

IV Voorloperprojecten

Hoofdstuk 1 - Milieuprestaties in Koeien & Kansen

Jouke Oenema & Hein ten Berge

Plant Research International B.V.

Inhoudsopgave

	Pagina
1. Inleiding	1
2. Balansen	2
2.1 Inleiding	2
2.2 De werkelijke bedrijfsbalans	2
2.3 MINAS-balans	3
2.4 De bedrijfsbodembalans	3
2.5 De bodembalans van grasland	4
2.6 De bodembalans van bouwland	5
3. Aanvoer op de bodembalans	6
3.1 Inleiding	6
3.2 Aanvoer bedrijfsbodem	6
3.3 Aanvoer grasland	7
3.4 Aanvoer bouwland	8
4. Nitraat in grond- en oppervlaktewater in relatie tot overschotten en in relatie tot aanvoer naar de bodem	10
4.1 Nitraatmeting	10
4.2 Nitraat versus overschot	11
4.3 Nitraat versus aanvoer bodem	14
4.4 Stikstof in slootwater	16
4.5 Stikstof in drainwater	17
Literatuur	18
Bijlage I. Bedrijfs- en gewasoverschotten in 'Koeien & Kansen'	5 pp.
Bijlage II. Aanvoer van N-totaal en N-werkzaam naar bedrijfs- en gewasbodem	3 pp.
Bijlage III. Nitraatconcentraties op bedrijfs- en gewasniveau	2 pp.

1. Inleiding

Om paal en perk te stellen aan de emissies van mineralen uit de landbouw, is in Nederland gekozen voor een systematiek die het mineralenoverschot, dus het verschil tussen aan- en afvoer, als uitgangspunt neemt. Het MINeralen AangifteSysteem (MINAS) geeft invulling aan deze systematiek. MINAS is het instrument waarmee op een praktische manier een bedrijfsoverschot kan worden bepaald. MINAS dwingt de melkveehouder de verliezen naar het milieu te beperken doordat grenzen gesteld zijn aan het toelaatbare overschot. Deze 'verliesnormen' zijn in de loop van de jongste jaren geleidelijk omlaag gebracht, om de sector de gelegenheid te bieden de bedrijfsvoering aan te passen. De zgn. 'eindnormen' zullen vanaf 2004 van kracht zijn. Het Europese Hof van Justitie heeft in oktober 2003 besloten dat de MINAS-regelgeving niet voldoet aan de Europese Nitraatrichtlijn. Daarvoor in de plaats komt een stelsel van toedieningsnormen voor stikstof in dierlijke mest en het gebruik van kunstmest.

Het voorloperproject 'Koeien & Kansen' omvat 17 melkveebedrijven, die tezamen een gemotiveerde doorsnee van de Nederlandse melkveehouderij vertegenwoordigen. Doelen van dit project zijn o.a. om versneld de MINAS-eindnormen te bereiken op alle deelnemende bedrijven, hiertoe per bedrijf geëigende ontwikkelingsplannen op te stellen, en te volgen hoe het veranderingsproces verloopt: welke aanpassingen vereist zijn, hoe deze samen hangen met specifieke omstandigheden, welke moeilijkheden zich voordoen en, last but not least, wat de bereikte milieuprestaties zijn en hoe deze zich in de loop der tijd verder ontwikkelen.

Het voorliggende rapport doet verslag van de ontwikkelingen die er over de afgelopen jaren (1997-2002) te zien waren in de Koeien & Kansen bedrijven met betrekking tot de stikstofoverschotten en stikstofaanvoer op diverse niveaus, en van de daaraan gelieerde milieuprestaties. Als maat voor de milieuprestatie richt deze studie zich op de nitraatbelasting van het bovenste grondwater, zoals die tot uiting komt in de nitraatconcentratie gemeten gedurende de zomer in de bovenste meter van het grondwater (op de veengronden in de winter). Een eerste rapportage van de bovengenoemde stikstofoverschotten en milieuprestaties is verschenen in Oenema *et al.*, 2002.

In het bijzonder richt dit rapport zich op de beantwoording van de volgende vragen:

- Hoe hebben de stikstofoverschotten op de Koeien & Kansen -bedrijven zich ontwikkeld in de periode 1997-2002?
- Hoe is de samenhang tussen de stikstofoverschotten op bedrijfsniveau en gewasniveau?
- Hoe is de samenhang tussen de stikstofaanvoer naar de bodem op bedrijfsniveau en gewasniveau?
- Wat is het verband tussen het MINAS-overschot en de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater?
- Wat is het verband tussen enerzijds het stikstofoverschot, op resp. bedrijfs-, bodem- en gewasniveau, en anderzijds de gemiddelde nitraatconcentratie op het betreffende aggregatieniveau?
- Wat is het verband tussen enerzijds het stikstofaanvoer, op resp. bedrijfs-, bodem- en gewasniveau, en anderzijds de gemiddelde nitraatconcentratie op het betreffende aggregatieniveau?

De stikstofbalansen op bedrijfsniveau worden in Hoofdstuk 2 behandeld: de 'werkelijke' bedrijfsbalans, de MINAS-balans, de bedrijfsbodembalans, en de bodembalansen voor het graslandareaal en het bouwlandareaal afzonderlijk. Hoofdstuk 3 behandelt de stikstofaanvoer op de bovengenoemde niveaus. De samenhang tussen de resp. overschotten en de waargenomen nitraatconcentraties en de samenhang tussen de resp. aanvoer van stikstof en de waargenomen nitraatconcentraties wordt belicht in Hoofdstuk 4.

2. Balansen

2.1 Inleiding

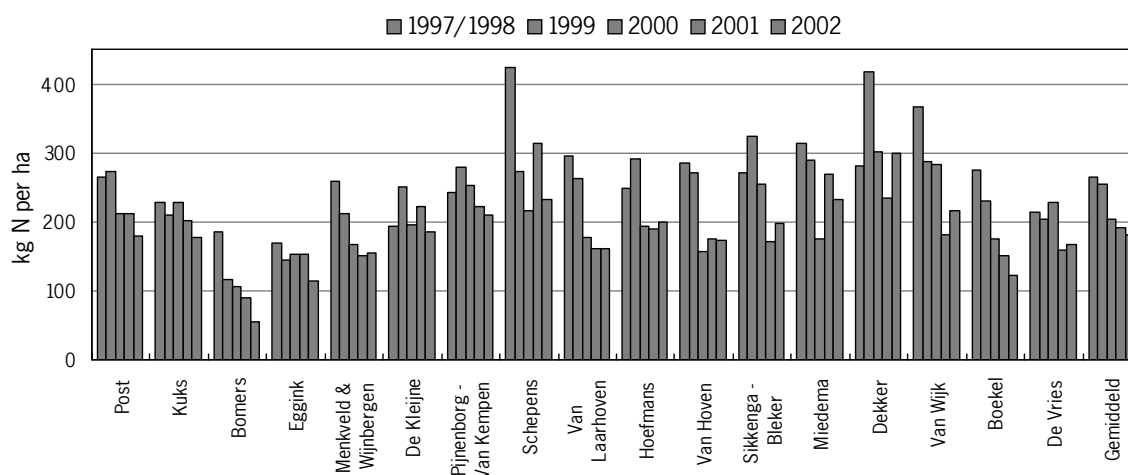
In dit hoofdstuk worden stikstof- (N-) overschotten op de balans van de 'Koeien & Kansen' bedrijven behandeld. We maken onderscheid in balansen voor het gehele bedrijf, en balansen voor delen van het bedrijf, namelijk delen met een zelfde grondgebruik (resp. grasland en bouwland). De balansen voor het gehele bedrijf zijn: de werkelijke bedrijfsbalans (Paragraaf 2.2), de MINAS-balans (Paragraaf 2.3) en de bedrijfsbodembalans (Paragraaf 2.4). De balansen voor delen van het bedrijf zijn de bodembalans van het grasland (Paragraaf 2.5) en de bodembalans van het bouwland (Paragraaf 2.6).

In Oenema *et al.*, (2000, 2001 en 2002) is beschreven op welke wijze de gegevens werden verzameld en vervolgens verwerkt tot balansen. De resultaten hebben betrekking op vijf jaargangen (1997/1998 (uitgangssituatie), 1999, 2000, 2001 en 2002) en worden zowel in de hoofdtekst (grafiek) als in Bijlage I (tabel) 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 het bedrijf van 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 & De Vries).

In alle balansen behalve de MINAS-balans werd de atmosferische depositie als aanvoerpost meegeteld.

2.2 De werkelijke bedrijfsbalans

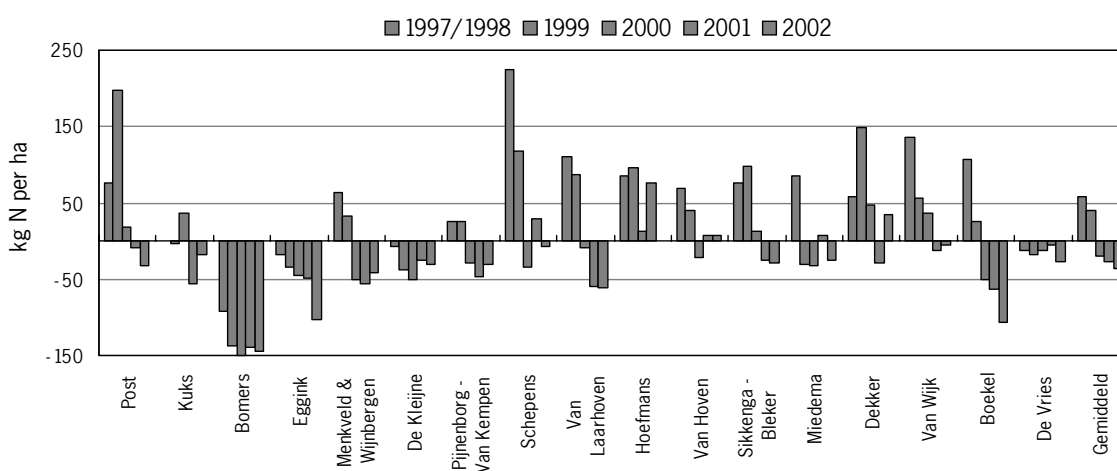
Het N-overschot op de werkelijke bedrijfsbalans voor vijf jaargangen is weergegeven in Tabel I.1 (Bijlage I). Figuur 2.1 toont het verloop van het overschot op de werkelijke bedrijfsbalans voor vijf jaargangen. Het gemiddelde overschot op de bedrijven is afgenomen van 266 kg N/ha in 1997/1998 tot 181 kg N/ha in 2002. De variatie in het overschot tussen de bedrijven is echter groot: in 1997/1998 lagen de waarden tussen 169 en 366 kg N/ha, en in 2002 tussen 55 en 299 kg N/ha. In de Tabellen I.2 en I.3 (Bijlage I) zijn de aanvoer van N en P op de werkelijke balans weergegeven.



Figuur 2.1 Stikstofoverschotten op de werkelijke bedrijfsbalans op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.

