PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING

BIBLIOTHEEK
PPO sector Bloembollen
Postbus 85
2160 AB Lisse
0252 462121

MEBOT

Beschrijving van de opzet van een
Milieutechnisch en Economisch Bedrijfsmodel voor de Open Teelten

R. Schreuder
J.H. van Wenum

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sector AGV, BB
september 2002

PPO MEBOT 1

M

ISN 1767624
P-12-R

WAGENINGEN UR

© 2002 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO Publicatienr. MEBOT 1; 330693, 110185; 311047

Dit onderzoek wordt gefinancierd door het Ministerie voor Landbouw, Natuurbeheer en Visserij

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Sectoren AGV & BB

Adres	:	Vennestraat 22, Lisse
	:	Postbus 85, 2160 AB Lisse
Tel.	:	0252 - 46 21 21
Fax	:	0252 - 41 77 62
E-mail	:	info@ppo.dlo.nl
Internet	:	www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

pagina

1 INLEIDING 4

2 DOELSTELLING 6
2.1 Eisen aan model 6
2.2 Doelgroep 6
2.3 Afbakening 7

3 INVENTARISATIE BESTAANDE MODELLEN 8
3.1 Bedrijfsmodellen 8
3.1.1 BedrijfsEconomischAdvies 8
3.1.2 FARM-OT 8
3.1.3 BLOEM 9
3.1.4 FARM EXPLORER 9
3.1.5 APPROXI 10
3.1.6 GSA SPELSIMULATIE 10
3.1.7 BBPR 10
3.2 Bruikbaarheid bestaande bedrijfsmodellen 11
3.3 Milieumodellen 13
3.3.1 ANIMO 13
3.3.2 STONE 14
3.3.3 Milieumodellen en MEBOT 16

4 MEBOT 18
4.1 Bodem en Gewas 19
4.1.1 Bemesting 20
4.1.2 Gewas 20
4.1.3 C-kringloop 22
4.1.4 N- en P-kringloop 22
4.2 Economische deelprogramma's 23
4.2.1 Mechanisatie 23
4.2.2 Arbeid 24
4.2.3 Erf en gebouwen 25
4.2.4 Perceelsbenutting 25
4.3 Milieutechnische deelprogramma's 26
4.3.1 Mineralenbalans 26
4.3.2 Mineralenstroom 27
4.4 Bedrijfsbegroting 28
4.4.1 Gewassaldo 28
4.4.2 Bedrijfsresultaat 29

5 DISCUSSIE 30

1 Inleiding

Sinds 1985 wordt er in Nederland door het ministerie van landbouw een actief beleid gevoerd dat erop gericht is om de gevolgen van het mestoverschot voor de verschillende milieucompartimenten (bodem, water en lucht) te minimaliseren. In de zogenoemde eerste en tweede fase van het mestbeleid (1985-1994) zijn gefaseerd generieke maximale fosfaatgiften voor verschillende bodemgebruikvormen (o.a. voor maïs, gras en overig bouwland) van kracht geworden. In deze achtereenvolgende fasen heeft telkens een aanscherping van deze gebruiksnormen plaatsgevonden. In 1995 is, zoals is aangegeven in de Integrale Notitie mest- en ammoniakbeleid (IN '95), een overstap gemaakt naar het generiek vastleggen van verliesnormen (maximale toelaatbare stikstof- en fosfaatoverschotten) op bedrijfsniveau. De belangrijkste reden hiervoor was dat zo voor elk bedrijf via een boekhoudsysteem (MINAS) de maximale nutriënten-overschotten (aanvoer minus afvoer) juridisch kon worden gecontroleerd (handhaafbaarheid). Daarnaast werd bewerkstelligd dat de nutriëntenophoping op het bedrijf en de daarbij behorende percelen, kon worden beperkt. Uiteindelijk wordt er naar gestreefd dat er in 2003 verliesnormen voor fosfaat en stikstof worden ingevoerd die zodanig hoog zijn dat er sprake is van evenwichtsbemesting (aanvoer is gelijk aan afvoer plus "onvermijdbare verliezen") en acceptabele milieukundige verliezen. Ook vanuit EU worden duidelijke randvoorwaarden gesteld ten aanzien van de kwaliteit van het grondwater en oppervlaktewater waardoor, naar verwachting in de toekomst, verdere beperkingen aan het gebruik van (dierlijke) meststoffen zullen worden opgelegd teneinde aan de richtlijnen te kunnen voldoen (EU-nitraatrichtlijn; Kaderrichtlijn Water).

In de komende jaren staat de evaluatie van het MINAS-systeem en de huidige beoogde verliesnormen in de evaluatie van het mest- en mineralenbeleid in de Tweede Kamer centraal (mestevaluaties 2002, 2004 en 2006). Teneinde deze evaluaties goed voor te kunnen bereiden, heeft het Ministerie van LNV (en VROM) behoefte aan inzicht in de milieukundige en landbouwkundige gevolgen van het voorgenomen beleid. Dit zal in eerste instantie via modelberekeningen gekwantificeerd dienen te worden. Daarnaast vindt er uiteraard monitoringsonderzoek plaats. Voor deze evaluatie is naast de al bestaande op milieuparameters gerichte modellen behoefte, aan een model dat op bedrijfsniveau zowel milieukundige als bedrijfseconomische kengetallen oplevert.

Dit rapport beschrijft de aanpak van de ontwikkeling van een milieu-economisch bedrijfsmodel voor de open teelten (MEBOT) specifiek gericht op mineralen. Eerst worden de specifieke doelstellingen van het model beschreven en afgebakend. Daarna volgt een inventarisatie van bestaande modellen die het werkterrein van MEBOT geheel of gedeeltelijk bestrijken. In hoofdstuk 4 wordt de mogelijke opzet van MEBOT besproken. Het gaat daarbij vooral om de globale input/output en rekenwijze. De precieze invulling vindt in een later stadium van het project plaats. Om te komen tot een goed toepasbaar model is de user-interface belangrijk. Hoofdstuk 5 bevat een korte discussie van de modelopzet. Hoofdstuk 6 gaat in op de beheerskant van het project en in hoofdstuk 7 wordt stilgestaan bij het tijdpad behorend bij de ontwikkeling van MEBOT.

2 Doelstelling

Het voeren en evalueren van een effectief en efficiënt bedrijfsmanagement in de open teelten wordt steeds complexer naarmate bedrijven aan meer en scherpere milieurandvoorwaarden in hun onderling verband moeten voldoen. Om dit proces goed te ondersteunen is een modelmatige benadering onontbeerlijk, gericht op een geïntegreerde inzet vanuit verschillende gezichtsvelden, zoals schaalniveau (regio, bedrijf, perceel) en disciplines (mineralen, bedrijfseconomie, gewasgezondheid, emissie, multifunctionele landbouw).
Goede rekenmodellen zijn nodig voor de ondersteuning van het bedrijfsmanagement, voor de schatting van emissies en emissieroutes en voor de evaluatie van de verliesnormen van het mest- en mineralenbeleid. In het nutriëntenonderzoek wordt relatief veel gebruik gemaakt van modellen, omdat maar op beperkte schaal experimenteel onderzoek kan worden uitgevoerd.
Het doel van het project is het ontwikkelen van een model (MEBOT) gericht op een geïntegreerde benadering van toetsing en evaluatie van maatregelen op bedrijfsniveau op verschillende schaal (bedrijf en perceel) en vanuit verschillende disciplines (mineralen, bedrijfseconomie, emissie, arbeid). Dit model kan gebruikt worden bij evaluatiestudies, maar ook het toekomstig bedrijfsmanagement direct of indirect ondersteunen en kan mogelijkheden van nieuwe technieken en adviezen verkennen.

2.1 Eisen aan model

Het model moet geschikt zijn voor:
- de evaluatie van het mest- en mineralenbeleid op bedrijfsniveau;
- het doorrekenen van maatregelpakketten voor agrarisch ondernemers om aan de huidige en toekomstige milieunormen te voldoen;
- het kunnen rekenen met opgelegde mest- en mineralennormen;
- het opleveren van bedrijfseconomische en milieutechnische kengetallen, niet alleen op bedrijfsniveau maar ook op perceels- en gewasniveau;
- het kunnen simuleren van gangbare bedrijven maar ook van bedrijven die volgens geïntegreerde strategieën werken of een biologische bedrijfsvoering hebben;
- het naast elkaar zetten en onderling vergelijken van diverse bedrijfsplannen;
- de mogelijkheid om realistische bedrijfsopzetten (bedrijfsprofiel) van de ondernemer te berekenen.

2.2 Doelgroep

Het te ontwikkelen model is in eerst instantie bedoeld voor direct gebruik door onderzoekers van de betrokken instituten. Met name vragen gericht op mineralenmanagement op bedrijfsniveau zullen met het model beantwoord moeten worden. Vooral onderzoekers zullen gebruiker zijn, met name die zich met het gehele bedrijf in al zijn facetten bezighouden. Vanwege de onderlinge verbanden die er op bedrijfsniveau bestaan, zal de gebruiker door de interface van het programma begeleid moeten worden bij het invoeren van de bedrijfsgegevens.
Op de langere termijn worden als tweede doelgroep intermediairen (voorlichting, banken, accountancy) gezien. Het model is niet direct bedoeld voor gebruik door agrarische ondernemers. Via de intermediairen of onderzoekers (via praktijkprojecten) zullen deze gebruik kunnen maken van de mogelijkheden van het model.
De afnemers van de door het model gegenereerde output zullen divers zijn. Naast onderzoek en beleid worden agrarische ondernemers nadrukkelijk gezien als mogelijke afnemers van de output. De invoer blijft vooralsnog te divers en complex om door agrarische ondernemers direct in de bedrijfsvoering gebruikt te worden.

2.3 Afbakening

Binnen dit project zal gewerkt worden aan de ontwikkeling van een breed toepasbaar milieu-economisch bedrijfsmodel open teelten (MEBOT) specifiek gericht op mineralen en organische stof (os). Onder de open teelten worden verstaan de akkerbouw, vollegrondsgroenten, bloembollen en de boomteelt. Het model zal zich beperken tot Nederland. Gezien de vraagstelling is een simulatiemodel gewenst en niet een optimalisatiemodel.

Op het gebied van mineralen beperkt het model zich tot de stikstof-, fosfaat- en koolstofkringloop (os). Voor kali worden de bemesting en de aan- en afvoer berekend. Er wordt geen rekening gehouden met pH, bekalking, micro-elementen en zware metalen.

Gezien de diversiteit aan teelten is het onmogelijk alle mogelijke specifieke teelten in het model op te nemen. Het model dient zich daarom te richten op de hoofd- en de sleutelgewassen. Het gaat hierbij om de belangrijkste gewassen in de diverse sectoren. Wanneer deze niet als zodanig aangegeven kunnen worden, kan een benadering via een gewasgroep worden gehanteerd. De keuze van de opgenomen gewassen dient zodanig te zijn, dat de belangrijkste bedrijfstypen en bouwplannen met het model geëvalueerd kunnen worden.

Het aantal grondsoorten wordt in het model beperkt tot de belangrijkste. De mate van verfijning in grondsoorttypering wordt bepaald door het aantal grondsoorten dat in het model wordt opgenomen. In de afweging zijn de relatie van grondsoort met opbrengst en met de technische milieumodulen van belang. Hierin blijft het model beperkt tot wat zich in de bouwvoor afspeelt.

In het model wordt de beschikbaarheid van water meegenomen via een relatie met opbrengst. De grondwatertrap en de daaraan gekoppelde geschatte opbrengstreductie via de HELP-tabel zijn hiervoor de basis. Het model bevat geen onderdeel waarin de beschikbaarheid van water verder wordt uitgewerkt. Het weer, en de daarmee gepaard gaande variabiliteit in opbrengst (risico), blijven hiermee buiten beschouwing.

Gewasbescherming beperkt zich in het model tot de kosten als onderdeel van de toegerekende kosten. Uitbreiding van het model detaillering van met kengetallen op het gebied van milieubelasting door gewasbescherming zal vanuit een andere financiering moeten plaatsvinden.

Het model zal zodanig flexibel (modulair) van opbouw zijn dat toekomstige uitbreiding op deelgebieden die nu niet worden uitgewerkt (zoals bijvoorbeeld gewasbescherming en weersrisico) gemakkelijk uitvoerbaar is.

3 Inventarisatie bestaande modellen

Als eerste stap op weg naar een milieutechnisch en economisch bedrijfsmodel voor de open teelten is geïnventariseerd welke modellen er op dit gebied of deelgebieden al bestaan. Daarbij is onderscheid gemaakt naar bedrijfsmodellen en modellen gericht op milieu met raakvlakken richting de gewenste modeloutput. Deze inventarisatie is niet volledig geweest maar heeft zich beperkt tot ..

3.1 Bedrijfsmodellen

Deze paragraaf geeft een korte beschrijving van de belangrijkste bedrijfsmodellen die momenteel beschikbaar zijn voor toepassing in de open teelten. Daarbij wordt vooral gekeken naar wat ze doen in relatie tot de vraagstelling. Het platform waaronder ze opereren is nu niet relevant. Tabel 1 geeft aan in hoeverre de modellen voldoen aan een aantal toepassingen zoals genoemd in het vorige hoofdstuk. Tevens worden de belangrijkste eigenschappen van de modellen op een rijtje gezet.

