

RIVM rapport nr. 715651008

**Op weg naar een typologie van landbouwkundig  
ruimtegebruik in Nederland**

A.F. Bouwman, C.M.L. Hermans<sup>1</sup>  
en N.P.J. Hoogervorst

augustus 1999

<sup>1</sup> DLO-Staringcentrum, postbus 125, 6700 AC Wageningen

Dit onderzoek werd verricht als onderdeel van het MAP-Directie, project Milieu en Ruimte (projectnummer 715651) in opdracht en ten laste van Directie RIVM

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Postbus 1, 3720 BA Bilthoven,  
telefoon: 030 - 274 91 11, fax: 030 - 274 29 71

**VERZENDLIJST**

1. Prof. ir. N.D. van Egmond, Directeur Milieu, RIVM
2. ir. F. Langeweg, adjunct sectordirecteur, RIVM
3. ir. F. Bethe (SC-DLO)
4. ir. E. Biewinga (CLM)
5. drs. E. Bitter (Provincie Gelderland)
6. ir. E.C.A. Bolsius (RPD)
7. ir. C.A. van Diepen (SC-DLO)
8. ir. W. van Eck (SC-DLO)
9. drs. J. Groen (RPD)
10. ir. R. Groeneveld (LUW)
11. ir. P. v.d. Ham (IKC-L)
12. drs. B. Harms (SC-DLO)
13. ir. J. Heinen (DLG),
14. ir. J. Helming (LEI-DLO)
15. ir. C.M.L. Hermans (SC-DLO)
16. ir. A. van Hoorn (LNV-GRR)
17. ir. J. Huinink (IKC)
18. Prof. Dr. ir. E. van Ierland (LUW)
19. ir. D. Jansen (SC-DLO)
20. ir. N. Joanknecht (DGM)
21. ir. H. Kamphuis (RPD)
22. ir. S. Kruitwagen (LUW)
23. ir. R. Kuiper (RPD)
24. drs. Y. van der Laan (DGM/B)
25. ir. H. Leneman (LEI-DLO)
26. ir. H. Luesink (LEI-DLO)
27. ir. H.G. van der Meer (AB-DLO)
28. ir. R. Nij-Bijvank (SC-DLO)
29. ing. H. van Otterloo (DGM/DWL)
30. Dr. Ir. J. Roos (SC-DLO)
31. ir. E. Schaap (DLG)
32. drs. P.J.A.M. Smeets (SC-DLO)
33. dr. ir. A.B. Smit (LUW)
34. ir. T. Smits (LNV-GRR)
35. ir. I. Staritsky (CSO)
36. ir. P. Terwan (CLM)
37. drs. G.J. de Vries (DGM/DWL)
38. Ing. G. v.d. Werken (DLG)
39. ir. B.W. Zaalink (LEI-DLO)
40. ir. R. van den Berg
41. ir. T. Bresser
42. ir. R.A.W. Albers
43. dr. ir. R. Alkemade
44. drs. A.H. Bakema
45. ing. G.P. Beugelink
46. ir. H. Booij
47. ir. L.J.M. Boumans
48. ir. G.J. v.d. Born
49. drs. J. Borsboom
50. ir. G. van Drecht
51. ir. P.M. van Egmond
52. ir. B. Fraters
53. dr. R. Goetgeluk (LEI-DLO)
54. dr. ir. J.G. van Grinsven
55. ir. O.M. Knol

- 
- 56. dr. ir. H.W. Köster
  - 57. drs. F.J. Kragt
  - 58. ir. G.J.J. Kreileman
  - 59. drs. R. Meijers
  - 60. drs. R. Reiling
  - 61. ir. C.G.J. Schotten
  - 62. drs. R. v.d. Velde
  - 63. drs. J. Wiertz
  - 64. drs. J. Willems
  - 65. Hoofd bureau Voorlichting en Public Relations
  - 66. Bureau Projekten- en Rapportenadministratie
  - 67. Depôt Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie
  - 68. Bibliotheek SC-DLO
  - 69-70 Bibliotheek RIVM
  - 71-76 Auteurs
  - 77-90 Bureau Rapportenbeheer
  - 90-100 Reserve-exemplaren

## VOORWOORD

In het kader van het onderzoek dat in dit rapport wordt beschreven is in juli 1997 een workshop georganiseerd. Tijdens deze workshop zijn een aantal deskundigen geraadpleegd over de toen bestaande concepten voor de beschrijving van landbouw in DSS Groene Ruimte en mogelijke toekomstige richtingen. Veel dank is verschuldigd aan de deelnemers van deze workshop: Emmy Bolsius (RPD), Cees van Diepen (SC-DLO), Roland Goetgeluk (LEI-DLO), Rolf Groenevelt (LUW), Paul vd Ham (IKC-L), Johan Heinen (DLG), John Helming (LEI-DLO), Tia Hermans (SC-DLO), Niek Joanknecht (DGM), Hugo van der Meer (AB-DLO), René Nij-Bijvank (SC-DLO), Tjeco Smits (LNV-GRR), Gerrit vd Werken (DLG), Guus Beugelink (RIVM), Gert-Jan vd Born (RIVM), Petra van Egmond (RIVM), Dico Fraters (RIVM), Heko Köster (RIVM), Rob v.d. Velde (RIVM, voorzitter), en Jaap Wiertz (RIVM).

De auteurs zijn zeer erkentelijk voor de ideeën en suggesties van Petra van Egmond van het LAE. Voorts is veel dank verschuldigd aan Heko Köster, Rob van de Velde en Jaap Wiertz van het LBG voor het kritisch doorlezen en becommentariëren van een eerdere versie van dit rapport.

In 1998 en 1999 is het werk aan de beschrijving van de landbouw in DSS Groene Ruimte voortgezet om te komen tot een systeem voor het ontwerpen en analyseren van oplossingsrichtingen voor milieuproblemen die zijn gerelateerd aan landbouw.

**INHOUD**

Abstract	7
Summary	8
Samenvatting	10
1. Inleiding	13
1.1. Achtergrond	13
1.2. Doelstelling	14
1.3. Andere publikaties in dit deelproject	15
1.4. Opbouw van dit rapport	15
2. Beschikbare modellen op verschillende schaalniveaus	17
2.1. Dier- en gewasniveau	17
2.1.1. Melkvee	17
2.1.2. Jongvee	17
2.1.3. Grasland	17
2.1.4. Maïs	18
2.2. Bedrijfsniveau	18
2.2.1. Melkveehouderij en andere systemen	18
2.3. Van bedrijf naar gebied naar nationaal	19
2.4. Van gebied naar landbouwsector	19
2.5. Van gebied naar nationaal	21
2.5.1. Nutriëntenstromen	21
2.5.2. Grondmobiliteit en grondprijis	22
2.5.3. Ruimtegebruik	22
2.6. Ontwikkeling van ruimtelijke landbouwscenario's	23
3. Typologie van landbouwkundig ruimtegebruik	27
3.1. Inleiding	27
3.2. Typologie van de landbouw	27
3.3. Beschikbaarheid van gegevens	31
4. Uitwerking van de typologie aan de hand van voorbeelden	33
4.1. Melkveehouderij	33
4.1.1. Inleiding	33
4.1.2. Kenmerken van 4 typen van melkveehouderij	33
4.1.3. Performance indicatoren.	36
4.2. Varkenshouderij	38
4.2.1. Inleiding	38
4.2.2. Kenmerken van het varkenshouderij gedeelte	40
4.2.3. Performance indicatoren van het varkenshouderij gedeelte	40
4.2.4. Kenmerken van het akkerbouw gedeelte	44
4.2.5. Performance indicatoren van het akkerbouwgedeelte	44
4.2.6. Overige milieuaspecten van varkenshouderij	45
4.2.7. Groene nevenfuncties	46
4.2.8. Perspectieven	46
5. Toepassing van twee typen melkveehouderij in de Achterhoek	49
5.1. Inleiding	49
5.2. Gebruikte typen melkveehouderij in de Achterhoek	49
5.2.1. Gangbare melkveehouderij	49
5.2.2. Biologische melkveehouderij	49
5.3. Berekening van emissies	51

5.3.1. Ammoniakemissie	51
5.3.2. Nitraatuitspoeling	51
5.4. Performance indicatoren	53
5.4.1. Emissies	53
5.4.2. Saldo	53
6. Bepaling van de attractiviteit van grond voor landbouwkundig ruimtegebruik	55
6.1. Omgevingsfactoren	55
6.1.1. Klimaat	55
6.1.2. Bodem en grondwater	55
6.2. Economische factoren; teeltsaldo	57
6.3. Milieufactoren	59
6.3.1. Milieueffecten van landgebruik	59
6.3.2. Ruimtegebruik	59
6.3.3. Energiegebruik	60
6.4. Locatiefactoren	60
7. aanbevelingen	61
7.1. Doelstelling	61
7.2. Landbouwscenario's	61
7.3. Typologie van de landbouw	62
7.4. Aanpassing model CLEAN en Ruimtescanner	62
7.5. Gewasgroei modellen	62
7.6. Ondernemersgedrag	63
Literatuur	65
Bijlage 1a. N balans voor 4 typen melkveehouderij	68
Bijlage 1b. P balans voor 4 typen melkveehouderij	69
Bijlage 1c. Energiegebruik voor 4 typen melkveehouderij	70
Bijlage 2. Rantsoenberekening voor een gesloten, grondgebonden varkenshouderijbedrijf	71
Bijlage 3. Arbeidsbehoefte voor een gesloten, grondgebonden varkenshouderijbedrijf	72
Bijlage 4. Bedrijfseconomische berekening voor een gesloten, grondgebonden varkenshouderijbedrijf	73
Bijlage 5. Rotatie voor een gesloten, grondgebonden varkenshouderijbedrijf	76
Bijlage 6. P, K en N-gehalten in verschillende balansposten	77
Bijlage 7. Berekening energiegebruik voor een gesloten, grondgebonden varkenshouderijbedrijf	78
Bijlage 8. Benodigde aanpassingen in beschikbaar instrumentarium t.b.v. scenario-ontwikkeling en -analyse	80

**ABSTRACT**

This report describes the development of a methodology for determining the attractiveness of land for agricultural production, which is part of the Decision Support System (DSS) for Rural Areas in the Netherlands. The physical suitability of soil and climate, economic and environmental aspects, and interactions with other forms of land use form the basis for determining the attractiveness. A typology has been developed to describe alternative types of agricultural production systems. Examples of descriptions of agricultural system types on the basis of this typology are given for a number of systems, including dairy production, and mixed pork and arable production. An initial example of the model's functions has been worked out for dairy production in a sandy-soil region in the Netherlands. On the basis of this study a number of recommendations are given for future research and model and scenario development using the models CLEAN, DRAM and the Ruimtescanner.

## SUMMARY

Important changes are expected in Dutch agriculture as a consequence of growing demands for land due to increasing urbanization and infrastructure, the growing need to comply with environmental standards, European agricultural policies and tendencies in neighbouring countries, the world food problem and current restructuring of pig production and horticulture.

In view of these transformations in agriculture, in 1997 the feasibility was studied of an economic-environmental analysis system in the framework of the Decision Support System (DSS) for Rural Areas in the Netherlands. The aim of this system is to determine the attractiveness of land for agricultural production and evaluate agricultural systems on the basis of the physical suitability of climate and soil, environmental and economic aspects and spatial interactions with other functions of the land, including drinking-water supply, recreation, living and infrastructure. To assess the consequences of changes in agricultural production and its spatial allocation, the system must be able to answer a number of questions, e.g.:

- What are the environmental effects of specific spatial and environmental policies and measures in agriculture?
- What are the consequences of specific environmental standards for agricultural production at the macro-economic level, and on regional or farm scale? One of these standards is the tolerated nitrate concentration in drinking water.
- What farm management type corresponds to a given level of environmental quality?
- What is the effect of substituting current agricultural production systems with alternative systems?
- How can we evaluate efficiency of production against spatial and environmental effects?

A basis for analysing the above questions in the envisaged system is formed by the typology for agricultural systems. The major entries for this typology include the intensity of input use and production, and the use of agricultural chemicals. With the typology various forms of current and alternative agricultural production and combinations of agricultural and natural areas production can be described.

The typology does not distinguish between mixed forms of agricultural production. Mixed systems, such as pig and crop production, are described separately to limit the number of types in the typology. Interactions between the different systems occur through inputs and outputs (such as animal feed and manure). An exception is dairy farming, where grass, maize and milk production cannot be spatially separated. Each type has specific requirements regarding the environmental conditions and the location.

To be consistent with the methodology of the DSS for the Rural Areas, the system is designed for calculations on a grid scale of 500x500 m. This also means that the economic analysis of agricultural production systems is done on the basis of the production and the inputs used to determine the financial balance. This has a number of advantages: (1) Economies of scale are of less importance at the grid than at the farm level; (2) Environmental effects of agricultural production depend on the area of different crops and management, and not on the farm size; (3) Most of the policy measures to reduce the pollution load from agriculture are developed on an areal basis.

Both the consumer and internal demands (seed, animal feed, calves and piglets), and the quality of products, determine the developments in agriculture to a large extent. In the envisaged system demand, production, translocation of farms and developments in the land prices will be described in scenarios. These scenarios will be made region-specific and converted to grids. Two alternative approaches have been proposed to realize this spatial allocation:

(i) The first option is based on RIVM-models, by coupling the "Ruimte-scanner" model (spatial claims of various land uses) with the model CLEAN (to describe nutrient use and flows between



regions in agriculture). For this, both models will need to be adapted to allow for calculations on the basis of the typology developed.

(ii) A good alternative for the CLEAN model is the DRAM model, developed by LEI-DLO. Currently a coupling of the models Ruimtescanner and DRAM is being developed, whereby information at the farm-level can be linked to geographical information on the scale of parcels. Scenarios and calculations done by LEI-DLO can thus be presented geographically-specific.

The factors determining the attractiveness of land for agricultural production are also discussed in this report. These factors comprise environmental factors (climate, soil properties and drainage condition as determined by groundwater depth), economic factors and factors related to the characteristics of a location in terms of accessibility, environmental effects of agriculture on groundwater and surrounding nature areas (through e.g. air emissions and deposition).

A major disadvantage of the spatial physico-agronomical description of agricultural systems is that the farmer's economic behaviour cannot be taken into account, since this is important on a more detailed scale. The relation between economy, emotions and culture, expressed in terms of the farmer's economic behaviour can be included in the analysis by (i) describing the farmer's behaviour in a scenario; (ii) including the factor of the farmer's behaviour in the description of the agricultural types; (iii) evaluating the effects of investments or policy measures by the government on the farmer's economic behaviour with other models, such as the LEI-DLO Dutch Regionalized Agricultural Model (DRAM). Effects of policies to reduce the nutrient load in agriculture, changes in hydrology and climate change can be analyzed with crop growth models, which form an important addition to the proposed methodology.

Examples of descriptions of agricultural types are given for dairy, pork and feed production. The functionality of the envisaged system is illustrated in a sample simulation describing environmental effects of current and environmental-friendly dairy farming on sandy soils in the Achterhoek region.

## SAMENVATTING

In de landbouw worden belangrijke veranderingen verwacht. Deze transformaties zijn mede het gevolg van verstedelijking en uitbreiding van infrastructuur, steeds strengere eisen vanuit milieu en natuur, Europees landbouwbeleid en tendenzen in aangrenzende landen, het wereldvoedsel-vraagstuk, en de reeds gestarte herstructurering van de varkenshouderij en glastuinbouw.

In het licht van de verwachte transformaties is in 1997 de aanzet gegeven tot het ontwikkelen van een economie-milieuanalyseinstrument ten behoeve van het Decision Support System (DSS) Groene Ruimte. Het doel van het beoogde systeem is het bepalen van de attractiviteit van land voor landbouwproductie en het evalueren van landbouwsystemen op basis van milieu- en economische aspecten, ruimtegebruik en interacties tussen landbouw en andere functies in de groene ruimte. Voor de analyse van de gevolgen van transformaties in de landbouw (productie en ruimtelijke indeling) moet een aantal praktische vragen met het systeem kunnen worden beantwoord:

- Wat zijn de milieueffecten van bepaalde ruimtelijke- en milieumaatregelen in de landbouw ?
- Wat zijn de (bedrijfs-) economische gevolgen voor de landbouwproductie van milieunormen ?
- Wat is het effect van de overgang van bestaande naar alternatieve landbouwproductievormen ?
- Hoe kan de efficiëntie van de landbouwproductie worden afgewogen tegen de omgevingsefficiëntie (milieu- en natuurwinst) ?

Zowel de consumentenvraag als de interne vraag vanuit de landbouw zelf (zaai- en pootgoed, krachtvoer, biggen en kalveren, etc.) bepalen in grote mate de ontwikkelingen. De vraag naar producten en de kwaliteit daarvan dient als uitgangspunt bij het ontwerpen van landbouwtypen.

Als basis voor de analyse van bovenstaande vragen is een typologie van de landbouw ontwikkeld, met als belangrijkste ingangen de produktierichting, de intensiteit van het gebruik van inputs en productie, en de schaalgrootte. In de typologie worden "landbouwtypen" onderscheiden. Naast gangbare landbouwtypen kunnen diverse typen van industriële en milieubewuste vormen van productie en combinaties van landbouwproductie met natuurtaken of landschapsbeheer worden beschreven.

In de typologie worden produktierichtingen afzonderlijk beschreven in landbouwtypen. Gemengde vormen, zoals de combinatie van varkenshouderij met akkerbouw, worden beschreven als combinaties van afzonderlijke typen. Hierdoor wordt het aantal te onderscheiden typen beperkt. Interacties tussen typen vinden plaats via inputs en outputs (veevoer uit het akkerbouwsysteem, mest uit de veehouderij). Een uitzondering wordt gevormd door grondgebonden melkproductie, waar gras-, maïs en melkproductie vaak moeilijk ruimtelijk kunnen worden gescheiden.

Analoog aan de methodiek van DSS Groene Ruimte is gekozen om het ruimtegebruik te beschrijven op het niveau van gridcellen van 500x500 m. Deze ruimtelijke basis heeft een aantal voordelen: (1) Het economische resultaat van landbouwtypen wordt berekend op basis van de bereikte productie en de gebruikte inputs, waarmee het arbeidsinkomen wordt berekend. Hierbij zijn schaafeffecten van productie van minder belang dan bij berekeningen op bedrijfsniveau waarbij het gezinsinkomen een rol speelt; (2) Milieu- en ruimteeffecten zijn afhankelijk van het oppervlak van de verschillende gewassen en het management, en niet van de grootte van bedrijven. (3) Beheersmaatregelen in de landbouw zijn gericht op hectares, niet op bedrijven.

De toekomstige vraag naar landbouwproducten en de productie zal per regio worden beschreven in scenario's. Hierbij zijn twee alternatieven mogelijk voor ruimtelijke allocatie van scenario's:

- (i) Op basis van RIVM-instrumentarium. Hierbij worden de ontwikkelde scenario's eerst vertaald naar regio's, en binnen regio's naar grids met behulp van de "Ruimtescanner" (gebiedsspecifieke en grid-kaarten van landgebruik op basis van ruimtelijke claims van alle

functies in de groene ruimte) en het model CLEAN (nutriëntenbelasting en stromen tussen gebieden). Hiervoor moeten in beide modellen aanpassingen worden aangebracht om te kunnen rekenen met landbouwtypen. Een belangrijke toevoeging is het gebruik van gewasgroeimodellen, waarmee effecten van mestbeleid, waterhuishouding en klimaatverandering op gewasopbrengsten kunnen worden bestudeerd.

(ii) Een goed alternatief voor het model CLEAN is het DRAM model van LEI-DLO. Momenteel wordt gewerkt aan een koppeling tussen de modellen DRAM en Ruimtescanner, waardoor het mogelijk wordt om informatie op bedrijfsniveau te koppelen aan percelen. Hierdoor kunnen LEI-berekeningen en gegevens van een ruimtelijke component worden voorzien.

Landbouwtypen stellen eisen aan de hoedanigheden van het land en aan de locatie (ruimtelijke samenhang en bereikbaarheid). De mate van overeenkomst tussen deze eisen en de landhoedanigheden bepaalt de attractiviteit voor een bepaald landbouwkundig gebruik. De methodiek voor het bepalen van de attractiviteit op basis van fysische-, economische-, milieu- en locatiefactoren wordt in dit rapport besproken.

De gekozen ruimtelijke fysieke landbouwkundige invalshoek heeft als nadeel dat deze niet het ondernemersgedrag kan verklaren. De relatie tussen economie, emotie en cultuur, samengevat in ondernemersgedrag, kan in de analyses echter worden opgenomen door (i) Ondernemersgedrag te beschrijven in een scenario; (ii) De factor ondernemer op te nemen in de beschrijving van het landbouwtype; (iii) Maatregelen of investeringen door de overheid en effecten op het ondernemersgedrag te analyseren in bijvoorbeeld een landsdekkend model zoals het LEI-DLO-Approximati model of het Dutch Regionalized Agricultural Model (DRAM).

Er zijn aantal voorbeelden uitgewerkt van landbouwtypen voor melkveehouderij, varkenshouderij en voerproductie. Tevens is een voorbeeld uitgewerkt van het gebruik van het beoogde systeem voor het beschrijven van de milieubelasting door melkveehouderij op zandgronden voor de huidige situatie en voor een toekomstig alternatieve vorm van melkproductie. Uit deze voorbeelden blijkt dat het mogelijk is om gegevens over bedrijven te combineren met statistische gegevens over de landbouw, in een systeem dat de oppervlakte-eenheid als basis heeft, om de bovengenoemde vragen te beantwoorden.



## 1. INLEIDING

### 1.1. Achtergrond

De landbouw is de afgelopen decennia sterk veranderd, maar is en blijft voorlopig de grootste grondgebruiker in de groene ruimte. Ook in de toekomst zijn belangrijke ontwikkelingen te verwachten. Er zijn een aantal krachten die veranderingen in de landbouw aandrijven.

Ten eerste ondervindt de landbouw door haar grote ruimtebeslag vrijwel altijd de gevolgen van de ontwikkelingen van andere functies van de groene ruimte, zoals wonen, werken, recreatie, infrastructuur en drinkwatervoorziening. De toekomstige ruimtelijke indeling van Nederland staat momenteel vooral in het licht van verstedelijking en infrastructuur.

Ten tweede heeft de landbouw niet alleen te maken met concurrentie van andere functies, maar ook met steeds strengere eisen die aan het milieu worden gesteld. Om aan de verschillende normen en doelstellingen voor emissies en bodem- en grondwaterverontreiniging te voldoen, zal de landbouw zich moeten aanpassen. Daarnaast krijgt de landbouw in een aantal gebieden steeds meer de rol van landschapsbeheerder, vooral in gebieden die sterk onder stedelijke invloedssfeer staan. Dit zal gevolgen hebben voor zowel de produktie als de ruimtelijke allocatie van de produktie (Van Eck *et al.*, 1997). Zo zullen een aantal gebieden met hoge zandgronden mogelijk verworden tot marginale gebieden voor landbouw, terwijl op zeeklei er mogelijk een ontwikkeling gaat plaatsvinden naar een technologisch vooruitstrevende en hoogproductieve grondgebonden landbouw.

Een derde drijvende kracht achter veranderingen zijn de ontwikkelingen in het buitenland, met name Europa (RPD, 1997). De ontwikkeling van het landbouwkundig grondgebruik worden maar ten dele veroorzaakt door vraag en aanbod binnen de landsgrenzen. Ruimteclaims worden beïnvloed door tendenzen in de ons omringende landen en het beleid dat op Europees niveau wordt gevoerd.

Als vierde drijvende kracht kan het wereldvoedselvraagstuk genoemd worden. Om de Nederlandse melk- en vlees produktie mogelijk te maken, vindt invoer van veevoer plaats vanuit het buitenland. Het ruimtegebruik voor veevoerproduktie in het buitenland ten behoeve van Nederlandse dierlijke produktie is 2 à 3 maal zo hoog als het Nederlandse areaal dat voor landbouw in gebruik is (Van de Velde *et al.*, 1998). De bevolkings- en economische ontwikkeling wereldwijd zullen daarom zeker invloed hebben op beschikbaarheid en prijzen van veevoerprodukten.

Als laatste, maar zeer belangrijke drijvende kracht, kan worden genoemd de huidige herstructurering in de varkenshouderij en de glastuinbouw.

In het verleden beperkten de analyses van het RIVM zich tot effectanalyses, waarbij milieu- en ruimteproblemen in kaart konden worden gebracht. De bovenstaande veranderingen in de landbouw geven de noodzaak aan van een andere, oplossingsgerichte en integrale aanpak. Voor de analyse van de mogelijkheden voor ruimtelijke ontwikkelingen van de landbouw is een gereedschap nodig dat rentabiliteit, kwaliteit van produkten, natuurwaarde en milieueisen verenigt, waarbij ook de samenhang met andere functies van de groene ruimte een rol moet spelen.

De ontwikkeling van het instrumentarium voor de beschrijving van de landbouw vindt plaats in het kader van het landsdekkend Decision Support System (DSS) Groene Ruimte (Van de Velde *et al.*, 1998). Het doel van het DSS Groene Ruimte is een geïntegreerd, operationeel informatiesysteem te ontwikkelen voor:

- Ondersteuning van de analyse van consequenties van veranderingen in de omgevingskwaliteit voor kwetsbare functies;

- Operationaliseren van milieueisen van kwetsbare functies;
- Aangeven van potenties en milieugebruiksruimte van “actor” functies;
- Analyse van samengestelde beleidspakketten bestaande uit generieke en gebiedsgerichte emissie maatregelen;
- Analyse van inrichtingsvarianten en beheersmaatregelen vanuit het natuurbeleid op effecten voor andere functies.

De fysieke omgevingskwaliteit is een begrip dat gekoppeld is aan een actorfunctie en een receptorfunctie. Centraal in het DSS staan de ruimtelijke functies landbouw, natuur, waterwinning en recreatie. Daarbij is een eerste component de beschrijving en analyse van de geschiktheid of attractiviteit van de ruimte voor een bepaalde functie. De volgende typen van analyses kunnen met het DSS worden uitgevoerd:

- “*Vooruitrekenen*”: (i) druk-analyse van de relatie tussen actorfuncties en omgevingskwaliteit; (ii) effectanalyse van de relatie tussen omgevingskwaliteit en de receptorfunctie;
- “*Terugrekenen*”: (i) eisen-analyse van de benodigde omgevingskwaliteit die voldoende bescherming geeft aan een gekozen kwaliteitsniveau van de receptorfunctie; (ii) analyse van de “emissie-ruimte” van de actorfuncties gegeven een gekozen niveau van de omgevingskwaliteit.

Omdat het beoogde systeem een onderdeel moet vormen van DSS Groene Ruimte, zijn een aantal technische uitgangspunten gegeven. Zo wordt in het DSS Groene Ruimte gerekend op het niveau van gridcellen (voorlopig van  $500 \times 500$  m), en dat heeft als consequentie dat de eenheid van oppervlakte de basis is voor typering van het landbouwkundig ruimtegebruik.

In dit rapport zal een eerste aanzet worden gegeven voor de ontwikkeling van een dergelijk gereedschap voor de functie landbouw. Hierbij zal de nadruk liggen op de beschrijving van de verschillende landbouwsystemen en de interacties tussen landbouw en de overige functies in de groene ruimte, zowel voor de huidige situatie als voor mogelijke toekomstige veranderingen in de landbouw en oplossingsrichtingen voor milieuproblemen.

## 1.2. Doelstelling

De kwaliteit van het milieu beïnvloedt het functioneren van de landbouw als producent, en de invloed van de landbouw op het milieu bepaalt mede de relatie met de andere functies van de groene ruimte. Er zijn diverse drijvende krachten achter veranderingen in de landbouw. Bij zulke veranderingen komen diverse vragen naar voren met betrekking tot de gevolgen voor productie, milieu, werkgelegenheid, inkomens, milieubelasting, en natuurwaarde.

Het hoofddoel van het beoogde systeem is het optimaliseren van het ruimtegebruik binnen een gebied, waarbij een winst- en verliesbalans voor milieu en natuur wordt opgemaakt voor verschillende relevante alternatieve landgebruiksvormen. Hierbij zijn vooral van belang milieueffecten van landbouw, economische gevolgen van milieu- en ruimtebeleid en economische aspecten van huidige en alternatieve vormen van landbouw, en bepaling van de attractiviteit van een gebied voor landbouw ten behoeve van ruimtelijke allocatie van landbouw-activiteiten binnen een gebied. In het kort zijn de doelstellingen voor landbouw in DSS Groene Ruimte:

- *Milieu*. (i) Bepaling van de milieubelasting bij huidige landbouw en voor scenario's voor toekomstige produktievormen (“vooruitrekenen”); (ii) Bepaling van de (toekomstige) vorm(en) van landbouw behorende bij een bepaalde milieu- of natuurdoelstelling (“terugrekenen”). In dit rapport wordt vooral ingegaan op het vooruitrekenen. In een ander

rapport (Groeneveld *et al.*, 1998) wordt een aanzet gegeven tot de ontwikkeling van methodes voor het terugrekenen vanuit milieudoelstellingen en -normen naar daarbij behorende vormen van landbouw.

- *Economie*. Berekening van het saldooverlies of -winst per hectare als gevolg van maatregelen door landbouw om aan de eisen van andere functies in de groene ruimte te voldoen. Deze eisen kunnen betrekking hebben op grondwaterpeilbeheer, emissies naar bodem, lucht of grondwater. Saldooverlies per hectare is zowel voor de boer (inkomensverlies) als voor de gemeenschap (subsidies, vergoedingen) van belang.

- *Scenario's*. Ruimtelijke scenario's van landbouwontwikkeling dienen als basis voor bovenstaande afwegingen en vergelijkingen. Daarom wordt in dit rapport een aanzet gegeven voor de ontwikkeling van een methodiek voor ontwikkeling van ruimtelijke landbouwscenario's, in de vorm van een landbouwplanner vergelijkbaar en compatibel met de natuurplanner (Latour *et al.*, 1997).

- *Allocatie*. Ruimtelijke toedeling van activiteiten gebeurt op basis van de attractiviteit. De attractiviteit van het land voor verschillende vormen van landbouw wordt bepaald door een aantal factoren:

- Omgevingsfactoren, waaronder klimaat en bodemgeschiktheid, die samen de potentiële productie bepalen.
- Economische factoren, zoals tot uitdrukking komt in het gezinsinkomen of arbeidsinkomen
- Milieufactoren, zoals bepaald door het ruimtebeslag, de kwetsbaarheid van het land voor milieudruk veroorzaakt door het gebruik ervan, en de schade aan omringende functies door bijvoorbeeld grondwater- en luchtverontreiniging.
- Sociaal-economische factoren. Hieronder vallen de historische ontwikkeling van een gebied, toekomstverwachtingen, beschikbaarheid van arbeid.
- Locatiefactoren. Deze hebben betrekking op de ruimtelijke samenhang (bereikbaarheid, nabijheid van gebieden met voerproductie, mogelijkheden tot mestafzet, etc.).

