

Nutriëntenexcretie door melkvee

Geactualiseerde coëfficiënten in dynamisch perspectief

Bruno Fernagut, Hilde Wustenberghs, Ludwig Lauwers

Eenheid Landbouw en Maatschappij
Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek

**Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse
Milieumaatschappij, MIRA**

MIRA/2006/08

Juli 2006

Dit rapport verschijnt in de reeks MIRA Ondersteunend Onderzoek van de Vlaamse Milieumaatschappij. Deze reeks bevat resultaten van onderzoek gericht op de wetenschappelijke onderbouwing van het Milieuraapport Vlaanderen.

Dit rapport is ook beschikbaar via www.milieurapport.be

Contactadres:

Vlaamse Milieumaatschappij
Milieurapportering (MIRA)
Van Benedenlaan 34
2800 Mechelen
tel. 015 45 14 66
mira@vmm.be

Wijze van citeren:

Fernagut B., Wustenberghs H. & Lauwers L. (2006), Nutriëntenexcretie door melkvee:geactualiseerde coëfficiënten in dynamisch perspectief, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2006/08, Instituut voor Landbouw en Visserijonderzoek.

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	1
Figuren.....	2
Tabellen.....	3
1 Inleiding.....	5
2 Conceptueel kader excretieberekening.....	7
3 Bedrijfsbalans in SEPALÉ.....	11
3.1 Het SEPALÉ-model.....	11
3.2 N-stromen in SEPALÉ.....	11
3.3 Rekenregels voor het bepalen van de hoeveelheden nutriënten in inputs en outputs.....	13
3.4 Vergelijking met voorgaand onderzoek.....	14
3.4.1. Keuze van de testpopulatie.....	15
3.4.2. Vergelijking van de bedrijfsbalansen.....	16
3.5 Besluit.....	22
4 1^e benadering: schatting excretie via mestbalans.....	23
4.1 Mestbalans op bedrijfsniveau.....	23
4.2 Testpopulaties gebruikt bij de schattingen.....	25
4.3 Resultaten ‘aanpassingsfactor’.....	25
4.3.1 Variantie binnen de ‘aanpassingsfactor’.....	25
4.3.2 ‘Aanpassingsfactor’ versus bedrijfstype.....	28
4.4 Analyse van de schattingsfouten.....	30
4.4.1 Fout op de stalperiode en de ammoniakemissie uit stal en opslag.....	30
4.4.2 Fout op de samenstelling van rundermest.....	31
4.5 Besluit.....	33
5 2^e benadering: schatting excretie via ‘vee’.....	35
5.1 Testpopulatie melkveebedrijven.....	35
5.2 Schatting gemiddelde excretiecoëfficiënt.....	36
5.2.1. Methode: mineralenbalans-vee versus bedrijfsbalans.....	36
5.2.2. Resultaten van de excretieberekening.....	37
5.2.3. Sensitiviteit van de excretieberekening aan de graslandopbrengst.....	38
5.3 Schatting van een bedrijfsspecifieke excretiecoëfficiënt.....	40
5.3.1. Verklarende variabelen voor excretie.....	40
5.3.2. Variantie tussen bedrijven.....	43
5.3.3. Invloed van de graslandopbrengst op de regressievergelijking.....	45
5.3.4. Evoluties over de jaren.....	45
5.3.5. Bijkomende variabelen ter verklaring van de excretie.....	46
5.4 Extrapolatie naar de hele populatie – dynamische excretiecoëfficiënten.....	47
5.4.1. Test extrapolatie voor 2003.....	47
Regressie op arealen per GVE voor melkproductie.....	48
Regressie op arealen per totale GVE.....	48
5.4.2. Berekening tijdreeks excretie over de hele populatie.....	50
5.4.3. Verdere vergelijking van mogelijke regressievergelijkingen.....	52
5.5 Eco-efficiëntie.....	54
5.6 Besluit.....	55
6 Algemeen besluit.....	57
Referenties.....	59
Afkortingen.....	62

Figuren

Figuur 1: Schematische voorstelling bedrijfsbalans	7
Figuur 2: Schematische voorstelling van de interne nutriëntenstromen en –verliezen tussen de verschillende compartimenten van een landbouwbedrijf	8
Figuur 3: Schematische voorstelling systeem ‘mestopslag’	9
Figuur 4: Schematische voorstelling van het systeem ‘vee’	9
Figuur 5: Schematische voorstelling van de stikstofstromen op een melkveebedrijf, zoals opgenomen in SEPALE	12
Figuur 6: Evolutie van het N-overschot (bedrijfsbalans) op melkveebedrijven volgens de methoden van Verbruggen et al. (2004), Van Meensel (2005) en SEPALE	19
Figuur 7: Verdeling van de aanpassingsfactor A voor alle rundveebedrijven in testpopulatie 1 (2003)	26
Figuur 8: Verdeling van de aanpassingsfactor A voor alle rundveebedrijven in testpopulatie 2 (2003)	26
Figuur 9: Evolutie van de ‘aanpassingsfactor’ A voor de uitgebreide testpopulatie 1 en de beperkte testpopulatie 2 (1999-2003)	27
Figuur 10: ‘Aanpassingsfactor’ A voor de uitgebreide testpopulatie 1 per bedrijfstype (waarden per bedrijf over de periode 1999-2003)	29
Figuur 11: Invloed van de stalperiode en de ammoniakemissie uit stal en opslag op de aanpassingsfactor A (2003)	30
Figuur 12: N/P-verhouding voor rundveebedrijven (Vlaanderen, 1999-2003, per jaar)	31
Figuur 13: Evolutie van de ‘aanpassingsfactor’ Anieuw, die rekening houdt met een gelijkaardige fout op de mestsamenstelling (1999-2003)	32
Figuur 14: Schematische voorstelling van het systeem ‘vee’	35
Figuur 15: verdeling van de rundveecategorieën voor testpopulatie 3	36
Figuur 16: Verhouding vee zonder melkkoeien ten opzichte van de totale hoeveelheid rundvee per bedrijf voor testpopulatie 3 (2001-2003)	37
Figuur 17: Relatie tussen de N-excretie per ‘productie-eenheid melk’ en het graslandareaal per ‘productie-eenheid melk’ (2001-2003)	41
Figuur 18: Relatie tussen de N-excretie per ‘productie-eenheid melk’ en het maïsareaal per ‘productie-eenheid melk’ (2001-2003)	41
Figuur 19: Relatie tussen de N-excretie per ‘productie-eenheid melk’ en het totale areaal voedergewassen per ‘productie-eenheid melk’ (2001-2003)	42
Figuur 20: Spreiding van de N-excretie per ‘productie-eenheid melk’ over de 135 bedrijven in de testpopulatie (2001-2003), met graslandopbrengs van 11 ton	44
Figuur 21: Spreiding van de N excretie per ‘productie-eenheid melk’ over de 115 bedrijven in de testpopulatie (2001-2003), met graslandopbrengst van 11 ton	44
Figuur 22: Evolutie van de N-uitscheiding per ‘productie-eenheid melk’ berekend volgens de ‘mineralenbalans-vee’ methode, afhankelijk van verschillende aannames over de evolutie van de graslandopbrengst (1995-2003)	46
Figuur 23: Berekende excretie per totale GVE (kg N/GVEtotaal) t.o.v. het grasareaal (ha/GVEtotaal) op sterk gespecialiseerde melkveebedrijven (Vlaanderen, 2003)	49
Figuur 24: Spreiding van de excretie per totale GVE (kg N/GVEtotaal) over de hele populatie van sterk gespecialiseerde melkveebedrijven (Vlaanderen, 2003)	50
Figuur 25: Gras- en maïsarealen voor de sterk gespecialiseerde melkveebedrijven uit de NIS-populatie en de daaruit berekende N-excretie per GVE (Vlaanderen, 1990-2004)	51
Figuur 26: N-excretie per GVE berekend volgens 3 verschillende regressievergelijkingen (Vlaanderen, 1995-2004)	53
Figuur 27: Eco-efficiëntie van de melkproductie in Vlaanderen (1995-2004)	54

Tabellen

Tabel 1: Samples van melkveebedrijven gebruikt in de voorliggende studie en in verschillende recente aanverwante studies	16
Tabel 2: Elementen van de bedrijfsbalans (in kg N/ha) voor 115-tal melkveebedrijven in de periode 1989-2001 volgens Verbruggen et al. (2004)	17
Tabel 3: Elementen van de bedrijfsbalans (in kg N/ha) voor 61 melkveebedrijven in de periode 1989-2001 volgens Van Meensel (2005)	18
Tabel 4: Elementen van de bedrijfsbalans (in kg N/ha) voor 135 melkveebedrijven in de periode 1995-2003 berekend volgens de methode van SEPALE, waarbij gewerkt werd met voortschrijdende gemiddelden over telkens 3 jaren.....	19
Tabel 5: Vergelijking elementen bedrijfsbalans van Van Meensel (2005) en Verbruggen et al. (2004) met SEPALE	20
Tabel 6: Gemiddelden voor de elementen van de bedrijfsbalans voor stikstof over de 40 bedrijven in 2001, die voorkomen in de steekproeven van zowel Van Meensel (2005) en SEPALE	21
Tabel 7: Gemiddelden voor de elementen van de bedrijfsbalans voor stikstof over de 115 bedrijven in 1999-2001, die voorkomen in de steekproeven van zowel Verbruggen et al. (2004) en SEPALE	21
Tabel 8: Elementen van de mestbalans, zoals beschikbaar in het Boekhoudnet (totale hoeveelheden (kg N) per bedrijfstype, Vlaanderen, 2003)	23
Tabel 9: indeling rundveecategorieën volgens SEPALE, Boekhoudnet en Mestbank.....	24
Tabel 10: Coëfficiënten (kg N/dier*jaar) gebruikt in de berekeningen per diercategorie volgens de Mestbank en VMM-model	24
Tabel 11: Overzicht testpopulaties voor schatting via mestbalans	25
Tabel 12: 'Aanpassingsfactor' A voor de uitgebreide testpopulatie 1 per bedrijfstype (gemiddelde over de periode 1999-2003).....	28
Tabel 13: Gemiddelde samenstelling van runderdrijfmest en –stalmest (2002-2004).....	33
Tabel 14: Stikstofgehalten voedergewassen en stro.....	36
Tabel 15: Gemiddelde N-excretie per 'productie-eenheid melk' berekend volgens de 'mineralenbalans-vee' methode (gemiddelde over de periode 2001-2003)	38
Tabel 16: N-excretie per 'productie-eenheid melk' berekend volgens de 'mineralenbalans-vee' methode, met stapsgewijze verhoging van de graslandopbrengst (2001-2003).....	38
Tabel 17: Evolutie van de N-uitscheiding per 'productie-eenheid melk' berekend volgens de 'mineralenbalans-vee' methode, afhankelijk van verschillende aannames over de evolutie van de graslandopbrengst (1995-2003)	39
Tabel 18: Evolutie van het gebruik van kunstmest en dierlijke mest (kg N/ha) op grasland.....	39
Tabel 19: Resultaten van de lineaire regressie van de N excretie per 'productie-eenheid melk' op respectievelijk de arealen grasland, maïsland, alle voedergewassen en de landbouwstreken	42
Tabel 20: Resultaten van de stapsgewijze regressie van de N excretie per 'productie-eenheid melk' op de arealen gras en maïs en de landbouwstreken, met graslandopbrengst van 11 ton DS.....	42
Tabel 21: Resultaten van de stapsgewijze regressie van de N excretie per 'productie-eenheid melk' op de arealen gras en maïs en de landbouwstreken, met graslandopbrengst van 11 ton DS.....	44
Tabel 22: Resultaten van de stapsgewijze regressie van de N excretie per 'productie-eenheid melk' op de arealen gras en maïs en de landbouwstreken, met graslandopbrengst van 10,5 ton DS.....	45
Tabel 23: Resultaten van de stapsgewijze regressie van de N excretie per 'productie-eenheid melk' op de arealen gras en maïs, landbouwstreken en melk, met graslandopbrengst van 11 ton DS.....	46
Tabel 24: Gemiddelde arealen per GVE voor melkproductie (ha/GVEmelk) en gemiddelde excretie (kg N/GVE) berekend op deze GVE voor sterk gespecialiseerde melkveebedrijven (Vlaanderen, 2003)	48
Tabel 25: Gemiddelde arealen per totale GVE (ha/GVE totaal) en gemiddelde excretie (kg N/GVE) berekend op alle GVE voor sterk gespecialiseerde melkveebedrijven (Vlaanderen, 2003)	49
Tabel 26: Gras- en maïsarealen voor de sterk gespecialiseerde melkveebedrijven uit de NIS-populatie en de daaruit berekende N-excretie per GVE (Vlaanderen, 1990-2004).....	51

Tabel 27: Gemiddelde N-excretie per GVE berekend volgens 3 verschillende regressie- vergelijkingen (Vlaanderen, 2003)	53
Tabel 28: totale N-excretie door melkkoeien, berekend met verschillende excretie-coëfficiënten (Vlaanderen, 1995-2004)	56

1 | Inleiding

Er blijft veel onduidelijkheid bestaan over de nutriëntenuitscheiding van grondgebonden veeteeltactiviteiten. Nochtans is de rundveehouderij verantwoordelijk voor meer dan de helft van de totale stikstofproductie in Vlaanderen. Een verkeerde inschatting van deze excretie weegt automatisch door op de robuustheid van verschillende milieu-indicatoren, zoals de bodembalans stikstof, de ammoniakemissie en de broeikasgasemissie. Een ontoereikende inschatting van de runderexcretie en de maatregelen voor de reductie ervan dreigen de effectiviteit van het mestbeleid te ondermijnen. Zo kan de grondgebonden stikstofemissie over het hoofd gezien worden, wanneer de uitgangspunten voor het mestbeleid, in het bijzonder de forfaitaire excretienormen niet overeenkomen met de werkelijke excretie.

In een eerder O&O-project (Campens & Lauwers, 2002) werd reeds aangetoond dat de werkelijke runderexcretie hoger ligt dan de MAP-normen laten uitschijnen. Uit een *ad hoc* werkgroep (de zogenaamde “*Erembodegem-groep*”, bestaande uit medewerkers verbonden aan diverse monitoringsorganismen), blijkt dat de inschatting van de productie van rundermest cruciaal is voor het behalen van milieudoelstellingen.

Momenteel zijn diverse uitgangspunten rond het berekenen van de excretiecoëfficiënten nog altijd te statisch gebleken. Uit simulaties van Bouquiaux *et al.* (1998) blijkt evenwel dat technologische vooruitgang gepaard gaat met een verbetering van bedrijfsbalans op gespecialiseerde melkveebedrijven. Het werken met een statische reeks van excretiecoëfficiënten houdt derhalve scheefftrekking in monitoring op lange termijn in.

Deze studie is erop gericht om de kengetallen voor de inschatting van de runderexcretie te actualiseren en verder wetenschappelijk te onderbouwen. Omdat in het huidige beleid stikstof het meest beperkende element is zal in deze studie geen rekening gehouden worden met andere elementen zoals difosforpentoxide. De inschatting zal gebeuren aan de hand van berekeningen met de milieumodule uit het SEPALÉ-model, die verder aangevuld worden met hypothesen en berekeningen uit vroegere studies. Door het opstellen van balansen op bedrijfsniveau zal het mogelijk zijn om de variatie van excretiecoëfficiënten aan de hand van een aantal factoren te verklaren, om uiteindelijk te kunnen extrapoleren naar de gehele melkveestapel.

Deze methode, toegepast op verschillende jaren, zal toelaten om de technologische vooruitgang in beeld te brengen en een dynamische reeks van excretiecoëfficiënten te produceren.

Aan de hand van deze verbeterde kengetallen kunnen de berekeningen van de dierlijke nutriëntenproductie en van de bodembalans aangepast worden. Dit maakt een nauwkeurige beoordeling van het mestoverschot mogelijk. Bovendien zal het aan de hand van het SEPALÉ-model ook mogelijk om ex-ante evaluaties te maken met differentiatie naar bedrijfsomvang, landbouwstreek.

In een eerste hoofdstuk wordt de bedrijfsbalans uit SEPALÉ beschreven en vergeleken met voorgaand onderzoek. Vervolgens worden de mogelijkheden van de mestbalans op bedrijfsniveau met de cijfers die in het Boekhoudnet aanwezig zijn geëvalueerd met betrekking tot excretiecoëfficiënten. Tenslotte wordt een schatting van de excretiecoëfficiënten aan de hand van de mineralenbalans-dieren voorgesteld. De resultaten worden geëxtrapoléerd naar de hele populatie en vergeleken met andere berekeningen.

2 | Conceptueel kader excretieberekening

Mestuitscheiding kan rechtstreeks of onrechtstreeks worden berekend. Een eerste reeks methodes vertrekt vanaf klassieke proefopstellingen waarbij in situ de N-uitscheiding van het dier via staalnames rechtstreeks en zeer nauwkeurig kan worden gemeten. In principe is er een onbeperkte mogelijkheid tot verzamelen van specifieke gegevens. De uitdaging is echter de steekproeven zodanig op te stellen dat de gevonden waarden representatief zijn voor het overgrote deel van de dierlijke sector waar onder zeer diverse omstandigheden wordt gewerkt.

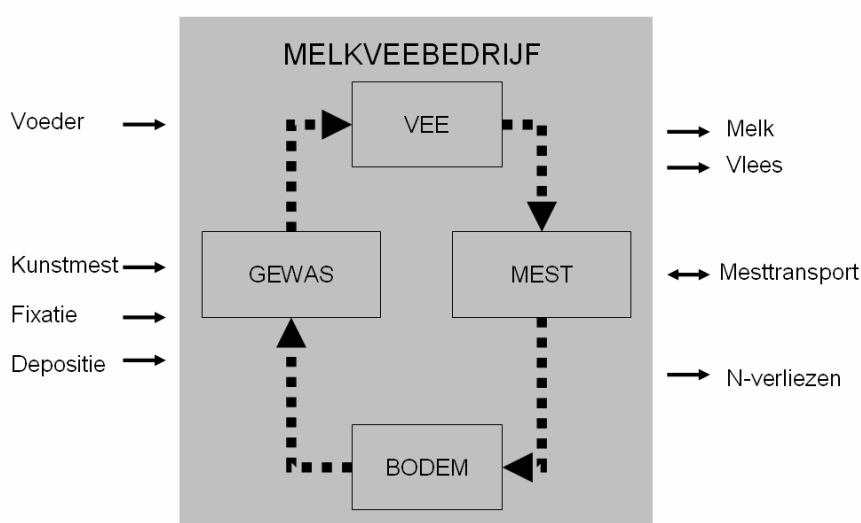
Een tweede aanpak vertrekt vanuit een brede, representatieve steekproef. Op basis van gegevens over stikstofstromen op het bedrijf kan de excretie worden geschat. Hoewel volgens deze methode de (bedrijfs)excretie minder nauwkeurig wordt geschat, biedt ze het voordeel dat ze meer garantie geeft op representativiteit van de bedrijven.

Een derde aanpak is analoog met de tweede, maar werkt enkel met geaggregeerde cijfers (bv. op niveau gewest). Op deze manier wordt de hele populatie beschouwd, doch zijn er beperkingen wat betreft het aantal beschikbare gegevens. Bovendien geeft deze methode geen inzicht in de variatie op bedrijfsniveau.

In deze studie wordt de tweede aanpak verkozen, waarbij de gegevens van het Boekhoudnet worden gebruikt om de stikstofexcretie af te leiden aan de hand van de bedrijfsbalans en onderdelen van deze bedrijfsbalans.

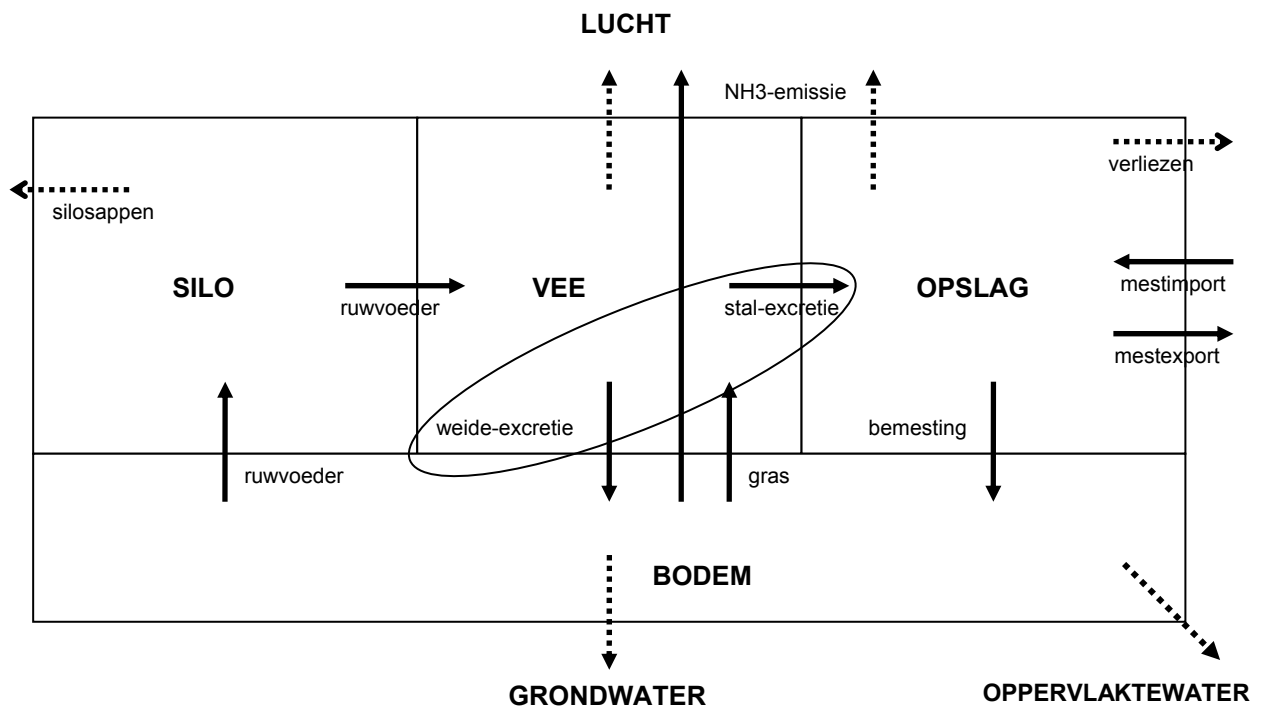
De bedrijfsbalans (Figuur 1), berekent het stikstofoverschot op het landbouwbedrijf op basis van invoer- en uitvoerstromen. De berekening van stikstofverliezen vanuit deze bedrijfsbalans is een goede werkwijze omdat het de belangrijkste stikstofverliezen, naar de lucht en naar de bodem (water), tegelijkertijd aanpakt (Schröder, 2004). Een goede berekening van de bedrijfsbalans verschaft de bedrijfsleider een duidelijk beeld van zijn milieuproformantie. Een bijkomend voordeel van de bedrijfsbalans is dat de berekening van het stikstofverlies kan gebeuren met relatief hard cijfermateriaal op bedrijfsniveau, voor wat betreft een aanzienlijke steekproef van bedrijven (Boekhoudnet).

Figuur 1: Schematische voorstelling bedrijfsbalans



Figuur 2 geeft een meer gedetailleerde voorstelling van de stikstofverliezen op bedrijfsniveau. Op het bedrijf kunnen vier compartimenten worden afgebakend waarin stikstof zich kan bevinden: de bodem, de voederopslag, het dier en de mestopslag. Via de bemesting, opname van gras en ruwvoeder wordt stikstof cyclisch gebruikt. Daarnaast is er een mogelijk verlies op elk van deze compartimenten. De belangrijkste stikstofverliezen in de keten voedergewassen-dier zijn: de verliezen naar de atmosfeer, de verliezen naar de bodem en het bodemwater en verliezen door afspoeling naar het oppervlaktewater. In mindere mate doen zich ook verliezen voor via opslag van ruwvoeder en via opslag van mest.