3.1.1 BedrijfsEconomischAdvies

Bij Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (PPO) wordt voor bedrijfseconomische berekeningen gewerkt met BedrijfsEconomischAdvies (BEA). Hiermee kunnen de gevolgen worden nagegaan van een wijziging van de bedrijfsopzet voor de inkomensvorming van de ondernemer(s) en voor de continuïteit van het bedrijf. Dit gebeurt aan de hand van een berekening van de bedrijfsbegroting voor en na de wijziging. BEA is een EXCEL spreadsheetmodel en bevat een set rekenregels waarmee de bedrijfsbegroting gesimuleerd wordt op basis van de opgegeven uitgangspunten. Hierdoor wordt inzicht gegeven in de rendabiliteit van een plan en daarmee de financiële continuïteit. Door de opbouw als spreadsheetmodel en de omvang is BEA onoverzichtelijk en star.
De bedrijfsbegroting bestaat uit een aantal deelbegrotingen, te weten: de activiteitenbegroting, de saldobegroting, de arbeidsbegroting, de rendabiliteitbegroting en de financieringsbegroting. Het model bevat geen oplossingsalgoritme waarmee afwegingen gemaakt kunnen worden. Alle afwegingen worden door de gebruiker gemaakt. Dit houdt in dat bij het opstellen van een bedrijfsbegroting voor een representatieve bedrijfsopzet de nodig landbouwkundige kennis vereist is. Gebruikte gegevens voor de berekeningen komen voort uit:

- Recente perspectievenstudies waarin met representatieve bedrijfsopzetten is gewerkt. Deze opzetten zijn afgestemd met telers en gebiedsdeskundigen;
- Kwantitatieve Informatie, informatie uit CBS en het Bedrijven informatie Netwerk van LEI;
- Expertise van gewas,- bemestings- en bedrijfsdeskundigen van PPO;

Er is geen relatie tussen bemesting en opbrengst (N- en P respons) opgenomen. De milieu-effecten beperkt zich tot een MINAS-overschot..

3.1.2 FARM-OT

FARM-OT is een database-programma voor de registratie, analyse en representatie van de bedrijfsvoering van akkerbouw- en vollegrondsgroentenbedrijven. De afkorting FARM-OT staat voor Farm Analysis and Registration Management, Open Teelten. Het is een product van PPO en DLV (De Landbouw Voorlichting). Momenteel vinden aanvullingen plaats voor gebruik in de bloembollen en boomkwekerij. Zowel teelttechnische, milieukundige als economische analyses zijn mogelijk met FARM, uitgaande van de geregistreerde gegevens. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om nutriëntenbalansen (MINAS, Goede LandbouwPraktijk) en milieukundige aspecten van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen (MilieuBelastingsPunten en BlootstellingsRisicoIndex). Met FARM worden aan de hand van de registraties op verschillende niveaus berekeningen uitgevoerd: onder meer op gewasniveau en op bedrijfsniveau. De analyseresultaten zijn geschikt voor onderlinge vergelijking van bedrijven en worden daarom veelvuldig gebruikt bij groepsbijeenkomsten van telers.
Het programma is gebaseerd op een relationele database. De decentrale registratie vindt plaats in MS Access. Voor centrale opslag en analyse wordt Oracle gebruikt. Bij de outputpresentatie wordt naast MS

Access ook MS Excel gebruikt.
Voor FARM geldt evenals voor BEA ook dat een gedegen opzet van de bemesting en mineralenemissies ontbreekt. Een ander nadeel van het programma is het beperkte gebruiksgemak/hanteerbaarheid voor diverse partijen: wanneer meer dan de standaardanalyses dienen te worden uitgevoerd, kan dit vaak alleen met behulp van de programmeur van FARM. Een andere beperking is dat de registratiedatabase alleen informatie bevat uit het bedrijfssystemenonderzoek van PPO, aangevuld met informatie uit de BIOM en Telen met Toekomst bedrijven.

3.1.3 BLOEM

BLOEM (Biologische Landbouw Optimalisatie en Exploratie Methode) is een lineair programmeringsmodel, dat een akkerbouw- en vollegrondsgroente-bedrijfssysteem kan optimaliseren. Onder optimaliseren moet hier verstaan worden het (uit componenten) samenstellen van een bedrijf dat, gegeven opgelegde beperkingen, binnen de gestelde doelen het beste resultaat behaalt. De componenten zijn een coherent geheel en dragen in hun onderlinge samenhang volgens beste kennis bij aan de realisatie van de betrokken doelen. Zoveel mogelijk alternatieven worden in de analyse meegenomen. Voorbeelden zijn de verschillende teeltwijzen van een gewas, de bemestingsmethoden en de vele bewerkingen. De bijdragen van de componenten aan de doelen zijn gekwantificeerd in termen van input en output. De optimalisatie is een iteratief proces, waarbij steeds weer de prestaties t.a.v. de doelen worden gewogen en het eindresultaat beoordeeld door de gebruikers. De bedrijfssamenstelling is het voor het gewenste resultaat optimale bedrijf. Als 'financieel resultaat' wordt in BLOEM het saldo berekend van enerzijds de financiële opbrengsten van de producten en anderzijds de toegerekende kosten, de kosten die direct variëren met de omvang van de teelt, en de kosten van losse arbeid, loonwerk en machines. De overige niet-toegerekende kosten, zoals de kosten van grond, gebouwen en de berekende arbeidskosten voor de ondernemer zijn buiten beschouwing gelaten. Ook worden de kosten voor het doen van investeringen en de kosten voor eigen ingezet kapitaal niet meegenomen. Als 'milieu-resultaat' kunnen verschillende indicatoren gehanteerd worden, zoals een inschatting van de nitraatuitspoeling of van de hoeveelheid achtergelaten stikstof in de bouwvoor na de oogst. Tijdens de optimalisatie wordt een optimale rotatie samengesteld. Het model rekent een zogenaamde steady-state situatie door. Dat wil zeggen dat de uitkomst geldig is voor een lang volgehouden vruchtwisseling en bijbehorend management, zodat er sprake is van een evenwichtssituatie voor bijvoorbeeld de bodemvruchtbaarheid en de aanwezigheid en schadelijkheid van ziektes en plagen. BLOEM is een model dat nog steeds in ontwikkeling is. Bloem optimaliseert wat als nadeel heeft ten opzichte van simulatie dat het minder geschikt is voor het snel doorrekenen van scenario's zoals gebruikelijk bij evaluatiestudies. Een sterk punt van BLOEM is de onderliggende database, met name gegevens over de opbouw van bodempathogenen en de effecten op de gewasopbrengsten.
BLOEM wordt ontwikkeld door PRI en PPO-AGV.

3.1.4 FARM EXPLORER

Het simulatieprogramma FARM EXPLORER is bedoeld om strategische keuzes op bedrijfsniveau te toetsen. Hiervoor worden akkerbouwrotaties als belangrijkste variabelen gebruikt. Het programma is gemaakt voor educatieve doeleinden. Een vrij exacte invoering van verschillende bedrijfssituaties leidt tot een nauwkeurige uitwerking van bedrijfsresultaten. Hierbij ligt de beperking duidelijk in de veelheid van mogelijkheden. Het programma is statisch, de gebruiker kan geen of moeilijk andere kennis in het model meenemen. Ook kan alleen een volledige bedrijfssituatie doorgerekend worden. Er wordt wel onderscheid gemaakt in de resultaten per gewas. Keuzes met betrekking tot het gewas worden gezien als de voornaamste invloed op de bedrijfsvoering. Het model geeft een goed beeld van de effecten van keuzes op gewasniveau. Het belang van rotatiesamenstelling en het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen is duidelijk te herleiden uit de resultaten, vooral omdat de verschillende resultaten naast elkaar gelegd kunnen worden. Door de vergelijkingsmogelijkheid kan relatief snel een aantal scenario's met elkaar vergeleken worden. Dit dient het doel als het gaat om educatie. Voor het uitvoeren van beleidsevaluaties is het programma minder geschikt gezien de eenvoudige opbouw. Het programma is ontwikkeld door het Van Hall Instituut en is gebaseerd op BLOEM.

3.1.5 APPROXI

Approxi is een gedragsmodel dat door het Landbouw-Economisch Instituut (LEI) wordt gebruikt voor onderzoek naar effecten van beleid, onder andere op het beleidsterrein mest en mineralen. Afhankelijk van externe omgevingsfactoren (prijzen, beleidsopties, opbrengstontwikkelingen) wordt op bedrijfsniveau ingeschat welk maatregelenpakket op bedrijfsniveau zal worden genomen. De input voor het model bestaat uit financiële en technische gegevens van akkerbouwbedrijven uit het LEI bedrijven informatienet (LEI-BIN). Op bedrijfsniveau wordt op grond van bedrijfsspecifieke kenmerken achtereenvolgens bepaald welk maatregelenpakket wordt gekozen, in welke mate het bedrijf de afzonderlijke maatregelen zal treffen en welke effecten daarvan zijn te verwachten qua kg-opbrengst, kwaliteit, mineralenbalansen en bedrijfsuitkomsten. Via het Fiscaal Economisch Simulatie model (FES) worden ook de continuïteitsperspectieven beoordeeld. Voor elk van de circa 200 akkerbouwbedrijven die in LEI-BIN zijn opgenomen wordt het model toegepast. Vervolgens worden de resultaten op statistisch verantwoorde wijze geaggregeerd tot regionaal of nationaal niveau. Door middel van regressievergelijkingen (afgeleid uit het LEI-RIVM meetnet) worden effecten op de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater geschat.

3.1.6 GSA SPELSIMULATIE

GSA is een simulatiemodel van het LEI bedoeld om ondernemers zelf op strategisch/taktisch niveau alternatieven voor het eigen bedrijf op te laten stellen en de effecten daarvan tegen elkaar af te zetten in een toekomstig (beleids)scenario. Met name de effecten van bouwplanverschuivingen, verandering in bemesting en overschakeling op biologische landbouw kunnen gesimuleerd. In het model zijn akkerbouwmatig geteelde gewassen opgenomen met hun specifieke karakteristieken. Vollegrondsgroenten die via de veiling worden afgezet en dubbelteelten zitten nog niet goed in het model. Voor bloembollen wordt tulp als mogelijk gewas voor akkerbouwers aangeboden, zowel in landverhuur als voor eigen risico. Arbeidsbehoefte en geïntegreerde teelt zitten slechts globaal in het model. Het programma gaat niet uit van perceelsniveau, maar een gewas kan eventueel twee keer worden ingevuld met verschillende opbrengstniveaus. Het programma werkt m.b.v. bedrijfseigen data uit bijvoorbeeld de fiscale of de bedrijfseconomische boekhouding of vanuit de gegevens van het LEI-boekhoudnet (BIN). Bij de keuze van de invoergegevens is als voorwaarde gesteld dat zij relatief gemakkelijk beschikbaar moeten zijn. Het programma is bedoeld om ondernemers meer inzicht te geven in de bedrijfsvoering en om mogelijke alternatieven globaal door te rekenen. Uitgangpunt daarbij is dus het eigen bedrijf met zijn specifieke kenmerken, en niet "Goede Landbouwpraktijk".
Voor onderzoeksdoeleinden kan GSA worden gebruikt om inzicht te krijgen hoe akkerbouwers denken in te spelen op verschillende beleidsvoornemens. Voor onderzoeksdoeleinden die vanuit programma "Mest en Mineralen" beantwoord dienen te worden is echter een grotere modeldetaillering vereist.

3.1.7 BBPR

BBPR is een computerprogramma dat aan de hand van bedrijfsspecifieke en/of normatieve uitgangspunten van een melkveebedrijf technische en economische kengetallen berekent. Daarbij geeft het programma gedetailleerde informatie over omzet en aanwas, voedervoorziening, bemestings- en mineralenbalans, de mineralenaangifte (MINAS), onroerende goederen, etc. Met behulp van deze kengetallen worden de sterke en zwakke punten van een bedrijf opgespoord en kunnen consequenties van maatregelen ingeschat worden. BBPR is ontwikkeld om een melkveebedrijf te kunnen simuleren voor een volledige productieperiode van een jaar. BBPR is bij uitstek geschikt voor:

- Analyseren: Analyse van de huidige bedrijfsvoering met kengetallen berekend door BBPR geeft inzicht in de rendabiliteit van het bedrijf en de doelmatigheid op technisch en milieutechnisch gebied.
- Begroten: Bij het begroten is het mogelijk om alternatieve bedrijfsvoeringen en/of bedrijfsopzetten door te rekenen. Als belangrijkste kengetallen levert het BBPR het saldo en de arbeidsopbrengst.

BBPR is opgebouwd uit verschillende modules en draait onder WINDOWS. Het is opgedeeld in voedervoorziening (voer- en melkproductie), economische en technische deelprogramma's en milieutechnische deelprogramma's. Gegevens uit de diverse deelprogramma's komen tezamen in de bedrijfsbegroting. Behalve enkele voedergewassen zoals snijmais en triticale besteedt BBPR geen aandacht aan de open teelten.
De invoer die nodig is voor het programma gaat via gestuurde vraagstelling. De gebruiker wordt langs de benodigde vragen geleid en indien gewenst kan de gebruiker meer in detail gaan.