2.3 MINAS-balans

De MINAS-balans verschilt van de totale of werkelijke bedrijfsbalans vanwege het ontbreken van de aanvoerposten depositie en N-binding door vlinderbloemigen (bijv. klaver), en ook vanwege de afvoerpost 'diercorrectie' (toegestane gasvormige verliezen) die wel in de MINAS-systematiek voorkomt maar geen expliciete post vormt in de werkelijke bedrijfsbalans. Ook de voorraadverschillen worden in MINAS buiten beschouwing gelaten, terwijl ze wel zijn opgenomen in de werkelijke bedrijfsbalans. Een overzicht van de MINAS-overschotten, de MINAS-eindnormen (2003) en de afwijking van het MINAS-overschot ten opzichte van de eindnorm voor vijf jaargangen is weergegeven in Tabel I.4 (Bijlage I). De hoogte van de MINAS-eindnorm is bedrijfsspecifiek en is onder andere afhankelijk van de arealen grasland en bouwland (Oenema *et al.*, 2000, Henkens & Van Keulen, 2001). Het gemiddelde MINAS-overschot op de bedrijven is afgenomen van 204 kg N/ha in 1997/1998 tot 113 kg N/ha in 2002. Figuur 2.2 laat zien de afwijking van het MINAS-overschot voor vijf jaargangen ten opzichte van de MINAS-eindnorm (2003). In 1997/1998 haalden 12 van de 17 bedrijven de eindnorm niet en lag het MINAS-overschot gemiddeld 58 kg N/ha *boven* de eindnorm. In 2002 lag dit aantal op 2 bedrijven en lag het MINAS-overschot gemiddeld 37 kg N/ha *onder* de eindnorm.

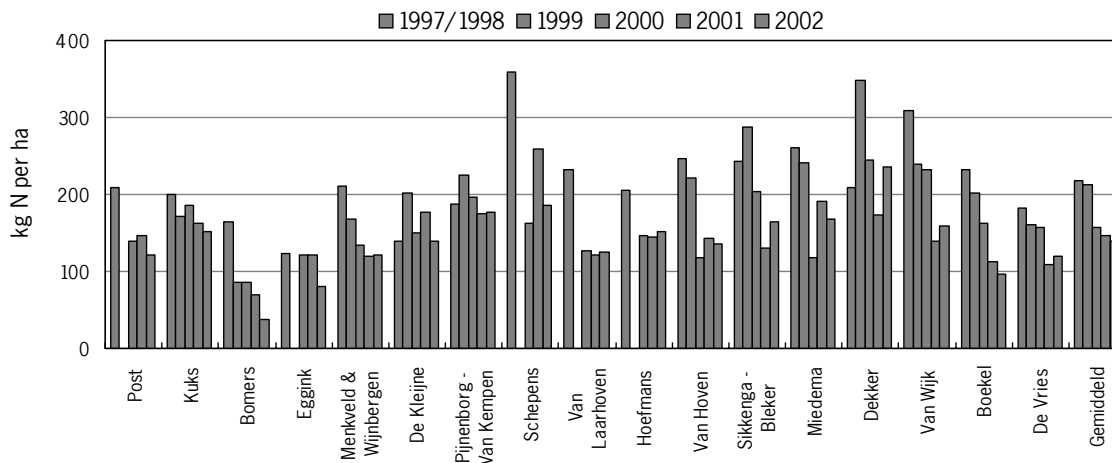


Figuur 2.2 Afwijking van het MINAS-overschot voor vijf jaargangen ten opzichte van de MINAS-eindnorm (2003)

2.4 De bedrijfsbodembalans

De voorgaande bedrijfsbalansen zijn zogenaamde 'bedrijfs-poortbalansen': als aanvoer wordt de N-stroom gerekend die het bedrijf binnenkomt, de afvoer is de N-stroom die het bedrijf weer verlaat. De bodem maakt deel uit van het gehele systeem dat tussen de bedrijfsingang en -uitgang ligt. De begrenzing van het deelsysteem 'bodem' ligt, in de hier gehanteerde systematiek, bij het bodemoppervlak. De bedrijfsbodembalans wordt opgesteld door alle N-stromen die door het oppervlak de bodem intreden als aanvoer te beschouwen, en alleen de afvoer van N in gewasproducten als afvoer te beschouwen. Hierbij wordt alle op de bodem gedeponeerde mest, ook weidemest, als aanvoer aangemerkt. De bij toediening (weidemest en uitgereden mest) vervluchtigde ammoniak wordt hierin niet meegeteld. Weidegras wordt overigens tot de afvoerposten gerekend.

Het verschil tussen aanvoer en afvoer (N-overschot op de bedrijfsbodembalans) zijn werkelijke verliezen (nitraat-uitspoeling; denitrificatie) maar ook voorraadverandering in de bodem (Oenema *et al.*, 2000). Een overzicht van het N-overschot op de bedrijfsbodembalans voor vijf jaargangen is weergegeven in Tabel I.5 (Bijlage I). Van vijf bedrijven kon over het jaar 1999 de bedrijfsbodembalans niet vastgesteld worden vanwege het ontbreken van relevante data. Figuur 2.3 toont het verloop van het overschot op de bedrijfsbodembalans voor vijf jaargangen. Het gemiddelde overschot op de bedrijfsbodembalans nam af van 218 kg N/ha in 1997/1998 tot 140 kg N/ha in 2002. De variatie in het overschot is groot, maar is – in absolute zin – in de loop der jaren afgenomen. In 1997/1998 varieerde het overschot tussen 124 en 358 kg N/ha, in 2002 tussen 37 en 235 kg N/ha.



Figuur 2.3 Stikstofoverschotten op de bedrijfsbodembalans op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.

2.5 De bodembalans van grasland

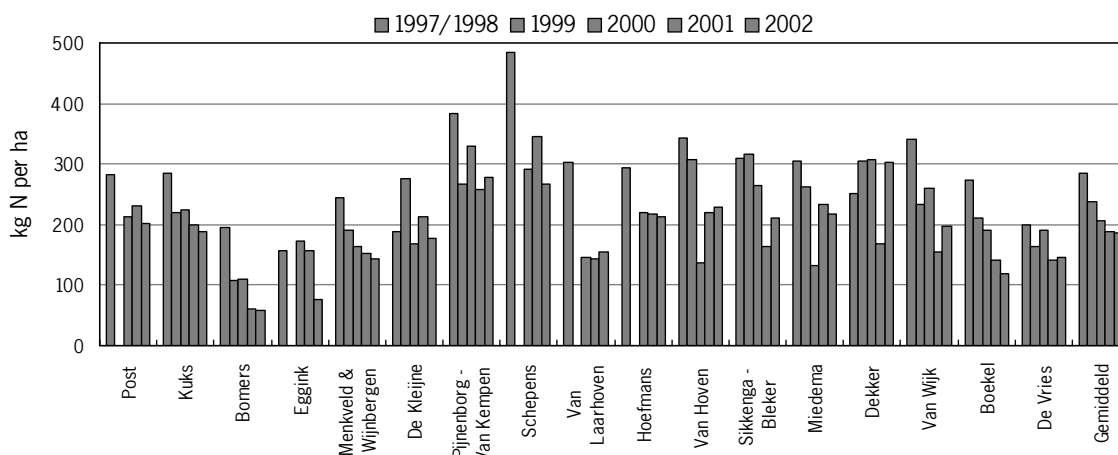
De hierboven gepresenteerde balansen hadden alle betrekking op (aspecten van) het gehele bedrijf. Een volgende stap is balansen op te stellen voor delen van het bedrijf. Relevante subsystemen zijn de bodem onder grasland en de bodem onder bouwland. In deze paragraaf komt de bodembalans van het grasland aan de orde. Dit zijn jaarrond en jaardeel graslandpercelen.

De balansposten op de bodembalans van grasland zijn van hetzelfde type als die op de bodembalans van het bedrijf, maar bij de kwantificering van de betreffende termen worden natuurlijk alleen gegevens gebruikt die betrekking hebben op het graslandareaal. Een verschil tussen de bedrijfsbodembalans en de 'gewasbalansen' (resp. grasland en bouwland) is wel dat in de gewasbalansen de ammoniak-N die op het veld verloren gaat (bij uitrijden maar ook uit weidemest) meegeteld is als aanvoerpost. Dit hangt samen met de gevolgde rekensystematiek bij het vaststellen van interne N-fluxen.

Figuur 2.4 toont het verloop van het N-overschot op de bodembalans van grasland voor vijf jaargangen. In tabelvorm is het N-overschot op de bodembalans van grasland voor vijf jaargangen weergegeven in Tabel I.6 (Bijlage I).

Gemiddeld is het overschot op grasland afgenomen van 281 kg N/ha in 1997/1998 tot 188 kg N/ha in 2002.

In 2002 varieerde het overschot op de resp. bedrijven tussen 57 en 303 kg N/ha.

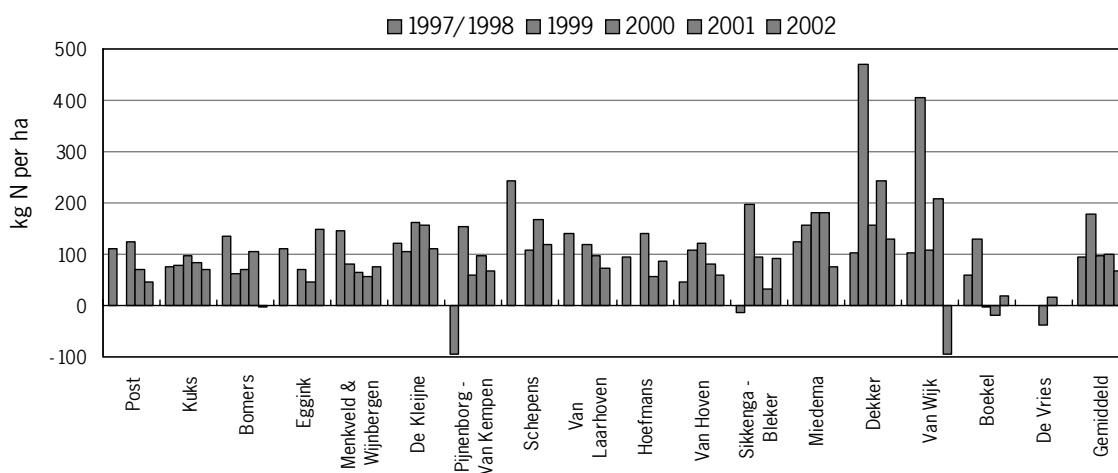


Figuur 2.4 Stikstofoverschotten op de bodembalans van grasland op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.

2.6 De bodembalans van bouwland

Voor de bodembalans van bouwland zijn alle geteelde gewassen op een bedrijf (voedergewassen en akkerbouwgewassen) samengevoegd. Het gewas waarmee het bouwlandareaal is beteeld, is in de meeste gevallen ($\pm 90\%$) maïs, al dan niet met grasonderzaai. Ook hier (als in Paragraaf 2.5) zijn de veldverliezen aan ammoniak-N meegeteld als aanvoerpost.

Figuur 2.5 toont het verloop van het N-overschot op de bodembalans van bouwland voor vijf jaargangen. In tabelvorm is het N-overschot op de bodembalans van bouwland voor vijf jaargangen weergegeven in Tabel I.7 (Bijlage I). In tegenstelling tot de voorgaande balansen is bij de bodembalans van bouwland over de jaren de daling van het overschot minder groot. In 1997/1998 bedroeg het gemiddelde overschot op bouwland 100 kg N/ha, in 1999 171 kg N/ha, in 2000 96 kg N/ha en in 2002 68 kg N/ha. Het N-overschot in 2002 varieerde tussen -93 en $+159$ kg N/ha.