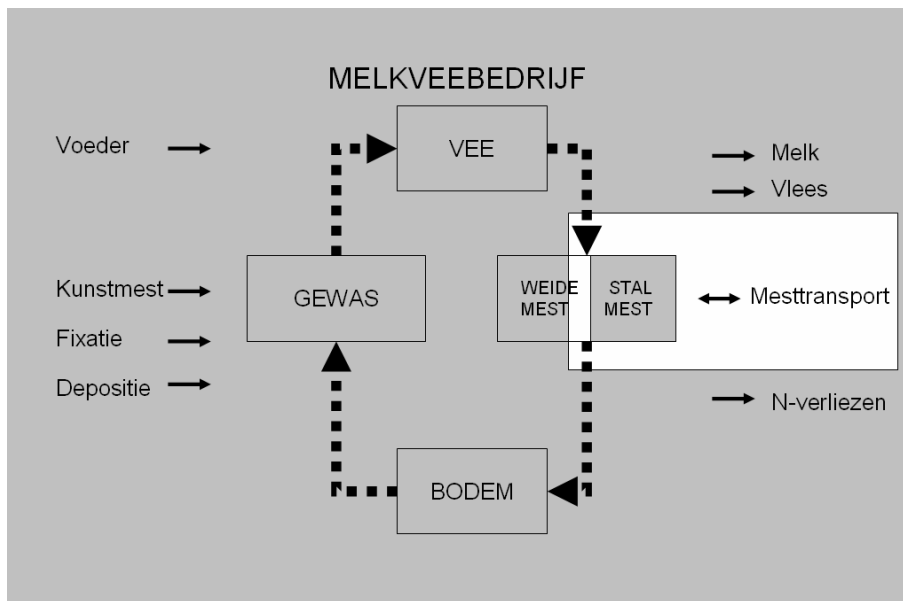
Figuur 2: Schematische voorstelling van de interne nutriëntenstromen en -verliezen tussen de verschillende compartimenten van een landbouwbedrijf



Er zijn echter weinig gegevens beschikbaar op bedrijfsniveau om in bovenstaand schema de verdeling van stikstofstromen volgens de bedrijfscompartimenten - en afgeleid, de uitstroom naar de milieucompartimenten - te kennen. Onzekerheid over de excretie en de rendementen van de voedergewassen liggen aan de basis hiervan. Enkel bemesting en aan- en afvoer van mest worden bijgehouden in het Boekhoudnet.

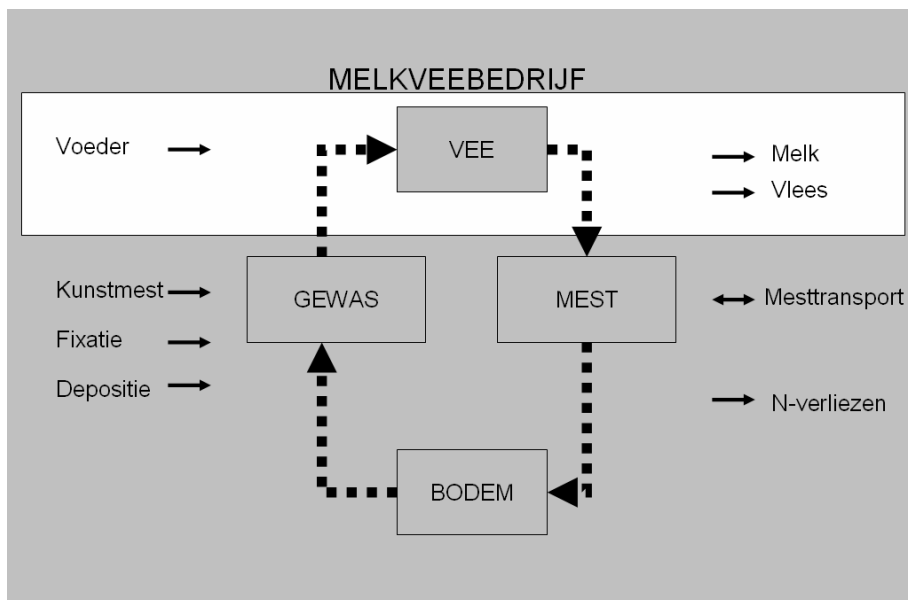
Op bedrijfsniveau zijn sinds 1998 heel wat gegevens beschikbaar met betrekking tot dierlijke mest (mestimport, mestexport, mestinventaris en uitrijden mest). Als de runderexcretie opgesplitst kan worden in weide- en stalexcretie, kan een schatting gemaakt worden van de uitscheidingscoëfficiënten via de mestbalans (Figuur 3). Immers, de stalexcretie kan rechtstreeks bepaald worden uit de aan- of afvoer van mest, het stockeren en het uitrijden. Indien wordt verondersteld dat de dagelijkse excretie op de weide en in de stal dezelfde is, kan de hoeveelheid uitscheiding voor een heel jaar worden berekend met het aantal dagen dat het vee op de weide staat.

Figuur 3: Schematische voorstelling systeem 'mestopslag'



Een tweede benaderingswijze vertrekt vanaf het compartiment 'vee' (Figuur 4). Hierbij dient geen onderscheid te worden gemaakt tussen stal- en weide-excretie. Enkel de aanvoer en afvoer van stikstof naar en van het vee moet gekend zijn. Indien de voedergewassen goed geschat zijn, kan excretie worden afgeleid als het overschot op de balans.

Figuur 4: Schematische voorstelling van het systeem 'vee'



3 | Bedrijfsbalans in SEPALÉ

3.1 | Het SEPALÉ-model

Het SEPALÉ-model (Systeem ter Evaluatie van de Politiek aangaande Landbouw en LEefmilieu) is ontworpen als beleidsondersteunend instrument om een antwoord te kunnen geven op landbouweconomische beveldsvragen. Gebaseerd op enerzijds een aantal veronderstellingen over het economisch en productietechnisch keuzegedrag van de landbouw en anderzijds op de bedrijfsgegevens van de akkerbouw- en rundveebedrijven van de stratifieerde steekproef van het Boekhoudnet, kan het model een beeld geven van de gevolgen van bepaalde belevdopties.

Naargelang de aard van de simulaties worden de bedrijven geselecteerd op basis van specifieke bedrijfskenmerken zoals bedrijfsomvang, geografische ligging en productierichting. Deze flexibiliteit maakt het mogelijk om simulaties voor welbepaalde deelsectoren of streken te laten lopen. Zoals in tal van andere recente landbouwmodellen (CAPRI, SELES...) is SEPALÉ een aanbodmodel waarbij de modelleertechniek gebaseerd is op PMP (Positive Mathematical Programming) (Henry de Frahan, 2005). Het model optimaliseert op bedrijfsniveau wat het mogelijk maakt om onderlinge uitwisselingen van productierechten en –middelen te simuleren. Hoewel niet alle landbouwbedrijven opgenomen zijn, kan het als een sectormodel beschouwd worden, vermits het geheel van de bedrijven in het model een representatief beeld geeft van de sector.

Het model is in staat simulaties uit te voeren die betrekking hebben op prijsschokken, quota, subsidies en zo meer. Tot op heden werden een aantal gevolgen van de Mid-Term Review (Buysse *et al.*, 2005), de verschillende suikerhervormingsvoorstellen (Fernagut *et al.*, 2004, 2005) en een reeks koolzaadtoepassingen (Brouwers *et al.*, 2005 en Couder *et al.*, 2005) aan de hand van modelsimulaties geanalyseerd. De laatste ontwikkelingen betreffen de inbouw van een aantal milieu-aspecten gerelateerd aan stikstof. Voor de rundvee- en akkerbouwbedrijven werden de verscheidene componenten van de stikstofstroom in het model opgenomen om het effect van bepaalde belevdopties op bodemoverschot en de ammoniakuitstoot na te gaan. Op basis van een mineralenbalans en voederbehoefte van het melkvee kunnen betere excretiecoëfficiënten geschat worden. Hierdoor wordt het mogelijk om scenario's met betrekking tot het mestbeleid te simuleren.

3.2 | N-stromen in SEPALÉ

In SEPALÉ worden de mineralenstromen op de landbouwbedrijven beschreven aan de hand van de bedrijfsbalans. Omdat stikstof het meest beperkende element is in het huidige landbouwmilieubeleid wordt tot op heden enkel de stikstofbalans berekend. Vanaf deze laatste kan ook de N-bodembalans worden afgeleid, als de ammoniakuitstoot van de bedrijfsbalans wordt afgetrokken. Dit veronderstelt echter zeer algemene (en dus weinig bedrijfsspecifieke) assumpties omtrent de ammoniakemissie. Vanaf de bedrijfsbalans kunnen beveldsvraagstukken betreffende nitraatgehalten in de bodem en ammoniakemissies worden gesimuleerd.

De bedrijfsbalans, zoals ze opgenomen is in SEPALÉ, wordt schematisch voorgesteld in Figuur 5.

Figuur 5: Schematische voorstelling van de stikstofstromen op een melkveebedrijf, zoals opgenomen in SEPALE



Stikstofaanvoer kan via de volgende stromen gebeuren:

- Aangekocht krachtvoeder
- Aangekocht ruwvoeder
- Melkproducten voor runderen (meestal onder de vorm van melkpoeder)
- Aangekocht stro
- Aangekocht vee (jongvee, stieren, ...)
- Mest geïmporteerd van andere bedrijven (van runderen of andere dieren)
- Kunstmest
- N-fixatie door gewassen
- N-depositie

Stikstofafvoer kan via de volgende stromen gebeuren:

- Geproduceerde melk
- Verkocht vee of dode dieren
- Verkocht ruwvoeder
- Verkocht stro
- Verkochte akkerbouwgewassen
- Mestexport (ook naar mestverwerking)

Binnen het bedrijf hebben een aantal inwendige stikstofstromen plaats:

- Jongvee
- Nevenproducten van akkerbouwgewassen, die op het eigen bedrijf gebruikt worden, zoals stro
- Ruwvoeder uit eigen productie, gebruikt voor eigen vee

- Dierlijke mest die op de weiden terecht komt tijdens de beweiding
- Dierlijke mest afkomstig van dieren die op stal staan, die gebruikt wordt voor de bemesting van weiden of akkers

Zowel bij het eigen geproduceerde ruwvoeder, als bij de mest geproduceerd in de stal, kan opslag voorkomen. De voorraadverschillen die daaruit voortvloeien, worden opgevangen door te werken met gemiddelden over 3 jaren.

Voor een aantal nutriëntenstromen wordt gewerkt met netto import of export:

- Netto aangekocht ruwvoeder = aangekocht ruwvoeder – verkocht ruwvoeder
- Netto aangekocht stro = aangekocht stro – verkocht stro
- Netto verkochte dieren = verkochte dieren + dode dieren – aangekochte dieren
- Netto mestexport = mestexport - mestimport

Alle aankopen, verkopen en interne stromen worden uitgedrukt in kilogram stikstof.

In het model wordt dan als volgt gerekend:

$$N\text{-bedrijfsbalans} = N\text{-inputs} - N\text{-outputs}$$

Waarbij

$$N\text{-inputs} = \text{krachtvoeder} + \text{netto ruwvoeder} + \text{netto stro} + \text{melkproducten} + \text{kunstmest} + N\text{-depositie} + N\text{-fixatie}$$

$$N\text{-outputs} = \text{melk} + \text{netto dieren} + \text{netto mestexport} + \text{gewassen}$$

3.3 | Rekenregels voor het bepalen van de hoeveelheden nutriënten in inputs en outputs

De meeste variabelen worden op dezelfde manier geschat als in Verbruggen *et al.* (2004).

Krachtvoeder:

De hoeveelheid van het aangekochte krachtvoer voor melkvee is gekend uit het Boekhoudnet, evenals de krachtvoerprijs voor al het rundvee. Op basis van deze cijfers en met algemene gegevens betreffende het droge-stofgehalte (DS) en de N-inhoud op droge stof basis (3,44 % N op DS, Verbruggen *et al.*, 2004) kan de stikstofaanvoer in krachtvoeder berekend worden. Het DS van krachtvoeder wordt geschat op 85 %.

$$\text{Aangekocht krachtvoeder} = \text{aankoop} - \text{stockverschil}$$

Ruwvoeder:

De kosten voor ruwvoer zijn gekend uit het Boekhoudnet. In Verbruggen (2004) wordt verondersteld dat eerst bijproducten (mengsel van 2/3 persulp en 1/3 bierdraf) aangekocht worden tot 4 kg DS per koe per dag, aan een gemiddelde kostprijs € 0,124 per kg DS. Deze veronderstelling wordt doorgetrokken naar alle runderen op het bedrijf, in GVE (grootvee-eenheden). Er wordt verondersteld dat een gemiddeld rundveebedrijf bijproducten aankoopt in hoeveelheden die overeenstemmen met deze verhoudingen. De rest van de aankoop van ruwvoer wordt beschouwd als maïsaankoop aan € 0,074 per kg DS. Het N-gehalte van persulp, bierdraf en maïs wordt uit de literatuur verkregen (Michiels *et al.*, 1998 en Verbruggen, 2001): respectievelijk 2,53 % voor persulp en bierdraf en 13,3 % voor maïs. Voor het voorraadverschil en verkoop van ruwvoer wordt

verondersteld dat het om maïs gaat. Is de voorraad gestegen dan wordt dit aangerekend als een afvoer, is de voorraad gedaald wordt dit een aanvoer.

Aangekocht ruwvoeder = aankoop - stockverschil - verkoop

Melkproducten:

De totale waarde is gekend uit het Boekhoudnet. Aan de hand van de prijzen voor deze producten (CLE, 2000) worden de hoeveelheden berekend. Verder wordt gerekend met een N-gehalte van 5 % (CVB, 1995).

Aangekochte melkproducten = aankoop - stockverschil

Stro:

Een gemiddeld N-gehalte van 6 kg/ton (CVB, 1995) wordt genomen. Indien stro aangekocht wordt is dit gekend vanuit het Boekhoudnet. Een gemiddelde prijs van € 50/ton wordt gehanteerd om naar gewicht te gaan. Voor de bedrijfseigen productie wordt de gekende nevenproductie van graangewassen uit het Boekhoudnet gebruikt. Indien geen dieren aanwezig zijn, wat op de bedrijven in deze studie uiteraard niet het geval is, wordt verondersteld dat de volledige nevenproductie verkocht wordt.

Aangekocht stro = aankoop - stockverschil - verkoop

Mestimport:

Gegevens over de export, import, begin- en eindvoorraad van nutriënten zitten vanaf 1998 in het Boekhoudnet. Vertrekkend van het gewicht of het volume kan de samenstelling berekend worden. Hoewel een individueel bedrijf via een staalname een exacte samenstelling van de dierlijke mest kan bekomen, wordt dit (tot 2003) op geen enkel rundveebedrijf in het Boekhoudnet toegepast. Algemene coëfficiënten worden gebruikt om de samenstelling af te leiden (gemengde mest: 4 kg N/ton, mengmest: 4,8 kg N/ton en vaste mest: 7,1 kg N/ton). Mestverwerking is niet opgenomen vermits deze afvoer niet toegepast werd op de beschouwde bedrijven uit het Boekhoudnet.

Netto mestimport = mestimport – mestexport

Kunstmest:

De nutriëntenaanvoer via minerale meststoffen wordt berekend via de bemesting met kunstmest van de individuele teelten uit het Boekhoudnet.

N-fixatie:

De N-fixatie wordt berekend door het areaal geogoste vlinderbloemigen te vermenigvuldigen met N-fixatie coëfficiënten, waar respectievelijk 125 kg/ha voor peulvruchten en klaver en 250 kg/ha voor luzerne aangenomen wordt door het MIRA-T 1998 (Vanongeval *et al.*, 1998). Er wordt van uit gegaan dat grasklaverweiden 30 % klaver bevatten (BLIVO, persoonlijke mededeling), zodat grasklaverweiden 37,5 kg N/ha als coëfficiënt krijgen.

N-depositie:

De atmosferische N-depositie wordt sterk beïnvloed door de weersomstandigheden. Zoals in het MIRA Achtergronddocument Vermesting (Overloop *et al.*, 2004) wordt er gewerkt met reële meteorologische waarnemingen. Er wordt uitgegaan van het feit dat de depositie over heel Vlaanderen een gelijke spreiding kent. Voor 2004 werd een gemiddelde N-depositie van 42,9 kg N/ha in rekening gebracht en deze ligt 12 % onder het niveau van 1990. De depositie van fosfor is minimaal en wordt verwaarloosd.

3.4 | Vergelijking met voorgaand onderzoek

Het voorliggende onderzoek bouwt verder op het werk van Campens en Lauwers (2002) Verbruggen *et al.* (2004) en Van Meensel (2005). In de volgende paragrafen wordt een

vergelijking gemaakt tussen de bedrijfsbalansen zoals ze in de verschillende studies berekend werden.

3.4.1. Keuze van de testpopulatie

Campens en Lauwers (2002) bepaalden een “modaal bedrijf” per landbouwstreek, als gemiddelde van een homogene groep melkveebedrijven. Enkel rundveebedrijven, welke praktisch uitsluitend met melkkoeien werken en bijhorend jongvee, werden beschouwd. Deze populatie gespecialiseerde bedrijven werd als volgt uit een homogene groep uit de NIS-tellingen geïsoleerd: voor elk bedrijf werden de verhoudingen van het aantal runderen tegenover het aantal melkkoeien berekend. Deze ratio's worden bepaald voor de mestkalveren, de zoogkoeien, de fokdieren en de vleesrunderen, waarbij de laatste 2 opgesplitst worden volgens leeftijd. Een laatste groep zijn de andere runderen, waartoe o.a. de reforme runderen gerekend worden. Vervolgens wordt, per regio en via een iteratieve methode, telkens bedrijven weggelaten, waarvan bedoelde ratio's het verst van het gemiddeld melkveebedrijf gelegen zijn. Dit volgens een interval [gemiddelde $\pm z \times$ standaardafwijking], waarbij $z = 4$ of 3 . Wanneer, na 5 iteraties met $z = 4$ en een bijkomend aantal iteraties met $z = 3$, de waarden tot op 0,01 constant bleven, werd gestopt. De berekeningen werden vervolgens alleen uitgevoerd voor deze “modale” bedrijven per landbouwstreek en niet voor individuele bedrijven. De berekening gebeurde ook alleen voor 2000, zodat ze geen beeld geven over de evolutie doorheen de tijd.

Verbruggen *et al.* (2004) selecteerden uit het Boekhoudnet van het CLE de gespecialiseerde melkveebedrijven over de periode 1989-2001. De studie omvatte een 115-tal bedrijven met weinig of geen belangrijke neventakken en een arbeidsinkomen dat voor meer dan 95 % uit de melkveehouderij gehaald wordt.

Bij Van Meensel (2005) werd voor de afbakening van een populatie van gespecialiseerde melkveebedrijven een “balanced panel” opgesteld voor de periode van 1989 tot 2001. Het hoofdcriterium voor het afbakenen van de populatie was de gemiddelde bijdrage van de melkveetak tot het BSS op bedrijfsniveau. Bedrijven met een gemiddelde bijdrage van melkvee tot het bruto bedrijfssaldo van meer dan 77,5 % werden weerhouden. Er werden enkel bedrijven met meer dan 5 melkkoeien beschouwd. Bedrijven met melkkoeien of ander rundvee bij of van derden werden uit de populatie verwijderd. Ook bedrijven waar de verkoop van melkvee, dekstieren en reforme koeien meer dan 60 % van de totale verkoop van rundvee uitmaakt werden verwijderd, daar het hier waarschijnlijk gaat om bedrijven die reforme koeien afmesten. Uiteindelijk werd op die manier een populatie gevormd van 61 gespecialiseerde melkveebedrijven.

Voor de analyse met SEPAL werd uitgegaan van alle bedrijven van het Boekhoudnet die onder type 411 vallen, d.i. sterk gespecialiseerde melkveebedrijven. Vermits enkel voor het melkvee de hoeveelheden krachtvoeder gekend zijn in het Boekhoudnet, werden de bedrijven met zoogkoe of mestveeactiviteiten verwijderd. Vermits het model marginale activiteiten die minder dan 2 % van het brutosaldo vertegenwoordigen elimineert, kunnen sommige bedrijven van dit sample toch een kleine mestvee- op zoogkoestapel hebben. Tenslotte werden op basis van vier variabelen (krachtvoeder/melk, ruwvoeder/melk, kunstmest/melk en organische mest/melk) de uitbijters met een afwijking groter dan 2 x de standaard afwijking verwijderd. Dit resulteerde in een testpopulatie van 135 melkveebedrijven.

Tabel 1 geeft een overzicht van de testpopulaties in de verschillende studies.

Tabel 1: Samples van melkveebedrijven gebruikt in de voorliggende studie en in verschillende recente aanverwante studies

	Verbruggen ⁽¹⁾	Van Meensel ⁽²⁾	SEPALE
Aantal bedrijven	115-tal	60-tal	135
Jaren	1989 - 2001	1989 - 2001	1995 - 2001
BSS uit melkvee	> 95 %	> 77,5 %	> 66,7 %

Bron: (1) Verbruggen *et al.* (2003),
 (2) Van Meensel (2005).

3.4.2. Vergelijking van de bedrijfsbalansen

Tabel 2 en Tabel 3 vatten de resultaten samen uit de studies van Verbruggen *et al.* (2004) en Van Meensel (2005). Tabel 4 toont de balansberekening volgens SEPALE. Grijs cijfers zijn extrapolaties.

Figuur 6, tenslotte, toont de verschillende evoluties van het N-overschot op bedrijfsniveau volgens de verschillende berekeningswijzen.

