. Waterverbruik is politiek en maatschappelijk een belangrijke indicator voor duurzaamheid. Opnemen van de factor water in de huidige vragenlijst voegt nog een dimensie toe, waardoor de complexiteit sterk toeneemt. Vooralsnog laten we de factor water buiten beschouwing. Afhankelijk van de ervaringen met de toets, kan de factor water in een later stadium ingebouwd worden.

2.4 De schakelpunten tussen kringloopsegmenten

In de voorgaande beschrijving is aangegeven dat de kringloop te splitsen is in drie onderdelen: de plantaardige productie, de dierlijke productie en de menselijke consumptie. Tussen deze drie onderdelen zitten zogenoemde schakelpunten, waar uitwisseling van producten plaatsvindt. Hoe zien die schakelpunten er uit?

Er zijn drie schakelpunten, waar producten worden verwerkt, bewerkt en uitgewisseld:

- Plantaardige producten, gewassen (voedsel, voer, grondstoffen)
- Dierlijke producten (levende dieren, melk, vlees, eieren)
- Mest (uitscheidingsproducten van mens en dier, afvalproducten)

Schakelpunten zijn van groot belang, daar worden nutriëntenstromen gestuurd van de productielocatie naar de plek van consumptie en wordt bepaald wat er met de reststromen wordt gedaan. Veelal wordt daarmee ook de plaats van de restproducten bepaald. Er zijn wel duidelijke verschillen tussen de verschillende schakelpunten.

Schakelpunt plantaardige producten

Het schakelpunt is niet één fysieke locatie of één organisatie. Onderdeel van dit schakelpunt zijn:

- a) handelaren die producten opslaan, transporteren en doorverkopen aan andere partijen;
- b) verwerkende bedrijven die de producten direct van boeren betrekken of die de producten van handelaren betrekken. Deze verwerkende bedrijven maken soms halffabricaten die weer worden doorverkocht aan andere verwerkers. Voorbeelden daarvan zijn de maalderijen, die het meel doorverkopen aan bakkerijen, crushers die de plantaardige olie doorverkopen aan de levensmiddelenindustrie en het schroot of meel doorverkopen aan de mengvoerindustrie;

- c) levensmiddelenindustrie, die soms direct plantaardige producten koopt en soms halffabricaten koopt en het eindproduct weer doorverkoopt aan de retail;
- d) mengvoerindustrie die plantaardige grondstoffen en halffabricaten koopt en deze combineert tot mengvoerders voor verschillende diergroepen;
- e) retail die producten aan de consument leveren. Zij kopen de consumentenproducten van boeren zelf, handelaren en verwerkende industrie.

Het is goed om van de schakelpunten de systeemgrenzen te definiëren:

- De bovenstroomse systeemgrens van het schakelpunt gewas is het moment dat het gewas het landbouwbedrijf verlaat en qua eigendom en verantwoordelijkheid overgaat in andere handen.
- De benedenstroomse systeemgrens is het punt waarop het product overgaat in handen van de consument of de veehouder, het punt waarop het 'handelen' voorbij is. Het enige dat de consument nog doet is het bewerken tot een maaltijd. De veehouder geeft de plantaardige producten of het mengvoer aan zijn dieren.

De partijen betrokken bij het schakelpunt 'plantaardige producten', zoals de handelaren in granen, soja, etc. werken allemaal op een internationaal niveau. Plantaardige producten en halffabricaten worden overal vandaan gehaald en gaan ook de hele wereld over. Voorbeelden hiervan zijn de sojaschroot die hoofdzakelijk wordt geïmporteerd uit de Verenigde Staten, Brazilië en Argentinië; de appels die worden geïmporteerd uit Argentinië en Nieuw-Zeeland; de baktarwe die hoofdzakelijk uit Duitsland en Frankrijk wordt gehaald, maar ook de (poot)aardappelen die worden geëxporteerd naar andere landen binnen en buiten de EU.

Als je dit schakelpunt in een beeld zou willen vangen, kun je het beste daarvoor een Gordiaanse knoop gebruiken, een bijna onontwarbare kluwen van bedrijven en producten-stromen. Uiteindelijk komen de plantaardige producten allemaal in meer of minder verwerkte vorm terecht bij de consument (mens of, in dit geval ook, dier).

Schakelpunt dierlijke producten

Het schakelpunt van dierlijke producten is vergelijkbaar met dat van de plantaardige producten. Belangrijke spelers zijn hier de zuivelindustrie, de slachterijen en de eier-verwerkende industrie. In de geïndustrialiseerde wereld bestaat deze uit een beperkt aantal grote partijen en een groter aantal kleinere bedrijven. Al deze partijen betrekken hun grondstoffen vaak uit een beperkt gebied, maar verkopen hun eindproducten veelal in een veel groter gebied. In een aantal gevallen ondergaan de producten nog een verdere bewerking voordat ze via de retail uiteindelijk naar de consument gaan. De systeemgrenzen van dit schakelpunt zijn vergelijkbaar met die van het schakelpunt 'gewassen'. Dat kunnen soms lange en complexe routes zijn langs verschillende verwerkers en het kan soms verrassende producten opleveren. Zie bijvoorbeeld de volgende presentatie: (http://www.ted.com/talks/christien_meindertsma_on_pig_05049?language=nl).

Schakelpunt mest

Het schakelpunt mest verschilt wezenlijk van de andere twee schakelpunten om verschillende redenen.

Ten eerste gaat het bij het schakelpunt mest om restproducten die voor het overgrote deel bestaan uit menselijke en dierlijke excrementen. De 'kwaliteit' van die producten wordt bepaald door wat mensen en dieren eten en wordt niet bepaald door een gericht proces. De definitie van een restproduct (residue) van de Europese Commissie sluit hier op aan: "*Substance that is not the end product (s) that a production process directly seeks to produce [Communication from the European Commission 2010/C 160/02]. More specifically, a residue is any material without economic value leaving the product system in the condition as it created in the process, but which has a subsequent use. There may be value-added steps beyond the system boundary, but these activities do not impact the product system calculations.*"

Het is in dit verband niet correct om te spreken over afval of 'waste'. Afval is gedefinieerd als: "*Substances or objects which the holder intends or is required to dispose of [ISO 14044:2006, 3.35].*" Als contrast: in de andere twee schakelpunten worden scherpe eisen gesteld aan de productkwaliteit, zowel wat betreft de voedingswaarde, als wat betreft de negatieve factoren (ziekteverwekkers, verontreiniging e.d.).

Ten tweede is bij het schakelpunt mest vaak geen sprake van toegevoegde waarde. De mest be- en verwerking in Nederland is ontstaan onder druk van mestwetgeving en niet omdat sprake is van toegevoegde waarde (er zijn enkele uitzonderingen, zoals bijv. biologische mest, gedroogde koe- en

kippenmest voor specifieke markten). De negatieve prijs voor mest in Nederland is daarvoor een bewijs. In gebieden met weinig vee, is nog wel vaak sprake van een positieve prijs voor mest. In de andere twee schakelpunten is wel sprake van een toegevoegde waarde van producten door transport, verwerking en wederverkoop. Deze toegevoegde waarde komt tot stand op een private markt. Overheden spelen op die markten wel een rol om publieke doelen te bereiken, zoals bijvoorbeeld volksgezondheid en arbeidsomstandigheden, maar voor het overige redt deze markt zichzelf. Ten derde wordt de sturing van de mestmarkt en –stromen sterk bepaald door publieke belangen, door overheidsbeleid. Daarbij is regelgeving op gebied van milieu en volksgezondheid vaak bepalend en regelgeving op gebied van agronomie vaak volgend. Ten vierde, in dit schakelpunt komen ook restproducten binnen via zogenoemde 'kortsluitingen': afgekeurde partijen voedsel of voer, die niet geschikt zijn voor humane of dierlijke consumptie, gewassen en producten, die als co-product gebruikt worden bij vergisten van mest, voedselverspilling bij mens en dier, voerrechten uit stallen, overschotten uit huishoudens en restaurants e.d. Kortom, het gaat bij mest om een schakelpunt, waarbij allerlei restproducten van verschillende kwaliteiten bij elkaar komen en waar de toegevoegde waarde vaak te beperkt is om een goed en efficiënt proces van uitwisseling tot stand te brengen. Tegelijkertijd wordt steeds duidelijker dat deze reststromen essentieel zijn vanwege de grote hoeveelheid nutriënten en organische stof die gebruikt kunnen worden om de cyclus van plantaardige productie en vervolgens consumptie gaande te houden. De systeemgrenzen zijn verschillend voor de dierlijke productie en de humane consumptie. Voor humane consumptie:

- Bovenstreams: het moment dat de consument zijn huishoudelijk afval afgeeft aan de (gemeentelijke) reinigingsdienst of de afvalverwerker en het moment dat hij het toilet doorspoelt. Vanaf dat moment zijn afval en excrementen met spoelwater de verantwoordelijkheid van verwerkers. Deze verwerkers zijn de partijen die schakelen op de 'mest'-markt.
- Benedenstreams: het moment dat producten overgaan naar de landbouw, naar de teelt van gewassen. Een aantal producten zullen niet terugkeren naar de voedselketen en zijn verliezen in dit schakelpunt.

Voor de dierlijke productie liggen de systeemgrenzen anders:

- Bovenstreams: de verantwoordelijkheid voor de excrementen ligt bij de individuele producent. De producent is daarbij een schakelpartij op de 'mest'-markt. Voor veehouders met eigen grond gaat de mest direct door naar de teelt van gewassen, voor veehouders met te weinig of zonder grond gaat de mest via intermediaire partijen naar landbouwbedrijven. Vergelijkbaar met de systeemgrenzen die in Life Cycle Analyse worden gebruikt, is de bovenstroomse grens het moment dat de mest de opslag van de veehouder verlaat, ongeacht wat er daarna mee gebeurt.
- Benedenstreams: nadat de mest de opslag heeft verlaten is het de bedoeling dat het onderdeel wordt van de teelt van gewassen. De benedenstroomse grens is het moment dat de mest overgaat in handen van een landbouwbedrijf dat gewassen teelt. Op grondgebonden bedrijven zitten de boven- en benedenstroomse grens tegen elkaar aan en is het schakelpunt 'mest' in feite niet aanwezig. Voor niet grondgebonden bedrijven, waarbij andere partijen zijn betrokken voor transport, be- en verwerking, is sprake van een duidelijk schakelpunt met allerlei partijen.

De systeemgrenzen van de schakelpunten zijn gelijk aan de systeemgrenzen van de kringloopsegmenten.

2.5 Bochten afsnijden in de kringloop

In sommige gevallen gaan producten niet door de gehele kringloop, maar snijden een bocht af, in die zin, dat een gewas niet naar de humane of dierlijke consumptie gaat, maar rechtstreeks naar de bodem, of als co-product naar mestvergisting. Dat is bijvoorbeeld het geval als oogstresten of een groenbemester niet gebruikt worden als voer of voedsel, maar op het land ondergewerkt worden als bemesting. Nogal wat voedsel wordt niet door mensen geconsumeerd, maar komt bij het gft terecht en kan dan als compost in de kringloop terugkeren. Beendermeel, bloedmeel, verenmeel zijn voorbeelden van organische meststoffen, die rechtstreeks van het dier afkomstig zijn en niet via de mest of de 'humane bocht' voor bemesting worden gebruikt. Met dergelijke 'binnenbochten', die tot minder of juist meer verliezen kunnen leiden, moet bij het bespreken van maatregelen rekening gehouden worden.

2.6 Waar kan het misgaan in de kringloop?

Er zijn twee categorieën van plaatsen waar verliezen in de kringloop kunnen optreden;

Verliezen in de kringloopsegmenten. Hierbij gaat het om:

- Verliezen bij de teelt van gewassen vanaf de bemesting bij het begin van de teelt tot en met de verliezen bij oogst en bewaring. Voorbeelden hiervan zijn de uitspoeling en vervluchtiging van nutriënten bij bemesting, onvoldoende benutting van de toegediende nutriënten door niet optimale teeltmaatregelen, of onevenwichtige verhoudingen tussen de toegediende nutriënten, aanwending van (dierlijke) mest op het verkeerde moment, slecht afgestelde machines bij de oogst en onvoldoende bewaringscondities.
- Verliezen bij de dierlijke productie, beginnende bij het gereedmaken van het voer, via het voeren tot en met de bewaring van mest in een opslag. Voorbeelden zijn stalemissies (alleen N) en verliezen tijdens de opslag van mest.
- Verliezen bij de humane consumptie; daarbij valt te denken aan verliezen in de retail keten (producten 'over datum', verliezen in de huishoudens en verliezen in de afvalverwerking (hoeveel nutriënten eindigen weer als meststof voor de voedselketen?).

Verliezen op de schakelpunten:

In de schakelpunten worden producten uit een kringloopdeel verhandeld, bewerkt en getransporteerd.