Om aan deze doelstellingen te kunnen voldoen, met name afwegingen tussen milieueffecten en economische gevolgen van veranderingen in de landbouw, moet een onderscheid worden gemaakt tussen verschillende vormen van landbouwproductie. Een *typologie* van de landbouw is de basis voor zulke afwegingen. Onderlinge vergelijkingen kunnen worden gemaakt op grond van de kenmerken van onderscheiden landbouwtypen.

### 1.3. Andere publikaties in dit deelproject

In het kader van het deelproject zullen behalve dit rapport nog twee rapporten worden gepubliceerd, nl. een literatuurstudie over milieubewuste vormen van landbouw dat als basis dient voor de beschrijving van een aantal landbouwtypen (Köster, 1998), en een studie naar de bedrijfseconomische effecten van verminderde stikstofbelasting in de melkveehouderij om nitraatuitspoeling te beperken tot onder de nitraatnorm voor drinkwater (Groeneveld *et al.*, 1998). Deze laatste studie in een voorbeeld van het "terugrekenen" vanuit milieudoelstellingen naar daarbij passende vormen van landbouw.

### 1.4. Opbouw van dit rapport

Verschillende typen modellen op verschillende schaalniveaus zijn beschikbaar om de relatie tussen landbouw en milieukwaliteit te bestuderen. In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van modellen op gewas-, dier- en veldschaal, en gebieds-, sector- en nationale

schaal. Op basis hiervan zal een ontwerp worden gemaakt van de beschrijving van de landbouw in DSS Groene Ruimte. Een belangrijk onderdeel van de beschrijving van de landbouw wordt gevormd door een indeling op basis van een typologie van de landbouw, zoals die in hoofdstuk 3 is uitgewerkt. In hoofdstukken 4 zullen voorbeelden worden gegeven van beschrijvingen van landbouwsystemen volgens de ontwikkelde typologie. In hoofdstuk 5 zal een voorbeeld worden uitgewerkt van de vergelijking van milieu- en economische effecten van verschillende vormen van landgebruik zoals voorzien in DSS Groene Ruimte. In dit voorbeeld zal voor de Achterhoek de gangbare melkveehouderij worden vergeleken met biologische melkveehouderij. Hoofdstuk 6 beschrijft de verschillende factoren die de attractiviteit van grond voor landbouwkundig gebruik bepalen.



## 2. BESCHIKBARE MODELLEN OP VERSCHILLENDE SCHAALNIVEAUS

Er bestaat een groot aantal modellen waarmee de relatie tussen produktie, economie en milieu kan worden geanalyseerd. Daarnaast bestaan er modellen die specifiek de relatie tussen landgebruik, milieu en ruimte beschrijven. Afhankelijk van de vraagstelling, zijn deze modellen op verschillende schaalniveaus ontwikkeld. Hier zal een overzicht worden gegeven van de typen modellen en de schaal waarop ze worden gebruikt, waarbij het niet de bedoeling is een volledig overzicht te geven. Tenslotte zal een aanzet worden gegeven van een systeem om gebiedsspecifieke en geografisch expliciete scenario's op grid te ontwikkelen.

### 2.1. Dier- en gewasniveau

#### 2.1.1. Melkvee

Het koemodel, dat is ontwikkeld door Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR, 1991), bootst de voeropname en melkproduktie van een melkkoe na. De rekenregels die in het koemodel zijn opgenomen zijn uit onderzoekgegevens afgeleid. In het koemodel staat de energiehuishouding van een koe centraal. Het model tracht via de voeding zo goed mogelijk te voorzien in de energiebehoefte nodig voor onderhoud en produktie van het dier. Tevens wordt de eiwitbehoefte berekend en de mate waarin daarin wordt voorzien.

De behoefte aan energie en eiwit is opgebouwd uit de behoefte voor melkproduktie, groei, onderhoud en reproductie. Het uitgangspunt bij de berekeningen van energie- en eiwitbehoefte is de jaarproduktie van de koe. Vanuit de jaarproduktie wordt de melkproduktie berekend voor elke dag in de lactatieperiode. Naast de energie voor melkproduktie is energie nodig voor de groei van het dier, hoofdzakelijk bij de vaarzen en tweede-kalfskoeien die zich nog moeten ontwikkelen. De energie voor onderhoud bestaat uit het op peil houden van alle lichaams-processen, en is afhankelijk van het gewicht van het dier. Energie en eiwit voor dracht speelt vooral een rol in de laatste weken van de lactatie en tijdens de droogstand.

Allereerst wordt ruwvoer aan de koe verstrekt. Is de met ruwvoer opgenomen energie onvoldoende dan wordt krachtvoer verstrekt, waarbij een maximum wordt aangehouden op basis van de eis van voldoende structuur in het rantsoen. Bevat het rantsoen minder energie dan de behoefte, dan worden lichaamsreserves aangesproken, die aan het eind van de lactatie en tijdens de droogstand weer worden aangevuld.

#### 2.1.2. Jongvee

In het jongveemodel (PR, 1991) worden de dagelijkse voeropname en groei van kalveren en pinken nagebootst. De werkwijze is grotendeels dezelfde als bij het koemodel. De energie- en eiwitbehoefte wordt bepaald door groei en onderhoud. Pinken hebben daarnaast energie en eiwit nodig voor de dracht. In het jongveemodel wordt een vaste groeicurve gebruikt, op grond waarvan de ruwvoeropname en benodigde krachtvoeraanvulling worden berekend.

#### 2.1.3. Grasland

Het model GRASMOD is ontwikkeld door AB-DLO (Middelkoop en Aarts, 1991; Van de Ven, 1992) om op een consistente manier aanvoer en afvoer van stikstof te kunnen kwantificeren voor een breed scala van graslandproduktiesystemen. De resultaten worden tezamen met andere gegevens betreffende het winterseizoen en andere gewassen, gebruikt om ruwvoer-produktiesystemen te optimaliseren naar landbouwkundige, milieukundige en economische doelstellingen. Het model kan echter ook onafhankelijk hiervan worden

gebruikt om de effecten van graslandgebruik en -bemesting op de gras- en melkproductie en op N-verliezen naar het milieu te kwantificeren.

De nadruk ligt op de relatie tussen plantaardige productie in grasland en N-efficiëntie van stikstofgebruik. Om het model te kunnen gebruiken moeten verschillende systeemkarakteristieken worden geselecteerd door de gebruiker, zoals graslandgebruikswijze (zomerstalvoeding met of zonder aanvulling van snijmaïs, onbeperkt omweiden, of beperkt omweiden met aanvulling van snijmaïs), het maaipercentage, de N-gift, de jaarlijkse melkproductie per koe en het type krachtvoer (standaard of eiwitarm). Elke combinatie van invoergegevens beschrijft een specifiek produktiesysteem.

In een latere uitbreiding hebben Boons-Prins en Van de Ven (1993) de stikstofstromen gerelateerd aan jongvee in de graslandbeheerssystemen aan het model toegevoegd.

#### 2.1.4. Maïs

Door het AB-DLO is een model ontwikkeld om de drogestofopbrengst van maïs en emissies van ammoniak en nitraat te bepalen in relatie tot vocht- en stikstofleverend vermogen van de bodem en de bemesting (Aarts en Middelkoop, 1990). Bij het zoeken naar verbanden tussen de hoeveelheid opneembare stikstof, stikstofopname en drogestofproductie is gebruik gemaakt van resultaten van meerjarige proeven die zijn aangelegd om het effect van grote giften drijfmest te bestuderen. De ammoniakemissie is afgeleid uit de hoeveelheid dierlijke mest en de methode van mestaanwending. Aangenomen is dat het gedeelte van de nitraat, dat niet door het gewas wordt opgenomen, uitspoelt, waarbij rekening is gehouden met denitrificatie. Met behulp van deze relaties is het mogelijk voor een willekeurige perceelssituatie te berekenen wat de effecten zijn van bemesting op productie en emissies. Hoewel niet voor dit doel ontwikkeld, lijkt de rekenprocedure geschikt om te worden gebruikt als basis voor een bemestingsadviessysteem voor maïs.

## **2.2. Bedrijfsniveau**

### 2.2.1. Melkveehouderij en andere systemen

Een deterministisch statisch lineair programmeringmodel van een melkveehouderijbedrijf is ontwikkeld door LUW (Berentsen en Giesen, 1995). Het model maximaliseert het arbeidsinkomen van de melkveehouder onder een doelfunctie, waarbij effecten van beleid en technologische- en prijsveranderingen op het bedrijfsplan, economische resultaten en nutriëntverliezen kunnen worden geanalyseerd.

Een tweede voorbeeld van een bedrijfsmodel model, Approxi, is oorspronkelijk ontwikkeld door LEI-DLO (Hennen, 1995) om het gedrag van melkveehouders als reactie op beleidsmaatregelen te beschrijven en effecten op inkomen, bedrijfsstructuur, natuur en milieu te analyseren. Hierbij kunnen een aantal socio-economische veranderingen worden bestudeerd:

- Technologische veranderingen en autonome ontwikkelingen;
- Bedrijfsspecifieke input-output relaties;
- De huidige bedrijfsstructuur;
- Algemene beleidsveranderingen (zoals resultaten van EU beleid en WTO/GATT)
- Strategische aspecten zoals structurele prijsveranderingen op macro-niveau, effecten door veranderingen in de continuïteit van bedrijven, en veranderingen in de structuur van de landbouwsector.

Input gegevens van bedrijven kunnen empirische bedrijfsgegevens of gemiddelden voor groepen van bedrijven zijn, waarbij aggregatie tot sectorniveau mogelijk moet zijn. Hiervoor

kunnen bijvoorbeeld gegevens uit het Bedrijven-Informatienet van LEI-DLO worden gebruikt, waarbij wordt aangenomen dat de steekproef de gehele populatie vertegenwoordigt.

Indicatoren voor milieu en natuur die worden berekend zijn input, output en overschotten van stikstof en fosfaat, ammoniak vervluchtiging, nitraatuitspoeling, het areaal van slootkant-beheer, areaal van grasland waar weidevogels en biodiversiteit beschermd zijn, en het aantal boerderijen dat overgaat naar extensieve vormen van landbouw. Omdat de simulaties worden gedaan voor representatieve bedrijven uit het Bedrijven-Informatienet, kunnen de resultaten worden geaggregeerd naar sectorniveau.

### **2.3. Van bedrijf naar gebied naar nationaal**

Het Stofstromenmodel ontwikkeld door LEI-DLO (Dijk *et al.*, 1996) beschijft economische activiteiten en de daarbij behorende nutriëntenstromen op het niveau van agrarische bedrijven. Met het Stofstromenmodel kunnen zowel de huidige situatie als toekomstige scenario's worden geanalyseerd. Hierbij worden resultaten van individuele bedrijven geaggregeerd naar regionale en nationale schaal. Gewasproductie en dierlijke productie zijn in het model opgenomen als gewasgroeimodellen en nutriëntenbalansen:

- De gewasgroeimodellen bevatten relaties tussen beschikbare stikstof en gewasopname, relaties tussen stikstofopname en droge stof productie en verschillende verliesposten, zoals ammoniakvervluchtiging. Deze modellen zijn gebaseerd op experimenteel onderzoek van gewasproductie (Aarts en Middelkoop, 1990; Middelkoop en Aarts, 1991) en dierlijke productie (Van de Ven, 1992). In deze modellen wordt de invloed van bodemtype, waterbeschikbaarheid, tijdstip van aanwending van dierlijke mest en beweidingssysteem beschreven.
- Voor dierlijke productie wordt in het stofstromenmodel het gehalte aan nutriënten van de uitgescheiden mest berekend als het verschil tussen het gehalte in het produkt (vlees, melk, eieren, etc.) en het gehalte in het veevoer. Iedere diercategorie consumeert een vaste hoeveelheid voer. Voor melkkoeien hangt de voerconsumptie af van de melkproductie. De samenstelling van het veevoer hangt af van de gewasproductie op bedrijfsniveau. Voor dierlijke produktiesystemen kan een nutriëntenbalans worden opgesteld, die externe inputs en outputs weergeeft, en de veranderingen in bodemvoorraden. Voor ieder gewas en voor het bodemsysteem worden ook balansen opgesteld. Deze balansen vormen het hart van het model.

In het stofstromenmodel wordt de bedrijveninformatie geaggregeerd naar sectorniveau. Een van de doelen van het stofstromenmodel is de evaluatie van milieu- en economische effecten van overheidsbeleid voor reductie van nutriëntenverliezen. De reactie van boeren op beleidsmaatregelen hangt af van de beschikbare technische mogelijkheden en kosten. Het gedrag en strategieën van de producenten voor gebruik van dierlijke mest, voergebruik, beweidingssysteem, etc., zijn beschreven in het model als coëfficiënten, correctiefactoren, expert-knowledge en vergelijkingen gebaseerd op praktijkgegevens. De gegevens die worden gebruikt voor het karakteriseren van de landbouwproductie en -bedrijven komen uit de Meitellingen en Bedrijven-Informatienet van LEI-DLO en andere bronnen (bijvoorbeeld voor melkquota).

### **2.4. Van gebied naar landbouwsector**

Het Dutch Regionalized Agricultural Model (DRAM) ontwikkeld door LEI-DLO (Helming, 1997) is een regionaal, multisector, mathematisch programmerings-, comparatief statisch,

partieel evenwichtsmodel van de Nederlandse landbouw gericht op de trade-off tussen milieu en economie. Met dit model kunnen lange-termijnaanpassingen van de landbouwsector aan strengere milieueisen worden geanalyseerd. Aanpassingen worden gestuurd door de aanname dat producenten op de lange termijn naar winstmaximalisatie streven en de veronderstelling van volledige mededinging op alle markten.

De landbouwsector is gedesaggregeerd naar 14 regio's die onderling zijn verbonden door middel van transportstromen van 21 eindprodukten en interne leveringen (Tabel 1). Het model steunt op gegevens uit het Bedrijven-Informatienet van LEI-DLO, de landbouw-tellingen en literatuur. De totale vraag naar 18 eindprodukten wordt beschreven door lineaire regionale vraagvergelijkingen. De parameters van deze vraagvergelijkingen worden beïnvloed door veranderingen in de exportvraag. Hierbij wordt gebruik gemaakt van het European Community Agricultural Model (ECAM), zodat met prijsontwikkelingen in de rest van Europa rekening wordt gehouden.

Interne leveringen bestaan uit ruwvoerders, dierlijke mest, kalveren, biggen en eendagskuikens. Interregionale transporten van interne leveringen worden op basis van

**Tabel 1.** Onderscheiden regio's en produkten in het DRAM model.

<b>A. Produkten</b>		
Produktierichting	Produktgroep	Eindprodukt
Akkerbouw	Graan	Tarwe
	Aardappelen	Consumptieaardappelen
		Fabriksaardappelen
	Suikerbieten	Suikerbieten
	Handelsgewassen	Graszaad
	Peulvruchten	Erwten
	Uien	Uien
Vollegrondsgroententeelt	Intensief	Prei Spruitkool
	Extensief	Winterpeen
	Tulp / lelie	
Bloembollenteelt		
Grondgebonden veehouderij	Melkveehouderij	Melk
	Rundvleesvee	Rundvlees
Niet-grondgebonden veehouderij	Rundveehouderij	Kalfsvlees
	Varkenshouderij	Varkensvlees
		Levende varkens
	Biggen	
	Pluimveehouderij	Consumptieëieren
		Eendagskuikens
	Pluimveevlees	
<b>B. Onderscheiden regio's</b>		
Grondsoort	Regio	
Klei	Noordelijk zeekleigebied	
	Hollandse (IJsselmeer)polders	
	Zuidwestelijk zeekleigebied	
	Rivierkleigebied	
Löss	Zuid Limburg	
Veen	Noordelijk weidegebied	
	Westelijk weidegebied	
Zand	Noordelijk zandgebied	
	Oostelijk zandgebied	
	Centraal zandgebied	
	Zuidelijk zandgebied	
	Veenkoloniën	
	Overig Noord-Holland	
	Overig Zuid-Holland	

prijverschillen berekend. Internationale handel van interne leveringen is ook mogelijk, waarbij de exportvraag en importaangebod van interne leveringen en varkens volledig elastisch is, d.w.z. dat buitenlandse afzet en import tegen een vaste prijs geschiedt.

Er is in het model gebruik gemaakt van één landsdekkend model, waardoor consistentie op regionaal en nationaal niveau wordt nagestreefd. Het model houdt expliciet rekening met prijsveranderingen, die samenhangen met veranderingen in het landbouwmilieubeleid en overige externe factoren. Deze prijsveranderingen op regionale en nationale markten worden bepaald door tactische aanpassingen in input-output verhoudingen en daarmee gepaard gaande veranderingen in (regionale) vraag en aanbod.

De productie kan zich verplaatsen van de ene regio naar een andere, waardoor een beeld wordt verkregen van de regionale dimensie van milieueisen. Meerdere milieueisen kunnen simultaan worden afgewogen. Het model gaat in op bestrijdingsmiddelengebruik, mineralenoverschotten en de trade-off tussen milieuvariabelen onderling op nationaal en regionaal niveau. De aanpassingen aan strengere milieueisen worden onderscheiden van exogene ontwikkelingen in markt en techniek en effecten van gemeenschappelijk Europees landbouwbeleid (MacSharry-regelingen).

Theoretisch zou voor ieder individueel bedrijf een model moeten worden ontwikkeld. Koppeling van alle bedrijven levert dan het sectormodel op. Om te komen tot een werkbaar model zijn de beschikbare produktiemiddelen geaggregeerd tot 14 regionale boerderijen met verschillende technische en economische uitgangspunten gebaseerd op o.a. historische produktiemogelijkheden. De fout die door deze aggregatie wordt geïntroduceerd hangt af van de verschillen in technische mogelijkheden tussen bedrijven en doelstellingen van de individuele ondernemers en de transactiekosten van herallocatie van produktiemiddelen.

## 2.5. Van gebied naar nationaal

### 2.5.1. Nutriëntenstromen

Het Crops, Livestock and Emissions from Agriculture in the Netherlands (CLEAN)<sup>1</sup> model (Mooren en Hoogervorst, 1993) stelt het milieuprobleem vermisting centraal. Nederland is opgedeeld in 31 regio's. In het model wordt aan de hand van de ontwikkeling van de veestapel en de ontwikkeling van de excreties per diercategorie de mestproductie berekend. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen volume-, stikstof-, fosfaat- en kaliumcomponenten van de verschillende mestsoorten. In de berekeningen wordt ook rekening gehouden met de diverse weide-, stal- en opslagsystemen voor de onderscheiden diercategorieën om de ammoniakemissies uit de weide, de stal en de opslag van mest te berekenen.

Na de berekening van de mestproductie wordt de mest verdeeld over de gewassen. Het totale areaal van cultuurgrond wordt hiertoe ingedeeld in een aantal gewasgroepen, die worden gekoppeld aan bodemtype en grondwaterstand. Het mestverdelingsvraagstuk wordt in 3 stappen behandeld:

- De mest die op het eigen bedrijf wordt uitgereden wordt bepaald op basis van de wettelijke bemestingsnormen;
- Het bedrijfsoverschot van de mest wordt vervolgens verdeeld over de nog resterende bemestingsruimte binnen elk van de onderscheiden regio's. Hierbij wordt rekening gehouden met een acceptatiegraad die boeren hanteren voor het ontvangen van dierlijke mest die niet van het eigen bedrijf afkomstig is;

---

<sup>1</sup> Het model CLEAN is afgeleid van het Mest- en Ammoniakmodel (MAM) dat is ontwikkeld door LEI-DLO (Luesink en van der Veen, 1989). MAM rekent per bedrijf, en valt onder de categorie 2.3.

- Het nog resterende mestoverschot wordt vervolgens getransporteerd naar andere regio's waar nog plaatsingsruimte beschikbaar is, of verwerkt in mestfabrieken of geëxporteerd naar het buitenland.

Als alle mest een bestemming heeft gevonden in het model wordt, op basis van voorschriften voor het uitrijden van dierlijke mest en de beschikbare uitrijtechnieken, de ammoniak die bij uitrijden vrijkomt berekend. Naast de dierlijke mestgiftten wordt ook de kunstmestgift bepaald. Hierbij wordt de landbouwkundig geadviseerde bemesting als leidraad gebruikt. De ammoniakemissie uit kunstmest wordt vervolgens berekend.

### 2.5.2. Grondmobiliteit en grondprijs

Het Grondbalansenmodel is ontwikkeld door het LEI-DLO (Luijt, 1997) om de verschillende agrarische en niet-agrarische claims op landbouwgrond in kaart te brengen voor 14 landbouwregio's. Eerst wordt bepaald waar en hoeveel landbouwgrond er nodig is voor wonen, werken, natuur en recreatie. Deze claims worden in het model volledig toegewezen. Vervolgens wordt vastgesteld hoeveel agrarische bedrijven er binnen en buiten de aankoopgebieden worden opgeheven, en hoeveel produktierechten en landbouwgronden daarbij vrijkomen. Daarna wordt nagegaan hoeveel grond de tuinbouwsector claimt en waar deze claims liggen. De ruimtebehoefte van de tuinbouw is de uitkomst van de CPB-scenario's, en wordt ook volledig toegewezen.

De land- en tuinbouwbedrijven die in de aankoopgebieden liggen wordt geïdentificeerd, waarna wordt vastgesteld welke van hen zich in het binnenland hervestigen, waar dit gebeurt, het quotum dat door hervestigers wordt meegenomen, en de oppervlakte landbouwgrond die ze in het nieuwe gebied verwerven.

In het model krijgen hervestigers voorrang op de grondmarkt, vanwege het concurrentievoordeel dat men heeft op lokale ondernemers die ter plekke hun bedrijfsareaal willen uitbreiden (hervestigers kunnen een gebied kiezen met een zodanige prijs dat de aankoop van het gewenste bedrijfsareaal mogelijk wordt).

Nadat de grondbehoefte van de tuinbouw en de grond- en quotumbehoefte van hervestigers is toegewezen, worden zowel resterende produktierechten (ten behoeve van bedrijfsuitbreiding) als de resterende landbouwgrond (ten behoeve van areaaluitbreiding door niet-verplaatste bedrijven) toegewezen. Uiteindelijk resulteert er een landelijke evenwichtsprijs voor de produktierechten van melk en suiker en een evenwichtsprijs voor landbouwgrond in elk van de onderscheiden gebieden.

### 2.5.3. Ruimtegebruik

De Ruimtescanner, ontwikkeld door RIVM, VU Amsterdam en GEODAN (Schotten *et al.*, 1997), is een geïntegreerd ruimtelijk informatiesysteem om toekomstig landgebruik wordt gesimuleerd. Hierbij worden toekomstige ruimteclaims voor verschillende functies (landbouw, wonen, infrastructuur, drinkwatervoorziening, recreatie) in kaart gebracht door basisgegevens en rekenresultaten van diverse instanties en deskundigen te combineren en te integreren met bestaande ruimtelijke informatie. Verschillende ruimtelijke scenario's kunnen worden vertaald in toekomstige ruimteclaims, om aldus een bandbreedte van toekomstbeelden te verkrijgen. De allocatie van de ruimteclaims wordt bepaald door de concurrentie tussen de verschillende ruimteclaims binnen een gebied en de aantrekkelijkheid van het gebied voor de betreffende functie.

De aantrekkelijkheid van een locatie voor een bepaalde functie wordt in de ruimtescanner bepaald door:

- *Bodemgeschiktheid*. Bodemtextuur, grondwaterstand en andere bodemeigenschappen

bepalen de bodemgeschiktheid voor landbouw. Er worden de volgende landbouwgewassen onderscheiden: gras, maïs, aardappelen, bieten, granen, overig akkerbouw, open tuinbouw (groenten, boomkwekerijen, bloembollen, overig tuinbouw), glastuinbouw, braak. Er worden geen individuele diercategoriën onderscheiden.

- *Ruimtelijke samenhang en afstand.* Ruimtelijke functies beïnvloeden elkaar. Bepaalde functies vergroten of verkleinen de aantrekkelijkheid van een gebied voor andere functies. Zo zijn locaties nabij op- en afritten van snelwegen aantrekkelijk voor bedrijventerreinen, maar veel minder aantrekkelijk voor de functie wonen. De ruimtelijke samenhang wordt vertaald in potentiaalkaarten
- *Ruimtelijk beleid.* Het ruimtelijk beleid heeft voor sommige gebieden in Nederland het toekomstig ruimtegebruik al voor een groot deel vastgelegd. In de Ruimtescanner zijn een aantal beleidskaarten opgenomen, zoals VINEX locaties voor wonen en werken, de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), het restrictief ruimtelijke ordeningsbeleid, relatienotagebieden, bufferzones, landinrichtingsgebieden, waardevolle cultuurlandschappen.

Op basis van de bodemgeschiktheid, potentiaalkaarten en beleidskaarten worden attractiviteitskaarten afgeleid. De allocatie geschiedt op basis van de beschikbaarheid van ruimte en concurrentie tussen de verschillende functies. Indien voldoende ruimte beschikbaar is om aan alle claims te voldoen, wijst de Ruimtescanner de verschillende functies toe op basis van de attractiviteit. Een gridcel met de grootste attractiviteit voor een bepaalde functie heeft de grootste kans om die functie toebedeeld te krijgen. Is er niet voldoende ruimte voor alle ruimteclaims, dan gaan ruimtevragen met elkaar concurreren. De functie met het meeste ruimtegebrek veroorzaakt een prijsstijging, waardoor de attractiviteit voor de betreffende functie groter wordt.

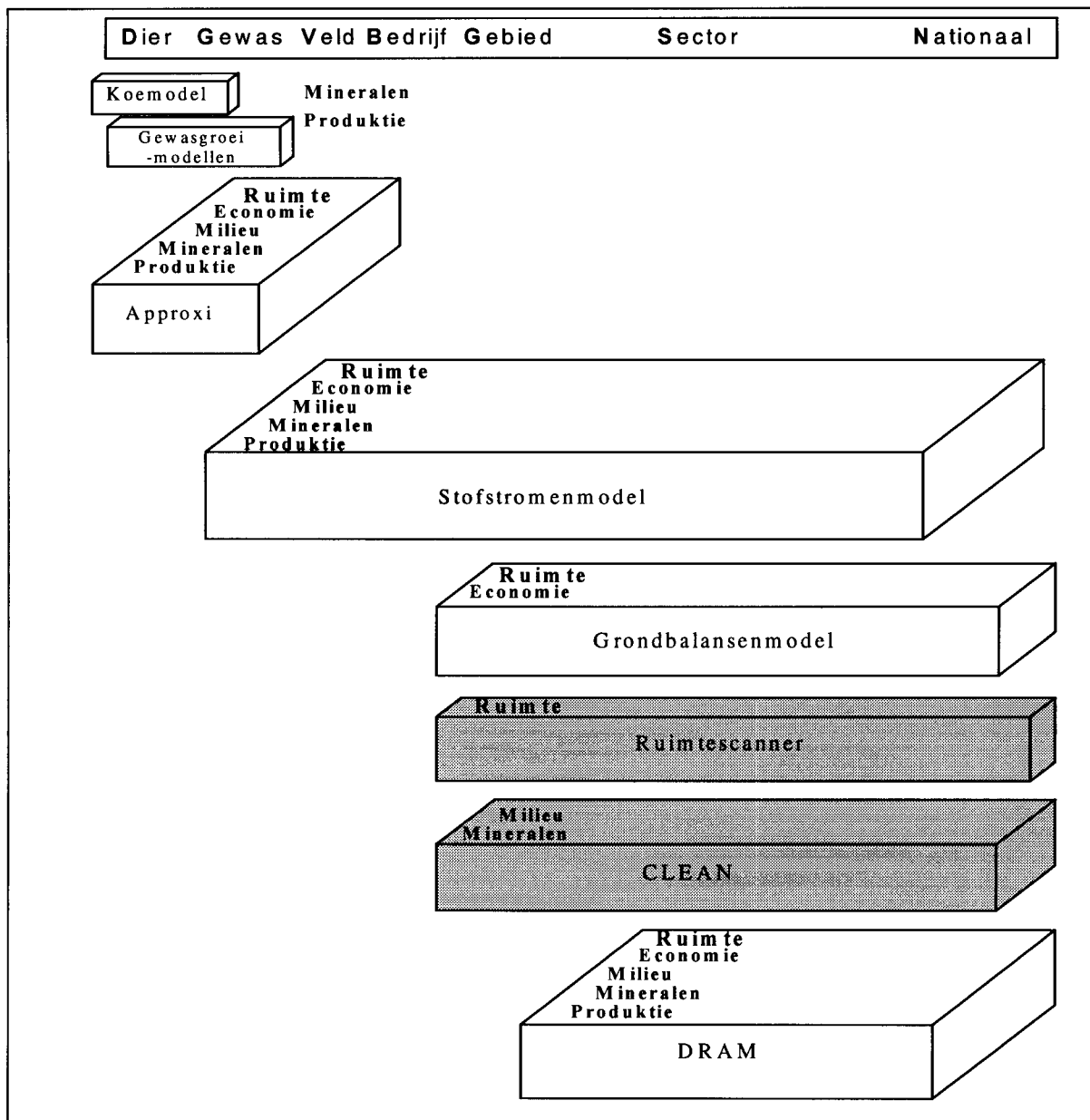
## 2.6. Ontwikkeling van ruimtelijke landbouwscenario's

De huidige methode voor het uitwerken van landbouwscenario's voor gebieden is gebaseerd op landelijke productiescenario's voor 7 bedrijfstakken in de landbouw zoals gegeven door het CPB. In de huidige procedure worden de landelijke scenario's als volgt gedesaggregeerd naar landbouwgebieden, gemeenten en gridcellen, waarna effectberekeningen worden gedaan:

- *Landelijk productiescenario.* CPB nationale scenario's voor productie door 7 bedrijfstakken in de landbouw worden vertaald naar arealen voor 10 gewassen en 30 diercategoriën; landelijke schattingen worden gemaakt van bemesting per grondsoort en excretie per dier.
- *Landbouwgebieden.* Landelijke scenario's worden vertaald naar 14 landbouwgebieden. Gewasarealen worden berekend op basis van veronderstellingen en rekenregels van SC-DLO, en de aantallen dieren door LAE op basis van shift-and-share trendanalyse.
- *Gemeente.* Eerst worden per bedrijf de bodembelasting en emissies berekend m.b.v. LEI-mestmodellen (MAM, zie 2.5). Daarna worden voor gemeentes de data berekend door sommatie van de bedrijfsgegevens.
- *Gridcellen.* De gemeentelijke data voor bemesting en emissies worden toegewezen aan grids op basis van bemestingsadviezen per grondsoort en gewas.