Tabel 2: Elementen van de bedrijfsbalans (in kg N/ha) voor 115-tal melkveebedrijven in de periode 1989-2001 volgens Verbruggen et al. (2004)

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
AANVOER													
Krachtvoeder	104	97	96	91	93	101	99	92	83	85	76	85	76
Ruwvoeder _{aankoop}	26	28	29	20	19	26	26	34	26	19	17	17	17
Melkinput	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stro _{aankoop}	1	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1
Mestimport	25	25	25	25	25	25	25	25	25	27	28	30	29
Kunstmest	238	225	209	203	193	171	174	171	179	172	164	150	128
Depositie	50	50	48	48	46	42	44	45	51	51	54	48	48
N-fixatie	2	1	1	2	2	4	1	1	2	1	2	5	6
AFVOER													
Melk	47	49	50	50	53	52	53	53	53	53	52	52	49
Dieren	19	18	19	19	19	18	18	17	18	18	18	18	16
Akkergewassen	2	2	2	2	2	2	2	2	4	1	2	4	2
Totale aanvoer	446	428	410	390	380	371	371	370	367	356	341	336	305
Totale afvoer	68	69	71	71	74	72	73	72	75	72	72	74	67
Overschot	378	359	339	319	306	299	298	298	292	284	269	262	238

Tabel 3: Elementen van de bedrijfsbalans (in kg N/ha) voor 61 melkveebedrijven in de periode 1989-2001 volgens Van Meensel (2005)

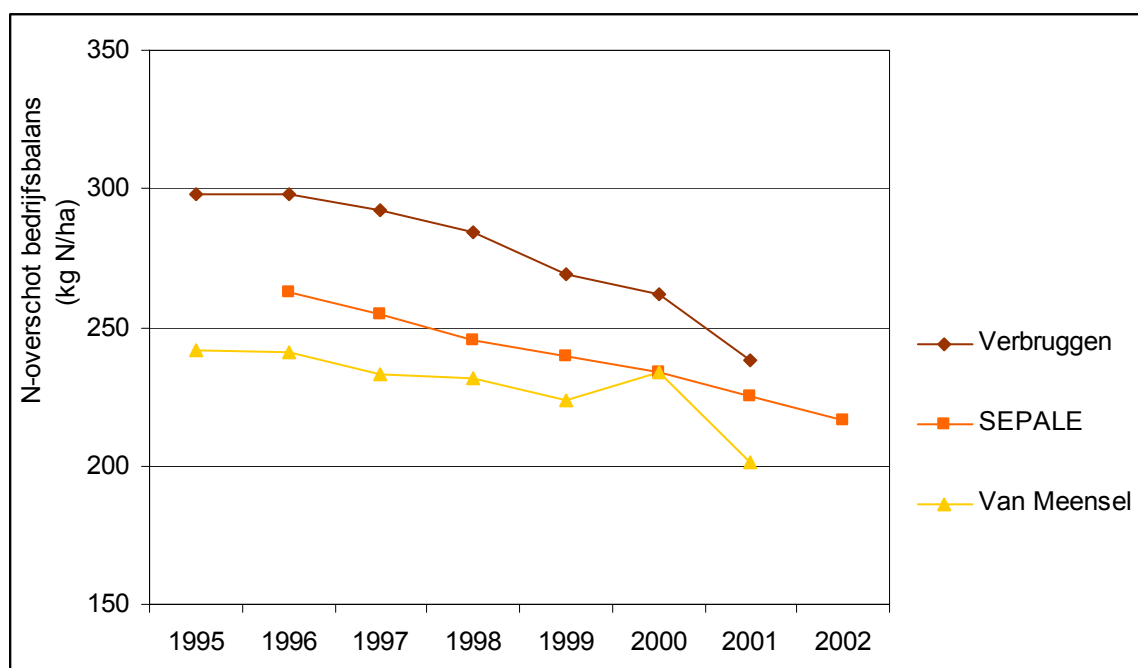
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
AANVOER													
Krachtvoeder	62,9	59,1	58,4	57,2	58,8	63,1	60,7	58,7	56,5	56,1	54,1	55,0	55,4
Ruwvoeder _{aankoop}	8,7	22,4	15,6	9,2	13,9	12,6	18,4	19,0	0,4	9,4	3,1	13,7	13,3
Melkinput	2,1	1,8	1,6	1,8	1,9	1,9	1,9	1,8	1,7	1,9	1,8	1,6	1,8
Stro _{aankoop}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mestimport	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	19,6	20,1	31,8	17,4
Kunstmest	218,4	190,9	179,4	182,1	169,1	165,6	154,0	152,9	160,1	150,5	148,0	141,6	122,9
Depositie	50,0	50,0	48,0	48,0	46,0	42,0	44,0	45,0	51,0	51,0	54,0	48,0	48,0
N-fixatie	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AFVOER													
Melk	45,3	45,1	44,7	45,7	46,5	46,6	46,1	45,8	46,3	45,4	46,2	46,8	46,0
Dieren	12,1	12,5	12,3	11,7	12,0	12,2	12,4	12,1	11,7	11,3	11,3	11,1	11,3
Akkergewassen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Totale aanvoer	364,0	346,2	324,8	320,1	311,3	306,7	300,6	298,9	291,2	288,5	281,1	291,8	258,8
Totale afvoer	57,4	57,6	57,0	57,4	58,5	58,8	58,5	57,9	58,1	56,7	57,4	57,9	57,3
<i>Overschot</i>	<i>306,6</i>	<i>288,5</i>	<i>267,8</i>	<i>262,7</i>	<i>251,2</i>	<i>248,0</i>	<i>242,1</i>	<i>241,0</i>	<i>233,1</i>	<i>231,8</i>	<i>223,7</i>	<i>233,9</i>	<i>201,5</i>

Tabel 4: Elementen van de bedrijfsbalans (in kg N/ha) voor 135 melkveebedrijven in de periode 1995-2003 berekend volgens de methode van SEPALE, waarbij gewerkt werd met voortschrijdende gemiddelden over telkens 3 jaren.

	95-97	96-98	97-99	98-00	99-01	00-02	01-03
AANVOER							
Krachtvoeder	69,2	64,5	62,6	62,2	63,3	63,5	61,7
Ruwvoeder _{aankoop}	23,3	15,2	6,8	9,7	12,8	15,5	15,9
Melkinput	0,032	0,013	0,002	0,000	0,001	0,002	0,000
Stro _{aankoop}	1,0	0,7	0,3	0,2	0,5	0,5	0,2
Mestimport	29,2	29,6	30,1	30,7	32,3	34,7	31,2
Kunstmest	177,9	168,0	164,1	156,0	144,9	134,6	131,8
Depositie	51,0	51,0	54,0	48,0	48,0	44,2	40,3
N-fixatie	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5
AFVOER							
Melk	51,9	51,2	50,7	51,8	52,8	53,0	49,5
Dieren	16,2	15,8	15,0	15,1	14,6	14,7	14,5
Akkergewassen	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	1,0
Totale aanvoer	331,4	322,6	311,7	307,1	302,1	293,5	281,6
Totale afvoer	68,9	67,6	66,4	67,7	68,1	68,5	65,0
Overschot	262,5	255,0	245,3	239,4	234,0	224,9	216,5

Grijze cijfers zijn extrapolaties.

Figuur 6: Evolutie van het N-overschot (bedrijfsbalans) op melkveebedrijven volgens de methoden van Verbruggen et al. (2004), Van Meensel (2005) en SEPALE



Bron: Verbruggen et al. (2004), Van Meensel (2005) en eigen berekeningen.

Hieronder wordt het verschil tussen de berekeningen bij Verbruggen *et al.* (2004), Van Meensel (2005) en SEPALÉ toegelicht per element van de bedrijfsbalans:

Tabel 5: Vergelijking elementen bedrijfsbalans van Van Meensel (2005) en Verbruggen et al. (2004) met SEPALÉ

	Van Meensel	SEPALÉ	Verbruggen
AANVOER		-	
Krachtvoeder	10 kg lager	-	8 tot 23 kg hoger
Ruwvoer aankoop	5 tot 10 kg lager	-	
Melkinput	Lager	-	-
Stro aankoop	-	-	0,5 kg hoger
Mestimport	Tot 10 kg lager, meer schommelingen	-	Tot 5 kg lager
Kunstmest	gelijkaardig	-	gelijkaardig
Depositie	gelijkaardig	-	gelijkaardig
N-fixatie	0,5 kg lager	-	0,5 kg hoger
AFVOER		-	
Melk	Constant rond 45 kg	-	Gelijkaardige daling
Dieren	3 kg lager	-	4 kg hoger
Akkergewassen	-	-	1 tot 3 kg hoger
Totale aanvoer	20 tot 30 kg lager	-	30 kg hoger
Totale afvoer	10 kg lager	-	5 kg hoger
<i>Overschot</i>	<i>10 tot 20 kg lager</i>	-	<i>20 tot 30 kg hoger</i>

In vergelijking met Verbruggen ligt het overschot bij SEPALÉ een 20 tot 30 kg lager. Het verschil neemt af over de jaren. Voor de totale afvoer van stikstof zijn de verschillen gering. Het verschil in bedrijfsbalans met Verbruggen wordt vooral veroorzaakt door de grotere N-aanvoer in vergelijking met SEPALÉ. Het grootste verschil wordt aangetroffen voor het krachtvoer. In vergelijking met Van Meensel ligt het overschot bij SEPALÉ 10 tot 20 kg hoger. De verschillen vinden hun oorsprong in ruwvoer, krachtvoer, mestaanvoer, melk, en akkergewassen.

De verschillen met de berekeningen van Van Meensel (2005) werden nader bestudeerd door de gemiddelden te vergelijken van de 40 bedrijven, die in beide steekproeven voorkomen voor het jaar 2001 (Tabel 6). Bij Van Meensel is de afvoer van gewassen niet opgenomen en is de stikstofafvoer via melk berekend met een forfaitair eiwitgehalte, terwijl in SEPALÉ eiwitgehaltenes berekend door de melkerij gebruikt zijn. Bij Van Meensel is bovendien ook het inventarisverschil van dierlijke mest opgenomen in de balans, waardoor de mestaanvoer ± 10 kg N/ha lager ingeschat wordt. (In SEPALÉ is de mestaanvoer van dezelfde grootteorde als er gewerkt wordt met voortschrijdende gemiddelden over 3 jaren). De andere kleine verschillen zijn te wijten aan het verschil in landoppervlakte. Bij SEPALÉ is de oppervlakte de som van alle individuele percelen, terwijl bij Van Meensel de bedrijfsoppervlakte wordt genomen zoals deze in het Boekhoudnet wordt bijgehouden.

Tabel 6: Gemiddelden voor de elementen van de bedrijfsbalans voor stikstof over de 40 bedrijven in 2001, die voorkomen in de steekproeven van zowel Van Meensel (2005) en SEPALE

	Van Meensel	SEPALE
AANVOER		
Krachtvoeder	59,6	60,8
Ruwvoer aankoop	15,1	16,4
Melkinput	1,7	0,0
Stro aankoop	0,0	0,1
Mestimport	49,6	58,2
Kunstmest	147,3	147,0
Depositie	48,0	48,0
N-fixatie	0,0	0,0
AFVOER		
Melk	52,5	56,4
Dieren	12,4	15,6
Akkergewassen	-	2,6
Totale aanvoer	321,3	330,5
Totale afvoer	64,9	74,6
Overschot	256,3	259,4

Een gelijkaardige oefening werd gemaakt voor de 115 bedrijven die voor 2001 zowel in SEPALE als bij Verbruggen zitten (Tabel 7) Hierbij werd een gemiddelde van de jaren 1999, 2000 en 2001 van de bedrijfsbalans van Verbruggen genomen.

Tabel 7: Gemiddelden voor de elementen van de bedrijfsbalans voor stikstof over de 115 bedrijven in 1999-2001, die voorkomen in de steekproeven van zowel Verbruggen et al. (2004) en SEPALE

	Verbruggen	SEPALE
AANVOER		
krachtvoer	79	65,5
ruwvoer	17	15,1
melkinput	-	0,0
aankoop_stro	1	0,6
mestimport	29	35,5
kunstmest	147,3	147,8
depositie	50	48,0
fixatie	4,3	0,1
AFVOER		
melk	51	54,1
dieren	17,3	15,1
gewassen	2,7	4,5
Totale aanvoer	327,3	312,5
Totale afvoer	71	73,7
Overschot	258,7	238,7

Het gemiddeld bedrijfsoverschot is ongeveer 20 kg hoger bij Verbruggen. Dit verschil kan grotendeels toegeschreven worden in een verschillende berekeningswijze van het krachtvoeder en de mestimport. Krachtvoeder blijkt 15 % hoger te zijn geschat door Verbruggen. Uit een mondelinge medeling van Verbruggen blijkt dat 'het krachtvoeder niet meer dient vermenigvuldigd te worden met 85 % van het vers product' voor de berekening van het N-gehalte van krachtvoeder omdat de krachtvoedergehalten op vers product zouden zijn.

De N-fixatie bij Verbruggen is een stuk hoger ingeschat door rekening te houden met een aanwezigheidspercentage van 12 à 15 % klaver in grasklaverpercelen, met een fixatie van 60 kg N per ha. In SEPALE zijn enkel specifieke teelten van N-fixeerders in rekening gebracht.

3.5 | Besluit

Voor elk van de besproken berekeningswijzen van de bedrijfsbalans is een duidelijke dalende trend over de laatste jaren merkbaar voor de melkveebedrijven. Ten opzichte van 1995 werd in 2003 volgens de verschillende methodes ruim 20 % minder N-overschot geproduceerd. De Vlaamse melkveebedrijven zijn geëvolueerd van een hoog naar een gemiddeld globaal N-bedrijfsoverschot. Dit resultaat wordt nog benadrukt wanneer er kan gesteld worden dat stikstofoverschotten per hectare de oppervlakte-extensievere landbouw in het voordeel stelt.

4 | 1^e benadering: schatting excretie via mestbalans

4.1 | Mestbalans op bedrijfsniveau

Een eerste benadering van het excretieprobleem vertrekt vanaf het compartiment 'opslag' (zie hoofdstuk 2 Conceptueel kader). Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de stikstofverliezen in de mestopslag te verwaarlozen zijn. Volgens deze geldt dan:

$$\text{inkomende mest}(\text{opslag}) = \text{uitgaande mest}(\text{opslag})$$

$$\begin{aligned} &\text{begininventaris} + \text{dierlijke excretie}_{(\text{stal})} + \text{mestimport} \\ &= \text{organische bemesting} + \text{NH}_3\text{-emissie}_{(\text{stal}+\text{opslag})} + \text{mestexport} + \text{eindinventaris} \end{aligned}$$

Het Boekhoudnet van landbouwbedrijven omvat een 500-tal Vlaamse bedrijven. In de boekhoudingen zijn verschillende variabelen beschikbaar met betrekking tot de meststromen, die gebruikt kunnen worden om de mestbalans te berekenen (Tabel 8):

- aangevoerde eenheden
- afgevoerde eenheden (afvoer – aanvoer = netto export)
- begininventaris
- eindinventaris (eindinventaris – begininventaris = stock)
- totale organische bemesting

Tabel 8: Elementen van de mestbalans, zoals beschikbaar in het Boekhoudnet (totale hoeveelheden (kg N) per bedrijfstype, Vlaanderen, 2003)

Bedrijfstype	Aan-tal	Export	Import	Begin-inventaris	Eind-inventaris	Organische bemesting
1 Akkerbouw	55	19520	184060	28825	29406	273168
2 Tuinbouw	2	5452	0	1417	654	3200
3 Blijvende teelten	1	0	4980	0	0	4980
4 Graasdieren	202	121174	176650	587850	591388	1310927
5 Veredeling	73	696253	0	478460	494947	232090
6 Gewascombinaties	11	1012	25505	12260	12315	60789
7 Veeteeltcombinaties	69	134766	18227	345629	375229	508775
8 Gewassen+veeteelt	63	46041	118833	150310	144662	415087
9 Niet te classificeren	2	2985	7584	10817	13686	22882

Bron: Boekhoudnet CLE

In hetgeen volgt wordt steeds verondersteld dat de mestverliezen vanuit de mestopslag verwaarloosbaar klein zijn. Ook met mestverwerking op het bedrijf wordt ook geen rekening gehouden. De ammoniakemissie wordt geschat als een vast aandeel van de N-excretie. Als alle stalexcretie wordt verzameld, kan de mestbalans eenvoudig voorgesteld worden:

$$N\text{-excretie}_{(\text{stal})} - \text{NH}_3\text{-emissie}_{(\text{stal})} = \text{bemesting} + \text{export} + \text{stock}$$

Deze vergelijking kan als volgt gemodelleerd worden:

$$\begin{aligned} &\text{excretiecoëfficiënt} * \text{stalperiode} * \text{GAD} * (1 - \text{NH}_3\text{-coeff}) \\ &= \text{samenstellingscoëfficiënt} * \text{aandeel mestsoort} * (\text{bemesting} + \text{export} + \text{stock}) \end{aligned}$$

De vetgedrukte parameters in de vergelijking zijn gekend in het Boekhoudnet. De andere parameters moeten worden geschat. De hoeveelheden excretie worden berekend volgens de forfaitaire normen (MAP2-bis excretiecoëfficiënten) of op basis van een analyse die de

landbouwer heeft laten uitvoeren. Meer dan 95 % van de bedrijven hanteert echter de forfaitaire normen. De gebruikte excretiecoëfficiënten worden voor de verschillende diercategorieën van de Mestbank weergegeven in Tabel 10, met de overeenkomende categorieën van het Boekhoudnet. Ook de stalperiode, de ammoniakemissiecoëfficiënt zijn geschat (Tabel 9). De minerale samenstelling van mest wordt in het Boekhoudnet geschat volgens forfaitaire coëfficiënten: 5,45 kg/1000 l drijfmest en 2,21 kg per ton vaste mest.

Tabel 9: indeling rundveecategorieën volgens SEPAL, Boekhoudnet en Mestbank

SEPAL	Boekhoudnet	Mestbank
Mestvee	Mannelijke runderen, 0-1 jaar	VLEES 1
	Mannelijke runderen, 1-2 jaar, voor vetmesting	VLEES 2
	Mannelijke runderen, > 2 jaar, voor vetmesting	ARND
	Vaarzen voor vetmesting	ARND
Vervangingsvee	Vrouwelijke runderen, 0-1 jaar	FOK 1
	Mannelijke runderen, 1-2 jaar, voor fokkerij	FOK 2
	Vrouwelijke runderen, 1-2 jaar	FOK 2
	Mannelijke runderen, > 2 jaar, voor fokkerij	ARND
	Vaarzen als vervangingsvee	KOE
Melkkoeien	Melkkoeien	KOE
Zoogkoeien	Zoogkoeien	KOE

Bron: SEPAL-verslag

Tabel 10: Coëfficiënten (kg N/dier*jaar) gebruikt in de berekeningen per diercategorie volgens de Mestbank en VMM-model

MB-categorie	N-excretie kg/GAD	stalperiode %	weideperiode %	stalemissie % N-excretie	weide-emissie % N-excretie
KALF	10,5	100	0	12,5	8
FOK1	36,96	85	15	13	8
FOK2	62,72	55	45	13	8
VLEES1	25,76	100	0	12,5	8
VLEES2	68,32	100	0	12,5	8
ARND	86,24	70	30	11	8
KOE	108,7	40	60	15,5	8

Bron: MAP2-bis en VMMSEPAL-verslag (zie referentie)

In de voorgestelde mestbalansvergelijking zitten er echter discrepanties tussen het linkerlid en het rechterlid van de vergelijking. Deze is te wijten aan schattingsfouten die gemaakt worden door het gebruik van de verschillende forfaitaire coëfficiënten. De discrepantie kan berekend worden als een factor A:

$$A = \frac{\text{samenscoef} * \text{aandeelmestsoort} * (\text{stock} + \text{bemesting} + \text{export})}{\sum_{\text{diercategorie}} ((1 - \text{NH}_3\text{stalemissie}) * \text{Nexcrcoef} * \text{GAD} * \text{stalperiode})}$$

Als de 'aanpassingsfactor' A gelijk zou zijn aan 1, zouden alle gebruikte coëfficiënten juist zijn en zou de berekende excretie gelijk zijn aan de werkelijke excretie. Voor de meeste bedrijven bestaat er echter een discrepantie en is $A \neq 1$. De bovenstaande formule kan gebruikt worden voor het inschatten van de fout op de wetelijke excretiecoëfficiënten voor runderen, indien uitgegaan wordt van een aantal veronderstellingen:

- De fout op de excretiecoëfficiënten is evenredig verdeeld over alle rundveecategorieën;

- De fout op de stalperiode is niet opgenomen;
- De fout op de ammoniakemissie uit stal en opslagruimte is niet opgenomen;
- De fout op de samenstelling van rundermest is niet opgenomen.

Er dient met andere woorden te worden verondersteld dat heel de fout bij de verkeerde inschatting van de excretiecoëfficiënten ligt.

4.2 | Testpopulaties gebruikt bij de schattingen

Verschillende populaties werden gebruikt. In eerste instantie wordt de steekproef van 135 melkveebedrijven gebruikt, beschreven in vorig hoofdstuk. Daarnaast werd deze populatie verder uitgebreid, vermits de gegevens met betrekking tot mest voor alle rundveebedrijven in het Boekhoudnet beschikbaar zijn. Een populatie van alle bedrijven met rundvee (dus met melkvee en mestvee) (230-tal bedrijven per jaar) en een populatie van bedrijven met rundvee zonder mestimport (50-tal bedrijven). Import van varkens- of pluimveemest op de melkveebedrijven kan immers de samenstelling van de aanwezige mest in de 'opslag' vertekenen. Hoewel deze populatie het kleinst aantal bedrijven bevat, zullen de mestgegevens bij deze bedrijven met meest correct zijn.

Tabel 11: Overzicht testpopulaties voor schatting via mestbalans

testpopulatie	1	2	3
# bedrijven	230	50	135
beschrijving	rundvee	rundvee zonder mestimport	melkvee

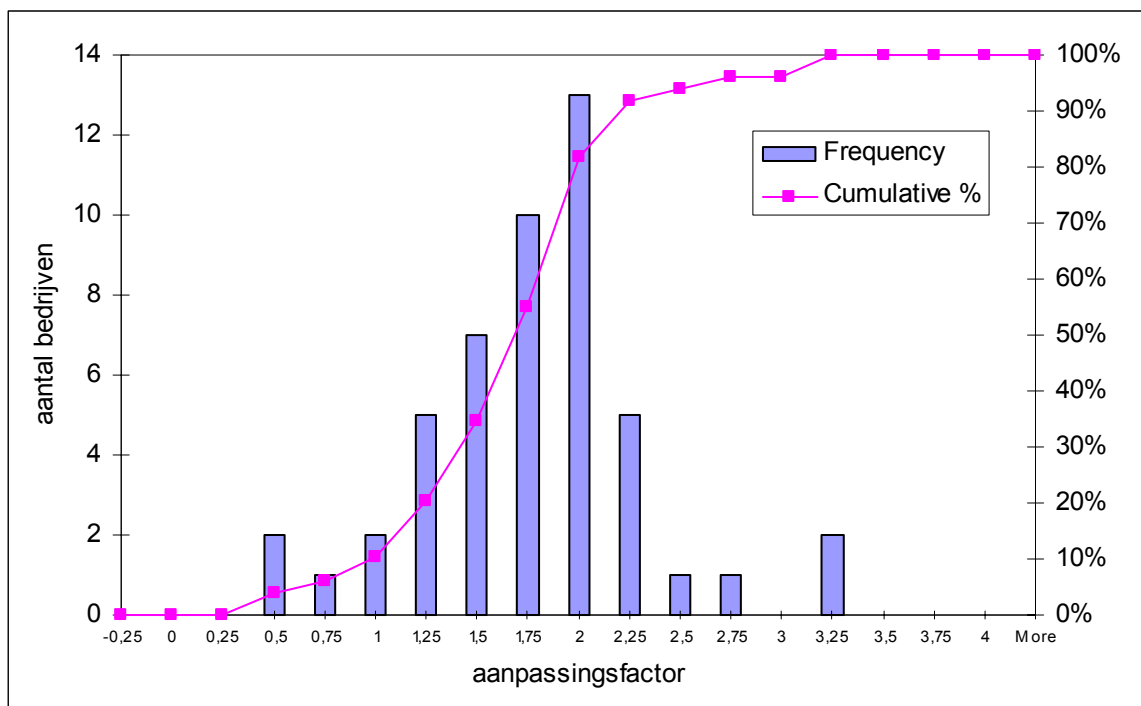
4.3 | Resultaten 'aanpassingsfactor'

4.3.1 Variantie binnen de 'aanpassingsfactor'

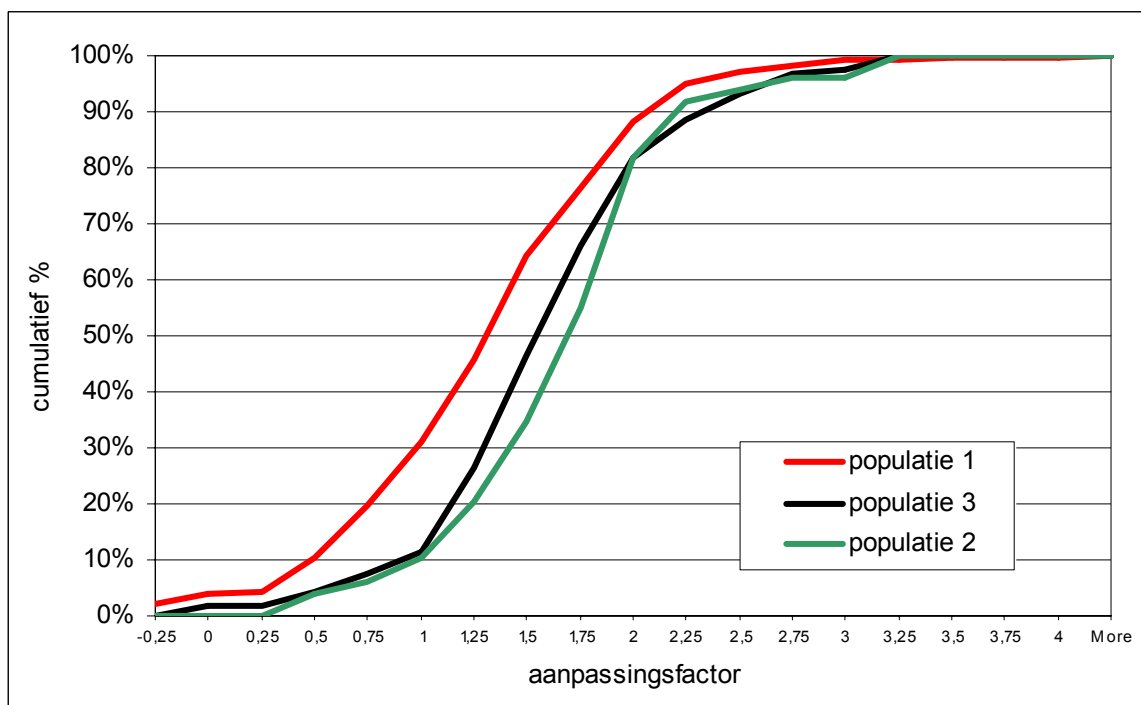
Over de 2^e testpopulatie bedraagt voor 2003 de gemiddelde waarde van 'aanpassingsfactor' A 1,64, wat betekent dat de huidige excretiecoëfficiënten voor runderen gemiddeld 64 % te laag ingeschat zouden zijn. Figuur 7 toont echter ook dat de variantie op A binnen de bedrijven zeer groot is. Enerzijds blijken er bedrijven te zijn waar A verwaarloosbaar klein is, zodat de excretiecoëfficiënten niet aangepast zouden moeten worden. Aan de andere zijde van het spectrum komen bedrijven voor waar A meer dan 2 bedraagt en waar de werkelijke excretie dus meer dan 100 % groter zou zijn dan berekend kan worden via de wettelijke excretiecoëfficiënten.

