(2) HSC219/1970-1990

centraal bureau voor de statistiek
afdeling natuurlijk milieu

mineralen in de landbouw, 1970–1990

fosfor, stikstof, kalium

C.B.S.
16 APR. 1992
Bibliotheek Heerlen

's-gravenhage, sdu/uitgeverij / cbs-publikaties, 1992

Verklaring der tekens

.	= gegevens ontbreken
*	= voorlopig cijfer
x	= geheim
–	= nihil
–	= (indien voorkomend tussen twee getallen) tot en met
0 (0,0)	= het getal is minder dan de helft van de gekozen eenheid
niets (blank)	= een cijfer kan op logische gronden niet voorkomen
1989–1990	= 1989 tot en met 1990
1989/1990	= het gemiddelde over de jaren 1989 tot en met 1990
1989/'90	= oogstjaar, boekjaar, schooljaar enz., beginnend in 1989 en eindigend in 1990
1979/'80–1989/'90	= boekjaar enzovoort, 1979/'80 tot en met 1989/'90

In geval van afronding kan het voorkomen, dat de totalen niet geheel overeenstemmen met de som der opgetelde getallen.
Verbeterde cijfers in de staten en tabellen zijn niet als zodanig gekenmerkt.

© Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg/Heerlen, 1992.

Bronvermelding is verplicht.
Verveelvoudiging voor eigen gebruik of intern gebruik is toegestaan.

Bestelinformatie

Verkrijgbaar bij de SDU/uitgeverij, 's-Gravenhage en via de boekhandel.

Prijs: f 22,50

Kengetal: C-67/1970–1990

ISBN 903571391 5

Prijzen incl. BTW / Excl. verzendkosten

Explanation of symbols

.	= data not available
*	= provisional figure
x	= publication prohibited (confidential figures)
–	= nil
–	= (between two figures) inclusive
0 (0,0)	= less than half of unit employed
a blank	= category not applicable
1989–1990	= 1989 to 1990 inclusive
1989/1990	= average for the years 1989 up to and including 1990
1989/'90	= crop year, financial year, school year etc. beginning in 1989 and terminating in 1990
1979/'80–1989/'90	= book year etc., 1979/'80 up to and including 1989/'90

Detailed items in tables do not necessarily add to totals because ofrounding.
Revised figures are not marked as such.

© Netherlands Central Bureau of Statistics, Voorburg/Heerlen, 1992.

Quotation of source is compulsory.
Reproduction is permitted for own use or internal use.

How and where to order

Obtainable from the SDU/Publishers, the Hague and from booksellers.

Price: hfl 22.50

Key figure: C-67/1970–1990

ISBN 903571391 5

VAT incl. / Postage will be charged

Voorwoord

In dit rapport zijn de resultaten verwerkt van een onderzoek naar omvang en ontwikkeling van mineralenoverschotten in de Nederlandse landbouw in de afgelopen twintig jaar. Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van de stofbalansstudies van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). Eerder verschenen artikelen of rapporten over gebruik en voorkomen van PCB's, kwik, fosfor, organotinverbindingen, stikstof, koper, seleen, arseen, zwavel in fossiele brandstoffen en zink in de landbouw.
Ten behoeve van de statistische informatievoorziening over de verzurings- en vermestingsproblematiek van het milieu worden met enige regelmaat door het CBS stikstof- en fosforbalansen voor heel Nederland geactualiseerd en gepubliceerd. De gegevens over het voorkomen van fosfor en stikstof in de landbouw, die hier worden gepresenteerd, zijn onderdeel van deze volledige balansstudies. Voor kalium is nooit een volledige balans opgesteld. Omdat door het gebruik van kunstmest en dierlijke mest grote hoeveelheden kalium in het milieu worden gebracht en voor een gedeelte ook verloren gaan door uitspoeling naar het grondwater, is kalium bij de berekeningen betrokken. Dit ondanks het feit dat volgens de huidige kennis van zaken van deze hoeveelheden kalium voor mens en milieu vooralsnog geen gevaar te duchten is.
Zonder afzonderlijke personen of instellingen te noemen spreek ik mijn dank uit aan allen die op enigerlei wijze behulpzaam zijn geweest bij het tot stand komen van dit rapport. De informatie is verzameld en verwerkt door dr. C.S.M. Olsthoorn van de afdeling Natuurlijk milieu.
Opmerkingen en aanvullingen op de inhoud van de publikatie worden zeer op prijs gesteld.

De Directeur-Generaal
van de Statistiek,

prof. dr. A.P.J. Abrahamse

Voorburg/Heerlen, februari 1992.

Inhoud

Voorwoord 3

Samenvatting 8

1. Inleiding 9

2. Het stroomschema 10

3. Berekeningswijze van de stromen 11

3.1 Invoer van krachtvoer 11
3.2 Suppletie van krachtvoer met voederfosfaten 11
3.3 Invoer van ruwvoer 11
3.4 Binnenlandse produktie van plantaardige krachtvoedergrondstoffen 12
3.5 Binnenlandse produktie van dierlijke krachtvoedergrondstoffen 13
3.6 Beschikbare hoeveelheid krachtvoer 13
3.7 Beschikbare hoeveelheid ruwvoer 14
3.8 Totaal beschikbare hoeveelheid veevoeders 15
3.9 Dierlijke produktie 15
3.10 Afvoer van dierlijke produkten 15
3.11 Afvoer van krachtvoer ten behoeve van andere dan landbouwhuisdieren 15
3.12 Netto-export van in Nederland geproduceerde mengvoeders 15
3.13 Dierlijke excretie 16
3.14 Ammoniak-emissie in de stal en tijdens mestopslag 16
3.15 Uit te rijden dierlijke mest 16
3.16 Kunstmest 16
3.17 Overige bronnen 17
3.18 Depositie 17
3.19 Retourstroom van ammoniak naar cultuurgrond 17
3.20 Bijdrage van bronnen buiten de landbouw aan de depositie 18
3.21 Totale aanvoer van mineralen naar cultuurgrond 18
3.22 Ammoniakemissie bij aanwending van meststoffen en bij produktie van mest door vee in de wei 18
3.23 Afvoer van mineralen met het gewas 18
3.24 Retourstroom van mineralen uit het gewas naar cultuurgrond 19
3.25 Mineralenverlies bij gewasconservering 20
3.26 Afvoer van plantaardige produkten vanuit de akkerbouw 20
3.27 Invoer van voedingsmiddelen 20
3.28 Voedingsmiddelen ten behoeve van industriële verwerking 20
3.29 Export van voedingsmiddelen 20
3.30 Consumptie van voedingsmiddelen 20
3.31 Afval en afvalwater in de voedingsmiddelenindustrie 21
3.32 Verlies van ammoniak vanuit de landbouw 21
3.33 Overschot-2 (voor stikstof: overig) 21
3.34 Totale aanvoer van mineralen naar de landbouw 21
3.35 Totale afvoer van mineralen vanuit de landbouw 21
3.36 Totaal verlies van mineralen (overschot-1) 21

Contents

Foreword 3

Dutch summary 8

1. Introduction 9

2. The flow diagram 10

3. Method of calculation of the flows 11

3.1 Imports of mixed feeds 11
3.2 Addition of inorganic phosphates to mixed feeds 11
3.3 Imports of roughage 11
3.4 Production of vegetable raw materials for mixed feeds 12
3.5 Production of animal raw materials for mixed feeds 13
3.6 Available amount of mixed feeds 13
3.7 Available amount of roughage 14
3.8 Total available amount of cattle feed 15
3.9 Animal production 15
3.10 Withdrawal of animal products 15
3.11 Withdrawal of cattle feed for animals not included in animal husbandry 15
3.12 Net-exports of home-made mixed feeds 15
3.13 Animal excretion 16
3.14 Ammonia emissions from stables and storages of manure 16
3.15 Available animal manure 16
3.16 Fertilizers 16
3.17 Other sources 17
3.18 Deposition 17
3.19 Ammonia flow returning to agricultural land 17
3.20 Contribution of other than agricultural sources to the deposition 18
3.21 Total supply of minerals to agricultural land 18
3.22 Ammonia emissions during application of fertilizers and manure and during production of manure by grazing cattle 18
3.23 Minerals used up by crops 18
3.24 Flow of minerals returning from crops to agricultural land 19
3.25 Loss of minerals during preservation of crops 20
3.26 Withdrawal of vegetable products from agriculture 20
3.27 Imports of foodstuffs for human consumption 20
3.28 Foodstuffs for industrial processing 20
3.29 Exports of foodstuffs 20
3.30 Consumption of foodstuffs 20
3.31 Waste and waste water from food-processing industries 21
3.32 Loss of ammonia from agriculture 21
3.33 Surplus-2 21
3.34 Total supply of minerals to agriculture 21
3.35 Total withdrawal of minerals from agriculture 21
3.36 Total loss of minerals (surplus-1) 21

4. Resultaten 38

4.1 Balansverschillen 38

4.1.1 Deelbalans veehouderij 38
4.1.2 Deelbalans voedingsmiddelen-industrie 38

4.2 Ontwikkelingen 39

4.2.1 Inleiding 39
4.2.2 Veehouderij 40
4.2.2.1 Krachtvoer 40
4.2.2.2 Ruwvoer 41
4.2.2.3 Dierlijke produktie 41
4.2.2.4 Mineralen in dierlijke mest 41
4.2.3 Cultuurgrond 42
4.2.3.1 Kunstmest 42
4.2.3.2 Stikstofdepositie 43
4.2.3.3 Plantaardige produktie 43
4.2.4 Balans van de Nederlandse landbouw 44

Referenties 45

Summary 47

Tabellen

1. Beschikbaar gekomen krachtvoedergrondstoffen naar herkomst, 1988/'89 12
2. Voederfosfaat in mengvoer per diersoort 12
3. Fosfor in krachtvoer per diersoort 13
4. Stikstof in krachtvoer per diersoort 13
5. Kalium in krachtvoer per diersoort 13
6. Fosforgehalten van krachtvoedergrondstoffen en krachtvoer per diersoort 13
7. Stikstofgehalten van krachtvoer per diersoort 14
8. Kaliumgehalten van krachtvoer per diersoort 14
9. Beschikbaar gekomen ruwvoeders, 1988/'89 14
10. Mineralen in ruwvoer 15
11. Produktie van de veehouderij, 1989 15
12. Ammoniakemissies in de landbouw 16
13. Verbruik van kunstmeststoffen 17
14. Depositie van stikstofoxyden en ammoniak op cultuurgrond 18
15. Mineralengehalten van graslandprodukten 19
16. Afvoer van mineralen met land- en tuinbouwgewassen, 1989 19
17. Consumptie van mineralen door de bevolking 21
18. Mineralenbalans veehouderij 22
19. Mineralenbalans cultuurgrond 22
20. Mineralenbalans Nederlandse landbouw 22
21. Balansverschillen veehouderij 38
22. Balansverschillen voedingsmiddelenindustrie 38

Figuren

1. Mineralenstromen in de landbouw 10
2. Fosfor, 1970 23
3. Fosfor, 1975 23
4. Fosfor, 1980 24
5. Fosfor, 1983 24
6. Fosfor, 1986 25
7. Fosfor, 1987 25
8. Fosfor, 1988 26
9. Fosfor, 1989 26
10. Fosfor, 1990 27

4. Results 38

4.1 Balance-sheet differences 38

4.1.1 Sub-balance-sheet of animal husbandry 38
4.1.2 Sub-balance-sheet of the food-processing industry 38

4.2 Developments 39

4.2.1 Introduction 39
4.2.2 Animal husbandry 40
4.2.2.1 Mixed feeds 40
4.2.2.1 Roughage 41
4.2.2.3 Animal production 41
4.2.2.4 Minerals in manure 41
4.2.3 Agricultural land 42
4.2.3.1 Fertilizers 42
4.2.3.2 Nitrogen deposition 43
4.2.3.3 Crops 43
4.2.4 Balance-sheet of Dutch agriculture 44

References 45

Summary 47

Tables

1. Available raw materials for mixed-feed production by origin 12
2. Inorganic phosphates in mixed feeds by type of livestock 12
3. Phosphorus in mixed feeds by type of livestock 13
4. Nitrogen in mixed feeds by type of livestock 13
5. Potassium in mixed feeds by type of livestock 13
6. Phosphorus contents of raw materials for mixed feeds and of mixed feeds by type of livestock 13
7. Nitrogen content of mixed feeds by type of livestock 14
8. Potassium content of mixed feeds by type of livestock 14
9. Available roughage, 1988/'89 14
10. Minerals in roughage 15
11. Production of animal husbandry, 1989 15
12. Ammonia emissions in agriculture 16
13. Use of fertilizers 17
14. Deposition of nitrogen oxides and ammonia on agricultural land 18
15. Mineral content of grass-land products 19
16. Withdrawal of minerals from agricultural land with crops, 1989 19
17. Human consumption of minerals 21
18. Minerals balance-sheet of animal husbandry 22
19. Minerals balance-sheet of agricultural land 22
20. Minerals balance-sheet of Dutch agriculture 22
21. Balance-sheet differences for animal husbandry 38
22. Balance-sheet differences for the food-processing industry 38

Figures

1. Flow diagram of minerals in agriculture 10
2. Phosphorus, 1970 23
3. Phosphorus, 1975 23
4. Phosphorus, 1980 24
5. Phosphorus, 1983 24
6. Phosphorus, 1986 25
7. Phosphorus, 1987 25
8. Phosphorus, 1988 26
9. Phosphorus, 1989 26
10. Phosphorus, 1990 27

11.	Stikstof, 1970	28
12.	Stikstof, 1975	28
13.	Stikstof, 1980	29
14.	Stikstof, 1983	29
15.	Stikstof, 1986	30
16.	Stikstof, 1987	30
17.	Stikstof, 1988	31
18.	Stikstof, 1989	31
19.	Stikstof, 1990	32
20.	Kalium, 1970	33
21.	Kalium, 1975	33
22.	Kalium, 1980	34
23.	Kalium, 1983	34
24.	Kalium, 1986	35
25.	Kalium, 1987	35
26.	Kalium, 1988	36
27.	Kalium, 1989	36
28.	Kalium, 1990	37
29.	Veehouderij: veestapel	39
30.	Veehouderij: mineralen in krachtvoer	40
31a.	Veehouderij: mineralengehalten van krachtvoer	40
31b.	Veehouderij: fosforgehalten van krachtvoer per diersoort	40
32.	Veehouderij: mineralen in ruwvoer	41
33.	Veehouderij: efficiëntie van mineralenvastlegging	41
34.	Veehouderij: veevoer *vs* dierlijke produktie	42
35.	Veehouderij: mineralen in excretie	42
36.	Cultuurgrond: kunstmestgebruik	42
37.	Cultuurgrond: stikstofdepositie	43
38.	Cultuurgrond: mineralenaanvoer	43
39.	Cultuurgrond: afvoer van gewas	43
40.	Cultuurgrond: efficiëntie van plantaardige produktie	44
41.	Cultuurgrond: belasting *vs* plantaardige produktie	44
42.	Nederlandse landbouw: mineralenoverschot	45
43.	Nederlandse landbouw: verhouding afvoer over aanvoer	45

11.	Nitrogen, 1970	28
12.	Nitrogen, 1975	28
13.	Nitrogen, 1980	29
14.	Nitrogen, 1983	29
15.	Nitrogen, 1986	30
16.	Nitrogen, 1987	30
17.	Nitrogen, 1988	31
18.	Nitrogen, 1989	31
19.	Nitrogen, 1990	32
20.	Potassium, 1970	33
21.	Potassium, 1975	33
22.	Potassium, 1980	34
23.	Potassium, 1983	34
24.	Potassium, 1986	35
25.	Potassium, 1987	35
26.	Potassium, 1988	36
27.	Potassium, 1989	36
28.	Potassium, 1990	37
29.	Animal husbandry: livestock	39
30.	Animal husbandry: minerals in mixed feeds	40
31a.	Animal husbandry: mineral contents of mixed feeds	40
31b.	Animal husbandry: phosphorus content of mixed feeds by type of livestock	40
32.	Animal husbandry: minerals in roughage	41
33.	Animal husbandry: efficiency of animal production	41
34.	Animal husbandry: cattle feed *vs* animal production	42
35.	Animal husbandry: minerals in animal manure	42
36.	Agricultural land: fertilizer use	42
37.	Agricultural land: nitrogen deposition	43
38.	Agricultural land: mineral supply	43
39.	Agricultural land: vegetable production	43
40.	Agricultural land: efficiency of vegetable production	44
41.	Agricultural land: minerals supply *vs* vegetable production	44
42.	Dutch agriculture: mineral surpluses	45
43.	Dutch agriculture: efficiency	45

Samenvatting

In dit rapport worden mineralenbalansen en stroomschema's gepresenteerd voor fosfor, stikstof en kalium in de Nederlandse landbouw voor de jaren 1970, 1975, 1980, 1983, 1986, 1987, 1988, 1989 en 1990. Voor 1970 en 1975 is de set gegevens echter niet helemaal compleet en voor 1990 is voor een deel gebruik gemaakt van schattingen. Voor de overzichtelijkheid is het grootste deel van de balansgegevens samengevat in stroomschema's. In deze schema's zijn de aanvoer- en afvoerstromen van mineralen in de landbouw gekwantificeerd. Voor elk van de jaren van onderzoek zijn de mineralenoverschotten [1] berekend. Tevens wordt de ontwikkeling van deze overschotten gedurende de afgelopen twintig jaren geschetst en geanalyseerd.

In het eerste gedeelte van de publikatie wordt een verantwoording gegeven van de berekening van elke post op de balans voor elk der drie mineralen. De berekeningsmethoden voor fosfor, stikstof en kalium verlopen goeddeels langs dezelfde lijnen. Zonodig zijn voor een bepaald mineraal specifieke problemen apart behandeld.

Door de toepassing van balansberekeningen is de nauwkeurigheid van diverse posten geanalyseerd. Van de deelbalans veehouderij en de deelbalans voedingsmiddelenindustrie worden alle posten min of meer onafhankelijk berekend. De balansen moeten in theorie sluitend zijn. In de praktijk is het resulterende balansverschil een maat voor de nauwkeurigheid van de posten op de balans. Uit de analyses blijkt dat de balans van de veehouderij vrijwel sluitend is. De relatieve balansverschillen, berekend op basis van de hoeveelheid aangevoerde mineralen variëren van 1% tot 5%. Tussen de mineralen onderling worden geen significante verschillen geconstateerd.

De relatieve verschillen op de balans van de voedingsmiddelenindustrie zijn aanzienlijk groter. De verschillen tussen inkomende en uitgaande stroom als percentage van de inkomende stroom bedraagt voor fosfor –5% tot 3%, voor stikstof –3% tot 5% en voor kalium –5% tot 10%. Deze relatieve verschillen zijn van een orde van grootte die voor dit soort berekeningen verwacht kan worden. Echter, voor 1989 zijn de balansverschillen voor alle mineralen veel groter dan voor de overige jaren. Voorraadmutaties of statistische fouten liggen waarschijnlijk ten grondslag aan deze verschillen. De conclusie is wel dat de gegevens voor 1989 met enige voorzichtigheid moeten worden gebruikt.

De volgens de balansmethode berekende mineralenoverschotten in de landbouw laten tussen 1970 en 1986 een stijging zien, die het grootst is voor stikstof en kalium (ca. 50%) en veel geringer voor fosfor (ca. 15%). De toename van de overschotten weerspiegelt de aanzienlijke groei van de veestapel tot aan het midden van de jaren tachtig. Hierdoor is zowel het krachtvoergebruik als het ruwvoergebruik, gestimuleerd door een toename van het gebruik van stikstofkunstmest, sterk gestegen. Omdat de efficiëntie van de dierlijke produktie in deze periode nagenoeg onveranderd is gebleven, is ook de hoeveelheid mineralen in de dierlijke mest navenant toegenomen (tussen 1970 en 1986 voor fosfor met 45% en voor stikstof met 65%).

Het feit dat de overdosering van fosfor in krachtvoer vanaf het midden van de jaren zeventig is verminderd, blijkt één van de belangrijkste oorzaken van de minder ongunstige ontwikkeling van het fosforoverschot. In het midden van de jaren zeventig is namelijk reeds begonnen met de matiging van de toevoeging van voederfosfaat aan mengvoeders. Het stikstof- en kaliumgehalte van krachtvoer is echter tot 1986 nog enigszins toegenomen.

Verder is tussen 1970 en 1982 ook het gebruik van fosfaatmeststoffen afgenomen. Het gebruik van stikstofkunstmest daarentegen is tot 1987 juist aanzienlijk gestegen, waardoor behalve de produktie ook het stikstofgehalte van graslandprodukten is toegenomen. In mindere mate geldt hetzelfde voor kalium.

De overschotten in de landbouw bedroegen in 1990 75–80 mln kg P, 660–680 mln kg N en 175–180 mln kg K. De overschotten zijn gedaald ten opzichte van een aantal voorafgaande jaren. Het jaar met de grootste overschotten is vooralsnog 1986, met een overschot van ca. 95 mln kg P, ca. 810 mln kg N en ca. 195 mln kg K. De relatieve daling ten opzichte van 1986 was het grootst voor stikstof en fosfor (ca. 18%) en bedroeg voor kalium ca. 12%. Het fosforoverschot was in 1990 gedaald tot onder het niveau van het overschot in 1970. Daarentegen lag zowel het stikstof- als het kaliumoverschot in 1990 nog 25–30% boven dat van 1970. Omdat, net als bij de dierlijke produktie, de efficiëntie van de plantaardige produktie voor stikstof en kalium niet en voor fosfor slechts weinig is verbeterd, was de aanvoer van stikstof en fosfor nog altijd ca. 2,5 maal groter en van kalium ca. 1,4 maal groter dan de afvoer; deze overmaat verschilt nog nauwelijks van die in 1970.

De daling van de mineralenoverschotten na 1986 kan voor een belangrijk deel worden verklaard met de volgende factoren: afname van de rundveestapel ten gevolge van de 'Beschikking superheffing', een afname van het aantal dieren in de intensieve veehouderij ten opzichte van 1986, verdergaande daling van fosforgehalten van krachtvoer, een lichte daling van de gemiddelde stikstof- en kaliumgehalten van krachtvoer, een aanzienlijke daling van het gebruik van stikstofmeststoffen (in 1989/'90 18% ten opzichte van 1986) en een lichte daling van het gebruik van fosfor en kalium in kunstmest.

Noot in de tekst

[1] In deze publikatie wordt met 'mineralenoverschot' een balanssaldo bedoeld. Het overschot is het verschil tussen de aanvoer en de afvoer van mineralen in een bepaalde sector (veehouderij, landbouw). Er is in die zin geen relatie met het in de Meststoffenwet gedefinieerde overschot van dierlijke mest.

1. Inleiding

In Nederland, en dan met name in de landbouw, heeft men al jarenlang te maken met grote mineralenoverschotten [1]. Het CBS heeft vanaf 1972 met enige regelmaat berekeningen van de fosforoverschotten op landelijk niveau gepubliceerd. Deze landelijke fosforbalansen zijn momenteel beschikbaar voor de jaren 1970, 1980, 1983 en 1986. Zeer waarschijnlijk zal op korte termijn een fosforbalans voor 1990 worden opgesteld. Tevens heeft het CBS onlangs voor de eerste maal een stikstofbalans voor Nederland gemaakt, voor het jaar 1986. Ook deze balans zal binnenkort worden geactualiseerd. Uit genoemde balansstudies blijkt dat in ons land zeer aanzienlijke overschotten van zowel fosfor als stikstof voorkomen en dat de landbouw een overheersende rol speelt in het ontstaan ervan.

Fosfor komt Nederland binnen in de vorm van anorganische fosfaten (fosfaaterts, kunstmest), in de vorm van dierlijke en plantaardige produkten (veevoedergrondstoffen, voedingsmiddelen) en met grensoverschrijdende rivieren. De uitgaande stromen betreffen vooral produkten van de fosfaatertsverwerkende industrie (kunstmest, wasmiddelfosfaat, voederfosfaat), produkten van de landbouw (voedingsmiddelen) en verontreinigd oppervlaktewater dat naar zee stroomt. In 1986 bedroeg het totale overschot op de landelijke fosforbalans 159 mln kg P, waarvan ca. 60% op rekening kwam van de landbouw (Olsthoorn, 1988). In de landbouw wordt ca. 30% van de aangevoerde fosfor in de vorm van landbouwprodukten weer afgevoerd.

Voor stikstof is de situatie vergelijkbaar maar ingewikkelder, omdat stikstof ook voorkomt in gasvormige verbindingen (NO_y en NH_x). Bovendien wordt op industriële schaal gasvormig N_2 uit de lucht vastgelegd in anorganische stikstofverbindingen, in eerste instantie in NH_3 via het ammoniakprocédé van Haber. Stikstof wordt in Nederland aangevoerd via import van veevoer en voedsel, via import van anorganische stikstofverbindingen (vooral kunstmest), door stikstofbinding in de kunstmestindustrie en via grensoverschrijdende water- en luchtverontreiniging. De uitgaande stromen zijn de anorganische stikstofverbindingen van de kunstmestindustrie (kunstmest, ammoniak), landbouwprodukten (voedingsmiddelen) en verontreinigde water- (Kj-N, NO_3^-) en luchtstromen (NO_y, NH_3). Het verschil tussen de aanvoer en afvoer van stikstof op de landelijke balans bedroeg in 1986 ca. 850 mln kg N (exclusief denitrificatie). Omdat processen als denitrificatie en uitspoeling van stikstof vanuit cultuurgronden zich vooralsnog moeilijk op landelijk niveau nauwkeurig laten kwantificeren kan de bijdrage van de landbouw aan de totale stikstofophoping nauwelijks met enige mate van precisie worden vastgesteld. Echter, op basis van het feit dat de aanvoer van stikstof naar de landbouw in 1986 ca. 1 200 mln kg N bedroeg en dat hiervan slechts ca. 20% werd vastgelegd in produkten kan worden vermoed dat de bijdrage van de landbouw aan het stikstofoverschot groot is (Olsthoorn, 1989).

De serie publikaties van het CBS over stikstof en fosfor wordt in dit rapport uitgebreid met stofstroomschema's en overschotberekeningen *voor de landbouw* voor de jaren 1970, 1975, 1980, 1983, 1986, 1987, 1988, 1989 en 1990. Voor een klein deel van de gegevens over stikstof en fosfor betreft het eerder gepubliceerde cijfers of bewerkingen daarvan.

Tevens is in dit rapport kalium bij de berekeningen betrokken. Tot op heden is aan kalium in het milieu nog betrekkelijk weinig aandacht geschonken. Voor dit element was dan ook geen balans op landelijk niveau beschikbaar. Voor zover bekend is ook niet eerder een kaliumbalans voor de gehele landbouwsector gepubliceerd. Wel is onlangs voor de melkveehouderij een kaliumbalans opgesteld door het Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek (Van der Ven, 1990). Verder zijn de kaliumemissies op maïs- en grasland beschreven (IKC, 1991) en zijn de kaliumemissies naar het milieu in het algemeen geïnventariseerd (RPC, 1988).

Noot in de tekst

[1] Zie noot 1 in de tekst van de inleiding.

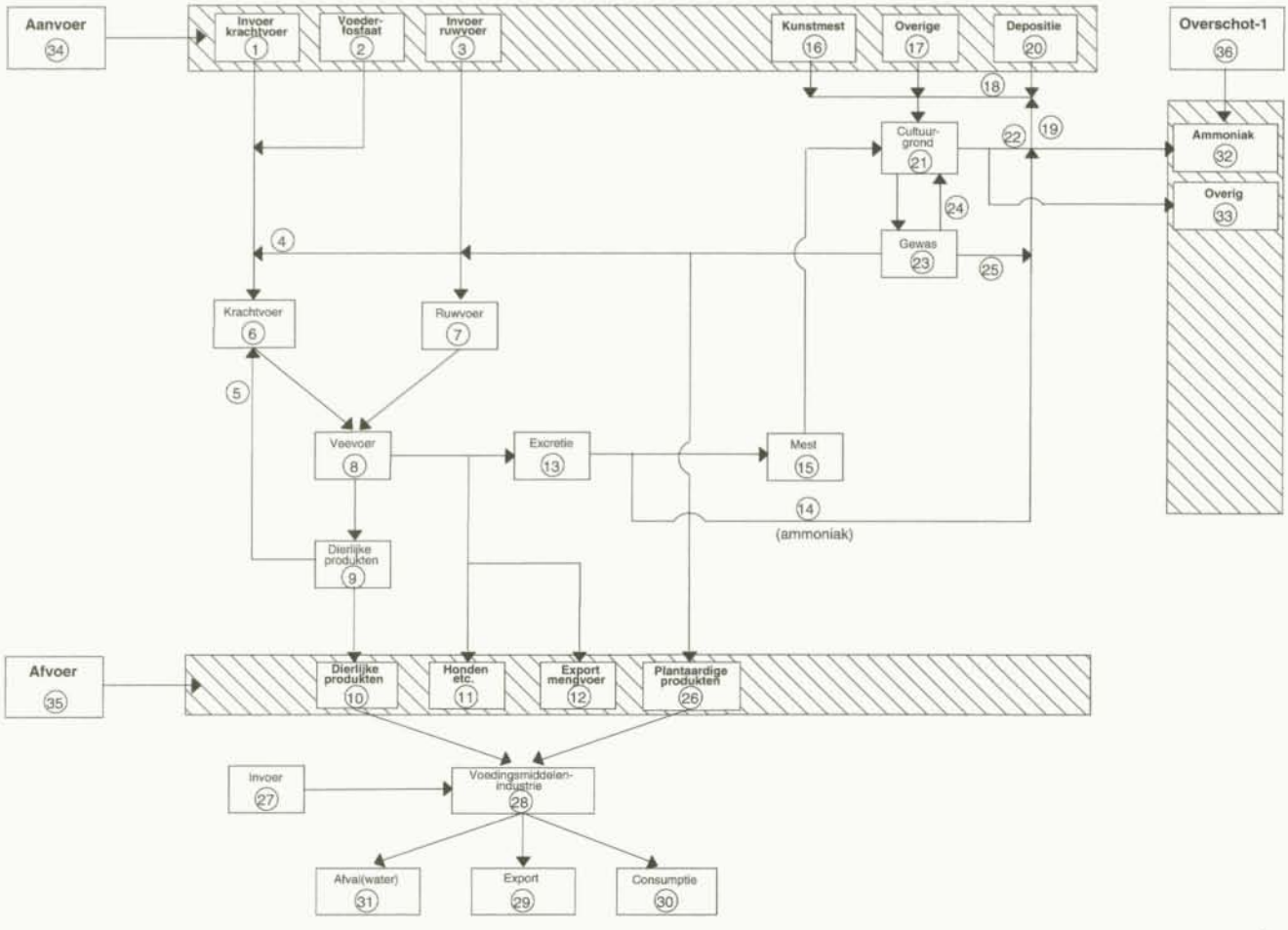
2. Het stroomschema

De posten met de belangrijkste bijdragen aan de mineralenstromen in de Nederlandse land- en tuinbouw zijn weergegeven in een stroomschema, figuur 1. Deze figuur is opgebouwd uit drie onderling verbonden deelbalansen, namelijk die van *de veehouderij, de cultuurgrond* en *de verwerking van landbouwprodukten in de voedingsmiddelenindustrie*. Deze laatste balans is niet nodig bij de overschotberekeningen maar is opgenomen als een middel ter contrôle van de nauwkeurigheid van de diverse produktstromen vanuit de landbouw. In figuur 1 zijn de bronnen en de stromen voorzien van nummers ter aanduiding in de tekst. De paragraafnummers in hoofdstuk 3 en de cursieve getallen tussen haakjes in de tekst refereren aan deze stroom- of bronnummers. Ten behoeve van de hier gepresenteerde balansberekeningen worden in totaal zesendertig verschillende bronnen en stromen onderscheiden.

De balansberekening die uiteindelijk resulteert in de vaststelling van het mineralenoverschot in de landbouw kan op twee manieren gemaakt worden:

1. Inventarisatie van de stromen die de landbouw binnenkomen geeft de totale aanvoer *(34)*. Inventarisatie van de stromen die de landbouw verlaten geeft de totale afvoer *(35)*. Het verschil tussen beide is het uiteindelijke mineralenoverschot *(36)* volgens de formule:
   OVERSCHOT-1 = AANVOER minus AFVOER.
   Deze wijze van overschotberekening is een soort 'black-box'-benadering waarvoor de inventarisatie van een gering aantal mineralenstromen toereikend is. Deze benadering laat de stromen binnen de landbouw buiten beschouwing. Over deze stromen is echter zoveel informatie bekend dat het mogelijk is ook het verloop van de stromen binnen de landbouw nauwkeurig in kaart te brengen. Op die manier kan een gedetailleerd beeld worden verkregen van de bijdragen van de verschillende bronnen binnen de landbouw aan de milieubelasting.
2. Bij voldoende informatie over de stromen binnen de landbouw kan het overschot (OVERSCHOT-2) ook nog op een andere wijze berekend worden, namelijk als het verschil tussen de aanvoer van mineralen op cultuurgrond *(21)* en de afvoer met het gewas *(23)*. Onder afvoer wordt in dit geval verstaan de hoeveelheid mineralen die daadwerkelijk met het gewas van de bodem wordt afgevoerd. Maaiverliezen, beweidingsverliezen, wortelresten e.d. worden niet in de beschouwing betrokken omdat deze niet van de cultuurgrond worden afgevoerd.
   Voor stikstof is in dit kader nog een nuancering noodzakelijk. Bij de aanwending van mest en kunstmest en bij de mestproduktie van rundvee in de weideperiode verdwijnt een deel van de stikstofaanvoer als ammoniak naar de lucht *(22)*. Een deel van deze en andere ammoniakemissies van de landbouw *(19)* gaat echter niet verloren, maar levert in de vorm van natte en droge depositie weer een bijdrage aan de bemesting van de cultuurgrond.