Het programma is ontwikkeld om melkveebedrijven mee te ondersteunen. Het wordt gebruikt door o.a. onderzoek, voorlichting, onderwijs en dienstverlenend bedrijfsleven zoals accountantbedrijven. Daarnaast gebruiken veehouders het programma ook zelf, ter ondersteuning van hun bedrijfsvoering

3.2 Bruikbaarheid bestaande bedrijfsmodellen

De in paragraaf 3.1 beschreven modellen zijn beoordeeld aan de hand van de in hoofdstuk 2 beschreven gewenste eigenschappen wat betreft output, bruikbaarheid en gebruik. In tabel 1 is per gewenste modeleigenschap door middel van punten (0 t/m 5) aangegeven in welke mate deze eigenschap in het besproken model aanwezig is of voldoet. Samenvattend zijn de belangrijkste conclusies:

- De knelpunten voor BEA ontstaan vooral door een matig ontwikkelde milieucomponent. Daarnaast is de beperkte gebruiksvriendelijkheid een punt van zorg.
- FARM heeft in principe veel van de mogelijkheden en functionaliteiten die ook in BEA aanwezig zijn, echter voor veel toepassingen (nieuwe scenario's) zijn aanpassingen nodig die alleen met behulp van de ICT-beheerder van het model kunnen worden uitgevoerd. De relationele database bevat veel bruikbare elementen.
- BLOEM is een optimalisatiemodel en daarom minder geschikt voor scenario- en evaluatiestudies waar juist simulatie de mogelijkheid biedt om snel meer varianten te vergelijken. De onderliggende relationele database van BLOEM bevat echter veel informatie en biedt mogelijkheden voor verdere toepassingen.
- FARM EXPLORER maakt gebruik van dezelfde database als BLOEM maar is minder geschikt voor onderzoeksdoeleinden.
- APPROXI is een onderzoeksmodel waarin ondernemersgedrag en gevolgen daarvan zijn geïntegreerd zowel op bedrijfsniveau als op geaggregeerd niveau. Het model gaat uit van de huidige structuur van werkelijke bedrijven. De ingebrachte maatregelen zijn soms globaal van karakter. De mogelijkheden om het bedrijf gedetailleerd op technisch vlak te analyseren zijn daardoor beperkt.
- Spelsimulatie (GSA) is in eerste instantie minder geschikt voor de geformuleerde onderzoeksdoelen vanwege het globale karakter van in- en uitvoergegevens, en mist de mogelijkheid tot normatieve en verkennende berekeningen.
- BBPR is specifiek gericht op de veehouderij maar geeft qua opzet, output en gebruiksgemak richting.
- Geen van de bestaande modellen heeft een volledige reeks uitgewerkte mineralenmodules: dus inclusief responscurves, organische-stofbalans en emissiemodules.
- De meerwaarde van MEBOT ten opzichte van met name BEA en FARM ligt in de uitbreiding vmet uitgewerkte mineralenmodules zijn. Daarnaast zal MEBOT met name op het terrein van modelstructuur, onderhoud en gebruiksvriendelijkheid voor een aanzienlijke verbetering moeten zorgen.

- Tabel 1 Beoordeling van de belangrijkste eigenschappen en toepassingen van de geïnventariseerde bedrijfsmodellen in relatie tot de vraagstelling (score 0 – 5; 0 = voldoet geheel niet; 5 = voldoet volledig; - = niet aanwezig

Toepassing/eigenschappen	BEA	BLOEM	FARM	Farm explorer	APPROXI	GSA	BBPR
Output							
Organische-stof berekening	-	-	-	-	3	3	-
N-responscurves	-	-	-	-	3	3	5
P-responscurves	-	-	-	-	3	3	-
Mineralenstroom	-	-	-	-	-	-	5
Uitspoeling	-	-	-	3	3	-	4
MINAS-balans	5	3	5	3	4	4	5
Mineralenbalans	5	-	5	–	3	3	5
Saldi	5	3	4	4	5	3	5
Bedrijfseconomische kengetallen	5	3	3	4	5	5	5
Arbeidsbehoefte	5	3	5	3	-	3	-
Toepassingsgebieden							
Bedrijfsniveau	5	5	5	5	5	5	5
Gewasniveau	5	4	5	3	4	4	5
Perceelsniveau	4	-	5	3	-	-	-
Akkerbouw	5	5	5	5	5	5	-
Vollegrondsgroententeelt	5	4	5	-	3	3	-
Bollenteelt	5	-	4	-	1	1	-
Boomteelt	3	-	4	-	-	-	-
Gangbare teelt	5	5	5	3	5	5	5
Biologische teelt	5	3	5	3	4	5	5
Geïntegreerde teelt	5	3	5	3	-	-	-
Modeleigenschappen							
Simulatie	5	-	5	5	5	5	5
Gebruiksgemak/hanteerbaarheid	3	-	3	5	-	4	4
Duidelijke structuur/logische opbouw	1	-	4	3	4	5	5
Integratie tussen programma onderdelen	5	5	4	5	4	5	5
Vergelijking van plannen	5	3	4	5	3	5	5
Met de output kan men:							
Mest- en mineralenbeleid evalueren op bedrijfsniveau	4	-	3	-	3	3	5
Maatregelpakketten om aan milieunorm te voldoen berekenen	3	-	3	3	3	3	4
Bedrijfsmanagement ondersteunen	5	4	4	3	-	4	5

3.3 Milieumodellen

Ook milieumodellen zijn beoordeeld op hun bruikbaarheid en toepasbaarheid met betrekking tot de vraagstelling. Belangrijk onderdeel van milieutechnische kengetallen is de bemesting. Uit de inventarisatie van de bedrijfsmodellen blijkt dat bemesting vaak al onderdeel is van deze modellen. Dit geldt ook voor de organische bemesting. Wel ontbreekt nog vaak de relatie tussen bemesting en opbrengst. In deze paragraaf wordt met name op het model ANIMO ingegaan. Met dit model worden kengetallen met betrekking tot milieuverliezen in relatie tot landbouwkundig gebruik. Andere modellen bleken al gauw hiervoor ongeschikt. Daarnaast wordt enige aandacht geschonken aan de STONE. Dit model bestaat uit een aantal modellen op verschillende schaalniveau's. Een van deze modellen is ANIMO.

3.3.1 ANIMO

Het model ANIMO berekent de uitspoeling van N en P naar grond- en oppervlaktewater bij verschillende bodemkundige, hydrologische en landbouwkundige grondgebruikssituaties. Voor de toepassing van ANIMO worden gewasgegevens geleverd door een koppeling met het model QUADMOD. Voor de toepassing van ANIMO zijn hydrologische gegevens nodig die door een extern waterkwantiteitsmodel worden berekend. Het model heeft opties voor de koppeling aan (agro-) hydrologische perceelsmodellen zoals SWAP, DEMGEN, MOZART en regionale grondwaterstromingsmodellen zoals SIMGRO. Deze waterbalansgegevens worden per tijdstap voor het perceel of per subgebied en per grondgebruiksvorm ingelezen. Het model ANIMO kwantificeert de belangrijkste processen die een rol spelen in de stikstof-, de fosfor- en de organische-stofkringloop.

Organische-stofkringloop

In de koolstofcyclus zijn de volgende processen beschreven:

- toediening van verschillende soorten organisch materiaal aan de bodem zoals vaste mest, drijfmest, plantenresten, stro, etc.
- de uitscheiding van wortelexudaten en afsterving van haarwortels
- de afbraak van het vers of gevormde organische materiaal.
- de omzetting van de afgescheiden wortelexudaten/haarwortels, het toegediende verse materiaal en de opgeloste organische koolstof naar humus/biomassa;
- de "turn-over" van de humus/biomassa.

Stikstofkringloop

In de stikstofkringloop zijn de volgende processen beschreven:

- toediening van organisch stikstof met verschillende soorten organisch materiaal aan de bodem zoals vaste mest, drijfmest, plantenresten, stro, etc.
- de uitscheiding van organisch stikstof in wortelexudaten en afsterving van haarwortels
- de mineralisatie en immobilisatie van stikstof als gevolg van de afbraak van vers organisch materiaal, wortelexudaten, haarwortels en opgelost organisch materiaal en de vorming van humus/biomassa;
- de mineralisatie van stikstof als gevolg van de dissimilatie van de humus;
- de aanvoer van mineraal stikstof bij de toediening van mest, kunstmest en andere materialen, alsmede de aanvoer door droge en natte depositie uit de atmosfeer;
- de vervluchtiging van een gedeelte van het toegediende ammonium;
- de adsorptie van ammonium aan de vaste bodemfase;
- de nitrificatie van ammonium in aanwezigheid van voldoende zuurstof;
- denitrificatie van nitraat in gedeeltelijk en volledig anaërobe toestand;
- de opname van ammonium en nitraat door het gewas.

Fosforkringloop

De beschrijving van de fosforcyclus bevat de volgende onderdelen:

- toediening van organisch fosfor met verschillende soorten organisch materiaal aan de bodem zoals vaste mest, drijfmest, plantenresten, stro, etc. Een gedeelte van de mest en drijfmest bestaat uit

opgelost organisch fosfor;
- de uitscheiding van organisch fosfor in wortelexudaten en afsterving van haarwortels
- de mineralisatie en immobilisatie van fosfor als gevolg van de afbraak van vers organisch materiaal, wortelexudaten, haarwortels en opgelost organisch materiaal en de vorming van humus/biomassa;
- de mineralisatie van fosfor als gevolg van de dissimilatie van de humus;
- de aanvoer van mineraal fosfor bij de toediening van mest, kunstmest en andere materialen, alsmede de aanvoer door natte depositie uit de atmosfeer;
- adsorptie en desorptie van fosfaat aan de vaste bodemfase;
- de neerslag van fosfaat in de vorm van fosfaatzouten bij overschrijding van een grensconcentratie;
- de opname van fosfaat door het gewas.

Omgeving en transport
De omzettingen in de drie kringlopen zijn afhankelijk van omgevingsfactoren als temperatuur, vocht, pH en anaërobie. De snelheid waarmee omzettingen plaatsvinden wordt in ANIMO gecorrigeerd voor deze factoren. Daarnaast spelen transportprocessen in de bodem een belangrijke rol. Waterstromen naar grond- en oppervlaktewater en verdamping naar de lucht. Hiertoe wordt door ANIMO de bodem in horizontale lagen ingedeeld. Per laag wordt per tijdstap een volledige water- en stoffenbalans berekend met de daarbij optredende omzettingsprocessen. Organische stof in oplossing, minerale stikstof (in de vorm van ammonium en nitraat) en minerale fosfor (in de vorm van fosfaat) worden in de waterfluxen van en naar de verschillende lagen en drainagemiddelen getransporteerd.

3.3.2 STONE

STONE is ontwikkeld om de impact te meten van veranderingen in nationaal en Europees milieubeleid en van veranderingen in het landbouwsysteem op de emissie van stikstof en fosfaat naar het grond- en oppervlaktewater in Nederland. Het model richt zich hierbij op N- en P-emissies vanuit de agrarische sector. STONE kan o.a. worden gebruikt voor het genereren van:
- ruimtelijke patronen van N- en P-emissies naar het oppervlaktewater in Nederland;
- ruimtelijke patronen en tijdsduur van N- en P-concentraties in het bovenste grondwater in Nederland;
- N- en P-balansen voor Nederland of voor regio's/subgebieden;
- geo-gerelateerde informatie over gebieden die de EU-nitraatrichtlijn of nationale richtlijnen met betrekking tot reducties van nutriëntenemissies overschrijden.

Bovendien kunnen de effecten van alternatieve beleidsscenario's voor het reduceren van nutriëntenemissies worden verkend, door bijvoorbeeld het aantal stuks vee te variëren of door het uitbreiden van het transport van dierlijke mest naar andere gebieden.

Korte model omschrijving
Het STONE model is een gezamenlijk product van verschillende Nederlandse onderzoeksinstituten (ALTERRA, PRI, RIVM, RIZA). Het doel van STONE is de huidige en toekomstige emissies van stikstof en fosfaat naar grond- en oppervlaktewater te voorspellen. Het model bestaat uit 3 submodellen. Het CLEAN sub-model berekent de verdeling van organische mest over Nederland en de emissie van nutriënten naar bodem en lucht. Het OPS/SRM submodel berekent de depositie van stikstof uit de atmosfeer, afkomstig van agrarische en secundaire bronnen. ANIMO tenstlotte, dat is ingebouwd in een geografische schil GONAT, berekent de emissie van nutriënten naar grond- en oppervlaktewater. In ANIMO wordt de opname van nutriënten door gewassen berekend met de QUADMOD-module.
De keten van modellen wordt benaderd met een grafische user interface. Deze interface biedt de mogelijkheden om modelscenario's te veranderen, het model te runnen en de modeloutput te bekijken. STONE wordt gevoed met een grote set van vaste gegevens, zoals bijvoorbeeld hydrologische data die apart zijn berekend door het SWAP-model. Omdat de uitkomsten van de drie submodellen in ruimte en tijd verschillen, zijn conversieprogramma's in STONE opgenomen. Tabel 2 geeft een overzicht van de belangrijkste componenten van STONE en hun functies.

Tabel 2 Belangrijkste componenten van het STONE systeem en hun functies.