Over de ruimere testpopulaties 1 en drie hebben een lagere gemiddelde waarde van 'aanpassingsfactor' A, nl. 1,56 voor populatie 3 en 1,33 voor populatie 1. Door deze populaties is de het gemiddelde van A opgeschoven naar links, maar de variantie tussen de bedrijven blijft echter even groot (Figuur 8).

Figuur 7: Verdeling van de aanpassingsfactor A voor alle rundveebedrijven in testpopulatie 1 (2003)



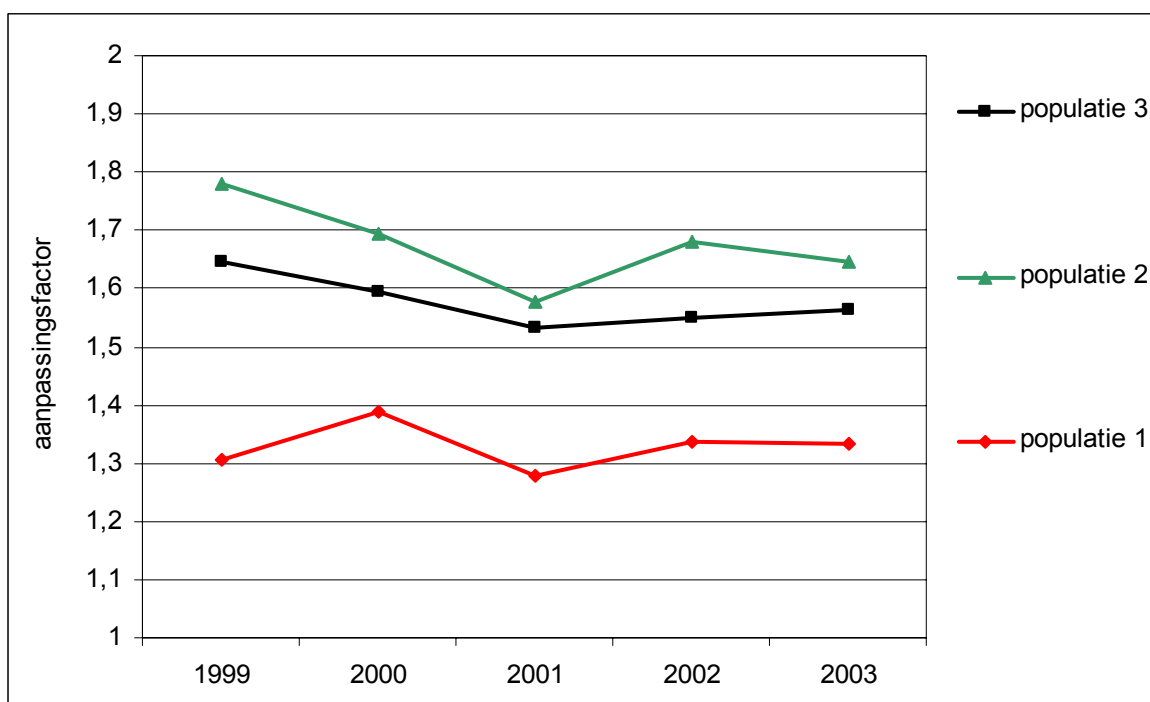
Figuur 8: Verdeling van de aanpassingsfactor A voor alle rundveebedrijven in testpopulatie 2 (2003)



De gemiddelde aanpassing werd ook berekend per jaar, Figuur 9 toont het verloop van A tussen 1999 en 2003. Zoals reeds vermeld, ligt de gemiddelde waarde van A het hoogst voor testpopulatie 2. Het verschil tussen de waarde van testpopulatie 3 en testpopulatie 2 blijkt echter minder groot te zijn dan het verschil tussen testpopulatie 2 en testpopulatie 1. Over de jaren heen zijn er forse schommelingen van de gemiddeldes. De gemiddelde waarde van testpopulatie 1 blijft echter steeds kleiner dan de gemiddelde waarden van de andere populaties. Volgens deze grafiek zijn de forfaitaire waarden, gebruikt bij de mestbalans minder slecht geschat voor alle rundveebedrijven dan voor de melkveebedrijven of de rundveebedrijven zonder mestimport.

Dat de gemiddelde 'aanpassingsfactor' A blijkt te verschillen van jaar tot jaar, en dat er tot op zekere hoogte een zelfde evolutie wordt aangetroffen, wijst erop dat de discrepantie niet alleen gezocht moet worden bij een foutieve schatting van de excretiecoëfficiënten, maar dat ook de andere forfaitaire coëfficiënten een bijdrage leveren in het verschil. Eén van de mogelijke oorzaken van jaareffecten ligt bij de forfaitaire stalperiode. Slecht weer in voor- of najaar kunnen er immers voor zorgen dat de stalperiode verlengd wordt, wat A eveneens zou beïnvloeden.

Figuur 9: Evolutie van de 'aanpassingsfactor' A voor de uitgebreide testpopulatie 1 en de beperkte testpopulatie 2 (1999-2003)



4.3.2 'Aanpassingsfactor' versus bedrijfstype

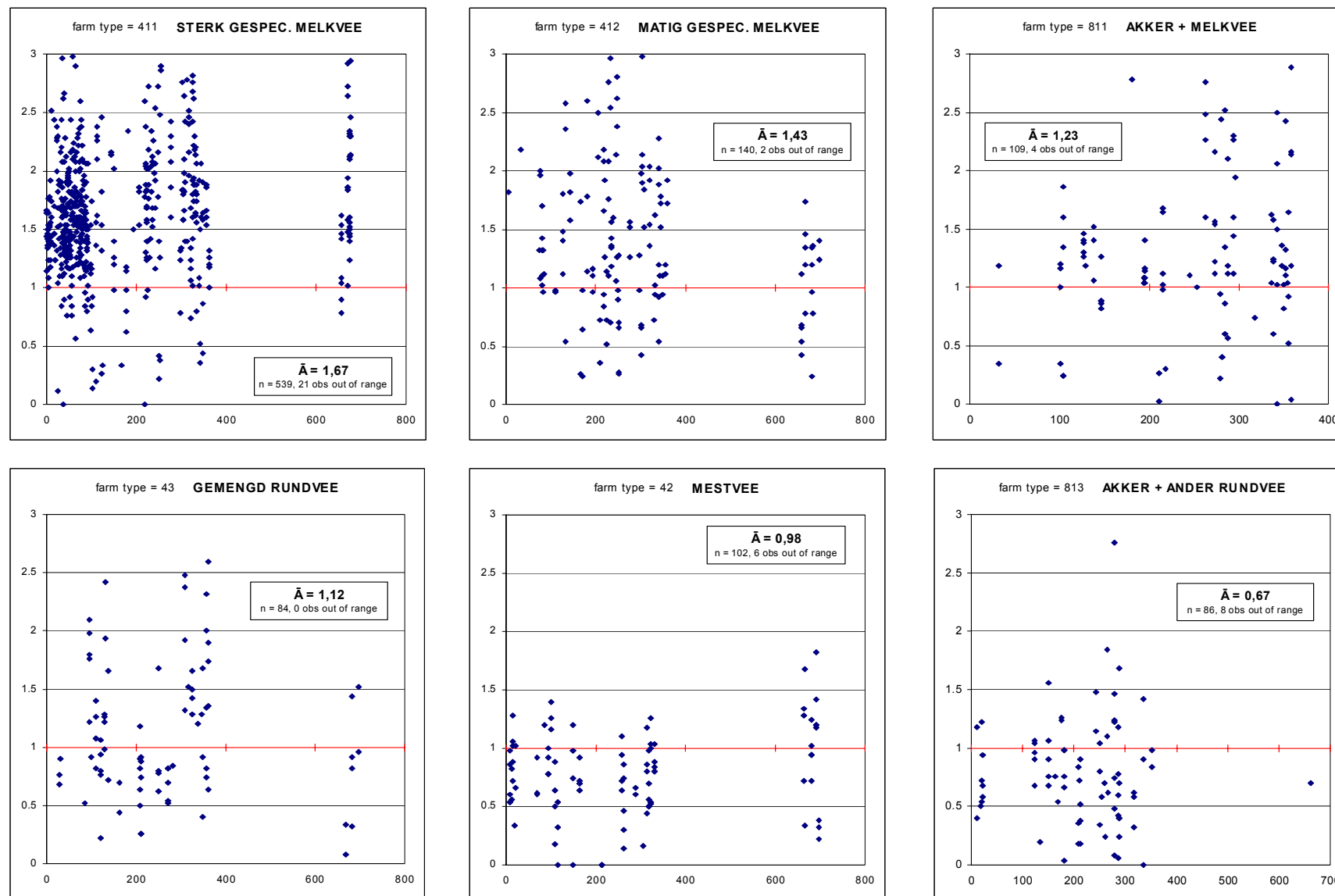
Tabel 12 geeft de gemiddelde 'aanpassingsfactor' A weer voor de testpopulatie 1 per bedrijfstype. Zoals hoger beschreven gaat het steeds om bedrijven met rundvee, ook als het grootste aandeel van het bruto saldo van het bedrijf uit andere activiteiten gehaald wordt.

Tabel 12: 'Aanpassingsfactor' A voor de uitgebreide testpopulatie 1 per bedrijfstype (gemiddelde over de periode 1999-2003)

Bedrijfstype	Aantal	A
411 Sterk gespecialiseerde melkveebedrijven	108	1,67
412 Matig gespecialiseerde melkveebedrijven	28	1,42
811 Bedrijven met akkerbouw en melkvee	22	1,23
43 Gemengd rundvee (melk- + jong- + mestvee)	17	1,12
42 Jong- en mestveebedrijven	20	0,98
813 Bedrijven met akkerbouw en ander rundvee	17	0,67
1 Akkerbouwbedrijven	18	0,51
<i>Gemiddelde 1^e testpopulatie</i>	<i>230</i>	<i>1,33</i>

Uit Tabel 12 blijkt duidelijk dat de aanpassingsfactor het grootst is op de bedrijven die het sterkst gespecialiseerd zijn naar melkvee. Indien men ervan uitgaat dat een slechte schatting van de excretiecoëfficiënten voor een deel verantwoordelijk zijn voor deze vertekening, kan men besluiten dat vooral voor melkvee de huidige excretiecoëfficiënten te laag ingeschat lijken te zijn. Voor jongvee en mestvee lijken de huidige excretiecoëfficiënten beter te kloppen. In elk geval wordt voor de meeste gespecialiseerde melkveebedrijven een aanpassingsfactor groter dan 1 bekomen, terwijl voor bedrijven met ander rundvee de waarden eerder schommelen rond 1 (Figuur 10). Ook uit deze figuur blijkt opnieuw de grote variatie tussen bedrijven.

Figuur 10: 'Aanpassingsfactor' A voor de uitgebreide testpopulatie 1 per bedrijfstype (waarden per bedrijf over de periode 1999-2003)



4.4 | Analyse van de schattingsfouten

Tot nu toe werd in eerste instantie aangenomen dat alle andere schattingsfouten, behalve die voor de excretiecoëfficiënten, te verwaarlozen zijn. In de berekening van de mestbalans zijn echter meerdere elementen berekend op basis van forfaitaire coëfficiënten. Hieronder wordt geanalyseerd in hoeverre al deze coëfficiënten het resultaat van de mestbalans kunnen beïnvloeden.

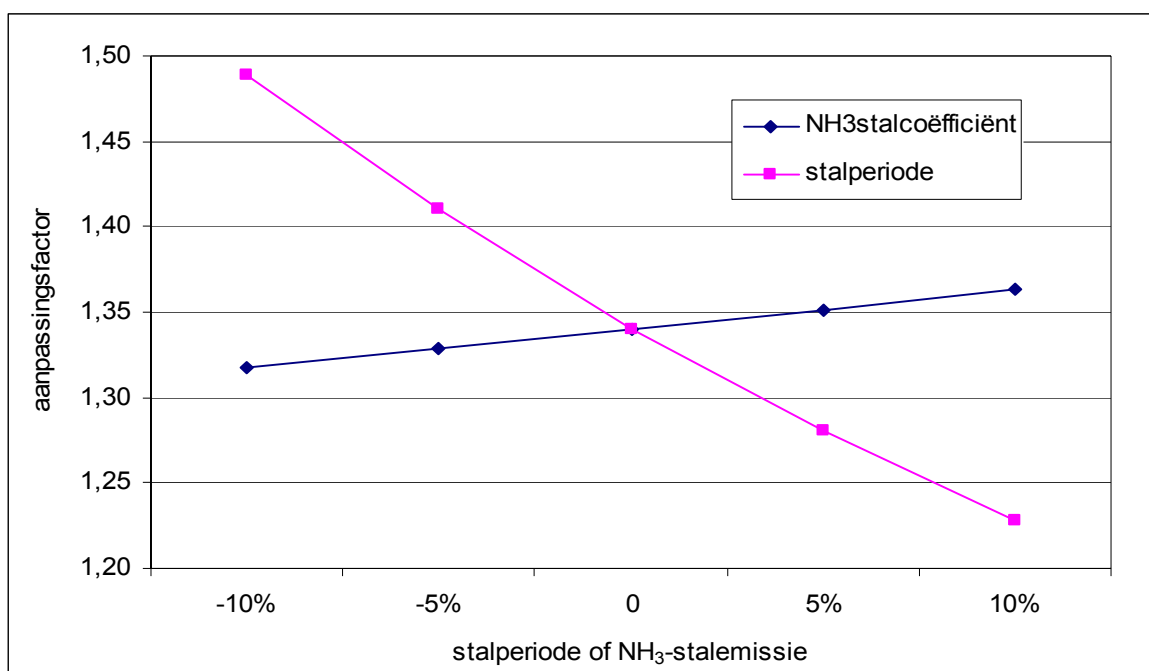
4.4.1 Fout op de stalperiode en de ammoniakemissie uit stal en opslag

Behalve de excretie, werden ook de stalperiode en de ammoniakemissie berekend aan de hand van forfaitaire coëfficiënten. Ook fouten op deze beide coëfficiënten kunnen een rol spelen in de waarde van de aanpassingscoëfficiënt A. Daarom werd een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd, waarbij de coëfficiënten voor zowel de stalperiode, als de ammoniakemissie met telkens 5 en 10 % verhoogd of verlaagd werden. Het resultaat van deze analyse is weergegeven in Figuur 11.

De sensitiviteit van A voor wijzigingen in beide factoren blijkt sterk te verschillen:

- Een 5 % wijziging in de factor voor NH₃-emissie geeft slechts ongeveer 1 % wijziging voor A. De fout op de runderexcretie blijkt dus niet zo gevoelig voor inschattingfouten bij de ammoniakemissie.
- Een 5 % wijziging van de stalperiode resulteert echter in ongeveer eenzelfde wijziging voor A. A blijkt dus zeer gevoelig aan wijzigingen in de stalperiode. Als de stalperiode vergroot, daalt A, m.a.w. als de runderen langer op stal staan en minder gras eten, daalt hun excretie. De stalperiode werd in de berekening van de mestbalans forfaitair op 146 dagen gesteld (zie Tabel 10). Een wijziging met 5 % komt voor de runderen neer op 7 dagen meer of minder op stal, een wijziging die in de praktijk dus gemakkelijk kan voorkomen.

Figuur 11: Invloed van de stalperiode en de ammoniakemissie uit stal en opslag op de aanpassingsfactor A (2003)



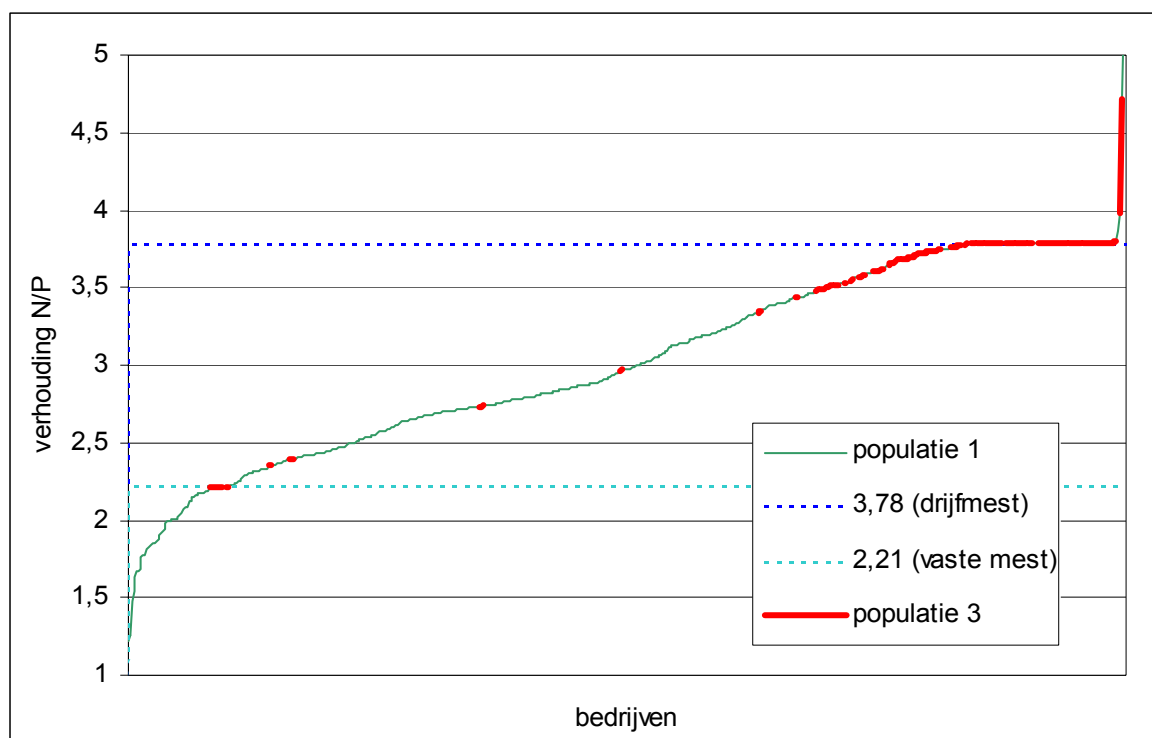
De gelijkaardige evolutie van de gemiddelde aanpassingsfactor (Figuur 11) doet vermoeden dat een forfaitaire stalperiode een belangrijke invloed heeft op de berekening van de mestbalans. Praktijkonderzoeken wijzen uit dat in gemakkelijke beweidingjaren (met groeizame omstandigheden) de N-excretie verhogen (van Dongen, 2003).

Uit een enquête van de Afdeling Duurzame Landbouwontwikkeling van het Departement Landbouw en Visserij van de Vlaamse overheid dat nu reeds 4,2 % van de koeien volledig binnengehouden wordt. Bovendien denkt 13 % van de Vlaamse melkveehouders er over om in de toekomst over te stappen naar een systeem zonder beweiding. In Nederland worden nu reeds 15 % van de koeien volledig binnen gehouden, terwijl in het zuiden van Nederland dit aandeel zelfs oploopt tot 28 % (Ryckaert *et al.*, 2006).

4.4.2 Fout op de samenstelling van rundermest

In het Boekhoudnet worden voor alle bedrijven uit de 3 populaties altijd forfaitaire coëfficiënten voor de samenstelling van drijfmest en vaste mest gebruikt, zowel voor stikstof als voor fosfor. Aangezien de verhouding N/P voor drijfmest (3,78) verschillend is van die voor vaste mest (2,21), kan op basis van de N/P-verhouding van de totale hoeveelheid uitgereden mest worden afgeleid hoeveel vaste mest en hoeveel drijfmest er op het bedrijf aanwezig was. In Figuur 12 wordt deze verhouding cumulatief weergegeven voor zowel populatie 1 als populatie 3. Hierbij valt op dat meer dan 90 % van de runderbedrijven een verhouding tussen 2,21 en 3,78 heeft. In het geval dat de verhouding lager of hoger ligt moet bijmenging met andere mestsoorten of mest van andere diertypes worden verondersteld. Opmerkelijk is ook dat de gespecialiseerde melkveebedrijven meer drijfmest verkiezen boven andere mestsoorten. Voor alle rundveebedrijven is er een grote spreiding van het aandeel drijfmest.

Figuur 12: N/P-verhouding voor rundveebedrijven (Vlaanderen, 1999-2003, per jaar)



Bron: Boekhoudnet CLE

Ondanks deze bijkomende informatie over het type mest op bedrijfsniveau, is er nog steeds reden om aan te nemen dat ook de samenstelling van de rundermest niet goed geschat is, vermits de samenstelling een geschat gemiddelde is. Indien er op de samenstelling een vertekening zit, moeten ook de coëfficiënten voor mestsamenstelling aangepast worden om de mestbalans in evenwicht te brengen. De aanpassingsfactor A wordt dan:

$$A = \frac{A_{nieuw}}{B}$$

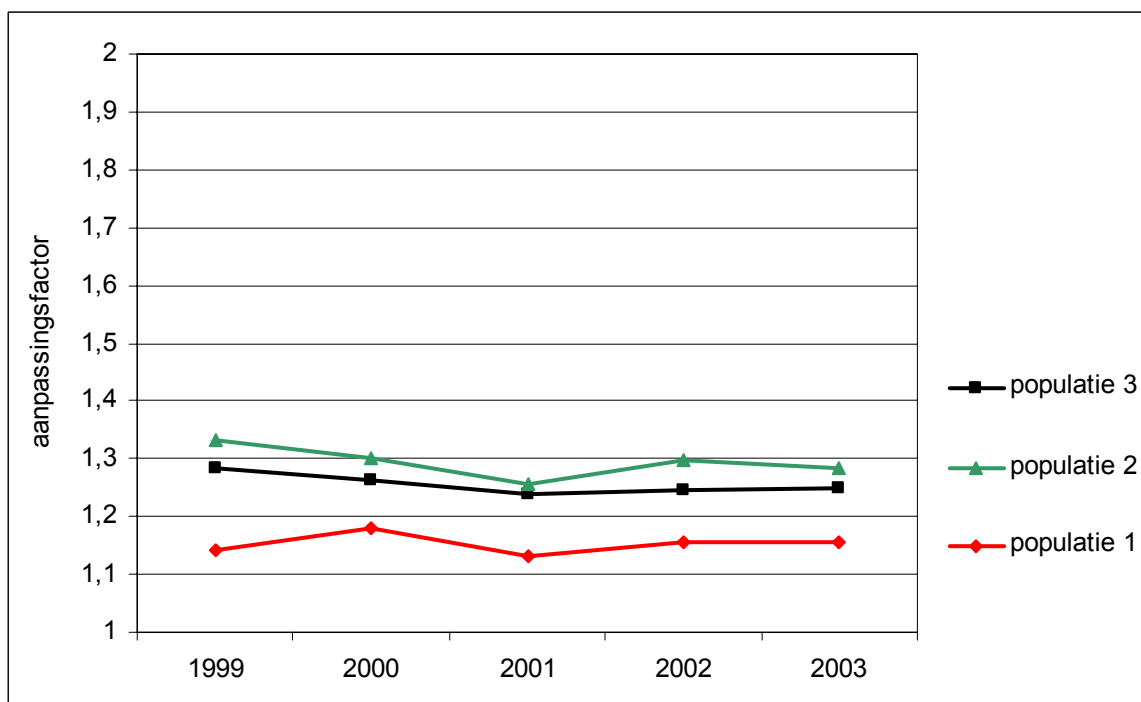
Hierbij is A_{nieuw} de fout op de excretie en B de fout op de samenstelling. Als we ervan uit gaan dat beide fouten even groot kunnen zijn (en de coëfficiënten voor NH_3 -emissie en stalperiode juist zijn), betekent dit dat:

ofwel $A_{nieuw} = B$, zodat $A = 1$ en er geen aanpassing nodig is, voor de meeste bedrijven niet geldt;

ofwel $A_{nieuw} = 1/B$, zodat $A_{nieuw} = \sqrt{A}$ en $B = 1/\sqrt{A}$.

