

MAMBO visie en strategisch plan 2012-2015

T.J. de Koeijer
G. Kruseman
P.W. Willem Blokland
M.W. Hoogeveen
H.H. Luesink

werkdocumenten



wot

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu



WAGENINGENUR

For quality of life

MAMBO: visie en strategisch plan

De reeks 'Werkdocumenten' bevat tussenresultaten van het onderzoek van de uitvoerende instellingen voor de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu (WOT Natuur & Milieu). De reeks is een intern communicatiemedium en wordt niet buiten de context van de WOT Natuur & Milieu verspreid. De inhoud van dit document is vooral bedoeld als referentiemateriaal voor collega-onderzoekers die onderzoek uitvoeren in opdracht van de WOT Natuur & Milieu. Zodra eindresultaten zijn bereikt, worden deze ook buiten deze reeks gepubliceerd.

Dit werkdocument is gemaakt conform het Kwaliteitshandboek van de WOT Natuur & Milieu.

WOT-werkdocument **308** is het resultaat van een onderzoeksopdracht van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken (EZ). Dit onderzoeksrapport draagt bij aan de kennis die verwerkt wordt in meer beleidsgerichte publicaties zoals Balans van de Leefomgeving en Thematische Verkenningen.

MAMBO: visie en strategisch plan

2012-2015

T.J. de Koeijer

G. Kruseman

P.W. Willem Blokland

M.W. Hoogeveen

H.H. Luesink

Werkdocument 308

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu

Wageningen, oktober 2012

©2012 **LEI Wageningen UR**
Postbus 29703, 2502 LS Den Haag
Tel: (070) 335 83 30; e-mail: informatie.lei@wur.nl

De reeks WOt-werkdocumenten is een uitgave van de unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, onderdeel van Wageningen UR. Dit werkdocument is verkrijgbaar bij het secretariaat. **Het document is ook te downloaden via www.wotnatuurenmilieu.wur.nl.**

Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Postbus 47, 6700 AA Wageningen
Tel: (0317) 48 54 71; e-mail: info.wnm@wur.nl; Internet: www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
1.1 Achtergrond	9
1.2 Doel en probleemstelling	10
1.3 Opbouw werkdocument	10
2 Het model MAMBO	11
2.1 Doel	11
2.2 Wat kan MAMBO	12
2.2.1 Methode	12
2.2.2 Modelresultaten	12
2.2.3 Evaluaties	13
2.2.4 Benutting resultaten door andere modellen	14
2.3 Beperkingen	14
2.4 Opbouw van het MAMBO model	15
2.5 Data in MAMBO	15
2.6 Discussiepunten rond MAMBO	16
3 Toekomstige ontwikkelingen en vragen	19
3.1 Inleiding	19
3.2 Beleidsthema Natuur en emissie van ammoniak	19
3.2.1 Beleidscontext	19
3.2.2 Effect	20
3.2.3 Benodigde aanpassingen van het model	20
3.3 Beleidsthema Mest en mineralen	21
3.3.1 Beleidscontext: verfijning mestbeleid en aanpak mestoverschot	21
3.3.2 Effect	21
3.3.3 Beleidscontext: mestinnovatie	22
3.3.4 Effect	22
3.4 Beleidsthema Emissies	22
3.4.1 Beleidscontext	22
3.4.2 Effect	23
3.4.3 Benodigde aanpassingen in het model	23
3.5 Ontwikkelingen in de landbouw	23
3.6 Positionering model nationaal en internationaal	23
3.7 Wetenschappelijke invalshoek: gedrag van de ondernemer	24
3.8 Kwaliteit	24
4 Strategisch plan	25
4.1 Visie op de ontwikkelrichting	25
4.2 Communicatie	25
4.3 Wetenschappelijke kwaliteit	26
4.4 Verlagen drempels gebruik en onderhoud en beheer	27
Literatuur	29
Bijlage 1 Geschiedenis van MAMBO	31
Bijlage 2 Technische stand van zaken	33
Bijlage 3 Data in MAMBO	37
Bijlage 4 Audits en reviews	39
Bijlage 5 Stakeholders en toepassingen	43

Samenvatting

Het model MAMBO (Mineralen- en AmmoniakModel voor Beleidsondersteuning) berekent op basis van economische principes de meststromen in Nederland en de bijbehorende emissies van ammoniak en broeikasgassen. Het model wordt onder andere toegepast voor monitoring van de mestmarkt, voor evaluaties van het mestbeleid en voor verkennende studies op het gebied van ammoniakemissies.

MAMBO is momenteel vooral gericht op het leveren van informatie voor het milieubeleid en de mestwetgeving. Emissies vanuit de landbouw spelen bij deze vraagstukken een belangrijke rol. Wat betreft waterkwaliteit is MAMBO een belangrijke dataleverancier van het model STONE. Voor de Emissieregistratie (ER) leverde MAMBO jaarlijks de ammoniakemissies.

Belangrijke items die spelen en waarvoor aanpassingen in MAMBO nodig zijn, betreffen met name het vraagstuk van mestscheiding op bedrijfsniveau en mogelijke verfijning op het gebied van de mineralenafvoer met het gewas. Echter, MAMBO zou ook belangrijke bijdragen kunnen leveren aan actuele vraagstukken op het gebied van het klimaatvraagstuk, de waterkwaliteitsdoelen voor de Kaderrichtlijn Water en het natuurbeleid als het gaat om het berekenen van de ammoniakdepositie uit de locatie specifiek berekende ammoniakemissies.

Sinds 2012 is de vraag vanuit de Emissieregistratie naar de inzet van MAMBO afgenomen. MAMBO is een relatief gedetailleerd model wat voor nationale monitoring niet altijd nodig is. Daarom heeft de Emissieregistratie gezocht naar goedkopere alternatieven. Het gevolg daarvan is dat de kosten voor het verzamelen van de uitgangspunten voor een MAMBO-run over minder partijen kunnen worden verdeeld. Tegelijkertijd ontstaan er modellen naast elkaar met min of meer dezelfde doeleinden. Vanuit het beleid bezien is dit niet efficiënt, vooral ook doordat voor eenzelfde type berekeningen wordt uitgegaan van verschillende uitgangspunten.

Het is van groot belang om op korte termijn te starten met een basisrun MAMBO. Het voordeel hiervan is dat de kosten voor aanvullende opdrachten specifiek voor bijvoorbeeld de Emissieregistratie, het natuurbeleid en/of de Kaderrichtlijn Water veel goedkoper zijn doordat een groot deel van het voorwerk al is gedaan. Dit betekent dat het voor andere opdrachtgevers relatief goedkoper wordt om MAMBO in te zetten. Door een bredere toepassing van MAMBO zullen uitspraken op het gebied van mest en mineralen meer gebaseerd zijn op dezelfde uitgangspunten en databronnen. Tegelijkertijd is het van belang dat ook het onderhoud, het beheer en de coördinatie van MAMBO structureel kan worden opgepakt. De combinatie met een jaarlijkse basisrun maakt dat op deze manier de continuïteit van MAMBO en de bijbehorende expertise gewaarborgd is.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Dierlijke productie gaat in Nederland gepaard met een aantal negatieve neveneffecten die met name bestaan uit de uitspoeling van nutriënten naar het grond- en oppervlaktewater en ammoniakemissies. Door een intensivering van de productie van vooral varkens en pluimvee oversteeg de productie van mineralen uit dierlijke mest de landbouwkundige behoefte aan mineralen uit dierlijke mest. Hierdoor ontstonden mineralenoverschotten in de bodem met uitspoeling naar het oppervlakte- en grondwater als gevolg. Daarnaast is de ammoniakemissie sterk toegenomen en overschrijdt deze de kritische drempel van veel natuurtypen, waarbij deze niet duurzaam kunnen worden behouden. Om deze neveneffecten tegen te gaan is milieuwetgeving van kracht geworden.

Het model MAMBO (Mineralen- en AmmoniakModel voor BeleidsOndersteuning) berekent op basis van economische principes de meststromen in Nederland en de bijbehorende emissies van ammoniak en broeikasgassen. Het model is ontwikkeld om de effectiviteit van de mest en ammoniakwetgeving te kunnen bepalen en om na te gaan of aanvullend beleid noodzakelijk is. Het model geeft inzicht in de omvang en de bijbehorende locaties van de ammoniakemissies die zowel optreden bij de productie van mest en mineralen als bij de opslag en de aanwending van mest en mineralen. Daarnaast geeft het model inzicht in de omvang van de meststromen binnen Nederland. Zo kan worden nagegaan of er eventuele knelpunten zijn die met aanvullend beleid moeten worden aangepakt.

Diffuse bronvervuiling vanuit de landbouw is van groot belang voor de kwaliteit van lucht, bodem en water in Nederland. De precieze oorzaken van de te grote uitspoeling van nutriënten en emissie van ammoniak zijn moeilijk in kaart te brengen aangezien de vervuiling afkomstig is van diffuse bronnen waardoor er geen direct verband tussen vervuiler en vervuiling kan worden gelegd. Daar komt bij dat, als het al mogelijk is om metingen te verrichten, deze kostbaar en tijdrovend zijn om op grote schaal te kunnen toepassen. Een modelmatige aanpak gebaseerd op de laatste inzichten uit de wetenschap betreffende de emissies van vervuilende stoffen gecombineerd met vergelijkingen die het gedrag van economische actoren simuleren, biedt een mogelijkheid om via indirecte weg de milieuproblematiek als gevolg van de mestproductie in kaart te brengen.

Sinds de eerste ontwikkeling van het model in de jaren tachtig van de twintigste eeuw zijn er vele aanpassingen geweest (bijlage 1). Deze aanpassingen betroffen zowel veranderingen in de milieuproblematiek, als in de regelgeving en als in de technische ontwikkelingen voor modelbouw zelf. Belangrijke verschuivingen in de regelgeving betroffen o.a. de invoering van MINAS waardoor boeren zelf binnen hun bedrijf konden zoeken naar oplossingen om aan de gestelde regels te voldoen. Sinds 2006 dienen boeren te voldoen aan de vastgestelde gebruiksnormen. De komst van snellere computers en andere programmeertalen stelde LEI Wageningen UR in staat om op gedetailleerder niveau de meststromen te analyseren. Daarbij kon zowel ruimtelijk een meer gedetailleerd beeld worden verkregen als ook een grotere differentiatie in mestsoorten, diersoorten en gewassen.

Om ook in de toekomst te kunnen beschikken over een adequaat instrumentarium waarmee de effectiviteit en doelmatigheid van het Europese en het nationale milieubeleid kan worden getoetst is tijdig inzicht benodigd in de ontwikkelingen rondom mestproductie, –aanwending en het bijbehorend beleid, en de daaruit voortvloeiende wensen van de gebruikers. Zo kunnen eventueel benodigde aanpassingen tijdig worden gerealiseerd. Op verzoek van het voormalige ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (thans onderdeel van het ministerie van Economische Zaken) is daarom

een analyse gemaakt van de te verwachten ontwikkelingen in de mestproductie en de bijbehorende milieuproblemen evenals de mogelijke vragen vanuit het Europees en nationaal beleid waarop het model een antwoord zou moeten kunnen geven. Op basis daarvan is vervolgens aangegeven op welke wijze MAMBO zich op de lange termijn zou moeten ontwikkelen. In dit werkdocument is deze visie verwoord waarna ook is aangegeven welke stappen op de korte termijn gewenst zijn om deze visie te kunnen realiseren.

1.2 Doel en probleemstelling

Het doel van dit werkdocument is:

Het presenteren van een visie op de gewenste ontwikkeling van het model MAMBO op de langere termijn en de daaruit volgende strategische stappen die de komende twee/drie jaar gerealiseerd zouden moeten worden.

Hiertoe zullen achtereenvolgens de volgende vragen worden beantwoord:

- Hoe werkt het model, wat kan het en waarvoor is het bedoeld?
- Welke relevante ontwikkelingen zien we in de mestproductie en –aanwending, de milieu-problematiek en het milieubeleid?
- Wat is de positionering van het model?
- Wat betekenen deze ontwikkelingen voor het gewenste instrumentarium?
- Hoe kan deze visie worden geconcretiseerd in het strategisch plan?

1.3 Opbouw werkdocument

De in paragraaf 1.2 verwoorde vragen zullen per hoofdstuk behandeld worden. Hoofdstuk 2 beschrijft het model en de huidige toepassingen. Hoofdstuk 3 schetst de verwachte ontwikkelingen voor de productie en aanwending van mest, de milieuproblematiek en het beleid en de betekenis daarvan voor gewenste aanpassingen aan het model. Hoofdstuk 4 beschrijft ten slotte het strategisch plan op basis waarvan het model verder ontwikkeld zou moeten worden.

2 Het model MAMBO

2.1 Doel

Basisdata voor milieumodellen

Het doel van MAMBO is om de mestproductie, de mestaanwending en de bijbehorende emissies naar de lucht en de belasting van de bodem in kaart te brengen. Het model kan daarmee gebruikt worden voor monitoring en voor evaluatie van het mest- en mineralenbeleid. Voor het mest- en mineralenbeleid zijn een aantal afspraken gemaakt waarvoor de inzet van MAMBO nodig is. Zo is met de Tweede Kamer afgesproken om:

- Jaarlijks te rapporteren over de ontwikkelingen op de mestmarkt en inzicht te bieden over de manier waarop de afzetmogelijkheden van dierlijke mest kunnen worden vergroot.
- Om de vijf jaar het mestbeleid zowel ex ante als ex post te evalueren.

Daarnaast is het model een belangrijke leverancier van basisdata voor milieumodellen. Bijlage 5 geeft een gedetailleerd overzicht van de dataleveranties uit MAMBO aan milieumodellen. Het gaat daarbij om: het OPS-model van het RIVM waarmee de ammoniakdepositie in natuurgebieden kan worden bepaald; het Alterramodel STONE waarmee de grond- en oppervlaktewaterkwaliteit kan worden bepaald; NEMA dat op basis van de gedetailleerde bemestingsgegevens vanuit MAMBO op minder gedetailleerde wijze dan MAMBO nationale ammoniakemissies kan bepalen. De MAMBO-resultaten worden tevens gebruikt door Deltares voor de Emissieregistratie (ER) waarvoor de hoeveelheid zware metalen uit mest die in het oppervlaktewater terecht komt, worden bepaald.

Afbakening

Het domein van MAMBO beperkt zich tot die processen m.b.t. mest en mineralen die onderhevig zijn aan beslissingen van economische actoren. De omvang van productie en aanwending van mest zijn het gevolg van de besluitvorming van de agrarisch ondernemer. Ook de wijze waarop de aanwending plaatsvindt, het type opslag en type stal volgt uit de beslissingen van de ondernemer. De ruimtelijke verdeling van de mest over Nederland is een rechtstreeks gevolg van aanbod, vraag (op basis van acceptatiegraden van dierlijke mest van landbouwbedrijven) en transactiekosten op de mestmarkt. Ook de ruimtelijke verdeling van mest is daarom een economisch vraagstuk.

Zodra het gaat om het bepalen van het effect van de mestgift op de waterkwaliteit zijn slechts bio-fysische relaties van belang. Daarom behoort dit vraagstuk niet tot het domein van MAMBO. Dit geldt evenzeer voor de bepaling van de ammoniakdepositie in natuurgebieden. Op basis van MAMBO kan aangegeven worden hoeveel emissie naar de lucht plaatsvindt op basis van de aanwending van mest, de opslag, de productie en het type stal maar de bepaling waar deze vervolgens neerslaat ligt buiten het economisch domein.

Bovenstaande geeft aan dat voor het bepalen van milieueffecten m.b.t. grond- en oppervlaktewaterkwaliteit en de depositie van ammoniak MAMBO vooral een leverancier is van ruimtelijk specifieke data op basis waarvan puur technische modellen de ruimtelijk specifieke milieueffecten kunnen bepalen.

2.2 Wat kan MAMBO

2.2.1 Methode

MAMBO kan gekenschetst worden als een geïntegreerd model raam werk waarbij microsimulatie modellen van boerenbeslissingen gekoppeld zijn aan een ruimtelijk evenwichtsmodel dat de verdeling van mest in Nederland tussen overschotgebieden en gebieden met plaatsingsruimte simuleert. MAMBO rekent op diertypeniveau per bedrijf, en op gewasniveau per bedrijf voor bedrijfseigen mest. Voor de verdeling van de bedrijfsvreemde mest wordt op hogere schaalniveaus van gemeente en mestregio gerekend. De uitkomsten van deze simulaties (in termen van mest- en mineralengebruik en emissies) op bedrijfs- en geaggregeerd niveau worden vertaald naar het gemeenteniveau per diergroep, gewasgroep en grondsoortcombinatie voor het samenvoegen van alle relevante informatie.

MAMBO biedt een rekeninstrumentarium waarmee op basis van: 1) de meest recente gegevens van de structuur van de landbouw afkomstig uit onder andere de landbouwtelling (CBS), 2) berekeningen uit het Bedrijven Informatienet (BIN) van het LEI, 3) monitoringsgegevens t.b.v. beleid (Dienst Regelingen, Productschap Zuivel) en 4) technische coëfficiënten (PBL, WUM, werkgroep NEMA, PPO) voor diverse soorten emissies, inzicht wordt geboden in de mestmarkt en de daarmee samenhangende mineralenstromen.

Op basis van de berekende mineralenstromen berekent MAMBO de mineralenbelasting van de bodem afkomstig van het gebruik van mest en kunstmest, en biedt het de mogelijkheden om broeikasgasemissies uit de mestaanwending, de stal, de mestopslag en de bodem mee te nemen. Zo houdt MAMBO een boekhouding bij van mest en mineralen met de daaraan gekoppelde directe emissies naar lucht, bodem en water. Hierbij gaat het om de emissie van NH_3 , N_2O , NO_x en N_2 . Daarnaast kan MAMBO ook de emissie van methaan en fijn stof berekenen.

2.2.2 Modelresultaten

Met MAMBO kunnen drie belangrijke typen van resultaten worden onderscheiden: 1) emissies naar de atmosfeer, 2) de mineralenstromen in Nederland op basis van vraag en aanbod en 3) de bodembelasting door mineralen. (Bijlage 5.3 geeft een overzicht van type studies die op dit gebied met MAMBO worden uitgevoerd).

1. Voor het in kaart brengen van de diffuse bronvervuiling naar de atmosfeer als gevolg van de veeteelt berekent het model achtereenvolgens de volgende aspecten:
 - De omvang van de mest- en mineralenproductie op diertypeniveau per bedrijf en staltype met de bijbehorende emissies van vervuilende stoffen.
 - De emissies van vervuilende stoffen bij opslag op het bedrijf.
 - De omvang van het aandeel mest van graasdieren dat via beweiding op het grasland terecht komt en de bijbehorende emissies.
2. Voor het in kaart brengen van de mestmarkt en de daarmee samenhangende mineralenstromen berekent het model achtereenvolgens:
 - De verdeling van de mest uit surplusgebieden over gebieden waar nog plaatsingsruimte is op basis van minimalisatie van transportkosten.
 - De hoeveelheid dierlijke mest en kunstmest op de verschillende gewassen.
 - De hoeveelheid dierlijke mest die wordt geëxporteerd.
 - De hoeveelheid dierlijke mest die wordt verwerkt.

