



Modelinstrumentarium Landelijk Meetnet Mestbeleid

Beschrijving indicatoren landbouwpraktijk

Diti Oudendag, Pieter Willem Blokland, Auke Greijdenanus, Ton van Leeuwen, Marga Hoogeveen,
Hennie van der Veen



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Modelinstrumentarium Landelijk Meetnet Mestbeleid

Beschrijving indicatoren landbouwpraktijk

Diti Oudendag, Pieter Willem Blokland, Auke Greijdanus, Ton van Leeuwen, Marga Hoogeveen,
Hennie van der Veen

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Economic Research in opdracht van en gefinancierd door het
ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit

Wageningen Economic Research
Wageningen, december 2017

NOTA
2017-047

Oudendag, Diti, Pieter Willem Blokland, Auke Greijdanus, Ton van Leeuwen, Marga Hoogeveen, Hennie van der Veen, 2017. *Modelinstrumentarium Landelijk Meetnet Mestbeleid; Beschrijving indicatoren landbouwpraktijk*. Wageningen, Wageningen Economic Research, Nota 2017-047. 70 blz.; 15 fig.; 30 tab.; 39 ref.

Deze nota geeft inzicht in de werking van het LMM-model. Het LMM-model is een modulaair opgebouwd (bedrijfs)rekenmodel rond de mineralenstromen op een bedrijf en beschrijft deze mineralenstromen bij de dierlijke en plantaardige productie, het voerverbruik van dieren, de excretie, het mineralenverbruik op bedrijfs- en gewasniveau en de bodembalans. Het model maakt gebruik van het Bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research aangevuld met andere kengetallen. Het model wordt ingezet bij het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) om enerzijds de landbouwpraktijk in kaart te brengen en anderzijds om relaties tussen beleid en de doorwerking van beleid in de bedrijfsvoering, milieudruk en waterkwaliteit nader te onderzoeken.

This document provides insight into the operation of the LMM model. The LMM model is a modularly composed calculation model for mineral flows on a farm and describes the mineral flows during animal and crop production, animal feed consumption, excretion, mineral consumption at farm and crop level and the soil balance. The model uses Wageningen Economic Research's Farm Accountancy Data Network supplemented with other key figures. The model is used by the National Measurement Network for effects of Manure policies (LMM) to map agricultural practices on the one hand, and to further investigate the relationship between policy and the effect of policy on operational management, environmental pressure and water quality on the other.

Trefwoorden: nutriënten, mest, emissie, kringloop, veehouderij, modellering

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/427508> of op www.wur.nl/economic-research (onder Wageningen Economic Research publicaties).

© 2017 Wageningen Economic Research
Postbus 29703, 2502 LS Den Haag, T 070 335 83 30, E communications.ssg@wur.nl,
www.wur.nl/economic-research. Wageningen Economic Research is onderdeel van Wageningen University & Research.



Wageningen Economic Research hanteert voor haar rapporten een Creative Commons Naamsvermelding 3.0 Nederland licentie.

© Wageningen Economic Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2017
De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

Wageningen Economic Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Economic Research is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

Wageningen Economic Research Nota 2017-047 | Projectcode 2282200017

Foto omslag: Shutterstock

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Preface	7
1	Inleiding	8
	1.1 Aanleiding en achtergrond	8
	1.2 Doel van de rapportage, doelgroep en afbakening	8
	1.3 Opzet rapportage	9
2	Opzet van het model	10
	2.1 Globale opzet	10
	2.2 Afbakening en modelbereik	13
	2.2.1 LMM	13
	2.2.2 Bedrijfsdatabase	13
	2.3 Aansluiting bij andere systemen	14
	2.4 Van globaal model naar implementatie	14
	2.4.1 Koppeling conceptueel model, LMM-module	14
	2.4.2 Veranderend mestbeleid	15
	2.5 Controle rekenregels	15
3	Berekeningswijze per module	16
	3.1 Inleiding	16
	3.2 Mineralenstromen bedrijf	16
	3.2.1 Inleiding	16
	3.2.2 Modelbeslissingen	18
	3.2.3 Rekenregels	18
	3.2.4 Data	19
	3.3 Dierlijke productie	20
	3.3.1 Inleiding	20
	3.3.2 Modelbeslissingen	22
	3.3.3 Rekenregels	22
	3.3.4 Data	23
	3.4 Plantaardige productie	24
	3.4.1 Inleiding	24
	3.4.2 Rekenregels	25
	3.4.3 Data	25
	3.5 Voerverbruik dieren	26
	3.5.1 Inleiding	26
	3.5.2 Rekenregels	27
	3.5.3 Data	29
	3.6 Forfaitaire excretie	30
	3.6.1 Inleiding	31
	3.6.2 Rekenregels	31
	3.6.3 Data	33
	3.7 Bedrijfsspecifieke excretie	34
	3.7.1 Inleiding	35
	3.7.2 Stappen in de module	35
	3.7.3 Rekenregels	36
	3.7.4 Data	38

3.8	Mineralenverbruik bedrijfsniveau	39
3.8.1	Inleiding	39
3.8.2	Rekenregels	40
3.8.3	Data	41
3.9	Mineralenverbruik gewasniveau	42
3.9.1	Inleiding	42
3.9.2	Rekenregels	42
3.9.3	Modelbeslissingen	44
3.9.4	Data	44
3.10	Bodembalans	46
3.10.1	Inleiding	46
3.10.2	Rekenregels	47
3.10.3	Data	48
3.11	Analyse bemesting bedrijf	50
3.11.1	Inleiding	50
3.11.2	Rekenregels	51
3.11.3	Data	52
3.12	Overige gegevens bedrijf	53
3.12.1	Inleiding	53
3.12.2	Rekenregels	54
3.12.3	Data	54
3.13	Overige gegevens dieren	55
3.13.1	Inleiding	55
3.13.2	Rekenregels	56
3.13.3	Data	57
3.14	Overige gegevens gewassen	57
3.14.1	Inleiding	57
3.14.2	Rekenregels	58
3.14.3	Data	60
	Literatuur en websites	61
	Afkortingen	64
	Bijlage 1 Grond in LMM	65
	Bijlage 2 Uitgebreid overzicht rekenregels forfaitaire excretie	66

Woord vooraf

Dit rapport is geschreven in opdracht van het ministerie van Economische Zaken en heeft als doel meer inzicht te geven in de werking van het rekenmodel voor het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM-model).

LMM is een integraal monitoringprogramma met als doel het volgen en vastleggen van de effecten van het mestbeleid op de bedrijfsvoering en waterkwaliteit op Nederlandse landbouwbedrijven. De doelstellingen van het LMM zijn:

- het beschrijven en verklaren van de huidige kwaliteit van het recent gevormde grondwater in relatie met milieudruk en beleidsmaatregelen
- idem, maar dan specifiek voor de landbouwbedrijven met derogatie
- een verkennend onderzoek naar veranderingen in de landbouwpraktijk en de gevolgen daarvan voor de kwaliteit van het recent gevormde grondwater.

In dit samenwerkingsverband met het RIVM is Wageningen Economic Research verantwoordelijk voor het in kaart brengen van de 'landbouwpraktijk'. Hiervoor wordt in het Bedrijveninformatienet van alle 450 deelnemers aan het LMM een aanzienlijke set aan bedrijfsgegevens van de 'landbouwpraktijk' verzameld en vastgelegd. Het LMM vervult daarmee een belangrijke rol in de onderbouwing van de Nederlandse derogatie en de verlenging daarvan. Het uitgebreide LMM levert echter ook een unieke dataset die het mogelijk maakt relaties tussen beleid en de doorwerking van beleid in de bedrijfsvoering en -resultaten, (technisch en economisch), milieudruk en waterkwaliteit nader te analyseren.

Het RIVM heeft als taak het monitoren van de waterkwaliteit op landbouwbedrijven. Dit gebeurt door bemonstering van het water dat uitspoelt uit de wortelzone en van het slotwater. Water dat uit de wortelzone uitspoelt, wordt onderzocht via bemonstering van de bovenste meter van het grondwater, het bodemvocht of het drainwater.

Er worden in het Bedrijveninformatienet gegevens vastgelegd van voornamelijk om akkerbouw-, staldier- en melkveehouderijbedrijven op verschillende grondsoorten. Door de keuze van deze bedrijfstypen wordt in totaal circa 80% van het landbouwareaal vertegenwoordigd. Het monitoren van de Derogatiebeschikking gebeurt alleen op bedrijven met grasland (voornamelijk melkveehouderijbedrijven) die in aanmerking komen voor derogatie (Derogatiemeetnet).

De in het Informatienet vastgelegde gegevens over de landbouwpraktijk worden gebruikt om aanvullende kengetallen te berekenen gebruik makend van het LMM-model. Een voorbeeld is mineralenoverschot dat wordt afgeleid uit het areaal en de bemesting op een bedrijf.

Het LMM-model is modulair opgebouwd rekenmodel rond de mineralenstromen op een bedrijf, de dierlijke productie en plantaardige productie, het voerverbruik van dieren, de excretie, het mineralenverbruik op bedrijfs- en gewasniveau en de bodembalans.

Dit rapport gaat over de werking van het LMM-model: welke kengetallen worden berekend en op welke manier. Het gaat hierbij om kengetallen met betrekking tot de nutriëntenstromen in de Nederlandse landbouw.

Het rapport is voor twee doelgroepen geschreven: enerzijds is het rapport geschreven voor diegenen die meer inzicht willen in de werking van het model (medewerkers bij het ministerie van Economische Zaken en overige beleidsmedewerkers die actief zijn op dossier mest & mineralen, onderzoekers en medewerkers van Wageningen Economic Research die betrokken zijn bij de dataverzameling en vastlegging in het Bedrijveninformatienet en overige medewerkers aan het LMM-meetnet). Voor deze doelgroep is zijn hoofdstuk 2 en eventueel de inleidingen per module in hoofdstuk 3 voldoende.

Anderzijds dient het rapport ook als modeldocumentatie (hoofdstuk 3) voor de direct betrokkenen bij de data en modelontwikkeling. Omdat het model continu in ontwikkeling is vanwege aanpassingen aan het beleid, zijn de rekenregels op een globale manier beschreven. Voor de exacte rekenregels wordt verwezen naar de modelcode (contactpersoon: Pieter Willem Blokland pieterwillem.blokland@wur.nl).

Het rapport geeft een overzicht van de werking van het model (modeldocumentatie) en kan ook als achtergronddocument worden gezien. Het rapport is niet bedoeld als verantwoordingsdocument en maakt ook geen deel uit van een monitoringsprotocol.



Prof.dr.ir. J.G.A.J. (Jack) van der Vorst
Algemeen Directeur Social Sciences Group (SSG)
Wageningen University & Research

Preface

This report describes the operation of the so-called LMM-model. LMM-model is a tool which has been used in the National Monitoring Network effects of Manure Policies (also called LMM). The network has been used for interalia monitoring obligations from the European Union for measuring effects of the Nitrate Directive and the Derogation Appointment.

The monitoring network consists of two parts: capturing farm properties performed by Wageningen Economic Research and field measurements of nitrate concentrations in soil and surface water performed by RIVM.

Results of the measurements are related to specific farm properties to create insight into effects of policies on manure and minerals.

Farm properties can be perceived or calculated based on the perceived properties. Calculations are performed and formalised with the so-called LMM model.

This report presents the working of the LMM model: which indicators can be calculated and how. Only indicators related to nutrient and emission issues in Dutch agriculture are taken into account.

Target groups of the report are policy advisors and those who are working with the model or the monitoring network. As the model has been constantly adapted according to changing policies, the calculation rules were described in a global way. For the exact rules reference is made to the model code which can be obtained by contacting Peter Willem Blokland (pieterwillem.blokland@wur.nl).

The report can be categorised as model documentation and background document. It is not part of a Monitoring Protocol.



Prof.dr.ir. J.G.A.J. (Jack) van der Vorst
General Director Social Sciences Group (SSG)
Wageningen University & Research

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en achtergrond

Het LMM-model is een rekeninstrument dat wordt ingezet bij het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM). Dit meetnet is in 1992 opgezet om de effecten van het mestbeleid op de bedrijfsvoering en de waterkwaliteit op landbouwbedrijven in beeld te brengen. Het meetnet wordt ook gebruikt voor de monitoringsverplichtingen van de Europese Unie ten aanzien van de effecten van de maatregelenprogramma's in het kader van de Nitraatrichtlijn. Vanaf 2006 is een deel van het meetnet (Derogatiemeetnet) ook ingericht ten behoeve van de rapportageverplichtingen voortvloeiende uit monitoringsverplichtingen in het kader van de Derogatiebeschikking.

Het LMM-meetnet kent twee pijlers: het Bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research en het waterkwaliteitsmeetnet van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Met behulp van het Bedrijveninformatienet brengt Wageningen Economic Research de landbouwpraktijk in beeld. In totaal worden van 450 bedrijven verdeeld over vier verschillende LMM-grondsoortregio's (zand, klei, veen en löss) gegevens over de landbouwpraktijk vastgelegd. In het meetnet zijn voornamelijk akkerbouw- en melkveehouderijbedrijven opgenomen, en daarnaast bedrijven met een specialisatie in staldieren (varkens, pluimvee en kalveren) en overige (vaak gemengde) bedrijven. Door de keuze van de bedrijfstypen wordt in totaal circa 80% van het landbouwareaal vertegenwoordigd. Het monitoren van de Derogatiebeschikking gebeurt alleen op bedrijven met grasland (voornamelijk melkveehouderijbedrijven) die in aanmerking komen voor derogatie (Derogatiemeetnet).

Om bedrijfsgegevens aan nitraatconcentraties in het grond- en oppervlaktewater te kunnen koppelen, worden voor deelnemende bedrijven aan het meetnet in het Bedrijveninformatienet allerlei kengetallen vastgelegd en/of berekend die met de nitraatconcentraties en nutriëntenoverschotten samenhangen. Te denken valt aan nutriëntenproductie, -verbruik, -overschotten op gewasniveau, -overschotten op bedrijfsniveau en andere. In de beginfase van het LMM-meetnet werd dit alleen uitgevoerd voor bedrijven die in het LMM-meetnet werden bemonsterd. In het huidige model worden de berekeningen voor alle bedrijven in het Bedrijveninformatienet uitgevoerd dus ook de bedrijven die niet participeren in het LMM-meetnet.

1.2 Doel van de rapportage, doelgroep en afbakening

Dit rapport is geschreven in opdracht van het ministerie van Economische Zaken met als doel de inzichtelijkheid van de werking van het LMM-model te vergroten: welke kengetallen worden berekend en op welke wijze. Het gaat hierbij om kengetallen met betrekking tot de nutriënten- en emissieproblematiek in de Nederlandse landbouw. We beperken ons hierbij tot de veehouderij (melkvee en staldieren), de akkerbouw en de opengrondsteelten.

Het rapport is voor twee doelgroepen geschreven: enerzijds is het rapport geschreven voor zij die meer inzicht willen in de werking van het model (medewerkers bij het ministerie van Economische zaken en overige beleidsmedewerkers die actief zijn op dossier mest & mineralen, onderzoekers en medewerkers van Wageningen Economic Research die de dataverzameling en vastlegging voor deelnemende bedrijven aan het LMM verzorgen en overige medewerkers aan het LMM-meetnet). Voor deze doelgroep is hoofdstuk twee en eventueel de inleidingen per module in hoofdstuk drie van belang. Anderzijds dient het rapport ook als modeldocumentatie voor de direct betrokkenen bij de data en modelontwikkeling. Deze doelgroep verwijzen we naar hoofdstuk drie.

De rekenregels zijn op een globale manier beschreven omdat het model continue in ontwikkeling is vanwege continue aanpassingen van het beleid. Voor de exacte rekenregels wordt verwezen naar de modelcode (contactpersoon: Pieter Willem Blokland pieterwillem.blokland@wur.nl).

Het rapport is geeft een overzicht van de werking van het model (model documentatie) en kan ook als achtergronddocument worden gezien. Het rapport is niet bedoeld als verantwoordingsdocument en maakt ook geen deel uit van een monitoringsprotocol.

1.3 Opzet rapportage

Het rapport begint met de beschrijving van het conceptueel model van LMM (hoofdstuk 2). In dit hoofdstuk worden de afbakening, het modelbereik en de aannames besproken. Het hoofdstuk wordt afgesloten met het leggen van een link tussen het conceptueel model en de implementatie van dit model. Het gerealiseerde model komt aan de orde in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 3 bestaat uit beschrijvingen van de verschillende modules: het doel van de berekeningen, de globale rekenregels, de in- en uitvoer van de modules en de relaties met andere modules. Na de literatuurlijst volgt een lijst met in het document gehanteerde afkortingen en hun betekenis.

2 Opzet van het model

Het LMM-project is bedoeld om de effecten van het mestbeleid te monitoren (zie hoofdstuk 1). Het mestbeleid in Nederland grijpt in op het gebruik van dierlijke en kunstmest op landbouwbedrijven met als uiteindelijk doel om de waterkwaliteit te verbeteren. De monitoring in het LMM richt zich enerzijds (Wageningen Economic Research) op de bedrijfsvoering en nutriëntenboekhouding (productie en gebruik van nutriënten) van landbouwbedrijven. Anderzijds wordt ook de waterkwaliteit gemeten door RIVM. De effecten van het mestbeleid op de bedrijfsvoering en nutriëntenboekhouding van landbouwbedrijven wordt gemonitord door middel van vastlegging van gegevens in het Bedrijveninformatienet van Wageningen Economic Research die vervolgens met een rekenmodel (het LMM-model) worden bewerkt tot een set van kengetallen zoals emissies en nutriënten overschotten. Door deze kengetallen te koppelen aan de kengetallen die in het grond- en slootwater worden gemeten, kan effect van het mestbeleid inzichtelijk worden gemaakt.

2.1 Globale opzet

Bij het formuleren van de globale opzet van het LMM-model volgen we de lijnen van de systeemtheorie. In de globale opzet van het LMM-model worden de onderdelen en begrenzingen van een landbouwbedrijf beschreven waarvoor in het LMM-model berekeningen worden uitgevoerd. Een visualisatie van de globale opzet van het LMM-model is weergegeven in figuur 2.1 en bestaat uit blokken (productie), bollen (voorraden) en pijlen (stromen van producten en dergelijke).

De globale opzet representeert een agrarisch bedrijf bestaande uit twee productieblokken: een voor dieren (substelsysteem Dieren) en een voor gewassen (substelsysteem Gewassen). Het bedrijf heeft contact met zijn directe omgeving (lucht, water en bodem) en met leveranciers (blok aanvoer) en afnemers (blok afvoer). De bodem verdient speciale aandacht omdat het bovenste deel van de bodem tot het bedrijf kan worden gerekend.

De benodigde aanvoer voor de productie in de subsystemen Gewassen en Dieren wordt eerst in voorraad opgeslagen op het bedrijf waarna het wordt verbruikt. Het gaat hierbij om voer, plantaardig materiaal en meststoffen. Alle drie categorieën zijn op te splitsen in intern (zelf geproduceerd) en extern (van buitenaf aangevoerd). Dieren worden niet in voorraad gehouden maar gaan direct naar het subsysteem dieren. Het kan hierbij gaan om van buitenaf aangevoerde dieren en zelf geproduceerde (opfok)dieren.

Met de aanvoer van deze genoemde producten (voer, mest, plantaardige producten en dieren) worden plantaardige en dierlijke producten geproduceerd die weer worden opgeslagen voordat ze het bedrijf verlaten of op het bedrijf zelf worden verbruikt. Deze opslag wordt in figuur 2.1 aangeduid met: 'plantaardige producten', 'dierlijke producten' en 'organische mest intern'. De voorraad organische mest intern is de voorraad van intern geproduceerde organische mest. Deze mest komt uit het subsysteem dieren en kan gebruikt worden in het subsysteem gewassen.

Tussen de subsystemen Dieren en Gewassen en de voorraden vinden verschillende stromen plaats die hier worden toegelicht:

- Interne voerproductie¹
In het subsysteem voor de productie van gewassen worden producten voortgebracht die als voer worden gebruikt in het subsysteem dieren.
- Gewasproductie en overige plantaardige productie
Een belangrijk deel van de productie van gewassen wordt van het bedrijf afgevoerd (vanuit de

¹ De namen van de productie- en verbruiksstromen corresponderen met figuur 2.1.

voorraden). Daarnaast kan een deel van de plantaardige productie bijvoorbeeld worden gebruikt als afdekkingsmateriaal (stro) of als uitgangsmateriaal (pootaardappelen).

- Dierlijke productie
Dierlijke productie bestaat uit vlees en overige producten. Op het bedrijf is vlees een onderdeel van het dier, we spreken hier ook wel van vastlegging. Overige dierlijke producten (melk, kaas, eieren en dergelijke) komen in de voorraad dierlijke producten terecht. Vanuit deze voorraad worden de dierlijke producten van het bedrijf afgevoerd. Melk en melkproducten voor intern voerverbruik komen niet in de voorraad maar keren terug naar het proces intern voerverbruik.
- Verbruik extern voer, verbruik intern voer en verliezen voer
Door de dieren wordt voer verbruikt dat enerzijds van de eigen gewassen komt (intern voer) en anderzijds van buiten bedrijf (extern voer). Tijdens het voeren ontstaan voerresten die uiteindelijk terechtkomen bij de mestopslag ('organische mest intern').
- Excretie, intern verbruik organische mest, extern verbruik plantaardig materiaal
Door de dieren wordt mest geproduceerd (excretie) die verbruikt kan worden door gewassen. Daarnaast kunnen plantaardige materialen indirect als meststof op het gewas terecht komen, bijvoorbeeld stro als stalstrooisel.

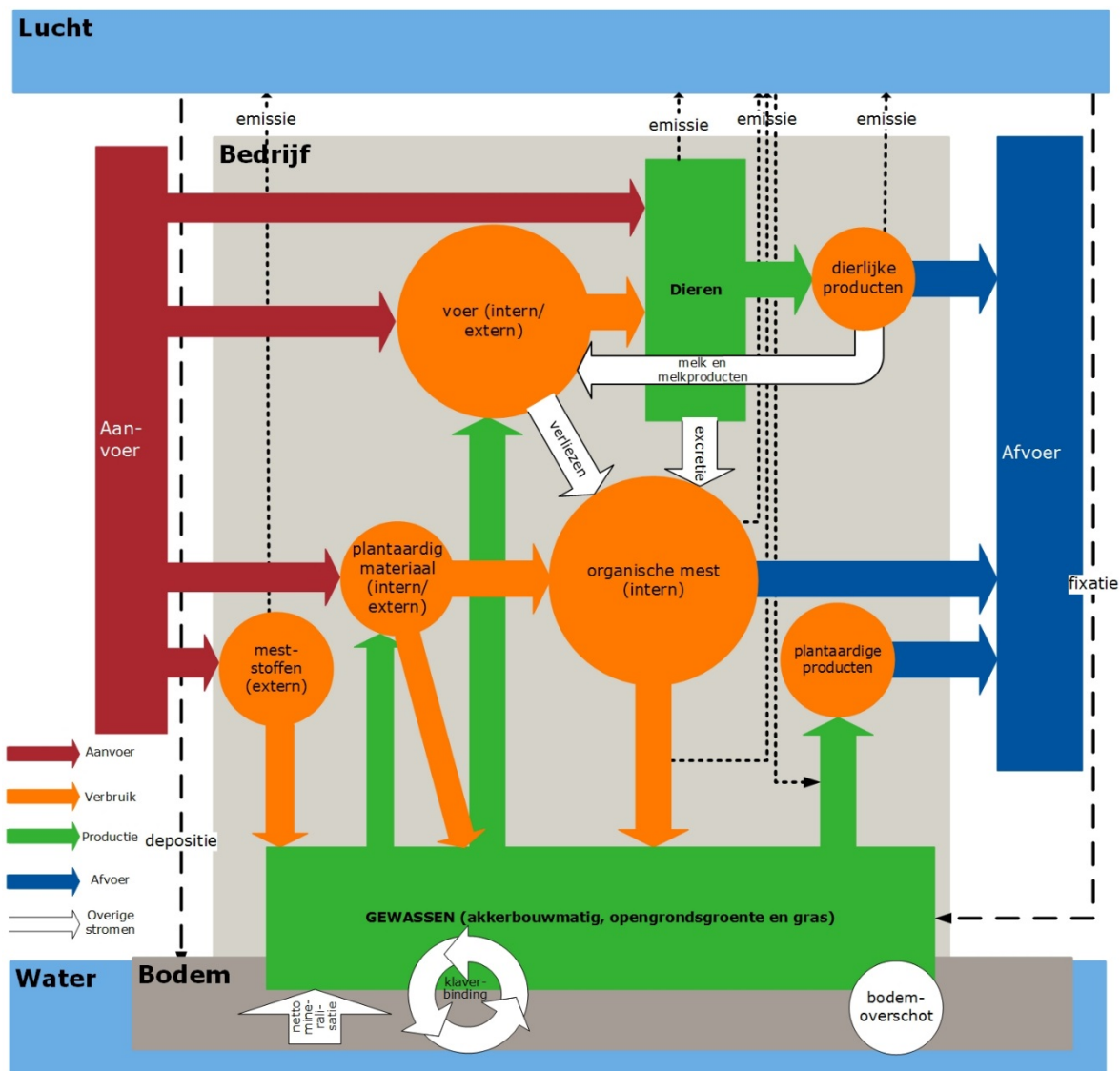
Er zijn ook stromen die van buiten het systeem binnenkomen of die het systeem verlaten.

Bijvoorbeeld:

- Nettomineralisatie, fixatie en depositie
Gewassen gebruiken naast meststoffen ook nutriënten die via de lucht en de bodem ter beschikking komen. Een voorbeeld is mineralisatie: door het omzetten van organische stof in de bodem komen extra stikstof vrij. De hoeveelheid stikstof die door mineralisatie beschikbaar komt, is afhankelijk van gewas (gras/bouwland) en grondsoort (veen/overig).

Bij sommige gewassen zoals vlinderbloemigen, is er sprake van directe stikstofbinding in de plant (fixatie) uit de lucht. Door neerslag van nutriënten uit de lucht op de bodem (al dan niet via regen) komen nutriënten beschikbaar voor gewassen (depositie: gedeponeerde stikstof op de bodem/gewas). Een andere aanvoerpost van nutriënten, stikstof in dit geval is voor gewasgroei is mineralisatie van de bodem. Tegenover mineralisatie staat immobilisatie: voor de grondsoorten anders dan veen en dalgrond, wordt verondersteld dat het effect van deze processen elkaar opheffen. Daarom wordt alleen voor veen- en dalgrond mineralisatie berekend.

- Emissies
Bij een aantal processen vinden gasvormige verliezen van nutriënten plaats. Ook deze gasvormige verliezen worden in het LMM-model zo volledig mogelijk gekwantificeerd. Gasvormige verliezen vinden plaats bij beweiding, opslag van mest (al dan niet in de stal), bij het toedienen van meststoffen en bij de gewas- en dierlijke productie.