De huidige methode is niet toereikend om de analyses met DSS Groene Ruimte uit te voeren, om de volgende redenen:

1. De huidige methode maakt geen onderscheid tussen verschillende vormen van landbouwproductie. Hierdoor is het moeilijk om gebiedsspecifieke oplossingsrichtingen te analyseren, met name de ruimtelijke en economische consequenties van veranderingen in de landbouw.

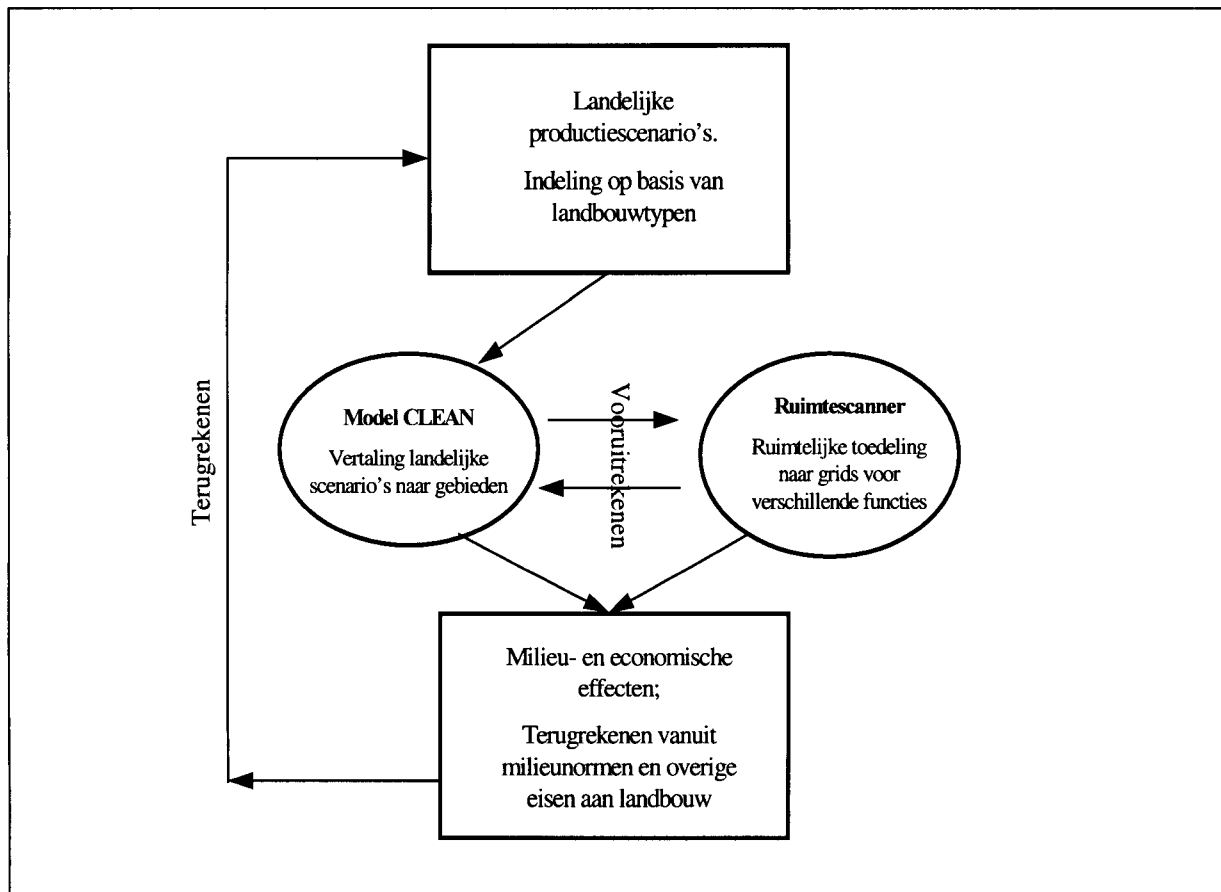


**Figuur1.** Overzicht van de in hoofdstuk 2 beschreven modellen met hun schaalniveaus en de thema's die worden behandeld. Modellen afgebeeld met een grijs tint zijn beschikbaar op het RIVM.

2. De desaggregatie naar landbouwgebieden zoals uitgevoerd door SC-DLO is niet reproduceerbaar.
3. Het zogenaamde "terugrekenen" is niet mogelijk.

Daarom is een analyse gedaan van mogelijke verbeteringen in de scenario ontwikkeling. Een aantal landbouwmodellen die de relatie tussen milieu, ruimte en economie beschrijven zijn aan de orde gekomen (Figuur 1). Sommige modellen beschrijven de voederconversie voor één dier, of de gewasproductie binnen een veld. Een tweede schaalniveau is dat van het individuele landbouwbedrijf. Daarnaast zijn er modellen die gebiedsspecifieke informatie opschalen naar nationale schaal. Verschillende van de besproken modellen of onderdelen ervan kunnen (na evt. nodige aanpassingen) als bouwsteen of als leverancier van scenario's worden opgenomen in het DSS Groene Ruimte. De toegevoegde waarde van het DSS Groene Ruimte is de ruimtelijke samenhang tussen de verschillende functies.





**Figuur 2.** Schema van het onderdeel landbouw in DSS Groene Ruimte.

Hierbij bestaan twee alternatieven:

1. Allereerst is gekeken naar het beschikbare modelinstrumentarium van het RIVM. Belangrijke bouwstenen hierbij zijn het model CLEAN en de Ruimtescanner (Figuur 1). Met het model CLEAN worden productiecijfers vertaald naar mestgebruik en –transporten voor 31 regio's. De Ruimtescanner gebruikt de output van CLEAN om een ruimtelijke toedeling te maken op basis van attractiviteitskaarten. De resultaten van beide modellen vormen de input voor DSS Groene Ruimte. Dit heeft geresulteerd in een voorstel zoals weergegeven in Figuur 2, waarin de opbouw van het onderdeel landbouw in DSS Groene Ruimte in schema weergegeven is.

Om dit samenspel tussen CLEAN en Ruimtescanner binnen DSS Groene Ruimte te realiseren, zijn aanpassingen aan beide modellen nodig, waarbij de communicatie tussen beide modellen uiteraard van groot belang is. Deze aanpassingen hebben betrekking op de verwerking van gebiedsspecifieke informatie op basis van landbouwtypen. De huidige modelversie van CLEAN rekent met landelijk gemiddelde productiecijfers, diercategoriën en gewassen, terwijl de Ruimtescanner een indeling hanteert van de landbouw in akkerbouw, met daarin een onderverdeling naar maïs, aardappelen, bieten, granen, overig akkerbouw, open tuinbouw (groenten, boomkwekerijen, bloembollen, overig tuinbouw), glastuinbouw, braak, en veeteelt (grasland). Er worden geen individuele diercategoriën onderscheiden.

Mocht het niet mogelijk zijn om landbouwtypen te onderscheiden in de Ruimtescanner, dan zal een aparte lineair programmeringsmodel moeten worden ontwikkeld om binnen landbouwgebieden verschillende landbouwtypen aan grids toe te wijzen.

2. Een alternatief voor model CLEAN is DRAM. Momenteel wordt gewerkt aan een vergaande koppeling tussen het DRAM model en de Ruimtescanner. Hierdoor zal het in de naaste toekomst mogelijk worden om informatie op bedrijfsniveau te koppelen aan percelen. Hierdoor kunnen scenario's en gegevens van het LEI-DLO van een ruimtelijke component worden voorzien.

Het verschil met de traditionele manier van het ontwikkelen van ruimtelijke landbouwscenario's is de onderverdeling van de landbouw in landbouwtypen, waarmee naast de milieueffectanalyse, ook economische en ruimtelijke analyses van veranderingen in de landbouw mogelijk worden gemaakt. Er zijn twee alternatieve methodes om scenario's te ontwikkelen:

- *Economie als uitgangspunt*. Dit is in beginsel identiek aan de huidige methode, waarbij landelijke economische scenario's het startpunt vormen om produktie en arealen voor individuele gewassen te berekenen. Landbouwtypen kunnen daaruit worden herleid.
- *Fysiske opbrengsten en arealen als uitgangspunt*. Hierbij is het bouwplan de input, en de berekening van de produktiewaarde het resultaat.

Een belangrijke toevoeging aan de opzet in Figuur 2 kan worden gevormd door gewasgroeimodellen. Hiermee kunnen effecten van mestbeleid, waterhuishouding, en klimaatverandering en atmosferische CO<sub>2</sub> stijging op gewasopbrengsten worden geanalyseerd. In een verkennende studie naar effecten van klimaatverandering op gewasopbrengsten hebben Schapendonk *et al.* (1997) gewasgroeimodellen toegepast in een studie voor MV4. Gewasgroei-model zijn ook toegepast door Groeneveld *et al.* (1998) om groei van gras en maïs te simuleren bij verminderde mestgiftten. Tevens kunnen gewasgroeimodellen een hulpmiddel zijn bij het bepalen van de bodemgeschiktheid (zie hoofdstuk 6).

Naast de traditionele effectberekeningen, moet het systeem in staat zijn om terug te rekenen, d.w.z. uitgaande van milieudoelstellingen de daarmee corresponderende landbouw te herleiden (Figuur 2). Dit kan op twee manieren: (i) De resultaten van een scenario geven overschrijdingen van de normen. Er kan dan worden gekozen om een nieuw scenario te gebruiken waarin bijvoorbeeld een verschuiving van een bepaald landbouwtype naar een ander type plaatsvindt, een verschuiving tussen regio's, of voor bepaalde emissiereducerende maatregelen wordt gekozen; (ii) Milieunormen of eisen gesteld door andere functies vormen uitgangspunt voor het opstellen van specificaties van landbouwtypen.

### 3. TYPOLOGIE VAN LANDBOUWKUNDIG RUIMTEGEBRUIK

#### 3.1. Inleiding

Het hoofddoel van het beoogde systeem in DSS Groene Ruimte is het optimaliseren van het ruimtegebruik binnen een gebied, waarbij een winst- en verliesbalans voor milieu, economie en natuur wordt opgemaakt voor verschillende relevante alternatieve landgebruiksvormen. Hierbij zijn vooral van belang milieu-effecten van landbouw, economische gevolgen van milieu- en ruimtebeleid en economische aspecten van huidige en alternatieve vormen van landbouw, en bepaling van de attractiviteit van een gebied voor landbouw ten behoeve van allocatie van bepaalde landbouwactiviteiten.

De keuze voor een indeling van de landbouw wordt bepaald door de schaal van de analyse. De schaal wordt op zijn beurt bepaald door de aard van de vraagstelling. Is bijvoorbeeld de vraag het vaststellen van de effecten van een landgebruik op milieu en natuur, dan moet het schaalniveau passen bij de aard van de effecten. Uiteraard speelt ook de beschikbaarheid van geo-informatie en andere gegevens een rol bij de keuze van het schaalniveau.

In DSS Groene Ruimte wordt de keuze voor het schaalniveau bepaald door de noodzaak om op het niveau van *gebieden* afwegingen tussen milieueffecten, economie en ruimte te kunnen maken. Bovendien moet rekening worden gehouden met de wijze van berekenen in het DSS Groene Ruimte, waarin belastingen en effecten worden berekend op het niveau van gridcellen. Dit heeft als gevolg dat binnen gebieden de oppervlakteëenheid de basis zal vormen voor typering van het landbouwkundig ruimtegebruik. Voor het beschrijven van de economische situatie zal bij het werken op het niveau van gridcellen het resultaat kunnen worden berekend op basis van de bereikte produktie en de gebruikte inputs. Hiermee wordt het arbeidsinkomen berekend. Dit in tegenstelling tot berekeningen op bedrijfsniveau waarbij het gezinsinkomen wordt berekend.

Milieu- en ruimteëffecten zijn afhankelijk van de totale oppervlakte van de verschillende gewassen en het management, en niet van de grootte van bedrijven. De informatie over de totale oppervlakten zijn aanwezig wanneer op gridcel niveau wordt gerekend. Een uitzondering is de informatie over kavelgrootte voor zover die wordt bepaald door de bedrijfsgrootte.

Eerst zal de landbouwtypologie worden beschreven. Hierbij heeft de keuze voor het rekenen op gridniveau belangrijke gevolgen voor de gegevens die gebruikt worden om de onderscheiden landbouw typen te beschrijven. Daarom zal een ook een vergelijking worden gemaakt tussen benodigde gegevens en de beschikbaarheid van gegevens over de huidige landbouw.

#### 3.2. Typologie van de landbouw

Er is gekozen een typologie te ontwikkelen die flexibel is en waarin alle huidige en toekomstige landbouwproductievormen geplaatst kunnen worden. Om het aantal te onderscheiden typen te beperken, is gekozen om in de typologie zogenaamde produktierichtingen apart te beschrijven in landbouwtypen. Gemengde vormen, zoals de combinatie van varkenshouderij met akkerbouw, of veehouderij met natuurtaken, kunnen worden verkregen door combinatie van afzonderlijke typen. Een uitzondering wordt gevormd door grondgebonden melkproduktie, waar gras-, maïs- en melkproduktie niet ruimtelijk kunnen worden gescheiden. De voorgestelde typologie is gebaseerd op de volgende ingangen of criteria:

**Tabel 2.** Produktierichtingen voor grondgebonden en niet-grondgebonden systemen.

<b>GRONDGEBONDEN</b>	<b>NIET GRONDGEBONDEN</b>
Rundvee-melk	Rundvee-melk
Rundvee-vlees	Rundvee-vlees
Ruwvoer-gras	Vleeskalveren
Ruwvoer-snijmais	Varkens-vlees
Ruwvoer-overig	Varkens-opfok
Akkerbouw <sup>a</sup>	Varkens, eigen biggen
Fruitteelt/boomkwekerijen	Pluimvee-eieren
Bloembollen	Pluimvee-vlees
Glastuinbouw	
Natuur, boerennatuur	

a Inclusief braak als onderdeel van de vruchtwisseling.

- *Produktierichting.* De produktierichting geeft een eerste algemene indeling van de landbouw, waarbij direct niet-grondgebonden en grondgebonden produktievormen en natuur worden onderscheiden (Tabel 2).
- *Grondsoort.* Binnen een gebied bepaalt de grondsoort in hoge mate het type landbouw, de produktiviteit en gevoeligheid voor milieudruk.
- *Intensiteit.* De intensiteit van het produktiesysteem heeft betrekking op het grondgebruik, gebruik van inputs en bestrijdingsmiddelen.
- *Schaal van operaties.* De schaal van operaties als indelingscriterium is gebruikt om na te gaan of een landbouwtype past binnen de fysische omgevingsfactoren, zoals perceelsgrootte.
- *Emissiereductiemaatregelen voor ammoniak.* Emissiereductiemaatregelen zijn als laatste indelingscriterium gebruikt, omdat deze de waarden van de emissies naar lucht, bodem en grondwater beïnvloeden en daarom op een hoog niveau moeten worden onderscheiden.

Onderscheiden landbouwtypen worden nader omschreven aan de hand van gebiedsspecifieke kenmerken waarmee de nutriëntenstromen en economische factoren in kaart kunnen worden gebracht, en waarmee eventuele interacties tussen landbouwtypen via inputs en outputs (voer uit het akkerbouwsysteem, mest uit de varkenshouderij) kunnen worden gekwantificeerd en geanalyseerd. Deze kenmerken zijn gebiedsspecifiek, en zullen als kennistabellen in het DSS Groene Ruimte worden gepresenteerd voor de gebruiker op basis van informatie over in- en outputs, zoals beschreven in Tabel 3. Tevens zijn een aantal performance indicatoren aangegeven die direct volgen uit de gegevens in de kenmerkentabel. Dit zijn het financiële saldo of de toegevoegde waarde, emissies (NH<sub>3</sub> en bestrijdingsmiddelen, en verliezen van N en P). Aan deze indicatoren kunnen nog een aantal worden toegevoegd, zoals emissies van CH<sub>4</sub> door dieren en uit dierlijke mest, stof- en geuremissies en emissies van N<sub>2</sub>O en NO<sub>x</sub> uit bemeste gronden.

Andere indicatoren, zoals uitspoeling naar het bovenste grondwater en ruimtegebruik, alsmede interacties met andere functies in de groene ruimte, worden berekend met modellen zoals die in DSS Groene Ruimte zijn opgenomen (zie bijvoorbeeld hoofdstuk 5).

Tabel 4 geeft een overzicht van mogelijke landbouwtypen die kunnen worden onderscheiden ten behoeve van analyse van de huidige situatie alsmede voor toekomstige scenario-studies. Deze lijst is niet bedoeld om compleet te zijn, maar om een idee te krijgen van het aantal te beschrijven landbouwtypen op basis van de ontwikkelde typologie. Naast een overzicht van gangbare vormen van landbouw is ook een aantal mogelijke alternatieve vormen van landbouw vermeld. Buiten de genoemde typen, kan voor alle gangbare landbouwtypen een alternatief worden verkregen op basis van bijvoorbeeld de MINAS regelgeving.

**Tabel 3.** Criteria, kenmerken en performance indicatoren van landbouwtypen voor 8 hoofd-produktierichtingen<sup>a</sup>.

Hoofdproduktierichting	CRITERIA						
	Akker- bouw	GG vee- houderij	NGG vee- houderij	Ruw- voer	Fruiteelt/ boomkwe- kerijen	Bloem- bollen	Glas- tuinbouw
Grondsoort/gebied	x	x		x	x	x	x
Intensiteit	x	x		x	x	x	x
Schaal van operaties	x	x	x	x	x	x	x
Emissiebeperkende maatregelen	x	x	x	x	x	x	x
KENMERKEN							
Bouwplan	x			x		x	x
Inputs	Kunstmest	x	x		x	x	x
	Dierlijke mest	x	x		x	x	x
	Stikstofbinding	x	x		x		
	Bestrijdingsmiddelen	x	x		x	x	x
	irrigatie/beregening	x	x		x	x	x
	Ruwvoer		x	x			
	Krachtvoer		x	x			
	Overige voerdermiddelen		x	x			
	Aanvoer dieren		x	x			
Energie	x	x	x	x	x	x	x
Tijdstip mestaanwending	x	x		x	x	x	x
Productie per ha	x	x		x	x	x	x
Productie per dier		x	x				
Excretie per dier		x					
Beweidingsstelsel		x					
Mestafzet		x	x				
Arbeidsintensiteit	x	x	x	x	x	x	x
PERFORMANCE INDICATOREN <sup>b</sup>							
Saldo	x	x	x	x	x	x	x
NH <sub>3</sub> emissie per dier, per ha	x	x	x	x	x	x	x
Emissie v. bestrijdingsmiddelen	x	x	x	x	x	x	x
N- en P-verlies per ha	x	x	x	x	x	x	x
Zware metalen emissie naar bodem	x	x		x			

“x” geeft aan of een criterium, kenmerk of indicator relevant is. GG = grondgebonden, NGG = niet- grondgebonden.

<sup>a</sup> De produktierichtingen veehouderij- en ruwvoer zijn hier gepresenteerd als groep.

<sup>b</sup> Deze indicatoren kunnen direct worden berekend op basis van de gebiedsspecifieke kenmerkentabellen. Andere indicatoren, zoals uitspoeling naar het bovenste grondwater en ruimtegebruik, alsmede interacties met andere functies in de groene ruimte, worden berekend met modellen zoals die in DSS Groene Ruimte zijn opgenomen (zie bijv. hoofdstuk 5).

Om een inzicht te krijgen van het benodigde detail van de beschrijvingen van landbouwtypen in de typologie zullen een aantal typen nader worden uitgewerkt. Er is gekozen deze uitwerking te doen voor een aantal typen van veehouderij en akkerbouw.

Drie voorbeelden van (melk)veehouderij systemen komen uit Van Eck *et al.* (1996): industriële melkveehouderij, deeltijd-melkveehouderij en natuurgerichte melkveehouderij. Het industriële bedrijf heeft geen eigen land, terwijl op de andere typen in meer of mindere mate aan de eigen ruwvoerbehoefte wordt voldaan. Aan de drie voorbeelden van Van Eck *et al.* (1996) is een vierde toegevoegd, nl. “biologisch” ofwel een biologisch melkveehouderij systeem, met kringlopen zoveel mogelijk gesloten binnen het bedrijf. De vier voorbeelden

verschillen in het niveau van melkproductie per dier, inputs van voedermiddelen (ruwvoer, krachtvoer), de ruw- en krachtvoeropbrengsten per hectare, kunstmestgebruik (voor grasland en maïs) en afvoeren van producten en mest. Bovendien zijn door Van Eck *et al.* (1996) verschillende efficiënties van het gebruik van voedermiddelen aangenomen (sectie 4.1).

**Tabel 4a.** Lijst van gangbare landbouwtypen op basis van de indelingscriteria produktierichting, intensiteit van grindgebruik, kunstmest en bestrijdingsmiddelen, en maatregelen ter beperking van NH<sub>3</sub> emissies.

Productie-Richting	Grondsoort of gebied	Intensiteit			Schaalgrootte <sup>b</sup>	NH <sub>3</sub> maatregelen <sup>c</sup>	Opmerkingen
		Grondgebruik	Kunstmest (kg N/ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	B.M. <sup>a</sup> (kg werkzame stof/ha)			
<b>Niet grondgebonden</b>							
Rundvee-melk	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<20 d.p./bedrijf	G	Maïsrantsoen
Rundvee-melk	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<20 d.p./bedrijf	G	Grasrantsoen
Rundvee-vlees	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	<20 d.p./bedrijf	G	
Vleeskalveren	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>100 d.p./bedrijf	G	
Varkens-vlees	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	50-500 d.p./bedrijf	G	
Varkens-opfok	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	30-200 d.p./bedrijf	G	
Pluimvee-eieren	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	>5000 d.p./bedrijf	G	
Pluimvee-vlees	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	10000-50000 d.p./bedrijf	G	
<b>Grondgebonden</b>							
Rundvee-melk	Klei/veen	1.6 dieren/ha	327/36	0.23	61(30-100) ha	O	Grasrantsoen
	West. weide	1.7 dieren/ha	260/22	0.23	55 (30-100) ha	O	Grasrantsoen
	Zand	1.8 dieren/ha	248/27	0.23	55 (30-100) ha	O	Maïsrantsoen
Rundvee-vlees					>100 d.p./bedrijf	O	
Ruwvoer-gras	Klei/veen		327/36	0.23	1.8 ha	O	
	West. weide		260/22	0.23	2.2 ha	O	
	Zand		248/27	0.23	6.2 ha	O	
Ruwvoer-snijmaïs	N. klei			3.8	1-10 ha	O	
	Veen/N. zand			3.8	1-10 ha	O	
	Centr. klei			3.8	1-10 ha	O	
	ZW klei			3.8	1-10 ha	O	
Ruwvoer-overig	n.g.					O	
Akkerbouw	N. klei	Aardappelen 1:4	154/38	10	74 ha	O	
	Veen/N. zand	Aardappelen 1:2	109/21	10	66 ha		
	Centr. klei	Aardappelen 1:4	153/67	8-15	44 ha		
	ZW klei	Aardappelen 1:5	201/38	6.5-8	56 ha		
Fruitteelt/boomkwekerijen	n.g.		60-82/25-30	33-37		G	
Bloembollen	n.g.		229/90	81		G	
Glastuinbouw	n.g.	Groenten/bloemen	922-1730/370-900	80	0-1.5 ha	G	

**Tabel 4b.** Lijst van alternatieve landbouwtypen <sup>a</sup> op basis van de indelingscriteria produktierichting, intensiteit van grondgebruik, kunstmest en bestrijdingsmiddelen, en maatregelen ter beperking van NH<sub>3</sub> emissies.

Productie-Richting	Grondsoort of gebied	Intensiteit			Schaalgrootte <sup>c</sup>	NH <sub>3</sub> maatregelen <sup>d</sup>	Opmerkingen <sup>e</sup>
		Grondgebruik	Kunstmest (kg N/ kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> per ha)	B.M. <sup>b</sup> (kg werkzame stof per ha)			
<b>Niet grondgebonden</b>							
Rundvee-melk	Nvt	-	-	-	1000 d.p./bedrijf	S	Industriële melkvee-houderij (sectie 4.1)
Varkens, eigen biggen	Nvt	-	-	-	1210 d.p./bedrijf	S	Gesloten mesterij, eigen biggen (sectie 4.2)
<b>Grondgebonden</b>							
Rundvee-melk	Zand	1.0 dieren/ha	264/35	-	80 ha	O+S	Biologische melkvee-houderij (sectie 4.1)
	n.g.	1.4 dieren/ha	527/35	-	50 ha	O+S	Deeltijd melkvee-houderij (sectie 4.1)
	n.g.	1.1 dieren/ha	390/35	-	80 ha	O+S	Natuurgerichte melk-veehouderij (sectie 4.1)
Akkerbouw	n.g.	Maïs 1:3	142/20	Geen	182 ha	O	Voerproductie tbv varkenshouderij (sectie 4.2)
	n.g.	Aardappelen 1:4	185/75	3.7-4.9	n.g.	O	Geïntegreerd (Köster, 1998)
	n.g.	Aardappelen 1:6	117/78	Geen	n.g.	O	Biologisch (Köster, 1998)
	n.g.	Aardappelen 1:6	150/75	Geen	n.g.	O	Milieubewuste akkerbouw (Köster, 1998)

Bronnen: LEI-DLO (1997a,b), LEI-CBS (1996).

n.g. = niet gespecificeerd; d.p. = dierplaatsen.

<sup>a</sup> Andere alternatieve landbouwtypen (hier niet vermeld) kunnen worden omschreven door toepassing van de MINAS regelgeving.<sup>b</sup> B.M. = bestrijdingsmiddelen.<sup>c</sup> Schaalgrootte wordt gebruikt om te kunnen analyseren of een landbouwtype qua grootte past binnen de context van een landschap. Schaalgrootte wordt aangegeven met de bedrijfs grootte (in ha) of het aantal dieren per bedrijf.<sup>d</sup> G = geen; O = onderwerken; S = stal (b.v. groen-label stallen).<sup>e</sup> In de laatste kolom is ook vermeld waar in dit rapport of in de literatuur het vermelde type nader wordt uitgewerkt.

Daar gemengde bedrijven typische problemen kunnen opleveren, is ook een duurzaam en grondgebonden varkenshouderij systeem met eigen voer- en biggenproductie beschreven (sectie 4.2). Naast bovenstaande melkveehouderij- en gemengde systemen is in een aparte studie een overzicht gegeven van milieubewuste vormen van akkerbouw in Nederland (Köster, 1998).

### 3.3. Beschikbaarheid van gegevens

De beschikbaarheid van gegevens bepaalt met name voor de huidige landbouw in hoeverre generalisaties moeten worden gedaan. Bovendien speelt de manier van de presentatie van de ruimtelijke verdeling van bepaalde kenmerken een rol. Omdat er gekozen is om de analyse uit te voeren op het niveau van gridcellen, zouden gegevens van individuele bedrijven het

**Tabel 5.** Beschikbare gegevens en de methode van op/neerschalen bij het presenteren op 500 x 500 m gridcellen.

Attribuut	Type informatie	Beschikbare gegevens	Methode van op/neerschalen <sup>a</sup>
Producten	Bouwplan/ produkt	Gemeente, LEI-landbouw-gebied; BUL	Generalisatie
Opbrengst / intensiteit	Productie/ha; produktie per dier; dieren/ha	Gemeente, LEI-landbouw-gebied; of uit metellingen op 500x500m	Generalisatie
Bodemgeschiktheid	Opbrengstderving t.o.v. potentieel	500x500 m	—
Inputs	Nutriënten, veevoer	BUL	Desaggregatie
Kosten	Afhankelijk van schaal van operaties	BUL	Desaggregatie
Mineralenbalans (overschot/emissies)	Uitspoeling, emissies lucht	Gemeente, bodem/gewas combinatie; of BUL	Desaggregatie
Natuur (als neven-functie); beheersmaatregelen	Bodemgeschiktheid, ruimtelijke samenhang	500x500 m	—

<sup>a</sup> De verdeling binnen een gemeente op een 500 x 500 m resolutie vindt plaats door een hoeveelheid of kenmerk te verdelen over de landgebruiksklasse in kwestie; bijvoorbeeld mestgiften in de akkerbouw over de cellen met akkerbouwgewassen. Hierbij vindt zowel een ruimtelijke middeling plaats als ook een generalisatie door alle gewassen samen te nemen tot akkerbouw.

meest geschikt zijn. Zulke gegevens zijn echter momenteel nog niet beschikbaar.

Op dit moment is het enige alternatief voor bedrijfsgegevens het gebruik van gemeentelijke data uit de metellingen over arealen akkerbouw en grasland en aantallen dieren (CBS). Voor gegevens over produktie, en economische- en milieufactoren kunnen een aantal bronnen worden gebruikt, zoals:

- Bedrijfsuitkomsten Landbouw (BUL), op basis van steekproef LEI (LEI-DLO, 1997a)
- Financiële Positie Landbouw (FIP)
- Kwantitatieve Informatie Veehouderij (KWIN)
- Tuinbouwcijfers

Deze gegevens zijn over het algemeen gespecificeerd voor gebieden. Er bestaat dus een schaalverschil tussen gemeentelijke data over dierpopulaties en arealen, en regio-specifieke informatie over produktie, intensiteit, economie en milieu. Om de gegevens toch op het niveau van gridcellen te presenteren, worden diverse op- en neerschalingstechnieken gebruikt, zoals vermeld in Tabel 5.

Een nadeel van de steekproef is dat de gegevens in sommige gevallen niet representatief zijn voor de beschouwde regio, of onvolledig (bijvoorbeeld tuinbouw ontbreekt in BUL). Daarnaast is door de statistische benadering niet altijd duidelijk wat oorzaak en gevolg is (bijvoorbeeld, er is niet gekeken naar bodemtypes en effecten daarvan op de opbrengsten; hierdoor is de relatie tussen mestgift en opbrengst in sommige gevallen niet zuiver).



#### 4. UITWERKING VAN DE TYPOLOGIE AAN DE HAND VAN VOORBEELDEN

Op basis van de typologie uit hoofdstuk 3 zijn een viertal voorbeelden van alternatieve typen voor melkveehouderij (sectie 4.1) en één van een gesloten, grondgebonden type varkenshouderij (sectie 4.2) uitgewerkt. Deze typen zijn al eerder in hoofdstuk 3 vermeld (zie Tabel 4). De voorbeelden dienen als illustratie van de ontwikkelde typologie voor twee produktierichtingen en een aantal verschillende bedrijfssystemen, en de data die benodigd zijn voor het operationeel maken ervan.