Figuur 2.5 Stikstofoverschotten op de bodembalans van bouwland op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.

3. Aanvoer op de bodembalans

3.1 Inleiding

Met het oog op de aangekondigde koerswijziging in het nationale mestbeleid naar een stelsel van gebruiksnormen, wordt hier ook enige aandacht geschonken aan de aanvoer van N op de bodembalans.

Onder aanvoer naar de bodem komen verschillende N-stromen die door het oppervlak de bodem intreden in aanmerking. Dit zijn alle op de bodem gedeponeerde mest (organische mest, kunstmest en weidemest) en de uit de lucht binnenkomende atmosferische depositie en N-binding door klaver. De berekening van de hoeveelheid aanvoer van stikstof gebeurt op twee manieren, namelijk als:

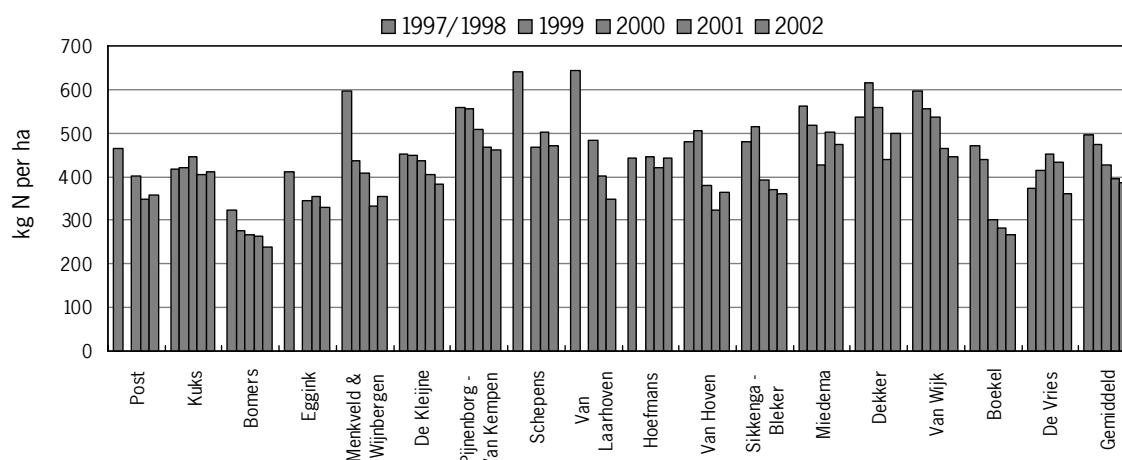
- N totaal
- N werkzaam

Bij N totaal komen alle vormen van stikstof die in de verschillende N-stromen voorkomen in aanmerking. In deze definitie van de aanvoer van N totaal zijn de bij de toediening van mest (weidemest en uitgereden mest) vervluchtigde ammoniak niet meegeteld waar het om de bedrijfsbodembalans gaat, maar *we/waar* het de resp. 'gewasbalansen' voor grasland en bouwland betreft. De aanvoer van N-werkzaam is berekend als 50% van de totale N-aanvoer in dierlijke mest (uitgereden mest plus weidemest), vermeerderd met 100% van de kunstmest-N aanvoer. (Een deel van de niet-werkzame N gaat verloren als ammoniak-N, een ander deel is organisch gebonden N die niet in het eerste jaar voor het gewas beschikbaar is.)

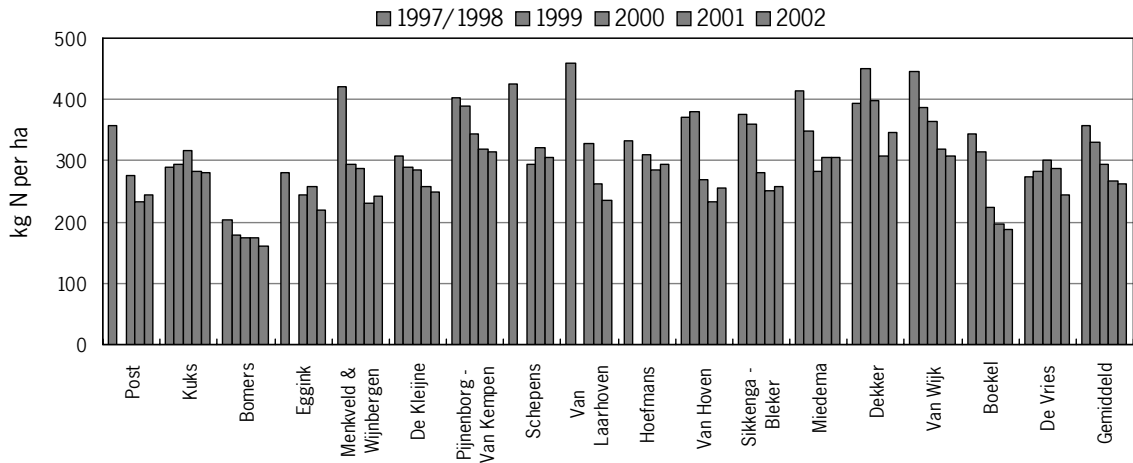
In dit hoofdstuk wordt de aanvoer van N naar de bodem op de 'Koeien & Kansen' bedrijven behandeld. We maken onderscheid in de N aanvoer voor het gehele bedrijf, en de N aanvoer voor delen van het bedrijf, namelijk delen met een zelfde grondgebruik (resp. grasland en bouwland). De aanvoer van N totaal en N werkzaam op de bodembalans van het gehele bedrijf wordt beschreven in Paragraaf 3.2, de aanvoer van N totaal en N werkzaam naar het grasland in Paragraaf 3.3, en de aanvoer naar het bouwland in Paragraaf 3.4.

3.2 Aanvoer bedrijfsbodem

De aanvoer van resp. N totaal en N werkzaam naar de bedrijfsbodem voor vijf jaargangen is weergegeven in de Figuren 3.1 en 3.2. In tabelvorm is de aanvoer van resp. N totaal en N werkzaam weergegeven in de Tabellen II.1 en II.2 (Bijlage II). De gemiddelde aanvoer van N totaal op de bedrijfsbodem is afgenomen van 497 kg N/ha in 1997/1998 tot 386 kg N/ha in 2002. In het geval van de aanvoer van N werkzaam is de gemiddelde afname van 359 kg N/ha in 1997/1998 tot 262 kg N/ha in 2002.



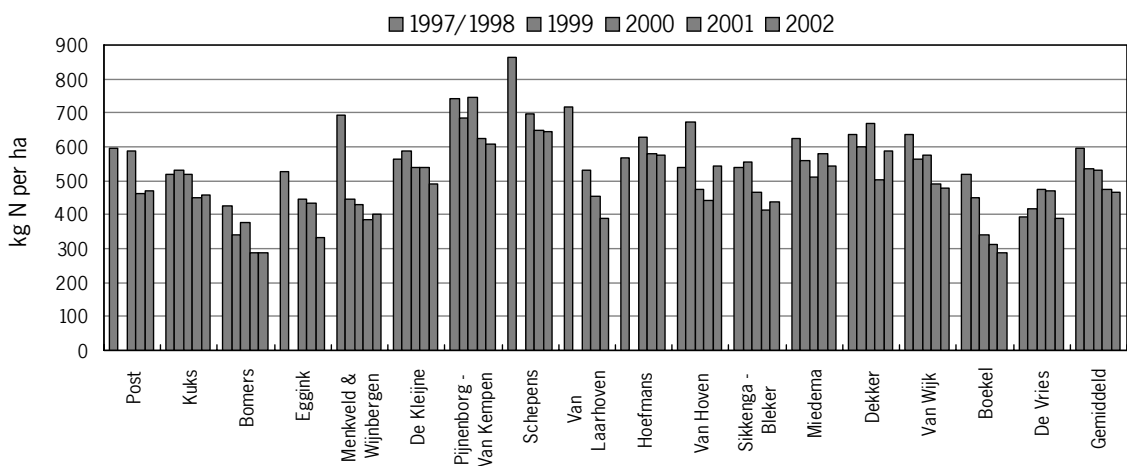
Figuur 3.1 Aanvoer N totaal op de bedrijfsbodembalans op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.



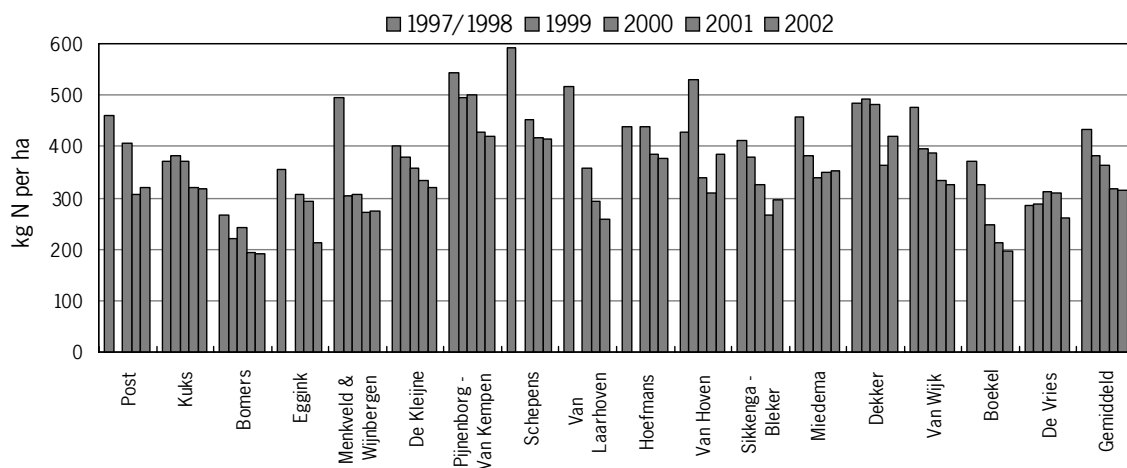
Figuur 3.2 Aanvoer N werkzaam op de bedrijfsbodem op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.

3.3 Aanvoer grasland

De aanvoer van N totaal en N werkzaam naar grasland zijn van hetzelfde type als die van de bedrijfsbodem. Meer in detail over het graslandareaal is beschreven in Paragraaf 2.5. Figuren 3.3 en 3.4 vertonen het verloop van resp. de aanvoer van N totaal en N werkzaam naar grasland voor vijf jaargangen. In Bijlage II is de aanvoer van N totaal en N werkzaam weergegeven in tabellen (Tabellen II.3 en II.4). De aanvoer van N totaal naar grasland is in vijf jaar gemiddeld afgenomen van 594 kg N/ha in 1997/1998 tot 466 kg N/ha in 2002. In het geval van de aanvoer van N werkzaam naar grasland is de gemiddelde afname van 433 kg N/ha in 1997/1998 tot 314 kg N/ha in 2002.