Rekening houdend met deze aanpassing, wordt de nieuwe aanpassingsfactor op de excretiecoëfficiënten nog slechts de wortel uit de oorspronkelijke aanpassingsfactor (uit Figuur 9). De nieuwe aanpassingscoëfficiënt, die rekening houdt met een vergelijkbare fout op de mestsamenstelling is weergegeven in Figuur 13. Hierbij is het duidelijk dat de aanpassing minder varieert over de jaren wanneer wordt verondersteld dat ook de samenstelling van de rundermest over de jaren verschilt. Dit betekent echter ook dat als men de excretie wil aanpassen per grootvee-eenheid aan de hand van deze mestbalans, dit coëfficiënten zal opleveren die sterk variëren over de jaren heen.

Figuur 13: Evolutie van de 'aanpassingsfactor' A_{nieuw} , die rekening houdt met een gelijkaardige fout op de mestsamenstelling (1999-2003)



In de boekhoudingen wordt gerekend met een forfaitaire samenstelling van rundermest van 5,45 kg N en 1,44 kg P₂O₅ per 1000 l drijfmest en van 7,18 kg N en 3,24 kg P₂O₅ per 1000 kg stalmest. Ter vergelijking wordt in Tabel 13 de gemiddelde samenstelling van rundermest gegeven, zoals ze gevonden werd in analyses van de Bodemkundige Dienst van België. Het valt meteen op dat de samenstelling van jaar tot jaar stijgt. Op basis van deze cijfers lijken de boekhoudingen te werken met een hoge N-inhoud voor drijfmest en een lage N-inhoud voor stalmest. Voor P lijkt de samenstelling voor drijfmest overeen te komen, maar de samenstelling voor stalmest lijkt eerder onderschat.

Tabel 13: Gemiddelde samenstelling van runderdrijfmest en –stalmest (2002-2004)

	Jaar	N _{tot}	N _{min}	P ₂ O ₅
Drijfmest	2002	4,51	2,09	1,42
	2003	5,10	2,92	1,36
	2004	5,44	3,44	1,50
Stalmest	2002	9,32	2,16	2,91
	2003	9,26	2,37	3,88
	2004	8,85	2,48	3,92

Bron: Bodemkundige Dienst van België

4.5 | Besluit

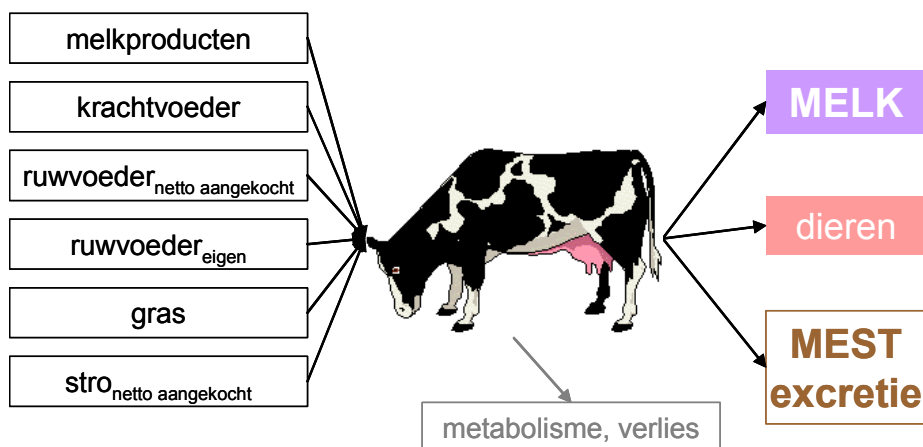
Tabel 12 en Figuur 10 tonen aan dat vooral voor melkvee de huidige excretiecoëfficiënten te laag ingeschat lijken te zijn. Voor ander rundvee lijkt er minder een probleem te bestaan. Deze verkennende analyse sterkt dan ook het besluit om de verdere analyses te beperken tot melkveebedrijven. Anderzijds kan er geen eenduidige trend geobserveerd worden in de gemiddelde excretiecijfers van de testpopulaties.

Uit het voorgaande blijkt ook duidelijk dat de berekening van het overschot op de mestbalans sterk gevoelig is aan variaties in de verschillende coëfficiënten die gebruikt worden. Behalve de excretie-coëfficiënt, blijken ook de stalperiode en de samenstellingscoëfficiënt voor rundermest een grote rol te kunnen spelen. Hierbij speelt de stalperiode wellicht een grote rol in de evolutie van milieu-indicatoren over de jaren heen. Er bestaat veel onzekerheid rond de verschillende coëfficiënten, zodat zonder veel bijkomende informatie over stalperiode e.d. het niet aangewezen lijkt om de excretiecoëfficiënt te berekenen aan de hand van de mestbalans.

5 | 2^e benadering: schatting excretie via 'vee'

Een alternatieve manier om de excretie te schatten via balansen is door de stikstofstromen van en naar het vee als een systeem te beschouwen (Figuur 14). De belangrijkste invoer van stikstof via het voeder is krachtvoeder, ruwvoeder en gras, met ook nog wat melkproducten. Stro wordt gebruikt om de mest meer structuur te geven. Het vee produceert hoofdzakelijk melk, vlees (dieren) en excretie. Het verlies van stikstof via metabolisme wordt verwaarloosd. Indien de voedergewassen goed geschat zijn, kan excretie afgeleid worden als het overschot op deze balans. Vanaf deze excretie op bedrijfsniveau, kan vervolgens een gemiddelde uitscheidingscoëfficiënt worden afgeleid aan de hand van het aantal dieren. Indien de excretie beter geschat is, kan bovendien de samenstelling van de mestsoorten ook verbeterd worden door middel van de mestbalans.

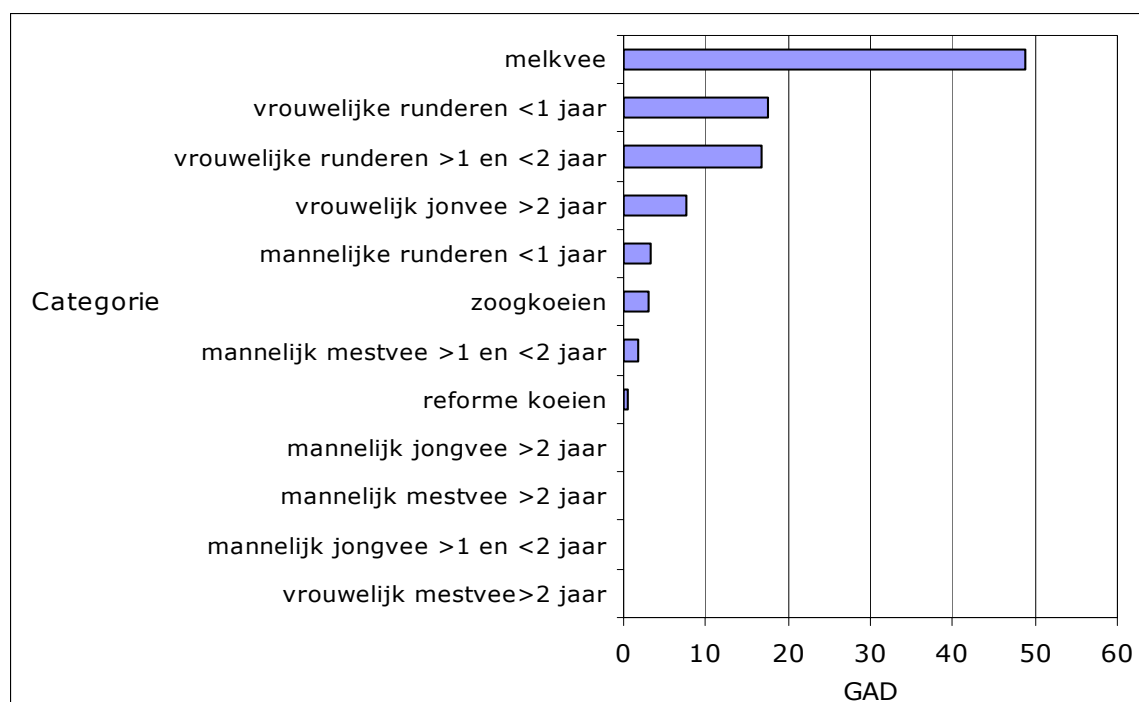
Figuur 14: Schematische voorstelling van het systeem 'vee'



5.1 | Testpopulatie melkveebedrijven

In het Boekhoudnet zijn de verbruikte hoeveelheden krachtvoeder enkel opgenomen voor het melkvee. Vermits krachtvoeder een van de belangrijkste aanvoerstromen van stikstof is voor rundvee is, en voornamelijk de excretie van melkvee te laag wordt ingeschat, wordt enkel testpopulatie 3 gebruikt bij deze benadering. Dit betekent dat melkveebedrijven met geen of nauwelijks mestvee of zoogkoeien zijn geselecteerd. De verdeling over de rundveecategorieën wordt weergegeven in Figuur 15. Doordat deze testpopulatie afgeleid is van een selectiemechanisme van het SEPALE-model dat activiteiten kleiner dan 2 % van het brutosaldo elimineert, kunnen bedrijven met een kleine mestvee- of zoogkoestapel toch in het sample weerhouden zijn.

Figuur 15: verdeling van de rundveecategorieën voor testpopulatie 3



5.2 | Schatting gemiddelde excretiecoëfficiënt

5.2.1. Methode: mineralenbalans-vee versus bedrijfsbalans

In vergelijking met de N-bedrijfsbalans, beschreven in hoofdstuk 2, zijn voor het berekenen van de N-balans-vee bijkomende gegevens nodig. Aangezien het systeem 'vee' losgekoppeld wordt van het systeem 'gewas', dienen de interne stromen van de eigen plantaardige productie naar de dierlijke productie in rekening gebracht te worden. Er dient dus bepaald te worden welke mineralenstroom er onder de vorm van eigen voedergewassen en bijproducten naar de dieren gaan.

Extra gegevens naast de gegevens voor de bedrijfsbalans zijn de stikstofgehalten van voedergewassen op het bedrijf (het gebruik van akkerbouwgewassen voor vee wordt verwaarloosd, evenals braakproducten):

Daarbij worden volgende rekenregels aangehouden voor het stikstofgehalte (Tabel 14):

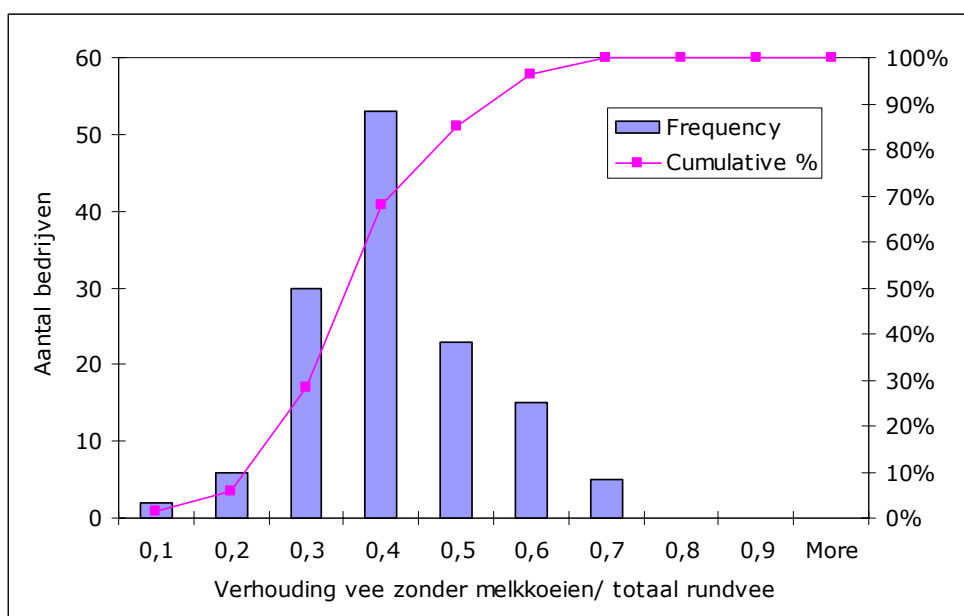
Tabel 14: Stikstofgehalten voedergewassen en stro

Product	N-gehalte	Referentie
Gras	32 g/kg DS	MIRA-T
Snijmaïs	4,2 g/kg	(CVB, 1995)
Voederbieten	1,9 g/kg	(CVB, 1995)
Stro	5,8 g/kg	(CVB, 1995)

Het gebruik van akkerbouwgewassen als veevoeder (bv. overproductie suikerbieten) of braakproducten wordt verwaarloosd.

Het jongvee dat naast het melkvee aanwezig is op het bedrijf, wordt omgerekend naar 'grootvee-eenheden (GVE) (vee jonger dan 1 jaar is 0,3 GVE, vee jonger dan 2 jaar is 0,6 GVE) en opgeteld bij het melkvee. In de periode 2001-2003 waren er zo op de beschouwde melkveebedrijven uit het boekhoudnet 73,8 GVE aanwezig, waarvan 46,1 melkkoeien. Deze GVE's worden beschouwd als 'productie-eenheid melk' Gemiddeld is 36,1 % van de GVE in een productie-eenheid melk geen melkkoe (jongvee, zoogkoeien, e.d.). De verhouding van het vee zonder melkvee ten opzichte van het totale rundvee op het bedrijf wordt weergegeven in Figuur 16. Uit verschillende bronnen (Verbruggen *et al.*, 2004; Iepema en Baars, 2005) blijkt dat bedrijven waar deze verhouding lager ligt (die minder jongvee aanhouden), gewoonlijk een lager overschot hebben op hun bedrijfsbalans.

Figuur 16: Verhouding vee zonder melkkoeien ten opzichte van de totale hoeveelheid rundvee per bedrijf voor testpopulatie 3 (2001-2003)



De excretie per 'productie-eenheid melk' wordt dan berekend als:

$$Excretie = \frac{(aanvoerN - melk - dieren - metabolisme)}{GVE}$$

5.2.2. Resultaten van de excretieberekening

Op basis van de hierboven beschreven gegevens is de gemiddelde excretie voor de 135 melkveebedrijven is weergegeven in Tabel 15. Gemiddeld werd een excretie van 80,35 kg N per 'productie-eenheid melk' berekend. Deze waarde is veel lager dan verwacht. Volgens MAP2-bis wordt voor melkkoeien immers reeds een excretie van 97 kg N/dier*jaar aangenomen. Campens en Lauwers (2002) berekenden een "ronderverhoging" van 12 %, zodat de excretie van melkkoeien op 108,64 kg N/dier uitkwam.

In de berekening is hoofdzakelijk de aanvoer van N via gras te laag, veroorzaakt door een onderschatting van de graslandopbrengst van 6,3 ton DS/ha uit gegevens van het NIS

(1995-2003). Volgens diverse bronnen (Campens en Lauwers, 2002; Verbruggen *et al.*, 2003 en Vandepoel, 2006) zou een graslandopbrengst van 10 tot meer dan 11 ton DS/ha meer aannemelijk zijn.

Tabel 15: Gemiddelde N-excretie per 'productie-eenheid melk' berekend volgens de 'mineralenbalans-vee' methode (gemiddelde over de periode 2001-2003)

	kg N
aangekocht stro	19,0
krachtvoer	5.760,37
aangekocht ruwvoeder	1.419,53
bijproducten	87,81
voedergewassen (+gras)	16.185,88
totaal aanvoer	23.472,56
melk	4.829,78
dieren	1.363,28
totaal afvoer	6.193,06
verschil	17.279,50
GAD (3jaar)	220,68
Overschot=excretie/GAD	80,35

5.2.3. Sensitiviteit van de excretieberekening aan de graslandopbrengst

Om een beeld te krijgen van de gevoeligheid van de excretieberekening ten opzichte van het niveau van de graslandopbrengst, werd de graslandopbrengst stapsgewijs verhoogd. Hierbij werd in plaats van een regionaal gemiddelde, telkens een gemiddelde voor heel Vlaanderen genomen. Op basis van deze nieuwe opbrengsten werd de excretie opnieuw berekend. De resultaten van deze oefening zijn weergegeven in Tabel 16.

Tabel 16: N-excretie per 'productie-eenheid melk' berekend volgens de 'mineralenbalans-vee' methode, met stapsgewijze verhoging van de graslandopbrengst (2001-2003)

Graslandopbrengst (ton DS/ha)	6,3	7,2	8,2	9,1	10,1	11,0	12,0	12,9	13,9
totale aanvoer (kg)	23758	25233	26871	28346	29984	31459	33097	34572	36210
totale afvoer (kg)	6193	6193	6193	6193	6193	6193	6193	6193	6193
verschil (kg)	17565	19040	20678	22153	23791	25266	26904	28379	30017
excretie per dier (kg/gve)	81,7	88,7	96,4	103,4	111,1	118,1	125,8	132,7	140,5

Uit Tabel 16 blijkt dat pas als een graslandopbrengst van meer dan 8,2 ton DS/ha bereikt wordt, de excretie van de gemiddelde 'productie-eenheid melk' volgens de MAP2bis normen overschreden wordt. De 'runderverhoging' van 12 % tot 108,6 kg N, berekend door Campens en Lauwers (2002), wordt pas bereikt bij een graslandopbrengst van bijna 10 ton DS/ha, terwijl dit in hun model reeds het geval was bij een graslandopbrengst van 8,85 ton DS/ha.

Vervolgens kan men zich afvragen hoe de graslandopbrengst geëvolueerd is in de tijd. De resultaten van twee verschillende graslandopbrengsten over de laatste jaren zijn opgenomen in Tabel 17. Hierbij wordt de bijhorende bedrijfsbalans berekend volgens de SEPAL-methode. Deze is vanzelfstrekend onafhankelijk van de inschatting van de graslandopbrengst. In de eerste kolom is een regionale graslandopbrengst uit het NIS

gebruikt. Dit geeft een stabiel gemiddelde excretiecoëfficiënt over de jaren. In de tweede kolom wordt een verhoogde graslandopbrengst van 11 ton/ha gebruikt. Ook in dat geval blijkt de excretie per 'productie-eenheid melk' vrij constant te zijn. Over de periode 1995-2003 zou deze rond de 114 kg N/dier*jaar schommelen. De vraag stelt zich of stijgende of dalende graslandopbrengst doorheen de tijd mee in rekening moet worden genomen. Enerzijds zijn er steeds betere grasvariëteiten op de markt, terwijl de bemestingslimieten steeds minder bemesting toelaten. Uit een inschatting van Campens en Lauwers (2002) blijkt dat het kunstmestgebruik sinds 1990 min of meer lineair gedaald is. Ook de cijfers van de samplebedrijven geven een dalende kunstmestgift aan (Tabel 18). Toch menen graslanddeskundigen de graslandopbrengst tot op heden min of meer constant kan worden beschouwd door het toepassen van meer oordeelkundige bemesting. Als gemiddeld rendement werd 11 ton DS/ha gekozen op basis van Coomans *et al.* (2000).

Naar de toekomst toe, wanneer heel Vlaanderen kwetsbaar gebied zou worden en overall nog slechts 170 kg N uit dierlijke mest gebruikt zou mogen worden, verwachten dezelfde graslandspecialisten wel een daling van de graslandopbrengst tot 10,5 ton DS/ha. Dit ligt in de lijn van de relatie tussen graslandopbrengsten en de werkzame N-input, die gevonden werd door Steenbergen (1980 a+b) en bevestigd door Oenema *et al.* (2005).

Tabel 17: Evolutie van de N-uitscheiding per 'productie-eenheid melk' berekend volgens de 'mineralenbalans-vee' methode, afhankelijk van verschillende aannames over de evolutie van de graslandopbrengst (1995-2003)

jaar	balans	rendement grasland	excretie	rendement grasland	excretie
95-97	255,3	7,0	79,3	11	114,7
96-98	245,1	7,0	80,8	11	117,4
97-99	235,2	7,0	80,9	11	118,4
98-00	228,3	6,8	77,6	11	113,4
99-01	222,7	6,5	77,2	11	112,1
00-02	213,0	6,4	80,4	11	116,1
01-03	203,1	6,2	80,3	11	118,1

Bron: Boekhoudnet

Tabel 18: Evolutie van het gebruik van kunstmest en dierlijke mest (kg N/ha) op grasland

	kunstmest		dierlijke mest	
	kg/ha	% t.o.v. 1996	kg/ha	% t.o.v. 1998
1996	234,1	96,2		
1997	257,6	105,9		
1998	243,2	100,0		
1999	236,4	97,2	151,4	102,91
2000	212,4	87,3	147,6	100,32
2001	195,2	80,3	147,1	100,00
2002	196,5	80,8	145,3	98,75
2003	186,7	76,8	138,9	94,42

Bron: Boekhoudnet

5.3 | Schatting van een bedrijfsspecifieke excretiecoëfficiënt

De verschillen in krachtvoeder, ruwvoeder en melkproductie tussen de verschillende bedrijven geven aanleiding tot verschillende geschatte excreties op bedrijfsniveau. Aan de hand van verklarende variabelen zal getracht worden de excretie te schatten met als doel te extrapoleren naar de hele melkveepopulatie.

5.3.1. Verklarende variabelen voor excretie

In eerste instantie werd gezocht naar variabelen die zowel op Boekhoudnet- als op NIS-niveau beschikbaar zijn op de 135 melkveebedrijven. Figuur 17, Figuur 18 en Figuur 19 tonen het eenzijdige verband tussen de N-excretie per 'productie-eenheid melk (GVE)' en de respectievelijke variabelen:

- grasareaal per productie-eenheid;
- maïsareaal per productie-eenheid;
- totaal areaal voedergewassen (inclusief grasland) per productie-eenheid.

Van al deze variabelen en de landbouwstreken werd een meervoudige lineaire regressie werd uitgevoerd met betrekking tot de N-excretie per 'productie-eenheid melk'. Tabel 19 toont de resultaten van deze analyse.

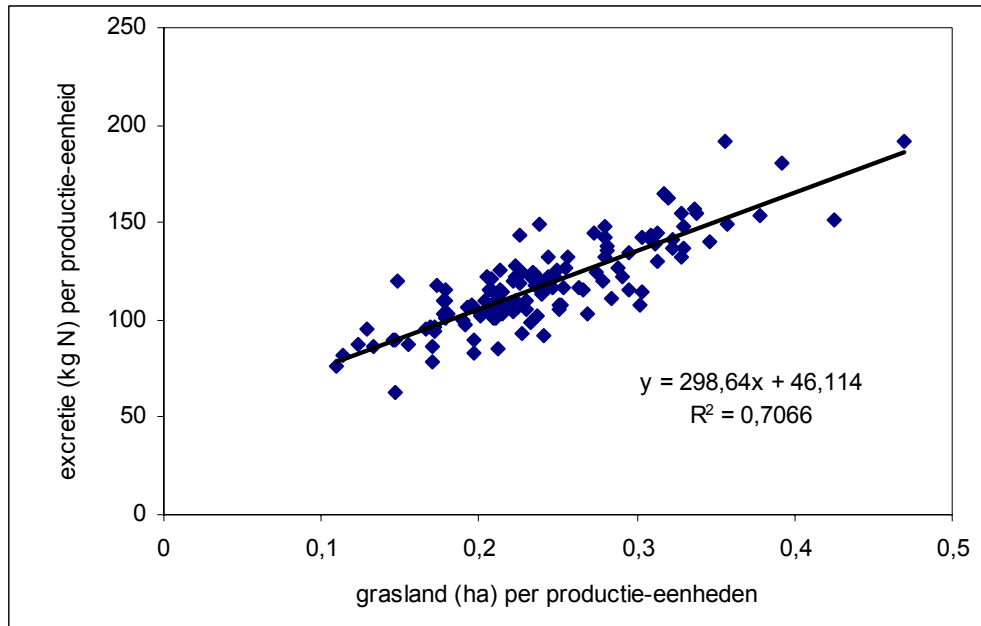
Uit de figuren en de tabel blijken vooral het gras- en het maïsareaal significante bepalende factoren te zijn voor de N-excretie per 'productie-eenheid melk'. Vooral het grasareaal is zeer sterk bepalend voor de excretie: de variantie in de excretie binnen de bedrijven wordt voor meer dan 70 % bepaald door het grasareaal dat per productie-eenheid beschikbaar is op het bedrijf (Figuur 17).