De aanwending van mest en kunstmest is onderdeel van de managementbeslissingen van het landbouwbedrijf. MAMBO bepaalt de aanwending op basis van de aanname dat bedrijven met een

mestoverschot zoveel mogelijk mest op het eigen bedrijf afzetten. Daarbij wordt uitgegaan van minimalisatie van de afzetkosten van mest. Het overige deel wordt afgezet op de mestmarkt. Voor de aanwending van mest en kunstmest op de overige bedrijven worden de regio en gewasgroepspecifieke acceptatiegraden van dierlijke mest en de omvang van de bemesting ontleent aan de gerealiseerde bemestingsniveaus in het voorgaande jaar op basis van BIN-gegevens. Daarnaast neemt MAMBO de wettelijke beperkingen voor maximale aanvoer van mineralen uit dierlijke mest en kunstmest mee.

De verdeling van mest tussen overschotgebieden en gebieden met plaatsingsruimte wordt expliciet bepaald. MAMBO berekent de mesttransporten met een ruimtelijk evenwichtsmodel dat uit gaat van economische principes die geldig zijn in de mestmarkt. Dit principe is gebaseerd op de aanname dat de mesttransporten tegen zo laag mogelijke kosten en dus over zo kort mogelijke afstanden worden gerealiseerd. Het uitgangspunt daarbij is dat bedrijven met een surplus aan mest zo min mogelijk kosten voor de afvoer van mest moeten maken.

De omvang van de export en de verwerking van dierlijke mest wordt gebaseerd op data van Dienst Regelingen op basis van de vervoersbewijzen dierlijke mest. Een beperking is dat deze data voor verwerking niet gedetailleerd genoeg zijn. Niet bekend is de aan- en afvoer naar het verwerkingsproces.

3. Voor het in kaart brengen van de mineralenbelasting van de bodem berekent het model:
 - Het verschil tussen de hoeveelheid aangewende dierlijke mest en kunstmest per gewas en de hoeveelheid die met de afvoer van het gewas aan de bodem wordt onttrokken.

2.2.3 Evaluaties

Met MAMBO kunnen zowel beleidsdoelen gemonitord worden als ook de werkelijke mineralenaanvoer (zie ook bijlage 5.3). Om de beleidsdoelen te monitoren, is het van belang dat de berekeningen worden uitgevoerd op basis van de forfaitaire normen waarop het beleid is gebaseerd. Door voortschrijdend inzicht kunnen de forfaitaire normen afwijken van de laatste wetenschappelijke inzichten voor emissiefactoren en mineralengehaltes van mest, gewassen en voer. Op basis van de wetenschappelijke inzichten kan MAMBO de mineralenaanvoer berekenen die meer aansluit bij de praktijk.

MAMBO bevat een aantal economische aspecten als distributiekosten van dierlijke mest en kosten voor afvoer van mest, mestverwerking en mestaanwending. Hiermee kunnen nieuwe technische ontwikkelingen als mestscheiding, mestverwerking en mineraalaanpassingen in voer wat betreft mineralenstromen worden doorgerekend maar kunnen ook economische afwegingen inzichtelijk worden gemaakt. De economische afwegingen zijn gebaseerd op volume-eenheden aan mest. Zo wordt aangesloten bij de besluitvorming van de ondernemer die afgerekend wordt op het volume en de kosten aan mest wat hij moet afzetten. Op deze wijze sluiten de modelberekeningen tevens aan op de praktijk die gebaseerd is op de afvoer van mest in volume-eenheden en kosten en niet zozeer in hoeveelheden aan mineralen.

De rekenregels van MAMBO zijn flexibel opgesteld. Met behulp van stuurvariabelen kan de gebruiker bepalen wat en hoe bepaalde punten worden uitgerekend. Zo kan er bijvoorbeeld voor gekozen worden om de derogatiebedrijven te bepalen door met het model berekende kengetallen in plaats van door externe data.

Binnen het model is het mogelijk om input data te veranderen naar gelang de uitgangspunten van een berekening hierom vragen. De volgende parameters kunnen in het model worden aangepast:

1. Dieraantallen
2. Gewasaantallen
3. Staltypeverdeling
4. Ureumgehalte
5. Melkproductie
6. Wetenschappelijke mineraleninhoud (WUM)
7. Forfaitaire mineraleninhoud (ministerie van EZ)
8. Stikstof- en fosfaatgebruiksnormen
9. Gebruiksnorm dierlijke mest
10. Minimale kunstmestgift
11. Mestexport
12. Mestverwerking (export)

2.2.4 Benutting resultaten door andere modellen

Door een modulaire aanpak en een strikte scheiding van modelcode en data en een flexibele opbouw van datastructuren is het mogelijk om MAMBO te koppelen aan andere modellen en instrumenten. Hierdoor ontstaat een synergie met modellen die delen van de mestproblematiek berekenen die buiten het domein van MAMBO vallen. Een belangrijk voorbeeld hiervan is het STONE-model voor de berekening van de belasting van het water met mineralen uit de landbouw. Daarnaast maakt het OPS-model gebruik van de MAMBO-resultaten voor het bepalen van de ammoniakdepositie. Ook Deltares maakt gebruik van de MAMBO-resultaten om de hoeveelheid zware metalen te bepalen die vanuit de mest in het oppervlaktewater komt. NEMA maakt gebruik van de mestverdeling per gewas. DRAM maakt gebruik van de berekende mestoverschotten en berekent bijbehorende gewasarealen en dieraantallen voor verkennende studies. In bijlage 5 is in meer detail de relatie MAMBO en andere modellen beschreven.

De koppeling met andere modellen maakt een integrale milieu-economische analyse mogelijk, waarbij de milieueffecten in samenhang met de economische effecten in kaart kunnen worden gebracht en worden beoordeeld bijvoorbeeld voor de evaluatie van mestwetgeving.

Koppeling aan macro-economische modellen maakt het mogelijk om de consequenties van internationaal beleid (CAP, WTO) op de mest en de mineralenstromen en de daarmee samenhangende emissies vast te stellen.

2.3 Beperkingen

Een belangrijke beperking van MAMBO is dat het geen volledig micro-economisch model betreft. Hierdoor kunnen de financiële consequenties van het beleid slechts beperkt in beeld worden gebracht. Het aanscherpen van bijvoorbeeld de gebruiksnormen zal een effect hebben op de afzetprijs van mest en daarmee een inkomenseffect en uiteindelijk ook een effect op de levensvatbaarheid van de landbouwbedrijven hebben.

Een tweede beperking is de afwezigheid van een mogelijkheid om managementkeuzes te maken. Hierdoor is het met het model niet mogelijk om opties voor beleid te verkennen. Ook worden er geen managementverschillen meegenomen. Bijvoorbeeld biologische boeren worden niet onderscheiden van gangbare boeren en er is dus ook maar één soort mest. In de praktijk zijn er gescheiden stromen doordat biologische boeren alleen biologische mest kunnen gebruiken.

Een belangrijke derde beperking is het effect van het berekende mestoverschot op de afzetprijs. De prijsvorming van mest heeft effect op de acceptatiegraad van mest, maar ook op de keuze om de dieraantallen te verminderen. Dit kan deels worden ondervangen door een koppeling met DRAM waarbij in een iteratief proces door DRAM berekende gewasarealen en dieraantallen in MAMBO kunnen worden gevoerd. Op basis daarvan kan MAMBO de nieuwe bijbehorende mestoverschotten berekenen.

2.4 Opbouw van het MAMBO model

In 2010 is MAMBO overgegaan van versie 1.9 naar versie 2.0. Deze overstap in hoofdversienummer is ingegeven door een aantal aanpassingen die deels voorkomen uit de conclusies van diverse reviews en deels voortkomen uit voortschrijdend wetenschappelijk inzicht zowel binnen het domein als vanuit het oogpunt van softwareontwikkeling, kwaliteitsborging, modellering en simulatie (bijlage 2).

Onder zowel versie 1.x als 2.0 bestaat MAMBO uit een zestal onderdelen. Elk van de onderdelen bestaat uit een aantal samenhangende modules.

1. Datamanagement. In dit gedeelte van MAMBO wordt de benodigde data voor een modeltoepassing klaargezet.
2. Berekening van mest en mineralen op diertypeniveau per bedrijf en emissies op dier-, stal- en weideniveau. In dit gedeelte van MAMBO wordt op laag aggregatieniveau en gebruikmakend van inzichten in bedrijfsmanagement mestproductie problematiek in beeld gebracht.
3. Simulatie van beslissingen rondom plaatsing bedrijfseigen mest. In dit gedeelte worden met behulp van economische principes en wettelijke normen de beslissingen rondom aanwending bedrijfseigen mest gesimuleerd.
4. Simulatieverdeling mest tussen gebieden. In dit gedeelte worden mesttransporten berekend met een ruimtelijk evenwichtsmodel
5. Simulatie van bemesting met dierlijke- en kunstmest. In dit gedeelte wordt de uiteindelijke aanwending van alle mineralen op de bodem berekend.
6. Rapportage van modelresultaten en conversie naar andere modellen (o.a. STONE)

2.5 Data in MAMBO

Doordat MAMBO op een laag aggregatieniveau rekent gaat er heel veel data om in MAMBO. Het gaat hierbij om invoerdata, data die binnen het MAMBO raamwerk van belang is en uitvoerdata voor analyse en gebruik in andere modellen. Voor het gebruik van deze typen data zijn voor de kwaliteitsborging een aantal protocollen vastgesteld. Deze protocollen zorgen ervoor dat in- en uitvoerdata worden gecontroleerd op consistentie en mogelijke fouten en dat versiebeheer plaatsvindt.

De invoerdata is afkomstig uit verschillende bronnen. Hierbij kunnen wij een onderscheid maken tussen: 1) empirische gegevens, 2) technische coëfficiënten en 3) normen.

1. De empirische gegevens zijn afkomstig uit de Landbouwtelling (LBT: dieraantallen en gewasarealen op bedrijfsniveau), Bedrijfsregistratie Percelen (BRP: grondsoort gewascombinaties op bedrijfsniveau), Productschap Zuivel (melkureum gehalte en melkproductie op bedrijfsniveau), Dienst Regelingen (mest transporten op mest transportniveau en provincieniveau (via CBS), derogatiebedrijven en gegevens over de fosfaattoestand).

Het risico bij het gebruiken van deze databestanden is dat er fouten in zitten. In MAMBO is een controlesysteem om belangrijke fouten er uit te halen. Zo moeten derogatiebedrijven minimaal

70% grasland hebben. Is dat niet het geval dan kan het geen derogatiebedrijf zijn. Voor zover de risico's onderkend zijn, worden deze via het controlesysteem eruit gehaald.

2. Onder technische coëfficiënten verstaan we parameters en coëfficiënten die afkomstig zijn uit ander onderzoek, waarvoor een algemene geldigheid wordt aangenomen over een specifiek domein. Het gaat hier onder andere om gegevens over vervluchtigingpercentages van vervuilende stoffen, mineraleninhoud van de mest (WUM), minimale en gemiddelde kunstmestgiften (Bedrijven Informatienet van het LEI (BIN)) en omzettingfactoren bij mestverwerking.
3. Onder normen verstaan we kengetallen die afkomstig zijn uit wet- en regelgeving en die de beperkingen vormen bij de beslissingen op bedrijfsniveau.

Een probleem is dat definities van één en hetzelfde aspect kunnen verschillen tussen de diverse bronnen. Zo verschillen definities van dieren en gewassen tussen de Landbouwtelling en de mestwetgeving. Het op elkaar afstemmen kost elk jaar veel tijd. Een betere afstemming over te hanteren definities in de Landbouwtelling en de mestwetgeving zou de consistentie in gehanteerde uitgangspunten sterk verbeteren en spraakverwarringen kunnen voorkomen. Voorbeelden van data-problemen zijn:

- Percelen wel in de landbouwtelling maar niet in het BRP-bestand;
- In 2011 is de indeling in gewassen bij de landbouwtelling flink herzien, bijvoorbeeld voor graszaad. Voor die gewassen waarvan in de Landbouwtelling de indeling is herzien, dienen er nieuwe koppelingsrelaties gelegd te worden met de indeling naar gewassen in de mestwetgeving;
- Voor het jaar 2011 was het DR-bestand van arealen per fosfaattoestand in een ander format gezet dan het voorgaande jaar. De programmatuur om het betreffende bestand in MAMBO in te lezen dient dan herschreven te worden;
- De definities van een aantal diersoorten (bijv. vleesvee, paarden, schapen en geiten) tussen de Landbouwtelling en de mestwetgeving sluiten niet aan. Forfaits voor deze diersoorten dienen dan omgerekend te worden tot de definities van die diersoorten zoals ze in de Landbouwtelling staan.

De uitvoerdata omvat informatie over:

1. De mestmarkt;
2. Emissies naar de atmosfeer van stikstof gerelateerde en andere emissiefactoren;
3. Aanwending van mest en kunstmest;

Deze informatie kan op diverse aggregatieniveaus geleverd worden en uitgesplitst naar bijvoorbeeld derogatiebedrijven of grondsoort. Via conversietools levert MAMBO ook data aan bijvoorbeeld STONE (model voor bepaling van de waterkwaliteit van Alterra), aan OPS/SRM (model voor stikstofdepositie van RIVM) en aan DRAM (sectormodel voor de landbouw van het LEI) .

2.6 Discussiepunten rond MAMBO

In het verleden zijn er een aantal reviews uitgevoerd ten aanzien van MAMBO. De bekendste daarvan is de review uitgevoerd door het CDM in 2008 (Oenema, 2008). De belangrijkste aanbevelingen van de commissie zijn hieronder weergegeven. In bijlage 4 staat meer informatie over deze en andere reviews en de stand van zaken ten aanzien van de aanbevelingen:

1. *Om de plausibiliteit en betrouwbaarheid van MAMBO te kunnen duiden (expliciteren), dienen op korte termijn systematische kalibratie- en validatiestudies, en gedegen gevoeligheid- en onzekerheidsanalyses uitgevoerd te worden.*

Deze studies zijn voor een belangrijk deel uitgevoerd. Een belangrijke conclusie uit de validatiestudie (Luesink *et al.*, 2012) was dat een belangrijke bron van de verschillen tussen de registraties van EZ-DR en de MAMBO-resultaten het gevolg was van veel onvolkomenheden in de mesttransportgegevens van EZ-DR. Daarnaast is er een definitieverschil tussen de

Landbouwtelling en de mestwetgeving bij welk bedrijf in- en uitgeschaarde dieren worden geteld. Bij MAMBO wordt het in- en uitscharen van vee gekarakteriseerd als transport van mest. Bij de mestwetgeving is dat niet het geval.

Daarnaast is er een verificatie en validatiestudie uitgevoerd door Soboh en Kruseman (2011) waaruit bleek dat er een grote mate van overeenkomst is te vinden tussen gegevens van bedrijven in BIN- en MAMBO-resultaten voor de hoeveelheid mineralen uit bedrijfsvreemde mest en van de hoeveelheid mineralen in het mestoverschot. Een vergelijking van deze BIN-gegevens met de gegevens van Dienst Regelingen leverde geen correlatie op.

2. *Om de transparantie voor de aannames en bewerkingen van de invoergegevens te vergroten, is het nodig dat op korte termijn de technische documentatie over MAMBO wordt gecomplementeerd.*

De documentatie van MAMBO is op orde gebracht voor het verkrijgen van model status A van de WOT Natuur & Milieu. Zo is de technische documentatie gecomplementeerd in Kruseman (2008c) en Kruseman *et al.* (2012). Daarnaast is er bij de herziening van MAM voor gekozen om het bewerken van invoergegevens tot een minimum te beperken. Er worden alleen bewerkingen toegepast die nodig zijn om definities van de data in de benodigde invoerbestanden op elkaar aan te sluiten. De wijze waarop dit gebeurt wordt per project apart beschreven omdat voor elk project de benodigde databestanden uniek zijn.

3. *Om de wetenschappelijke status van MAMBO te bestendigen, is het nodig dat op korte termijn het model in internationale peer-reviewde wetenschappelijke tijdschriften wordt beschreven.*

Sinds de review zijn de volgende internationale artikelen verschenen:

- Reidy *et al.* (2009) waarin MAMBO wordt vergeleken met andere Europese modellen voor de berekening van de ammoniakemissie uit de landbouw. Hieruit kwam naar voren dat de rekenregels in MAMBO voor de ammoniakemissie vergelijkbaar waren met de andere modellen op het onderscheid van ammoniakaal gebonden stikstof na (zie ook Reidy *et al.* (2006). Dit is sindsdien aangepast (Kruseman *et al.*, 2012b).
- Kruseman *et al.* (2008a) en Kruseman *et al.* (2008b) waarin de toepassing van MAMBO voor de evaluatie van het Nederlandse mestbeleid wordt beschreven voor achtereenvolgens de ammoniakemissie uit de landbouw en het gebruik van mineralen in de landbouw.

4. *Om het draagvlak voor MAMBO bij gebruikers te vergroten, dienen gebruikers, (mede)financiers en deskundigen van andere instellingen op het gebied van nutriëntenstromen in de landbouw sterker bij de ontwikkeling, organisatie, en uitvoering te worden betrokken. De rollen en verantwoordelijkheden van opdrachtgever(s), financier(s), modelontwikkelaars, gebruikers dient daarbij helder te zijn beschreven. De wensen van de gebruikers en de voortgang van de werkzaamheden dienen geregeld besproken te worden.*

- Er is een stuurgroep MAMBO met vertegenwoordigers van gebruikers, financiers en deskundigen, die ca. tweemaal per jaar bij elkaar komt om de ontwikkelingen rondom MAMBO te bespreken en om het LEI van advies te dienen van zaken rondom MAMBO.
- De projecten rondom de monitoring van de mestmarkt worden aangestuurd en begeleid door een werkgroep van de Commissie van Deskundigen Mestwetgeving (CDM). In die werkgroep zitten zowel gebruikers als deskundigen.
- Voor projecten met flinke aanpassingen aan MAMBO is het streven van het LEI om dat te laten begeleiden door een begeleidingscommissie van gebruikers en deskundigen. Zo was een begeleidingscommissie ingesteld voor het project waarin de rekenregels voor de berekening van de ammoniakemissie werden aangepast aan Velthof *et al.* (2009).
- Alle projecten voor de berekening van de ammoniakemissie voor de Emissieregistratie (ER) worden intensief begeleid door medewerkers van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

In 2007 is een SWOT-analyse gemaakt die mede gebaseerd is op de uitgevoerde reviews en interne audits. Tabel 1 geeft een beschrijving van de sterke en zwakke punten van MAMBO. Daarnaast worden een aantal kansen en bedreigingen benoemd.