1. Mineralenstromen in de landbouw



cbs

3. Berekeningswijze van de stromen

In dit hoofdstuk wordt de berekeningswijze van de diverse stromen toegelicht. Tevens worden de bronnen van informatie vermeld. De *paragraafnummers* in dit hoofdstuk corresponderen met de *stroomnummers* in het algemene stroomschema (figuur 1). De berekeningen worden geïllustreerd met behulp van gegevens voor het jaar 1989. Waar mogelijk en relevant zijn de gegevens in de stroomschema's voor twee oogstjaren gemiddeld tot kalenderjaren. De resultaten voor de diverse jaren van onderzoek (1970, 1975, 1980, 1983, 1986, 1987, 1988, 1989 en 1990) zijn samengevat in tabellen en figuren. Voor de jaren 1970 en 1975 ontbrak een deel der gegevens of waren de beschikbare gegevens op een dusdanige wijze geaggregeerd dat ze niet goed bruikbaar waren voor een nauwkeurige verwerking. Dat is de reden dat in de stroomschema's voor 1970 en 1975 de deelbalans van de 'voedingsmiddelenindustrie' ontbreekt. De gegevens voor 1990 betreffen voor een deel nog voorlopige cijfers; deze zijn met een sterretje aangeduid. Bij gebrek aan recent statistisch materiaal moesten deze soms op een iets andere wijze worden geraamd dan de gegevens voor eerdere jaren; zonodig wordt daaraan in de tekst aandacht besteed.

3.1 Invoer van krachtvoer

Allereerst iets over de gebruikte terminologie. De begrippen krachtvoedergrondstoffen, krachtvoer, mengvoer en ruwvoer worden in de publikaties van het Landbouw-Economisch Instituut over de beschikbare hoeveelheid veevoer in Nederland uitgebreid omschreven (LEI, 1990). Samengevat komt het er op neer dat een mengvoer een mengsel is van twee of meer krachtvoedergrondstoffen aangevuld met de benodigde mineralen, vitaminen en andere toevoegingen. Krachtvoedergrondstoffen kunnen ook als zodanig (enkelvoudig) worden vervoederd. Om die reden is de hoeveelheid beschikbare krachtvoedergrondstoffen altijd groter dan de geproduceerde hoeveelheid mengvoer. Als in de voorliggende publikatie sprake is van krachtvoer wordt daarmee bedoeld de hoeveelheid beschikbaar mengvoer inclusief de hoeveelheid enkelvoudig vervoederde krachtvoedergrondstoffen.
Een veevoeder wordt, uitzonderingen daargelaten, op basis van het VEM-gehalte gerekend tot ruwvoeders of tot krachtvoeders; de grens ligt bij 750 VEM (Voeder Eenheid Melk) per kg produkt. De tabellen 1 en 9 geven inzicht in welke voeders respectievelijk tot de krachtvoeders en welke tot de ruwvoeders worden gerekend.
De gegevens over de import van krachtvoedergrondstoffen zijn ontleend aan de 'Jaarstatistiek van de Veevoeders', waarin de beschikbare hoeveelheid grondstoffen wordt gepubliceerd naar herkomst, t.w. invoer of binnenlandse produktie (zie ook 3.4 en 3.5) (LEI, 1990). In combinatie met de overeenkomstige mineralengehalten, worden de mineralenvrachten berekend (tabel 1). Stikstofgehalten worden berekend uit het eiwitgehalte (re-gehalte) door deling door de internationaal afgesproken factor 6,25, met uitzondering van zuivelprodukten, waarbij de omrekeningsfactor 6,38 is gehanteerd. De geraadpleegde bronnen van fosfor- en stikstofgehalten van krachtvoedergrondstoffen zijn reeds eerder gepubliceerd (Olsthoorn, 1985, 1990). De kaliumgehalten zijn aan dezelfde bronnen ontleend als de andere mineralengehalten.

Bij gebrek aan recente gegevens over het gebruik van krachtvoedergrondstoffen is de invoer van krachtvoer voor 1989 en 1990 berekend op basis van de statistieken van de buitenlandse handel van het CBS (CBS, 1991), van de 'Mengvoederenquête, 1990' van het Produktschap voor Veevoeder (PVVR, 1991) en van de 'Produktiestatistiek van de Mengvoederindustrie' (CBS, 1991a). Omdat niet alle krachtvoedergrondstoffen in mengvoer worden verwerkt geeft de produktie van mengvoer alleen (PVVR, 1991) niet voldoende informatie over het gebruik van krachtvoedergrondstoffen. Daarom is met behulp van gegevens over de mengvoerproduktie een berekening gemaakt van de invoer en de binnenlandse produktie van krachtvoedergrondstoffen. Deze gegevens zijn vergeleken met CBS-gegevens over de buitenlandse handel (CBS, 1991) en over de binnenlandse produktie van plantaardige en dierlijke produkten (CBS, 1991b,c,d) en indien nodig bijgesteld. Op basis van het door het CBS geïnventariseerde grondstoffenpakket voor de produktie van mengvoer in 1990 (CBS, 1991a) is vervolgens een schatting gemaakt van de te verwachten mineralengehalten van krachtvoer. De combinatie van gebruikte hoeveelheden grondstoffen en de geschatte gehalten levert de mineraleninhoud van het krachtvoer. De gegevens over de import en het gebruik van krachtvoer in 1990 moeten als voorlopig worden beschouwd.

3.2 Suppletie van krachtvoer met voederfosfaten

Vooral voor varkens en pluimvee ligt het gewogen gemiddelde fosforgehalte van de gebruikte krachtvoedergrondstoffen (4–5,5 g P/kg produkt) lager dan de behoeftenormen. Ter aanvulling wordt daarom in de mengvoederindustrie voederfosfaat (fosfaat in anorganische vorm) aan de grondstoffen toegevoegd. In het verleden gebeurde dat vaak met fosforzure voederkalk of dicalciumfosfaat ($CaHPO_4.2H_2O$; ca. 19% P). De laatste jaren wordt echter nog vrijwel uitsluitend monocalciumfosfaat ($Ca(H_2PO_4)_2$; ca. 22,5% P) gebruikt. De hoeveelheid voederfosfaat die wordt toegevoegd aan de diverse diervoeders wordt jaarlijks door het LEI gepubliceerd in de 'Jaarstatistiek van de Veevoeders' (LEI, 1990). Omdat de LEI-gegevens over de suppletie van fosfor afkomstig zijn van een zeer beperkt aantal berichtgevers werd aanvullende informatie ingewonnen bij enkele grote veevoederfabrikanten. Ook werd de afzet van voederfosfaat berekend uit gegevens over handel en binnenlandse produktie (CBS, 1990). De resultaten van deze berekeningen zijn opgenomen in tabel 2 (vergelijk ook Olsthoorn, 1985).

Het *voederfosfaat*gehalte van mengvoer loopt al jaren gestaag terug, van ca. 1% in de jaren zeventig tot 0,3% in 1990. Hiervoor zijn verschillende redenen aan te geven. Op de eerste plaats speelt de terugdringing van het fosforgehalte van mengvoer in het kader van de mestproblematiek een belangrijke rol. Ten tweede is dicalciumfosfaat vrijwel volledig vervangen door monocalciumfosfaat, dat een hoger fosforgehalte heeft. Om hetzelfde fosforgehalte te krijgen behoeft dus minder voederfosfaat te worden toegevoegd. Ten slotte is ook het gehalte aan het fosforrijke diermeel in mengvoeders in de afgelopen tien jaar gestegen, van ca. 1,5% in 1980 tot ruim 2,5% aan het einde van de jaren tachtig.
In de stofstroomschema's in deze publikatie zijn de jaartotalen voor het gebruik van mineraalfosfaat in mengvoer vermeld, zoals deze worden berekend op basis van de gegevens van de veevoederstatistieken van het LEI. Verder is voor enkele jaren (1983, 1990) gebruik gemaakt van aanvullende informatie van enkele grote mengvoederbedrijven.

3.3 Invoer van ruwvoer

Ondanks een grote binnenlandse produktie van ruwvoer wordt ook ruwvoer ingevoerd. Het betreft voornamelijk bierbostel en een kleine hoeveelheid snijmaïs en stro. Gegevens over deze invoer werden ontleend aan de statistieken van de buitenlandse handel (CBS, 1991). In combinatie met de bijbehorende mineralengehalten (zie voor details en bronvermelding 3.7 en 3.23) worden de hoeveelheden produkt omgerekend naar mineralenstromen.

Tabel 1
Beschikbaar gekomen krachtvoedergrondstoffen naar herkomst, 1988/'89

	Gehalten			Beschikbaar		Fosfor		Stikstof		Kalium	
	Fosfor	Stikstof	Kalium	totaal	uit binnenland	totaal	uit binnenland	totaal	uit binnenland	totaal	uit binnenland
Produkt	g/kg			1 000 ton		mln kg					
Tarwe	3,3	17,7	4,5	553	339	1,8	1,1	9,8	6,0	2,5	1,5
Gerst	3,3	17,7	5,2	554	183	1,8	0,6	9,8	3,2	2,9	1,0
Mais	2,5	14,2	2,0	889	0	2,2	0,0	12,6	0,0	1,8	0,0
Overige granen	4,3	17,0	4,0	107	52	0,5	0,2	1,8	0,9	0,4	0,2
Peulvruchten	4,0	37,6	10,0	973	103	3,9	0,4	36,6	3,9	9,7	1,0
Plantaardige vetten	0,0	0,0	0,0	88	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Grasmeel/lucernemeel	2,9	27,8	24,5	360	227	1,0	0,7	10,0	6,3	8,8	5,6
Tapioca	1,0	4,2	6,5	2 780	0	2,8	0,0	11,7	0,0	18,1	0,0
Oliezaden	6,1	32,0	8,5	540	1	3,3	0,0	17,3	0,0	4,6	0,0
Maalderijprodukten	10,2	26,2	8,8	555	114	5,7	1,2	14,5	3,0	4,9	1,0
Gedroogde bostel	6,7	38,1	0,8	19	0	0,1	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
Aardappeleiwit	3,0	120,0	7,0	21	21	0,1	0,1	2,5	2,5	0,1	0,1
Gedroogde pulp	0,9	15,8	10,0	803	185	0,7	0,2	12,7	2,9	8,0	1,9
Melasse	0,6	9,4	35,0	597	8	0,4	0,0	5,6	0,1	20,9	0,3
Vinasse	1,2	37,9	67,0	189	132	0,2	0,2	7,2	5,0	12,7	8,8
Maisglutenvoer	8,5	31,0	10,5	1 126	0	9,6	0,0	34,9	0,0	11,8	0,0
Kool-/ raapzaadschroot	10,0	56,3	12,8	388	2	3,9	0,0	21,8	0,1	5,0	0,0
Zonnebloemzaadschroot	6,0	50,7	11,0	521	0	3,1	0,0	26,4	0,0	5,7	0,0
Sojaschroot	7,4	73,7	20,0	1 618	0	12,0	0,0	119,2	0,0	32,4	0,0
Lijnzaadschroot	8,5	51,8	11,0	38	0	0,3	0,0	2,0	0,0	0,4	0,0
Maiskiemschroot	4,1	23,0	8,0	764	0	3,1	0,0	17,6	0,0	6,1	0,0
Sesamzaadschroot	7,2	71,0	10,2	21	0	0,2	0,0	1,5	0,0	0,2	0,0
Kopra/kokosschroot	5,3	33,9	21,3	262	0	1,4	0,0	8,9	0,0	5,6	0,0
Palmpitschroot	6,0	27,7	6,9	513	0	3,1	0,0	14,2	0,0	3,5	0,0
Overige schroot/schilfers	7,2	46,4	15,0	152	0	1,1	0,0	7,1	0,0	2,3	0,0
Gedroogde citruspulp	1,2	9,6	6,2	357	0	0,4	0,0	3,4	0,0	2,2	0,0
Dierlijke eiwitten	28,0	97,5	7,5	427	162	12,0	4,5	41,6	15,8	3,2	1,2
Dierlijke vetten/oliën	0,0	0,0	0,0	313	133	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mager melkpoeder	10,0	56,0	15,7	155	82	1,6	0,8	8,7	4,6	2,4	1,3
Weipoeder	12,0	25,6	40,0	459	137	5,5	1,6	11,8	3,5	18,4	5,5
Additieven	0,0	0,0	0,0	363	342	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Overige	2,0	9,0	3,0	1 780	560	3,6	1,1	16,0	5,0	5,3	1,7
Totaal krachtvoedergrondstoffen				18 285	2 783	85	13	488	63	200	31
w.v. geïmporteerde grondstoffen						73		425		169	
w.v. dierlijke grondstoffen binnenland							8		27		11
plantaardige grondstoffen binnenland							5		35		21

Tabel 2
Voederfosfaat in mengvoer per diersoort

	Rund-vee	Var-kens	Mest-pluimvee	Leg-pluimvee	Totaal [1]	CBS [2]
	mln kg P					
1973/'74	2	11	4	3	20	23
1974/'75	2	11	4	2	19	23
1975/'76	2	12	4	3	20	19
1976/'77	3	13	4	3	22	16
1977/'78	1	12	2	2	17	19
1978/'79	1	14	2	3	19	19
1979/'80	1	13	3	3	19	18
1980/'81	1	14	3	3	20	20
1981/'82	2	11	3	3	19	21
1982/'83	2	11	3	3	19	20
1983/'84	1	12	2	3	18	20
1984/'85	1	12	2	3	18	.
1985/'86	0	11	2	3	16	.
1986/'87	0	11	2	3	16	15
1987/'88	0	11	2	2	16	.
1988	0	9	2	2	13	14
1989	0	8	2	2	11	13
1990*	0	7	2	2	10	.

[1] Inclusief export van mengvoer; inclusief mengvoeders voor overige diersoorten.
[2] Deze kolom betreft het gebruik van voederfosfaten zoals het wordt berekend uit gegevens over de binnenlandse produktie (CBS, 1990) en over de netto-invoer (CBS, 1991e).

3.4 Binnenlandse produktie van plantaardige krachtvoedergrondstoffen

De gegevens over de binnenlandse produktie van krachtvoedergrondstoffen zijn ontleend aan de 'Jaarstatistiek van de veevoeders' (LEI, 1990). Op grond van de aard van het produkt is onderscheid gemaakt tussen grondstoffen van plantaardige herkomst *(4)* (vooral granen en graanafvallen, peulvruchten, grasmeel en gedroogde pulp) en produkten van dierlijke herkomst *(5)*, zie ook tabel 1.

De geproduceerde hoeveelheid plantaardige grondstoffen wordt, na combinatie met de overeenkomstige mineralengehalten, herleid tot mineralenvrachten. Als zijnde produktie van eigen bodem is deze hoeveelheid mineralen afkomstig van de afvoer van mineralen door het gewas *(23)*.

Bij gebrek aan recente jaargangen van de 'Jaarstatistiek van de veevoeders' is de produktie van krachtvoedergrondstoffen in 1989 en 1990 gebaseerd op schattingen; voor deze schattingen werd uitgegaan van gegevens van voorafgaande jaren en van gegevens uit de 'Produktiestatistiek van de mengvoederindustrie' (CBS, 1991a), zie ook 3.1.

3.5 Binnenlandse produktie van dierlijke krachtvoedergrondstoffen

Een deel van de dierlijke krachtvoedergrondstoffen komt van eigen bodem. Het betreft vooral dierlijke eiwitten en vetten, melkpoeder en weipoeder. Een rekenvoorbeeld voor 1988/'89 is opgenomen in tabel 1. De berekeningen en de schattingen voor 1989 en 1990 zijn beschreven in 3.1 en 3.4. De retourstroom van mineralen in dierlijke produkten *(5)* moet in mindering worden gebracht op de afvoer van mineralen met dierlijke produkten uit de veehouderij *(9)*.

3.6 Beschikbare hoeveelheid krachtvoer

De totale hoeveelheid mineralen in krachtvoer wordt berekend op basis van de beschikbare hoeveelheid krachtvoedergrondstoffen (tabel 1) (LEI, 1990). De aldus berekende hoeveelheid is gelijk aan de som van de posten berekend in de paragrafen 3.1, 3.2, 3.4 en 3.5.

Tabel 3
Fosfor in krachtvoer per diersoort

	Rundvee	Varkens	Mest-pluimvee	Leg-pluimvee	Totaal [1]
	mln kg P				
1973/'74	14	31	9	7	66
1974/'75	18	32	8	8	71
1975/'76	18	33	9	9	74
1976/'77	22	36	9	9	81
1977/'78	20	36	8	9	78
1978/'79	23	40	8	10	87
1979/'80	23	44	9	12	92
1980/'81	22	44	8	13	91
1981/'82	22	41	9	13	90
1982/'83	26	42	8	13	95
1983/'84	29	44	9	14	102
1984/'85	27	46	10	15	104
1985/'86	28	47	10	14	106
1986/'87	25	49	11	13	105
1987/'88	23	51	11	13	105
1988/'89	22	45	10	13	97
1990*	21	43	10	13	92

[1] Inclusief export van mengvoer; inclusief kunstmelk en mengvoeders voor overige diersoorten.

Tabel 4
Stikstof in krachtvoer per diersoort

	Rundvee	Varkens	Mest-pluimvee	Leg-pluimvee	Totaal [1]
	mln kg N				
1973/'74	72	115	33	27	265
1974/'75	95	125	29	30	299
1975/'76	92	129	35	35	309
1976/'77	114	131	34	34	332
1977/'78	122	136	35	35	348
1978/'79	130	152	35	40	379
1979/'80	125	177	42	48	410
1980/'81	116	174	39	54	400
1981/'82	116	174	40	52	401
1982/'83	132	183	39	52	426
1983/'84	151	188	44	57	463
1984/'85	140	205	52	61	481
1985/'86	159	215	48	60	512
1986/'87	154	214	51	55	507
1987/'88	141	239	52	51	518
1988/'89	126	225	47	55	488
1990*	117	225	47	55	475

[1] Inclusief export van mengvoer; inclusief kunstmelk en mengvoeders voor overige diersoorten.

Tabel 5
Kalium in krachtvoer per diersoort

	Rundvee	Varkens	Mest-pluimvee	Leg-pluimvee	Totaal [1]
	mln kg K				
1973/'74	38	44	8	8	104
1974/'75	44	48	7	8	113
1975/'76	48	47	8	9	120
1976/'77	59	52	8	9	136
1977/'78	60	57	8	10	142
1978/'79	64	63	8	10	154
1979/'80	64	73	10	13	167
1980/'81	61	71	10	14	163
1981/'82	60	69	11	13	162
1982/'83	67	71	11	14	170
1983/'84	72	74	12	15	181
1984/'85	65	83	13	15	187
1985/'86	74	86	13	16	200
1986/'87	76	89	13	15	206
1987/'88	71	98	14	14	209
1988/'89	64	94	13	15	200
1990*	59	94	13	15	194

[1] Inclusief export van mengvoer; inclusief kunstmelk en mengvoeders voor overige diersoorten.

Tabel 6
Fosforgehalten van krachtvoedergrondstoffen en krachtvoer per diersoort

	Rundvee	Varkens	Mest-pluimvee	Leg-pluimvee	Gemiddeld [1]
Krachtvoeder-grondstoffen	g P/kg produkt				
1973/'74	4,0	4,5	4,6	4,1	4,5
1974/'75	4,3	4,4	4,8	4,2	4,6
1975/'76	4,0	4,6	5,8	4,9	4,7
1976/'77	4,2	4,8	5,6	4,6	4,7
1977/'78	4,1	4,5	5,6	4,4	4,6
1978/'79	4,2	4,5	5,5	4,7	4,6
1979/'80	4,3	4,7	5,4	4,9	4,8
1980/'81	4,3	4,7	5,3	4,7	4,8
1981/'82	4,1	4,5	4,9	5,0	4,6
1982/'83	4,4	4,9	4,8	4,9	4,8
1983/'84	5,0	4,7	5,4	5,3	5,0
1984/'85	4,8	4,6	5,7	5,6	5,0
1985/'86	4,9	4,5	5,5	5,3	4,9
1986/'87	4,8	4,5	5,5	4,9	4,9
1987/'88	4,5	4,6	5,6	4,8	4,8
1988/'89	4,6	4,2	5,3	5,0	4,6
1990*	4,6	4,2	5,3	5,0	4,6
Krachtvoer	gP/kg produkt				
1973/'74	4,7	7,0	8,2	6,3	6,4
1974/'75	4,9	6,7	8,3	6,0	6,2
1975/'76	4,5	7,0	9,5	6,7	6,4
1976/'77	4,7	7,2	9,3	6,5	6,4
1977/'78	4,3	6,6	7,7	5,9	5,8
1978/'79	4,4	6,7	7,7	6,2	5,9
1979/'80	4,5	6,6	7,4	6,4	6,0
1980/'81	4,5	6,8	7,6	6,0	6,0
1981/'82	4,5	6,1	7,4	6,4	5,8
1982/'83	4,8	6,5	7,3	6,3	6,0
1983/'84	5,1	6,3	7,4	6,7	6,1
1984/'85	4,9	6,1	7,5	6,8	6,0
1985/'86	4,9	5,9	7,0	6,5	5,8
1986/'87	4,8	5,9	7,0	6,1	5,8
1987/'88	4,5	5,8	7,1	5,9	5,6
1988/'89	4,6	5,2	6,6	5,8	5,3
1990*	4,6	5,0	6,5	5,7	

[1] Inclusief kunstmelk en mengvoer voor overige diersoorten.

Tabel 7
Stikstofgehalten van krachtvoer per diersoort

	Rundvee	Varkens	Mest-pluimvee	Leg-pluimvee	Gemiddeld [1]
	g N/kg produkt				
1973/'74	23,8	25,8	30,9	23,7	25,7
1974/'75	26,2	26,0	29,4	23,1	26,3
1975/'76	23,3	27,1	36,1	26,4	26,6
1976/'77	24,5	26,0	34,4	25,1	26,2
1977/'78	25,8	25,1	34,7	23,1	26,1
1978/'79	24,8	25,5	34,3	24,0	25,9
1979/'80	24,7	26,7	35,0	26,5	26,8
1980/'81	24,2	26,6	35,6	25,3	26,5
1981/'82	23,7	26,6	32,8	25,6	26,1
1982/'83	24,2	28,3	33,8	24,9	27,0
1983/'84	26,5	27,3	35,4	27,3	27,7
1984/'85	25,4	27,6	37,3	27,8	27,7
1985/'86	27,8	26,7	33,8	27,8	27,9
1986/'87	29,8	25,8	33,9	25,1	27,9
1987/'88	27,5	27,3	33,6	24,1	27,8
1988/'89	26,3	26,0	31,8	24,9	26,7
1990*	26,3	26,0	31,8	24,9	26,7

[1] Inclusief kunstmelk en mengvoer voor overige diersoorten.

Tabel 8
Kaliumgehalten van krachtvoer per diersoort

	Rundvee	Varkens	Mest-pluimvee	Leg-pluimvee	Gemiddeld [1]
	g K/kg produkt				
1973/'74	12,5	9,8	7,4	6,6	10,1
1974/'75	12,1	10,0	6,6	6,0	10,0
1975/'76	12,2	10,0	8,3	6,8	10,3
1976/'77	12,6	10,4	7,9	6,9	10,7
1977/'78	12,7	10,4	7,7	6,5	10,7
1978/'79	12,1	10,5	8,1	6,3	10,5
1979/'80	12,7	11,0	8,2	7,2	10,9
1980/'81	12,7	10,9	8,9	6,6	10,8
1981/'82	12,3	10,6	8,9	6,7	10,5
1982/'83	12,3	11,0	9,4	6,7	10,7
1983/'84	12,7	10,9	9,3	6,9	10,9
1984/'85	12,0	11,2	9,7	6,6	10,8
1985/'86	13,0	10,6	9,1	7,3	10,9
1986/'87	14,7	10,8	8,9	6,8	11,3
1987/'88	13,8	11,1	8,8	6,6	11,2
1988/'89	13,3	10,9	8,9	6,7	10,9
1990*	13,3	10,9	8,9	6,7	10,9

[1] Inclusief kunstmelk en voer voor overige diersoorten.

Omdat in de stroomschema's geen gegevens over de diverse diersoorten zijn opgenomen, is de hoeveelheid beschikbare mineralen *per diersoort* apart vermeld in de tabellen 3, 4 en 5. Deze gegevens betreffen de beschikbare hoeveelheid mineralen in krachtvoer in Nederland vóór correctie voor export en het gebruik van veevoeder door dieren buiten de landbouwsector (zie ook 3.11 en 3.12). Tevens komen bij deze berekeningen gegevens beschikbaar over de mineralengehalten van krachtvoer per diersoort. Deze zijn opgenomen in de tabellen 6, 7 en 8. In tabel 6 is onderscheid gemaakt tussen de fosforgehalten van beschikbare krachtvoedergrondstoffen per diersoort (exclusief suppletie van voederfosfaat) en die van krachtvoer. Deze laatste gehalten zijn inclusief suppletie; vgl. tabel 2.

3.7 Beschikbare hoeveelheid ruwvoer

De jaarlijks beschikbare hoeveelheid ruwvoer wordt gepubliceerd in de 'Jaarstatistiek van de veevoeders' (LEI, 1990). Een klein deel van deze veevoeders wordt ingevoerd maar verreweg het grootste gedeelte wordt in eigen land geproduceerd. Snijmaïs en graslandprodukten maken meer dan 90% van de hoeveelheid beschikbaar ruwvoer uit. Een voorbeeld van de berekening van de mineraleninhoud van ruwvoerprodukten is opgenomen in tabel 9. De mineralengehalten van de meeste ruwvoeders en de geraadpleegde bronnen zijn reeds eerder gepubliceerd (Van Eerdt, 1990). De mineralengehalten van produkten uit de akkerbouw en de veehouderij zijn door de jaren heen constant verondersteld. In verband met de sterk toegenomen bemesting van grasland gedurende de laatste tientallen jaren, is voor de mineralengehalten van graslandprodukten echter een tijdsafhankelijkheid aangenomen; voor meer details, zie de paragraaf over de afvoer van mineralen met het gewas (3.23) en tabel 15.

Tabel 9
Beschikbaar gekomen ruwvoeders, 1988/'89

	Gehalten			Beschikbaar			
	Fosfor	Stikstof	Kalium		Fosfor	Stikstof	Kalium
Produkt [1]	g/kg			1 000 ton mln kg			
Snijmaiskuil	2,5	13,6	15,0	2 285	5,7	31,1	34,3
Hooi	3,0	27,7	23,6	435	1,3	12,0	10,3
Graskuil	3,7	28,6	30,2	4 423	16,4	126,5	133,6
Vers weidegras	4,4	37,7	32,5	5 200	22,9	196,0	169,0
Stoppelgewassen	0,6	3,7	6,0	618	0,4	2,3	3,7
Volle melk	0,9	5,3	1,5	270	0,2	1,4	0,4
Ondermelk	0,8	4,8	1,5	17	0,0	0,1	0,0
Wei	0,5	1,9	1,5	150	0,1	0,3	0,2
Aardappelen	0,6	3,0	4,5	490	0,3	1,5	2,2
Natte bostel	1,1	11,7	1,0	667	0,7	7,8	0,7
Spoeling	0,1	2,0	1,0	134	0,0	0,3	0,1
Natte aardappelvezels	0,1	1,6	0,5	177	0,0	0,3	0,1
Natte bietenpulp/ perspulp	0,2	1,4	1,0	531	0,1	0,7	0,5
Patatbostel	0,2	10,0	0,2	215	0,0	2,2	0,0
Voederbieten	0,3	2,8	4,8	335	0,1	0,9	1,6
Bietenkoppen en -blad	0,3	2,7	4,2	484	0,1	1,3	2,0
Stro en afvallen	0,7	3,5	3,5	244	0,2	0,9	0,9
Totaal ruwvoeder					49	386	360

[1] Snijmaiskuil en graslandprodukten in droge stof.

Gegevens voor de jaren 1989 en 1990 moesten worden verkregen met behulp van enige aannamen. De produktie van hooi, graskuil en snijmaïs voor 1989 en 1990 is bekend (CBS, 1991b, d). De beschikbare hoeveelheid vers weidegras voor deze jaren is berekend op basis van de produktie van hooi en graskuil en een aangenomen totale graslandproduktie (inclusief oogst- en beweidingsverliezen) van 11 000 kg ds/ha (vgl. Van Eerdt *et al.*, 1991). Aangezien graslandprodukten en snijmaïs verreweg de grootste hoeveelheid mineralen leveren, kan de beschikbare hoeveelheid ruwvoer voor 1989 en 1990 met redelijk grote nauwkeurigheid worden berekend. Tabel 10 biedt een overzicht van de hoeveelheid beschikbare mineralen in ruwvoer vanaf 1970.

Tabel 10
Mineralen in ruwvoer

	Fosfor	Stikstof	Kalium
	mln kg		
1970	36	291	268
1975	42	325	296
1980	46	344	315
1981	52	391	366
1982	52	389	366
1983	51	391	366
1984	51	399	376
1985	52	417	383
1986	51	408	374
1987	48	379	350
1988	48	382	355
1989	49	388	362
1990*	47	369	345

3.8 Totaal beschikbare hoeveelheid veevoeders

De totale hoeveelheid mineralen in veevoeders wordt verkregen door sommering van de hoeveelheden krachtvoer *(6)* en ruwvoer *(7)*.

3.9 Dierlijke produktie

In de veehouderij worden melk, vlees en eieren geproduceerd. De produktie wordt jaarlijks gepubliceerd in 'Landbouwcijfers' (CBS/LEI, 1991). Mineralengehalten van rundvee en melk en de daarvoor geraadpleegde bronnen zijn gepubliceerd in Van Eerdt (1990). De mineralengehalten van andere diersoorten zijn ontleend aan De Winkel (1988) en aan Jongbloed *et al.* (1985). De mineralengehalten van eieren zijn verkregen uit de 'Nederlandse Voedingsmiddelentabel' (NVT, 1989). Als voorbeeld zijn in tabel 11 de gegevens voor 1989 afgedrukt.
Voor 1990 komen de gegevens over de produktie van pluimveevlees en eieren rechtstreeks van het Produktschap voor Pluimvee en Eieren. Gegevens over de produktie van rundvee- en varkensvlees in 1990 zijn afkomstig uit de Statistiek slachtingen (CBS, 1991c).

3.10 Afvoer van dierlijke produkten

Van de mineraleninhoud van de dierlijke produktie wordt een deel binnen de veehouderij hergebruikt als krachtvoedergrondstof *(5)*, de rest wordt afgevoerd naar bestemmingen buiten de landbouw, zoals de voedingsmiddelenindustrie, export of binnenlandse consumptie. Om het stofstroomschema niet nodeloos ingewikkeld te maken, lopen deze stromen alle via de voedingsmiddelenindustrie.

3.11 Afvoer van krachtvoer ten behoeve van andere dan landbouwhuisdieren

In de mengvoederindustrie worden ook voeders geproduceerd voor andere dieren dan die in de veehouderij worden gehouden. De beschikbare hoeveelheid krachtvoedergrondstoffen omvat dan ook de grondstoffen ten behoeve van de produktie van mengvoer voor honden, katten, pelsdieren, siervogels e.a. In het begin van de jaren tachtig bedroeg de produktie voor deze diersoorten ca. 1% van de totale mengvoerproduktie, in 1989 was dit echter al opgelopen tot ca. 3% (CBS/LEI, 1991). De mineraleninhoud van dit mengvoer is uiteraard afhankelijk van de samenstelling van het grondstoffenpakket (LEI, 1990). In 1989 ging ca. 3 mln kg fosfor, ca. 16 mln kg stikstof en ca. 6 mln kg kalium naar overige diersoorten.

3.12 Netto-export van in Nederland geproduceerde mengvoeders

Een klein deel van de mengvoerproduktie wordt in het buitenland afgezet (in 1989: 3–4%) (LEI, 1990). De export neemt de laatste jaren toe. Een kwart van de export bestaat uit kunstmelk. Er wordt echter ook mengvoer ingevoerd. Deze invoerstroom is vrij constant. Om het stroomschema overzichtelijk te houden is de uitvoer van mengvoer gecorrigeerd voor de invoer. De invoer is steeds kleiner dan de uitvoer. Stroom *(12)* betreft derhalve de mineraleninhoud van de *netto-uitvoer* van mengvoer. Als mineralengehalte voor het uitgevoerde mengvoer (uitgezonderd kunstmelk) is hetzelfde gemiddelde mineralengehalte aangehouden als van het krachtvoer dat in het betreffende jaar in Nederland beschikbaar was.

Tabel 11
Produktie van de veehouderij, 1989

	Gehalten			Produktie [1]						
	Fosfor	Stikstof	Kalium	Aantal	Geslacht gewicht	Aanhoudings-percentage	Bruto eigen produktie	Fosfor	Stikstof	Kalium
Produkt	g/kg			1 000 stuks	1 000 ton	%	1 000 ton	mln kg		
Koeien	7,4	25,0	1,7	594	170	56	304	2,2	7,6	0,5
Vaarzen	7,4	25,0	1,7	77	21	58	37	0,3	0,9	0,1
Stieren	7,4	27,0	1,7	329	109	59	185	1,4	5,0	0,3
Kalveren	7,6	30,2	1,7	782	150	62	243	1,8	7,3	0,4
Varkens	5,0	24,0	2,1	23 793	1 882	79	2 382	11,9	57,2	5,0
Paarden	7,2	25,0	1,7	16	3	50	7	0,1	0,2	0,0
Schapen	7,0	25,0	1,7	872	22	55	40	0,3	1,0	0,1
Geiten	7,0	25,0	1,7	73	1	55	2	0,0	0,0	0,0
Pluimvee	5,6	30,4	1,7				660	3,7	20,1	1,1
Melk	0,9	5,3	1,5				11 334	10,2	60,1	17,0
Eieren	2,0	19,2	0,9				645	1,3	12,4	0,6
Totaal dierlijke produktie								33	172	25

[1] Dieren op basis van levend gewicht. Gecorrigeerd voor in- en uitvoer; inclusief huisslachtingen.