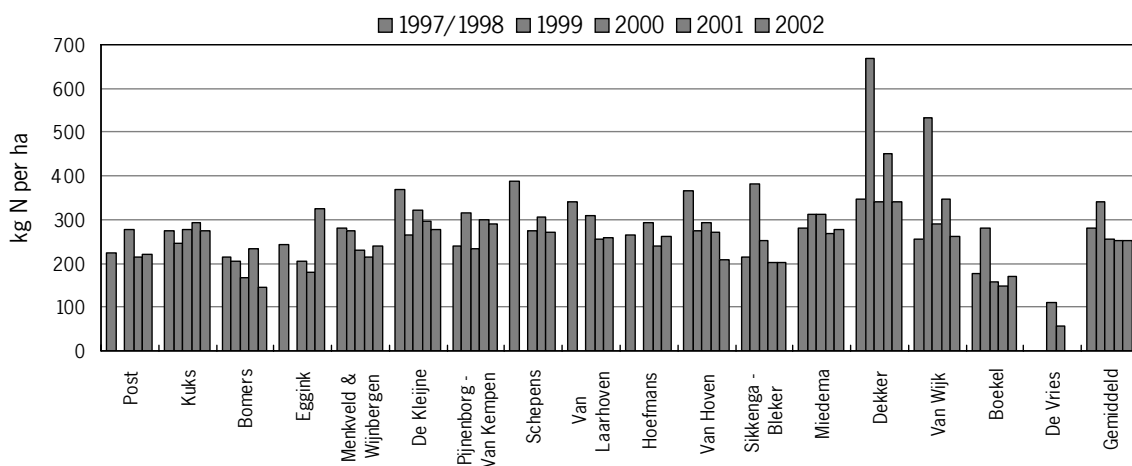
Figuur 3.3 Aanvoer N totaal naar grasland op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.



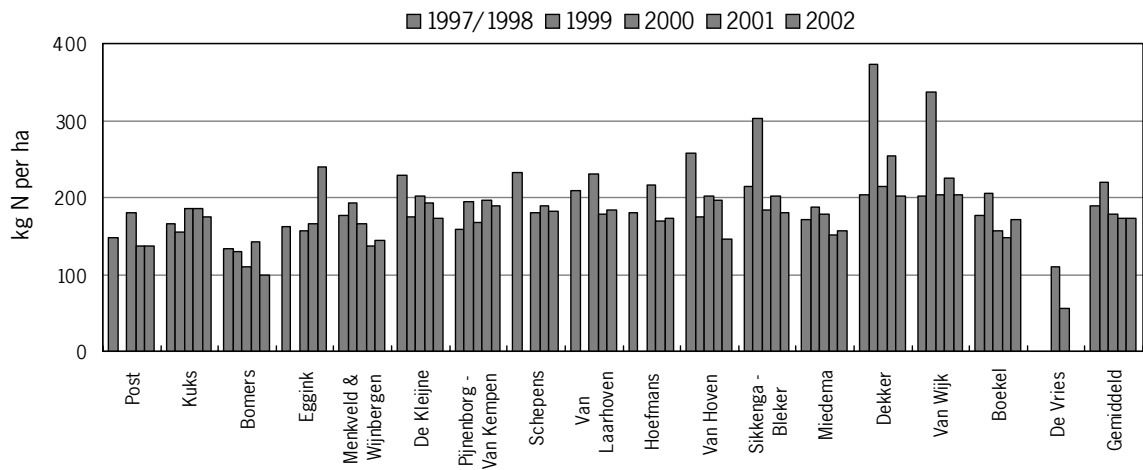
Figuur 3.4 Aanvoer N werkzaam naar grasland op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.

3.4 Aanvoer bouwland

Voor uitleg over het areaal bouwland, zie Paragraaf 2.6. Het verloop van de aanvoer van resp. N totaal en N werkzaam naar bouwland voor vijf jaargangen is weergegeven in de Figures 3.5 en 3.6. In Bijlage II is de aanvoer van N totaal en N werkzaam weergegeven in tabellen (Tabellen II.5 en II.6). In tegenstelling tot voorgaande aanvoer van N is bij bouwland de afname in de tijd minder groot. In 1997/1998 bedroeg de gemiddelde aanvoer van N totaal 280 kg N/ha en in 2002 was dezelfde aanvoer 'maar' gedaald tot 252 kg N per ha. De aanvoer van N werkzaam laat hetzelfde patroon zien; van 189 kg N/ha in 1997/1998 tot 173 kg N/ha in 2002.



Figuur 3.5 Aanvoer N totaal naar bouwland op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.



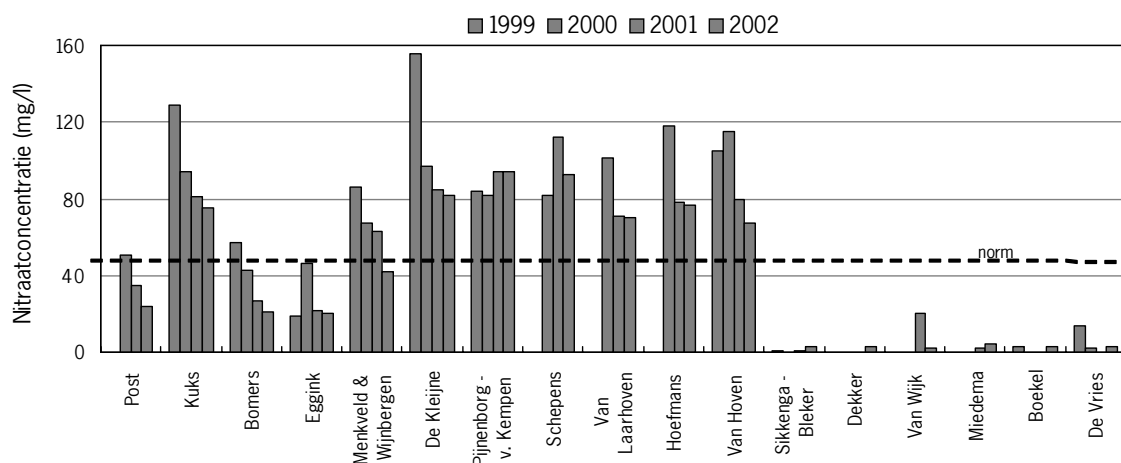
Figuur 3.6 Aanvoer N werkzaam naar bouwland op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.

4. Nitraat in grond- en oppervlaktewater in relatie tot overschotten en in relatie tot aanvoer naar de bodem

Dit hoofdstuk behandelt de samenhang tussen N-overschotten uit Hoofdstuk 2 en de N-aanvoer naar de bodem uit Hoofdstuk 3 met de nitraatconcentraties van het bovenste grondwater. Om met deze laatste te beginnen geeft Paragraaf 4.1 een overzicht van de ontwikkeling van de nitraatconcentraties over de afgelopen jaren op bedrijfs- en gewasniveau. De invloed van de bedrijfsvoering op de nitraatconcentraties wordt nader bekeken in Paragraaf 4.2 (overschotten) en Paragraaf 4.3 (aanvoer bodem). Naast grondwater zijn ook metingen gedaan van het sloot- en drainwater. De resultaten hiervan staan resp. in Paragraaf 4.4 en 4.5.

4.1 Nitraatmeting

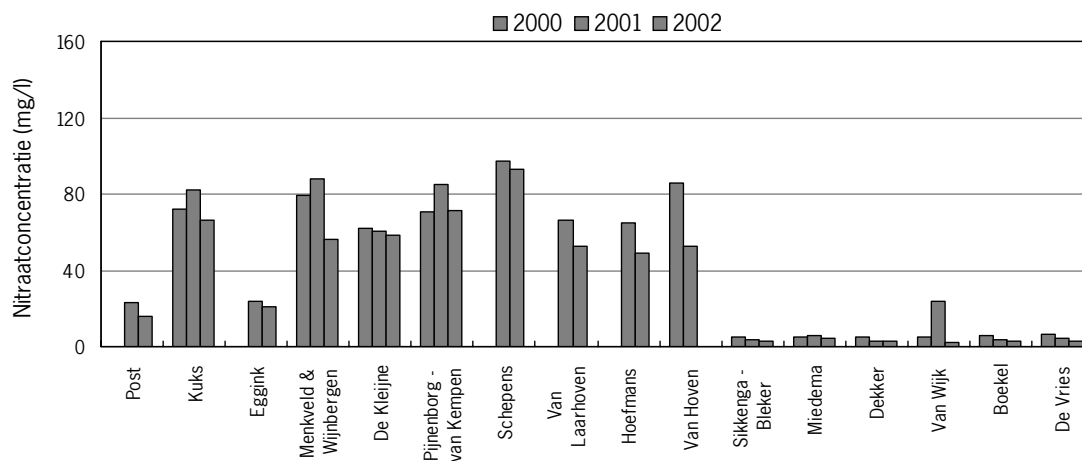
De hier gebruikte nitraatgegevens werden verzameld door het RIVM, in het kader van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). De gegevens hebben betrekking op de bovenste meter van het grondwater. In de bovenste laag van het grondwater zijn veranderingen als gevolg van beheer het snelst meetbaar. Ook heeft er nog geen menging plaats gevonden met grondwater van buiten het bedrijf. In Oenema *et al.* (2002) is beschreven hoe de bemonstering in 'Koeien & Kansen' in zijn werk gaat. Details m.b.t. de door de RIVM gevolgde bemonstering- en analysemethode zijn beschreven in Fraters *et al.*, 2000. De in het verdere verloop gebruikte nitraatconcentraties zijn niet genormaliseerd voor effecten van weerjaren. Figuur 4.1 toont het verloop van de nitraatconcentratie voor vier jaargangen op de 'Koeien & Kansen' bedrijven. De Figuur laat een dalende trend zien voor de nitraatconcentratie in de loop der jaren. Van de 10 bedrijven op zandgrond realiseren 3 bedrijven de norm van 50 mg nitraat/l. Bedrijf Post is gelegen op dalgrond en bedrijf Bomers is biologisch. De 'zandbedrijven' Menkveld & Wijnbergen en De Kleijne hebben percelen met een afwijkende grondsoort (vooral klei). De nitraatconcentraties op de bedrijven op klei- en veengrond bleken in bijna alle gevallen laag en ver onder de norm.



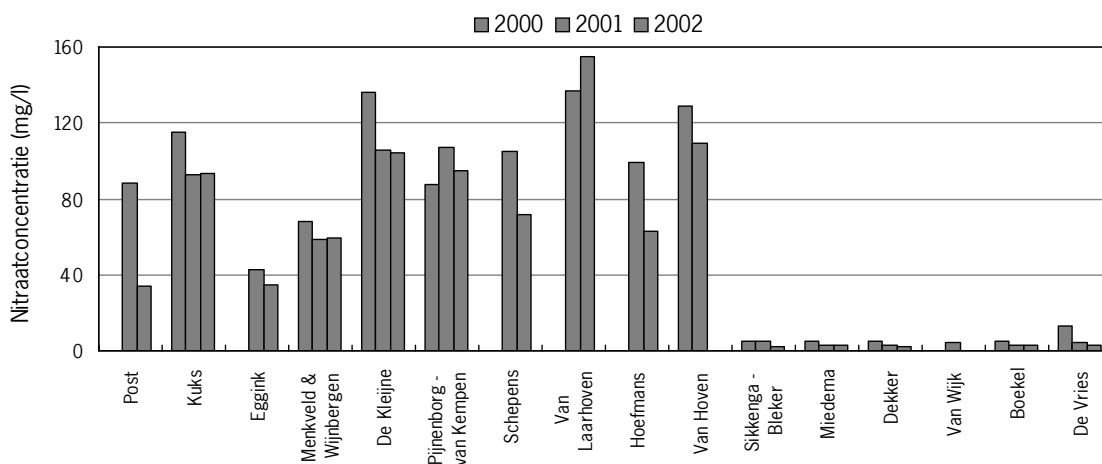
Figuur 4.1 Gemeten nitraatconcentratie (mg/l) op de Koeien & kansen bedrijven voor vier jaargangen.