Systeem component	Functies	Techniek	Data input	Data output
[illegible]	Vertaalt beleids-maatregelen naar data input voor CLEAN.	Spreadsheet/Linear Programming model	Beleidsmaatregelen.	
CLEAN	Berekent emissie van ammoniak uit agrarische bronnen. Berekent de jaarlijkse aanvoer van N en P uit dierlijke mest naar de bodem.	Modelleren van mestproductie en –distributie. Linear Programming model voor optimale allocatie van dierlijke mest.	Aantal dieren. Excretie per dier. Fractie Ammoniak Vervluchtiging. Verdeling van dieren over staltypen. Bemestingsadviezen. Gebieden met gewas-bodemcombinaties.	Organische mest-aanwending per regio. Kunstmestaanwending per regio. Mesttransport naar andere gebieden. Mestoverschot of mestplaatsingsruimte. Ammoniakemissie.
OPS/SRM	Berekent ammoniakdepositie.	Matrix van relaties tussen emissie en depositie gebaseerd op uitkomsten van een statistisch, atmosferischtranspo rt- model	Ammoniakemissie.	Ammoniakdepositie.
SWAP	Berekent verticaal transport van water in onverzadigde en verzadigde bodemlagen.	Complex deterministisch agro-hydrologisch model.	Meteorologische data. Irrigatie-data. Gewasgegevens. Teeltschema. Bodemwater en hydrologische gegevens. Drainage gegevens.	Componenten van de waterbalans. Bodemvocht profiel in de tijd. Bodemtemperatuur in de tijd. Waterstromen naar grondwater. Grondwaterpeil. Gewasgroei.
GONAT ANIMO	Berekent nutriëntenstroom naar oppervlaktewater. Berekent nutriëntenstroom naar grondwater. Berekent fosfaatophoping in bodems.	Complex deterministisch C, N- en P-kringloop- en emissiemodel.	Waterstroom per laag. Kunstmest en organische mesttoepassing. Nutriëntendepositie. Bodemchemie, adsorptie, desorptie en omzettings-karakteristieken. OS-omzetting en N- en P- mineralisatie karakteristieken. N- en P- gewasopname	N- en P-stroom naar verschillende afvoer-systemen (i.e. vaarten, sloten, drains). N- en P-stroom naar diepere grondwater. Adsorptie van fosfaa.t Neerslag van fosfaat. N-balans. P-balans. Verandering in organisch N en P.
QUADMOD	Berekent nutriënten-opname en opbrengst.	Empirisch model.	Bodemgehalte nutriënten. Bemesting. Empirische parameters gebaseerd op veldproeven.	Gewasopname nutriënten. Gewasopbrengst.

3.3.3 Milieumodellen en MEBOT

Voor MEBOT zijn de volgende eigenschappen voor wat betreft de milieucomponent essentieel:

- N- en P-responsbepaling
- emissieberekeningen voor N en P
- organische stofverloop
- data en output op perceelsniveau

De hiervoor besproken modellen gaan in principe niet uit van het perceelsniveau, maar zijn hiervoor wel geschikt. De volledige STONE-systematiek overnemen resulteert echter in een zwaar model. Met name ANIMO vraagt een zeer gedetailleerde en uitgebreide input (met name voor omgeving- en transport) en veel rekentijd. Door vooraf een beperkt aantal invoeren te definiëren kan dit ondervangen worden. Een aandachtspunt is de volledigheid van QUADMOD. Dit model berekent op basis van empirische gegevens de N- en P-respons van gewassen. Een aantal gewassen (met name niet- akkerbouwgewassen) is niet in QUADMOD meegenomen. Vaak zijn er onvoldoende gegevens bekend om een volledige responscurve van deze gewassen te kunnen bepalen. Een oplossing hiervoor zou gevonden kunnen worden door gebruik te maken van responscurves van vergelijkbare gewassen.

4 MEBOT

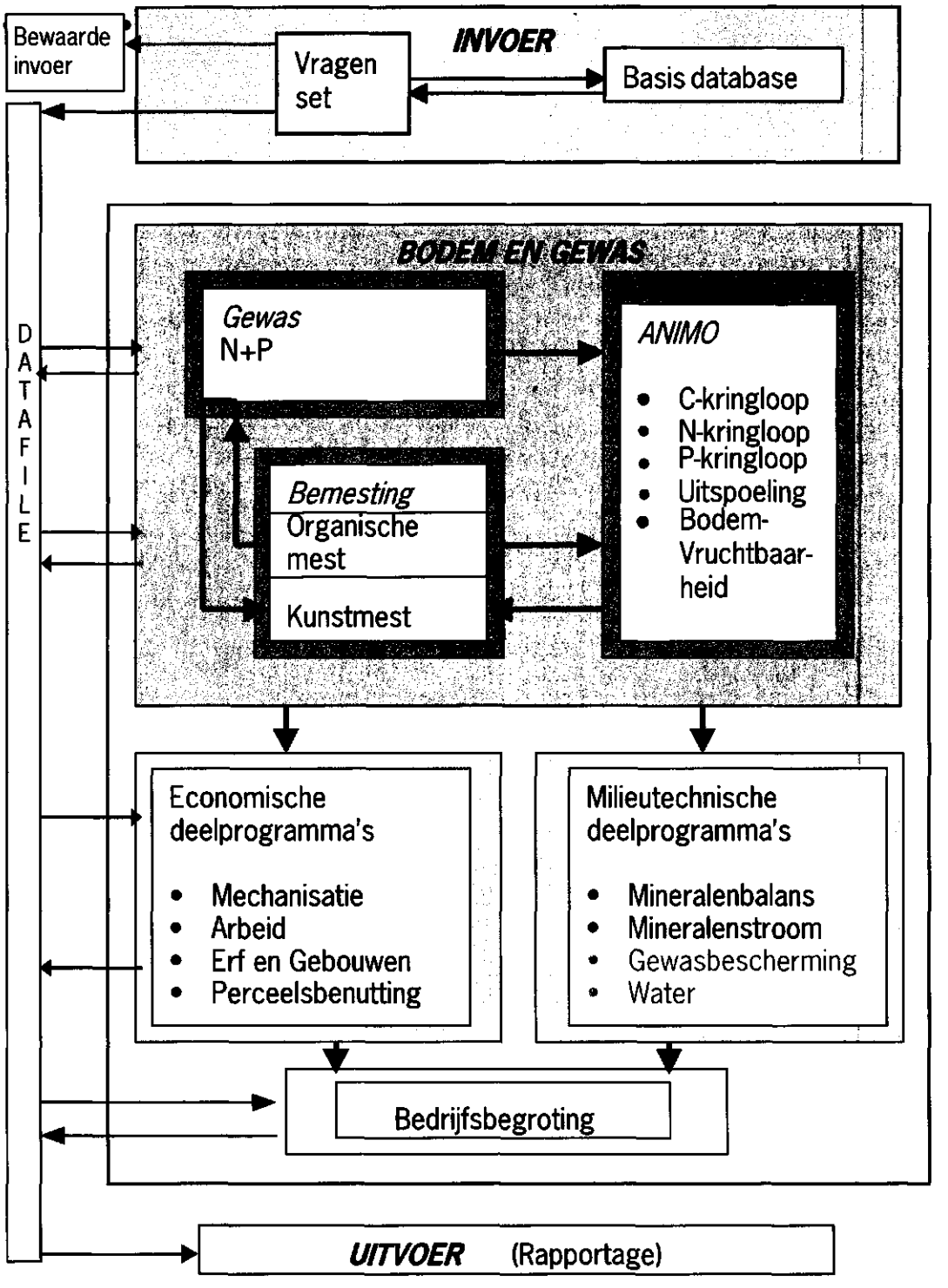
Uit de inventarisatie in hoofdstuk 3 blijkt dat de momenteel beschikbare bedrijfsmodellen de gestelde vragen ten aanzien van de mest- en mineralenproblematiek niet voldoende kunnen beantwoorden. Aanpassen of uitbreiding van de meest geschikte modellen is vanwege programmeertechnische redenen, zoals beheersbaarheid, flexibiliteit, stabiliteit en bruikbaarheid niet gewenst. Het ontwikkelen van een nieuw bedrijfsmodel heeft daarom de voorkeur. Hierbij kan wel inhoudelijk worden voortgeborduurd op de thans beschikbare modellen. Op deze wijze kan een bedrijfsmodel (MEBOT) worden ontwikkeld dat vanuit teelttechnische kengetallen, vraagstukken kan beantwoorden waarbij milieutechnische en economische kengetallen centraal staan. Uit de inventarisatie komt naar voren dat de opzet van BBPR qua structuur geschikt is om gelijksoortige vraagstukken in de open teelten te kunnen beantwoorden. De structuur van MEBOT zal daarom deels van dit model worden afgeleid. Voor de milieucomponenten van MEBOT zal worden aangesloten op de STONE systematiek (ANIMO). De economische componenten zullen gebaseerd worden op informatie uit BEA en FARM. De database van QUADMOD kan voor een aantal teelten geschikt zijn als uitgangspunt voor de gewascomponent. Daar waar de bestaande modellen niet toereikend zijn zullen geheel nieuwe onderdelen ontwikkeld moeten worden.
Om al deze componenten goed op elkaar af te stemmen is beheer van informatie en communicatie bij de modelbouw belangrijk. Deze items vormen de kern van de procesbeheersing van de bouw van MEBOT (bijlage 1). Gezien de vraag van LNV wordt gestreefd naar een snelle realisatie van de belangrijkste componenten (bijlage 2). Door gebruik te maken van al bestaande onderdelen is een relatief snelle bouw realiseerbaar.

Om te komen tot een bruikbaar model is het nodig het programma in 3 hoofdonderdelen op te splitsen:
1. Invoer
2. Rekenen
3. Uitvoer

In de invoer worden de uitgangspunten voor de berekeningen aangegeven. Dit kunnen uitgangspunten zijn die door de gebruiker zijn op te geven of die door de gebruiker niet te wijzigen zijn. Basis voor de invoer zijn gegevenstabellen en een vragenlijst. Een ingevulde vragenlijst leidt tot een reeks van gegevens die het rekenonderdeel van MEBOT nodig heeft om te kunnen rekenen. Vanwege de complexiteit en afhankelijkheden kan het zijn dat in de invoer al enkele berekeningen plaatsvinden. Bij de invoer wordt altijd begonnen met defaultwaarden. Deze defaults zijn gebaseerd op de huidige advisering voor o.a. bemesting, gewasbescherming en bedrijfsuitrusting. Het model gaat dus uit van "Goede Landbouw Praktijk" en is daarmee een simulatiemodel dat uitgaat van "de norm".

In het rekengedeelte van MEBOT worden de milieutechnische en bedrijfseconomische kengetallen berekend. Basis voor deze berekeningen zijn de berekende gewasopbrengsten. Vanuit de kleinste ruimtelijke eenheid, gewasperceel, kan worden opgeschaald tot bedrijf. Gewasperceel is de combinatie van perceel met gewas met de mogelijkheid hier een tweede teelt aan te koppelen.
MEBOT wordt modulair opgebouwd. De verschillende modules staan los van elkaar maar gebruiken elkaar in- en output. De belangrijkste modules zijn Gewas, Bemesting, ANIMO. Daarnaast zijn er economische deelprogramma's. De opzet van MEBOT is in figuur 1 weergegeven, in bijlage 3 en 4 zijn respectievelijk op bedrijfsniveau en op gewasperceelsniveau de relaties tussen de diverse onderdelen weergegeven. Per programmaonderdeel wordt in dit hoofdstuk een toelichting gegeven.

De berekende kengetallen worden met de invoer naar een databestand weggeschreven. Het onderdeel uitvoer zorgt ervoor dat de ingevoerde en berekende gegevens vanuit het rekengedeelte worden verwerkt tot een voor de gebruiker handzame rapportage.



Figuur 1De verschillende onderdelen van Milieutechnisch en Economisch Bedrijfsmodel Open Teelten (MEBOT)

4.1 Bodem en Gewas

Een belangrijk onderdeel van het rekengedeelte van MEBOT is de onderdeel Bodem en Gewas. Dit onderdeel bestaat uit drie modules: Gewas, Bemesting en ANIMO. De relaties tussen bemesting, teelt,

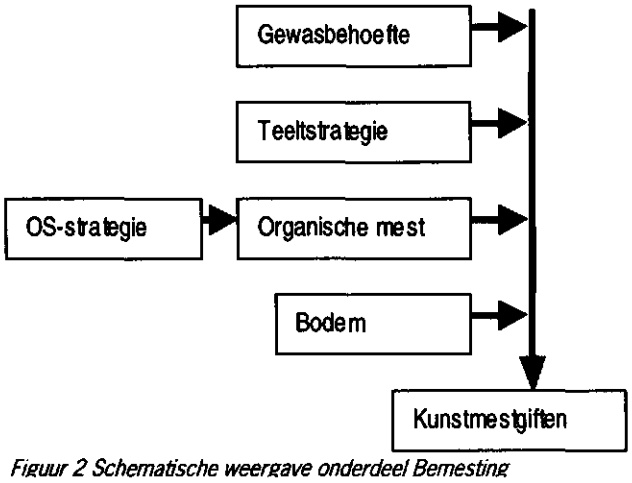
gewasopbrengst, nutriëntenverliezen en organische stof worden in dit onderdeel behandeld. Op basis van bemesting en gewas worden door ANIMO de nutriënten- en koolstof kringloop berekend. Bodem en Gewas levert input aan economische deelprogramma's en aan milieutechnische deelprogramma's. In de volgende paragrafen worden de modules in Bodem en Gewas nader toegelicht.