- Bij deze omzettingen treden in beperkte mate verliezen op bij de 'gewassen' en 'dierlijke producten'. Er zijn daar wel veel omzettingen, maar dat zijn vaak fysisch-chemische omzettingen met zeer hoge efficiënties.
- Met name het schakelpunt 'mest' is een belangrijke plaats waar zaken mis kunnen gaan. In het voorgaande is al aangegeven dat er slechts een beperkte markt is voor mestproducten vanwege beperkte toegevoegde waarde of zelfs een negatieve toegevoegde waarde. In de schakelpunten 'gewassen' en 'dierlijke producten' is de verdeling van de producten naar de plaatsen waar behoefte is redelijk geregeld. Althans, daar is een koopkrachtige vraag die de verdeling regelt. Bij het schakelpunt 'mest' ontbreekt de koopkrachtige vraag daar waar mest als probleem wordt gezien. Mest heeft dan een negatieve waarde, die dumpen in de hand werkt. Zodra mest een positieve waarde heeft, zoals momenteel het geval is voor biologische mest, regelt de vraag een optimale distributie van de mest. Of de verdeling van de nutriënten en organische stof geregeld worden via een markt, hangt direct af van de mestsoort en – kwaliteit en van de kosten om de mest op de goede plaats te krijgen. Wet- en regelgeving hebben daarbij een sterk sturend karakter. In dit geval is het niet zozeer het verlies in het schakelpunt zelf, als wel het verlies dat optreedt omdat mest niet optimaal kan worden benut door een goede verdeling van de mest. Een voorbeeld daarvan zijn de co-producten bij mestvergistings, volgens de wet worden deze als 'mest' beschouwd, waarmee de gebruiksmogelijkheden voor een groot deel worden bepaald.

3 Criteria en voorwaarden bij gebruik van de KringloopToets

In dit hoofdstuk gaan we verder in op de criteria die een rol spelen bij de vraag of en hoe kringlopen beter gesloten kunnen worden. Aan de hand van de kringloopbeschrijving en de criteria worden vervolgens vragen geformuleerd die helpen om een gestructureerd beeld te krijgen van hetgeen de maatregel precies doet en wat de effecten zijn op het sluiten van kringlopen, op andere aspecten en welke inspanningen het vergt.

3.1 Algemene uitgangspunten van en werkwijze bij de KringloopToets

Er is sprake van een steeds verdergaande specialisatie in de productie. Dat blijkt ook uit de veelheid aan activiteiten op de schakelpunten 'gewas' en 'dierlijke producten'. Het betekent ook dat het schakelen tussen de verschillende kringloopdelen (de handel in voedsel, voer en in mest) een onderdeel kan zijn van de oplossingen die we zoeken. De oplossingsruimte in de toets is letterlijk en figuurlijk niet begrensd. Het is daarom belangrijk per geval aan te geven of en zo ja welke systeemgrenzen met betrekking tot de schaalniveaus gekozen worden.

Er zijn veel verschillende bedrijfssystemen variërend van klein- tot grootschalig, van zeer lage tot zeer hoge niveaus van inputs van hulpmiddelen (meststoffen, energie, bestrijdingsmiddelen, arbeid) en van een sterke internationale marktorientatie tot producerend voor lokale markten of zelfs voor eigen consumptie. Deze verschillen worden vaak bepaald door sociale, economische, politieke en biofysische (klimaat, bodem) omstandigheden. De toets is er niet op gericht om deze systemen onderling te vergelijken of een oordeel over dergelijke systemen te vellen.

Behoud van bodemkwaliteit is essentieel. Het begrip bodemkwaliteit is breed: landbouwkundige productie is maar één van de (vele) functies die bodems hebben. Bodems, inclusief de bodems die landbouwkundig in gebruik zijn, hebben ook andere functies zoals waterbeheer, klimaatregulatie, intrinsieke en functionele biodiversiteit, decontaminatie en reactorvat voor het voortbrengen van plantenvoedingsstoffen.

Deze brede invulling van de functie van bodems kan leiden tot interne conflicten.

Managementmaatregelen gericht op behoud of verhoging van bodemvruchtbaarheid voor een goede landbouwproductie kan concurreren met een goede vervulling van die andere functies. Een voorbeeld: ontwatering is een prima maatregel om bodemvruchtbaarheid te verhogen en kunstmestgebruik te beperken, maar doorgaans funest voor C-vastlegging of voedselvoorziening voor weidevogels.

In de KringloopToets stellen we behoud (verbetering) van de bodemkwaliteit voorop. Het gaat dan om producerend vermogen, waarvoor nutriëntenstatus, organisch stof gehalte en (bodem)biodiversiteit van belang zijn.

De inzet van dierlijke (of menselijke) mest in de kringloop moet op verantwoorde manier plaatsvinden: het moet bijdragen aan de bodemkwaliteit en de bodemvruchtbaarheid en zorgen dat minder kunstmest nodig is. Tegelijkertijd moet de bodemkwaliteit niet door negatieve factoren worden beïnvloed: verontreiniging met zware metalen (voorkomend in verschillende diervoeders c.q. meststoffen) of de aanwezigheid van residuen van bestrijdings- of geneesmiddelen. Residuen van geneesmiddelen kunnen een rol spelen bij zowel dierlijke als menselijke mest.

We gaan bij maatregelen uit van de 'Goede Landbouw Praktijk', conform regelgeving en internationale normen. Uiteraard kan iedereen bewust of onbewust fouten maken in de uitvoering, maar daar gaan we niet van uit: bemesten gaat dus volgens adviezen, met goede machines en goede uitvoering. Illegale activiteiten laten we buiten beschouwing

Als een maatregel wordt getoetst, blijkt vaak dat er verschillende varianten zijn. Omwille van de duidelijkheid is het nodig om alleen eenduidig omschreven maatregelen te toetsen. Het is soms lastig dat op voorhand al te onderkennen. Tijdens het uitvoeren van de toets kan blijken dat er varianten zijn van een maatregel. Dan is het nodig om deze uit te splitsen en elke variant verder uit te werken of om er één te kiezen en daarmee door te gaan.

Het is mogelijk om een pakket van maatregelen te toetsen, omdat een enkele maatregel geen zin heeft of omdat het pakket maatregelen in één keer wordt toegepast of omdat het onderdeel is van een bedrijfssysteem. Een belangrijke voorwaarde voor het toetsbaar zijn van een pakket maatregelen is dat sprake is van een samenhangende set van maatregelen, ze moeten duidelijk verband met elkaar hebben. Ook moet het mogelijk zijn om de effecten helder te omschrijven. Het betekent bijvoorbeeld dat maatregelen zoals 'zo klein mogelijke verliezen bij mestaanwending' of 'biologische landbouw' zonder verdere concretisering niet geanalyseerd kunnen worden.

De te analyseren maatregel moet afgezet worden tegen een referentie situatie, waar gaat de gebruiker mee vergelijken? Deze basissituatie moet helder zijn omschreven. Bij het proefdraaien met de KringloopToets (zie werkboek) is de huidige praktijk in Nederland als referentie gekozen. Omdat de testen steeds zijn uitgevoerd met mensen, die de Nederlandse landbouwpraktijk goed kennen, is het niet nodig geweest deze in detail te beschrijven. Als de toets meer geïstitutionaliseerd en/of geïnternationaliseerd wordt, zal het omschrijven van de 0-situatie onderdeel van de toets worden. Dat hoeft geen gedetailleerde beschrijving te zijn. Maar als een gebruiker een maatregel bedenkt, gebeurt dat (bijna) altijd met een beeld van de huidige situatie. Om de toetsresultaten inzichtelijk te maken voor anderen, is het belangrijk dit beeld te beschrijven.

3.2 Het sluiten van de kringloop

Om inzicht te krijgen of een maatregel leidt tot een betere sluiting van de mineralenkringloop dan voorheen zijn criteria nodig. De criteria moeten aan een aantal voorwaarden voldoen: ze moeten meetbaar en controleerbaar zijn en ze moeten te koppelen zijn aan handelingen die partijen voor die maatregel uit moeten of kunnen voeren.

In het voorgaande is al aangegeven dat maatregelen duidelijk omschreven moeten zijn en dat varianten uitgesplitst moeten worden.

Bij voorkeur moeten de criteria kwantificeerbaar zijn, hoewel ook semi-kwantitatief een optie is (richting en orde van grootte aangeven). In sommige gevallen zal het zelfs lastig om de orde van grootte aan te geven, maar kan de aanduiding dat iets toeneemt of afneemt van belang zijn voor de toets.

Uiteindelijk is slechts één criterium van belang: de kringloop moet beter sluiten, er *moeten minder nutriënten en organische stof verloren gaan*. Tegelijkertijd moeten deze nutriënten en organische stof nuttig worden ingezet op landbouwgrond om bij te dragen aan de productie van voedsel, veevoer en andere grondstoffen.

Het lastige is echter dat dit ene criterium niet alles bepalend is. Het verminderen van verliezen vereist vaak maatregelen die doorwerken naar andere delen van de kringloop, verminderen van de productie hier vereist misschien meer productie elders. Ook kunnen allerlei kosten zijn verbonden aan maatregelen. Een goed voorbeeld daarvan is de verplichte afdekking van mestopslagen in Nederland. Dat is zeer effectief om de emissie van ammoniak te verminderen, maar wel kostbaar. Indertijd is er hevig tegen geageerd vanwege deze kosten. Ook technisch hoogwaardige oplossingen als luchtwassers vergen bijvoorbeeld hoge kosten voor de aanschaf en vergen veel energie als ze in bedrijf zijn. Zodra je aan de import van veevoer gaat sleutelen, gaan in de internationale handel allerlei effecten optreden en kan de teelt van een gewas gaan verplaatsen. De landbouw en de consumptie van voedsel en voer is één groot internationaal geheel van vele communicerende vaten. Het kan dus zijn dat hier in Nederland de kringloop heel goed wordt gesloten, maar dat het ten koste gaat van de sluiting van de kringloop elders. Of dat er gevolgen zijn voor de productie van gewassen op andere schaalniveaus.

Per maatregel moet dus beschreven worden in hoeverre de kringloop beter gesloten wordt, maar ook welke neveneffecten optreden. Deze neveneffecten kunnen helpen bij de beoordeling of een maatregel

nuttig en effectief is, of dat maatregelen te veel negatieve neveneffecten hebben, of dat andere maatregelen effectiever zijn met minder negatieve neveneffecten. Vanwege de verwevenheid van de stromen van voedsel, veevoer, dierlijke producten en mest moeten het sluiten van de kringloop en de neveneffecten worden bekeken op verschillende ruimtelijke niveaus.

Daarnaast moet de tijdschaal beschouwd worden. Zijn de effecten van een maatregel op de korte termijn (bijvoorbeeld een jaar) vergelijkbaar met die op de langere termijn (bijvoorbeeld 5 of 10 jaar), of zijn die juist tegengesteld. In het laatste geval is specificatie van korte en lange termijneffecten noodzakelijk. Het is denkbaar, dat voor sommige maatregelen ook de echt lange termijn (50-100 jaar) aparte aandacht vereist.

Eerst wordt het criterium 'verminderen van verliezen' oftewel 'beter sluiten van de kringloop' verder uitgewerkt. Daarna zullen de neveneffecten worden beschreven.

3.2.1 Het verminderen van verliezen/verhogen efficiëntie

Het algemene model voor het beter sluiten van de kringloop is te vatten in de volgende omschrijving:

Benutting in kringloop = Hoeveelheid * Efficiëntie;

Verlies in kringloop = Hoeveelheid * (100 - Efficiëntie).

In formule: Benutting = $H * E$; Verlies = $H * (100 - E)$.

Verhoging van de efficiëntie en het verminderen van verliezen liggen dus heel dicht bij elkaar. In feite zijn ze elkaars complement: als je de verliezen beperkt, wordt je efficiënter.

Dit is een te algemene omschrijving die nader uitgewerkt moet worden om ze hanteerbaar te maken in de KringloopToets. Nader uitgewerkt worden:

- De relatie tussen verminderen van verliezen, efficiëntie en input niveaus,
- De bruikbaarheid van de formule in de verschillende kringloponderdelen en schakelpunten.

3.2.1.1 De relatie tussen input, efficiëntie en verliezen

De efficiëntie is niet onafhankelijk van de hoeveelheid (H) van de input. Een goed voorbeeld is de afnemende respons van gewassen op toenemende bemesting, beter bekend als de afnemende meeropbrengsten. Die afnemende respons geldt voor de hoeveelheid gewas, maar ook voor de nutriëntenopname door het gewas.

Efficiëntie: $\text{Opbrengst}/\text{input} \times 100\%$. Dat kan worden berekend voor een specifiek mineraal, maar bv ook voor economische waarde. De efficiëntie kan heel hoog zijn, terwijl absoluut gezien de opbrengst zeer gering kan zijn. Bijvoorbeeld: bij lage of zelfs geen bemesting met een specifiek mineraal (P-gift is 0) kan uit eventuele bodemvoorraden toch nog enige opbrengst gegenereerd worden. In dat geval is de opbrengst gering, de input ~ 0 , waardoor het quotiënt (efficiëntie) groot wordt.