De voorgaande nitraatconcentraties hadden betrekking op het gehele bedrijf. De nitraatconcentraties zoals per individuele meetput bepaald m.b.v. de Nitrachek kleurtest zijn gebruikt om de nitraatconcentraties op gewasniveau (resp. grasland of bouwland) vast te stellen. Hiertoe zijn per bedrijf alle Nitrachek meetwaarden die betrekking hebben op grasland resp. bouwland in het jaar voorafgaand aan de meting geaggregeerd tot een bedrijfs-gemiddelde

waarde voor het betreffende gewas (bouwland betreft vrijwel steeds snijmaïs). De resultaten zijn weergegeven in de Figuren 4.1 en 4.2. Over het algemeen is de nitraatconcentratie van bouwland hoger dan van grasland. Op de meeste bedrijven zijn de nitraatconcentraties in de loop der jaren lager geworden, zowel op grasland als op bouwland. Net als op het gehele bedrijf zijn de nitraatconcentraties op klei- en veengrond laag zowel voor grasland als bouwland.



Figuur 4.2 Gemeten nitraatconcentratie (mg/l) onder grasland (het jaar voorafgaand van de meting) op de Koeien & kansen bedrijven voor drie jaargangen.



Figuur 4.3 Gemeten nitraatconcentratie (mg/l) onder bouwland (het jaar voorafgaand van de meting) op de Koeien & kansen bedrijven voor drie jaargangen.

4.2 Nitraat versus overschot

De gegevens die momenteel ter beschikking staan om het bedrijfsgemiddelde nitraatgehalte in het bovenste grondwater te relateren aan de bedrijfsvoering, hebben betrekking op de balansjaren 1999-2001 en de nitraat-meetjaren die daar telkens op volgen, dus de jaren 2000-2002. De hierna volgende analyse heeft alleen betrekking op de bedrijven op zandgrond.

Tabel 4.1 geeft de samenhang weer, uitgedrukt in de correlatiecoëfficiënt (r^2), tussen het overschot en de nitraatwaarde behorend bij het betreffende aggregatieniveau (bedrijfsareaal resp. 'gewasareaal'). Dit zijn:

- het overschot op de MINAS-balans;
- het werkelijke bedrijfsoverschot (poortbalans);
- het overschot op de bedrijfsbodembalans;
- het overschot op de balans per 'gewasareaal' ('gewasbalans', resp. voor gras- en bouwland);

Tabel 4.1. *Correlatiecoëfficiënt (r^2) bij lineaire regressie van de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater op diverse indicatoren. Door herberekeningen vertonen enkele cijfers in deze tabel een lichte afwijking t.o.v. de samenvatting in Deel I van deze studie.*

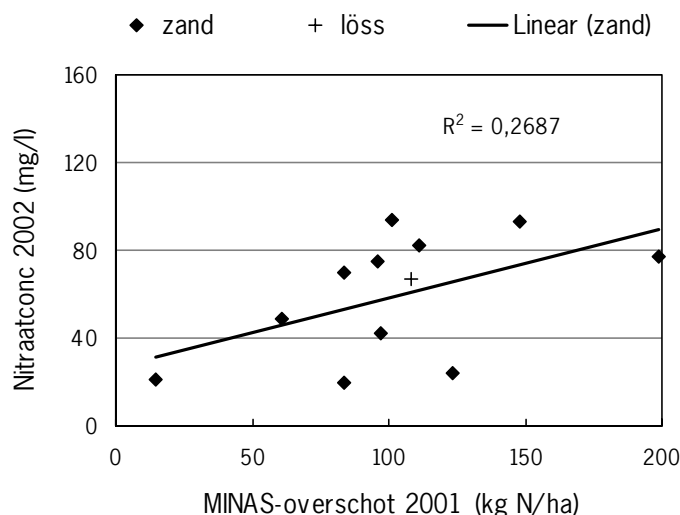
Balansjaar	Overschot				
	MINAS	Werkelijk bedrijf	Bedrijfsbodem	Grasland	Bouwland
1999	0.07	0.50	0.66 ^a		
2000	0.16	0.41	0.57	0.15 ^b	0.30 ^c
2001	0.27	0.46	0.53	0.38 ^b	0.69 ^c
Gehele periode 1999-2001	0.17	0.47	0.52		
Uitgaande van gemiddelde meetwaarden over drie jaren per bedrijf	0.22	0.54	0.67		

^a Deze waarde heeft betrekking op slechts 5 bedrijven waarvoor in balansjaar 1999 de mineralenkringloop volgens K&K-systematiek volledig bepaald kon worden.

^b Deze waarde heeft betrekking op alle zandbedrijven inclusief het bedrijf Post dat op veenkoloniale bodem ligt en afwijkend lage nitraatwaarden vertoont ten opzichte van de overige bedrijven.

^c Deze waarde heeft betrekking op alle zandbedrijven exclusief het bedrijf Post.

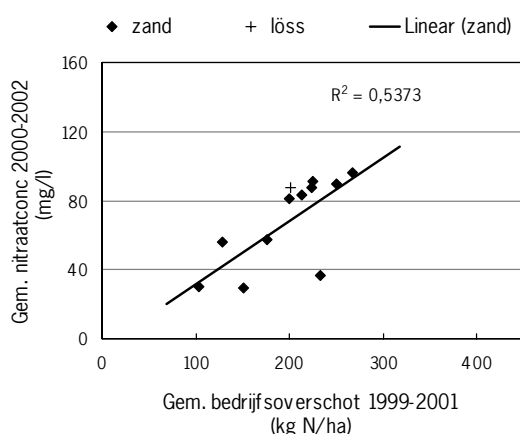
De resultaten weergegeven in Tabel 4.1 worden hieronder toegelicht.



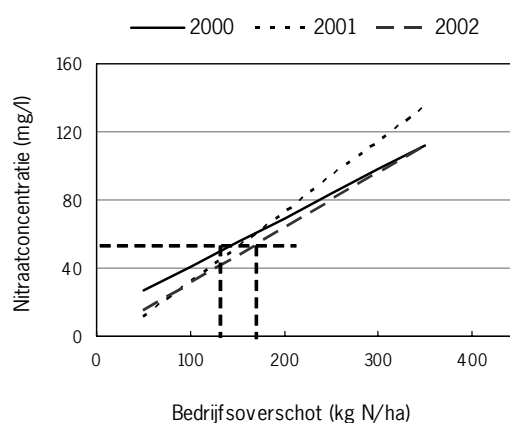
Figuur 4.4. *Bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater, versus N-overschot op de MINAS-balans in het voorafgaande jaar, seizoen 2001/2002. De lineaire regressielijn heeft betrekking op de zandbedrijven.*

Het MINAS-overschot (Figuur 4.4 voor meetjaar 2001/2002) vertoont enige samenhang met de bedrijfsgemiddelde nitraatwaarde, maar het verband is vrij zwak. Tabel 4.1 laat zien dat de correlatie in sommige jaren erg laag is. Van de beschouwde overschotten scoort het MINAS-overschot het slechtst. De oorzaken zijn bekend: er treden soms vrij grote voorraadswijzigingen op waarvoor de MINAS-balans niet gecorrigeerd wordt; daarnaast blijven sommige werkelijke balansposten geheel buiten beschouwing (ammoniakdepositie; N-binding door leguminosen) of worden verdisconteerd als verstekwaarden die mogelijk verschillen van de werkelijke (de diercorrectie om te corrigeren voor gasvormige verliezen die het grondwater dus niet belasten). Uit deze score blijkt dat de MINAS-systematiek voor de melkveehouderij verbeterd kan worden.

Het werkelijk bedrijfsoverschot scoort aanmerkelijk beter. Deze balans is wel gecorrigeerd voor voorraadswijzigingen. De correlatiecoëfficiënt bereikt een waarde van 0.47 ($=r^2$) wanneer alle bedrijf-jaar combinaties als aparte datapunten beschouwd worden. Over het algemeen ligt de samenhang (r^2) per balansjaar tussen de 0.4 en 0.5. Figuur 4.5 toont de lineaire relatie die ontstaat nadat eerst de gemiddelde waarde per bedrijf over de drie meetseizoenen is vastgesteld (voor zowel overschot als nitraat), en vervolgens een regressie wordt uitgevoerd op de hieruit resulterende 'datapunten'. De hogere r^2 die op deze wijze bereikt wordt kan als enigszins geflatteerd gezien worden. In Figuur 4.6 zijn de regressielijnen voor de afzonderlijke jaren weergegeven. De relaties mogen dan blijkens deze figuur nogal verschillen tussen de drie meetjaren, de resultaten geven toch duidelijk aan dat de 50 mg/l richtlijn overschreden wordt bij een werkelijk overschot in de range van 140-160 kg N/ha, betrokken op het gehele bedrijfs-areaal (gras- plus bouwland).

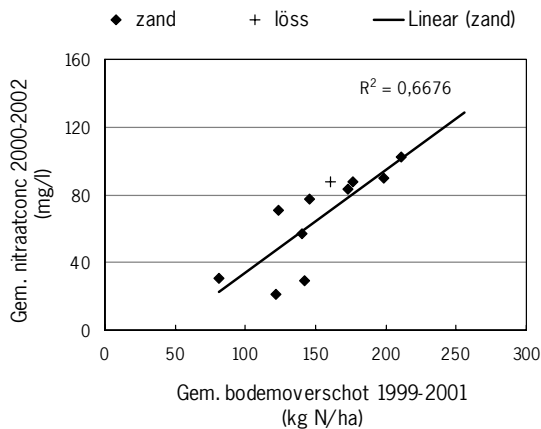


Figuur 4.5. Relatie tussen gemiddeld werkelijk bedrijfsoverschot in de periode 1999-2001 en de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater over de periode 2000-2002.

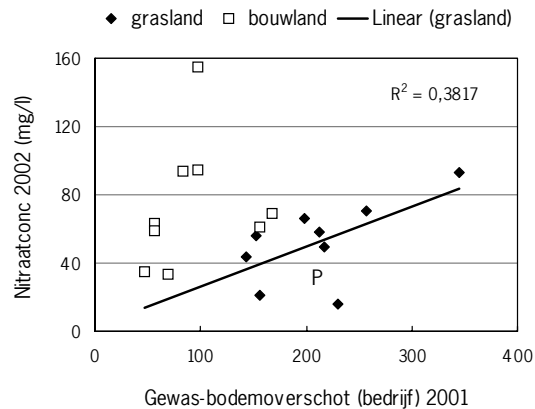


Figuur 4.6. Verband tussen werkelijk bedrijfsoverschot op de zandbedrijven en de nitraatconcentratie, vastgesteld door lineaire regressie op de afzonderlijke meetjaren. Het overschot waarbij 50 mg/l nitraat gevonden werd ligt tussen 140 en 160 kg N/ha.