4.1.1 Bemesting

In de module Bemesting (figuur 2) wordt berekend hoeveel (kunst)mest (os, N, P, K) nodig is voor de bemesting. Hierbij wordt rekening gehouden met de gewasbehoefte, bemestingsstrategie en bodemvruchtbaarheid. Tabel 3 geeft de input en output van dit onderdeel weer. Voor de organische bemesting kan gekozen worden uit 3 strategieën:

- De organische bemesting geheel zelf opgeven.
- M.b.v. vuistregels gebaseerd op Jansen (..) wordt de organische bemesting berekend met een optimalisatie naar een gelijkblijvend organische-stofgehalte.
- M.b.v. vuistregels wordt de organische bemesting berekent naar een opgegeven organische-stofgehalte.

De kunstmestgift wordt berekend als resultante van de gewasbehoefte en de hoeveelheid mineraal (N of fosfaat) die in de bodem beschikbaar is vanuit de organische mestgift en/of mineralisatie. De gewasbehoefte kan op verschillende manieren worden aangegeven (jaarbehoefte, adviesbasis, gedeelde gift etc.).



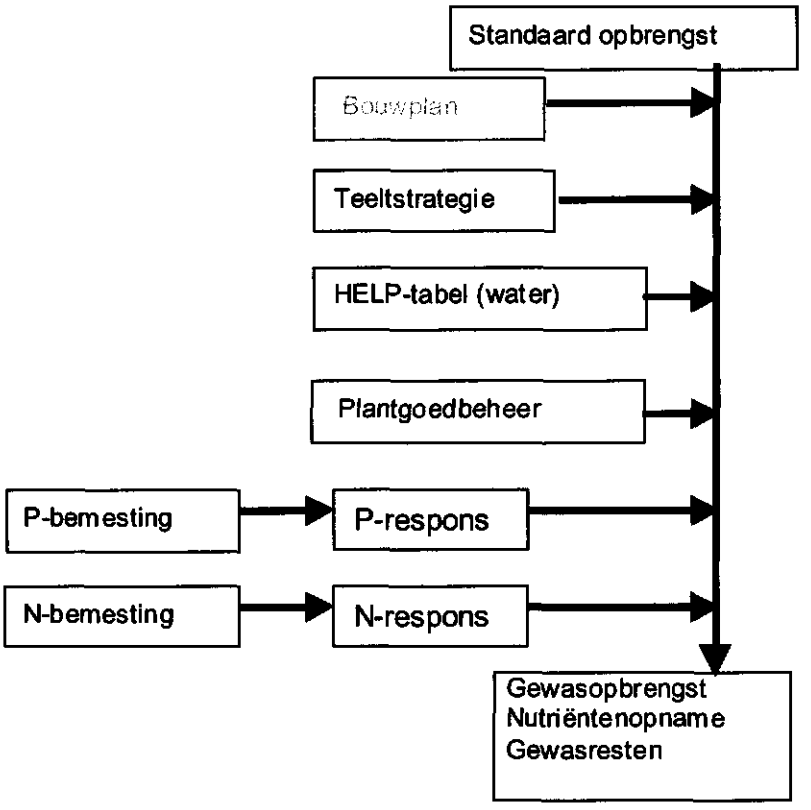
Figuur 2 Schematische weergave onderdeel Bemesting

Tabel 3 Input en output van onderdeel Bemesting

Input	Output
Bemestingsstrategie	N-kunstmestgift
N uit bodem	P-kunstmestgift
P uit bodem	
Gewasbehoefte	

4.1.2 Gewas

De gewasopbrengsten bepalen voor een belangrijk deel het resultaat van een bedrijf. Deze opbrengsten verschillen per cultivar, perceel, bedrijf en teeltjaar. Door te werken vanuit een langjarig gemiddelde opbrengst gecorrigeerd voor diverse invloeden op het opbrengstniveau kan een normatieve standaard-opbrengst worden bepaald. Dit is de opbrengst die een gewas onder ideale omstandigheden op een specifieke locatie kan behalen. In het onderdeel Gewas wordt vanuit de standaardopbrengst en de factoren die deze beïnvloeden de gewasopbrengst berekent.



Figuur 3 Van standaardopbrengst naar gewasopbrengst en nutriëntenopname

Per te onderscheiden regio wordt een standaardopbrengst vastgesteld. Afhankelijk van de teeltstrategie (gangbaar, geïntegreerde teelt, biologisch), de grondsoort en de grondwatertrap en het bemestingsniveau wordt het opbrengstniveau (kg. en evt. maatverdeling) hiervoor gecorrigeerd (zie figuur 3).
Voor de bollenteelt speelt het plantgoedbeheer hierbij ook nog een rol. In de boomteelt werken de genoemde factoren vaak anders door. Een lagere groei betekent in deze teelten vaak een hogere uitval of een langere teeltduur. In tabel 4 zijn de input en de output van het onderdeel gewas weergegeven. Naast de gewasopbrengst levert dit onderdeel ook de nutriëntenopname als output. Het schaalniveau waarop de gewasopbrengst en nutriëntenopname worden berekent is het (gewas)perceelsniveau.

Tabel 4 Input en output van het onderdeel Gewas en de daarvoor benodigde relaties op hoofdlijnen

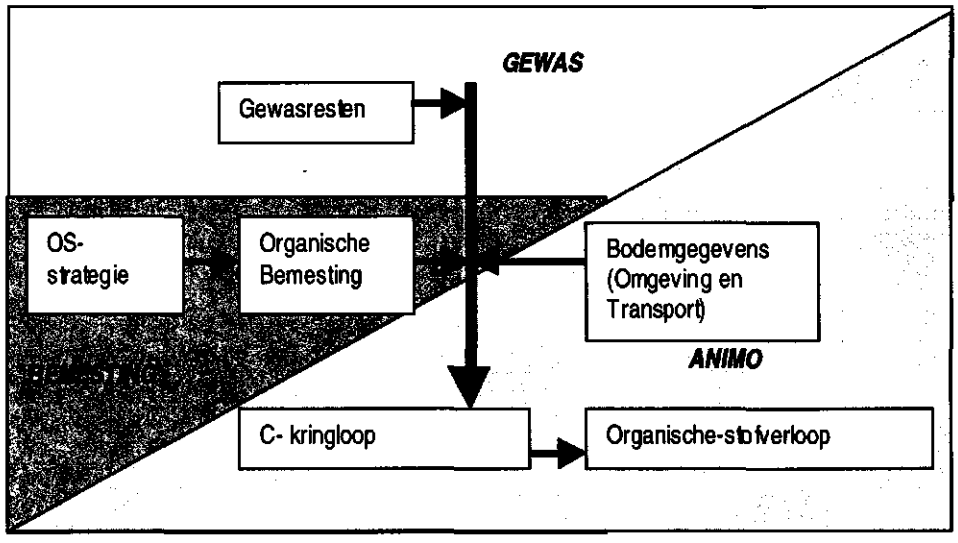
Input	Output
Standaard gewasopbrengst	Gewasopbrengst (kg, stuks, leverbaar)
Plantgoed	Nutriëntenopname door gewas
N-bemesting	Afvoer nutriënten met product
P-bemesting	Gewasresten
Grondsoort	
Grondwatertrap	
Teeltmethode	
Gehalte van product	

Om ook situaties met gerealiseerde opbrengsten te kunnen doorrekenen, bijvoorbeeld vanuit het bedrijfssystemenonderzoek moet de gebruiker ook altijd de opbrengst zelf kunnen opgeven. Het onderdeel levert de gewasopbrengst in gewicht en/of stuks per ha en de nutriëntenopname in respectievelijk kg N en

P per ha.

4.1.3 C-kringloop

Een belangrijk aspect bij de open teelten is het organische-stof verloop. Deze wordt in MEBOT in het ANIMO-onderdeel C-kringloop berekend. Afhankelijk van de bodemeigenschappen (omgevings- en transportfactoren) wordt de verandering in organische stof weergegeven (figuur 4, tabel 5).
Bij organische stof gaat het om lange-termijneffecten. In MEBOT wordt gekeken naar het effect van de organische bemesting op het organische-stofgehalte op de lange termijn (10 jaar). Omdat MEBOT als bedrijfsmodel slechts rekent voor 1 jaar wordt daarom de organische bemesting voor dat jaar beschouwd als het gemiddelde van de periode van 10 jaar. Het schaalniveau waarop het onderdeel zich bevindt is op (gewas)perceelsniveau.
De berekening van de C-kringloop wordt gevoed door de onderdelen Bemesting en Gewas (figuur 4).



Figuur 4 Berekening Organische -stofverloop

Tabel 5 Input en output onderdeel C-kringloop

Input	Output
Gewasresten	Verloop van organische stof in de tijd
Bodemgegevens	
Organische bemesting	
Streefwaarde organische stof	

4.1.4 N- en P-kringloop

N- en P-emissies binnen MEBOT worden berekend aan de hand van de ANIMO-onderdelen N- en P- kringloop. Het organische deel van deze kringlopen vertoont grote gelijkenis met eerdergenoemde C-kringloop. De bepaling van de emissies naar lucht, grond en oppervlaktewater vindt plaats op het perceelsniveau aan de hand van de volgende input: de bemesting, nutriëntenopname gewas, gewasresten vanuit het onderdeel Gewas en bodemgegevens (omgevings- en transportfactoren) vanuit ANIMO (fig. 5, tabel 6).
Voor MEBOT zijn de komende jaren vragen te verwachten inzake verfijning van de fosfaat- en stikstofverliesnormen. Dit betekent tevens een verfijning van de bemesting voor beide mineralen en waarvoor de mogelijkheid moet bestaan om vanuit de opnamecurves van gewassen te rekenen. Om deze mogelijkheid goed te benutten zal het onderdeel Bodem en Gewas in kleine tijdsintervallen moeten rekenen.

Tabel 6 Input en output onderdeel N- en P-kringloop

Input	Output
Gewasresten	N- en P-emissies
Nutriëntenopname gewas	
Bodemgegevens	
Organische bemesting	
Kunstmest	

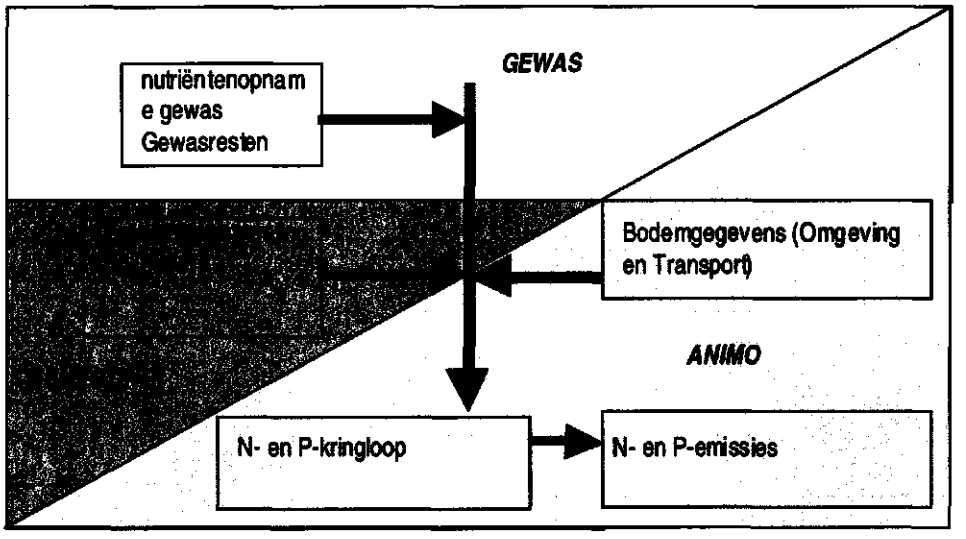


Fig 5. Berekening N- en P-emissies

4.2 Economische deelprogramma's

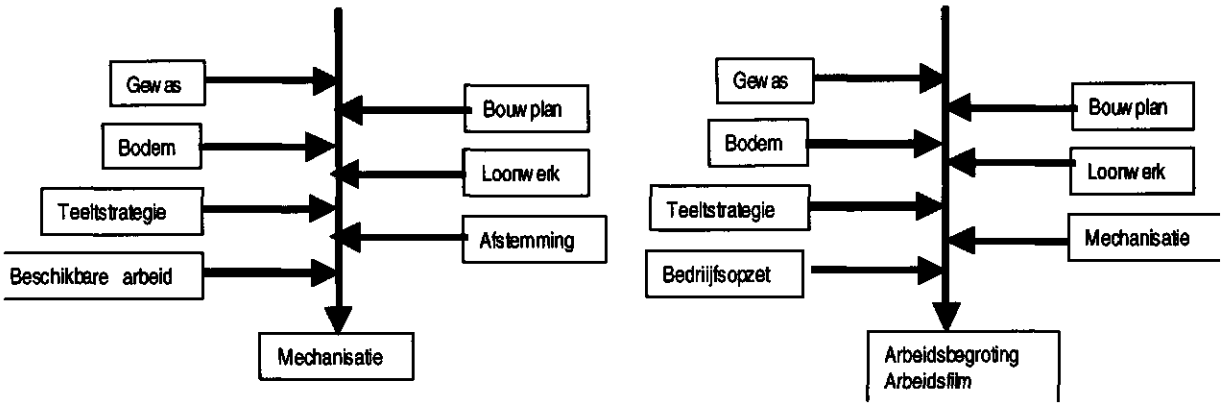
De informatie uit de module Bodem en Gewas wordt deels gebruikt in een aantal economische deelprogramma's (onderdelen). Met deze onderdelen worden de kosten voor de verschillende bedrijfsonderdelen berekend. Deze onderdelen zijn inhoudelijk grotendeels gebaseerd op BEA en FARM. De economische deelprogramma's zijn: Mechanisatie, Arbeid, Erf en gebouwen en Perceelsbenutting.