Tabel 1: SWOT-analyse 2007

<p>Sterktes</p> <ul style="list-style-type: none"> § Uniform instrumentarium voor monitoring, beleidsanalyse en verkenningen. § Micro-economisch niveau, gebruik van individuele bedrijfsgegevens § LEI heeft ruime ervaring met het gebruiken van grote databestanden § Integraal instrumentarium voor milieu-economische analyses § Strikte scheiding van data en model § Modulaire opzet van het model § Consistentie rekenmethodiek over beleidsvelden (ammoniak, mestmarkt etc.) § Beschikbare interface voor modelkoppeling (DRAM) 	<p>Zwaktes</p> <ul style="list-style-type: none"> § Kwaliteitsstatus A beoordeling nog niet uitgevoerd § Weinig internationale publicaties § Geen structurele financiering van onderhoud en beheer § Direct betrokkenen meer rekenaars dan denkers in concepten § Werkwijze meer reactief dan proactief § Communicatie naar groot aantal betrokkenen onvoldoende § Buitenwereld onvoldoende op de hoogte van mogelijkheden
<p>Kansen</p> <ul style="list-style-type: none"> § Betere koppeling STONE § Overige emissies op microniveau § Assessment overheidsbeleid in toenemende mate belangrijk § Toenemende interactie landbouwbeleid en milieubeleid § Belang van modellen in EMW2012 § Beter gebruik kennis binnen LEI § Koppeling micro/macro (bv. FADN / SEAMLESS) § Validatie en gevoeligheidsanalyse in samenwerking met gebruikers en dataleveranciers (PBL, EZ, CBS, WUM) 	<p>Bedreigingen</p> <ul style="list-style-type: none"> § Aspectmodellen zijn goedkoper § Interne concurrentie bij teruglopende budgetten § Geschonden vertrouwen door problemen bij oplevering model

Inmiddels zijn een aantal zwaktes omgebogen in sterktes. Zo is het verkrijgen van de kwaliteitstatus A gerealiseerd eind 2010. Er is sinds 2010 eveneens structurele financiering voor onderhoud en beheer.

Wat betreft de genoemde kansen is een betere koppeling met STONE inmiddels gerealiseerd. Als kans kan worden toegevoegd een inbedding van MAMBO binnen het micro-economisch modelinstrumentarium zodat het gedrag van de individuele boeren meer gedetailleerd kan worden gesimuleerd. Tevens kunnen dan de financieel economische effecten van het beleid in beeld worden gebracht, zoals de continuïteitsperspectieven van de individuele bedrijven, de mate van moderniteit en de solvabiliteit.

3 Toekomstige ontwikkelingen en vragen

3.1 Inleiding

MAMBO is ontwikkeld om de effecten van het mestbeleid te kunnen evalueren en voor het jaarlijks monitoren van de mestmarkt. Daarnaast levert MAMBO resultaten aan modellen die op basis van de ruimtelijk specifieke data voor mestproductie en mestaanwending de effecten voor de waterkwaliteit en de stikstofdepositie kunnen bepalen.

Het ministerie van Economische Zaken (EZ) is de belangrijkste opdrachtgever van MAMBO. Zij is tevens de belangrijkste financier van andere opdrachtgevers en gebruikers van MAMBO. EZ is verantwoordelijk voor het mestbeleid en monitort vanuit die zorg nauwgezet de mestmarkt om eventuele knelpunten en mogelijke fraude vroegtijdig op te sporen.

Ook het ministerie van Infrastructuur & Milieu (I&M) is een belangrijke indirecte opdrachtgever vanuit haar betrokkenheid met de Kaderrichtlijn Water (KRW). Beide ministeries financieren samen de activiteiten voor de Emissieregistratie (ER).

De vraag is of de wensen van de opdrachtgevers de komende tijd in belangrijke mate zullen wijzigen waardoor ook de eisen aan MAMBO zullen veranderen. Er zijn drie belangrijke beleidsthema's te onderscheiden waar MAMBO een bijdrage aan levert. Deze thema's betreffen: natuur, mest & mineralen en emissies. Voor elk thema zal ingegaan worden op de relevante ontwikkelingen in het beleid en de betekenis voor de eisen die aan MAMBO gesteld zullen worden.

Naast beleidsthema's worden ook de ontwikkelingen in de landbouw evenals de ontwikkelingen in relevante modellen in binnen- en buitenland geschetst en wordt nagegaan wat dit betekent voor de eisen aan MAMBO.

Ten slotte is het van belang dat het keuzevraagstuk rondom productie en aanwending van mest zoveel mogelijk op basis van economische inzichten wordt benaderd. Het gedrag van de ondernemer is daarbij essentieel omdat deze uiteindelijk bepaald of en hoeveel mest er wordt geproduceerd en aangewend op zijn bedrijf.

3.2 Beleidsthema Natuur en emissie van ammoniak

3.2.1 Beleidscontext

In het natuurbeleid is de nadruk verschoven van het realiseren van de Ecologische Hoofdstructuur via het aankopen van ontbrekende gebieden naar het realiseren van de kwaliteit van de bestaande gebieden. Dit geldt met name voor de Natura 2000-gebieden. Om de instandhoudingsdoelstellingen van de stikstofgevoelige habitattypen te realiseren, is een reductie van de huidige stikstofdepositie noodzakelijk. Op basis van analyses van de herkomst van de stikstof uitgesplitst naar sector, provincie en Natura 2000-gebied kan de noodzakelijke reductie worden vastgesteld die het kader zal vormen voor afspraken in het programma stikstof.

Een andere belangrijke wijziging in het beleid is dat de verantwoordelijkheid voor het beheer van de natuur zoveel mogelijk van de rijksoverheid naar de provinciale overheden wordt verschoven. Hierdoor zal het beleid voor het beheer van de natuur per provincie gaan variëren.

Voor de Emissieregistratie (ER) van ammoniak is het van belang dat over een paar jaar de Kyoto-afspraken vervallen. Bij de Kyoto-afspraken horen strenge voorwaarden voor het publiceren van historische reeksen van broeikasgassen. De eis van historische reeksen is voor MAMBO een probleem. Doordat MAMBO op detailniveau rekent, kan het berekenen van een historische reeks alleen tegen hoge kosten. Omdat NEMA rekent op nationaal en dus minder gedetailleerd niveau kan dat voor lagere kosten. De ER is daarom overgestapt naar het berekenen van de ammoniakemissie met NEMA. Echter, wanneer daarvoor een basissituatie zou worden gemaakt, kan MAMBO ook op nationaal niveau en tegen vergelijkbare kosten als NEMA rekenen.

De jaarlijkse rapportage van de nationale ammoniakemissie aan de EU doet Nederland middels de TIER3-benadering. Hier zijn geen historische reeksen aan verbonden. Er zijn aanbevelingen van een commissie, ingesteld door de EU, om de voorwaarden voor de TIER3-benadering aan te scherpen (Amon, 2011). Wanneer de EU deze voorstellen overneemt, dient de ammoniakemissie met een bottom-up benadering berekend te worden en vergezeld te gaan van een onzekerheidsanalyse en een historische reeks van reductiemaatregelen van de afgelopen vijf jaar. In dat geval komt MAMBO weer in beeld voor de berekening van de ammoniakemissie aangezien MAMBO de bottom-up berekening toepast en NEMA niet.

Afgezien van mogelijke Europese eisen aan de berekeningswijze heeft de bottom-up benadering als voordeel dat voor de Nederlandse situatie de berekende ammoniakemissie bij aanwenden lager uitkomt. Een nevenvoordeel is dat de dan berekende ammoniakemissie voor de ER weer consistent is met de berekende ammoniakemissie waar in de Evaluatie Meststoffenwet van wordt uitgegaan.

3.2.2 Effect

Voor het vaststellen van de effecten van landbouw op de natuur zijn meer verfijnde regionale beelden nodig van de productie, de opslag en de wijze en hoeveelheden van aanwending van mest. Op basis hiervan kunnen ruimtelijk gedetailleerde ammoniakemissies worden bepaald waarmee vervolgens de ammoniakdepositie kan worden berekend. Door de berekende ammoniakdepositie te vergelijken met de kritische drempelwaarde voor de depositie van ammoniak voor het betreffende natuurgebied kan vervolgens worden vastgesteld of extra emissiebeperkende maatregelen noodzakelijk zijn om de gewenste natuurkwaliteit te realiseren.

Door het vervallen van het Kyotoprotocol om de ammoniakemissie te berekenen, vormt het EU-protocol het nieuwe richtsnoer. Met MAMBO kan de ammoniakemissie nauwkeuriger worden berekend waardoor de berekende emissie lager is dan berekend met NEMA. Bij het niet halen van de reductiedoelstellingen kan dat van groot belang zijn.

3.2.3 Benodigde aanpassingen van het model

- Een verdere verfijning kan bereikt worden door de locatie van hoofd- en nevenvestigingen te onderscheiden. Op dit moment zijn er geen gegevens in MAMBO over de locatie waar de dieren daadwerkelijk aanwezig zijn. Een voorstel hierover wordt thans in samenwerking met Alterra (GIAB) opgesteld. Deze kan samen met de basisregistratie percelen, waarin de locatie van percelen per bedrijf worden vastgelegd, worden gekoppeld aan de Landbouwtelling en zodoende als basis dienen voor de locatie van dieren. Om dit te realiseren, dient de modelcode van MAMBO te worden aangepast.
- Ook het modelleren van het in- en uitscharen van vee zou een verdere ruimtelijke detaillering van de ammoniakdepositie kunnen geven. Met informatie over het in- en uitscharen van vee en de basisregistratie percelen kan de kwaliteit en de locatie van de berekende beweidingsemisatie verbeteren.
- De data-invoer zou verder verfijnd moeten worden met geografisch specifieke gegevens van gewassen voor de locatie van percelen.

3.3 Beleidsthema Mest en mineralen

3.3.1 Beleidscontext: verfijning mestbeleid en aanpak mestoverschot

Door strengere eisen vanuit de Europese Regelgeving om de nitraatrichtlijn en de benodigde waterkwaliteit voor de Kaderrichtlijn Water te realiseren, zal het mestbeleid steeds meer gedifferentieerd moeten worden om te voorkomen dat de lasten ten gevolge van het milieubeleid voor de landbouw zwaarder zijn dan nodig is. Zo is vanaf 2010 de gebruiksnorm voor fosfaat afhankelijk van de fosfaattoestand van de bodem. Een optie voor verdere verfijning is tevens om de gebruiksnorm afhankelijk te maken van de afvoer van mineralen met het gewas. Ook zijn er wellicht nog meer bodemkwaliteitskenmerken op basis waarvan de gebruiksnorm kan worden aangepast om zoveel mogelijk maatwerk te realiseren.

Op dit moment is er in de Nederlandse landbouw sprake van een mestoverschot. Er wordt meer mest geproduceerd dan men in de Nederlandse landbouw kwijt kan. Dit overschot zal naar verwachting de komende jaren alleen maar groter worden door een verdere aanscherping van de gebruiksnormen in 2013. Met het oog op het beheersbaar houden van de fraudedruk op het stelsel van gebruiksnormen heeft EZ samen met I&M, LTO en de NVV een visie ontwikkeld waarop dit mestprobleem zou moeten worden aangepakt (EL&I, 2011). Allereerst wil zij inzetten op verplichte mestverwerking voor een deel van de mest dat de ondernemer niet kwijt kan op het eigen bedrijf, ten tweede zet ze in op verlaging van het fosfaatgehalte in het voer en ten derde streeft ze naar het opwerken van dierlijke producten tot kunstmest waardoor deze producten niet langer de markt voor dierlijke mest belasten.

Daarnaast zal de veehouder streven naar een zo optimaal mogelijke benutting van de gebruiksruijme voor dierlijke mest om de afzetkosten voor mest zo laag mogelijk te houden. Eenvoudige mestscheiding in een dikke en een dunne fractie heeft tot gevolg dat deze gebruiksruijme vollediger kan worden benut. Daarom is de verwachting dat deze vorm van mestscheiding de komende jaren voor een aanzienlijk deel van de mest zal worden toegepast (De Koeijer *et al.*, 2011).

3.3.2 Effect

Door de toenemende hoeveelheid van te verwerken en exporteren mest en de noodzaak om de beschikbare plaatsingsruimte zo optimaal mogelijk te benutten, zal er in de praktijk naar verwachting een toenemende hoeveelheid mest worden gescheiden in een dikke en dunne fractie. Deze eenvoudige mestscheiding heeft effect op de berekening van de plaatsingsruimte voor mest en op de transportkosten van mest. Gezien de grote impact van deze mestscheiding op de te verwachten meststromen en de ontwikkelingen op de mestmarkt is aanpassing van MAMBO voor mestscheiding van groot belang.

De ontwikkeling van het voerspoor vergt geen aanpassing van MAMBO. Het betekent eenvoudigweg een andere hoeveelheid fosfaat in de excretie waardoor alleen deze normen in het model moeten worden aangepast.

Om te kunnen aansluiten bij de verdere verfijning van het mestbeleid zal MAMBO verder gedetailleerd moeten worden. Voor de relatie tussen de gebruiksnorm voor fosfaat en de fosfaattoestand van de bodem is dit zonder meer nodig omdat dit al vaststaand beleid is. Voor de relatie tussen de afvoer van mineralen met het gewas en de gebruiksnorm is dit (nog) niet noodzakelijk. Het kan wel interessant zijn omdat dit mogelijkheden biedt om deze beleidsoptie te evalueren op zijn doelmatigheid. Om eventueel meer regionaal gedifferentieerde gebruiksnormen te verfijnen, zijn geen aanpassingen nodig. Deze kunnen zo in het model worden opgenomen.

Benodigde aanpassingen van het model

- Het inbouwen van eenvoudige mestscheiding in MAMBO. Dit betekent zowel een aanpassing van de plaatsingsruimte op het eigen bedrijf en in de Nederlandse landbouw als een aanpassing van het transportmodel.
- Door het inbouwen van de fosfaattoestand van de bodem in het model is de basis voor bodemkwaliteitsdifferentiatie ingebouwd. Verdere bodemkwaliteitsdifferentiatie kan hierdoor relatief eenvoudig in het model worden opgenomen.
- Het inbouwen van een relatie tussen de afvoer van mineralen met het gewas en de gebruiksnormen.

3.3.3 Beleidscontext: mestinnovatie

Als gevolg van de strengere eisen aan de aanwending van mest wordt de plaatsingsruimte voor dierlijke mest kleiner. Zolang de mestproductie gelijk blijft terwijl de plaatsingsruimte afneemt zal het mestoverschot naar verwachting nog groter worden. Hierdoor zullen de afzetprijzen van mest stijgen waardoor de nadruk sterker op allerlei vormen van mestverwerking zal komen te liggen (De Koeijer *et al.*, 2011). Het gaat dan niet alleen om mestverwerking voor de export van mest maar steeds meer om vormen die gericht zijn op het vergroten van de acceptatiegraad van boeren met een tekort aan mest. Zo zal het belang van mestscheiding steeds belangrijker worden. Als er ook wordt toegestaan dat de gescheiden mest als kunstmestvervanger kan worden gebruikt, kan dit grote gevolgen hebben voor het mestoverschot en de ammoniakemissie.

3.3.4 Effect

In het model wordt mestverwerking nu meegenomen als een vaststaande afzetbron. De afzet naar de mestverwerking wordt bepaald aan de hand van de kosten van mestverwerking ten opzichte van de kosten van overige afzetmogelijkheden. Daarbij is de mestverwerkingscapaciteit aan een maximum gebonden. Bij toenemende afzet naar de grootschalige mestverwerking hoeft het model niet te worden aangepast dit kan eenvoudig worden meegenomen.

Indien mestverwerking in de vorm van mestscheiding op het eigen bedrijf steeds belangrijker wordt, zal dit in het model moeten worden meegenomen. Dit zal namelijk effect hebben op de plaatsingsruimte, mineralenstromen en het overschot en daarmee ook op de prijzen van zowel bewerkte als onbewerkte mestproducten. Juist ook voor evaluatie van de effecten van deze optie is modellering hiervan zeer relevant.

Benodigde aanpassing in het model

- De mogelijkheid van eenvoudige mestscheiding op het eigen bedrijf en de bijbehorende relatie met plaatsingsruimte en kosten voor distributie.
- Keuzemogelijkheid voor welke bewerkingstappen centraal versus decentraal moeten worden uitgevoerd
- Prijsmodule waarmee de effecten van verwerking op de prijsverhouding van onbewerkte mest en mestproducten kan worden berekend.

3.4 Beleidsthema Emissies

3.4.1 Beleidscontext

Emissies naar de bodem, het water en de lucht zijn een belangrijk beleidsthema. In feite is het relevant voor verschillende beleidsonderwerpen. Zo is de ammoniakdepositie van belang voor de kwaliteit van de natuur (zie paragraaf 3.2). Vanuit de Kaderrichtlijn Water en vanuit de nitraatrichtlijn is de emissie naar het grond- en oppervlaktewater via de emissie naar de bodem van belang. Door de verandering in het klimaat wordt de emissie van broeikasgassen een steeds belangrijker thema, terwijl vanuit de volksgezondheid de emissie van fijn stof actueel is.

3.4.2 Effect

Met name de onderwerpen klimaat en volksgezondheid zijn voor MAMBO relatief nieuwe terreinen. MAMBO kan deze echter in belangrijke mate voorzien van relevante informatie. De emissie van de broeikasgassen methaan, lachgas en CO₂ uit de landbouw kan MAMBO met behulp van de bijbehorende emissiefactoren op een laag aggregatieniveau doorrekenen. Dit is voor het eerst uitgevoerd voor de NEC-studie (Vrolijk *et al.*, 2009).

Voor de emissie naar het water is MAMBO met name belangrijk als dataleverancier aan STONE. Met STONE kunnen vervolgens de effecten van de door MAMBO berekende belasting van de bodem voor de kwaliteit van het grondwater en het oppervlaktewater worden bepaald.

3.4.3 Benodigde aanpassingen in het model

In het model zijn geen aanpassingen voor deze onderwerpen nodig.

3.5 Ontwikkelingen in de landbouw

Schaalvergroting

In de landbouw speelt een voortdurende tendens van schaalvergroting waarbij tegelijkertijd het aantal bedrijven daalt. De dieraantallen blijven min of meer gelijk door het dierrechtenstelsel en de melkquotering. Doordat het kabinet voornemens heeft om het dierrechtenstelsel af te schaffen in 2015 en daarnaast het EU-landbouwbeleid de melkquotering wil afschaffen, zou het aantal dieren na 2015 kunnen toenemen. Voorlopig is echter de verwachting dat het aantal varkens niet direct zal toenemen (Baltussen *et al.*, 2010). De melkproductie zou wel kunnen stijgen maar door een versterkte inzet van het voerspoor zou de fosfaatproductie gelijk kunnen blijven (Silvis *et al.*, 2009). Tegelijkertijd worden vanwege het nitraatbeleid de gebruiksnormen (die een grens stellen aan de omvang van de bemesting per gewas) tot 2013 verder aangescherpt.

Effect

De mogelijke ontwikkelingen in de landbouw maken de beschreven problematiek voor de ammoniakemissie (3.2) en de mestoverschotten (3.3) alleen maar groter. Voor MAMBO zijn de aanpassingen die hiermee samenhangen dan ook het belangrijkste en reeds beschreven. De veranderingen in de structuur van de landbouw brengen geen benodigde aanpassingen in het model met zich mee.