Met alleen efficiëntie als toetsingscriterium kan een behoorlijk gesloten kringloop bereikt worden, echter niet zodanig, dat inderdaad voldoende voedsel geproduceerd wordt. Naast een hoge efficiëntie is dus ook een minimale 'yield gap' (productie per ha (of eenheid arbeid) die dicht bij de potentiële productie van die ha komt) noodzakelijk.

De afweging tussen 'efficiëntie' en 'yield gap' hangt af van de meest schaarse factor. Dat kan zijn: geschikte landbouwgrond, een specifieke meststof, arbeid of kapitaal.

Input niveaus zijn vaak vastgelegd in adviezen of regels en meestal afgeleid van economische afwegingen. Een goed voorbeeld zijn de bemestingsadviezen. Je kunt bij het gangbare bedrijfseconomische criterium van een marginale respons van 7.5 kg droge stof per kg N wel en niet efficiënt werken. Je krijgt daarmee een traject van N-efficiënties. Bij een ander criterium (bijvoorbeeld een bovengrens aan het N overschot op de bedrijfsbalans) zal je een andere range aan N-efficiënties krijgen. Een criterium van een zo hoog mogelijke efficiëntie geldt dan ook bij toepassing van een bepaalde norm. Efficiëntie moet dus worden afgezet tegen een norm. Je moet eerst de norm definiëren en daarbinnen zo efficiënt mogelijk werken. Dit criterium werkt binnen de verschillende kringlopondelen: het gaat om het 'efficiënt' produceren van een gewas, melk, vlees of eieren en om 'efficiënt' omgaan met voedsel. Bij het laatste gaat het dan om verspilling en verlies van voedsel en ons eetpatroon.

Als de totale (absolute) verliezen te hoog zijn naar je zin, zal je het input niveau moeten aanpassen, met als gevolg dat ook de bandbreedte aan efficiënties zal veranderen. Uiteraard zijn er ook gevolgen voor de productiviteit ten opzichte van andere input factoren, zoals grond en arbeid.

We stellen daarom voor om slechts één criterium te gebruiken:

- Verliezen hebben betrekking op de mineralen en organische stof die we kwijtraken. Deze zijn niet meer te benutten voor de teelt van gewassen of de bodemkwaliteit. Verliezen moet je daarbij niet absoluut zien: verlies is afhankelijk van de kosten die je wilt maken om ze te voorkomen of om ze terug te halen (zoals bv afvangen van ammoniak via luchtwassers, stikstof uit de lucht terugwinnen, of fosfaat uit afvalwaterzuivering of zelfs uit de zeebodem waar het door uit- en afspoeling terecht is gekomen).

Binnen dat criterium maken we wel inzichtelijk of het verminderen van het verlies tot stand is gekomen door vermindering van de hoeveelheid of door toename van de efficiëntie.

Deze verliezen worden ingeschat voor de verschillende ruimtelijke schaalniveaus.

3.2.1.2 Verminderen van verliezen in de kringloopsegmenten

Deze werkwijze om verliezen te kwantificeren kun je toepassen op alle kringloopsegmenten en schakelpunten. Daartoe moet de algemene omschrijving verder ontleed worden.

In de kringloopsegmenten gaat het om het goed uitvoeren van de taak:

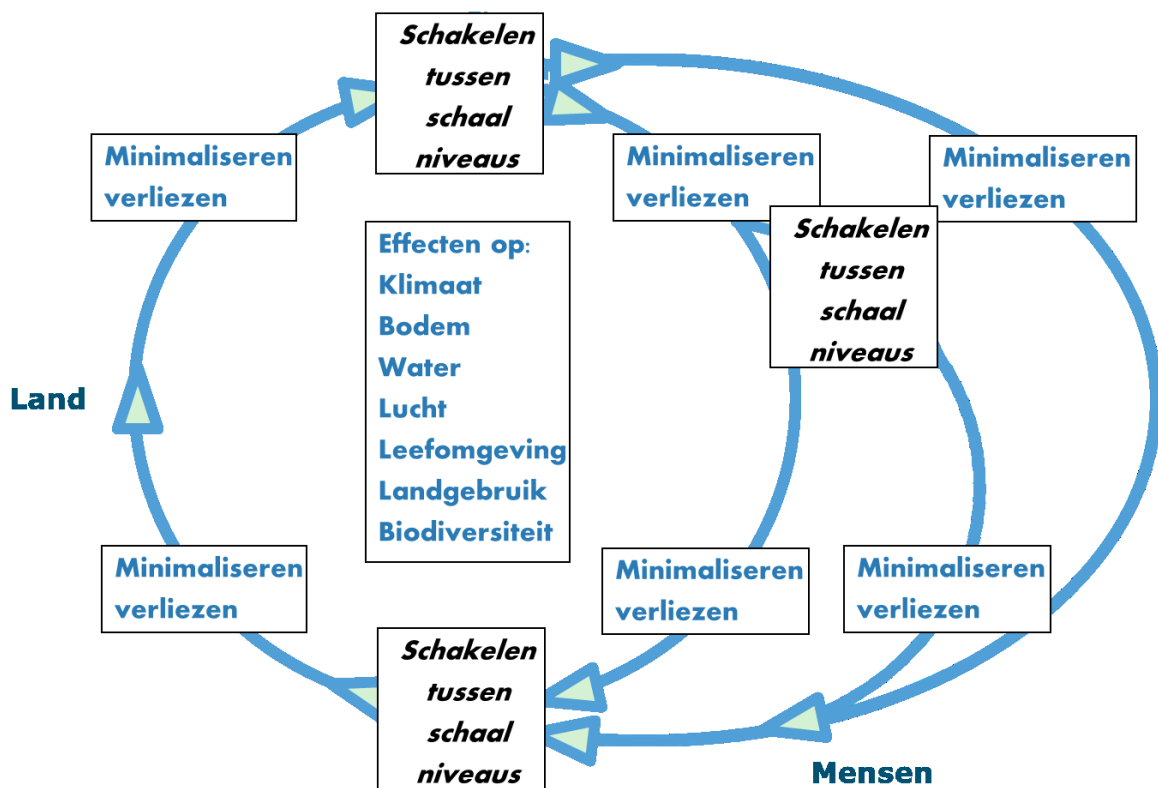
- Het segment 'teelt van gewassen': goed en efficiënt bemesten (bij gekozen bemestingsadviezen) is belangrijk; daarnaast is het efficiënt oogsten en opslaan van belang. Aan het begin van deze keten is er dus een keuze voor het input niveau. Belangrijk is dan het benutten van de 'secundaire' producten als stro, bietenkoppen, etc. In sommige delen van de wereld is dit een essentiële bron van voer voor herkauwers. In Europa is het deels in gebruik als stalstrooisel en in toenemende mate als basis voor biobrandstoffen.
- Het segment 'dierlijke productie': daar gaat om het goed voeren van dieren, een combinatie van de goede voedermiddelen, goede voeradviezen en het goed uitvoeren van die adviezen. Ook hier is er een keuze voor een input niveau, gerelateerd aan groei en productie van de dieren. In de tweede helft van dit segment gaat het om het goed opvangen en opslaan van mest, zowel in stal als in de opslag.
- In het segment 'humane consumptie' gaat het om verstandig eten, er zijn duidelijke voedingsadviezen; verstandig bewaren en bereiden om de verliezen te verkleinen, dat kan gaan om het kopen van passende porties en het bereiden van passende hoeveelheden en ten slotte om het gebruik van restjes. Ook hier is er in de eerste helft van het segment dus een keuze met betrekking tot de hoeveelheid. Het voert te ver om dat hier een 'input' te noemen. De tweede helft van dit segment ligt grotendeels bij de afvalverwerkers, inclusief afvalwaterzuivering en niet bij de consument.

Voor alle segmenten zijn adviezen voorhanden die beschrijven wat verstandige hoeveelheden zijn (soms afhankelijk van de keuze van je landbouwsysteem) en hoe je die vervolgens verstandig moet toedienen. In de tweede helft van de segmenten gaat in alle gevallen om het (bij)product goed te bewaren, zodat het weer benut kan worden in een volgende stap. Veel onderzoek in de landbouw, zowel in de akkerbouw als in de veehouderij richt zich op dit onderdeel van de kringloop, de activiteiten die op bedrijfsniveau gedaan kunnen worden.

3.2.1.3 Verminderen van verliezen in de schakelpunten

De schakelpunten verschillen wezenlijk van de kringloopsegmenten. Er is hier maar in beperkte mate sprake van omzettingen en bovendien zijn die bij 'gewas' en 'dierlijke producten' hoofdzakelijk fysisch-chemisch van aard. Alleen bij het schakelpunt 'mest' zijn biofysische processen zoals compostering en mestvergisting van belang. Aangezien omzettingen vooral fysisch-chemisch van aard zijn is de formule over verliezen 'Hoeveelheid * Efficiëntie' minder aan de orde. De efficiëntie zit vaak in de buurt van de 100 %. Alleen bij een aantal processen in 'mest' kan organische stof en N verloren gaan en de efficiëntie dus onder de 100% zakken.

Een heel belangrijk aspect van de schakelpunten is het 'schakelen' tussen de verschillende ruimtelijke schaalniveaus. Optimaal schakelen is vooral een punt van zorg bij het schakelpunt 'mest'. Het schakelen zelf heeft weinig met efficiëntie te maken, maar bepaalt wel in sterke mate de mogelijke hoeveelheid en de efficiëntie van nutriëntenstromen in kringloopsegmenten op de verschillende schaalniveaus. Het overschot aan nutriënten in concentratiegebieden van veehouderij kan worden opgelost door te schakelen. Dat kan aan het begin van de productieketen, het begin van het kringloopsegment, door de veehouderij te plaatsen waar het voer wordt geproduceerd. Maar het schakelen kan ook aan het eind van het kringloopsegment, door de plaatsing van mest goed te regelen. In beide gevallen moet je dan evalueren of deze herschikking van stromen leidt tot een betere benutting in de kringloopsegmenten en de kringloop als geheel.



Figuur 6. De manieren om in te grijpen in de kringloop om de verliezen te verminderen.

Het probleem van ophoping en uitputting in de 'gewasboog', is daarvan een belangrijk voorbeeld. Overbemesting met N zal vrijwel onvermijdelijk leiden tot volledig verlies van die overdosis. N wordt niet echt in de bodem opgeslagen voor de langere termijn. Onderbemesting leidt direct tot opbrengstderiving en dus verlaging van de efficiëntie. Bij fosfaat ligt dat anders: bij overbemesting hoopt fosfaat op in de bodem, gedeeltelijk zodanig gebonden, dat het niet gemakkelijk beschikbaar is, maar ook niet gemakkelijk uit- of afspoelt. Er ontstaat een P-voorraad in de bodem, die niet verloren is, maar op termijn weer beschikbaar kan komen. Dit is momenteel de situatie in Nederland, door overbemesting in het verleden is de bodem rijkelijk voorzien van fosfaat en kan gedurende een aantal jaren bij een relatief lage P-bemesting toch een goede opbrengst verkregen worden. Op diverse plaatsen in de wereld zijn er van nature fosfaatrijke gronden. Verliezen in de tijd, uitputting van bijvoorbeeld P in de bodem, is daar een kwestie van lange adem, zo ook ophoping, daar kun je ook lang mee doorgaan, voor het tot verliezen leidt via af- en uitspoeling.

Organische stof kan tot op zekere hoogte opbouwen in de bodem, echter de afbraaksnelheid is vaak een percentage van de hoeveelheid organische stof. Dat betekent dat een voorraad weer langzaam verdwijnt. Uitputting wat betreft organische stof komt echter veel voor en leidt dan tot extra verliezen aan mineralen vanwege erosie/verstuiven van de bodem. Bovendien is de adsorptiecapaciteit van de bodem lager (de Cation Exchange Capacity, CEC).

Verliezen in de ruimte werken anders: je kunt met de dierlijke mest op het eigen bedrijf prima op de norm bemesten en toch elders uitputten vanwege de aanvoer van veevoer en het niet retourneren van de mest. Je compenseert in dat geval voor de afvoer van nutriënten in melk en vlees. Bij de menselijke tak worden er wel mineralen aangevoerd, maar er gaat niets terug en daarmee ontstaat uitputting elders, tenzij via kunstmest wordt aangevuld. In Nederland eindigen de humane uitwerpselen nog steeds in de (slib)verbranding en verdwijnen de mineralen als nutriënt. Het minder gebruiken van fossiele voorraden past ook binnen het criterium 'verminderen van de verliezen'. Als je de verliezen kleiner maakt, heb je automatisch minder aanvulling nodig uit fossiele voorraden, hetzij als gemijnde mineralen (P en K), hetzij fossiele energie voor winning van N-kunstmest.