Figuur 2.1 Opzet LMM-model

Er zijn nog twee andere belangrijke onderdelen in het modelschema die nog niet zijn benoemd, namelijk het bodem- en bedrijfsoverschot.

Het bedrijfsoverschot dat om praktische redenen van uitvoerbaarheid niet is weergegeven in figuur 2.1, is het verschil tussen de nutriënten in de aanvoer en in de afvoer gecorrigeerd voor de voorraadmutaties. Onder voorraadmutatie wordt verstaan het verschil tussen eind- en beginvoorraad, met andere woorden het gaat om de verandering in de voorraad.

$$\text{Bedrijfsoverschot nutriënten [kg]} = \text{aanvoer nutriënten [kg]} - \text{afvoer nutriënten [kg]} - \text{voorraadmutatie [kg]}$$

Het bodemoverschot wordt afgeleid van het bedrijfsoverschot door een correctie toe te passen voor depositie, mineralisatie en stikstofbinding (aanvoer naar bodem) en emissies (afvoer van bodem).

$$\text{Bodemoverschot nutriënten [kg]} = \text{Bedrijfsoverschot nutriënten [kg]} + \text{depositie [kg]} + \text{mineralisatie [kg]} + \text{stikstofbinding [kg]} - \text{emissies [kg]}$$

De in het LMM berekende bodembalans volgt grotendeels de methode van Schröder (Lukács et al., 2017), maar wijkt op een aantal punten af in verband met de beschikbaarheid van data (paragraaf 3.10).

2.2 Afbakening en modelbereik

2.2.1 LMM

Het LMM-model modelleert de Mineralenstromen op individuele Nederlandse landbouwbedrijven (veehouderij, akkerbouw en de opengrondsteelten) naar bodem en lucht. Glastuinbouw en blijvende teelten vallen bijvoorbeeld buiten het systeem. Bij blijvende teelten is de waterkwaliteit lastig te meten door grondruil. Bij glastuinbouw is er meestal sprake van substraatteelt waarvoor er ook geen directe relatie tussen bemesting en waterkwaliteit is. Het gaat bij de selectie van de deelnemende bedrijfstypen dus niet om een modelbeperking maar bij bepaalde bedrijfstypen sluit de mineralenkringloop niet aan bij het doel van LMM.

Mineralenstromen naar het oppervlakte- en grondwater worden niet meegenomen evenmin als de aanvoer van nutriënten via deze compartimenten naar de Nederlandse Landbouw. Deze stromen van en naar het grond- en oppervlaktewater zijn wel afleidbaar (schatting) uit de Mineralenstromen naar de compartimenten bodem en lucht maar worden in het LMM-model buiten beschouwing gelaten. De gekozen afbakening heeft ook tot gevolg dat de emissies bij beweiding in het buitenland niet bij de emissie van een bedrijf worden geteld evenmin als de bemesting als gevolg van beweiden en de plantaardige productie in het buitenland. Ook bemesting, emissies en eventuele beweiding op niet betaalde landbouwgrond (zie bijlage 1) wordt buiten beschouwing gelaten.

Vanaf 2010 is het model toepasbaar voor alle bedrijven in het Bedrijveninformatienet met uitzondering van glastuinbouw- en blijvende teeltbedrijven. In de periode 2006-2010 is het model eveneens toepasbaar voor de genoemde bedrijven, maar hierbij geldt voor LMM-bedrijven een andere set rekenregels dan voor de niet-LMM-bedrijven. Dit komt omdat op LMM-bedrijven gegevens uitgebreider en meer specifiek zijn vastgelegd. Ook zijn bij LMM-bedrijven in vergelijking tot niet-LMM-bedrijven meer items vastgelegd. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat voor LMM-bedrijven voor 2010 extra gegevens zijn vastgelegd ten opzichte van de niet-LMM-bedrijven. Voor 2010 en later is in het model ook een aantal wijzigingen in de methodiek doorgevoerd (Hooijboer et al. 2013, bijlage 9).

Aan het LMM-model is een extra module gekoppeld waarmee specifiek emissies van broeikasgassen worden berekend volgens (internationale) methoden met als doel hergebruik voor onderzoeksdoeleinden zoals bijvoorbeeld de Duurzame Zuivelketen (DZK) (Reijs et al. 2013) en rapportage aan deelnemers van het Bedrijveninformatienet. Deze module is nauw gerelateerd aan het LMM-model, maar maakt hier primair geen onderdeel van uit. Daarom is besloten deze module niet in deze documentatie op te nemen maar wordt verwezen naar Oudendag et al. (2016) en Hoogeveen (2014).

2.2.2 Bedrijfsdatabase

Het LMM-model maakt gebruik van data uit het Bedrijveninformatienet. De gegevens van het Bedrijveninformatienet zijn op verschillend detailniveau aanwezig maar worden uiteindelijk gepresenteerd en/of verwerkt op bedrijfsniveau. Het gaat om bijvoorbeeld gegevens op perceelsniveau, gewasniveau, niveau van transacties en dergelijke. De gegevens uit het Bedrijveninformatienet die worden gebruikt, worden in de documentatie aangegeven met de naam bedrijfsdatabase en in de figuren met de term bedrijfsdata. Het betreft hier een selectie van data uit het Bedrijveninformatienet die al dan niet is bewerkt. Een deel van de data die het LMM uit het Bedrijveninformatienet ontvangt, bestaat uit gegevens die rechtstreeks door de ondernemer zijn opgegeven. Daarnaast is een deel van deze data een bewerking op deze door de ondernemer opgegeven gegevens. Het gaat hier bijvoorbeeld om de hoeveelheid nutriënten in de gewasproductie. Deze zijn berekend op basis van normen of op basis van bedrijfsspecifieke gehalten die zijn verkregen door bemonstering.

In dit rapport wordt regelmatig geschreven over normen: het betreft hier normen die in het LMM-model in de rekenregels worden gebruikt. Het gaat hier niet om normen die gebruikt zijn bij de bewerking van de door de ondernemer opgegeven bedrijfsgegevens.

De beschrijving van de bedrijfsdatabase zelf en de eventuele bewerkingen behoren niet tot de documentatie van het LMM-model maar heeft ook nog niet plaats gevonden. Wel wordt in verband met de overzichtelijkheid zo veel mogelijk aangegeven welke data bewerkt (al dan niet bedrijfsspecifiek) zijn en welke niet.

2.3 Aansluiting bij andere systemen

Omdat LMM gericht is op effecten van beleid wordt zo veel mogelijk aangesloten bij bestaande berekeningswijzen en methodieken die bij het beleid worden gebruikt. Zo wordt voor het bepalen van de bedrijfsspecifieke excretie zoveel mogelijk aangesloten bij de BEX (RVO, 2015a) en voor forfaitaire excreties bij de wettelijk vastgestelde excreties (RVO-tabellen, 2016).

Voor stikstofbinding van klaver in grasland, gebruik gemaakt van de rekenregels van de Kringloopwijzer (Schröder et al. 2016). Voor de berekening van de gasvormige stikstof verliezen is aangesloten bij WUM/NEMA (Bruggen meerdere jaargangen/Bruggen et al. 2015) en voor de berekening van de grasproductie bij Aarts et al. (2005).

In het volgende hoofdstuk waar de verschillende onderdelen van het model, uitgebreider worden besproken, wordt specifiek aangegeven bij welke kengetallen van welke methodiek wordt uitgegaan.

2.4 Van globaal model naar implementatie

2.4.1 Koppeling conceptueel model, LMM-module

Uiteindelijk is het globale model vertaald naar een werkend model dat is opgebouwd uit modules. De modules van het model (LMM) worden in het volgende hoofdstuk beschreven. Deze paragraaf gaat in op de koppeling tussen de elementen in het globale model (figuur 2.1) en de modules van het werkende model (tabel 2.1).

Tabel 2.1 Relatie LMM-modules met het conceptueel model

LMM-module	Element in Conceptueel model
Mineralenstromen bedrijf	Aanvoer, afvoer en voorraden
Dierlijke productie	Dierlijke productie
Plantaardige productie	Plantaardige productie
Voerverbruik dieren	Voer
Excretie (forfaitair en bedrijfsspecifiek)	Excretie
Mineralenverbruik bedrijfsniveau	verbruik van organische mest, plantaardig materiaal en meststoffen extern
Mineralenverbruik gewasniveau	verbruik van organische mest, plantaardig materiaal en meststoffen extern
Bodembalans	Bodemoverschot
<ul style="list-style-type: none"> • Analyse bemesting bedrijf • overige gegevens bedrijf • overige gegevens dieren • overige gegevens gewassen • controle rekenregels 	Extra rapportages over uitkomsten en controles

2.4.2 Veranderend mestbeleid

Bij de implementatie van het conceptueel model wordt rekening gehouden met de in de loop van de tijd veranderende mestwetgeving. Een belangrijk punt is de overgang van het MINAS-verliesnormenstelsel (sinds 1998) naar een gebruiksnormenstelsel in 2006.² Tot 2006 wordt gerekend met de destijds geldende verliesnormen. Vanaf 2006 wordt gerekend met gebruiksnormen en de mogelijkheid tot derogatie of wel vergroting van de gebruiksnorm onder bepaalde voorwaarden. Na 2006 is het mestbeleid wel veranderd dat wil zeggen dat het principe van de gebruiksnormen is niet gewijzigd maar wel de hoogte van de normen. Binnen LMM wordt hiermee rekening gehouden. Het fosfaatplafond wordt niet meegenomen in het LMM-model omdat LMM op bedrijfsniveau rekent en het fosfaatplafond een sector plafond is.

2.5 Controle rekenregels

Er zijn controleregels ontwikkeld om de uitkomsten van de berekeningen van het GAMS LMM-model te toetsen. De regels zijn door het hele model heen geïmplementeerd. De controleregels geven waarschuwingen of foutmeldingen over vastgelegde en/of berekende data. Het rekenproces wordt door de controleregels niet gehinderd: alle bedrijven worden in de berekeningen meegenomen maar er kunnen voor een aantal bedrijven waarschuwingen of foutmeldingen zijn zoals een onwaarschijnlijke stikstofbemesting. De waarschuwings- en/of controlemeldingen geven aan dat de waarde van een bepaalde variabele niet binnen de gestelde waarschijnlijkheidsgrenzen ligt. Onderzoekers kunnen op basis van deze controleregels bedrijven en/of variabelen uitsluiten van onderzoek. Speciaal voor het onderzoek is daarom een uitvoerbestand gemaakt waarin de variabelen automatisch op NB ('niet betrouwbaar') komen te staan, zodat de onderzoeker niet handmatig de bedrijven/variabelen hoeft te selecteren.

Een aantal van de controleregels worden in hoofdstuk drie benoemd. Hieronder noemen we alvast twee voorbeelden.

Voor bedrijven met meer dan 20% van het totale areaal bestaande uit gras en het areaal gras is meer dan 5 ha, geldt voor de fosfaatgift (dierlijke mest, kunstmest, overige organische mest) op grasland dat deze binnen de onder- en bovengrenswaarde moet liggen anders volgt er een melding in het waarschuwingenbestand. De bedrijven worden wel meegenomen in de uitvoer van de kengetallen.

Voor het bodemoverschot moeten de berekende overschotten voor stikstof en fosfaat, binnen bepaalde minimale en maximale grenswaarden liggen. Deze grenzen zijn ingesteld en variëren per bedrijfstype.

² Het LMM-model is ingericht om voor de periode voor 2006 te rekenen maar de data wordt niet onderhouden.

3 Berekeningswijze per module

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de modules van het LMM-model (tabel 2.1) besproken. De beschrijvingen per module zijn uniform opgebouwd:

- a. Een inleiding met het doel van de module en het bijbehorend stroomschema
- b. Een globale beschrijving van de rekenregels
- c. Een overzicht van de in- en uitgaande datastromen (datamodel)

Bij een aantal modules is nog een extra paragraaf opgenomen voor modelbeslissingen. Onder modelbeslissingen verstaan we keuzen die zijn gemaakt bij de modelopzet die bepalend zijn voor de uitkomsten.

De stroomschema's bestaan uit maximaal 4 onderdelen (onderdelen die niet worden gebruikt, zijn niet weergegeven in het stroomschema):

1. Database met data per bedrijf en/of productie-eenheid, bijvoorbeeld een perceel (Informatienet) of per transactie of per gewas. In de figuren en tabellen (data-input) zien we de database terug onder de naam bedrijfsdata.
2. Een database met normen (rekencoëfficiënten). Deze normen worden gebruikt bij de berekeningen binnen het LMM-model zelf. In de figuren en tabellen (data input) zien we de rekencoëfficiënten onder de naam rekencoëfficiënten (normen).
3. Een virtuele database met berekende data afkomstig uit andere modules (Hergebruik andere modules).
4. De overige zogenaamde rekenblokken, waarin de berekeningen worden uitgevoerd.

De pijlen tussen de blokken geven de richting van de informatie- en datastromen aan. De afzonderlijke rekenblokken zijn voorzien van een hoofdletter die weer terug te vinden is in de beschrijving van de bijbehorende rekenregels. De database bevat gegevens per bedrijf maar kan ook gegevens per bedrijf per productie-eenheid bevatten bijvoorbeeld per perceel of per gewas.

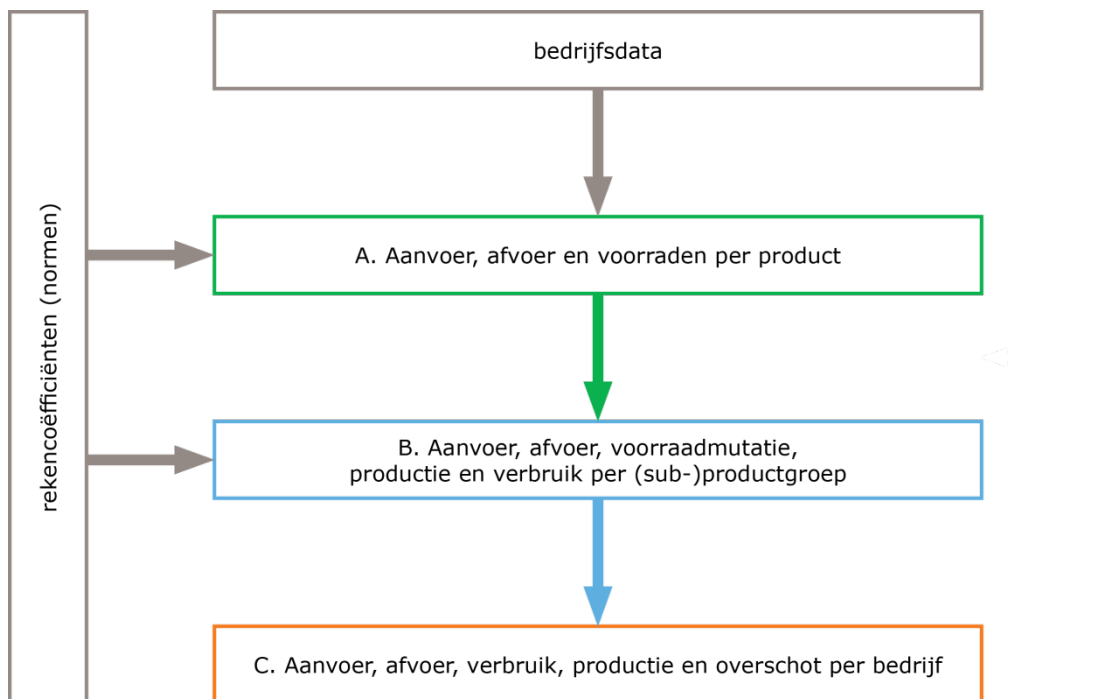
De in- en uitvoerdata zijn in tabelvorm weergegeven met aanvullende informatie. De invoerdata wordt onderverdeeld naar type herkomst: bedrijfsdata, rekencoëfficiënten en berekende data. Deze zijn als blokken in het stroomschema weergegeven.

3.2 Mineralenstromen bedrijf

3.2.1 Inleiding

In de module 'Mineralenstromen bedrijf' wordt berekend hoeveel nutriënten er worden geproduceerd en verbruikt op een bedrijf. De berekening wordt gedaan door de aanvoer, afvoer en voorraden van nutriënten in producten op het bedrijf te kwantificeren voor het deel van het bedrijf wat in Nederland ligt en waar het gaat om betaalde landbouwgrond. Voor niet-landbouwgrond en grond in het buitenland worden daarom correcties uitgevoerd voor emissies, bemesting en dergelijke. Ten behoeve van presentatie- en rapportagedoeleinden worden de gegevens per product geaggregeerd naar productgroepen.

De module 'Mineralenstromen Bedrijf' kan worden gezien als een zogenaamde 'farm gate' balans: het gaat om het nettooverschil (bedrijfsoverschot) tussen de ingaande en uitgaande Mineralenstromen op een bedrijf. De nettoafvoer van nutriënten is het resultaat van de interne productie van nutriënten en het verbruik (figuur 3.1).



Figuur 3.1 Stroomschema module 'Mineralenstromen Bedrijf'

De hoeveelheid nutriënten per product wordt in principe gebaseerd op de op het bedrijf vastgestelde samenstelling (bedrijfsspecifieke samenstelling). Indien deze informatie ontbreekt, wordt gebruik gemaakt van een normatieve samenstelling (tabel 3.1). De individuele of bedrijfsspecifieke gegevens zijn vastgelegd in de bedrijfsdatabase (zie ook paragraaf 2.2.2). Voor het product dierlijke mest wordt (indien van toepassing) gebruik gemaakt van de resultaten van de module Bedrijfsspecifieke excretie (paragraaf 3.7). De nutriëntensamenstellingen van voorraden dierlijke mest zijn afkomstig uit de bedrijfsdatabase.

Tabel 3.1 Gebruik van bedrijfsspecifieke gegevens en vervangende normen³

Hoofdproductgroep	Bedrijfsspecifieke gegevens gebruiken?	Vervangende normen: meest gehanteerde bron(nen)
Dieren	Nee	overig: RVO (2016, tabel 7)
Dierlijke producten	Melk: ja, op basis van melkleverantie Eieren: ja, afhankelijk van diersoort en type ei	Melk: RVO (2015a) Eieren: RVO (2016, tabel 8)
Dierlijke mest	Drijfmest: ja Vaste mest: nee	RVO (2016, tabel 4)
Overige organische mest	Ja, indien beschikbaar	Champost: RVO tabel 5a (2016) Overige producten: volgens specificaties leverancier
Kunstmest	Ja, altijd	NMI (2013)
Krachtvoer	Ja, indien beschikbaar	CVB tabellenboek Veevoeding (Productschap Diervoer, diverse jaargangen). Opgave leveranciers: Bonda (2015), Duynie (2016) en Van Triest (2016)
Ruwvoer	Ja, indien beschikbaar	CVB tabellenboek Veevoeding (Productschap Diervoer, diverse jaargangen). Opgave leveranciers: Bonda (2015), Duynie (2016) en Van Triest (2016)
Gewassen	Ja, indien beschikbaar. In de meeste gevallen niet.	Dijk et al. (2005), Beukeboom (1996), Schröder et al. (2004), KWIN-AVG (diverse jaargangen)
Overige plantaardige producten	Nee	Dijk et al. (2005), Beukeboom (1996), Schröder et al. (2004), KWIN-AVG (meerdere jaargangen)

³ Er is voor medewerkers binnen Wageningen Economic Research (voor belangstellenden buiten Wageningen Economic Research op verzoek) een intern document (xlsx) beschikbaar met daarin een koppeling tussen producten (meer dan 1.500) en bron voor de normatieve samenstelling. In tabel 3.1 zijn de belangrijkste bronnen vermeld.

Het berekende bedrijfsoverschot is het totaal van de aanvoer van nutriënten minus de afvoer van nutriënten gecorrigeerd voor de voorraadmutaties (Lukàcs et al. 2017).

3.2.2 Modelbeslissingen

Bij de opzet van de module 'Mineralenstromen Bedrijf' is besloten dat kunstmest niet door een bedrijf verkocht kan worden maar dat verkoop van kunstmest worden meegenomen als negatieve aankoop. Verkopen van kunstmest worden gezien als negatieve aankopen. De kunstmest zal in dat geval meestal teruggaan naar het bedrijf waarvan het aangekocht is. Kunstmest ten behoeve van teeltwerkzaamheden buiten het bedrijf of op grond die niet meetelt voor de gebruiksruimte (bijlage 1), wordt gezien als afvoer.

3.2.3 Rekenregels

Deze paragraaf is ingedeeld op basis van figuur 3.1.

a. Aanvoer, afvoer en voorraden product

Aanvoer is gedefinieerd als de hoeveelheid van een product dat een bedrijf aanvoert van een externe leverancier. Afvoer is de hoeveelheid van een product dat wordt afgevoerd naar een externe afnemer.

b. Aanvoer, afvoer, voorraadmutatie per productgroep

In dit onderdeel worden aan- en afvoer en de voorraadmutatie per product geaggregeerd naar productgroep. Bijvoorbeeld als een bedrijf meerdere soorten dierlijke mest aankoopt dan worden in dit onderdeel, de aan- en afvoergegevens van de afzonderlijke mestsoorten gesommeerd. Deze aggregatie is aan de module toegevoegd ten behoeve van rapportage en presentatiedoeleinden.

c. Aanvoer, afvoer, verbruik, productie en overschot bedrijf

Vervolgens worden de aan- en afvoer van de verschillende productgroepen gesommeerd naar aanvoer- en afvoer op bedrijfsniveau. De volgende categorieën worden meegeteld bij de aanvoer: dieren, voer, mest (dierlijk, kunstmest, overig organisch en plantaardig materiaal) en plantaardig materiaal.

$$\begin{aligned} \text{Aanvoer nutriënten [kg]} &= \text{nutriënten in aangevoerde dieren [kg]} + \\ &\text{nutriënten in aangevoerd voer [kg]} + \\ &\text{nutriënten in aangevoerde mest [kg]} + \\ &\text{nutriënten in aangevoerd plantaardig materiaal [kg]} \end{aligned}$$

De afvoer van nutriënten op een bedrijf is de som van de nutriënten in de afgevoerde dieren, dierlijke producten, mest en plantaardige producten waaronder zelf geproduceerd voer.

$$\begin{aligned} \text{Afvoer nutriënten [kg]} &= \text{nutriënten in de afgevoerde dierlijke producten [kg]} + \\ &\text{nutriënten in afgevoerde mest [kg]} + \\ &\text{nutriënten in afgevoerde plantaardige producten [kg]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Voorraadmutatie nutriënten [kg]} &= \text{nutriënten in de eindvoorraad [kg]} - \\ &\text{nutriënten in de beginvoorraad [kg]} \end{aligned}$$

Uit aan- en afvoer en voorraadmutatie kunnen de productie en het verbruik van nutriënten worden berekend. Er is sprake van productie als afvoer – aanvoer + voorraadmutatie een positieve waarde heeft anders is er sprake van verbruik. Bij sommige productgroepen is er geen verbruik (niet-ruwvoergewassen) terwijl bij andere productgroepen er geen sprake is van productie (bijvoorbeeld kunstmest). Tabel 3.2 geeft een overzicht van de uitgangspunten bij de verschillende productgroepen.

⁴ De groep overige producten bestaat voornamelijk uit gewasbeschermingsmiddelen en energie en zijn daarom niet relevant voor de aanvoer van nutriënten.

Ter illustratie noemen we hier een voorbeeld van een bedrijf waar 10 ton stikstof uit dierlijke mest wordt aangevoerd. De afvoer van dierlijke mest is 5 ton en de voorraadmutatie (VM) is +1 ton. Er is in dit geval sprake van verbruik en wel van 4 ton stikstof.

Tabel 3.2 Enkele modeluitgangspunten

Productgroep	Uitgangspunt
Dieren	Van dieren wordt alleen de aanvoer als verbruik gezien. Voorraadmutatie wordt altijd gesaldeerd met de afvoer bij productie.
Dierlijke producten	Van dierlijke producten wordt verondersteld dat ze niet worden verbruikt. Als dierlijke producten (zonder bestemming voer) worden aangevoerd betreft het eerder handel dan verbruik. Vandaar dat deze gesaldeerd worden bij productie.
Dierlijke mest	Dierlijke mest kan zowel verbruikt als geproduceerd worden. Door de rekenregel toe te passen wordt het nettoverbruik of de nettoproductie in beeld gebracht. Een van de twee is altijd leeg.
Kustmest	Kunstmest wordt alleen verbruikt en niet geproduceerd. Er is verondersteld dat afvoer retourleveranties betreft. Ook kan doorverkoop aan derden voorkomen. In beide gevallen worden ze gesaldeerd bij het verbruik.
Krachtvoer	Krachtvoer kan wel op een bedrijf worden geproduceerd en eventueel worden doorverkocht aan derden maar net als bij kunstmest wordt ook hier salderen toegepast.
Niet ruwvoer gewassen	Er wordt aangenomen dat de niet ruwvoer gewassen op een bedrijf worden geproduceerd en niet worden verbruikt. Voorraadmutaties worden gesaldeerd bij de productie.
Overige plantaardige producten en overige producten	Overige plantaardige producten en overige producten zijn restcategorieën (bijvoorbeeld stro, pootgoed, afdekkingsmateriaal). Hier kan zowel sprake zijn van verbruik als productie. Vandaar de keuze om dezelfde methode te hanteren als bij dierlijke mest.

Uiteindelijk wordt het bedrijfsoverschot als volgt gedefinieerd (Lukàcs et al., 2017):

$$\text{Bedrijfsoverschot nutriënten [kg]} = \text{aanvoer van nutriënten [kg]} - \text{afvoer nutriënten [kg]}$$

3.2.4 Data

Invoer

Tabel 3.3 geeft een overzicht van de invoerdata van de module 'Mineralenstromen Bedrijf'.

Tabel 3.3 Gebruikte invoerdata onderscheiden naar type input

Type input	Omschrijving	Afkomstig van module/referenties
Bedrijfsdata	Hoeveelheid product Bedrijfsspecifieke samenstelling product <ul style="list-style-type: none"> • voor dierlijke mest voor aanvoer, afvoer en voorraden • voor overige producten zoals voer en mengmest 	
Rekencoëfficiënt	Normatieve samenstelling producten	zie tabel 3.1
Hergebruik andere modules	Bedrijfsspecifieke samenstelling van dierlijke mest	Bedrijfsspecifieke excretie (paragraaf 3.7)

Uitvoer

Tabel 3.4 geeft een overzicht van de berekende kengetallen van de module 'Mineralenstromen Bedrijf'. Een groot deel van de berekende kengetallen wordt in andere modules hergebruikt.

