

KunstMest 4.0 staat voor het gebruik van onbewerkte organische mest, aangevuld met nutriënten op maat waarvan de oorsprong ook organisch kan zijn. Centraal daarbij staat het doel om meer circulaire grondstoffen te gaan benutten en het advies om meststoffen volgens de vier juistheden van KunstMest 4.0 toe te passen:

Het juiste product, in de juiste hoeveelheid, op het juiste moment en op de juiste plek...

# KUNST MEST

4.0



**HET JUISTE PRODUCT,  
IN DE JUISTE HOEVEELHEID,  
OP HET JUISTE MOMENT,  
OP DE JUISTE PLEK...**

**MEER CIRCULAIRE GRONDSTOFFEN**





# INHOUDSOPGAVE

<b>VOORWOORD</b>	<b>5</b>
<b>LEESWIJZER</b>	<b>6</b>
<b>MANAGEMENT SAMENVATTING</b>	<b>8</b>
<b>1. ROL EN POSITIE</b>	<b>10</b>
· Meststoffen Nederland	11
· Het belang en de productie van minerale meststoffen	12
· Productie en distributie	12
· Stikstof kunstmest	13
· Fosfaat kunstmest	15
· Gebruik van kunstmest	15
· Gezonde bodem en planten	16
· Stikstof efficiency	18
· Transparantie en veiligheid	19
<b>2. HUIDIGE TRENDS</b>	<b>20</b>
· Minimaliseren milieu-impact	21
· Optimaliseren gewasopbrengst	23
· Toekomstvisies	24
· Wageningse visie Kringlooplandbouw	25
· De lancet EAT-commissie	27
<b>3. TOEKOMSTVISIE</b>	<b>28</b>
· Toekomstbeelden	29
· Mondiale uitdagingen	30
· Voedselzekerheid bij een toenemende wereldbevolking	30
· Toenemende druk op vruchtbare grond	31
· Eindige voorraad mijnbare grondstoffen en fossiele energie	31
· Randvoorwaarden	32
· Conclusie	32
· Noodzaak minerale meststoffen	33
· Precisie landbouw	34
· Kunstmest 4.72	35
<b>4. BIJDRAGE</b>	<b>36</b>
· Focusgebied 1	37
· Focusgebied 2	38
· Focusgebied 3	38
· Focusgebied 4	40
<b>5. VERANTWOORDING</b>	<b>42</b>
· Proces	43
· Externe bijeenkomsten	43
· Bijlage 1	44
· Bijlage 2	45
· Colofon	48
<b>ESSENTIËLE NUTRIËNTEN</b>	<b>46</b>





# VOORWOORD

De minerale meststoffensector in Nederland levert een belangrijke bijdrage aan de duurzame voedselproductie in binnen- en buitenland. De sector werkt veilig en met kwalitatief hoogwaardige producten die zijn geproduceerd met een relatief lage milieu-impact.

Er is een sterke tendens in de samenleving en de agrofoodsector om steeds verder te verduurzamen. Echter, deze wens lijkt soms te resulteren in 'angst' voor chemie en dus ook voor kunstmest. Dat is jammer omdat juist kwalitatief hoogwaardige meststoffen een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan de vraagstukken die gepaard gaan met verduurzaming.

Met KUNSTMEST 4.0 willen we onze rol en bijdrage als minerale meststoffen sector aan de verduurzaming van de landbouw verduidelijken. Door een duidelijk streefbeeld neer te zetten voor de minerale meststoffen sector willen we gericht samenwerken met stakeholders in de landbouwketen.



*Anthony Zanelli, voorzitter bestuur  
Meststoffen Nederland*



# LEESWIJZER

1

In hoofdstuk 1 van deze Routekaart wordt de rol en positie van de minerale meststoffensector toegelicht. Hierin is een korte beschrijving opgenomen van de productie van meststoffen, gevolgd door een uiteenzetting van de bijdrage van minerale meststoffen aan een goede bodemkwaliteit. Ook de productie van gezonde gewassen met minimale verliezen naar de omgeving komt hier aan de orde.

2

In hoofdstuk 2 wordt nader ingegaan op een aantal voor Nederland actuele toekomstvisies op het mondiale voedselsysteem.