3.6 Positionering model nationaal en internationaal

MAMBO is nationaal en internationaal het enige economische model dat de productie van mest op nationaal niveau berekent op basis van individuele bedrijfsgegevens voor dieraantallen en diersoorten. Daarbij kan MAMBO tevens de distributie van mest binnen Nederland in beeld brengen. Ook daarin is het zowel nationaal als internationaal uniek. Binnen Nederland worden de ruimtelijk gedifferentieerde bemesting en ammoniakgegevens door andere modellen gebruikt om de ruimtelijk gedifferentieerde milieukwaliteit te bepalen (zie ook paragraaf 2.2).

Van recenter datum zijn de modellen MITERRA (Lesschen *et al.*, 2011; Van der Hilst *et al.*, 2012) en INITIATOR (Kros *et al.*, 2005; Kros *et al.*, 2011). Deze modellen berekenen eveneens de distributie van mest en ammoniak. Daarbij ligt het accent van beide modellen met name op milieukundige vraagstukken. Daarbij zijn de met MITERRA berekende resultaten van de distributie van stikstof, fosfaat en ammoniakemissie minder gedetailleerd doordat geen rekening is gehouden met acceptatiegraden van mest door akkerbouwers en de optimalisatie van de mestafzet op het eigen bedrijf. Initiator is een relatief simpel model dat de belangrijkste stikstof fluxen berekent op regionale schaal. Het model neemt de hoeveelheid stikstof uit mest en kunstmest mee, de stikstofdepositie, de opname door het gewas, de emissie van stikstofverbindingen en uit- en afspoeling.

3.7 Wetenschappelijke invalshoek: gedrag van de ondernemer

De kwaliteit van de modelresultaten valt of staat met de mate waarin het gedrag van de relevante actoren goed is meegenomen. Immers als gevolg van het gedrag van de ondernemer komt er een mestproductie tot stand en beslist hij wat er met deze mest wordt gedaan. Evenzo zijn er ondernemers met een tekort aan mest die vervolgens besluiten over de omvang en aanwending van de af te nemen mest. Het gedrag van de ondernemer kan nauwkeuriger worden gemodelleerd door meer bedrijfsspecifieke informatie te gebruiken, bijvoorbeeld uit het LMM (Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid).

Een verdere verfijning zou kunnen worden gerealiseerd door de koppeling van MAMBO met bedrijfseconomische modellen waarin de besluitvorming van de ondernemer centraal staat gegeven de specifieke kenmerken van het bedrijf en gegeven de geldende prijzen voor mestaanwending en afzet. Bij koppeling met een bedrijfseconomisch model kunnen effecten van prijsveranderingen op de mestmarkt worden geëvalueerd voor aanwending, afzet en zo mogelijk ook de productie van mest.

Beleid dat tot gevolg heeft dat prijzen van inputs of outputs wijzigen waardoor de productie en/of behoefte aan mest wijzigt, kunnen met MAMBO niet in beeld worden gebracht. Koppeling met het sectormodel DRAM maakt het mogelijk om deze effecten op aanbod en vraag naar mest wel in beeld te brengen op basis van aangepast dieraantallen en gewasarealen. MAMBO kan op basis van de uitkomsten van DRAM de benodigde aanpassingen in productiestructuur en prijzen aanbrengen en op basis van de koppeling met een bedrijfseconomische module de optimale mestaanwending en afzet bepalen.

3.8 Kwaliteit

Om het draagvlak van MAMBO te vergroten, is het van essentieel belang dat er vertrouwen is in de kwaliteit van MAMBO. Daarvoor is het van belang dat de kwaliteit van MAMBO continue beoordeeld wordt. Dit gebeurt intern bij het LEI door middel van modellen-audits en extern door bijvoorbeeld WOT Natuur & Milieu met modellen statuskwaliteit A en AA.

Als MAMBO voldoende kwaliteitskeurmerken heeft, kunnen gebruikers van MAMBO-uitkomsten er beter van op aan dat de modelresultaten ook kloppen binnen de aangegeven betrouwbaarheids-grenzen.

Om kwaliteitstatus A te verkrijgen (verkregen in 2010), zijn validatie- en gevoeligheidsanalyses uitgevoerd. Ook zijn er diverse wetenschappelijke publicaties verschenen. Echter, het aantal wetenschappelijke publicaties is niet erg groot. Ook de kwaliteitsborging kan nog beter door bijvoorbeeld het meer systematisch testen van een aantal kritieke modelparameters.

4 Strategisch plan

4.1 Visie op de ontwikkelrichting

De ontwikkelrichting van MAMBO wordt met name bepaald door de wensen van de opdrachtgevers en financiers van MAMBO. Hun wensen komen voort uit de informatiebehoefte die zij nodig hebben om een effectief en efficiënt beleid op het gebied van mest & mineralen te realiseren. Echter, ook de gebieden water, natuur en klimaat zijn relevant aangezien MAMBO vanuit haar doelstelling, het ondersteunen van het mest en mineralenbeleid, ook relevante input kan leveren voor deze thema's.

In feite hoeven er qua ontwikkelingsrichting van MAMBO geen belangrijke keuzes gemaakt te worden voor de hier genoemde beleidsonderwerpen. De benodigde berekeningen en uitgangspunten zijn gelijk en er zijn geen grote aanpassingen noodzakelijk om al deze onderwerpen te kunnen bedienen.

De belangrijkste conclusies uit hoofdstuk 3 zijn: 1) dat MAMBO tot op heden voornamelijk voor onderwerpen voor mest en mineralen wordt ingezet (zie ook bijlage 5.3) en 2) dat het model vanwege zijn gedetailleerdheid erg groot is en dat het gebruik daarom relatief duur is als slechts een eenvoudige berekening op nationaal niveau benodigd is.

Indien het model door meer doelgroepen zou worden ingezet, zou dit de kosten voor onderhoud en beheer en verdere ontwikkeling van het model niet minder maken, maar wel kunnen spreiden over een groter aantal toepassingen. Vanwege de grote aandacht om de doelstellingen van de KRW te realiseren, zou MAMBO met name hier aandacht aan moeten besteden. Het grote voordeel van MAMBO is dat het op nationaal niveau maar wel ruimtelijk specifiek de bodembelasting met mineralen in kaart kan brengen op basis waarvan de waterkwaliteit met STONE kan worden bepaald.

Afgezien van de wenselijkheid voor bredere toepassing van het model zijn er twee belangrijke aspecten waarvoor MAMBO op korte termijn inhoudelijk aanpassing behoeft. Tijdens een in 2011, gehouden workshop met gebruikers werden genoemd:

1. Het inbouwen van hoofd- en nevenvestigingen zodat MAMBO zowel de mineralenstromen als de ruimtelijk specifieke bepaling van de ammoniakemissie beter kan berekenen.
2. Het inbrengen van eenvoudige mestscheiding. Vanwege de te verwachten toename van de toepassing van eenvoudige mestscheiding (paragraaf 3.3) is het inbouwen hiervan in MAMBO van groot belang om de meststromen en de bijbehorende bodembelasting en ammoniakemissie blijvend goed in beeld te kunnen brengen.

4.2 Communicatie

De communicatie naar stakeholders dient verbeterd te worden met als doel dat alle stakeholders geïnformeerd zijn en blijven. MAMBO kent veel stakeholders, zoals opdrachtgevers, MAMBO resultaatgebruikers, dataleveranciers, wetenschappers werkzaam rond mest en mineralen, het maatschappelijk middenveld, en beleidsmakers. Bijlage 5.1 geeft een schets van de voor MAMBO relevante stakeholders.

Een belangrijk contactpunt tussen de opdrachtgevers onderling, modelresultaatgebruikers en het MAMBO-team is de stuurgroep (bijlage 5.2). De Stuurgroep MAMBO is een tijdje minder bij elkaar geweest maar komt sinds najaar 2010 weer meer actief bijeen. In deze stuurgroep zitten met name vertegenwoordigers van de traditionele aandachtsgebieden van MAMBO en niet zozeer met voor

MAMBO mogelijk nieuwe gebruikers voor de beleidsthema's water, natuur en klimaat. Het accent zal gelegd worden op contact zoeken met deze nieuwe gebruikers.

Er is mogelijk behoefte aan een soort nieuwsbrief. Deze zou een goede basis kunnen vormen om stakeholders te informeren en ook om nieuwe stakeholders te interesseren. Een opzet kan gemaakt worden voor een tweejaarlijkse versie. De stakeholders zullen gevraagd worden naar hun mening over de opzet van de nieuwsbrief om zo de inhoud te verbeteren en beter aan te sluiten op de wensen van de stakeholders. Daarnaast kan het regelmatig publiceren van resultaten in vakbladen een goede manier zijn om een bredere groep van stakeholders te informeren en te interesseren.

Een belangrijk medium voor kennisoverdracht is de internetsite met belangrijke achtergrond-documenten en onderzoeksrapporten. MAMBO heeft een plek op de website van het mest- en mineralendossier van het LEI:

<http://www.lei.wur.nl/NL/onderzoek/Onderzoeksthema/Mest+mineralen+en+ammoniakemissie/>.

Deze site kan verder verbeterd worden om de positionering van MAMBO te versterken.

4.3 Wetenschappelijke kwaliteit

Naast de in 2010 verkregen kwaliteitstatus van de WOT Natuur & Milieu is het model ook opgenomen in het kwaliteitsborgingsysteem van het LEI. Sinds 2008 zijn de LEI-modellen opgenomen in het kwaliteitshandboek van het LEI. Modelkwaliteit is daarmee een expliciet thema geworden in de kwaliteitsaudit en de toekenning van het ISO-kwaliteitscertificaat. Dit schept verplichtingen rond de kwaliteit van modellen en de inspanningen om de kwaliteit op niveau te brengen en in stand te houden. In juni 2010 heeft er een vervolgaudit plaatsgevonden. In 2013 volgt een nieuwe audit.

Voor de kwaliteitsborging is MAMBO 2.0 ondergebracht onder een modelarchitectuur ontwikkeld op het LEI dat kwaliteitsborging ten doel heeft (Quality Based generic GAMS Modelling: QBGM zie bijlage 2.2 en 2.4). Door de toepassing van QBGM wordt bij de aanpassing van het model naar een andere versie automatisch een aantal kwaliteitscontroles uitgevoerd waarbij expliciet aandacht wordt besteed aan de ontwikkeling en vervolgens het testen van de rekenregels waarbij tevens is voorzien in gevoeligheidsanalyses en het accorderen van de nieuwe modelversie. Daarbij worden de stuurvariabelen op validiteit gecontroleerd.

Daarnaast is binnen het LEI een selectie gemaakt van modellen die belangrijk zijn voor het LEI. MAMBO behoort tot deze selectie. Dit resulteert in een duidelijk commitment van het LEI voor het model MAMBO. De herindeling van de activiteiten van het LEI in werkvelden heeft ervoor gezorgd dat de beschikbare kennis rond milieu in het algemeen en mest en mineralen in het bijzonder dichter bij elkaar komt. Dit biedt mogelijkheden voor de vergroting van het interne draagvlak voor het model en een verdere verwetenschappelijking van het milieubeleid binnen LEI. Bij het gebruik van nieuwe wetenschappelijke inzichten in het model zal de wetenschappelijke kwaliteit daarvan tevens worden geborgd via een beschrijving in een gereviewed artikel.

De nieuwe indeling in werkvelden heeft er ook voor gezorgd dat de modellen binnen het micro-economische modelinstrumentarium nauwer kunnen aansluiten bij MAMBO zodat ook het gedrag van de ondernemer beter kan worden meegenomen. Op dit moment loopt er een project om het bestaande micro-economisch modelinstrumentarium uit te breiden met de modellering van het besluitvormingsproces van de ondernemer in aansluiting op zowel het bestaande FES-model die de financieel economische effecten van een beleidsverandering kan simuleren. Koppeling met MAMBO biedt belangrijke voordelen voor het evalueren van beleidsopties voor de meststromen.

4.4 Verlagen drempels gebruik en onderhoud en beheer

Zoals in paragraaf 4.1 is aangegeven, kan de inzet van MAMBO voor bepaalde vraagstukken te duur zijn omdat feitelijk een minder gedetailleerd beeld nodig is. Dit heeft er toe geleid dat vanuit de Emissieregistratie voor de jaarlijkse bepaling van de nationale ammoniakdepositie MAMBO niet meer wordt gebruikt. Dit heeft direct tot gevolg dat andere gebruikers van MAMBO voor extra kosten komen te staan omdat deze over minder verschillende gebruikers kunnen worden verdeeld. In de stuurgroep MAMBO d.d. 10 maart 2011 is vastgesteld dat dit geen gewenste situatie is omdat zo niet optimaal gebruik wordt gemaakt van het beschikbaar instrumentarium. Een oplossing is dat MAMBO jaarlijks een standaardrun draait waar alle klanten gebruik van kunnen maken en waardoor specifieke toepassing goedkoper kunnen worden uitgevoerd. Dit heeft tevens als voordeel dat in de verschillende onderzoeksvelden steeds gewerkt wordt met dezelfde basisgegevens waardoor resultaten van verschillende projecten beter op elkaar aansluiten. Ook is het daarmee mogelijk om makkelijker nieuwe klanten te interesseren voor het project. Ten slotte biedt een jaarlijks terugkerende run een beter continuïteitperspectief op basis waarvan het model en de structuur daaromheen sterk verbeterd kunnen worden. Dit is belangrijk aangezien het LEI zelf geen middelen heeft voor werkzaamheden aan het model. Wel wordt de audit van het model uit de eigen middelen betaald.

Voor een jaarlijks terugkerende run en de benodigde organisatiestructuur voor het beheer en onderhoud van MAMBO zijn de volgende elementen van belang :

Voor de jaarlijkse basis-run (gebaseerd op de uitgangspunten voor de ER)

- | | |
|--|----------|
| · Plan van aanpak en projectleiding | 10 dagen |
| · Basis uitgangspunten | 40 |
| o Aanpassingen indelingen gewasgroepen, diercategorieën etc. | |
| o Aanpassingen MAMBO aan veranderingen beschikbare gegevens in bestaande databronnen | |
| o Identificeren andere databronnen | |
| · Invoer data klaarmaken | 10 |
| · Run MAMBO | 5 |
| · Controle van resultaten | 10 |
| · Interne documentatie | 10 |
|
 | |
| · Eens per vier jaar update staltypen | 25 |

Voor de organisatiestructuur

- | | |
|---|----|
| · Interne coördinatie MAMBO-projecten | 10 |
| o Teamoverleg en voorbereiding | |
| · Externe coördinatie en afstemming | 10 |
| o Stuurgroepoverleg voorbereiding | |
| · Verbreden draagvlak MAMBO | 15 |
| o Resultaten in vakbladen en wetenschappelijke bladen | |
| o Website | |
| o Verbreding gebruikersgroep en | |
| o Ontwikkelen nieuwe ideeën | |

Voor beheer en onderhoud van het model

- | | |
|---|----|
| · Plan van Aanpak en projectleiding | 5 |
| · Verbeteren werkprocessen en klein onderhoud | 20 |
| o Inleesprocedures automatiseren | |
| o Kwaliteitsmanagement modelcode | |

- o Output automatiseren
- o Data management handleiding
- o Scenario analyse handleiding
- o MAMBO maintenance handbook
- Kwaliteitsbeheer 10
 - o Beschikbaarheid server
 - o Update software
 - o Beheer modelversies en scenario's
 - o Maken van back-ups
- **Totaal:** 155 dagen
- **Eens per vier jaar Totaal:** 180 dagen

Op basis van deze elementen wordt een structuur voorzien die kan helpen om MAMBO voor een bredere doelgroep inzetbaar te maken. Dit kan doordat de inzet van MAMBO per toepassing goedkoper kan worden uitgevoerd, het model up-to-date is, er een aanspreekpunt en bijbehorend team is en de informatievoorziening over MAMBO verbeterd wordt. Tegelijkertijd wordt zo bevorderd dat de verschillende onderzoeksprojecten op het gebied van mest en ammoniak zijn gebaseerd op dezelfde databronnen.

Literatuur

- Amon, B., (2011). Current practices and recent future developments in international inventory approaches; International expert workshop Ammonia Emissions from animal husbandry in Europe, 9-10 november 2011, Bonn, pers. comm.
- Baltussen, W.M.H., C.J.A.M. de Bont, A. van den Ham, P.L.M. van Horne, R. Hoste en H.H. Luesink, (2010). Gevolgen van het afschaffen van dierrechten. Rapport 2010-048. Den Haag: LEI.
- EL&I, (2011). Toekomstig mestbeleid, Brief aan de voorzitter van de Tweede Kamer dd. 28 september 2011, ref. 230297.
- Hilst, van der, F., J.P. Lesschen, J.M.C. van Dam, M. Riksen, P.A. Verweij, J.P.M. Sanders, A.P.C. Faaij, (2012). Spatial variation of environmental impacts of regional biomass chains. *Renewable and sustainable energy reviews*, 16(4): 2053-2069.
- Koeijer, T.J. de, M.W. Hoogeveen en H.H. Luesink, (2011). Synthese monitoring mestmarkt 2006-2010, WOt-rapport 116, WOt Natuur en Milieu, Wageningen UR.
- Kros, H., W.d. Vries, D.A. Oudendag & M.G.A.v. Leeuwen, (2005). Plausibility of an integrated national model for the evaluation of mitigation options on agricultural nitrogen losses. 3rd international nitrogen conference; contributed papers: Nanjing (China), October 12-16, 2004, Science Press, Monmouth Junction NJ (USA), 848-858.
- Kros, J., K.F.A. Frumau, A. Hensen & W. De Vries, (2011). Integrated analysis of the effects of agricultural management on nitrogen fluxes at landscape scale. *Environmental Pollution*.
- Kruseman, G., P.W. Blokland, F. Bouma, H.H. Luesink and H.C.J. Vrolijk, (2008a). Micro-simulation as a tool to assess policy concerning non-point source pollution: the case of ammonia in Dutch agriculture. In: proceedings of the 107 th EAAE Seminar "Modelling of agricultural and rural development policies", Luxembourg: Office for official Publications of the European Communities.
- Kruseman, G., P.W. Blokland, H.H. Luesink and H.C.J. Vrolijk, (2008b). Ex-ante evaluation of tightening environmental policy: the case of mineral use in Dutch agriculture. In: proceedings of the 12 th EAAE congress, Ghent Belgium.
- Kruseman, G., (2008c). Technical documentation version 1, Den Haag, LEI, Interne nota.
- Kruseman, G., (2012) in prep. Technical documentation version 2, Den Haag, LEI, Interne nota.
- Kruseman G., (2010). QBGM user guide with QBGM version 3.0 Available in the documentation repository of QBGM folder and under SVN.
- Kruseman, G., H.H. Luesink, P.W. Blokland, M. Hoogeveen & T.J de Koeijer (2012a). MAMBO 2.x: Design principles, model structure and data use. WOt-werkdocument 307. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen.
- Kruseman, G., H.H. Luesink, M.W. Hoogeveen, P.W. Blokland, (2012b) in prep. MAMBO-TAN, Den Haag, LEI, Interne nota.
- Lesschen, J.P., M. van den Berg, H.J. Westhoek, H.P. Witzke and O. Oenema, (2011). Greenhouse gas emission profiles of European livestock sectors. *Animal Feed Science & Technology*, 166: 16-28.