Het overschot op de bedrijfsbodembalans ontstaat na correctie voor (aftrek van) gasvormige N-verliezen en het mag daarom verwacht worden dat dit 'gecorrigeerde overschot' een betere samenhang met nitraatwaarden vertoont dan de voorgaande overschotten. Dat blijkt enigszins het geval (Tabel 4.1). Bij de hoge score over balansjaar 1999 ($r^2=0.66$) dient wel vermeld te worden dat het hier slechts om een subset van vijf bedrijven gaat; voor de overige kon geen goede bodembalans worden opgesteld in dat jaar. Wordt een regressie uitgevoerd voor alle afzonderlijke bedrijf*jaar datapunten, dan wordt een correlatie gevonden van $r^2=0.52$. Wordt eerst een meerjarig gemiddelde per bedrijf bepaald en vervolgens de regressie uitgevoerd (Figuur 4.7), dan stijgt de correlatie tussen overschot op de bodembalans en de nitraatconcentratie ($r^2=0.67$). Deze waarde is aanmerkelijk hoger dan de overeenkomstige score voor de poortbalans van het bedrijf (0.54).



Figuur 4.7. Relatie tussen gemiddeld bodemoverschot per bedrijf over de periode 1999-2001 en de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater over de periode 2000-2002.



Figuur 4.8. Relatie tussen het N-overschot op resp. gras- en maïsareaal per bedrijf (zand-bedrijven) en de gemiddelde nitraatconcentratie onder het betreffende areaal. Het bedrijf Post gelegen op dalgrond is gemarkeerd met 'P'. Data meetseizoen 2001/2002.

Werden in het voorgaande steeds overschotten op het aggregatieniveau 'bedrijf' beschouwd, hier volgt een analyse van de samenhang tussen het overschot op de bodembalans van de afzonderlijke 'gewasarealen' (grasland en bouwland; bouwland is vrijwel volledig maïsland) en de bijbehorende nitraatconcentratie. Deze balans werd pas voor een jaar bepaald. De resultaten geven daarom geen stevige basis voor de beoordeling van deze indicator. Voor het maïsland wordt geen enkel verband gevonden tussen overschot en nitraatwaarde (Figuur 4.8). Voor het grasland wel; daar treffen we een redelijke samenhang aan tussen beide grootheden.

4.3 Nitraat versus aanvoer op bodembalans

De voorgaande paragraaf behandelde de samenhang tussen nitraat en overschot. De volgende grootheid is de N-aanvoer naar de bodem en deze nader te onderzoeken naar verbanden met nitraat. Tabel 4.2 geeft de samenhang weer, uitgedrukt in de correlatiecoëfficiënt (r^2), tussen de N-aanvoer en de nitraatwaarde behorend bij het betreffende aggregatieniveau (bedrijfsareaal resp. 'gewasareaal'). Dit zijn:

- de aanvoer van N-totaal naar de bedrijfsbodem;
- de aanvoer van N-werkzaam naar de bedrijfsbodem;
- de aanvoer van N-totaal per 'gewasareaal' ('gewasbalans', resp. voor gras- en bouwland);
- de aanvoer van N-werkzaam per 'gewasareaal' ('gewasbalans', resp. voor gras- en bouwland);

Het onderscheid tussen N-totaal (Ntot) en N-werkzaam (Nwz) is beschreven in Paragraaf 3.1.

Tabel 4.2 Correlatiecoëfficiënt (r^2) bij lineaire regressie van de bedrijfsgemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater op diverse indicatoren.

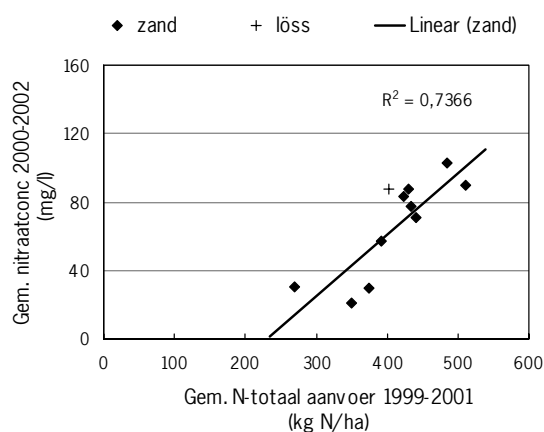
Balansjaar	Aanvoer bodem					
	Bedrijfsbodem		Grasland		Bouwland	
	Ntot	Nwz	Ntot	Nwz	Ntot	Nwz
1999	0.46 ^a	0.42 ^a				
2000	0.70	0.53	0.09 ^b	0.08 ^b		
2001	0.79	0.67	0.38 ^b	0.41 ^b	0.21 ^b	
Gehele periode 1999-2001	0.64	0.51	0.40 ^c	0.42 ^c	0.09 ^c	
Uitgaande van gemiddelde meetwaarden over drie jaren per bedrijf	0.74	0.60				

^a Deze waarde heeft betrekking op slechts 5 bedrijven waarvoor in balansjaar 1999 de mineralenkringloop volgens K&K-systematiek volledig bepaald kon worden.

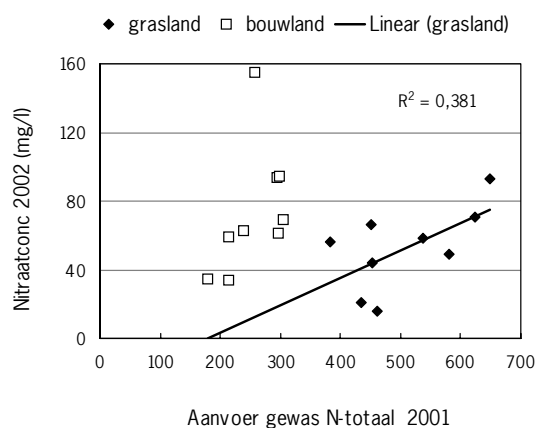
^b Deze waarde heeft betrekking op alle zandbedrijven inclusief het bedrijf Post dat op veenkoloniale bodem ligt en afwijkend lage nitraatwaarden vertoont ten opzichte van de overige bedrijven.

^c Deze waarde heeft betrekking op alle zandbedrijven exclusief het bedrijf Post.

De N-aanvoer op de bedrijfsbodembalans is een grootheid die als nitraat-indicator nog weinig aandacht gekregen heeft. Toch geeft deze meetlat de beste samenhang te zien met de nitraatconcentratie onder het bedrijf: wanneer alle bedrijfjaren beschouwd worden stijgt de r^2 -waarde voor de aanvoer van N-totaal tot 0.64 (tegen 0.52 voor het eerder beschouwde overschot op de bedrijfsbodembalans). Aanvoer van N-werkzaam scoort over het algemeen lager. Figuur 4.9 laat het resultaat zien nadat eerst per bedrijf de gemiddelden over de drie meetjaren zijn vastgesteld. De bijbehorende r^2 bedraagt dan 0.74.



Figuur 4.9. Relatie tussen gemiddelde N-totaal aanvoer op de bodembalans per bedrijf over de periode 1999-2001 en de gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater over de periode 2000-2002. De aanvoer is exclusief ammoniak-verliezen.



Figuur 4.10. Relatie tussen de N-totaal aanvoer op resp. gras- en maisareaal per bedrijf (zandbedrijven) en de gemiddelde nitraatconcentratie onder het betreffende areaal. Data meetseizoen 2001/2002. De aanvoer is nog inclusief de hoeveelheid N die bij toediening vervluchtigt.

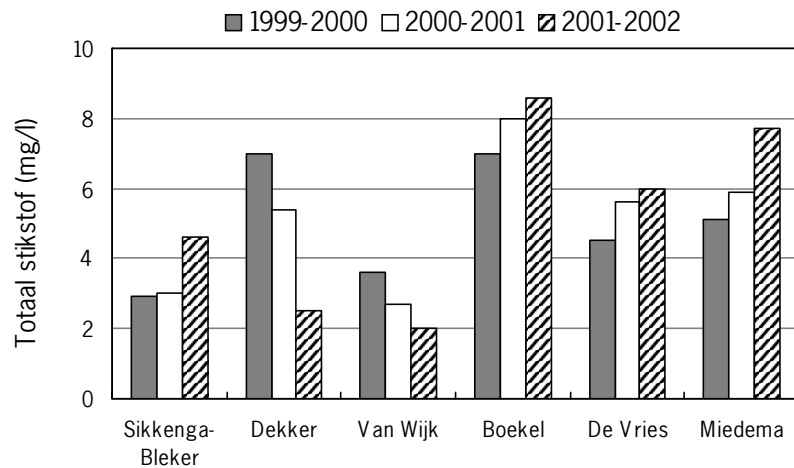
Het voorgaande betrof de N-aanvoer op het aggregatieniveau bedrijf, de volgende stap is de N-aanvoer naar de afzonderlijke 'gewasarealen'. Figuur 4.10 is het equivalent van Figuur 4.8, maar nu weer met de N-aanvoer (totaal) langs de x-as. Zomin als bij het overschot op bouwland (Figuur 4.8), wordt ook bij de aanvoer van N-totaal op bouwland geen duidelijk verband met de nitraatconcentratie gevonden. Op grasland is er wel weer een verband tussen aanvoer van N-totaal en nitraat, met $r^2=0.38$. Wordt het bedrijf Post (Veenkoloniën) uitgesloten, dan ligt deze waarde nog iets hoger (0.40). Namen we het overschot als verklarende grootte (Tabel 4.1 en Figuur 4.8) voor dezelfde dataset (excl. bedrijf Post), dan werd een r^2 -waarde van 0.67 gevonden.

Terwijl voor de bedrijfsbodembalans de N-aanvoer de betere indicator lijkt (dan overschot), is het omgekeerde dus het geval voor het graslandareaal. Dit kan het gevolg zijn van het feit dat de aanvoer voor bouwland een betere indicator zou zijn dan het overschot (althans op korte termijn), maar zou ook deels veroorzaakt kunnen zijn door verschillen in rekensystematiek tussen het vaststellen van balansen op enerzijds het totale bedrijfsareaal, en anderzijds de onderscheiden gewasarealen.

4.4 Stikstof in slootwater

Dat de bedrijven die niet op zandgrond 'boeren' geen problemen zouden kennen met uitspoeling van voedingsstoffen naar grond- en oppervlaktewater is onjuist. Wel halen deze bedrijven (Paragraaf 4.1) op klei- en veengrond de nitraatnorm van 50 mg NO_3^- per liter voor het grondwater redelijk eenvoudig (zie ook Tabel III.1 in Bijlage III). De kwaliteit van het oppervlaktewater in de omringende en bedrijfssloten laat echter soms te wensen over zoals blijkt op basis van cijfers over 1999-2000, 2000-2001 en 2001-2002. In het oppervlaktewater wordt wel degelijk stikstof teruggevonden. Het bedrijf Miedema in Haskerdijken geldt als klei-op-veenbedrijf, en is ondanks dat de gebruikseigenschappen overeenkomen met een kleibedrijf, qua grondwatertypologie te beschouwen als een veenbedrijf. Het grondwater bevindt zich immers in de veenlaag onder het afsluitende kleidek (de dikte van het kleidek varieert van ca. 15 tot 30 cm). In Figuur 4.11 is voor de bedrijven waar slootwater wordt bemonsterd te zien hoe het concentratieverloop was in drie seizoenen. De referentie daarbij is de zgn. de MTR-norm (Maximaal Toelaatbaar Risico). Deze norm bedraagt 2,2 mg totaal-N per liter maar geldt echter als zomergemiddelde waarde voor stagnante eutrofiëringgevoelige wateren, terwijl de getoonde meetwaarden juist in de winter werden verkregen. De beschikbare stikstof wordt vooral in de zomerperiode door algen, wieren en waterplanten omgezet in biomassa, waardoor het N-gehalte in de zomermaanden waarschijnlijk wat lager zal liggen dan de waarden in Figuur 4.11. De streefwaarde voor totaal-N in oppervlaktewater is 1 mg/l.

