



Hoe efficiënt worden de mineralen benut in 'Koeien & Kansen'?





Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 – 238 238
Fax 0320 – 238 050
E-mail : koeienenkansen.po.asg@wur.nl
Internet <http://www.koeienenkansen.nl>

Redactie

Koeien & Kansen

© Animal Sciences Group

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

Bestellen

ISSN 0169-3689
Eerste druk 2005/oplage 100
Prijs € 20,-

De rapporten zijn op de website te bekijken en te downloaden

'Koeien & Kansen'

is een samenwerkingsproject van 17 melkveehouders, Praktijkonderzoek, PRI, LEI, NMI, CLM en Agrotechnology and Food innovations

Doel is het in de praktijk ontwikkelen, onderzoeken en demonstreren van duurzame melkveehouderij onder uiteenlopende omstandigheden op diverse grondsoorten



Hoe efficiënt worden de mineralen benut in 'Koeien & Kansen'?

J. Oenema & H.F.M. Aarts

Inhoudsopgave

	pagina
Samenvatting	1
1 Inleiding	5
2 Materiaal & methode	7
2.1 Mineralenkringloop	7
2.1.1 Balansen & efficiëntie	7
2.2 De bedrijven.....	8
3 Resultaten	11
3.1 Inleiding	11
3.2 Bedrijf.....	11
3.3 Bedrijfsonderdelen	12
3.3.1 Vee	12
3.3.2 Mest.....	13
3.3.3 Bodem	13
3.3.4 Gewas	15
4 Discussie	17
4.1 Het belang van een kringloop	17
4.2 Verschillen in efficiëntie	19
4.2.1 Efficiëntie afhankelijk van intensiteit	19
4.2.2 Efficiëntie onafhankelijk van intensiteit	20
4.2.3 Conclusie	20
4.3 Variatie in efficiëntie.....	23
4.4 Bodemoverschot, -aanvoer en -efficiëntie in het nieuwe mestbeleid.....	24
Literatuur	27
Bijlage I Kringloop en efficiëntie.....	29
Bijlage II De 'Koeien & Kansen' bedrijven.....	33
Bijlage III Input - output relaties op de 'Koeien & Kansen' bedrijven	37
Bijlage IV Verschillen in efficiëntie.....	57

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de efficiëntie waarmee de mineralen stikstof (N) en fosfor (P) worden benut op de 17 'Koeien & Kansen'-bedrijven gedurende zes jaren (1997/1998 t/m 2003). De bedrijven in 'Koeien & Kansen' hebben zich gecommitteerd aan een versnelde ontwikkeling van een duurzame bedrijfsvoering. Vanaf de start van het project, in 1999, was de belangrijkste doelstelling het versneld voldoen aan de MINAS-eindnormen. Daarom moet de mineralenefficiëntie worden verbeterd. Dit rapport beschrijft de ontwikkeling van en oorzaken van verschillen in efficiëntie.

Een mineralenbalans weegt de aanvoer (input) af ten opzichte van de afvoer (output). Het verschil levert een overschot of verlies op. Op een melkveebedrijf is het mogelijk een mineralenbalans op te stellen voor het gehele bedrijf en per bedrijfsonderdeel, de schakels in de mineralenkringloop. De bedrijfsonderdelen zijn VEE, MEST, BODEM en GEWAS. Het verschil tussen input en output bestaat uit 'verliezen'. Dit overschot is een verzamelaar van alle voorkomende verliestermen. Niet alle 'verliezen' worden als nutteloos beschouwd. Zo zijn de 'verliezen' van bedrijfsonderdeel VEE weer input van bedrijfsonderdeel MEST (excretie in weide en stal). De efficiëntie zegt iets over de benutting van de input (efficiëntie = output/input).

De input op het gehele bedrijf is de hoeveelheid mineralen die aangevoerd wordt met voer en mest en via depositie en N-fixatie (klaver en vlinderbloemigen). De output is de hoeveelheid mineralen die het bedrijf verlaat met melk, vlees, mest en ruwvoer. De gemiddelde input op de bedrijven is afgenomen van 364 kg N/ha in 1997/1998 tot 271 kg N/ha in 2002. Een afname van meer dan 90 kg N/ha, terwijl de gemiddelde output ongeveer gelijk is gebleven (92 kg N/ha). Tussen de jaren varieerde de output tussen 85 kg N/ha in 2000 en 97 kg N/ha in 2001. Het gemiddelde overschot (input – output) nam af van 272 kg N/ha in 1997/1998 tot 179 kg N/ha in 2002. Het laatste jaar is het overschot toegenomen met 30 kg N/ha, door een hogere input. De gemiddelde efficiëntie op bedrijfsniveau (output/input) is toegenomen van 25% in 1997/1998 tot 34% in 2002. In 2003 is de efficiëntie licht gedaald naar 31%. In tegenstelling tot N is de input van P minder geleidelijk afgenomen. In 1997/1998 bedroeg de input 36 kg P/ha en in 1999 48 kg P/ha. De reden van deze hoge input in 1999 is toe te schrijven aan de aanvoer van fosfaatrijk zuiveringsslib door één bedrijf. In 2000 is de gemiddelde input gedaald tot 24 kg P/ha en op dit niveau is de input ongeveer ook gebleven in de jaren 2001 en 2002. In 2003 constateren we een lichte stijging. De gemiddelde output is in de loop der jaren ongeveer gelijk gebleven op een niveau van 15 tot 18 kg P/ha. De ontwikkeling van het gemiddelde overschot is hierdoor vergelijkbaar met die van de input: een hoger overschot in 1999 (30 kg P/ha) en daarna een sterke daling in 2000 (8 kg P/ha) en weer een lichte stijging in 2003 (12 kg P/ha). De gemiddelde efficiëntie bedroeg in de uitgangssituatie 46%, stijgt vervolgens naar 64% in 2000 en daalt weer tot 58% in 2003.

De veestapel neemt mineralen op via krachtvoer en ruwvoer (kuilvoer, weidegras en aangekocht ruwvoer). Het verschil tussen de opname met voer (input), en de vastlegging in melk en vlees (output) is de excretie in stal en weide (input – output). Samen vormen deze posten de balans van bedrijfsonderdeel VEE. De gemiddelde input van de veestapel is geleidelijk aan afgenomen van 415 kg N/ha in 1997/1998 tot 383 kg N/ha in 2003. In diezelfde periode blijft de output ongeveer gelijk (92 kg N/ha). Dit leidt ertoe dat het verschil tussen input en output is afgenomen, en wel van 323 kg N/ha in 1997/1998 tot 289 kg N/ha in 2003. De efficiëntie van het vee, de omzetting van voer en in melk en vlees, is gemiddeld gestegen van 22% in 1997/1998 tot 24% in 2002. Vergeleken met N is de input van P niet afgenomen. Zowel in 1997/1998 als in 2003 bedroeg de input 59 kg P/ha. Ook de gemiddelde output is in loop der jaren vrij constant gebleven op een niveau van 15-18 kg P/ha. Bovenstaande ontwikkelingen hebben als gevolg dat het gemiddelde overschot ook constant bleef, rond de 43 kg P/ha. De gemiddelde efficiëntie bedroeg in de uitgangssituatie 28% en steeg ondanks de minimale verschillen in input en output tussen de jaren naar 29% in 2003. Dit komt onder andere doordat de laatste jaren de output nét iets toenam en de input gemiddeld nét iets afnam, wat gunstig uitviel voor de efficiëntie. Omdat de N-excretie veel sterker is gedaald dan de P-excretie is de verhouding N/P in de mest gedaald.

De excretie in stal en weide bij bedrijfsonderdeel VEE (input – output) is onderdeel van de input bij de mineralenbalans van bedrijfsonderdeel MEST. De output is de hoeveelheid mineralen uit de mest die daadwerkelijk aan de bodem wordt toegediend. Voor fosfor geldt dat de input gelijk is aan de output.

Het verschil tussen input en output bij stikstof zijn de verliezen in de vorm van ammoniak in de stal, in de weide, tijdens opslag en bij het uitrijden van de organische mest. De gemiddelde input neemt geleidelijk af van 336 kg N/ha in 1997/1998 tot 296 kg N/ha in 2003. Ook de output vertoont hetzelfde beeld: van 270 kg N/ha in 1997/1998 tot 254 kg N/ha in 2003. De verliezen aan stikstof door vervluchtiging van ammoniak (input – output) zijn afgenomen van 66 kg N/ha in 1997/1998 tot 42 kg N/ha in 2003. De efficiëntie nam daardoor toe van 80% in 1997/1998 tot 86% in 2003.

Bij het opstellen van de balans voor bedrijfsonderdeel BODEM worden de mineralenstromen die door het oppervlak de bodem intreden beschouwd als input, en de afvoer van N en P in het bruto-gewasproduct als output. Hierbij worden alle op de bodem gedeponeerde meststoffen, ook weidemest, als input aangemerkt. De bij toediening (weidemest en uitgereden mest) vervluchtigde ammoniak wordt niet meegeteld. Ook de input van stikstof via N-fixatie (klaver), depositie en de voederderverliezen (beweidings- en oogstverliezen) worden meegenomen. Het verschil (input – output) in de totale mineralentoevoer naar de bodem en de vastlegging van mineralen in brutogewas is de bron voor uitspoeling, ophoping en denitrificatie (alleen bij N). Gemiddeld is de input 92 kg N/ha afgenomen, van 510 kg N/ha in 1997/1998 tot 408 kg N/ha in 2003. Ook de output is tot 2002 geleidelijker aan afgenomen van 309 kg N/ha in 1997/1998 tot 282 kg N/ha. Een afname van 27 kg N/ha over vijf jaar. Ongeveer dezelfde afname werd in 2003 in één jaar gerealiseerd (van 282 tot 248 kg N/ha). Deze patronen van input en output leiden er toe dat de efficiëntie van de bodem, de omzetting van meststoffen, depositie en netto- voederderverliezen in bruto-gewas, tot 2002 stijgt van 61 tot 68% en vervolgens weer daalt tot 61% in 2003.

Net als bij N is de P-input afgenomen. Van 54 kg P/ha in 1997/1998 tot 45 kg P/ha in 2000. Vanaf 2000 daalt de input minder snel, tot 43 kg P/ha in 2003. De output is tot 2002 nagenoeg gelijk gebleven, rond de 41 kg P/ha, om vervolgens in 2003 te dalen tot 35 kg P/ha. Deze daling is vergelijkbaar met die van N (zie Tabel 3.6). Het gevolg is een toename van de efficiëntie tot 2002 (van 73% in 1997/1998 tot 91% in 2002). De lage output in 2003 zorgt ervoor dat de efficiëntie weer daalt (tot 80%).

Voordat het bruto-gewas (output bij bedrijfsonderdeel BODEM) de bek van het dier bereikt gaat nog het een en ander verloren. Tijdens het maaien, oogsten en conserveren en tijdens het grazen treden verliezen op. Het verschil tussen de mineralen in bruto-gewas (input) en de hoeveelheid mineralen in opgenomen ruwvoer door dieren (output) geeft weer hoe groot de verliezen zijn. Dit zijn de balansposten van bedrijfsonderdeel GEWAS. De gemiddelde input is afgenomen van 335 kg N/ha in 1997/1998 tot 290 kg N/ha in 2003. Dat de input van bedrijfsonderdeel GEWAS niet gelijk is aan de output van bedrijfsonderdeel BODEM komt doordat de input gecorrigeerd is voor aan- en afvoer van ruwvoer en door voorraadverschillen. Net als de input is de output ook afgenomen en wel van 290 kg N/ha in 1997/1998 tot 257 kg N/ha in 2003. Het verschil tussen input en output (de gewasverliezen) zijn afgenomen van 45 kg N/ha in 1997/1998 tot 33 kg N/ha in 2003. Relatief zijn de verschillen ongeveer gelijk gebleven (efficiëntie) op een hoogte van rond de 12-13%. De verliezen worden berekend en gaan gepaard met nogal wat aannames. In de uitgangssituatie zijn de balansen voor het bedrijfsdeel GEWAS in kaart gebracht. De daarop volgende jaren zijn dezelfde aannames gebruikt, wat onder andere heeft geleid tot gelijke gewasverliezen in de verschillende jaren.

In vergelijking met N is de input van P nagenoeg niet afgenomen. Van 43 kg P/ha in 1997/1998 tot 42 kg P/ha in 2003. Hetzelfde geldt voor de output, welke op een niveau is gebleven van 41 kg P/ha. Het verschil tussen input en output is daardoor in al die jaren ongeveer gelijk gebleven, zo ook de efficiëntie (gemiddeld 93%).

De mineralenkringloop levert kennis op van wat er 'mis' gaat op het bedrijf, en waar dat plaatsvindt. De balansen van de vier bedrijfsonderdelen op een melkveebedrijf (VEE, MEST, BODEM en GEWAS) geven een beeld van de benutting van mineralen. Voor het in kaart brengen van een mineralenkringloop is veel informatie nodig. Ook zijn er onzekerheden over enkele mineralenstromen, vooral bij de bedrijfsonderdelen MEST en GEWAS. Het voordeel van de mineralenkringloop is wel dat een kringloop sluitend dient te zijn. Het maken van 'fouten' of verkeerde aannames in de schakels van de kringloop worden 'goed gemaakt' door deze toe te kennen aan andere schakels. Het totaalbeeld blijft op deze manier intact.

De verschillen in efficiëntie tussen bedrijven maar ook tussen de jaren zijn groot. Verschillen in N-efficiëntie hangen samen met de intensiteit:

- de efficiëntie van het bedrijf neemt toe met de intensiteit;
- de efficiëntie van de veestapel neemt toe met de intensiteit;
- de efficiëntie van de bodem neemt af met de intensiteit.

Conclusie: de toename van de efficiëntie van het bedrijf, bij een hogere intensiteit, is het gevolg van de winst die geboekt wordt bij de veestapel.

Brengen we de efficiëntie van de veestapel en de efficiëntie van de bodem in verband met de bedrijfs-efficiëntie, dus *onafhankelijk* van de intensiteit, dan heeft de efficiëntie van de bodem een groot aandeel in de toename van de bedrijfsefficiëntie.

Al met al is de conclusie dat, indien we verschillen in efficiëntie tussen bedrijven willen verklaren, het veel uitmaakt op welke manier dit wordt gedaan. Een verschil in efficiëntie afhankelijk van de intensiteit of een verschil in efficiëntie van het bedrijf onafhankelijk van de intensiteit. Het is dus erg belangrijk wanneer bedrijven met elkaar vergeleken worden eerst na te gaan *waarom* en vervolgens *hoe* dit aan te pakken. Belangrijkste voorwaarde om überhaupt bedrijven met elkaar te mogen vergelijken is kennis te hebben van het gehele bedrijfssysteem.

Ter beperking van de stikstofemissie naar het oppervlakte- en grondwater heeft de EU in de Nitraatrichtlijn bovengrenzen voor het mestgebruik vastgelegd. Deze beogen een maximale belasting van het oppervlakte- en grondwater. Bedrijfsindicatoren geven aan of deze maximale belasting niet overschreden wordt. Eén van de indicatoren is het jaarlijkse N-overschot op de bedrijfsbodembalans, met een drempelwaarde van 125 kg N/ha. Naarmate de N-input naar de bodem groter wordt moet de efficiëntie van de bodem flink toenemen, wil een bedrijf de drempelwaarde voor N-overschot op de bodem realiseren. Naarmate de N-input hoger wordt hebben de 'Koeien & Kansen' bedrijven gemiddeld meer moeite te voldoen aan de drempelwaarde voor het N-bodemoverschot.

In het nieuwe mestbeleid zorgen de gebruiksnormen ervoor dat de maximale gemiddelde bedrijfs-aanvoer van meststoffen naar de bodem aan banden wordt gelegd, om zodoende te voldoen aan de richtlijnen voor waterkwaliteit. Met een aanvraag van een derogatie bedraagt de aanvoer van meststoffen naar de bodem op een bedrijf op zandgrond met 70% grasland en beweiden in 2009 gemiddeld 365 kg N/ha (zowel de werkzame als organisch gebonden N). Deze gebruiksnorm blijkt overeen te komen met de in 'Koeien & Kansen' gevonden drempelwaarde voor het N-overschot op de bodem (125 kg N/ha), waarbij de richtlijn voor gewenste waterkwaliteit wordt gerealiseerd. Bij de geldende N-input bedraagt de N-efficiëntie van de bodem 70%.

Koeien & Kansen – Hoe efficiënt worden de mineralen benut?

1 Inleiding

Het voortbrengen van landbouwproducten heeft te maken met natuurlijke processen: gewasgroei met behulp van o.a. zonlicht, voedingsstoffen en water, en dierlijke productie door omzetting van voer en water in melk, vlees, enz. Het bijzondere van de landbouw is dat deze omzettingsprocessen doelgericht worden aangestuurd door een ondernemer. Hij combineert inputs (kunstmest, werktuigen, arbeid, voer, land, enz) in een bepaalde onderlinge verhouding om zo outputs (producten) te verkrijgen.

Dit rapport beschrijft de efficiëntie waarmee de mineralen stikstof (N) en fosfor (P) worden benut op de 17 'Koeien & Kansen'-bedrijven gedurende zes jaren (1997/1998 t/m 2003). De bedrijven in 'Koeien & Kansen' hebben zich gecommitteerd aan een versnelde ontwikkeling van een duurzame bedrijfsvoering. Vanaf de start van het project, in 1999, was de belangrijkste doelstelling het versneld voldoen aan de MINAS-eindnormen. Daarom moet de mineralenefficiëntie worden verbeterd. Dit rapport beschrijft de ontwikkeling van en oorzaken van verschillen in efficiëntie.