In onze analyse van een maatregel, zijn twee dingen belangrijk: a) veranderen de verliezen in de kringloopdelen? Verandert daar de input of de efficiëntie? Is er sprake van een afname van een overdosering (als daar sprake van is)?; en b) wat gebeurt er met de plaatsing van de mest? Komt deze op andere locaties terecht dan voorheen? Leidt deze veranderde plaatsing van de mest ook tot een betere benutting van de mest als geheel?

Het gaat bij de analyse om een vergelijking: wat betekent de maatregel ten opzichte van dat wat al gedaan wordt, het zichtbaar maken van het contrast tussen verbeteren van wat we al doen (efficiëntie laten stijgen) versus het doen van andere dingen (keuzes maken).

Het sluiten van kringlopen en het schaalniveau.

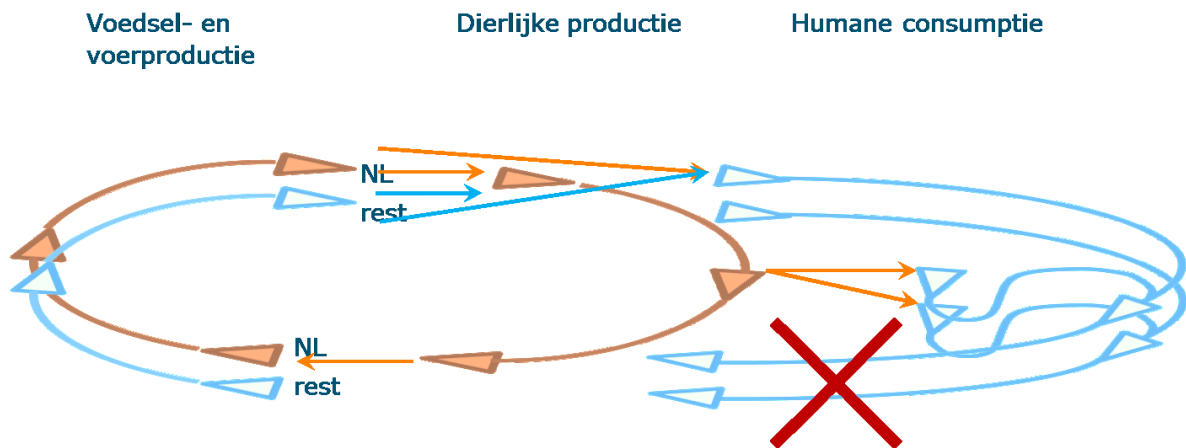
Wereldwijd transport van voedingsmiddelen en veevoer(-grondstoffen) en dus een wereldwijde stroom van nutriënten is momenteel een gegeven. Het sluiten van kringlopen is daarmee ook een wereldwijd vraagstuk. Het lokaal of regionaal sluiten van kringlopen sluit aan bij de wens om lokale producten te gebruiken, lokale landbouwbedrijven te steunen en transport van voedsel en voer te verminderen. Bovendien is het allemaal veel overzichtelijker waardoor fouten en fraude gemakkelijker voorkomen kunnen worden. Bij het sluiten van kringlopen heeft het geen zin om ingewikkelde oplossingen te bedenken, als op een lokaal niveau een oplossing bedacht kan worden. Maar door de wereldwijd toenemende concentratie van mensen in steden zijn grote stromen van nutriënten nodig en kan niet alles lokaal worden opgelost. Daarnaast moet transport van producten afgewogen worden tegen het daar verbouwen/produceren waar bodem en klimaat het meest geschikt zijn.

3.2.1.4 Nutriënten en organische stof

Bij het analyseren van de kringloop is het belangrijk om expliciet onderscheid te maken in de vermindering van verliezen van stikstof, fosfor en organische stof. Deze drie hebben allemaal hun eigenschappen en reageren heel verschillend op maatregelen. Stikstof en fosfor zijn belangrijke nutriënten. Er zijn uiteraard ook andere nutriënten die een rol spelen bij de plantenvoeding, zoals kalium en zwavel, maar deze laten we vooralsnog buiten beschouwing.

Omdat organische stof een belangrijke bouwsteen is voor de bodemkwaliteit, wordt bij de vermindering van de verliezen gekeken naar de nutriënten P en N, maar ook naar de organische stof.

3.2.2 Ruimtelijke schaalniveaus



Figuur 7. Een vereenvoudiging van de ruimtelijke schaal tot twee niveaus: Nederland en de rest van de wereld.

In de beschrijving van de kringloop hebben we laten zien dat veel producten (en dus nutriënten) worden doorgegeven van het ene kringloopdeel naar het andere: voedsel en veevoer van akkerbouwbedrijven vindt zijn weg naar veehouderijbedrijven en consument, de dierlijke mest van veehouderijbedrijven komt terecht op verschillende bedrijven. Daarbij komt dan nog dat deze bedrijven vaak niet bij elkaar in de buurt liggen en soms zelfs op verschillende continenten.

In de bovenstaande figuur is dat weergegeven door een aantal landen te benoemen bij het kringloopdeel 'voerproductie'. Maatregelen, genomen in het ene deel van de kringloop, kunnen de verliezen in de andere delen van de kringloop beïnvloeden. Het is dan ook wenselijk om het criterium 'verminderen verliezen', en de neveneffecten op productiviteit en leefomgeving op de verschillende ruimtelijke schaalniveaus te beoordelen. De volgende ruimtelijke schaalniveaus zijn voorgesteld: a) het eerste niveau is dat van het bedrijf; b) het tweede schaalniveau is Nederland; c) het derde niveau is dat van de Europese Unie; en d) het vierde niveau tenslotte is het wereldniveau. Desgewenst kan het schaalniveau provincie of regio worden toegevoegd. Deze schaalniveaus omvatten elkaar. Voor de inschatting van de effecten voor bijvoorbeeld heel Nederland, moeten de effecten op bedrijfsniveau en 'buiten bedrijf, maar binnen Nederland' worden opgeteld. Dan krijg je in beeld of een maatregel voor Nederland als geheel een positief of negatief effect heeft. Datzelfde geldt voor de andere ruimtelijke schalen.

Er is nog een ander schaalaspect: de schaal waarop de maatregel wordt toegepast. Gaat het om één bedrijf dat een maatregel toepast (bv bij innovaties), is het een middelgrote groep van bedrijven (bv in relatie tot een specifiek marktsegment), of zijn het misschien wel alle bedrijven in Nederland, zoals bv bij wettelijke regelingen? Met name neveneffecten kunnen sterk afhankelijk zijn van dit schaalaspect. Dit schaalaspect valt niet onder de criteria, maar wordt weergegeven bij de omschrijving van de maatregelen.

Sommige maatregelen zullen op korte termijn geen effect hebben, maar op de lange termijn wel, omgekeerd is het waarschijnlijk ook mogelijk. Het is in elk geval belangrijk om bij de analyse van de maatregelen de effecten op korte en lange termijn mee te nemen in de beschrijving.

3.3 Effecten op de productiviteit

Landgebruik

Het landgebruik kan worden beïnvloed door de maatregelen. Dat kan gaan om veranderingen in opbrengsten, waardoor het landgebruik elders wordt beïnvloed, omdat er meer of juist minder vraag is naar gewassen. Maar het kan ook gaan om verschuivingen in de teelt van gewassen, waardoor zowel het landgebruik op het eigen bedrijf als elders zal veranderen. In sommige delen van de wereld zijn meer oogsten per jaar van dezelfde ha mogelijk, in andere delen van de wereld niet. Als een maatregel verandering in de teelt van of vraag naar gewassen inhoudt, moeten de effecten op

landgebruik meegenomen worden. Het gaat dan om in beeld brengen van de veranderingen in de opbrengsten en de gevolgen voor de hoeveelheid benodigde landbouwgrond..
Dat betekent dat er in de vragenlijst enkele vragen moeten zijn die zich richten op veranderingen in landgebruik voor de productie: waar worden welke gewassen verbouwd en wat betekent dat voor de productiviteit van de grond?

Effecten op de productiviteit van arbeid en kapitaal

Als de opbrengsten per hectare veranderen, zullen er meestal ook veranderingen optreden in de productiviteit per eenheid kapitaal en arbeid en zullen de rendementen veranderen. Dat zijn vooral bedrijfseconomische effecten, die echter wel gevolgen kunnen hebben voor de prijzen van producten en de inkomens van landbouwbedrijven.

De macro-economische effecten

Er zijn ook maatregelen denkbaar waarbij de grootte van een sector in een bepaald gebied sterk verandert. Als b.v. alle veebedrijven alleen lokaal geproduceerd voer gebruiken en de akkerbouw alleen meststoffen uit de directe omgeving, dan krimpt voor de Nederlandse situatie de landbouwsector. Dan verandert de Nederlandse economie omdat de export van agrarische producten sterk vermindert en omdat in de toeleverende industrie sterke veranderingen zullen optreden. Die macro-economische effecten moeten bij alle maatregelen worden beschouwd. Bijvoorbeeld bij een toename van de productie van Europese soja (of andere Europese eiwitgewassen) zal de teelt van andere gewassen worden verdrongen en moeten mogelijk in plaats van soja andere producten worden geïmporteerd.

3.4 Effecten op klimaat, bodem, water, lucht, leefomgeving en biodiversiteit

Omdat deze effecten zowel positief als negatief kunnen zijn, noemen we het niet 'afwenteling' maar 'effecten op'.

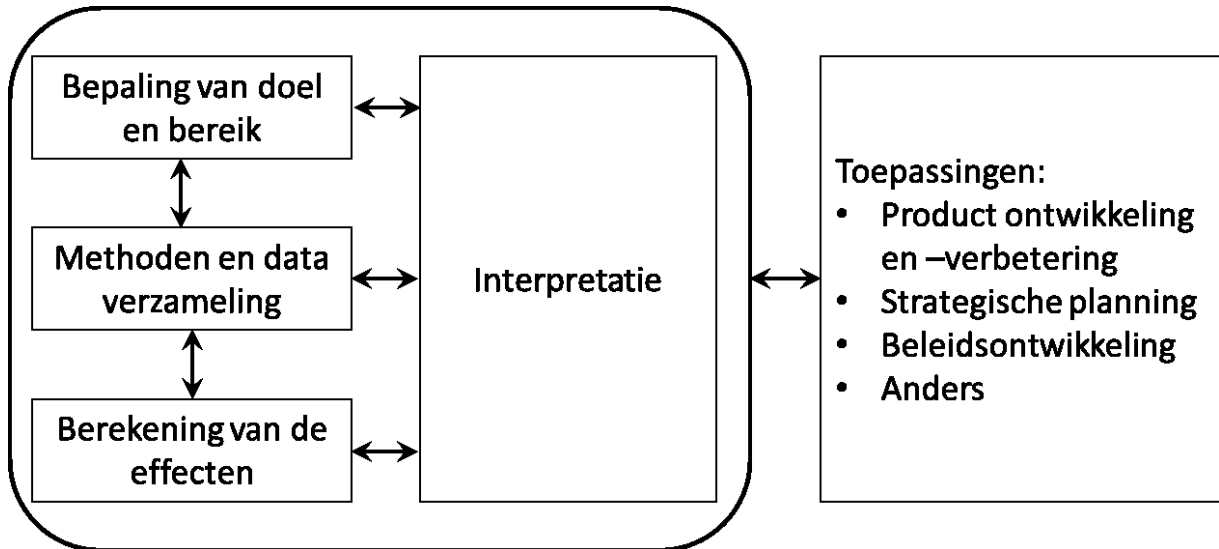
Er kunnen effecten optreden op:

- a) Klimaat:
 - o Alle broeikasgassen worden apart beschouwd. CO₂ is een belangrijke maat voor energieverbruik en voor koolstofvastlegging in de bodem; lachgas is een belangrijke maat voor de stikstofhoeveelheid in de kringloop. Dan rest nog methaan, waarvoor dierlijke mest een belangrijke bron is.
- b) Bodem:
 - o Verontreiniging met zware metalen.
 - o Organische stofgehalte.
 - o Bodembiodiversiteit, deels gekoppeld aan organische stofgehalte. Hoewel het een versimpeling is, gaan we uit van een positief verband tussen bodembiodiversiteit en organische stofgehalte van de bodem.
- c) Lucht:
 - o Ammoniak. Een belangrijke maat voor luchtkwaliteit in relatie tot ecologische kwaliteit (verzuring en vermisting) en een maat voor stikstofverliezen. Zeker in een land met een hoge emissie van ammoniak is het van belang om dat in beeld te brengen.
 - o Fijnstof (afgekort als PM, particulate matter). Een belangrijke maat voor de luchtkwaliteit in relatie tot volksgezondheid.
- d) Water:
 - o Stikstof, meestal in de vorm van nitraat, maar soms ook als ammonium. Vooral een waterkwaliteitsvraagstuk.
 - o Fosfaat: een belangrijke graadmeter voor vermisting. Dat speelt vooral in Nederland en andere concentratiegebieden voor vee, waar fosfaatgehalten in de bodem heel hoog zijn. De belangrijkste bron van fosfaatverlies is wind- en watererosie.
 - o Waterbehoefte en efficiency van watergebruik wordt steeds belangrijker voor de voedselvoorziening. Het is te overwegen ook neveneffecten voor watergebruik in beeld te brengen, met name voor maatregelen, die ingrijpen op verschuivingen in landgebruik voor gewassen. Als de Nederlandse situatie centraal staat is dat mogelijk minder aan de orde.
- e) Biodiversiteit. Hier gaat het om biodiversiteit anders dan de bodembiodiversiteit.