4.2.1 Mechanisatie

In het onderdeel Mechanisatie wordt per gewas aan de hand van uit te voeren werkzaamheden en bij invoer opgegeven beschikbare vaste arbeid het benodigde machinepark berekend. De werkzaamheden hangen o.a. af van bodem, teeltstrategie en de inzet van loonwerk. Na invulling van de benodigde machines en werktuigen per gewas vindt er aan de hand van het bouwplan afstemming van het machinepark plaats. Deze afstemming is er op gericht om, gegeven de bewerkingen, met zomin mogelijk machines het werk te doen. Berekend worden de kosten van mechanisatie en de benodigde oppervlakte van de werktuigenberging (tabel 7).

Tabel 7 Input en output van Mechanisatie

Input	Output
Gewas	Afgestemd machinepark
Teeltstrategie	Kosten mechanisatie
Teelthandelingen	Oppervlakte stalling
Bouwplan	



Figuur 6 Berekening Arbeid en Mechanisatie

Tabel 8 Input en output van Arbeid

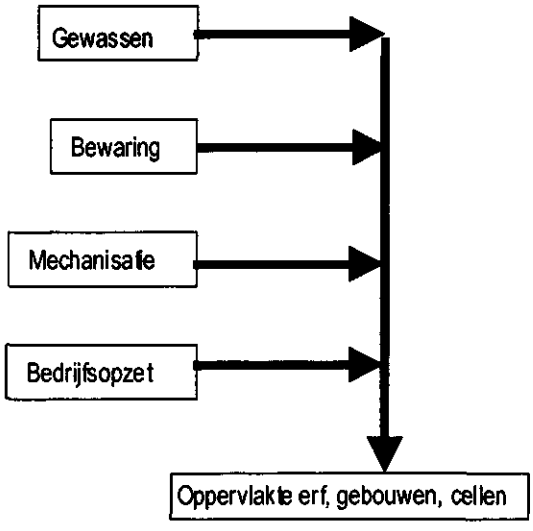
Input	Output
Gewas	Arbeidsfilm
Teeltstrategie	Arbeidsbegroting
Teelthandelingen	Kosten arbeid
Beschikbare arbeid	
Mechanisatie	
Grondsoort	
Grondwatertrap	
Bewerkbaarheid	
Loonwerk	
Bouwplan	

4.2.2 Arbeid

Arbeid is een belangrijke productiefactor in de open teelten. De gevraagde arbeid kan worden opgedeeld in vaste en losse arbeid en daarnaast in ongeschoolde en geschoolde arbeid. Constant is de aanwezige vaste arbeid, veelal de ondernemer(s) en de eventueel meewerkende gezinsleden en eventuele vaste medewerkers. In piekperioden wordt losse arbeid ingezet. Tezamen vormen zij de arbeidsbegroting, een overzicht van de benodigde uren per jaar, per teelt of activiteit. Als deze begroting wordt weergegeven in de tijd, vaak in twee wekelijkse perioden, geeft dit een beeld van de verdeling van de arbeidsbehoefte in het jaar. Dit wordt arbeidsfilm genoemd.
De ondernemer zal bij overwegingen op strategisch, tactisch en operationeel niveau de factor arbeid mee laten wegen: Past een nieuwe activiteit in de planning, moet ik meer losse arbeid nemen of kan ik dan juist een extra vaste medewerker in dienst nemen? De vraag op operationeel niveau, loonwerk of zelf doen, wordt vaak deels vanuit het arbeidsaanbod benaderd. Leegloop van uren (niet benutte arbeidsuren) is in de agrarische sector een bekend verschijnsel, het tegengaan van leegloop verhoogt de benutte uren en daarmee het rendement van bedrijven.
De arbeidsbehoefte wordt berekend (tabel 8) vanuit de gewassen en de gekozen teeltstrategie, en de daaruit voortvloeiende mechanisatie. Per activiteit kan worden aangeven of de loonwerker deze uitvoert of dat dit vanuit het eigen arbeidsaanbod wordt gedaan. Het bouwplan bepaalt de volgorde waarin de diverse handelingen bij de verschillende gewassen worden uitgevoerd. In extreme gevallen zal blijken dat een gekozen bouwplan vanwege de arbeidsverdeling niet mogelijk is. De bodem heeft invloed op de bewerkbaarheid, d.w.z. de periode waarin een activiteit kan worden uitgevoerd in verband met de bodemgesteldheid.

4.2.3 Erf en gebouwen

Bij de grond speelt de benutting van het beschikbare oppervlak een grote rol. Een deel van de oppervlakte van het bedrijf wordt in beslag genomen door erf en gebouwen. Naast ruimtebeslag brengen erf en gebouwen ook kosten met zich mee.
De grootte van het erf wordt bepaald door het oppervlak en de aard van de geteelde gewassen. De bedrijfsstrategie bepaalt de mate van verwerking van het product op het bedrijf. Zo kan de productie gelijk van het veld afgevoerd worden naar een afnemer of juist geheel tot eindproduct worden verwerkt op het bedrijf. Dit heeft weer grote invloed op de benodigde schuur- en opslagcapaciteit en het machinepark om deze bedrijfsopzet ten uitvoer te brengen.



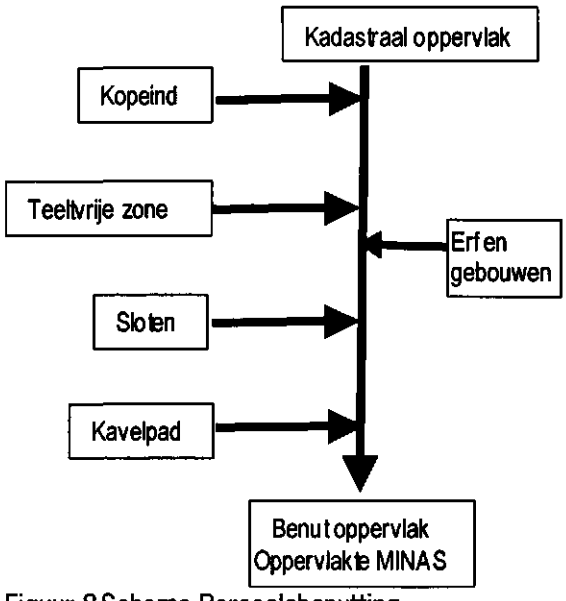
Figuur 7 Schema Erf en gebouwen

Tabel 9 Input en output van Erf en Gebouwen

Input	Output
Oppervlakte woongedeelte	Oppervlakte erf en gebouwen
Oppervlakte werktuigen	Oppervlakte bewaring
Gewassen	Kosten gebouwen
Plant- en pootgoed	

4.2.4 Perceelsbenutting

Onder de noemer oppervlak worden vaak verschillende eenheden verstaan. De brutomaat, ook wel kadastrale maat gaat uit van de buitenste grens en bevat de totale oppervlakte die tot het bedrijf wordt gerekend. De gemeten maat is het kadastrale oppervlak minus het benodigd oppervlak voor erf & gebouwen maar ook het niet beteelbaar oppervlak. De niet-beteelde randen worden daarbij bepaald door wetgeving of vergunningen (teeltvrije zone), rijpaden, de benodigde ruimte voor het keren van de machines aan de kopeinden en waterafvoer. Het netto-teeltoppervlak is tenslotte de kleinste oppervlakte-eenheid. Het omvat alleen het teeltoppervlak van een gewas of bedrijf.
Het oppervlak is verder een kwestie van definitie: de gemeten maat van MINAS is daarbij niet hetzelfde als de gemeten maat, het netto beteelbaar oppervlak of de kadastrale maat.
Het onderdeel Perceelsbenutting werkt of op perceelsniveau (nauwkeurig, bedrijfsspecifiek) of op bedrijfsniveau (gemiddelde perceelgrootte en -vorm, modelbedrijven)



Figuur 8 Schema Perceelsbenutting

Tabel 10 Input en output van Perceelsbenutting

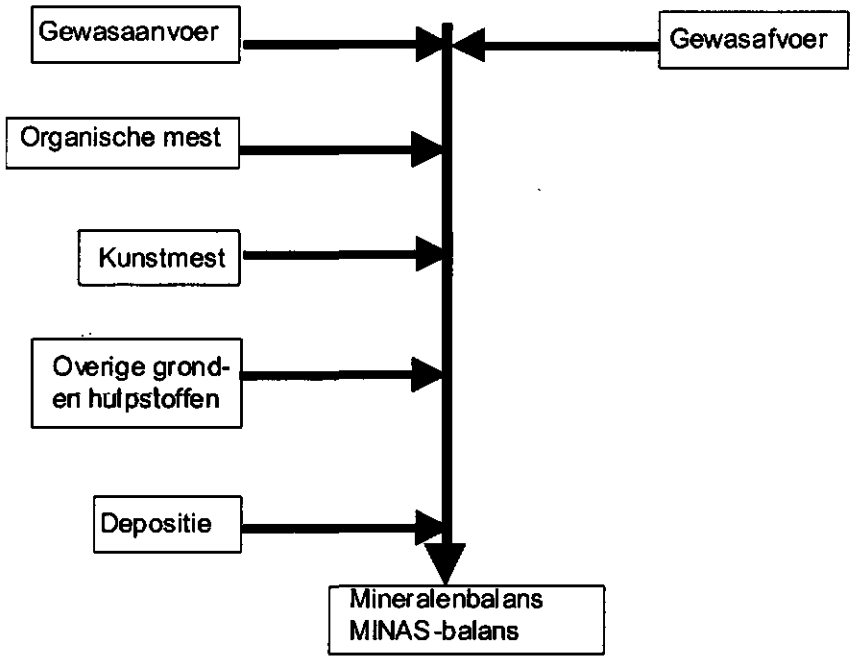
Input	Output
Kadastrale maat	Netto teeltoppervlak
Oppervlakte erf	Benut oppervlak
Lengte/breedte perceel	MINAS oppervlak
Breedte teeltvrije zone	
Breedte sloot	
Breedte en lengte kavelpad	
Breedte kopeind	
Teeltsysteem (bedbreedte)	

4.3 Milieutechnische deelprogramma's

Naast de economische deelprogramma's bestaat MEBOT ook uit milieutechnische deelprogramma's. Deze richten zich op mineralen. De opzet van MEBOT is zodanig dat uitbreiding met andere milieutechnische deelprogramma's, bijvoorbeeld gericht op energieverbruik of milieubelasting door het gewasbeschermingsmiddelengebruik mogelijk is (zie figuur 1).

4.3.1 Mineralenbalans

Het onderdeel Mineralenbalans geeft een overzicht van de aanvoer en afvoer van mineralen op het bedrijf. In het onderdeel Mineralenbalans vinden geen ingewikkelde berekeningen plaats. Het is in feite een sommering waarbij de invoer plaatsvindt vanuit eerder berekende gegevens. Het beperkt zich daarbij niet alleen tot de posten die volgens de MINAS-systematiek meegenomen worden. Ook de overige aan- en afvoerposten, zoals diverse organische meststoffen, worden opgenomen. Dit wordt gedaan op (gewas)perceelsniveau en op bedrijfsniveau. Afgeleide van de Mineralenbalans is de MINAS-balans. Deze wordt alleen op bedrijfsniveau gemaakt.