Tabel 3.4 *Uitvoer kengetallen Module 'Mineralenstromen bedrijf'*

Kengetal	Eenheid	Hergebruik in module
Aanvoer nutriënten (N en P ₂ O ₅) per (sub)groep	Kg	Nutriënten in meststoffen: Module 'Mineralenverbruik Bedrijfsniveau' (paragraaf 3.8).
Afvoer nutriënten (N en P ₂ O ₅) per (sub)groep	Kg	Nutriënten in meststoffen: Module 'Mineralenverbruik Bedrijfsniveau' (paragraaf 3.8)
Voorraadmutatie nutriënten (N en P ₂ O ₅) per (sub)groep	Kg	Nutriënten in meststoffen: 'Mineralenverbruik Bedrijfsniveau' (paragraaf 3.8)
Verbruik nutriënten (N en P ₂ O ₅) per (sub)groep	Kg	Voor de module 'Bedrijfsspecifieke excretie': saldo verbruik staldieren + saldo verbruik eieren (paragraaf 3.7)
Productie nutriënten (N en P ₂ O ₅) per (sub)groep	Kg	niet
Productie nutriënten (N en P ₂ O ₅) per bedrijf	Kg	niet
Verbruik nutriënten (N en P ₂ O ₅) per bedrijf	Kg	niet
Aanvoer nutriënten (N en P ₂ O ₅) per bedrijf	Kg	niet
Afvoer nutriënten (N en P ₂ O ₅) per bedrijf	Kg	niet
Overschot nutriënten (N en P ₂ O ₅) per bedrijf	Kg	'Bodembalans'
Gemiddeld aantal dieren per diersoort	Aantal	'Overige gegevens bedrijf', 'Dierlijke productie' en 'Voerverbruik dieren'

3.3 Dierlijke productie

3.3.1 Inleiding

Het doel van de module 'Dierlijke productie' is enerzijds de dierlijke productie (uitgedrukt in hoeveelheid nutriënten) te berekenen. Anderzijds is het doel van de module 'Dierlijke productie' het vaststellen of bedrijven aan de criteria voldoen voor gebruik van bedrijfsspecifieke excretie: de BEX-melkvee voor melkveebedrijven of de stalbalans voor staldieren.

Het berekenen van de dierlijke productie in hoeveelheid nutriënten

Het gaat in deze module hierbij om:

1. De productie van dieren
 - Verandering van aantal dieren per diersoort
 - Groei dieren binnen diersoort (aanwas)
2. Dierlijke producten
 - Melk

Voor melkvee wordt de vastlegging in dieren en melk in kg N en P berekend volgens de rekenregels van de BEX (RVO 2015a). De vastlegging bij melkvee wordt in de module bedrijfsspecifieke excretie hergebruikt om de bruto-excretie van de melkveestapel te bepalen. Er wordt bij de vastlegging van nutriënten in de melkveestapel wel rekening gehouden met vervanging maar niet met aan- en afvoer van dieren.

Voor vleesvarkensbedrijven en gesloten varkensbedrijven wordt de productie in dieren (vastlegging) berekend volgens de regels van de Milieukeur-berekening (SMK 2014). De hiermee berekende groei wordt in de module bedrijfsspecifieke excretie gebruikt in controleregels van de stalbalans (de bedrijfsspecifieke berekeningswijze op staldierbedrijven). De groei wordt uitgedrukt in kg dier/bedrijf. Bij de opzet van het model is er destijds voor gekozen vastlegging in pluimvee (vlees en eieren) niet in deze module op te nemen. Voor de productie van pluimvee (vlees en eieren) zijn geen controle regels gedefinieerd. De vastlegging in pluimveevlees en eieren wordt alleen normatief berekend in module forfaitaire excretie. Daarom wordt deze vastlegging in pluimvee en eieren hier buiten beschouwing gelaten. Dit geldt eveneens voor wol als dierlijk product (schapen).

Criteria voor het voldoen aan de BEX

Er wordt bij het bepalen van de dierlijke productie volgens de BEX gerekend als:

- Het bedrijf zelf aangeeft gebruik te maken van bedrijfsspecifieke excretie
- De afwijkingen van de berekende excreties ten opzichte van de forfaitaire excreties voor fosfaat en stikstof binnen de 60 en 120% liggen. Deze grenzen zijn gebaseerd op expert judgement. Indien de excretie buiten de grenzen valt dan wordt de excretie forfaitair berekend

Daarnaast zijn er criteria die gelinkt zijn aan de berekende gras- en snijmaisproductie. Als deze opbrengsten niet binnen een bepaalde grenzen vallen, kan daar geen gebruik van worden gemaakt bij het bepalen van de bedrijfsspecifieke excretie (Lukács et al. 2017).

Het gaat om:

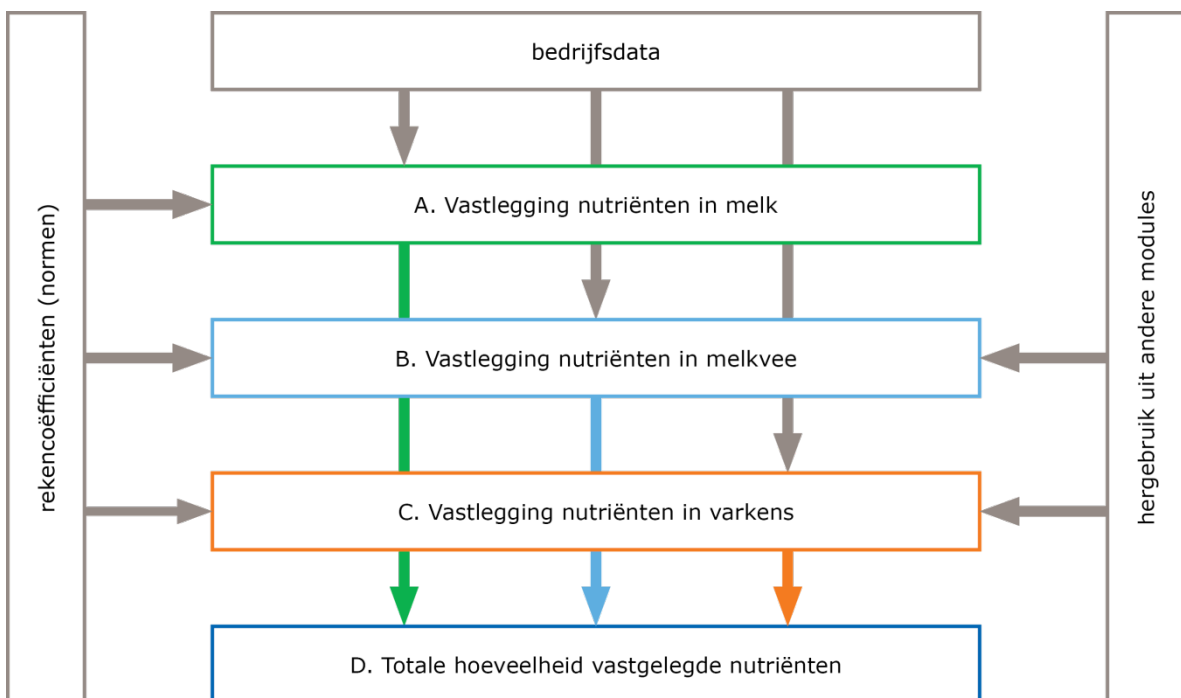
- Er zijn geen negatieve VEM-opbrengsten uit gras
- Berekende grasland opbrengst moet tussen de 4000 en 20000 kg ds per ha liggen
- Bij aanwezigheid van snijmais moet de geschatte snijmaisopbrengst tussen de 5000 en 25000 kg ds per ha liggen

Criteria voor het voldoen aan de Stalbalans voor varkens

De volgende criteria zijn van toepassing voor het gebruik van de stalbalans bij varkensbedrijven:

- Het gaat om een staldierbedrijf
- Er zijn geen dieren van derden aanwezig
- De afwijkingen van de berekende excreties t.o.v. de forfaitaire excreties voor fosfaat en stikstof liggen binnen de 60 en 120%
- De bedrijfsspecifieke bruto-excretie per kg toename gewicht aan dieren moet binnen specifieke grenzen liggen. Deze grenzen zijn afhankelijk van type bedrijf (gesloten, vleesproductie) en mineraal (fosfaat/stikstof)

Als niet aan deze criteria wordt voldaan, dan moet gebruik worden gemaakt van berekeningen op basis van forfaits die plaatsvinden in de module 'Mineralenstromen bedrijf'. Zoals al eerder is aangegeven wordt de pluimveesector in deze module buiten beschouwing gelaten, maar alleen berekend in de module 'Mineralenstromen bedrijf'.



Figuur 3.2 Stroomschema module 'Dierlijke Productie'

3.3.2 Modelbeslissingen

De samenstelling van de melk is alleen bekend voor de melk die aan de fabriek wordt geleverd. Daarom wordt de samenstelling van de melk voor huishoudelijk en internverbruik en de melkverliezen verondersteld identiek te zijn aan de aan de fabriek afgeleverde melk. We veronderstellen dat alle genoemde melk uit dezelfde opslag komt. Zelfzuivelaars die alle op het bedrijf geproduceerde melk gebruiken voor zuivelproductie (boter, kaas e.a.), worden in de rapportage buiten beschouwing gelaten. Zelfzuivelaars die 1 of meerdere leveringen aan de fabriek hebben, worden wel meegenomen in de uitkomsten.

3.3.3 Rekenregels

A. Vastlegging nutriënten in melk

De melkproductie is de som van de hoeveelheid afgeleverde melk aan de fabriek, de melk voor intern gebruik, huisverkoop, melk voor 'zelfzuivelen' en de melkverliezen. De hoeveelheid stikstof in de melk wordt als volgt berekend (RVO 2015a):

$$\begin{aligned} \text{N-gehalte in de melk [g/kg]} &= \text{gemiddeld eiwitgehalte [\%]} * 10/6.38 \\ \text{N in melk [kg]} &= (\text{melkproductie [kg]} * \text{N-gehalte in de melk [g/kg]})/1000 \\ \text{P in melk [kg]} &= (\text{melkproductie [kg]} * 0,97) / 1000 \end{aligned}$$

Daarnaast wordt er nog een aantal aanvullende kengetallen berekend:

$$\begin{aligned} \text{gemiddeld vetgehalte [\%]} &= \frac{\sum_{\text{mnd}} (\text{gehalte melkvet [\%]} * \text{melk geleverd [kg]})}{\sum_{\text{mnd}} \text{melk geleverd [kg]}} \\ \text{gemiddeld eiwitgehalte [\%]} &= \frac{\sum_{\text{mnd}} (\text{gehalte melkeiwit [\%]} * \text{melk geleverd [kg]})}{\sum_{\text{mnd}} (\text{melk geleverd [kg]})} \\ \text{meetmelk bedrijf [kg]} &= \text{MelkproductiePerJr [kg]} * (0,337 + 0,116 * \\ &\quad \text{gemiddelde vetgehalte [\%]} + \\ &\quad 0,06 * \text{gemiddelde eiwitgehalte [\%]}) \\ \text{meetmelk [kg/koe]} &= \text{meetmelk bedrijf [kg]} / \text{gemiddeld aantal melkkoeien.} \\ \text{melkureum [mg/100 ml]} &= \frac{\sum_{\text{mnd}} (\text{melk geleverd [kg]} * \text{tankmelkureum [mg/100ml]})}{\sum_{\text{mnd}} (\text{melk geleverd [kg]})} \end{aligned}$$

B. Vastlegging nutriënten in melkvee

De hoeveelheid nutriënten die wordt vastgelegd in de melkveestapel en de melk (kg N en P), wordt berekend aan de hand van de groeikengetallen en de nutriëntengehalten volgens Handreiking Bedrijfsspecifieke Excretie (RVO 2015a) (zie ook paragraaf 3.7). In de Handreiking wordt bij het bepalen van de voerbehoefte (uitgedrukt in VEM) onderscheid gemaakt naar leeftijd en ras van het melkvee en of een koe melk geeft of droog staat.

Eerst wordt per diertype (melkkoeien, kalveren, jongvee jonger en ouder dan een jaar) de vastlegging bepaald. Het aantal afgevoerde dieren maal de vastlegging is de totale afvoer in nutriënten voor het betreffende diertype. De uiteindelijke afvoer is de som van de afvoer in melkkoeien, kalveren, jongvee jonger dan 1 jaar en jongvee van 1 jaar en ouder en de vastlegging voor vervanging.

C. Vastlegging nutriënten in varkens

Zoals al eerder is aangegeven wordt bij het bepalen van de vastlegging bij varkens gebruik gemaakt van de rekenregels en bijbehorende reken-coëfficiënten zoals geformuleerd door Stichting Milieukeur (SMK 2014). Bij deze rekenregels wordt bij de vastlegging onderscheid gemaakt naar gespecialiseerde en gesloten varkensbedrijven.

D. Totale hoeveelheid vastgelegde nutriënten

De hoeveelheid totaal vastgelegde nutriënten is de som van de vastgelegde nutriënten in melk, melkvee en varkens.

3.3.4 Data

Invoer

Invoerdata bestaan uit bedrijfsdata, rekencoëfficiënten (of normen) en hergebruikte data uit andere modules (tabel 3.5).

Tabel 3.5 Gebruikte invoerdata onderscheiden naar type input

Type input	Omschrijving	Afkomstig van module/referenties
Bedrijfsdata	Bloedvoering melkveestapel	
	melk [kg], melkeiwit [%], melkvet [%], tankmelkureum (mg per 100 ml melk per maand)	
	Hoeveelheid aangevoerde biggen, vleesvarkens (kg levend gewicht)	
	Hoeveelheid afgevoerde biggen, vleesvarkens	
	Aantal aangevoerde biggen, opfok- en fokzeugen	
	Aantal afgeleverde vleesvarkens, opfok- en fokzeugen	
	Aantal uitgevallen vleesvarkens	
	Aantal levend geboren biggen	
	Aantal gestorven biggen	
	Rekencoëfficiënt	Norm gewicht per type varken (vleesvarken, opfok- en fokzeugen) en voor type melkkoe
Norm vastlegging per dier in N en P voor de melkveestapel		BEX (RVO 2015a)
Hergebruikt	Gemiddeld aantal dieren per diersoort	Mineralenstromen bedrijf (paragraaf 3.1)

Uitvoer

Tabel 3.6 geeft de uitvoer weer van de module 'Dierlijke Productie'.

Tabel 3.6 Uitvoer kengetallen Module 'Dierlijke productie'

Kengetal	Eenheid	Hergebruik in module
Gemiddeld vetgehalte in melk per jaar	%	Rapportage
Gemiddeld eiwitgehalte in melk per jaar	%	Rapportage
Hoeveelheid meetmelk per jaar	Kg	Rapportage en Voerverbruik dieren
Hoeveelheid meetmelk per koe	Kg	Rapportage
Gemiddeld vetgehalte per maand	Kg per kg	Rapportage
Gemiddeld eiwitgehalte per maand	Kg per kg	Rapportage
Gemiddeld ureumgehalte per maand	mg/100 ml	Rapportage
Vastlegging N en P in dieren en in hoeveelheid dierlijk product voor de diercategorieën onderscheiden in de BEX-rekenregels (melk en melkvee) en voor de verschillende categorieën varkens (SMK-rekenregels)	Kg	niet
Vastlegging N en P in melkkoeien ten behoeve van vervanging	kg	niet
Hoeveelheid groei vleesvarkens (inclusief biggen) op gespecialiseerde vleesvarkensbedrijven	Kg levend gewicht	Controle
Hoeveelheid groei varkens op gesloten bedrijven	Kg levend gewicht	Controle

3.4 Plantaardige productie

3.4.1 Inleiding

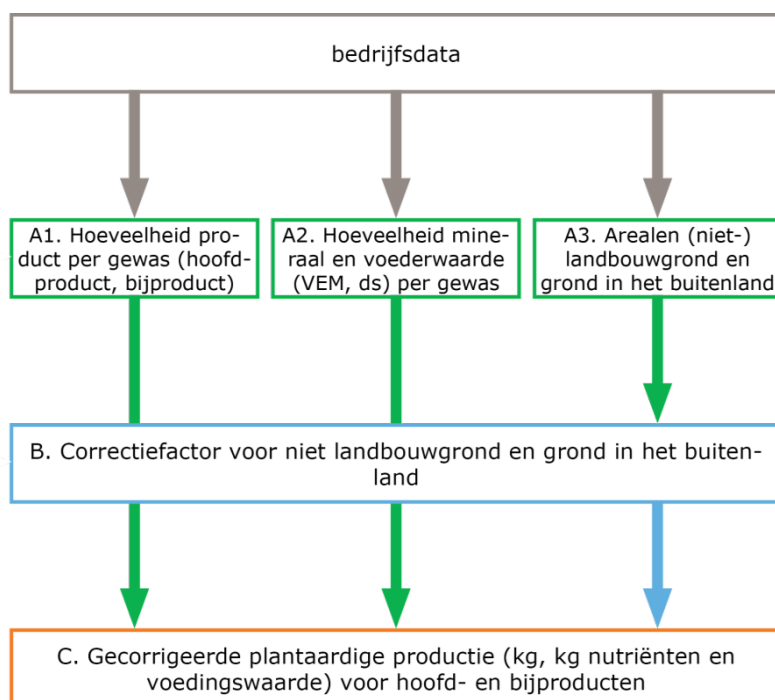
Het doel van de module 'Plantaardige productie' is om de omvang van de plantaardige productie, gemeten in hoeveelheid nutriënten en hoeveelheid product, te berekenen. De productie van gras wordt niet in deze module berekend, maar in de module 'Voerverbruik dieren' op basis van schattingen en de voederbehoefte van de aanwezige veestapel. De reden dat de productie van gras niet in deze module wordt berekend is dat schatting van de hoeveelheid geproduceerd gras met veel onzekerheden gepaard gaat en wel om de volgende redenen:

1. Geogst gras wordt vrijwel altijd intern gebruikt. Hierdoor wordt er geen registratie van de hoeveelheid bijgehouden.
2. Er is bij beweiding sprake van directe opname en dit kan niet direct worden geregistreerd.
3. Gras wordt vaak in meerdere sneden en partijen geogst. De opbrengsten zijn dan moeilijker bij te houden dan opbrengsten bij gewassen die op 1 tijdstip per jaar worden geogst.

De productie van mais en andere voedergewassen (zijnde geen grasland) wordt zowel in deze module bepaald (op basis van oogstschattingen van de agrarische ondernemer) als ook in de module 'Voerverbruik dieren'. In de module 'Voerverbruik dieren' wordt de productie bepaald op basis van metingen en gehalten van de kuilvoorraden. Zijn deze gehalten niet beschikbaar of niet plausibel dan wordt voor de opbrengst van zelf geproduceerde snijmais en andere voedergewassen uitgegaan van de productiegegevens uit de module 'Plantaardige productie' (Lukács et al. 2017). Voor bedrijven die bijvoorbeeld geen mais op het eigen bedrijf vervoederen of waar de gegevens ontbreken om de productie van mais te berekenen in de module 'Voerverbruik dieren' is de module 'Plantaardige productie' is belangrijk voor de maisopbrengst te berekenen.

De plantaardige productie wordt gecorrigeerd voor gewasgroei in het buitenland en niet landbouwgrond.

Figuur 3.3 toont een overzicht van de wijze van berekenen: De plantaardige productie uitgedrukt in nutriënten (N en P₂O₅) en voedingswaarde (VEM, ds) zijn afkomstig uit de bedrijfsdatabase. Op basis van het totale areaal gewas, het areaal in het buitenland en het areaal niet-landbouwgrond wordt een correctiefactor berekend. Vervolgens wordt de plantaardige productie gecorrigeerd.



Figuur 3.3 Stroomschema module 'Plantaardige productie'

In de module worden gewasresten buiten beschouwing gelaten omdat er geen specifieke bedrijfsgegevens bekend over zijn. Daarnaast zijn gewasresten als afvoerpost in de toekomst weer een aanvoerpost (nalevering vanuit gewasresten). Aangenomen wordt dat er op bedrijfsniveau sprake is van een evenwichtssituatie waarbij de nalevering en aanvoer vanuit gewasresten gelijk zijn. Door het ontbreken van de gewasresten is er dus geen onderscheid tussen netto- en brutogewasproductie.

Bij de productie gaat het om geogst gewas.

3.4.2 Rekenregels

A. Hoeveelheid product per gewas, nutriënten, voedingswaarde en arealen (A1, A2 en A3)

De hoeveelheid plantaardig product per gewas uitgesplitst naar hoofd- en bijproduct en de bijbehorende nutriënteninhoud (N en P₂O₅) en voedingswaarde (ds en VEM), zijn direct afkomstig uit de database met bedrijfsdata. Voor het bepalen van de nutriënteninhoud en voedingswaarde is in de bedrijfsdatabase de productie (die wordt aangeleverd door de agrariër) vermenigvuldigd met normgehalten. Voor gras en mais wordt gebruik gemaakt van bedrijfsspecifieke gehalten (kuilbemonstering) of van normen in het geval er geen individuele bedrijfsgegevens zijn.

B. Correctiefactor voor niet landbouwgrond en grond in het buitenland

Op de productie wordt een correctie toegepast voor productie in het buitenland en op niet-landbouwgrond. De correctiefactor wordt als volgt berekend:

$$\text{Correctiefactor product} = \frac{(\text{gewas op grond buitenland [ha]} + \text{gewas op niet-landbouwgrond [ha]})}{\text{Totaal oppervlak van het gewas [ha]}}$$

Bij het bepalen van de correctiefactoren gaan we ervan uit dat de productie-intensiteit (per ha) op niet-landbouwgrond en op grond in het buitenland gelijk is aan de productie op productiegrond in Nederland.

C. Gecorrigeerde plantaardige productie

De hoeveelheden en nutriëntengehalten en voedingswaarden in het product worden dan:

$$\text{Nutriënten in product gecorrigeerd [kg]} = \text{Nutriënten in product [kg]} * \frac{1}{(1 - \text{correctiefactor product})}$$

3.4.3 Data

Invoer

De module 'Plantaardige productie' maakt alleen gebruik van bedrijfsdata (tabel 3.7).

Tabel 3.7 Gebruikte invoerdata onderscheiden naar type input

Type input	Omschrijving	Ter bepaling van
Bedrijfsdata	Hoeveelheid gewas (kg)	gewasproductie (hoofd- en bijproduct)
	Nutriënten (kg N en P ₂ O ₅) en voedingswaarde (VEM en ds) van de plantaardige producten ^{*) **)}	nutriënten in gewasproductie en voedingswaarde van gewasproductie
	Arealen gewas buitenland, niet landbouwgrond en landbouwgrond in gebruik in Nederland	correctiefactor voor productie in Nederland, productie in het buitenland en op niet landbouwgrond

*) Indien beschikbaar wordt voor gras en snijmais gebruik gemaakt van bedrijfsspecifieke kengetallen (kuilbemonstering) en in de overige gevallen van normen. Productie van de nutriënten en hoeveelheden voedingswaarde zijn het product van de hoeveelheden gewas en de nutriënten-/voedingswaardegehalten.

***) zie ook tabel 3.1 voor ruwvoer, gewassen en overige plantaardige producten.

Uitvoer

De module 'Plantaardige productie' kent twee soorten uitvoer (tabel 3.8) die verder niet worden hergebruikt.

Tabel 3.8 *Uitvoer kengetallen Module 'Plantaardige productie'*

Kengetal	Eenheid	Hergebruik in module
Hoeveelheid product per gewas uitgesplitst naar hoofd- en bijproduct. Beide kengetallen zijn gecorrigeerd voor de productie in het buitenland en/of productie op niet-landbouw grond.	Kg	nee
Hoeveelheid product per gewas in het buitenland en/of productie op niet-landbouw grond	Kg	nee

3.5 Voerverbruik dieren

3.5.1 Inleiding

In de module 'Voerverbruik dieren' wordt per diersoort (melkveestapel en overig graasvee) de opname van nutriënten en energie via het voer berekend. Bij deze berekeningen wordt onderscheid gemaakt naar voer dat op het eigen bedrijf is geproduceerd en naar aangekocht voer. Er wordt voor zowel zelf geproduceerd voer als aangekocht voer rekening gehouden met verliezen in het productieproces (conserverings- en vervoederingsverliezen). Een afgeleid resultaat van deze module is een berekende opbrengst van gras- en maisland. In de praktijk wordt de grasopbrengst op een bedrijf niet gemeten (Aarts et al. 2008) en wordt daarom in deze module berekend als sluitpost van de voederbalans. Snijmais wordt afgeleid uit de eigen productie, een schatting van de opbrengst (kg droge stof (ds.)) en de veronderstelde conserverings- en vervoederingsverliezen. De berekening van het voerverbruik en hieruit afgeleide gras- en snijmaisopbrengst is conform Lukàcs et al. (2017).

Voor melkvee geldt dat de berekeningen goed vergelijkbaar zijn met de rekenwijze voor stikstof- en fosfaatopname door melkvee volgens de Handreiking Bedrijfsspecifieke Excretie Melkvee (RVO 2015a, paragraaf 2C). Er zijn echter ook verschillen:

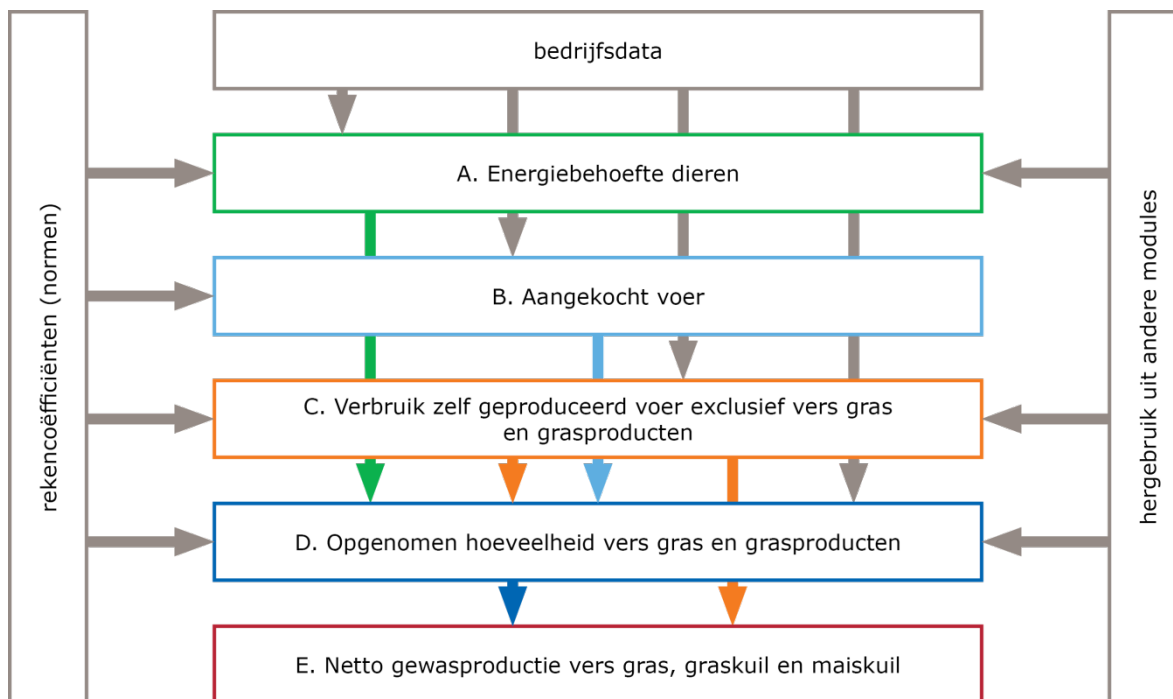
- Bij de Handreiking Bedrijfsspecifieke Excretie (RVO 2015a) wordt geen rekening gehouden met conserverings- en vervoederingsverliezen in tegenstelling tot deze module van het LMM-model. Een reden dat in het LMM-model rekening wordt gehouden met conserverings- en vervoederingsverliezen, is om zo de hoeveelheid geconsumeerd voer te kunnen terugrekenen naar geproduceerd voer ten behoeve van het bepalen van de plantaardige productie van gras en snijmais.
- In het LMM-model is de weidegang meer bedrijfsspecifiek vastgesteld en daarmee nauwkeuriger dan in de Handreiking Bedrijfsspecifieke Excretie (RVO 2015a).