-
- f) Leefomgeving, bv:
- Lokaal transport.
 - Volksgezondheid.
 - Geur en stank.

4 Protocol voor het uitvoeren van de toets

Als de toets wordt uitgevoerd is het belangrijk dat een aantal vragen tevoren worden beantwoord en dat helder is waar de toets over gaat, wat het exacte doel is enzovoorts. Daarvoor wordt gebruik gemaakt van de LCA methodologie.



Figuur 8. De algemene werkwijze bij de toepassing van LCA. Bron ISO 14044.

4.1 Geen lineair proces

Het uitvoeren van de KringloopToets is niet altijd een lineair proces: maatregel formuleren, toets uitvoeren, antwoorden op een rij zetten en klaar is kees. Meestal is er sprake van interactie tussen doelen, methoden & dataverzameling en uitvoering van de toets (zie Figuur 8). Het is belangrijk om dit onderscheid tussen doelen, methoden & data en interpretatie goed te maken.

Het is van belang om het specifieke doel van de toets vooraf vast te stellen. Een helder doel helpt om de analyse op het goede niveau uit te voeren, de verzameling van gegevens af te stemmen op het vereiste detailniveau en diepgang en om de juiste gesprekspartners aan tafel te hebben. Er zijn een aantal hulpvragen om het specifieke doel vast te stellen beschreven in hoofdstuk 4.2. De gevolgen die de doelkeuze heeft voor de diepgang van de toets wordt beschreven in hoofdstuk 4.3. Vervolgens is het nuttig om afspraken te maken over de gegevens die worden gebruikt bij de analyse. Dat gebeurt in hoofdstuk 4.4.

4.2 Doel van de KringloopToets

De Europese Commissie beschrijft in het ILCD Handbook general Guide for LCA Detailed Guidance (EC, 2010) zes aspecten die behandeld en gedocumenteerd moeten worden bij de doel vaststelling voor een LCA. Deze zes aspecten worden hieronder kort beschreven.

- a) **Beoogde toepassing van de resultaten.**
De eerste stap is dat aangegeven wordt waar de toets voor wordt gebruikt. Dat moet op heldere en ondubbelzinnige wijze worden beschreven.
- b) **Beperkingen bij de uitvoering van de toets** als gevolg van gekozen werkwijze, aannames en de aspecten waarvoor resultaten worden gepresenteerd.
Maatregelen die in de KringloopToets worden geanalyseerd kunnen dusdanig ingewikkeld zijn

dat een kwantitatieve analyse niet mogelijk is, of dat bepaalde aspecten buiten beschouwing gelaten moeten worden. De bruikbaarheid van de resultaten wordt daardoor bepaald. Deze beperkingen moeten vooraf helder worden vermeld.

c) **De redenen voor het uitvoeren van de studie en de context waarin eventuele beslissingen worden genomen.**

De doelvaststelling moet uitdrukkelijk omschrijven waarom de toets wordt uitgevoerd, met name wat de oorzaak en aanleiding zijn. Daarnaast moet de beslissingscontext worden beschreven: worden de resultaten gebruikt voor informatie-uitwisseling, of (bijvoorbeeld) voor het selecteren van beleidsmaatregelen.

d) **De doelgroep voor de resultaten.**

Aan wie moeten de resultaten worden meegedeeld. Dit helpt om de juiste vorm en niveau van rapportage vast te stellen, maar ook op welke wijze het resultaat onderwerp moet zijn van review-procedures. Voor de KringloopToets lijkt het relevant de doelgroep direct te betrekken bij de uitvoering van de toets, waardoor het eerder delen dan meedelen van resultaten is en de participanten in een vroeg stadium betrokken moeten worden.

e) **Vergelijkende studies die openbaar moeten zijn.**

Als er vergelijkingen zijn uitgevoerd en dit is bij de KringloopToets eigenlijk altijd het geval (we beoordelen een maatregel ten opzichte van een referentiesituatie), dan moet worden aangegeven of deze vergelijking openbaar mag worden of (en dat kan het geval zijn als de KringloopToets binnen een bedrijf gebruikt wordt om voor dat bedrijf verschillende opties uit te werken) vertrouwelijk is.

f) **Oprachtgever van de studie en andere factoren die van invloed zijn.**

Ten slotte moet aangegeven worden wie de opdrachtgever is van de uitvoering van de toets. Ook alle organisaties die meefinancieren of op andere wijze relevante invloed hebben, moeten worden benoemd. Dat betreft ook de experts die meehelpen bij de uitvoering van de toets.

4.3 Bereik van de KringloopToets

Het vaststellen van het bereik van de toets gebeurt in een iteratief proces, samen met de bepaling van het doel van de studie. Deze kunnen niet los van elkaar worden gezien. Het bereik van de toets bepaalt de systeemgrenzen, de schaalniveaus en de kringlooptdelen die je meeneemt. Ook moet je formeel vaststellen welke 'impact categorieën' je meeneemt. Maar ook bepaalt het de diepgang van de studie en de mate van detail die je nastreeft bij het uitvoeren van de toets.

Het kan zijn dat je tijdens het uitvoeren van de toets de diepgang moet bijstellen, omdat gegevens ontbreken of effecten niet berekend of ingeschat kunnen worden.

Voor de KringloopToets zijn er minder vrijheidsgraden dan voor een LCA. Dat betekent concreet:

- Alle kringlooptdelen moeten meegenomen worden. Het kan zijn dat bij de analyse blijkt dat een deel buiten beschouwing gelaten kan of moet worden. Dat wordt dus niet op voorhand beslist. Als besloten wordt om één van de kringlooptdelen buiten de beschouwing te laten, moeten de redenen daarvoor duidelijk worden vastgelegd.
- Er moeten minstens twee schaalniveaus in de toets aanwezig zijn: het bedrijfsniveau (voor humane consumptie is dat het niveau van een individueel huishouden) en een schaalniveau hoger. Schaalniveaus kunnen worden samengevoegd. Ook hier moet helder worden uitgelegd waarom minder niveaus worden gekozen dan de vier die in de beschrijving zijn aangegeven. Er bestaat ook de mogelijkheid om een extra schaalniveau toe te voegen. Te denken valt aan het niveau 'provincie'.
- De 'impact-categorieën' N, P en organische stof moeten alle drie worden meegenomen.

Verder is het belangrijk dat er vooraf wordt vastgesteld of de toets kwalitatief, semi-kwantitatief of geheel kwantitatief wordt uitgevoerd. Dat heeft grote gevolgen voor de inzet van experts, het toepassen van rekenmodellen en het verzamelen van gegevens.

Daarvoor wordt gebruik gemaakt van de zogenoemde 'Tier' benadering (zie tekst box). Deze wordt ook toegepast in de inventarisatie van broeikasgasemissies (IPCC, 2006).

Tiers

A tier represents a level of methodological complexity. Usually three tiers are provided. Tier 1 is the basic method, Tier 2 intermediate and Tier 3 most demanding in terms of complexity and data requirements. Tiers 2 and 3 are sometimes referred to as higher tier methods and are generally considered to be more accurate. (bron: IPCC Guidelines 2006, Volume 1).

De IPCC gebruikt beslisbomen om het juiste Tier-niveau te kiezen. Zij gebruiken het belang van een sector en databeschikbaarheid als criteria om voor hogere Tier-niveaus te kiezen. Ook voor de toepassing van de KringloopToets is het zinvol om criteria te hanteren bij de keuze van het juiste Tier-niveau. Deze criteria worden nog nader uitgewerkt, mogelijk met gebruikmaking van een beslisboom. Wanneer wordt een bepaald Tier-niveau gebruikt?

Tier 1:

- Het is de eerste keer dat een maatregel wordt geanalyseerd.
- Het verkrijgen van een algemene indruk is genoeg, (een hot-spot analyse).
- Het gaat om een eerste filtering van maatregelen en indruk krijgen waar aanvullende kennis is vereist.

Niveau is kwalitatief.

Tier 2:

- Maatregelen die interessant lijken, worden met inbreng van specialisten verder uitgediept.
- Hoewel het de eerste keer is dat een maatregel wordt geanalyseerd is er wel zoveel van bekend dat een iets diepgaandere analyse gewenst is.
- Bij de eerste analyse blijkt essentiële kennis te ontbreken en is ondersteuning van specialisten gewenst.

Niveau is kwalitatief tot semi-kwantitatief. Inzet van specialisten op relevante vakgebieden. Arbeidsintensiever dan Tier 1.

Tier 3:

- Maatregelen die bij nadere beschouwing nog steeds veelbelovend blijken, kunnen verder worden uitgediept met behulp van berekeningen waarbij gebruik wordt gemaakt van rekenmodellen voor deelprocessen.
- Maatregelen die dusdanig complex zijn, dat kwantitatieve analyse en gebruik van rekenmodellen gewenst is.

Niveau is kwantitatief.

Tier 4:

Vergelijkbaar met Tier 3, maar met één belangrijk verschil: als niet alles met bestaande modellen berekend kan worden, dan kun je nieuwe modellen gaan ontwikkelen. Als de benodigde data niet beschikbaar zijn, kun je aanvullend data gaan verzamelen.

Dit is een arbeidsintensievere methode dan Tier 3.

4.4 Methoden en dataverzameling

Vergelijkbaar met LCA kunnen criteria worden opgesteld voor het gebruik van data:

- *Kwaliteit.* Ecoinvent (www.ecoinvent.org), een belangrijke leverancier van LCA databases, heeft de zogenoemde 'pedigree' methode ontwikkeld voor de systematische analyse van de datakwaliteit.
- *Voorgescreven, geaccepteerde en kwalitatief goede bronnen.* Dat kan betrekking hebben op (publieke) databases en statistieken, maar ook op het gebruik van kwalitatief goede publicaties over effecten. Als experts worden ingezet, kan gebruik worden gemaakt van peer-reviewed publicaties.
- *Traceerbaarheid c.q. herhaalbaarheid van de resultaten.* De data en de eventuele bewerking, die ze hebben ondergaan, moeten beschikbaar zijn voor een herhaling van de analyse.
- *Opdrachtgever(s) van een specifieke analyse met de toets.* Welke data gebruikt kunnen worden, hangt samen met de opdrachtgever(s) van de KringloopToets en de controleerbaarheid van de input. Als de toets met bedrijfsgegevens binnen een bedrijf

uitgevoerd wordt, dan kunnen niet-publieke gegevens gebruikt worden. Als de toets wordt uitgevoerd in opdracht van publieke organisaties met het doel de resultaten publiek te maken, dan zal de input ook publiek moeten zijn.

In productieprocessen, zoals landbouw, wordt vaak gebruik gemaakt van modellen om b.v. emissies of economische effecten te berekenen. Voor de nutriëntenstromen in de kringlopen zijn diverse modellen beschikbaar. Voor modellen gelden in hoofdlijnen dezelfde criteria als voor data: een wetenschappelijke beschrijving als maat voor de kwaliteit en traceerbaarheid. Ook daarbij is het belangrijk dat modellen gepubliceerd zijn en toegankelijk voor anderen.