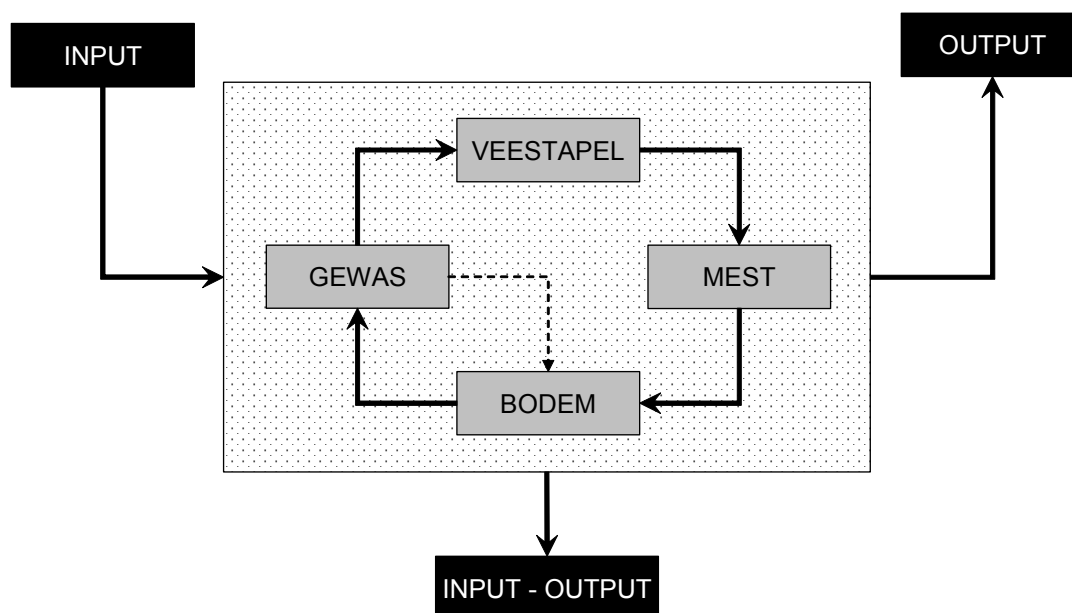
Hoofdstuk 2 gaat in op de aanpak van dit onderzoek. De resultaten worden besproken in hoofdstuk 3: de mineralenefficiëntie van het bedrijf en van de verschillende bedrijfsonderdelen. Hoofdstuk 4 omvat een analyse van de resultaten.

Koeien & Kansen – Hoe efficiënt worden de mineralen benut?

2 Materiaal & methode

2.1 Mineralenkringloop

Input is nodig om output te verkrijgen. Dit principe is toepasbaar op elk systeem, dus ook op de melkveehouderij. De mineralenkringloop laat zien hoe input en output met elkaar in verband staan (Figuur 2.1). Een volledige stikstofkringloop op een melkveehouderijbedrijf is weergegeven in Bijlage I. Het verschil tussen input en output is het niet gebruikte deel (input – output). In een landbouwsysteem is het onmogelijk om alle gebruikte input voor 100% te benutten. Binnen een melkveebedrijf vinden allerlei processen plaats die de input direct of indirect omzetten in output. Zo produceert het vee mest. Die mest wordt verspreid over het land en zorgt voor extra voedingsstoffen voor de bodem. De bodem levert gewassen, die als voer voor het vee dienen. Het vee produceert dan weer mest, enzovoort. Elk proces levert een hoeveelheid output op uit een toegediende input. Bovengenoemde processen worden onderverdeeld in vier bedrijfsonderdelen, namelijk VEE, MEST, BODEM en GEWAS. Deze bedrijfsonderdelen zijn de schakels in de mineralenkringloop van een melkveebedrijf. De mineralenbalans van een schakel maakt zichtbaar hoe (in)efficiënt mineralen in dat bedrijfsonderdeel worden benut en legt daarmee de zwakste plekken in het gehele bedrijfssysteem bloot.



Figuur 2.1 Simplistische weergave van input- en outputrelaties op een melkveehouderijbedrijf. De pijlen wijzen de richting aan van input en output. De onderbroken lijn van GEWAS naar BODEM geeft de verliezen aan die optreden tijdens beweiden, maaien en oogsten

2.1.1 Balansen & efficiëntie

Een mineralenbalans weegt de aanvoer (input) af ten opzichte van de afvoer (output). Het verschil levert een overschot of verlies op. Op een melkveebedrijf is het mogelijk een mineralenbalans op te stellen voor het gehele bedrijf en per bedrijfsonderdeel, de schakels in de mineralenkringloop. Het verschil tussen input en output bestaat uit de 'verliezen'. Dit overschot is een verzamelnaam van alle voorkomende verliestermen. De efficiëntie zegt iets over de benutting van de input, en is als volgt te omschrijven:

$$\text{efficiëntie} = \text{output} / \text{input}$$

De balansposten die voorkomen op de bedrijfsbalans zijn weergegeven in Tabel 2.1. De efficiëntie van het bedrijf is het percentage van de input aan mineralen naar het bedrijf (in voer en meststoffen) dat het bedrijf weer verlaat als melk en vlees.

Tabel 2.1 De bedrijfsbalans in de melkveehouderij

BEDRIJFSBALANS	
INPUT ¹	krachtvoer ruwvoer kunstmest organische mest klaver depositie
OUTPUT ²	melk vee
INPUT – OUTPUT	‘verliezen’ van het bedrijf: ammoniakvervluchtiging denitrificatie (alleen voor N) ophoping uitspoeling
OUTPUT / INPUT	efficiëntie van het bedrijf

¹ Input betreft de ‘netto-input’. De balanst termen zijn gecorrigeerd voor afvoer en voor voorraadwijzigingen

² Output betreft de ‘netto-output’. De balanst termen zijn gecorrigeerd voor aanvoer en voorraadwijzigingen

De bedrijfsonderdelen VEE, MEST, BODEM en GEWAS beschikken elk over een eigen input en output (Figuur I.1; Bijlage I). Het verschil tussen input en output bestaat uit de ‘verliezen’ per component. Niet alle ‘verliezen’ worden als nutteloos beschouwd. Zo zijn de ‘verliezen’ van de component VEE weer input van de component MEST (excretie in weide en stal). De efficiëntie per bedrijfsonderdeel (output/input) geeft aan wat de benutting van mineralen is geweest in dit proces:

efficiëntie vee = omzetting van voer in melk en vlees
 efficiëntie mest = omzetting van de excretie (faeces + urine) in benutbare meststof
 efficiëntie bodem = omzetting van meststoffen (drijfmest, weidemest en kunstmest), N-fixatie (klaver), depositie en netto-voederverliezen (beweidings- en oogstverliezen in brutogewas)
 efficiëntie gewas = omzetting van bruto-gewas in benutbaar voer

De exacte berekening per efficiëntie is in Bijlage I opgenomen. Het verzamelen en kwantificeren van de mineralenkringloop in ‘Koeien & Kansen’ is beschreven in Oenema *et al.* (2000).

2.2 De bedrijven

Waarnemingen van praktijkbedrijven, de 17 bedrijven van het project ‘Koeien & Kansen’, vormen de basis van dit rapport. In Figuur II.1 (Bijlage II) is een overzicht gegeven van de deelnemers en de ligging van de bedrijven over Nederland. Samen vertegenwoordigt deze groep een doorsnee van de Nederlandse vooruitstrevende melkveehouderij. De deelnemende bedrijven liggen verspreid over heel Nederland en vertonen onderling grote verschillen wat betreft schaal, intensiteit, grondsoort en bedrijfsvoering. Klei, veen, zand, löss, intensief, extensief zijn in het project vertegenwoordigd.

In Tabel 2.2 zijn per bedrijf enkele bedrijfskenmerken (arealen grasland en bouwland, en productie-intensiteit) weergegeven van de situatie bij de start van het project (1997/1998) en van de situatie in 2003. Een overzicht van die bedrijfskenmerken voor alle jaren (1997 t/m 2003) is weergegeven in Tabel II.1 (Bijlage II). De tabel laat zien dat, gemiddeld over alle bedrijven, de verhouding grasland/bouwland ongeveer gelijk is gebleven in deze periode; deze schommelt rond de 3:1 (lees voor bouwland voornamelijk maïs). Gemiddeld is de intensiteit op de bedrijven iets toegenomen van 14.900 kg melk/ha in de uitgangssituatie tot 15.300 kg melk/ha in 2003. De variatie in de arealen en intensiteit tussen bedrijven is echter groot (Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Arealen (ha) grasland en bouwland, en productie-intensiteit (melkquotum in kg/ha) voor alle 'Koeien & Kansen' bedrijven; uitgangssituatie (1997/1998) en 2003

	1997/1998			2003		
	grasland (ha)	bouwland (ha)	quotum/ha (kg)	grasland (ha)	bouwland (ha)	quotum/ha (kg)
Post	24,2	9,2	12204	27,3	12,0	18562
Kuks	32,0	18,9	10123	38,3	11,9	13828
Bomers	26,6	22,0	12935	44,1	16,8	11559
Eggink	21,9	11,4	13383	34,8	8,3	12006
Menkveld & Wijnbergen	37,5	9,6	15466	59,7	14,1	12209
De Kleijne	15,0	13,5	19824	20,9	17,8	15762
Pijnenborg - Van Kempen	19,7	6,5	20990	24,7	15,2	17549
Schepens	15,3	11,2	16662	17,1	9,1	19935
Van Laarhoven	27,0	4,8	15600	41,9	11,8	10990
Hoefmans	22,4	13,2	15348	24,3	19,3	16359
Van Hoven	29,8	11,8	15605	33,8	22,2	15438
Sikkenga - Bleker	47,4	6,6	9990	67,9	9,5	16141
Miedema	36,0	4,0	11819	48,1	11,6	13945
Dekker	28,1	11,0	23657	29,7	14,3	25000
Van Wijk	31,5	2,4	16844	34,0	7,8	18028
Boekel	67,0	5,0	10742	64,2	5,0	7086
De Vries	36,5	0,0	12132	39,9	0,0	15108
Gemiddeld	30	9	14901	38	12	15265

Koeien & Kansen – Hoe efficiënt worden de mineralen benut?

3 Resultaten

3.1 Inleiding

De input-output-relaties worden eerst voor het bedrijf-als-geheel besproken (paragraaf 3.2) en vervolgens per bedrijfsonderdeel (paragraaf 3.3). De resultaten hebben betrekking op zes jaren: de uitgangssituatie in 1997/1998 en de 'projectjaren' 1999 t/m 2003, en worden zowel in de hoofdtekst (samengevat) als in Bijlage III (volledig) gepresenteerd. Daarbij is een vaste volgorde van de bedrijven aangehouden. De bedrijven zijn gerangschikt per grondsoort. De eerste 10 zijn bedrijven op zandgrond (van bedrijf Post t/m bedrijf Hoefmans). Vervolgens 1 bedrijf op löss (Van Hoven), daarna 3 bedrijven op kleigrond (Sikkenga & Bleker, Miedema, Dekker en Van Wijk) en tenslotte 2 bedrijven op veengrond (Boekel en De Vries).

3.2 Bedrijf

De gemiddelde ontwikkeling van input en output en de onderlinge relaties voor stikstof op de 'Koeien & Kansen' bedrijven zijn weergegeven in Tabel 3.1. Per bedrijf zijn de ontwikkelingen van input en output weergegeven in Tabel III.1 in Bijlage III. De gemiddelde input op de bedrijven is afgenomen van 364 kg N/ha in 1997/1998 tot 271 kg N/ha in 2002. Een afname van meer dan 90 kg N/ha, terwijl de gemiddelde output ongeveer gelijk is gebleven (92 kg N/ha). Tussen de jaren varieerde de output tussen 85 kg N/ha in 2000 en 97 kg N/ha in 2001. Het gemiddelde overschot (input – output) nam af van 272 kg N/ha in 1997/1998 tot 179 kg N/ha in 2002. Het laatste jaar is het overschot toegenomen met bijna 30 kg N/ha, door een hogere input. De gemiddelde efficiëntie op bedrijfsniveau (output/input) is toegenomen van 25% in 1997/1998 tot 34% in 2002. In 2003 is de efficiëntie licht gedaald naar 31%.

Tabel 3.1 Gemiddelde relaties tussen stikstof-input en -output (kg/ha) op bedrijfsniveau voor zes jaren

	1997/1998	1999	2000	2001	2002	2003
Input	364	346	291	285	271	299
Output	92	96	85	97	92	94
Input – output	272	250	206	188	179	206
Efficiëntie (%)	25	28	29	34	34	31

De resultaten voor fosfor, met de gemiddelde ontwikkeling van input en output en hun onderlinge relaties, zijn weergegeven in Tabel 3.2. In Tabel III.2 (Bijlage III) zijn per bedrijf de resultaten weergegeven. In tegenstelling tot N is de input van P minder geleidelijk afgenomen. In 1997/1998 bedroeg de input 36 kg P/ha en in 1999 48 kg P/ha. De reden van deze hoge input in 1999 is toe te schrijven aan de aanvoer van fosfaatrijk zuiveringsslib door één bedrijf (Oenema & Aarts, 2005). In 2000 is de gemiddelde input gedaald tot 24 kg P/ha en op dit niveau is de input ongeveer ook gebleven in de jaren 2001 en 2002. In 2003 constateren we een lichte stijging. De gemiddelde output is in de loop der jaren ongeveer gelijk gebleven op een niveau van 15 tot 18 kg P/ha. De ontwikkeling van het gemiddelde overschot is hierdoor vergelijkbaar met die van de input: een hoger overschot in 1999 (30 kg P/ha) en daarna een sterke daling in 2000 (8 kg P/ha) en weer een lichte stijging in 2003 (12 kg P/ha). De gemiddelde efficiëntie bedroeg in de uitgangssituatie 46%, stijgt vervolgens naar 64% in 2000 en daalt weer tot 58% in 2003.

Tabel 3.2 Gemiddelde relaties tussen fosfor-input en -output (kg/ha) op bedrijfsniveau voor zes jaren

	1997/1998	1999	2000	2001	2002	2003
Input	36	48	24	27	26	29
Output	17	18	15	18	17	17
Input – output	19	30	8	9	9	12
Efficiëntie (%)	46	37	64	67	67	58

3.3 Bedrijfsonderdelen

3.3.1 Vee

De veestapel neemt mineralen op via krachtvoer en ruwvoer (kuilvoer, weidegras en aangekocht ruwvoer). Het verschil tussen de opname met voer (input), en de vastlegging in melk en vlees (output) is de excretie in stal en weide (input – output). Samen vormen deze posten de balans van bedrijfs-onderdeel VEE.

De gemiddelde ontwikkeling van de input en de output en hun onderlinge relaties voor stikstof op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor bedrijfsonderdeel VEE zijn weergegeven in Tabel 3.3. Per bedrijf zijn de ontwikkelingen van de input en output weergegeven in Tabel III.3 in Bijlage III. De gemiddelde input van de veestapel is geleidelijk aan afgenomen van 415 kg N/ha in 1997/1998 tot 383 kg N/ha in 2003. In diezelfde periode blijft de output ongeveer gelijk (92 kg N/ha). Dit leidt ertoe dat het verschil tussen input en output is afgenomen, en wel van 323 kg N/ha in 1997/1998 tot 289 kg N/ha in 2003. De efficiëntie van het vee, de omzetting van voer en in melk en vlees, is gemiddeld gestegen van 22% in 1997/1998 tot 24% in 2002.

Tabel 3.3 Relaties tussen stikstof-input en -output (kg/ha) voor bedrijfsonderdeel VEE voor zes jaren

	1997/1998	1999	2000	2001	2002	2003
Input	415	418	391	408	375	383
Output	92	96	85	97	92	94
Input – output	323	322	306	311	283	289
Efficiëntie (%)	22	23	22	24	24	24

De gemiddelde resultaten voor fosfor zijn weergegeven in Tabel 3.4. In Tabel III.4 (Bijlage III) zijn per bedrijf de resultaten weergegeven. Vergeleken met N is de input van P niet afgenomen. Zowel in 1997/1998 als in 2003 bedroeg de input 59 kg P/ha. Ook de gemiddelde output is in loop der jaren vrij constant gebleven op een niveau van 15-18 kg P/ha. Bovenstaande ontwikkelingen hebben als gevolg dat het gemiddelde overschot ook constant bleef, rond de 43 kg P/ha. De gemiddelde efficiëntie bedroeg in de uitgangssituatie 28% en steeg ondanks de minimale verschillen in input en output tussen de jaren naar 29% in 2003. Dit komt onder andere doordat de laatste jaren de output nét iets toenam en de input gemiddeld nét iets af nam, wat gunstig uitviel voor de efficiëntie. Omdat de N-excretie veel sterker is gedaald dan de P-excretie is de verhouding N/P in de mest gedaald.

Tabel 3.4 Relaties tussen fosfor-input en -output (kg/ha) voor bedrijfsonderdeel VEE voor zes jaren

	1997/1998	1999	2000	2001	2002	2003
Input	59	63	58	62	58	59
Output	17	17	15	18	17	17
Input – output	43	46	43	44	42	42
Efficiëntie (%)	28	28	26	29	29	29

3.3.2 Mest

De excretie in stal en weide bij bedrijfsonderdeel VEE (input – output) is de input bij de mineralenbalans van bedrijfsonderdeel MEST. De output is de hoeveelheid mineralen uit de mest die daadwerkelijk aan de bodem wordt toegediend. Voor fosfor geldt dat de input gelijk is aan de output. Het verschil tussen input en output bij stikstof zijn de verliezen in de vorm van ammoniak in de stal, in de weide, tijdens opslag en bij het uitrijden van de organische mest. Smits *et al.* (2000) hebben voor de bedrijven de NH₃-verliezen berekend van de uitgangssituatie van 1997/1998. In de vervolgstudie wordt gerekend over de periode tot en met 2003 (Smits *et al.*; in prep.). De resultaten van de laatste studie zijn gebruikt in dit rapport. Daarnaast zijn op de bedrijven voor één korte periode van 1 week metingen verricht van de NH₃-emmissie uit de melkveestallen (Huis in't veld *et al.*, 2003). De verliezen op deze bedrijven tijdens het uitrijden van mest en tijdens de beweiding zijn nog nauwelijks gemeten.

De gemiddelde resultaten van de relaties tussen stikstof-input en -output zijn weergegeven in Tabel 3.5 voor zes jaren. Per bedrijf zijn de resultaten weergegeven in Tabel III.5 in Bijlage III. De gemiddelde input neemt geleidelijk aan af van 336 kg N/ha in 1997/1998 tot 296 kg N/ha in 2003. Ook de output vertoont hetzelfde beeld: van 270 kg N/ha in 1997/1998 tot 254 kg N/ha in 2003. De verliezen aan stikstof door vervluchtiging van ammoniak (input – output) zijn afgenomen van 66 kg N/ha in 1997/1998 tot 42 kg N/ha in 2003. De efficiëntie nam daardoor toe van 80% in 1997/1998 tot 86% in 2003.