Op alle veenbedrijven en op het bedrijf Sikkenga – Bleker op kleigrond werd een kleine stijging in N-gehalte te ontstaan, terwijl op de overige twee bedrijven juist sprake lijkt te zijn van een afname. De verschillen tussen de jaren kunnen zowel door weereffecten (neerslag) als door veranderd beheer veroorzaakt zijn. Een langere meetreeks is nodig om hierover uitsluitel te geven. Bovendien is de vraag of het bemonsteringprotocol een betrouwbare schatting van het bedrijfs-gemiddelde geeft.

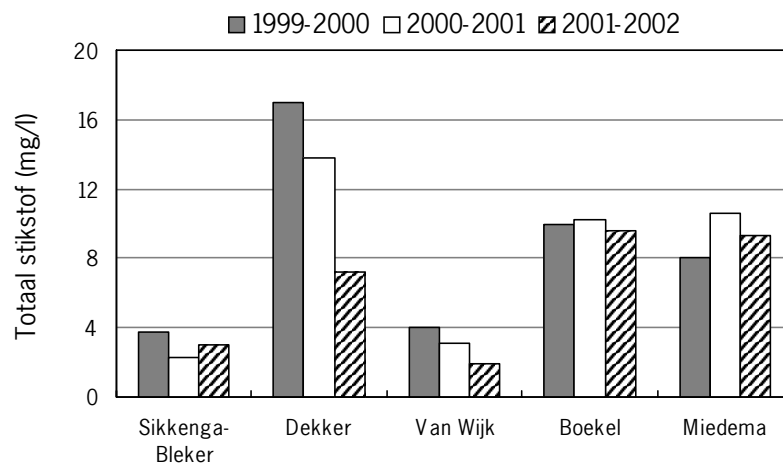


Figuur 4.11 Totaalstikstof in slootwater voor drie meetseizoenen.

In het algemeen wordt er per bedrijf 4 keer per winterseizoen een meting verricht (bestaand uit 4 tot 8 verschillende slootmonsters, afhankelijk van het bedrijf), maar door omstandigheden kan het voorkomen dat de cijfers op slechts één meting zijn gebaseerd. Dit geldt evenzeer voor de drainwatermonsters (Paragraaf 4.5). Verbanden zoals tussen de in eerdere hoofdstukken genoemde bedrijfsoverschotten en de getoonde nitraatconcentraties zijn voor de slootwatergegevens vooralsnog niet aan te tonen op basis van de beschikbare gegevens.

4.5 Stikstof in drainwater

Drainwater wordt op dezelfde bedrijven bemonsterd als voor het slootwater, alleen bij het bedrijf De Vries in Stolwijk is geen (voldoende) drainage aanwezig. Hier lijkt bij de veenbedrijven en het kleibedrijf Sikkenga – Bleker de verschillen in totaalstikstof tussen de jaren gering, terwijl de andere bedrijven een afname lijken te vertonen (Figuur 4.12). Op de veengronden zijn de ammonium-N en organisch gebonden N-gehalten van nature hoger vanwege de oorsprong van de bodem. Ook treedt hier vanwege een zuurstofarme toestand (hoge grondwaterstanden) weinig omzetting van ammonium-stikstof op naar nitraat, zoals wel het geval is bij kleigronden (Oenema *et al.*, 2002). Daar drainwater beschouwd kan worden als grondwater afkomstig uit de bovenste meter is als referentie allereerst de norm van 50 mg NO₃ per liter van kracht. Nadat dit drainwater in de sloot afwatert, vormt het samen met het reeds aanwezige slootwater het oppervlaktewater. Voor dit water is de MTR-norm van 2,2 mg N/l richtinggevend, evenals de streefwaarde van 1 mg/l. Met welke norm de kwaliteit van drainwater ook wordt gekoppeld, enige voorzichtigheid is geboden. Op veengronden wordt bijvoorbeeld nagenoeg geen nitraat-stikstof gemeten, de stikstof is namelijk aanwezig als ammonium-N en in organisch gebonden vorm (Oenema *et al.*, 2002).



Figuur 4.12 Totaalstikstof voor drainwater voor drie meetseizoenen.

Literatuur

- Fraters, B., M.M. van Eerd, D.W. de Hoop, P. Latour, C.S.M. Olsthoorn, O.C. Swertz, F. Verstraten & W.J. Willems, 2000.
Landbouwpraktijk en waterkwaliteit in Nederland, Achtergrondinformatie periode 1992-1997 voor de landenrapportage EU-nitraatrichtlijn. Bilthoven, RIVM rapport 718201
- Henkens, P. & H. van Keulen, 2001.
Mineral Policy in the Netherlands and nitrate policy within the European Community. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 49: 117-134.
- 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., H.F.M. ten Berge, C.J. de Jong & B. Fraters, 2002.
Stikstofoverschotten in 'Koeien & Kansen' en de relatie met nitraatconcentratie in grond- en oppervlaktewater; analyse stikstofoverschotten in 1997-2000 en nitraatconcentraties in 1999-2001. Rapport nr. 49, Plant Research International, Wageningen, 81 pp.
- Oenema, J., G.J. Koskamp & P.J. Galama, 2001.
Guiding commercial farms to bridge the gap between experimental and commercial dairy farm; the project 'Cows & Opportunities. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 49: 277-296.

Bijlage I.

Bedrijfs- en gewasoverschotten in 'Koeien & Kansen'

Tabel I.1. Stikstofoverschotten op de werkelijke bedrijfsbalans op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.

	1997/1998	1999	2000	2001	2002
Post	264	273	213	211	180
Kuks	228	211	228	202	178
Bomers	186	116	106	90	55
Eggink	169	145	153	154	113
Menkveld & Wijnbergen	259	212	167	151	154
De Kleijne	194	251	196	222	184
Pijnenborg - Van Kempen	242	278	252	221	209
Schepens	424	272	215	314	233
Van Laarhoven	296	262	176	162	160
Hoefmans	248	291	194	190	199
Van Hoven	286	270	157	176	173
Sikkenga - Bleker	270	324	255	171	197
Miedema	313	289	176	268	232
Dekker	281	417	302	234	299
Van Wijk	366	290	282	182	217
Boekel	275	230	175	150	123
De Vries	214	203	228	158	166
Gemiddeld	266	255	204	192	181

Tabel I.2. Stikstofaanvoer op de werkelijke bedrijfsbalans op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.

	1997/1998	1999	2000	2001	2002
Post	349	486	298	367	300
Kuks	281	285	335	247	289
Bomers	257	198	170	185	169
Eggink	283	234	232	254	219
Menkveld & Wijnbergen	393	332	229	240	247
De Kleijne	428	320	304	405	346
Pijnenborg - Van Kempen	510	472	369	356	374
Schepens	559	453	300	395	346
Van Laarhoven	443	396	296	234	210
Hoefmans	378	400	309	407	314
Van Hoven	441	394	243	291	271
Sikkenga - Bleker	357	415	348	294	284
Miedema	394	272	301	370	354
Dekker	531	587	486	459	504
Van Wijk	488	425	404	368	361
Boekel	382	288	205	193	166
De Vries	331	280	287	322	270
Gemiddeld	400	367	301	317	296

Tabel I.3. Fosforaanvoer op de werkelijke bedrijfsbalans op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen.
Alle waarden in kg P/ha.

	1997/1998	1999	2000	2001	2002
Post	38	61	34	43	36
Kuks	30	26	36	20	32
Bomers	29	22	15	15	16
Eggink	23	22	18	25	18
Menkveld & Wijnbergen	34	25	17	18	21
De Kleijne	56	26	30	53	38
Pijnenborg - Van Kempen	49	43	33	35	34
Schepens	51	40	32	48	32
Van Laarhoven	34	27	19	20	19
Hoefmans	33	39	27	31	27
Van Hoven	55	41	21	33	25
Sikkenga - Bleker	58	280	31	24	25
Miedema	40	32	33	46	40
Dekker	68	62	49	44	51
Van Wijk	51	56	47	60	59
Boekel	32	18	14	14	12
De Vries	29	26	18	25	25
Gemiddeld	42	50	28	33	30

Tabel I.4 MINAS-overschot, MINAS-eindnorm (2003), de afwijking van het overschot ten opzichte van de eindnorm (kg N/ha) en de intensiteit (quotum) op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen.

	1997/1998					1999					2000					2001					2002							
	Overschot	MINAS-eindnorm	Overschot/norm	Quotum/ha (kg melk)	Overschot	MINAS-eindnorm	Overschot/norm	Quotum/ha (kg melk)	Overschot	MINAS-eindnorm	Overschot/norm	Quotum/ha (kg melk)	Overschot	MINAS-eindnorm	Overschot/norm	Quotum/ha (kg melk)	Overschot	MINAS-eindnorm	Overschot/norm	Quotum/ha (kg melk)	Overschot	MINAS-eindnorm	Overschot/norm	Quotum/ha (kg melk)	Overschot	MINAS-eindnorm	Overschot/norm	Quotum/ha (kg melk)
Post	212	135	77	12204	330	132	198	13991	142	123	19	14793	124	132	-9	15228	103	136	-33	13333								
Kuks	143	142	1	10123	138	141	-3	10262	188	152	36	11424	96	152	-57	11769	134	152	-18	11828								
Bomers	51	144	-92	12935	6	143	-138	11631	-11	139	-151	11344	15	154	-139	10470	10	154	-144	10321								
Eggink	100	118	-18	13383	93	127	-34	10188	74	120	-45	12926	84	131	-48	13462	38	141	-103	14040								
Menkveeld & Wijnbergen	208	144	64	15466	189	156	33	12495	106	158	-51	10651	97	153	-56	11718	115	156	-41	12699								
De Kleijne	108	115	-7	19824	82	120	-38	19549	87	137	-50	20744	111	137	-26	21403	105	137	-31	22426								
Pijnenborg - Van Kempen	178	153	25	18454	183	158	25	19393	118	148	-29	15866	101	148	-47	16503	119	150	-31	16584								
Schepens	348	123	225	16662	240	123	117	16635	88	122	-34	16890	148	119	29	21537	114	122	-8	19253								
Van Laarhoven	245	134	111	15600	219	133	86	14969	127	135	-8	14853	84	143	-60	11418	86	147	-61	9846								
Hoefmans	210	125	85	15348	221	124	97	15348	134	122	12	16413	199	123	75	18149	111	110	0	16173								
Van Hoven	187	117	69	15605	148	108	41	15456	93	114	-21	11310	108	100	8	13547	126	118	8	12919								
Sikkenga - Bleker	247	170	77	9990	262	164	98	14939	176	163	13	15092	146	170	-24	15980	136	165	-29	13361								
Miedema	257	172	85	11819	138	168	-30	12528	133	166	-33	16313	176	169	7	20063	143	169	-26	20236								
Dekker	216	157	59	23657	305	156	149	20802	205	159	46	19987	128	157	-29	20802	192	158	34	20066								
Van Wijk	310	174	136	16844	231	174	56	16896	212	174	37	18153	163	176	-13	19776	169	174	-5	19129								
Boekel	288	182	107	10742	201	175	26	9132	124	175	-51	9659	111	174	-64	6250	68	174	-106	7086								
De Vries	168	180	-12	12132	163	180	-17	12562	167	178	-12	14000	172	178	-6	15291	153	180	-27	14607								
Gemiddeld	204	146	58	14752	185	146	39	14516	127	146	-19	14730	121	148	-27	15492	113	150	-37	14936								