- Luesink, H.H., H. van Kernebeek, G. Kruseman C.H.J. Vrolijk, (2012). Vergelijking modelresultaten MAMBO over mest op mestmarkt met registraties van LNV-DR, LEI Wageningen UR. Den Haag, Concept-rapport.
- Oenema, O., (2008). Review Mest- en Ammoniak Model voor Beleidsondersteuning MAMBO, Wageningen Commissie van Deskundigen Meststoffenwet.
- Reidy, B., U. Dammgen, H. Dohler, B. Eurich-Menden, F.K. van Evert, N.J. Hutchings, H.H. Luesink, H. Menzi, T.H. Misselbrook, G.J. Monteny and J. Webb, (2006). In Proceedings Workshop on Agricultural Air Quality: State of the Science. Bolger Conference Center, Potomac Md, USA, 2006, P 1033-1035.
- Reidy, B., J. Webb, G.J. Monteny, T.H. Misselbrook, H. Menzi, H.H. Luesink, N.J. Hutchings, B. Eurich-Menden, H. Dohloer and U. Dammgen, (2009). Comparison of models used for national Agricultural ammonia emission inventories in Europe: litter-based manure systems, Atmospheric Environment (2009), Volume 43, pages 1632-1640.
- Silvis, H.J., C.J.A.M. de Bont, J.F.M. Helming, M.G.A. van Leeuwen, F.Bunte en J.C.M. van Meijl, (2009). De agrarische sector in Nederland naar 2010; perspectieven en onzekerheden. Rapport 2009-021. Den Haag: LEI.
- Soboh., R and G. Kruseman (2011). Verification and Validation of the Manure Distribution Simulation Model; Testing differences of MAMBO simulation outcomes with real data from FADN and the Regulatory Agency. LEI Wageningen UR. Den Haag, Conceptreport.
- Velthof, G.L., C. van Bruggen, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen en J.F.M. Huijsmans, (2009). Methodiek voor berekening van ammoniakemissie uit de landbouw in Nederland, WOT Natuur en Milieu rapport no. 70, Wageningen, WOT Natuur en Milieu.
- Verdouw, C.N. en H.H. Luesink, (2004). De toekomst van het Mest- en ammoniakmodel (MAM), Nota 0402, LEI, Den Haag.
- Vrolijk H.C.J., P.W. Blokland, F. Bouma, W. Dol, H. Luesink, G. Kruseman and L. Mokveld, (2009). MAMBO: Design principles, model structure and data use, interne nota LEI, The Hague.
- Vrolijk H, J. Helming, H. Luesink, P.W. Blokland, D. Oudendag, M. Hoogeveen, H. van Oostenbrugge en J. Smit, (2009). Nationale emissieplafonds 2020; impact op de Nederlandse landbouw en visserij. LEI, Den Haag, Rapport 2008-069 2009.

Bijlage 1 Geschiedenis van MAMBO

Het eerste model dat de technische en economische aspecten van de productie en distributie van mest berekende werd al in 1982 ontwikkeld door LEI Wageningen UR. Eind jaren tachtig werd een ammoniakemissiemodel ontwikkeld, tegelijkertijd met een nieuw mestmodel. Later zijn deze twee modellen bij elkaar gevoegd, waardoor het eerste mest en ammoniak model ontstond: *MestAmm*.

In 1996 begon het LEI met de bouw van de tweede generatie van het mest en ammoniak model, genaamd MAM. In 1998 was het model klaar. MAM heeft tot 2008 dienst gedaan. In 2004 is begonnen met de ontwikkeling van MAMBO. MAMBO is ontworpen om met het stelsel van gebruiksnormen te rekenen. Daarnaast is het model in staat om op laag aggregatieniveau (gemeente) de mestproductie en emissies te berekenen. Tot op heden is de ontwikkeling van MAMBO gaande om steeds aan de veranderende omstandigheden in het beleid en de praktijk te kunnen voldoen. Vanaf medio 2007 is er met MAMBO gerekend om de mestmarkt te monitoren en om emissies te berekenen. In voorjaar 2008 is de MAMBO 1.0 officieel van start gegaan en vanaf dat moment onderhevig aan reviews en audits.

De sindsdien opgetreden veranderingen in de subversies tussen 1.0 en 1.9 behelsden vooral:

- onvolkomenheden in de code (Bug fixes);
- kwaliteitstoevoegingen in de vorm van tests;
- de mogelijkheid om MAMBO te koppelen met DRAM uitkomsten
- berekenen van de lachgasemissies methaan, lachgas en NOx
- veranderingen in uitvoer van gegevens voor opdrachtgevers.

De overstap naar een volgende subversie gebeurt als er veranderingen plaatsvinden in de code die niet fundamenteel zijn van aard ten aanzien van hoe MAMBO rekent of hoe MAMBO gestructureerd is.

De overstap naar een volgende versie MAMBO (zoals bijv. 2.0) gebeurt wanneer er fundamentele veranderingen in modelarchitectuur, modelstructuur en/of rekenregels plaatsvinden. Deze overstap is in 2010 gemaakt bij de invoering van TAN-berekening en het rekenen met de aan de fosfaattoestand van de bodem gebonden gebruiksnormen.

Bijlage 2 Technische stand van zaken

B2.1 Meerwaarde van MAMBO

Volgende specifieke modelkenmerken van MAMBO heeft te maken met technische modelkwaliteit.

1. Volledige scheiding van modelcode, basisdata en sturingsvariabelen.
2. Expliciete vastlegging van alle uitgangspunten in elke berekening met MAMBO. Modelresultaten zijn altijd reproduceerbaar.
3. Gebruik van generieke structuren zodat verandering over de tijd zo veel mogelijk als dataveranderingen kunnen worden beschouwd.
4. Heuristische datacontrole. Er zijn een groot aantal controles binnen MAMBO op juistheid van berekeningen en juistheid van invoerdata. Als externe controles een nieuw probleem aan het licht brengt wordt de externe controle binnen het raamwerk van MAMBO op generieke wijze geïnternaliseerd, zodat de controle standaard wordt uitgevoerd.
5. De modulaire structuur van MAMBO biedt de mogelijkheid nieuwe modules toe te voegen.
6. De mogelijkheid om MAMBO te laten communiceren met andere modellen, met minimale technische voorwaarden vooraf.

MAMBO is een voorlopermodel geweest op het gebied van verbeterde modelarchitectuur ten behoeve van kwaliteitsborging van data en modelcode. De ambitieuze uitgangspunten waarmee MAMBO gebouwd is, zijn grotendeels gerealiseerd. Voortschrijdend inzicht in de verbeterde modelarchitectuur, vooral door het KB-project model- en datakwaliteit uit 2008, betekent dat er voor MAMBO een aantal verbeterpunten zijn waardoor de modelarchitectuur nog beter kan. Deze modelaanpak staat binnen het LEI bekend als QBGM.

B2.2 QBGM

In 2008 is een begin gemaakt om een modelarchitectuur te ontwikkelen gebruikmakend van GAMS die de strengste eisen aan technische kwaliteitsborging zou vergemakkelijken. Deze aanpak genaamd Quality Based Generic GAMS modeling (QBGM) (Kruseman, 2010) is als eerste toegepast op MAMBO 2.0.

De uitgangspunten van QBGM zijn:

- transparantie van modelopbouw en code;
- volledige scheiding in drie afzonderlijke delen van modelcode, data en toepassingsaansturing;
- scheiding van modelfasering in ontwikkeling, testen, accorderen en productie (OTAP);
- gebruik van generieke procedures die modeloverstijgend zijn, en een aparte kwaliteitscontrole kunnen doorlopen zodat het eigenlijke model geconcentreerd is rond de eigenlijke rekenregels.

B2.3 MAMBO van 1.x naar 2.0

In 2010 is MAMBO overgegaan van versie 1.9 naar versie 2.0. Deze overstap in hoofdversienummer is ingegeven door een aantal overwegingen die deels voorkomen uit de conclusies van diverse reviews en deels voortkomen uit voortschrijdend wetenschappelijk inzicht zowel binnen het domein als vanuit oogpunt van softwareontwikkeling, kwaliteitsborging, modellering en simulatie.

1. Er is behoefte aan een aanpassing van de modelarchitectuur om een betere technische kwaliteitsborging te garanderen. De aanpassing van modelarchitectuur is gedaan volgens het protocol van QBGM. Hierbij staan de volgende aspecten centraal:
 - a. volledige scheiding van modelcode, modelaansturing en data;
 - b. verder transparant maken van de modelstructuur;
 - c. vergemakkelijken van testen en controles;
 - d. MAMBO onder extern versiebeheersysteem brengen.
2. Er worden een paar modelaanpassingen geïmplementeerd die door het hele model heen consequenties hadden:
 - a. rekenen met TAN in plaats van N-totaal;
 - b. gebruiksnormen gekoppeld aan fosfaattoestand van de bodem;
 - c. internaliseren van conversie-tools ten behoeve van STONE;
 - d. berekenen van ammoniakemissie stal en opslag op 500*500 m.
3. Inbouwen van de mogelijkheid om met verschillende modelvarianten te werken:
 - a. backwards compatibility met MAMBO 1.x;
 - b. speciale modeltoepassingen binnen het raamwerk brengen, bijvoorbeeld validatie;
 - c. mogelijkheid scheppen voor alternatieve rekenmethodieken buiten het standaardmodel om (onder meer voor promotie-onderzoeksdoeleinden);
 - d. ruimte bieden voor meer interactie met andere stakeholders.

B2.4 MAMBO en QBGM

B2.4.1 Modelversies en -varianten binnen versies

QBGM veronderstelt dat een model een versie heeft en binnen die versie één of meerdere varianten. MAMBO heeft een modelversie 1.9 die voor gepubliceerde toepassingen is gebruikt en een versie 2.0 die in de laatste fase van testen is met betrekking tot vernieuwingen van rekenregels. Op dit moment bestaat onder MAMBO 2.0 een modelvariant die wat rekenregels betreft identiek is aan MAMBO 1.9 en dezelfde data kan gebruiken als modeltoepassingen waarvoor MAMBO 1.0 t/m 1.9 zijn gebruikt. Daarnaast is er een variant in ontwikkeling die kan rekenen met TAN.

Een variant geeft aan welke modules gebruikt dienen te worden en de volgorde waarin de relevante modules gedraaid worden. Van elke module wordt aangegeven welke versie van die module het betreft.

B2.4.2 Modelspecifieke informatie

De modelspecifieke informatie betreft een tweetal lijsten. De eerste lijst omhelst de beschrijving van alle indices, parameters, coëfficiënten en variabelen die MAMBO kent met daarbij waar relevant de grootheden waarin ze gedefinieerd zijn, de dimensies waarover parameters, coëfficiënten en variabelen geïndexeerd zijn, en hun beschrijving.

De tweede lijst omvat alle stuurvariabelen die MAMBO kent waarbij voor elke stuurvariabele behalve een omschrijving ook gedetailleerd wordt aangegeven welke waardes ze aan kunnen nemen. Binnen QBGM worden stuurvariabele instellingen op validiteit gecontroleerd.

B2.4.3 Modules

Elke deel van MAMBO (zie B2.4) bestaat uit één of meerdere modules. Een module heeft een versie en is een klein model binnen de modulaire structuur. Elke module heeft een versienummer en aan dat versienummer is de modulespecifieke informatie gekoppeld.

Op moduleniveau kent QBGM en dus MAMBO een lijst met alle indices, parameters, coëfficiënten en variabelen die de module gebruikt. Daarbij is aangegeven of deze informatie exogeen is aan de module waarbij een onderscheid gemaakt wordt in data die te allen tijde exogeen of endogeen is binnen het raamwerk van MAMBO, of dat het data betreft die in sommige gevallen exogeen en in sommige gevallen endogeen is. Daarnaast wordt aangegeven welke data endogeen is aan de module, waarbij een onderscheid gemaakt wordt tussen enerzijds indices, parameters en variabelen die in een later stadium verder gebruikt worden in MAMBO of bedoeld zijn voor toepassing- of testrapportage en anderzijds indices, parameters en variabelen die louter intern in de module worden gebruikt om de berekeningen te faciliteren.

Daarnaast kent QBGM en dus MAMBO een lijst met alle stuurvariabelen die de module gebruikt. Deze twee lijsten worden door QBGM vergeleken met de corresponderende modelniveau-lijsten.

Op moduleniveau is er ook een lijst met componenten met hun versienummer waaruit de module bestaat. Een component is een afgebakende hoeveelheid rekenregels. Elke component heeft een versienummer. De lijst met componenten bevat bovendien informatie voor de condities waaraan voldaan moet zijn om de component te gebruiken binnen de module. De notatie van de condities volgt de notatie van formele logica waardoor het helder en transparant is. QBGM vertaalt deze notatie in regels van de programmeertaal GAMS.

B2.5 Benodigde expertise

Binnen het LEI is er een MAMBO-team waarin verschillende expertises zijn vertegenwoordigd.

De benodigde expertises bestaan uit:

- 1) *Domeinkennis*: een goede kennis van de wetenschappelijke ontwikkelingen op het gebied van mest, mineralen en emissies, een goede kennis van beleidsontwikkelingen op het gebied van mest, mineralen en emissies en een goede kennis van de ontwikkelingen in de praktijk.
- 2) *Modelapplicatie*: Kennis van het model zelf om het model te runnen en onderhoud of aanpassingen te plegen. Het kunnen runnen van een model en het kunnen aanpassen van het model liggen dicht tegen elkaar aan, omdat er tijdens een run parameters en/of instellingen gewijzigd dienen te worden. Tevens heeft de modelgebruiker kennis nodig om de exogene input van het model te vertalen in modelinput. Bijvoorbeeld: de WUM-mineralengehalten worden vertaald van kg mineraal per tijdvak, naar kg mineraal per kg mest onderscheiden naar zomer en winter.
- 3) *Modelontwikkeling*: een algemeen modelleur is benodigd die het gehele model kan doorgronden. Dit is in het geval van MAMBO de modelbouwer. De modelbouwer is verantwoordelijk voor grote veranderingen in het model. Dit kan zowel op het gebied zijn van data-invoer als de rekenregels. De modelbouwer wordt dus niet bij de uitvoering van de verschillende projecten betrokken.

De expertises van de verschillende personen binnen het team overlappen elkaar deels zodat binnen het team risico's door plotselinge afwezigheid van teamleden kunnen worden opgevangen en het team flexibel kan worden ingezet. Tegelijkertijd is op deze wijze ook de continuïteit van de kennis en expertise rond MAMBO gewaarborgd.

Stuurgroep MAMBO

De stuurgroep MAMBO richt zich op de sturing van de ontwikkeling en het gebruik van MAMBO. Zij heeft daarbij een adviserende taak voor zover zij geen opdrachtgever zijn en kunnen via hun advies de opdrachtgever die eveneens in de stuurgroep is opgenomen, sturen.

De stuurgroep bestaat uit vertegenwoordigers van de organisaties: PBL, CDM, Cluster Mest & Mineralen, LEI en EZ. De stuurgroep bestaat dus uit zowel financiers als adviserende partijen.

De rol van de stuurgroep omvat:

- informatieoverdracht;
- regelen van budgetten /financiering;
- besluiten over en prioriteren van ontwikkelingen;
- besluiten over jaarlijks onderhoud en beheer;
- accorderen modelversies;
- voortgangscntrole;
- uitdragen en bijdragen aan vergroten draagvlak.

Bijlage 3 Data in MAMBO

B3.1 Kwaliteitsborging

Data zijn cruciaal voor elk model, zo ook voor MAMBO. De data van MAMBO zijn afkomstig van allerlei bronnen en de data moet regelmatig bij gewerkt worden als er nieuwe data beschikbaar is of wanneer er veranderingen zijn in beleid. Voor databeheer geldt momenteel een serie protocollen voor elk blok gegevens. De protocollen zorgen voor kwaliteitsborging.

B3.2 Databeheer los van modelapplicatie

Het voorbereiden van nieuwe data gebeurt veelal los van een specifieke modelapplicatie, aangezien de data voor meerdere modelapplicaties gebruikt zal worden. Dit databeheer behelst de volgende componenten:

- aanmaken van nieuwe classificaties voor bestaande indices, bijvoorbeeld nieuwe staltypen, mestsoorten of diersoorten naar gelang deze van belang zijn voor het beleid;
- aanmaken van nieuwe data files voor een nieuw jaar wanneer er nieuwe data beschikbaar zijn, of het aanmaken van een nieuwe data versie als er in de gegevens veranderingen hebben plaatsgevonden.

B3.3 Databeheer voor modelapplicatie

Het voorbereiden van de data voor een modelapplicatie bestaat uit een paar stappen:

- vaststellen van de uitgangspunten in termen van stuurvariabelen;
- vaststellen van de te gebruiken gegevens (classificaties, data versies).

Bijlage 4 Audits en reviews

B4.1 Kwaliteitstatus A WOT N&M en LEI modellen audits

In het voorjaar van 2008 is een review uitgevoerd door de CDM. De bevindingen zijn vastgelegd in een rapportage aan de opdrachtgevers. Naar aanleiding van deze rapportage hebben de betrokkenen rond het model een reactie opgesteld. Alhoewel in deze reactie een aantal aspecten van de review nadrukkelijk worden weerlegd, is het MAMBO-team serieus met de aanbevelingen aan de slag gegaan (zie B4.3). MAMBO heeft mede hierdoor in 2010 de kwaliteitstatus A verkregen via de WOT Natuur & Milieu. MAMBO voldoet daarmee aan de eisen die gesteld worden aan de openheid en duidelijkheid in de gebruikte procedures, de documentatie en theoretische onderbouwing van die procedures, de verificatie van de code daarvoor en de validatie van het model voor het gestelde doel. Daarnaast vereist status A versiebeheer en procedures rondom aanpassingen aan de code en de daarvoor vereiste toetsen.

De audit van MAMBO voor kwaliteitstatus A wordt eens in de vijf jaar uitgevoerd door de WOT Natuur & Milieu.

Op het LEI worden modellen regelmatig onderworpen aan audits voor het ISO-protocol model-kwaliteit. MAMBO is een prioritair model binnen het LEI en de kwaliteit wordt derhalve streng bewaakt. Vanuit dat kader zal er in 2012 een audit van MAMBO plaatsvinden.

B4.2 Review Commissie van Deskundigen Meststoffenwet, 2008

Begin 2008, op verzoek van het toenmalige ministerie van LNV (nu onderdeel van EZ) en het toenmalig Milieu en Natuurplanbureau (MNP; nu opgegaan in het PBL) heeft een ad-hoc-werkgroep van de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM) MAMBO gereviewd. De review heeft plaats gevonden aan de hand van 22 vragen rond twee thema's, te weten:

- 1 wetenschappelijke kwaliteit; en
- 2 documentatie, transparantie en toegankelijkheid.

De hoofdvragen van de review waren:

- 1 Is MAMBO gebaseerd op wetenschappelijk gegronde, "state-of-the-art" methoden en informatie?
- 2 Zijn resultaten van MAMBO betrouwbaar en passend bij de vraagstellingen van het onderzoek dat door MNP en de ministeries van LNV en VROM wordt gevraagd.