Tabel 3.5 Relaties tussen stikstof-input en -output (kg/ha) voor bedrijfsonderdeel MEST voor zes jaren

	1997/1998	1999	2000	2001	2002	2003
Input	336	332	310	319	293	296
Output	270	273	262	273	249	254
Input – output	66	59	47	46	43	42
Efficiëntie (%)	80	82	85	86	85	86

3.3.3 Bodem

Bij het opstellen van de balans voor bedrijfsonderdeel BODEM worden de mineralenstromen die door het oppervlak de bodem intreden beschouwd als input, en de afvoer van N en P in het bruto-gewasproduct als output. Hierbij worden alle op de bodem gedeponeerde meststoffen, ook weidemest, als input aangemerkt. De bij toediening (weidemest en uitgereden mest) vervluchtigde ammoniak wordt niet meegeteld. Ook de input van stikstof via N-fixatie (klaver), depositie en de voerderverliezen (beweidings- en oogstverliezen) worden meegenomen. Het verschil (input – output) in de totale

mineralentoevoer naar de bodem en de vastlegging van mineralen in brutogewas is de bron voor uitspoeling, ophoping en denitrificatie (alleen bij N).

Tabel 3.6 geeft een overzicht van de gemiddelde resultaten van bedrijfsonderdeel BODEM voor stikstof op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren. Voor een overzicht van de resultaten per bedrijf, zie Tabel III.6 (Bijlage III). Gemiddeld is de input 92 kg N/ha afgenomen, van 510 kg N/ha in 1997/1998 tot 408 kg N/ha in 2003. Ook de output is tot 2002 geleidelijker aan afgenomen van 309 kg N/ha in 1997/1998 tot 282 kg N/ha. Een afname van 27 kg N/ha over vijf jaar. Ongeveer dezelfde afname werd in 2003 in één jaar gerealiseerd (van 282 tot 248 kg N/ha). Deze patronen van input en output leiden er toe dat de efficiëntie van de bodem, de omzetting van meststoffen, depositie en netto-voederverliezen in bruto-gewas, tot 2002 stijgt van 61 tot 68% en vervolgens weer daalt tot 61% in 2003.

Tabel 3.6 Relaties tussen stikstof-input en -output (kg/ha) voor bedrijfsonderdeel BODEM voor zes jaren

	1997/1998	1999	2000	2001	2002	2003
Input	510	490	450	424	413	408
Output	309	301	300	287	282	248
Input - output	201	190	150	137	131	160
Efficiëntie (%)	61	61	67	68	68	61

Tabel 3.7 geeft een overzicht van de gemiddelde resultaten voor P voor zes jaren. Voor een overzicht van de resultaten per bedrijf, zie Tabel III.7 (Bijlage III). Net als bij N is de P-input afgenomen. Van 54 kg P/ha in 1997/1998 tot 45 kg P/ha in 2000. Vanaf 2000 daalt de input minder snel, tot 43 kg P/ha in 2003. Voor de verklaring van de hoge input van P in 1999, zie paragraaf 3.2. De output is tot 2002 nagenoeg gelijk gebleven, rond de 41 kg P/ha, om vervolgens in 2003 te dalen tot 35 kg P/ha. Deze daling is vergelijkbaar met die van N (zie Tabel 3.6). Het gevolg is een toename van de efficiëntie tot 2002 (van 73% in 1997/1998 tot 91% in 2002). De lage output in 2003 zorgt ervoor dat de efficiëntie weer daalt (tot 80%).

Tabel 3.7 Relaties tussen fosfor-input en -output (kg/ha) voor bedrijfsonderdeel BODEM voor zes jaren

	1997/1998	1999	2000	2001	2002	2003
Input	54	74	45	46	45	43
Output	39	41	42	42	41	35
Input - output	15	33	3	5	4	9
Efficiëntie (%)	73	56	93	90	91	80

3.3.4 Gewas

Voordat het bruto-gewas (output bij bedrijfsonderdeel BODEM) de bek van het dier bereikt gaat nog het een en ander verloren. Tijdens het maaien, oogsten en conserveren en tijdens het grazen treden verliezen op (Oenema *et al.*, 2000). Het verschil tussen de mineralen in bruto-gewas (input) en de hoeveelheid mineralen in opgenomen ruwvoer (output) geeft weer hoe groot de verliezen zijn. Dit zijn de balansposten van bedrijfsonderdeel GEWAS.

Tabel 3.8 geeft een overzicht van de gemiddelde resultaten van N voor bedrijfsonderdeel GEWAS voor zes jaren. Voor een overzicht van de resultaten per bedrijf, zie Tabel III.8 (Bijlage III). De gemiddelde input is afgenomen van 335 kg N/ha in 1997/1998 tot 290 kg N/ha in 2003. Dat de input van bedrijfsonderdeel GEWAS niet gelijk is aan de output van bedrijfsonderdeel BODEM komt doordat de input gecorrigeerd is voor aan- en afvoer van ruwvoer en door voorraadverschillen. Net als de input is de output ook afgenomen en wel van 290 kg N/ha in 1997/1998 tot 257 kg N/ha in 2003. Het verschil tussen input en output (de gewasverliezen) zijn afgenomen van 45 kg N/ha in 1997/1998 tot 33 kg N/ha in 2003. Relatief zijn de verschillen ongeveer gelijk gebleven (efficiëntie) op een hoogte van rond de 12-13%. De oorzaak hiervan is vergelijkbaar met die van bedrijfsonderdeel MEST (zie paragraaf 3.3.3). De verliezen worden berekend en gaan gepaard met nogal wat aannames. In de uitgangssituatie zijn de balansen voor het bedrijfsdeel GEWAS in kaart gebracht (Oenema *et al.*, 2000). De daarop volgende jaren zijn dezelfde aannames gebruikt, wat onder andere heeft geleid tot gelijke gewasverliezen in de verschillende jaren.

Tabel 3.8 Relaties tussen stikstof-input en -output (kg/ha) voor bedrijfsonderdeel GEWAS voor zes jaren

	1997/1998	1999	2000	2001	2002	2003
Input	335	340	325	327	303	290
Output	290	297	283	289	265	257
Input - output	45	43	41	38	38	33
Efficiëntie (%)	87	87	87	88	87	89

Tabel 3.9 geeft een overzicht van de gemiddelde resultaten van P voor zes jaren. Voor een overzicht van de resultaten per bedrijf, zie Tabel III.9 (Bijlage III). In vergelijking met N is de input van P nagenoeg niet afgenomen. Van 43 kg P/ha in 1997/1998 tot 42 kg P/ha in 2003. Hetzelfde geldt voor de output, welke op een niveau is gebleven van 41 kg P/ha. Het verschil tussen input en output is daardoor in al die jaren ongeveer gelijk gebleven, zo ook de efficiëntie (gemiddeld 93%).

Tabel 3.9 Relaties tussen fosfor-input en -output (kg/ha) voor bedrijfsonderdeel GEWAS voor zes jaren

	1997/1998	1999	2000	2001	2002	2003
Input	43	47	44	47	43	42
Output	40	43	41	44	40	39
Input - output	3	4	3	3	3	3
Efficiëntie (%)	92	92	93	93	93	94

Koeien & Kansen – Hoe efficiënt worden de mineralen benut?

4 Discussie

4.1 Het belang van een kringloop

In de landbouw is het onmogelijk om productiemiddelen, zoals mineralen, voor 100% te benutten. Er zijn altijd verliezen naar lucht en/of water. De mineralenbalans is niet in evenwicht, er is namelijk een mineralenoverschot. De resultaten in 'Koeien & Kansen' laten zien dat de mineralenoverschotten zijn afgenomen. Door het nemen van maatregelen op een bedrijf zijn de verschillen tussen input en output kleiner geworden. Veel maatregelen om mineralenoverschotten te reduceren zijn getoetst op 'De Marke' (zie b.v. Aarts *et al.*, 2000; De Haan, 2001). Deze kennis is onder andere gebruikt om in 'Koeien & Kansen' per bedrijf een plan te maken om de mineralenoverschotten te verlagen, met behoud van het inkomen (Galama *et al.*, 2000; Koskamp, 2003; Oenema & Aarts, 2002). Door toepassing van deze maatregelen zijn de overschotten afgenomen en is de efficiëntie toegenomen.

Ondanks het nemen van maatregelen blijft de benutting van mineralen op het bedrijf lager dan 100%. De mineralenkringloop levert kennis op van wat er 'mis' gaat op het bedrijf, en waar dat plaatsvindt. De balansen van de vier bedrijfsonderdelen op een melkveebedrijf (VEE, MEST, BODEM en GEWAS) geven een beeld van de benutting van mineralen. In Tabel 4.1 zijn de stikstofefficiëntie van het bedrijf als geheel en van de bedrijfsonderdelen samengevat voor zes jaren.

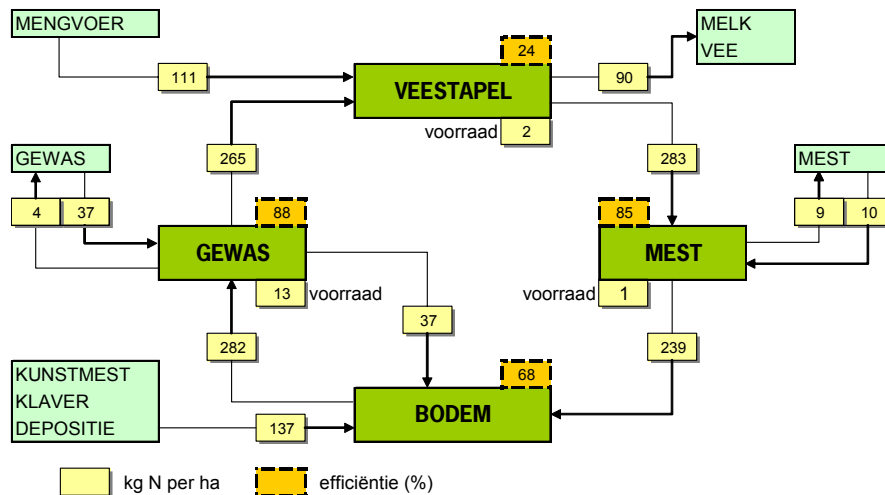
Tabel 4.1 Stikstofefficiëntie van het bedrijf als geheel en van de bedrijfsonderdelen voor zes jaren

	1997/1998	1999	2000	2001	2002	2003
Bedrijf	25	28	29	34	34	31
Vee	22	23	22	24	24	24
Mest	80	82	85	86	85	86
Bodem	61	61	67	68	68	61
Gewas	87	87	87	88	87	89

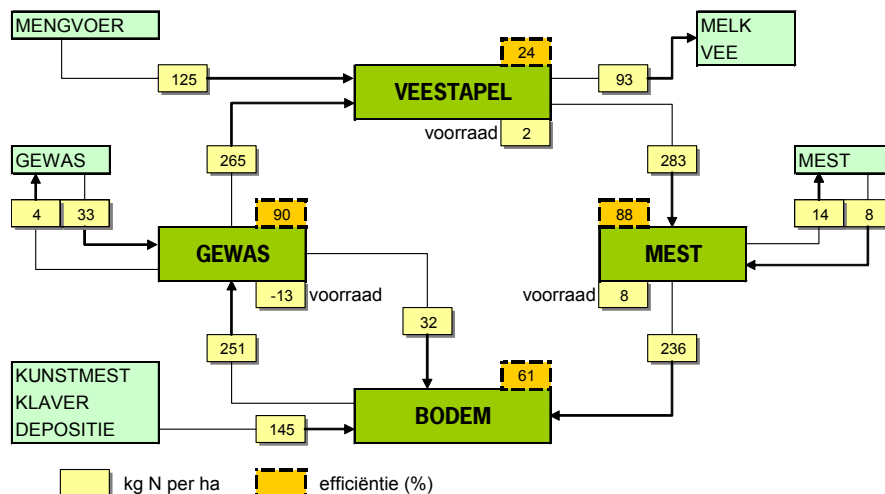
De stikstofefficiëntie van het gehele bedrijf neemt toe tot 2002 van 25% tot 34% om vervolgens in 2003 weer af te nemen tot 31%. De oorzaak van die afname is het weer, waardoor de gewasopbrengsten lager uitvielen. De toename in de bedrijfsefficiëntie tot 2002 is het gevolg van zowel een toename van de efficiëntie van het vee als van de bodem. In 2003 bleef de efficiëntie van het vee gelijk, maar die van de bodem nam af door de lagere gewasopbrengsten. In de Figuren 4.1 en 4.2 zijn de verschillen tussen 2002 en 2003 zichtbaar gemaakt door een eenvoudige weergave van de N-kringloop. Deze verschillen worden hieronder toegelicht.

De hoeveelheid opgenomen N in voer (zowel eigen-geproduceerd als aankoop) en de afgevoerde N in melk en vlees bleef in 2002 en 2003 vrijwel constant en daarmee ook de benutting van bedrijfsonderdeel VEE. Het niet benutte deel van dit bedrijfsonderdeel komt grotendeels weer beschikbaar voor de volgende schakel in de kringloop, het bedrijfsonderdeel MEST, en geldt dan op zijn beurt weer als input voor BODEM. Niet het gehele niet-benutte deel van VEE komt beschikbaar voor BODEM. Een gedeelte vervluchtigt als ammoniak naar de lucht. De efficiëntie van bedrijfsonderdeel MEST nam iets toe van 85% tot 88%. De totale input naar de BODEM (organische mest, kunstmest, klaver, depositie en netto-voederverliezen) is in beide jaren ongeveer gelijk gebleven, maar de output is in 2003 veel lager (282 versus 251 kg N/ha). Een verschil van 31 kg N/ha. Daardoor is de efficiëntie van de BODEM afgenomen van 68% in 2002 tot 61% in 2003. De laatste schakel in de kringloop is GEWAS. De output van de BODEM is de input voor het GEWAS en die output is weer de input van VEE. En zo is de kringloop gesloten. De efficiëntie van het bedrijfsonderdeel GEWAS bleef ongeveer gelijk (89%) als gevolg van de toegepaste rekenmethodiek (zie paragraaf 3.3.4). Uit de figuren blijkt dus waardoor de in Tabel 4.1 waargenomen afname van de efficiëntie van het bedrijf in 2003 is afgenomen: lage

gewasopbrengsten. Die zijn mogelijk het gevolg van de weersomstandigheden in 2003 (Oenema *et al.*, 2005).



Figuur 4.1 Input, output en efficiëntie per bedrijfs onderdeel op het gemiddelde 'Koeien & Kansen' bedrijf in 2002



Figuur 4.2 Input, output en efficiëntie per bedrijfs onderdeel op het gemiddelde 'Koeien & Kansen' bedrijf in 2003

Bovenstaande mineralenkringloop verklaart overzichtelijk waar en hoeveel mineralen binnen een melkveebedrijf worden benut. Voor het in kaart brengen van een mineralenkringloop is veel informatie nodig (Oenema *et al.*, 2000). Ook zijn er onzekerheden over enkele mineralenstromen, vooral bij de bedrijfsonderdelen MEST en GEWAS. Het voordeel van de mineralenkringloop is wel dat een kringloop sluitend dient te zijn. Het maken van 'fouten' of verkeerde aannames in de schakels van de kringloop worden 'goed gemaakt' door deze toe te kennen aan andere schakels. Het totaalbeeld blijft op deze manier intact.

4.2 Verschillen in efficiëntie

Het verlagen van de input naar de bodem is de belangrijkste door de bedrijven genomen maatregel om mineralenoverschotten te verlagen en de benutting te verhogen (Hoofdstuk 3). Het gebruik van meststoffen (vooral kunstmest) is flink afgenomen (Oenema & Aarts, 2005). In mindere mate hebben de bedrijven de input van voer voor de veestapel verlaagd. De belangrijkste maatregelen die hiertoe zijn genomen waren: het voeren op de norm door o.a. het sturen op eiwit en energie in het rantsoen (Hollander *et al.*, 2004) en het aanhouden van minder jongvee (Oenema *et al.*, 2001). Meststoffen hebben een geringe efficiëntie omdat de weg naar het eindproduct (melk en vlees) lang is (Oenema *et al.*, 2000). Het aanvoeren van voer is daarom efficiënter dan het aanvoeren van meststoffen. Als we naast de mineralenefficiëntie rekening houden met de financiële effecten, dan kan dit beeld veranderen, maar dat was geen onderwerp van deze studie.

4.2.1 Efficiëntie afhankelijk van intensiteit

De verschillen in efficiëntie tussen bedrijven maar ook tussen de jaren zijn groot. Waardoor ontstaan die verschillen? Beantwoording van die vraag vereist een grondige analyse. Koeien & Kansen biedt een unieke mogelijkheid om hypothesen te toetsen met gegevens uit de praktijk. Nooit eerder zijn op deze schaal zoveel praktijkgegevens verzameld (per bedrijf en aantal jaren). Hieronder wordt een analyse uitgevoerd van de N-efficiëntie van verschillende bedrijven. Verschillen in N-efficiëntie worden in verband gebracht met de intensiteit van de bedrijven. Voor de vergelijkbaarheid zijn in de analyse alleen de bedrijven op zandgrond meegenomen. Dit zijn er 10, waarvan 1 biologisch bedrijf. Hieronder is een samenvatting van die analyse gemaakt. In Bijlage IV is een uitgebreid verslag van die analyse beschreven.

Efficiëntie van het bedrijf

In Figuur 4.3 is het verband weergegeven tussen de intensiteit van de bedrijven (kg melk/ha per jaar) en de N-efficiëntie van het bedrijf. De efficiëntie neemt licht toe naarmate de intensiteit hoger wordt. Op intensieve bedrijven neemt vooral de aanvoer van voer toe (Figuur 4.4), terwijl bij de aanvoer van kunstmest (+ klaver) nauwelijks een verband wordt gevonden. Ondersteijn *et al.* (2002) vonden op de bedrijven van het project Praktijkcijfers I soortgelijke verbanden. In die studie werd als reden voor een hogere efficiëntie van het bedrijf genoemd dat intensieve bedrijven meer voer moeten aanvoeren en daarmee een meer uitgebalanceerd rantsoen kunnen samenstellen. Dit verhoogt de efficiëntie van de veestapel. Het overschot neemt toe met de intensiteit (Oenema & Aarts, 2005). Hieruit volgt dat een hogere efficiëntie van het bedrijf niet automatisch leidt tot een kleiner overschot.