In de module Voerverbruik worden twee typen gegevens opgeleverd, namelijk:

- voerverbruik weidegras, kuilgras, snijmais en overige gewassen en producten (kg, kg droge stof, kVEM⁵, N, P)
- afgeleide opbrengsten grasland en maisland (kg, kg droge stof, kVEM, N, P)

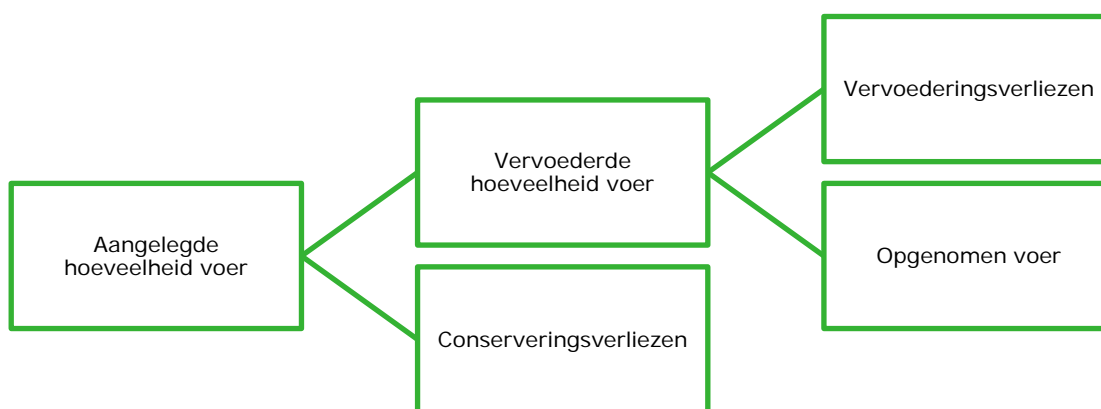
In figuur 3.4 is de volgorde van de stappen voor het berekenen van de hoeveelheden van aangelegd, vervoederd en opgenomen voer weergegeven.

⁵ kVEM wordt alleen voor de melkveestapel berekend.



Figuur 3.4 Stroomschema module 'Voerverbruik dieren'

Binnen de module voerverbruik wordt onderscheid gemaakt tussen drie soorten hoeveelheden: de aangelegde hoeveelheid, de vervoederde hoeveelheid en de opgenomen hoeveelheid. De samenhang tussen deze soorten hoeveelheden is weergegeven in figuur 3.5.



Figuur 3.5 Verliezen tussen aangelegd voer en opgenomen voer

3.5.2 Rekenregels⁶

Globaal gaat de berekening van het voerverbruik als volgt: Eerst wordt de theoretische energiebehoefte van de veestapel berekend (A) waarbij bij de melkveestapel⁷ rekening wordt gehouden met de melkproductie en de groei. Bij de overige graasdieren wordt, afhankelijk van diersoort en leeftijd, met een vaste behoefte per dier gerekend. Vervolgens wordt vastgesteld wat door de veestapel is opgenomen aan aangekocht voer, rekening houdend met voorraadmutaties (B) en daarna wat is opgenomen aan zelf geproduceerd ruwvoer (inclusief snijmais) waarbij vers gras en

⁶ Zie ook Lukács et al. (2017, bijlage B2.3).

⁷ De melkveestapel bestaat uit melkkoeien, jongvee van melkkoeien (ouder dan 1 jaar, jonger dan 1 jaar, overlopers).

grasproducten of geconserveerd gras hier buiten beschouwing wordt gelaten (gras en grasproducten zijn een restpost en volgt later in de berekeningen) (C).

De opname van nutriënten via zelf geproduceerd voer (snijmais) wordt geschat op basis van kuilmetingen. Als deze metingen niet beschikbaar of niet plausibel zijn, worden de schattingen over de snijmaisopbrengst van de agrariër gebruikt (module 'Plantaardige productie'). Voor snijmais wordt de omrekening van geconsumeerde hoeveelheid snijmais naar geproduceerde hoeveelheid snijmais bepaald door de hoeveelheid aangelegd voer te vermeerderen met de conserveringsverliezen (figuur 3.5).

Uiteindelijk is het verschil tussen energiebehoefte en het opgenomen voer uit aangekocht voer en eigen geproduceerd voer zijnde geen gras(producten) gelijk aan de hoeveelheid geconsumeerd vers en geconserveerd gras (D). Vervolgens wordt via een verdeelsleutel op basis van weidegang en tijdsduur (RVO 2015a) bepaald welk deel van het voer uit vers gras bestaat en welk deel uit geconserveerd gras of grasproducten. De behoefte aan geconserveerd gras wordt gecorrigeerd voor aangekocht geconserveerd gras. Rekening houdend met voeder- en conserveringsverliezen wordt de uiteindelijke productie van vers gras en grasproduct berekend (E). Met behulp van bedrijfsspecifieke of normatieve gehalten wordt de gras- en maisproductie herleid naar hoeveelheden droge stof, kVEM en nutriënten (N en P).

A. Energiebehoefte dieren

Globaal wordt de energiebehoefte als volgt berekend:

$$\text{Energiebehoefte [kVEM]} = \text{aantal dieren} * \text{energiebehoefte [kVEM]/dier}$$

Voor melkvee worden nog allerlei correcties uitgevoerd op basis van ras, weide periode e.a. Voor een uitgebreid overzicht van deze rekenregels kVEM-behoefte melkvee wordt verwezen naar RVO (2015a).

De totale energiebehoefte van de veestapel is de som van de energiebehoeften van de verschillende diergroepen. De energiebehoefte van de melkveestapel wordt nog vermenigvuldigd met een factor 1.02. Deze laatste factor is toegevoegd omdat op Praktijkbedrijven een 2% hogere VEM-opname is gemeten (Aarts et al. 2008).

B. Aangekocht voer

Onderstaande rekenregels gelden voor kg, kg ds., N, P en kVEM en diersoort en voertype.

Bij het aanvullend verbruikt voer wordt onderscheid gemaakt naar krachtvoer, natte bijproducten, ruwvoer en melkproducten voor de opfok van kalveren.

Voor alle voertypen geldt dat het verbruik uitgedrukt in gewichtseenheden [kg] wordt omgerekend naar kg ds., N, P en kVEM met behulp van normen uit de CVB-veevoedertabellen (Productschap Diervoer 2012). Bij ruwvoer wordt gebruik gemaakt van metingen aan de kuil (kuilmonsters) en als deze niet beschikbaar zijn of plausibel lijken dan wordt ook gebruik gemaakt van de gegevens van het Productschap Diervoer. Bij snijmais wordt als de bemonstering niet in orde is of niet aanwezig, gebruik gemaakt van inschattingen van de ondernemer en/of zijn adviseur (Lukács et al. 2017).

Voor alle aangekochte voeders wordt de methode van de Handreiking Bedrijfsspecifieke excretie Melkvee gevolgd (RVO 2015a):

$$\text{Aangelegd voer} = \text{netto aangekocht voer} + \text{beginvoorraad} - \text{eindvoorraad}$$

$$\text{Conserveringsverlies} = \text{aangelegd voer} * \text{norm conserveringsverlies}$$

$$\text{Vervoederd voer} = \text{aangelegd voer} - \text{conserveringsverlies}$$

$$\text{Vervoederingsverlies} = \text{vervoederd voer} * \text{norm vervoederingsverlies}$$

De hoeveelheid werkelijk opgenomen voer uit aangekochte producten, wordt dan:

$$\text{Hoeveelheid opgenomen voer} = \text{Hoeveelheid vervoerd voer} - \text{vervoederingsverlies}$$

C. Verbruik zelf geproduceerd voer exclusief vers gras en grasproducten

De voerbehoefte in VEM minus de hoeveelheid VEM in opgenomen aangekocht voer moet zijn opgenomen uit zelf geproduceerd voer. Van dit zelf geproduceerde voer bepalen we eerst de hoeveelheid die is geleverd via snijmais en ander ruwvoer. Dit gebeurt op basis van schattingen van de opbrengst van snijmais en ander ruwvoer en de vervoederingsverliezen. Er worden geen conserveringsverliezen in beschouwing genomen omdat de meting van de opbrengst plaatsvindt bij de kuil waar de conserveringsverliezen al vanaf zijn.

Onderstaande rekenregels gelden voor kg, kg ds., N, P, VEM en elk voertype

$$\text{Verbruik zelf geproduceerd voer [VEM]} = \text{aangelegde hoeveelheid zelf geproduceerd voer (kuil)} \\ [1.000 \text{ kg}] * \text{VEM-gehalte [kg VEM/1000 kg kuil]}$$

$$\text{Opgenomen hoeveelheid zelf geproduceerd voer [VEM]} = \text{Verbruik zelf geproduceerd voer [VEM]} \\ * (1 - \text{vervoederingsverlies [fractie]})$$

Een afgeleide is de snijmais opbrengst:

$$\text{Opbrengst snijmais [VEM]} = \text{verbruik zelf geproduceerd voer [VEM]} / \\ (1 - \text{conserveringsverlies [fractie]})$$

D. Opgenomen hoeveelheden vers en geconserveerd gras

$$\text{VEM uit gras en grasproducten} = \text{VEM-behoefte melkvee} + \text{VEM-behoefte overige} \\ \text{graasdieren} - \text{VEM in opgenomen hoeveelheid voer voor} \\ \text{zijnde geen gras en grasproducten}$$

VEM in opgenomen hoeveelheid voer is de som van hoeveelheid opgenomen voer in onderdeel B + opgenomen voer in onderdeel C.

Vervolgens wordt op basis van het beweidingsregime de verdeling over vers gras en grasproducten bepaald, waarbij moet worden opgemerkt dat in het LMM-model de weidegang nauwkeuriger wordt berekend dan volgens de Handreiking (RVO 2015a). In het LMM wordt uitgegaan van de door de ondernemer opgegeven weide-uren terwijl in de Handreiking drie beweidingssituaties worden onderscheiden: zomerstalvoeding, beperkt en onbeperkt weiden.

E. Nettogewasproductie grasland en snijmais

Onderstaande rekenregels gelden voor de eenheden [kg, kg ds, kg N, kg P, VEM] voor vers gras en grasproducten

$$\text{Vervoerd} = \text{opgenomen} / (1 - \text{vervoederingsverlies [fractie]})$$

$$\text{Aangelegd} = \text{vervoerd} / (1 - \text{conserveringsverlies [fractie]})$$

Een voorbeeld van de hoe de berekening van de graslandopbrengst op een (fictief) bedrijf verloopt, is te vinden in bijlage III in Aarts et al. (2008).

3.5.3 Data

Invoer

Tabel 3.9 toont de gebruikte data in de module 'Voerverbruik dieren'.

Tabel 3.9 Gebruikte invoerdata onderscheiden naar type input

Type input	Omschrijving	Afkomstig van module/referenties
Bedrijfsdata	Gegevens over Beweidingsstelsel en beweidingstijd	
	Verskillende bedrijfsstromen voor eigen en aangekocht voer naar onderdeel in het bedrijfsproces en voerkenmerk (VEM, N, P ₂ O ₅ , ds en CH ₄ *) (alleen melkvee)).	
Rekencoëfficiënt	Norm kVEM-opname jongvee per dier naar bloedvoering en diercategorie	RVO (2015a)
	Norm kVEM-bewegingstoelage per koe voor beweiding	RVO (2015a)
	Norm kVEM bewegingstoelage per koe voor opstallen	RVO (2015a)
	Norm kVEM jeugdtoelage per koe per jaar	RVO (2015a)
	Norm kVEM dracht en NEB toelage per koe per jaar	RVO (2015a)
	Normgewicht per koe	RVO (2015a)
	Norm voor aandeel kuilgras in voeropname	RVO (2015a)
	Norm opname vers gras	RVO (2015a)
	Norm kVEM-opname overige graasdieren	RVO (2015a)
	VEM-gehalte weidegras	Productschap Diervoer (2012)
	coëfficiënten om N en P per eenheid VEM in weidegras en zomerstalvoeding te herleiden uit de N/VEM- en P/VEM verhouding van ingekuuld gras	RVO (2015a)
	Norm voeder verliezen	Lukács et al. (2017)
Norm conserveringsverliezen	Lukács et al. (2017)	
Hergebruik andere modules	Gemiddeld aantal dieren	Forfaitaire excretie of bedrijfsspecifieke excretie
	Gemiddelde meetmelkproductie per koe per jaar	Dierlijke productie
	Voldoet het bedrijf aan BEX-voorwaarden	Bedrijfsspecifieke excretie
	Bedrijfsoppervlakte	Analyse bemesting bedrijf

*) Deze module is gekoppeld aan de broeikasgasmodule (BKG) die niet deel uitmaakt van het primaire LMM-model. De uitvoer van deze module bevat daarom ook methaan dat wordt hergebruikt in de BKG-module.

Uitvoer

Er zijn twee soorten uitvoer (tabel 3.10), namelijk voor alle bedrijven en specifiek voor bedrijven die aan de voorwaarden van de BEX voldoen. Bij bedrijven die aan de BEX-voorwaarden voldoen, wordt gebruik gemaakt van kuilbemonstering. Voor bedrijven die niet aan die voorwaarden voldoen, wordt gebruik gemaakt van normen (tabel 3.9).

Tabel 3.10 Uitvoer kengetallen Module 'Voerverbruik dieren'

Kengetal	Eenheid	Hergebruik in module
Energieopname melkveestapel	kVEM	niet
Hoeveelheid aangelegd en gevoerd en opgenomen vers gras en grasproduct per diersoort (melkvee, overig graasvee)	kg, kg ds, N, P, VEM	niet
Gras- en maisland opbrengst	kg, kg ds, N, P, VEM	Bodembalans

3.6 Forfaitaire excretie

In het LMM-model wordt voor elk bedrijf zowel de forfaitaire als de bedrijfsspecifieke excretie berekend.

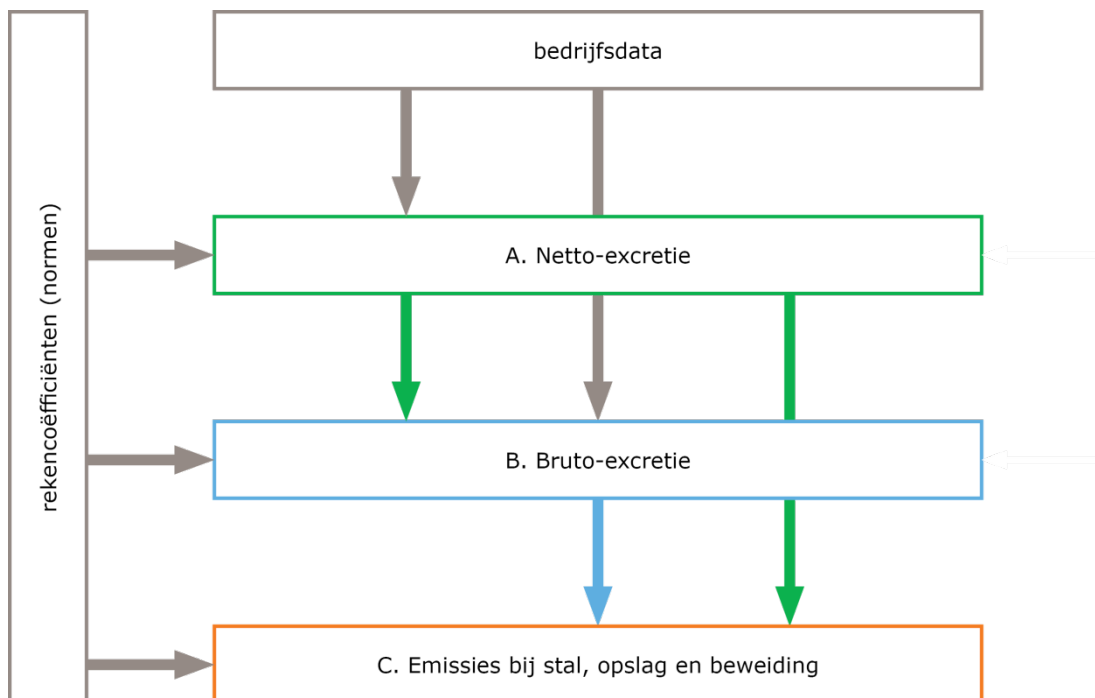
In het geval er geen gegevens beschikbaar zijn voor de voerproductie en/of voerverbruik of de gegevens zijn niet plausibel, dan worden de forfaitaire excreties gebruikt. Dit geldt eveneens voor bedrijven die hebben aangegeven dat zij de BEX in de praktijk niet toepassen. In alle andere gevallen

wordt gebruik gemaakt van de bedrijfsspecifieke excretie (paragraaf 3.7). In deze paragraaf (paragraaf 3.6) wordt de berekening van de forfaitaire excretie beschreven.

3.6.1 Inleiding

Het doel van de module 'Forfaitaire excretie' is het bepalen van de excretie op basis van (forfaitaire) normen en de emissies uit stal, opslag en beweiding. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt tussen staldieren en graasdieren: bij graasdieren wordt de excretie opgesplitst naar weide en stal excretie. Er worden drie kengetallen berekend: de netto-excretie (A), de bruto-excretie (B) en de gasvormige verliezen (C). Ten behoeve van de bepaling van de gebruiksruimte wordt de bruto-excretie gecorrigeerd voor de gasvormige verliezen (NH₃, N₂O, NO_x en N₂). Het resultaat is de netto-excretie. De gasvormige verliezen zijn gelijk aan de som van alle N-verbindingen die vervluchtigen.

Globaal is de werkwijze als volgt (Lukàcs et al. 2017, bijlage 2): eerst wordt de nettonutriëntenproductie berekend. Deze wordt verhoogd met de forfaitaire emissiefactor (Oenema et al. 2000; Groenestein et al. 2005; Tamminga et al. 2004) wat leidt tot de bruttonutriëntenproductie. Vanuit deze gegevens worden de emissies berekend (figuur 3.6). Deze emissies zijn nodig voor het bepalen van het stikstofoverschot naar de bodem en de bruto-excretie wordt gebruikt in de Broeikasgasmodule die verder niet in dit document wordt besproken (zie paragraaf 3.5.3 onder tabel 3.9).



Figuur 3.6 Stroomdiagram module 'Forfaitaire excretie'

3.6.2 Rekenregels

Bij het berekenen van de forfaitaire excretie wordt als gevolg van veranderende wetgeving en beschikbaarheid van gegevens onderscheid gemaakt naar periode (voor 2006, 2006-2009, vanaf 2010), diertype (staldieren en graasdieren) en bedrijfstype (LMM-bedrijf, geen LMM-bedrijf). Voor een uitgebreid overzicht van de rekenregels wordt verwezen naar bijlage 1. In jaren voor 2010 werd onder verschillende situaties (combinatie van jaar en LMM-, niet-LMM-bedrijf) de forfaitaire excretie berekend met behulp van de forfaitaire excretiefactoren of met behulp van WUM-excreties. De laatst genoemde excreties zijn bruto-excreties, met andere woorden excreties inclusief emissies. Deze berekeningswijze is anders en wordt, om verwarring te voorkomen, hier niet verder uitgewerkt.

In onderstaande rekenregels wordt alleen de situatie vanaf 2010 beschreven voor alle bedrijven (LMM en niet-LMM) voor het gebruik van forfaitaire excreties (RVO 2016, tabel 4 en tabel 6).

Bij graasdieren wordt een correctie uitgevoerd op de productie voor het deel van de weide-excretie die in het buitenland plaatsvindt. Voor melkvee wordt voor het bepalen van de excretie zoveel mogelijk gebruik gemaakt van het ureumgehalte van tankmelk (RVO 2016, tabel 6).

De berekening van de weide-emissie gebeurt op basis van Totaal Ammoniakaal Stikstofgehalte (TAN) in plaats van het stikstofgehalte. De hier gepresenteerde rekenregels zijn gebaseerd op het gebruik van de wettelijke forfaits.

A. Netto-excretie

Staldieren

Voor stikstof en fosfaat geldt:

$$\text{Nettonutriëntenproductie [kg]} = \text{aantal dieren} * \text{normatieve excretie [kg]}$$

Graasdieren

Voor stikstof en fosfaat geldt:

$$\text{Nettoweide-excretie [kg]} = \text{aantal dieren} * \text{normatieve excretie [kg]} * \text{weide binnenland [fractie]}$$

$$\text{Nettoweide-excretie niet-landbouwgrond}^8 \text{ grond [kg]} = \text{aantal dieren} * \text{normatieve excretie [kg]} * \text{weide niet-LMM-grond [fractie]}$$

$$\text{Nettostalexcretie [kg]} = \text{aantal dieren} * \text{normatieve excretie [kg]} - \text{nettoweide-excretie [kg]} - \text{nettoweide-excretie niet-LMM-grond [kg]}$$

Voor stikstof en fosfaat geldt:

$$\text{Nettonutriëntenproductie [kg]} = \text{nettoweide-excretie [kg]} + \text{nettostalexcretie [kg]}$$

B. Bruto-excretie

Staldieren

Voor stikstof geldt:

$$\text{Brutonutriëntenproductie [kg]} = \text{Nettonutriëntenproductie [kg]} + \text{stikstofcorrectie [kg]}$$

De stikstofcorrectie is een wettelijk vastgestelde hoeveelheid stikstof die overeenkomt met de gasvormige verliezen uit stal en opslag (RVO 2016, tabel 4).

Voor fosfaat geldt:

$$\text{Brutonutriëntenproductie [kg]} = \text{Nettonutriëntenproductie [kg]}$$

Graasdieren

Voor stikstof geldt:

$$\text{Brutostalexcretie [kg]} = \text{nettostalexcretie [kg]} / (1 - \text{wettelijke stal- en opslagemissie [fractie]})$$

$$\text{Bruto-excretie [kg]} = \text{netto-excretie [kg]} + \text{stikstofcorrectie [kg]}$$

⁸ Zie bijlage 1 en paragraaf 3.12 onderdeel B voor de definitie van niet-landbouwgrond.

$$\text{Brutoweide-excretie [kg]} = \text{netto-excretie [kg]} * \text{weide binnenland [fractie]} * (1 - \text{TAN [fractie]} * \text{emissie [fractie]})$$

Voor fosfaat geldt:

$$\text{Brutostalexcretie [kg]} = \text{nettostalexcretie [kg]}$$

$$\text{Bruto-excretie [kg]} = \text{netto-excretie [kg]}$$

$$\text{Brutoweide-excretie [kg]} = \text{nettoweide-excretie [kg]}$$

C. Emissies bij stal, opslag en beweiding

Staldieren

$$\text{Emissie stikstofverbindingen stal en opslag [kg]} = \text{brutostikstofexcretie [kg]} - \text{nettostikstofexcretie [kg]}$$

Graasdieren

$$\text{Emissie weide [kg]} = \text{netto-excretie [kg]} * \text{weide binnenland [fractie]} * \text{TAN [fractie]} * \text{emissie [fractie]}$$

$$\text{Emissie stal en opslag [kg]} = \text{Brutostalexcretie [kg]} - \text{nettostalexcretie [kg]}$$

3.6.3 Data

Invoer

De module gebruikt geen gegevens uit andere modules (tabel 3.11)

Tabel 3.11 Gebruikte invoerdata onderscheiden naar type input

Type input	Omschrijving	Ter bepaling van	Afkomstig van module/referenties
Bedrijfsdata	Aantal gemiddeld aanwezige dieren per diersoort		
	Melkproductie per koe		
	Ureumgehalte in de melk		
	Fractie beweiding		
	Beweidingssysteem		
Rekencoëfficiënt	Wettelijke nutriënten (N en P ₂ O ₅) excreties	Bruto/netto-excretie en weide-/stalemissie	RVO (2016, tabel 4)
	Wettelijke factoren voor stal-, opslag- en weide-emissie voor melkvee	Bruto/netto-excretie en weide-/stalemissie	Oenema et al. (2000) Groenestein et al. (2004, 2012), Tamminga et al. (2005)
	Wettelijke nutriënten (N) correcties	Bruto/netto-excretie en weide-/stalemissie	RVO (2016, tabel 4)
	Wageningen Economic Research-nutriënten (N en P ₂ O ₅) excreties per dier (WUM-excreties)	Bruto-/netto-excretie en weide-/stalemissie	Van Bruggen (meerdere jaren)
	TAN-gehalten in mestsoorten	Emissie weide/stal	Bruggen et al. (2015)
	Klassegrenzen ureumgehaltes melk	Bruto/netto-excretie en weide-/stalemissie bij melkvee	RVO (2015, tabel 6)
	Wageningen Economic Research-stal-, opslag- en weide-emissiefactoren per bedrijf (WUM aangevuld met andere bronnen)	Bruto/netto-excretie en weide-/stalemissie	Wageningen Economic Research-documentatie ⁹
	Grenzen van de ureumgehaltes en melkproducties ter bepaling van de excretie	Bruto/netto-excretie en weide-/stal emissie bij melkvee	RVO (2016, tabel 6)

Uitvoer

Tabel 3.12 toont een overzicht van de uitvoer van de module 'Forfaitaire excretie'.