De CDM heeft ten aanzien van MAMBO bij de review de onderstaande aanbevelingen cq adviezen uitgebracht (Oenema, 2008; management samenvatting pg 6):

1. Om de plausibiliteit en betrouwbaarheid van MAMBO te kunnen duiden (expliciteren), dienen op korte termijn systematische kalibratie- en validatiestudies, en gedegen gevoeligheid- en onzekerheidsanalyses uitgevoerd te worden.
2. Om de transparantie met betrekking tot de aannames en bewerkingen van de invoergegevens te vergroten, is het nodig dat op korte termijn de technische documentatie over MAMBO wordt gecomplementeerd.
3. Om de wetenschappelijke status van MAMBO te bestendigen, is het nodig dat op korte termijn het model in internationale peer-reviewed wetenschappelijke tijdschriften wordt beschreven.
4. Om het draagvlak voor MAMBO bij gebruikers te vergroten, dienen gebruikers, (mede)financiers en deskundigen van andere instellingen op het gebied van nutriëntenstromen in de landbouw sterker bij de ontwikkeling, organisatie, en uitvoering te worden betrokken. De rollen en verantwoordelijkheden van opdrachtgever(s), financier(s), modelontwikkelaars, gebruikers dient daarbij helder te zijn beschreven. De wensen van de gebruikers en de voortgang van de werkzaamheden dienen geregeld besproken te worden.

B4.3 Stand van zaken ten aanzien van de aanbevelingen van de CDM

Aanbeveling 1

Ten aanzien van aanbeveling 1 zijn bij diverse studies die met MAMBO zijn uitgevoerd kalibraties uitgevoerd.

1. Vergelijking modelresultaten MAMBO over mest op mestmarkt met registraties van EZ-DR (Luesink *et al.*, 2012)
De conclusies uit die validatie studie zijn:
Een belangrijke bron van de verschillen tussen de registraties van EZ-DR en MAMBO-resultaten hebben als oorzaak data discrepanties waarbij er teveel onvolkomenheden zitten in de mest transportgegevens van EZ-DR.

Door een definitieverschil tussen de Landbouwtelling en de mestwetgeving bij welk bedrijf in- en uitgeschaarde dieren geteld worden, wordt in- en uitscharen van vee bij MAMBO gekarakteriseerd als transport van mest en bij de mestwetgeving niet.

Hoofd- en nevenvestigingen: Er zijn op dit moment geen gegevens bekend over de locatie waar de dieren daadwerkelijk aanwezig zijn.

Kalibreren in MAMBO gebeurt nu op basis van de aanvoer van fosfaat. Je zou ook kunnen kalibreren op basis van stikstof en volume en kijken wat dat voor effect heeft.

Ten aanzien van de validatie zijn er twee studies uitgevoerd, waarvan de rapportage in de afrondingsfase verkeert.

2. Verification and Validation of the Manure Distribution Simulation Model (Soboh *et al.*, 2011).
De belangrijkste resultaten van die studie zijn dat er een grote mate van overeenkomst is te vinden bedrijfseigen mest tussen gegevens van bedrijven in BIN en MAMBO voor:
 - mineralen uit bedrijfsvreemd mest;
 - mineralen in mestsurplus.

Vergelijking van mestoverschotten uit BIN en gegevens van dienstregelingen levert geen correlatie op. Dat geldt eveneens voor vreemde mestaanvoer.

Aanbeveling 2

De technische documentatie over MAMBO is verder geïmplementeerd (Kruseman, 2008c). Ten aanzien van de bewerkingen van de invoergegevens heeft het LEI onderstaande reactie gegeven op het review rapport:

Op een aantal punten krijgen wij de indruk dat de reviewrapportage is geschreven op basis van verouderde kennis rond het MAM-model. Hier geven wij slechts enkele voorbeelden. Op verschillende plekken wordt de indruk gewekt dat er veel manipulaties en interpretaties nodig zijn om de invoergegevens geschikt te maken. Dit gold wellicht voor MAM maar in de herziening van MAMBO zijn deze activiteiten tot een minimum beperkt. '

De overstap van MAM naar MAMBO was een van de redenen om het bewerken van invoergegevens tot een minimum te beperken (Verdouw *et al.*, 2004). De bewerking van invoergegevens die nog nodig is, wordt vooral veroorzaakt doordat de definities van de data in de benodigde invoerbestanden onderling niet op elkaar aansluiten. Bij de voorbereiding vindt die afstemming plaats, zodat alle invoerbestanden in MAMBO wat definities betreft op elkaar aansluiten. Hoe dat gebeurt wordt bij elk project waarbij een nieuw basisbestand voor MAMBO wordt gemaakt gerapporteerd in de achtergronddocumentatie van dat project.

Omdat per project de databestanden die MAMBO gebruikt uniek zijn is het niet mogelijk om de aannames en de bewerkingen om de definities van de verschillende bestanden op een lijn te brengen bij het model zelf te beschrijven. Er is daarom voor gekozen om dit soort gegevens per project te beschrijven.

Aanbeveling 3

Sinds de review zijn de onderstaande internationale artikelen over MAMBO verschenen:

Reidy, B., U. Dammggen, H. Dohler, B. Eurich-Menden, F.K. van Evert, N.J. Hutchings, H.H. Luesink, H. Menzi, T.H. Misselbrook, G.J. Monteny and J. Webb. *Comparison of models used for the calculation of national ammonia emission inventories from agriculture in Europe*. In Proceedings Workshop on Agricultural Air Quality: State of the Science. Bolger Conference Center, Potomac Md, USA, 2006, P 1033-1035

Reidy, B., J. Webb, G.J. Monteny, T.H. Misselbrook, H. Menzi, H.H. Luesink, N.J. Hutchings, B. Eurich-Menden, H. Dohler and U. Dammggen, (2009). *Comparison of models used for national Agricultural ammonia emission inventories in Europe: litter-based manure systems*. Atmospheric Environment (2009), Volume 43, pages 1632-1640

Kruseman, G., P.W. Blokland, F. Bouma, H.H. Luesink and H.C.J. Vrolijk, (2008). *Micro-simulation as a tool to assess policy concerning non-point source pollution: the case of ammonia in Dutch agriculture*. In: proceedings of the 107 th EAAE Seminar 'Modelling of agricultural and rural development policies', Luxembourg: Office for official Publications of the European Communities (Selected Papers, reviewed).

Kruseman, G., P.W. Blokland, H.H. Luesink and H.C.J. Vrolijk, (2008). *Ex-ante evaluation of tightening environmental policy: the case of mineral use in Dutch agriculture*. In: proceedings of the 12 th EAAE congress, Ghent Belgium

Aanbeveling 4

Om het draagvlak voor MAMBO bij gebruikers, financiers en deskundigen te vergroten, zijn en worden de volgende organisatorische maatregelen genomen:

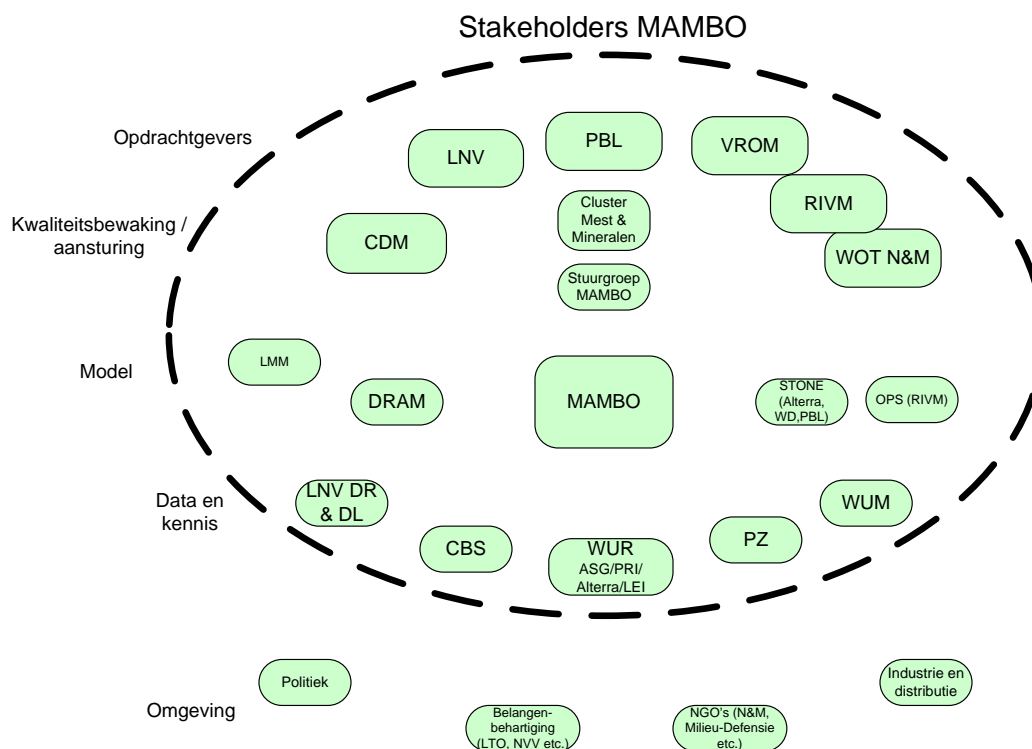
1. Er is een stuurgroep MAMBO met vertegenwoordigers van gebruikers, financiers en deskundigen, welke een tot tweemaal per jaar bij elkaar komt om de ontwikkelingen rondom MAMBO te bespreken en om het LEI van advies te dienen van zaken rondom MAMBO.
2. De projecten rondom de monitoring van de mestmarkt worden aangestuurd en begeleid door een werkgroep van de Commissie van Deskundigen Mestwetgeving (CDM). In die werkgroep zitten zowel gebruikers als deskundigen.
3. Voor projecten met flinke aanpassingen aan MAMBO is het streven van het LEI om dat te laten begeleiden door een begeleidingscommissie van gebruikers en deskundigen. Voor het project waarbij de rekenregels voor de berekening van de ammoniakemissie worden aangepast aan Velthof *et al.* (2009) is een begeleidingscommissie ingesteld.
4. Alle projecten voor de berekening van de ammoniakemissie ten behoeve van Emissieregistratie (ER) worden intensief begeleid door medewerkers van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Bijlage 5 Stakeholders en toepassingen

B5.1 Stakeholders

De stakeholderanalyse heeft als doel om de relaties tussen de betrokkenen met het MAMBO-model inzichtelijk te maken. In figuur B5.1 is een schema weergegeven van de betrokken stakeholders.

Boven in de figuur zijn de opdrachtgevers weergegeven. Een aantal opdrachtgevers zijn van belang, namelijk EZ (= LNV in de figuur), PBL, RIVM en VROM (thans I&M). Deze opdrachtgevers laten zich vertegenwoordigen door commissies, werkgroepen en organisaties. Deze stakeholders zorgen voornamelijk voor de aansturing en kwaliteitsbewaking van het onderzoek. Onderling hebben deze stakeholders sterke relaties met elkaar. Het grote aantal stakeholders heeft invloed op de rollen van de verschillende organisaties en de communicatie met alle betrokken partijen (zie volgende paragrafen).



Figuur B5.1: De wereld van MAMBO, overzicht van stakeholders

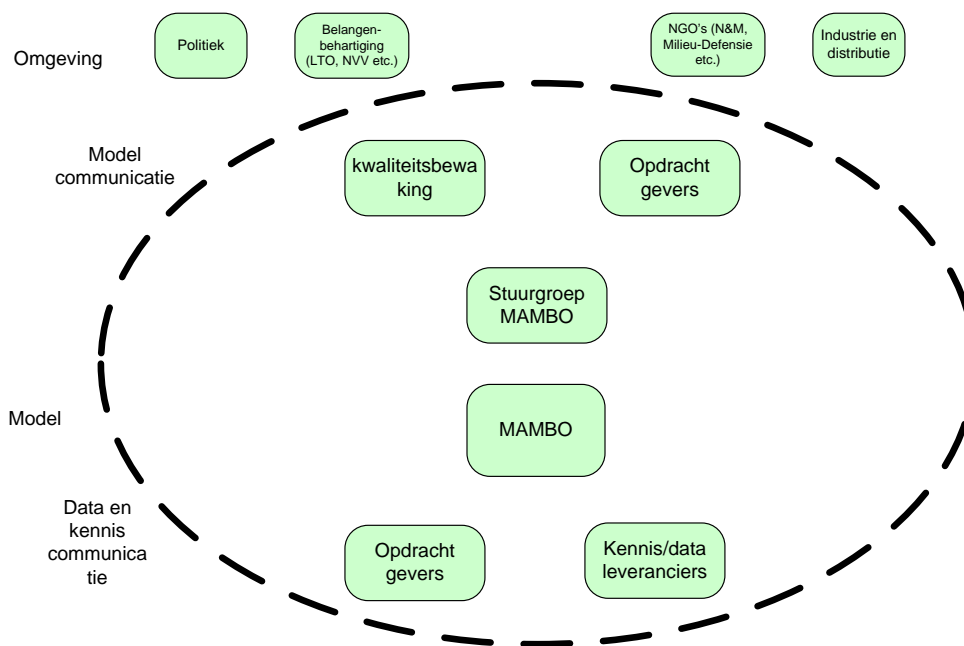
Op modelniveau heeft MAMBO een sterke relatie met het DRAM-model. Output van DRAM kan als input dienen voor MAMBO en andersom. Via DRAM kan marktwerking in de vorm van prijsveranderingen en structuurveranderingen in MAMBO worden ingebracht. Daarnaast is er een hechte samenhang met het STONE-model. STONE berekent de uitspoeling van mineralen op basis van de bemestingsgegevens. Daarnaast worden gegevens geleverd aan OPS (model voor stikstofdepositie).

Binnen het LEI is er via het landelijk meetnet mestbeleid (LMM) een tweede traject dat zich bezig houdt met mest en mineralen. Dit traject is sterk gericht op specifieke metingen en monitoring bij een beperkt aantal bedrijven. Nauwe samenwerking tussen MAMBO en LMM wordt als zeer wenselijk beschouwd.

Data en kennis zijn zeer belangrijk voor het in stand houden en up-to-date houden van het model. Stakeholders die kennis en data aanleveren zijn o.a.: EZ, CBS, PZ, WUM en diverse Wageningen UR-instituten (PRI, Alterra, ASG, LEI).

Daarnaast zijn er stakeholders die niet direct betrokken zijn bij het model, maar soms wel bij onderzoeksprojecten die met het model worden uitgevoerd. Deze stakeholders, zoals NGO's en belangenbehartigers zijn betrokken bij de opzet van onderzoek, zijn gebruikers van resultaten en proberen de besluitvorming van opdrachtgevers te beïnvloeden. Onderling bestaan er ook relaties tussen deze verschillende partijen.

Figuur B5.1 laat zien dat de wereld van MAMBO veel bewoners heeft en de hiermee gepaard gaande communicatie. Figuur B5.2 toont de ideale wereld van MAMBO. In deze wereld wonen nog steeds dezelfde bewoners, alleen de communicatiestructuren zijn verbeterd. Communicatie over modelaspecten en aanpassingen verloopt bij voorkeur via de stuurgroep. Communicatie over data en resultaten verloopt bij voorkeur met de direct betrokken medewerkers van de verschillende partijen. Op deze wijze blijven communicatielijnen helder, zodat er minder ruis ontstaat. Dit bevordert de efficiëntie.



Figuur B5.2: Ideale wereld van MAMBO

B5.2 Rol van de stuurgroep

De stuurgroep MAMBO richt zich op de sturing van de ontwikkeling en het gebruik van MAMBO. Zij heeft daarbij een adviserende taak voor zover zij geen opdrachtgever zijn en kunnen via hun advies de opdrachtgever die eveneens in de stuurgroep is opgenomen, sturen.

De stuurgroep bestaat uit vertegenwoordigers van de organisaties: PBL, CDM, Cluster Mest & Mineralen, LEI en EZ. De stuurgroep bestaat dus uit zowel financiers als adviserende partijen.

De rol van de stuurgroep omvat:

- informatie-overdracht;
- regelen van budgetten /financiering;
- besluiten over en prioriteren van ontwikkelingen;
- besluiten over jaarlijks onderhoud en beheer;
- accorderen modelversies;
- voortgangscontrole;
- uitdragen en bijdragen aan vergroten draagvlak.

B5.3 Toepassingen

MAMBO wordt toegepast voor monitoringsdoeleinden, beleidsevaluaties en toekomstverkenningen met betrekking tot de productie en plaatsing van mest en mineralen en de emissie van ammoniak. Belangrijke doelgroepen zijn EZ, PBL en de Emissieregistratie.

Tabel B5.1 geeft een overzicht van de studies die met behulp van MAMBO zijn uitgevoerd.

Tabel B5.1: Enkele uitgevoerde studies met behulp van MAMBO

Studies	Monitoring	Toekomst-verkenningen	Evaluatie
Mestproductie/ plaatsing	Monitoring mestmarkt (jaarlijks)	De agrarische sector in NL naar 2020	Bedrijven binnen invloedssfeer Natura 2000-gebieden
		Mestmarkt 2009-2015	Voedersamenstelling
			Ex ante en ex post evaluatie mestbeleid
Ammoniakemissies	Milieubalans/Emissie-registratie	Nationale emissieplafonds 2020	
		Ammoniakemissies in 2020	

B5.4 Relatie MAMBO - STONE

Voor STONE zijn er een aantal belangrijke modelresultaten van MAMBO van belang. Ten eerste worden de ammoniakberekeningen uit MAMBO op 5 km x 5 km schaal via OPS\SRM vertaald naar een stikstofdepositiekaart. Ten tweede levert MAMBO van dierlijke mest en kunstmest de aangewende hoeveelheden stikstof en fosfaat en de verhouding tussen organisch geboden en minerale fracties. Deze gegevens zijn vanuit MAMBO beschikbaar per gewasgroep, grondsoort, mestsoortcombinatie op gemeenteniveau. Deze gegevens worden vertaald naar STONE-plotniveau middels een conversietool die de MAMBO-gegevens combineert met gegevens over het areaal van elke gemeente in elke STONE-plot. Ten derde levert MAMBO per STONE-plot voor bouwland de

verdeling over de 22 akkerbouw gewasgroepen per STONE-plot middels de voornoemde conversietool. Deze conversietool is sinds medio 2010 een onderdeel van het MAMBO raamwerk en staat onder strikte kwaliteitsbewaking.