Efficiëntie van de veestapel

Evenals in het project 'Praktijkcijfers I' (Ondersteijn *et al.*, 2002) wordt ook in 'Koeien & Kansen' een hogere efficiëntie van de veestapel waargenomen op intensieve bedrijven (Figuur 4.5). Naast het positieve verband tussen de intensiteit en de hoeveelheid aangevoerd voer (Figuur 4.4) zien we dit verband ook bij de hoeveelheid eigen geproduceerd voer (Figuur 4.6). De voerproductie op intensieve bedrijven is hoger. Op intensievere bedrijven neemt de opname van voer meer toe dan de afvoer van melk & vlees (Figuur 4.7), ondanks de hogere N-efficiëntie van de veestapel op die bedrijven (Figuur 4.5). Het gevolg is dat het overschot op de veestapel (= excretie) toeneemt met de intensiteit.

Efficiëntie van de bodem

In tegenstelling tot de efficiëntie van het bedrijf en de efficiëntie van de veestapel neemt de efficiëntie van de bodem licht af met de intensiteit (Figuur 4.8). De aanvoer van dierlijke mest (stalmest en weidemest) naar de bodem neemt toe met de intensiteit (Figuur 4.9). Een 'logisch' gevolg van de hogere excretie op intensieve bedrijven. Aanvoer van kunstmest (+ klaver) blijft nagenoeg gelijk. Een andere kijk op de cijfers laat zien dat de aanvoer van kunstmest wel degelijk afneemt met de intensiteit. Dit resultaat is het gevolg van door in de analyse de aanvoer van klaver en het biologische bedrijf (geen kunstmest) niet mee te nemen. Zoals bij het bedrijfsdeel 'veestapel' neemt met het toenemen van de input naar de bodem de output van de bodem ook toe (Figuur 4.10). Dit geldt ook voor het overschot (verschil tussen input en output).

Relatie input en efficiëntie

Uit het bovenstaande blijkt dat met het toenemen van de intensiteit (en daarmee ook de input) de efficiëntie van de veestapel *toeneemt* en die van de bodem *afneemt* (Figuur 4.5 versus Figuur 4.8). Dit is te verklaren door het verband weer te geven tussen *input per ha* en efficiëntie (Figuur 4.11). Bij de bodem neemt de efficiëntie af bij een hogere input, terwijl die bij de veestapel gelijk blijft. De volgende factoren kunnen daarbij een rol spelen:

- intensieve bedrijven produceren meer dierlijke mest. Het aandeel dierlijke mest in de totale mest input naar de bodem is dan groter (Figuur 4.9). In het algemeen is de stikstof in dierlijke mest (stalmest en weidemest) minder werkzaam dan die in kunstmest en daardoor minder goed te managen;
- intensieve bedrijven moeten meer voer aanvoeren en kunnen daardoor makkelijker een uitgebalanceerd rantsoen samenstellen;
- De input bij de veestapel is uitgedrukt in de hoeveelheid per ha. Dit zegt niets over de input *per koe*. Een hogere input per ha kan het gevolg zijn van: meer koeien per ha, een hogere input per koe, of van allebei. Indien de input per koe hoger is, uitgaande van een gelijkblijvende output met melk & vlees, dan neemt de efficiëntie wel af.

Conclusie en samenvatting

De gehele bovenstaande uiteenzetting van de verschillen in efficiëntie, afhankelijk van de intensiteit, is als volgt samen te vatten:

- de efficiëntie van het bedrijf neemt toe met de intensiteit;
- de aanvoer van voer neemt toe en de aanvoer van kunstmest neemt af met de intensiteit;
- de efficiëntie van de veestapel neemt toe met de intensiteit;
- de efficiëntie van de bodem neemt af met de intensiteit.

Conclusie: de toename van de efficiëntie van het bedrijf, bij een hogere intensiteit, is het gevolg van de winst die geboekt wordt bij de veestapel.

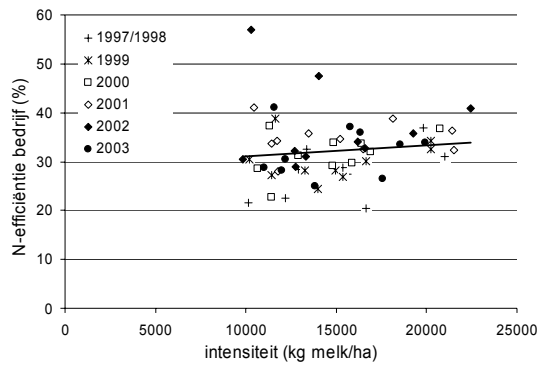
4.2.2 Efficiëntie onafhankelijk van intensiteit

Brengen we de efficiëntie van de veestapel en de efficiëntie van de bodem in verband met de bedrijfs-efficiëntie, dus onafhankelijk van de intensiteit, dan heeft de efficiëntie van de bodem een groot aandeel in de toename van de bedrijfsefficiëntie (Figuur 4.12). Dit is als volgt te verklaren.

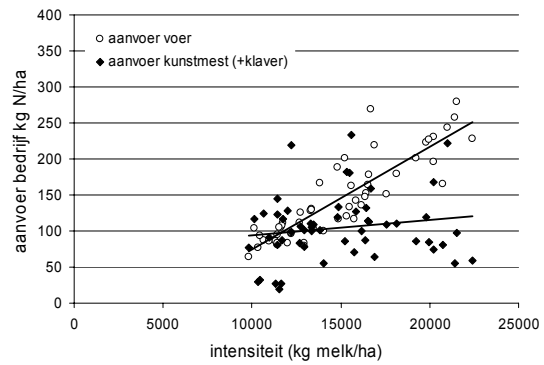
In Figuur 4.13 zijn de belangrijkste aan- en afvoerposten die in de berekening van de bedrijfsefficiëntie worden meegenomen uitgezet tegen die efficiëntie. Dit zijn aanvoer van voer en kunstmest en de afvoer van melk en vlees. Gemiddeld hebben de aanvoer van voer en afvoer van melk & vlees nauwelijks een verband met de efficiëntie van het bedrijf, maar de aanvoer van kunstmest is duidelijk lager bij bedrijven met een hogere efficiëntie. Hoe die lagere aanvoer van kunstmest doorwerkt op de efficiëntie van de bodem is te zien in Figuur 4.14. In deze figuur zijn de belangrijkste aan- en afvoerposten die in de berekening van de bodemefficiëntie worden meegenomen uitgezet tegen die efficiëntie. Dit zijn de aanvoer van kunstmest, stalmest en weidemest en de afvoer van gewas. Naast een afname van de aanvoer van kunstmest, neemt de aanvoer van stalmest en weidemest én de afvoer met gewas ook af. Tegelijkertijd neemt de efficiëntie van de bodem flink toe (Figuur 4.12).

4.2.3 Conclusie

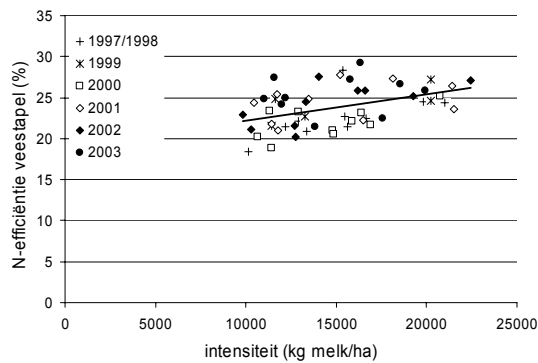
Al met al is de conclusie dat, indien we verschillen in efficiëntie tussen bedrijven willen verklaren, het veel uitmaakt op welke manier dit wordt gedaan. Een verschil in efficiëntie afhankelijk van de intensiteit of een verschil in efficiëntie van het bedrijf onafhankelijk van de intensiteit. Het is dus erg belangrijk wanneer bedrijven met elkaar vergeleken worden eerst na te gaan *waarom* en vervolgens *hoe* dit aan te pakken. Belangrijkste voorwaarde om überhaupt bedrijven met elkaar te mogen vergelijken is kennis te hebben van het gehele bedrijfssysteem.



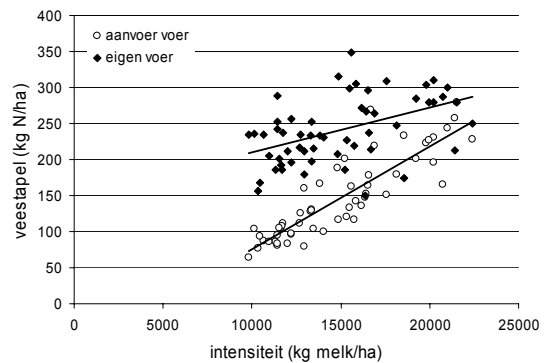
Figuur 4.3 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de N-efficiëntie van het bedrijf (%)



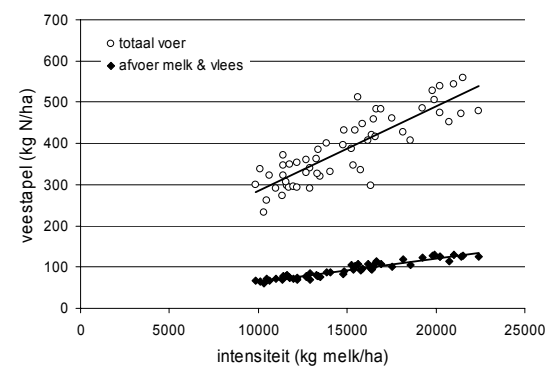
Figuur 4.4 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de aanvoer van voer en kunstmest (+ klaver) (kg N/ha)



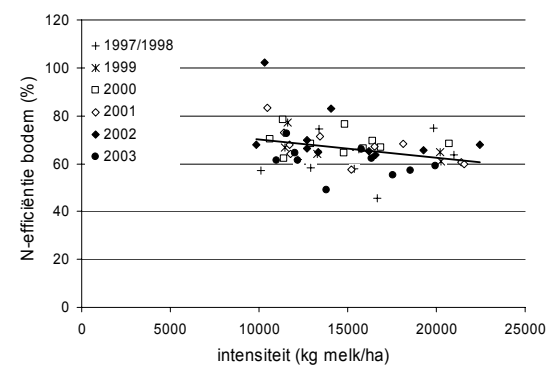
Figuur 4.5 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de N-efficiëntie van de veestapel (%)



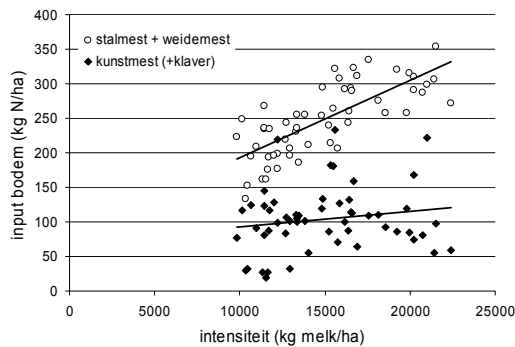
Figuur 4.6 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de hoeveelheid opgenomen voer door de veestapel (via aanvoer of via eigen gewonnen voer)



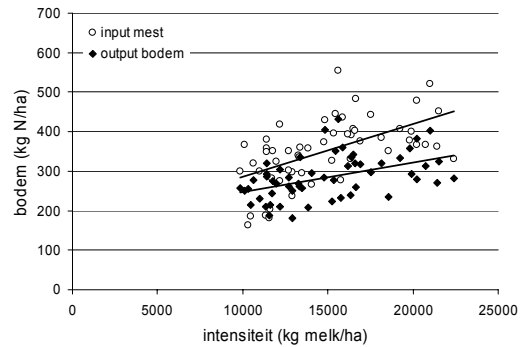
Figuur 4.7 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de hoeveelheid opgenomen voer (via aanvoer en via eigen voer) en met de afvoer van melk & vlees



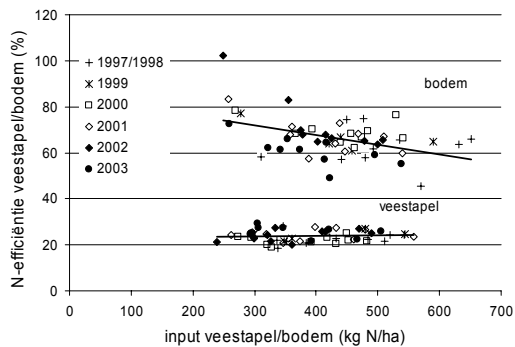
Figuur 4.8 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de N-efficiëntie van de bodem (%)



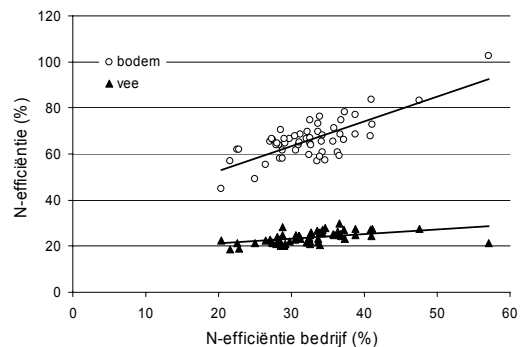
Figuur 4.9 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de hoeveelheid aanvoer mest naar de bodem via stal-, weide- en kunstmest (+ klaver) (kg N/ha)



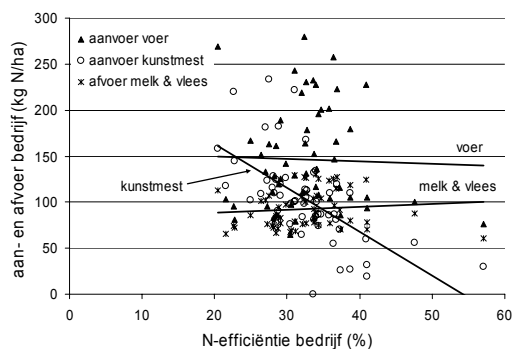
Figuur 4.10 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de input van mest (stal-, weide- en kunstmest) naar de bodem (kg N/ha) en met de output van de bodem (afvoer bruto gewas) (kg N/ha)



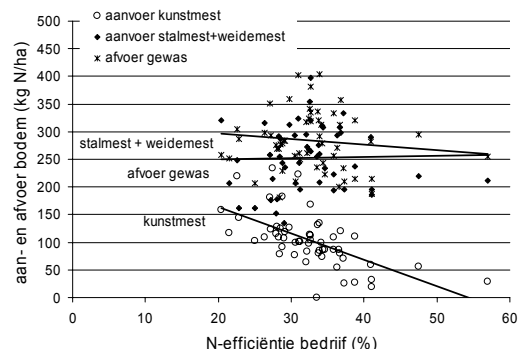
Figuur 4.11 Het verband tussen de input (kg N/ha) en de N-efficiëntie (%) van zowel de veestapel als van de bodem



Figuur 4.12 Het verband tussen N-efficiëntie van het bedrijf (%) en de N-efficiëntie van de bodem en de veestapel (%)



Figuur 4.13 Het verband tussen de N-efficiëntie van het bedrijf (%) en de aanvoer van voer en kunstmest en de afvoer van melk & vlees (kg N/ha)



Figuur 4.14 Het verband tussen de N-efficiëntie van het bedrijf (%) en de aanvoer van stalmest, weidemest en kunstmest naar de bodem (kg N/ha) en de afvoer van gewas (kg N/ha)

4.3 Variatie in efficiëntie

De vorige paragraaf is een uiteenzetting van hoe en waardoor verschillen in efficiëntie tot stand komen. Een volgende vraag is hoeveel en in welke mate de efficiëntie kan variëren tussen de bedrijven en tussen de jaren. In Tabel 4.2 zijn per jaar de gemiddelde, de minimale en de maximale efficiëntie weergegeven van het gehele bedrijf en van de bedrijfsonderdelen VEE en BODEM. De gemiddelde efficiëntie is gelijk met die uit Tabel 4.1.

Tabel 4.2 De gemiddelde, minimale en maximale stikstofefficiëntie van het bedrijf als geheel en van de bedrijfsonderdelen VEE en BODEM voor zes jaren

	Bedrijf			Vee			Bodem		
	gem	min	max	gem	min	max	gem	min	max
1997/1998	25	19	37	22	18	28	61	45	75
1999	28	21	39	23	18	27	61	51	77
2000	29	19	38	22	19	25	67	55	79
2001	34	24	42	24	18	28	68	57	83
2002	34	27	58	24	20	28	68	57	102
2003	31	25	41	24	20	29	61	49	74

Zowel de gemiddelde, de minimale als de maximale efficiëntie variëren van jaar tot jaar. Dit is het gevolg van enerzijds de invloed van het weer (gewasopbrengsten) en anderzijds aanpassingen in het management. De gevolgen zijn vooral zichtbaar in het jaar 2002, wanneer zowel de minimale als de maximale efficiëntie het hoogst zijn. De factor weer speelt in 2003 een grote rol, waardoor vooral de maximale efficiëntie afneemt (lage opbrengsten, meer voer aankopen). De minimale efficiëntie neemt ook af, maar in mindere mate. Kennelijk kan het management beter omgaan met ongunstige weersomstandigheden. In de eerste jaren zien we het resultaat van de aanpassingen in het management: de minimale efficiëntie wordt per jaar beter. In die jaren waren de weersomstandigheden vergelijkbaar (Oenema *et al.*, 2005). Aanpassingen in het management blijken het minst gevoelig in het bedrijfs-onderdeel VEE. De efficiëntie blijft hoofdzakelijk constant gedurende de periode, al neemt de minimale efficiëntie wel wat toe. Ook het weer lijkt weinig invloed te hebben op de efficiëntie van dit bedrijfs-onderdeel.