Deze relatie kan als volgt verklaard worden: bedrijven met een klein graslandareaal per productie-eenheid zijn de ruimte-intensieve bedrijven. Er is een tendens binnen de melkveehouderij om de koeien meer en meer op stal te houden (Rijckaert *et al.*, 2006). Het gaat in dit geval vaak om grotere bedrijven die voor dit systeem kiezen omdat het een bijkomend voordeel biedt van extra controle op het dagelijkse rantsoen. Er kan worden verondersteld dat deze bedrijven efficiënter omgaan met het voeder, waardoor de excretie beter onder controle kan worden gehouden. Anderzijds zijn dit vaak bedrijven met een hoog melkproductieniveau wat de excretie per koe doet toenemen, maar dit effect lijkt minder sterk.

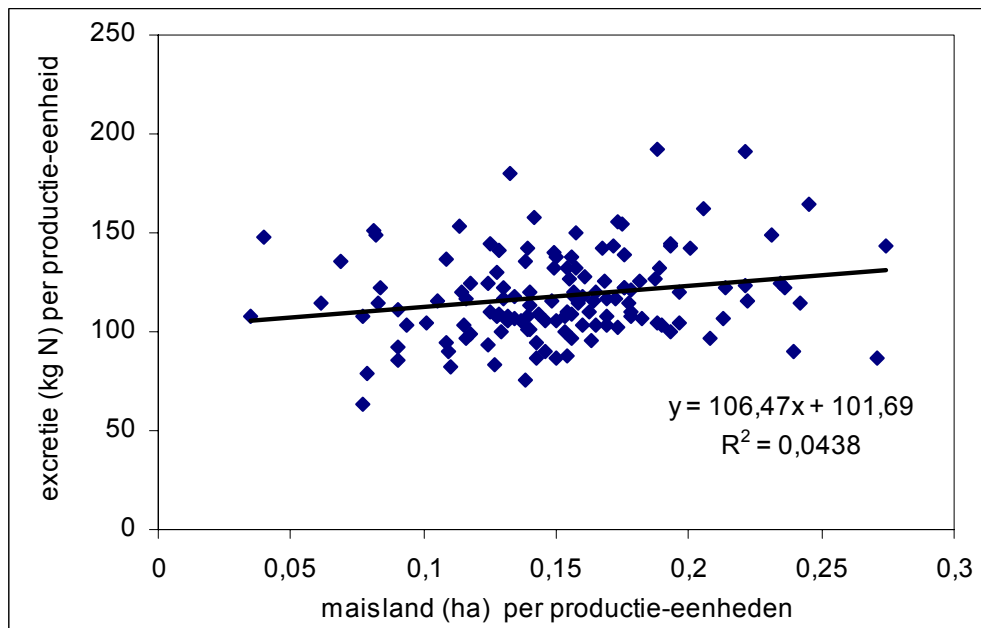
Een gelijkaardige positieve, maar minder sterke en dus minder verklarende, relatie bestaat er tussen de excretie en het maïsareaal (Figuur 18). Beide arealen blijken in de lineaire regressie (Tabel 19) zeer sterk significant te zijn.

Deze significante relaties tussen de excretie en de voederarealen op de bedrijven in onze testpopulatie bieden interessante perspectieven voor de bepaling van bedrijfsspecifieke excretiecoëfficiënten voor de hele populatie van melkveebedrijven. Arealen grasland en voedergewassen zijn in de mei-tellingen van het NIS immers voor alle bedrijven beschikbaar, net als de aantallen dieren. Via een stapsgewijze regressie werd een vergelijking geschat die voor de bedrijven toelaat om de excretie per productie-eenheid te bepalen uit de arealen per productie-eenheid. Tabel 20 vat de resultaten van deze analyse samen.

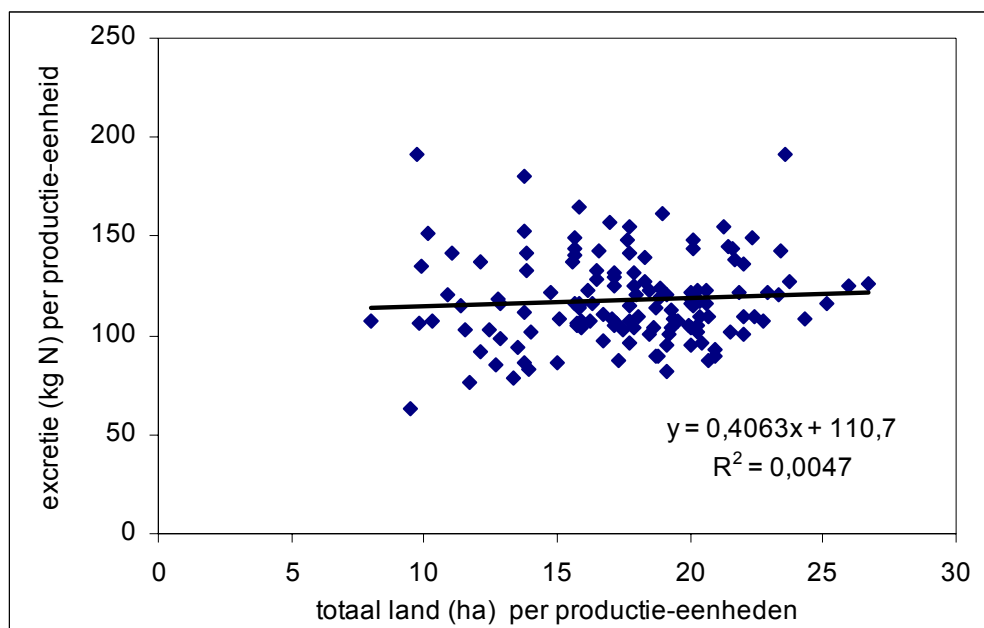
Figuur 17: Relatie tussen de N-excretie per 'productie-eenheid melk' en het graslandareaal per 'productie-eenheid melk' (2001-2003)



Figuur 18: Relatie tussen de N-excretie per 'productie-eenheid melk' en het maïsareaal per 'productie-eenheid melk' (2001-2003)



Figuur 19: Relatie tussen de N-excretie per 'productie-eenheid melk' en het totale areaal voedergewassen per 'productie-eenheid melk' (2001-2003)



Tabel 19: Resultaten van de lineaire regressie van de N excretie per 'productie-eenheid melk' op respectievelijk de arealen grasland, maïslaan, alle voedergewassen en de landbouwstreken

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
gras	298,6439	16,7507	17,8287	0,0000	265,5094	331,7784
maïs	106,4730	43,2870	2,4597	0,0152	20,8471	192,0989
voeder- gewassen	-0,9956	0,6328	-1,5734	0,1180	-2,2472	0,2561
zandstreek	2,4341	4,7524	0,5122	0,6094	-6,9666	11,8348
kempen	3,0107	3,8749	0,7770	0,4386	-4,6542	10,6756
zandleem- streek	-2,9216	4,3558	-0,6707	0,5036	-11,5379	5,6947

Tabel 20: Resultaten van de stapsgewijze regressie van de N excretie per 'productie-eenheid melk' op de arealen gras en maïs en de landbouwstreken, met graslandopbrengst van 11 ton DS

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F Value	Pr > F
Intercept	19,562	5,208	1524,778	14,11	0,0003
zandleemstreek	5,243	2,010	673,730	6,23	0,0138
maïs	148,487	21,223	5289,882	48,95	< 0,0001
gras	309,667	14,511	49210	455,39	< 0,0001

De excretie per productie-eenheid blijkt volgens deze stapsgewijze regressie berekend te kunnen worden aan de hand van slechts drie variabelen: het grasareaal per productie-eenheid, het maïsareaal per productie-eenheid en de ligging van het bedrijf al dan niet in de zandleemstreek (0-1 variabele). 79 % van de variantie tussen de bedrijven blijkt verklaard te worden door het volgende model:

$$\text{Excretie} = 19,5 + 309,7(\text{gras}) + 148,5(\text{maïs}) + 5,2(\text{zandleem}) \quad [\text{vergelijking 1}]$$

waarbij: excretie = kg N/GVE
 gras = ha gras/GVE
 maïs = ha maïs/GVE
 zandleem = 0 of 1

Uit de voorgaande figuren (Figuur 17, Figuur 18 en Figuur 19) is echter ook te zien dat een aantal outliers een behoorlijke invloed kunnen hebben op de schatting van de rechte. Daarom zal een bijkomende eliminatie van een aantal extreme bedrijven gebeuren.

5.3.2. Variantie tussen bedrijven

De spreiding van de geschatte excretie is geïllustreerd in Figuur 20. Op deze histogram is duidelijk dat er behoorlijk veel variatie tussen de bedrijven aanwezig is.

Uit de figuur blijkt dat voor een aantal bedrijven de excretiewaarden extreem zijn. Een excretie van minder dan 80 kg N of meer dan 150 is weinig realistisch volgens metingen op basis van excretiestalen. Bedrijven met een hoge stikstofexcretie per koe zijn meestal de bedrijven met de grootste productie-efficiëntie, waar een hoge melkproductie per koe wordt gehaald. De scheefftrekking van de verdeling naar rechts geeft aan dat deze bedrijven op de productiegrens gesitueerd zijn.

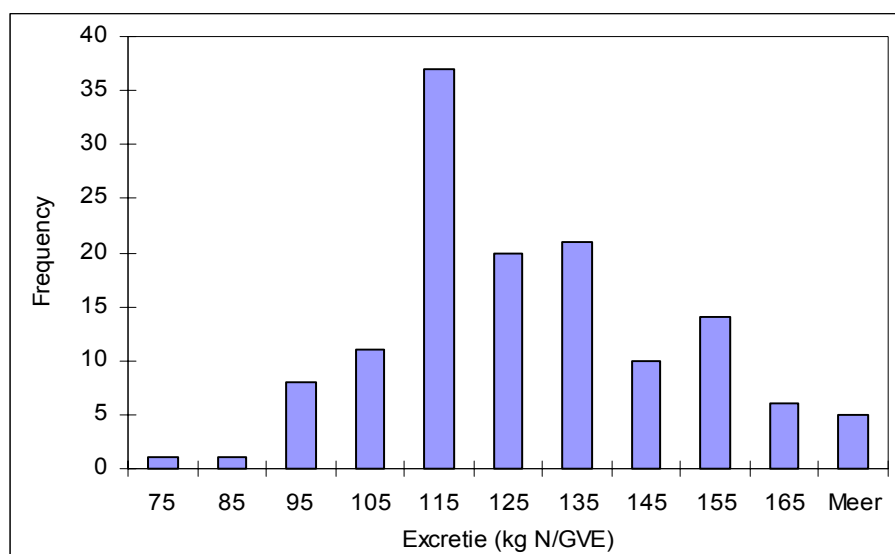
Om de extreme waarden te verwijderen worden de resultaten vergeleken met een andere berekeningswijze die door rundveespecialisten wordt gebruikt. Hierbij stelt men dat bij elke 1000 kg melk die meer geproduceerd wordt, de uitscheiding verhoogt met 8 kg N (afgeleid uit de vergelijking gehanteerd in MAP2 $\text{excretie} = 52 + 0,0075 \times \text{melkproductie}$) Als men ervan uit gaat dat de excretie per koe geen 97 maar 108 kg N is, en deze overeen komt met een productie van 6000 kg melk, wordt de vergelijking worden opgesteld om de excretie te schatten wat bijgestuurd:

$$N\text{-excretie}(\text{kg/jaar}) = 60 + 0,008 * \text{melkproductie} (\text{kg/jaar})$$

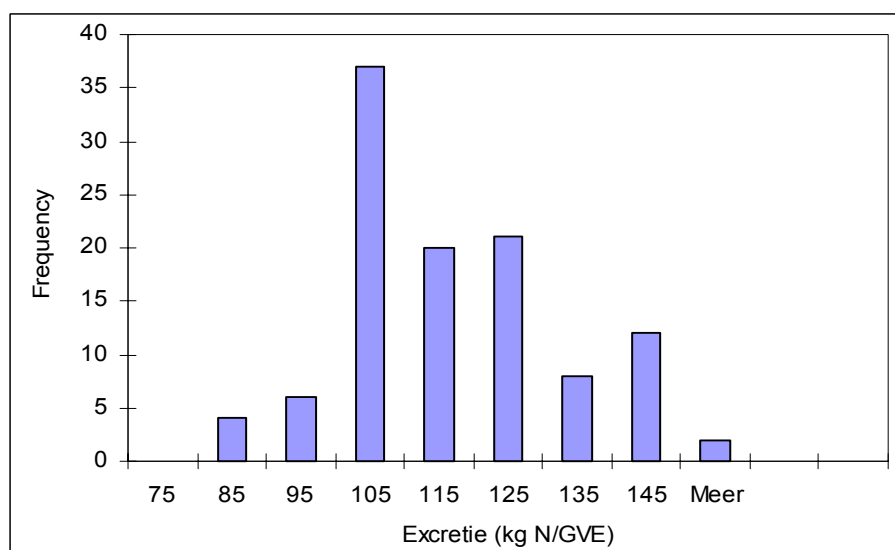
De uitkomsten van deze twee verschillende berekeningsmethodes kunnen naast elkaar worden gelegd om de 20 bedrijven met de grootste verschillen tussen beide excretieschattingen te verwijderen. Dit betekent dat het sample vernauwd wordt tot 115 bedrijven. Vergeleken met Figuur 20 zijn er minder extreme excretiecoëfficiënten in het sample met 115 bedrijven (Figuur 21).

Ook op dit vernauwd sample van 115 melkveebedrijven kan een regressiecurve geschat worden. De resultaten van de stapsgewijze regressie zijn weergegeven in Tabel 21.

Figuur 20: Spreiding van de N-excretie per 'productie-eenheid melk' over de 135 bedrijven in de testpopulatie (2001-2003), met graslandopbrengs van 11 ton



Figuur 21: Spreiding van de N excretie per 'productie-eenheid melk' over de 115 bedrijven in de testpopulatie (2001-2003), met graslandopbrengst van 11 ton



Tabel 21: Resultaten van de stapsgewijze regressie van de N excretie per 'productie-eenheid melk' op de arealen gras en maïs en de landbouwstreken, met graslandopbrengst van 11 ton DS

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F Value	Pr > F
Intercept	38,228	6,509	3409,019	34,50	<0,0001
mais	101,189	23,105	1895,495	19,18	<0,0001
gras	265,449	20,578	16444	166,40	<0,0001

De excretie per productie-eenheid blijkt volgens deze stapsgewijze regressie berekend te kunnen worden aan de hand van slechts twee variabelen: het grasareaal per productie-

eenheid en het maïsareaal per productie-eenheid. De dummy zandleem is niet meer significant. Nadat er een aantal extreme waarden verwijderd zijn, is de model R^2 verminderd: 62 % van de variantie tussen de bedrijven kan verklaard te worden door het volgende model:

$$\text{Excretie} = 38,23 + 265,45(\text{gras}) + 101,19(\text{maïs}) \quad [\text{vergelijking 2}]$$

waarbij: excretie = kg N/GVE
 gras = ha gras/GVE
 maïs = ha maïs/GVE

5.3.3. Invloed van de graslandopbrengst op de regressievergelijking

Zoals werd aangetoond in Tabel 17 heeft de schatting van de graslandopbrengst een grote invloed op de excretieberekening. Daarom werd een bijkomende stapsgewijze regressie uitgevoerd op basis van een graslandopbrengst van 10,5 ton droge stof per hectare (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). Dit geeft de volgende vergelijking die 58 % van de variatie verklaart:

$$\text{Excretie} = 38,40 + 248,35(\text{gras}) + 102,05(\text{maïs}) \quad [\text{vergelijking 3}]$$

Het spreekt vanzelf dat hierdoor voornamelijk enkel de coëfficiënt van grasland hierdoor verandert ten opzichte van vergelijking 2.

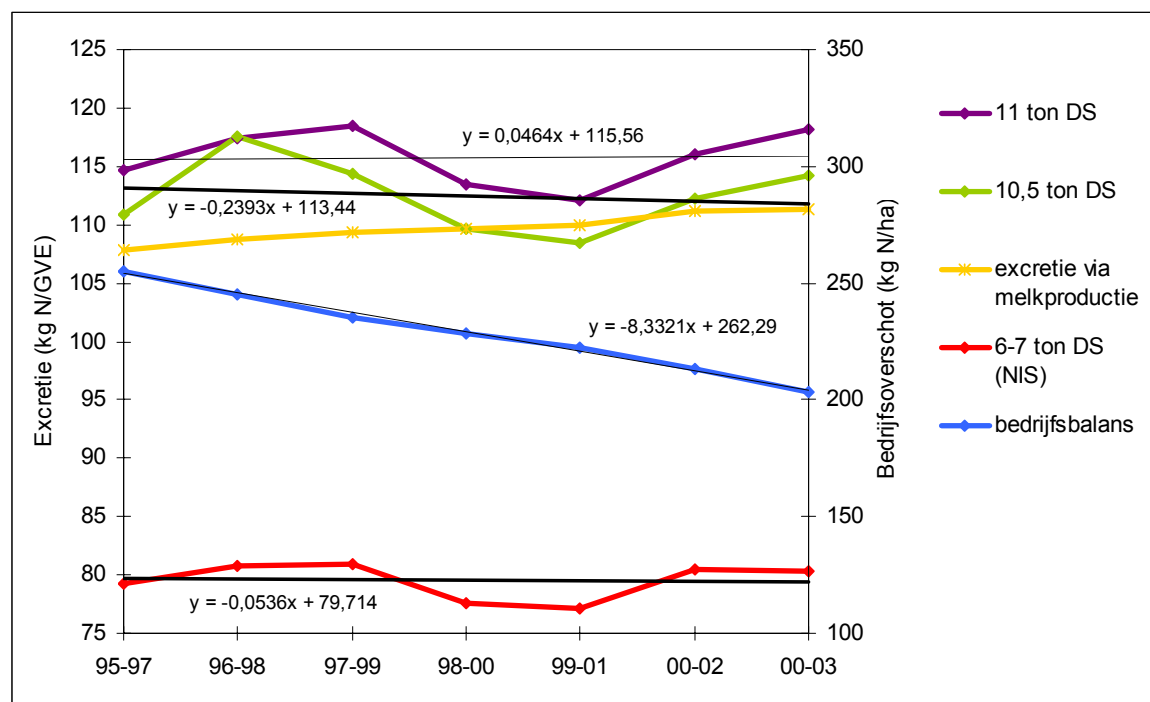
Tabel 22: Resultaten van de stapsgewijze regressie van de N excretie per 'productie-eenheid melk' op de arealen gras en maïs en de landbouwstreken, met graslandopbrengst van 10,5 ton DS

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F Value	Pr > F
Intercept	38,402	6,542	3429,501	34,45	<0,0001
mais	102,047	23,258	1916,350	19,25	<0,0001
gras	248,357	20,778	14221	142,86	<0,0001

5.3.4. Evoluties over de jaren

In Figuur 22 is de evolutie van de excretie weergegeven volgens de veebalans voor verschillende rendementen. Hoewel er telkens met een voortschrijdend gemiddeld wordt gewerkt, is er ongeacht het gebruikte rendement, steeds een verlaging merkbaar over 1999 en 2000. Een schatting van de excretie aan de hand van de opbrengsten van het NIS blijkt veel te laag. Voor al deze schattingen is er geen lineaire trend vanaf 1995 observeerbaar. Daarnaast is er een excretieberekening aan de hand van de melkproductie weergegeven ($N\text{-excretie}(\text{kg/jaar}) = 60 + 0,008 * \text{melkproductie}(\text{kg/jaar})$) Omwille van het feit dat deze methode de excretie rechtstreeks linkt aan de melkproductie die laatste jaarlijks toeneemt, is er hier wel een stijgende trend waarneembaar. Ondanks de niet dalende gemiddelde excretiecoëfficiënt van beide methodes is er toch een duidelijke afname van het bedrijfsoverschot waarneembaar.

Figuur 22: Evolutie van de N-uitscheiding per 'productie-eenheid melk' berekend volgens de 'mineralenbalans-vee' methode, afhankelijk van verschillende aannames over de evolutie van de graslandopbrengst (1995-2003)



5.3.5. Bijkomende variabelen ter verklaring van de excretie.

Tenslotte werd een andere stapsgewijze regressie toegepast met twee extra variabelen die op grote schaal gekend zijn: melkproductie per koe en de verhouding van het vee zonder melkvee ten opzichte van het totale rundvee op het bedrijf (Tabel 23). Het resultaat is een bijkomende variabele in de vergelijking, die 70 % van de variatie verklaart:

$$\text{Excretie} = 17,42 + 271,43(\text{gras}) + 69,76(\text{maïs}) + 1,35(\text{melk}) \quad [\text{vergelijking 4}]$$

waarbij: melk = l melk/melkkoe

Deze nieuwe vergelijking sluit aan bij de klassieke studies waar een rechtstreeks positief verband gelegd wordt tussen de excretie en de melkproductie. Nog volgens deze vergelijking kan een lagere begrazing de toename van de excretie per GVE door een hogere melkgift per koe compenseren.

Tabel 23: Resultaten van de stapsgewijze regressie van de N excretie per 'productie-eenheid melk' op de arealen gras en maïs, landbouwstreken en melk, met graslandopbrengst van 11 ton DS

Variable	Parameter Estimate	Standard Error	Type II SS	F Value	Pr > F
Intercept	17,418	6,907	494,179	6,36	0,0132
mais	69,760	21,274	835,528	10,75	0,0014
gras	271,429	18,279	17133	220,49	< 0,0001
melk	1,352	0,247	2337,869	30,09	< 0,0001

5.4. | Extrapolatie naar de hele populatie – dynamische excretiecoëfficiënten

Uit het voorgaande blijkt dat voor de beperkte populatie gedestileerd uit het boekhoudnet de regressievergelijkingen 2 en 4 een goede schatting geven van de bedrijfsspecifieke N-excretie op gespecialiseerde melkveebedrijven. Hierna wordt nagegaan of op basis van de gevonden regressies een extrapolatie naar de volledige populatie mogelijk is.

Deze extrapolatie is helaas alleen mogelijk op basis van vergelijking 2, die de N-excretie per GVE schat op basis van de gras- en maïsarealen per GVE. Het invullen van vergelijking 4, is niet mogelijk, aangezien de melkproductie per GVE niet beschikbaar is in de gegevens uit de mei-tellingen van het NIS.

5.4.1. Test extrapolatie voor 2003

Regressievergelijking 2

$$\text{Excretie} = 38,23 + 265,45(\text{gras}) + 101,19(\text{maïs}) \quad [2]$$

lijkt een goede schatting te kunnen geven voor de excretie per GVE van alle melkveebedrijven. Bovendien zijn de verklarende variabelen grasareaal/GVE en maïsareaal/GVE gemakkelijk te berekenen uit de NIS gegevens.