##### 4.1. Melkveehouderij

###### 4.1.1. Inleiding

Drie voorbeelden van alternatieve typen van melkveehouderij komen uit Van Eck *et al.* (1996): industriële, deeltijd- en natuurgerichte melkveehouderij (zie Tabel 4b). Het industriële type heeft geen eigen land, terwijl op de andere typen in meer of mindere mate aan de eigen ruwvoerbehoefte wordt voldaan. Aan de drie voorbeelden van Van Eck *et al.* (1996) is een vierde toegevoegd, nl. een biologisch melkveehouderijsysteem, met kringlopen zoveel mogelijk gesloten binnen het bedrijf. De 4 typen zijn ingedeeld op basis van de volgende criteria (zie ook Tabel 4b):

- *Grondsoort/gebied.* Daar de gekozen typen alternatieve vormen van melkveehouderij zijn, is niet aangeduid in welk gebied of op welke grondsoort ze voorkomen. De attractiviteit van een gebied wordt bepaald op basis van de methode beschreven in hoofdstuk 6.
- *Intensiteit.* Van Eck *et al.* (1996) hebben aangenomen dat het aantal dieren per hectare 1.4 is voor het deeltijd-type, en 1.1 dieren per hectare voor het natuurgerichte type; het industriële type heeft geen land beschikbaar (Tabel 6). Voor het biologische type is een intensiteit van 1 koe per hectare verondersteld, iets meer dan in het natuurgerichte type. Behalve op het industriële type wordt kunstmest van buiten het bedrijf aangevoerd. Door van Eck *et al.* (1996) is aangenomen dat het deeltijd-type 200 kg N en 4 kg P per hectare gebruikt. Het natuurgerichte type produceert met een lager bemestingsniveau van 100 kg N en 2 kg P per ha, omdat het grasland is ingezaaid met klaver. Het biologische type gebruikt geen kunstmest.
- *Schaal van operaties.* Het industriële type is een niet-grondgebonden bedrijf met 1000 dieren. Het deeltijd-type heeft 50 dieren op een oppervlakte van 35 hectare. Het natuurgerichte type 80 dieren op 80 hectare grond, met nog 20 hectare extra grond die niet voor melkproduktie wordt gebruikt. Voor het biologische type zijn geen aannames over bedrijfsgrootte gedaan.

###### 4.1.2. Kenmerken van 4 typen van melkveehouderij

De vier landbouwtypen verschillen in een aantal kenmerken zoals vermeld in Tabel 3, nl. in het niveau van melkproduktie per dier, inputs van voedermiddelen (ruwvoer, krachtvoer), de ruw- en krachtvoeropbrengsten per hectare, kunstmestgebruik (voor grasland en maïs) en afvoer van produkten en mest. Bovendien zijn door Van Eck *et al.* (1996) verschillende efficiënties van het gebruik van voedermiddelen aangenomen.

*Inputs.* Behalve op het industriële type wordt kunstmest van buiten het bedrijf aangevoerd. Door van Eck *et al.* (1996) is aangenomen dat het deeltijd-type 200 kg N en 4 kg P per hectare gebruikt. Het natuurgerichte type produceert met een lager bemestingsniveau van 100

kg N en 2 kg P per ha, omdat het grasland is ingezaaid met klaver. Er is aangenomen dat de biologische N-binding 50 kg N per hectare bedraagt. In de berekeningen die hier zijn gemaakt is het kunstmestgebruik gerelateerd aan de opbrengsten van ruwvoer. Het biologische type gebruikt geen kunstmest; de veronderstelde N-aanvoer in de vorm van N-binding is 100 kg N per ha. Depositie van N bedraagt voor alle grondgebonden typen 50 kg N per hectare.

De productie binnen de verschillende typen wordt in stand gehouden door aanvoer van ruwvoer en krachtvoer, kunstmest en dieren om de veestapel in stand te houden (Tabel 6). De industriële- en deeltijd-typen hebben het hoogste gebruik van krachtvoer van 2500-3000 kg per koe. Het natuurgerichte type gebruikte 2000 kg krachtvoer per koe, terwijl het biologische type ongeveer 1300 kg krachtvoer per koe gebruikt, hetgeen ongeveer 20% is van het totale gebruik van voer (ruwvoer + krachtvoer). Dit is in overeenstemming met regels voor biologische veehouderij (Köster, 1998).

Het ruwvoergebruik is het hoogste in de industriële, deeltijd en biologische typen met 6500-7000 kg ruwvoer per koe. Bij het natuurgerichte type is het gebruik met 4800 kg per koe beduidend lager. Dit betekent dat er belangrijke verschillen bestaan in de efficiëntie van het gebruik van voedermiddelen. De efficiëntie is het hoogste in het industriële type, met ongeveer 20 kg krachtvoer en 50 kg ruwvoer per 100 kg melk; in de deeltijd en natuurgerichte typen is dit ongeveer 30 kg krachtvoer en 70 kg ruwvoer per 100 kg melk, en in het biologische type 20 kg krachtvoer en 90 kg ruwvoer (Tabel 6). Alleen op het industriële type moeten dieren worden aangevoerd om de veestapel in stand te houden, jaarlijks ongeveer 1 koe per 4 dieren.

*Melkproductie.* Van Eck *et al.* (1996) hebben gekozen voor duidelijk verschillende niveaus van melkproductie tussen de drie typen (Tabel 6). De hoogste melkproductie per dier is te vinden in het industriële type, waar 13000 kg melk per dier per jaar wordt geproduceerd, een niveau dat in de toekomst in de praktijk haalbaar lijkt te zijn. In het deeltijd-type wordt geproduceerd op een niveau van 10000 kg melk per dier per jaar, hetgeen op dit moment reeds een haalbaar produktieniveau is. Het natuurgerichte type heeft een beduidend lagere productie van 7000 kg melk per dier per jaar. Het biologische type heeft de laagste productie, gebaseerd op cijfers uit de literatuur (Baars, 1991; Vereijken en Braat, 1993).

De productie per hectare is ongeveer gelijk op het natuurgerichte type en het biologische, terwijl op het type deeltijd de productie per hectare veel hoger is. Het industriële type is niet grondgebonden, en productie per hectare kan niet worden weergegeven. De verschillen hangen af van de keuze die gemaakt is voor de grootte van het type en het aantal dieren, en mede daardoor voor de inputs per dier en per hectare (zie hieronder).

*Overige productie.* Behalve melk, zijn er voor de verschillende typen afvoeren van dieren en mest aangenomen (Tabel 6). Het industriële type verkoopt 1 kalf per koe per jaar, en er wordt jaarlijks 1 koe per 4 dieren afgevoerd. Het type deeltijd voert 1 koe per 4 dieren per jaar af, daarnaast 1 pink en 1 stier per 10 dieren, en 1 kalf per 2 dieren. Het natuurgerichte type voert 1 koe per 4 dieren af, en 1 vaars per 4 dieren en 1 stier per 2 dieren. Voor het biologische type zijn dezelfde aantallen aangenomen als voor het natuurgerichte type.

*Mestafzet.* Binnen het biologische en het natuurgerichte type wordt de dierlijke mest benut bij de productie van ruwvoer en gewassen op basis van de hoeveelheid plaatsbare P van 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha (35 kg P per ha) die geldt vanaf 2002 (Eerste Kamer, 1997). Het deeltijd-type kan niet alle mest binnen het eigen bedrijf plaatsen op grond van de hoeveelheid plaatsbare P, en moet ongeveer 2% van de mest afvoeren. Het industriële type moet alle mest afvoeren, waarvoor per dier ongeveer 0.6 ha land nodig is buiten het bedrijf.

**Tabel 6.** Kenmerken en performance indicatoren van 4 typen melkveehouderij zoals opgenomen in Tabel 4b.

Kenmerk/indicator		Eenheid	Type			
			Industrieel	Deeltijd	Natuurgericht	Biologisch
<b>KENMERKEN</b>						
Inputs	Kunstmest	kg N/ha	-	200	87	0
	Kunstmest	kg P/ha	-	0	2	0
	N-binding	kg N/ha	-	0	50	100
	N-depositie	kg N/ha	-	50	50	50
	Bestrijdingsmiddelen	kg/ha	-	-	-	-
	Aanvoer P-voeder	kg P/koe	0	0	8	8
	Krachtvoer stieren	kg/dier	0	900	900	600
	Krachtvoer vaarzen	kg/dier	0	100	100	66
	Krachtvoer kalveren	kg/dier	0	500	500	300
	Krachtvoer stieren	kg/koe	0	360	450	300
	Krachtvoer vaarzen	kg/koe	0	30	50	33
	Krachtvoer kalveren	kg/koe	0	50	500	300
	Krachtvoer koeien	kg/koe	2500	2500	1000	660
	Totaal krachtvoer	kg/koe	2500	2940	2000	1293
		kg/100 kg melk	19	29	29	20
	Ruwvoer totaal	kg/koe	6570	6975	4800	5500
		kg/100 kg melk	51	70	69	85
	Krachtvoer	kg ds/ha	-	5000	5000	4500
	Ruwvoer	kg ds/ha	-	10000	8000	7000
	Bijproducten	kg/koe	700	0	0	0
Aanvoer dieren	Koeien/koe	0,25	0	0	0	
Produktieniveau	kg melk/koe	13000	10000	7000	6500	
	kg melk/ha	-	14286	7778	6500	
Excretie	kg N/koe	170	229	274	264	
	kg P/koe	19,6	25,1	29,0	27,9	
Aanw. Stieren	Dieren/koe	0,0	0,4	0,5	0,5	
Aanw. Vaarzen	Dieren/koe	0,0	0,3	0,5	0,5	
Aanw. Kalveren	Dieren/koe	0,0	0,1	1,0	1,0	
Areaal	Ha/koe	0	0,7	0,9	1,0	
Afvoer koeien	Koeien/koe	0,25	0,3	0,25	0,25	
Afvoer pinken	Pinken/koe	0	0,1	0	0	
Afvoer kalveren	Kalveren/koe	1	0,5	0	0	
Afvoer vaarzen	Vaarzen/koe	0	0	0,25	0,25	
Afvoer Stieren	Stieren/koe	0	0,1	0,5	0,5	
Mestafzet	1000 kg/koe	28	4	0	0	
Arbeidsintensiteit	peronen/bedrijf	3	1-2	2	2	
<b>PERFORMANCE INDICATOREN</b>						
Saldo <sup>a</sup>	fl./koe	8300	6500	4400	4800	
NH <sub>3</sub> emissie	kg N/koe	31	33	41	39	
N-verlies	kg N/koe	-	182	130	110	
N-belasting	kg N/ha	-	497	415	348	

<sup>a</sup> Saldo op basis van toegerekende kosten, melkprijs van fl. 0,76 per liter voor gangbare melk en fl. 0,84 voor biologisch geproduceerde melk, fl. 0,37 per kg krachtvoer en fl. 0,54 voor biologisch geproduceerd krachtvoer. Schatting is zuiver indicatief, op basis van gefingeerde cijfers. Er is aangenomen dat de kosten van aangevoerd- en zelf geproduceerd kracht- en ruwvoer gelijk zijn.

*Arbeidsintensiteit.* Het aantal personen dat werkzaam is op het bedrijf is 3 voor het industriële type, 1-2 voor het deeltijd-type, en 2 voor zowel het natuurgerichte als het biologische type (Tabel 6).

#### 4.1.3. Performance indicatoren.

*Saldo.* Het berekende saldo per koe is het hoogste voor het industriële type. Van de overige types scoort het deeltijd type het hoogst, terwijl de saldi van het natuurgerichte en biologische type nagenoeg gelijk zijn.

*NH<sub>3</sub> emissie.* De industriële en deeltijd-typen vertonen de laagste NH<sub>3</sub> emissie per dier (Tabel 6). De NH<sub>3</sub> emissie voor het natuurgerichte en biologische type zijn nagenoeg gelijk.

*Mineralenverliezen.* Als resultaat van de aanvoer en afvoer van produkten kunnen nu N- en P-balansen worden opgesteld (Bijlage 1a en 1b). Hierbij is voor de aanvoer van ruw- en krachtvoer rekening gehouden met de produktie binnen het eigen type. De balansen zijn opgesteld inclusief en exclusief N-binding en N-depositie.

Voor het industriële type zijn de N verliezen nihil. Dit wordt veroorzaakt, doordat geen rekening is gehouden met de ruwvoer en krachtvoerproduktie buiten het bedrijf. Van Eck *et al.* (1996) schatten de verliezen op het land gebruikt voor ruwvoervoorziening en mestafzet op ongeveer 160 kg N per hectare. De verliezen die berekend zijn voor het natuurgerichte en het biologische type zijn ook laag (respectievelijk 144 en 110 kg/ha; 130 en 110 kg N per koe; 1850 en 1600 g N per 100 kg melk). Het verlies van 260 kg N per hectare of 180 kg N per koe in het type deeltijd is aanzienlijk hoger. Voor P zijn er alleen kleine verliezen in het deeltijd type (bijlage 1b).

*Ruimtegebruik.* Het totale ruimtegebruik wordt bepaald door het land dat nodig is voor ruw- en krachtvoerproduktie, mestplaatsing, en voor de opfok van jongvee. Er is in de berekeningen aangenomen, dat als ruimte beschikbaar is, dit allereerst voor ruwvoerproduktie wordt gebruikt, en het resterende areaal voor krachtvoer. De ruimte nodig voor het plaatsen van mest wordt berekend op basis van de hoeveelheid plaatsbare P. De resultaten zijn gepresenteerd in Tabel 7.

- *Ruwvoer.* Als rekening wordt gehouden met het land dat nodig is om de gebruikte hoeveelheid ruwvoer te produceren, dan hebben de bedrijven per dier 0,6-0,7 hectare grond nodig. Als dit wordt berekend per eenheid van produkt, dan zijn de verschillen groter, variërend van 50 m<sup>2</sup> in het industriële type tot 130 m<sup>2</sup> per 100 kg melk in het biologische type. Het biologische type heeft het meeste land nodig omdat het gebruik van ruwvoer hoger ligt dan in de andere typen. Het ruimtegebruik voor ruwvoerproduktie in het natuurgerichte type is relatief hoog, omdat de aangenomen opbrengst lager is dan voor de deeltijd en industriële typen.
- *Krachtvoer.* Het ruimtegebruik per dier ten behoeve van krachtvoerproduktie is het laagst in het biologische type (0,3 ha/dier). Per eenheid van produkt is het ruimtegebruik voor krachtvoerproduktie het laagst in het industriële type (~40 m<sup>2</sup>/100 kg melk). Dit wordt veroorzaakt door de hoge efficiëntie van krachtvoerbenuiting, en het hoge produktieniveau (10000 kg/hectare). In de andere typen varieert het ruimtegebruik voor krachtvoerproduktie van 0,4 ha per koe in het natuurgerichte tot 0,6 ha per koe in het deeltijd type. Per eenheid van produkt heeft het type deeltijd het meeste land nodig (~60 m<sup>2</sup> per 100 kg melk), omdat hier zowel de efficiëntie van omzetting als het opbrengstniveau van krachtvoerproduktie laag zijn.
- *Mest.* Het ruimtegebruik voor mestplaatsing is berekend op basis van P excretie per dier (Tabel 7) en de hoeveelheid plaatsbare P. Hierdoor is het ruimtegebruik per dier van 0,56 hectare het laagst voor het industriële type, en het hoogste voor het natuurgerichte type (0,83 hectare per koe). Ruimtegebruik voor mestplaatsing per eenheid van produkt is het laagst voor het industriële type, en het hoogst voor het biologische type.

**Tabel 7.** Ruimtebeslag voor 4 typen van melkveehouderijsystemen.

	Eenheid	Indus- trieel	Deel- tijd	Natuur- gericht	Bio- logisch	Eenheid <sup>a</sup>	Indus- trieel	Deel- tijd	Natuur- gericht	Bio- logisch
<b>Ruimtebeslag</b>										
Plaatsbare P	kg P/ha	35,2	35,2	35,2	35,2					
Beschikbaar	ha/koe	0	0,7	0,9	1,0					
Mest	ha/koe	0,56	0,71	0,83	0,79	m <sup>2</sup> /100kg	43	71	118	122
Krachtvoer	ha/koe	0,50	0,59	0,40	0,29	m <sup>2</sup> /100kg	38	59	57	44
Ruwvoer	ha/koe	0,66	0,70	0,60	0,79	m <sup>2</sup> /100kg	51	70	86	121
Opfok	ha/koe	0,10	0,00	0,00	0,00	m <sup>2</sup> /100kg	8	0	0	0
Totaal Voer + mest	ha/koe	1,26	1,29	1,00	1,07	m <sup>2</sup> /100kg	97	129	143	165
Export mest	%	100	2	0	0					
Import ruwvoer	%	100	0	0	0					
Import krachtvoer	%	100	100	25	25					

<sup>a</sup> Uitgedrukt als oppervlakte in m<sup>2</sup> per 100 kg melk

- Totaal. Het totale ruimtegebruik voor voerproductie en mestplaatsing is als volgt berekend: het ruimtegebruik voor ruw- en krachtvoer is gelijk aan het totale ruimtegebruik, tenzij meer ruimte nodig is voor mestplaatsing. In geen enkele van de voorbeelden komt dit voor (Tabel 7). Met het totale ruimtegebruik en de hoeveelheid beschikbaar land, kan worden geschat hoeveel land buiten het type nodig is.

*Energiegebruik.* Het energiegebruik is berekend op basis van de aanvoer van produkten, en uitgedrukt als MJ per koe en MJ per 100 kg melk. Bij de aanvoer van voedermiddelen is, in tegenstelling tot Van Eck *et al.* (1996), de productie op het bedrijf zelf van ruwvoer niet meegerekend. Hierdoor valt het energiegebruik voor de deeltijd en natuurgerichte typen van bedrijven enigszins lager uit (Bijlage 1c).

Het energiegebruik voor het industriële type is het meest ongunstige van de vier typen, zowel gerekend per dier als per eenheid van produkt. Het meest gunstige energiegebruik is te vinden bij het natuurgerichte en het biologische type.

## 4.2. Varkenshouderij<sup>2</sup>

### 4.2.1. Inleiding

In de varkensmesterij worden biggen van ongeveer 25 kg gemest tot een gewicht van ongeveer 110 kg. De biggen zijn afkomstig van vermeerderingsbedrijven. Fokzeugen die daarvoor worden gebruikt zijn afkomstig van opfok-bedrijven en fokkerijen.

In de varkensmesterij worden een tweetal bedrijfstypen onderscheiden. Voor een uitgebreide beschrijving verwijzen we naar het Handboek voor Varkenshouderij (1993). In de literatuur wordt gesproken van een mesterijbedrijf en een gesloten bedrijf. Aangezien eindprodukt en -bestemming in beide bedrijven hetzelfde is (nl. vleesvarkens voor de slachterij) noemen we in deze studie beiden mesterijbedrijven. Omdat echter in het ene geval de biggen worden aangekocht van het vermeerderingsbedrijf, en in het andere geval biggen op het eigen bedrijf geproduceerd worden, noemen we ze in deze studie respectievelijk open en gesloten mesterijbedrijf.

Analoog aan de uitwerking in Bolsius (1993) en van Eck *et al.* (1996) kiezen we voor de mineralenbalans als sturingsmechanisme voor verdere uitwerking van het bedrijfssysteem. De balans kan in evenwicht zijn op (inter) nationaal-, lokaal- of bedrijfsniveau. Meer bepaald kiezen we voor een evenwichtige mineralenbalans op bedrijfsniveau. Het stelt hoge eisen aan de bedrijfsvoering en is gunstig voor het lokale milieu.

Bij een evenwichtige mineralenbalans op bedrijfsniveau kunnen twee varianten onderscheiden worden. We noemen ze gemengd “doorloop” en gemengd “kringloop”.

- *Gemengd doorloop*. In deze variant worden de mineralenreserves in de bodem van het bedrijf op peil gehouden door:

$$\text{Aanvoer (voer)} = \text{Afvoer (vlees + akkerbouwprodukten)}$$

Het voer voor de varkens wordt van buiten het bedrijf betrokken, vaak uit het buitenland. De varkens worden afgemest tot een gewicht van 110 kg en als vleesvarken afgevoerd naar de slachterij. De mest gaat naar de akkerbouw. De akkerbouw levert produkten voor humane consumptie. Hoewel op bedrijfsniveau de mineralenbalans in evenwicht is, lopen de mineralenstromen door het bedrijf (Figuur 3).

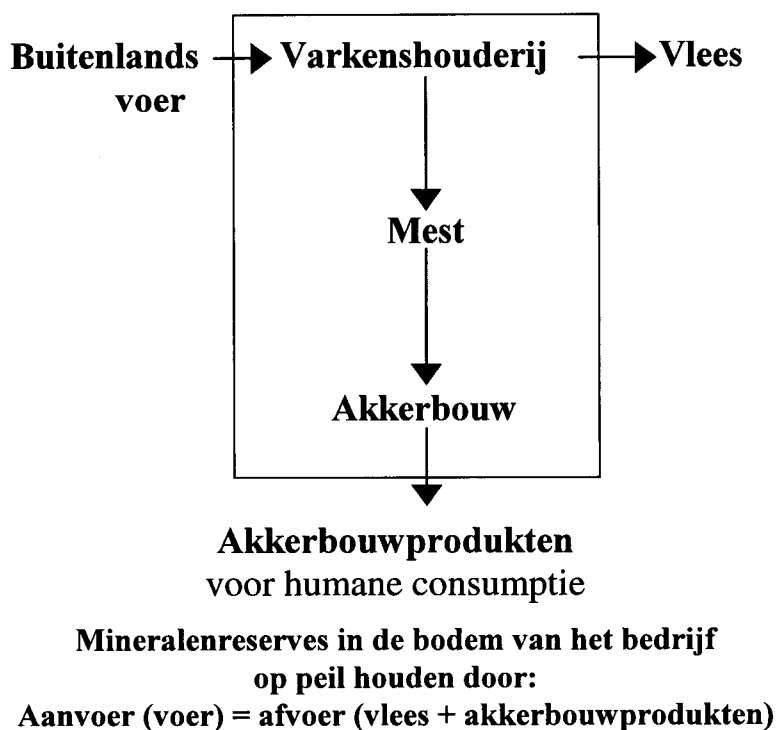
- *Gemengd kringloop*. In deze variant worden de mineralenreserves in de bodem van het bedrijf op peil gehouden door:

$$\text{Aanvoer (suppletie)} = \text{Afvoer (vlees)}$$

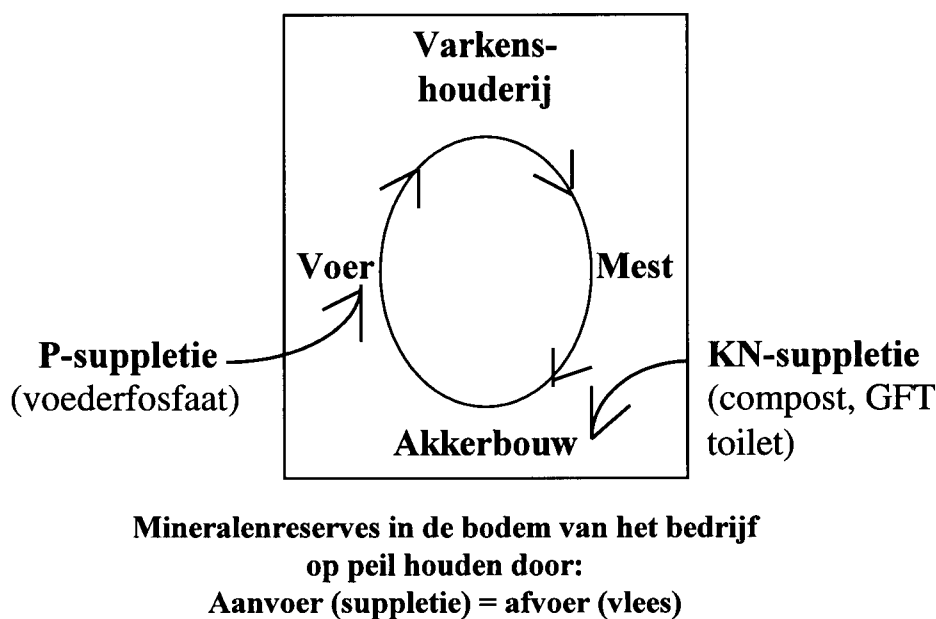
Het voer voor de varkens wordt op het bedrijf verbouwd. De varkens worden afgemest tot een gewicht van 110 kg en als vleesvarken afgevoerd naar de slachterij. De mest gaat naar de akkerbouw, waar voer wordt geproduceerd voor de varkens. De afvoer van mineralen via vlees kan gecompenseerd worden door aanvoer van mineralen via voederfosfaten (P) en compost (N, K). Behalve dat op bedrijfsniveau de mineralenbalans in evenwicht is, lopen de mineralenstromen in een kring (Figuur 4). Omdat de varkenshouderij in dit geval niet alleen qua mest maar ook qua voer aan de grond gebonden is, noemen we dit systeem verderop ook grondgebonden.

Slechts één type gemengd bedrijf wordt hierna verder uitgewerkt, namelijk gemengd kringloop met een gesloten mesterij. Daar liggen de volgende meer en minder zwaarwegende redenen aan ten grondslag:

<sup>2</sup> Auteur: C.M.L. Hermans, SC-DLO



**Figuur 3.** Mineralenstromen in het bedrijf gemengd doorloop.



**Figuur 4.** Mineralenstromen in het bedrijf gemengd kringloop.

- De huidige problematiek in de varkenssector hebben de overheid ertoe aangezet maatregelen te nemen om de sector vergaand te herstructureren in de richting van gesloten systemen, zo niet op bedrijfsniveau, dan toch per concentratiecirkel van bedrijven;
- Op basis van de informatie kan een fokkerij of een open mesterij worden uitgewerkt;
- Er wordt door anderen een akkerbouwbedrijfstype voor humane consumptie beschreven (zie bv. Köster, 1998).

In deze studie wordt een duurzame varkenshouderij beschreven met eigen produktie van biggen (“gesloten”) en voer (“grondgebonden”). Een gesloten varkenshouderij is een mesterijbedrijf dat in tegenstelling tot de gangbare mesterij geen biggen aankoopt, maar ze zelf produceert. Daartoe houdt het bedrijf fokzeugen. Een fokzeug levert per jaar tussen de 20 en 25 biggen. Die worden afgemest tot vleesvarkens van 110 kg. Veertig procent van de fokzeugen wordt jaarlijks vervangen.

Een grondgebonden varkenshouderij wordt in deze studie uitgewerkt als een varkenshouderij die eigen voer produceert en daartoe de eigen varkensmest aanwendt. Het varkenshouderij- en akkerbouwgedeelte zullen steeds apart worden beschreven, zoals aangegeven in Tabellen 4 en 8. De mineralenafvoer van het varkenshouderijgedeelte in de vorm van vlees wordt gecompenseerd door mineralenaanvoer in de vorm van voederfosfaat, kalirijke compost van gft en biologische N-binding (gemengd kringloop). Het bedrijf heeft 160 fokzeugen, 1210 vleesvarkensplaatsen, en levert per jaar 3646 vleesvarkens af (Tabel 8).

In het akkerbouwgedeelte bedraagt het totale bedrijfsoppervlak 182 ha (Tabel 8). Er kunnen ongeveer 20 vleesvarkens worden afgeleverd met het voer afkomstig van 1 ha. Er wordt geen kunstmest aangevoerd, en de mineralenafvoer in de vorm van varkens wordt gecompenseerd door aanvoer van voer (suppletie).

#### 4.2.2. Kenmerken van het varkenshouderij gedeelte

*Varkensstapel.* Het bedrijf telt 160 fokzeugen. Dat is een bedrijfsomvang voor 1 arbeidskracht die economisch levensvatbaar is. Bij een sterftepercentage onder biggen van 12%, een worpgrootte van 11 biggen per worp en maximaal 2,42 worpen per zeug per jaar, en een uitvalspercentage onder vleesvarkens van 2,6% kunnen jaarlijks 3646 vleesvarkens afgeleverd worden. Bij een omzetsnelheid van circa 3 ronden per jaar betekent dit dat het bedrijf 1210 vleesvarkensplaatsen heeft.

De biggen worden op een leeftijd van 4 weken gespeend. Zes weken later hebben ze een gewicht van 25 kg. Vervolgens worden ze in 116 dagen afgemest tot vleesvarken met een gewicht van 110 kg. Van de fokzeugen wordt jaarlijks 40% vervangen.

Om de bovengenoemde produktie te realiseren is een dagelijkse hoeveelheid voer van een bepaalde kwaliteit nodig. Per afgemest vleesvarken (inclusief bijbehorende biggen en fokzeugen) is dagelijks 300 kg voer nodig met een energiewaarde (EW) van 1,06 en 165 g eiwit per kg voer. Meer gedetailleerde informatie is te vinden in Bijlage 2.

*Mestafzet.* Per afgeleverd mestvarken per jaar wordt 1,0 kg P, 1,9 kg K en 6,8 kg N in 550 kg drijfmest geproduceerd (Tabel 8).

*Arbeidsintensiteit.* Behalve de feiten dat het gesloten, grondgebonden varkenshouderijbedrijf eigen biggen produceert en varkensvoer verbouwt, en dat de mineralenbalans in evenwicht is, is verondersteld dat twee arbeidskrachten werkzaam zijn op het varkensbedrijf (Bijlage 3, Tabel 8) en dat de varkensvoerproduktie volledig in loonwerk wordt uitgevoerd.

#### 4.2.3. Performance indicatoren van het varkenshouderij gedeelte

*Bedrijfseconomische berekening.* De berekende prijzen voor vlees, biggen en voer voor het gesloten, grondgebonden varkenshouderijbedrijf gelden bij een netto-bedrijfsresultaat van 0 gulden. Het netto-bedrijfsresultaat is het verschil tussen opbrengsten en variabele en vaste kosten, inclusief de arbeidskosten van de bedrijfsleider. Een netto-bedrijfsresultaat van 0 betekent dat alle kosten, inclusief de arbeidskosten, vergoed zijn. Er is uitgegaan van normbedragen zoals geformuleerd in KWIN-V met uitzondering van de vlees-, biggen- en voerprijs (PR, 1996).



**Tabel 8.** Kenmerken en performance indicatoren van varkenshouderij- en akkerbouwgedeelte van de gemengde varkenshouderij.