Tabel I.5. *Stikstofoverschotten op de bedrijfsbodembalans op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.*

	1997/1998	1999	2000	2001	2002
Post	208	nb	138	146	122
Kuks	199	171	185	163	152
Bomers	164	86	87	71	37
Eggink	124	nb	122	121	81
Menkveld & Wijnbergen	210	167	134	120	121
De Kleijne	139	201	151	176	140
Pijnenborg - Van Kempen	188	225	197	175	177
Schepens	358	nb	163	259	185
Van Laarhoven	232	nb	126	121	126
Hoefmans	206	nb	146	145	152
Van Hoven	247	221	119	142	137
Sikkenga - Bleker	242	288	204	131	165
Miedema	260	242	117	191	168
Dekker	209	348	245	174	235
Van Wijk	309	242	232	139	159
Boekel	232	201	162	112	97
De Vries	182	160	157	109	119
Gemiddeld	218	213	158	147	140

Tabel I.6. *Stikstofoverschotten op de bodembalans van grasland op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.*

	1997/1998	1999	2000	2001	2002
Post	283		214	230	202
Kuks	285	219	223	199	189
Bomers	196	107	110	61	57
Eggink	157		172	156	77
Menkveld & Wijnbergen	244	191	163	152	144
De Kleijne	189	275	168	213	177
Pijnenborg - Van Kempen	384	267	330	257	278
Schepens	484		291	344	266
Van Laarhoven	302		146	143	154
Hoefmans	293		220	217	213
Van Hoven	342	307	136	219	229
Sikkenga - Bleker	310	316	264	164	210
Miedema	304	262	133	233	218
Dekker	251	306	307	168	303
Van Wijk	341	232	260	154	198
Boekel	274	211	190	141	119
De Vries	201	163	191	141	146
Gemiddeld	285	238	207	188	187

Tabel 1.7. Stikstofoverschotten op de bodembalans van bouwland op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.

	1997/1998	1999	2000	2001	2002
Post	110		124	70	46
Kuks	77	79	98	83	69
Bomers	135	62	70	106	-2
Eggink	111		71	47	148
Menkveld & Wijnbergen	145	81	65	56	76
De Kleijne	122	105	162	156	111
Pijnenborg - Van Kempen	-95	155	59	97	68
Schepens	243		108	168	118
Van Laarhoven	142		119	97	73
Hoefmans	94		139	57	87
Van Hoven	46	109	120	82	60
Sikkenga - Bleker	-15	197	95	33	92
Miedema	124	157	180	181	76
Dekker	103	471	158	243	131
Van Wijk	103	405	109	209	-93
Boekel	60	130	-2	-19	18
De Vries			-39	16	
Gemiddeld	94	177	96	99	67

Bijlage II.

Aanvoer van N-totaal en N-werkzaam naar bedrijfs- en gewasbodem

Tabel II.1. Aanvoer N-totaal (organische mest, kunstmest, weidemest, depositie, klaver) naar de bedrijfsbodem op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.

	1997/1998	1999	2000	2001	2002
Post	466		402	347	357
Kuks	419	421	446	405	411
Bomers	324	275	268	263	239
Eggink	412		345	355	329
Menkveld & Wijnbergen	597	437	407	332	356
De Kleijne	453	450	436	406	383
Pijnenborg - Van Kempen	558	556	507	468	462
Schepens	640		468	502	469
Van Laarhoven	644		482	401	349
Hoefmans	443		447	419	444
Van Hoven	480	505	380	322	363
Sikkenga - Bleker	479	516	393	371	361
Miedema	562	517	428	501	473
Dekker	537	614	560	441	498
Van Wijk	595	557	537	466	447
Boekel	471	438	300	281	265
De Vries	374	414	453	432	362
Gemiddeld	497	475	427	395	386

Tabel II.2. Aanvoer N-werkzaam (organische mest, kunstmest, weidemest, depositie, klaver) naar de bedrijfsbodem op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.

	1997/1998	1999	2000	2001	2002
Post	357		275	233	244
Kuks	289	293	316	282	280
Bomers	204	178	174	174	161
Eggink	279		244	259	220
Menkveld & Wijnbergen	421	294	287	231	241
De Kleijne	309	290	286	259	249
Pijnenborg - Van Kempen	403	389	345	319	315
Schepens	426		294	322	306
Van Laarhoven	459		329	263	235
Hoefmans	333		311	286	294
Van Hoven	370	380	270	233	256
Sikkenga - Bleker	375	360	280	251	258
Miedema	414	349	284	305	306
Dekker	393	450	397	307	347
Van Wijk	445	388	364	320	307
Boekel	345	313	225	198	187
De Vries	274	283	301	287	245
Gemiddeld	359	331	293	266	262

Tabel II.3. Aanvoer N-totaal (organische mest, kunstmest, weidemest, depositie, klaver) naar grasland op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.

	1997/1998	1999	2000	2001	2002
Post	595		589	461	469
Kuks	517	532	520	450	460
Bomers	424	339	378	288	287
Eggink	525		448	434	332
Menkveld & Wijnbergen	695	444	430	384	400
De Kleijne	563	588	539	538	491
Pijnenborg - Van Kempen	741	685	748	623	608
Schepens	865		699	649	646
Van Laarhoven	720		529	452	389
Hoefmans	569		627	581	574
Van Hoven	541	672	472	442	545
Sikkenga - Bleker	540	555	465	412	436
Miedema	623	559	509	578	541
Dekker	638	601	671	503	587
Van Wijk	637	563	574	490	480
Boekel	518	452	341	311	289
De Vries	393	417	473	472	390
Gemiddeld	594	534	530	475	466

Tabel II.4. Aanvoer N-werkzaam (organische mest, kunstmest, weidemest, depositie, klaver) naar grasland op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.

	1997/1998	1999	2000	2001	2002
Post	459		407	306	321
Kuks	371	382	370	319	318
Bomers	267	220	242	194	191
Eggink	355		307	294	214
Menkveld & Wijnbergen	495	304	308	271	274
De Kleijne	401	378	358	333	319
Pijnenborg - Van Kempen	543	495	499	429	421
Schepens	592		453	417	415
Van Laarhoven	518		357	293	257
Hoefmans	437		439	384	377
Van Hoven	427	531	339	310	384
Sikkenga - Bleker	413	380	326	268	296
Miedema	459	383	338	351	351
Dekker	484	493	482	362	420
Van Wijk	475	396	387	335	326
Boekel	373	325	247	213	198
De Vries	285	287	313	309	260
Gemiddeld	433	381	363	317	314

Tabel II.5. Aanvoer N-totaal (organische mest, kunstmest, depositie, klaver) naar bouwland op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.

	1997/1998	1999	2000	2001	2002
Post	225		277	214	219
Kuks	274	246	278	294	274
Bomers	214	205	168	233	145
Eggink	243		203	179	326
Menkveld & Wijnbergen	279	273	231	214	238
De Kleijne	369	265	322	296	278
Pijnenborg - Van Kempen	240	317	233	298	291
Schepens	388		276	305	273
Van Laarhoven	341		308	256	259
Hoefmans	264		293	238	261
Van Hoven	367	274	292	270	209
Sikkenga - Bleker	214	380	251	201	200
Miedema	280	313	311	270	279
Dekker	348	669	340	449	340
Van Wijk	256	532	290	347	262
Boekel	177	279	157	148	171
De Vries			110	56	
Gemiddeld	280	341	255	251	252

Tabel II.6. Aanvoer N-werkzaam (organische mest, kunstmest, depositie, klaver) naar bouwland op Koeien & Kansen bedrijven voor vijf jaargangen. Alle waarden in kg N/ha.

	1997/1998	1999	2000	2001	2002
Post	147		180	137	137
Kuks	165	155	186	185	175
Bomers	134	129	110	143	99
Eggink	163		157	166	240
Menkveld & Wijnbergen	177	193	165	137	145
De Kleijne	229	174	202	193	173
Pijnenborg - Van Kempen	159	195	168	196	188
Schepens	233		180	190	182
Van Laarhoven	209		230	178	184
Hoefmans	181		215	170	174
Van Hoven	257	174	202	197	145
Sikkenga - Bleker	214	302	183	201	180
Miedema	172	188	179	151	156
Dekker	204	374	215	255	201
Van Wijk	202	338	204	226	204
Boekel	177	205	157	148	171
De Vries			110	56	
Gemiddeld	189	221	179	172	172

Bijlage III.

Nitraatconcentraties op bedrijfs- en gewasniveau

Tabel III.1. Gemeten nitraatconcentratie (mg/l) op de Koeien & kansen bedrijven voor vier jaargangen.

	1999	2000	2001	2002	Gem
Post		51	35	25	37
Kuks	129	94	81	73	94
Bomers	57	43	27	21	37
Eggink	19	46	22	22	27
Menkveld & Wijnbergen	86	67	63	45	65
De Kleijne	156	97	85	77	104
Pijnenborg - Van Kempen	84	82	94	81	85
Schepens		82	112	82	92
Van Laarhoven		101	71	64	79
Hoefmans		118	78	54	83
Van Hoven	105	115	80	67	92
Sikkenga - Bleker	1	0	1	3	1
Miedema	0	0	0	3	1
Dekker	0	0	20	2	6
Van Wijk	0	0	2	4	2
Boekel	3	0	0	3	2
De Vries	14	2	0	3	5

Tabel III.2. Gemeten nitrachek (mg/l) onder grasland (het jaar voorafgaand aan de meting) op de Koeien & kansen bedrijven voor drie jaargangen.

	2000	2001	2002	Gem
Post		23	16	20
Kuks	72	82	66	73
Eggink		24	21	22
Menkveld & Wijnbergen	80	88	56	75
De Kleijne	62	60	58	60
Pijnenborg - Van Kempen	70	85	71	75
Schepens		97	93	95
Van Laarhoven		66	53	59
Hoefmans		65	49	57
Van Hoven	86	52		69
Sikkenga - Bleker	5	4	3	4
Miedema	5	6	5	5
Dekker	5	3	3	4
Van Wijk	5	23	2	10
Boekel	6	3	3	4
De Vries	6	5	3	5

Tabel III.3. Gemeten nitrachek (mg/l) onder bouwland (het jaar voorafgaand aan de meting) op de Koeien & Kansen bedrijven voor drie jaargangen.

	2000	2001	2002	Gem
Post		88	34	61
Kuks	115	93	94	101
Eggink		43	35	39
Menkveld & Wijnbergen	68	58	59	62
De Kleijne ¹	136	106	105	116
Pijnenborg - Van Kempen	88	107	95	97
Schepens		105	72	88
Van Laarhoven		137	155	146
Hoefmans		99	63	81
Van Hoven	129	109		119
Sikkenga - Bleker	5	5	2	4
Miedema	5	3	3	4
Dekker	5	3	3	4
Van Wijk		4		4
Boekel	5	3	3	4
De Vries	13	4	3	7

¹ Maisland in de uiterwaarden; kleigrond.