Tabel 3.12 Uitvoer kengetallen Module 'Forfaitaire excretie'

Kengetal	Eenheid	Hergebruik in module
Nettonutriëntenproductie (N en P ₂ O ₅) naar stal, opslag en weide en naar stal- en weidedieren	Kg	Nee
Brutonutriëntenproductie (N en P ₂ O ₅) naar stal, opslag en weide en naar stal- en weidedieren	Kg	Nee
Emissies van stikstofverbindingen naar stal, opslag en weide en naar stal- en weidedieren	Kg	Module Bodembalans

3.7 Bedrijfsspecifieke excretie

Zoals in paragraaf 3.6 is aangegeven wordt voor elk bedrijf zowel de forfaitaire als ook de bedrijfsspecifieke excretie berekend. Als bij de berekeningen blijkt dat er geen gegevens beschikbaar zijn voor de voerproductie en/of het voerverbruik dan wordt uiteindelijk de forfaitaire berekening gebruikt. In de andere gevallen wordt gebruik gemaakt van de bedrijfsspecifieke berekening. Deze paragraaf beschrijft de berekening van de bedrijfsspecifieke excretie voor melkveebedrijven volgens

⁹ Er is een normenbestand op Wageningen Economic Research aanwezig met daarin onder andere alle emissiefactoren die zijn gebruikt.

de Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee (BEX) (RVO 2015a) en de stalbalans (RVO 2015b) voor staldieren en overige graasdieren.

3.7.1 Inleiding

Globaal is de werkwijze als volgt: eerst wordt de bruttonutriëntenexcretie berekend en vervolgens de emissie van stikstof (Ammoniak NH_3 en de stikstofverbindingen N_2 , N_2O , NO en NO_2). De netto-excretie is dan gelijk aan de bruto-excretie minus de ammoniak-stikstof emissies.

De berekening van de emissies uit stal en opslag is gebaseerd op Velthof et al. (2009) waarbij de RAV-code van de stallen als uitgangspunt wordt gehanteerd. De weide emissie is een vast percentage van de in de weide uitgescheiden hoeveelheid Totaal Ammoniakaal Stikstof (TAN).

De berekening van de bedrijfsspecifieke excretie wordt afhankelijk van de diergroep (de melkveestapel, staldieren (varkens, pluimvee en overige staldieren) en overige graasdieren (schapen, geiten e.a.) ingevuld.

3.7.1.1 Melkvee

De berekeningen voor de melkveestapel zijn grotendeels conform de BEX-berekeningen volgens Handreiking Bedrijfsspecifieke excretie Melkvee (RVO 2015a). In het LMM-model wordt bij de BEX-berekeningen gebruik gemaakt van de uitkomsten van de module voerverbruik dieren (paragraaf 3.5). Deze BEX-berekening wijkt op twee punten af van de Handreiking Bedrijfsspecifieke excretie Melkvee en wel bij het bepalen van de opname uit snijmais en de verdeling van VEM uit graslandproducten over vers gras en geconserveerd gras (Van der Veen et al. 2014), (Lukàcs et al. 2017). De BEX-methode wordt alleen gebruikt als een bedrijf deze in de praktijk ook zelf volgt.

3.7.1.2 Staldieren

De bepaling van de bedrijfsspecifieke excreties bij staldieren gaat met behulp van een stalbalans (RVO, 2015b). Hierbij wordt de mestproductie berekend als de aanvoer van voer en dieren minus de afvoer van dieren en dierlijke producten. Voorraden en voer dat op het bedrijf zelf is geproduceerd worden meegenomen in de berekening (Van der Veen et al. 2014). Er wordt zoveel mogelijk gerekend met werkelijke (gemeten) hoeveelheden stikstof en fosfaat. Wanneer er geen gegevens over de inhoud van een product bekend zijn, wordt er gerekend met forfaits. Emissies van stikstof worden als extra afvoerpost meegerekend in de balans. De emissies worden normatief berekend, dat wil zeggen als product van dieren en een norm per dier. Voor bedrijven met een luchtwasser waarvan het spuiwater wordt opgevangen en afgevoerd, gelden niet de normatief berekende emissies maar de stikstofcorrecties uit tabel 4 (RVO 2016) voor de betreffende stal (emissiearm).

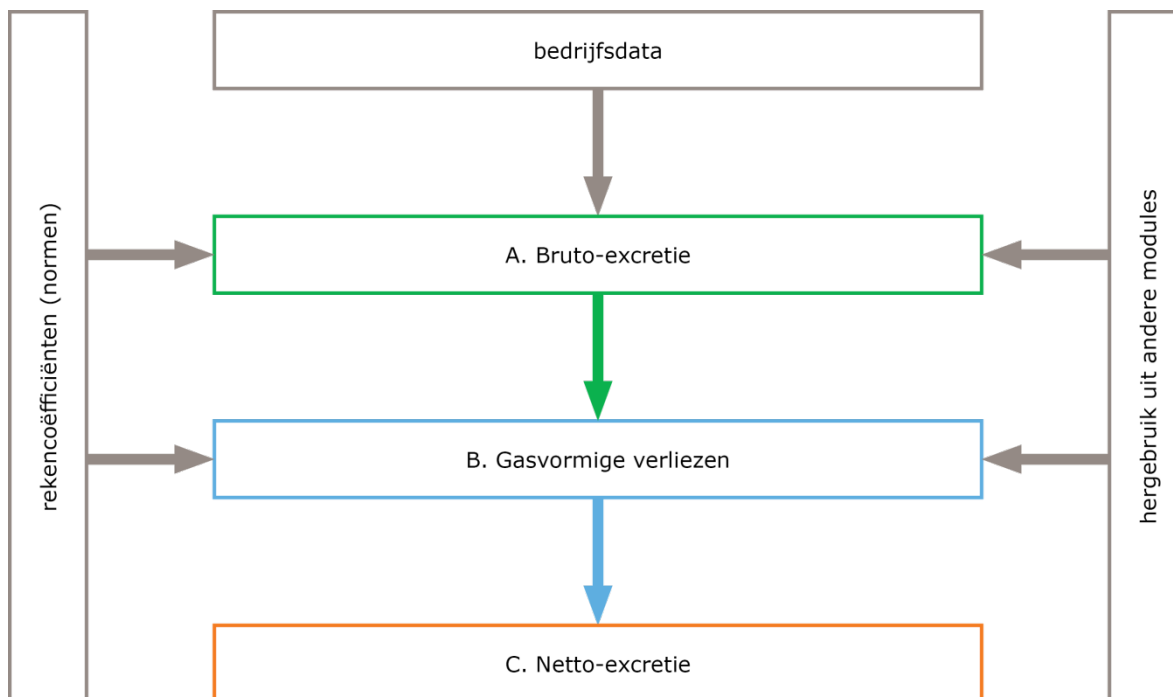
3.7.1.3 Overige graasdieren

De excreties van overige graasdieren worden normatief berekend als het product van aantal dieren en een norm voor de excretie (RVO 2015b).

3.7.2 Stappen in de module

In de module Bedrijfsspecifieke Excretie worden drie kengetallen berekend: bruto-excretie (A), gasvormige verliezen (B) en netto-excretie (C). Onder de bruto-excretie wordt de excretie onder de staart verstaan, met andere woorden de excretie voor aftrek van gasvormige N-verliezen. De bruto-excretie voor de melkveestapel en de staldieren wordt berekend door de totale opname aan N en P uit de module voerverbruik te verminderen met de hoeveelheid N en P die is vastgelegd in dierlijke producten (module Dierlijke productie). Voor overige graasdieren is de bruto-excretie gelijk aan de forfaitaire excretie (uit de module forfaitaire excretie).

De netto-excretie wordt alleen berekend voor stikstof en is gelijk aan de bruto-excretie minus de gasvormige verliezen. Een schema van de berekeningen is weergegeven in figuur 3.7. In het LMM-model beperken we ons tot de verliezen van stikstof in de vorm van NH_3 en N_2O .



Figuur 3.7 Stroomschema module 'Bedrijfsspecifieke excretie'

Figuur 3.6 en 3.7 lijken sterk op elkaar maar ze zijn niet gelijk. Figuur 3.6 start vanuit de netto-excretie en figuur 3.7 vanuit de bruto-excretie. Dit is een essentieel verschil tussen de forfaitaire route en BEX-route.

3.7.3 Rekenregels

A. Bruto-excretie

Onder de bruto-excretie wordt de excretie onder de staart verstaan, met andere woorden de excretie voor aftrek van gasvormige N-verliezen. De bruto-excretie voor de melkveestapel en de staldieren wordt berekend door de totale opname aan N en P uit de module voerverbruik te verminderen met de hoeveelheid N en P die is vastgelegd in dierlijke producten (module 'Dierlijke productie'). Voor overige graasdieren is de bruto-excretie gelijk aan de forfaitaire excretie (uit de module forfaitaire excretie). Voor de drie diergroepen gelden de volgende rekenregels voor de bruto-excretie voor de nutriënten stikstof en fosfaat:

$$\text{Bruto-excretie melkveestapel [kg]} = \text{opname [kg]} - \text{vastlegging [kg]}$$

Voor melkveebedrijven geldt dat bij de vastlegging dat de vastlegging in de melk is inbegrepen.

$$\begin{aligned} \text{Bruto-excretie staldieren[kg]} &= \text{nutriënten in aangevoerde staldieren [kg]} + \\ &\text{aangevoerde of geproduceerde diervoeders voor staldieren} \\ &\text{[kg]} + \\ &\text{beginvoorraad diervoeders voor staldieren, eieren en} \\ &\text{aanwezige staldieren [kg]} - \\ &\text{afgevoerde staldieren [kg]} - \\ &\text{afgevoerde diervoeders voor staldieren [kg]} - \\ &\text{afgevoerde eieren [kg]} - \\ &\text{eindvoorraad diervoeder voor staldieren, eieren en} \\ &\text{aanwezige staldieren [kg]} - \\ &\text{gasvormige stikstofverliezen [kg]} \end{aligned}$$

$$\text{Bruto-excretie overige graasdieren[kg]} = \text{forfaitaire bruto-excretie overige graasdieren[kg]}$$

Deze laatste excretie is gelijk aan de forfaitaire excretie uit paragraaf 3.6.

B. Gasvormige verliezen

Bij het bepalen van de gasvormige verliezen uit stal en opslag, wordt onderscheid gemaakt naar de periode voor en na 2010. Omdat vanaf 2010 het type huisvesting van de bedrijven in het Informatienet wordt vastgelegd, wordt vanaf dat jaar aangesloten bij de Regeling Ammoniak en Veehouderij (RAV). Voor 2010 worden de emissies of gasvormige stikstofverliezen voor alle drie de diergroepen berekend op basis van de emissieforfaits (module 'Forfaitaire mestproductie' paragraaf 3.6) en de verhouding tussen de bedrijfsspecifieke en forfaitaire brutostikstofproductie.

Tot 2010

$$\text{Stalemissie bedrijfsspecifiek [kg]} = \text{emissie forfaitair [kg]} * \text{bedrijfsspecifieke stikstofproductie [kg]} / \text{forfaitaire stikstofproductie [kg]}$$

Vanaf 2010

Vanaf 2010 worden de verliezen van ammoniak (NH₃) en andere stikstofverbindingen (N₂O, N₂ en NO_x) uit stal en opslag berekend met behulp van de codes van de Regeling Ammoniak en Veehouderij (RVO 2015c) volgens de methode van Velthof et al. (2009). Hierbij worden op basis van de RAV, emissies herleidt naar emissiepercentages van het aanwezig TAN. Omdat RAV jaar afhankelijk is, zijn de uiteindelijke emissiepercentages ook jaarafhankelijk.

$$\text{Stalemissie bedrijfsspecifiek [kg]} = \text{TAN stal [kg]} * \text{emissie [fractie/kg]}$$

Voor het bepalen van de hoeveelheid geproduceerde TAN wordt eveneens verwezen naar Velthof et al. (2009).

Voor alle jaren geldt dat de bedrijfsspecifieke weide excretie gelijk is aan:

$$\text{Weide-emissie bedrijfsspecifiek [kg]} = \text{emissie forfaitair [kg]} * \text{bedrijfsspecifieke stikstofproductie weide [kg]} / \text{forfaitaire stikstofproductie weide [kg]}$$

C. Netto-excretie

De netto-excretie wordt berekend door de bruto-excretie te verminderen met de gasvormige verliezen. Voor graasdierbedrijven (melkvee) werd de excretie vervolgens nog een keer met 5% verminderd (geldt zowel voor stikstof als voor fosfaat). Vanaf 2014 is deze correctiefactor¹⁰ vervallen.

Voor de drie diergroepen (melkvee, overige graasdieren en staldieren) geldt:

$$\text{netto bedrijfsspecifieke excretie stikstof [kg]} = \text{bruto bedrijfsspecifieke excretie stikstof [kg]} - \text{bedrijfsspecifieke N-verliezen [kg]}$$

$$\text{nettobedrijfsspecifieke excretie fosfaat [kg]} = \text{brutobedrijfsspecifieke excretie fosfaat [kg]}$$

En voor melkvee geldt (tot 2015) extra:

$$\text{nettobedrijfsspecifieke excretie [kg]} = \text{nettobedrijfsspecifieke excretie [kg]} * (1 - 5\%)$$

¹⁰ De correctie werd in 2006 ingesteld vanwege onzekerheden rondom de berekening van de excretie. Door deze correctie konden procedures van agrariërs die menen een lagere productie te hebben, worden vermeden. Later is de BEX (Bedrijfsspecifieke Excretie) ingesteld waarmee agrariërs kunnen aantonen dat ze een lagere excretie hebben. Omdat BEX algemeen kan worden toegepast, is de 5% correctie vervallen.

3.7.4 Data

Invoer

De module bedrijfsspecifieke excretie maakt gebruik van uitvoer van verschillende andere modules (tabel 3.13)

Tabel 3.13 Gebruikte invoerdata onderscheiden naar type input

Type input	Omschrijving	Ter bepaling van	Afkomstig van module/referenties
Bedrijfsdata	Staltype (RAV-code)	Stalemissie	Bijlage 1 van Regeling Ammoniak en Veehouderij (RVO 2015c)
	Fractie weide-emissie op jaarbases	weide- en stalemissie	
Reken coëfficiënten	weide emissie fractie	Weide-emissie	Lukács et al. (2017)
	RAV-ammoniakemissie	emissies	Bijlage 1 van Regeling Ammoniak en Veehouderij (RVO 2015c)
	% TAN voor stal, opslag en weide mest		Van Bruggen (meerdere jaren).
	% N-verliezen stal en opslag voor N ₂ O, NH ₃ , NO en N ₂ voor overige graasdieren voor stel en opslag en weide mest		Oenema et al. (2000) voor N ₂ O, N ₂ en NO _x . RVO (2015c) voor NH ₃
Hergebruik andere modules	Opgenomen N en P met het voer melkvee en staldieren	Bruto-excretie	Voerverbruik dieren
	Vastlegging N en P in melkvee	Bruto-excretie	Dierlijke productie
	Saldo verbruik staldieren	Bruto-netto-excretie	Dierlijke productie en Mineralenstromen bedrijf
	Saldo verbruik eieren staldieren	Bruto-netto-excretie	Dierlijke productie en Mineralenstromen bedrijf
	Forfaitaire excretie	Bruto-excretie	Melkvee, staldieren en overige graasdieren

Uitvoer

De uitvoer van de module wordt weergegeven in tabel 3.14.

Tabel 3.14 Uitvoer kengetallen Module 'Bedrijfsspecifieke excretie'

Kengetal	Eenheid	Hergebruik in module
N-emissie volgens wettelijke BEX (NH ₃ , N ₂ O, NO en N ₂) voor weide en stal en opslag	kg	Bodembalans
bedrijfsspecifieke bruto-excretie (N en P ₂ O ₅)	kg	Mineralenverbruik bedrijfsniveau
bedrijfsspecifieke netto-excretie (N en P ₂ O ₅)	kg	Mineralenverbruik bedrijfsniveau
bedrijfsspecifieke emissies voor stal en opslag	kg	Bodembalans
Kengetallen die het verschil aangeven tussen bedrijfsspecifieke excretie en forfaitaire excretie en waarmee een uiteindelijke keus voor forfaitair of bedrijfsspecifiek wordt gemaakt	verschillende	Forfaitaire excretie
Stalnutriëntenbalans	zie bijlage 2	Rapportage

3.8 Mineralenverbruik bedrijfsniveau

3.8.1 Inleiding

In de module 'Mineralenverbruik bedrijfsniveau' wordt berekend hoeveel nutriënten uit meststoffen in het kalenderjaar op een bedrijf zijn gebruikt met een uitsplitsing naar grasland en bouwland. Naast de berekening van de bemesting op bedrijfsniveau (op basis van kalenderjaar) wordt ook de bemesting op gewasniveau berekend op basis van groeiseizoen (paragraaf 3.9). Bemesting op bedrijfsniveau kan afwijkend zijn van bemesting op gewasniveau, omdat er dus een ander tijdvak wordt gehanteerd (kalenderjaar versus groeiseizoen).

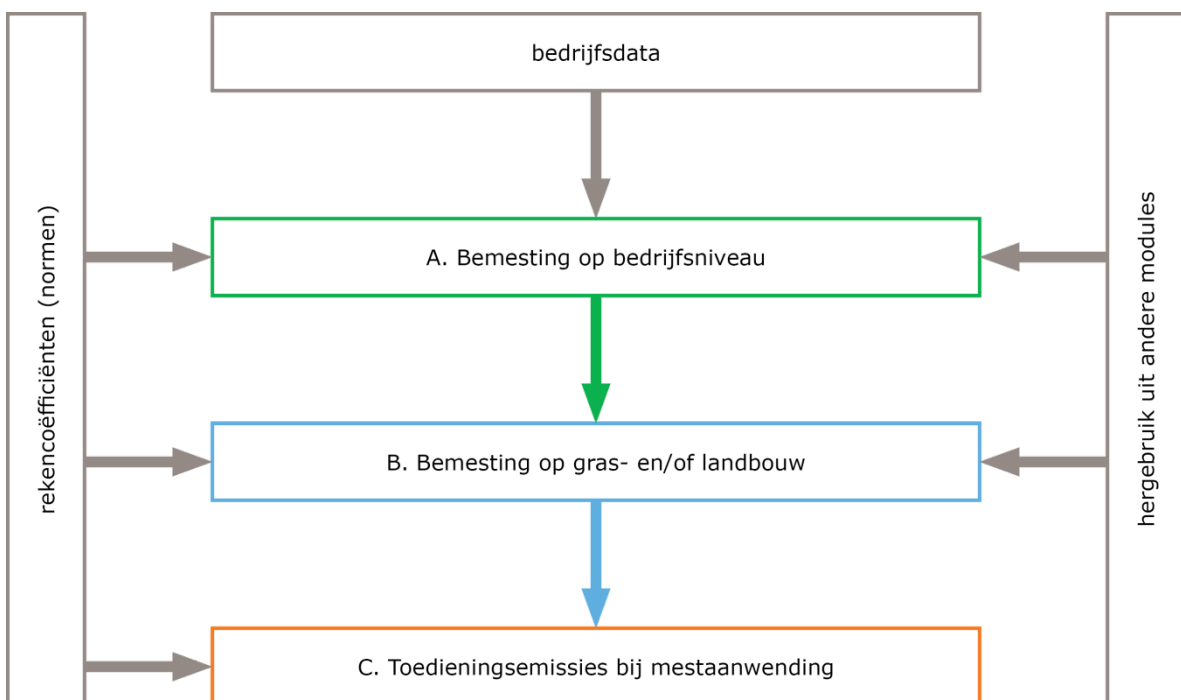
De reden om bemestingen per kalenderjaar te berekenen en te rapporteren is dat deze jaarbemesting getoetst zal worden aan de wettelijk toegestane gebruiksnormen die ook het kalenderjaar als basis hebben.

Figuur 3.8 toont de opbouw van de module 'Mineralenverbruik bedrijfsniveau'. De bemesting op bedrijfsniveau wordt berekend als de som van de nutriëntenproductie en aanvoer minus de afvoer en voorraadmutatie. Afhankelijk van de verhouding grasland-bouwland, wordt de mest aan grasland of bouwland (of beiden) toegewezen. Dit wordt verder uitgewerkt in paragraaf 3.8.2.

De bemesting betreft de hoeveelheid nutriënten die op het land wordt gebracht. Voor toegediende mest betekent dit dat het om de hoeveelheid nutriënten gaat na aftrek van stikstofemissies uit stal en opslag en voor emissie bij aanwenden. Bij de weidemest gaat het om de toediening na emissie uit de wei. De in deze module gerapporteerde emissie bij beweiding wordt dan ook uit een andere module verkregen, namelijk de excretiemodule (forfaitair of BEX).

De module 'Mineralenverbruik bedrijfsniveau' rapporteert ook de hoeveelheid toegediende werkzame stikstof. Dit gebeurt op basis van de wettelijke werkingscoëfficiënten (wc's).

De berekende emissies bij het aanwenden betreffen ammoniak ($N-NH_3$) en lachgas ($N-N_2O$). Ammoniak wordt meegenomen omdat dit kengetal nodig is bij het bepalen van het bodemoverschot en bij het bepalen van de indirecte emissie bij de broeikasgasmodule. Lachgas wordt berekend ten behoeve van de broeikasgasmodule.



Figuur 3.8 Stroomdiagram module 'Mineralenverbruik bedrijfsniveau'

3.8.2 Rekenregels

A. Bemesting bedrijf (met uitzondering van mestaanwenden)

$$\text{Bemesting bedrijf [kg]} = \text{productie [kg] (bedrijfsspecifiek of forfaitair) + aanvoer [kg] - afvoer [kg] - voorraadmutatie[kg]}.$$

Het gaat bij stikstof om de nettoproductie, met andere woorden de productie gecorrigeerd voor de emissie bij stal, opslag en beweiding. Deze correctie vindt plaats in de module 'Forfaitaire excretie'.

B. Bemesting grasland/ bouwland

Bij de bepaling van de bemesting op grasland/bouwland wordt de werkwijze van Lukàcs et al. (2016, p 75) gevolgd. De bemesting op bouwland wordt vastgelegd in het Bedrijveninformatienet. Als het bedrijf alleen akkerbouwgewassen heeft:

$$\text{Bemesting akkerbouw [kg]} = \text{bemesting bedrijf [kg]}$$

Als het bedrijf gras heeft maar het areaal gras beslaat minder dan 25% van het totaal areaal beslaat:

$$\text{Bemesting gras [kg]} = \text{mestvolume op gras [kg] * nutriënteninhoud mest op gras [kg/kg]}$$

$$\text{Bemesting bouwland [kg]} = \text{bemesting bedrijf [kg] - bemesting gras [kg]}$$

Als het bedrijfsareaal 25% of meer uit gras bestaat dan geldt:

$$\text{Bemesting bouwland [kg]} = \text{mestvolume op bouwland [kg] * nutriënteninhoud mest op bouwland [kg/kg]}$$

$$\text{Bemesting gras [kg]} = \text{bemesting bedrijf [kg] - bemesting bouwland [kg]}$$

Voor stikstof wordt ook de hoeveelheid toegediende werkzame stikstof bepaald en wel als volgt:

$$\text{Werkzame stikstof grasland [kg]} = \text{stikstof bemesting grasland [kg] * werkingscoëfficiënt grasland [kg]}$$

$$\text{Werkzame stikstof bouwland [kg]} = \text{stikstof bemesting bouwland [kg] * werkingscoëfficiënt bouwland [kg]}$$

$$\text{Werkzame stikstof bedrijf [kg]} = \text{werkzame stikstof grasland [kg] + werkzame stikstof bouwland [kg]}$$

Bij deze berekeningen worden de wettelijke werkingscoëfficiënten gebruikt (RVO, tabel 3). De bovenvermelde formules zijn sterk vereenvoudigd weergegeven want de wettelijke werkingscoëfficiënten zijn namelijk afhankelijk van gewas, mestsoort, grondsoort en eigen of aangevoerde mest.

C. Toedieningsemissie bij mestaanwending

De emissie bij mestaanwending bouwland en grasland voor toegediende mest gaat als volgt: Voor N-N₂O voor dierlijke, overige organische mest en kunstmest:

$$\text{Emissie stikstof [kg]} = \text{stikstof toegediend [kg] * emissiefactor [kg /kg]}$$

Voor N-NH₃ voor dierlijke mest geldt:

$$\text{Emissie stikstof [kg]} = \text{stikstof toegediend [kg] * TAN-percentages [%] * emissiefactor [kg /kg TAN]}$$

Voor grasland wordt de hoeveelheid toegediende stikstof gecorrigeerd voor de nutriëntengift als gevolg van beweiding. Deze data zijn afkomstig van de module 'Forfaitaire excretie'.

3.8.3 Data

Invoer

Tabel 3.15 toont een overzicht van de gebruikte invoerdata.

Tabel 3.15 Gebruikte invoerdata onderscheiden naar type input

Type input	Omschrijving	Ter bepaling van	Afkomstig van module/referenties
Bedrijfsdata	Allocaties van meststoffen (kunstmest, dierlijke mest, overige organische mest) aan bouwland/grasland in het kalenderjaar (aanwendingswijze, soort/herkomst meststof en toepassing, tijdstip (maand), hoeveelheid (kg), en samenstelling (eigen/vreemd) voor N en P ₂ O ₅)	Bemestingsniveau met nutriënten	
	Emissiefactoren	emissies bij aanwenden op gras- en bouwland	
Rekencoëfficiënt	Wettelijke werkingscoëfficiënten bouwland/grasland	Toegediende werkzame stikstof	RVO (2015, tabel 3)
	NH ₃ -emissiefactoren	Emissie-berekeningen	Velthof et al. (2009) of afgeleid met MAMBO (Koeijer et al. 2012)
	TAN-fracties	Emissie-berekeningen	Bruggen et al. (2015)
Hergebruik uit andere modules	Productie nutriënten (N en P ₂ O ₅) (excretie na aftrek emissie uit stal en opslag) geaggregeerd naar soort/herkomst meststof	Netto- en bruttonutriënten-productie	BEX en Forfaitaire excretie
	Stikstofexcretie in de wei	Aangewende mest grasland	Forfaitaire excretie
	Emissies	Nettonutriënten-productie	BEX en Forfaitaire excretie

Uitvoer

Van de uitvoerparameters (tabel 3.16) zijn er voor de bemesting van nutriënten, de werkzame stikstof en de emissie twee soorten beschikbaar namelijk forfaitair en bedrijfsspecifiek. Dit geldt niet voor de beweidingsemissie en de verdeling van de mest op grasland over een 2-maandelijks tijdvak.

Tabel 3.16 Uitvoer kengetallen Module 'Mineralenverbruik Bedrijfsniveau'

Kengetal	Eenheid	Hergebruik in module
Mesttoediening op bouwland (nutriënt, soort mest) ^{*)}	Kg	niet
Mesttoediening op grasland incl. weidemest (nutriënt, soort mest) ^{*)}	Kg	niet
Bemesting bedrijfsniveau (incl. weidemest) (nutriënt, soort mest)	Kg	niet
Verdeling mesttoediening op bouwland over tijdvak (per 2-maand)	%	niet
Verdeling mesttoediening op grasland over tijdvak (per 2-maand)	%	niet
Emissie van N bij mesttoediening bouwland (N-NH ₃ , N-N ₂ O)	Kg	Bodembalans
Emissie van N bij mesttoediening grasland excl. weidemest (N- NH ₃ , N-N ₂ O)	Kg	Bodembalans

*) Nutriënten: N, P₂O₅ en werkzame N.