Figuur 9 Mineralenbalans

Tabel 11 Input en output van Mineralenbalans

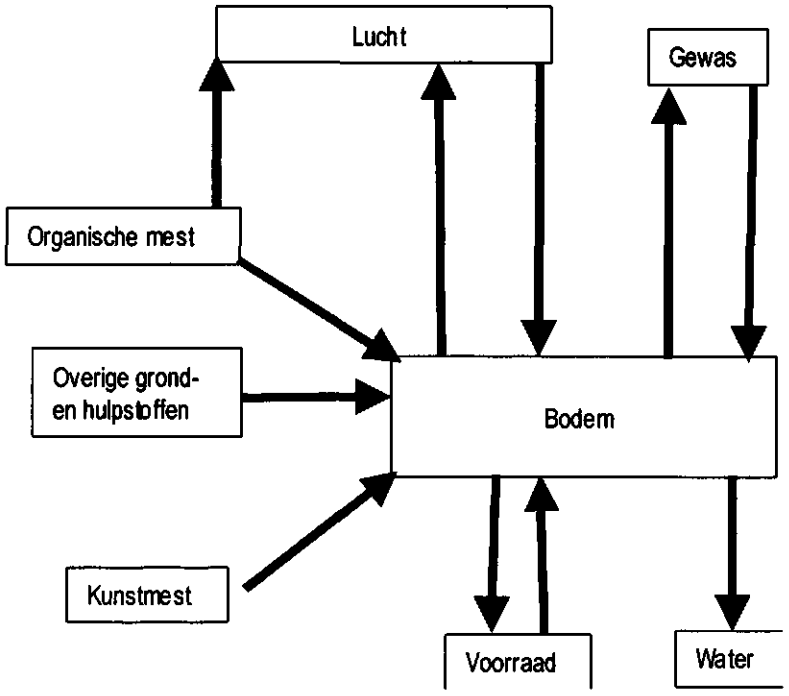
Input	Output
Afvoer van mineralen met product	Totale aanvoer totaal in N en P
Afvoer van mineralen met gewasresten	Totale afvoer in N en P
Aanvoer met uitgangsmateriaal	Verschil tussen aan- en afvoer
Aanvoer met organische mest	Balans volgens MINAS-systematiek (afhankelijk van de jaarlijks verschillende regels)
Aanvoer met kunstmest	
Depositie	
Overige aanvoer	
Oppervlakte maten	

4.3.2 Mineralenstroom

Dit onderdeel module geeft een overzicht van de verschillende mineralenstromen binnen het bedrijf. Dit gebeurt niet alleen per gewas/perceel (ANIMO) maar ook voor het bedrijf. De grootte van de mineralenverliezen vanuit de bouwvoor, de plaats waar en de vorm waarin deze verliezen optreden wordt weergegeven.

De met organische mest toegediende mineralen komen in de bodem terecht. Tijdens toedienen van organische mest kan stikstof via ammoniakvervluchting emitteren. De in de bodem gekomen mineralen kunnen door het gewas worden opgenomen, aan de bodemvoorraad worden toegevoegd of verloren gaan. Het verlies treedt op via onder andere uitspoeling (bijvoorbeeld nitrificatie), emissie naar de lucht (denitrificatie) en afspoeling. Basis voor het onderdeel Mineralenstroom zijn de onderdelen Stikstofkringloop en Fosfaatkringloop uit ANIMO.

Naast de aanvoer van mineralen met organische mest en kunstmest worden er ook mineralen aangevoerd via depositie en komen er mineralen beschikbaar via mineralisatie. De mineralisatie is afhankelijk van grondsoort, grondwatertrap en vermesting.



Figuur 10 Mineralenstroom

Tabel 12 Input en output van Mineralenstroom

Input	Output
Afvoer van mineralen met product	Vervluchtiging van N via NH_3 en NO_x
Afvoer van mineralen met gewasresten	Uitspoeling van N en P naar de bodem
Aanvoer met uitgangsmateriaal	Opname door gewas
Aanvoer met organische mest	Ingevuld stroomschema
Aanvoer met kunstmest	N-min najaar
Depositie	
Overige aanvoer	
Vastleggen N en P in bodem	
Vrijkomen van N en P uit de bodemvoorraad	

4.4 Bedrijfsbegroting

Bij berekeningen in bedrijfsverband speelt de bedrijfsbegroting een centrale rol. In de bedrijfsbegroting zijn alle onderdelen van het bedrijf opgenomen. Vanuit een economische invalshoek wordt het bedrijfsresultaat bekeken. De opbrengsten en de kosten die met de productie gepaard gaan worden met de diverse modules berekend. In de bedrijfsbegroting worden verschillende economische kengetallen zoals het saldo (opbrengsten minus toegerekende kosten), het netto-bedrijfsresultaat en de opbrengst per € 100 kosten berekend. De basis van de berekeningen op bedrijfsniveau vormen de gewassen. Daarom wordt voor de bedrijfsbegroting eerst gestart met gewassaldi.

4.4.1 Gewassaldo

Het gewassaldo wordt berekend door de toegerekende kosten af te trekken van de gewasopbrengst. De gewasopbrengst is te benaderen door de standaardopbrengst te corrigeren met de invloed van bemesting, plantgoedbeheer, water en teeltstrategie (onderdeel Gewas). De opbrengst wordt gewaardeerd tegen

marktprijzen eventueel gecorrigeerd door subsidies en premies uit het (Europese) landbouwbeleid.
De toegerekende kosten hebben betrekking op het uitgangsmateriaal: het gebruikte plantgoed is niet alleen grotendeels bepalend voor de opbrengst maar kan ook een grote kostenpost zijn. Andere toe te rekenen kosten hebben betrekking op de bemesting en gewasbescherming, hulp- en steunstoffen en de kosten van verzekering (hagelschade) en afzet (veiling & commissie; vakheffing). De rente van het in deze zaken vastgelegde kapitaal wordt aan het gewas toegerekend.
Saldoberekeningen worden gemaakt van zowel hoofdgewassen als tussengewassen. Tussengewassen zullen een negatief saldo geven, omdat er immers geen geldelijke opbrengst is. Van belangrijke tussenmaatregelen (inundatie, diepploegen, grondontsmetting) waarbij middelen e.d. worden gebruikt kunnen ook saldoberekeningen worden gemaakt.
In tabel 13 staat weergegeven welk input nodig is om als output een gewassaldo te kunnen berekenen.

Tabel 13 Input en output Gewassaldo

Input	Output
Gewasopbrengst	Saldo
Uitgangsmateriaal	
Prijzen	
Bemesting	
Gewasbeschermingsmiddelen	
Hulpmaterialen	
Afzetkosten	
Gewasverzekering	
Rente Omlopend vermogen	

4.4.2 Bedrijfsresultaat

Voor het beoordelen van bedrijfsaanpassingen waarbij geen investeringen in duurzame productiemiddelen worden gedaan is het saldo het meest geschikt. Voor de beoordeling van investeringen in bijvoorbeeld machines nodig dan is het netto-bedrijfsresultaat of de opbrengst per € 100 kosten beter te gebruiken.
Het bedrijfsresultaat wordt berekend door van de gewassaldi de niet-toegerekende kosten af te trekken. Bij de opbrengst per € 100 kosten wordt het totaal van alle opbrengsten gedeeld door het totaal van alle kosten (zowel de toegerekende als de niet-toegerekende kosten). Het kengetal opbrengst per € 100 kosten maakt het mogelijk sectoren en bedrijven van verschillende grootte te vergelijken.
Niet toegerekend worden de kosten die niet specifiek aan één gewas toegewezen kunnen worden, omdat de kosten betrekking hebben op meerdere gewassen (mechanisatie) of omdat inzet van een middel voor een deel bepaald wordt door de samenhang tussen gewassen in het teeltplan (arbeid, loonwerk).

Tabel 14 Input en output Bedrijfsresultaat

Input	Output
Gewassaldi	Bedrijfssaldo
Arbeidskosten	Bedrijfsresultaat
Kosten loonwerk	Opbrengst per 100 € kosten
Kosten duurzame productiemiddelen	Ondernemersinkomen
Kosten energie	
Algemene kosten	
Voorlichting & lidmaatschappen	

5 Discussie

Een aantal punten met betrekking tot de bouw van MEBOT moet nog nader worden ingevuld.
Zo is er nog onvoldoende nagedacht over de validatie. Bedrijfsmodellen zijn moeilijk te valideren. Een mogelijkheid is om in de laatste fase van de modelontwikkeling modeluitkomsten te toetsen aan gegevens uit bijvoorbeeld LEI-Binternet. Door gebruik te maken van al bestaande gevalideerde modellen kan overigens voldoende onderbouwing voor het betreffende modelonderdeel worden gevonden. ANIMO is hier een goed voorbeeld van. Gegevens en datasets die aan MEBOT ten grondslag liggen zijn gebaseerd op praktijk- en proefveldgegevens en economische gegevens zijn gebaseerd op de KWIN (Kwantitatieve Informatie) en daarmee voldoende statistisch onderbouwd. Dit alles maakt dat er een verantwoorde onderbouwing voor MEBOT lijkt te zijn.

Er is nadrukkelijk gekozen voor een simulatiemodel. Toch kunnen (en zullen) er binnen het model een aantal optimalisaties plaats vinden. Deze zullen van lagere orde dan bedrijfsniveau moeten zijn. De complexiteit van het bedrijf maakt optimalisatie op bedrijfsniveau tot een niet inzichtelijk geheel en dit is in relatie tot de verwachte modeloutput niet gewenst . De optimalisaties zullen zich dus op gewasniveau bevinden. Uitzondering hierop kan de organische bemesting zijn. Bij optimalisatie is het van belang een duidelijke keuze te maken in de kengetallen waarop de optimalisatie zich richt. Gezien de opzet van het model zal een optimalisatie goed kunnen gebeuren binnen een bepaald onderdeel van MEBOT.

De kwaliteitseisen van het model zijn vanuit de opdrachtgever vooral inhoudelijk. De gewenste model output is daarbij het belangrijkste kwaliteitscriterium. Daarnaast zijn er ook kwaliteitseisen van technische aard. Het onderhoud van het programma zou eenvoudig moeten zijn en uitbreidingen makkelijk te realiseren. Door nadrukkelijk te kiezen voor een modulaire opbouw wordt hier voor een groot deel in voorzien. Daarbij is afstemming tussen de afzonderlijke onderdelen van groot belang. Slecht op elkaar afgestemde onderdelen kunnen leiden tot een onwerkbaar model dat onbetrouwbare uitkomsten oplevert.
Ook het gebruikersgemak is een belangrijk kwaliteitsaspect. Te vaak zijn inhoudelijk zeer goede modellen gebruikt, maar door de complexiteit van bedienen zijn deze te afhankelijk van enkele personen en worden uiteindelijk daarom niet tot nauwelijks gebruikt. Om dit probleem bij MEBOT te vermijden wordt gedacht gebruik te maken van de userinterface van BBPR. Dit is een interface waar de gebruiker via gestuurde vragen door de invoer wordt geloodst. Deze manier van vraagstelling sluit goed aan bij de door MEBOT te beantwoorden vraagstukken. Voor MEBOT is het noodzakelijk om deze interface uit te breiden met de mogelijkheid om tabellen te koppelen of in de interface op te nemen. Dit maakt het tevens mogelijk om de verzamelde kengetallen eenvoudig te onderhouden. Of dit technisch haalbaar is binnen de termijn van de ontwikkeling van MEBOT is nog niet duidelijk.

MEBOT beperkt zich in z'n huidige opzet tot de thema's mest en mineralen en tot bedrijfseconomie. Het model heeft de potentie om ook een bijdrage te kunnen leveren aan vragen bijvoorbeeld met betrekking tot water en gewasbescherming en de koppeling hiervan met economie en milieukengetallen.

Bijlage 1 Beheersing

De beschrijving van de benodigde (inhoudelijke) input en te verkrijgen output is in hoofdstuk 4 op hoofdlijnen uitgevoerd. In deze bijlage vindt een korte beschrijving plaats van het proces van het bouwen van MEBOT en worden verantwoordelijken benoemd voor de op te leveren (deel) programma's (per onderdeel is één instantie of persoon eindverantwoordelijke). In het projectteam wordt per onderdeel aangegeven wie verantwoordelijk is, welke andere partijen betrokken zijn en wanneer deze onderdelen opgestart en beëindigd worden. Tenslotte worden kritische succes besproken.

Verantwoordelijke
In onderstaande tabel zijn de verschillende processtappen van het bouwen van een onderdeel van MEBOT weergegeven. Per processtap wordt aangegeven wie er verantwoordelijk (trekker) is en wie erbij betrokken zijn. Ook wordt aangegeven wanneer er gestart wordt, maar vooral wanneer het proces doorlopen moet zijn.

Tabel Activiteitenschema programma onderdelen MEBOT

Processtap	Verantwoordelijk	Betrokken	Start	Af
1) Informatie beheer: - inventarisatie benodigde invoer - inventarisatie benodigde uitvoer - verzamelen en verwerken benodigde gegevens voor invoer				
2) Communicatie binnen én tussen programmaonderdelen				
3) Invoer/uitvoer				
4) DLL				

Informatiebeheer
De eindverantwoordelijke informatiebeheer is tevens trekker heeft de volgende taken:
- Zorg dragen voor het inventariseren van de gegevens die noodzakelijk zijn voor de invoer
- Zorg dragen voor het verzamelen van invoergegevens
- Zorg dragen voor het eventueel verwerken van gegevens tot hanteerbare data(tabellen)
- Zorg dragen voor het inventariseren van de gegevens die als uitvoer gewenst zijn

De eindverantwoordelijke ziet erop toe dat er een aantal kwaliteitseisen aan de uitkomsten van de werkzaamheden worden gesteld om zodoende de kwaliteit van de werkzaamheden te kunnen waarborgen. Dit kan door gebruik te maken van reeds beschikbare resultaten uit onderzoek en informatie ten behoeve van invoer te toetsen op tijdigheid, juistheid en volledigheid.

Communicatie met betrokkenen binnen de onderdelen
De eindverantwoordelijke voor een onderdeel binnen een onderdeel zorgt ervoor dat er met diegene die aan het onderdeel werken overeenstemming bestaat over het te bereiken eindresultaat van het onderdeel.