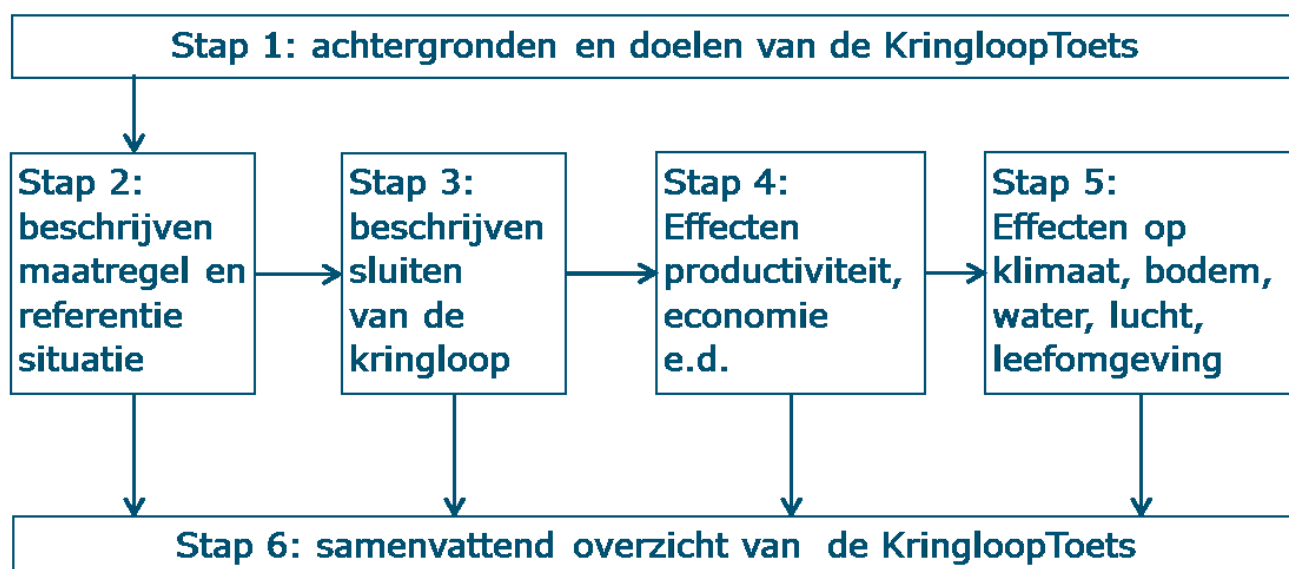
Als een analyse op Tier 1 of Tier 2 niveau wordt gedaan met een kwalitatieve of semi kwantitatieve beschrijving van de effecten, zullen nog geen modellen worden gebruikt, maar moeten eenvoudige berekeningen en aannames wel helder worden beschreven. Voor een analyse op Tier 3-niveau worden bestaande rekenmodellen op onderdelen ingezet. De keuze voor specifieke modellen en de redenen juist die modellen te kiezen, worden vastgelegd. Indien voor een analyse op Tier 4-niveau aanvullende modellen ontwikkeld moeten worden of aanvullende gegevens verzameld moeten worden, dan is wederom verantwoording van keuzes en beschrijving daarvan noodzakelijk.

5 De Uitvoering van de KringloopToets

Kern van de KringloopToets is een gestructureerde vragenlijst, met in totaal 21 vragen. Het doel van de vragenlijst is om systematisch informatie te verzamelen over de effecten van maatregelen. Op deze manier kunnen de effecten van verschillende maatregelen met elkaar worden vergeleken en wordt de toets transparanter. Het geeft inzicht in waarom en hoe de effecten van een maatregel ingeschat worden. Daarmee kunnen (groepen) van personen hun analyse/resultaten vergelijken met die van anderen. De vragenlijst wordt hierna besproken en van een toelichting voorzien.

5.1 Vijf stappen, één antwoordtabel

De vragen zijn te verdelen in vijf groepen of stappen. De zesde stap betreft een beschrijvende samenvatting. De vijf groepen vragen zijn:



Figuur 9. Het stappenplan voor de uitvoering van de KringloopToets.

1. Waarom wordt deze Toets uitgevoerd? Er is een reden waarom het instrument wordt gebruikt. De vragen die in hoofdstuk 4.2 worden gesteld moeten als eerste worden beantwoord. Dat geeft de betrokken partijen helderheid over wat er gaat gebeuren en wat hun positie is.
2. Omschrijving van de maatregel, wat doet deze precies en waar. Het is een beschrijving van veranderingen in de stromen van nutriënten. Deze groep van vragen moet ook zorgen dat verschillende varianten van de maatregel worden onderscheiden, zodat maatregelen zeer helder zijn omschreven en dat varianten naast elkaar worden gezet.
3. De inschatting van de effecten van de maatregel op het sluiten van de kringlopen. Er wordt per kringloopdeel en schakelpunt op elk ruimtelijk schaalniveau gekeken wat er gebeurt en wat dat betekent voor de nutriëntenbenutting en -verliezen.
4. Eenzelfde inschatting per kringloopdeel en schakelpunt of de ruimtelijke schaalniveaus wordt gedaan voor de neveneffecten op productiviteit van grond, arbeid en kapitaal, het landgebruik en de macro-economische effecten.
5. Als vierde worden de neveneffecten op bodem, water, lucht, leefomgeving en volksgezondheid ingeschat. In eerste instantie zijn nog geen vragen over watergebruik opgenomen. Afhankelijk van het doel en het bereik van de toets is het te overwegen ook de effecten op waterbehoefte c.q. watergebruik als neveneffect te analyseren.

Op grond van de antwoorden op de vragen wordt de uitgebreide informatie uit de stappen 1 tot en met 5 samengevat in een korte tekst (Stap 6).

Omdat bij de vragen antwoorden gegeven moeten worden over de gehele kringloop en de verschillende schaalniveaus wordt een tabel als format gebruikt om de antwoorden te structureren. Deze tabel is weergegeven als Tabel 1. De kringlooptdelen en schakelpunten zijn als hoofdonderdelen in de tabel geplaatst en de ruimtelijke niveaus als subonderdelen. Deze tabel wordt bij alle onderdelen van de vragenlijst gebruikt.

Een matrix zou het hele 'speelveld' meer beeldend weergeven, maar is onpraktisch bij het invullen, omdat elke cel slechts beperkte ruimte heeft.

Op elke regel moet beschreven worden of en zo ja hoe de maatregel daar invloed heeft. Daarbij kunnen de uitleg uit Hoofdstuk 2 (de beschrijving van de kringloop) en de in Hoofdstuk 3 beschreven criteria behulpzaam zijn. De beschrijving hoeft zich niet tot één regel te beperken. Op de regels waar niks gebeurt kan 'n.v.t.' worden gezet. De grens waar wel en niet iets wordt beschreven is arbitrair en kan afhangen van de mate van detail, die bij de toets toegepast wordt.

De relevante regels moeten ook in de volgende tabellen worden ingevuld. De regels die niet relevant zijn, worden daar overgeslagen

Tabel 1.

Tabel voor het karakteriseren van de maatregel, inclusief de referentie situatie.

Onderdeel/ruimtelijk niveau ↓	Beschrijving
Kringloopdeel	
Voerproductie	
	Bedrijf
	Nederland
	Europa
	Wereld
Dierlijke productie	
	Bedrijf
	Nederland
	Europa
	Wereld
Humane consumptie	
	Bedrijf
	Nederland
	Europa
	Wereld
Kortsluiting voer/mest	
	Bedrijf
	Nederland
	Europa
	Wereld
Schakelpunt (incl. actoren)	
Voedsel/voer	
	Bedrijf
	Nederland
	Europa
	Wereld
Dierlijke producten	
	Bedrijf
	Nederland
	Europa
	Wereld
Mest	
	Bedrijf
	Nederland
	Europa
	Wereld

Voor de inschatting van de effecten op het sluiten van de kringloop wordt dezelfde tabel gebruikt, maar nu wordt onderscheid gemaakt tussen de verschillende nutriënten en organische stof. En wordt beschreven wat de maatregel betekent voor het sluiten van de kringloop. In feite wordt dan een derde dimensie aan de tabel toegevoegd met de informatie voor N, P en organische stof.

Voor de neveneffecten van de maatregel op productiviteit wordt hetzelfde format voor de derde keer gebruikt. Als extra dimensie worden daar de productiviteitsgegevens per onderdeel weergegeven. Ten slotte wordt voor de neveneffecten op bodem, water, lucht, leefomgeving en volksgezondheid de tabel voor de vierde keer ingevuld. De neveneffecten vormen dan de extra dimensie in de tabel.

Bij het invullen voor de effecten op sluiten van kringlopen, productiviteit en bodem enz. worden alleen die cellen ingevuld die in de eerste tabel als relevant zijn aangemerkt.

5.2 De vijf groepen vragen van de KringloopToets

5.2.1 De achtergronden en doelen van het uitvoeren van de toets

De toets kan worden uitgevoerd in verschillende situaties, waarbij door een partij een maatregel is geformuleerd om de kringloop beter te sluiten of waar een aantal partijen de behoefte hebben om één of meerdere maatregelen te toetsen, of waar bijvoorbeeld een provincie partijen wil betrekken bij het proces van beleidsvorming, etc.

Als eerste moet het doel van de KringloopToets worden vastgesteld. In het ILCD handboek zijn 6 aspecten genoemd (zie ook hoofdstuk 4). Hieronder worden deze aspecten doorgenomen aan de hand van 7 vragen. Eén vraag is in twee sub-vragen gesplitst. Er wordt een eigen volgorde van aspecten aangehouden, omdat de KringloopToets een interactief instrument is, terwijl een LCA vaak een analyse is die alleen door experts wordt uitgevoerd, zonder directe interactie.

a) **Waarom wordt de toets uitgevoerd?**

Bij het beantwoorden van de vraag moet onderscheid worden gemaakt tussen de oorzaak en de aanleiding. De hulpvraag bij de oorzaak is 'Waarom?' in algemene zin, welke problematiek is er mee verbonden. De hulpvraag bij de aanleiding is 'Waarom nu?', deze heeft uiteraard te maken met de oorzaak, maar meestal is een concrete gebeurtenis de reden dat men nu bij elkaar komt of de toets wil uitvoeren.

b) **Wat is de context waarin de toets wordt uitgevoerd?**

Waar moeten de resultaten worden gebruikt? Is het voor een oriëntatie, voor het verkrijgen van inzicht of moet er een gedetailleerde analyse worden uitgevoerd waarop beslissingen worden gebaseerd? Worden ze gebruikt voor informatie-uitwisseling tussen partijen, is het een eerste verkenning of dienen de resultaten (bijvoorbeeld) voor het selecteren van beleidsmaatregelen.

c) **Wat is de toepassing van de resultaten?**

Deze vraag sluit aan op de voorgaande. Als de context bekend is, kun je bij deze vraag nagaan hoe de resultaten in vervolgstappen gebruikt gaan worden of kunnen worden. Dat kan invloed hebben op de mate van detail en de mate waarin je al technische expertise wilt inbrengen.

d) **Wie is de doelgroep voor de resultaten.**

Aan wie moeten de resultaten worden meegedeeld? Dit helpt om de juiste vorm en niveau van rapportage vast te stellen, maar ook op welke wijze het resultaat onderwerp moet zijn van review-procedures. Voor de KringloopToets is het relevant de doelgroep direct te betrekken bij de uitvoering van de toets, waardoor het eerder gaat om het delen van resultaten dan om het meedelen ervan. Tegelijk hebben de doelgroepen vaak hun eigen achterban en is het belangrijk om bij rapportage daarmee rekening te houden.

e) **Wie is de opdrachtgever van de toets en welke andere factoren zijn van invloed?**

Voor transparantie en verantwoording is het belangrijk om helder te maken wie de opdrachtgever is van de uitvoering van de toets. Omdat het om een proces gaat waar meer partijen een rol (kunnen) spelen, moeten alle organisaties worden benoemd die meefinancieren of op andere wijze relevante invloed hebben. Dat betreft dus ook de deelnemers en de experts die meehelpen bij de uitvoering van de toets.

f) **Welke beperkingen zijn er bij de uitvoering van de toets?**

Maatregelen die in de KringloopToets worden geanalyseerd kunnen dusdanig ingewikkeld zijn dat een kwantitatieve analyse (nog) niet mogelijk is, dat bepaalde aspecten buiten beschouwing gelaten moeten worden of dat bepaalde aannames gedaan moeten worden. Het kan ook zijn dat bepaalde expertise op het moment van analyse ontbreekt en dat dit later moet worden aangevuld. De bruikbaarheid van de resultaten wordt mede door deze aspecten bepaald. Deze beperkingen moeten vooraf helder worden vermeld. Het kan lastig zijn om deze aannames op voorhand al te doen en de beperkingen te kennen. Tijdens het bespreken van maatregelen kan blijken dat aannames gedaan moeten worden. Deze moeten op dat moment helder worden beschreven.

g) **Is er sprake van een vergelijking tussen twee situaties en moet het resultaat van de toets openbaar zijn?**

Als er vergelijkingen zijn uitgevoerd en dit is bij de KringloopToets eigenlijk altijd het geval (we beoordelen een maatregel ten opzichte van een referentiesituatie), dan moet worden aangegeven of deze vergelijking openbaar mag worden of vertrouwelijk is. Als de toets gebruikt wordt, zoals deze is bedoeld, moeten de resultaten openbaar zijn. Het is immers een instrument om de discussie tussen verschillende partijen op gang te helpen en een gedeeld inzicht te krijgen in de effecten van maatregelen om de kringloop beter te sluiten. Maar als de KringloopToets binnen een bedrijf of organisatie gebruikt wordt om voor zichzelf inzicht in verschillende opties te verkrijgen, hoeft dat niet openbaar te worden. Daarmee wordt de KringloopToets een intern instrument om inzicht te verwerven. Dat is niet het oorspronkelijke doel van de KringloopToets, maar is wel een mogelijke toepassing. Wees van te voren helder over de openbaarheid van de resultaten.