Soort mest: dierlijke mest, kunstmest en overige organische mest.

3.9 Mineralenverbruik gewasniveau

3.9.1 Inleiding

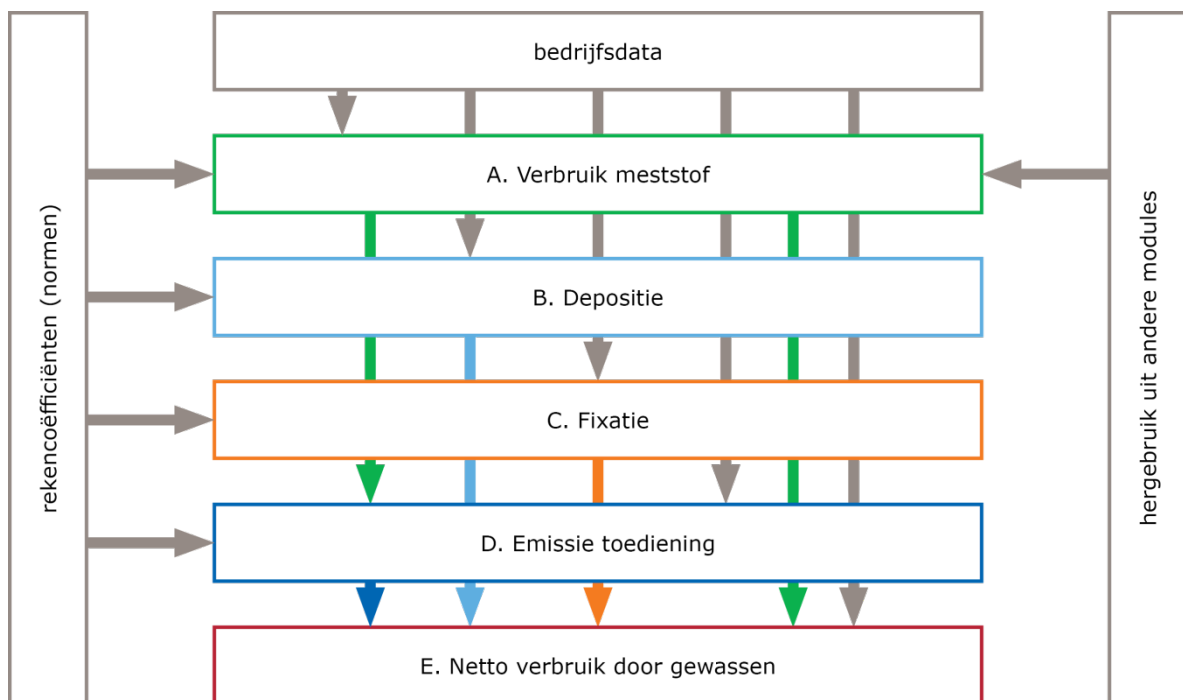
Het doel van de module 'Mineralenverbruik gewasniveau' is het vaststellen van de hoeveelheid nutriënten die bij de gewasproductie (per akkerbouwgewas) zijn verbruikt en welk deel daarvan is vervluchtigd. Daarnaast wordt per gewas een nutriëntenbalans opgesteld. De berekeningen worden uitgevoerd voor alle gewassen met uitzondering van grasland en groenbemesters. Grasland wordt niet meegenomen omdat de opbrengsten van gras worden berekend en daardoor een onzekerheid bevatten. Groenbemesters horen niet bij het oogstseizoen en ook hier zijn de gewasopbrengsten onbekend. Bemesting op groenbemesters wordt toegerekend aan het volggewas.

Het verbruik en de emissie van nutriënten worden voor het groeiseizoen berekend. Dit wil zeggen dat bemesting in een voorafgaand kalenderjaar die ten goede komt aan de gewasproductie/oogst in het betreffende kalenderjaar, wordt meegeteld. Er geldt dus ook dat bemesting in het kalenderjaar die ten goede komt aan de gewasproductie/oogst in een later kalenderjaar niet bij het huidige groeiseizoen wordt meegenomen.

Omdat in deze module het groeiseizoen als tijdvak wordt gehanteerd, terwijl dit in andere modules het kalenderjaar is, hoeft de som van de bemesting op gewassen niet gelijk te zijn aan de bemesting op bouwland zoals deze bijvoorbeeld in de module 'Mineralenverbruik bedrijfsniveau' wordt uitgerekend.

Vanaf 2010 kunnen de emissies op gewasniveau worden berekend. Dat betekent dat de module vanaf 2010 nauwkeurigere uitkomsten levert.

De onderdelen van de module 'Mineralenverbruik gewasniveau' zijn weergegeven in figuur 3.9.



Figuur 3.9 Stroomschema module 'Nutriëntengebruik gewasniveau'

3.9.2 Rekenregels

De hoofdletter-bullets in deze paragraaf komen overeen met de hoofdletter items in figuur 3.9.

A. Verbruik meststoffen

Bij verbruik meststoffen gaat het om de hoeveelheid nutriënten die door middel van meststoffen aan het gewas worden toegediend. Hierbij is een aantal opmerkingen te maken:

- Er wordt onderscheid gemaakt tussen kunstmest, dierlijke mest en overige organische mest.
- De totale hoeveelheid toegediende nutriënten en de hoeveelheid werkzame nutriënten in het eerste jaar na toediening worden berekend op basis van wettelijke werkingscoëfficiënten (tabel 3, RVO, 2015).
- Waar mogelijk wordt gebruik gemaakt van de bedrijfsspecifieke mestsamenstelling. Dat betekent dat voor vreemde mest bij voorkeur gebruik gemaakt wordt van bemonsterde inhoud (indien niet beschikbaar worden forfaits gebruikt) en dat de samenstelling van mest van het eigen bedrijf afgeleid wordt van de bedrijfsspecifieke mestproductie.

$$\text{Verbruik nutriënten meststoffen [kg]} = \text{hoeveelheid meststof [kg]} * \text{nutriëntengehalte [fractie]}$$

De berekening van de hoeveelheid werkzame stikstof (N) en fosfaat (P₂O₅) is gebaseerd op de mestwetgeving (RVO 2016, tabel 1 en 2).

De werkzame hoeveelheid mineraal is onder andere afhankelijk van gewas, grondsoort en of het al dan niet mest is van het eigen bedrijf.

$$\text{werkzame nutriënten [kg]} = \text{verbruik minerale meststoffen [kg]} * \text{werkingscoëfficiënt [%]/100}$$

De mestgift op de groenbemester wordt toegewezen aan het volggewas evenals de normatieve nalevering bij onderwerken van de groenbemester. In het geval van meerdere volggewassen wordt de bemesting toegedeeld op basis van arealen.

De nutriënten die vrijkomen door de groenbemester onder te werken worden direct afgeleid uit de bedrijfsdata.

B. Depositie

De depositie per gewas wordt berekend door de oppervlakte van het gewas te vermenigvuldigen met de depositienorm (deze is per jaar per provincie beschikbaar).

$$\text{Depositie [kg]} = \text{areaal [ha]} * \text{norm depositie [kg/ha]}$$

C. Stikstofbinding/fixatie

De stikstofbinding per gewas (bemestingswaarde) wordt berekend door de oppervlakte van het gewas te vermenigvuldigen met een jaarlijkse stikstofbinding per hectare. Deze normen zijn afhankelijk van het type gewas.

$$\text{Stikstofbinding [kg]} = \text{areaal van het gewas [ha]} * \text{norm stikstofbinding [kg/ha]}$$

D. Emissie bij mesttoediening

Bij de mestaanwending vindt emissie plaats van N-verbindingen. Bij de opzet van het model is destijds besloten om de te berekenen emissies te beperken tot de emissie van ammoniak (Schröder 2006). Later is lachgas hierbij gevoegd maar deze wordt alleen gebruikt bij de broeikasgasmodule.

Het gaat bij de toediening om de emissie die optreedt bij aanwenden van mest (dierlijke, kunstmest) gedurende het groeiseizoen. Bemesting op groenbemesters wordt bij het volggewas geteld.

De ammoniakemissie uit dierlijke mest wordt berekend door per mestaanwending de hoeveelheid toegediende stikstof te vermenigvuldigen met het gehalte aan Totaal Ammoniakaal Stikstof (TAN) en vervolgens met een emissiefactor voor ammoniak per eenheid TAN. De emissiefactor is alleen afhankelijk van de toedieningswijze en het grondgebruik (grasland of bouwland) en is gebaseerd op Velthof et al. (2009).

$$\text{aanwenden dierlijke mest [kg N-NH}_3\text{]} = \text{toegediende dierlijke mest in het groeiseizoen [kg]} * \text{TAN [fractie]} * \text{emissie [fractie]}$$

Ammoniakemissie uit kunstmest is afhankelijk van de kunstmestsoort. Dit houdt in dat de kunstmestsoorten in groepen moeten worden ingedeeld waaraan een emissiefactor kan worden gekoppeld.

$$\text{Ammoniak aanwenden kunstmest [kg N-NH}_3\text{]} = \text{toegediende kunstmest in het groeiseizoen [kg N]} * \text{emissie [fractie]}$$

Voor het aanwenden van overige organische mest wordt (nog) geen emissie berekend vanwege het ontbreken van gegevens hierover (emissiecoëfficiënten).

De emissie van lachgas wordt als volgt berekend:

$$\text{Aanwenden mest [kg N-N}_2\text{O]} = \text{toegediende mest in het groeiseizoen [kg N]} * \text{emissie [fractie]}$$

E. Nettoverbruik gewassen

Nettoverbruik gewassen (N en P) is de som van de aanvoer posten minus de afvoerposten of te wel:

$$\text{Nettoverbruik [kg]} = \text{bemesting [kg]} + \text{groenbemesters [kg]} + \text{depositie [kg]} + \text{fixatie [kg]} - \text{emissie [kg]}$$

3.9.3 Modelbeslissingen

In de module 'Mineralenverbruik gewasniveau' wordt de emissie uit gewassen niet meegenomen. Het gaat hier om emissies die plaats zouden vinden uit het gewas op onbemeste percelen. Het betreft hier dan zogenaamde achtergrondemissies (United Nations 2004). De emissie bij beweiding wordt hier niet berekend maar wordt berekend bij de module 'Bodembalans'.

3.9.4 Data

Invoer

Tabel 3.17 toont de invoergegevens voor de module 'Mineralenverbruik gewasniveau'.

Tabel 3.17 Gebruikte invoerdata onderscheiden naar type input

Type input	Omschrijving	Ter bepaling van	Afkomstig van module/referenties
Bedrijfsdata	Allocaties van meststoffen (kunstmest, dierlijke mest, overige organische mest) per gewas (hoeveelheid (kg), soort (product), tijdstip (maand), aanwendingswijze, herkomst (eigen / vreemd)) en samenstelling (bij vreemde mest)	Aanvoer nutriënten met mest -> nutriënten balans en emissies	
	Groenbemester: aanwezigheid vooraf aan het gewas en bemesting van de groenbemester	Aanvoer van nutriënten met overige organische meststoffen -> nutriënten balans en emissies	
	Aandeel klaver in grasland	Fixatie	
	Locatie (provincie) van het bedrijf	Depositie	
	Oppervlakte per gewas	Alle uitvoer	
	Emissie per mestaanwendingswijze	Nettogewasbalans	
Rekencoëfficiënt	Werkingscoëfficiënten voor stikstof per mestaanwendingswijze	Toegediende werkzame nutriënten	RVO (2016, tabel 3)
	Depositie (N en P ₂ O ₅) per provincie per ha	Nettogewasbalans	RIVM (2013), bewerking LEI
	Fixatie (N) per gewas	Nettogewasbalans	Schröder (2006) voor niet grasland, Kringloopwijzer (2013) in Lukács et al. (2017) voor klaver in grasland
Hergebruik uit andere modules	mestsamenstelling (N en P ₂ O ₅)		BEX en forfaitaire mestproductie

Uitvoer

Tabel 3.18 toont een overzicht van de uitvoer van de module 'Mineralenverbruik gewasniveau'.

Tabel 3.18 Uitvoer kengetallen Module 'Mineralenverbruik gewasniveau'

Kengetal	Eenheid	Hergebruik in module
Verbruik nutriënten (N en P ₂ O ₅) uit meststoffen per gewas (nutriënten, soort mest)	kg	niet
Verdeling van nutriënten (N en P ₂ O ₅) uit meststoffen over tijdvak (nutriënten, soort mest)	% per 2 mnd.	niet
Depositie (gewas, nutriënt)	kg	Bodembalans
Stikstofbinding (gewas)	kg	Bodembalans
Emissie van stikstof bij toediening per gewas (N-NH ₃ , soort mest)	kg	niet
Nettoverbruik nutriënten (gewas, nutriënt)	kg	niet

*) Nutriënten: N, P₂O₅ en eventueel werkzame N.

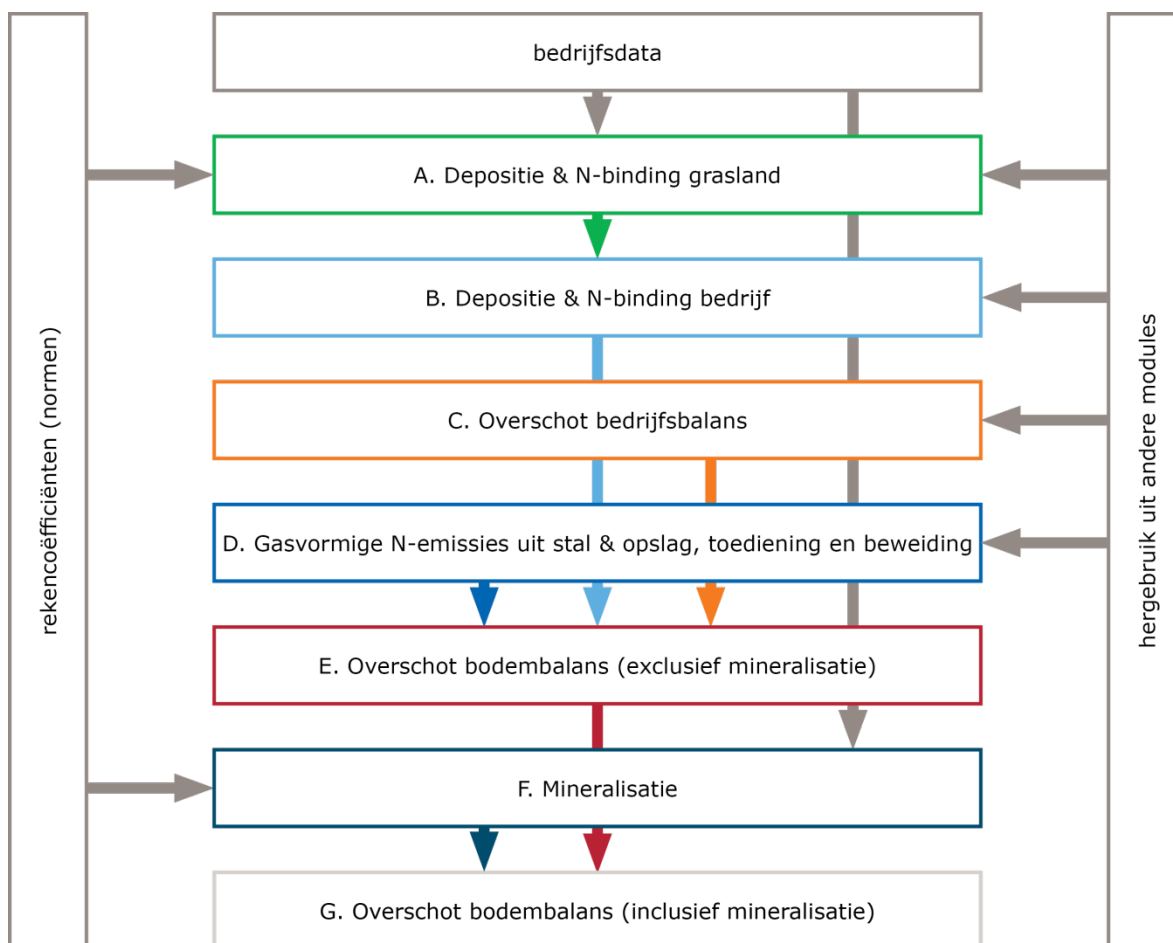
Soort mest: dierlijke mest, kunstmest en overige organische mest.

3.10 Bodembalans

3.10.1 Inleiding

In de module 'Bodembalans' wordt berekend hoeveel nutriënten er per kalenderjaar op bedrijfsniveau gemiddeld in de bodem achterblijven.

Voor stikstof is de bodembalans gedefinieerd als de nettoaanvoer van nutriënten op basis van bedrijfsoverschot aangevuld met aanvoer als gevolg van depositie, stikstofbinding en mineralisatie en verminderd met afvoer als gevolg van gasvormige emissies bij stal en opslag, beweiden en mestaanwending. Deze aan- en afvoerposten zijn er niet voor fosfaat hetgeen betekent dat voor fosfaat de bodembalans gelijk is aan de bedrijfsbalans. Bij de module 'Mineralenverbruik gewasniveau' en de module 'Mineralenverbruik bedrijfsniveau' is geen rekening gehouden met mineralisatie als aanvoerpost. Mineralisatie is afhankelijk van grondsoort en grondsoort is niet per gewas bekend. De module 'Mineralenverbruik bedrijfsniveau' is aggregatie van mineralenverbruik op gewasniveau en daarom is mineralisatie ook niet in deze module meegenomen. Het stroomschema van de module 'Bodembalans' is weergegeven in figuur 3.10.



Figuur 3.10 Stroomschema module 'Bodembalans'

De hoeveelheid nutriënten die uiteindelijk in de bodem terecht komt, is beschikbaar voor ophoping in of uitspoeling vanuit de bodem. Ook kan in de bodem nog gasvormige emissie plaatsvinden (denitrificatie) maar deze afvoerpost van nutriënten wordt in het LMM-model niet meegenomen. Een uitgebreide beschrijving van de berekening van de bodembalans is te vinden in Lukács et al. (2017, bijlage 2).

3.10.2 Rekenregels

A. Depositie (N en P) en N-binding grasland

$$\text{Depositie [kg]} = \text{areaal gras [ha]} * \text{norm voor depositie [kg/ha]}$$

De depositie norm is afhankelijk van de provincie.

$$\begin{aligned} \text{N-binding grasland [kg]} &= \text{Grasland opbrengst [kg ds]} * 0.82 * \text{fractie klaver in} \\ &\quad \text{grasland} \\ &\quad * 45/1000 \text{ [kg N/ton ds]} \\ &\quad \text{(zie Lukàcs et al. 2017, Schröder et al, 2016)} \end{aligned}$$

De fractie klaver in grasland is op bedrijfsniveau geschat en beschikbaar in de bedrijfsdatabase als een klasseindeling. Afhankelijk van de klaver-klasse wordt een bepaalde klaverfractie verondersteld (tabel 3.19).

Tabel 3.19 Relatie klaverklasse grasland en veronderstelde fractie klaver

Klaverklasse	fractie klaver
0-<1%	0.005
1-<5	0.025
5-<15	0.1
>=15	0.2
NA	0

B. Depositie en N-binding bedrijf

$$\text{Depositie bedrijf [kg]} = \text{depositie grasland [kg]} + \text{depositie overige gewassen [kg]}$$

$$\text{N-binding bedrijf [kg]} = \text{N-binding grasland [kg]} + \text{N-binding overige gewassen [kg]}$$

$$\text{N-binding overige gewassen [kg]} = \text{areaal gewas [ha]} * \text{bindingsfactor [kg N/ha]}$$

C. Overschot bedrijfsbalans (N en P)

$$\text{Bedrijfsoverschot nutriënten [kg]} = \text{aanvoer van nutriënten [kg]} - \text{verbruik nutriënten [kg]} + \text{voorraadmutatie [kg]}$$

Dit kengetal is afkomstig uit de module 'Mineralenstromen bedrijf' (paragraaf 3.2).

D. Gasvormige N-emissies uit stal en opslag, beweiding en mestaanwending

$$\text{emissies stal en opslag [kg]} = \text{emissie uit stal en mestopslag [kg]} + \text{emissie uit de voeropslag [kg]}$$

De gasvormige emissies worden berekend conform Lukàcs et al. (2017). Bij mestaanwending wordt, indien beschikbaar, gerekend met de bedrijfsspecifieke emissie, anders forfaitair.

Weide emissie komt uit de module 'Bedrijfsspecifieke excretie' (paragraaf 3.7) en de aanwendemissie komt uit de module 'Nutriëntengebruik bedrijfsniveau' (paragraaf 3.8). Bij de aanwendemissie uit deze module werd ook rekening gehouden met de emissie van N₂O. Deze emissie wordt alleen verder gebruikt bij de broeikasgasmodule.

E. Overschot bodembalans exclusief mineralisatie

$$\text{Overschot bodembalans [kg]} = \text{depositie [kg]} + \text{N-binding [kg]} - \text{emissies uit stal, opslag, beweiding en mestaanwending [kg]}$$

F. Mineralisatie

Nettomineralisatie wordt berekend voor veen- en dalgrond met voor veengrond een onderscheid tussen gras- en bouwland:

$$\text{Mineralisatie per grondsoort [kg]} = \text{areaal [ha]} * \text{norm [kg N/ha]}$$

De totale mineralisatie is de som van de mineralisaties per grondsoort.

G. Overschot bodembalans inclusief mineralisatie

$$\text{Overschot bodembalans inclusief mineralisatie [kg]} = \text{mineralisatie [kg]} + \text{overschot bodembalans [kg]}$$

3.10.3 Data

Invoer

In deze module Bodembalans wordt veel data hergebruikt uit andere modules (tabel 3.20). Er wordt hierbij onderscheid gemaakt naar direct beschikbare en herleide bedrijfsgegevens, coëfficiënten en in het model berekende data.

Tabel 3.20 Gebruikte invoerdata onderscheiden naar type input

Type input	Omschrijving	Ter bepaling van	Afkomstig van module/referenties
Bedrijfsdata	Provincie	Depositie grasland	
	Oppervlakte cultuurgrasland per bedrijf [ha]	N-binding	
	Oppervlakte natuurgrasland per bedrijf [ha]	N-binding	
	Percentage klaver in cultuur- en natuurgrasland [%]	N-binding	
	Areaal bouwland naar grondsoort (dal-/veengrond/overig) [ha]	N-binding en nutriëntengebruik gewasniveau	
	Areaal grasland naar grondsoort (dal-/veengrond/overig) [ha]	N-binding Nutriëntengebruik gewasniveau	
Rekencoëfficiënt	depositie N en P ₂ O ₅ per ha per provincie	Depositie	RIVM (2013)
	Aandeel klaver in graslandopbrengst voor 3 klassen klaverpercentages voor cultuur- en natuurgrasland	N-binding	Lukács et al. (2017)
	Normen N en P voor mineralisatie grasland en bouwland op veengrond	mineralisatie	Lukács et al. (2017)
	Norm N binding per ton droge stof	N-binding	Beukeboom (1996) en Aarts et al. (2000) in Schröder et al. (2004)
Hergebruik uit andere modules	Opbrengst cultuurgrasland (kg ds per ha)	N-binding	Voerverbruik dieren
	Opbrengst natuurgrasland (kg ds per ha)	N-binding	Voerverbruik dieren
	Depositie (kg N en P ₂ O ₅) voor gewassen anders dan grasland	Depositie bedrijf	Mineralenverbruik gewasniveau
	N-binding (kg N) voor gewassen anders dan grasland	N-binding bedrijf	Mineralenverbruik gewasniveau
	Overschot bedrijfsbalans (kg)	Overschot bodembalans met en zonder mineralisatie	Mineralenstromen bedrijf
	Gasvormige emissie uit stal & opslag (kg N)	Stalemissie	Excretie (bedrijfsspecifiek of forfaitair)
	Gasvormige emissies uit voeropslagen (kg N)	Overige emissies	Voerverbruik
	Gasvormige emissies bij mesttoediening (kg N)	Aanwendemissie	Mineralenverbruik bedrijfsniveau
	Gasvormige emissies weidemest (kg N)	Beweidingsemissie	Mineralenverbruik bedrijfsniveau

Uitvoer

Tabel 3.21 toont de belangrijkste uitvoer van de module 'Bodembalans'. Voor alle uitvoer geldt dat deze niet in andere modules wordt (her)gebruikt.

Tabel 3.21 *Uitvoer kengetallen Module 'Bodembalans'*

Kengetal	Eenheid	Hergebruik in module
Nutriëntenaanvoer via depositie op bedrijfsniveau	Kg	Nee
Stikstof binding op bedrijfsniveau	Kg	Nee
Gasvormige stikstofemissies bij aanwending van dierlijke mest en kunstmest	Kg	Nee
Gasvormige stikstofemissies bij stal en opslag	Kg	Nee
Mineralisatie	Kg	Nee
Bedrijfsoverschot	Kg	Nee
Bodemoverschot	Kg	Nee
Percentage moerige grond (organisch incl. veengrond)	%	Nee

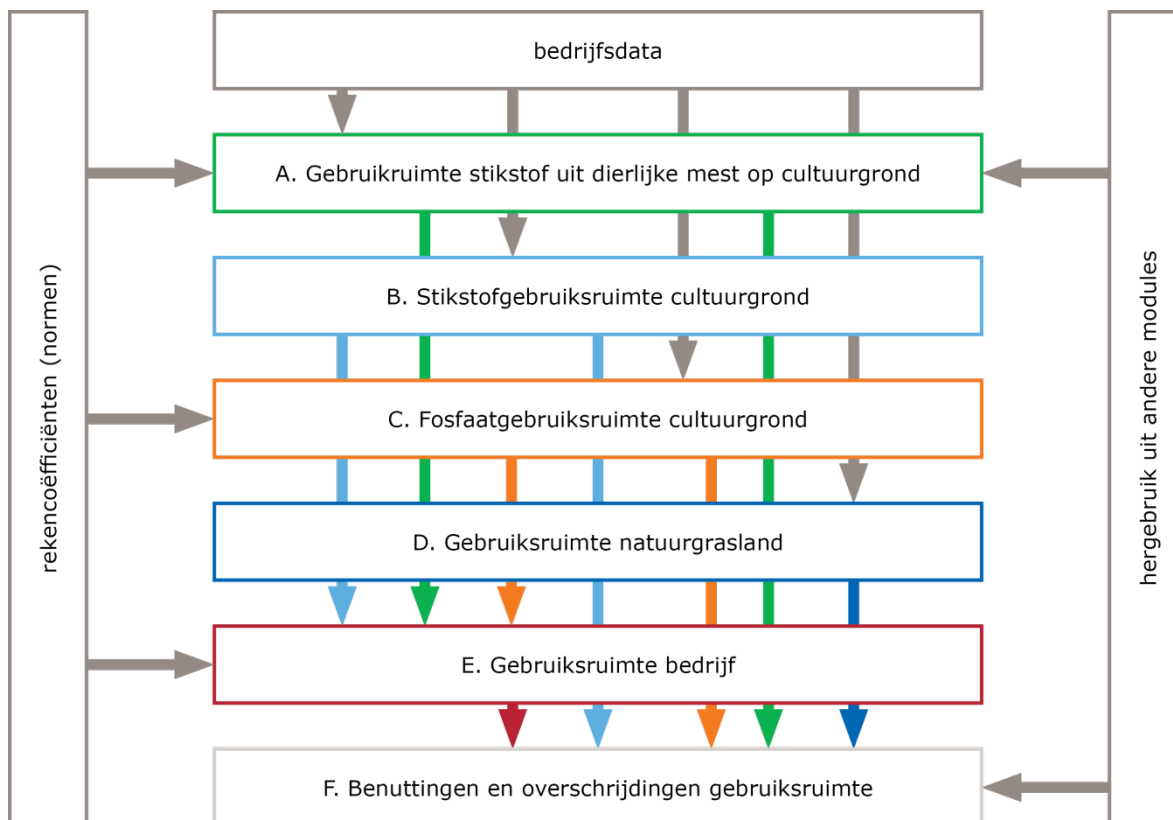
3.11 Analyse bemesting bedrijf

3.11.1 Inleiding

Het doel van de module '*Analyse bemesting bedrijf*' is inzicht geven in de mate waarin de gebruiksnormen op een bedrijf worden benut en/of worden overschreden. Hiertoe wordt het mestverbruik op bedrijfsniveau (kalenderjaar) afgezet tegen de gebruiksruidten op bedrijfsniveau. De module is bruikbaar vanaf 2006. Dit is het jaar waarin het gebruiksnormenstelsel in gebruik is genomen (Dienst Regelingen 2006). Regelmatig wordt het gebruiksnormenstelsel aangepast. Zo is vanaf 2010 de fosfaatgebruiksnorm afhankelijk van de fosfaattoestand van de bodem. Hier wordt in het LMM-model rekening mee gehouden. Vanaf 2014 zijn een aantal stikstof- en fosfaatgebruiksnormen aangepast en voor stikstof nog een keer in 2015 onder andere naar aanleiding van het bemestingsadvies. Voor een uitgebreide invulling van het gebruiksnormenstelsel wordt verwezen naar tabel 1 en 2 van RVO (2016).