3

In hoofdstuk 3 is uitgewerkt wat deze toekomstvisies betekenen voor de landbouw in het algemeen en wordt de toekomstvisie van Meststoffen Nederland toegelicht.

4

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de bijdrage die Meststoffen Nederland wil leveren aan het behalen van verschillende duurzaamheidsdoelen en toekomstbeelden.

5

Hoofdstuk 5 geeft het gevolgde proces weer bij de totstandkoming van de Routekaart Minerale Meststoffen.



## MANAGEMENT SAMENVATTING

Dit rapport beschrijft onze visie op de toekomstige voedselvoorziening. Wij zijn Meststoffen Nederland, de vereniging voor de Nederlandse meststoffensector en vertegenwoordigen producenten, importeurs en distributeurs van minerale meststoffen. Meststoffen Nederland staat voor het efficiënt en verantwoord gebruik van nutriënten in een duurzame en concurrerende landbouw.

De wereldwijde voedselvoorziening staat voor grote uitdagingen vanwege de snelle bevolkingsgroei en de toenemende vraag naar veilig en kwalitatief hoogstaand voedsel. De totale landbouwketen, van boer tot retailer, zal in toenemende mate op een duurzamere wijze moeten gaan opereren om de impact op klimaat en milieu te minimaliseren. Dit vereist een nieuwe visie op de voedselvoorziening en de rol van (minerale) meststoffen.

Meststoffen Nederland zet in op een meer circulaire benadering van de voedselvoorziening, met een hoge maar verantwoorde productiviteit per hectare, waardoor extra beslag op landgebruik voor landbouw beperkt blijft. Zo blijft er meer ruimte voor ongerepte natuur en minimaliseren we de impact van voedselproductie op klimaat en milieu. Een gezonde bodem vormt de basis van een duurzame en circulaire landbouw.

Meststoffen Nederland wil bijdragen aan de omslag naar een meer duurzame en circulaire voedselvoorziening door te investeren in:

- Het adviseren over een gezonde bodem en de juiste toepassing van alle meststoffen (onbewerkt en bewerkt)
- De ontwikkeling van minerale meststoffen met specifieke en variabele samenstelling om zo, in combinatie met organische bemesting, bij te dragen aan de verdere ontwikkeling en implementatie van precisielandbouw technieken
- Verdere verduurzaming van de productie van stikstof-, fosfaat- en andere meststoffen
- Gezamenlijke kennisontwikkeling gericht op:
  - » Productie met alternatieve (circulaire) grondstoffen
  - » Effectieve toepassing van meststoffen
  - » Schaalgrootte van het voedselproductiesysteem in relatie tot kringlooplandbouw

Met deze inzet wil Meststoffen Nederland u inspireren om samen met ons 'schouder aan schouder' te werken aan een herijking van het gebruik van nutriënten binnen een meer circulair landbouwsysteem met minder impact op klimaat en milieu.

## MANAGEMENT SUMMARY

This document outlines our vision on food production of the future. We are Meststoffen Nederland, the Dutch fertilizer association, representing both manufacturers, importers and distributors of mineral fertilizers. Meststoffen Nederland supports the efficient and responsible use of nutrients in a sustainable and competitive agriculture.

Global food production faces major challenges, given the rapid population growth and increasing demand for safe and good quality food. The total production chain, from farmers up to retail, needs to operate more sustainably in order to minimize its impact on climate and the environment. This requires a new vision on the food production system and the role of (mineral) fertilizers.

Meststoffen Nederland anticipates a change towards a more circular food production, with a high productivity per acre and thus limiting the extra amount of land use for agriculture. More nature can remain intact and the impact of food production on the climate and environment will be limited. Soil health is the pivot for sustainable agriculture.

Meststoffen Nederland intends to contribute to a sustainable and more circular food production by investing in:

- Advice to farmers on soil health and a balanced use of organic and mineral fertilizers
- The development of new fertilizer concepts and implementation of precision agriculture techniques
- An increasingly sustainable production of nitrogen, phosphate and other fertilizers
- Combined research agenda on:
  - » The use of alternative, circular feedstocks
  - » More effective use of fertilizers
  - » Optimal scale of operation for (more) circular approach of the agriculture system

By doing this, Meststoffen Nederland wants to inspire you to collaborate in a joint effort to design a more circular food production system, with less impact on the climate and on the environment.