3.13 Dierlijke excretie

De mineraleninhoud van dierlijke excretie wordt verkregen als resultaat van de balansberekening:

Excretie (13) = Veevoer (8) – Dierlijke produktie (9) – Veevoer honden (11) – Netto-export mengvoer (12)

Verschillen veroorzaakt door afrondingen kunnen in de post 'excretie' aan het licht komen. Het resultaat van de balansberekening op basis van de gegevens uit de stroomschema's wijkt dan ook soms af van de voor 'excretie' vermelde waarde.
Deze balansberekening geeft op landelijk niveau voor de gehele veehouderij de hoeveelheid mineralen in dierlijke excretie. In het geval van fosfor en kalium komt deze hoeveelheid beschikbaar voor bemesting van de bodem. Voor stikstof is de situatie gecompliceerder omdat bij uitscheiding en tijdens de mestopslag stikstof in de vorm van ammoniak *(14)* uit de mest verdwijnt.

3.14 Ammoniak-emissie in de stal en tijdens mestopslag

De veehouderij is in Nederland de belangrijkste bron van emissie van ammoniak. Stikstof in dierlijke mest kan in de vorm van vooral ammoniak uit de mest vervluchtigen. Dit gebeurt bij en direct na excretie, tijdens opslag van de mest en bij aanwending van de mest. De ammoniakvervluchtiging bij de verspreiding van mest wordt voorgesteld door stroom *(22)* en wordt verderop besproken.
De kwantificering van de ammoniakemissie van de veehouderij is in detail beschreven in een rapport dat de uitgangspunten voor de berekening van deze emissie in het kader van de Hinderwet behandelt (De Winkel, 1988). Voor 1986 is een samenvatting van deze methode beschreven door Van der Hoek (1988). Gegevens voor de overige jaren zijn onlangs gepubliceerd in een overzichtsrapport van het RIVM (Erisman, 1989). In het RIVM-rapport zijn op basis van de emissiefactoren voor ammoniak voor rundvee, varkens en pluimvee van De Winkel (1988), aangevuld met emissiefactoren voor overige diercategorieën, ammoniakemissies gepubliceerd voor de jaren 1980 t/m 1988 (tabel 12). Omdat deze gegevens niet verder gaan dan 1988 is de emissie voor 1989 en 1990 berekend op basis van de aantallen dieren uit de 'Landbouwtelling' van het CBS (CBS, 1991f) en de door Erisman gehanteerde emissiefactoren.
Voor 1970 en 1975 zijn schattingen gemaakt op basis van gegevens over emissies en depositie uit het Eindrapport tweede fase Additioneel Programma Verzuringsonderzoek (Heij *et al.*, 1991).

3.15 Uit te rijden dierlijke mest

De produktie van mineralen in dierlijke mest wordt door het CBS ook op een andere wijze berekend dan hierboven (3.13) is aangegeven. Om de mest- en mineralenproduktie in provincies, gemeenten, landbouwgebieden of andere bestuurlijke eenheden te kunnen berekenen is een tweejaarlijkse produktiestatistiek van dierlijke mest operationeel waarin de mestproduktie *per diersoort* wordt berekend (CBS, 1991g) (Van Eerdt, 1992). Voor de berekening van mestproduktiefactoren per dier wordt gebruik gemaakt van zoötechnische kengetallen betreffende het voedergebruik en de produktie per dier. Een balansberekening levert de mest- en mineralenproduktiefactor per dier. Koppeling van deze gegevens aan het aantal geregistreerde dieren uit de 'Landbouwtelling' maakt de berekening van de mestproduktie van de totale veestapel mogelijk. In het ideale geval is het resultaat van deze berekening identiek aan het resultaat van de berekening van de dierlijke excretie op basis van de hier gebruikte statistische gegevens *(13)*. Er blijkt echter een systematisch verschil op te treden, in die zin dat stroom *(13)*, voor stikstof gecorrigeerd voor de ammoniakvervluchtiging, vrijwel altijd groter is dan stroom *(15)*. Mogelijke oorzaken voor dit systematische verschil zijn reeds eerder besproken (Van Eerdt *et al.*, 1991); in deze publikatie zal er dan ook niet op worden ingegaan.
Om aansluiting met gepubliceerde mestproduktiegegevens te behouden wordt in de balans van cultuurgrond verder gerekend met de produktie van mineralen in mest, zoals die in stroom *(15)* is aangegeven.

3.16 Kunstmest

Gegevens over het gebruik van kunstmest zijn afkomstig uit de 'Jaarstatistiek van de kunstmeststoffen' van het Landbouw-Economisch Instituut (LEI, 1991). De gegevens van het LEI over twee boekjaren zijn gemiddeld tot gegevens over kalenderjaren. Een overzicht van het kunstmestgebruik gedurende de laatste vijfentwintig jaren is opgenomen in tabel 13. Het gebruik van stikstofmeststoffen in het jaar 1988/'89 wijkt af van het getal dat is gepubliceerd in de LEI-publikatie over het betreffende jaar. Het gebruik bedroeg in dat jaar geen 456 mln kg N, zoals eerder gepubliceerd, maar 443,5 mln kg N (LEI, 1991a).
Voor 1990 zijn de gegevens over 1989/'90 gebruikt (LEI, 1991a). Gegevens over het boekjaar 1990/'91 zijn nog niet beschikbaar. Het gebruik van kunstmest, en dan vooral van stikstofkunstmest, vertoont de laatste jaren een dalende trend. Het is dan ook de ver-

Tabel 12
Ammoniakemissies in de landbouw

	Rundvee			Varkens		Pluimvee		Overige [1]	Totaal
	Stal en opslag	Weide	Mestverspreiding	Stal en opslag	Mestverspreiding	Stal en opslag	Mestverspreiding		
	mln kg N								
1980	32,9	24,0	54,6	16,6	25,9	15,3	7,7	12,0	189
1981	33,5	24,0	55,5	16,7	26,2	16,1	8,1	12,0	192
1982	34,1	24,4	56,5	16,6	26,1	16,6	8,4	12,0	195
1983	35,2	25,2	58,4	17,1	26,8	14,6	8,3	12,0	198
1984	35,7	25,4	59,2	17,8	27,9	13,7	8,7	12,0	200
1985	33,5	24,6	55,6	19,7	30,9	13,6	9,8	12,0	200
1986	32,5	22,7	53,9	21,3	33,6	14,0	10,0	12,0	200
1987	30,4	21,2	50,5	22,5	35,4	14,7	10,5	12,0	197
1988	29,3	20,2	48,2	21,4	33,8	14,1	10,1	12,0	189
1989*	.	.	.	.	.	.	.	.	184
1990*	.	.	.	.	.	.	.	.	180

Bron: Erisman, 1989.

[1] Overige diersoorten en kunstmest.

wachting dat het gebruik in 1990, dit wil zeggen het gemiddelde gebruik in de seizoenen 1989/'90 en 1990/'91, iets lager zal liggen dan in het seizoen 1989/'90.

Tabel 13
Verbruik van kunstmeststoffen

	Fosforzuur-meststoffen		Stikstof-meststoffen	Kalimest-stoffen	
	mln kg P_2O_5	mln kg P	mln kg N	mln kg K_2O	mln kg K
1965/'66	114,8	50,1	310,8	136,6	113,4
1969/'70	107,5	46,9	387,4	121,7	101,0
1970/'71	109,9	48,0	405,3	135,0	112,1
1974/'75	92,6	40,4	435,4	112,9	93,7
1975/'76	80,7	35,2	452,7	101,3	84,1
1979/'80	84,1	36,7	486,1	123,7	102,7
1980/'81	82,8	36,1	482,8	113,5	94,2
1981/'82	80,6	35,2	477,3	105,9	87,9
1982/'83	77,5	33,8	456,7	102,0	84,7
1983/'84	86,6	37,8	478,3	117,4	97,4
1984/'85	89,2	38,9	505,3	125,4	104,1
1985/'86	81,3	35,5	499,7	119,8	99,4
1986/'87	87,6	38,2	504,0	104,9	87,1
1987/'88	79,6	34,7	458,2	97,8	81,2
1988/'89	87,1	38,0	443,5	103,6	86,0
1989/'90	76,1	33,2	412,4	98,3	81,6

Bron: LEI, 1991.

3.17 Overige bronnen

Voor fosfor en kalium is zuiveringsslib uit openbare en particuliere zuiveringsinstallaties de enige bron van aanvoer naar cultuurgrond onder 'overige bronnen'. Voor stikstof omvat 'overige bronnen', naast zuiveringsslib, ook de bijdrage van bestrijdingsmiddelen en biologische stikstofbinding. De bijdrage van beregening en bevloeiing aan de bodembelasting is te verwaarlozen.

Zuiveringsslib. Vanaf het einde van de jaren zeventig is zuiveringsslib voor alle mineralen een bron van belasting van cultuurgrond. Informatie over de aanvoer van mineralen in zuiveringsslib van communale zuiveringsinstallaties werd ontleend aan de statistieken van het waterkwaliteitsbeheer (CBS, 1990a). Ca. 40% van het slib van openbare zuiveringsinstallaties wordt in de landbouw afgezet. Hiermee komt jaarlijks ca. 2 mln kg P, 0,5 mln kg K en 4 mln kg N op cultuurgrond terecht. Deze vrachten zijn in de loop van de tijd kleiner geworden.

Gegevens over de produktie van slib in particuliere zuiveringsinstallaties werden verkregen van het RIVM. De nutriëntenvracht van dit slib is aanzienlijk kleiner dan dat van de openbare installaties. Deze vrachten dragen slechts weinig bij aan de belasting van cultuurgrond.

In totaal bevat het zuiveringsslib dat gebruikt wordt in de landbouw naar schatting 3 mln kg P, 1 mln kg K en 4 mln kg N per jaar.

In 1970 en 1975 werd nog vrijwel geen zuiveringsslib geproduceerd. Voor kalium is om die reden de bijdrage van 'overige bronnen' voor die jaren verwaarloosd. Voor fosfor kwam in 1970 ca. 3 mln kg P met rivier- of baggerspecie en met enkele andere kleine posten op cultuurgrond terecht (KNCV, 1976). Voor de totale bijdrage van stikstof uit 'overige bronnen' is voor alle bestudeerde jaren dezelfde bijdrage gehanteerd (zie hieronder).

Bestrijdingsmiddelen. Alleen stikstofhoudende bestrijdingsmiddelen worden in die mate toegepast dat ze een bijdrage leveren aan de stikstofbelasting van de bodem. Vooral het grondontsmettingsmiddel metamnatrium (ca. 20% N) wordt veel gebruikt. Halverwege de jaren tachtig bedroeg het gebruik in de land- en tuinbouw ca. 5 mln kg. Andere veel gebruikte stikstofbevattende middelen zijn dithiocarbamaten (maneb), fenolen (dinoseb) en triazinen (atrazin) (Nefyto, 1990). De totale belasting ten gevolge van het gebruik van bestrijdingsmiddelen wordt geschat op ca. 2 mln kg N.

Biologische stikstofbinding. Een kleine hoeveelheid stikstof wordt aangevoerd door bacteriën die stikstof uit de lucht binden. De hoeveelheid stikstof die door bacteriën die in symbiose met vlinderbloemigen (peulvruchten, luzerne) leven, wordt vastgelegd, wordt voor 1986 geschat op 7 mln kg N. Bij de berekening is gebruik gemaakt van areaalgegevens uit de 'Landbouwtelling' (CBS, 1991f); voor peulvruchten is een stikstof-fixatie aangenomen van 125 kg/ha en voor luzerne 250 kg/ha (CLM, 1989).

De stikstofbinding door vrijlevende bacteriën in de bodem bedraagt naar schatting 4 kg N/ha.jr (CLM, 1989). Bij een totale oppervlakte cultuurgrond van ongeveer 2 mln ha, levert deze vorm van stikstofbinding een bijdrage van ca. 8 mln kg N aan de belasting van de cultuurgrond.

De totale belasting van cultuurgrond met stikstof uit 'overige bronnen' bedraagt ca. 21 mln kg N. Omdat de onzekerheid in deze cijfers relatief groot is en de jaarlijkse variatie gering, is deze bijdrage voor alle jaren van onderzoek afgerond op 20 mln kg N.

3.18 Depositie

Fosfor. De depositie van fosfor bedraagt ca. 1 kg/ha.jr (CBS, 1985) (CLM, 1989). Deze waarde is de laatste tien jaar vrijwel niet veranderd. Bij een oppervlakte cultuurgrond van 2 mln ha is de depositie van fosfor voor de jaren van onderzoek vastgesteld op 2 mln kg P, uitgezonderd 1970 (1 mln kg P) (KNCV, 1976).

Kalium. Over de depositie van kalium is weinig bekend. Kalium is één van de componenten die met zeezoutaërosol landinwaarts worden getransporteerd. In het Oosten kan de van zeezout afkomstige depositie echter worden overtroffen door deposities die worden veroorzaakt door emissies van niet-maritieme oorsprong. De gemiddelde natte depositie in 1985 bedroeg 0,4 mmol/m^2.mnd. Dit komt overeen met ca. 2 kg K/ha.jr. De depositie in 1985 was iets lager dan de gemiddelde depositie over de jaren 1978 t/m 1985 (KNMI/RIVM, 1987).

In de literatuur komt men een verscheidenheid aan gegevens tegen over de totale (natte en droge) depositie van kalium. Waarden variëren van 4,1 kg K/ha.jr (CLM, 1989) (IKC, 1991), 5 kg K/ha.jr (Van Drecht *et al.*, 1988) tot 9 kg K/ha.jr (Van de Ven, 1990). Omdat voor kalium de bijdrage van de depositie aan de belasting van cultuurgrond relatief gering is, is voor deze post een waarde van 10 mln kg K per jaar aangenomen.

Stikstof. Voor stikstof levert de depositie een niet onbelangrijke bijdrage aan de belasting van de bodem. De jaarlijkse natte en droge depositie ligt gemiddeld voor heel Nederland gedurende de laatste tien jaar tussen de 45 en 55 kg N/ha.jr (tabel 14). Regionaal komen echter deposities voor die wel 20% van het landelijk gemiddelde kunnen afwijken.

De hier gebruikte gegevens zijn de meest recente en wijken af van eerder gepubliceerde waarden (Olsthoorn, 1989). Na verschijnen van de 'Stikstofbalans van Nederland, 1986' zijn namelijk, in het kader van de tweede fase van het Additioneel Programma Verzuringsonderzoek, zowel de deposities van NO_y en NH_x als de import/export-balans van beide stoffen herberekend volgens de nieuwste inzichten. De herberekende gegevens over natte en droge depositie zijn opgenomen in tabel 14 (Heij *et al.*, 1991) (Erisman, 1991). Tevens is in deze tabel de totale gemiddelde depositie van beide stikstofverbindingen op cultuurgrond opgenomen. De depositie van stikstof op cultuurgrond bedroeg in 1989 94 mln kg.

Bij gebrek aan recente gegevens is de stikstofdepositie voor 1990 berekend op basis van gegevens over voorgaande jaren. Omdat de depositie van stikstof echter door de jaren heen enigszins varieert, kan bij deze raming een geringe fout worden verwacht.

3.19 Retourstroom van ammoniak naar cultuurgrond

Voor stikstof, en dan met name voor ammoniak, is de landbouw zelf een belangrijke emissiebron; 94% van de totale emissie van ammoniak in Nederland is afkomstig van de landbouw (Heij *et al.*, 1991). De bijdrage van de landbouw aan het Nederlands aandeel

Tabel 14
Depositie van stikstofoxyden en ammoniak op cultuurgrond

	NOy	NHx	Totaal	Areaal	Depositie
	kg N/ha.jr			mln ha	mln kg N
1970 [1]	12,1	24,2	36,3	2,143	78
1975 [1]	12,2	28,8	41,0	2,082	85
1980					
nat	5,5	9,0	14,5		
droog	11,6	23,7	35,3		
totaal	17,1	32,6	49,7	2,020	100
1983					
nat	5,0	9,5	14,5		
droog	12,7	25,5	38,2		
totaal	17,8	35,0	52,8	2,009	106
1985					
nat	4,9	10,1	15,0		
droog	12,9	24,5	37,4		
totaal	17,8	34,6	52,4	2,019	106
1986					
nat	4,5	8,8	13,3		
droog	12,5	23,9	36,4		
totaal	16,9	32,8	49,7	2,013	100
1987					
nat	5,6	10,6	16,2		
droog	11,8	26,7	38,5		
totaal	17,4	37,4	54,8	2,014	110
1988					
nat	4,2	8,8	13,0		
droog	10,6	23,5	34,1		
totaal	14,8	32,3	47,1	2,012	95
1989					
nat	4,3	9,0	13,3		
droog	11,9	21,7	33,6		
totaal	16,2	30,7	46,9	2,004	94

Bron: Erisman, 1991 (depositiegegevens).
CBS (areaalgegevens).

[1] Schatting (Bron: RIVM).

in de depositie van ammoniak bedraagt eveneens 94%. De rest is afkomstig van de industrie en van uitscheiding van mensen en van dieren buiten de veehouderij. Het Nederlandse aandeel in de depositie van ammoniak (30,7 kg N/ha.jr in 1989) bedraagt 81%. De retourstroom van ammoniak vanuit de landbouw naar cultuurgrond (areaal: 2 004 mln ha) wordt voor 1989 derhalve als volgt berekend:

Retourstroom van ammoniak = 30,7 • 0,81 • 0,94 • 2,004 = 47 mln kg N

Bij een totale depositie op cultuurgrond van 94 mln kg N in 1989 (zie tabel 14) betekent dit dat 47 mln kg N van de landbouw zelf afkomstig is en 47 mln kg N (voornamelijk NO_y) van buiten de landbouw. De bijdrage van de landbouw aan de depositie van NO_y is verwaarloosbaar (2%; Heij *et al.*, 1991).

3.20 Bijdrage van bronnen buiten de landbouw aan de depositie

Voor zowel fosfor als kalium wordt verondersteld dat de depositie afkomstig is van emissiebronnen buiten de landbouw. Voor beide stoffen is dan ook stroom *(20)* gelijk aan stroom *(18)*. Voor details over de berekeningswijze wordt verwezen naar passage 3.18.
Voor stikstof geldt echter dat een belangrijk deel van de depositie van ammoniak door de landbouw zelf wordt veroorzaakt (zie 3.19). Om de depositie veroorzaakt door emissies van buiten de landbouw te berekenen moet de totale depositie, 94 mln kg in 1989 *(18)*, worden gecorrigeerd voor de bijdrage van de landbouw zelf aan de depositie *(19)*. De depositie van stikstof uit andere bronnen dan de landbouw bedroeg in 1989 dus 94 *(18)* – 47 *(19)* = 47 mln kg N.

3.21 Totale aanvoer van mineralen naar cultuurgrond

De aanvoer van mineralen naar cultuurgrond wordt berekend als het totaal van de aanvoer met dierlijke mest *(15)*, kunstmest *(16)*, depositie *(18)*, overige bronnen *(17)* en de retourstroom van landbouwprodukten naar cultuurgrond in de vorm van afvalprodukten, conserveringsverliezen, zaai- en pootgoed e.a. *(24)*. De berekening van deze laatste stroom wordt in het hierna volgende gedeelte (3.24) toegelicht. De totale aanvoer van fosfor en kalium naar cultuurgrond is in feite geheel beschikbaar voor opname door het gewas. Voor stikstof geldt dit echter niet, omdat een deel van de op de bodem gebrachte hoeveelheid stikstof als ammoniak vervluchtigt voordat het gewas er gebruik van heeft kunnen maken (zie 3.22).

3.22 Ammoniakemissie bij aanwending van meststoffen en bij produktie van mest door vee in de wei

Bij de huidige wijze van aanwenden van meststoffen (anno 1990), zowel van dierlijke mest als kunstmest, gaat een gedeelte van de stikstof uit de meststoffen als ammoniak de lucht in. Deze stikstof keert gedeeltelijk met de neerslag weer terug op cultuurgrond maar is voor de rest voorgoed verloren voor de landbouw. Vooral de emissie van ammoniak bij aanwending van dierlijke mest is zeer aanzienlijk. Van de totale emissie in de landbouw komt ca. 45% op rekening van het uitrijden van dierlijke mest; ca. 4% wordt veroorzaakt door de aanwending van stikstofkunstmest. Gegevens over ammoniakemissies bij het uitrijden van meststoffen werden ontleend aan publikaties van het RIVM (Erisman, 1989), zie ook 3.14.
Ook bij de excretie van mest door vee dat in de wei graast, treedt emissie van ammoniak op. De ammoniakemissie van weidend rundvee is eveneens aan het bovengenoemde rapport van Erisman ontleend. Na publikatie van dit rapport zijn echter meetgegevens beschikbaar gekomen over de ammoniakemissie van weidend rundvee. Hieruit blijkt dat de emissie van ammoniak door weidend rundvee in het verleden wellicht te hoog is ingeschat (NMI, 1991). De emissie voor heel Nederland zou niet ruim 20 mln kg N bedragen doch slechts 12 mln kg N. Voorlopig zijn in de balansberekeningen de gegevens uit het rapport van Erisman aangehouden. Het zal echter duidelijk zijn dat de nauwkeurigheidsmarges van deze gegevens aanzienlijk kunnen zijn. Het is dan ook niet ondenkbaar dat met name de ammoniakemissie van weidend rundvee in de toekomst moet worden bijgesteld.

3.23 Afvoer van mineralen met het gewas

De hoeveelheid mineralen die met het gewas wordt afgevoerd, varieert van jaar tot jaar, afhankelijk van de verbouwde gewassen en de opbrengsten. De afvoer van mineralen is berekend op basis van de jaarlijkse produktie en de overeenkomstige gemiddelde mineralengehalten. Onder de afvoer van het gewas wordt alleen dat deel van het gewas verstaan dat ook daadwerkelijk van de akkers wordt weggehaald. Beweidings- en oogstverliezen blijven liggen en worden dan ook niet als afvoer beschouwd. Ditzelfde geldt ook voor de wortels. Mineralen in beweidings- en oogstverliezen en in wortels blijven in de bodem achter en worden na mineralisatie weer aan de mineralenvoorraad van de bodem toegevoegd.
De belangrijkste bronnen waaraan gegevens over mineralengehalten van akkerbouw-, tuinbouw- en graslandprodukten werden ontleend, zijn: Van Eerdt (1990) en referenties daarin, ACV (1991), NRLO (1990), Lammers (1986), CLM (1989) en PR (1988).

De mineralengehalten van akkerbouw- en tuinbouwgewassen zijn in de loop der tijd constant verondersteld. Voor de gehalten van graslandgewassen is echter een tijdsafhankelijkheid aangenomen. De bemesting van grasland is immers de laatste twintig jaar aanzienlijk toegenomen. Tot 1983/'84 is de graslandproduktie per hectare onder invloed van de toenemende bemesting sterk gestegen (Van Eerdt *et al.*, 1991). Vanaf dat jaar bleef de produktie echter redelijk constant ondanks een verdere stijging van het kunstmestgebruik. Omdat de opname van mineralen, en dan vooral van stikstof en kalium, min of meer evenredig is met de mestgift (Lantinga, 1988), zijn sinds 1983/'84 de N- en K-gehalten, en in veel mindere mate ook de P-gehalten van graslandprodukten nog toegenomen. De gebruikte mineralengehalten van graslandprodukten zijn opgenomen in tabel 15. Voor de jaren 1987 t/m 1990 zijn dezelfde gehalten aangehouden als voor 1986.

Tabel 15
Mineralengehalten van graslandprodukten

	Hooi			Graskuil			Vers weidegras		
	P	N	K	P	N	K	P	N	K
	g/kg ds								
1970	2,7	24,7	21,1	3,7	27,2	24,9	4,0	32,0	29,1
1975	2,8	25,7	21,9	3,7	27,2	25,0	4,1	32,0	29,1
1980	2,9	26,6	22,7	3,7	27,2	26,0	4,2	32,0	29,1
1983	2,9	27,1	23,1	3,7	28,0	29,6	4,4	35,0	32,0
1986	3,0	27,7	23,6	3,7	28,6	30,2	4,4	37,7	32,5

De gewasproduktie van akkerbouwprodukten wordt jaarlijks door het CBS geïnventariseerd (CBS, 1991b). De jaarlijkse produktie van graskuil en hooi is verkregen uit de 'Statistiek graslandgebruik' (CBS, 1991d) en de gegevens over de beschikbare hoeveelheid vers weidegras zijn afkomstig van het Landbouw-Economisch Instituut (LEI, 1990). Als rekenvoorbeeld is de afvoer van mineralen met het gewas in 1989 opgenomen in tabel 16. De beschikbare hoeveelheid vers weidegras voor 1989 en 1990 is geschat op basis van de produktie van hooi en graskuil in die jaren en een aangenomen totale graslandproduktie (inclusief oogst- en beweidingsverliezen) van 11 000 kg ds/ha (vgl. Van Eerdt *et al.*, 1991). De geschatte produktie van grasland ligt met 11 000 kg ds/ha circa 5% onder die van de voorgaande jaren. De aanname van een lagere graslandproduktie is ingegeven door de gedaalde afzet van stikstofmeststoffen sinds het seizoen 1987/'88 en het effect van enkele zeer droge zomermaanden.

Voor een raming van het verlies aan mineralen dat optreedt tijdens droging, bewaring en conservering van hooi en graskuil wordt verwezen naar 3.25. De afvoer van mineralen met het gewas is gecorrigeerd voor de retourstroom van mineralen die als een gevolg van conservering in de vorm van bijvoorbeeld kuilsap weer aan de bodemvoorraad worden toegevoegd; zie ook 3.25.

3.24 Retourstroom van mineralen uit het gewas naar cultuurgrond

Schuimaarde is een kalkmeststof die vrijkomt als afvalprodukt bij de suikerproduktie uit suikerbieten. Het gebruik van schuimaarde is één van de grootste retourstromen van mineralen naar cultuurgrond. In 1988/'89 werd 410 000 ton schuimaarde afgezet (LEI, 1991). Schuimaarde bevat ca. 3 g N/kg, 3,5 g P/kg en 0,7 g K/kg produkt (Suiker Unie, 1985). De mineralenvracht van schuimaarde bedraagt dan jaarlijks 1,5 mln kg P, 1,2 mln kg N en 0,3 mln kg K.
Compost bereid uit afval van land- en tuinbouwgewassen is een produkt dat in de landbouw wordt gebruikt. Vooral champost uit de champignonteelt en afval uit de glastuinbouw en de bloembollensector leveren een bijdrage aan deze retourstroom. De afzet van compost afkomstig van gewasresten bedraagt jaarlijks 250–300 mln kg ds (CBS, 1989) (Meeuwissen, 1989) (Van Onna *et al.*, 1990). Bij een gemiddelde samenstelling van 0,25–0,45% P, 1% N en 0,5–0,8% K komt dit overeen met een mineralenvracht van ongeveer 1 mln kg P, 3 mln kg N en 2 mln kg K.

Tabel 16
Afvoer van mineralen met land- en tuinbouwgewassen, 1989

	Gehalten			Produktie			
	Fosfor	Stikstof	Kalium		Fosfor	Stikstof	Kalium
Landbouwgewassen [1]	g/kg			1 000 ton	mln kg		
Tarwe	3,3	17,8	4,5	1 047	3,5	18,6	4,7
Rogge	3,5	17,8	4,0	33	0,1	0,6	0,1
Gerst	3,3	17,8	5,2	251	0,8	4,5	1,3
Haver	3,3	17,8	4,0	32	0,1	0,6	0,1
Peulvruchten	4,0	32,3	10,0	115	0,5	3,7	1,1
Koolzaad	7,4	32,0	8,2	25	0,2	0,8	0,2
Fabrieksaardappelen	0,6	3,0	4,5	2 479	1,5	7,4	11,2
Overige aardappelen	0,6	3,0	4,5	4 376	2,6	13,1	19,7
Suikerbieten	0,5	2,1	3,0	7 679	3,8	16,1	23,0
Stro	0,7	3,5	3,5	653	0,5	2,3	2,3
Snijmais	2,5	13,6	15,0	2 686	6,7	36,5	40,3
Voederbieten	0,4	2,8	4,8	149	0,1	0,4	0,7
Stoppelgewassen	0,6	3,7	6,0	618	0,4	2,3	3,7
Bietenkoppen	0,3	2,7	4,2	424	0,1	1,1	1,8
Gras-/luzernemeel	2,9	27,8	24,5	227	0,7	6,3	5,6
Hooi	3,0	27,7	23,6	306	0,9	9,2	7,2
Graskuil	3,7	28,6	30,2	4 076	15,1	133,2	123,1
Vers weidegras	4,4	37,7	32,5	5 288	23,3	199,4	171,9
Tuinbouwgewassen	0,6	1,9	3,0	3 800	2,3	7,2	11,4
Totaal land- en tuinbouwgewassen					63 [2]	463	426 [2]

[1] Snijmais en graslandprodukten in droge stof.
[2] Gecorrigeerd voor conserveringsverlies van snijmaiskuil.

Ten slotte worden er met het jaarlijks uitgezette *zaai- en pootgoed* mineralen aan de bodemvoorraad toegevoegd. Ook dit is een retourstroom van eerder geoogste gewassen. Vooral pootaardappelen zijn in dit opzicht van belang. Met pootaardappelen (CBS/LEI, 1991) komt jaarlijks ruim 1 mln kg N, 0,2 mln kg P en ruim 1,5 mln K in de bodem terecht. De bijdrage van het overige zaai- en pootgoed is veel geringer en zal hier niet verder worden gekwantificeerd.
In totaal bedroeg de retourstroom van mineralen uit land- en tuinbouwgewassen in het begin van de jaren tachtig 3 mln kg P, 5 mln kg N en 3 mln kg K; voor het einde van het decennium is gerekend met 4 mln kg P, 6 mln kg N en 4 mln kg K.
Voor de raming van de retourstroom van mineralen naar de bodem als een gevolg van gewasconservering wordt verwezen naar de volgende paragraaf.

3.25 Mineralenverlies bij gewasconservering

De gegevens over de beschikbare hoeveelheid *hooi en graskuil* (CBS, 1991d) en de overeenkomstige mineralengehalten hebben betrekking op het ruwvoer zoals het na bewaring en conservering aan het vee wordt aangeboden. Om die reden moet de afvoer van mineralen uit de bodem met graslandprodukten worden vermeerderd met de hoeveelheid mineralen die verloren is gegaan tijdens bewaring en conservering. De verliezen betreffen vooral vervluchtiging en uitspoeling van stikstof. Voor kalium en fosfor wordt aangenomen dat de verliezen die optreden bij droging en bewaring direct of indirect via kuilsap weer aan de bodemvoorraad worden toegevoegd. Ook voor de uitgespoelde stikstof zal dit het geval zijn; de vervluchtigde stikstof gaat echter de lucht in en zal grotendeels verloren zijn voor de landbouw. Het bewarings- en conserveringsverlies van stikstof wordt voor hooi geschat op ca. 7% en voor graskuil op ca. 12% (Van Eerdt, 1989) (PR, 1988). Aangenomen is dat dit verlies voor de helft in de vorm van ammoniak of andere vluchtige stikstofverbindingen de lucht in gaat *(25)* en voor de helft terugkeert naar de bodem *(24)*.
Voor *snijmaïs* is in tegenstelling tot graskuil en hooi alleen de *produktie* bekend uit de CBS-oogstramingsgegevens (CBS, 1991b). Aangenomen is dat tijdens conservering ca. 8% ds verloren gaat; de rest komt als snijmaïskuil voor het vee beschikbaar. Wat betreft de mineralen is aangenomen dat met het conserveringsverlies fosfor en kalium (kuilsap) weer aan de bodemvoorraad worden toegevoegd. Per saldo wordt dan ook slechts de als veevoer beschikbare hoeveelheid van de akker afgevoerd. Voor stikstof is weer aangenomen dat de helft van het conserveringsverlies naar de bodem gaat en de andere helft naar de lucht. De hoeveelheid mineralen die met het gewas van de akker wordt afgevoerd is derhalve gecorrigeerd voor de hoeveelheid die ten gevolge van conservering in enigerlei vorm weer teruggaat naar de bodem.

3.26 Afvoer van plantaardige produkten vanuit de akkerbouw

De afvoer van plantaardige produkten *(26)* vanuit de landbouw is een salderings- of restpost. Deze restpost wordt berekend als het saldo van de afvoer van het gewas *(23)* minus de binnenlandse produktie van plantaardige krachtvoedergrondstoffen *(4)*, minus de produktie van ruwvoer *(7)–(3)*, minus de retourstroom naar de bodem *(24)* en (voor stikstof) het verlies bij conservering *(25)*.

3.27 Invoer van voedingsmiddelen

De invoer van voedingsmiddelen wordt berekend aan de hand van gegevens van de statistieken van de buitenlandse handel (CBS, 1991). De hoofdstukken 1 t/m 24 van deze statistiek hebben betrekking op produkten van de land- en tuinbouw, zowel veevoer als voedingsmiddelen voor menselijke consumptie. Ter berekening van de invoer van mineralen met voedingsmiddelen wordt derhalve de totale mineraleninhoud van ingevoerde landbouwprodukten verminderd met de invoer van mineralen in ruwvoer *(3)* en krachtvoedergrondstoffen *(1)*. De mineralengehalten van voedingsmiddelen zijn afkomstig uit de Nederlandse Voedingsmiddelen Tabel (NVT, 1989).

3.28 Voedingsmiddelen ten behoeve van industriële verwerking

De voedingsmiddelenindustrie verwerkt geïmporteerde en in Nederland geproduceerde agrarische produkten. Post *(28)* is de som van de binnenlandse produktie van dierlijke *(10)* en plantaardige produkten *(26)* en ingevoerde landbouwprodukten *(27)*.

3.29 Export van voedingsmiddelen

Het grootste deel van de produktie van de voedingsmiddelenindustrie wordt uitgevoerd. De uitvoer van voedingsmiddelen wordt berekend aan de hand van gegevens van de statistieken van de buitenlandse handel (CBS, 1991). De mineraleninhoud van de totale export wordt verminderd met de netto-uitvoer van mineralen in mengvoer *(12)*. De mineralengehalten van voedingsmiddelen zijn afkomstig uit de Nederlandse Voedingsmiddelen Tabel (NVT, 1989), die van veevoeders en bijprodukten van de voedingsmiddelenindustrie uit bronnen die reeds in 3.1 zijn vermeld.
Hoewel een niet onaanzienlijk deel van de export betrekking heeft op bijprodukten van de voedingsmiddelenindustrie die in het buitenland worden verwerkt tot veevoer, is bij deze post geen onderscheid gemaakt tussen veevoedergrondstoffen en voedingsmiddelen. Voor de landelijke balans is een dergelijk onderscheid niet van betekenis.