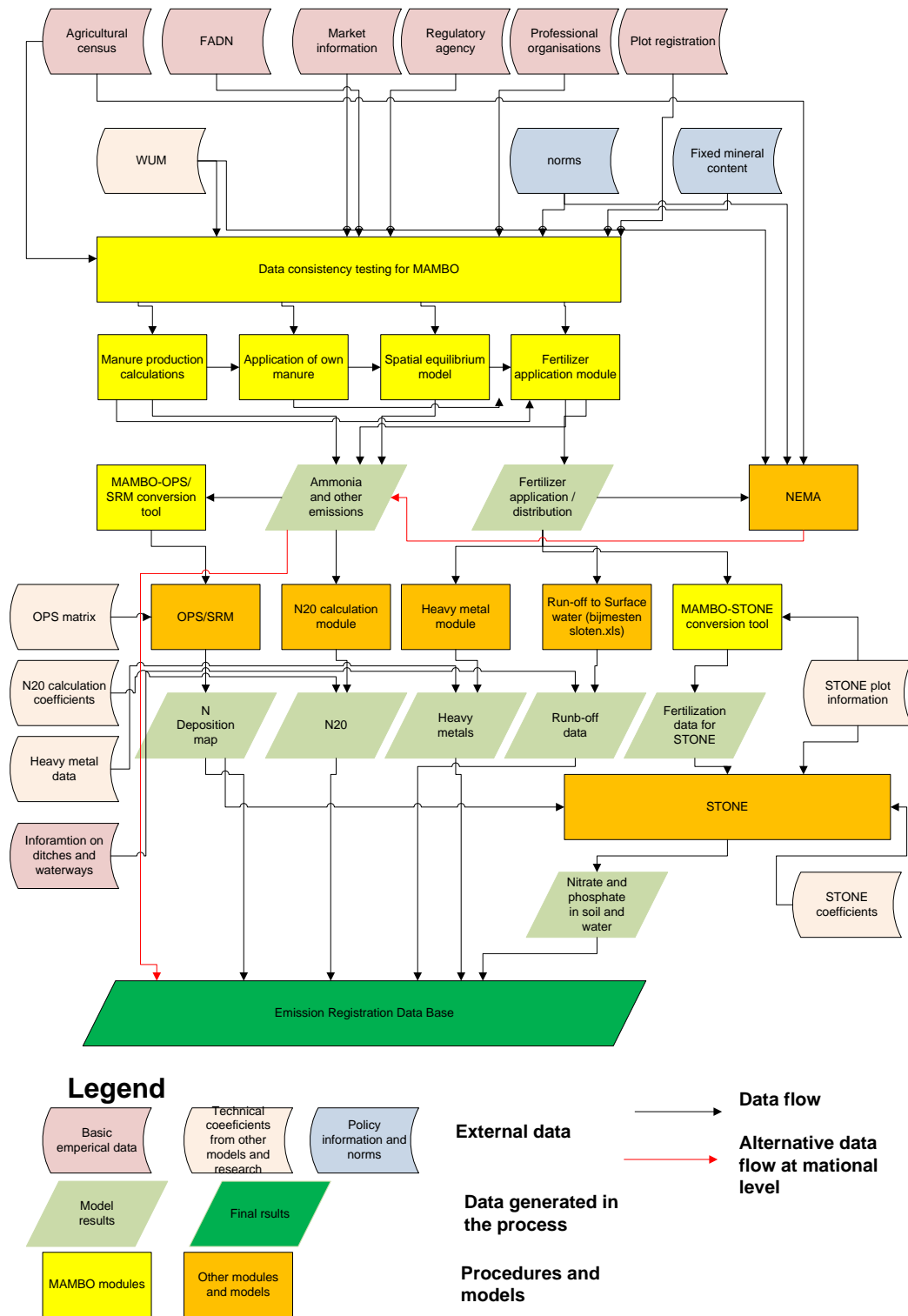
Technische gegevens die gebruikt worden binnen MAMBO zijn via met name WUM en PPO gestroomlijnd met de technische coëfficiënten die in modellen binnen STONE gebruikt worden.

B5.5 Emissieregistratie

MAMBO is een belangrijke leverancier van basis gegevens betreffende emissies uit de landbouw en veeteelt sectoren die direct en indirect geleverd worden aan de Emissieregistratie (Figuur B5.3). MAMBO hanteert een geïntegreerde microsimulatie aanpak die het mogelijk maakt om diffuse bron vervuiling in beeld te brengen.

Voor de Emissieregistratie heeft de rol van MAMBO voortdurende aandacht. De grootste aandachtspunten liggen in de up- en downscaling als gegevens van het ene naar het andere model gaan. MAMBO gebruikt bedrijfsgegevens (schematisering is momentopname van de landbouwtelling), STONE gebruikt plots (schematisering is statisch landgebruik NG3+) en voor de ER worden gegevens gegenereerd op afwateringseenheid. Er zijn gegronde (wetenschappelijke) afwegingen om binnen een bepaald model op een bepaald aggregatieniveau te rekenen. Alles onder één noemer brengen is daarom niet zinvol en niet wenselijk. Bij de up- en downscaling is het vooral van belang om te zorgen dat dit op een heldere en transparante manier gebeurt en dat de consequenties van up- en downscaling aandacht krijgen in het vervolg traject. De koppeling tussen MAMBO-resultaten en STONE invoergegevens is sterk verbeterd, doordat het nu binnen het MAMBO-raamwerk zit en er geen ondoorzichtige inconsistenties meer inzitten. Tussenliggende modellen zoals OPS\SRM en naar 'meemesten.xls' gebruiken weer andere schematiseringen van de werkelijkheid.

Een overzicht van de gebruikte schematiseringen van elk van de modellen en modules binnen het instrumentarium dat voor de ER wordt gebruikt en met elkaar in verbinding staan, is daarom zinvol om de optimale doorvoer van gegevens te realiseren. Voorbeeld is het OPS\SRM model dat ammoniak emissies omzet in N-deposities. De schematisering kan 5 km x 5 km gridcel maar de voorkeur is 500 m x 500 m gridcelniveau. MAMBO levert al sinds haar begin de ammoniakemissies op 5 km x 5 km schaalniveau aan (zij het dat het downscaling betreft vanaf het gemeenteniveau). Sinds 2010 kan MAMBO voor stal en opslag ammoniak emissies ook uitrekenen op 500 m x 500 m niveau op basis van bedrijfsgegevens, conform de wens van RIVM. Voor aanwendingsemisies is er binnen het huidige modelinstrumentarium op dit moment onvoldoende verfijning mogelijk om naar een dergelijk schaalniveau te gaan. Het is op zich wel mogelijk (de benodigde empirische gegevens zijn beschikbaar) maar vergt een investering in het instrumentarium.



Figur B5.3: MAMBO en de Emissieregistratie (ER)

Verschenen documenten in de reeks Werkdocumenten van de Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu vanaf 2009

Werkdocumenten zijn verkrijgbaar bij het secretariaat van Unit Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, te Wageningen. T 0317 – 48 54 71; F 0317 – 41 90 00; E info.wnm@wur.nl

De werkdocumenten zijn ook te downloaden via de Wot-website www.wotnatuurenmilieu.wur.nl

2009

- 126 *Kamphorst, D.A.* Keuzes in het internationale biodiversiteitsbeleid: Verkenning van de beleidstheorie achter de internationale aspecten van het Beleidsprogramma Biodiversiteit (2008-2011)
- 127 *Dirkx, G.H.P. & F.J.P. van den Bosch.* Quick scan gebruik Catalogus groenblauwe diensten
- 128 *Loeb, R. & P.F.M. Verdonschot.* Complexiteit van nutriëntenlimitaties in oppervlaktewateren
- 129 *Kruit, J. & P.M. Veer.* Herfotografie van landschappen: Landschapsfoto's van de 'Collectie de Boer' als uitgangspunt voor het in beeld brengen van ontwikkelingen in het landschap in de periode 1976-2008
- 130 *Oenema, O., A. Smit & J.W.H. van der Kolk.* Indicatoren Landelijk Gebied; werkwijze en eerste resultaten
- 131 *Agricola, H.J.A.J. van Strien, J.A. Boone, M.A. Dolman, C.M. Goossen, S. de Vries, N.Y. van der Wulp, L.M.G. Groenemeijer, W.F. Lukey & R.J. van Til.* Achtergrond-document Nulmeting Effectindicatoren Monitor Agenda Vitaal Platteland
- 132 *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-001 – Koepel
- 133 *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 134 *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 135 *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-005 – M-AVP
- 136 *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-006 – Natuurplanbureaufunctie
- 137 *Jaarrapportage 2008.* WOT-04-007 – Milieuplanbureaufunctie
- 138 *Jong de, J.J., J. van Os & R.A. Smidt.* Inventarisatie en beheerskosten van landschapselementen
- 139 *Dirkx, G.H.P., R.W. Verburg & P. van der Wielen.* Tegenkrachten Natuur. Korte verkenning van de weerstand tegen aankopen van landbouwgrond voor natuur
- 140 *Annual reports for 2008: Programme WOT-04*
- 141 *Vullings, L.A.E., C. Blok, G. Vonk, M. van Heusden, A. Huismans, J.M. van Linge, S. Keijzer, J. Oldengarm & J.D. Bulens.* Omgaan met digitale nationale beleidskaarten
- 142 *Vreke, J., A.L. Gerritsen, R.P. Kranendonk, M. Pleijte, P.H. Kersten & F.J.P. van den Bosch.* Maatlat Government – Governance
- 143 *Gerritsen, A.L., R.P. Kranendonk, J. Vreke, F.J.P. van den Bosch & M. Pleijte.* Verdrogingsbestrijding in het tijdperk van het Investeringsbudget Landelijk Gebied. Een verslag van casusonderzoek in de provincies Drenthe, Noord-Brabant en Noord-Holland
- 144 *Luesink, H.H., P.W. Blokland, M.W. Hoogeveen & J.H. Wisman.* Ammoniakemissie uit de landbouw in 2006 en 2007
- 145 *Bakker de, H.C.M. & C.S.A. van Koppen.* Draagvlakonderzoek in de steigers. Een voorstudie naar indicatoren om maatschappelijk draagvlak voor natuur en landschap te meten
- 146 *Goossen, C.M.,* Monitoring recreatiegedrag van Nederlanders in landelijke gebieden. Jaar 2006/2007
- 147 *Hoefs, R.M.A., J. van Os & T.J.A. Gies.* Kavelruil en Landschap. Een korte verkenning naar ruimtelijke effecten van kavelruil
- 148 *Klok, T.L., R. Hille Ris Lambers, P. de Vries, J.E. Tamis & J.W.M. Wijsman.* Quick scan model instruments for marine biodiversity policy
- 149 *Spruijt, J., P. Spoorenberg & R. Schreuder.* Milieueffectiviteit en kosten van maatregelen gewasbescherming
- 150 *Ehlert, P.A.I. (rapporteur).* Advies Bemonstering bodem voor differentiatie van fosfaatgebruiksnormen
- 151 *Wulp van der, N.Y.* Storende elementen in het landschap: welke, waar en voor wie? Bijlage bij WOT-paper 1 – Krassen op het landschap
- 152 *Oltmer, K., K.H.M. van Bommel, J. Clement, J.J. de Jong, D.P. Rudrum & E.P.A.G. Schouwenberg.* Kosten voor habitattypen in Natura 2000-gebieden. Toepassing van de methode Kosteneffectiviteit natuurbeleid
- 153 *Adrichem van, M.H.C., F.G. Wortelboer & G.W.W. Wamelink (2010).* MOVE. Model for terrestrial Vegetation. Version 4.0
- 154 *Wamelink, G.W.W., R.M. Winkler & F.G. Wortelboer.* User documentation MOVE4 v 1.0
- 155 *Gies de, T.J.A., L.J.J. Jeurissen, I. Staritsky & A. Bleeker.* Leefomgevingsindicatoren Landelijk gebied. Inventarisatie naar stand van zaken over geurhinder, lichthinder en fijn stof
- 156 *Tamminga, S., A.W. Jongbloed, P. Bikker, L. Sebek, C. van Bruggen & O. Oenema.* Actualisatie excretiecijfers landbouwhuisdieren voor forfaits regeling Meststoffenwet
- 157 *Van der Salm, C., L. Boumans, G.B.M. Heuvelink & T.C. van Leeuwen.* Protocol voor validatie van het nutriëntenemissiemodel STONE op meetgegevens uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid
- 158 *Bouwma, I.M.* Quickscan Natura 2000 en Programma Beheer. Een vergelijking van Programma Beheer met de soorten en habitats van Natura 2000
- 159 *Gerritsen, A.L., D.A. Kamphorst, T.A. Selnes, M. van Veen, F.J.P. van den Bosch, L. van den Broek, M.E.A. Broekmeyer, J.L.M. Donders, R.J. Fontein, S. van Tol, G.W.W. Wamelink & P. van der Wielen.* Dilemma's en barrières in de praktijk van het natuur- en landschapsbeleid; Achtergronddocument bij Natuurbalans 2009
- 160 *Fontein R.J., T.A. de Boer, B. Breman, C.M. Goossen, R.J.H.G. Henkens, J. Luttkik & S. de Vries.* Relatie recreatie en natuur; Achtergronddocument bij Natuurbalans 2009
- 161 *Deneer, J.W. & R. Kruijne. (2010).* Atmosferische depositie van gewasbeschermingsmiddelen. Een verkenning van de literatuur verschenen na 2003
- 162 *Verburg, R.W., M.E. Sanders, G.H.P. Dirkx, B. de Knecht & J.W. Kuhlman.* Natuur, landschap en landelijk gebied. Achtergronddocument bij Natuurbalans 2009
- 163 *Doorn van, A.M. & M.P.C.P. Paulissen.* Natuurgericht milieubeleid voor Natura 2000-gebieden in Europees perspectief: een verkenning
- 164 *Smidt, R.A., J. van Os & I. Staritsky.* Samenstellen van landelijke kaarten met landschapselementen, grondeigendom en beheer. Technisch achtergronddocument bij de opgeleverde bestanden
- 165 *Pouwels, R., R.P.B. Foppen, M.F. Wallis de Vries, R. Jochem, M.J.S.M. Reijnen & A. van Kleunen.* Verkenning LARCH: omgaan met kwaliteit binnen ecologische netwerken
- 166 *Born van den, G.J., H.H. Luesink, H.A.C. Verkerk, H.J. Mulder, J.N. Bosma, M.J.C. de Bode & O. Oenema.* Protocol voor monitoring landelijke mestmarkt onder een stelsel van gebruiksnormen, versie 2009
- 167 *Dijk, T.A. van, J.J.M. Driessen, P.A.I. Ehlert, P.H. Hotsma, M.H.M.M. Montforts, S.F. Plessius & O. Oenema.* Protocol beoordeling stoffen Meststoffenwet- Versie 2.1
- 168 *Smits, M.J., M.J. Bogaardt, D. Eaton, A. Karbauskas & P. Roza.* De vermaatschappelijking van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid. Een inventarisatie van visies in Brussel en diverse EU-lidstaten
- 169 *Vreke, J. & I.E. Salverda.* Kwaliteit leefomgeving en stedelijk groen

- 170 *Hengsdijk, H. & J.W.A. Langeveld.* Yield trends and yield gap analysis of major crops in the World
- 171 *Horst, M.M.S. ter & J.G. Groenwold.* Tool to determine the coefficient of variation of DegT50 values of plant protection products in water-sediment systems for different values of the sorption coefficient
- 172 *Boons-Prins, E., P. Leffelaar, L. Bouman & E. Stehfest (2010)* Grassland simulation with the LPJmL model
- 173 *Smit, A., O. Oenema & J.W.H. van der Kolk.* Indicatoren Kwaliteit Landelijk Gebied
- 2010**
- 174 *Boer de, S., M.J. Bogaardt, P.H. Kersten, F.H. Kistenkas, M.G.G. Neven & M. van der Zouwen.* Zoektocht naar nationale beleidsruimte in de EU-richtlijnen voor het milieu- en natuurbeleid. Een vergelijking van de implementatie van de Vogel- en Habitatrichtlijn, de Kaderrichtlijn Water en de Nitraatrichtlijn in Nederland, Engeland en Noordrijn-Westfalen
- 175 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-001 – Koepel
- 176 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 177 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 178 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-005 – M-AVP
- 179 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-006 – Natuurplanbureaufunctie
- 180 *Jaarrapportage 2009.* WOT-04-007 – Milieuplanbureaufunctie
- 181 *Annual reports for 2009:* Programme WOT-04
- 182 *Oenema, O., P. Bikker, J. van Harn, E.A.A. Smolders, L.B. Sebek, M. van den Berg, E. Stehfest & H. Westhoek.* Quickscan opbrengsten en efficiëntie in de gangbare en biologische akkerbouw, melkveehouderij, varkenshouderij en pluimveehouderij. Deelstudie van project 'Duurzame Eiwitvoorziening'
- 183 *Smits, M.J.W., N.B.P. Polman & J. Westerink.* Uitbreidingsmogelijkheden voor groene en blauwe diensten in Nederland; Ervaringen uit het buitenland
- 184 *Dirkx, G.H.P. (red.).* Quick responsefunctie 2009. Verslag van de werkzaamheden
- 185 *Kuhlman, J.W., J. Lujit, J. van Dijk, A.D. Schouten & M.J. Voskuilen.* Grondprijskaarten 1998-2008
- 186 *Slangen, L.H.G., R.A. Jongeneel, N.B.P. Polman, E. Lianouridis, H. Leneman & M.P.W. Sonneveld.* Rol en betekenis van commissies voor gebiedsgericht beleid
- 187 *Temme, A.J.A.M. & P.H. Verburg.* Modelling of intensive and extensive farming in CLUE
- 188 *Vreke, J.* Financieringsconstructies voor landschap
- 189 *Slangen, L.H.G.* Economische concepten voor beleidsanalyse van milieu, natuur en landschap
- 190 *Knotters, M., G.B.M. Heuvelink, T. Hoogland & D.J.J. Walvoort.* A disposition of interpolation techniques
- 191 *Hoogeveen, M.W., P.W. Blokland, H. van Kernebeek, H.H. Luesink & J.H. Wisman.* Ammoniakemissie uit de landbouw in 1990 en 2005-2008
- 192 *Beekman, V., A. Pronk & A. de Smet.* De consumptie van dierlijke producten. Ontwikkeling, determinanten, actoren en interventies.
- 193 *Polman, N.B.P., L.H.G. Slangen, A.T. de Blaey, J. Vader & J. van Dijk.* Baten van de EHS; De locatie van recreatiebedrijven
- 194 *Veeneklaas, F.R. & J. Vader.* Demografie in de Natuurverkenning 2011; Bijlage bij WOT-paper 3
- 195 *Wascher, D.M., M. van Eupen, C.A. Mûcher & I.R. Geijzenborffer.* Biodiversity of European Agricultural landscapes. Enhancing a High Nature Value Farmland Indicator
- 196 *Apeldoorn van, R.C., I.M. Bouwma, A.M. van Doorn, H.S.D. Naeff, R.M.A. Hoefs, B.S. Elbersen & B.J.R. van Rooij.* Natuurgebieden in Europa: bescherming en financiering
- 197 *Brus, D.J., R. Vasat, G. B. M. Heuvelink, M. Knotters, F. de Vries & D. J. J. Walvoort.* Towards a Soil Information System with quantified accuracy; A prototype for mapping continuous soil properties
- 198 *Groot, A.M.E. & A.L. Gerritsen, m.m.v. M.H. Borgstein, E.J. Bos & P. van der Wielen.* Verantwoording van de methodiek Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 199 *Bos, E.J. & M.H. Borgstein.* Monitoring Gesloten voer-mest kringlopen. Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 200 *Kennismarkt 27 april 2010;* Van onderbouwend onderzoek Wageningen UR naar producten Planbureau voor de Leefomgeving
- 201 *Wielen van der, P.* Monitoring Integrale duurzame stallen. Achtergronddocument bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 202 *Groot, A.M.E. & A.L. Gerritsen.* Monitoring Functionele agrobiodiversiteit. Achtergrond-document bij 'Kwalitatieve monitor Systeeminnovaties verduurzaming landbouw'
- 203 *Jongeneel, R.A. & L. Ge.* Farmers' behavior and the provision of public goods: Towards an analytical framework
- 204 *Vries, S. de, M.H.G. Custers & J. Boers.* Storende elementen in beeld; de impact van menselijke artefacten op de landschapsbeleving nader onderzocht
- 205 *Vader, J. J.L.M. Donders & H.W.B. Bredenoord.* Zicht op natuur- en landschapsorganisaties; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 206 *Jongeneel, R.A., L.H.G. Slangen & N.B.P. Polman.* Groene en blauwe diensten; Een raamwerk voor de analyse van doelen, maatregelen en instrumenten
- 207 *Letourneau, A.P. P.H. Verburg & E. Stehfest.* Global change of land use systems; IMAGE: a new land allocation module
- 208 *Heer, M. de.* Het Park van de Toekomst. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 209 *Knotters, M., J. Lahr, A.M. van Oosten-Siedlecka & P.F.M. Verdonschot.* Aggregation of ecological indicators for mapping aquatic nature quality. Overview of existing methods and case studies
- 210 *Verdonschot, P.F.M. & A.M. van Oosten-Siedlecka.* Graadmeters Aquatische natuur. Analyse gegevenskwaliteit Limnodata
- 211 *Linderhof, V.G.M. & H. Leneman.* Quickscan kosteneffectiviteitsanalyse aquatische natuur
- 212 *Leneman, H., V.G.M. Linderhof & R. Michels.* Mogelijkheden voor het inbrengen van informatie uit de 'KRW database' in de 'KE database'
- 213 *Schrijver, R.A.M., A. Corporaal, W.A. Ozinga & D. Rudrum.* Kosteneffectieve natuur in landbouwgebieden; Methode om effecten van maatregelen voor de verhoging van biodiversiteit in landbouwgebieden te bepalen, een test in twee gebieden in Noordoost-Twente en West-Zeeuws-Vlaanderen
- 214 *Hoogland, T., R.H. Kemmers, D.G. Cirkel & J. Hunink.* Standplaatsfactoren afgeleid van hydrologische model uitkomsten; Methode-ontwikkeling en toetsing in het Drentse Aa-gebied
- 215 *Agricola, H.J., R.M.A. Hoefs, A.M. van Doorn, R.A. Smidt & J. van Os.* Landschappelijke effecten van ontwikkelingen in de landbouw
- 216 *Kramer, H., J. Oldengarm & L.F.S. Roupioz.* Nederland is groener dan kaarten laten zien; Mogelijkheden om 'groen' beter te inventariseren en monitoren met de automatische classificatie van digitale luchtfoto's
- 217 *Raffe, J.K. van, J.J. de Jong & G.W.W. Wamelink (2011).* Kostenmodule Natuurplanner; functioneel ontwerp en software-validatie
- 218 *Hazeu, G.W., Kramer, H., J. Clement & W.P. Daamen (2011).* Basiskaart Natuur 1990rev
- 219 *Boer, T.A. de.* Waardering en recreatief gebruik van Nationale Landschappen door haar bewoners
- 220 *Leneman, H., A.D. Schouten & R.W. Verburg.* Varianten van natuurbeleid: voorbereidende kostenberekeningen; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 221 *Knegt, B. de, J. Clement, P.W. Goedhart, H. Sierdsema, Chr. van Swaay & P. Wiersma.* Natuurkwaliteit van het agrarisch gebied
- 2011**