		Eenheid	Varkens- mesterij	Akkerbouw
<b>KENMERKEN</b>				
Inputs	Kunstmest	kg N/ha	-	0
	Kunstmest	kg P/ha	-	0
	Dierlijke mest	kg N/ha	-	136
		kg P/ha	-	20
	N-binding	kg N/ha	-	0
	N-depositie	kg N/ha	-	50
	Bestrijdingsmiddelen	kg/ha	-	0
	Aanvoer N (suppl.)	kg N/afgeleverd dier	2.7	-
	Aanvoer P (suppl.)	kg P/afgeleverd dier	0.6	-
	Totaal voer	kg d.s. /afgeleverd dier	300	-
	Krachtvoer	kg ds/ha	-	6000
	Aanvoer dieren	Dieren	64	-
	Produktieniveau	kg/dier	110	-
Excretie	kg N/dier	6,8	-	
	kg P/dier	1,0	-	
Areaal	ha	-	182	
Afvoer varkens	Dieren/jaar	3646	-	
Mestafzet	kg drijfmest/afgeleverd dier	550	-	
Arbeidsintensiteit	Personen/bedrijf	2	1	
<b>PERFORMANCE INDICATOREN</b>				
Saldo	fl./afgeleverd dier		60 <sup>a</sup>	-
	fl./ha			2650 <sup>a</sup>
NH <sub>3</sub> emissie	kg N/dierplaats		4,6	-
NH <sub>3</sub> emissie	kg N/afgeleverd dier		1,5	-
NH <sub>3</sub> emissie	kg N/ha		-	14
N-belasting	kg N/ha		-	142

<sup>a</sup> Berkend als opbrengsten minus variabele kosten zoals aangegeven in Tabel 9.

Het netto-bedrijfsresultaat is berekend voor het mesterijbedrijf (Tabel 9). Echter, de voerprijs en de biggenprijs zijn berekend in een hulpbegroting voor respectievelijk een akkerbouwbedrijf en een fokkerijbedrijf in de veronderstelling dat het netto-bedrijfsresultaat 0 bedraagt (zie bijlage 4). Op dezelfde manier is in Tabel 9 de vleesprijs berekend.

*Mineralenverlies.* In het varkenshouderijgedeelte van het bedrijf worden mineralen op peil gehouden worden door de afvoer van mineralen van het bedrijf in de vorm van vlees te compenseren door aanvoer van mineralen naar het bedrijf in de vorm van voer (suppletie).

Om dit te realiseren is de opzet van het bedrijf als volgt beredeneerd. Eerst is een benodigd rantsoen per afgeleverd vleesvarken bepaald en uitgedrukt in energie en eiwit (zie bijlage 2). Vervolgens is een gewasrotatie ontwikkeld die zorgt dat de behoeften voor energie en eiwit gedekt zijn (zie bijlage 5).

Tenslotte is begroot hoeveel varkens per ha kunnen gevoed worden op basis van energie en eiwit. Ter controle berekenen we de (bedrijfs) mineralenbalans voor P en K om te kijken of de mineralenkringloop voor P (en K) gesloten is. Wat het bedrijf verlaat aan P en K mag aangevoerd worden. Dat kan in verschillende vormen, voer of mest. Tenslotte bekijken we of ook de interne balans klopt, namelijk of de mest van de varkens kan geplaatst worden. De hoeveelheid P (en K) in het gewas wordt via het rantsoen opgenomen door de varkens. Een deel blijft achter in het varken, de rest komt via de excretie weer naar buiten. De hoeveelheden P, K en N die achterblijven in het varken zijn overgenomen van Jongbloed (pers.

**Tabel 9.** Bedrijfseconomische berekening voor een gesloten, grondgebonden varkenshouderijbedrijf.

<b>Opbrengsten</b>	
3646 vleesvarkens × 88 kg geslacht gewicht × fl. 3,75/kg geslacht gewicht	1201902
<b>Totaal opbrengsten</b>	<b>1201902</b>
<b>Variabele kosten</b>	
Dieren	
aankoop 3759 biggen × fl. 129/big	483679
uitval 2,6 % vleesvarkens × fl. 143/uitgevallen vleesvarken	13919
Voer 755625 kg voer × fl. 0,59/kg voer	448674
Gezondheidszorg 3646 vleesvarkens × fl. 5/afgeleverd vleesvarken	18232
Verwarming en strooisel 3646 vleesvarkens × fl. 1,8/afgeleverd vleesvarken	6564
Water 3646 vleesvarkens × fl. 1,3/afgeleverd vleesvarken	4740
Elektriciteit 3646 vleesvarkens × fl. 2/afgeleverd vleesvarken	7293
<b>Totaal variabele kosten</b>	<b>983102</b>
Saldo (zonder rente)	218801
Rentekosten 3646 vleesvarkens × 11,5 fl/gem. aanwezig vleesvarken	13503
Saldo (met rente)	205298
Niet-toegerekende kosten	
Vleesvarkensstal 1210 vleesvarkensplaatsen × 1000 fl/vleesvarkensplaats	796245
mestafvoersysteem (inbegrepen in nieuwbouwprijs) (bij 1840 plaatsen)	
luchtverdeelsysteem, luchtafvoersysteem, klimaatregelapparatuur,	
verwarmingssysteem, voermachines, voeropslag,	
emissiearme aanpassingen fl. 0 na aftrek subsidie	0
Afschrijving 5,8 %	46182
Onderhoud 1,2 %	9555
Rente 7 %	55737
Onroerende zaakbelasting fl. 10 per fl. 3.000 economische waarde	1769
Polder&waterschaplasten fl. 0,59 per fl. 3.000 economische waarde	104
Verzekeringen fl. 1,67/vleesvarkensplaats	2021
<b>Overige diverse kosten</b>	
fl. 4.900/1000 vleesvarkensplaatsen	5931
fl. 10.500/bedrijf	10500
<b>Arbeidskosten</b>	
1 ondernemer × fl. 87.000/ondernemer	87000
<b>Totaal Niet-toegerekende kosten</b>	<b>218801</b>
<b>Totaal kosten</b>	<b>1201902</b>
Totaal kosten/vleesvarken	330
Totaal kosten/kg geslacht gew.	4
<b>Netto-bedrijfsresultaat</b>	<b>-0</b>

meded.). Het verschil tussen de inname met het rantsoen en de retentie in het varken zit in de mest. Die mest gaat terug naar het akkerbouwgedeelte.

Afvoerposten van het bedrijf zijn fokvarkens (die moeten vervangen worden) en vleesvarkens en mest. De hoeveelheden N, P en K in de balansposten zijn afkomstig van Jongbloed *et al.* (1997) (bijlage 6). Uit de berekeningen blijkt dat per afgeleverd vleesvarken de balans een tekort vertoont van 0,6 kg P, 0,2 kg K en 2,7 kg N. Dat mag gecompenseerd worden in de vorm van een mineralenmengsel, voer of (kunst)mest of een combinatie. Voor P wordt de balans gesloten als per afgeleverd vleesvarken 0,6 kg P wordt aangevoerd, bij voorkeur in de vorm van voederfosfaten. Voor K mag meer dan 0,2 kg aangevoerd worden om te compenseren voor eventuele uitspoeling (belangrijk op zandgrond). Voor N mag ook meer aangevoerd worden om te compenseren voor verliezen (vervluchtiging van NH<sub>3</sub>).

*Ammoniak emissie.* De ammoniak emissie per dierplaats per jaar is gegeven in KWIN-V (PR, 1996). Berekeningen zijn gemaakt zonder en met aanpassingen om de ammoniak emissie te

beperken. Er zijn verschillende mogelijkheden om de emissie van ammoniak te beperken. De volgende cijfers zijn aangehouden:

1. Biggenopfok (gespeende biggen tot 25 kg):
  - Zonder aanpassingen: 0,6 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar;
  - Spoelgotensysteem met dunne mest, gedeeltelijke roostervloer: 0,21 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar;
2. Kraamzeugen (inclusief biggen tot spenen):
  - Zonder aanpassingen: 8,3 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar;
  - Mestschuif met gecoat, hellende keldervloer en giergoot: 3,1 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar;
3. Vleesvarkens:
  - Zonder aanpassingen: 3,0 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar;
  - Doeldeksysteem met metalen driekant roostervloer: 1,4 kg NH<sub>3</sub> per dierplaats per jaar.

Indien de stal aangepast wordt moeten extra kosten voor de bouw als volgt berekend worden:

Ad 1. fl. 55 per biggenplaats, 30 % subsidie.

Ad 2. fl. 1200/m<sup>2</sup> vloerstaloppervlakte stal, 30 % subsidie.

Ad 3. fl. 95/vleesvarkensplaats, 30 % subsidie.

Zonder aanpassingen bedraagt de totale ammoniak emissie van het beschreven bedrijf 5620 kg NH<sub>3</sub> per jaar. Na de bovengenoemde aanpassingen is de emissie met 55% gereduceerd tot 2500 kg NH<sub>3</sub> per jaar.

*Energiegebruik.* Het totale energiegebruik van een productieproces is de totaal benodigde hoeveelheid primaire energie waarop beslag wordt gelegd voor de voortbrenging van de eindprodukten van dat proces. Dit totale energiegebruik bestaat uit de verbruikte hoeveelheid directe energie (aankoop van brandstof en electriciteit) en uit de verbruikte hoeveelheid indirecte energie (energie nodig voor winning, bewerking en transport van aangekochte produkten en grondstoffen, waaronder brandstof en electriciteit, alsmede het toegerekend verbruik van kapitaalgoederen) (Welten, 1994).

In deze studie hebben we het totale energiegebruik berekend door de bruto-energieinhoud van alle aankopen te vermenigvuldigen met de aangekochte hoeveelheid. Duurzame produktiemiddelen worden meegenomen door middel van een bruto-energieinhoud op basis van jaarlijkse afschrijving. Deze methode is overgenomen van Welten (1994). De berekeningsmethode is vergelijkbaar met die gebruikt in van Eck et. al. (1996) voor rundveehouderij (en die ook zijn gebruikt in dit rapport, sectie 4.1.) De resultaten zijn in bijlage 7 weergegeven.

Het energiegebruik per afgeleverd vleesvarken bedraagt 0.6 GJ exclusief voerproductie en 1.36 GJ inclusief voerproductie. De grootste energieposten zijn die van brandstofgebruik. Hier is nog verbetering te behalen door over te stappen op schone energiebronnen (zonne-energie, windenergie).

*Watergebruik.* Water wordt gebruikt als drinkwater of reinigingswater. De gebruikte gegevens voor varkens zijn afkomstig van IKC (1993) en Jongbloed et. al. (1997). Een vleesvarken drinkt circa 2,2 kg water per kg opgenomen voer, per jaar is dat 460 kg water. Fokzeugen drinken circa 3 kg water per kg voer, ofwel 3.720 kg per jaar. Dat laatste is een gemiddelde over het jaar. Tijdens de lactatie moeten zeugen bijvoorbeeld onbeperkt water beschikbaar hebben. Biggen moeten ook onbeperkt water beschikbaar hebben. In de praktijk komt dit neer op circa 2,2 tot 2,5 kg water per kg voer. Totaal gebruikt een big vanaf geboorte tot een gewicht van 25 kg circa 83 kg water. Per 160 fokzeugen per jaar is circa 2.578.100

kg drinkwater nodig (3646 afgeleverde vleesvarkens  $\times$  456 kg + 3.879 biggen  $\times$  83 kg + 160 fokzeugen  $\times$  3710 kg drinkwater). Per afgeleverd vleesvarken komt dit neer op 707 kg.

Per vleesvarken is 50 kg reinigingswater nodig, per big tijdens de zoogperiode 5 kg, vanaf spenen tot 25 kg nog eens 5 kg water, per fokzeug is jaarlijks 1300 kg water nodig. Per 160 fokzeugen per jaar is circa 429090 kg reinigingswater nodig (3646  $\times$  50 kg + 3999  $\times$  5 kg + 3759  $\times$  5 kg + 160  $\times$  1300 kg reinigingswater). Per afgeleverd vleesvarken komt dit neer op 117 kg reinigingswater.

De totale waterbehoefte per afgeleverd vleesvarken bedraagt circa 824 kg.

#### 4.2.4. Kenmerken van het akkerbouw gedeelte

*Inputs.* Aangezien er 20 varkens per ha gehouden worden op het mesterijgedeelte, is de mestafzet per ha 20 kg P, 38 kg K en 136 kg N in 11 ton drijfmest. De onttrekking van P per ha bedraagt 21 kg. De kringloop voor P is dus gesloten (enkele afrondingsfouten veroorzaken een verschil van 1 kg per ha). Voor het gehele akkerbouwgedeelte is data 3640 kg P, 6916 kg K en 24752 kg N in 2000 ton varkensmest.

*Voerproductie.* De akkerbouw op het bedrijf staat volledig ten dienste van de varkensvoerproductie. Varken zijn alles-eters. In die zin zijn er weinig beperkingen. De beperking worden opgelegd door de groeisnelheid die men wenst en de kostprijs van het voer. Met het laatste houden wij in deze studie geen rekening. We hebben immers gezegd dat we een rantsoen van eigen bodem willen. Het gaat er dus om een rotatie te ontwikkelen die ons in staat stelt groeisnelheden van 650 tot 850 g per dag te realiseren voor vleesvarkens.

Er is een zesjarige rotatie ontwikkeld met als hoofdgewassen achtereenvolgens: erwt, maïs CCM, wintergerst, veldboon, maïs CCM en wintertarwe. In deze zesjarige rotatie is de ziektedruk laag. Er zijn geen gewasbeschermingsmiddelen nodig. De gemiddelde opbrengst bedraagt 6 ton droge stof per ha. Op basis van deze rotatie kan een rantsoen samengesteld worden met een EW van 1,21 (iets meer dan het standaardrantsoen) en 153 g eiwit (iets minder dan het standaardrantsoen). We gaan er gemakshalve vanuit dat dit geen probleem is, omdat we uitgaan van de veronderstelling dat gebruik gemaakt wordt van alle mogelijkheden om de gehalten aan P en N in het voer te minimaliseren. Voor P houdt dat in dat scherp naar behoefte wordt gevoerd, en gebruik gemaakt wordt van microbieel fytase naast een selectie van grondstoffen op laag P-gehalte. Voor N houdt dat in dat scherp naar behoefte wordt gevoerd, een eiwitrestrictie wordt geïntroduceerd, en gebruik gemaakt wordt van synthetische essentiële aminozuren naast een grondstoffeselectie met een laag eiwit-gehalte (Coppoolse et. al., 1990). Meer gedetailleerde informatie m.b.t. tot de rotatie is te vinden in Bijlage 5.

Op basis van deze cijfers kunnen 20 vleesvarkens worden afgeleverd met het voer afkomstig van 1 ha. Een bedrijf dat jaarlijks 3.646 vleesvarkens aflevert heeft daarom een oppervlakte nodig van 182 ha.

*Arbeidsintensiteit.* Op het akkerbouwgedeelte worden alle werkzaamheden in loonwerk worden uitgevoerd door 1 persoon (bijlage 3).

#### 4.2.5. Performance indicatoren van het akkerbouwgedeelte

*Bedrijfseconomische berekening.* De berekende voerprijs, bij een netto-bedrijfsresultaat van het akkerbouwgedeelte van 0 gulden, bedraagt circa 60 gulden per 100 kg (zie bijlage 4). Dat is duurder dan in de gangbare varkenshouderij, waar het voer 40 gulden per 100 kg kost, en goedkoper dan in de biologische varkenshouderij, waar het 65 gulden kost. De prijs per big bedraagt circa 130 gulden. Dit geldt eveneens bij een netto bedrijfsresultaat van 0 gulden voor het fokkerijgedeelte. In de gangbare en biologische varkenshouderij bedraagt de biggenprijs

respectievelijk 98 en 125 gulden. De vleesprijs tenslotte bedraagt circa 4 gulden per kg. Dat is alweer duurder dan de gangbare vleesprijs, circa 3 gulden per kg, maar goedkoper dan de biologische vleesprijs van bijna 5 gulden per kg.

*Mineralenverliezen.* De gehalten aan P, K en N in gewassen zijn afkomstig van het innovatieproject ecologische akkerbouw en groenteteelt (Vereijken, 1994). Het akkerbouwgedeelte gebruikt de mest van de varkenshouderij. Dit zou geen probleem opleveren als varkens P en K onttrekken aan het voer in dezelfde verhouding als de opname van P en K door planten uit de bodem. Dan had mest ook de goede samenstelling voor de gewasrotatie. Maar dat is niet het geval. Gewasrotatie onttrekt in een verhouding K/P van 2, terwijl varkens onttrekken in een verhouding van 1/2,6 (0,38). Dat probleem is op te lossen omdat op basis van de externe balans P en K aangevoerd kunnen worden (zie mineralenverliezen in de varkensmest, par. 4.2.3).

*NH<sub>3</sub> emissie.* De totale hoeveelheid N in de varkensmest die wordt aangewend is 136 kg N per ha, en 24,8 ton N voor het gehele akkerbouwgedeelte. Bij een gemiddelde NH<sub>3</sub> vervluchtiging van 10% (Van der Hoek [1994] nam aan dat 50% van de mest wordt ondergewerkt in één werkgang, en 50% in twee werkgangen) bedraagt de totale emissie 14 kg NH<sub>3</sub>-N per ha en 2,5 ton NH<sub>3</sub>-N voor de gehele oppervlakte.

*Ruimtegebruik.* De bulk van het ruimtegebruik in de varkenshouderij betreft voerproductie en mestafzet (Bolsius, 1993). Overige aspecten zoals ruimte in de stal, bij de verwerking, op transport, en bij de distributie vallen hierbij in het niet, en worden hier niet meegenomen.

Het ruimtegebruik is berekend waarbij een rantsoen voor het varkensbedrijf model gesloten systeem wordt geproduceerd. De gemiddelde opbrengst per ha is 6 ton droge stof. Het heeft een droge stofgehalte van 74 %, wat neerkomt op 8,1 ton voer. Per afgeleverd vleesvarken is circa 300 kg voer (droge stof) nodig. Per ha kunnen circa 20 vleesvarkens afgeleverd worden. De berekende ruimte kan kleiner worden als een deel van het rantsoen zou bestaan uit keukenafval of industrieel plantaardig afval. Een persoon produceert circa 20 kg keukenafval per jaar. Ongeveer 25 % van het bruto plantaardig produkt is industrieel plantaardig afval. Dergelijke berekeningen zijn uitgevoerd door Jongbloed *et al.* voor DTO studie.

*Energiegebruik.* Voor de berekeningswijze van het energiegebruik wordt verwezen naar de beschrijving van het varkenshouderij-gedeelte hierboven. Het energiegebruik bedraagt 2.6 GJ per ton voer of 0.8 GJ per afgeleverd varken (bijlage 7). De grootste energieposten zijn die van brandstofgebruik. Hier is nog verbetering te behalen door over te stappen op schone energiebronnen (zonne-energie, windenergie).

#### 4.2.6. Overige milieuaspecten van varkenshouderij

Varkenshouderijen veroorzaken stank. Bij de registratie van klachten over de kwaliteit van het milieu is stank een topper. Van de totale stankhinder wordt 15 % veroorzaakt door bronnen in de landbouw. Vooral emissie uit stallen, mestopslag en aanwenden van mest op het land spelen een rol. Die laatste veroorzaakt circa 90 % van de stank (Louwers, 1996). Om de geurhinder te verminderen gelden normen m.b.t. de afstand tussen woningen en de intensieve veehouderijbedrijven. Die afstand moet groter zijn naargelang het aantal dieren (vleesvarkenseenheden) groter is. De afstand moet ook groter zijn als men te maken heeft met een bebouwde kom in plaats van een agrarisch bedrijf (IKC-V, 1993).

In de varkenshouderij komen schadelijke stoffen voor. De belangrijkste zijn asbest, gassen

uit mest, stalstof, vloeistoffen en dampen, en waternevel. Ze zijn belangrijk omdat ze de gezondheid van de mens nadelig beïnvloeden. Meer informatie is te vinden in IKC-V (1993).

#### 4.2.7. Groene nevenfuncties

De potenties voor groene nevenfuncties beoordelen we op het schaalniveau van het bedrijf en van de regio. De groene nevenfuncties beperken we tot natuur en landschap en agri-toerisme.

- *Bedrijfsniveau*. In het beschreven bedrijfssysteem varkenshouderij - akkerbouw zijn er mogelijkheden voor natuur op perceelsranden en bedrijfsgrenzen. De bedrijfsvoering is dermate extensief dat ze geen belemmering vormt. Het type natuur is gebiedsafankelijk (grondsoort, vocht). Door de grote omvang van de bedrijven, meer dan 100 ha, beïnvloeden ze ook het landschap. In een (oorspronkelijk) kleinschalig landschap kan gekozen worden voor herstel of behoud van de structuur door gericht aanplanten en onderhouden van houtwallen en heggen. Door de grootschalige teelt van maïs verdwijnen echter ook verschillende kenmerken van het landschap. Hoogteverschillen tussen escomplexen en beekdalen en de afwisseling tussen open en gesloten landschappen wordt minder herkenbaar als maïs van 2 tot 2,5 m hoog wordt geteeld.
- *Gebiedsniveau*. De grote schaal van de bedrijven, inclusief de bedrijfsgebouwen, zullen vaak niet passen in de maatvoering van de bestaande landschappen. De grote arealen bouwland voor varkensvoerproductie vereisen samenvoegen van percelen waardoor het gebied grootschalig en eenvormig oogt. De recreatieve aantrekkelijkheid van deze gebieden lijkt daardoor niet groot.

Er zijn mogelijkheden om de recreatieve aantrekkelijkheid van een gebied te vergroten. Er moet dan op bedrijfsniveau veel aandacht geschonken worden aan beheer van perceelsgrenzen en bedrijfsgrenzen. Bovendien zou een dergelijke infrastructuur moeten aansluiten op die van aanpalende bedrijven zodat een groot netwerk ontstaat. Bovendien kan gekeken worden of het bouwplan kan aangepast worden in de richting van gewassen met aantrekkelijke bloemen en geuren die tevens geschikt varkensvoer zijn. Een apart probleem vormt de stank (zie par. 4.2.6).

#### 4.2.8. Perspectieven

Duurzame varkenshouderij kan een oplossing bieden voor de problemen van hoge concentraties aan varkenshouderijen in Brabant en Gelderland met hoge milieubelasting en ziektegevoeligheid. Tevens biedt het een oplossing voor de weinig rendabele akkerbouw op de zwaardere kleigronden in met name Groningen en Friesland. Tegelijkertijd biedt het beleid aanknopingspunten om varkensvrije zones te creëren door uitkoop of overplaatsing van varkensbedrijven en koppeling van varkenshouderijen met akkerbouw. Duurzame varkenshouderij, eventueel onder EKO keurmerk, kan bovengenoemde koppeling economisch rendabel uitvoeren met sociale en ecologische voordelen. Werkgelegenheid wordt geboden voor 2 varkenshouders. Hoewel akkerbouw hier is uitgewerkt in loonwerk, bestaat er tevens mogelijkheid om 2 akkerbouwbedrijven in te schakelen. Varkenshouders voelen echter een sterke sociale gebondenheid die verplaatsing tegenwerkt.

In 1996 waren er in Nederland 1,3 miljoen fokzeugen. Die kunnen jaarlijks circa 30 miljoen biggen produceren die in principe zijn af te mesten tot evenzoveel vleesvarkens. Op basis van de meetingsgegevens zijn er 7 miljoen vleesvarkensplaatsen. Het aantal ronden per jaar is net geen 3, dus er kunnen jaarlijks 21 miljoen vleesvarkens afgeleverd worden. Het systeem is niet gesloten. Er is een overschot aan biggen van 9 miljoen. Die worden jaarlijks geëxporteerd. Om de Nederlandse varkensstapel gesloten te maken zouden er 360.000 fokzeugen moeten verdwijnen. Dan kunnen al de vleesvarkensplaatsen benut worden. Echter,

om jaarlijks 21 miljoen vleesvarkens af te leveren in een grondgebonden systeem is 1 miljoen ha akkerbouwgrond nodig. Zoveel is niet beschikbaar. Er is 807200 ha akkerbouwgewassen, waarvan 223000 ha maïs voor de rundveehouderij. Als de varkenshouderij de gehele oppervlakte die nu wordt gebruikt voor akkerbouw (584200 ha) zou kunnen benutten was er ruimte voor 11,7 miljoen afgeleverde vleesvarkens per jaar en 467400 fokzeugen. Dat zou een reductie betekenen van 64 %. De consequentie daarvan is dat in Nederland geen ruimte meer is voor kippenmest. Als de varkenshouderij zou willen produceren voor binnenlands verbruik (bij huidige consumptiepatroon) is er behoefte aan 7,85 miljoen afgeleverde vleesvarkens en 392000 ha akkerbouwgrond.





## 5. TOEPASSING VAN TWEE TYPEN MELKVEEHOUDERIJ IN DE ACHTERHOEK

### 5.1. Inleiding

In dit hoofdstuk zal een voorbeeld worden uitgewerkt van de vergelijking van milieu- en economische effecten van verschillende vormen van landgebruik zoals voorzien in DSS Groene Ruimte. In dit voorbeeld zal voor de Achterhoek de huidige melkveehouderij worden vergeleken met biologische melkveehouderij. Het zal duidelijk zijn dat het voorbeeld maar een gedeelte van de componenten omvat die zijn voorzien in DSS Groene Ruimte.

Het gekozen gebied omvat alleen die gemeenten in de Achterhoek met hoofdzakelijk zandgronden. De gemeenten in het studiegebied zijn gepresenteerd in Tabel 10 en Figuur 5a. In het voorbeeld zal een vergelijking worden gemaakt tussen de huidige gangbare typen in de melkveehouderij en een alternatief type, namelijk biologische melkveehouderij. Dit laatste type is reeds in hoofdstuk 4 aan de orde gekomen.

### 5.2. Gebruikte typen melkveehouderij in de Achterhoek

#### 5.2.1. Gangbare melkveehouderij

Voor dierpopulaties en arealen grasland en maïs per gemeente is gebruik gemaakt van gegevens uit de metellingen voor 1996 (CBS, 1997) (Tabel 10). Er bestaan belangrijke verschillen tussen de gemeenten in de intensiteit van het graslandgebruik. Zo is in de gemeente Aalten het aantal melk- en kalfkoeien per hectare 2,2, terwijl in de gemeente Winterswijk de dierdichtheid 1,6 is. De gemiddelde veedichtheid is 1,8 melk- en kalfkoeien per hectare, bij een bedrijfsgrootte van 22,4 ha, waarvan 20,3 ha gras en 2,2 ha voedergrassen. Er is aangenomen dat voedergrassen in de melkveehouderij hoofdzakelijk bestaan uit maïs. In de berekeningen wordt alleen het grasland in beschouwing genomen.

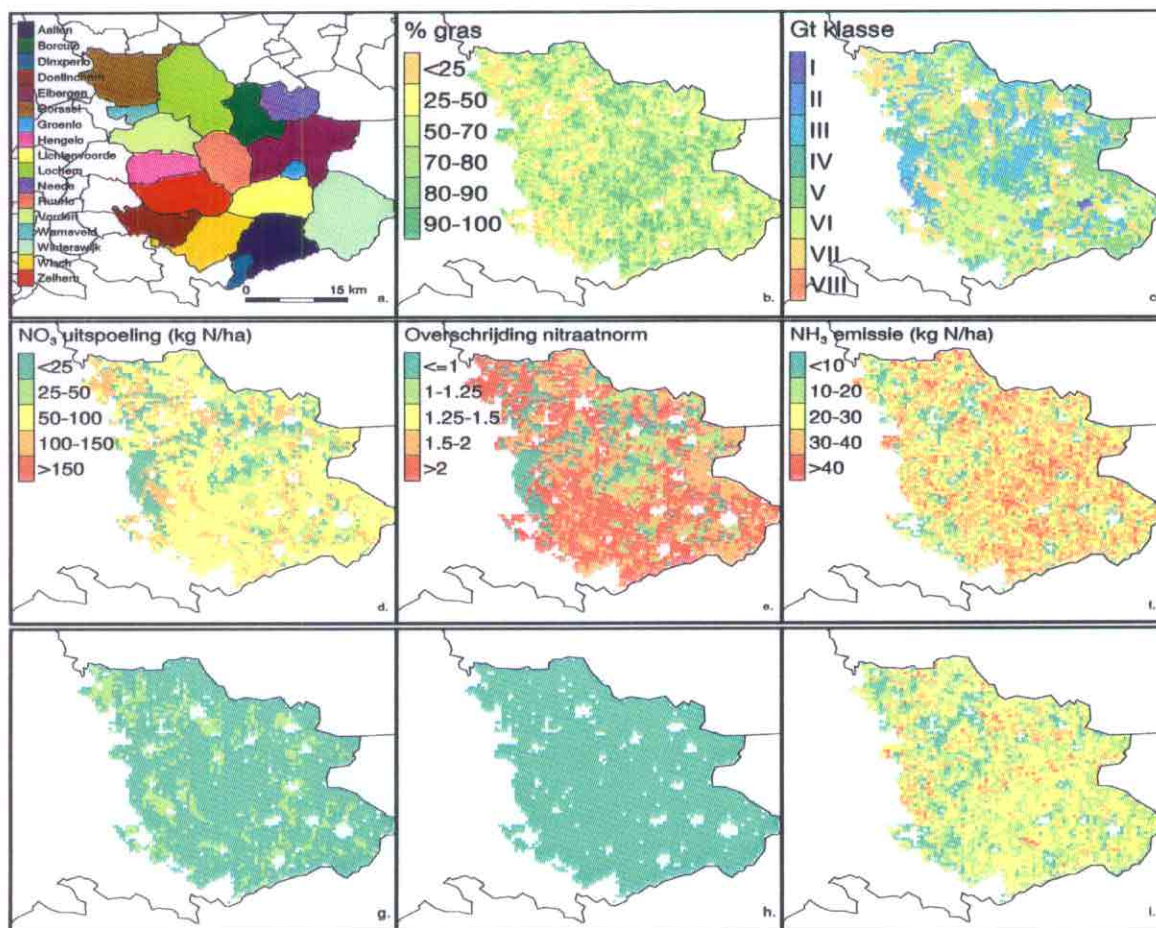
Er zijn 1,5 stuks jongvee per melkkoe aanwezig, waarvan ongeveer 0,9 stuks jongvee van 0-1 jaar en 0,6 stuks jongvee van 1-2 jaar (CBS, 1997). De excretie per melkkoe, inclusief het jongvee, is 260 kg N per jaar, waarvan gemiddeld 160 kg N tijdens beweiding en 100 kg N in de stalperiode. Per eenheid van oppervlakte is de totale weide-excretie per hectare grasland 285 kg N en de totale stalexcretie 178 kg N.

Op grasland wordt in totaal 700 kg N per hectare aangewend, bestaande uit 270 kg N uit kunstmest en 430 kg uit dierlijke mest (RIVM, 1997). Bovendien vindt er depositie van stikstof plaats, waarvoor een jaarlijkse hoeveelheid van 50 kg N/ha wordt verondersteld. Als wordt aangenomen dat een kleine hoeveelheid mest (5-20 kg N/ha) afkomstig van andere dieren of aangevoerd van elders, wordt de nu geldende P-aanvoernorm van 100 kg P/ha niet overschreden.