3.30 Consumptie van voedingsmiddelen

De consumptie van mineralen met voedingsmiddelen door de Nederlandse bevolking als onderdeel van de voedingsmiddelenbalans is samengevat in tabel 17. De basis van deze gegevens is de jaarlijkse inventarisatie door het Landbouw-Economisch Instituut (LEI, 1989). Het bevolkingsaantal is ontleend aan het Statistisch Jaarboek (CBS, 1991h).
Omdat de meest recente gegevens van de statistiek 'Consumptie van voedingsmiddelen' van het LEI betrekking hebben op 1987, zijn de gegevens voor latere jaren geschat door middel van extrapolatie. De jaarlijkse veranderingen zijn echter gering zodat hiermee naar verwachting geen grote fouten zijn geïntroduceerd.

In de LEI-statistiek is geen rekening gehouden met verliezen bij detailhandel en in de huishoudingen (breuk, bederf etc.). Ook met het gebruik van voedingsmiddelen voor de huisdiervoeding is geen rekening gehouden. De feitelijke consumptie zal dus kleiner zijn dan in de statistiek vermeld. De aflevering vanuit de voedingsmiddelenindustrie is echter groter dan in de statistiek vermeld. In de LEI-statistiek is namelijk de beschikbare hoeveelheid eiwit en mineralen gecorrigeerd voor het niet-eetbare gedeelte. Dit gedeelte bevat echter mineralen en moet dus in de balans als aflevering door de industrie worden opgenomen. Het niet-eetbare gedeelte van de gebruikte voedingsmiddelen bedraagt ca. 10%. In tabel 17 is in de gegevens betreffende 'Consumptie totale bevolking' dit niet-eetbare gedeelte opgenomen.

Tabel 17
Consumptie van mineralen door de bevolking

	Bevolking	Consumptie per persoon per dag				Consumptie totale bevolking [1]		
		Eiwit	N	P	K	N	P	K
	x mln	gram	mg			mln kg		
1965	12,00	82	13,12	1,540	4,174	64	7	20
1970	13,05	83	13,28	1,584	4,380	70	8	23
1975	13,65	87	13,92	1,691	4,469	77	9	25
1980	14,15	89	14,24	1,768	4,533	82	10	26
1981	14,25	90	14,40	1,798	4,613	83	10	27
1982	14,31	90	14,40	1,794	4,582	84	10	27
1983	14,37	89	14,24	1,781	4,547	83	10	26
1984	14,42	90	14,40	1,801	4,581	84	11	27
1985	14,49	92	14,72	1,843	4,778	87	11	28
1986	14,57	92	14,72	1,834	4,732	87	11	28
1987	14,66	95	15,20	1,871	4,816	90	11	29
1988*	14,76	95	15,20	1,875	4,810	91	11	29
1989*	14,85	96	15,36	1,880	4,820	93	11	29
1990*	14,95	97	15,52	1,883	4,830	94	11	29

Bron: LEI, 1989.
CBS, 1991h.

[1] Inclusief niet-eetbaar gedeelte (ca. 10%).

3.31 Afval en afvalwater in de voedingsmiddelenindustrie

In de voedingsmiddelenindustrie ontstaat bij de bewerking van landbouwprodukten tot voedingsmiddelen afval en afvalwater. De post afval en afvalwater is als sluitpost in de voedingsmiddelenbalans opgenomen.
In werkelijkheid bevat het afval en het afvalwater van deze industrietak naar schatting jaarlijks 3 mln kg P, 8 mln kg N en 20 mln kg K. Deze ruwe schattingen zijn deels ontleend aan eerder gepubliceerde fosfor- en stikstofbalansen van het CBS (Olsthoorn, 1988, 1989a) en deels aan gegevens van de Emissieregistratie (ER, 1990). Deze emissiegegevens pretenderen geen grote nauwkeurigheid en zijn niet voor elk jaar van onderzoek opnieuw berekend. Ze zijn ook niet werkelijk van belang voor de balansen zoals deze hier voor de Nederlandse landbouw zijn beschreven. Met behulp van deze gegevens is het echter mogelijk een idee te krijgen van de nauwkeurigheid van de in deze studie geraamde grootte van de binnenlandse produktie en van de invoer van landbouwprodukten.

3.32 Verlies van ammoniak vanuit de landbouw

Een deel van de ammoniakemissie van de landbouw keert in de vorm van depositie terug naar de landbouw *(19)*. Het grootste deel gaat echter verloren. Het verlies van ammoniak uit de landbouw wordt berekend als het verschil tussen de totale emissie van ammoniak en de hoeveelheid die via droge en natte depositie weer terugkeert naar cultuurgrond. De totale emissie van ammoniak in de landbouw is de som van de stromen *(14)* (ammoniak-emissie bij mestopslag en in de stal), *(22)* (ammoniak-emissie bij aanwending van meststoffen en bij produktie van mest door weidend vee) en *(25)* (emissie van ammoniak bij gewasconservering). Ter berekening van het verlies van ammoniak uit de landbouw *(32)* moet de totale emissie van ammoniak worden gecorrigeerd voor de hoeveelheid die weer ten goede komt aan de cultuurgrond *(19)*.

3.33 Overschot-2 (voor stikstof: overig)

Het gebruik van de term 'overig' (*i.e. overig verlies van stikstof)* geldt alleen voor stikstof, omdat bij stikstof tevens mineraalverlies optreedt in de vorm van ammoniak. Voor fosfor en kalium wordt deze post 'overschot-2' genoemd, omdat het als resultaat van onderstaande overschotberekening een alternatief is voor de berekening van het fosfor- en kaliumoverschot in de landbouw.
Voor alle mineralen is *(33)* een salderingspost die als volgt wordt berekend:

Overschot-2 (33) = Aanvoer cultuurgrond (21) – Ammoniakemissie cultuurgrond (alleen voor stikstof) (22) – Afvoer gewas (23)

Voor stikstof wijkt deze formule enigszins af omdat de aanvoer naar cultuurgrond moet worden gecorrigeerd voor de vervluchtiging tijdens en na aanwending van de meststoffen.
Op de bestemming van het overschot zal in het kader van deze publikatie niet verder worden ingegaan. Voor stikstof wordt verwezen naar een reeds eerder gepubliceerde modelmatige benadering van de bestemming van het overschot (Olsthoorn, 1989a). Fosfor accumuleert voor het overgrote deel in de bodem en kalium zal voor een belangrijk deel uitspoelen naar het grondwater.

3.34 Totale aanvoer van mineralen naar de landbouw

De totale aanvoer van mineralen naar de landbouw is de som van de posten invoer van krachtvoer *(1)*, suppletie van mengvoer met voederfosfaten (alleen voor fosfor) *(2)*, invoer van ruwvoer *(3)*, gebruik van kunstmest *(16)*, depositie van mineralen afkomstig van buiten de landbouw *(20)* en overige bronnen *(17)*.

3.35 Totale afvoer van mineralen vanuit de landbouw

De totale afvoer van mineralen uit de landbouw is de som van de posten dierlijke produkten *(10)*, veevoer voor andere dan landbouwhuisdieren *(11)*, uitvoer van mengvoer *(12)* en plantaardige produktie voor consumptie of verwerking in de voedingsmiddelenindustrie *(26)*.

3.36 Totaal verlies van mineralen (overschot-1)

Het totale verlies aan mineralen in de landbouw per jaar (overschot-1) is het saldo van de posten *(34)* en *(35)*. Dit verlies is in het ideale geval gelijk aan het overschot-2 *(33)* (voor fosfor en kalium) of in het geval van stikstof aan de som van het verlies aan ammo-

niak *(32)* en het 'overig verlies' *(33)*.
Het verschil tussen *(36)* enerzijds en de som van *(32)* en *(33)* anderzijds is gelijk aan de discrepantie tussen excretie *(13)* (inclusief de ammoniakemissie *(14)*) en mest *(15)*, vgl. 3.15.

Tabel 18
Mineralenbalans veehouderij

	Fosfor				Stikstof				Kalium			
	Veevoer [1]	Vastlegging	Excretie	Mest [2]	Veevoer [1]	Vastlegging	Excretie	Mest+NH_3 [2]	Veevoer [1]	Vastlegging	Excretie	Mest [2]
	mln kg P				mln kg N				mln kg K			
1970	100	20	80	75	534	101	433	420	358	16	342	333
1975	113	24	89	83	621	124	497	484	410	20	390	381
1980	136	29	107	100	740	153	588	572	476	24	452	443
1983	146	32	113	110	822	167	654	638	536	26	510	502
1986	151	34	117	113	890	177	713	685	565	26	539	535
1987	147	34	114	109	864	176	688	658	546	25	521	515
1988	142	34	109	104	853	174	678	644	546	25	522	514
1989	135	33	102	100	833	172	661	634	546	25	521	509
1990*	133	34	99	94	808	174	634	614	523	24	499	502

[1] Exclusief mengvoer voor honden etc. en mengvoer voor export.
[2] Deze kolom betreft de mestproduktie volgens de Mestproduktiestatistiek van het CBS. Voor stikstof is de mestproduktie vermeerderd met de emissie van ammoniak bij mestopslag en beweiding.

Tabel 19
Mineralenbalans cultuurgrond [1]

	Fosfor						Stikstof						Kalium					
	Mest	Kunst-mest	Belas-ting	Afvoer	Over-schot-2	Over-maat [2]	Mest	Kunst-mest	Belas-ting	Afvoer	Over-schot-2	Over-maat [2]	Mest	Kunst-mest	Belas-ting	Afvoer	Over-schot-2	Over-maat [2]
	mln kg P						mln kg N						mln kg K					
1970	75	47	128	48	80	2,7	356	396	861	358	503	2,4	333	107	452	324	128	1,4
1975	83	38	128	54	74	2,4	407	444	970	393	577	2,5	381	89	482	353	129	1,4
1980	100	36	144	59	85	2,4	483	485	1 103	424	679	2,6	443	98	555	385	170	1,4
1983	110	36	154	63	91	2,4	546	468	1 155	462	693	2,5	502	91	607	428	179	1,4
1986	113	37	158	65	93	2,4	594	502	1 231	489	742	2,5	535	93	642	448	194	1,4
1987	109	36	154	62	92	2,5	569	481	1 197	468	729	2,6	515	84	614	431	183	1,4
1988	104	36	149	63	86	2,4	559	457	1 148	474	674	2,4	514	84	613	435	178	1,4
1989	100	36	145	63	82	2,3	549	428	1 107	463	644	2,4	509	84	608	426	182	1,4
1990*	94	33	136	62	74	2,2	529	412	1 069	456	613	2,3	502	82	599	421	178	1,4

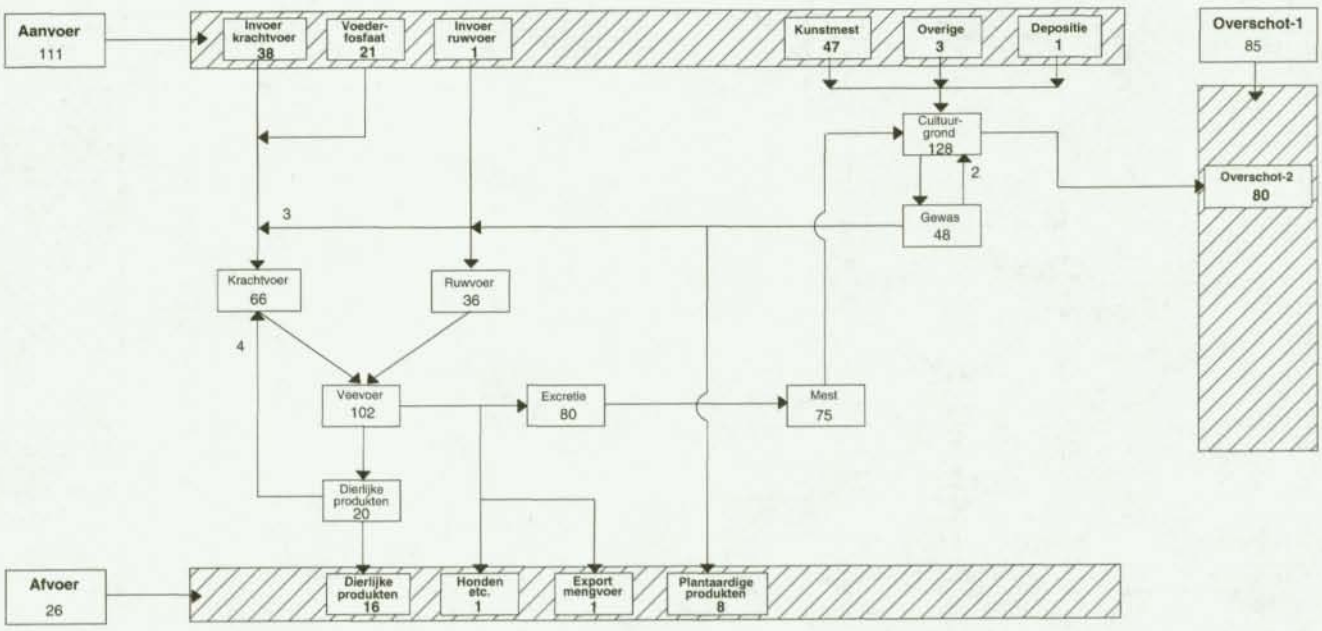
[1] Vergelijk noot 1 in de tekst van de inleiding.
[2] Overmaat = Belasting : Afvoer.

Tabel 20
Mineralenbalans Nederlandse landbouw

	Fosfor				Stikstof				Kalium			
	Aanvoer	Afvoer	Overschot-1	Overschot-2	Aanvoer	Afvoer	Overschot-1	Overschot-2	Aanvoer	Afvoer	Overschot-1	Overschot-2
	mln kg P				mln kg N				mln kg K			
1970	111	26	85	80	675	127	548	535	196	59	137	128
1975	109	29	80	74	778	147	631	618	200	62	138	129
1980	123	31	92	85	916	173	743	728	254	75	179	170
1983	130	35	95	91	945	187	758	741	260	73	187	179
1986	138	41	97	93	1 046	224	822	793	285	87	198	194
1987	136	40	96	92	1 024	222	802	772	276	87	189	183
1988	131	41	90	86	974	219	755	720	271	86	185	178
1989	124	40	84	82	923	204	719	692	263	69	194	182
1990*	120	41	79	74	901	219	682	662	258	83	175	178