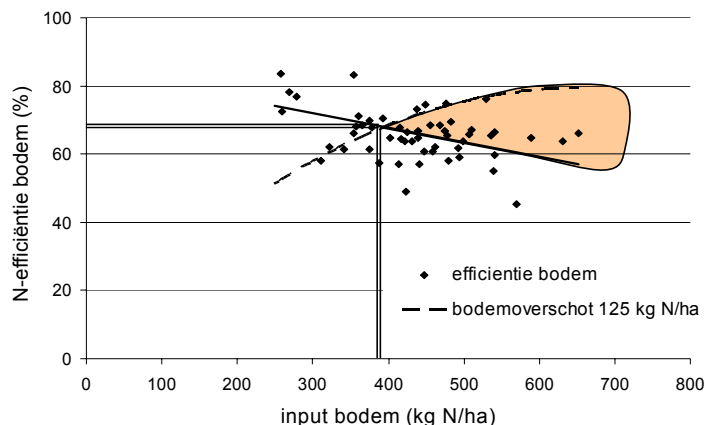
Als we kijken naar de verdeling van de efficiëntie over de bedrijven dan blijkt in alle gevallen dat het gemiddelde dicht bij het minimum ligt dan bij het maximum. Dit wordt bevestigd door naast het gemiddelde ook de mediaan uit te rekenen. In Tabel 4.3 is voor het jaar 2003 naast de kengetallen uit Tabel 4.2 de mediaan opgenomen. De mediaan (de middelste waarneming) is lager dan het (berekende) gemiddelde. Dit duidt erop dat de efficiënties op de 'Koeien & Kansen' bedrijven niet normaal verdeeld zijn, terwijl de overschotten op de bedrijven dit wel zijn (Oenema & Aarts, 2005).

Tabel 4.3 Stikstofefficiënties van het bedrijf als geheel en van de bedrijfsonderdelen VEE en BODEM in 2003

	Bedrijf	Vee	Bodem
Gemiddeld	31	24	61
Mediaan	27	22	58
Minimum	19	18	45
Maximum	37	28	75

4.4 Bodemoverschot, -aanvoer en -efficiëntie in het nieuwe mestbeleid

Ter beperking van de stikstofemissie naar het oppervlakte- en grondwater heeft de EU in de Nitraatrichtlijn bovengrenzen voor het mestgebruik vastgelegd. Deze beogen een maximale belasting van het oppervlakte- en grondwater. Bedrijfsindicatoren geven aan of deze maximale belasting niet overschreden wordt. Oenema & Ten Berge (2004) hebben verschillende geschikte indicatoren onderzocht en komen tot drempelwaarden voor elke indicator. Deze zijn bepaald op dezelfde 'Koeien & Kansen' bedrijven waarop ook dit rapport gebaseerd is (alleen de bedrijven op zandgrond). Eén van de indicatoren is het jaarlijkse N-overschot op de bedrijfsbodembalans, met een drempelwaarde tussen de 110 en 135 kg N/ha. De drempelwaarden zijn generiek en gelden dus voor alle bedrijven op zandgrond, onafhankelijk van het management. Maar de verschillen in management tussen bedrijven zijn vrij groot en daarom is het interessant om te weten hoe de drempelwaarde voor het N-overschot op de bodembalans het management beïnvloedt. Als maat voor verschillen is bijvoorbeeld het management van de bodem, uitgedrukt in de hoeveelheid N-input naar de bodem (het bemestingsniveau). In Figuur 4.15 zijn zowel de verschillen in management als de invloed van de drempelwaarde van het N-bodemoverschot op dit management opgenomen. In het nieuwe mestbeleid is aan het management van de bodem een maximum gesteld. Ook dit is in de figuur opgenomen. De punten in de grafiek is de gerealiseerde N-efficiëntie van de bodem op de zandbedrijven van 'Koeien & Kansen', afhankelijk van de N-input. De doorgetrokken lijn geeft de gemiddelde ontwikkeling van de N-efficiëntie van de bodem aan. Tot zover niets nieuws onder de zon. Dit verband kwam eerder aan de orde in Figuur 4.11 bij de behandeling van de analyse van de verschillen in efficiëntie in paragraaf 4.2. De drempelwaarde van het N-overschot op de bodem (gemiddeld 125 kg N/ha) is in Figuur 4.15 weergegeven met de onderbroken lijn. Naarmate de N-input naar de bodem groter wordt moet de efficiëntie van de bodem flink toenemen, wil een bedrijf hetzelfde N-overschot op de bodem realiseren. Het gearceerde vlak geeft aan het gat voor bedrijven die de drempelwaarde voor het N-bodemoverschot overschrijden, afhankelijk van de N-input. Naarmate de N-input hoger wordt hebben de 'Koeien & Kansen' bedrijven gemiddeld meer moeite te voldoen aan de drempelwaarde voor het N-bodemoverschot.



Figuur 4.15 Het verband tussen N-input naar de bodem (kg/ha) en de N-efficiëntie van de bodem (%) op de zandbedrijven in 'Koeien & Kansen' (doorgetrokken lijn). De onderbroken lijn geeft weer de efficiëntie die gehaald moet worden bij een bodemoverschot van 125 kg N/ha. De dubbel doorgetrokken lijn geeft aan de (omgerekende) maximale N-input in het mestbeleid in 2009

In het nieuwe mestbeleid zorgen de gebruiksnormen ervoor dat de maximale gemiddelde bedrijfs-aanvoer van meststoffen naar de bodem aan banden wordt gelegd, om zodoende te voldoen aan de richtlijnen voor waterkwaliteit. Met een aanvraag van een derogatie bedraagt de aanvoer van meststoffen naar de bodem op een bedrijf met 70% grasland en beweiden in 2009 gemiddeld 365 kg N/ha. Dit is als volgt berekend:

- $0.7 * 260$ (gebruiksnorm werkzame N voor grasland) = 182 kg;
- $0.3 * 150$ (gebruiksnorm werkzame N voor maïsland) = 45 kg;
- toegestane ruimte aan werkzame N via meststoffen = 227 kg;
- werkingscoëfficiënt dierlijke mest = 45%;
- ruimte voor kunstmest: $227 - (250 \text{ (gebruiksnorm dierlijke mest)} \times 0.45) = 112$ = 115 kg;
- aanvoer N-totaal met meststoffen naar bodem: $250 + 115 = 365$ kg.

Wat betekent deze maximale norm voor de N-aanvoer naar de bodem voor de bedrijfsvoering en hoe verhoudt dit zich met de drempelwaarde voor het N-overschot op de bodem? Ten eerste moeten de maximale norm voor N-aanvoer naar de bodem en de N-input, zoals gedefinieerd in 'Koeien & Kansen', op elkaar afgestemd worden. In de N-input naar de bodem, zoals vastgesteld in 'Koeien & Kansen', zijn *wel* de depositie (40 kg N) en *niet* de ammoniakverliezen tijdens toediening van dierlijke mest (10% van 250 = 25 kg N/ha) inbegrepen. Na correctie voor deze verschillen bedraagt de gemiddelde maximale N-aanvoer in het nieuwe mestbeleid, volgens de 'Koeien & Kansen' systematiek, 380 kg N/ha ($365 + 40 - 25$). Vervolgens wordt de omgerekende maximale N-aanvoer naar de bodem gepositioneerd in Figuur 4.15. Nu blijkt dat de normen voor aanvoer in het nieuwe mestbeleid uit te komen in het snijpunt van de gerealiseerde N-efficiëntie van de bodem met de drempelwaarde van het N-bodemoverschot, waarbij de richtlijn voor gewenste waterkwaliteit wordt gerealiseerd. Bij de geldende N-input bedraagt de N-efficiëntie van de bodem 70%.

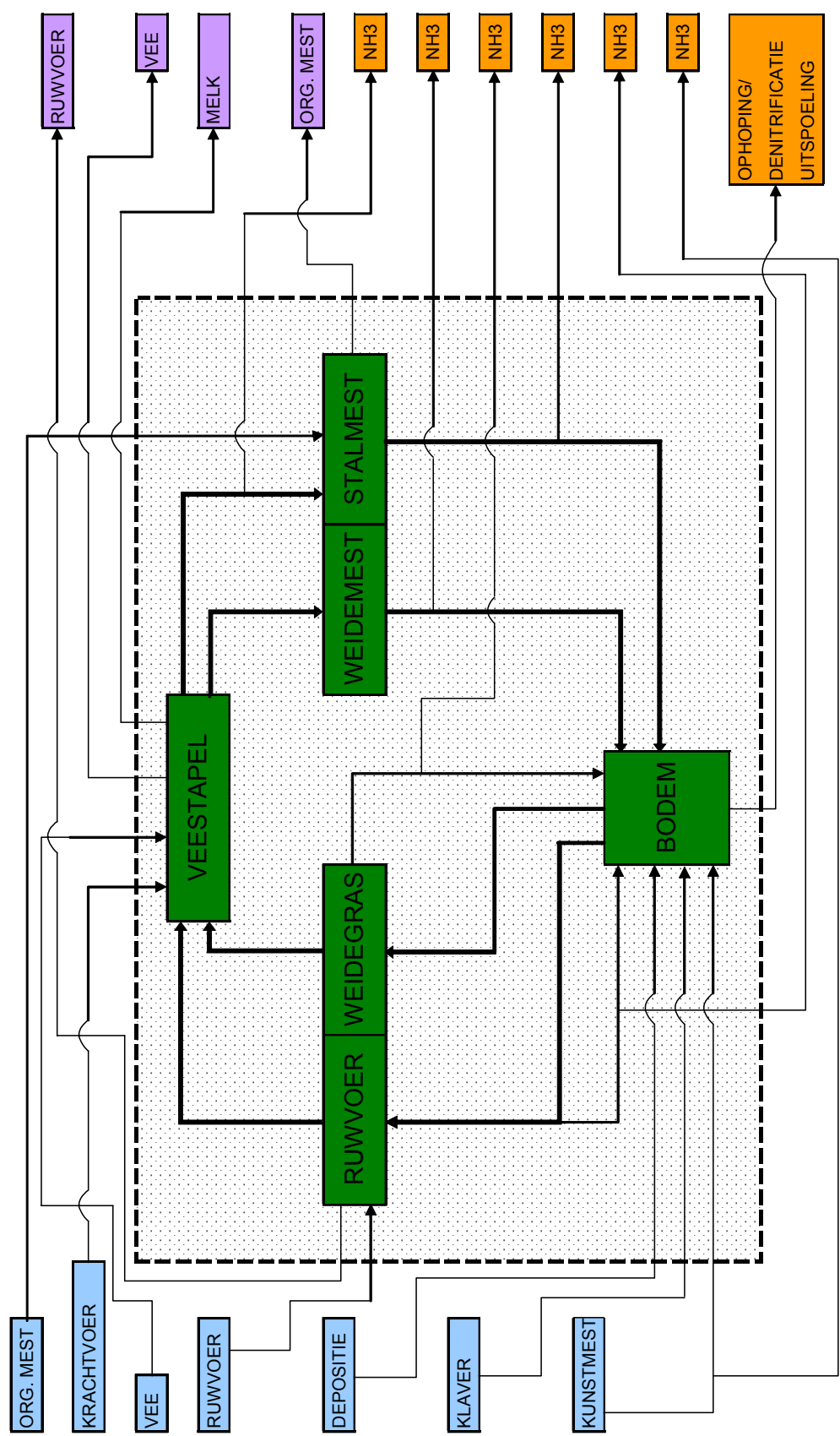
Koeien & Kansen – Hoe efficiënt worden de mineralen benut?

Literatuur

- Aarts, H.F.M., B. Habekotté, G.J. Hilhorst, G.J. Koskamp, F.C. van der Schans & C.K. de Vries, 1999.
Efficient resource management in dairy farming on sandy soil. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 47: 153-167.
- Galama, P.J., G.A. Evers & M.H.A. de Haan, 2000.
Versneld naar MINAS-eindnormen: Milieu- en inkomenseffecten van mineralen maatregelen op Koeien & Kansen bedrijven. Koeien & Kansen rapport no. 5, 40 pp.
- Haan, M.H.A. de, 2001.
Economics of environmental measures on experimental dairy farm 'De Marke' until 1999. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 49:179-194.
- Huis in 't Veld, J.W.H., M.C.J. Smits & G.J. Monteny, 2003.
Ammoniakemissie uit melkveestallen van 'Koeien & Kansen' bedrijven. Meetresultaten van één korte periode per bedrijf. Koeien & Kansen rapport no. 17, 19 pp.
- Koskamp, G.J. (Ed.), 2003.
Bedrijfsontwikkelingsplan. Koeien & Kansen intern rapport 100.
- Oenema, J. & H.F.M. Aarts, 2002.
Het mineralenspoor in 'Koeien & Kansen'; De mineralenstromen zoals verwacht bij het realiseren van de MINAS-eindnormen. Wageningen, Plant Research International, Rapport 39, 33 pp.
- Oenema, J., & H.F.M. Aarts, 2005.
Het mineralenspoor in 'Koeien & Kansen'; mineralenstromen over de periode 1999 t/m 2003. Rapport nr. 92, Plant Research International, Wageningen, 74 pp.
- Oenema, J., H.F.M. Aarts & B. Habekotté, 2000.
Het mineralenspoor in 'Koeien & Kansen'; uitgangssituatie mineralenstromen. Rapport nr. 9, Plant Research International, Wageningen, 26 pp.
- Oenema, J., J. Verloop, R.F. Bakker, D.J. den Boer & H.F.M. Aarts, 2005.
De invloed van het mestbeleid op de opbrengst van grasland. Wageningen, Plant Research International, Rapport 100, 63 pp.
- Ondersteijn, C.J.M., A.C.G. Beldman, C.H.G. Daatselaar, G.W.J. Giesen & R.B.M. Huirne, 2002.
Farm structure or farm management: effective ways to reduce nutrient surpluses on dairy farms and their financial impacts. *Livestock Production Science*, special issue EAAP 2002.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, H.F.M. ten Berge, H. van Keulen & J.J. Neeteson, 2003.
An evaluation of whole-farm nitrogen balances and related indices for efficient nitrogen use. *European Journal of Agronomy* 20: 33-44.
- Smits, M.C.J., G.J. Monteny, J. Oenema & H.F.M. Aarts, 2000.
Monitoring ammonia emissions on dairy farms in the framework of Dutch nutrient policy.
In: K. Amaha & K. Ichito (Eds), *Proceedings of the 2nd Dutch-Japanese Workshop on Precision Dairy Farming*. Nishinasuno, Japan, pp. 81-89.
- Smits, M.C.J. *et al.*, in prep.
Berekende ammoniakemissies van 'Koeien & Kansen' bedrijven. Koeien & Kansen rapport.

Koeien & Kansen – Hoe efficiënt worden de mineralen benut?

Bijlage I Kringloop en efficiëntie



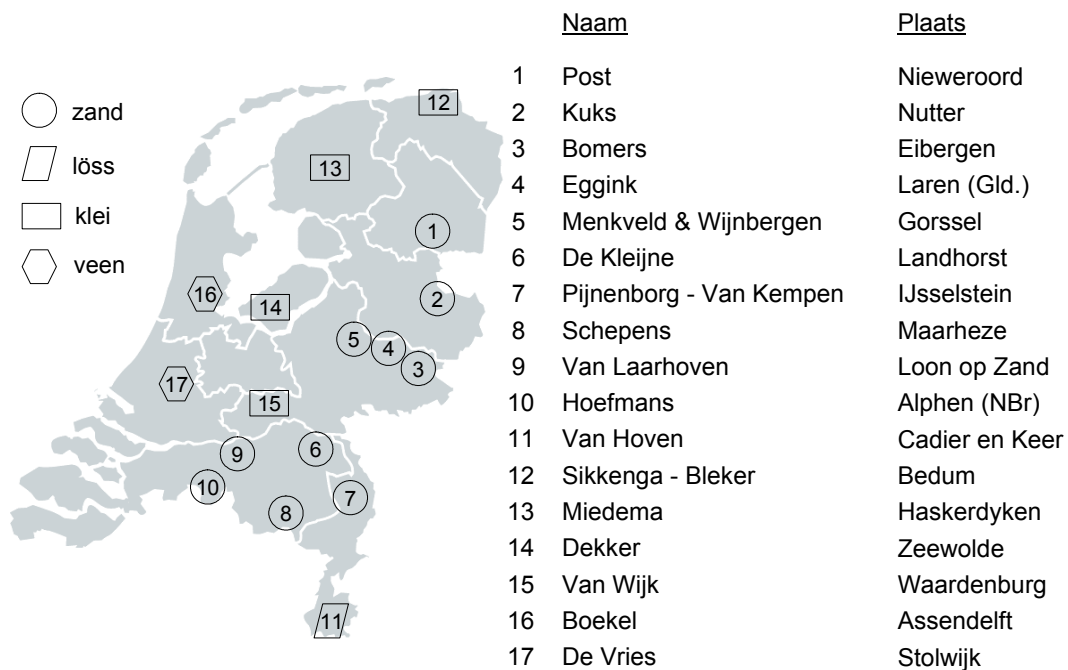
Figuur I.1 Stikstofkringloop op een melkveehouderijbedrijf

Berekening van de efficiëntie

- efficiëntie bedrijf = $(\text{melk} + \text{verkoop vee} - \text{aankoop vee} + \text{mutatie veestapel}) / (\text{kunstmest} + \text{krachtvoer} + \text{depositie} + \text{klaver} + \text{aanvoer organische mest} - \text{afvoer organische mest} - \text{mutatie ruwvoer})$
- efficiëntie voer = $(\text{melk} + \text{verkoop vee} - \text{aankoop vee} + \text{mutatie veestapel}) / (\text{opname weidegras} + \text{krachtvoer} + \text{opname ruwvoer})$
- efficiëntie mest = $(\text{weidemest bodem} + \text{organische mest bodem}) / (\text{excretie weide} + \text{excretie stal} + \text{aanvoer organische mest} - \text{afvoer organische mest} - \text{mutatie organische mest})$
- efficiëntie bodem = $(\text{kuilvoerproductie (gras+voedergewas)} + \text{weidegrasproductie}) / (\text{weidemest bodem} + \text{organische mest bodem} + \text{kunstmest} + \text{klaver} = \text{depositie} + \text{netto-voederverliezen})$
- efficiëntie gewas = $(\text{ruwvoeropname} + \text{weidegrasopname}) / (\text{kuilvoerproductie (gras+voedergewas)} + \text{weidegrasproductie} + \text{aankoop ruwvoer} - \text{verkoop ruwvoer} - \text{mutatie ruwvoer})$

Koeien & Kansen – Hoe efficiënt worden de mineralen benut?