In het LMM-model worden de gebruiksruidten berekend door de op 15 mei aanwezige arealen gewas (op perceelsniveau) te vermenigvuldigen met de wettelijke gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat¹¹. Vanaf 2010 wordt in het LMM-model geen gebruiksruidte dierlijke mest meer berekend maar alleen de stikstof- en de fosfaatgebruiksruidten. Wettelijk wordt voor derogatie uitgegaan van het areaal op 15 mei. In het Bedrijveninformatienet is het areaal een jaarrond gemiddelde. Hierdoor kunnen er verschillen ontstaan in het bedrijfsareaal waar vanuit wordt gegaan (zie ook Hooijboer et al. 2013). Daarom is het niet mogelijk om via Informatienetdata exact te benoemen op welk deel van het areaal derogatie van toepassing is. Daarnaast zijn er nog andere redenen waarom de gebruiksruidte dierlijke mest zoals berekend met het LMM-model kan afwijken van de wettelijke gebruiksruidte dierlijke mest: hierbij valt te denken aan het niet toepassen van de BEX of de stalbalans maar gebruik maken van de forfaitaire excretie. Bovendien is de verdeling van mest over gewasgroepen niet zo nauwkeurig omdat er bijvoorbeeld sommaties van verschillende mestsoorten (vast, drijf, mestscheidingsproducten) plaatsvinden die uiteindelijk weer worden verdeeld over de gewassen. Hierdoor zijn uiteindelijk de berekende kengetallen (gebruiksruidte dierlijke mest en gebruiksnormen stikstof en fosfaat) niet bruikbaar om te toetsen of bedrijven voldoen aan de wettelijke kaders. De gebruiksnormen stikstof en fosfaat worden wel berekend omdat ze wel inzicht geven in de mate om de trend waarin de wettelijke gebruiksnormen per gewasgroep (bouwland, productiegrasland, natuurgrasland) worden benut c.q. overschreden in de praktijk volgens de in dit model gehanteerde rekensystematiek. Daarnaast worden ze gebruikt voor de derogatierapportage om de trend in de benutting in de gebruiksnormen te laten zien. De globale werking van de module is weergegeven in figuur 3.11.

¹¹ In het Bedrijveninformatienet is bekend in welke periode een gewas op een bepaald perceel heeft gestaan (zaaidatum/oogstdatum) dus ook of dat op 15 mei was.



Figuur 3.11 Stroomschema van de module 'Analyse bemesting bedrijf'

3.11.2 Rekenregels

De normen voor de gebruiksruijme zijn jaar- en gewasafhankelijk en voor fosfaat ook afhankelijk van de fosfaattoestand van de bodem.

A. B. en C. Gebruiksruijme cultuurgrond voor fosfaat en stikstof

$$\text{Gebruiksruijme gewas [kg]} = \text{areaal gewas [ha]} * \text{norm gebruiksruijme per gewas [kg/ha]}$$

$$\text{Gebruiksruijme cultuurgrond [kg]} = \text{som van de gebruiksruijmes van alle gewassen [kg]}$$

Gewassen in het buitenland tellen niet mee voor de gebruiksruijme.

D. en E. Gebruiksruijme stikstof- en fosfaat en dierlijke mest bedrijf

Dit kengetal wordt vanaf 2010 niet meer voor dierlijke mest berekend om verwarring met de feitelijke gebruiksruijme dierlijke mest te voorkomen (zie paragraaf 3.11.1).

$$\text{Gebruiksruijme bedrijf [kg]} = \text{gebruiksruijme cultuurgrond [kg]} + \text{gebruiksruijme natuurgrasland [kg]}$$

Voor natuurgrasland worden onvoldoende gegevens vastgelegd om de gebruiksruijme te kunnen bepalen. Daarom is de gebruiksruijme natuurgrasland op 0 gezet.

F. Benutting en overschrijding gebruiksruijme voor stikstof, fosfaat en dierlijke mest

Dit kengetal wordt vanaf 2010 niet meer voor dierlijke mest berekend.

$$\text{Benutting gebruiksruijme} = \frac{\text{de geplaatste hoeveelheid (werkzaam) mineraal [kg]}}{\text{gebruiksruijme van het betreffende mineraal [kg]}}$$

$$\text{Overschrijding gebruiksruimte [kg]} = \text{geplaatste hoeveelheid (werkzaam) mineraal [kg]} - \text{gebruiksruimte van het mineraal [kg]}$$

3.11.3 Data

Invoer

De invoerdata op bedrijfsniveau (tabel 3.22) van deze module bestaan uit bedrijfsdata aangevuld met data per gewas. Deze benodigde bedrijfsgegevens zijn jaarafhankelijk (2006-2009, 2010-2013, 2014, 2015-2017). In de laatste periode (2015-2017) is bijvoorbeeld voor de stikstofgebruiksnorm het aardappelras van belang.

Tabel 3.22 Gebruikte invoerdata onderscheiden naar type input

Type input	Omschrijving	Ter bepaling van	Afkomstig van module/referenties
Bedrijfsdata			
• Per bedrijf	Maaien/weiden bij productie grasland	N-gebruiksruimte	
	Derogatie ja/nee	N-gebruiksruimte voor dierlijke mest	
	Oppervlakte fosfaat fixerend bouwland en productie grasland	P ₂ O ₅ -gebruiksruimte	
	Oppervlakte bouwland en/of productie grasland	P ₂ O ₅ -gebruiksruimte	
	Biologisch bedrijf (SKAL) ja/nee	P ₂ O ₅ -gebruiksruimte periode 2010-2013	
	Oppervlakte type fosfaat-grond naar bouwland en productiegasland.	P ₂ O ₅ -gebruiksruimte periode vanaf 2010	
	• Per gewas (m.u.v. groenbemester na snijmais)	Periode (tijdelijk grasland) en winterteelt	N-gebruiksruimte
Benutte oppervlakte		N-gebruiksruimte	
Grondsoort		N-gebruiksruimte	
Rekencoëfficiënt	Normen (tijdsafhankelijk): 2006-2009, 2010-2013 en 2014, 2015-2017	N- en of P ₂ O ₅ - gebruiksruimte op landbouwgrond.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 2006-2009 Dienst Regelingen (2006) ▪ vanaf 2010 RVO (2016, tabel 1 en 2)
Hergebruik uit andere modules	Mineralenverbruik bedrijfsniveau (kg N en kg P) en werkzame stikstof op bedrijfsniveau	gebruiksruimtes per ha, benuttingen en overschrijdingen ¹⁾ per gewasgroep: productiegasland, bouwland, landbouwgrond, natuurterrein en cultuurgrond.	Mineralenverbruik bedrijfsniveau

Uitvoer

Tabel 3.23 toont de opsomming van de uitvoer van de module 'Analyse bemesting bedrijf'.

Tabel 3.23 *Uitvoer kengetallen Module 'Analyse bemesting bedrijf'*

Kengetal	Eenheid	Hergebruik in module
Stikstof- en fosfaatgebruiksruimte per gewasgroep	Kg per bedrijf en kg per ha, stikstof uitgedrukt als kg werkzame N	nee
Benutting stikstof- en fosfaatgebruiksruimte per gewasgroep	%	nee
Overschrijding ^{*)} stikstof- en fosfaatgebruiksruimte per naar grasland/bouwland (kg per ha) en voor stikstof ook uitgedrukt in kg werkzame N.	kg per ha, stikstof uitgedrukt als kg werkzame N	nee

*) Feitelijk kunnen we hier niet spreken van overschrijding; zie de inleiding van deze paragraaf.

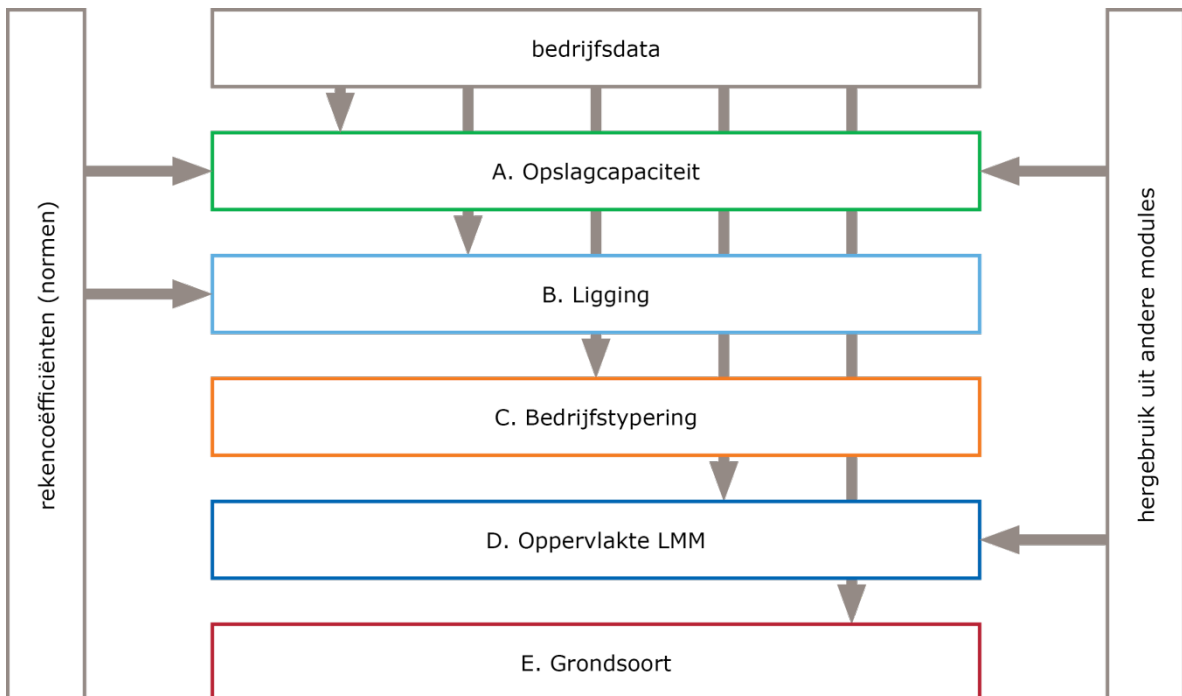
3.12 Overige gegevens bedrijf

3.12.1 Inleiding

In de module '*Overige Gegevens Bedrijf*' worden kengetallen berekend die kunnen bijdragen aan een betere interpretatie van de effecten van het mestbeleid en mogelijk daaraan gerelateerde veranderingen in milieukwaliteit. Ook kunnen deze gegevens helpen om bedrijven te typeren en verschillen tussen bemesting, benutting en overschotten verder te analyseren.

Bij overige gegevens per bedrijf gaat het om (zie figuur 3.12):

- A. Opslagcapaciteit van mest
- B. Ligging (grondsoortregio, stroomgebied, etc)
- C. Bedrijfstypering
- D. Oppervlakte
- E. Grondsoort (fracties)



Figuur 3.12 *Stroomschema module 'Overige Gegevens Bedrijf'*

3.12.2 Rekenregels

In deze module worden aanvullende gegevens berekend over opslagcapaciteit, oppervlakte en grondsoort Bedrijfstypering (NSO) en ligging (provincie, gemeente, stroomgebied en dergelijke) zijn kenmerken van een bedrijf die in het Informatienet beschikbaar zijn en worden in deze paragraaf verder buiten beschouwing gelaten.

A. Opslagcapaciteit

Wettelijk is de verplichte opslagcapaciteit sinds 2012 7 maanden. Onder bepaalde omstandigheden kan hiervan worden afgeweken bijvoorbeeld in het geval van het hebben van mestafzetovereenkomsten.

De berekende opslagcapaciteit wordt uitgedrukt in maanden en wordt afgeleid van de totale opslagcapaciteit (volume) die op een bedrijf beschikbaar is.

De berekening gaat als volgt: eerst berekenen we de normatieve mestproductie.

$$\text{mestproductie [m}^3\text{]} = \text{Norm mestproductie [m}^3\text{/jaar]} * \text{aantal dieren}$$

Waarbij de uiteindelijke mestproductie de som is van mestproductie van de afzonderlijke diercategorieën.

Vervolgens wordt de mestopslagcapaciteit uitgedrukt als fractie van de halfjaarlijkse productie

$$\text{Mestopslagcapaciteit [mnd]} = \frac{\text{(Totale mestopslag (inclusief stal) [m}^3\text{) / mestproductie [m}^3\text{)] * 12 [mnd]}}{12 \text{ [mnd]}}$$

D. Oppervlakte LMM

Voor een uitgebreidere beschrijving van de oppervlakte LMM wordt verwezen naar bijlage 1. We volstaan hier met:

$$\text{Oppervlakte LMM [ha]} = \text{oppervlakte bedrijf jaargemiddeld [ha]} - \text{oppervlakte buiten LMM [ha]}$$

$$\text{Oppervlakte buiten LMM [ha]} = \text{oppervlakte niet-landbouwgrond [ha]} + \text{oppervlakte zaaiklaar verhuurd [ha]} + \text{oppervlakte teeltwerkzaamheden voor de horeca [ha]} + \text{oppervlakte niet-productiegrasland [ha]}$$

E. Hoofdgrondsoort

Er worden vier grondsoorten onderscheiden: zand, klei, veen en löss. Per bedrijf wordt een hoofdgrondsoort vastgesteld en wel als volgt:

$$\text{Oppervlak van alle grondsoorten [ha]} = \text{som van de oppervlaktes van de vier grondsoorten [ha]}$$

$$\text{Fractie van een grondsoort [fractie]} = \frac{\text{oppervlakte grondsoort [ha]}}{\text{oppervlak alle grondsoorten [ha]}}$$

Hoofdgrondsoort is de grondsoort die hoort bij hoogste waarde van fractie van een grondsoort

3.12.3 Data

Invoer

Tabel 3.24 toont de invoerdata van de module.

Tabel 3.24 Gebruikte invoerdata onderscheiden naar type input

Type input	Omschrijving	Ter bepaling van	Afkomstig van module/referenties
Bedrijfsdata	Bedrijfsnummer	Opslagcapaciteit, Ligging, Bedrijfstype, Oppervlakte LMM, grondsoort	
	Gemeentenummer	Ligging	
	NSO-type	Bedrijfstype	
	Totale mestopslag inclusief stal [m3]	Opslagcapaciteit	
	Oppervlakte naar grondsoort [ha] (zand, klei, veen en löss)	Oppervlakte LMM Grondsoort	
	Oppervlakte bedrijf [ha] (jaargemiddeld)	Oppervlakte LMM	
	Oppervlakte zaaiklaar verhuurd en teeltwerkzaamheden voor de horeca [ha] (jaargemiddeld)	Oppervlakte LMM	
	Oppervlakte niet-landbouwgrond (jaargemiddeld)	Oppervlakte LMM	
	Oppervlakte grond in het buitenland (jaargemiddeld)	Oppervlakte LMM	
Rekencoëfficiënt	Norm mestproductie [m3] per dier	Opslagcapaciteit	RVO (2016, tabel 4)
Hergebruik uit andere modules	Gemiddeld aantal dieren per diersoort	Opslagcapaciteit	Mineralenstromen bedrijf
	Verschillende soorten arealen	Oppervlak LMM	Analyse bemesting

Uitvoer

Tabel 3.25 toont een overzicht van de uitvoer van deze module. Het betreft hier een module die gebruikt wordt voor de rapportage en daarom wordt de uitvoer niet in andere modules hergebruikt.

Tabel 3.25 Uitvoer kengetallen Module 'Overige gegevens bedrijf'

Kengetal	Eenheid	Hergebruik in module
mestopslagcapaciteit	mnd	nee
provincie	niet relevant	nee
(LMM) grondsoortregio	zand, klei, veen löss, onbekend	nee
LMM categorie	combi van bedrijfstype en grondsoort	nee
Areaal betaalde landbouwgrond	ha	nee
Areaal dat niet meetelt voor de gebruikruimte	ha	nee
fractie zand/klei/veen/löss	fractie	nee

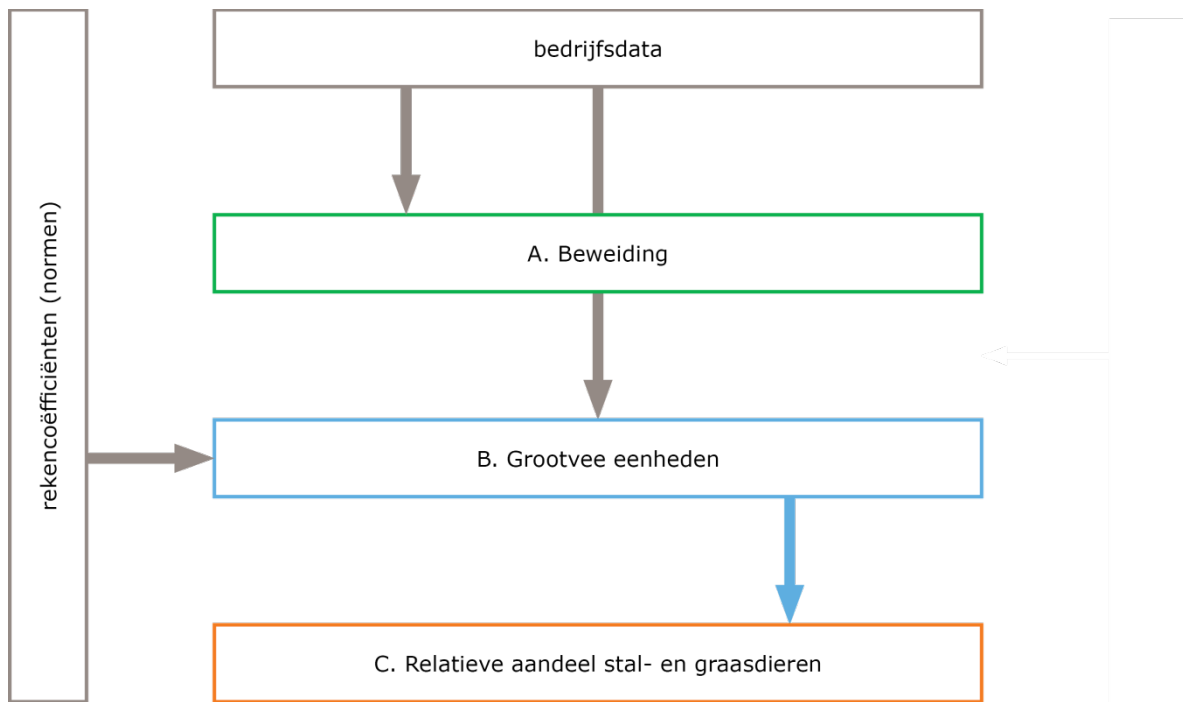
3.13 Overige gegevens dieren

3.13.1 Inleiding

In de module 'Overige Gegevens Dieren' worden kengetallen berekend die kunnen bijdragen aan een betere interpretatie van de effecten van het mestbeleid en mogelijk daaraan gerelateerde veranderingen in milieukwaliteit. Ook kunnen deze gegevens bijdragen aan de typering van bedrijven en bijdragen aan een verdere analyse van de verschillen tussen bemesting, benutting en overschotten.

Het gaat om (zie ook figuur 3.13):

- A. Fractie weidegang per 2 maandelijkse periode voor melkvee en verschillende jongvee categorieën (jonger dan 1 jaar en 1 jaar en ouder)
- B. Aantal Grootvee Eenheden (GVE) op fosfaatbasis
- C. Verhouding staldieren en graasdieren op basis van fosfaat GVE's



Figuur 3.13 Stroomschema module 'Overige Gegevens Dieren'

3.13.2 Rekenregels

A. Fractie beweiding per periode

Voor de volgende perioden wordt het percentage beweiding berekend voor melkvee:

- Mei - Juni
- Juli - Augustus
- September - Oktober
- Mei - Oktober

Percentage weide uren per periode per diergroep = $\frac{\text{Aantal uren weidegang per periode}}{\text{aantal uren per periode}}$

B. Grootvee eenheden

Het aantal grootvee eenheden (GVE) wordt berekend aan de hand van een GVE-norm per diercategorie op basis van fosfaat productie. Er wordt daarbij onderscheid gemaakt naar diersoort, vleeskleur (vleeskalveren), leeftijd en geslacht (m/v) van het dier.

Aantal GVE = norm-GVE per diergroep * aantal dieren per diergroep

C. Relatieve aandeel stal-/graasdieren

Het relatieve aandeel stal-/graasdieren wordt berekend aan de hand van de hoeveelheid GVE's van beide categorieën.

aandeel GVE staldieren = $\frac{\text{GVE staldieren}}{\text{GVE bedrijf}}$

aandeel GVE graasdieren = $\frac{\text{GVE graasdieren}}{\text{GVE bedrijf}}$

3.13.3 Data

Invoer

De module 'Overige gegevens dieren' maakt alleen gebruik van gegevens uit de bedrijfsdatabase (tabel 3.26).

Tabel 3.26 Gebruikte invoerdata onderscheiden naar type input

Type input	Omschrijving	Ter bepaling van
Bedrijfsdata	Bedrijfsnummer	Beweiding, GVE
	Maand	Beweiding
	Jaar	Beweiding, GVE
	Aantal uren weidegang per diersoort	Beweiding
	Gemiddeld aantal dieren	GVE
	Leeftijdsklasse dieren	GVE
	Geslacht dieren	GVE
	Vleeskleur dieren	GVE
	GVE-normen per dier op basis van fosfaat met als referentie de fosfaatexcretie van een melkkoe in 2001	GVE

Uitvoer

Hieronder volgt een opsomming van de uitvoer van deze module. Het betreft hier een module die gebruikt wordt voor de rapportage en daarom wordt de uitvoer niet in andere modules hergebruikt. Het gaat om:

- A. Percentage weide uren per periode voor melkkoeien, jongvee < 1 jaar en jongvee 1-2 jr. Het gaat hierbij om de periodes mei/juni, juli/augustus, september/oktober en mei/oktober.
- B. GVE staldieren, GVE graasdieren en GVE bedrijf.
- C. Relatieve aandeel GVE staldieren/grasdieren

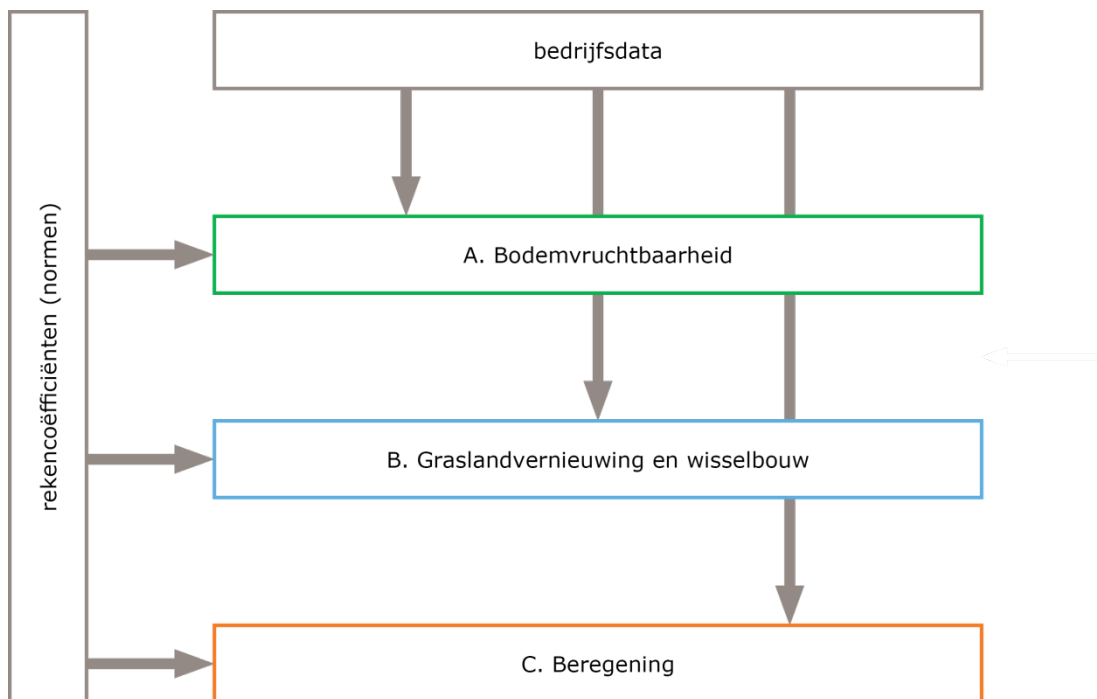
3.14 Overige gegevens gewassen

3.14.1 Inleiding

Het doel van de module 'Overige gegevens gewassen' is het berekenen van kengetallen die kunnen bijdragen aan een betere interpretatie van de effecten van het mestbeleid en mogelijk daaraan gerelateerde veranderingen in milieukwaliteit. Ook kunnen deze gegevens helpen om bedrijven te typeren en verschillen tussen bemesting, benutting en overschotten verder te analyseren. Het gaat in deze module over de volgende informatie (zie ook figuur 3.14):

- A. Bodemvruchtbaarheid: dit onderdeel levert een groot aantal bodemvruchtbaarheidskenmerken zoals de fosfaattoestand, de zuurgraad, het stikstofleverend vermogen en andere kengetallen.
- B. Graslandvernieuwing en wisselbouw: dit onderdeel geeft informatie over de mate waarin grasland is omgezet in het betreffende kalenderjaar.
- C. Berekening: dit onderdeel geeft informatie over de mate waarin de verschillende gewassen zijn berekend.