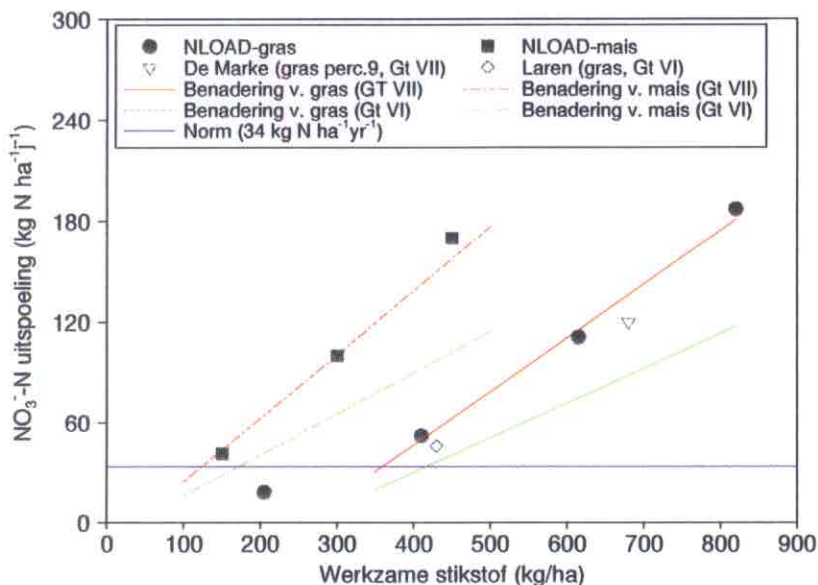
#### 5.2.2. Biologische melkveehouderij

Het gebruikte type biologische melkveehouderij is beschreven in sectie 4.1 van dit rapport. Per hectare ruwvoer heeft dit bedrijf 1,25 melk- en kalfkoeien (Dit komt overeen met 1 dier per ha inclusief krachtvoerproductie in Tabel 6). Per melkkoe zijn er nog 0,5 stieren, 1 stuk jongvee (0-1 jaar) en 0,5 stuks jongvee (0-1 jaar).

In dit type wordt geen kunstmest gebruikt, zoals voorgeschreven in de biologische landbouw (Köster, 1998). Er vindt biologische stikstofbinding plaats door klaver. Hiervoor is een waarde aangenomen van 100 kg N/ha per jaar. Gemiddeld is de toegediende werkzame hoeveelheid stikstof ongeveer 350 kg/ha.



**Figuur 5.** (a) Gemeenten in het studiegebied Achterhoek.; (b) Voorkomen van gras; (c) Gt klassen; (d), (e) en (f) Voor huidige melkveehouderij: nitraatuitspoeling (d); overschrijding van de nitraat-norm voor drinkwater (e); en ammoniakemissie; (g), (h) en (i). Voor biologische melkveehouderij: nitraatuitspoeling (g); overschrijding van de nitraat-norm voor drinkwater (h); en ammoniakemissie (i).



**Figuur 6.** NLOAD berekeningen voor gras en maïs op Gt VII\* en benaderende formules voor het berekenen van de nitraatuitspoeling voor zandgrond onder gras en maïs, en gemeten nitraatuitspoeling in zandgrond onder gras op twee proefboerderijen. NLOAD berekeningen en data voor proefbedrijf De Marke (Hengelo) en Laren (Lochem) uit Van Drecht en Scheper (1998). Benadering voor gras op Gt VII\*:  $NO_3$  uitspoeling ( $kg\ N\ ha^{-1}yr^{-1}$ ) =  $15 + 0.32(N - 300)$ ; en voor maïs: uitspoeling =  $25 + 0.38(N - 100)$ .

**Tabel 10.** Oppervlakte cultuurgrond, gras- en maaisland, aantallen bedrijven met melkvee, en dierdichtheid voor bedrijven in 17 gemeenten in de Achterhoek. Oppervlakte in ha. Bron: CBS (1997).

Gemeente	Opp. cultuurgrond	Oppervlakte gras	Opp. bedrijven met graasdieren	Aantal bedrijven met melk- en kalfkoeien	Aantal melk- en kalfkoeien	Opp. gras per bedrijf	Opp. voeder- gewassen	Totaal opp. per bedrijf	Melk- en kalfkoeien per ha
Aalten	5849	3787	4170	187	8410	20,3	2,0	22,3	2,0
Borculo	4041	2862	3191	144	5855	19,9	2,3	22,2	1,8
Dinxperlo	805	533	561	28	960	19,1	1,0	20,0	1,7
Doetinchem	2261	1295	1508	61	2430	21,2	3,5	24,7	1,6
Eibergen	9629	6738	7085	349	14889	19,3	1,0	20,3	2,1
Gorssel	5102	3408	3980	148	6424	23,0	3,9	26,9	1,6
Groenlo	759	531	558	27	1055	19,7	1,0	20,7	1,9
Hengelo	3684	2018	2426	100	4049	20,2	4,1	24,3	1,7
Lichtenvoorde	5646	4008	4078	205	8406	19,6	0,3	19,9	2,1
Lochem	8232	5482	6144	292	11706	18,8	2,3	21,0	1,9
Neede	2999	1876	2236	95	3993	19,7	3,8	23,5	1,8
Ruurlo	4767	3292	3774	179	7027	18,4	2,7	21,1	1,9
Vorden	3871	2638	2891	123	5026	21,4	2,1	23,5	1,7
Warnsveld	850	664	809	29	1382	22,9	5,0	27,9	1,7
Winterswijk	9135	5841	6283	255	9417	22,9	1,7	24,6	1,5
Wisch	5369	3216	3598	149	5531	21,6	2,6	24,1	1,5
Zelhem	5897	3521	3914	178	6689	19,8	2,2	22,0	1,7
Totaal	78897	51711	57206	2549	103249	20,5	2,4	22,9	1,8

### 5.3. Berekening van emissies

#### 5.3.1. Ammoniakemissie

De totale NH<sub>3</sub> emissies bestaat uit emissie in de weideperiode van 8%, stalemissie van 13%, opslagemissie van 1%, en aanwendingsverliezen van 5% op basis van zodebemesting. Dit komt neer op een jaarlijkse emissie van ongeveer 60 kg N/ha voor de huidige melkveehouderij en 40 kg N/ha voor het biologische type.

#### 5.3.2. Nitraatuitspoeling

*Berekeningswijze.* Voor het berekenen van de uitspoeling van nitraat als gevolg van gebruik van kunstmest, dierlijke mest, beweiding, biologische stikstofbinding en stikstofdepositie is een benaderende formule gebruikt, die is gebaseerd op berekeningen met het model NLOAD (Van Drecht en Schepers, 1998).

Deze benaderende formule is gebaseerd op een aantal scenario's van mesttoediening en mestsamenstelling (Van Drecht, 1998; persoonlijke mededeling), en is gebruikt om de uitspoeling te berekenen als functie van de hoeveelheid werkzame stikstof (Figuur 6). Hiermee kan de kritische stikstofgift (de gift waarbij de nitraatnorm van 50 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> per liter niet wordt overschreden) worden bepaald. Deze norm komt ruwweg neer op een uitspoeling van 34 kg N/ha per jaar (Figuur 6).

In de scenario's die zijn gebruikt voor het ontwikkelen van de benaderende functies is uitgegaan van een geleidelijke vermindering van het gebruik van kunstmest en een relatieve toename van dierlijke mest bij het verminderen van de totale gift. Bovendien is uitgegaan van een geleidelijke overgang van najaarstoediening van dierlijke mest naar toediening in het voorjaar (Van Drecht, 1998; persoonlijke mededeling).

*Werkzame stikstof.* Met werkzame stikstof wordt de lange termijn landbouwkundige werking bedoeld, dus ook de werking van de organische stikstoffracties. Hier worden de aangenomen

fracties gebruikt zoals aangenomen in de NLOAD versie die is gebruikt voor recente MB en MV studies. De hoeveelheid werkzame stikstof is 100% voor kunstmest en N depositie. Verder wordt aangenomen dat 50% van de dierlijke mest bestaat uit minerale stikstof ( $N_m$ ), waarvan een deel als  $NH_3$  vervluchtigt. De resterende 50% van de dierlijke mest bestaat uit gemakkelijk afbreekbare organische stikstof ( $N_e$ ) en residuele organische stikstof ( $N_r$ ). Van  $N_e + N_r$  wordt aangenomen dat 80% werkzaam is op de lange termijn. Voor biologisch gebonden stikstof wordt ook een werkzame deel van 80% aangenomen.

Bij een jaarlijkse stikstofdepositie van 50 kg N per hectare is de hoeveelheid werkzame stikstof op grasland in de huidige melkveehouderij ongeveer 650 kg N/ha is, terwijl deze hoeveelheid in het biologische type ongeveer 350 kg N/ha per jaar bedraagt.

*Effect van de grondwatertrap.* De benaderende curve in Figuur 6 is ontwikkeld voor gronden met diep grondwater (Gt VII\*). Voor gronden met andere grondwatertrappen moet een correctie worden toegepast om het effect te beschrijven van de diepte van de grondwaterstand op de hoeveelheid stikstof die wordt gedenitrificeerd, en dus niet meer kan uitspoelen.

Hiertoe zijn door Boumans *et al.* (1989) uit veldstudies voor iedere grondwatertrap correctiecoëfficiënten afgeleid (Tabel 11). Hoewel deze coëfficiënten slechts benaderingen zijn, is er wel een redelijk goede overeenstemming tussen de gebruikte waarden en die in andere modellen en studies (Van Drecht *et al.*, 1991).

*Vergelijking met proefveldgegevens.* In het proefgebied liggen een aantal proefbedrijven waar de uitspoeling is gemeten in relatie tot de grondwatertrap en de stikstofgift. In perceel 9 met Gt VII van proefbedrijf De Marke in de gemeente Hengelo (Gld.) is een uitspoeling van  $46 \pm 10$  kg N/ha gemeten (gemiddelde over 1992/93-1993/94) bij een N-gift van 430 kg werkzame stikstof per hectare (Van Drecht en Scheper, 1998). In proefbedrijf Laren (gemeente Lochem) in perceel 1 t/m 9 met Gt VI is een uitspoeling gemeten van 120 kg N/ha bij een N-dosis van 680 kg werkzame stikstof per hectare (gemiddeld over 1990-1993).

De benaderende formule voor Gt VII overschat de gemeten uitspoeling op proefbedrijf De Marke lichtelijk, terwijl de formule voor Gt VI de uitspoeling waargenomen in Laren onderschat (Figuur 6). In de praktijk kan de uitspoeling hoger zijn dan in proefbedrijven door verschillen in bedrijfsvoering en -stijl. Bij lagere N-giften zoals in Laren is het mogelijk dat het lineaire model de uitspoeling onderschat. Wellicht zou een concave curve beter de realiteit weergeven. Het past niet binnen de doelstelling van dit project om niet-lineaire curves te valideren.

**Tabel 11.** Relatie tussen de grondwatertrap (Gt) en de uitspoeling van nitraat gehanteerd in het model NLOAD.

Gt <sup>a</sup>	Nitraat-N uitspoeling <sup>b</sup>
II (*)	0,05
III	0,08
III*	0,31
IV	0,43
V	0,50
V*	0,48
VI	0,65
VII	0,83
VII* (VIII)	1,00

<sup>a</sup> Systeem van Gt classificatie van 1977.

<sup>b</sup> De nitraatuitspoeling is uitgedrukt als fractie van de gemeten nitraat-uitspoeling bij een diepe grondwaterspiegel (Gt VII\*). De Gt klassen voor zandgebieden in de Achterhoek zijn afgebeeld in Figuur 5c.

**Tabel 12.** Specificatie van het saldo van rundveehouderij voor het gangbare type en het biologische type bij huidige prijzen voor gangbare en biologische producten, en voor een melkprijs voor biologisch geproduceerde melk gelijk aan de huidige prijs van gangbare melk.

	Gangbaar				Biologisch			
	Productie/ verbruik	Prijs/kg	Saldo/koe	Saldo/ha	Productie/ verbruik	Prijs/kg	Saldo/koe	Saldo/ha
Melk	7000	0.76	5320	9576	6600	0.84	5676	7095
Omzet/aanwas rundvee			817	1471			750	938
<b>Opbrengst</b>			<b>6137</b>	<b>11047</b>			<b>6426</b>	<b>8033</b>
Krachtvoer	2145	0.37	794	1429	1300	0.54	702	878
Krachtvoervervangers			0	0			250	313
Melkproducten			89	160			89	111
Ruwvoer/voorraadmutatie			229	412			229	286
Diergezondheid			363	653			363	454
Zaaizaad/pootgoed			46	83			45	56
kunstmest			225	405			0	0
Gewasbescherming			25	45			0	0
Overig toegerekend			2	4			2	3
<b>Totaal toegerekende kosten</b>			<b>1773</b>	<b>3191</b>			<b>1680</b>	<b>2100</b>
<b>Saldo</b>			<b>4364</b>	<b>7856</b>			<b>4746<sup>a</sup></b>	<b>5933<sup>a</sup></b>
							<b>4086<sup>b</sup></b>	<b>5108<sup>b</sup></b>

Gebaseerd op LEI-DLO (1997a) en De Bondt *et al.* (1997).

<sup>a</sup> Op basis van de huidige prijs voor biologische geproduceerde melk.

<sup>b</sup> Op basis van de huidige prijs voor gangbare melk van fl. 0,76.

## 5.4. Performance indicatoren

### 5.4.1. Emissies

De berekende milieubelasting voor de huidige melkveehouderij is afgebeeld in Figuur 5d en 5f. De nitraatuitspoeling voor de gangbare melkveehouderij varieert van waarden beneden het kritische niveau van 34 kg N/ha per jaar in gebieden met hoge grondwaterstanden (Gt I en II) tot waarden van 150 kg N/ha per jaar en hoger voor gronden met dieper grondwater. Dit betekent dat in een groot gedeelte van het gebied de uitspoeling vele malen hoger is dan toelaatbaar volgens de drinkwaternorm (Figuur 5e).

Wanneer voor het areaal grasland waar overschrijding plaatsvindt (ongeveer 41300 ha) wordt aangenomen dat het gangbare type wordt vervangen door het biologische type, blijkt dat de jaarlijkse nitraatuitspoeling kan worden beperkt tot waarde beneden of gelijk aan het kritische niveau (Figuur 5g en 5h). De totale jaarlijkse NH<sub>3</sub> emissie neemt bij deze substitutie af van 124 kton NH<sub>3</sub>-N per jaar voor het gangbare type naar 66 kton NH<sub>3</sub>-N per jaar.

### 5.4.2. Saldo

Het saldo is berekend als de opbrengst minus de toegerekende kosten (Tabel 12). Bij berekeningen van het saldo speelt uiteraard de prijs van het produkt een belangrijke rol. De huidige prijs, die boeren ontvangen voor biologisch geproduceerde melk, is hoger dan die voor gangbare melk. Omdat de prijs van biologische producten kan veranderen bij een toename van de productie is uitgegaan van twee prijsniveaus, nl. de huidige prijs voor gangbare melk en de huidige prijs voor biologische producten. De werkelijke prijs voor biologische producten zal waarschijnlijk liggen tussen die twee uitersten, afhankelijk van de

ontwikkeling van aanbod en vraag.

Bovendien is de prijs die biologische melkveehouders moeten betalen voor krachtvoer hoger dan de prijs die gangbare boeren betalen, omdat tenminste 60% van het krachtvoer uit biologische producten moet bestaan (Bondt *et al.*, 1997; Köster, 1998).

De saldi zijn berekend met gegevens uit LEI (1997) en De Bondt *et al.* (1997). De resultaten laten zien dat het saldo per koe iets hoger is voor het biologische type door de hogere melkprijs, zelfs als gerekend wordt met een hogere krachtvoerprijs (Tabel 12). Het saldo per hectare is echter veel hoger voor het gangbare type dan voor het biologische type door de hogere veebezetting (respectievelijk 1,8 en 1,25 melk- en kalfkoeien per hectare).

In het geval van gelijke prijzen voor melk is het saldo per koe ongeveer gelijk voor het gangbare type en het biologische type, terwijl het saldo per hectare veel lager is voor het biologische type dan voor het gangbare type.

Het saldo in de originele situatie voor het gehele gebied is 408 miljoen gulden. Het saldo voor het gebied waar het gangbare type is vervangen door het type is, afhankelijk van de gehanteerde melkprijs, 238-211 miljoen gulden. De daling in saldo door vervanging van 41300 ha van het gangbare type door het biologische type bedraagt 86-113 miljoen gulden.

## 6. BEPALING VAN DE ATTRACTIVITEIT VAN GROND VOOR LANDBOUWKUNDIG RUIMTEGEBRUIK

In hoofdstuk 2 is de opbouw van het onderdeel landbouw van DSS Groene Ruimte besproken. Hierbij is voorzien dat de verschillende landbouwtypen door de Ruimtescanner worden geallokeerd. Dit gebeurt in de Ruimtescanner op basis van de attractiviteit van de grond voor een bepaald gebruik. De concurrentie tussen de verschillende ruimtelijke claims, en de beschikbaarheid van ruimte bepaalt op welke manier ruimte wordt geallokeerd.

Hier zal een kort overzicht worden gegeven van mogelijke uitbreiding en verbetering in de Ruimtescanner van de bepaling van de verschillende factoren die de attractiviteit van grond voor een bepaald landbouwtype bepalen (Figuur 7). Deze factoren kunnen in 4 groepen worden verdeeld:

- *Omgevingsfactoren*, waaronder klimaat en bodemgeschiktheid, die samen de potentiële productie vermogen bepalen.
- *Milieufactoren*, zoals bepaald door het ruimtebeslag, de kwetsbaarheid van het land voor milieudruk veroorzaakt door het gebruik ervan, en de schade aan omringende functies door bijvoorbeeld grondwater- en luchtverontreiniging.
- *Ecocomische factoren*. De economische factoren bepalen het voortbrengend vermogen, zoals dat bepaald wordt door de opbrengst en de kosten van inputs.
- *Locatiefactoren*. Locatiefactoren hebben betrekking op de ruimtelijke samenhang (bereikbaarheid, nabijheid van gebieden met voerproductie en mogelijkheden tot mestafzet, etc.).

De *attractiviteit* van het land voor landbouw wordt bepaald door alle vier bovenstaande factoren samen. Hieronder zullen de verschillende factoren kort worden besproken.

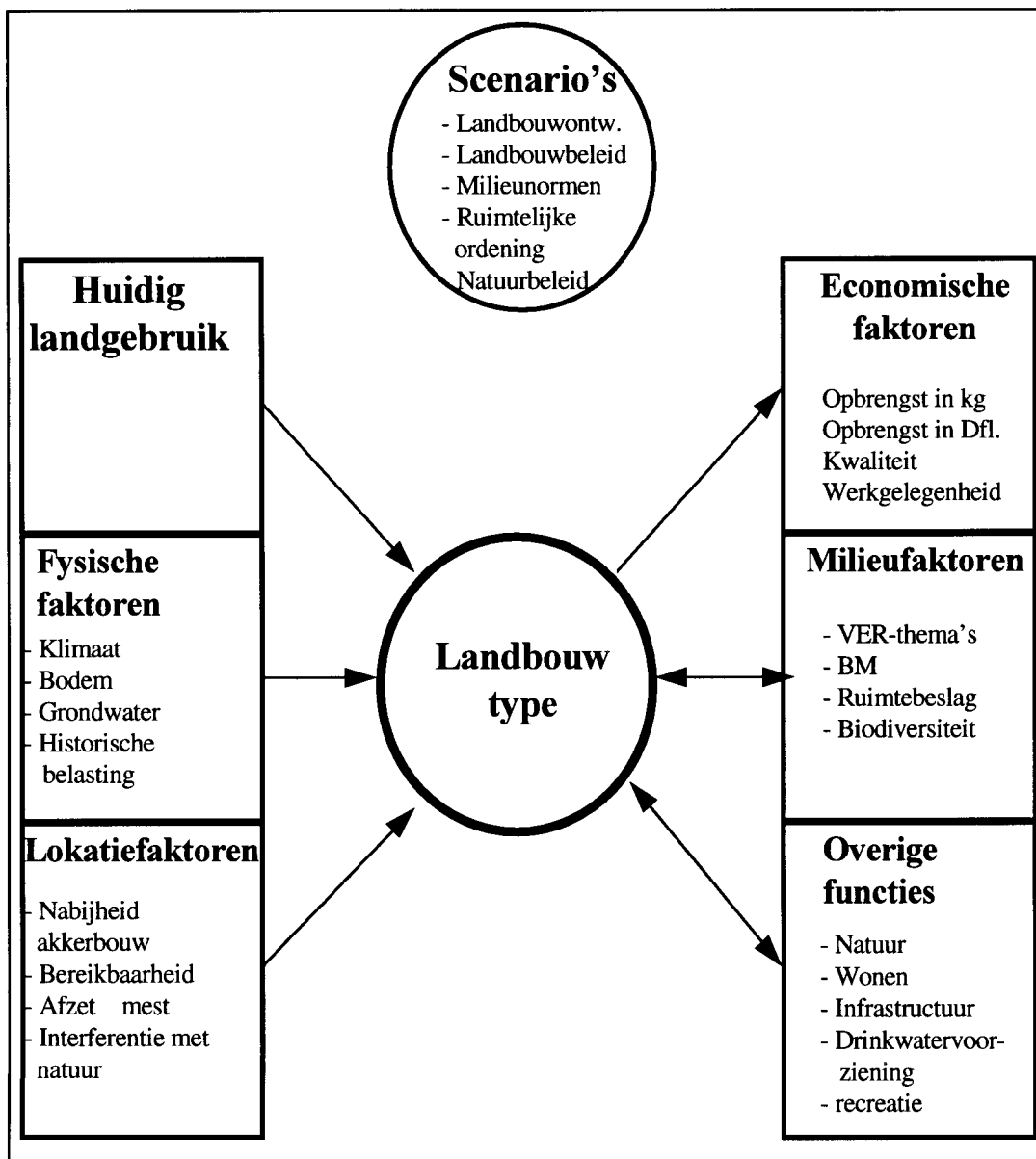
### 6.1. Omgevingsfactoren

#### 6.1.1. Klimaat

Het klimaat bepaalt in belangrijke mate de potentiële productie. Potentiële productie is de productie die gehaald zou worden onder de heersende klimatologische omstandigheden, waarbij geen enkele bodem- of managementfactor beperkend is. Hoewel verschillen in klimaat binnen Nederland gering zijn, bestaan er toch voor landbouwgewassen belangrijke verschillen in globale straling, neerslag- en temperatuurverdelingen. Deze verschillen zijn met behulp van gewasgroeimodellen in een verkennende studie voor de MV4 in kaart gebracht voor aardappel, bieten, wintertarwe, maïs en gras (zie Schapendonk *et al.*, 1997). Bodem-eigenschappen en grondwater bepalen de praktisch haalbare productie.

#### 6.1.2. Bodem en grondwater

De kwaliteit van de bodem wordt mede bepaald door de mate van overeenkomst tussen de eisen die een gebruiksvorm aan de bodem stelt en de eigenschappen van de bodem. Voor het bepalen van de bodemgeschiktheid wordt uitgegaan van de door IKC-Landbouw ontwikkelde methode voor individuele gewassen (Huinink, 1996) op basis van de veeljarig gemiddelde praktisch potentiële fysieke productie voor het beoordelen van landbouwkundig gebruik. De veeljarig gemiddelde praktisch potentiële fysieke productie is de langjarig gemiddelde gewasopbrengst, die zou worden verkregen indien alleen het klimaat en de planteigenschappen beperkend zouden zijn. Alle overige factoren, zoals kwaliteit van zaaizaad of pootgoed, ziekte- en onkruiddruk en arbeidsaanbod, worden daarbij optimaal verondersteld. De bodemgeschiktheid wordt omschreven als de mate waarin het actuele saldo afwijkt van het



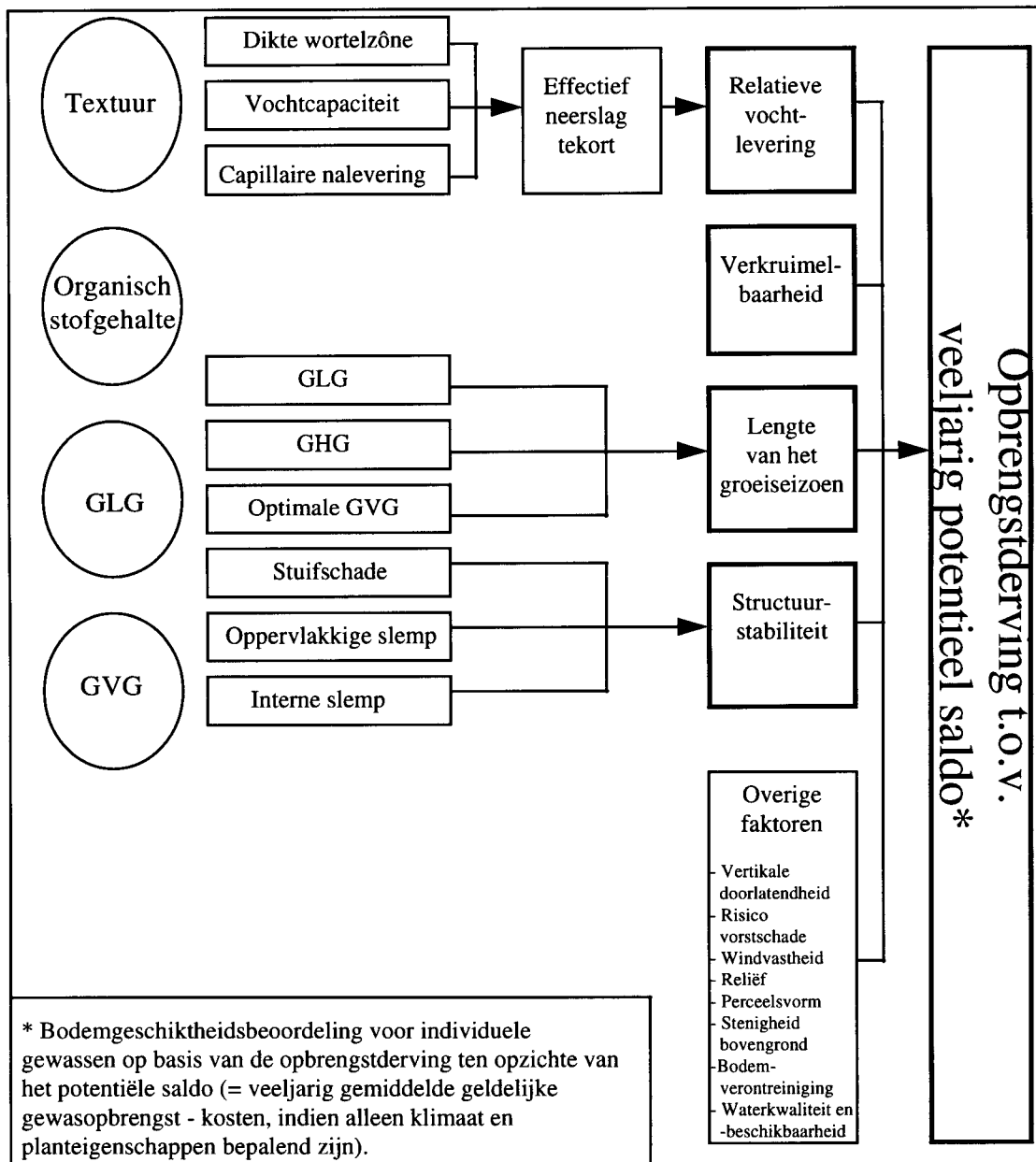
**Figuur 7.** Schematische voorstelling van de bepaling van de attractiviteit van land voor landbouwkundige productie.

potentiële saldo. In de gekozen opzet worden een aantal eigenschappen van de grond gebruikt om de opbrengstderving ten opzichte van het langjarig potentieel saldo voor individuele gewassen te bepalen. De belangrijkste eigenschappen die de opbrengstderving bepalen zijn (Figuur 8):

- Relatieve vochtlevering
- Verkruimelbaarheid
- Lengte van het groeiseizoen
- Structuurstabiliteit

De belangrijkste landhoedanigheden die bovenstaande eigenschappen bepalen zijn bodemtextuur, organisch stofgehalte, gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) en de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG). Hiernaast kunnen ook de verticale door-



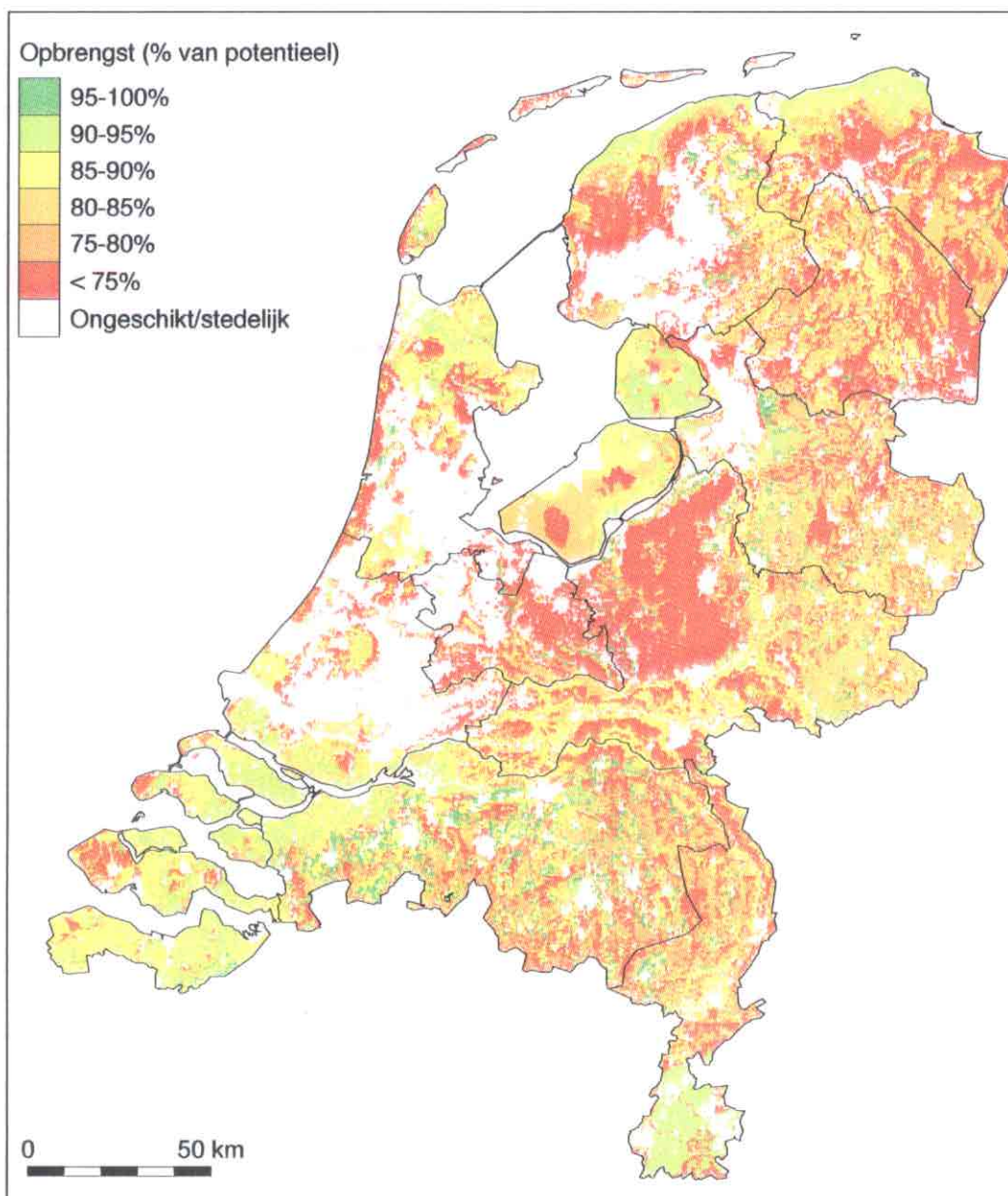


**Figuur 8.** Bodemgeschiktheidsbeoordeling voor individuele gewassen. Gebaseerd op Huinink (1996).

latendheid, het risico voor vorstschade, windvastheid, reliëf, perceelsvorm, de stenigheid van de bovengrond, waterkwaliteit en waterbeschikbaarheid bepalende factoren zijn. Tenslotte kan bodemverontreiniging ook effecten hebben op kwaliteit en productie. Het resultaat van de beschreven methode voor consumptieaardappel levert een landsdekkend beeld van de bodemgeschiktheid op (Figuur 9).