Communicatie ten aanzien van gegevens uit andere programmaonderdelen
Het is van belang dat de communicatie tussen de programmaonderdelen goed is. Het kan immers voorkomen dat de output uit het ene programmaonderdeel de input is voor het andere

programmaonderdeel. De output en input van verschillende programma's zullen dus op elkaar moeten worden afgestemd. In bijlage 1 en 2 zijn op bedrijfsniveau en op perceelsniveau de relatiediagrammen van de verschillende programmaonderdelen weergegeven

Invoer/Uitvoer
Deze onderdelen vormen de communicatie met de eindgebruiker. In de invoer worden de voor de berekeningen benodigde gegevens vergaard. In de uitvoer worden de door de diverse rekenonderdelen gegenereerde gegevens verwerkt tot hanteerbare documenten of databestanden.
De verantwoordelijke voor de invoer/uitvoer zorgt er dus voor dat deze taken worden uitgevoerd.
Het gaat hierbij om het maken van de computertechnische applicaties ten aanzien van invoer en uitvoer van gegevens.

DLL
Met dit onderdeel wordt het maken van het computertechnische applicatie bedoeld waarin de invoergegevens worden omgezet naar uitvoergegevens (rekendeel van MEBOT).

Kritische Succesfactoren
Kritische succesfactoren komen vaak voor bij werkzaamheden die overlap vertonen met andere verantwoordelijkheden. Een kritische succesfactor is daarmee een aspect van een proces dat een belangrijke invloed kan hebben op het (eind)product en daarmee van essentieel belang is voor het slagen van een project.

De belangrijkste kritische succesfactor bij de bouw van MEBOT is communicatie. Immers, MEBOT is opgebouwd uit een aantal (deel)programma's die onderling samenhangen. Zo zal in vele gevallen output van het ene deelprogramma input voor andere deelprogramma's zijn. Ook kunnen invoergegevens in meerdere onderdelen als input gebruikt worden. De berekende kengetallen moeten goed doorgegeven worden aan het uitvoerprogramma (rapportage). Onvoldoende en niet tijdig communiceren zal leiden tot het niet goed functioneren van MEBOT. Het is dus van groot belang dat communicatie tussen de onderdelen van MEBOT in een vroegtijdig stadium wordt opgepakt.

Een tweede kritische succesfactor is het tijdig beschikbaar zijn van juiste informatie die nodig is om MEBOT inhoudelijk te vullen. Indien gegevens niet (of niet tijdig) beschikbaar zijn, heeft dit gevolgen voor de uitvoer. MEBOT kan dan niet volledig aan de doelstelling voldoen.

Aangezien MEBOT de bouw van een computermodel betreft, is de aanwezigheid van een goede ICT-partner een derde belangrijke kritische succesfactor voor het uiteindelijk bouwen van MEBOT. Indien deze niet voorhanden is heeft dit allerlei nadelige gevolgen hebben voor het eindresultaat. Binnen deze kritische succesfactor is tevens het tijdselement van groot belang; het testen en implementeren van een model kost veel tijd.

Als laatste kritische succesfactor kan de beschikbaarheid van voldoende financiële middelen worden genoemd. Wil het traject van de bouw van MEBOT succesvol verlopen, dan zal er de beschikking moeten zijn over voldoende budget voor de verschillende programmaonderdelen, in het bijzonder voor de inzet van personeel.

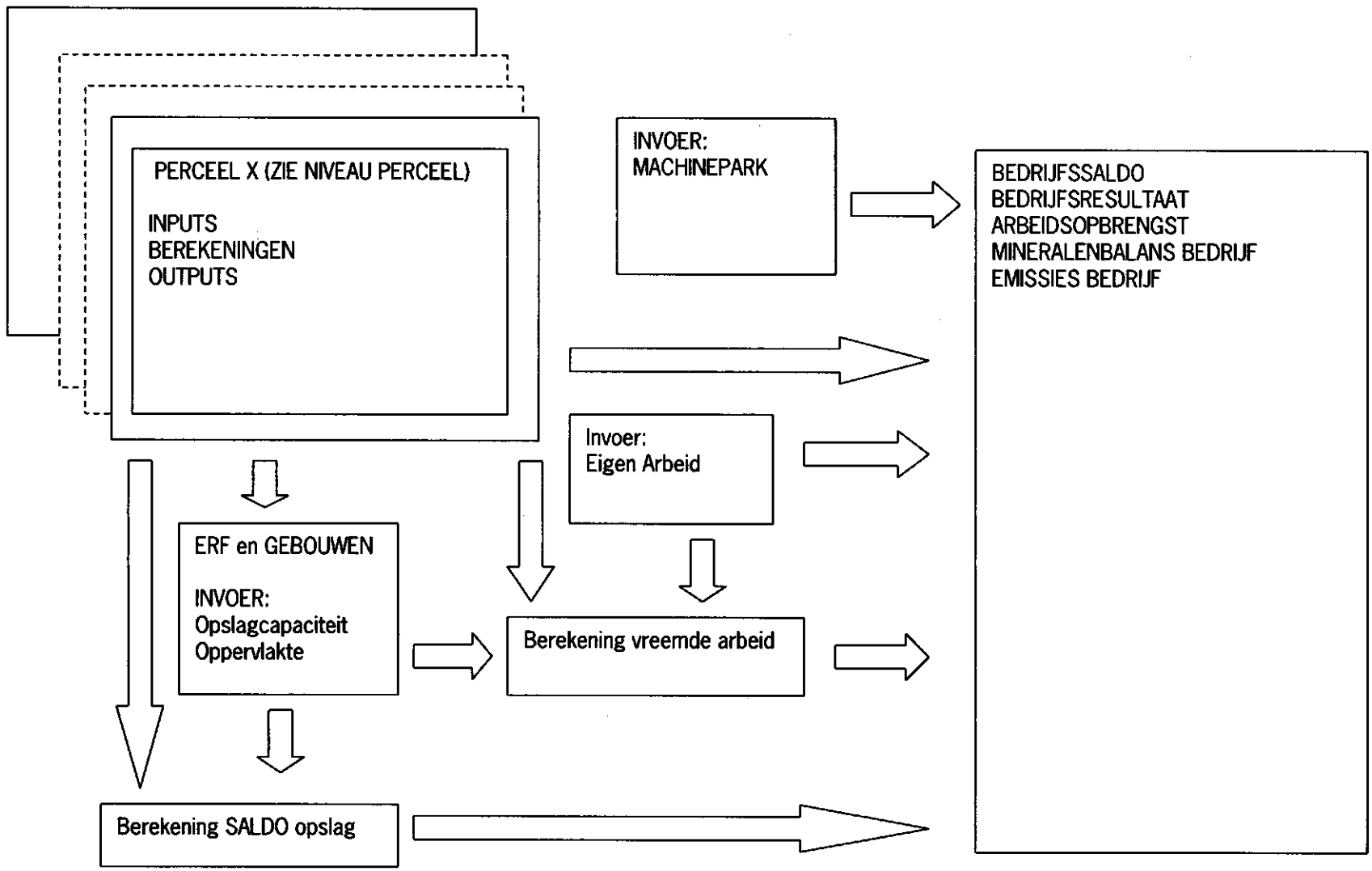
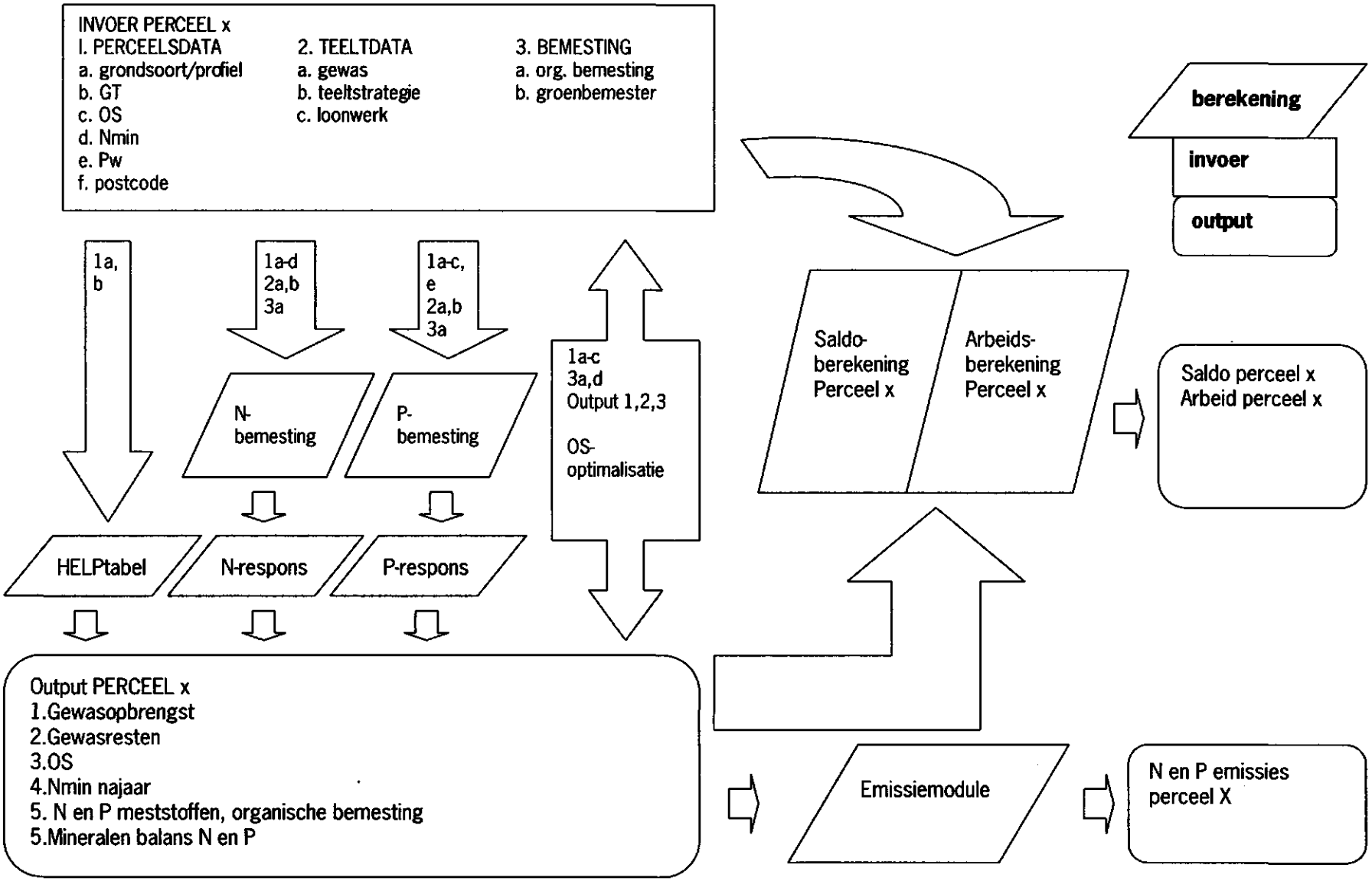
Bijlage 2 Fasering

In onderstaande tabel is het tijdpad van de modelontwikkeling weergegeven. Per onderdeel is het moment van opleveren aangegeven. Gedurende de ontwikkeling worden 4 versies van het model opgeleverd. De functionaliteit van de voorgaande versie blijft daarbij steeds gehandhaafd.
Gestart wordt met het raamwerk van de invoer, het rekendeel en de uitvoer. Deze versie (0) levert zonder rekenwerk een saldo per gewas en een mineralenbalans per gewas.
In maart 2003 wordt de eerste versie opgeleverd waarin het rekendeel is opgenomen. Het programma is dan uitgebreid met berekening van de gewasopbrengst en de kunstmestgiften. De saldi van de gewassen kunnen worden samengevoegd tot het bedrijfssaldo.
Na zomer 2003 wordt de tweede versie opgeleverd met daarin opgenomen de berekening van de organische bemesting.
Eind 2003 wordt de derde versie opgeleverd. De onderdelen nodig voor het maken van bedrijfsbegrotingen zijn dan toegevoegd en een versie van ANIMO is in het model opgenomen.
In het voorjaar van 2004 zal de vierde versie worden opgeleverd. De onderdelen Mineralenstroom en Fosfaat zijn dan toegevoegd.
Tijdens iedere productiefase worden de onderdelen afzonderlijk en in hun onderlinge samenhang getest.

Tabe lTijdpad

Onderdeel	Gereed
Raamwerk	December 2003
Versie 0; Op basis van de invoer wordt saldo op gewasniveau en mineralenbalans samengesteld	
Gewas	maart 2003
Bemesting	
Mineralenbalans	
Versie 1; Saldo op gewas en bedrijfsniveau, mineralenbalans afhankelijk van bemesting	
Opbrengstniveau is afhankelijk van bemesting.	
Organische bemesting	september 2003
Plantgoedbeheer	
Versie 2; Bemesting uitgebreid met berekening organische bemesting. Effecten van bemesting op opbrengst in hoeveelheid en kwaliteit zijn meegenomen.	
Arbeid	december 2003
Mechanisatie	
Erf en gebouwen	
ANIMO	
Versie 3; Bedrijfeconomische kengetallen op bedrijfsniveau beschikbaar.	
Mineralenstroom incl. de emissies op perceelsniveau.	
Perceelsbenutting	maart 2004
Mineralenstroom	
Versie 4; Volledig functioneel model.	

Bijlage 3 Relatiediagram Bedrijf



Bijlage 4 Relatiediagram Perceel