De bedrijfsgegevens over berekening en graslandvernieuwing zijn beschikbaar vanaf 2010 voor de bedrijven die meedoen aan het landelijk mestmeetnet, de zogenoemde LMM-bedrijven.



Figuur 3.14 Stroomschema van de module 'Overige gegevens gewassen'

3.14.2 Rekenregels

A. Bodemvruchtbaarheid

Bij het onderdeel Bodemvruchtbaarheid worden de volgende kengetallen berekend.

$$\text{areaal bemonsterd oppervlakte [ha]} = \text{bemonsterd areaal bouwland [ha]} + \text{bemonsterd areaal grasland [ha]}$$

Voor de volgende kengetallen wordt een gewogen gemiddeld gehalte voor de bemonsterde percelen bepaald:

- fosfaattoestand onder grasland (P-AL)
- fosfaattoestand onder bouwland (Pw)
- maat voor de directe beschikbaarheid van fosfaat (P-CaCl₂)
- zuurgraad (pH)
- stikstof leverend vermogen (NLV)
- organische stofgehalte (g per 100 g droge grond, %)
- zwaarte van de (klei)grond of afslibbaarheid: % deeltjes van de grond < 16 micrometer doorsnee)
- bodemleven (N per kg grond uit levende organismen in de bodem (onder andere wormen, bacteriën en schimmels))
- kaliumtoestand van de bodem (K-getal (geen eenheid) op basis van K-HCL (mg K₂O/100 gr grond))
- lutumgehalte (g per 100 g droge grond, %)

En wel op de volgende wijze:

$$\text{Gemiddelde waarde} = \frac{\sum(\text{waarde per perceel} * \text{areaal perceel})}{\sum \text{areaal alle percelen}}$$

Het areaal van alle percelen is dan weer gelijk aan het areaal bemonsterde oppervlakte.

Van de percelen wordt de fosfaattoestand geclassificeerd: deze is hoog, neutraal of laag en is bij grasland afhankelijk van het PAI-getal en bij bouwland van het Pw¹² (tabel 3.27). Daarnaast komt het voor dat de

¹² Pw en Pal zijn fosfaatextractiemethoden (water respectievelijk aluminiumoxalaat) die worden gebruikt om de fosfaattoestand te bepalen.

fosfaattoestand onbekend is. Wettelijk wordt dan de toestand van dit areaal als hoog aangemerkt. Voor de inzichtelijkheid van de problematiek, wordt deze categorie hier apart onderscheiden.

areaal met een hoge fosfaattoestand [ha] = Σ percelen met een hoge fosfaat toestand [ha]

areaal met een gemiddelde fosfaattoestand [ha] = Σ percelen met een gemiddelde fosfaat toestand [ha]

areaal met een lage fosfaattoestand [ha] = Σ percelen met een lage fosfaat toestand [ha]

areaal met een onbekende¹³ fosfaattoestand [ha] = Σ percelen met een onbekende fosfaat toestand [ha]

Tabel 3.27 Indeling fosfaattoestand voor grasland en bouwland

Toestand	PAI bouwland	Pw grasland
Hoog	> 50	> 55
Neutraal	27-50	35-55
Laag	< 27	< 36

Bron: RVO (2015, tabel 2).

B. Graslandvernieuwing en wisselbouw

In deze module worden de volgende kengetallen met betrekking tot graslandvernieuwing en wisselbouw vastgesteld:

- percentage cultuurgrasland wat is doorgezaaid.
- gemiddelde leeftijd van de zode bij doorzaaien.
- percentage cultuurgrasland wat is gescheurd.
- gemiddelde leeftijd van de zode bij scheuren.
- verdeling van volggewassen na het scheuren van grasland

De volggewassen na het scheuren van grasland zijn ingedeeld in 4 groepen, namelijk: grasland, snijmais, stikstofbehoefte gewassen en niet stikstofbehoefte gewassen. Voor de indeling van stikstof- en niet stikstofbehoefte gewassen wordt gebruik gemaakt van tabel 10 (RVO 2016). Omdat alle hierboven genoemde kengetallen direct afkomstig zijn uit de bedrijfsdatabank (Informatienet en er in het LMM-model verder geen bewerkingen op plaatsvinden, worden ze in deze paragraaf niet verder beschreven.

C. Berekening

Voor berekening zijn op gewasniveau voor de bedrijven die berekening toepassen de volgende kengetallen beschikbaar:

- Op maandbasis de beregeningsgift (m^3) naar herkomst van de berekening
- Op maandbasis het areaal (ha) wat beregend is
- Per kalenderjaar de beregeningsgift (m^3) naar herkomst van de berekening
- Per kalenderjaar het beregend areaal (ha)

Op basis van deze gegevens wordt een aantal nieuwe kengetallen gegenereerd per bedrijf en per gewas:

Fractie van het areaal wat wordt beregend = beregend areaal [ha] / totaal areaal [ha]

Beregeningsintensiteit [m^3/ha] = berekening [m^3] / totaal areaal [ha]

Irrigatie naar herkomst [fractie] = irrigatie naar herkomst water [m^3] / irrigatie op jaarbasis [m^3]

¹³ Wettelijk wordt het areaal met onbekende fosfaattoestand geteld bij areaal met hoge fosfaattoestand. Voor de inzichtelijkheid van de problematiek wordt het in LMM afzonderlijk vastgelegd.

Irrigatie naar maand [fractie] = irrigatie per maand [m³] / irrigatie op jaarbasis [m³]

Irrigatie naar gewas [fractie] = irrigatie per gewas [m³] / irrigatie op jaarbasis [m³]

3.14.3 Data

Invoer

Tabel 3.28 toont de gebruikte invoerdata van de module 'Overige gegevens gewassen'. Het betreft hier alleen data uit de bedrijfsdatabase.

Tabel 3.28 Gebruikte invoerdata onderscheiden naar type input

Type input	Omschrijving	Ter bepaling van
Bedrijfsdata	Oppervlakte omgezet grasland (scheuren of doorzaaien)	Scheuren en doorzaaien
	Leeftijd grasland bij omzetting	Scheuren en doorzaaien
	Tijdstip beregenen (maand)	Beregeningsindicatoren
	Beregende oppervlakte	Beregeningsindicatoren
	Hoeveelheid water (m ³)	Beregeningsindicatoren
	Herkomst water	Beregeningsindicatoren
	Indeling volggewas na scheuren	Scheuren en doorzaaien

Uitvoer

De uitvoer van deze module wordt niet hergebruikt en is vastgelegd in tabel 3.29.

Tabel 3.29 Uitvoer kengetallen Module 'Overige gegevens gewassen'

Kengetal	Eenheid	Hergebruik in module
Aluminium extraheerbaar fosfaat (P-Al)	mg P ₂ O ₅ /100 gr droge grond	Nee
Water extraheerbaar fosfaat (Pw)	mg P ₂ O ₅ /liter luchtdroge grond	Nee
Zuurgraad	pH	Nee
Stikstof leverend vermogen (NLV)	kg N/ha	Nee
Organische stof gehalte	g per 100 g droge grond: %	Nee
Zwaarte van de grond (afslibbaarheid)	%	Nee
Bodemleven	mg N per kg grond	Nee
Kali toestand van de grond (K-getal)	geen eenheid	Nee
Luthumgehalte	g per 100 g droge grond %	Nee
Directe beschikbaarheid van fosfaat (P-CaCl ₂)	mg P/kg droge grond	Nee
Fosfaattoestand (hoog, gemiddeld, laag, onbekend)		Nee
cultuurgrasland wat is doorgezaaid	%	Nee
Gemiddelde leeftijd van de zode bij doorzaaien	jaar	Nee
cultuurgrasland wat is gescheurd	%	Nee
Gemiddelde leeftijd van de zode bij scheuren	jaar	Nee
Verdeling van volggewassen na het scheuren van grasland	%	Nee
Beregeningshoeveelheid	m ³	Nee
Areaal beregend	ha	Nee
Beregeningsintensiteit	m ³ /ha	Nee
Irrigatie naar herkomst	m ³	Nee
Irrigatie naar maand	fractie	Nee
Irrigatie naar gewas	fractie	Nee
Beregening per gewas	m ³	Nee
Beregening per gewas	ha	Nee
Beregeningsintensiteit per gewas	m ³ /ha	Nee
Beregening naar herkomst per gewas	m ³	Nee
Beregening naar maand per gewas	fractie	Nee

Literatuur en websites

- Aarts, H.F.M., C.H.G. Daatselaar en G. Holshof (2008). *Bemesting, meststofbenutting en opbrengst van productiegrasland en snijmais op melkveebedrijven*. Rapport 208. Wageningen: Plant Research International.
- Aarts, H.F.M., C.H.G. Daatselaar en G. Holshof (2005). *Bemesting en opbrengst van productiegrasland in Nederland*. Rapport 102. Wageningen: Plant Research International.
- Aarts, H.F.M., B. Habekotté, en H. van Keulen (2000). 'Nitrogen (N) management in 'De Marke' dairy farming system'. In *Nutriënt Cycling in Agroecosystems* 56 (3): 231-240.
- Beukeboom, J.A. (1996). *Forfaitaire gehalten voor de mineralenboekhouding. Kiezen uit gehalten 3*. Brochure. Ede: IKC.
- Bonda (2015). <http://www.bonda.nl/>
- Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2015). *Emissies naar lucht uit de landbouw, 1990-2013. Berekningen van ammoniak, stikstofoxide, lachgas, methaan en fijn stof met het model NEMA*. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WO-t-technical report 46. 160 pp.
- Bruggen, C. van (meerdere jaargangen). *Dierlijke mest en nutriënten*. Den Haag: CBS.
- Dienst Regelingen (2006). *Mestbeleid 2006: het stelsel van gebruiksnormen*. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit: Dienst Regelingen.
- Dijk, W. van, J.R. van der Schoot, A.M. van Dam, L.J.M. Kater, F.J. de Ruijter, H. van Reuler, A.A. Pronk, T.G.L. Aendekerk en M.P. van der Maas (2005). *Onderbouwing N-gebruiksnormen akker- en tuinbouw. N-gebruiksnormen 'kleine gewassen'*. PPO rapport 347. Wageningen: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Duynie (2016). <http://www.duynie.nl/>
- Groenestein, C.M., C. van Bruggen, B.J. de Haan, M.W. Hoogeveen, J.F.M. Huijsmans, S.M. van de Sluis, en G.L. Velthof (2012). 'Nema: Dutch inventory of ammonia emissions from livestock production and focus on housing and storage'. In M. Hassouna and N. Guingand (eds.), *Emission of Gas and Dust from Livestock*. France: Saint-Malo, June 10-13-012. pp 392-395.
- Groenestein, C.M., K.W. van der Hoek, G.J. Monteny en O. Oenema (2005). *Actualisering forfaitaire waarden voor gasvormige N-verliezen uit stallen en mestopslagen van varkens, pluimvee en overige dieren*. Rapport 465. Wageningen: Agrotechnology & Food Innovations.
- Ham, A. van der (2009). 'Bemesten met het gebruiksnormenstelsel: knelpunten en oplossingsrichtingen'. In *Agri-Monitor*, Juni 2009. Den Haag: LEI-Wageningen UR.
- Hoogeveen, M. (2014). *Broeikasgasemissie in BIN: model en uitgangspunten*. Interne notitie versie 0. Den Haag: LEI.
- Hooijboer A.E.J., A. van den Ham, L.J.M. Boumans, C.H.G. Daatselaar, G.J. Doornewaard en E. Buis (2013). *Landbouwpraktijk en waterkwaliteit op landbouwbedrijven aangemeld voor derogatie: Resultaten meetjaar 2011 in het derogatiemeetnet*. RIVM Rapport 680717034. Bilhoven: RIVM.

-
- Koeijer, T.J. de, G. Kruseman, P.W. Blokland, M.W. Hoogeveen en H.H. Luesink (2012). *MAMBO visie en strategisch plan 2012-2015*. WOT-werkdocument 308. Wageningen: WOT Natuur & Milieu
- KWIN-AVG (verscheidenen jaargangen). *Handboek Kwanitatieve Informatie voor de Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt*. Wageningen: PPO-Wageningen UR.
- Lukács, S., T.J. Koeijer, H. Prins, A. Vrijhoef, L.J.M. Boumans en C.H.G Daatselaar (2017). *Landbouwpraktijk en waterkwaliteit op landbouwbedrijven aangemeld voor derogatie in 2015*. RIVM-rapport 2017-0038. Bilthoven: RIVM.
- NMI (2013). 'Databank meststoffen'. <http://www.nmiagro.nl/sites/nmi/nl/nmi.nsf/dx/databank-meststoffen.htm>.
- Oenema, O., G.L. Velthof, N. Verdoes, P.W.G. Groot Koerkamp, A. Bannink, H.G. van der Meer en K.W. van der Hoek (2000). *Forfaitaire waarden voor gasvormige stikstofverliezen uit stallen en mestopslagen*. Rapportnummer 107. Wageningen: Alterra-Wageningen UR.
- Oudendag, D., P.W. Blokland, M. Dolman, W. van Everdingen, A. Greijdanus, M. Hoogeveen, J. Jager en H.B. van der Veen (2016). *BKG-berekeningen LMM-model*. Interne notitie. Den Haag: LEI-Wageningen UR.
- Productschap Diervoer (diverse jaargangen). *CVB Tabellenboek Veevoeding*. Den Haag: Productschap Diervoer.
- Reijs, J.W., G.J. Doornewaard en A.C.G. Beldman (2013). *Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen. Prestaties 2012 in perspectief*. LEI-rapport 2013-056. Den Haag: Wageningen Economic Research Wageningen UR.
- RIVM (2013). 'Vermestende depositie, 1990-2015'. <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0189-Vermestende-depositie.html?i=3-17>
- RVO (2016). 'Fosfaatgebruiksnorm en gebruiksruijme'. <http://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/gebruiksruijme-berekenen/fosfaat-gebruiksnorm-en-ruijme>
- RVO (2016) <http://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/mestbeleid/mest-tabellen-en-publicaties/tabellen-en-normen>
- Tabel 1 Stikstofgebruiksnormen
- Tabel 2 Fosfaatgebruiksnormen
- Tabel 3 Werkingscoëfficiënt
- Tabel 4 Diergebonden normen
- Tabel 5 Stikstof en fosfaatgehalten in dierlijke mest
- Tabel 6 Stikstof- en fosfaatproductiegetallen per melkkoe (drijfmest en vaste mest).
- Tabel 7 Gehalten stikstof en fosfaat in dieren
- Tabel 8 Gehalten stikstof en fosfaat in eieren
- Tabel 9 Opbrengsten en gehalten stikstof en fosfaat in ruwvoer en enkelvoudig diervoer
- Tabel 10 Stikstofbehoefte gewassen en vanggewassen.
- RVO (2015a). 'Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee' (versie van kracht vanaf 1 januari 2010). <http://www.rvo.nl/file/handreiking-bedrijfsspecifieke-excretie-melkvee>
- RVO (2015b). 'Berekenen werkelijk gebruik stikstof uit dierlijke mest'. <http://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/mest/gebruiksnormen/dierlijke-mest/berekenen-werkelijk-gebruik>
- RVO (2015c). 'Regeling Ammoniak en Veehouderij'. <http://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/mestbeleid/rav>

-
- SMK (2014). 'Certificatieschema voor dierlijke producten: Criteria voor Milieukeur – varkens'.
http://www.milieukeur.nl/Public/Milieukeur_Agro_Food_Dierlijke_Producten_Schema/DP18VAR.pdf
- Schröder, J.J. (2006). *Berekeningswijze N-bodemoverschot t.b.v. ABC en BIN2, respectievelijk WOD2*.
Notitie 23 maart 2006. Werkgroep Onderbouwing Gebruiksnormen.
- Schröder, J.J., H.F.M. Aarts, M.J.C. de Bode, W. van Dijk, J.C. van Middelkoop, M.H.A. de Haan,
R.L.M. Schils, G.L. Velthof en W.J. Willems (2004). *Gebruiksnormen bij verschillende
landbouwkundige en milieukundige uitgangspunten*. Rapport 79. Wageningen: Plant Research
International.
- Tamminga, S., F. Aarts, A. Bannink, O. Oenema en G.J. Monteny (2004). *Actualisering van geschatte
N- en P-excreties door rundvee*. Reeks Milieu en Landelijk gebied 25. Wageningen:
Wageningen UR.
- Triest, van, Veevoeders (2016). 'Onze producten'. <http://vantriest.eu/nl/onze-producten/>
- United Nations (2004). 'Estimation of emissions from agriculture'
<http://unfccc.int/resource/docs/2004/sbsta/inf04.pdf>.
- Veen, H. van der, J. Helming, T. van Leeuwen en H. Vrolijk (2014). *Duurzaamheidsindicatoren in het
BedrijvenInformatieNet*. VR14-003, vertrouwelijk. Den Haag, LEI-Wageningen UR.
- 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-
rapport 70. Wageningen: WOT Natuur & Milieu.

Afkortingen

BKG	Broeikasgassen
ds	droge stof
DZK	Duurzame Zuivelketen
GVE	Grootvee eenheid
LMM	Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid
MNP	Milieu en Natuur Planbureau
NLV	Stikstof leverend vermogen
P-AI	Aluminium extraheerbaar fosfaat
PW	Water extraheerbaar fosfaat
OOM	Overige organische meststoffen
RAV	Regeling Ammoniak en Veehouderij
TAM	Technisch Administratief Medewerker
TAN	Totaal ammoniakaal stikstof
VEM	Voeder Eenheid Melkvee
VM	Vorraadmutatie
Wc	werkingscoëfficiënt

Bijlage 1 Grond in LMM

Uitkomsten van het LMM-model (bemesting, opbrengst, nutriëntenoverschot en dergelijke) worden uitgedrukt per oppervlakte-eenheid. Het gaat hier om het areaal cultuurgrond in Nederland dat door het bedrijf daadwerkelijk wordt bemest en gebruikt voor gewasproductie. Dat betekent dat verhuurd land, natuurland, sloten, bebouwde en verharde oppervlakten, grasland wat niet wordt gebruikt voor de voerproductie (bijvoorbeeld campingterrein) en grond in het buitenland, niet zijn meegenomen in deze oppervlakte (Lukàcs et al. 2017).

De oppervlakte cultuurgrond in het LMM is gedefinieerd als de oppervlakte die daadwerkelijk wordt bemest en die gebruikt wordt voor gewasproductie (Lukàcs et al. 2017). Feitelijk gaat het om areaal wat gebruikt wordt bij de bepaling van de gebruiksruimte op een bedrijf verminderd met niet productiegasland. Niet productiegasland is grasland dat wel telt voor de gebruiksruimte maar niet bedrijfsmatig wordt gebruikt. Dit is in tegenstelling tot productiegasland wat grasland is bestemd voor voerproductie (weiden en/of maaien).

Volgens RVO (2016) is de oppervlakte niet tellend voor de gebruiksruimte als volgt gedefinieerd:

Grond niet tellend voor de gebruiksruimte [ha] =
niet beteelbare onderdelen: sloten, houtwallen,
kikkerpoelen, bosjes, verharde kavelpaden, kuilplaten,
mestopslagen, enzovoort [ha] +
recreatieterreinen, sportvelden [ha] +
grond in het buitenland [ha] +
niet grondgebonden teelten [ha] +
natuurterrein [ha] +
mestvrije zones langs waterlopen boven NAP [ha]

In het LMM-model geldt dezelfde indeling maar omdat niet alle bovenstaande categorieën in het Informatienet beschikbaar zijn, verloopt de berekening iets anders.

Oppervlakte buiten LMM [ha] = Oppervlakte niet-landbouwgrond [ha] +
Oppervlakte zaaiklaar verhuurd [ha] +
oppervlakte teeltwerkzaamheden voor de horeca [ha] +
oppervlakte niet-productiegasland [ha]

Oppervlakte LMM [ha] = oppervlakte bedrijf jaargemiddeld [ha] –
oppervlakte buiten LMM [ha]

Bijlage 2 Uitgebreid overzicht rekenregels forfaitaire excretie

Bij het berekenen van de excreties wordt onderscheid gemaakt naar berekeningen in de tijd (2006 - 2010 en vanaf 2010), locatie (weide, stal) en type bedrijf (LMM, niet LMM). Het onderscheid tussen LMM en niet LMM bedrijven, geldt voor de periode tot 2010: tot die tijd werden er voor LMM bedrijven meer gegevens verzameld dan voor niet-LMM bedrijven. De rekenregels worden verder besproken per situatie (tabel B2.1) en per item A, B en C uit figuur 3.6 (paragraaf 3.6).

Tabel B2.1 *Indeling categorie ten behoeve van de rekenregels*

Tijdsperiode	type bedrijf	
	LMM-bedrijf	niet-LMM bedrijf
2006-2010	A1	A2
2010 en later	A3	A4

A. Nettonutriëntenproductie

Er zijn 4 situaties te onderscheiden (tabel B2.1) op basis van tijdstip en type bedrijf.

- A2

$$\text{Nutriënten productie weide [kg]} = \text{aantal dieren} * \text{WUM-excretie [kg/dier]} * \text{fractie weide binnenland [fractie]}$$

$$\text{Nutriënten productie weide buitenland [kg]} = \text{aantal dieren} * \text{WUM-excretie [kg/dier]} * \text{fractie weide buitenland [fractie]}$$

$$\text{Nutriëntenproductie stal [kg]} = \text{aantal dieren} * \text{WUM-excretie stal [kg/dier]} - \text{nutriënten productie weide productie [kg]} - \text{nutriënten productie in het buitenland [kg]}$$

$$\text{Nettonutriëntenproductie [kg]} = \text{Nutriënten productie weide [kg]} * (1 - \text{emissie weide [fractie]}) + \text{Nutriënten productie stal [kg]} * (1 - \text{emissie stal- en opslag [fractie]})$$

- A1, A3 en A4

Voor alle dieren met uitzondering van melkkoeien wordt de nettoproductie als volgt berekend:

$$\text{Nettonutriëntenproductie [kg]} = \text{gemiddeld aantal aanwezig dier} * \text{forfaitaire excretiefactoren [kg/dier]}$$

De nettonutriëntenproductie van melkvee wordt berekend op basis van het ureumgetal van de tankmelk (RVO 2016, tabel 6).

$$\text{Nettonutriëntenproductie in de wei [kg]} = \text{nettonutriëntenproductie [kg]} * \text{fractie in de wei}$$

$$\text{Nettonutriëntenproductie in de stal [kg]} = \text{nettonutriëntenproductie [kg]} - \text{nettonutriëntenproductie in de wei [kg]}$$

B. Brutonutriëntenproductie

- staldieren voor stikstof A2

$$\text{Bruto(stal)productie [kg]} = \text{netto(stal)productie [kg]}$$

- staldieren voor stikstof A1, A3 en A4

$$\text{Brutoproductie [kg]} = \text{nettoproductie [kg]} + \text{aantal dieren} * \text{stikstofcorrectie [kg/dier]}$$

- staldieren voor fosfaat A1 tot en met A4

$$\text{Bruto(stal)productie [kg]} = \text{netto(stal)productie [kg]}$$

- Stalproductie graasdieren voor stikstof A1, A3 en A4

$$\text{Brutostalproductie [kg]} = \text{nettostalproductie [kg]} / (1 - \text{emissie stal- en opslag [fractie]})$$

- Stalproductie graasdieren voor stikstof A2

$$\text{Brutostalproductie [kg]} = \text{nettostalproductie [kg]}$$

- Stalproductie graasdieren voor fosfaat A1 tot en met A4

$$\text{Brutostalproductie [kg]} = \text{nettostalproductie [kg]} * (1 - \text{fractie in de wei [fractie]})$$

Waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen fractie in de wei in Nederland en eventueel op niet-landbouwgrond (met ingang van 2007) en in het buitenland (met ingang van 2010).

- Brutoproductie graasdieren voor stikstof A1 tot en met A4

$$\text{Brutoproductie [kg]} = \text{nettostalproductie} + \text{nettoweideproductie}$$

- Brutoproductie graasdieren voor fosfaat A1 tot en met A4 en voor stikstof

$$\text{Brutoproductie [kg]} = \text{nettoproductie [kg]}$$

- Brutoweideproductie graasdieren voor stikstof A1, A3 en A4

$$\text{Brutoweideproductie [kg]} = \text{nettonutriëntenproductie [kg]} * \text{fractie weide} / (1 - \text{TAN [fractie]} * \text{emissie [kg/kg TAN]})$$

- Brutoweideproductie graasdieren voor stikstof A2

$$\text{Brutoweideproductie [kg]} = \text{nettonutriëntenproductie [kg]} * \text{fractie weide [fractie]}$$

- Brutoproductie graasdieren wordt overschreven voor A3 tot en met A6 voor stikstof via

$$\text{Brutoproductie [kg]} = (\text{brutoproductie wei} - \text{nettoproductie wei}) + \text{brutoproductie stal}$$

- Weideproductie graasdieren voor fosfaat A1 tot en met A4

$$\text{Brutoweideproductie [kg]} = \text{nettonutriëntenproductie [kg]} * \text{fractie weide [fractie]}$$

C. Stikstofemissies uit stal, opslag en beweiding

In de module forfaitaire excretie worden emissies van stikstofverbindingen berekend.

Voor alle perioden en bedrijfstypen geldt:

$$\text{Emissies N [kg]} = \text{brutostikstofproductie [kg]} - \text{nettostikstofproductie [kg]}$$

Daarnaast worden ook nog stikstofemissies berekend voor stal en opslag en weide (loc) (N₂O, NO_x en N₂) conform de Kringloopwijzer (Schröder et al., 2016).

$$\text{Emissies}_{loc} = \text{aantal dieren}_{loc} * \text{emissiefactor}_{loc} \text{ [kg/dier]}$$

Wageningen Economic Research
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
T 070 335 83 30
E communications.ssg@wur.nl
www.wur.nl/economic-research

Wageningen Economic Research
NOTA
2017-047

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Economic Research
Postbus 29703
2502 LS Den Haag
E communications.ssg@wur.nl
T +31 (0)70 335 83 30
www.wur.nl/economic-research

Nota 2017-047

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