**6.2. Economische factoren; teeltsaldo**

Voor ieder afzonderlijk gewas kan op basis van de potentiële productie en de bodemgeschiktheid het voortbrengend vermogen worden bepaald. Dit kan op verschillende manieren worden uitgedrukt. Al naar gelang de vorm en de aard van de doelfunctie kan het voortbrengend vermogen worden uitgedrukt in termen van volume, economische grootheden



**Figuur 9.** Relatieve saldo voor consumptieaardappelen ten opzichte van het potentiële saldo (veeljarig gemiddelde geldelijke gewasopbrengst - kosten, indien alleen klimaat en planteigenschappen bepalend zijn voor gewasproductie (zie Figuur 8). Gebaseerd op Huinink (1996).

(winst, totale opbrengst, kosten) of in termen van kwaliteit van het produkt.

Met de methode volgens Huinink (1996) kan voor individuele gewassen de winst of het teeltsaldo bepaald worden voor een groot aantal gewassen op basis van de fysische condities in een gebied. Uiteraard kan dit ook worden gedaan voor een bouwplan met een a priori gedefinieerde vruchtwisseling.

Er bestaan grote verschillen in teeltsaldo tussen individuele gewassen als aardappelen, suikerbieten, granen, vollegronds groententeelt, etc. (Tabel 13). Bovendien bestaan binnen Nederland in de huidige landbouw aanmerkelijke verschillen in bouwplannen (Tabel 14; zie ook Tabel 4). Op basis van de bodemgeschiktheid voor individuele gewassen kan een gewogen totaalbeeld worden verkregen van de geschiktheid voor een bouwplan op basis van de teeltsaldo voor individuele gewassen.

**Tabel 13.** Veeljarig gemiddeld praktisch potentiële opbrengst per hectare per jaar, en potentieel teeltsaldo per hectare per jaar voor enkele akkerbouwgewassen.

Gewas	Veeljarig gemiddeld praktisch potentiële opbrengst/ha/jaar	Potentieel teeltsaldo/ha/jaar
Wintertarwe	10 t. korrels/6 t. stro	f 2050
Zomertarwe/wintergerst	8 t. korrels, 5 t. stro	f 1500
Snijmaïs	16 t. kVEM	f 2750
Consumptieaardappelen	65 t.	f 10500
Pootaardappelen	40 t.	f 13000
Fabriksaardappelen	60 t.	f 4300
Suikerbieten	80 t.	f 6900

Bron: Huinink (1996).

**Tabel 14.** Representatief bouwplan op gangbare akkerbouwbedrijven in vijf regio's in Nederland.

Regio	Aardappelen	Suikerbieten	Granen (incl. maïs)	Peulvruchten	Overige gewassen
Noordelijk zeekleigebied	30 (cons./poot)	20	35	5	10 (graszaad)
Centraal Zeekleigebied	30 (cons./poot)	25	25	5	15 (ui, graszaad)
Zuidwestelijk zeekleigebied	25 (cons.)	15	35	10	15 (ui, graszaad)
Noordoost Nederland	50 (fabrieks)	15	15	5	15
Zuidoost Nederland	30 (cons.)	25	15	10	20

### 6.3. Milieufactoren

#### 6.3.1. Milieueffecten van landgebruik

Naast de beperkingen voor het voortbrengend vermogen zoals die bepaald worden door bodem en klimaat, kunnen er diverse andere soorten beperkingen bestaan. Hierbij zijn verdroging en vermesting, ophoping van zware metalen en bestrijdingsmiddelen typische problemen die in het landelijk gebied een rol spelen. Handhaving van normen voor nitraat in het grondwater kan belangrijke repercussies hebben voor het gebruik van nutriënten binnen landbouwbedrijven.

Hoe een bepaald gebruik van dierlijke mest en kunstmest uitspoeling en denitrificatie kan beïnvloeden, hangt weer in sterke mate af van de fysische eigenschappen van het land, de hydrologie, bodem en weersomstandigheden. Verzuring is een probleem dat voor een deel door de landbouw wordt veroorzaakt, maar geen nadelige effecten voor de landbouw zelf heeft. Landbouw is een van de veroorzakers van klimaatverandering, door uitstoot van CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O en NH<sub>3</sub>. Effecten van klimaatverandering op het voortbrengend vermogen kunnen op dezelfde manier worden geanalyseerd als in Figuur 7.

#### 6.3.2. Ruimtegebruik

Verandering van bouwplan en intensiteit van produktie heeft gevolgen voor het ruimtebeslag. Voor het zelfde produktievolume is met de gangbare landbouw minder land nodig dan wanneer produkten biologisch worden geteeld (Köster, 1998). Wanneer in een gebied meerdere claims op het land bestaan vanuit de verschillende functies, is het ruimtebeslag van groot belang. Hierboven is reeds het probleem van aanvoer van voedermiddelen en de afvoer van mest aan de orde gekomen. Deze import en export impliceert ook dat de produktie elders ook een ruimtebeslag heeft. Dit kan zijn in Nederland zelf (produktie van ruwvoer, mestruimte) maar ook in het buitenland (hoofdzakelijk krachtvoerproduktie).

### 6.3.3. Energiegebruik

Naast direct energiegebruik voor verwarming, transport en grondbewerking moet ook rekening worden gehouden met de energie nodig voor het produceren van inputs (kunstmest en krachtvoer), en mestverwerking. Daarnaast kunnen energiekosten van zuivering van nitraat en bestrijdingsmiddelen aan de landbouw worden toegerekend.

## **6.4. Locatiefactoren**

Voor intensieve dierlijke produktie is de ruimtelijke samenhang van groot belang. Hierbij speelt de bereikbaarheid een grote rol in verband met de aanvoer van voedermiddelen en de afvoer van mest. Naast de bereikbaarheid is ook de nabijheid van akkerbouwgebieden van belang. Hier kan dan tevens de mest worden afgezet. De ligging van landbouw ten opzichte van natuurgebieden bebouwing en speelt ook een rol. Een natuurgebied kan schade ondervinden door emissies vanuit de landbouw, en stankoverlast door de landbouw kan soms hinderlijk zijn. Daarnaast kunnen landbouwgebieden ook schade ondervinden door bijvoorbeeld vraat door wild en vernatting als gevolg van grondwaterpeilmaatregelen.

## 7. AANBEVELINGEN

### 7.1. Doelstelling

Het hoofddoel van het beoogde systeem, DSS Groene Ruimte, is het optimaliseren van het ruimtegebruik binnen een gebied, waarbij een winst- en verliesbalans voor milieu en natuur wordt opgemaakt voor verschillende relevante alternatieve landgebruiksvormen. In het kort zijn de doelstellingen als volgt:

- *Milieu*: bepaling van de milieubelasting bij huidige landbouw en voor scenario's voor toekomstige produktievormen ("vooruitrekenen"); en bepaling van de (toekomstige) vorm(en) van landbouw behorende bij een bepaalde milieu- of natuurdoelstelling ("terugrekenen").
- *Economie*. Berekening van het saldooverlies of -winst per hectare als gevolg van maatregelen door landbouw om aan de eisen van andere functies in de groene ruimte te voldoen.
- *Allocatie*. Bepaling van attractiviteit van gebieden voor verschillende vormen van landbouw. De attractiviteit is gebaseerd op fysische kenmerken van een gebied (klimaat, bodem, grondwatertrap), economische factoren (grondprijzen, bereikbaarheid, afzetmogelijkheden voor producten en mest, etc.), en de ruimtelijke samenhang (interactie tussen landbouw en natuur en grondwaterwinning en recreatie door onder anderen milieueffecten van landbouw).

Er is gekozen om het ruimtegebruik te beschrijven op het niveau van gridcellen, met als gevolg dat de eenheid van oppervlakte de basis zal vormen voor typering van het landbouwkundig ruimtegebruik. De economische situatie wordt bij het werken op het niveau van gridcellen berekend op basis van de bereikte produktie en de gebruikte inputs (het arbeidsinkomen). Hierbij zijn schaaffecten van produktie van minder belang dan bij berekeningen op bedrijfsniveau van het gezinsinkomen. Bovendien zijn beheersmaatregelen in de landbouw (zie Köster, 1998) veelal gericht op hectares, niet op bedrijven.

### 7.2. Landbouwscenario's

In dit rapport is een eerste aanzet gegeven voor de ontwikkeling van gebiedspecifieke ruimtelijke landbouwscenario's. Hierbij zijn twee opties bekeken. In de eerste optie is een centrale rol voorzien voor model CLEAN en de Ruimtescanner. Hierbij speelt CLEAN een rol bij het vertalen van produktiecijfers naar mestgebruik, ruimtegebruik en emissies voor 31 landbouwgebieden. In deze opzet gebruikt de Ruimtescanner de output van CLEAN om een ruimtelijke toedeling te maken op basis van attractiviteitskaarten. De resultaten van beide modellen vormen de input voor effect-berekeningen, zoals uitspoeling van mineralen en ammoniak depositie. Hiervoor zijn aanpassingen aan beide modellen nodig (zie 7.4).

Een andere vooralsnog secundaire optie als alternatief voor CLEAN is het DRAM model. Momenteel wordt gewerkt aan een vergaande koppeling tussen het DRAM model en de Ruimtescanner. Hierdoor zal het in de naaste toekomst mogelijk worden om informatie op bedrijfsniveau te koppelen aan percelen. Hierdoor kunnen scenario's en gegevens van het LEI-DLO van een ruimtelijke component worden voorzien.

Voor het ontwikkelen van landbouwscenario's zijn er twee alternatieven:

1. *Economie als uitgangspunt*. Dit is in beginsel identiek aan de huidige methode, waarbij landelijke economische scenario's het startpunt vormen om produktie en arealen voor individuele gewassen te berekenen. Landbouwtypen kunnen daaruit worden herleid.
2. *Fysieke opbrengsten en arealen als uitgangspunt*. Hierbij is het bouwplan de input, en de berekening van de produktiewaarde het resultaat.

### 7.3. Typologie van de landbouw

Om een systeem te ontwikkelen dat aan de bovenstaande doelstellingen kan beantwoorden is een typologie van de landbouw nodig, waarmee naast economische, milieu- en ruimtelijke aspecten van landbouwproductie ook de rol van natuur binnen de landbouw kunnen worden geanalyseerd, in samenhang met de andere functies van de groene ruimte. Er is een typologie van de landbouw ontwikkeld, op basis van de produktierichting, de intensiteit van het gebruik van inputs en productie, en het gebruik van bestrijdingsmiddelen, en de schaal van operaties.

De in de voorgestelde typologie onderscheiden produktierichtingen worden afzonderlijk beschreven in landbouwtypen. Gemengde vormen, zoals de combinatie van varkenshouderij met akkerbouw, of combinatie van landbouw met natuur, worden als afzonderlijke systemen worden beschreven. Eventuele interacties vinden plaats via inputs en outputs (voer uit het akkerbouwsysteem, mest uit de varkenshouderij). Door de verschillende activiteiten te scheiden, wordt het aantal onderscheiden typen beperkt. Een uitzondering wordt gevormd door grondgebonden melkproductie, waar gras-, maïs en melkproductie niet ruimtelijk kunnen worden gescheiden.

Een voorlopige lijst van huidige en alternatieve landbouwtypen is opgesteld om te dienen als leidraad voor aanpassingen van de modellen CLEAN of DRAM en de Ruimtescanner (zie hieronder).

Er zijn een aantal voorbeelden uitgewerkt van landbouwtypen en een voorbeeld van het gebruik van DSS Groene Ruimte voor het analyseren van economische en milieukundige aspecten van verschillende vormen van melkveehouderij.

### 7.4. Aanpassing model CLEAN en Ruimtescanner

De modellen CLEAN en de Ruimtescanner zijn in hun huidige vorm niet geschikt om te rekenen met gebiedsspecifieke landbouwtypen. In model CLEAN worden diercategoriën en gewassen onderscheiden, waarbij geen rekening wordt gehouden met verschillende produktievormen, bijvoorbeeld intensief en extensief. Bovendien wordt in CLEAN gebruik gemaakt van landelijk gemiddelde produktiegegevens. De Ruimtescanner maakt een onderscheid tussen akkerbouw en grasland, maïs, aardappelen, bieten, granen, overig akkerbouw, open tuinbouw (groenten, boomkwekerijen, bloembollen, overig tuinbouw), glastuinbouw, braak, en veeteelt (grasland). In de Ruimtescanner worden geen individuele diercategoriën onderscheiden.

Aanpassing van beide modellen op basis van de ontwikkelde landbouwtypologie is daarom nodig, waarbij het van groot belang is dat de data in- en uitvoer van beide modellen op elkaar wordt afgestemd. In hoofdstuk 3 is een eerste lijst gemaakt van landbouwtypen die worden onderscheiden. In Bijlage 8 is een voorstel opgenomen van de nodige aanpassingen van model CLEAN.

Mocht het niet mogelijk zijn om landbouwtypen te onderscheiden in de Ruimtescanner, dan zal een aparte lineair programmeringsmodel moeten worden ontwikkeld om binnen landbouwgebieden verschillende landbouwtypen aan gridcellen toe te wijzen.

### 7.5. Gewasgroeimodellen

Een belangrijke toevoeging aan de opzet van het onderdeel landbouw in DSS Groene Ruimte kan worden gevormd door gewasgroeimodellen. Hiermee kunnen effecten van mestbeleid, waterhuishouding, en klimaatverandering en atmosferische CO<sub>2</sub> stijging op gewasopbrengsten worden geanalyseerd. In een verkennende studie naar effecten van

klimaatverandering op gewasopbrengsten hebben Schapendonk *et al.* (1997) gewasgroeimodellen toegepast in een studie voor MV4. Gewasgroeimodellen zijn ook toegepast door Groeneveld *et al.* (1998) om groei van gras en maïs te simuleren bij verminderde mestgiften. Gewasgroeimodellen kunnen ook een hulpmiddel zijn bij het bepalen van de bodemgeschiktheid (zie hoofdstuk 6).

## **7.6. Ondernemersgedrag**

Een nadeel van het werken op het niveau van gridcellen is dat het ondernemersgedrag, dat op bedrijfsniveau een rol speelt, niet direct kan worden beschreven. De relatie tussen economie, emotie en cultuur, samengevat in de term ondernemersgedrag, kan op een aantal manieren worden opgenomen:

- Ondernemersgedrag kan worden beschreven in een scenario.
- De factor ondernemer opnemen in de beschrijving van het landgebruikstype.
- Maatregelen of investeringen door de overheid en milieueffecten daarvan worden geanalyseerd (in bijvoorbeeld een landsdekkend model zoals DRAM (zie hoofdstuk 2), en vervolgens kan het ondernemersgedrag worden bestudeerd op basis van de resultaten buiten het model. Als het probleem van een mestverplaatsing moet worden bestudeerd, gaat het om de zuiver milieutechnische en agronomische effecten.





**LITERATUUR**

- Aarts, H.F.M. en C. Grashoff (1993) Voederproductie op droogtegevoelige gronden bij beregeningsverboden. In: H. van Keulen en F.W.T. Penning de Vries (red.) Watervoorziening en gewasproductie. Agrobiologische thema's no. 8, Wageningen.
- Aarts, H.F.M. en N. Middelkoop (1990) De invloed van bodemeigenschappen en bemesting op de opbrengst van maïs en emissies van ammoniak en nitraat. Verslag Nr. 131, Centrum voor Agro-Biologisch Onderzoek (AB-DLO), Wageningen, 55 pp.
- Baars, T. (1991) Mineralenbeheersing in de biologische melkveehouderij. Omgang met stikstof. Louis Bolkinstituut, Driebergen.
- Berentsen, P.B.M. en G.W.J. Giesen (1995) An environmental-economic model at farm level to analyse institutional and technical change in dairy farming. *Agricultural Systems* 49:153-175.
- Bolsius, E.C.A. (1993) Pigs in Space. *Spatial Reconnaissances 1993*, 63 p., Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, National Spatial Planning Agency, the Hague.
- Bondt, N., H. Huizing, H. en T. Janssen (1997) Biologische landbouw versus gangbare landbouw. Berekeningen vergroeiing fiscale stelsel voor de commissie Van Der Vaart. Intern rapport Nr. 32, IKC-Landbouw, Ede.
- Boons-Prins, E.R. en G.W.J. Van De Ven (1993) Uitbreiding van het graslandbeheersmodel GRASMOD: invloed van de opfok van jongvee voor de melkveehouderij op stikstofstromen in grasland. Verslag Nr. 171, Centrum voor Agro-Biologisch Onderzoek (AB-DLO), Wageningen, 38 pp. + bijlagen.
- Boumans, L.J.M., C.R. Meinardi en G.J.W. Krajenbrink (1989) Nitraatgehaltes en kwaliteit van het grondwater in de zandgebieden. Rapport Nr. 728472013, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Braat, R.H. en J.F.H.M. Vereijken (1993) Het effect van de biologische landbouw op natuur en landschap. Een literatuuroverzicht. Rapport 773004001, RIVM, Bilthoven.
- Coppoolse, J., A.M. van Vuuren, J. Huisman, W.M.M.A. Janssen, A.W. Jonbloed, N.P. Lenis en P.C.M. Simons (1990) De uitscheiding van stikstof, fosfor en kalium door landbouwhuisdieren. Nu en morgen. Onderzoek inzake de mest- en ammoniakproblematiek in de veehouderij 5. Financieringsoverleg Mest- en Ammoniakonderzoek. DLO.
- Dijk, J., H. Leneman en M. van der Veen (1996) The nutrient flow model for Dutch agriculture: A tool for environmental policy evaluation. *Journal of Environmental Management* 46:43-55.
- Eerste Kamer (1997) Vergaderjaar 1996-1997, 24782, nr. 219, SDU, Den Haag
- Groeneveld, R.A., A.F. Bouwman, S. Kruitwagen en E.C. van Ierland (1998) An environmental-economic model to calculate the spatial distribution of abatement costs of nitrate leaching for dairy farming in De Achterhoek. Rapport 715651009, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Helming, J.F.M. (1997) Mogelijke ontwikkelingen van landbouw en milieu bij een strenger milieubeleid voor de Nederlandse landbouw. Publikatie 1.30, Lanbouw-Economisch Instituut, Den Haag.
- Hennen, W.H.G.J. (1995) DETECTOR: Knowledge-based systems for dairy farm management support and policy analysis; methods and applications. Landbouw-Economisch Instituut, PhD thesis, Den Haag.
- Hoste, R., J.J.F. Wien, H. Prins en J.S. Buurma (1996) Gangbaar of biologisch? Mogelijke ontwikkelingsrichtingen van landbouwbedrijven in Noord-Brabant. Mededeling 552. LEI-DLO, Afdelingen Landbouw en Tuinbouw, Den Haag.
- Huinink, J.T.M. (1994) Bodemgeschiedstabelen voor landbouwkundige vormen van bodemgebruik. Rapport IKC-MKT14 (Tweede druk), Informatie en Kennis Centrum Landbouw, Afdeling Milieu, Kwaliteit en Techniek, Ede.
- IKC-V. (1993) Handboek voor de varkenshouderij. IKC afdeling Varkenshouderij. Rosmalen.
- Köster, W.H. (1998) Milieubewuste akkerbouw in Nederland, een momentopname. Rapport Nr. 715651006, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- LEI-CBS (1996) Landbouwcijfers 1996. Landbouw-Economisch Instituut, Den Haag, Centraal Bureau voor de Statistiek, Voorburg.
- LEI-DLO (1995) Landbouw, milieu en economie. Editie 1995. Periodieke Rapportage 68-93. DLO Landbouw-Economisch Instituut, Den Haag.
- LEI-DLO (1997a) Bedrijfsuitkomsten in de landbouw (BUL) Boekjaren 1992/93 t/m 1995/96.

- Periodieke rapportage 11-95/96, Landbouw-Economisch Instituut, Den Haag.
- LEI-DLO (1997b) Landbouw, milieu en economie. Editie 1997. Periodieke Rapportage 68-95. DLO Landbouw-Economisch Instituut, Den Haag.
- Leijen, C., J. Beukeboom en H. Jansen Venneboer (1993) Energie in de intensieve veehouderij. IKC afdeling veehouderij en milieu, Ede.
- Louwers, G. (1996) Concentratie versus spreiding van de varkenshouderij. Vakgroep Ruimtelijke planvorming. Sectie planologie. LUW-Wageningen.
- Luesink, H.H. en M.Q. van der Veen (1989) Twee modellen voor de economische evaluatie van de mestproblematiek. Onderzoeksverslag 47, Landbouw-Economisch Instituut, Den Haag.
- Luijt, J. (red.) (1997) Regionale grondbalansen tot 2015. Een verkenning van de agrarische grondmarkt op basis van drie langetermijnsenario's van het CPB. Onderzoeksverslag 157, Landbouw-Economisch Instituut, Den Haag, 121 pp.
- Middelkoop, N. en H.F.M. Aarts (1991) De invloed van bodemeigenschappen, bemesting en gebruik op de opbrengst en stikstofemissies van grasland op zandgrond. Centrum voor Agro-Biologisch Onderzoek (AB-DLO), Wageningen, 78 pp.
- Mooren, M.A.M. en N.J.P. Hoogervorst (1993) CLEAN, het RIVM-landbouwmodel. Deel 1: modelstructuur, versie 1.0. Rapport Nr. 259102005, RIVM, Bilthoven.
- PR (1991) Modellen rundveehouderij. Publikatie Nr. 72, Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, Lelystad, 24 pp.
- Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (1996) Kwantitatieve Informatie Veehouderij 1996-1997.
- Procé, C. (1986) Energieverbruik in de Nederlandse akkerbouw en veehouderij (1982). Interfacultaire Vakgroep Energie en Milieukunde. IVEM-rapport nr. 17. Groningen.
- RIVM (1997) Nationale Milieuverkenning 1997-2020. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 262 pp.
- RPD (1997) Landelijke gebieden en Europa. Eindrapport van het project "Landelijke Gebieden en Europa". Ministerie van VROM/Rijksplanologische Dienst, Den Haag.
- Schapendonk, A.H.C.M., W. Stol, J.H.M. Wijnands, F. Bunte en M.W. Hoogeveen (1997) Effecten van klimaatverandering op fysieke en economische opbrengst van een aantal landbouwgewassen. Rapport AB-DLO/LEI-DLO, Den Haag.
- Schotten, C.G.J., R.J. van de Velde, H.J. Scholte, W.T. Boersma, MN. Hilferink, M. Ransijn, P. Rietveld en R. Zut (1997) De Ruimtescanner, geïntegreerd ruimtelijk informatiesysteem voor de simulatie van toekomstig ruimtegebruik. Rapport Nr. 711901001, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Van de Velde, R., T.J.M. Thewessen, K. de Jong, J.J.M. van Grunsven, A. van Beurden en A. Bakema (1998) Een decision support systeem Groene Ruimte; concepten en bouwstenen, verslaglegging van de oriëntatiefase. Rapport Nr. 711901022, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Van Eck, W., G.J. Noij en A. Wintjes (1997) Landbouw op de kaart. Een visie op de toekomstige ruimtelijke ontwikkeling. In: Jaarverslag 1997, Staringcentrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied, Wageningen.
- Van De Ven, G.W.J. (1992) Grasmog, a grassland management model to calculate nitrogen losses from grassland. Rapport Nr. 158, Centrum voor Agro-Biologisch Onderzoek (AB-DLO), Wageningen, 109 pp.
- Van Drecht, G., F.R. Goosensen, M.J.D. Hack ten Broecke, E.J. Jansen en J.A.H. Steenvoorden (1991) Berekening van de nitraatuitspoeling naar het grondwater met behulp van eenvoudige modellen. Rapport Nr. 724901003, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, 75 pp.
- Van Drecht, G. and E. Scheper (1998) Actualisering van model NLOAD voor de berekening van de nitraatuitspoeling van landbouwgronden; beschrijving van model en GIS-omgeving. Rapport Nr. 711501002, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Van Eck, W., B. van der Ploeg, K.R. de Poel en B.W. Zaalmink (1996) Koeien en koersen; ruimtelijke kwaliteit van melkveehouderijsystemen in 2025. Rapport 431.1, Staringcentrum, Wageningen, 185 pp.
- Van Herwijnen, M., R. Janssen en P. Rietveld (1990) Herbestemming van landbouwgrond. Een multicriteria benadering. Nederlandse Geografische studies No. 107. Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap / Instituut voor Milieuvraagstukken Vrije Universiteit, Amsterdam.

- Van Herwijnen, M., R. Janssen, X. Olsthoorn en J. Boelens (1996) Evaluatiemethoden voor gebiedsgericht milieu- en natuurbeleid. Concept rapport, Instituut voor Milieuvraagstukken, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Vereijken, P., H. Kloen en R. Visser. 1994. Innovatieproject Ecologische Akkerbouw en Groenteteelt. Eerste voortgangsrapport in samenwerking met 10 voorhoedebedrijven in Flevoland. Rapport 28. AB-DLO, Wageningen.
- Welten, J.P.P.J. (1994) Monitoring van het energiegebruik in de veehouderij 1991/1992. Periodieke Rapportage 70-91. LEI-DLO, Novem.



**BIJLAGE 1B. P BALANS VOOR 4 TYPEN MELKVEEHOUDERIJ**

P-balans voor 4 typen melkveehouderij. Gebaseerd op van Eck *et al.* (1996).

Eenheid	Indus- trieel		Natuur- gericht		Bio- logisch		Indus- trieel		Natuur- gericht		Bio- logisch		Gehalte P
<b>Aanvoer</b>													
Krachtvoer	-	21	3	2	146	36	25	96	146	36	25	0.50%	0.50%
Bijproducten	-	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0.10%	0.10%
Ruwvoer	-	0	0	0	157	0	0	157	0	0	0	0.31%	0.31%
Koeien	-	0	0	0	8	0	0	8	0	0	0	kg/dier	4.2
Kunstmest	-	0	2	0	0	0	0	0	0	26	0		
P-voeder	-	0	7	8	0	0	128	0	0	114	128		
Totaal	-	21	12	10	146	176	154	266	146	176	154		
<b>Afvoer</b>													
Koeien	-	2	1	1	8	12	15	8	12	15	16	kg P/dier	4.2
Pinken	-	1	0	0	0	4	0	0	4	0	0	kg P/dier	4.0
Kalveren	-	1	0	0	10	7	0	10	7	0	0	kg P/dier	1.3
Vaarzen	-	0	1	1	0	0	14	0	0	14	15	kg P/dier	4.0
Stieren	-	1	2	2	0	4	30	0	4	30	32	kg P/dier	4.2
Melk	-	13	7	6	90	90	90	90	90	90	90	%	0.09%
Mest	-	1	0	0	151	5	0	151	5	0	0		
Totaal	-	17	12	10	259	122	149	259	122	149	153		
Verlies	-	4	0	0	7	25	27	7	25	27	0		

**BIJLAGE 1C. ENERGIEGEBRUIK VOOR 4 TYPEN MELKVEEHOUDERIJ**Energiegebruik voor aangevoerde producten en middelen en mestverwerking voor 4 typen melkveehouderij. Gebaseerd op van Eck *et al.* (1996).

Eenheid	Indus-		Deeltijd		Natuur-		Bio-		Indus-		Deeltijd		Natuur-		Bio-	
	trieleel	gericht	trieleel	gericht	trieleel	gericht	logisch	logisch	trieleel	gericht	trieleel	gericht	logisch	logisch	trieleel	logisch
Krachtvoer	MJ/koe	16000	18736	3200	2104 MJ/100 kg	123	187	46	32							
Bijproducten	MJ/koe	1890	0	0	0 MJ/100 kg	15	0	0	0							
Ruwvoer	MJ/koe	17739	0	0	0 MJ/100 kg	136	0	0	0							
Kunstmelk	MJ/koe	0	600	1120	390 MJ/100 kg	0	6	16	6							
Koeien	MJ/koe	3463	0	0	0 MJ/100 kg	27	0	0	0							
Kunstmest N	MJ/koe	0	7780	3371	0 MJ/100 kg	0	78	48	0							
Kunstmest P	MJ/koe	0	0	9	0 MJ/100 kg	0	0	0	0							
Gebouwen	MJ/koe	2600	1500	1750	975 MJ/100 kg	20	15	25	15							
Werktuigen/lo onwerk	MJ/koe	3900	6000	4900	3900 MJ/100 kg	30	60	70	60							
Brandstoffen	MJ/koe	6500	12000	9800	7800 MJ/100 kg	50	120	140	120							
Overig	MJ/koe	3250	2500	1750	1625 MJ/100 kg	25	25	25	25							
Mestverwerki ng	MJ/koe	0	0	0	0 MJ/100 kg	0	0	0	0							
Totaal	MJ/koe	55342	49116	25900	16794 MJ/100 kg	426	491	370	258							

## **BIJLAGE 2. RANTSOENBEREKENING VOOR EEN GESLOTEN, GRONDGEBONDEN VARKENSHOUDERIJBEDRIJF**

Als kengetal voor de energie-inhoud van varkensvoer wordt het begrip energie waarde (EW) gebruikt. Er wordt over een laag energetisch voer gesproken bij een EW van 1,03, hoog energetisch bij EW 1,08 tot 1,10 en zeer hoog energetisch bij EW > 1,11. 1 EW (energie waarde) komt overeen met 8.787 kJ netto energie vetproductie. Dit laatste is de hoeveelheid energie (MJ/kg voedermiddel) die bij vetaanzet maximaal kan worden vastgelegd (IKC, 1993, p 272). (1 EW = 13,21 MJ DE, verteerbare energie).