Het is de bedoeling om de KringloopToets gezamenlijk met verschillende partijen het effect van maatregelen in te schatten met meer of minder inzet van experts.

Er zijn daarom nog een aantal algemene adviezen bij het gebruik van de KringloopToets:

- Het is nuttig om ook bij een eerste sessie met de KringloopToets al deskundigen aan tafel te hebben. Dat helpt bij het maken van het overzicht van de effecten. Het kan zijn dat betrokken partijen zelf deskundigen hebben, anders is het zinvol om er deskundigen bij te halen.
- Het gaat om het verkrijgen van inzicht in de nutriëntenkringloop en in het effect van maatregelen om die kringloop beter te sluiten. Het gaat nog niet over het vormen van een oordeel. Houdt het daarom bij constatering als je de KringloopToets uitvoert. Oordeelvorming komt pas nadat de toets is uitgevoerd.
- Maatregelen die worden geanalyseerd met de KringloopToets, kunnen soms sterke effecten hebben op andere delen van de kringloop of gevolgen hebben voor de teelt van andere gewassen of import van andere grondstoffen. Soms zijn die effecten zo sterk, dat je twijfelt aan het realiteitsgehalte van zo'n maatregel of aan de wenselijkheid. Het kan dan toch zinvol zijn om door te gaan met de analyse om het plaatje compleet te maken. De KringloopToets oordeelt niet, het geeft alleen een overzicht van effecten, die betrokken partijen in een discussie kunnen gebruiken over de wenselijkheid van zo'n maatregel. Tegelijkertijd kun je ook de maatregel aanpassen en nog eens toetsen. Het is wel nuttig om duidelijk te maken waarom je de aanpassing hebt gedaan, zodat ook anderen tot hetzelfde inzicht komen.
- Volkomen nieuwe maatregelen kunnen worden bedacht met geheel nieuwe werkwijzen in de veehouderij en de bijhorende keten van aanlevering van goederen en afname van producten. Een sector of een overheid moet altijd wennen aan nieuwe werkwijzen, er zijn altijd enkele jaren nodig voordat het technisch resultaat goed is. Er is altijd een proces van optimalisatie ('leren') nodig en het kan dus een paar jaar duren voor de maatregel effectief is.

De kringloop van nutriënten en organische stof is erg complex en als je een maatregel neemt, kunnen veel zaken veranderen. Het kan bij de uitvoering van de toets nodig zijn een aantal aannames te doen of variabelen vast te zetten. Anders varieert alles tegelijkertijd en wordt het lastig uitspraken te doen en nader inzicht te krijgen. Geef wel een duidelijke omschrijving van je aannames en ga die eventueel in een volgende sessie variëren om te zien wat het effect ervan is.

5.2.2 De omschrijving van de maatregel

Dit is stap 2 in de beschrijving van figuur 9.

a. Wat doet de maatregel, waar grijpt deze aan en waarom wordt deze getoetst?

Het antwoord dient een omschrijving te zijn en kan in de eerste matrix/tabel worden geplaatst.

De eerste stap is omschrijven waarom deze maatregel wordt getoetst, wat is de relatie met de kringloop en of er een zekere verwachting is ten aanzien van de effectiviteit. Er wordt dus in feite een hypothese, een verwachting opgesteld, in de zin dat de kringloop beter wordt gesloten. Dat moet concreet worden aangegeven. Achteraf kan dan worden gekeken of de maatregel aan de verwachtingen heeft voldaan. Ten tweede moet nauwkeurig worden omschreven wat er gebeurt in technische zin, wat de schaal is waarop de maatregel wordt toegepast en wat de verandering is ten opzichte van de huidige situatie. Je zult dus de referentie kort en helder moeten omschrijven.

Voorbeeld: kringloopmaatregelen voor biologische bedrijven, dan is de huidige werkwijze op biologische bedrijven de referentie en niet de hele Nederlandse landbouw. Gaat het om de toepassing op een enkel bedrijf of op een grote groep bedrijven, wordt een maatregel algemeen toegepast of slechts voor een beperkt gebied of deel van een sector? Vervolgens geef je aan in welk deel van de kringloop de maatregel begint en actief is. Welk kringloopdeel of welk schakelpunt worden dan als eerste beïnvloed?

De maatregel moet zo concreet mogelijk zijn omschreven, bij algemene of vage omschrijvingen wordt het later lastig om de effecten in te schatten. Bij een set van maatregelen wordt het lastig om te ontrafelen welk onderdeel van de maatregel precies zorgt voor het effect van een maatregel.

b. Is er sprake van doorwerking naar andere schakels en welke?

Geef in de antwoordtabel aan welke andere kringloopdelen en schakelpunten worden beïnvloed en omschrijf deze invloed per onderdeel.

Een maatregel kan naast het directe effect op een kringloopdeel en/of een schakelpunt, ook nog doorwerken op de erna volgende kringloopdelen of schakelpunten. Het kan ook zijn dat er alleen effecten zijn op hetzelfde kringloopdeel en het voorafgaande schakelpunt en het navolgende schakelpunt.

c. Is er sprake van doorwerking naar andere schaalniveaus?

Geef in de antwoordtabel aan welke schaalniveaus worden beïnvloed en omschrijf per onderdeel hoe deze invloed er uit ziet.

Deze vraag sluit aan op de vorige. Als er geen doorwerking is naar andere schakels, kan het nog wel mogelijk zijn dat andere schaalniveaus worden beïnvloed. Te denken valt aan de teelt van Europese soja, waarbij de veevoeding en humane consumptie gelijk kunnen blijven, maar in de teelt van gewassen in verschillende delen van de wereld grote veranderingen optreden. Als er wel doorwerking is naar andere schakels, moet je verkennen of een maatregel ook kan leiden tot effecten buiten het bedrijf of buiten het gebied waar de maatregel betrekking op heeft. Als een maatregel wel doorwerkt naar andere schakels, maar alleen op bedrijfsniveau, dan is er dus geen sprake van doorwerking naar een ander schaalniveau. Dat kan het geval zijn bij een andere vorm van mestmanagement op een melkveebedrijf, waardoor de benutting van nutriënten hoger wordt. Heel vaak hebben maatregelen op bedrijfsniveau wel een doorwerking naar andere schaalniveaus, zoals bij het hygiëniseren van mest en vervolgens exporteren. Dat werkt door tot buiten het bedrijf dat het uitvoert en zelfs het gebied waar het wordt uitgevoerd, want de mest wordt buiten Nederland gebracht. Dat heeft voor het bedrijf zelf geen effect, want de mest moest toch worden afgevoerd, maar op het niveau van Nederland en de wereld daarbuiten heeft het wel een effect. Dankzij de doorwerking naar andere schaalniveaus, zullen sommige niveaus meer of minder nutriënten krijgen. Daardoor kan de ophoping en uitputting van mineralen veranderen. Ook is het mogelijk dat die verschuiving van nutriënten tussen schaalniveaus leidt tot een verandering in de aanvulling met kunstmest. Dan speelt de uitputting van fossiele fosfaat en energie ook een rol.

Een belangrijk aspect bij deze vraag is de verandering in landgebruik binnen de categorie landbouwgrond. Bijvoorbeeld bij teelt van soja in Europa worden andere gewassen verdrongen en moeten dan elders worden geteeld. Dat moet goed in beeld worden gebracht.

Bij het doorwerken naar andere schaalniveaus zijn altijd schakelpunten betrokken en de daarbij behorende stakeholders.

Als sprake is van doorwerking naar andere schaalniveaus, moeten de hierna volgende vragen voor de verschillende schaalniveaus worden beantwoord.

d. Veranderen sporen/paden in het kringloopmodel (overslaan van delen van de kringloop, e.d.)

Als er sprake is van het overslaan van kringlooptdelen of schakelpunten, geef in de antwoordtabel aan waar en hoe dit plaats vindt (teelt, diervoeding, humane voeding).

Het kan gebeuren dat door een maatregel een bepaalde stroom van materiaal niet langs de cirkellijn verloopt, maar dat er een 'binnenbocht' wordt genomen, waardoor een kringloopdeel of schakelpunt wordt overgeslagen. Dit kan voorkomen in alle kringlooptdelen. Een voorbeeld is het gebruik van groenbemesters. Het gewas komt niet in het dier of mens terecht, maar wordt direct teruggevoerd naar het land (in feite blijft het daar gewoon en wordt ondergeploegd). De groenbemester is een geval waar bewust de binnenbocht wordt 'genomen' en wat niet als een verlies wordt beschouwd, zeker niet als de groenbemester ook nog als vanggewas voor stikstof en fosfaat optreedt. Een ander voorbeeld is als plantaardige producten die geschikt zijn als veevoer, worden gebruikt als input voor een mestvergister. Ook het doordraaien van voedsel en het weggooien van bedorven voedsel in huishoudens is te beschouwen als het afsnijden van een bocht. In het kringloopdeel teelt, zou je het gebruiken van voederfosfaten als het nemen van de binnenbocht kunnen beschouwen. We stoppen fosfaat direct in het voer, in plaats van het via een plant te doen.

e. Wat betekent dit voor actoren?

Geef in de antwoordtabel aan welke actoren bij de maatregel zijn betrokken en wat ze moeten doen. Een maatregel kan ertoe leiden dat andere partijen dan voorheen betrokken worden. Dat zal zeker gelden als er doorwerking is naar schakels die buiten het bedrijf liggen. Het is ook mogelijk dat dezelfde partijen andere dingen moeten doen. Dat is meestal het geval als sprake is van doorwerking naar andere schakels en schaalniveaus.

Aansluitend op de vraag welke nieuwe actoren worden aangesproken of hoe de bestaande actoren anders worden aangesproken kun je het handelingsperspectief schetsen: wat moet en kan een bestaande of nieuwe actor doen bij de betreffende maatregel? (handelingsperspectief, dit zegt overigens nog niets over verantwoordelijkheid).

5.2.3 Effecten op het sluiten van kringlopen

Dit is stap 3 in de beschrijving van figuur 9.

Bij de omschrijving van de maatregel in de vorige paragraaf is een filter toegepast: welke cellen zijn relevant. De niet relevante cellen kunnen we nu overslaan. Met de ingeperkte set van cellen gaan we verder. De matrix wordt nu wel driedimensionaal, per cel komt de dimensie N, P, OS erbij. Je kunt vanaf de kringloopkant kijken, dan houd je dezelfde matrix als in de eerste ronde, per cel zeg je iets over N, P, OS. Je kunt ook van de N, P en OS kant kijken, dan zeg je per cel iets over de relevante kringlooptdelen en schakelpunten.

Het algemene model bij het analyseren van het sluiten van kringlopen is:

Benutting in kringloop = Hoeveelheid * Efficiëntie/100;

Verlies in kringloop = Hoeveelheid * (100 - Efficiëntie)/100.

In formule: Benutting = $H * E$; Verlies = $H * (100 - E)/100$.

De efficiëntie wordt uitgedrukt in procenten.

f. Veranderen hoeveelheden N, P of OS in een stroom en veranderen stromen tussen schaalniveaus?

*Bij de beantwoording van de vraag kijk je hier naar de hoeveelheid (H in de formule $H * E$). Het gaat dan zowel om hoeveelheden, als waar deze hoeveelheden zijn, waar de stromen lopen.*

Als stromen veranderen tussen de ruimtelijke schaalniveaus, kun je dat weergeven in de verschillende kolommen van de matrix.

Aangezien het in de toets gaat om het zo goed mogelijk gebruiken en benutten van de aanwezige organische stof en de nutriënten is het belangrijk om te weten of er veranderingen optreden in de hoeveelheden. In aansluiting op de voorgaande vragen moet je wel de opbouw van de stroom aan nutriënten in beeld brengen. Het gaat dan enerzijds om de stromen aan de aanvoerkant: voedsel en voer en anderzijds om de stromen aan de afvoerkant: dierlijke en menselijke excreta en afvalproducten. Het is vaak de onbalans, de overmaat aan nutriënten die op een bepaalde plaats voor

problemen zorgt. Bij Europese soja i.p.v. bijvoorbeeld Zuid Amerikaanse in veevoer verandert in Nederland in totaal niet zoveel, terwijl de onderliggende stromen zeer sterk zullen veranderen. Bij export van mest verandert de totale hoeveelheid niet, maar wel de plaats(ing) van de mest. Een eenvoudige balans opstellen is dan behulpzaam. Als de hoeveelheid mest (of nutriënten) in een gebied anders wordt, is er dan sprake van een overschot en treedt accumulatie op? Of is de hoeveelheid mest kleiner dan wat er nodig is? Of is sprake van een sterke afvoer van producten en 'verdwijnen' nutriënten uit een gebied?