Het invullen van de vergelijking voor alle bedrijven werd in eerste instantie uitgebreid getest voor 2003, het laatste van de 3 jaren waarover de regressievergelijking afgeleid is. Uit de NIS-dataset voor 2003 werden alle sterk gespecialiseerde melkveebedrijven (typologie 411) in Vlaanderen geselecteerd. Uit deze dataset werden de bedrijven met < 5 melkkoeien en < 1 ha benutte landbouwoppervlakte weggelaten. Zo ontstaat een dataset met 3725 bedrijven. Voor elk van die bedrijven werden de verschillende typen aanwezige runderen (kalveren, vaarzen en stieren van verschillende leeftijden, melkkoeien, zoogkoeien en reforme koeien) omgerekend naar grootvee-eenheden (GVE) op de volgende basis:

- runderen < 1 jaar = 0,3 GVE.
- runderen 1-2 jaar = 0,6 GVE
- runderen > 2 jaar = 1 GVE

Van deze GVE werden twee totalen berekend. Eerst werd een opdeling gemaakt naar runderen die een 'productie-eenheid melk' kunnen uitmaken, met name de melkkoeien en het vrouwelijk jongvee waarvan in de NIS-tellingen aangegeven wordt dat het bestemd is voor het vervangen van melkkoeien (GVE_{melk}). Deze opsplitsing zou mogelijk interessant kunnen zijn, aangezien uit de testsample waarop de regressievergelijking afgeleid is alle bedrijven met veel zoogkoeien en reforme koeien verwijderd zijn. In tweede instantie werden alle runderen op de bedrijven in rekening gebracht, ook mannelijk jongvee, dekstieren en eventueel aanwezig vleesvee of zoogkoeien (GVE_{totaal}).

Het areaal gras en maïs dat de verklarende variabelen uitmaakt in de regressie, werd dan ook berekend per GVE_{melk} en per GVE_{totaal}. Bij de berekening van de arealen per GVE werden opnieuw een aantal outliers waargenomen. De verst van het gemiddelde gelegen waarnemingen werden verwijderd: als de waarde voor gras/GVE of maïs/GVE groter was dan (gemiddelde + 4*standaardafwijking). De excretie werd dan berekend door voor elk van de overblijvende bedrijven vergelijking 2 in te vullen.

Regressie op arealen per GVE voor melkproductie

De beschikbare arealen werden dus in eerste instantie berekend per 'productie-eenheid melk' (GVEmelk), d.i. melkkoeien + vervangingsvee. Gemiddeld gaat het om 65,7 GVE/bedrijf, waarvan 45,8 melkkoeien. De gemiddelde resultaten van het invullen van de vergelijking met arealen per GVEmelk zijn weergegeven in Tabel 24. De lineaire verhouding tussen het grasareaal en de excretie blijft behouden: zeer intensieve bedrijven met weinig gras per GVE hebben een kleine excretie, zeer extensieve bedrijven een grote. Er worden geen zware outliers meer gevonden in de populatie.

Er wordt een gemiddelde excretie van 126,2 kg N/GVEmelk berekend, 8 eenheden hoger dus dan het gemiddelde van 118,1 kg N/GVE dat berekend werd voor de bedrijven in het Boekhoudnet. Bovendien wordt een veel bredere spreiding rond het gemiddelde gevonden. Er wordt vooral een vrij sterk onevenwicht naar de bovenzijde van de populatie vastgesteld: er worden tamelijk veel onrealistisch hoge excreties berekend.

Tabel 24: Gemiddelde arealen per GVE voor melkproductie (ha/GVEmelk) en gemiddelde excretie (kg N/GVE) berekend op deze GVE voor sterk gespecialiseerde melkveebedrijven (Vlaanderen, 2003)

	gemiddelde	standaard afwijking	minimum	maximum
Gras/GVE	0,270	0,109	0	0,806
Maïs/GVE	0,162	0,079	0	0,500
Excretie	126,2	29,6	46,5	280,9

Regressie op arealen per totale GVE

In tweede instantie werd de vergelijking ingevuld met de arealen per totaal GVE, d.i. over alle runderen aanwezig op het bedrijf. Gemiddeld gaat het dan om 72,9 GVE/bedrijf (ook mannelijk jongvee, dekstieren en eventueel aanwezig vleesvee of zoogkoeien) of 11 % meer GVE. De gemiddelde resultaten van deze tweede oefening zijn weergegeven in Tabel 24. Figuur 23 toont de lineaire verhouding tussen het grasareaal per totale GVE en de excretie per GVE.

Er wordt een gemiddelde excretie berekend van 116,7 kg N/GVEtotaal, wat dus vergelijkbaar is met het gemiddelde van 118,1 kg N/GVE dat berekend werd voor de bedrijven in het Boekhoudnet.

Figuur 24 toont de spreiding van de berekende excretie per GVEtotaal rond het gemiddelde. Ook hier wordt opnieuw een langgerekte 'staart' vastgesteld aan de bovenzijde van de excretie. Het percentage bedrijven, waarvoor een extreem hoge excretie berekend wordt, ligt echter heelwat lager. De spreiding is in dit geval iets smaller, dan wanneer alleen de GVEmelk in rekening gebracht werden. Bovendien is de spreiding duidelijk smaller dan wanneer regressievergelijking 1, met ook de zandleemstreek als verklarende variabele, ingevuld werd.

De spreiding is relatief goed vergelijkbaar met diegene die gevonden werd bij de testpopulatie uit het Boekhoudnet. De spreiding is wel breder, maar dit is aannemelijk, aangezien er vrij streng geselecteerd is op outliers bij de testpopulatie uit het Boekhoudnet en deze testpopulatie dus waarschijnlijk gespecialiseerder is dan de hele populatie. Bovendien bedraagt de verhouding vee zonder melkkoeien / totaal rundvee voor het staal uit het boekhoudnet slechts 0,36 voor de periode 2001-2003 (zie 5.2.1),

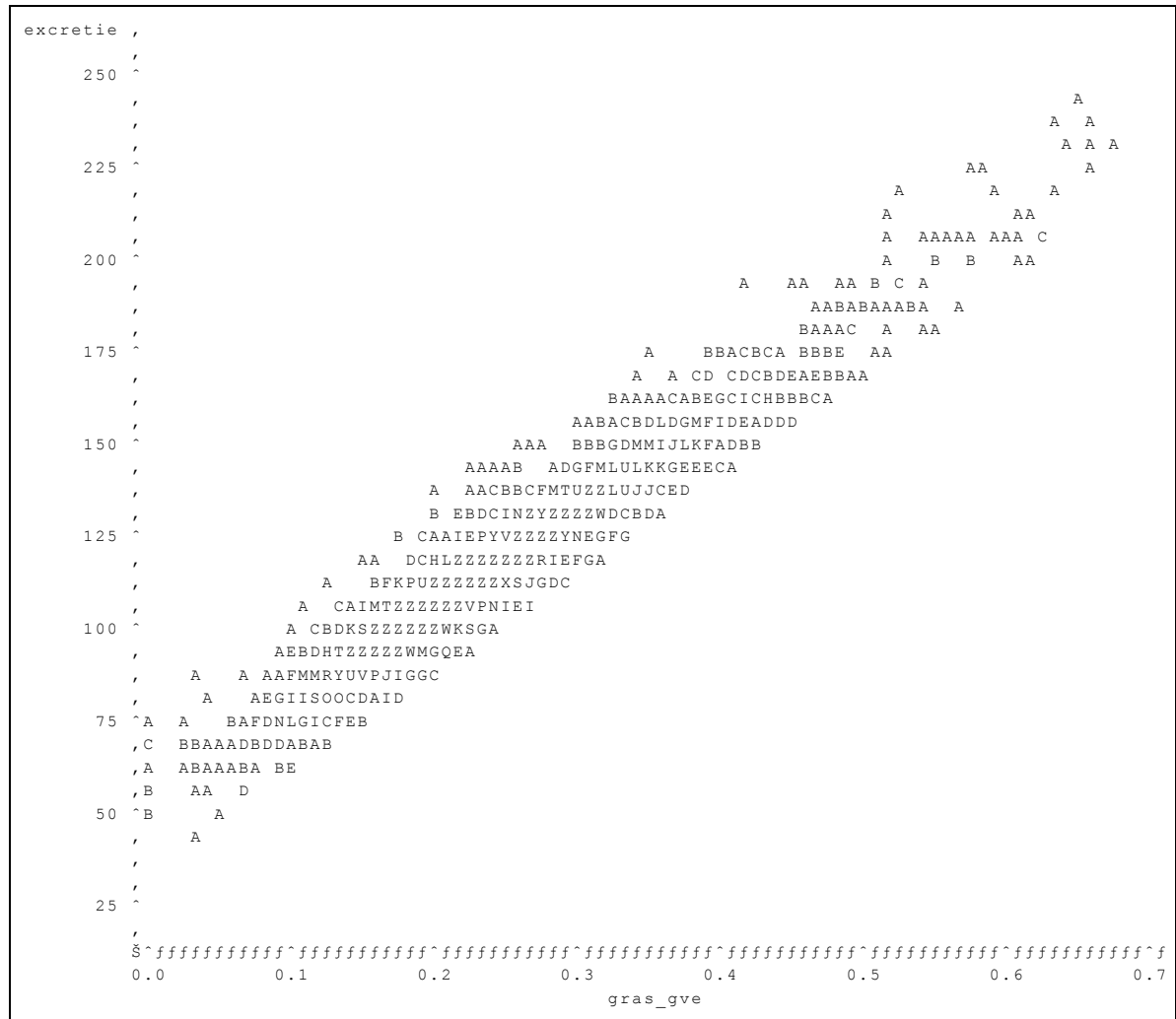
terwijl deze verhouding in de NIS populatie voor de zelfde periode gemiddeld 0,57 bedraagt.

Figuur 24 toont dat wanneer regressie 2 ingevuld werd voor de totale hoeveelheid GVE per bedrijf, voor 94 % van de bedrijven uit de NIS-populatie een excretie/GVE berekend wordt, die binnen de grenzen ligt van hetgeen als realistisch beschouwd mag worden.

Tabel 25: Gemiddelde arealen per totale GVE (ha/GVEtotaal) en gemiddelde excretie (kg N/GVE) berekend op alle GVE voor sterk gespecialiseerde melkveebedrijven (Vlaanderen, 2003)

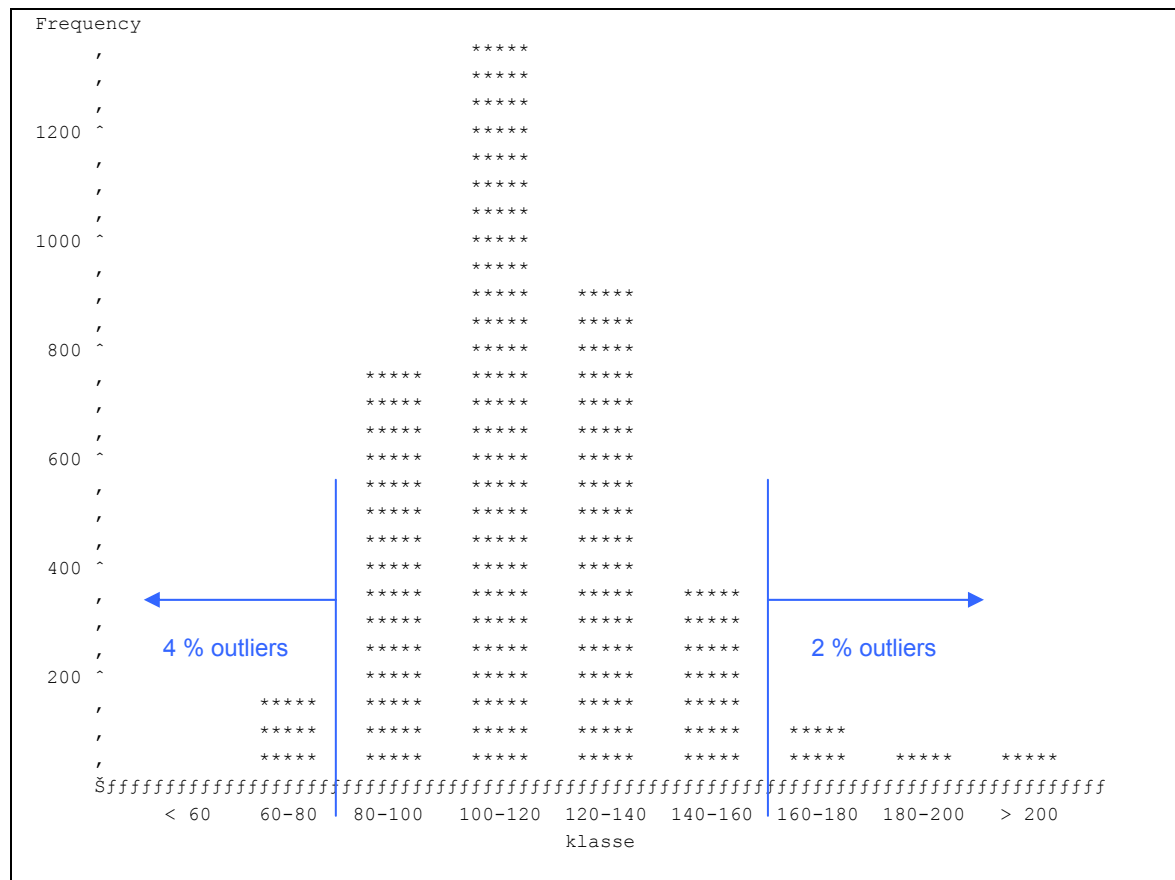
	gemiddelde	standaard afwijking	minimum	maximum
Gras/GVE	0,240	0,091	0	0,673
Mais/GVE	0,146	0,072	0	0,451
Excretie	116,7	24,5	46,5	245,2

Figuur 23: Berekende excretie per totale GVE (kg N/GVEtotaal) t.o.v. het grasareaal (ha/GVEtotaal) op sterk gespecialiseerde melkveebedrijven (Vlaanderen, 2003)



A = 1 waarneming, B = 2 waarnemingen, ..., Z = 26 waarnemingen

Figuur 24: Spreiding van de excretie per totale GVE (kg N/GVE _{totaal}) over de hele populatie van sterk gespecialiseerde melkveebedrijven (Vlaanderen, 2003)



Aangezien zowel het gemiddelde, als de variantie tussen de bedrijven, bij het invullen van vergelijking 2 voor de totale veestapel op het bedrijf, uitkomsten geeft die als realistisch beschouwd kunnen worden, kan aangenomen worden dat de berekening van de N-excretie/GVE op basis van de arealen gras en maïs/GVE volgens deze vergelijking mogelijk is voor de hele populatie.

5.4.2. Berekening tijdreeks excretie over de hele populatie

Omwille van het realistische gemiddelde voor 2003 en de aanvaardbare variantie, wordt voor de bepaling van een dynamische reeks excreties dan ook verder gerekend met de tweede regressievergelijking:

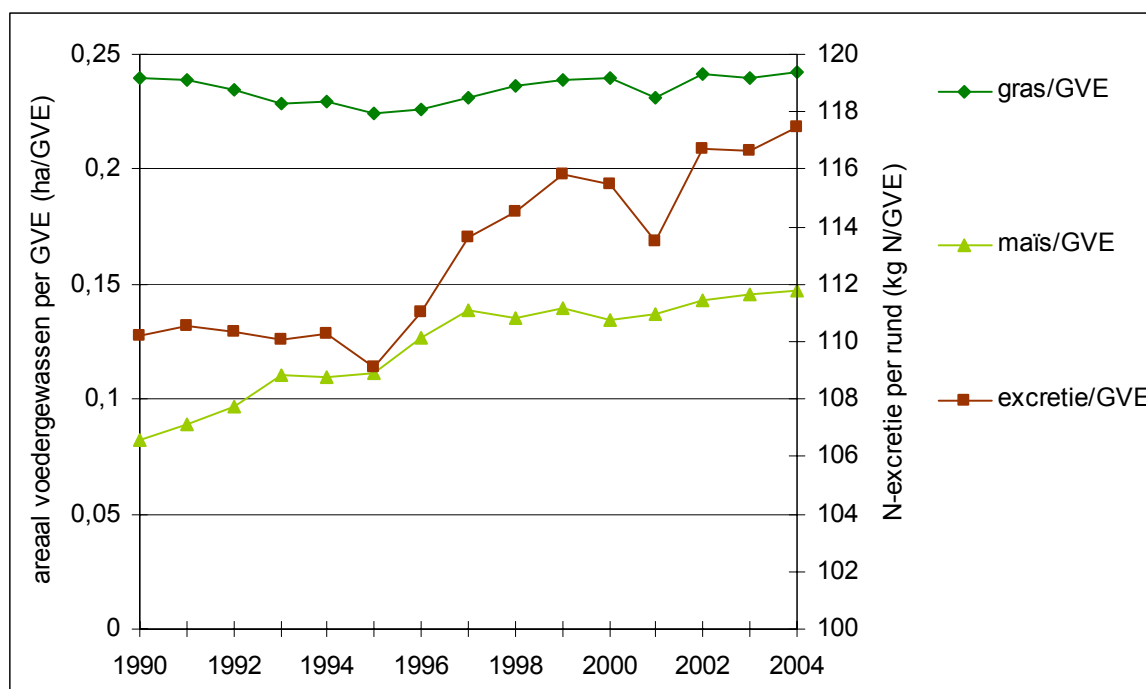
$$Excretie = 38,23 + 265,45(gras) + 101,19(maïs) \quad [2]$$

Bij het berekenen van excreties voor meerdere jaren dient een belangrijke veronderstelling gemaakt te worden: er wordt van uit gegaan dat de vergelijking, die afgeleid werd over de periode 2001-2003 ook geldig is voor vroegere en latere jaren.

Het resultaat van de berekening is weergegeven in Figuur 25 en Tabel 26. In de eerste helft van de jaren 90 werd grasland vervangen door maïs. Het areaal gras/GVE daalde, terwijl het areaal maïs/GVE ongeveer dubbel zo snel toenam. In de berekening van de N-excretie hieven beide effecten elkaar op, zodat de berekende excretie ongeveer constant bleef. Tussen 1996 en 2000 bleef het maïsareaal/GVE stijgen, maar ook het grasareaal nam opnieuw toe. In die periode steeg de berekende excretie dan ook sterk. De laatste jaren stabiliseren beide arealen, zodat ook de berekende excretie nog weinig

toeneemt. De intensiteit van het landgebruik op de melkveebedrijven wordt dus weerspiegeld in de N-excretie per GVE.

Figuur 25: Gras- en maïsarealen voor de sterk gespecialiseerde melkveebedrijven uit de NIS-populatie en de daaruit berekende N-excretie per GVE (Vlaanderen, 1990-2004)



Bron: NIS en eigen berekeningen

Tabel 26: Gras- en maïsarealen voor de sterk gespecialiseerde melkveebedrijven uit de NIS-populatie en de daaruit berekende N-excretie per GVE (Vlaanderen, 1990-2004)

	gras/GVE	maïs/GVE	excretie/GVE
1990	0,2399	0,0824	110,23
1991	0,2385	0,0890	110,52
1992	0,2349	0,0968	110,36
1993	0,2286	0,1104	110,07
1994	0,2296	0,1098	110,27
1995	0,2244	0,1117	109,10
1996	0,2259	0,1267	111,02
1997	0,2312	0,1387	113,63
1998	0,2360	0,1350	114,52
1999	0,2391	0,1393	115,79
2000	0,2400	0,1340	115,48
2001	0,2315	0,1366	113,49
2002	0,2413	0,1429	116,74
2003	0,2399	0,1457	116,65
2004	0,2425	0,1471	117,47

Bron: NIS en eigen berekeningen

Het dal in de berekende N-excretie in 2001 is het gevolg van een lichte tijdelijke daling van het areaal gras/GVE. Deze werd waarschijnlijk veroorzaakt door de tijdelijke aanwezigheid van een grotere hoeveelheid dieren dan normaal op de melkveebedrijven. 2001 kende immers verschillende gevallen van BSE en een uitbraak van mond- en klauwzeer. Door deze crisissen en de lage prijzen werden verkopen van runderen

uitgesteld. Vooral voor runderen jonger dan 2 jaar en reforme koeien werd een stijging van het aantal dieren vastgesteld. Dit terwijl het voederareaal per bedrijf op een dergelijke korte termijn uiteraard niet wijzigde. Er is dan ook waarschijnlijk meer krachtvoeder gegeven dan gewoonlijk, waardoor de N-excretie daalde. De sterke schok op de N-excretie toont wel aan dat de berekening zeer gevoelig is voor kleine wijzigingen in de verklarende variabelen.

Volgens deze berekening nam de N-excretie per GVE over de hele periode van 1990 tot 2004 toe met 6,6 %, in tegenstelling tot de melkveebedrijven van het sample, waar de excretie geen stijgende trend vertoonden. Aangenomen kan worden dat er in het NIS meer stopzettingen van inefficiënte melkveebedrijven zitten, waardoor de excretie per dier stelselmatig zal verhogen wanneer het quotum wordt overgedragen naar nieuwkomers of productievare bedrijven. In het Boekhoudnet is deze verschuiving minder waarneembaar.

Er dient ook rekening mee gehouden te worden dat de berekening minder betrouwbaar wordt naarmate verder teruggedaan wordt in de tijd. In hetgeen volgt zal de berekende N-excretie dan ook slechts bekeken worden vanaf 1995.

5.4.3. Verdere vergelijking van mogelijke regressievergelijkingen

Het invullen van de regressievergelijking over een tijdreeks gebeurde niet alleen voor de meest realistisch uitziende regressie 2. Een gelijkaardige berekening als onder 5.4.2 werd gemaakt voor elk van de drie regressievergelijkingen, die met de gegevens uit de metingen van het NIS in te vullen zijn:

$$\text{Excretie} = 19,5 + 309,7(\text{gras}) + 148,5(\text{maïs}) + 5,2(\text{zandleem}) \quad [1]$$

$$\text{Excretie} = 38,23 + 265,4(\text{gras}) + 101,2(\text{maïs}) \quad [2]$$

$$\text{Excretie} = 38,40 + 248,4(\text{gras}) + 102,0(\text{maïs}) \quad [3]$$

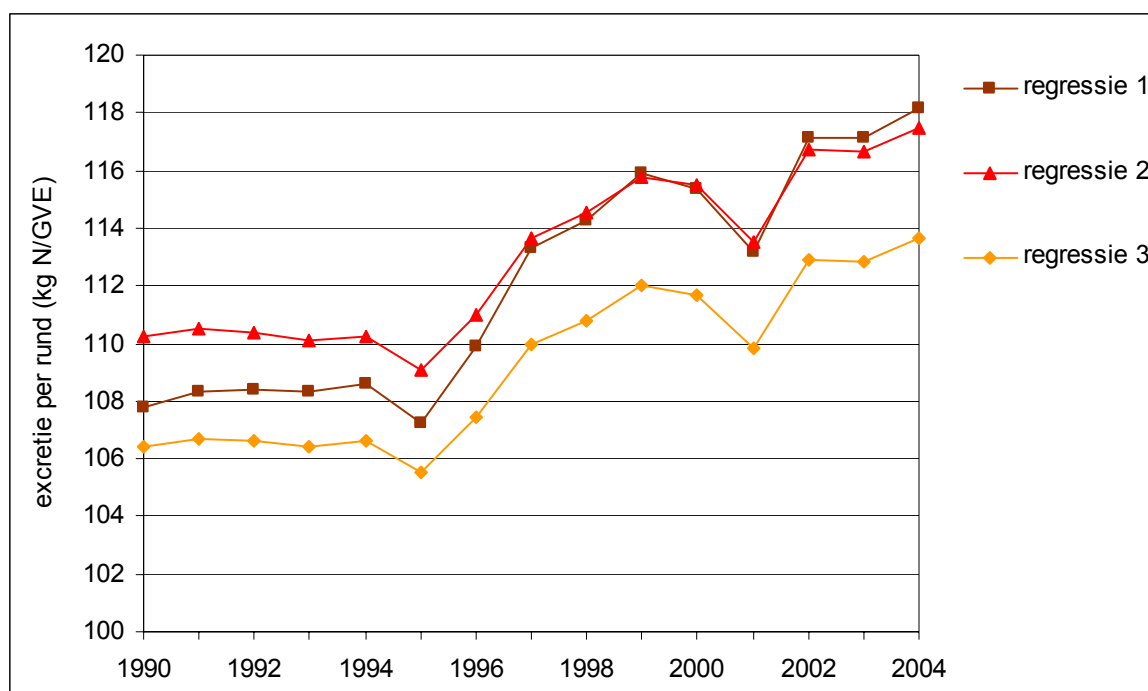
Daarbij was de eerste vergelijking afgeleid op een staal van 135 bedrijven uit het boekhoudnet, de beide anderen op een nog sterker uitgezuiverd staal van 115 bedrijven (zie punt 5.3). Voor vergelijking 2 werd daarbij uitgegaan van een graslandopbrengst van 11 ton DS/ha, terwijl voor vergelijking 3 de graslandopbrengst de graslandopbrengst beperkt werd tot 10,5 ton DS/ha.