- 222 *Kamphorst, D.A. & M.M.P. van Oorschot.* Kansen en barrières voor verduurzaming van houtketens
- 223 *Salm, C. van der & O.F. Schoumans.* Langetermijneffecten van verminderde fosfaatgiften
- 224 *Bikker, P., M.M. van Krimpen & G.J. Remmelink.* Stikstofverteerbaarheid in voeders voor landbouwhuisdieren; Berekeningen voor de TAN-excretie
- 225 *M.E. Sanders & A.L. Gerritsen (red.).* Het biodiversiteitsbeleid in Nederland werkt. Achtergronddocument bij Balans van de Leefomgeving 2010
- 226 *Bogaart, P.W., G.A.K. van Voorn & L.M.W. Akkermans.* Evenwichtsanalyse modelcomplexiteit; een verkennende studie
- 227 *Kleunen A. van, K. Koffijberg, P. de Boer, J. Nienhuis, C.J. Camphuysen, H. Schekkerman, K.H. Oosterbeek, M.L. de Jong, B. Ens & C.J. Smit (2010).* Broedsucces van kustbroedvogels in de Waddenzee in 2007 en 2008
- 228 *Salm, C. van der, L.J.M. Boumans, D.J. Brus, B. Kempen & T.C. van Leeuwen.* Validatie van het nutriëntenemissiemodel STONE met meetgegevens uit het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) en de Landelijke Steekproef Kaartenheden (LSK).
- 229 *Dijkema, K.S., W.E. van Duin, E.M. Dijkman, A. Nicolai, H. Jongerijs, H. Keegstra, L. van Egmond, H.J. Venema & J.J. Jongsma.* Vijftig jaar monitoring en beheer van de Friese en Groninger kwelderwerken: 1960-2009
- 230 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-001 – Koepel
- 231 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-002 – Onderbouwend Onderzoek
- 232 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-003 – Advisering Natuur & Milieu
- 233 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-005 – M-AVP
- 234 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-006 – Natuurplanbureaufunctie
- 235 *Jaarrapportage 2010.* WOT-04-007 – Milieuplanbureaufunctie
- 236 *Arnouts, R.C.M. & F.H. Kistenkas.* Nederland op slot door Natura 2000: de discussie ontrafeld; Bijlage bij WOT-paper 7 – De deur klemt
- 237 *Harms, B. & M.M.M. Overbeek.* Bedrijven aan de slag met natuur en landschap; relaties tussen bedrijven en natuurorganisaties. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 238 *Agricola, H.J. & L.A.E. Vullings.* De stand van het platteland 2010. Monitor Agenda Vitaal Platteland; Rapportage Midterm meting Effectindicatoren
- 239 *Klijn, J.A.* Wisselend getij. Omgang met en beleid voor natuur en landschap in verleden en heden; een essayistische beschouwing. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 240 *Corporaal, A., T. Denters, H.F. van Dobben, S.M. Hennekens, A. Klimkowska, W.A. Ozinga, J.H.J. Schaminée & R.A.M. Schrijver.* Stenoeciteit van de Nederlandse flora. Een nieuwe parameter op grond van ecologische amplitudo's van de Nederlandse plantensoorten en toepassingsmogelijkheden
- 241 *Wamelink, G.W.W., R. Jochem, J. van der Greff-van Rossum, C. Grashof-Bokdam, R.M.A. Wegman, G.J. Franke & A.H. Prins.* Het plantendispersiemodel DIMO. Verbetering van de modellering in de Natuurplanner
- 242 *Klimkowska, A., M.H.C. van Adrichem, J.A.M. Jansen & G.W.W. Wamelink.* Bruikbaarheid van WNK-monitoringgegevens voor EC-rapportage voor Natura 2000-gebieden. Eerste fase
- 243 *Goossen, C.M., R.J. Fontein, J.L.M. Donders & R.C.M. Arnouts.* Mass Movement naar recreatieve gebieden; Overzicht van methoden om bezoekersaantallen te meten
- 244 *Spruijt, J., P.M. Spoorenberg, J.A.J.M. Rovers, J.J. Slabbekoorn, S.A.M. de Kool, M.E.T. Vlaswinkel, B. Heijne, J.A. Hiemstra, F. Nouwens & B.J. van der Sluis.* Milieueffecten van maatregelen gewasbescherming
- 245 *Walker, A.N. & G.B. Wolfjer.* Forestry in the Magnet model.
- 246 *Hoefnagel, E.W.J., F.C. Buisman, J.A.E. van Oostenbrugge & B.I. de Vos.* Een duurzame toekomst voor de Nederlandse visserij. Toekomstscenario's 2040
- 247 *Buurma, J.S. & S.R.M. Janssens.* Het koor van adviseurs verdient een dirigent. Over kennisverspreiding rond phytophthora in aardappelen
- 248 *Verburg, R.W., A.L. Gerritsen & W. Nieuwenhuizen.* Natuur meekoppelen in ruimtelijke ontwikkeling: een analyse van sturingsstrategieën voor de Natuurverkenning. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 249 *Kooten, T. van & C. Klok.* The Mackinson-Daskalov North Sea EcoSpace model as a simulation tool for spatial planning scenarios
- 250 *Bruggen van, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof.* Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest 1990-2008. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA)
- 251 *Bruggen van, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof.* Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2009. Berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA)
- 252 *Randen van, Y., H.L.E. de Groot & L.A.E. Vullings.* Monitor Agenda Vitaal Platteland vastgelegd. Ontwerp en implementatie van een generieke beleidsmonitor
- 253 *Agricola, H.J., R. Reijnen, J.A. Boone, M.A. Dolman, C.M. Goossen, S. de Vries, J. Roos-Klein Lankhorst, L.M.G. Groenemeijer & S.L. Deijl.* Achtergronddocument Midterm meting Effectindicatoren Monitor Agenda Vitaal Platteland
- 254 *Buiteveld, J. S.J. Hiemstra & B. ten Brink.* Modelling global agrobiodiversity. A fuzzy cognitive mapping approach
- 255 *Hal van R., O.G. Bos & R.G. Jak.* Noordzee: systeemodynamiek, klimaatverandering, natuurtypen en benthos. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 256 *Teal, L.R.* The North Sea fish community: past, present and future. Background document for the 2011 National Nature Outlook
- 257 *Leopold, M.F., R.S.A. van Bemmelen & S.C.V. Geelhoed.* Zeevogels op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 258 *Geelhoed, S.C.V. & T. van Polanen Petel.* Zeezoogdieren op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 259 *Kuijs, E.K.M. & J. Steenbergen.* Zoet-zoutovergangen in Nederland; stand van zaken en kansen voor de toekomst. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 260 *Baptist, M.J.* Zachte kustverdediging in Nederland; scenario's voor 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 261 *Wiersinga, W.A., R. van Hal, R.G. Jak & F.J. Quirijns.* Duurzame kottervisserij op de Noordzee. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 262 *Wal J.T. van der & W.A. Wiersinga.* Ruimtegebruik op de Noordzee en de trends tot 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 263 *Wiersinga, W.A. J.T. van der Wal, R.G. Jak & M.J. Baptist.* Vier kijkrichtingen voor de mariene natuur in 2040. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 264 *Bolman, B.C. & D.G. Goldsborough.* Marine Governance. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 265 *Bannink, A.* Methane emissions from enteric fermentation in dairy cows, 1990-2008; Background document on the calculation method and uncertainty analysis for the Dutch National Inventory Report on Greenhouse Gas Emissions
- 266 *Wyngaert, I.J.J. van den, P.J. Kuikman, J.P. Lesschen, C.C. Verwer & H.H.J. Vreuls.* LULUCF values under the Kyoto Protocol; Background document in preparation of the National Inventory Report 2011 (reporting year 2009)
- 267 *Helming, J.F.M. & I.J. Terluin.* Scenarios for a cap beyond 2013; implications for EU27 agriculture and the cap budget.
- 268 *Wolfjer, G.B.* Meat consumption, production and land use. Model implementation and scenarios.
- 269 *Knegt, B. de, M. van Eupen, A. van Hinsberg, R. Pouwels, M.S.J.M. Reijnen, S. de Vries, W.G.M. van der Bilt & S. van Tol.* Ecologische en recreatieve beoordeling van

- toekomstscenario's van natuur op het land. Achtergrond-document bij Natuurverkenning 2011.
- 270** *Bos, J.F.F.P., M.J.W. Smits, R.A.M. Schrijver & R.W. van der Meer.* Gebiedsstudies naar effecten van vergroening van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid op bedrijfseconomie en inpassing van agrarisch natuurbeheer.
- 271** *Donders, J., J. Luttik, M. Goossen, F. Veeneklaas, J. Vreke & T. Weijtschede.* Waar gaat dat heen? Recreatiemotieven, landschapskwaliteit en de oudere wandelaar. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011.
- 272** *Voom G.A.K. van & D.J.J. Walvoort.* Evaluation of an evaluation list for model complexity.
- 273** *Heide, C.M. van der & F.J. Sijsma.* Maatschappelijke waardering van ecosysteemdiensten; een handreiking voor publieke besluitvorming. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 274** *Overbeek, M.M.M., B. Harms & S.W.K. van den Burg (2012).* Internationale bedrijven duurzaam aan de slag met natuur en biodiversiteit.; voorstudie bij de Balans van de Leefomgeving 2012.
- 275** *Os, J. van; T.J.A. Gies; H.S.D. Naeff; L.J.J. Jeurissen.* Emissieregistratie van landbouwbedrijven; verbeteringen met behulp van het Geografisch Informatiesysteem Agrarische Bedrijven.
- 276** *Walsum, P.E.V. van & A.A. Veldhuizen.* MetaSWAP_V7_2_0; Rapportage van activiteiten ten behoeve van certificering met Status A.
- 277** *Kooten T. van & S.T. Glorius.* Modeling the future of het North Sea. An evaluation of quantitative tools available to explore policy, space use and planning options.
- 279** *Bilt, W.G.M. van der, B. de Knecht, A. van Hinsberg & J. Clement (2012).* Van visie tot kaartbeeld: de kijkrichtingen ruimtelijk uitgewerkt. Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011
- 280** *Kistenkas, F.H. & W. Nieuwenhuizen.* Rechtsontwikkelingen landschapsbeleid: landschapsrecht in wording. Bijlage bij WOT-papier 12 – 'Recht versus beleid'
- 281** *Meeuwse, H.A.M. & R. Jochem.* Openheid van het landschap; Berekeningen met het model ViewScape.
- 282** *Dobben, H.F. van.* Naar eenvoudige dosis-effectrelaties tussen natuur en milieucondities; een toetsing van de mogelijkheden van de Natuurplanner.
- 283** *Gaaff, A.* Raming van de budgetten voor natuur op langere termijn; Achtergronddocument bij Natuurverkenning 2011.
- 285** *Vries, P. de, J.E. Tamis, J.T. van der Wal, R.G. Jak, D.M.E. Slijkerman and J.H.M. Schobben.* Scaling human-induced pressures to population level impacts in the marine environment; implementation of the prototype CUMULEO-RAM model.
- 2012**
- 286** *Keizer-Vlek, H.E. & P.F.M. Verdonschot.* Bruikbaarheid van SNL-monitoringgegevens voor EC-rapportage voor Natura 2000-gebieden; Tweede fase: aquatische habitattypen.
- 287** *Oenema, J., H.F.M. Aarts, D.W. Bussink, R.H.E.M. Geerts, J.C. van Middelkoop, J. van Middelaar, J.W. Reijs & O. Oenema.* Variatie in fosfaatopbrengst van grasland op praktijkbedrijven en mogelijke implicaties voor fosfaatgebruiksnormen.
- 288** *Troost, K., D. van de Ende, M. Tangelder & T.J.W. Ysebaert.* Biodiversity in a changing Oosterschelde: from past to present
- 289** *Jaarrapportage 2011.* WOT-04-001 – Koepel
- 290** *Jaarrapportage 2011.* WOT-04-008 – Agromilieue
- 291** *Jaarrapportage 2011.* WOT-04-009 – Natuur, Landschap en Platteland
- 292** *Jaarrapportage 2011.* WOT-04-010 – Balans van de Leefomgeving
- 293** *Jaarrapportage 2011.* WOT-04-011 – Natuurverkenning
- 294** *Bruggen, C. van, C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof.* Ammoniakemissie uit dierlijke mest en kunstmest in 2010; berekeningen met het Nationaal Emissiemodel voor Ammoniak (NEMA).
- 295** *Spijker, J.H., H. Kramer, J.J. de Jong & B.G. Heusinkveld.* Verkenning van de rol van (openbaar) groen op wijk- en buurtniveau op het hitte-eilandeffect
- 296** *Haas, W. de, C.B.E.M. Aalbers, J. Kruit, R.C.M. Arnouts & J. Kempenaar.* Parknatuur; over de kijkrichtingen beleefbare natuur en inpasbare natuur
- 297** *Doorn, A.M. van & R.A. Smidt.* Staltypen nabij Natura 2000-gebieden.
- 298** *Luesink, H.H., A. Schouten, P.W. Blokland & M.W. Hoogeveen.* Ruimtelijke verdeling ammoniakemissies van beweiden en van aanwenden van mest uit de landbouw.
- 299** *Meulenkamp, W.J.H. & T.J.A. Gies.* Effect maatregelen reconstructie zandgebieden; pilotgemeente Gemert-Bakel.
- 300** *Beukers, R. & B. Harms.* Meerwaarde van certificeringsschema's in visserij en aquacultuur om bij te dragen aan het behoud van biodiversiteit
- 301** *Broekmeyer, M.E.A., H.P.J. Huiskens, S.M. Hennekens, A. de Jong, M.H. Storm & B. Vanmeulebrauk.* Gebruikers-handleiding Audittrail Natura 2000.
- 302** *Bruggen van, C., C.M. Groenestein, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van der Sluis & G.L. Velthof.* Ammonia emissions from animal manure and inorganic fertilisers in 2009. Calculated with the Dutch National Emissions Model for Ammonia (NEMA)
- 303** *Donders, J.L.M. & C.M. Goossen.* Recreatie in groen blauwe gebieden. Analyse data Continu Vrijtijdsonderzoek: bezoek, leeftijd, stedelijkheidsgraad en activiteiten van recreanten
- 304** *Boesten, J.J.T.I. & M.M.S. ter Horst.* Manual of PEARLNEQ v5
- 305** *Reijnen, M.J.S.M., R. Pouwels, J. Clement, M. van Esbroek, A. van Hinsberg, H. Kuipers & M. van Eupen.* EHS Doelrealisatiegraadmeter voor de Ecologische Hoofdstructuur. Natuurkwaliteit van landecosysteemttypen op lokale schaal.
- 306** *Arnouts, R.C.M., D.A. Kamphorst, B.J.M. Arts & J.P.M. van Tatenhove.* Innovatieve governance voor het groene domein. Governance-arrangementen voor vermaatschappelijking van het natuurbeleid en verduurzaming van de koffieketen.
- 307** *Kruseman, G., H. Luesink, P.W. Blokland, M. Hoogeveen & T. de Koeijer.* MAMBO 2.x. Design principles, model, structure and data use
- 308** *Koeijer de, T., G. Kruseman, P.W. Blokland, M. Hoogeveen & H. Luesink.* MAMBO: visie en strategisch plan, 2012-2015
- 309** *Verburg, R.W.* Methoden om kennis voor integrale beleidsanalyses te combineren.