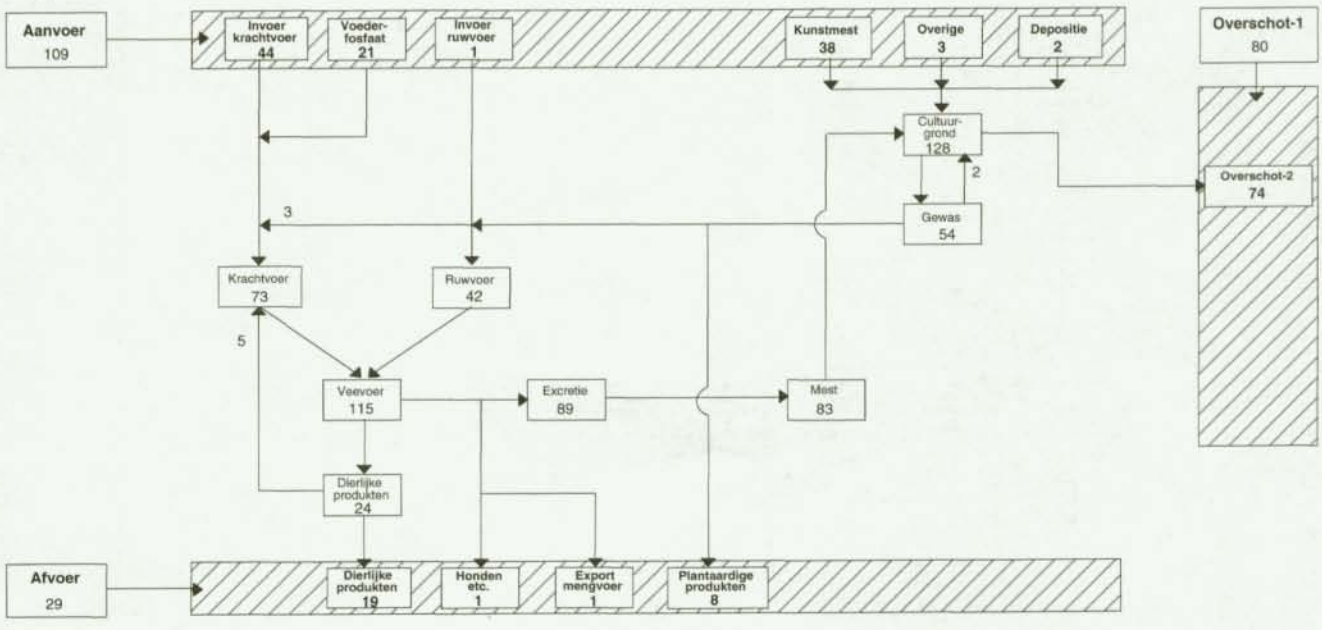
2. Fosfor, 1970

mln kg P



3. Fosfor, 1975

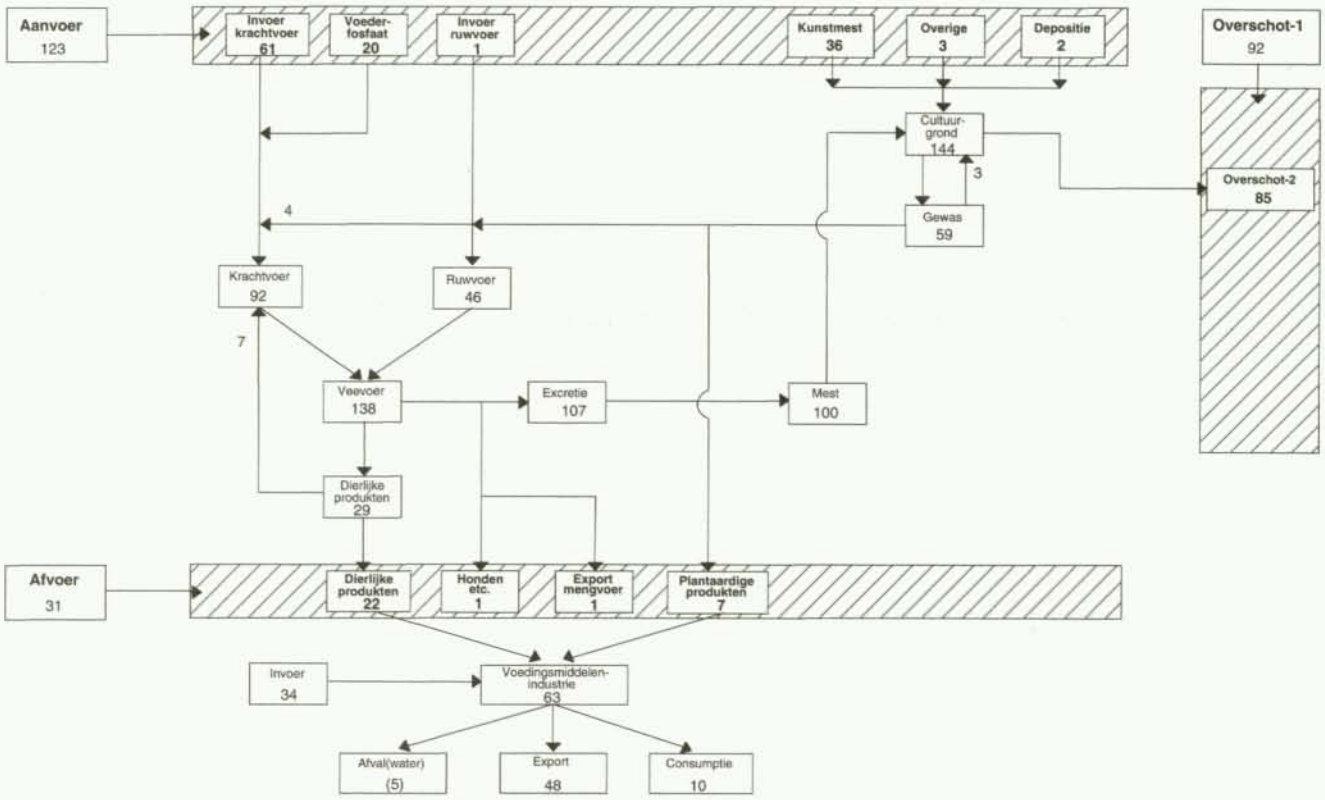
mln kg P



cbs

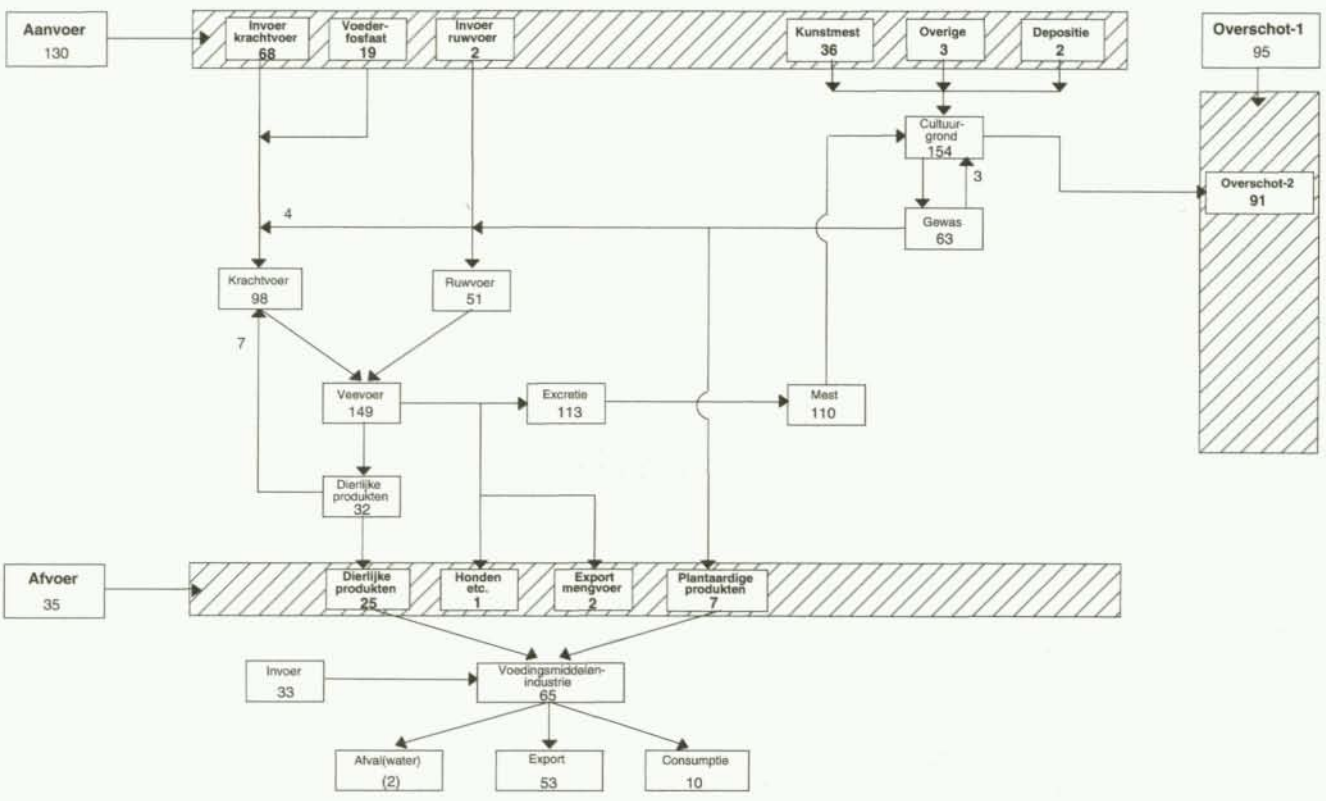
4. Fosfor, 1980

mln kg P



5. Fosfor, 1983

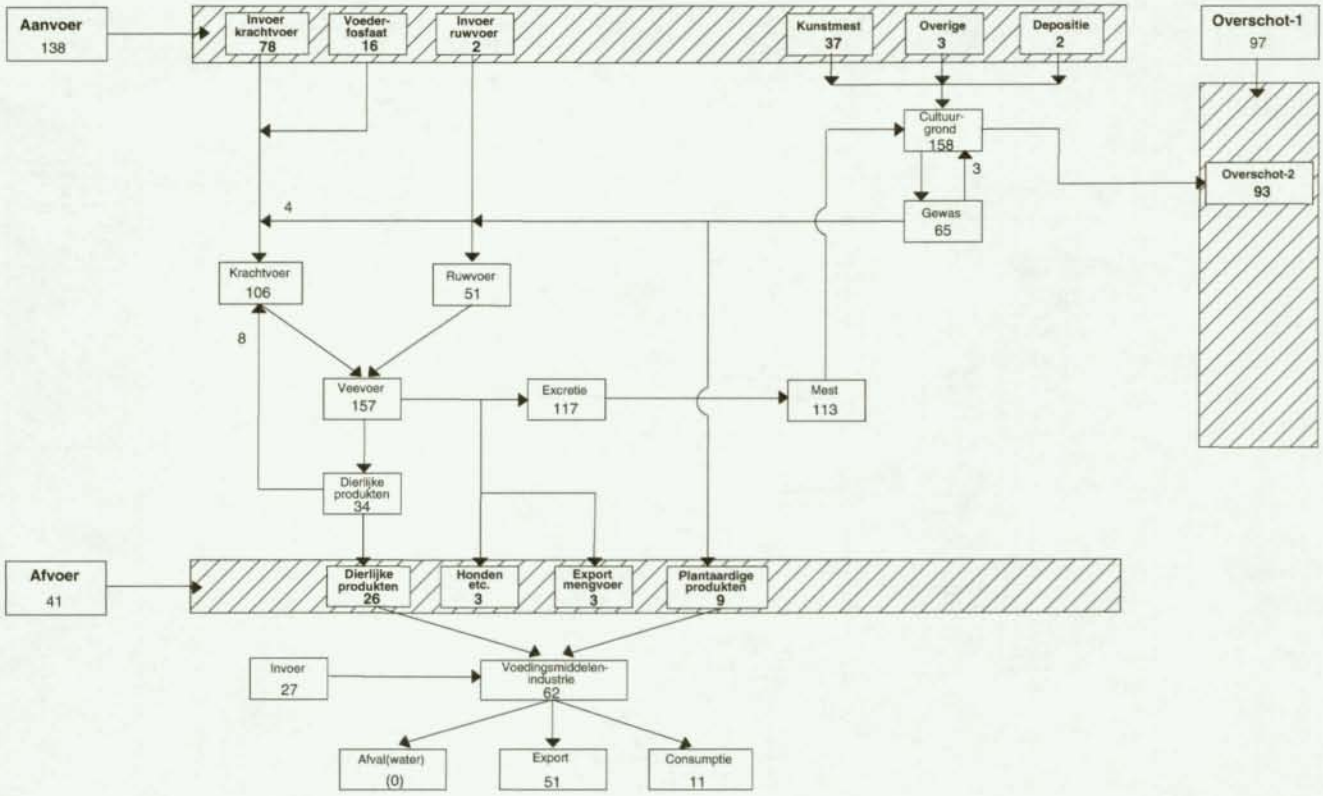
mln kg P



cbs

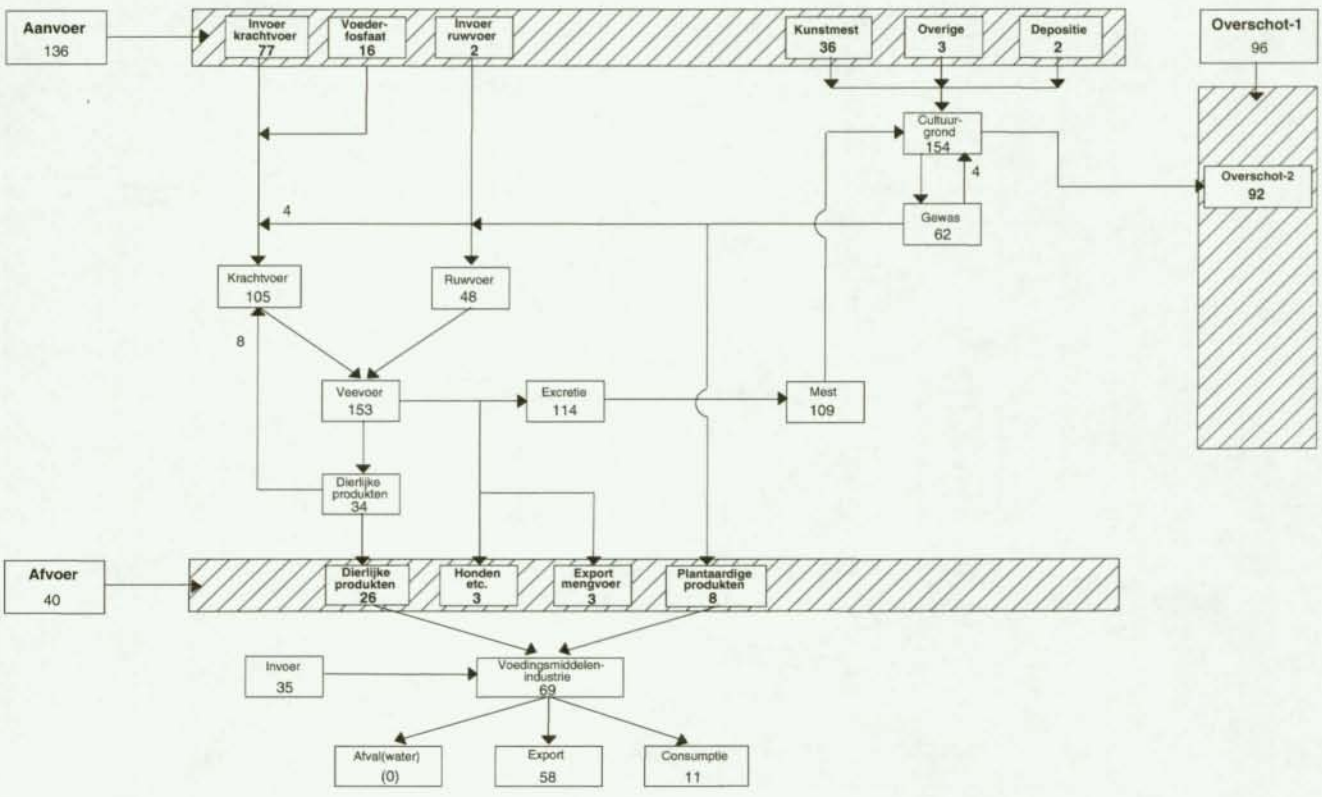
6. Fosfor, 1986

mln kg P



7. Fosfor, 1987

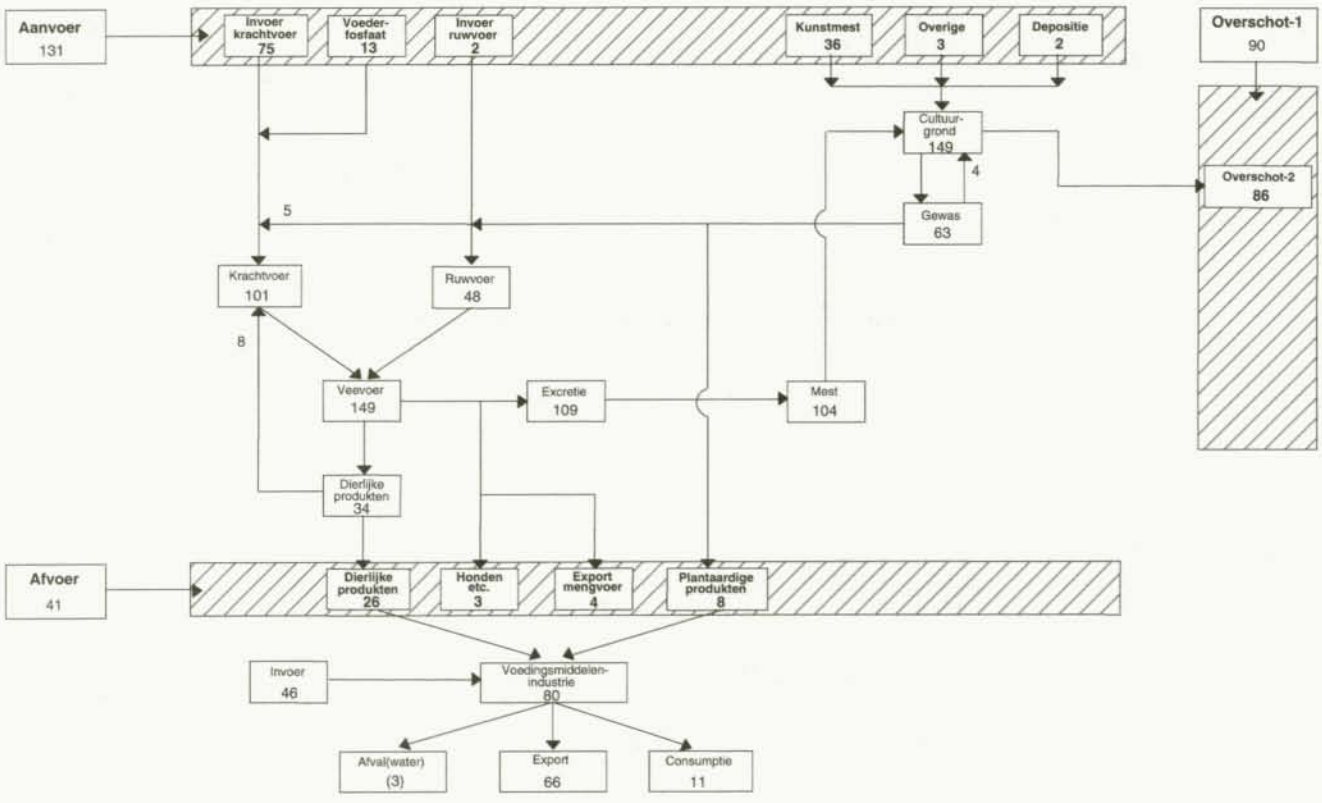
mln kg P



cbs

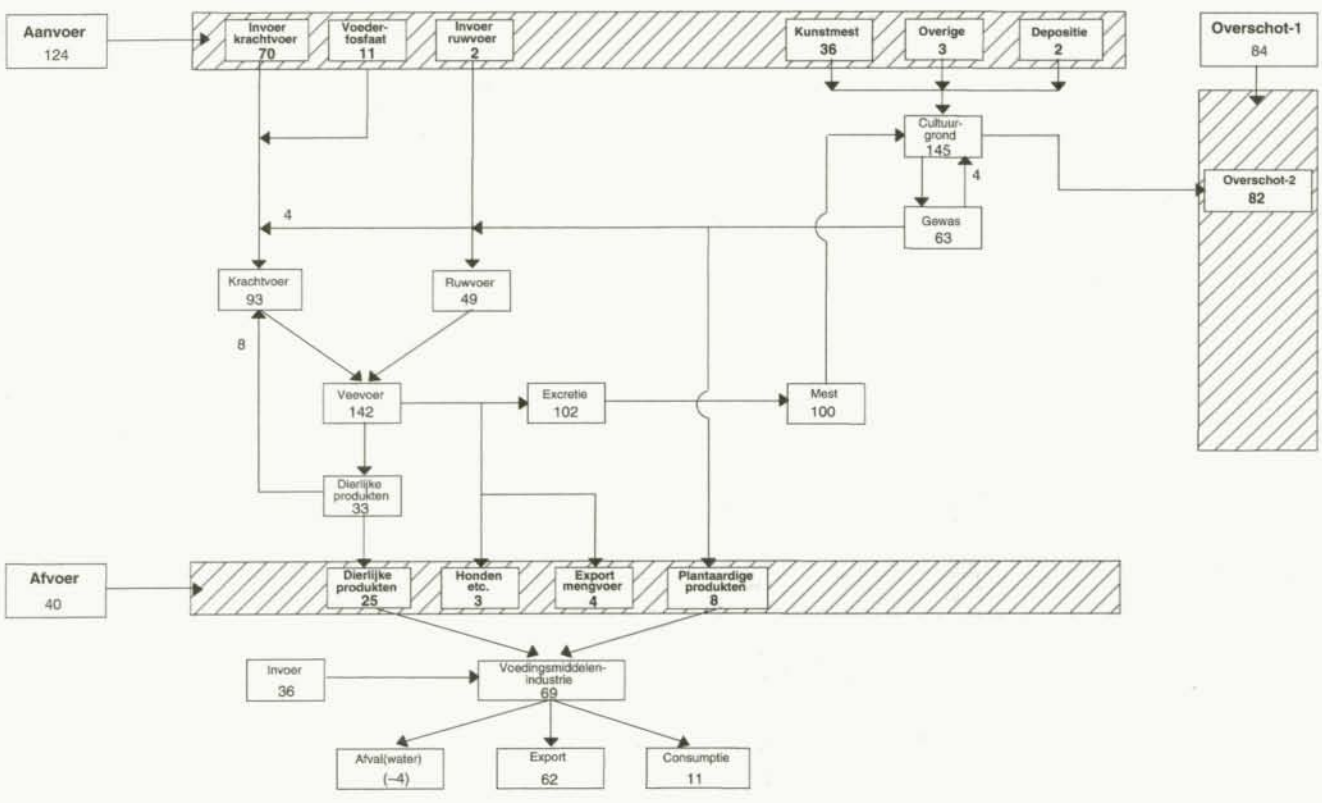
8. Fosfor, 1988

mln kg P



9. Fosfor, 1989

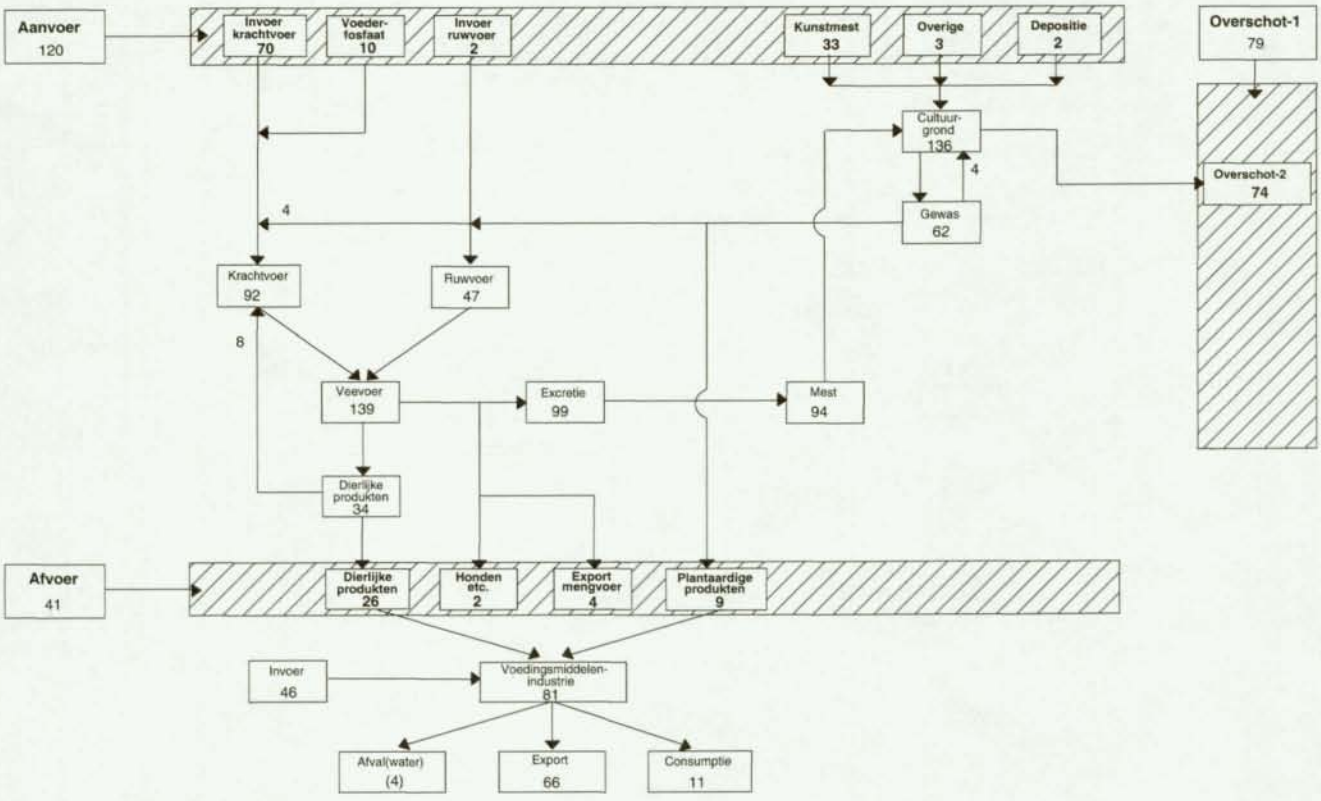
mln kg P



cbs

10. Fosfor, 1990*

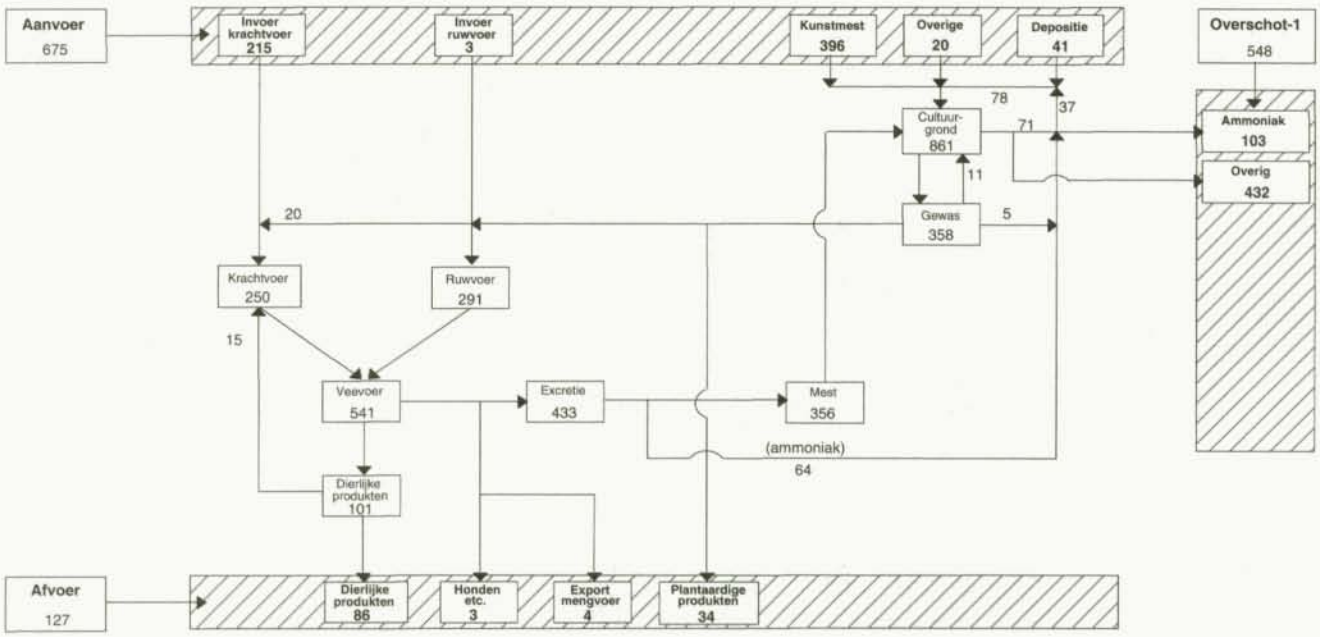
mln kg P



cbs

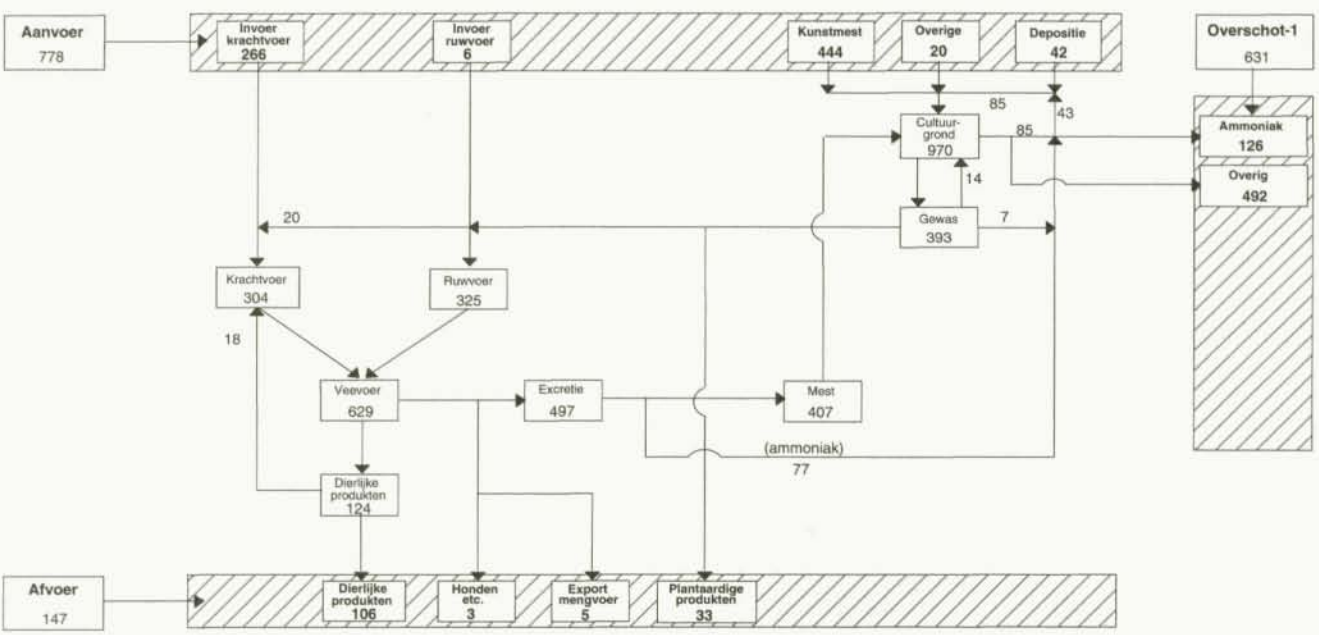
11. Stikstof, 1970

mln kg N



12. Stikstof, 1975

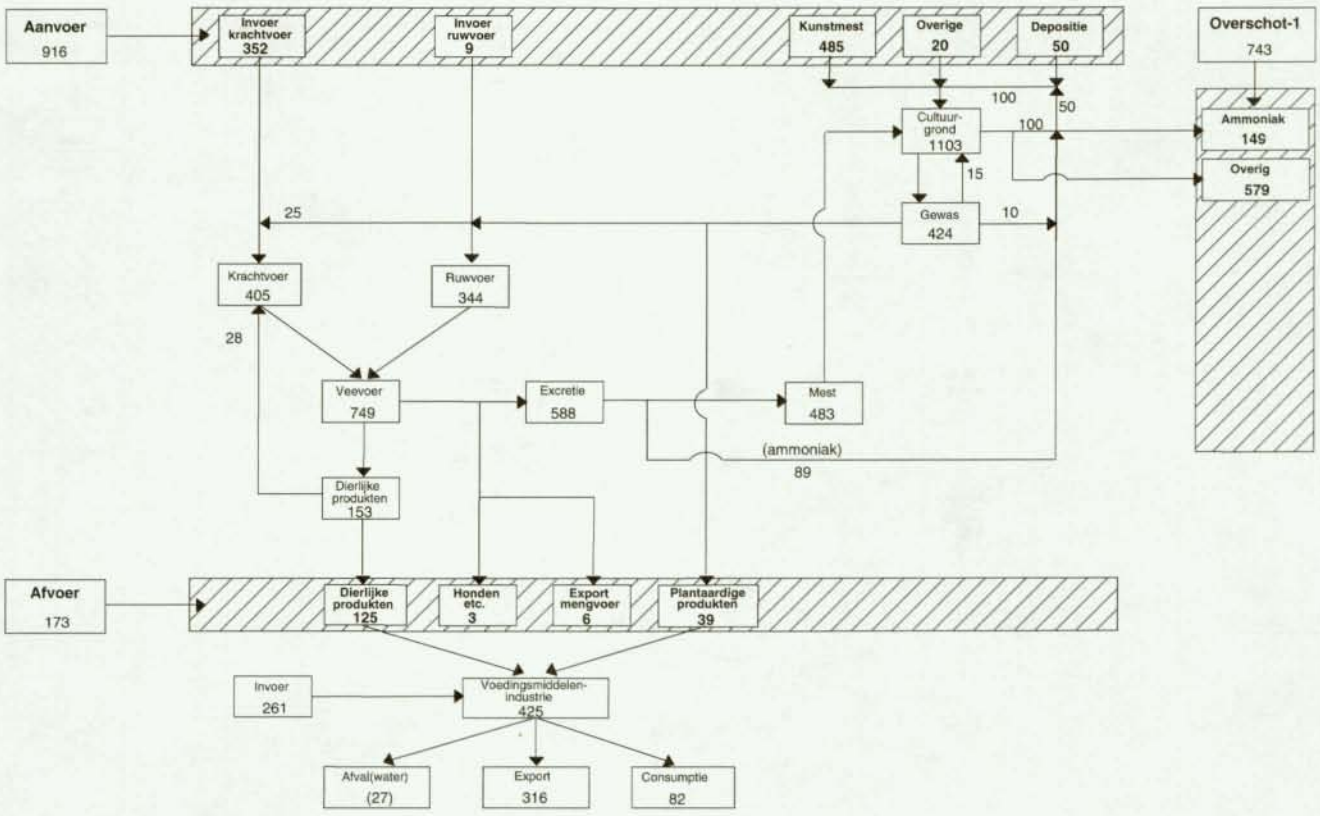
mln kg N



cbs

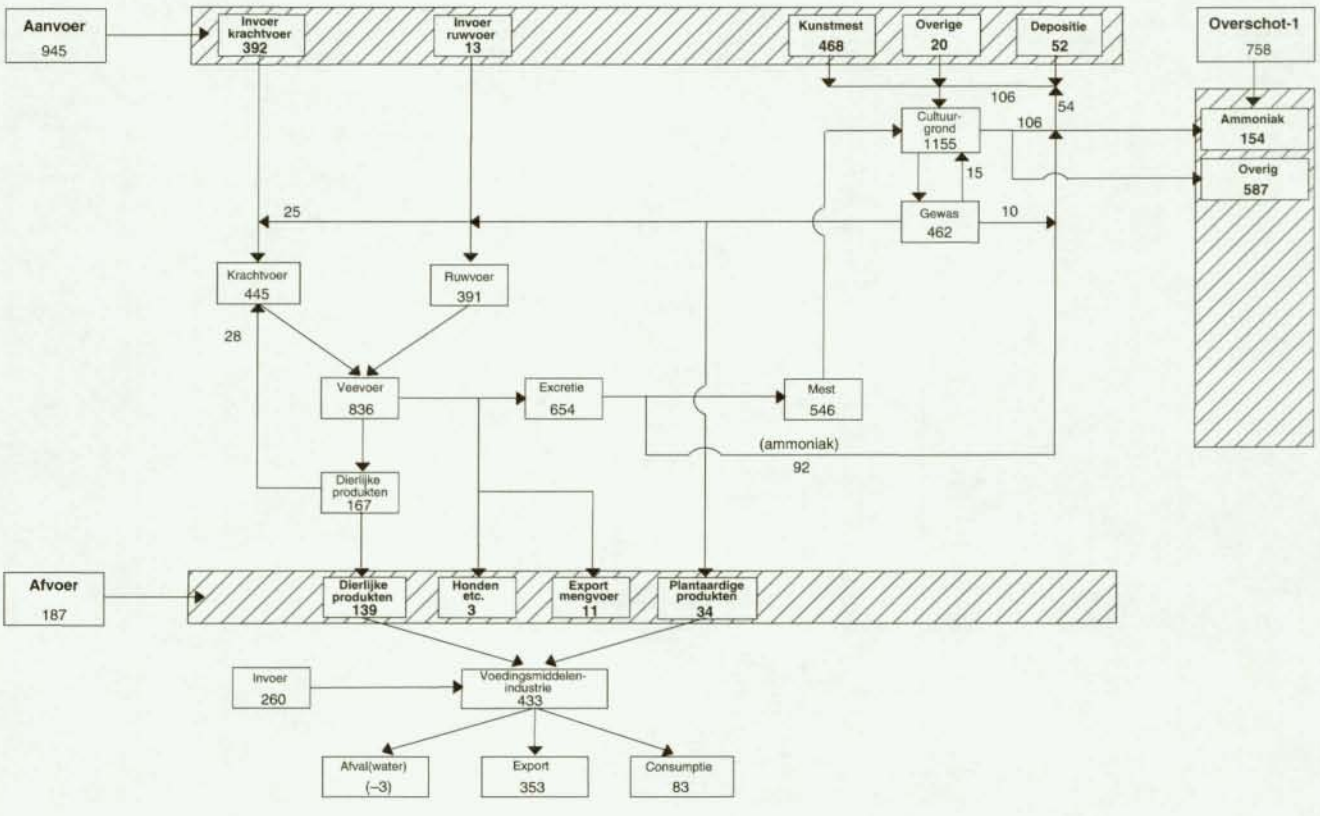
13. Stikstof, 1980

mln kg N



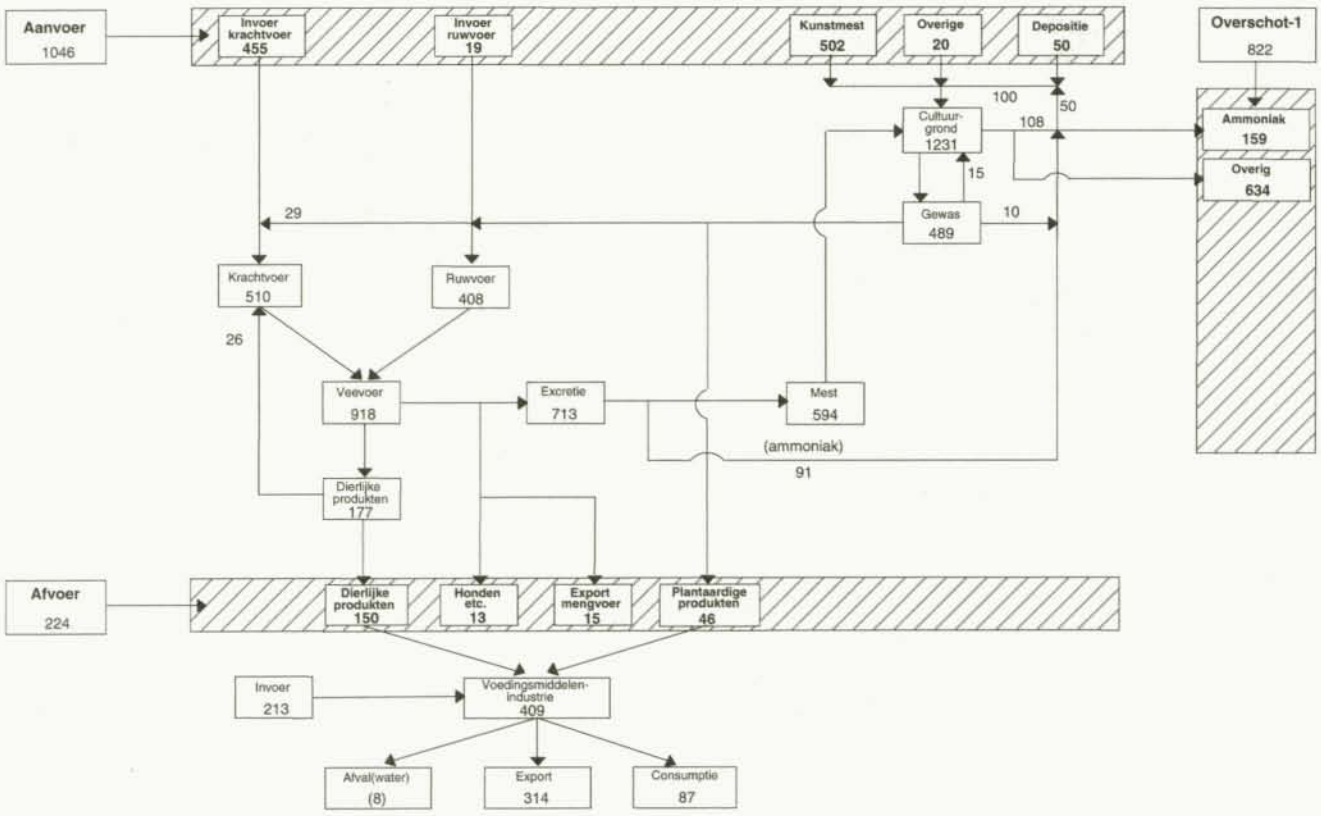
14. Stikstof, 1983

mln kg N



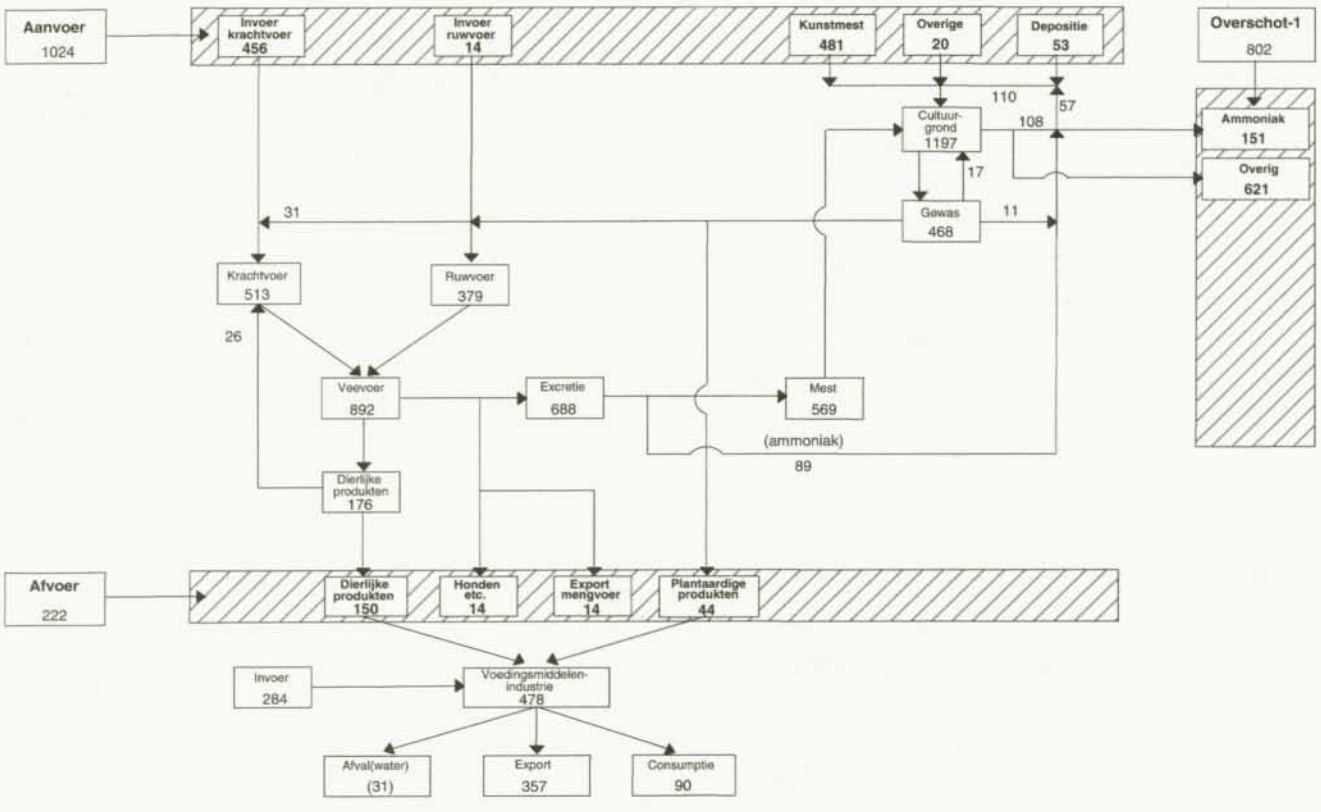
15. Stikstof, 1986

mln kg N



16. Stikstof, 1987

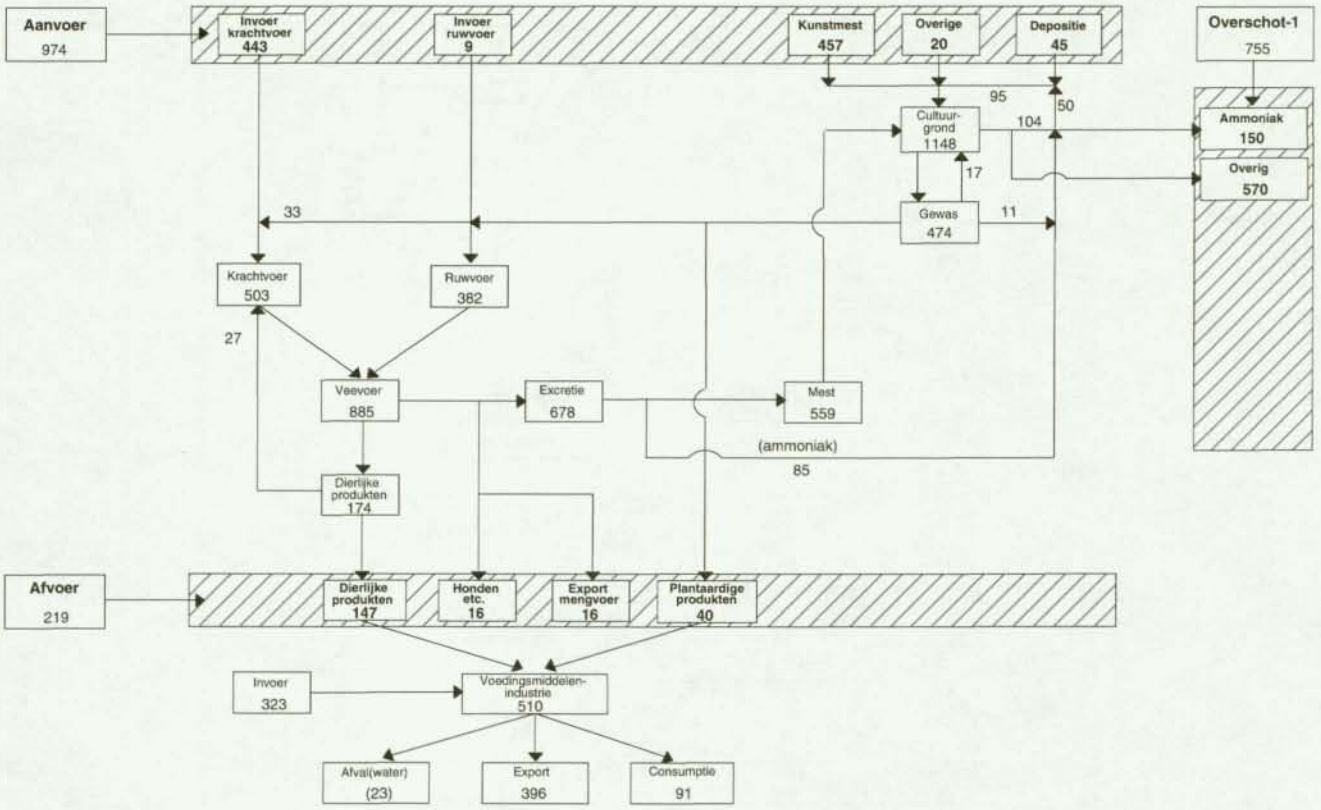
mln kg N



cbs

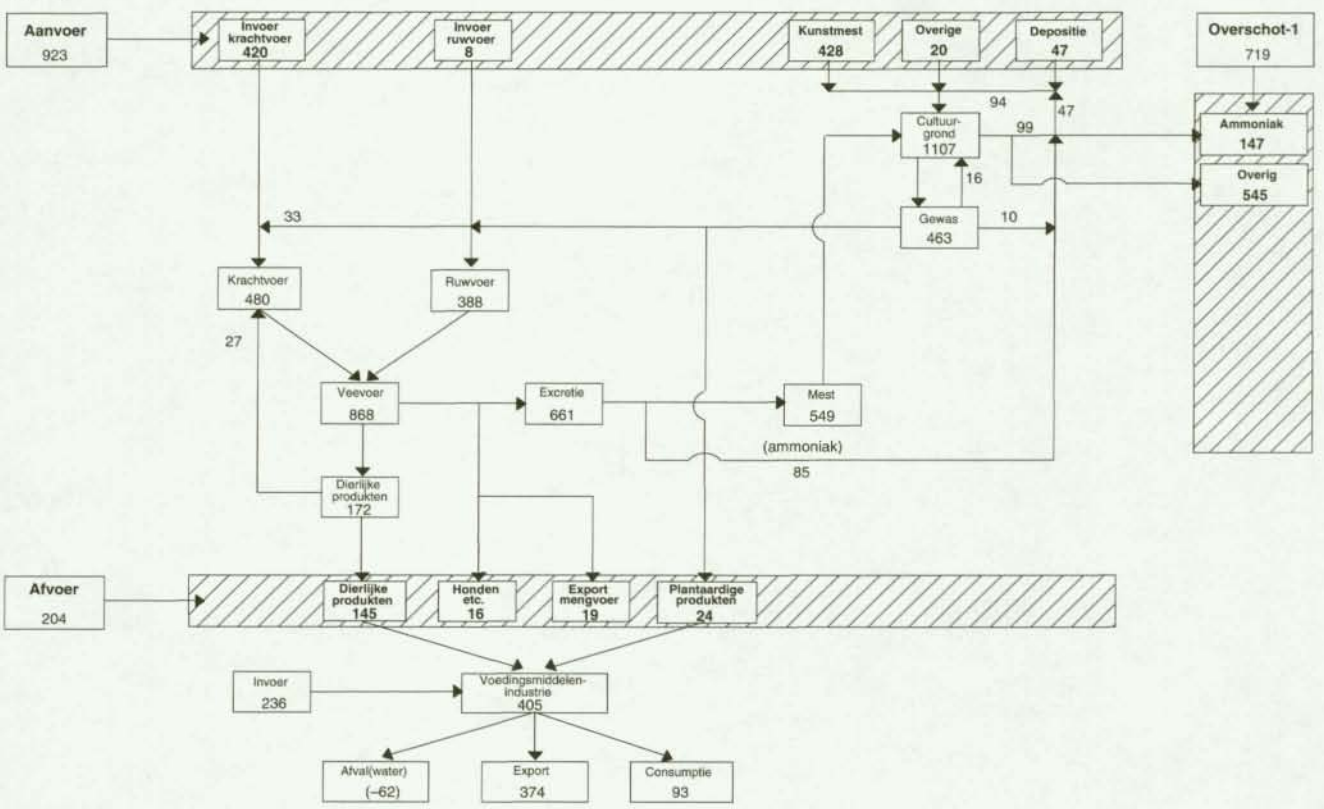
17. Stikstof, 1988

mln kg N



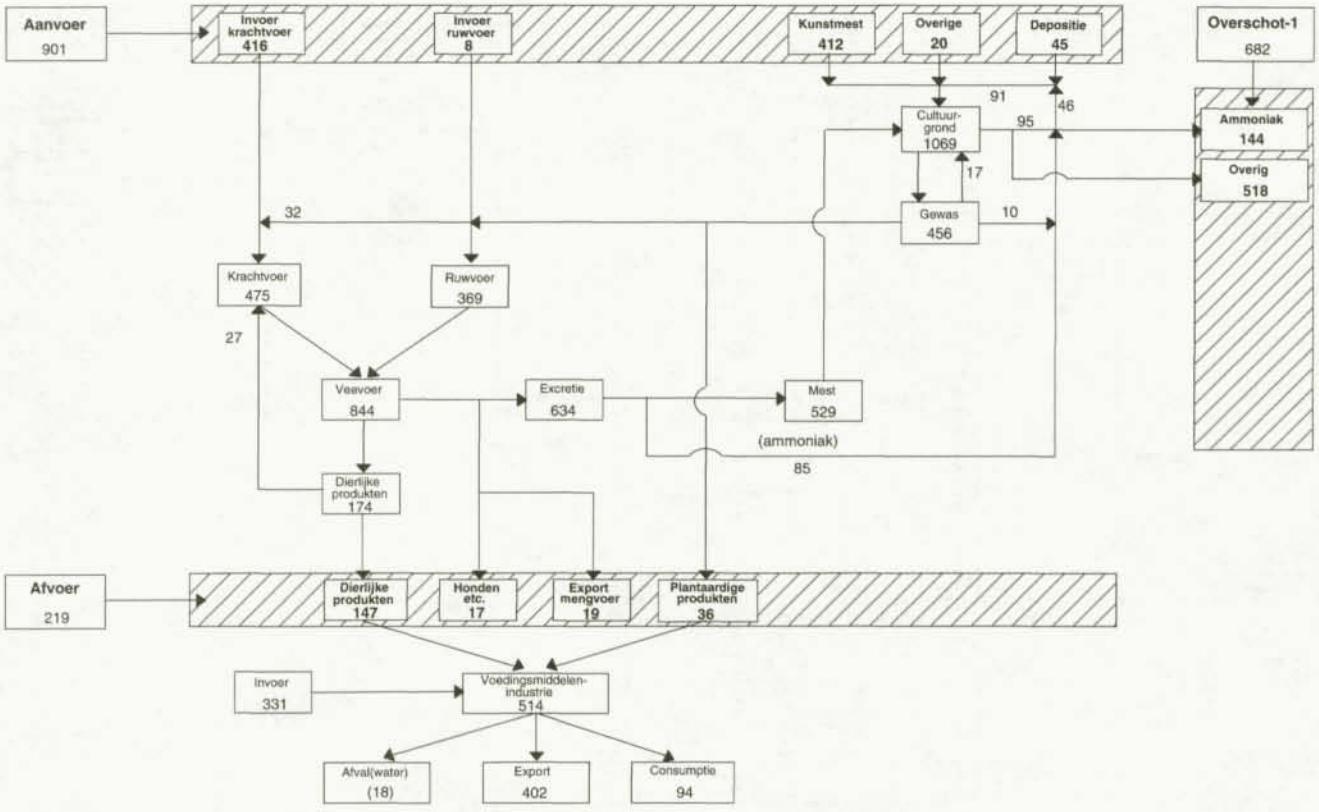
18. Stikstof, 1989

mln kg N



19. Stikstof, 1990*

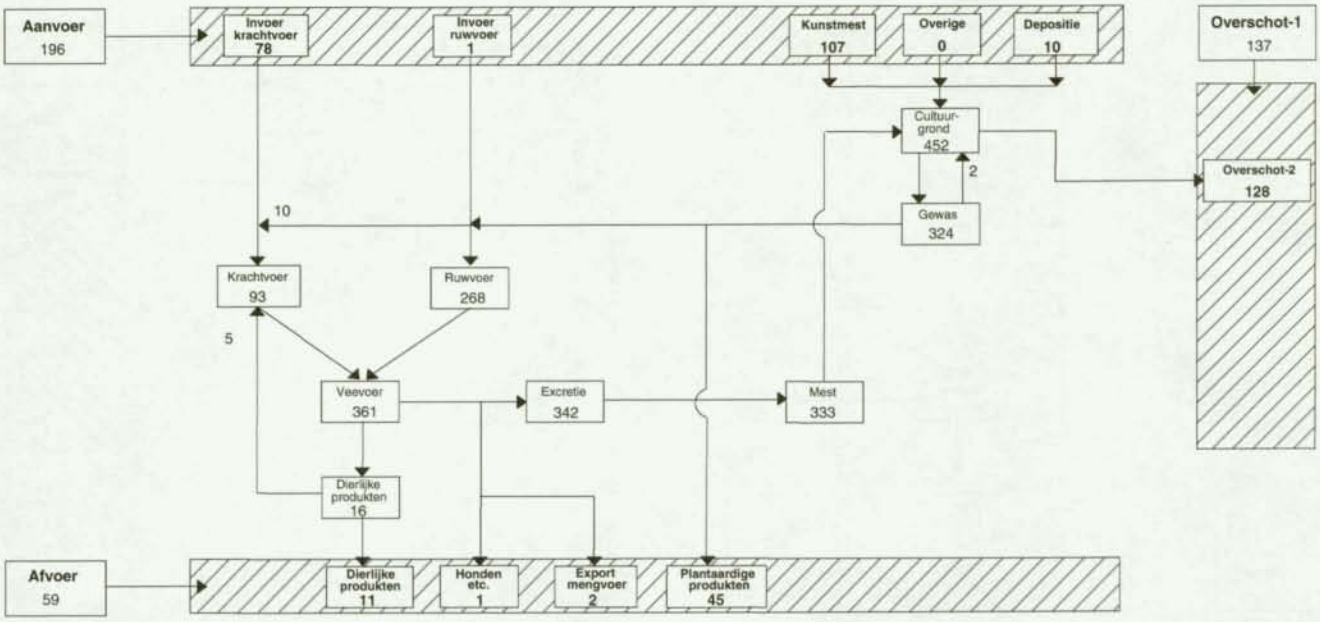
mln kg N



cbs

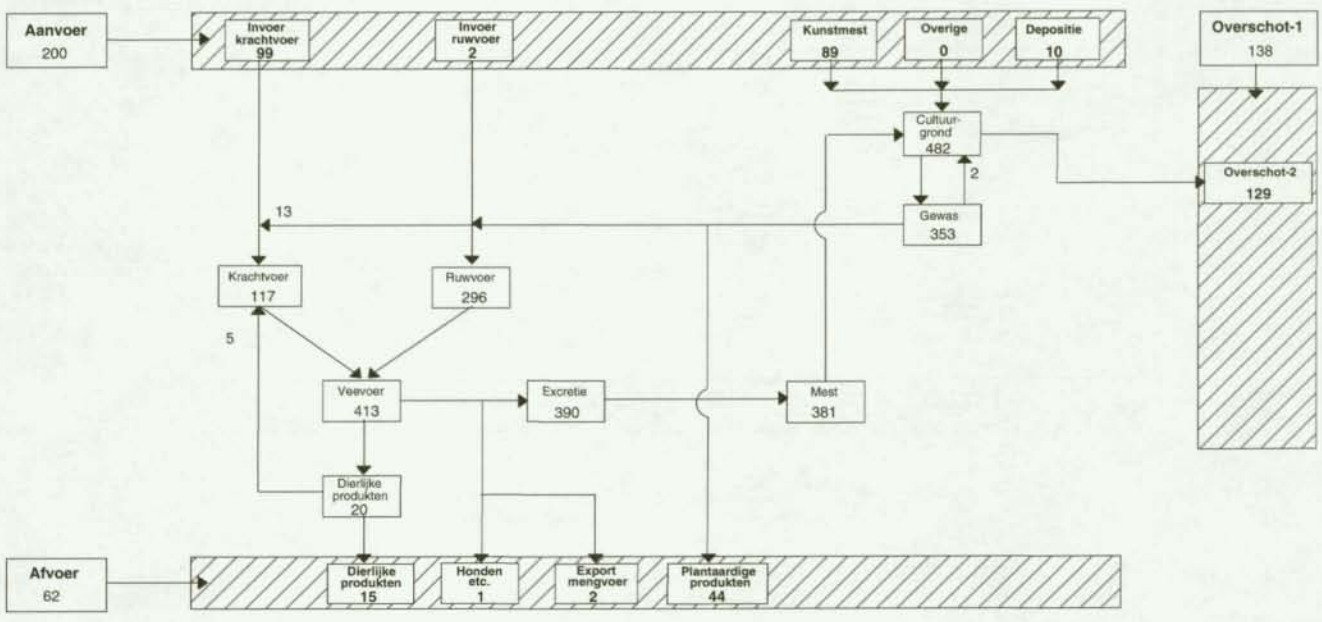
20. Kalium, 1970

mln kg K



21. Kalium, 1975

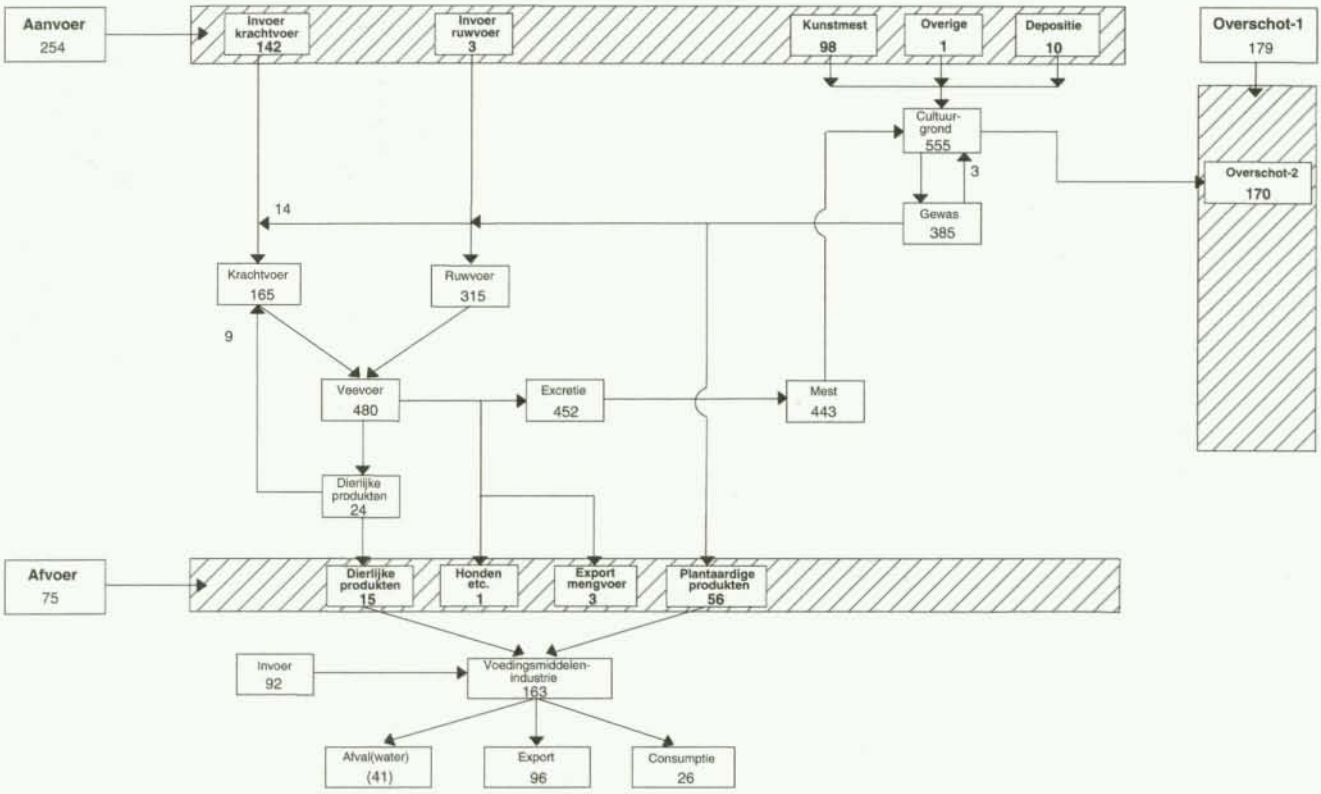
mln kg K



cbs

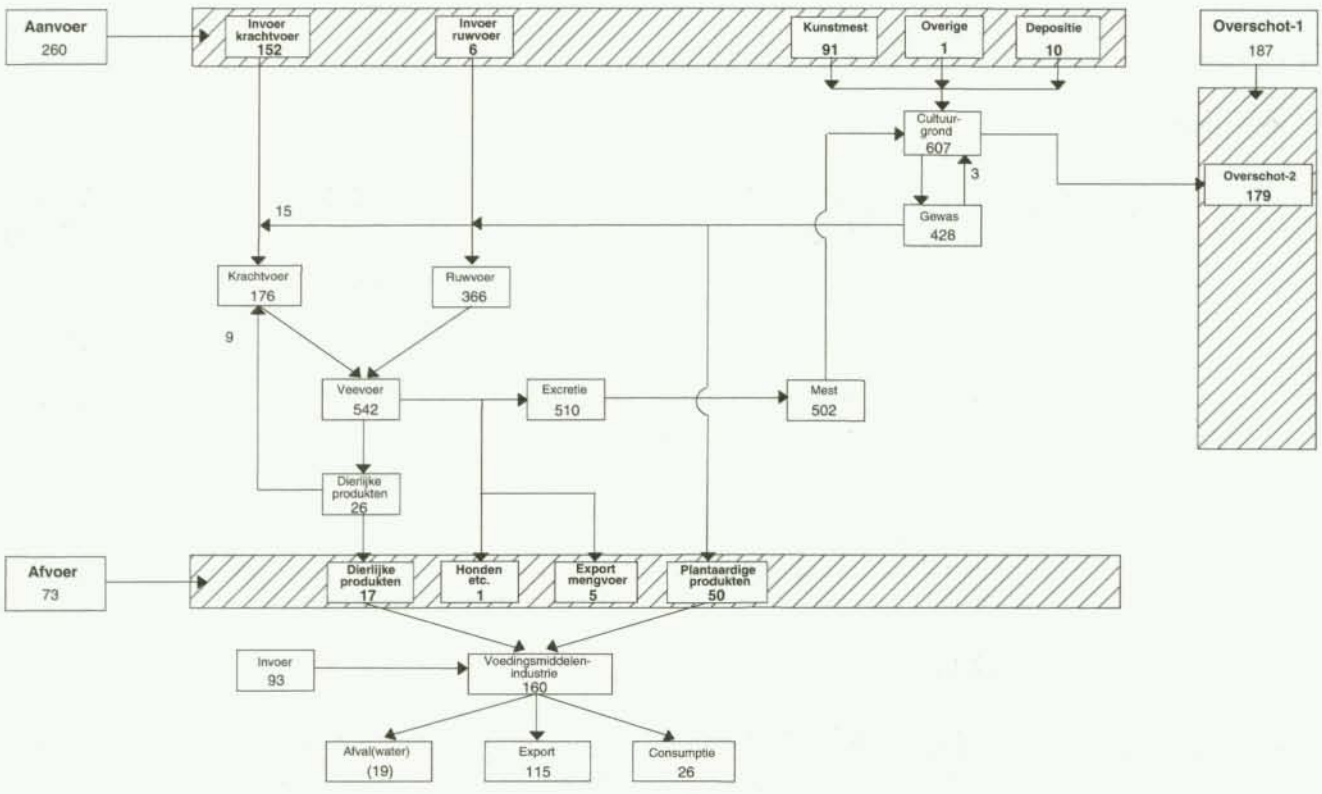
22. Kalium, 1980

mln kg K



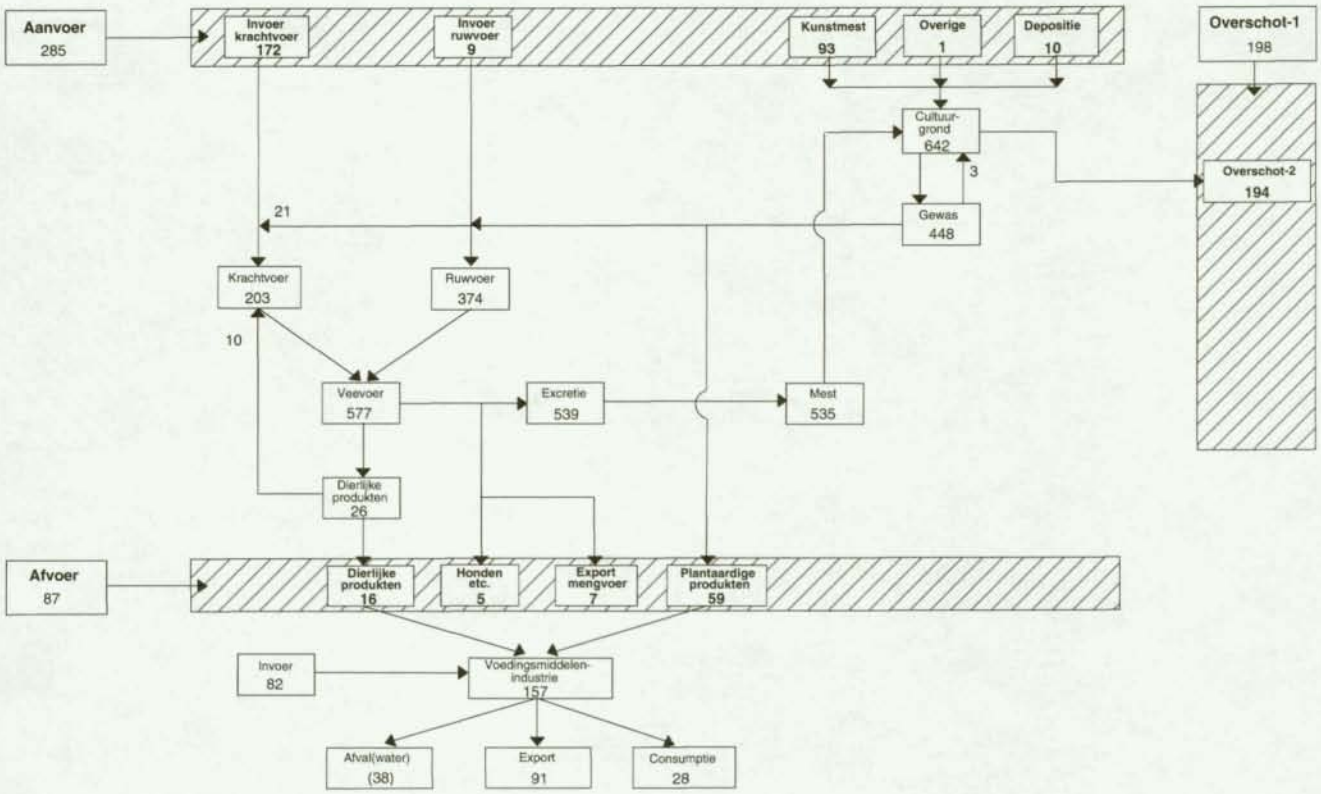
23. Kalium, 1983

mln kg K



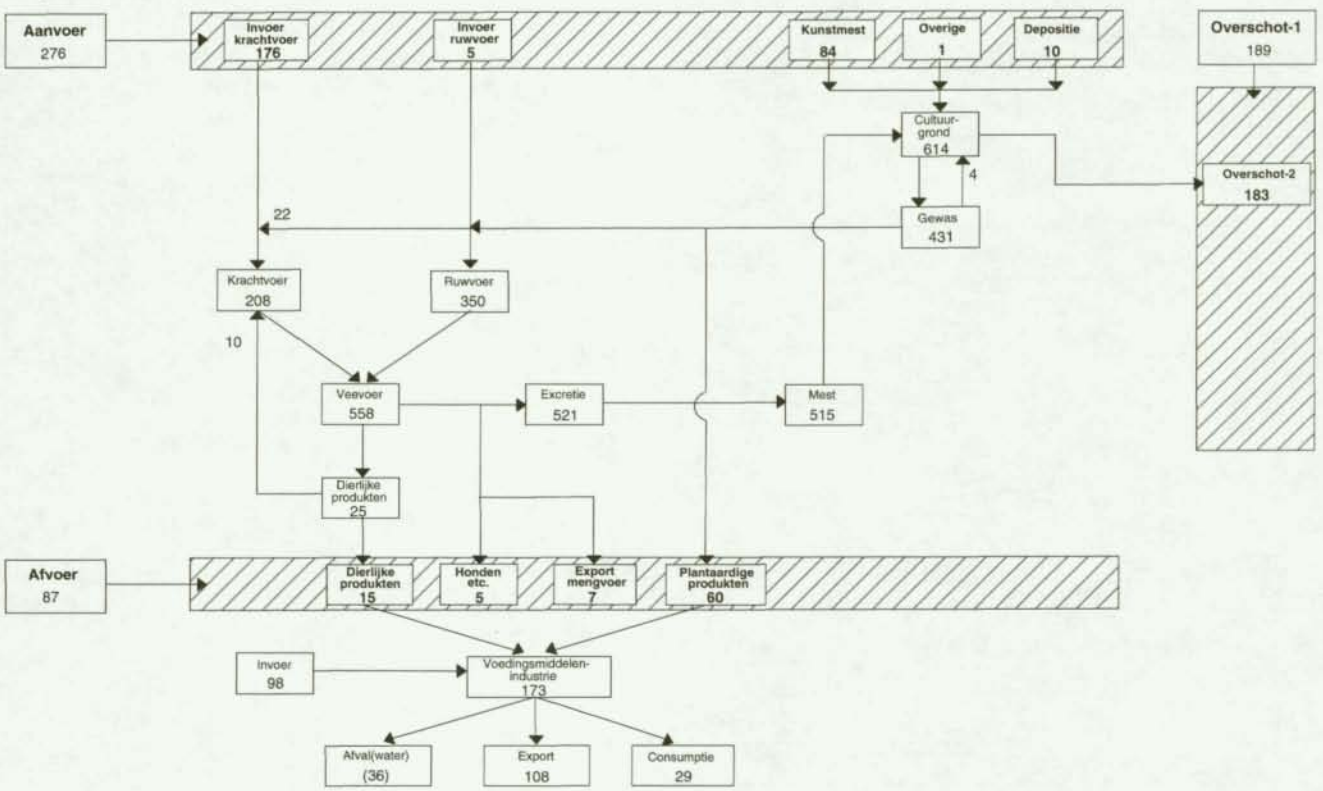
24. Kalium, 1986

mln kg K



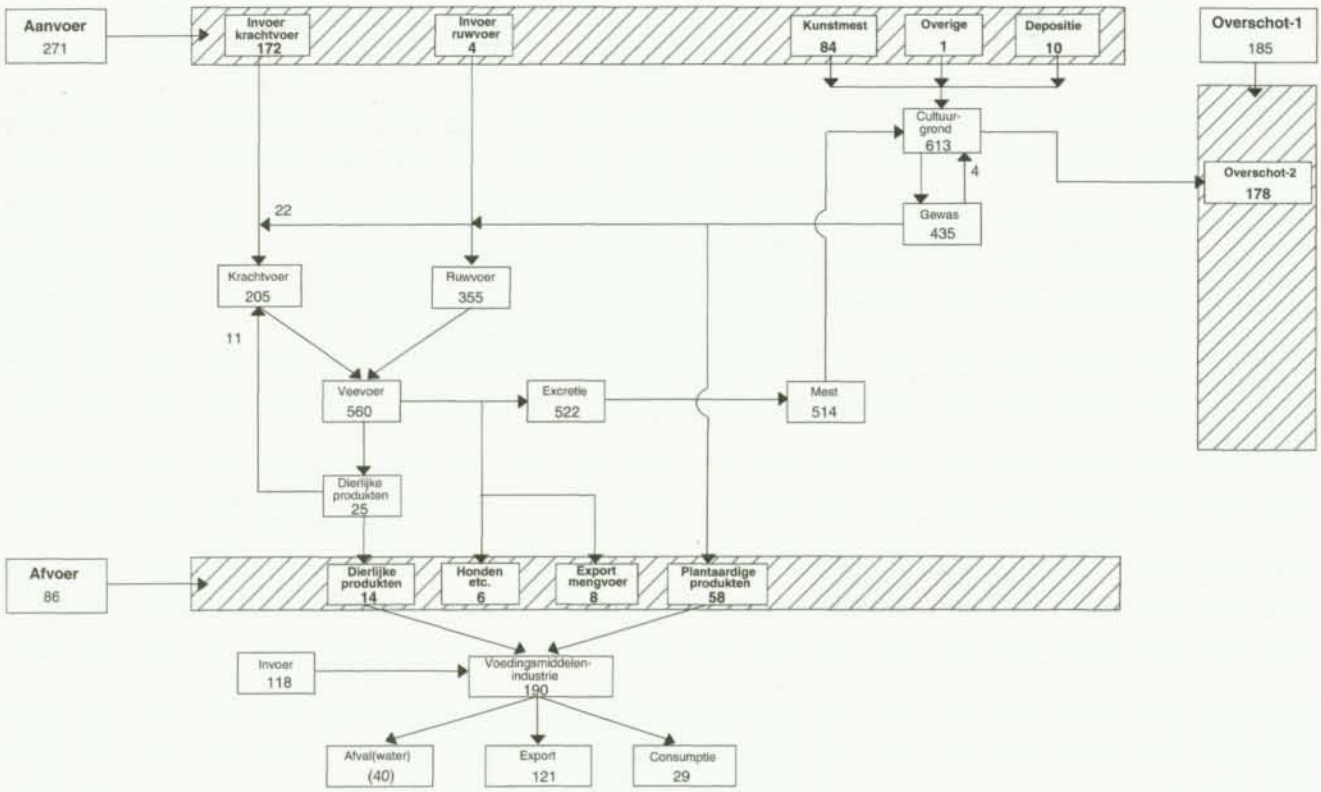
25. Kalium, 1987

mln kg K



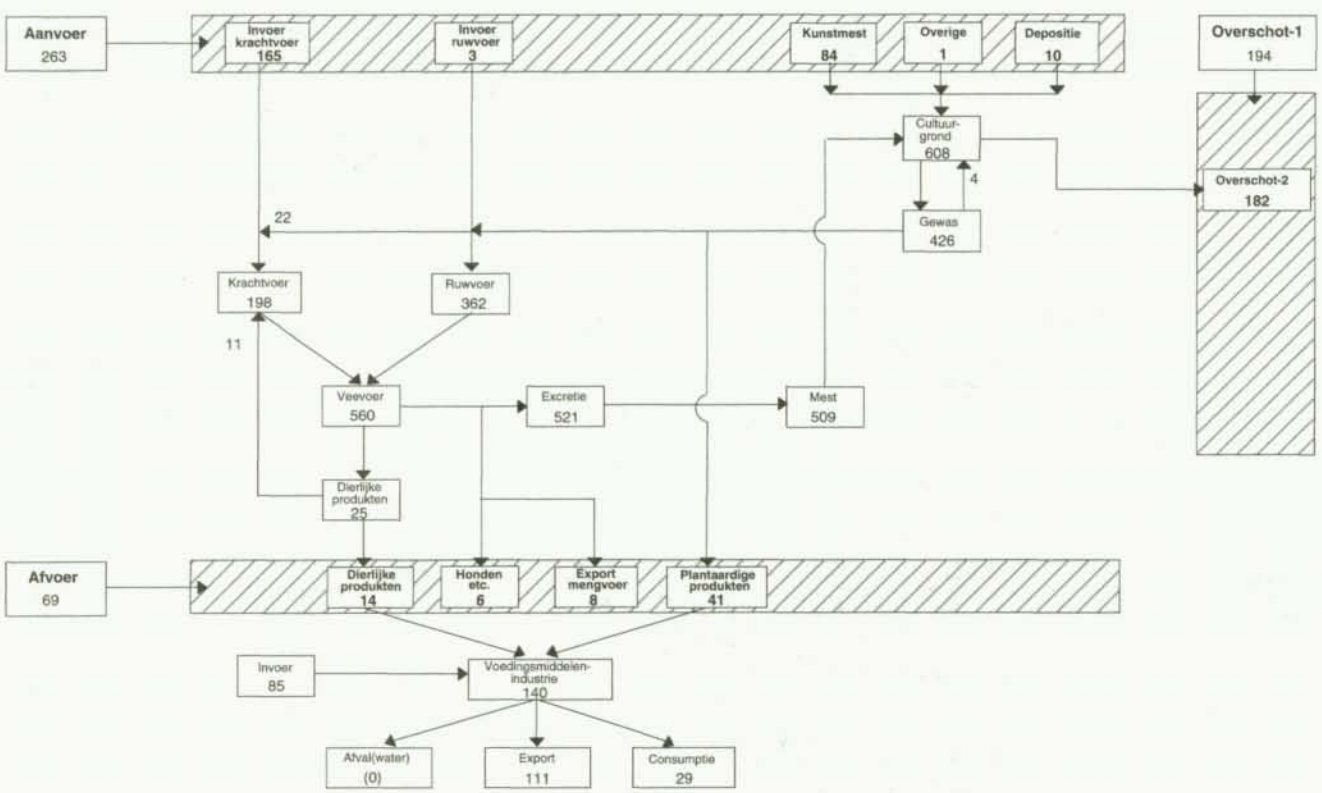
26. Kalium, 1988

mln kg K



27. Kalium, 1989

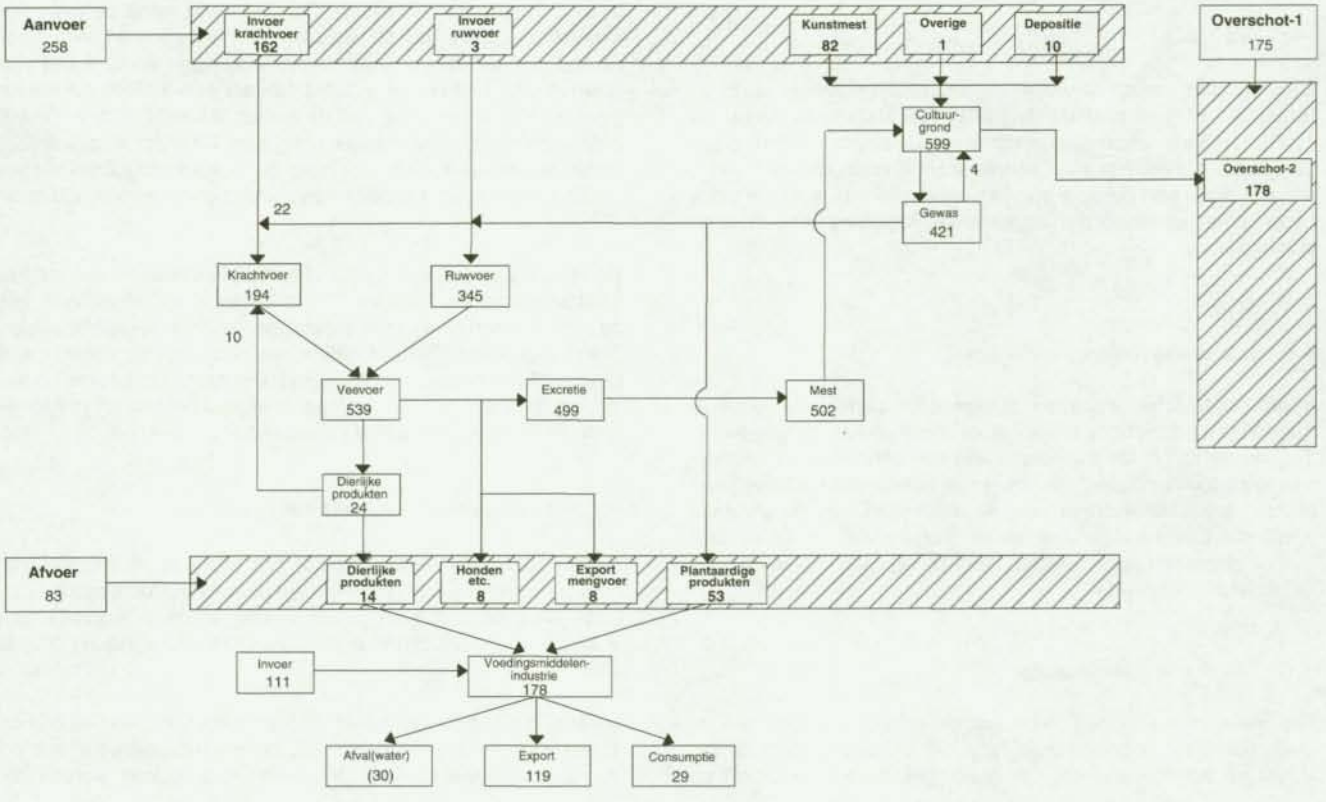
mln kg K



cbs