Figuur 26 toont de uitkomsten van de berekening tussen 1995 en 2004. Het verloop van de N-excretie blijkt voor elk van de drie vergelijkingen zeer gelijkaardig te zijn.

Om de significantie van de verschillen tussen de drie uitkomsten na te gaan, werd per jaar de berekende N-excretie geresseerd op de vergelijking waarmee ze berekend was. Hieruit bleek dat, behalve voor 1995, de uitkomsten van de eerste en de tweede regressievergelijking niet statistisch significant verschillend waren (Tabel 27 toont het voorbeeld van 2003). Het al of niet meenemen van de zandleemstreek als verklarende variabele voor de N-excretie/GVE blijkt dan ook geen significante invloed te hebben. Dit geeft een bijkomend argument voor de keuze voor de eenvoudigere regressievergelijking 2 voor het berekenen van dynamische excretiecoëfficiënten.

Voor de regressie van de berekende N-excretie op de drie vergelijkingen werd voor alle jaren een zeer kleine R^2 gevonden (< 1 %). Dit betekent dat de gebruikte vergelijking slechts een zeer klein deel bepaalt van de variantie tussen de bedrijven. Andere achterliggende verschillen, zoals bedrijfsvoering zijn duidelijk veel belangrijker voor de variantie in de berekende N-excretie.

Figuur 26: N-excretie per GVE berekend volgens 3 verschillende regressievergelijkingen (Vlaanderen, 1995-2004)



Tabel 27: Gemiddelde N-excretie per GVE berekend volgens 3 verschillende regressievergelijkingen (Vlaanderen, 2003)

Berekeningsbasis	Gemiddelde N-excretie (kg N/GVE)	Duncan groepering*
Vergelijking 1	117,15	A
Vergelijking 2	116,65	A
Vergelijking 3	112,86	B

* Duncan's multiple range test ($\alpha = 0,05$). Gemiddelden gevolgd door dezelfde letter zijn niet statistisch significant verschillend.

De N-excreties berekend volgens de derde vergelijking zijn telkens significant verschillend van die berekend volgens beide eerste vergelijkingen. Dit geeft opnieuw aan dat de graslandopbrengst cruciaal is voor het berekenen van N-excreties voor melkvee. Een daling van de graslandopbrengst met 0,5 ton DS/ha resulteert immers in een regressievergelijking waarvan de uitkomsten duidelijk verschillend zijn. Het verschil tussen de N-excreties berekend volgens vergelijking 2 en 3 bedraagt 3,56 tot 3,83 kg N/GVE. Dit kan geïnterpreteerd worden als zou een daling van de graslandopbrengst met 0,5 ton DS/ha, bijvoorbeeld ten gevolge van een verstrenging van de bemestingslimieten, resulteren in een bijna 4 kg lagere N-excretie per GVE. De verklaring hiervoor is eenvoudig: als het bedrijfsareaal constant blijft, brengt een daling van de graslandopbrengst ruwvoedertekorten met zich mee. De runderen zullen dan minder lang geweid worden en/of meer krachtvoeder te eten krijgen. Hoger werd reeds aangetoond dat beide evoluties met zich mee brengen dat de N-excretie efficiënter beheerd kan worden.

Ongeacht volgens welke berekening de N-excretie bepaald werd, kon een duidelijk stijgende trend vastgesteld worden.

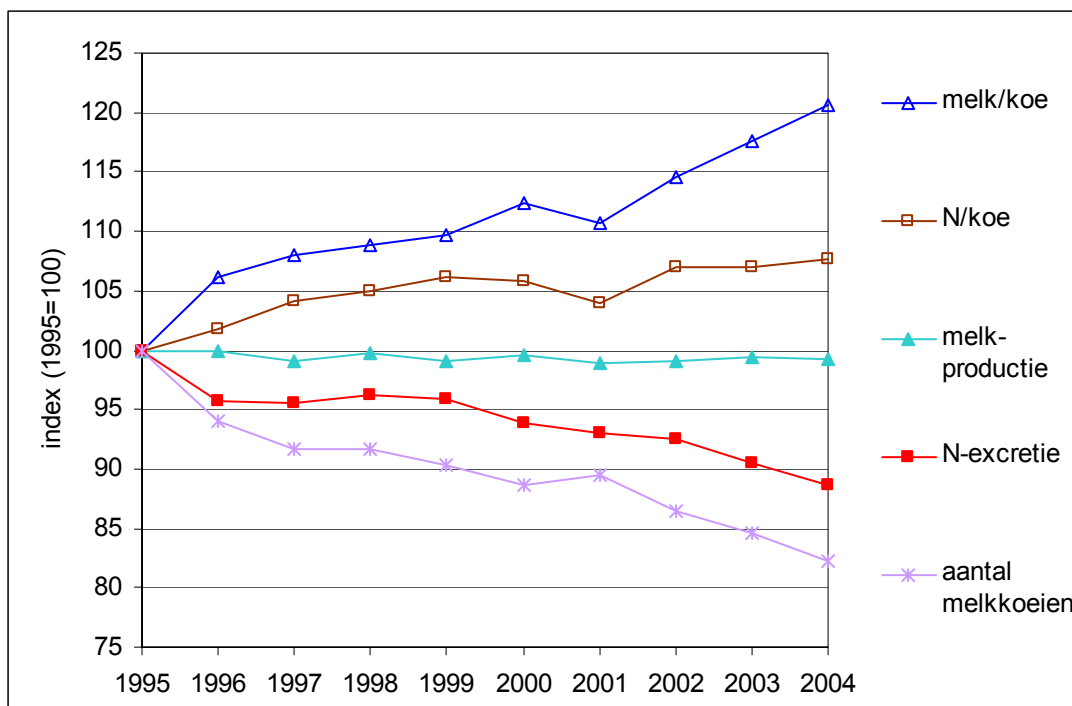
5.5. | Eco-efficiëntie

Uit het voorgaande blijkt een duidelijk stijgende trend bij de N-excretie op melkveebedrijven. Ook de melkproductie per koe vertoont echter een sterk stijgende trend. In dit hoofdstuk worden beide trends tegenover elkaar gezet.

Daarvoor wordt de totale melkproductie vergeleken met het aantal melkkoeien in heel Vlaanderen (op gespecialiseerde melkveebedrijven en op andere bedrijven), hun productiviteit en hun N-excretie. Figuur 27 geeft een beeld van deze vergelijking, die de eco-efficiëntie van de melkproductie weerspiegelt.

Onder invloed van het quotumstelsel schommelt de melkproductie in Vlaanderen nauwelijks sinds 1992. De hoeveelheid die aan de melkerijen geleverd wordt bedraagt ongeveer 1,8 miljard liter per jaar. Deze leveringen omvatten ongeveer 99 % van de totale melkproductie. De rechtstreekse verkoop vanaf de boerderij bedraagt minder dan 1 % t.o.v. de geleverde hoeveelheid.

Figuur 27: Eco-efficiëntie van de melkproductie in Vlaanderen (1995-2004)



Beide bovenste evoluties zijn uitgedrukt per koe, de drie ondersten zijn totalen voor Vlaanderen.

De melkproductie wordt hier benaderd door de hoeveelheid geleverd aan de melkerijen, die ongeveer 99 % van de totale productie uitmaken.

Bron: NIS, AM&S en eigen berekeningen

Het totaal aantal melkkoeien in Vlaanderen is sinds 1990 met 31 % en sinds 1995 met 18 % gedaald. De constante melkproductie kon dus gerealiseerd worden met veel minder koeien. De Vlaamse koeien zijn dus duidelijk productiever geworden. In 1990 bedroeg de gemiddelde melkproductie per koe nog 4.192 liter, in 1995 was dit reeds 4.887 liter en in 2004 was de gemiddelde productiviteit gestegen tot 5.891 liter/koe*jaar¹. Sinds 1990 is de productiviteit dus met 41 % gestegen, sinds 1995 met 21 %.

¹ De gemiddelde productiviteit over heel Vlaanderen ligt nog relatief laag. Op de sterk gespecialiseerde melkveebedrijven (typologie 411) in het boekhoudnet wordt in 2003 reeds een productiviteit van 6,157 liter/koe*jaar gevonden.

De gemiddelde N-excretie per koe, die in Figuur 27 in het bruin en met lege vierkantjes is weergegeven, werd berekend volgens regressievergelijking 2, zoals hierboven beschreven. Deze evolueert van 109,1 kg N/koe in 1995 naar 117,5 kg N/koe in 2004, een stijging met 7,7 %. De N-excretie per koe is dus duidelijk minder snel gestegen dan de productiviteit van de koeien. De productiviteit per koe is dus bijna 3 keer zo snel gestegen als de N-excretie per koe.

Dit maakt dat de totale N-excretie van de (sterk gedaalde) Vlaamse melkkoestapel met 11,4 % gedaald is sinds 1995.

Een constante melkproductie ('driving factor') met een dalend milieu-effect ('pressure') betekent dat er zich een duidelijke *positieve ont koppeling* heeft voorgedaan tussen de melkproductie en de N-excretie (OESO, 2002).

De milieudruk vanuit de melkveehouderij, de hoeveelheid stikstof geproduceerd per liter melk is gedaald van 22,3 kg N/1000 l melk in 1995 naar 19,9 kg N/1000 l melk in 2004, dit is een daling met 10,7 %.

De eco-efficiëntie, de hoeveelheid melk geproduceerd per kg stikstof, is gestegen van 44,8 l/kg in 1995 naar 50,2 l/kg in 2004, een stijging met 12 % over 10 jaar.

5.6 | Besluit

Door het opstellen van de N-balans van het vee op melkveebedrijven is het mogelijk een robuuste schatting te maken van de excretie per GVE. Vanaf deze excretie op bedrijfsniveau, kan vervolgens een gemiddelde uitscheidingscoëfficiënt worden afgeleid aan de hand van het aantal dieren. De berekening is gebaseerd op individuele bedrijfscijfers uit het boekhoudnet en een geschatte gemiddelde graslandopbrengst. De invloed van de schatting van de graslandproductie blijkt cruciaal te zijn.

Aan de hand van de mineralenbalans van het melkvee is een schatting van de excretie gebeurd op 118,1 kg N per GVE en per jaar voor de periode 2001-2003. Deze schatting ligt hoger dan de coëfficiënten van MAP2bis en de runderverhoging berekend door Campens en Lauwers (2002).

Tussen de bedrijven is er een sterke variatie tussen de excretiecoëfficiënten. De variatie kan hoofdzakelijk verklaard worden aan de hand het aanbod van gras en maïs. Er werd een duidelijk lineair verband vastgesteld. Hoe hoger het aanbod van deze twee voedergewassen, hoe hoger de excretie geschat wordt.

Aan de hand van de regressie van N-excretie op de arealen gras en maïs per GVE kan dan ook de N-excretie bepaald worden voor de hele melkveestapel. Aangezien het aanbod van voedergewassen per GVE de laatste 10 jaar ook geëvolueerd is, kunnen op basis hiervan dan ook een dynamische reeks excretiecoëfficiënten afgeleid worden.

Het besluit uit Campens en Lauwers (2002), dat de N-excretie van melkvee hoger ligt dan op basis van de MAP2bis excretiecoëfficiënten berekend kan worden, wordt bevestigd. Voor 1995 wordt een gelijkaardige N-excretie per koe berekend als volgens de 12 % "runderverhoging" uit de vorige studie. Naar 2003-2004 toe is de N-excretie per koe echter zeker nog gestegen.

De verschillende excretiecoëfficiënten en de resulterende totale excretie van melkkoeien in Vlaanderen is weergegeven in Tabel 28. Aangezien de productiviteit van de melkkoeien veel sterker gestegen is dan N-excretie per koe en er dus 18 % minder koeien nodig zijn dan in 1995 om het quotum vol te melken, is de totale excretie door melkkoeien met 11 % gedaald. De eco-efficiëntie van de sector is gestegen met 12 %.

Aangezien bovendien het kunstmestgebruik sterk gedaald is, is het overschot op de bedrijfsbalans van melkveebedrijven met ongeveer 20 % gedaald (zie hoofdstuk 3).

Tabel 28: totale N-excretie door melkkoeien, berekend met verschillende excretiecoëfficiënten (Vlaanderen, 1995-2004)

	aantal melk- koeien melk/koe (liter)		MAP2bis		Runderverhoging		Variabele coëfficiënten	
			excretie -coëff.	excretie melkkoeien	excretie -coëff.	excretie melkkoeien	excretie -coëff.	excretie melkkoeien
1995	368.816	4.886	97	35.775.152	108,64	40.068.170	109,1	40.236.858
1996	346.797	5.189	97	33.639.309	108,64	37.676.026	111,0	38.500.124
1997	338.244	5.281	97	32.809.668	108,64	36.746.828	113,6	38.436.353
1998	337.864	5.321	97	32.772.808	108,64	36.705.545	114,5	38.692.165
1999	333.395	5.356	97	32.339.315	108,64	36.220.033	115,8	38.604.392
2000	327.067	5.491	97	31.725.499	108,64	35.532.559	115,5	37.770.223
2001	329.728	5.410	97	31.983.616	108,64	35.821.650	113,5	37.421.371
2002	319.074	5.600	97	30.950.178	108,64	34.664.199	116,7	37.250.011
2003	311.939	5.742	97	30.258.083	108,64	33.889.053	116,7	36.388.254
2004	303.515	5.891	97	29.440.955	108,64	32.973.870	117,5	35.653.147

Bron: NIS, AM&S, MAP2bis, Campens & Lauwers (2002) en eigen berekeningen

6 | Algemeen besluit

Beide benaderingen van de N-excretie in dit onderzoek tonen aan dat de excretie van runderen eerder gestegen is dan gedaald de afgelopen jaren. Bovendien worden de conclusies van Campens en Lauwers (2002) bevestigd, dat de N-excretie duidelijk hoger ligt dan volgens de MAP2bis normen.

Tussen 1995 en 2003 is het gemiddeld overschot op de bedrijfsbalans van melkveebedrijven drastisch gedaald.

De productiviteit per koe is sterk gestegen, getuige het dalend aantal melkkoeien bij een constante melkproductie (onder invloed van de quotaregeling) Dit leidt onvermijdelijk tot een hogere excretie per koe. De gestegen output per koe en de dalende input van kunstmest hebben echter meer invloed op de bedrijfsoverschotten dan de stijgende excretie per koe, zodat de totale uitstoot naar het milieu verminderde. Hierbij worden steeds stabiele graslandopbrengsten verondersteld.

Deze evolutie wijst op een intensievere interne stroom van dier naar plant. Dit betekent ook dat de stroom van plant naar dier veel efficiënter dan gebeuren.

Dit heeft dan ook zeer belangrijke implicaties naar het beleid toe. De vraag kan gesteld worden of het nog zin heeft om forfaitaire excretiecoëfficiënten te trachten definiëren. Niet alleen is er heel wat variatie tussen de bedrijven en blijvende speculatie omtrent de coherentie met gewasopbrengsten, ook geven vaste excretiecoëfficiënten een vertekend beeld van de milieuwinst die door de sector is gerealiseerd.

Referenties

Bouquiaux, J.M., Foguene, M. & Lauwers, L. (1998). Belgium. In: Brouwer, F. & Lowe, Ph. (eds.) CAP and the rural environment in transition. A panorama of national perspectives. Wageningen Pers, Wageningen, the Netherlands.

Brouwers, J., Aernouts, K., Jaspers, K., Geurds, M., Liekens, J., Buelens, W., Vandermersch, M., Fernagut, B. & Wustenberghs, H. (2005). Energie. Zoektocht naar milieuvriendelijke energievormen. In: Van Steerteghem, M. (ed.). Milieurapport Vlaanderen, MIRA-T 2005, thema's. Vlaamse Milieumaatschappij, Mechelen en LannooCampus, Leuven.

Buysse, J., Van Huylenbroeck, G., Fernagut, B., Lauwers, L., Van Meensel, J., Baudry, A., Harmignie, O., Polomé, P., & Henry de Frahan, B. (2005). Impact of alternative implementations of the Agenda 2000 Mid Term Review. Paper presented at the 11th EAAE congress, Copenhagen, Denmark, August 24-27, 2005.

Campens, V. & Lauwers, L. (2002). Kunstmestgebruik en gewasproductie als activiteiten van de nutriëntenemissie. Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2002/03, Centrum voor Landbouweconomie, Brussel, 87 p.

Coomans, D., Rombouts, G., De Brabander, D., De Vlieger, A., Melengier, M., Sonck, B., Van Bockstaele, E., Vervaeke, V., Verbruggen, I., Van Nieuwerburgh, G., Dewilde, J., Audenaert, D., Vandepoel, G., De Smet, G., Standaert, O., Bries, J., Beke, M. (2000). Kostprijraming ruwvoeders 2000, 2p.

Couder, J., Verbruggen, A., Brouwers, J., Aernouts, K., Jaspers, K., Geurds, M., Liekens, J., Buelens, W., Vandermersch, M., Fernagut, B. & Wustenberghs, H. (2005). MIRA Achtergronddocument 2005 Energie, Vlaamse milieumaatschappij, www.milieurapport.be.

CLE (2000). Landbouwstatistisch jaarboek. Centrum voor Landbouweconomie, Brussel.

CVB (1995). Tabellenboek veevoeding. Voedernormen landbouwhuisdieren en voederwaarde veevoeders. Centraal Veevoederbureau, Lelystad.

Fernagut, B., Gabriëls, P., Lauwers, L., Buysse J., Harmignie, O., Henry de Frahan, B., Polomé, P., Van Huylenbroeck, G. & Van Meensel, J. (2004). Mogelijke gevolgen van de suikerhervorming voor de Belgische bietenplanters. Brussel, Centrum voor Landbouweconomie, Publicatie 1.12, 51 p.

Fernagut, B., Baudry, A., Buysse, J., Harmignie, O., Henry de Frahan, B., Lauwers, L., Polomé, P., Van Huylenbroeck, G. & Van Meensel, J. (2005). Landbouweconomische gevolgen van het voorstel van de Europese Commissie van 22 juni 2005 tot hervorming van de Gemeenschappelijke Marktordening voor Suiker. Brussel, SEPALE-consortium, Nota augustus 2005, 14 p.

Gavilan y Alvarez, J., Overloop S., Carels, K., D'Heygere, T., Van Hoof, K., Helming, J. & Van Gijsegem, D. (2006). Toekomstverkenning Landbouw en Milieu, mogelijkheden van het SELES-model. AMS, Brussel.

Henry de Frahan, B., Buysse, J., Polomé, P., Fernagut, B., Harmignie, O., Lauwers, L., Van Huylenbroeck, G. & Van Meensel, J. (2005). Positive Mathematical Programming for Agricultural and Environmental Policy Analysis: Review and Practice. In Weintraub, A., Bjorndal, T., Epstein, R. & Romero, C. (Editors) Management of Natural Resources: A

Handbook of Operations Research Models, Algorithms, and Implementations. Kluwer's International Series in Operations Research and Management Science, Frederick S. Hillier, Series Editor. Kluwer Academic Publishers.

Iepema, G. & Baars, T. (2005). Afgewenteld grondgebruik op melkveebedrijven: externe hectares. Bioveem rapport 10, Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek, Lelystad, <http://www.bioveem.nl>

Michiels, J., Verbruggen, I. & Carlier, L. (1998). Mineralenbalansen en hun gebruik op melkveebedrijven. In: Van Huylenbroeck, G. & Jacobs, G. (eds.) Naar een duurzame grasland- en groenvoederuitbating, Ministerie van Middenstand en Landbouw, Brussel: 27-49.

Oenema, J., Verloop, J., Bakker, R.F., den Boer, D.J. & Aarts, H.F.M. (2005). De invloed van het mestbeleid op de opbrengst van grasland. Koeien & Kansen rapport 29, Animal Sciences Group, Lelystad, <http://www.koeienenkansen.nl>

OESO (2002) Indicators to measure decoupling of environmental pressure from economic growth. Report SG/SD (2002)1/final, Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling, Paris. <http://www.oecd.org>

Overloop, S., Van Gijsegem, D., Lauwers, L., Vervaet, M., Lenders, S., Vogels, N., Vanden Auweele, W., Eppinger, R., Ducheyne, S. & Dumortier, M. (2004). MIRA Milieu- en natuurrapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2004 Vermesting. Vlaamse Milieumaatschappij, <http://www.milieurapport.be>

Ryckaert, I., Anthonissen, A. & Winters, J. (2006). Beweiding in Vlaanderen: resultaten van een enquête. In: Beweiding: (g)razend actueel! Studiedagen voor melkveehouders, mei 2006, Vlaamse overheid, Departement Landbouw en Visserij, Afdeling Duurzame Landbouwwontwikkeling en Boerenbond, Beroepswerking.

Schröder, J.J., Scholefield, D., Cabral, F. & Hofman, G. (2004). The effect of nutrient losses from agriculture on ground and surface water quality: the position of science in developing indicators for regulation. Environmental Science & Policy 7, 15-23.

van Steenberg, T. (1980a). De invloed van de weersgesteldheid en de stikstofbemesting op de jaaropbrengst van grasland. Proefveldenserie PAW970. Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek, intern verslag, 25 p.

van Steenberg, T. (1980b). Het effect van stikstofbemesting op de gewasopbrengst van grasland bij diverse ontwateringstoestanden en grondsoorten. Verslag van de proefveldenserie PAW970 Deel II (1964 t/m 1973). Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek, intern verslag, 23 p.

Van Meensel, J. (2005). Aspecten van technologische vooruitgang: "koetechnologieën". In: Kerselaers, E., Lauwers, L., Vervaet, M., Wustenberg, H., Van Meensel, J., Fernagut, B., Lenders, S., Gavilan y Alvarez, J., Van Gijsegem, D. & Overloop, S. (2005). Agri-environmental modelling: Uitwerken van operationele milieumodules met het oog op inbouw in landbouwsectormodellen. Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij. Eindrapport juli 2005, Centrum voor Landbouweconomie, Brussel: 71-78.

Van Dongen (2003). Op weg naar optimale voeding. De relatie tussen voeding, beweiding, productie en excretie. NMI-Wageningen in opdracht van Praktijkcijfers 2, De Bilt, <http://www.praktijkcijfers.nl/melkvee/pdf/Cijferboekje11%20definitief.pdf>

Vanongeval, L., Coppens, G. & Geypens, M. (1998). Wetenschappelijk rapport hoofdstuk 'vermesting' in MIRA T 1998.

Vandepoel, G. (2006). Koeien binnen of buiten: bedrijfseconomische aspecten. In: Beweiding: (g)razend actueel! Studiedagen voor melkveehouders, mei 2006, Vlaamse overheid, Departement Landbouw en Visserij, Afdeling Duurzame Landbouwwontwikkeling en Boerenbond, Beroepswerking.

Verbruggen, I., (2001). Milieutechnische en voedingstechnische aspecten. In: Carlier, L., Duurzame melkveehouderij Meetjesland, DFE-Merelbeke, 47 p.

Verbruggen, I., Nevens, F., Reheul, D. & Hofman, G. (2004). Stikstofgebruik en – efficiëntie in de Vlaamse melkveehouderij. Steunpunt Duurzame Landbouw, publicatie 6, 58 p.

Afkortingen

A	Aanpassingsfactor
CLE	Centrum voor Landbouweconomie
CVB	Centraal Veevoederbureau
DS	Droge stof
GAD	Gemiddeld aanwezige dieren
GVE	Grootvee-eenheid
ILVO	Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek
MAP	Mestactieplan
N	Stikstof
P	Fosfor
P ₂ O ₅	Difosforpentoxide
SEPALE	Systeem ter Evaluatie van de Politiek aangaande Landbouw en LEefmilieu