Het gaat hier dus niet alleen om meststromen en -hoeveelheden, maar ook om stromen van andere producten, met name veevoergrondstoffen.

g. Wordt de stroom beter hanteerbaar, worden de verliezen anders?

*Gebruikmakend van de formule $H * E$, gaat het hier om de efficiëntie E . Vul in de tabel in of de efficiëntie anders wordt.*

Deze vraag moet inzicht bieden of het eenvoudiger wordt om de stroom te hanteren. Dat kan gaan om het veranderen van verliezen, wat komt door het beter kunnen bemesten of door andere effecten. Belangrijke informatie hierbij is de vraag of de mest in een bepaald gebied geplaatst kan worden als nuttige meststof. Of is sprake van een overschotsituatie? Aansluitend op het voorbeeld van mestexport bij de voorgaande vraag, als de mest door export beter kan worden ingezet dan in de overschotsituatie, dan zal de efficiëntie toenemen en zal het verlies worden verkleind.

h. Wat betekent dit voor de combinatie van beide?

Vul in de wat er met de totale verliezen gebeurt.

De totale verliezen zijn een resultante van de hoeveelheid en van de efficiëntie, in de formules gaat het dan om $H * E$ en $H * (100 - E)$. Veranderen de verliezen omdat de hoeveelheid kleiner wordt en de efficiëntie gelijk blijft, of is het juist andersom? Een combinatie van beide is natuurlijk ook mogelijk.

i. Krijgt een product of productiefactor een andere of extra toepassing of wordt het onttrokken aan een toepassing?

Geef aan in de tabel of een product of productiefactor op een andere wijze gebruikt gaat worden.

Het kan gebeuren dat een productiefactor door de maatregel anders wordt ingezet dan zonder de maatregel. Een voorbeeld is het telen van Nederlandse soja. Daarvoor is land nodig dat nu wordt gebruikt door andere gewassen. Er is dan sprake van verdringing. Dat kan effect hebben op verschillende schaalniveaus, van het bedrijfsniveau tot internationaal niveau. Een ander voorbeeld is de verbranding van pluimveemest, waardoor nutriënten worden onttrokken aan de kringloop. Een extra toepassing is de productie van biogas uit mest.

5.2.4 Effecten op productiviteit van andere productiefactoren

Dit is stap 4 in de beschrijving van figuur 9.

Omdat stromen van nutriënten en andere inputs kunnen veranderen als gevolg van gekozen maatregelen, kunnen naast het beter sluiten van de kringloop ook andere effecten optreden. In dit onderdeel van de vragenlijst kijken we naar de gevolgen van de gekozen maatregel(en) voor het grondgebruik, de productiviteit van grond, kapitaal en arbeid en om andere economische effecten.

j. Treden veranderingen op in grondgebruik?

Geef aan in de tabel of grondgebruik verandert op de verschillende ruimtelijke niveaus.

Het gaat dan om het veranderen van teelten, zowel op het bedrijf als op de andere niveaus. Als teelten verwisselen, kan de verandering per saldo klein zijn op een hoog schaalniveau, maar gebeurt er op een lager niveau wel veel. Het kan ook gaan om landgebruiksverandering: bos of grasland wordt omgezet in landbouwgrond, of omgekeerd.

k. Verandert de productiviteit van de grond?

Geef aan in de tabel of de productiviteit stijgt, daalt of gelijk blijft.

Door veranderingen in hoeveelheden nutriënten of door vermindering van de verliezen of het aanwenden van de mest op plaatsen waar dat nog niet gebeurde, kan de productiviteit veranderen. Gewassen kunnen meer of minder opbrengen dan voorheen. Ook kan door verplaatsing van de teelt de opbrengst van een gewas anders worden.

l. Verandert de hoeveelheid arbeid en de productiviteit van arbeid?

Geef aan in de tabel of een maatregel meer of minder tijd kost en of het de arbeidsproductiviteit beïnvloedt.

Het kan zijn dat processen meer arbeid vergen. Dan kan het gaan om directe arbeid in een primair proces, waardoor de arbeidsproductiviteit anders wordt. Maar het kan ook gaan om de inzet die nodig is om een maatregel uit te voeren of te handhaven. Dat kan te maken hebben met bemonstering (bijvoorbeeld mesttransport), maar ook met overleg om afspraken te maken tussen sectoren, landen e.d.

m. Verandert de productiviteit van kapitaalgoederen?

Als door een maatregel de productiviteit van dieren anders wordt, of dat machines en installaties anders gaan werken, dan kan dat hier worden beschreven.

Volgens de klassieke leer rest dan nog de factor kapitaal. Daaronder vallen alle andere dingen die niet te maken hebben met grond of arbeid.

n. Verandert het productievolume?

Als door een maatregel de productie in Nederland verandert, wordt dat hier vermeld.

Het kan zijn dat de productiviteit verandert, maar het productievolume gelijk blijft, of juist andersom. Bij deze vraag gaat het om de totale omzet.

5.2.5 Effecten op emissies naar klimaat, bodem, water, lucht en leefomgeving

Dit is stap 5 in de beschrijving van figuur 9.

De matrix krijgt nu als derde dimensie: de neveneffecten op klimaat, bodem, water, lucht en leefomgeving.

Maatregelen kunnen beogen de verliezen van de mineralen te verkleinen, maar kunnen tegelijkertijd wel andere effecten hebben. Dat kan zowel positief als negatief zijn. In veel evaluatiesystemen worden de effecten onderverdeeld naar bodem, water en lucht. Aanvullend daarop worden de effecten op klimaatverandering gevraagd en de effecten op de directe leefomgeving van mensen.

o. Wat zijn de effecten op broeikasgasemissies?

Beschrijf hier de broeikasgasemissies.

CO₂ wordt apart beschouwd, het is een belangrijke maat voor energiegebruik en voor koolstofvastlegging in de bodem; methaan en lachgas worden samengevoegd daarmee worden de andere effecten in beeld gebracht.

p. Wat zijn de effecten op bodemkwaliteit?

Beschrijf hier de andere zaken naast organische stof voorziening.

Te denken valt aan bodemverontreiniging met zware metalen, maar ook bodemverdichting en bodembiodiversiteit. Ook depositie van stikstof kan hierbij worden genoemd.

q. Wat zijn de effecten op luchtkwaliteit.

Beschrijf hier wat er gebeurt met emissies van ammoniak en fijnstof.

r. Wat zijn de effecten op grondwaterkwaliteit?

Beschrijf hier de uitspoeling van mineralen naar het grondwater.

Mineralen kunnen uitspoelen en in het grondwater terecht komen. Stikstof, meestal in de vorm van nitraat, maar soms ook als ammonium. Fosfaat is een belangrijke graadmeter voor vermesting en eutrofiëring.

s. Wat zijn de effecten op biodiversiteit?

Beschrijf de biodiversiteit die nog niet bij bodembiodiversiteit behoort.

t. Wat zijn de effecten op de leefomgeving?

Beschrijf effecten op lokaal transport, volksgezondheid en geur en stank.

u. Zijn er risico's verbonden aan de maatregel?

Beschrijf hier de doorwerking van bovengenoemde effecten op zaken als volksgezondheid, ongelukken, e.d.

Deze vraag heeft een sterke relatie met de voorgaande. Bij risico's bestaat de kans dat een maatregel een effect heeft. Van de voorgaande vraag is bekend of de maatregel een effect heeft. In vraag deze wordt onderzocht of er factoren zijn die de kans op effecten kunnen versterken of waardoor effecten juist kunnen optreden.

v. Kan ik negatieve neveneffecten opvangen?

Beschrijf mitigatie-opties.

In aansluiting op de voorgaande vraag kun je onderzoeken of je negatieve effecten kunt opvangen: mitigatie.

5.3 Hoe verder als de vijf groepen vragen zijn beantwoord?

Dit is stap 6 in de beschrijving van figuur 9.

Met de antwoorden op de vragen in gedachten zijn de tabellen gevuld. Als dat is gedaan wordt uiteindelijk een korte samenvatting geschreven.

Deze samenvatting heeft een vast format:

Type analyse

De analyse is uitgevoerd met: *partijen*

Het doel van de analyse was: *Hierbij gebruik maken van de aspecten die in hoofdstuk 5 zijn genoemd.*

Het niveau van de analyse is: Tier 1,2,3 of 4. (dit kan door een omschrijving worden vervangen). In geval van Tier 3 of 4 wordt aangegeven welke modellen zijn/worden gebruikt.

Omschrijving maatregel

Maatregel A, omschrijving, is werkzaam op de kringlooptdelen Ak en schakelpunten As. De maatregel heeft effecten in de gebieden Ag

In de kringlooptdelen Ak en de schakelpunten As treden geen of verwaarloosbare effecten op en worden verder buiten beschouwing gelaten.

Sluiten van de kringloop

De maatregel leidt tot de volgende veranderingen in de aan- en afvoer en in de benutting van nutriënten: (hoeveelheden, benutting/verlies en locaties/schaalniveaus benoemen)

.....

Daardoor worden de nutriënten beter/slechter benut en sluit de kringloop als geheel beter/slechter.

De neveneffecten op klimaat, milieu en leefomgeving

De emissie van broeikasgassen neemt af/toe op het niveau van bedrijf/NL/EU/W

De bodemkwaliteit wordt beter/slechter door.....

De leefomgeving verbetert/verslechtert door.....

Bij alle effecten kort benoemen op welk schaalniveau en in welk tijdstraject de verandering optreedt.

De effecten op landgebruik, economie en productiviteit

Het landgebruik verandert van X naar Y op het niveau van bedrijf/NL/EU/W

De productiviteit van het land verbetert/verslechtert/blijft gelijk

De productiviteit van arbeid en kapitaal verandert als volgt:.....

De totale omzet verandert als volgt:.....

Bij alle effecten kort benoemen op welk schaalniveau en in welk tijdstraject de verandering optreedt.

Conclusie:

Een algemene conclusie kan worden geformuleerd in twee of drie zinnen.

Al met al is een samenvatting van een halve tot één pagina met tekst beoogd. De samenvatting en indien nodig het onderliggend materiaal zijn een basis voor politiek en maatschappelijk debat over de geanalyseerde maatregelen.

6 Hoe verder met de KringloopToets?

Dit is eerste versie van de KringloopToets. De volgende stap is om de KringloopToets in workshops met externe partijen aan de hand van casussen te valideren. Ook terugkoppeling van lezers van dit rapport wordt door de auteurs bijzonder op prijs gesteld.

De resultaten van maatregelen die met de KringloopToets getoetst zijn worden vastgelegd in een 'werkboek' waarin de casussen uitgewerkt en beschreven zijn.

Het is te verwachten, dat bij gebruik van de toets door verschillende groepen in diverse samenstellingen verbeterpunten aan het licht komen. Daarnaast is de toets nu vooral kwalitatief en kunnen onderdelen (per casus te bepalen) gekwantificeerd worden. Door het werken met verschillende cases wordt duidelijk of kwantificeren van de effecten van maatregelen generiek aangepakt kan worden, of dat van geval tot geval bekeken moet worden waar kwantificeren mogelijk is op grond van bestaande modellen of waar effecten zo interessant of ingrijpend zijn, dat het de moeite waard is nieuwe rekenmodellen te ontwikkelen.

De ervaringen, die de komende maanden opgebouwd worden, leiden zo naar verwachting tot een verbeterde versie van de handleiding en in ieder geval tot een begeleidend werkboek met uitgewerkte cases.

De werkgroep, die de opzet van de KringloopToets heeft begeleid, heeft zich gecommitteerd om het gebruik en de verdere ontwikkeling van de toets te blijven begeleiden, om een objectieve en gedragen manier van evalueren van maatregelen met de KringloopToets te waarborgen.

Literatuurlijst

- Communication from the European Commission 2010/C 160/02 (2010). Communication from the Commission on the practical implementation of the EU biofuels and bioliquids sustainability scheme and on counting rules for biofuels (2010/C 160/02). <http://www.emissions-euets.com/component/content/article/262--communication-from-the-commission-on-the-practical-implementation-of-the-eu-biofuels-and-bioliquids-sustainability-scheme-and-on-counting-rules-for-biofuels>
- EC (2010) ILCD Handbook. General guide for Life Cycle Assessment – Detailed Guidance. Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Ispra, Italy, 394 pp.
- IPCC (Ed.). (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Japan: IGES.
- ISO 14044:2006 (2010). Environmental management -- Life cycle assessment -- Requirements and guidelines. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=38498
- LEAP, 2015. Environmental performance of animal feeds supply chains: Guidelines for assessment. Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership. FAO, Rome, Italy.
- Searchinger, T., Heimlich, R., Houghton, R.A., Dong, F., Elobeid, A., Fabiosa, J., Tokgoz, S., Hayes, D., Yu, T-H, (2008) Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land-Use Change. *Science* 319, p 1238 – 1240.

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



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

Wageningen UR Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