28. Kalium, 1990*

mln kg K



cbs

4. Resultaten

De resultaten van de balansberekeningen zijn samengevat in de figuren 2 t/m 28 en in de tabellen 18 t/m 20. Voor fosfor en kalium zijn de op twee verschillende manieren berekende overschotten aangegeven als overschot-1 en overschot-2. Voor stikstof is overschot-2 gelijk aan de som van het ammoniakverlies uit de landbouw en het resterende verlies, namelijk uitspoeling, afspoeling en denitrificatie.

4.1 Balansverschillen

In het stroomschema bestaat bij twee deelbalansen de mogelijkheid om enig inzicht te krijgen in de kwaliteit van de gegevens. Ten eerste kan in de deelbalans van de veehouderij de excretie van landbouwhuisdieren, berekend met behulp van statistisch materiaal vergeleken worden met de uitkomsten van de statistiek 'Produktie Dierlijke Mest'. De tweede mogelijkheid om de kwaliteit van de gegevens te beoordelen biedt de deelbalans van de voedingsmiddelenindustrie.

4.1.1 Deelbalans veehouderij

De meest relevante gegevens van de mineralenbalans van de veehouderij zijn opgenomen in tabel 18. In deze tabel is de beschikbare hoeveelheid veevoer gecorrigeerd voor de export en voor de consumptie van andere dan landbouwhuisdieren. In de balans wordt de excretie van de veestapel berekend als het verschil tussen de hoeveelheid mineralen in veevoer en de hoeveelheid mineralen die is vastgelegd in dierlijke produkten.
In de CBS-statistiek 'Produktie Dierlijke Mest' wordt de mest- en mineralenproduktie van de veestapel (incl. schapen en geiten) berekend met behulp van zoötechnische kengetallen op basis van balansen per dier ('mest' in tabel 18), zie ook 3.15. In het ideale geval zou de berekening van de posten 'excretie' *(13)* en 'mest' *(15)* hetzelfde resultaat moeten opleveren. Dit is echter zowel voor fosfor, stikstof als kalium voor geen der bestudeerde jaren het geval. De absolute en relatieve verschillen zijn opgenomen in tabel 21.