Bijlage II De ‘Koeien & Kansen’ bedrijven



Figuur II.1 De ligging van de ‘Koeien & Kansen’ bedrijven

Tabel II.1 Arealen (ha) grasland en bouwland, en productie-intensiteit (melkquotum in kg/ha) voor alle aan Koeien & Kansen deelnemende bedrijven gedurende zes jaren

	1997/1998				1999				2000			
	grasland (ha)	bouwland (ha)	quotum/ha (kg melk)	grasland (ha)	bouwland (ha)	quotum/ha (kg melk)	grasland (ha)	bouwland (ha)	quotum/ha (kg melk)	grasland (ha)	bouwland (ha)	quotum/ha (kg melk)
Post	24,2	9,2	12204	22,4	10,3	13991	19,0	19,5	14793			
Kuks	32,0	18,9	10123	31,3	18,9	11433	38,3	11,9	11424			
Bomers	26,6	22,0	12935	31,5	23,1	11631	29,6	27,5	11344			
Eggink	21,9	11,4	13383	29,6	14,1	10188	24,1	14,0	12926			
Menkveld & Wijnbergen	37,5	9,6	15466	46,8	9,6	13283	58,6	13,6	10651			
De Kleijne	15,0	13,5	19824	16,7	12,2	20241	16,7	11,5	20744			
Pijnenborg - Van Kempen	19,7	6,5	20990	19,7	10,1	20233	21,9	17,3	15866			
Schepens	15,3	11,2	16662	15,3	11,2	16635	14,9	11,2	16890			
Van Laarhoven	27,0	4,8	15600	26,8	6,3	14969	28,6	4,8	14853			
Hoefmans	22,4	13,2	15348	21,3	14,3	15348	20,7	15,0	16413			
Van Hoven	29,8	11,8	15605	25,0	17,0	15695	31,7	26,6	11310			
Sikkenga – Bleker	47,4	6,6	9990	42,7	10,6	14939	42,9	14,4	15092			
Miedema	36,0	4,0	11819	38,7	7,0	12528	31,7	8,3	16313			
Dekker	28,1	11,0	23657	29,2	12,5	20802	31,8	11,6	19987			
Van Wijk	31,5	2,4	16844	31,4	2,4	16896	31,4	2,4	18153			
Boekel	67,0	5,0	10742	79,7	5,0	9132	82,3	5,0	9659			
De Vries	36,5	0,0	12132	35,3	0,0	12562	34,4	0,8	14298			
Gemiddeld	30	9	14901	32	11	14735	33	13	14748			

Tabel II.1 (vervolg) Arealen (ha) grasland en bouwland, en productie-intensiteit (melkquotum in kg/ha) voor alle aan Koeien & Kansen deelnemende bedrijven gedurende zes jaren

	2001				2002				2003			
	grasland (ha)	bouwland (ha)	quotum/ha (kg melk)	grasland (ha)	bouwland (ha)	quotum/ha (kg melk)	grasland (ha)	bouwland (ha)	quotum/ha (kg melk)	grasland (ha)	bouwland (ha)	quotum/ha (kg melk)
Post	24,6	12,8	15228	29,3	14,8	13333	27,3	12,0	18562			
Kuks	38,5	11,9	11769	38,3	11,9	12731	38,3	11,9	13828			
Bomers	41,9	17,7	10470	43,8	18,1	10321	44,1	16,8	11559			
Eggink	27,2	11,6	13462	33,3	3,2	14040	34,8	8,3	12006			
Menkveld & Wijnbergen	53,7	18,8	11718	55,5	13,8	12699	59,7	14,1	12209			
De Kleijne	16,8	11,7	21403	16,8	10,4	22426	20,9	17,8	15762			
Pijnenborg - Van Kempen	21,9	17,3	16503	22,7	16,5	16584	24,7	15,2	17549			
Schepens	14,6	8,5	21537	14,9	11,0	19253	17,1	9,1	19935			
Van Laarhoven	36,8	9,0	11418	42,2	11,8	9846	41,9	11,8	10990			
Hoefmans	22,1	13,5	18149	25,1	14,9	16173	24,3	19,3	16359			
Van Hoven	28,1	24,9	13547	32,6	26,7	12919	33,8	22,2	15438			
Sikkenga – Bleker	55,5	8,0	15980	57,4	20,0	13361	67,9	9,5	16141			
Miedema	34,5	5,5	20063	34,0	5,7	20236	48,1	11,6	13945			
Dekker	29,9	11,8	20802	31,1	12,1	20066	29,7	14,3	25000			
Van Wijk	34,0	1,7	20174	34,0	2,8	19129	34,0	7,8	18028			
Boekel	67,0	5,0	6250	64,2	5,0	7086	64,2	5,0	7086			
De Vries	31,7	0,8	15291	39,9	0,0	14607	39,9	0,0	15108			
Gemiddeld	34	11	15516	36	12	14989	38	12	15265			

Koeien & Kansen – Hoe efficiënt worden de mineralen benut?

Bijlage III Input - output relaties op de 'Koeien & Kansen' bedrijven

Tabel III.1 Stikstof input-output relaties voor het gehele bedrijf (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bormers	Egink	Menkveid & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg -	Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Dekker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
1997/1998																			
- input	340	290	260	249	368	348	433	533	404	345	363	333	389	438	461	341	296	364	
- output	76	62	74	80	98	127	132	109	110	98	78	63	76	134	95	66	82	92	
- overschot	264	228	186	169	269	221	300	424	295	248	286	270	313	304	366	275	214	272	
- efficiëntie (%)	22	21	29	32	27	37	31	20	27	28	21	19	20	31	21	19	28	25	
1999																			
- input	328	278	190	208	294	381	412	391	364	396	370	416	371	513	399	291	286	346	
- output	95	75	74	63	82	130	134	119	101	105	100	92	82	127	112	61	83	96	
- overschot	233	203	116	145	212	251	278	272	262	291	270	324	289	386	288	230	203	250	
- efficiëntie (%)	29	27	39	30	28	34	33	30	28	27	27	22	22	25	28	21	29	28	
2000																			
- input	295	290	170	222	232	309	352	321	265	290	225	344	270	428	406	218	313	291	
- output	83	62	64	69	65	113	100	104	89	97	68	88	94	126	105	41	85	85	
- overschot	213	228	106	153	167	196	252	217	176	194	157	256	176	302	301	177	228	206	
- efficiëntie (%)	28	21	38	31	28	37	28	32	34	33	30	26	35	29	26	19	27	29	
2001																			
- input	321	275	153	222	226	349	323	404	243	308	254	254	390	369	302	196	260	285	
- output	110	73	64	79	75	127	102	132	81	118	80	83	121	135	121	46	101	97	
- overschot	211	202	90	143	151	222	221	273	162	190	175	171	268	234	182	150	158	188	
- efficiëntie (%)	34	27	42	36	33	36	32	33	33	38	31	33	31	37	40	24	39	34	

Tabel III.1 (vervolg) Stikstof input-output relaties voor het gehele bedrijf (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg - Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Dekker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
2002																		
- input	258	251	87	194	224	311	326	343	229	312	249	271	359	448	323	167	253	271
- output	79	73	51	92	70	127	107	123	68	106	76	74	125	149	106	44	87	92
- overschot	180	178	37	102	154	184	219	220	160	207	173	197	233	299	217	123	166	179
- efficiëntie (%)	30	29	58	47	31	41	33	36	30	34	31	27	35	33	33	27	34	34
2003																		
- input	334	340	203	258	244	256	399	385	259	250	250	366	284	460	315	180	306	299
- output	112	84	84	72	73	94	105	131	73	89	89	93	81	157	102	47	102	94
- overschot	222	256	119	187	170	162	295	254	186	161	161	272	203	302	213	133	204	206
- efficiëntie (%)	34	25	41	28	30	37	26	34	28	36	36	26	29	34	32	26	33	31

Tabel III.2 Fosfor input-output relaties voor het gehele bedrijf (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleine	Pijnenborg - Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Dekker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
1997/1998																		
- input	36	31	27	19	35	40	36	45	28	27	46	55	40	53	48	27	19	36
- output	14	11	13	15	17	23	24	19	20	19	13	12	14	24	18	12	15	17
- overschot	22	20	14	4	17	17	12	26	8	9	33	43	26	29	30	15	4	19
- efficiëntie (%)	38	36	47	77	50	58	66	43	72	68	28	21	35	45	37	45	80	46
1999																		
- input	47	24	17	17	28	41	32	33	22	40	38	280	45	51	52	18	26	48
- output	18	14	12	12	14	25	25	22	18	19	19	16	15	23	20	11	15	18
- overschot	29	9	6	6	14	16	8	11	4	20	19	264	30	28	32	7	12	30
- efficiëntie (%)	38	61	67	68	51	61	76	67	83	49	50	6	34	45	39	63	56	37
2000																		
- input	19	35	14	11	11	30	26	31	11	16	16	31	28	44	46	16	20	24
- output	15	10	11	12	11	20	18	18	16	18	13	16	17	23	19	6	15	15
- overschot	4	25	2	-1	0	10	7	13	-5	-2	3	15	10	21	27	9	5	8
- efficiëntie (%)	77	29	85	108	98	67	71	58	145	111	79	53	63	52	42	41	77	64
2001																		
- input	32	19	12	19	14	45	22	37	13	30	28	21	50	29	49	14	20	27
- output	21	14	12	15	14	23	18	24	15	22	15	15	23	25	23	9	18	18
- overschot	12	5	0	5	0	22	4	13	-2	8	13	6	27	5	26	5	2	9
- efficiëntie (%)	64	74	102	75	100	51	84	65	119	74	54	72	46	84	47	62	90	67

Tabel III.2 (vervolg) Fosfor input-output relaties voor het gehele bedrijf (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg - Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Dekker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
2002																		
- input	31	27	2	15	15	29	19	32	31	26	23	22	39	38	54	13	19	26
- output	15	14	9	18	12	23	20	22	13	21	14	13	23	28	20	8	16	17
- overschot	16	13	-7	-3	2	6	0	9	18	6	9	8	16	10	34	5	3	9
- efficiëntie (%)	47	52	521	119	83	80	101	71	42	78	62	62	60	73	37	63	84	67
2003																		
- input	42	33	21	18	17	29	38	39	24	20	20	28	30	46	51	16	27	29
- output	20	16	16	13	14	17	19	23	13	17	17	17	14	29	19	9	18	17
- overschot	22	17	5	4	4	12	19	16	11	3	3	11	16	17	32	7	8	12
- efficiëntie (%)	47	48	77	74	79	57	49	59	55	85	85	60	47	63	36	58	68	58

Tabel III.3 Stikstof input-output relaties voor bedrijfsonderdeel VEE (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg - Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikkinga - Bleker	Miedema	Deker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
1997/1998																		
- input	352	337	336	384	432	520	542	484	511	346	386	291	406	586	445	355	333	415
- output	76	62	74	80	98	127	132	109	110	98	78	63	76	134	95	66	82	92
- overschot	277	275	262	304	333	393	410	375	402	248	308	228	330	452	350	289	251	323
- efficiëntie (%)	21	18	22	21	23	24	24	22	21	28	20	22	19	23	21	19	25	22
1999																		
- input		348	299		361	480	544				407	388	408	585	505	332	363	418
- output		75	74		82	130	134				100	92	82	127	112	61	83	96
- overschot		273	225		279	349	410				308	296	326	458	393	271	280	322
- efficiëntie (%)		22	25		23	27	25				25	24	20	22	22	18	23	23
2000																		
- input	393	327	273	295	320	450	452	482	433	417	315	371	438	568	477	210	426	391
- output	83	62	64	69	65	113	100	104	89	97	68	88	94	126	105	41	85	85
- overschot	310	266	209	227	255	337	352	378	344	321	246	282	345	442	371	169	342	306
- efficiëntie (%)	21	19	23	23	20	25	22	22	21	23	22	24	21	22	22	20	20	22
2001																		
- input	398	347	262	319	296	480	461	559	373	432	319	367	557	573	468	253	465	408
- output	110	73	64	79	75	127	102	132	81	118	80	83	121	135	121	46	101	97
- overschot	287	274	199	240	221	353	358	427	292	314	239	284	435	438	347	206	364	311
- efficiëntie (%)	28	21	24	25	25	26	22	24	22	27	25	23	22	24	26	18	22	24

Tabel III.3 (vervolg) Stikstof input-output relaties voor bedrijfs onderdeel VEE (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg - Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Dekker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
2002																		
- input	321	360	239	334	326	469	416	489	299	409	306	326	520	548	421	221	364	375
- output	79	73	51	92	70	127	107	123	68	106	76	74	125	149	106	44	87	92
- overschot	242	288	189	242	256	342	308	366	231	304	230	251	394	400	315	176	277	283
- efficiëntie (%)	24	20	21	28	22	27	26	25	23	26	25	23	24	27	25	20	24	24
2003																		
- input	420	392	306	297	294	346	466	506	294	305	305	402	412	632	398	221	510	383
- output	112	84	84	72	73	94	105	131	73	89	89	93	81	157	102	47	102	94
- overschot	308	308	222	225	221	252	362	375	221	216	216	309	331	475	297	174	407	289
- efficiëntie (%)	27	21	27	24	25	27	22	26	25	29	29	23	20	25	26	21	20	24

Tabel III.4 Fosfor input-output relaties voor bedrijfsonderdeel VEE (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg - Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Dekker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
1997/1998																		
- input	62	47	47	54	61	63	80	66	69	51	48	43	63	87	61	52	57	59
- output	14	11	13	15	17	23	24	19	20	19	13	12	14	24	18	12	15	17
- overschot	48	36	35	40	43	40	56	46	49	33	35	31	49	63	43	40	42	43
- efficiëntie (%)	22	24	27	27	29	36	30	30	29	36	27	27	22	27	29	23	27	28
1999																		
- input		54	44		62	72	85				56	60	67	88	72	48	53	63
- output		14	12		14	25	25				19	16	15	23	20	11	15	17
- overschot		39	33		47	47	60				37	44	51	65	52	37	38	46
- efficiëntie (%)		27	26		23	34	29				34	27	23	26	28	23	28	28
2000																		
- input	70	49	41	47	48	69	68	65	60	61	43	59	57	83	69	32	63	58
- output	15	10	11	12	11	20	18	18	16	18	13	16	17	23	19	6	15	15
- overschot	55	39	30	35	37	49	50	47	45	43	30	43	39	60	49	26	48	43
- efficiëntie (%)	21	21	28	26	23	29	27	28	26	30	30	27	31	28	28	20	24	26
2001																		
- input	67	51	41	53	46	73	71	76	54	67	47	58	87	94	76	37	64	62
- output	21	14	12	15	14	23	18	24	15	22	15	15	23	25	23	9	18	18
- overschot	46	37	29	38	32	50	52	52	38	45	32	43	65	69	53	29	46	44
- efficiëntie (%)	31	27	30	28	31	32	26	31	29	33	31	26	26	26	30	23	28	29

Tabel III.4 (vervolg) Fosfor input-output relaties voor bedrijfs onderdeel VEE (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg - Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Dekker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
2002																		
- input	58	51	38	53	48	73	67	73	46	65	48	55	82	84	69	36	48	58
- output	15	14	9	18	12	23	20	22	13	21	14	13	23	28	20	8	16	17
- overschot	43	37	29	35	36	49	47	51	34	45	34	41	59	56	49	27	32	42
- efficiëntie (%)	25	27	24	33	25	32	29	30	27	32	30	24	28	33	29	23	34	29
2003																		
- input	72	64	49	51	47	56	74	71	44	45	45	60	55	101	63	37	72	59
- output	20	16	16	13	14	17	19	23	13	17	17	17	14	29	19	9	18	17
- overschot	52	49	33	38	33	39	56	48	31	29	29	43	41	73	44	27	54	42
- efficiëntie (%)	28	24	33	26	29	30	25	32	30	37	37	29	26	28	30	25	25	29

Tabel III.5 Stikstof input-output relaties voor bedrijfsonderdeel MEST (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg - Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Deker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
1997/1998																		
- input	276	282	261	306	343	429	458	441	400	275	306	243	341	455	347	289	254	336
- output	207	249	206	255	265	334	394	341	335	235	251	192	263	343	260	239	219	270
- overschot	69	33	55	50	78	95	64	100	65	39	55	51	78	112	88	50	35	66
- efficiëntie (%)	75	88	79	84	77	78	86	77	84	86	82	79	77	75	75	83	86	80
1999																		
- input		286	225		283	348	424				307	341	351	458	392	270	296	332
- output		235	176		228	280	356				260	279	286	362	322	232	256	273
- overschot		51	49		55	67	68				47	62	65	96	70	38	40	59
- efficiëntie (%)		82	78		81	81	84				85	82	81	79	82	86	87	82
2000																		
- input	305	266	207	231	255	335	413	369	345	321	244	282	366	442	370	168	342	310
- output	266	234	162	197	210	287	361	316	299	279	210	234	296	364	309	136	296	262
- overschot	39	31	45	34	45	48	52	53	46	42	35	48	70	78	61	32	46	47
- efficiëntie (%)	87	88	78	85	82	86	87	86	87	87	86	83	81	82	83	81	87	85
2001																		
- input	306	274	194	238	221	384	420	425	318	315	237	284	435	438	358	206	374	319
- output	270	243	150	203	192	341	378	373	276	276	209	249	339	355	291	176	323	273
- overschot	36	31	44	35	28	44	42	52	42	39	28	35	96	83	67	30	52	46
- efficiëntie (%)	88	89	77	85	87	89	90	88	87	88	88	88	78	81	81	85	86	86

Tabel III.5 (vervolg) Stikstof input-output relaties voor bedrijfs onderdeel MEST (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg - Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Dekker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
2002																		
- input	286	287	186	242	256	339	378	366	253	331	229	251	394	400	314	176	287	293
- output	256	253	145	202	222	293	340	323	218	293	195	218	304	332	251	148	247	249
- overschot	29	34	40	41	34	46	39	43	35	38	34	34	90	67	63	28	40	43
- efficiëntie (%)	90	88	78	83	87	86	90	88	86	89	85	87	77	83	80	84	86	85
2003																		
- input	344	308	219	225	221	272	415	375	238	213	213	309	331	475	296	174	407	296
- output	304	271	173	190	187	234	367	326	201	180	180	272	273	416	244	150	353	254
- overschot	41	37	47	35	34	38	48	49	38	33	33	37	58	59	52	24	55	42
- efficiëntie (%)	88	88	79	85	84	86	88	87	84	84	84	88	82	88	83	86	87	86