Onderstaande berekening is gebaseerd op informatie van Jongbloed (1997).

### **Fokzeugen**

Tijdens de drachtperiode (115 dagen) is de EW behoefte per dag 2,6 ((60 dagen x 2,3 EW per dag + 25 dagen x 2,7 EW per dag + 30 dagen x 3,2 EW per dag)/115 dagen = 2,6 EW per dag). Tijdens de zoogperiode (28 dagen) bij 10 biggen/worp is de opname behoefte 6,75 EW per dag, tijdens de daaropvolgende dagen (8 dagen) 3,5 EW per dag. De gemiddelde behoefte (516 EW/151 dagen) = 3,4 EW per dag. 1 Kg standaard zeugenvoer heeft een EW van 1.

Eventueel kan ruwvoeder gevoerd worden. De eerste 60 dagen van de dracht mag dat niet meer dan 0,9 EW per dag zijn, de volgende 20 dagen niet meer dan 1,1 EW per dag, de volgende 28 dagen niet meer dan 1 EW per dag, dus gemiddeld maximaal circa 1 EW per dag gedurende 108 dagen. De belangrijkste en meest gebruikte ruwvoerders zijn CCM en bietenperspulp. Er is 1,5 kg CCM (55% ds) nodig om evenveel EW binnen te krijgen als uit 1 kg zeugenvoer. Hetzelfde geldt voor 5 kg (ingekuilde) perspulp (20 % ds).

Per jaar heeft een fokzeug een EW behoefte van 1.240 EW (3,4 EW per dag × 365 dagen). Aangezien standaardvoer voor fokzeugen 1 EW per kg bedraagt, bedraagt de voeropname eveneens 1240 kg. (Hier zit een groot verschil met de cijfers van Jongbloed voor DTO).

### **Biggen**

Tijdens de zoogperiode van 28 dagen (1,5 kg tot 8 kg) groeien de biggen 230 g per dag. De voerbehoefte is behalve melk, 10 kg voer met een EW van 1,03 per kg. De totale EW behoefte bedraagt 10,5. In de periode 8 kg - 25 kg bedraagt de groei circa 405 g per dag. In circa 42 dagen wordt het gewicht van 25 kg bereikt. Daarvoor is 26 kg voer met een EW van 1,08 per kg vereist.

### **Vleesvarkens**

In deze studie worden de vleesvarkens afgemest in 116 dagen tot een gewicht van 110 kg. De dagelijkse groei bedraagt 730 g. Bij een voederconversie van circa 2,45 kg voer per kg groei is totaal 210 kg voer nodig met een EW van 1,08 per kg voer.

### **Totaal varkensstapel**

Op basis van bovenstaande gegevens is de totale voerbehoefte van de varkensstapel berekend in kg voer, EW en eiwit. Het is vervolgens omgerekend naar per afgeleverd vleesvarken. Tegenover elk afgeleverd vleesvarken staan 1,03 big en 0,04 fokzeug. Per afgeleverd vleesvarken in een gesloten systeem (dus inclusief voer voor fokzeugen en biggen) is circa 300 kg voer nodig met een EW van 320 en 50 kg eiwit. Per kg voer moet EW 1,06 en eiwit 165 g bedragen.

### **BIJLAGE 3. ARBEIDSBEHOEFTE VOOR EEN GESLOTEN, GRONDGEBONDEN VARKENSHOUDERIJBEDRIJF**

Arbeidsbehoefte is onderverdeeld in dagelijks werk en periodiek werk. Er is geen begroting gemaakt van incidenteel werk. Dat laatste houdt o.a. in gesprekken met voorlichters en onderhoud aan gebouwen.

Dagelijks werk. Het dagelijks werk bestaat uit voeding en klimaatcontrole. De tijden zijn gegeven in minuten per 10 dieren per keer. Voeren gebeurt mechanisch/computergestuurd voor vleesvarkens (0,3 min/10 dieren/keer) en fokzeugen (3,3 min/10 dieren/keer bij zogende zeugen (28 dagen) en 1,2 min/10 dieren/keer bij dragende of gaste zeugen (115+8 dagen). Gespeende biggen worden handmatig met voerkar gevoerd in biggenopfokhok (3,5 min/toom/keer). Drinkwater komt via drinknippels. Hiervoor wordt geen tijd begroot.

Periodiek werk. Periodiek werk houdt in aanvoer, afvoer en verplaatsen van dieren, wassen van zeugen, inseminatie en bronstcontrole, gezondheidszorg en verzorging van biggen en reinigen en ontsmetten van afdelingen. Zie handboek Varkenshouderij pp. 89-90. Omdat gegevens over nieuwbouw van stallen een omvang hebben van 172 zeugenplaatsen of 1840 vleesvarkensplaatsen ga ik er vanuit dat dat een eenheid is die normaal door 1 persoon kan worden behandeld. Dat komt bovendien redelijk overeen met de gegevens vermeld in Hoste *et al.* (1996).



#### BIJLAGE 4. BEDRIJFSECONOMISCHE BEREKENING VOOR EEN GESLOTEN, GRONDGEBONDEN VARKENSHOUDERIJBEDRIJF

De begroting is opgesteld als een begroting voor een mesterijbedrijf. Daaraan zijn twee hulp-begrotingen gekoppeld: Eén hulp-begroting voor een zeugenbedrijf omdat we een biggenprijs willen berekenen, en één hulp-begroting van het akkerbouwbedrijf omdat we een voerprijs willen berekenen. De voerprijs is proportioneel toebedeeld aan het zeugen- en mesterijbedrijf. De berekende biggenprijs en voerprijs worden gebruikt in de begroting voor het mesterijbedrijf.

De grondprijs is meegenomen op pachtbasis. De hoogst-toelaatbare pachtprijs per ha voor zand- en dalgronden is gebruikt, t.t.z. 820 gulden per ha.

Er is aangenomen dat de geoogste producten bewaard worden op het bedrijf. Daarom is rekening gehouden met opslagruimten. Nagevraagd moet nog worden hoe de geoogste producten tot een rantsoen worden samengesteld. Moeten granen en CCM gemalen en geplet worden? Wat gebeurt met de erwten en veldbonen? Ook de mechanisatie die nodig is om te malen en te pletten is nog niet begroot.

Een aantal aanpassingen zijn doorgevoerd omdat we hier met drie begrotingen te maken hebben.

Overige diverse kosten (niet-toegerekende kosten) bestaan uit een vaste post per bedrijf en een variabele post per 100 fokzeugenplaatsen en per 1000 vleesvarkensplaatsen. De vaste post per bedrijf is volledig toegerekend naar het mesterijbedrijf. Een gedeelte (de helft van de boekhoudings- en telefoonkosten en de volledige bedrijfskledingskosten) zijn eveneens meegerekend in het zeugenbedrijf. Er zijn geen verzekeringskosten opgenomen omdat het bedrag van fl. 1050 per bedrijf o.a. inhoud dat brandbaar isolatiemateriaal is gebruikt. Dat is niet het geval. Derhalve gaan we ervan uit dat het bedrag voldoende is voor het gehele bedrijf.

Mestkosten zijn niet opgenomen omdat de varkensmest op het eigen bedrijf wordt aangewend. De mest wordt gedurende 9 maanden opgeslagen onder de stal. Voor gebruik in de akkerbouw is 12 maanden opslag noodzakelijk. Dus nog voor 3 maanden mestilo's of extra kelderruimte.

---

##### Bedrijfsbegroting fokzeugen

###### Berekening biggenprijs

Opbrengsten		
fokzeugen	64 (160 kg geslacht gewicht) x fl. 330/slachtzeug =	21120

<b>Totaal opbrengsten</b>		<b>21120</b>
---------------------------	--	--------------

###### Variabele kosten

Dieren		
fokzeugen	64 x fl. 570/fokzeug =	36480
sterfte biggen		

Voer	336050 kg x fl. 0,59/kg =	199539
------	---------------------------	--------

###### Gezondheidszorg

fokzeugen	160 x fl. 75/zeug (incl. biggen) =	12000
-----------	------------------------------------	-------

###### Verwarming en strooisel

fokzeugen	160 x fl. 65/zeug (incl. biggen) =	10400
-----------	------------------------------------	-------

###### Water

fokzeugen	160 x fl. 15/zeug (incl. biggen) =	2400
-----------	------------------------------------	------

###### Elektriciteit

fokzeugen	160 x fl. 35/zeug (incl. biggen) =	5600
-----------	------------------------------------	------

###### Kunstmatige inseminatie

	160 (insimiatoren KI) x fl. 50/zeug =	8000
--	---------------------------------------	------

Dekbeer	1 (1 per 160 zeugen) x fl. 1060/dekbeer =	1060
---------	---	------

<b>Totaal variabele kosten</b>		<b>275479</b>
--------------------------------	--	---------------

###### Rentekosten

zeugen	160 x fl. 56,8/zeug =	9088
--------	-----------------------	------

Niet-toegerekende kosten

zeugenstal	172 zeugenplaatsen x fl. 5800/zeugenplaats =	997600
mestafvoersysteem (reeds inbegrepen in bouwerken zeugenstal)		
luchtverdeelsysteem, luchtafvoersysteem, klimaatregelapparatuur,		
verwarmingssysteem, voermachines, voeropslag,		
emissiearme aanpassingen	fl. 0/zpl na aftrek	0
emissiearme aanpassingen (biggen)	1271 x fl. 0/bpl na aftrek	0
afschrijving	5,8 %	57861
onderhoud	1,2 %	11971
rente	7 %	69832
onroerende zaakbelasting	fl. 10 per fl. 3000 economische waarde	2217
polder&waterschapslasten	fl. 0,59 per fl. 3000 economische waarde	131
verzekeringen	fl. 9,94 per zeugenplaats	1710
overige diverse kosten	fl. 2913/100 zeugenplaatsen	5010
	fl. 3000/bedrijf	3000
arbeidskosten		
ondernemer	0 x fl. 87000/ondernemer =	0
vaste werknemer	1 x fl. 68500/werknemer =	68500
<b>Totaal Niet-toegerekende kosten</b>		<b>220232</b>
Totaal kosten		504799
Totaal kosten gecorrig. zeugverkoop		483679
Totaal kosten/afgeleverde big		129
Netto-bedrijfsresultaat		-0

### Bedrijfsbegroting akkerbouw

#### Berekening voerprijs

#### Variabele kosten

	kg		fl/kg		ha		
Zaaizaad							
erwt	175	x	1,65	x	30	=	8756
veldboon	5	x	62	x	30	=	9401
wintergerst	120	x	1,6	x	30	=	5822
wintertarwe	175	x	1,6	x	30	=	8491
maïs CCM	2	x	180	x	61	=	21834
meststoffen							
gft							
overige							
verzekering			% van geschatte opbrengst				
erwt			1,11				1262
veldboon			1,05				860
wintergerst			0,38				249
wintertarwe			0,38				311
maïs CCM			1,74				8864
rente			% van geïnvesteerd bedrag per ha				
erwt			7	120			8
veldboon			7	142			10
wintergerst			7	390			27
wintertarwe			7	542			38
maïs CCM			7	371			26
drogen/schonen	ton/ha		fl/ton		ha		

erwt	5	x	5,5	x	30	8339
veldboon	5	x	4	x	30	4003
wintertarwe	6	x	2,2	x	30	4003
maïs CCM	14	x	8	x	61	67926
SKAL-controle			fl/ha		ha	
erwt			18,41	x	30	558
veldboon			6,38	x	30	193
wintergerst			7,89	x	30	239
wintertarwe			7,89	x	30	239
maïs CCM			18,41	x	61	1117
landbouwschapsheffing			fl/ha		ha	
erwt			11	x	30	334
veldboon			9	x	30	273
wintergerst			9	x	30	273
wintertarwe			9	x	30	273
maïs CCM			11	x	61	667
<b>Totaal variabele kosten</b>						<b>160462</b>
<b>Niet-toegerekende kosten</b>						
loonwerk			fl/ha		ha	
erwt			1360	x	30 =	41241
veldboon			1177	x	30 =	35692
wintergerst			1303	x	30 =	39513
maïs CCM			1303	x	61 =	79025
handwieden			h/ha fl/h		ha	
erwt	20	x	15	x	30 =	9097
veldboon	45	x	15	x	30 =	20469
wintergerst	5	x	15	x	30 =	2274
wintertarwe	5	x	15	x	30 =	2274
maïs CCM	30	x	15	x	61 =	27292
pachtprijs			fl. 820/ha	x	182 ha =	149196
arbeidskosten						
pm						
rente, afschrijving, onderhoud, drainage (20m afstand, 400 m/ha)		%	verv.w. fl/ha		ha	
		7,5	850		182	11599
erfverharding						
bewaarruimten			9 ton x fl. 200/ton			19650
werktuigen					pm	
overige diverse kosten			fl. 60/ha	x	182 ha	10917
<b>Totaal Niet-toegerekende kosten</b>						<b>487752</b>
<b>Totaal kosten</b>						<b>648213</b>
Totaal/kg voer						0,59
(Voerbehoefden bedrijf 1092 ton)						

**BIJLAGE 5. ROTATIE VOOR EEN GESLOTEN, GRONDGEBONDEN VARKENSHOUDERIJBEDRIJF**

In overleg met P. Vereijken (AB-DLO) is een zesjarige rotatie ontwikkeld die voldoet aan de eisen die opgelegd worden door de voederbehoeften van de varkensstapel.

Zesjarige rotatie, droge stofopbrengsten, energiewaarde en eiwitgehalte gebruikt voor gesloten, grondgebonden varkenshouderijbedrijf.

Jaar	Gewassen + nagewas als groenbemester of braak	Opbrengst (t ds/ha)	% Ds	EW per kg produkt	Kg eiwit per kg produkt
1	Erwt + fasaelia	5	85	1,07	0,210
2	Maïs CCM	7	55	1,16	0,090
3	Wintergerst + braak	6	85	1,11	0,120
4	Veldboon + rogge	5	87	1,37	0,355
5	Maïs (CCM)	7	55	1,16	0,090
6	Wintertarwe + braak	6	85	1,11	0,120
	Gemiddeld per kg produkt			1,21	0,153

Er kan op 6 ha 36 ton droge stof geoogst worden met per kg produkt een EW van 1,21 en 153 g eiwit. We hebben dan iets te veel energie en iets te weinig eiwit.

**BIJLAGE 6. P, K EN N-GEHALTEN IN VERSCHILLENDE BALANSPOSTEN**

P, K en N gehalten in verschillende balansposten

	kg P	kg K	kg N
Fokzeug 125 kg	0,637	0,250	3,0
Fokzeug 200 kg	1,060	0,4	5,12
Vleesvarken 110 kg	0,572	0,220	2,64

Bron: Jongbloed *et al.* (1997)

## BIJLAGE 7. BEREKENING ENERGIEGEBRUIK VOOR EEN GESLOTEN, GRONDGEBONDEN VARKENSHOUDERIJBEDRIJF

Voor energiegebruik is de berekeningsmethode van Welten (1994) toegepast. Het totale energiegebruik is berekend door de bruto-energieinhoud van alle aankopen te vermenigvuldigen met de aangekochte hoeveelheid. Duurzame produktiemiddelen worden meegenomen door middel van een bruto-energieinhoud op basis van jaarlijkse afschrijving.

### Aankoop

64 fokzeugen  $\times$  2161 MJ per zeug = 138304 MJ = 138,3 GJ

2.111 kg P  $\times$  4,3 MJ/kg  $P_2O_5$  / 2,291 = 3962 MJ = 4,0 GJ

819 kg K  $\times$  2,6 MJ/kg  $K_2O$  / 1,2 = 1775 MJ = 1,8 GJ

Totaal aankopen: 144 GJ

Aankopen om P- en K balans in evenwicht te brengen worden omgerekend via energie in P-kunstmest en K-kunstmest. Voor N is dat niet nodig omdat via depositie en vlinderbloemigen tekort op de balans wordt gecompenseerd.

Ook zaai- en pootgoed wordt niet meegenomen. Het energiegebruik is minimaal, < 1 tot 2 % van het totale gebruik (Procé, 1986).

### Gebouwen

160 zeugen  $\times$  1.211 MJ/zeug = 193760 MJ = 193,8 GJ

1210 vleesvarkensplaatsen  $\times$  205 MJ/plaats = 248050 MJ = 248,1 GJ

Totaal gebouwen = 441810 MJ of 442 GJ

Afschrijving van gebouwen op basis van vervangingswaarde (3,6 MJ/gulden)

Gegevens zijn afkomstig uit Kwantitatieve Informatie (PR, 1996). Investering in nieuwbouw zeugenstal (172 zeugenplaatsen) = 5800 gulden per plaats. Aangenomen dat dit bedrag ook geldt voor 160 zeugenplaatsen.

Investering in nieuwbouw vleesvarkensstal (1840 vleesvarkensplaatsen) = 1000 gulden per plaats. Gemiddelde afschrijving zeugenstal is 5,8 % per jaar, gemiddelde afschrijving vleesvarkensplaats is 5,7 % per jaar.

Dus: afschrijving per zeug : 5800  $\times$  fl. 0,58 = fl. 336 per jaar

Dus: afschrijving per vleesvarkensplaats: 1000  $\times$  fl. 0,57 = fl. 57 per jaar.

Energiegebruik per zeug: fl. 336/zeug  $\times$  3,6 MJ/gulden = 1211 MJ/zeug

Energiegebruik per vleesvarkensplaats: fl. 57 /vleesvarkensplaats  $\times$  3,6 MJ/gulden = 205 MJ/vleesvarkensplaats

Voor de hier gebruikte 160 zeugen en 3646 afgeleverde vleesvarkens: 160 zeugen  $\times$  1211 MJ/zeug + 1210 vleesvarkensplaatsen  $\times$  205 MJ/plaats = 442 GJ.

### Handwieden en loonwerk

182 ha  $\times$  18,3 h/ha  $\times$  fl. 15/h  $\times$  4,8 MJ/gulden (handwieden) +

182 ha  $\times$  6200 MJ/ha (loonwerk) = 1368203 MJ = 1368 GJ

Er is uitgegaan van de veronderstelling dat in de akkerbouw alles in loonwerk wordt uitgevoerd. Dan moeten geen aannames gemaakt worden over werktuigen en dito berging. Aantal arbeidsuren/ha per gewas zijn overgenomen uit KWIN-Akkerbouw (1995). Er is onderscheid gemaakt tussen handwieden en overige arbeid.

Erwten 20 h/ha onkruid handwieden

Veldbonen 45 h/ha onkruid handwieden

Tarwe 5 h/ha onkruid handwieden

Gerst idem

Maïs CCM handwieden 30 h/ha uit Vereijken *et al.* (1994) p 42.

Gemiddeld per ha in onze rotatie wordt 110 h/6 = 18,3 h/ha handwieden uitgevoerd.

Aantal uren per ha = 18,3  $\times$  fl. 15 per h = fl. 274,5 /ha  $\times$  4,8 MJ/gulden = 1318 MJ.

Voor loonwerk gelden de volgende prijzen per ha: erwten fl. 1360/ha, veldbonen fl. 1177/ha, wintertarwe en wintergerst fl.

1303/ha, maïs CCM geen gegevens maar idem als wintertarwe. Gemiddeld per ha voor loonwerk betekent dit fl. 1292 /ha. Voor omrekening naar energie fl. 1292/ha  $\times$  4,8 MJ/gulden = 6200 MJ/ha.

### Brandstof

- Varkenshouderij

3646 afgeleverde vleesvarkens  $\times$  295 MJ/vleesvarken = 1075.570 MJ = 1076 GJ

160 fokzeugen  $\times$  2850 MJ / fokzeug = 456000 MJ = 456 GJ

Totaal varkenshouderij = 1531570 MJ of 1532 GJ.

Cijfers voor energie overgenomen uit Leijen et. al. (1993) voor minimum variant omdat daar ook eigen krachtvoer wordt verbouwd. Het gaat om directe en indirecte energie. Per afgeleverd vleesvarken 295 MJ, per fokzeug 2.850 MJ.

- Akkerbouw

182 ha  $\times$  8 GJ/ha = 1456 GJ

Er zijn weinig gegevens bekend. Het directe energiegebruik in de akkerbouw (3,5 PJ petajoules, 1 PJ =  $10^{15}$  J) is klein vergeleken met het directe energiegebruik in de andere sectoren (rundveehouderij 7,3 PJ, intensieve veehouderij 11,2 PJ en glastuinbouw 147,1 PJ) (LEI-DLO, 1995) en daarom weinig interessant voor onderzoek. Het directe energiegebruik op een gemiddeld akkerbouwbedrijf in 1993 is 389 GJ (giga joules, 1 GJ =  $10^9$  J) en bestaat uit gas (26 GJ), elektriciteit (49 GJ), dieselolie (262 GJ), stookolie (2 GJ) en overig (50 GJ). In 1991/1992 was het gebruik hoger (445 GJ). Per 100 gulden opbrengst bedraagt het energiegebruik 118 GJ, per ha 8 GJ. Voorlopig gebruik ik het laatste getal. Per ha kunnen 20 vleesvarkens afgeleverd worden. 2.305 vleesvarkens gebruiken 115,25 ha. Energiegebruik is  $115,25 \text{ ha} \times 8 \text{ GJ/ha} = 922 \text{ GJ}$ .

Procé (1986) geeft enige (verouderde) informatie voor akkerbouw. Energieinputs voor zaai- en pootgoed, kunstmest, bestrijdingsmiddelen, veldwerkzaamheden, drogen en bewaren van produkten worden meegenomen. Kunstmest en bestrijdingsmiddelen vallen weg in de zesjarige rotatie. Input voor zaai- en pootgoed is slechts een fractie van het energiegebruik.

(in Welten direct 1137 GJ, indirect 294 GJ)

**Overig**

129 GJ (uit Welten)

## Samenvatting van het energieverbruik voor de onderdelen varkenshouderij en akkerbouw.

### Varkenshouderij

Aankoop	64 fokzeugen $\times$ 2161 MJ per zeug = 138304 MJ =	138 GJ
	2111 kg P $\times$ 4,3 MJ/kg $\text{P}_2\text{O}_5$ / 2,291 = 3962 MJ =	4 GJ
	819 kg K $\times$ 2,6 MJ/kg $\text{K}_2\text{O}$ / 1,2 = 1775 MJ =	2 GJ
Gebouwen	160 zeugen $\times$ 1211 MJ/zeug = 193760 MJ =	194 GJ
	1210 vleesvarkensplaatsen $\times$ 205 MJ/plaats = 248050 MJ =	248 GJ
Brandstof	3646 afgeleverde vleesvarkens $\times$ 295 MJ/vleesvarken = 1075570 MJ =	1076 GJ
	160 fokzeugen $\times$ 2850 MJ / fokzeug = 456000 MJ =	456 GJ
Totaal varkenshouderij		2118 GJ
Per afgeleverd dier		0,6 GJ/dier

### Akkerbouw<sup>a</sup>

Handwieden	182 ha $\times$ 18,3 h/ha $\times$ 15 gulden/h $\times$ 4,8 MJ/gulden	240 GJ
Loonwerk	182 ha $\times$ 6200 MJ/ha (loonwerk)	1128 GJ
Brandstof	182 ha $\times$ 8 GJ/ha =	1456 GJ
Overig		p.m.
Totaal akkerbouw		2824 GJ
Per ton voer		2.6 GJ/ton
Per afgeleverd varken		0.8 GJ/dier
Totaal varkenshouderij + akkerbouw		4942 GJ

<sup>a</sup> Aankopen, zoals zaai- en pootgoed zijn buiten beschouwing gelaten. De fout die we daarmee maken is minimaal (< 1 tot 2 % van het totale gebruik, Procé, 1986)

## **BIJLAGE 8. BENODIGDE AANPASSINGEN IN BESCHIKBAAR INSTRUMENTARIUM T.B.V. SCENARIO-ONTWIKKELING EN –ANALYSE**

(door N. Hoogervorst).

Een verkenning van wenselijke vormen van landbouw kan op twee manieren verlopen:

1. Via trial and error landbouwscenario's doorrekenen en via tussentijdse bijstellingen proberen zo dicht mogelijk per regio gespecificeerde doelen voor milieukwaliteit te benaderen. Deze kan worden bediend met dezelfde modellen die voor het MPB-werk worden ingezet of ontwikkeld (CLEAN, OPS, N-load, Ruimtescanner), aangevuld met nieuw te ontwikkelen tools die een doelgerichte aanpassing van scenario's vergemakkelijken. Deze aanpak kan sneller tot resultaten leiden en het is ook eenvoudiger deze aanpak stapsgewijs te verfijnen. Het overleg van juli leidde tot een eerste aanzet voor een verdere uitwerking van deze aanpak (zie figuur op pagina 80). Het denken in termen van landbouwtypen is daarbij nog steeds bruikbaar maar vereist wel een bijstelling.
2. Via terugrekenen vanaf milieudoelen en m.b.v. doelfuncties (bijv. maximalisatie van het landbouw-inkomen binnen randvoorwaarden) een optimale vorm van landbouw afleiden. Deze tweede aanpak sluit direct aan bij de vraagstelling maar is ook het moeilijkst uitvoerbaar. Beide benaderingen vergen geheel verschillende modelconcepten. Deze aanpak kan worden bediend met een model voor lineaire programmering of multi-criteria analyse, waarbij (onder randvoorwaarden) een keuze wordt gemaakt uit een grote verzameling technisch voorstelbare landbouwmethoden. Die methoden kunnen worden beschreven m.b.v. een typologie, waarvoor in dit rapport een aanzet is gegeven. Die typologie moet zo zijn ingedeeld dat de huidige (en toekomstige) landbouw daarmee in voldoende mate van detail kan worden beschreven. anderzijds moet het aantal typen beperkt blijven om het overzicht te behouden. Bovendien moeten de afhankelijkheden tussen de landbouwtypen worden beschreven en ook de effecten van elk landbouwtype op milieukwaliteit. Het is erg moeilijk om hierbij een goed niveau van detail te kiezen.

### Voorstel voor uitwerking scenario-aanpak

Voor de scenario-aanpak kunnen bestaande RIVM-modellen worden gebruikt:

1. De ruimtescanner kan worden gebruikt om een ruimtelijk patroon te genereren voor de landbouwactiviteiten in een scenario.
2. CLEAN kan worden gebruikt om het ruimtelijke patroon van de milieudruk van landbouwmethoden uit te rekenen. Het model is eind 1998 productierijp. Het is nu gevuld met data voor gangbare landbouwmethoden voor 10 soorten veehouderij en 7 soorten gewasproductie maar kan moeiteloos worden uitgebreid met extra produktiemethoden voor veehouderij en gewasproductie. De daarvoor benodigde invoergegevens kunnen worden ontleend aan beschrijvingen van alternatieve productiemethoden, zoals de landbouwtypen uit dit rapport en Köster, 1999).
3. Er is een tool nodig die output van Clean vertaald naar output per grid. Er zijn al Arc-info scripts bij LAE; die moeten alleen worden ingebouwd in de Landbouwscanner.
4. DSS-Groene ruimte uitbreiden met analyse-tools voor typische landbouw-gerelateerde vormen van milieubelasting: ammoniak, fosfaat, nitraat, bestrijdingsmiddelen. Andere vormen van milieubelasting die in de toekomst nog kunnen worden toegevoegd zijn zware metalen, grondwater-onttrekking, etc. Die analyse heeft vooral betrekking op vergelijking tussen belasting en doel/norm per grid of per regio. Hierin past eventueel ook een



- herkomstanalyse van  $\text{NH}_3$ -deposities m.b.v. de optimalisatieroutine van CIM.
5. Een nieuw te ontwikkelen tool (MALS in de figuure op pagina 80) waarmee de gebruiker wordt geholpen bij de keuze van de invoerparameters die worden gewijzigd om het verschil tussen belasting en doel te verkleinen. Dit kan in eerste instantie beperkt blijven tot enkele eenvoudige aanpassingen van invoerparameters zoals verplaatsen of verminderen van vee, aanpassen van omvang en locatie van gewasproductie, extra  $\text{NH}_3$ -maatregelen, strengere verliesnormen voor P en N, nieuwe productie-methoden introduceren (zie 2). De keuze voor aanpassing kan worden ondersteund door bijvoorbeeld informatie te presenteren over de herkomst van emissies in een bepaald grid (welke diersoorten) of de verdiende inkomsten per kg emissie of de kosten per kg emissiereductie, zodat (bijv.) de goedkoopste maatregel gekozen kan worden in het relevante gebied.

#### Meerwaarde t.o.v. andere instrumenten

Zonder het hier voorgestelde instrument Landbouwplanner zou de vraagstelling op onderdelen kunnen worden beantwoord met de volgende instrumenten:

Het huidige MPB-instrumentarium: de modellen die de causaliteitsketen van voor naar achteren doorrekent. Door (handmatig) aanpassen van scenario's kan geprobeerd worden de milieudoelen te bereiken. Dat is een omslachtige activiteit omdat de modellen niet gekoppeld zijn via interfaces. Binnen DSS-Groene Ruimte is die koppeling wel aanwezig. Daardoor zijn in korte tijd meer runs (trials) te maken, is het eenvoudiger om regionaal in te zoomen en kunnen tools worden ontwikkeld om de relevante scenario-parameters sneller te selecteren. Een DSS-Groene Ruimte kan dus sneller werken.

In het model Stone wordt slechts een deel van de keten gemodelleerd: alleen de nutriëntenstromen die in grond- en oppervlaktewater terechtkomen. Effecten op natuur (via  $\text{NH}_3$  emissie en depositie) en landschap ontbreken. Ook de ruimtelijke allocatie van landbouw moet als invoer aan Stone worden meegegeven maar zou in DSS-Groene Ruimte juist een resultaat kunnen zijn.

# Schematisatie van informatiestromen bij gebruik CLEAN in DSS Groene Ruimte

Nico Hoogervorst, dd 7-7-98