De relatieve verschillen zijn berekend als percentage van het beschikbare veevoer. Ze blijken 5% of kleiner te zijn. Verschillen van ca. 10% kunnen bij dit soort balansberekeningen verwacht worden (Van Eerdt *et al.*, 1991). Mogelijke oorzaken voor de systematisch lagere uitkomsten van de berekening van de mestproduktie op basis van balansen per dier worden uitgebreid besproken in een recent verschenen CBS-artikel (Van Eerdt *et al.*, 1991).

4.1.2 Deelbalans voedingsmiddelenindustrie

Een tweede contrôlemogelijkheid, met name op de nauwkeurigheid van de dierlijke en plantaardige produktenstroom uit de landbouw, biedt de deelbalans van de voedingsmiddelenindustrie. Een analyse van de verschillen in deze deelbalans is afgedrukt in tabel 22.

De stroom landbouwprodukten (*(10)* en *(26)*) vormt samen met de invoer van voedingsmiddelen *(27)* de mineralenaanvoer van de voedingsmiddelenindustrie. De verwerkte produkten worden ge-

Tabel 21
Balansverschillen veehouderij

	Fosfor				Stikstof				Kalium			
	Excretie	Mest	Verschil [1]		Excretie	Mest	Verschil [1]		Excretie	Mest	Verschil [1]	
	mln kg P			%	mln kg N			%	mln kg K			%
1970	80	75	5	5	433	420	13	2	342	333	9	3
1975	89	83	6	5	497	484	13	2	390	381	9	2
1980	107	100	7	5	588	572	16	2	452	443	9	2
1983	113	110	3	2	654	638	16	2	510	502	8	1
1986	117	113	4	3	713	685	28	3	539	535	4	1
1987	114	109	5	3	688	658	30	3	521	515	6	1
1988	109	104	5	4	678	644	34	4	522	514	8	1
1989	102	100	2	1	661	634	27	3	521	509	12	2
1990*	99	94	5	4	634	614	20	2	499	502	–3	–1

[1] Relatieve verschil ten opzichte van het aanbod van veevoer.

Tabel 22
Balansverschillen voedingsmiddelenindustrie

	Fosfor				Stikstof				Kalium			
	In	Uit	Verschil		In	Uit	Verschil		In	Uit	Verschil	
	mln kg P			%	mln kg N			%	mln kg K			%
1980	63	58	5	8	425	398	27	6	163	122	41	25
1983	65	63	2	3	433	436	–3	–1	160	141	19	12
1986	62	62	0	0	409	401	8	2	157	119	38	24
1987	69	69	0	0	478	447	31	6	173	137	36	21
1988	80	77	3	4	510	487	23	5	190	150	40	21
1989	69	73	–4	–6	405	467	–62	–15	140	140	0	0
1990*	81	77	4	5	514	496	18	4	178	148	30	17

consumeerd of geëxporteerd. Het saldo van aanvoer en afvoer van mineralen in deze bedrijfstak moet overeenkomen met de produktie van mineralen in afval en afvalwater. Over de vracht nutriënten in het afval en het afvalwater *(31)* van de voedingsmiddelenindustrie blijken echter weinig recente gegevens beschikbaar. In de stroomschema's is dan ook niet de werkelijk gemeten nutriëntenvracht in afval en afvalwater opgenomen maar het saldo van de balansberekening van de voedingsmiddelenindustrie. Dit saldo bedraagt voor fosfor –4 tot 5 mln kg, voor stikstof –62 tot 31 mln kg en voor kalium 0 tot 42 mln kg. De emissies van fosfor en stikstof in afval en afvalwater in *1986* bedroegen respectievelijk 3 mln kg P en 8 mln kg N en zullen voor 1990 niet wezenlijk veranderd zijn. Voor stikstof en fosfor is deze deelbalans derhalve goed sluitend. Zelfs als de emissies nihil zouden zijn, is het 'gat' in de balans voor beide mineralen kleiner dan 10%. Voor kalium waren geen bruikbare emissiegegevens over voorgaande jaren beschikbaar. Echter, analyse van de kaliumbalans van enkele specifieke bedrijven in de voedingsmiddelensector toont aan dat de kaliumemissies met afval en afvalwater voor de totale voedingsmiddelenindustrie minstens 20 mln kg K bedragen, zodat het balansverschil voor kalium daarmee op ca. 10% uitkomt.
In deze deelbalans springen de resultaten voor 1989 er in ongunstige zin uit. Voor zowel fosfor, stikstof als kalium is de aanvoer naar de voedingsmiddelenindustrie namelijk aanzienlijk kleiner dan de afvoer. De stroom plantaardige produkten uit de landbouw blijkt kleiner en de netto-uitvoer veel groter dan in de jaren ervoor en erna. Zo is bijvoorbeeld de invoer van krachtvoedergrondstoffen in 1989 bijna 20% lager dan in 1988 terwijl de produktie van mengvoer in 1989 slechts ca. 5% kleiner was. Voorraadmutaties zouden een rol kunnen spelen maar kunnen deze grote verschillen nooit in zijn geheel verklaren. Een andere maar oncontroleerbare oorzaak kan liggen in onnauwkeurigheden in de 'Jaarstatistiek van de buitenlandse handel per goederensoort' (CBS, 1991e).

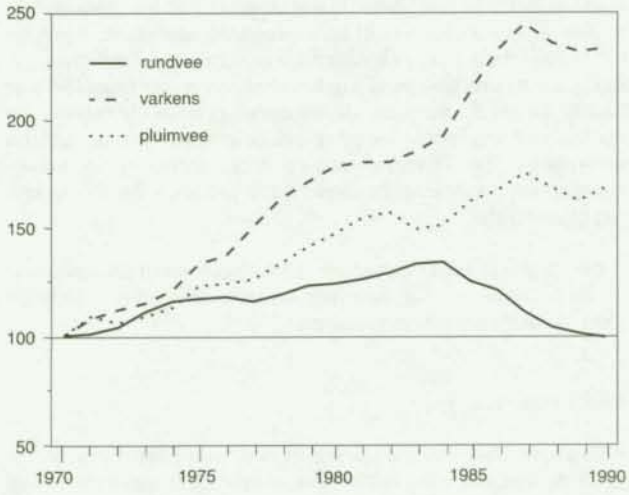
4.2 Ontwikkelingen

In de volgende paragrafen wordt de ontwikkeling van enkele belangrijke balansparameters, waaronder de fosfor-, stikstof- en kaliumoverschotten in de landbouw, tijdens de voorafgaande twintig jaren geschetst aan de hand van een serie figuren. Voor een goed begrip van deze ontwikkelingen is een korte toelichting op de produktie van de Nederlandse landbouw en enkele recente wettelijke maatregelen onmisbaar (zie ook CBS, 1991g).

4.2.1 Inleiding

Nederlandse landbouwproduktie. Na 1960 is door schaalvergroting en intensivering zowel de dierlijke als de plantaardige produktie van de landbouw aanzienlijk in volume toegenomen. Met name de intensieve veehouderij (bedrijven met mestkalveren, varkens of pluimvee en weinig grond) is sterk in omvang toegenomen. De toename van het aantal dieren in de veehouderij is weergegeven in figuur 29. Deze ontwikkeling is mogelijk gemaakt door de import van goedkope veevoedergrondstoffen uit landen van buiten de EG. De intensieve-veehouderijbedrijven kunnen de door de dieren geproduceerde mest bij gebrek aan grond vaak niet zelf verwerken, terwijl ook de afzetmogelijkheden in de naaste omgeving beperkt zijn en vervoer over grotere afstanden meestal onrendabel is. In een aantal gebieden waar dit type bedrijf relatief veel voorkomt heeft deze ontwikkeling geleid tot het ontstaan van een overschot aan dierlijke mest. Ook de voortdurende toename van de rundveestapel tot en met 1984 (figuur 29) leidde tot een stijging van de mestproduktie. Met de invoering van de 'Beschikking superheffing' is aan de toename van de rundveebezetting een einde gekomen. Vanaf 1970 is bovendien het areaal bouwland uitgebreid ten koste van het areaal grasland door de omzetting van grasland in snijmaïsland. In gebieden met veel intensieve veehouderij en een hoge rundveebezetting per hectare grasland is snijmaïs een geliefd gewas, enerzijds in verband met de ruwvoervoorziening van het rundvee, anderzijds omdat snijmaïs niet snel nadelige gevolgen ondervindt van overdosering met drijfmest.

29. Veehouderij
veestapel (1970=100)



Bron: CBS, 1991f.

cbs

Afhankelijk van de wijze waarop overschotten aan dierlijke mest worden verwerkt, kunnen deze in min of meerdere mate een belasting voor het milieu vormen. De toegepaste mest kan slechts voor een deel door het gewas worden opgenomen. Bovendien wordt behalve dierlijke mest vaak ook nog kunstmest toegepast. Het gebruik van stikstofkunstmest op grasland is de laatste twintig jaar eveneens fors toegenomen. De op het land gebrachte meststoffen leiden tot een overmaat van de mineralen fosfor, stikstof en kalium in het milieu.

Wettelijke maatregelen. De problemen die dierlijke mest in het milieu veroorzaakt, vormden voor de overheid in 1984 aanleiding tot het invoeren van de Interimwet beperking varkens- en pluimveehouderijen, die tot doel had de verdere groei van de intensieve veehouderij tegen te gaan. Op 1 januari 1987 werd de regelgeving uitgebreid met de Wet bodembescherming en de Meststoffenwet.
In beide wetten wordt de hoeveelheid geproduceerd fosfaat als maat voor de hoeveelheid geproduceerde mest gehanteerd. De Wet bodembescherming bepaalt hoeveel mest er per hectare mag worden aangewend en hoe en wanneer dit dient te gebeuren. Uiteindelijk wordt gestreefd naar evenwichtsbemesting. Deze moet in vier fasen worden bereikt. Voor fosfaatverzadigde gronden zijn nu al normen, de voorlopige eindnormen, voor evenwichtsbemesting geformuleerd. De Meststoffenwet heeft als doelstelling het beperken van de produktie van dierlijke mest tot een niveau dat uit milieu- en landbouwkundig oogpunt aanvaardbaar is. Hiertoe is voor elk bedrijf de mestproduktie per diersoort vastgesteld, uitgedrukt in fosfaat. Als meer mest wordt geproduceerd dan volgens de Wet bodembescherming op eigen land mag worden toegepast, dient het overschot te worden afgevoerd. Om die reden dienen veehouders een mestboekhouding bij te houden, waarin het aantal dieren, het grondoppervlak, de mestvoorraden en de aan- en afvoer van mest worden bijgehouden.
Tenslotte regelt de Meststoffenwet de instelling van een landelijke Mestbank. Dit is het overkoepelend orgaan van de sinds begin jaren zeventig bestaande regionale mestbanken. De Mestbank heeft tot taak het in kaart brengen van meststromen, de promotie van verantwoord mestgebruik door vooral de akkerbouw, bemiddeling bij behandeling en verwerking van mest en het financieel ondersteunen van investeringen in opslagfaciliteiten. Daarnaast is de

Mestbank verplicht mest af te nemen van producenten die zelf onvoldoende opslagcapaciteit hebben.
De Meststoffenwet heeft betrekking op rundvee, varkens, kippen en kalkoenen. Sinds de invoering ervan zijn echter diersoorten die in eerste instantie niet onder de wet vielen, zoals schapen, geiten, eenden en konijnen, sterk in aantal toegenomen. Vanaf 1 januari 1992 vallen deze diersoorten dan ook onder de Meststoffenwet.
Naast deze twee wetten, die gebaseerd zijn op de produktie van fosfaat, heeft de overheid de Hinderwetrichtlijn 'Ammoniak en Veehouderij' ingesteld, waarin grenzen worden gesteld aan de toename van de ammoniak-emissie door uitbreiding c.q. nieuwvestiging van veehouderijbedrijven nabij gebieden die voor verzuring gevoelig zijn.

In het volgende gedeelte van deze publikatie wordt de oorsprong en de ontwikkeling van de overmaat mineralen tussen 1970 en 1990 nader toegelicht en geanalyseerd.

4.2.2 Veehouderij

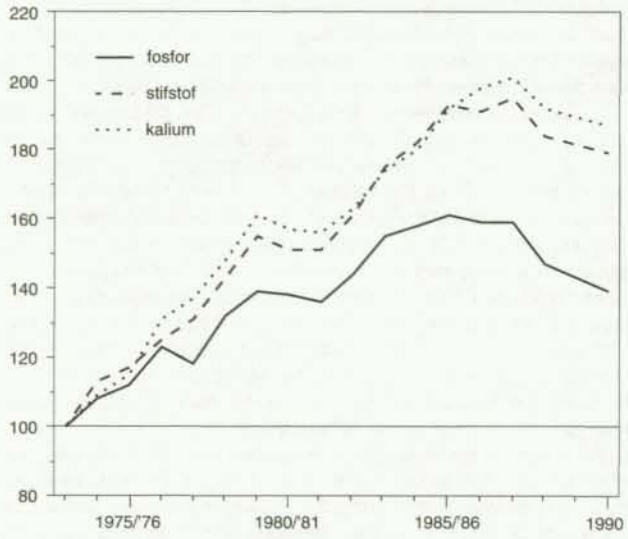
In de veehouderij worden mineralen in de vorm van veevoer omgezet in melk, vlees en eieren. Het afvalprodukt van deze weinig efficiënte omzetting, dierlijke mest, bevat de mineralen die niet in het eindprodukt zijn opgenomen. De mineralenbalans van de veehouderij is voor alle jaren van onderzoek samengevat in tabel 18. In de volgende paragrafen wordt de ontwikkeling beschreven van de belangrijkste posten deze deelbalans.

4.2.2.1 Krachtvoer

De belangrijkste factor die de omvang van het mineralenoverschot in de veehouderij bepaalt is de beschikbare hoeveelheid krachtvoer. De beschikbaarheid van goedkoop geïmporteerd krachtvoer heeft de stormachtige ontwikkeling van de intensieve veehouderij mede mogelijk gemaakt (zie 4.2.1). Uit de stroomdiagrammen blijkt dat van de beschikbare mineraleninhoud van krachtvoedergrondstoffen ca. 85% wordt verkregen uit importen; dit aandeel is in de loop der jaren vrijwel constant gebleven. Grondstoffen die in grote hoeveelheden worden ingevoerd zijn bijprodukten van de oliebereiding (o.a. sojaschroot), maïsglutenvoer en tapioca.

De ontwikkeling van de hoeveelheid beschikbare mineralen in krachtvoer is weergegeven in figuur 30. Door de sterke stijging

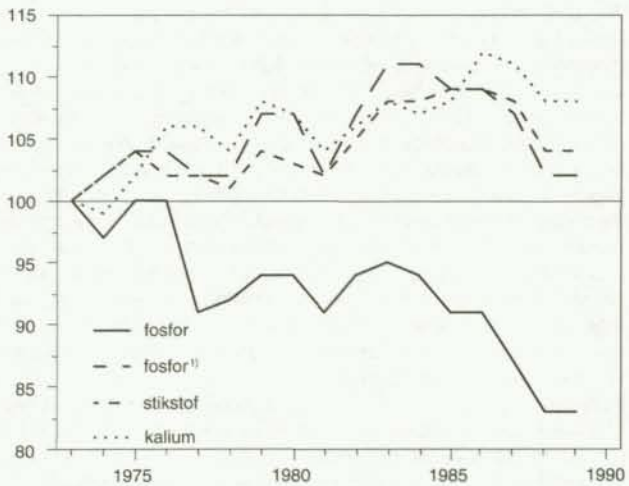
30. Veehouderij
mineralen in krachtvoer (1973=100)



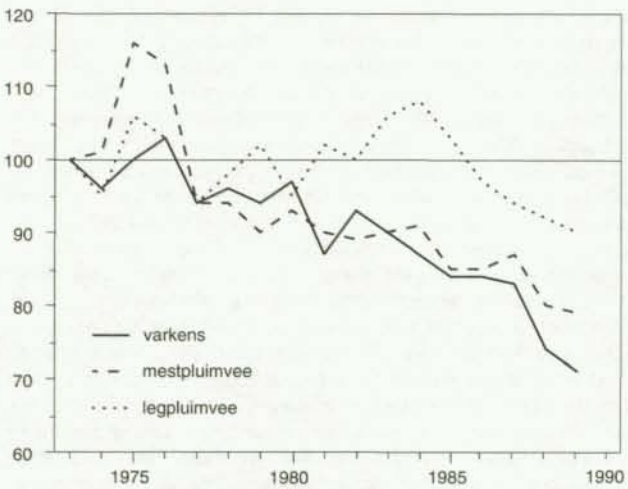
cbs

van het aantal dieren in de veehouderij en door een toegenomen gebruik van krachtvoer per dier is de hoeveelheid mineralen in krachtvoer aanvankelijk sterk gestegen: de hoeveelheid stikstof en kalium in krachtvoer is in de periode 1973–1986 vrijwel verdubbeld. De toename van de hoeveelheid fosfor in krachtvoer is in diezelfde periode aanzienlijk achtergebleven. Dit komt omdat reeds in het midden van de jaren zeventig de fosforgehalten van het krachtvoer zijn gaan dalen (figuur 31a) door een vermindering van de suppletie met voederfosfaat. Bedroeg het voederfosfaatgehalte van het krachtvoer in 1973 gemiddeld nog 2 g P/kg voer, in 1980 was dat gedaald tot 1,4 g P/kg en in 1990 tot 0,7 g P/kg. Omdat voederfosfaat vrijwel uitsluitend aan krachtvoer voor varkens en pluimvee wordt toegevoegd komt het effect van de gereduceerde suppletie vooral tot uiting in de fosforgehalten van deze voeders. Sinds 1975 is het fosforgehalte van varkensvoer bijna 30% gedaald en dat van pluimveevoer ca. 17% (figuur 31b). Uit fi-

31. Veehouderij
a. mineralengehalten van krachtvoer (1973=100)



b. fosforgehalten van krachtvoer per diersoort (1973=100)



[1)] Fosforgehalte van krachtvoedergrondstoffen.

cbs

guur 31a is tevens duidelijk dat door een verandering van het grondstoffenpakket voor de produktie van krachtvoer de fosfor-, stikstof- en kaliumgehalten tot het midden van de jaren tachtig nog zijn gestegen; daarna zijn de gemiddelde mineralengehalten van krachtvoedergrondstoffen weer enigszins gaan dalen. De jaarlijkse variaties van de gehalten ontstaan eveneens voornamelijk door variaties in de grondstoffensamenstelling van krachtvoer. Uiteraard zijn de berekende gehalten onderhevig aan systematische en toevallige fouten. Deze zijn echter van een orde van grootte van 5–10% (Olsthoorn, 1985).

De daling van de mineralenvracht van krachtvoer na 1986/'87 wordt enerzijds veroorzaakt door een lichte daling van de mineralengehalten van de veevoedergrondstoffen en door de verdergaande vermindering van de fosforsuppletie, en anderzijds door de daling van het aantal runderen, na 1984, en het aantal varkens en pluimvee, na 1987.

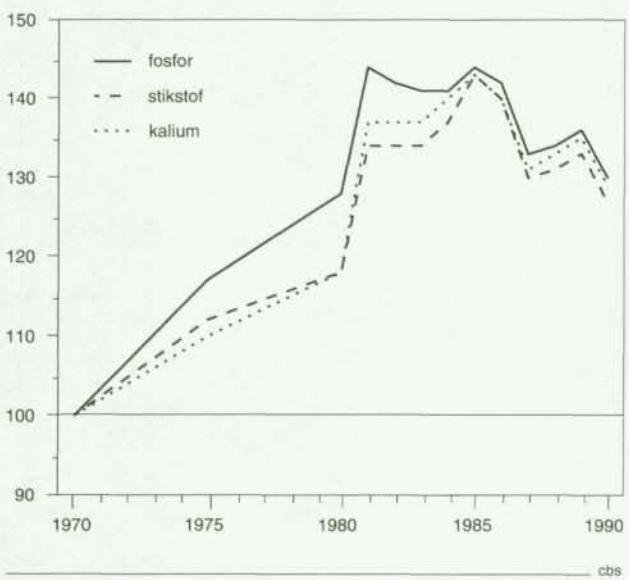
4.2.2.2 Ruwvoer

Ruwvoer wordt vrijwel uitsluitend door rundvee geconsumeerd. De hoeveelheid mineralen in ruwvoer hangt dan ook samen met de omvang van de rundveestapel. De jaarlijks beschikbare hoeveelheid wordt ondermeer bepaald door het bemestingsniveau van grasland en snijmaïsland. De gewasopbrengsten wisselen jaarlijks nogal, maar de ontwikkeling van de ruwvoerproduktie vertoont globaal een trend die gelijke tred houdt met het aantal runderen (vgl. figuur 29): een stijging tot het midden der jaren tachtig gevolgd door een vooralsnog doorzettende daling. De trend is, anders dan bij krachtvoer, voor alle drie mineralen vrijwel identiek (figuur 32). Door een sterk verhoogde produktie en daardoor verhoogde voederbehoefte per dier gedurende de afgelopen 15 jaar is de toename van de hoeveelheid mineralen in ruwvoer echter groter geweest (ca. 40%) dan de toename van het aantal runderen (ca. 30%). De afname van de hoeveelheid mineralen in ruwvoer hangt samen met de daling van het aantal dieren. Hierdoor is de behoefte aan ruwvoer gedaald, als gevolg waarvan het aanbod van mest is afgenomen. Verder is ook nog het gebruik van stikstofkunstmest op grasland de laatste jaren aanzienlijk gedaald.

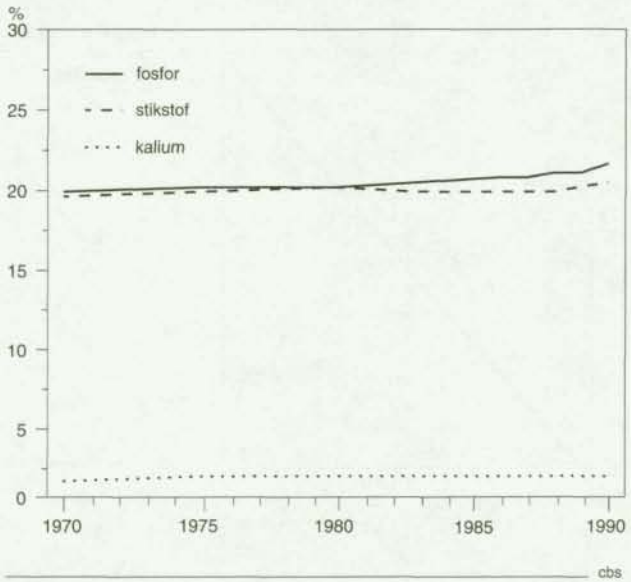
4.2.2.3 Dierlijke produktie

De produktie van de veehouderij bestaat uit vlees, melk en eieren. Ten opzichte van de aanvoer van mineralen met veevoer is de vastlegging in produkten gering: slechts ongeveer 20% van de met veevoer aangevoerde hoeveelheid stikstof en fosfor komt in dierlijke produkten terecht. De efficiëntie van de kaliumbenutting is nog kleiner en bedraagt ca. 5%, zie figuur 33. Opvallend is dat in de afgelopen 20 jaar slechts bij fosfor sprake is van een significante efficiëntieverbetering. In die periode is de vastlegging van fosfor in dierlijke produkten toegenomen met ruim een kwart, van ca. 20% in 1975 tot ca. 26% in 1990. Zo is bijvoorbeeld na 1986 de fosforproduktie in de veehouderij gelijk gebleven ondanks dat de aanvoer met veevoer daalde van 151 mln kg P in 1986 naar 133 mln kg P in 1990 (–12%). Voor stikstof, kalium en voor fosfor tot 1986 bestaat er een rechtlijnig verband (R>0,9) tussen de aanvoer van mineralen met veevoer en de dierlijke produktie (figuur 34).

32. Veehouderij
mineralen in ruwvoer (1970=100)



33. Veehouderij
efficiëntie van mineralenvastlegging

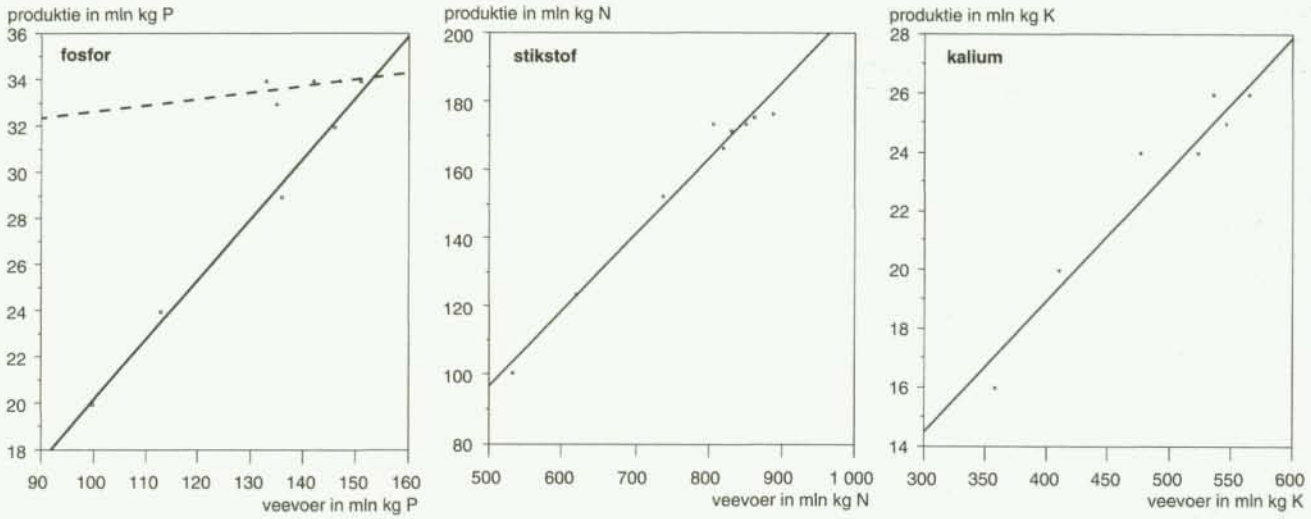


4.2.2.4 Mineralen in dierlijke mest

Ten gevolge van de grote toename van de hoeveelheid veevoer in de periode 1970–1990 en een niet of nauwelijks toegenomen benutting is ook de produktie van mineralen in dierlijke mest sterk gestegen (figuur 35). De produktie van mineralen in mest bereikte in 1986 een hoogtepunt en was ongeveer anderhalf maal groter dan in 1970. Voor fosfor was de relatieve toename het kleinst (ca. 45%) en voor stikstof het grootst (ca. 65%). Na 1986 is de produktie van mineralen in dierlijke mest gedaald, met een relatief grote daling in de periode 1988–1990. Ten opzichte van 1986 is de fosforproduktie met ruim 15% gedaald en de stikstof- en kaliumproduktie met respectievelijk ruim 10% en ruim 5%.

Grote invloed op de mineralenproduktie in de jaren tachtig had de 'Beschikking superheffing'. Ongeveer de helft van de daling van de fosfaatproduktie sinds 1986 is het gevolg van de inkrimping van de veestapel. De andere helft wordt veroorzaakt door de versnelde daling van het fosforgehalte van mengvoeders sinds 1987. Voor stikstof en kalium is de daling van de hoeveelheid in dierlijke mest bijna geheel het gevolg van de afname van het aantal runderen. Verbeteringen van technische resultaten hebben, zoals reeds is gebleken in de vorige paragraaf, slechts een geringe invloed gehad op de mineralenproduktie in mest. Naast het aantal dieren is dan ook het mineralengehalte van het voer de belangrijkste factor die de mineralenproduktie in mest bepaalt (Van Eerdt *et al.*, 1991).

34. Veehouderij
veevoer vs dierlijke produktie



cbs

4.2.3 Cultuurgrond

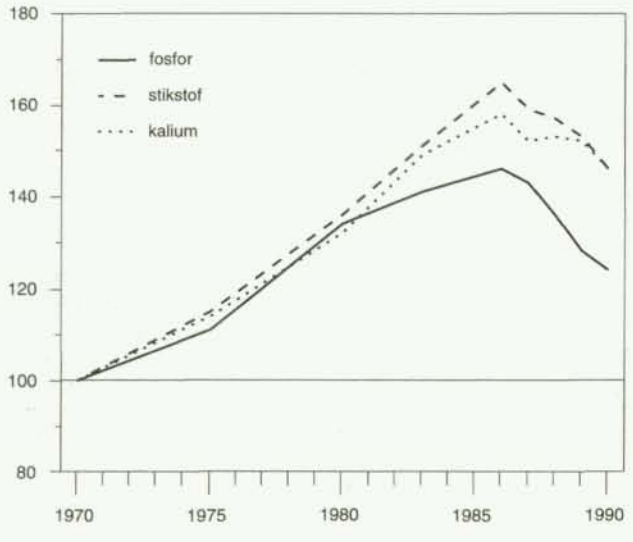
De mineralenbalans van cultuurgrond is samengevat in tabel 19. De belangrijkste bronnen van mineralenaanvoer naar cultuurgrond zijn dierlijke mest, kunstmest en, voor stikstof, natte en droge depositie. De ontwikkeling van de hoeveelheid mineralen in dierlijke mest is reeds in paragraaf 4.2.2.4 beschreven. In het hierna volgende gedeelte wordt de ontwikkeling van het kunstmestgebruik, de depositie van ammoniak en stikstofoxyden en de mineralenafvoer met het gewas nader toegelicht.

4.2.3.1 Kunstmest

De ontwikkeling van het kunstmestgebruik naar mineraleninhoud is weergegeven in figuur 36. Tussen 1970 en 1989 is het gebruik van fosfor en kalium met 20–25% afgenomen, terwijl het gebruik van stikstof, ondanks enkele jaarlijkse fluctuaties, tot 1986 is toegenomen met ruim 25%. Het fosfor- en kaliumgebruik vindt voornamelijk op bouwland plaats (Van der Meer *et al.*, 1990) en is om die reden negatief gecorreleerd met het aanbod van mineralen in dierlijke mest. Een deel van de mestoverschotten in de intensieve veehouderij heeft immers in de loop van de jaren zijn weg gevonden naar de akkerbouw in het algemeen en naar cultuurgrond met snijmaïs in het bijzonder (CBS, 1989).

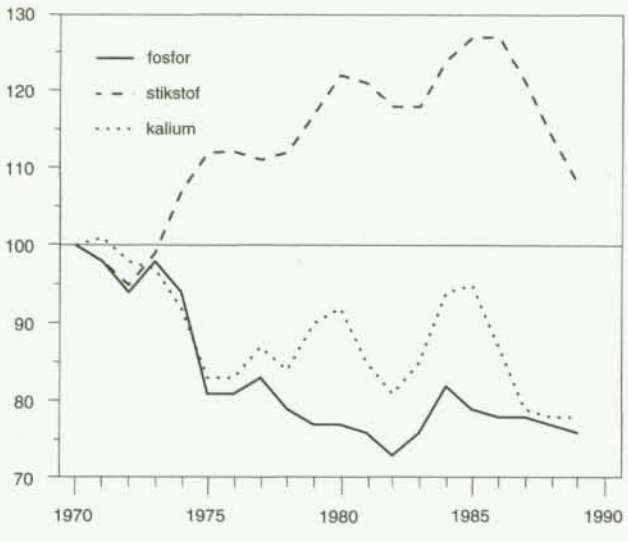
Stikstofkunstmest wordt vooral (ca. 70%) op grasland toegepast. Ten gevolge van de groei van de rundveestapel tot 1984 en de daardoor toegenomen behoefte aan ruwvoer is de graslandproduktie sterk opgevoerd (Van Eerdt, 1990). Dit is ondermeer bereikt door een verhoging van de dosering van stikstofkunstmest. Na erkenning van de milieuproblematiek veroorzaakt door stikstof en ten gevolge van de inkrimping van de rundveestapel door de 'Be-

35. Veehouderij
mineralen in excretie (1970=100)



cbs

36. Cultuurgrond
kunstmestgebruik (1970=100)



cbs

schikking superheffing' is ook het gebruik van stikstofkunstmest op grasland gaan dalen.

4.2.3.2 Stikstofdepositie

De belangrijkste componenten van de stikstofdepositie zijn ammoniak en stikstofoxyden. Ammoniak wordt vooral (90–95%) in de veehouderij geproduceerd en dan met name door rundvee (ca. 65%). Stikstofoxyden ontstaan bij de verbranding van fossiele stikstofbevattende brandstoffen (brandstof-NO_y) en door oxydatie van stikstof in de lucht bij verbrandingsprocessen die met hoge temperaturen gepaard gaan, zoals bijvoorbeeld in benzinemotoren van auto's (thermisch-NO_y). Ongeveer 60% van de in Nederland uitgeworpen NO_y is afkomstig van mobiele bronnen (CBS, 1988).

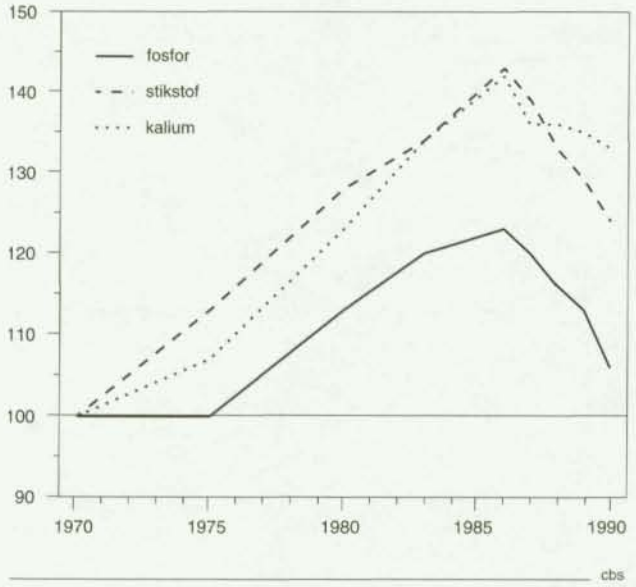
De samenstelling van de stikstofdepositie is door de jaren heen vrijwel constant gebleven met ca. 35% NO_y en ca. 65% NH_x. De totale depositie is tussen 1970 en 1987 met 50% toegenomen (figuur 37) en bereikte in 1987 vooralsnog een maximale hoeveelheid van 110 mln kg N op cultuurgrond. In 1988 en 1989 was de depositie ongeveer 15% lager dan in 1987. Gegevens voor 1990 ontbreken nog maar het is de verwachting dat de depositie voorlopig blijft dalen door maatregelen als de introduktie van katalysatoren in uitlaten van auto's ter vermindering van de NO_y-uitstoot, door de verdergaande inkrimping van de rundveestapel en door de invoering van diverse technische maatregelen in de veehouderij om de ammoniakuitstoot te verminderen (onderwerken van mest, emissie-arme huisvesting e.a.).