Tabel III.6 Stikstof input-output relaties voor bedrijfsonderdeel BODEM (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg -	Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Dekker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
1997/1998																			
- input	492	440	311	450	536	477	631	570	652	479	538	489	507	573	548	605	505	404	510
- output	304	251	181	336	351	357	402	258	431	278	322	266	280	347	361	336	286	231	309
- overschot	188	189	130	114	185	120	229	311	221	201	216	223	227	226	188	268	218	173	201
- efficiëntie (%)	62	57	58	75	66	75	64	45	66	58	60	54	55	61	66	56	57	57	61
1999																			
- input		439	278		421	459	589				538		523	530	623	554	470	461	490
- output		293	214		269	279	382				322		266	311	342	343	285	302	301
- overschot		146	64		152	180	207				216		257	219	282	211	185	158	190
- efficiëntie (%)		67	77		64	61	65				60		51	59	55	62	61	66	61
2000																			
- input	439	463	269	366	393	456	541	474	530	483	404	404	443	470	561	533	340	490	450
- output	284	287	210	251	277	312	359	317	404	336	290	290	255	369	336	299	185	337	300
- overschot	155	176	59	115	116	144	181	157	126	147	114	114	188	101	224	234	155	153	150
- efficiëntie (%)	65	62	78	68	70	68	66	67	76	69	72	72	58	79	60	56	55	69	67
2001																			
- input	388	431	258	361	358	447	510	540	438	468	354	354	412	509	460	469	310	491	424
- output	223	275	215	257	243	272	341	324	320	321	215	215	283	342	317	344	196	389	287
- overschot	165	155	43	104	114	175	168	217	118	148	140	140	128	167	143	125	115	102	137
- efficiëntie (%)	57	64	83	71	68	61	67	60	73	68	61	61	69	67	69	73	63	79	68

Tabel III.6 (vervolg) Stikstof input-output relaties voor bedrijfs onderdeel BODEM (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg - Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Dekker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
2002																		
- input	402	426	249	355	375	415	500	508	378	478	384	395	486	516	447	296	412	413
- output	261	283	255	295	262	282	319	334	256	313	253	236	346	296	303	202	293	282
- overschot	141	143	-6	60	114	134	181	174	122	166	131	159	140	220	144	94	119	131
- efficiëntie (%)	65	66	102	83	70	68	64	66	68	65	66	60	71	57	68	68	71	68
2003																		
- input	413	423	259	416	341	354	539	495	374	322	322	479	405	518	432	296	548	408
- output	236	207	188	269	210	233	297	292	230	200	200	249	266	280	274	184	405	248
- overschot	177	216	71	148	132	120	241	203	145	122	122	230	139	238	159	112	143	160
- efficiëntie (%)	57	49	73	64	61	66	55	59	61	62	62	52	66	54	63	62	74	61

Tabel III.7 Fosfor input-output relaties voor bedrijfsonderdeel BODEM (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg - Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Dekker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
1997/1998																		
- input	64	46	34	42	55	48	55	58	55	44	60	75	71	64	63	47	35	54
- output	48	30	22	42	41	34	48	38	53	40	30	38	50	42	37	37	37	39
- overschot	17	17	12	0	14	14	7	20	2	4	30	38	21	22	26	10	-2	15
- efficiëntie (%)	74	64	65	99	75	70	87	66	96	92	51	50	71	65	59	79	104	73
1999																		
- input		42	33		50	58	57				56	295	72	71	70	38	43	74
- output		37	30		41	45	57				40	37	46	46	43	37	37	41
- overschot		6	3		10	12	1				16	259	25	25	27	1	6	33
- efficiëntie (%)		87	91		81	79	99				72	12	65	64	62	98	85	56
2000																		
- input	54	49	29	38	37	52	51	48	44	43	36	46	45	69	57	30	46	45
- output	55	38	30	42	40	47	49	40	55	49	39	36	37	51	37	25	49	42
- overschot	-1	11	0	-4	-4	5	2	8	-11	-6	-3	10	7	17	20	5	-3	3
- efficiëntie (%)	102	78	102	111	110	91	96	83	124	115	108	78	84	75	65	83	106	93
2001																		
- input	48	36	29	42	32	57	47	51	42	45	41	41	69	57	79	28	43	46
- output	40	36	32	41	36	38	49	43	50	42	30	40	45	52	57	27	48	42
- overschot	7	0	-4	2	-5	19	-2	8	-8	4	11	1	24	5	22	1	-6	5
- efficiëntie (%)	85	100	113	96	114	67	104	84	119	92	74	97	66	91	72	96	113	90

Tabel III.7 (vervolg) Fosfor input-output relaties voor bedrijfs onderdeel BODEM (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg - Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Dekker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
2002																		
- input	55	36	27	38	37	47	45	52	40	47	44	39	59	52	79	32	33	45
- output	42	32	38	45	37	43	50	48	25	45	39	36	52	45	50	29	34	41
- overschot	12	4	-11	-6	-1	3	-5	4	15	2	5	3	7	7	29	2	-2	4
- efficiëntie (%)	77	89	140	117	102	93	112	92	62	95	89	92	88	87	64	93	105	91
2003																		
- input	62	46	31	38	33	42	57	47	35	29	29	38	40	55	70	35	51	43
- output	43	32	28	37	32	31	42	35	28	29	29	31	30	41	41	33	50	35
- overschot	19	14	2	1	1	11	15	13	7	0	0	8	10	14	30	2	0	9
- efficiëntie (%)	70	70	93	96	98	74	74	73	80	101	101	80	76	74	58	94	99	80

Tabel III.8 Stikstof input-output relaties voor bedrijfsonderdeel GEWAS (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg - Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Dekker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
1997/1998																		
- input	317	269	279	331	360	394	406	317	473	277	297	258	370	444	356	302	243	335
- output	269	236	258	282	308	348	347	283	415	235	264	212	323	392	305	253	203	290
- overschot	48	33	21	49	53	46	59	35	58	42	33	46	47	52	52	49	40	45
- efficiëntie (%)	85	88	92	85	85	88	85	89	88	85	89	82	87	88	85	84	84	87
1999																		
- input		301	241		280	362	417				330	317	378	468	366	298	325	340
- output		261	218		240	324	359				285	274	339	419	326	248	272	297
- overschot		40	23		40	38	58				45	43	39	49	39	51	53	43
- efficiëntie (%)		87	91		86	90	86				86	86	90	90	89	83	84	87
2000																		
- input	278	290	245	240	275	340	360	363	409	363	273	288	410	460	351	179	392	325
- output	241	249	216	212	242	307	308	320	348	312	235	247	356	428	317	147	333	283
- overschot	37	41	29	28	33	34	52	43	61	51	38	41	55	32	34	32	59	41
- efficiëntie (%)	87	86	88	88	88	90	86	88	85	86	86	86	87	93	90	82	85	87
2001																		
- input	307	289	210	240	236	330	343	417	350	331	255	284	471	493	357	215	425	327
- output	276	250	189	215	201	301	296	371	303	291	228	237	428	464	321	182	355	289
- overschot	31	39	20	25	35	29	48	46	47	41	26	47	43	29	36	33	69	38
- efficiëntie (%)	90	87	90	90	85	91	86	89	87	88	90	84	91	94	90	84	84	88

Tabel III.8 (vervolg) Stikstof input-output relaties voor bedrijfsonderdeel GEWAS (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg - Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Dekker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
2002																		
- input	281	280	208	277	259	351	309	415	274	343	247	246	433	389	318	202	320	303
- output	245	248	173	231	228	323	265	369	238	299	214	207	389	349	288	167	269	265
- overschot	36	33	34	46	31	28	44	47	36	44	34	39	44	40	30	35	51	38
- efficiëntie (%)	87	88	84	83	88	92	86	89	87	87	86	84	90	90	90	82	84	87
2003																		
- input	276	268	237	252	231	241	360	381	262	209	209	291	345	397	315	189	465	290
- output	244	245	211	212	207	220	318	342	229	183	183	250	314	363	283	158	402	257
- overschot	33	23	25	41	24	20	42	39	32	26	26	41	31	34	32	31	63	33
- efficiëntie (%)	88	91	89	84	90	92	88	90	88	87	87	86	91	91	90	84	87	89

Tabel III.9 Fosfor input-output relaties voor bedrijfsonderdeel GEWAS (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg - Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Dekker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
1997/1998																		
- input	50	32	36	40	41	38	49	45	59	39	35	35	53	63	39	38	38	43
- output	45	30	34	37	39	37	45	41	54	35	32	30	49	61	36	34	34	40
- overschot	5	2	1	3	3	1	4	4	5	4	2	5	4	2	3	4	4	3
- efficiëntie (%)	91	95	96	93	94	97	92	92	92	91	94	87	93	96	92	89	88	92
1999																		
- input		38	32		45	52	61				42	44	57	65	48	40	40	47
- output		35	30		42	49	55				40	40	53	63	44	35	35	43
- overschot		3	2		3	4	6				2	4	4	3	4	5	4	4
- efficiëntie (%)		93	95		93	93	90				94	91	93	96	92	87	89	92
2000																		
- input	50	39	33	35	39	50	49	46	51	48	34	42	42	64	44	24	55	44
- output	45	36	32	33	36	46	45	43	46	45	32	39	40	62	41	21	49	41
- overschot	4	3	1	2	3	4	4	3	5	3	3	3	2	3	3	3	7	3
- efficiëntie (%)	92	93	96	95	93	93	91	93	91	93	92	93	95	96	93	88	88	93
2001																		
- input	50	37	33	38	34	46	49	54	46	47	36	40	68	80	58	29	54	47
- output	47	35	31	36	32	44	45	51	42	44	34	36	65	77	53	26	47	44
- overschot	3	2	2	2	2	3	4	3	4	3	2	4	4	2	4	3	7	3
- efficiëntie (%)	95	94	94	95	93	94	91	94	91	94	95	90	95	97	93	89	88	93

Tabel III.9 (vervolg) Fosfor input-output relaties voor bedrijfsonderdeel GEWAS (kg/ha) op de 'Koeien & Kansen' bedrijven voor zes jaren

	Post	Kuks	Bomers	Egink	Menkveld & Wijnbergen	De Kleijne	Pijnenborg - Van Kempen	Schepens	Van Laarhoven	Hoefmans	Van Hoven	Sikenga - Bleker	Miedema	Dekker	Van Wijk	Boekel	De Vries	Gemiddeld
2002																		
- input	47	32	30	39	35	49	47	58	36	47	39	38	64	56	52	30	37	43
- output	45	31	28	37	32	47	43	55	34	45	36	34	60	54	48	26	33	40
- overschot	3	2	2	3	2	2	4	4	2	2	3	4	4	2	3	4	4	3
- efficiëntie (%)	94	94	93	94	94	96	91	94	95	95	92	89	94	96	93	87	90	93
2003																		
- input	51	42	35	37	35	35	54	48	33	29	29	38	41	65	48	30	61	42
- output	47	39	34	35	34	34	51	46	31	28	28	35	39	63	45	26	54	39
- overschot	3	2	1	2	2	1	3	2	2	2	2	3	2	2	3	4	7	3
- efficiëntie (%)	93	94	96	95	95	97	94	96	94	94	94	93	95	97	94	87	88	94

Koeien & Kansen – Hoe efficiënt worden de mineralen benut?

Bijlage IV Verschillen in efficiëntie

IV.1 Efficiëntie afhankelijk van intensiteit

De verschillen in efficiëntie tussen bedrijven maar ook tussen de jaren zijn groot. Waardoor ontstaan die verschillen? Beantwoording van die vraag vereist een grondige analyse. Koeien & Kansen biedt een unieke mogelijkheid om hypothesen te toetsen met gegevens uit de praktijk. Nooit eerder zijn op deze schaal zoveel praktijkgegevens verzameld (per bedrijf en aantal jaren). Hieronder wordt een analyse uitgevoerd van de N-efficiëntie van verschillende bedrijven. Verschillen in N-efficiëntie worden in verband gebracht met de intensiteit van de bedrijven. Voor de vergelijkbaarheid zijn in de analyse alleen de bedrijven op zandgrond meegenomen. Dit zijn er 10, waarvan 1 biologisch bedrijf. Hieronder is een samenvatting van die analyse gemaakt.

Efficiëntie van het bedrijf

In Figuur IV.3 is het verband weergegeven tussen de intensiteit van de bedrijven (kg melk/ha per jaar) en de N-efficiëntie van het bedrijf. De efficiëntie neemt licht toe naarmate de intensiteit hoger wordt. Op intensieve bedrijven neemt vooral de aanvoer van voer toe (Figuur IV.4), terwijl bij de aanvoer van kunstmest (+ klaver) nauwelijks een verband wordt gevonden. Ondersteijn *et al.* (2002) vonden op de bedrijven van het project Praktijkcijfers I soortgelijke verbanden. In die studie werd als reden voor een hogere efficiëntie van het bedrijf genoemd dat intensieve bedrijven meer voer moeten aanvoeren en daarmee een meer uitgebalanceerd rantsoen kunnen samenstellen. Dit verhoogt de efficiëntie van de veestapel. Als tweede reden werd genoemd de grotere afvoer van dierlijke mest op intensieve bedrijven. Deze grotere afvoer verlaagt het overschot. Dit wordt in 'Koeien & Kansen' niet bevestigd (Figuur IV.5). Het overschot neemt toe met de intensiteit (Oenema & Aarts, 2005). Hieruit volgt dat een hogere efficiëntie van het bedrijf niet automatisch leidt tot een kleiner overschot. Dit hangt samen met de relatie tussen input, overschot en efficiëntie (Figuur IV.6). Bij een hoge input en een gelijkblijvend overschot, neemt de efficiëntie toe. Een voorbeeld met cijfers van 2002 van zowel een intensief als een extensief bedrijf vat de bovenstaande uitwerking op bedrijfsniveau kort samen (Tabel IV.1):

Tabel IV.2 Bedrijfsgegevens op jaarbasis (2002) van een extensief en een intensief bedrijf

	Intensiteit	
	laag	hoog
Intensiteit (kg melk/ha)	12699	19253
Overschot bedrijf (kg N/ha)	154	220
Efficiëntie bedrijf (%)	31	36
Totale input bedrijf (kg N/ha)	224	343
Totale output bedrijf (kg N/ha)	70	123
Aanvoer voer (kg N/ha)	111	202
Aanvoer kunstmest (kg N/ha)	84	80

Hoe de vork in de steel steekt is alleen te verklaren door de bedrijven nader te onderzoeken. Dit wordt aangepakt door dezelfde verbanden als hierboven beschreven op bedrijfsniveau, systematisch te analyseren op de belangrijkste bedrijfsonderdelen van een melkveebedrijf: de veestapel en de bodem. Ten eerste de veestapel.

Efficiëntie van de veestapel

Evenals in het project 'Praktijkcijfers I' (Ondersteijn *et al.*, 2002) wordt ook in 'Koeien & Kansen' een hogere efficiëntie van de veestapel waargenomen op intensieve bedrijven (Figuur IV.7). Naast het positieve verband tussen de intensiteit en de hoeveelheid aangevoerd voer (Figuur IV.4) zien we dit verband ook bij de hoeveelheid eigen geproduceerd voer (Figuur IV.8). De voerproductie op intensieve bedrijven is hoger. Op intensieve bedrijven neemt de opname van voer meer toe dan de afvoer van

melk & vlees (Figuur IV.9), ondanks de hogere N-efficiëntie van de veestapel op die bedrijven (Figuur IV.7), met als gevolg dat het overschot op de veestapel (= excretie) toeneemt. In Figuur IV.10 is de aanvoer voer nogmaals uitgezet tegen de intensiteit, maar nu als fractie van het totaal opgenomen hoeveelheid voer. Het beeld blijft hetzelfde als dat van Figuur IV.8. Volgens een fictief bedrijf van Schröder *et al.* (2003) zou op theoretische gronden verwacht mogen worden dat de bedrijfsefficiëntie zal toenemen naarmate de import-fractie van het voer hoger is. In 'Koeien & kansen' zien we ook wel een lichte toename van de bedrijfsefficiëntie, maar dit verband is vrij zwak (Figuur IV.11). Naast een hogere import-fractie van het voer, waardoor een beter rantsoen samengesteld kan worden, wordt een hogere efficiëntie van de veestapel op intensieve bedrijven ook veroorzaakt door andere 'management-factoren'. Om het bovenstaande te ondersteunen, tot slot een voorbeeld met de werkelijke cijfers van bedrijfs onderdeel 'veestapel' van een extensief en een intensief bedrijf in 2002 (Tabel IV.3):

Tabel IV.3 Bedrijfsgegevens op jaarbasis (2002) van bedrijfs onderdeel 'veestapel' van een extensief en een intensief bedrijf

	Intensiteit	
	laag	hoog
Intensiteit (kg melk/ha)	12699	19253
Overschot veestapel (= excretie; kg N/ha)	259	375
Efficiëntie veestapel (%)	21	25
Totale input veestapel (kg N/ha)	329	498
Totale output veestapel (kg N/ha)	70	123
Opgenomen eigen voer (kg N/ha)	220	293
Aanvoer voer (kg N/ha)	111	202
Fractie aanvoer voer	0,34	0,41

Efficiëntie van de bodem

Het tweede belangrijke bedrijfs onderdeel in dit verband is de bodem. Als begin van dezelfde systematische benadering het verband tussen de intensiteit en de N-efficiëntie van de bodem. In tegenstelling tot de efficiëntie van het bedrijf en de efficiëntie van de veestapel neemt de efficiëntie van de bodem licht af met de intensiteit (Figuur IV.12). De aanvoer van dierlijke mest (stalmest en weidemest) naar de bodem neemt toe met de intensiteit (Figuur IV.13). Een 'logisch' gevolg van de hogere excretie op intensieve bedrijven. Aanvoer van kunstmest (+ klaver) blijft nagenoeg gelijk. Zoals bij het bedrijfs onderdeel 'veestapel' neemt met het toenemen van de input naar de bodem de output van de bodem ook toe (Figuur IV.14). Dit geldt ook voor het overschot (verschil tussen input en output). Uit de Figuren IV.4 en IV.13 lijkt de aanvoer van kunstmest nauwelijks gerelateerd te zijn aan de intensiteit. Toch is dit beeld niet helemaal juist. Om dit beeld helder te krijgen is een andere kijk op de cijfers nodig. In Figuur IV.15 is per jaar het verband weergegeven tussen de intensiteit en de aanvoer van kunstmest (zonder klaver). Vanwege de aard van het bedrijf is het biologische bedrijf (geen kunstmest) niet meegenomen. Nu de gegevens beter vergelijkbaar zijn en 'storende elementen' eruit zijn gelaten is duidelijk te zien dat de aanvoer van kunstmest wel degelijk afneemt met de intensiteit. Dit geldt voor alle jaren. Om het bovenstaande te ondersteunen, tot slot een voorbeeld met werkelijke cijfers van het bedrijfs onderdeel 'bodem' van een extensief en een intensief bedrijf in 2002 (Tabel IV.4):

Tabel IV.4 Bedrijfsgegevens op jaarbasis (2002) van het bedrijfs onderdeel 'bodem' van een extensief en een intensief bedrijf

	Intensiteit	
	laag	hoog
Intensiteit (kg melk/ha)	12699	19253
Overschot bodem (kg N/ha)	121	172
Efficiëntie bodem (%)	69	67
Totale input bodem (kg N/ha)	387	516
Totale output bodem (kg N/ha)	266	344
Aanvoer stalmest + weidemest (kg N/ha)	230	327
Aanvoer kunstmest (kg N/ha)	84	80

Relatie input en efficiëntie

Uit het bovenstaande blijkt dat met het toenemen van de intensiteit (en daarmee ook de input) de efficiëntie van de veestapel *toeneemt* en die van de bodem *afneemt* (Figuur IV.7 versus Figuur IV.12). Dit is te verklaren door het verband weer te geven tussen *input per ha* en efficiëntie (Figuur IV.16). Bij de bodem neemt de efficiëntie af bij een hogere input, terwijl die bij de veestapel gelijk blijft. De volgende factoren kunnen daarbij een rol spelen:

- intensieve bedrijven produceren meer dierlijke mest. Het aandeel dierlijke mest in de totale mest input naar de bodem is dan groter (Figuur IV.13). In het algemeen is de stikstof in dierlijke mest (stalmest en weidemest) minder werkzaam dan die in kunstmest en daardoor minder goed te managen;
- intensieve bedrijven moeten meer voer aanvoeren en kunnen daardoor makkelijker een uitgebalanceerd rantsoen samenstellen;
- De input bij de veestapel is uitgedrukt in de hoeveelheid per ha. Dit zegt niets over de input *per koe*. Een hogere input per ha kan het gevolg zijn van: meer koeien per ha, een hogere input per koe, of van allebei. Indien de input per koe hoger is, uitgaande van een gelijkblijvende output met melk & vlees, dan neemt de efficiëntie wel af.