4.2.3.3 Plantaardige produktie

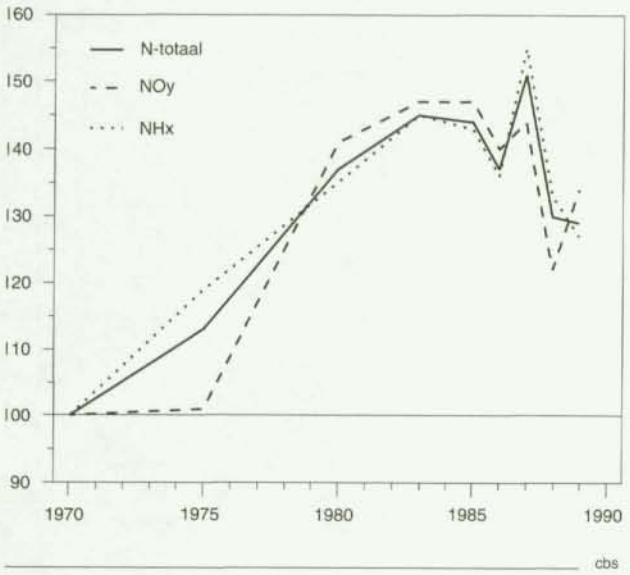
De belangrijkste plantaardige produkten van de Nederlandse landbouw zijn de graslandprodukten vers weidegras, graskuil en hooi en de akkerbouwprodukten consumptie- en fabrieksaardappelen, suikerbieten en granen. Wat betreft de mineraleninhoud is de produktie van de tuinbouw vrijwel te verwaarlozen. Met de fors gestegen aanvoer van mineralen naar cultuurgrond is eveneens de produktie gestegen. Hoewel de relatieve toename van de totale aanvoer van fosfor aanzienlijk kleiner is geweest dan die van stikstof en kalium (figuur 38), loopt de toename van de hoeveelheid mineralen met het afgevoerde gewas gelijk op, zie figuur 39. De toevoer van mineralen naar cultuurgrond is aanmerkelijk groter dan de afvoer met het gewas. Voor stikstof en fosfor wordt ongeveer 2,5 maal meer aangevoerd dan met het gewas wordt afgevoerd; voor kalium is dit 1,4 maal (tabel 19). Anders dan stikstof en kalium, die gemakkelijk uitspoelen, blijft de overmaat fosfor tot aan de verzadigingstoestand, gebonden aan bodemdeeltjes in de bouwvoor achter. Een relatief kleinere aanvoer van fosfor zal dan ook niet gauw beperkend zijn voor een optimale gewasproduktie.

De opname van mineralen uit de bodem in plantaardige produkten verloopt, zoals bekend, veel efficiënter dan de vastlegging van mineralen uit veevoer in dierlijke produkten. Is de efficiëntie van de produktie van vlees uit veevoer 20–25% voor fosfor en stikstof en ca. 5% voor kalium, de efficiëntie van de plantaardige produktie in de landbouw bedraagt ca. 40% voor fosfor en stikstof en ca. 70% voor kalium (figuur 40). Net als in de veehouderij, is voor fosfor de afgelopen twintig jaar de efficiëntie enigszins verbeterd: van ca.

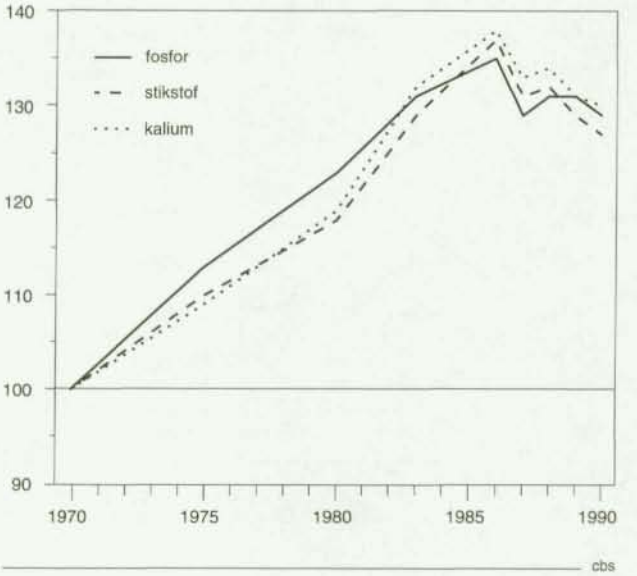
38. Cultuurgrond
mineralenaanvoer (1970=100)



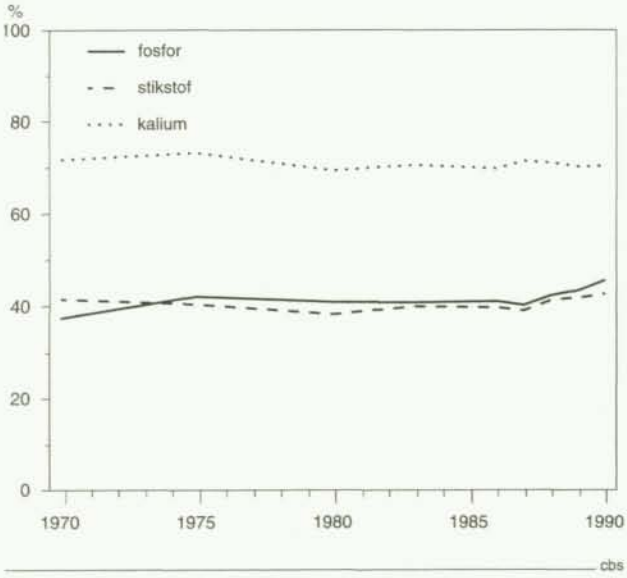
37. Cultuurgrond
stikstofdepositie (1970=100)



39. Cultuurgrond
afvoer van gewas (1970=100)



40. Cultuurgrond
efficiëntie van plantaardige produktie



38% in 1970 tot ca. 45% in 1990. Voor stikstof en kalium is echter eerder sprake van een lichte verslechtering (figuur 40 en 41).

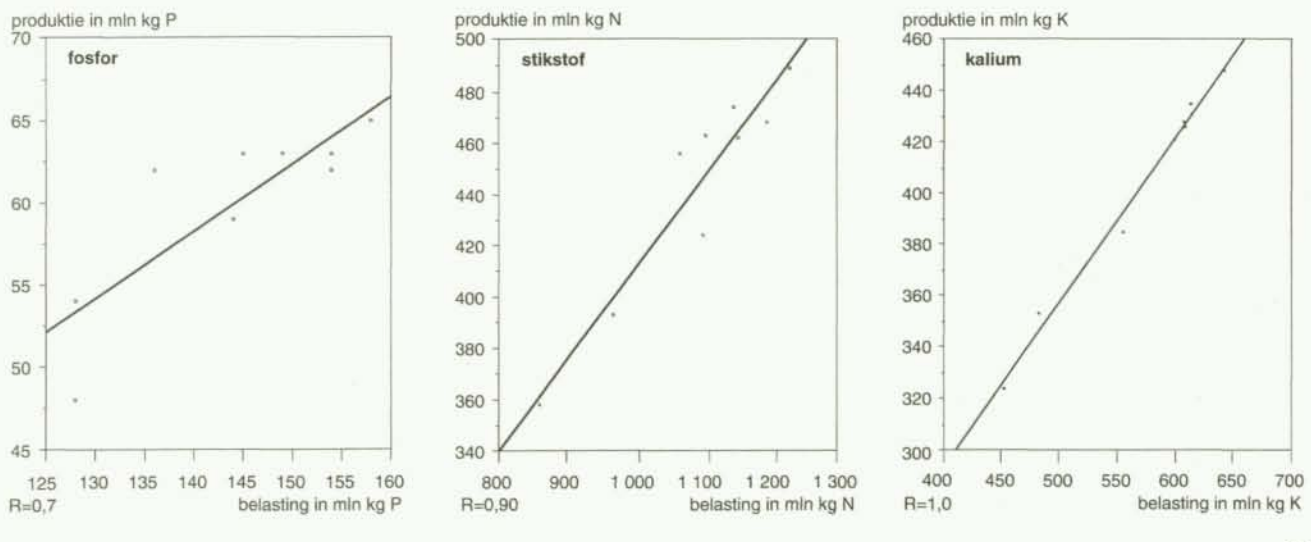
Het verschil tussen de aanvoer van mineralen met meststoffen en depositie enerzijds en de afvoer van mineralen met het gewas anderzijds wordt in de stroomschema's aangegeven met overschot-2 of, in het geval van stikstof, als 'overig' inclusief het verlies van ammoniak vanaf cultuurgrond. Omdat theoretisch dit overschot gelijk is aan overschot-1 (verschil tussen aanvoer en afvoer van mineralen in de Nederlandse landbouw), wordt de ontwikkeling van dit overschot beschreven in paragraaf 4.2.4. In deze paragraaf wordt de ontwikkeling van de mineralenbalans van de landbouwsector in zijn geheel nader toegelicht.

4.2.4 Balans van de Nederlandse landbouw

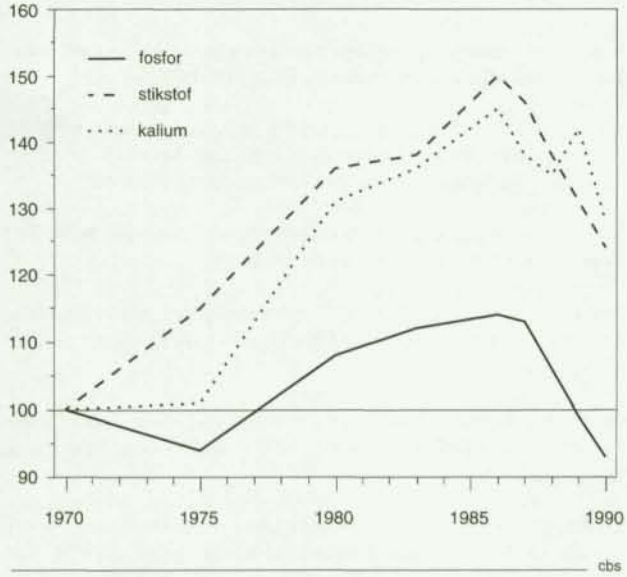
De ontwikkeling van de belangrijkste afzonderlijke aanvoer- en afvoerstromen van mineralen in de landbouw is reeds in de voorgaande secties besproken. In deze paragraaf zal dan ook slechts aandacht worden geschonken aan de ontwikkeling van het totale mineralenoverschot in de landbouw. Een samenvatting van de overschotberekening uit aanvoer en afvoer en een vergelijking van de op beide wijze berekende overschotten is te vinden in tabel 20. Hierbij moet worden bedacht dat het verschil tussen beide overschotten is te herleiden tot het verschil in de posten 'excretie' en 'mest'.

De ontwikkeling van het fosfor-, het stikstof- en het kaliumoverschot in de landbouw vanaf 1970 is als index weergegeven in figuur 42. Vanaf 1970 nemen de overschotten gestaag toe, het fosforoverschot in 1975 uitgezonderd. Het topjaar is 1986; na 1986 treedt voor alle mineralen een daling op. In 1990 is het fosforoverschot kleiner dan in 1970 terwijl het stikstof- en kaliumoverschot weer op het niveau van 1980 ligt. Opvallend is de relatief geringe stijging (+15%) van het fosforoverschot tussen 1975 en 1986 in vergelijking met dat van stikstof en kalium (+50%).
De toename van het mineralenoverschot tussen het begin van de jaren zeventig en 1986 weerspiegelt voor een groot deel de groeiende omvang van de veestapel (vgl. figuur 29). Bovendien zijn de stikstof- en kaliumgehalten van zowel krachtvoer als weidegras gedurende de beschouwde periode gestegen (zie 4.2.3). Ook is het gebruik van stikstofkunstmest toegenomen. De toename van het fosforoverschot ten gevolge van de groei van de veestapel alsook door de toename van het fosforgehalte van graslandprodukten, wordt echter gedeeltelijk afgezwakt door de daling van het fosforgehalte van krachtvoer na 1975 en door een vrijwel constant gebleven gebruik van fosfaatkunstmest.
De afname van het overschot is voor stikstof en fosfor vrijwel gelijk (17–19%); voor kalium trad in 1989 nog een geringe, niet verklaarbare toename van het overschot op en was verder de relatieve daling het kleinst (ca. 12%). Voor de daling van de mineralenoverschotten na 1986 is een aantal factoren van belang die grotendeels in het voorgaande reeds aan de orde zijn geweest. Door de invoering van de 'Beschikking superheffing' is het aantal runderen na 1984 sterk gedaald. Tevens is ten opzichte van 1986 het aantal dieren in de intensieve veehouderij afgenomen. Verder zijn de mineralengehalten van krachtvoer, en dan vooral de fosfor-

41. Cultuurgrond
belasting vs plantaardige produktie

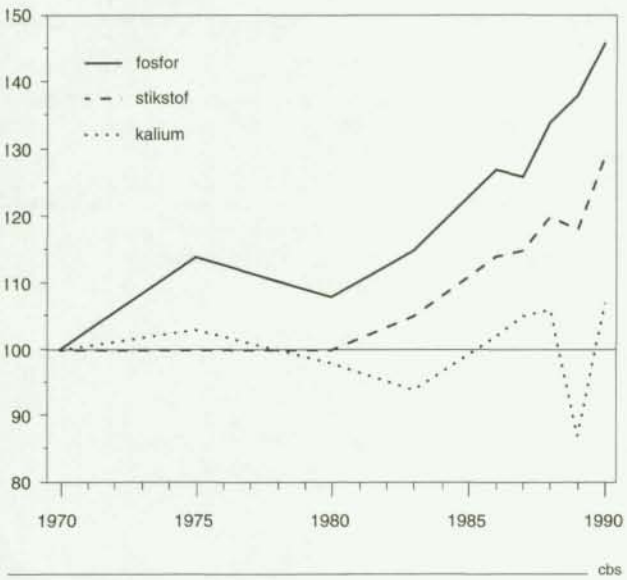


42. Nederlandse landbouw
mineralenoverschot (1970=100)



gehalten, gedaald. Tenslotte is het gebruik van stikstofmeststoffen na 1986 aanzienlijk afgenomen: in 1989/'90 was het gebruik 18% lager dan in 1986.
De verhouding tussen de inkomende en de uitgaande mineralenstromen in de landbouw blijkt de afgelopen twintig jaar voor fosfor en stikstof enigszins verbeterd (figuur 43). In de jaren zeventig werd namelijk van fosfor ca. 25% en van stikstof ca. 19% van de aanvoer ook weer afgevoerd. Aan het einde van de jaren tachtig was deze verhouding respectievelijk ongeveer 33% en 23%. De belangrijkste oorzaken hiervan zijn een geringe verbetering van de mineralenbenutting in de veehouderij en een sterke toename van de afvoer van mineralen met krachtvoer naar het buitenland en naar dieren buiten de veehouderij. Deze constatering laat echter onverlet dat er in 1990 nog altijd ongeveer 3 maal meer fosfor en kalium en ruim 4 maal meer stikstof werd aangevoerd dan afgevoerd.

43. Nederlandse landbouw
verhouding afvoer over aanvoer (1970=100)



Referenties

ACV, 1991. Grondstoffenlijst, 1991. Negende uitgave. Rijswijk, Stichting Afnemers Controle op Veevoeder.

CBS, 1985. Fosfor in Nederland 1970–1983. Den Haag, Staatsuitgeverij.

CBS, 1988. Milieufacetten; cijfers bij milieubeleidsthema's. Den Haag, Staatsuitgeverij/CBS-publikaties.

CBS, 1989. Opslag, transport en gebruik van dierlijke mest 1985/'86. Den Haag, Staatsuitgeverij.

CBS, 1990. Produktiestatistiek van de kunstmestindustrie, basismateriaal, 1989[1)]. Voorburg, CBS.

CBS, 1990a. Statistiek waterkwaliteitsbeheer. Deel B, zuivering van afvalwater, 1988[1)]. Voorburg, CBS.

CBS, 1991. In- en uitvoer van produkten van agrarische herkomst en de visserij, per produkt, 1990[1)]. *Maandstatistiek van de Landbouw* 1991/9 40–45 (CBS), Den Haag, Sdu/uitgeverij/CBS-publikaties.

CBS, 1991a. Produktiestatistiek van de mengvoederindustrie, 1990[1)]. Heerlen, CBS.

CBS, 1991b. Oogstraming, 1990[1)]. in: Landbouwcijfers, Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut/Voorburg, CBS.

CBS, 1991c. Statistiek slachtingen, 1990[1)]. Voorburg, CBS.

CBS, 1991d. Statistiek graslandgebruik, 1990[1)]. Voorburg, CBS.

CBS, 1991e. Jaarstatistiek van de buitenlandse handel per goederensoort, 1990[1)]. Heerlen, CBS.

CBS, 1991f. *Maandstatistiek van de Landbouw* 1991/1 34–37 (CBS), Den Haag, Sdu/uitgeverij/CBS-publikaties.

CBS, 1991g. Produktie van dierlijke mest, 1988. Voorburg, CBS.

CBS, 1991h. Statistisch Jaarboek 1991. Den Haag, Sdu/uitgeverij/CBS-publikaties.

CBS/LEI, 1991. Landbouwcijfers, 1991[1)]. Voorburg, CBS/Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut.

CLM, 1989. Mineralenboekhouding melkveebedrijf, voorlopig formulier (versie 1.1, maart 1989). Utrecht, Centrum Landbouw en Milieu.

Van Drecht, G., Goossensen, F. & Berends, A., 1988. Meststoffen Uitspoeling Landbouwgebieden (MUL). Rapportnummer 728472014. Bilthoven, Rijksinstituut voor de Volksgezondheid en Milieuhygiëne.

Van Eerdt, M.M., 1989. Een stikstofbalans voor de landbouwgrond in Nederland, 1984. *Kwartaalbericht Milieustatistieken* 1989/1, 14–21 (CBS), Den Haag, Staatsuitgeverij/CBS-publikaties.

Van Eerdt, M.M., 1990. Voederrantsoenen en mestproduktie van rundvee. *Kwartaalbericht Milieustatistieken* 1990/3, 4–10 (CBS), Den Haag, Sdu/uitgeverij/CBS-publikaties.

Van Eerdt, M.M., 1992. Nieuwe berekening van de hoeveelheid mineralen in dierlijke mest per dier, 1990. *Maandstatistiek van de landbouw* 1992/2, 28–34, (CBS), Den Haag, Sdu/uitgeverij/CBS-publikaties.

Van Eerdt, M.M. & Olsthoorn, C.S.M., 1991. Produktie van dierlijke mest, 1980–1990. *Kwartaalbericht Milieustatistieken* 1991/4, 11–19 (CBS), Den Haag, Sdu/uitgeverij/CBS-publikaties.

ER, 1990. Gegevens uit databestand 3e ronde Emissieregistratie/TNO. Leidschendam, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

Erisman, J.-W., 1989. Ammonia emissions in the Netherlands in 1987 and 1988. Report nr. 228471006. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne.

Erisman, J.-W., 1991. Acid depositions in the Netherlands. Report nr. 723001002. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne.

Heij, G.J. & Schneider, T. (eds.), 1991. Dutch Priority Programme on Acidification. Eindrapport tweede fase Additioneel Programma Verzuringsonderzoek, rapport no. 200-09. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne.

Van der Hoek, K.W., 1988. Emissie en depositie van ammoniak. *De Buffer* 1988/2, 77-91, Wageningen, Consulentschap in Algemene Dienst voor Bodem-, Water- en Bemestingszaken in de Veehouderij.

IKC, 1991. Kaliumemissies op maïs- en grasland. Publikatie nr 23. Ede, Informatie en Kennis Centrum, Afdeling Veehouderij en Milieu.

Jongbloed, A.W., Steg, A. *et al.*, 1985. Berekeningen over de mogelijke vermindering van de uitscheiding aan N, P, Cu, Zn en Cd via de voeding door landbouwhuisdieren in Nederland. In: Mededelingen I.V.V.O., no. 3, Lelystad, Instituut voor Veevoedingsonderzoek.

KNCV, 1976. Fosfaten in het Nederlandse oppervlaktewater. Rapport van de 'Stuurgroep Fosfaten', Redactie H.L. Golterman. Sectie Milieuchemie van de Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging. Sigma Chemie.

KNMI/RIVM, 1987. Chemische samenstelling van de neerslag over Nederland, jaarrapport 1985. De Bilt, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut.

Lammers, H.W., 1986. Processen bij de stikstofvoorziening van grasland. *De Buffer* 1986/2, 51–55, Wageningen, Consulentschap in Algemene Dienst voor Bodem-, Water- en Bemestingszaken in de Veehouderij.

Lantinga, E.A., 1988. De invloed van weidend vee op de stikstofhuishouding van grasland. Meststoffen 1988/3. Den Haag, Nederlands Meststoffen Instituut.

LEI, 1989. Consumptie van voedingsmiddelen in Nederland in 1986 en 1987[1)]. Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut.

LEI, 1990. Jaarstatistiek van de veevoeders, 1988/'89[1)] (in voorbereiding). Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut.

LEI, 1991. Jaarstatistiek van de kunstmeststoffen, 1988/'89[1)]. Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut.

LEI, 1991a. Mondelinge mededeling.

Van der Meer, H.G. & Berendse F., 1990. Nutriëntenoverschotten onevenredig groot. *Landbouwkundig Tijdschrift* 1990/9, 30–31, Rijswijk, Stam Tijdschriften.

Meeuwissen, P.C., 1989. Huidige en toekomstige produktie van compost in Nederland. Wageningen, Consulentschap in Algemene Dienst voor Bodem-, Water- en Bemestingszaken in de Akker- en Tuinbouw.

NEFYTO, 1990, Landbouw en chemische gewasbescherming in cijfers. Den Haag, Nederlandse Stichting voor Fytofarmacie.

NMI, 1991. Ammoniak-emissie weidende koe valt de helft mee. (Nederlands Meststoffen Instituut), *Oogst* 1991/22, 34.

NRLO, 1990. Handleiding mineralenonderzoek bij rundvee in de praktijk; vierde druk. Commissie Onderzoek Minerale Voeding. Den Haag, Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek.

NVT, 1989. Nederlandse Voedingsmiddelen Tabel, 36e druk, Den Haag, Voorlichtingsbureau voor de Voeding.

Olsthoorn, C.S.M., 1985. Fosfor in mengvoeders, *Maandstatistiek van de landbouw,*1985/11, 59–68, CBS, Den Haag, Staatsuitgeverij.

Olsthoorn, C.S.M., 1988. Fosforbalans van Nederland, 1986. *Kwartaalbericht Milieustatistieken* 1988/4, 4–9 (CBS), Den Haag, Staatsuitgeverij.

Olsthoorn, C.S.M., 1989. Stikstofbalans van Nederland, 1986. *Kwartaalbericht Milieustatistieken* 1989/4, 35–39 (CBS), Den Haag, Sdu/uitgeverij/CBS-publikaties.

Olsthoorn, C.S.M., 1989a. Stikstof in de landbouw: waarheen? *Landbouwkundig Tijdschrift* 1989/12, 22–26, Rijswijk, Stam Tijdschriften.

Olsthoorn, C.S.M., 1990. Stikstof in mengvoer, *Maandstatistiek van de landbouw,* 1990/4, 43–49, CBS, Den Haag, Sdu/uitgeverij/CBS-publikaties.

Van Onna, M.J.G. & Van der Veen, M.Q., 1990. Model voor de verwerking en het hergebruik van organische afvalstoffen vanuit nationaal-economische optiek. *Milieu,* 1990/3, 90–93.

PR, 1988. Handboek voor de rundveehouderij. Vijfde herziene druk. Lelystad, Proefstation voor de rundveehouderij, schapenhouderij en paardenhouderij (PR).

PVVR, 1991. Mengvoederenquête, 1990. Den Haag, Produktschap voor Veevoeder.

RPC, 1988. Kaliumemissies in het milieu. Delft, Resources Planning Consultants B.V.

Suiker Unie, 1985. Schuimaarde, basis voor betere bieten. Breda, Suiker Unie.

Van de Ven, G.W.J., 1990. De kaliumkringloop op grasland. CABO-verslag nr. 132. Wageningen, Centrum voor Agrobiologisch Onderzoek.

De Winkel, K., 1988. Ammoniak-emissiefactoren voor de veehouderij. Publikatie Lucht no. 76. Leidschendam, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

Noot in de tekst

[1)] Ook voorgaande jaargangen werden geraadpleegd.

Summary

In this report minerals balances and flow diagrams are presented for phosphorus, nitrogen and potassium in Dutch agriculture for 1970, 1975, 1980, 1983, 1986, 1987, 1988, 1989 and 1990. The data for 1970 and 1975 are incomplete and part of the data for 1990 have been estimated. For the sake of clarity most of the balance-sheet data are summarized in flow diagrams. Surpluses of minerals are calculated for each year under investigation. At the same time the development of the surpluses during the last twenty years is described and analysed.

The method of calculation of each entry on the balance-sheets for each of the three minerals is explained in the first part of this publication; also an extensive list of references is given. The methods of calculation for phosphorus, nitrogen and potassium are quite similar. If necessary, problems specific for one of these minerals, are treated separately.

The balance-sheet calculations assess the accuracy of the data. All entries of the sub-balance-sheets of the animal husbandry and of the food-processing industry are calculated more or less independently. Theoretically, these should balance. In practice, however, this is hardly ever the case. The resulting differences are a measure for the accuracy of the entries. From these analyses it appears that the mineral budgets of the animal husbandry are pretty well balanced. The relative differences between supply and withdrawal range from –1% to 5%. No major differences are observed between the three minerals.

The relative differences on the sub-balance-sheet of the food-processing industry are considerably larger. The differences for phosphorus range from –5% to 3%, for nitrogen from –3% to 5% and for potassium from –5% to 10%. These relative imbalances are of a magnitude that can be expected for these kinds of calculations. However, for 1989 the imbalances for all three minerals are much larger than for the other years investigated; for phosphorus, nitrogen and potassium –10%, –18% and -19% respectively. So the supply of minerals to the food-processing industry in that year is much larger than the withdrawal. Industrial stock-piles and/or statistical differences are probably the origin of these discrepancies. Consequently, the results of the calculations for 1989 should be considered tentatively.

The surpluses of minerals in Dutch agriculture, as estimated from balance-sheet calculations, show a remarkable increase from 1970 to 1986, which is largest for nitrogen and potassium (approx. 50%) and considerably smaller for phosphorus (approx. 15%). The increase of mineral surpluses reflects the increase of livestock until the middle eighties. Consequently the consumption of concentrates and roughage, stimulated by an increase of the use of nitrogen fertilizers, increased. As the efficiency of animal production hardly increased at all in this period, the amount of minerals in animal manure increased in proportion (between 1970 and 1986 for phosphorus by 45% and for nitrogen by 65%).

The early attention to the reduction of the phosphorus content of concentrates appears to be one of the major causes of the less unfavourable development of the phosphorus surplus. The fact is that the reduction of the addition of inorganic phosphates to concentrates already started in the mid seventies. On the contrary, until 1986 the nitrogen and potassium content of concentrates increased somewhat. Furthermore, the consumption of phosphate fertilizers decreased, whereas until 1987 the consumption of nitrogen fertlizers considerably increased. For this reason not only the production but also the nitrogen content of grass-land products increased. More or less the same applies to potassium.

In 1990 the mineral surpluses in Dutch agriculture amounted to 75–80 million kg P, 660–680 million kg N and 175–180 million kg K. From 1986 onwards, the surpluses decreased compared with a number of preceding years. For the time being, the largest surpluses occurred in 1986 *viz.* approx. 95 million kg P, 810 million kg N and 195 million kg K. The relative decrease of the surpluses in 1990 compared with 1986 was largest for nitrogen and phosphorus (approx. 18%) and amounted to approx. 12% for potassium. The surplus of phosphorus in 1990 was smaller than that in 1970, whereas the nitrogen and potassium surpluses where about 25–30% larger than those in 1970. Because the efficiency of vegetable production, like animal production, did not increase for nitrogen and potassium and hardly increased for phosphorus, the supply of nitrogen and phosphorus was still 2.5 times and the supply of potassium 1.4 times the size of the withdrawal; these ratios hardly changed from 1970 onwards.

The decrease of mineral surpluses after 1986 may largely be explained by the following factors: the reduction in the number of dairy cows as a consequence of the 'Super levy', a decrease of livestock in intensive animal husbandry since 1986, the continuing decrease of phosphorus contents of concentrates, a slight decrease of the average nitrogen and potassium contents of concentrates, a considerable drop in the use of nitrogen fertilizers (in 1989/'90 18% compared with 1986) and a small decrease in the consumption of phosphate and potassium fertilizers.

Recente publikaties van het CBS over milieu-onderwerpen

Algemene Milieustatistiek 1989	f 45,00
Environmental Statistics of the Netherlands 1990	f 25,00
Milieufacetten, cijfers bij milieubeleidsthema's 1988	f 30,00
Milieufacetten, cijfers bij de tweede nationale milieuverkenning	f 32,50
Kwartaalbericht Milieustatistieken	
los nummer	f 19,00
abonnement (per jaar)	f 44,00
Methodology for the calculation of sustainable national income	
Statistische onderzoekingen no M44	f 26,00
Luchtverontreiniging, emissies door verbranding van fossiele brandstoffen in vuurhaarden 1980–1985	f 17,50
Luchtverontreiniging, emissies door wegverkeer 1978–1984	f 26,00
Luchtverontreiniging, procesemissies 1988	f 18,00
Luchtverontreiniging, metingen buitenlucht april 1989–maart 1990	f 21,50
Waterkwaliteitsbeheer, deel A lozing van afvalwater 1988	f 23,75
Waterkwaliteitsbeheer, deel B zuivering van afvalwater 1989	f 28,00
Waterkwaliteitsbeheer, deel C metingen toestand oppervlaktewater 1985–1987	f 32,00
Afvalstoffen, bedrijfsafvalstoffen 1988	f 23,00
Afvalstoffen, van gemeentewege ingezameld afval 1989	f 20,00
Afvalstoffen, voertuigwrakken 1989	f 23,00
Produktie van dierlijke mest 1988	f 20,75
Opslag, transport en gebruik van dierlijke mest 1985/'86	f 24,00
PCB's in Nederland [1]	
Kwik in Nederland 1980	f 20,75
Fosfor in Nederland 1970–1983	f 22,50
Koper in Nederland 1985	f 16,50
Koper in de landbouw 1981–1985. Statistische Katernen nr. 7	f 5,00
Organotinverbindingen in Nederland 1985	f 19,50
Seleen in Nederland 1985	f 16,50
Gebruik van chemische bestrijdingsmiddelen door overheidsinstellingen 1986	f 25,25
Onderhoud watergangen 1985	f 33,50
Beroepsmatige ongediertebestrijding 1988	f 20,00
Export van chemische bestrijdingsmiddelen naar Derde-Wereldlanden. Statistische Katernen nr. 2	f 5,00
Bodemstatistiek 1985	f 31,75
De Nederlandse bosstatistiek	
deel 1: De oppervlakte bos 1980–1983	f 25,75
deel 2: Landschappelijke beplantingen, 1983–1984	f 12,50
deel 3: Het functioneren van het bos 1984–1985	f 21,00
De Nederlandse energiehuishouding 1990	f 52,75
Watervoorziening van bedrijven 1986	f 19,00
Zakboek verkeers- en vervoersstatistieken 1989	f 31,00
Atlas van de Nederlandse Flora, deel 1: uitgestorven en zeer zeldzame planten. Uitg. Kosmos, Amsterdam [2]	f 69,00
Atlas van de Nederlandse Flora, deel 2: zeldzame en vrij zeldzame planten. Uitg. Bohn, Scheltema & Holkema [2]	f 95,00
Atlas van de Nederlandse Flora, deel 3: minder zeldzame en algemene soorten. Uitg. Onderzoeksinstituut Rijksherbarium/ Hortus Botanicus [2]	f 68,00
Coderingen en namen hogere planten (alleen op diskette)	f 25,00
Botanisch Basisregister	
boek	f 25,00
beknopte versie op diskette	f 60,00
uitgebreide versie op diskette	f 120,00
Punt-transecttellingen van wintervogels 1985/'86	f 31,50
Atlas van de Nederlandse vogels. Uitg. SOVON, Beek-Ubbergen [3]	f 69,50
Coderingen en namen vogels (alleen op diskette)	f 25,00
Milieukosten van bedrijven 1989	f 23,50
Kosten en financiering van het milieubeheer 1987–1988	f 15,00

Een 'Systematisch overzicht' van alle CBS-publikaties is op aanvraag gratis verkrijgbaar (tel. (045) 70 79 70).
De publikaties kunnen besteld worden via de afdeling Uitgeverijzaken van het CBS, postbus 4481, 6401 CZ Heerlen.
In beide vestigingen van ons Bureau is een 'boekwinkel' waar alle publikaties tegen contante betaling kunnen worden gekocht.
Alle publikaties zijn ter inzage of kunnen in bruikleen worden gegeven in de bibliotheek van ons Bureau in beide vestigingen.

---

[1] Uitverkocht.
[2] Uitsluitend verkrijgbaar bij het Rijksherbarium/Hortus Botanicus te Leiden.
[3] Verkrijgbaar bij gewone boekhandel of SOVON te Beek-Ubbergen.