Conclusie en samenvatting

De gehele bovenstaande uiteenzetting van de verschillen in efficiëntie, afhankelijk van de intensiteit, is als volgt samen te vatten:

- de efficiëntie van het bedrijf neemt toe met de intensiteit;
- de aanvoer van voer neemt toe en de aanvoer van kunstmest blijft gelijk met de intensiteit;
- de efficiëntie van de veestapel neemt toe met de intensiteit;
- de efficiëntie van de bodem neemt af met de intensiteit.

Conclusie: de toename van de efficiëntie van het bedrijf, bij een hogere intensiteit, is het gevolg van de winst die geboekt wordt bij de veestapel.

IV.2 Efficiëntie onafhankelijk van intensiteit

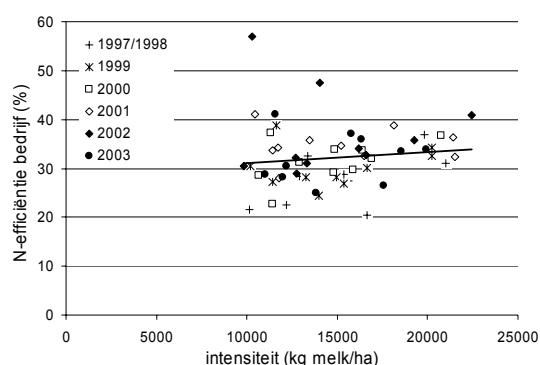
Brengen we de efficiëntie van de veestapel en de efficiëntie van de bodem in verband met de bedrijfs-efficiëntie, dus onafhankelijk van de intensiteit, dan heeft de efficiëntie van de bodem een groot aandeel in de toename van de bedrijfsefficiëntie (Figuur IV.17). Dit is als volgt te verklaren.

In Figuur IV.18 zijn de belangrijkste aan- en afvoerposten die in de berekening van de bedrijfsefficiëntie worden meegenomen uitgezet tegen die efficiëntie. Dit zijn aanvoer van voer en kunstmest en de afvoer van melk en vlees. Gemiddeld hebben de aanvoer van voer en afvoer van melk & vlees nauwelijks een verband met de efficiëntie van het bedrijf, maar de aanvoer van kunstmest is duidelijk lager bij bedrijven met een hogere efficiëntie. Hoe die lagere aanvoer van kunstmest doorwerkt op de efficiëntie van de bodem is te zien in Figuur IV.19. In deze figuur zijn de belangrijkste aan- en afvoerposten die in de berekening van de bodemefficiëntie worden meegenomen uitgezet tegen die efficiëntie. Dit zijn de

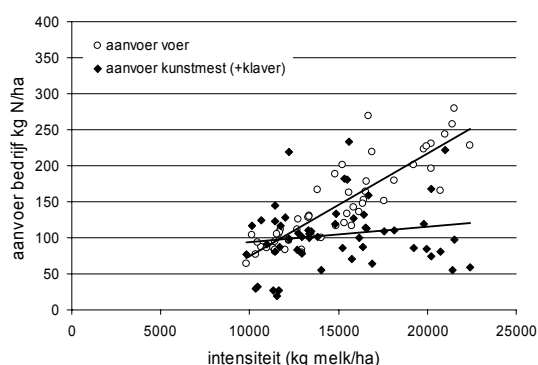
aanvoer van kunstmest, stalmest en weidemest en de afvoer van gewas. Naast een afname van de aanvoer van kunstmest, neemt de aanvoer van stalmest en weidemest én de afvoer met gewas ook af. Tegelijkertijd neemt de efficiëntie van de bodem flink toe (Figuur IV.17).

IV.3 Conclusie

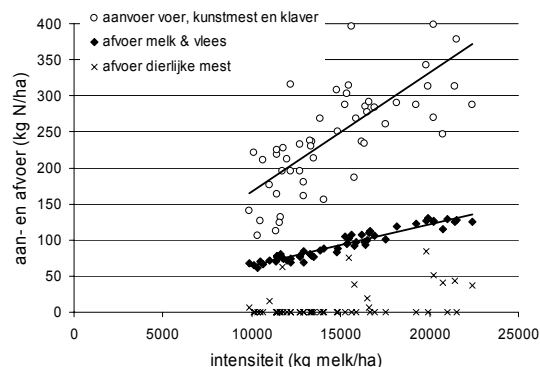
Al met al is de conclusie dat, indien we verschillen in efficiëntie tussen bedrijven willen verklaren, het veel uitmaakt op welke manier dit wordt gedaan. Een verschil in efficiëntie afhankelijk van de intensiteit of een verschil in efficiëntie van het bedrijf onafhankelijk van de intensiteit. Het is dus erg belangrijk wanneer bedrijven met elkaar vergeleken worden eerst na te gaan *waarom* en vervolgens *hoe* dit aan te pakken. Belangrijkste voorwaarde om überhaupt bedrijven met elkaar te mogen vergelijken is kennis te hebben van het gehele bedrijfssysteem.



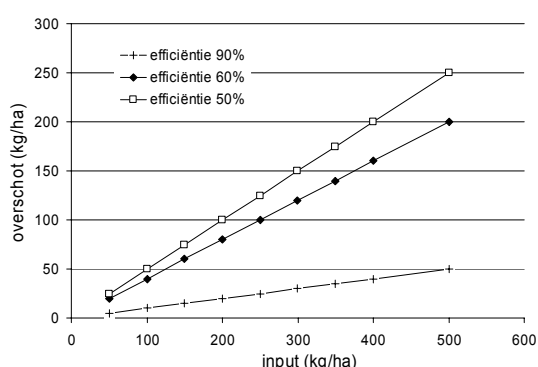
Figuur IV.3 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de N-efficiëntie van het bedrijf (%)



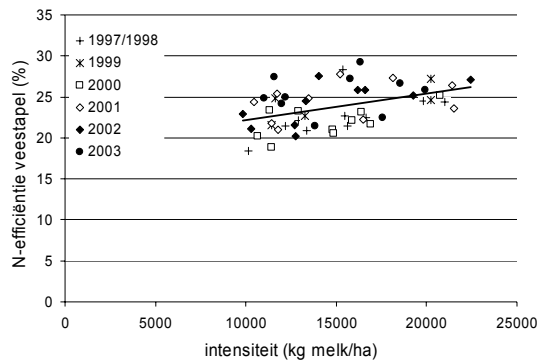
Figuur IV.4 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de aanvoer van voer en kunstmest (+ klaver) (kg N/ha)



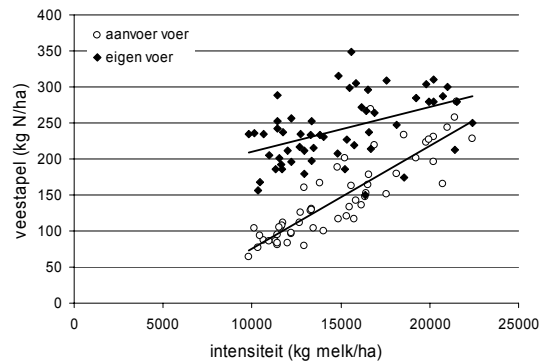
Figuur IV.5 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de totale aanvoer van voer, kunstmest en klaver en met de afvoer van melk, vlees en dierlijke mest



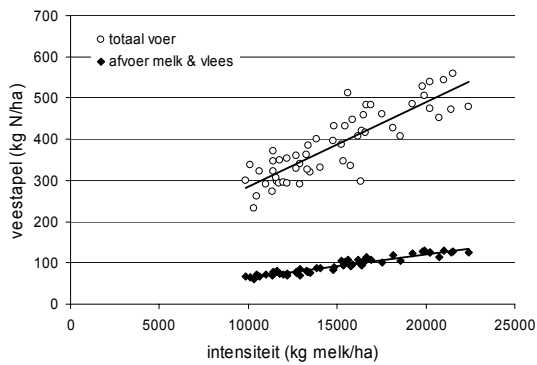
Figuur IV.6 De relaties tussen input (kg/ha), overschot (kg/ha) en efficiëntie (%)



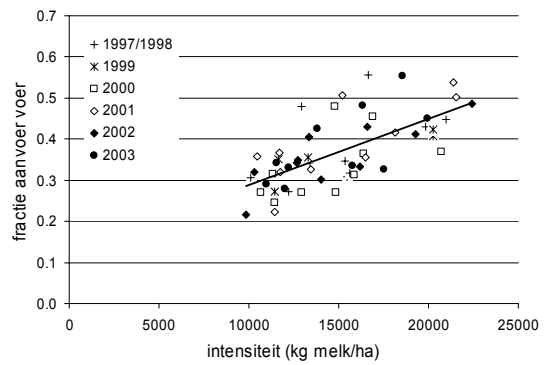
Figuur IV.7 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de N-efficiëntie van de veestapel (%)



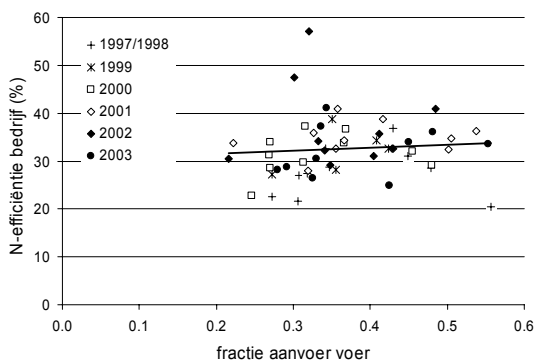
Figuur IV.8 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de hoeveelheid opgenomen voer door de veestapel (via aanvoer of via eigen gewonnen voer)



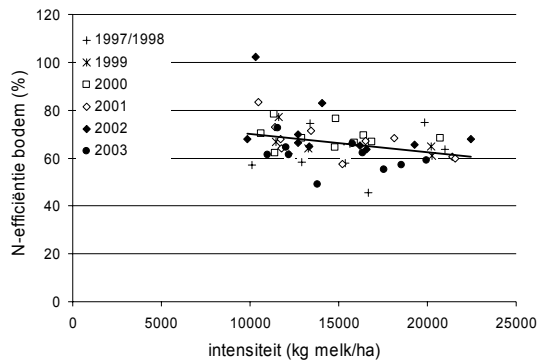
Figuur IV.9 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de hoeveelheid opgenomen voer (via aanvoer en via eigen voer) en met de afvoer van melk & vlees



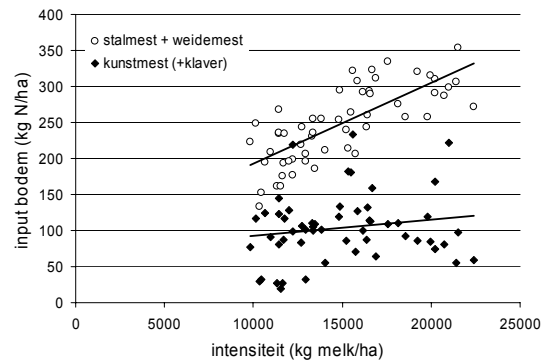
Figuur IV.10 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de fractie aanvoer voer in het rantsoen



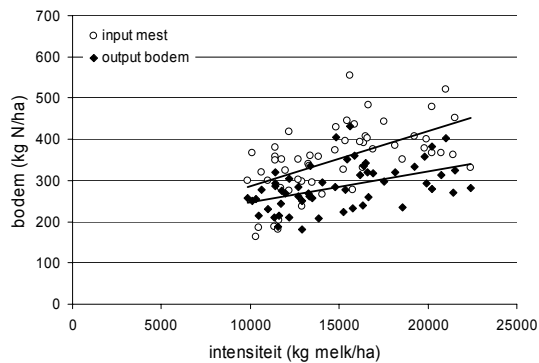
Figuur IV.11 Het verband tussen de fractie aanvoer voer in het rantsoen en de N-efficiëntie van het bedrijf (%)



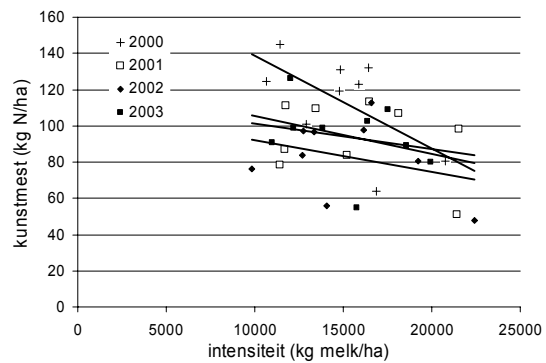
Figuur IV.12 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de N-efficiëntie van de bodem (%)



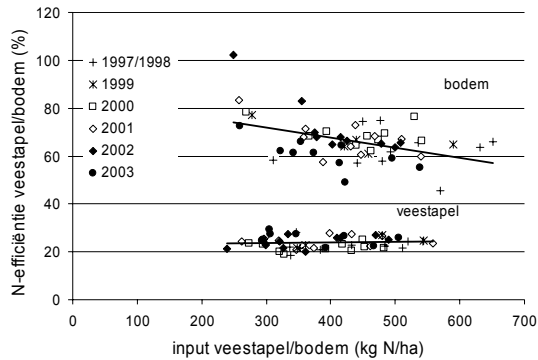
Figuur IV.13 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de hoeveelheid aanvoer mest naar de bodem via stal-, weide- en kunstmest (+klaver) (kg N/ha)



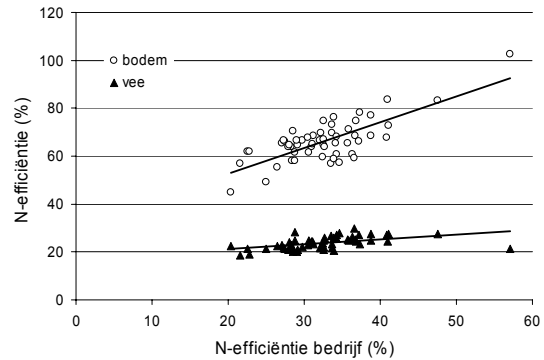
Figuur IV.14 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en de input van mest (stal-, weide- en kunstmest) naar de bodem (kg N/ha) en met de output van de bodem (afvoer bruto gewas) (kg N/ha)



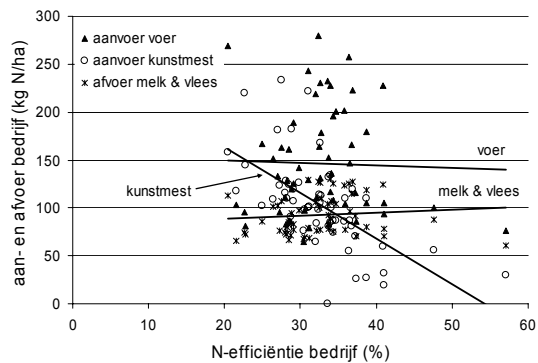
Figuur IV.15 Het verband tussen de intensiteit (kg melk/ha) en aanvoer van kunstmest (kg N/ha) per jaar



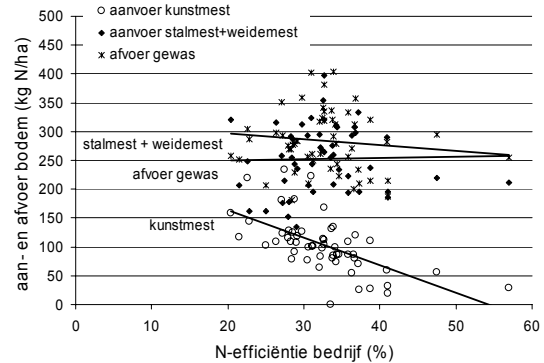
Figuur IV.16 Het verband tussen de input (kg N/ha) en de N-efficiëntie (%) van zowel de veestapel als van de bodem



Figuur IV.17 Het verband tussen N-efficiëntie van het bedrijf (%) en de N-efficiëntie van de bodem en de veestapel (%)



Figuur IV.18 Het verband tussen de N-efficiëntie van het bedrijf (%) en de aanvoer van voer en kunstmest en de afvoer van melk & vlees (kg N/ha)



Figuur IV.19 Het verband tussen de N-efficiëntie van het bedrijf (%) en de aanvoer van stalmest, weidemest en kunstmest naar de bodem (kg N/ha) en de afvoer van gewas (kg N/ha)

Koeien & Kansen – Hoe efficiënt worden de mineralen benut?