# 1 ROL EN POSITIE

## MINERALE MESTSTOFFEN

### MESTSTOFFEN NEDERLAND

Meststoffen Nederland is de representatieve belangenorganisatie van de meststoffensector in Nederland waarin producenten, importeurs en distributeurs van minerale meststoffen zijn verenigd<sup>1</sup>.

Meststoffen Nederland stelt zich ten doel een betrouwbaar, veilig en concurrerend aanbod en toepassing van kwalitatief hoogwaardige meststoffen te verzorgen, zodat er voldoende, gezond en betaalbaar voedsel voor iedereen geproduceerd kan worden.

Met de juiste producten en advies op maat draagt zij bij aan een verantwoord nutriëntengebruik in de landbouw,

met als uitgangspunt een optimale mineralenefficiëntie binnen een duurzame mineralenkringloop, gebaseerd op de best beschikbare IPM landbouwmethoden ('Integrated Plant Management').

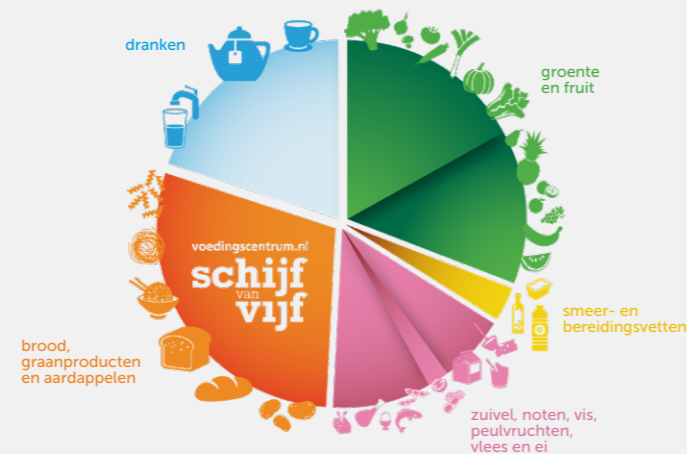
Op deze wijze draagt zij actief bij aan een gezonde vitale bodem als basis voor gezonde planten en vormt daarmee de bron van essentiële nutriënten voor het dieet van mens en dier.

1. [www.meststoffennederland.nl](http://www.meststoffennederland.nl)



## HET BELANG EN DE PRODUCTIE VAN MINERALE MESTSTOFFEN

Plantaardig voedsel is voor de mens de belangrijkste bron van een verantwoord en gezond dieet (figuur 1). De plant haalt haar voeding voor een groot deel uit de bodem en meststoffen leveren de essentiële (micro)nutriënten voor de optimale groei en kwaliteit van het gewas. Gezonde voeding begint bij een vitale bodem en de juiste toediening van meststoffen.



**Figuur 1:** In de voeding heeft de mens essentiële nutriënten nodig. Deze komen veelal van plantaardig voedsel. De planten halen deze (micro)nutriënten uit de grond.

## PRODUCTIE EN DISTRIBUTIE

Nederland is een belangrijke producent en exporteur van minerale meststoffen. De totale productie bedraagt ongeveer 7,5 miljoen ton hoogkwalitatieve meststoffen, waarvan 6 miljoen ton stikstofhoudende meststoffen. De overige 1,5 miljoen ton zijn fosfaat (P)- en kalium (K)-meststoffen, aangevuld met een toenemende veelheid aan hulpstoffen en micronutriënten. In 2015 was 12% van de totale productie bestemd voor de Nederlandse land- en tuinbouw, en 88% werd geëxporteerd. Wereldwijd neemt elk jaar de vraag naar meststoffen met 2% toe. Naar verwachting is in 2050 60% meer voedsel<sup>2</sup> nodig om 9 miljard mensen te voeden, waar nu al 50% van het voedsel met minerale meststoffen geproduceerd wordt<sup>3</sup>.

De sector genereert in Nederland een jaarmzet van meer dan 2 miljard euro, en de productie en distributie biedt directe werkgelegenheid aan ongeveer 2.000 personen en indirect aan zo'n 6.000 personen. De afgelopen 10 jaar investeerden producenten voor een miljard euro in nieuwe 'hightech' installaties. Zij reduceerden hun broeikasgasemissies met meer dan 50%, ondanks de forse

productiegroei in die periode. Daarmee leverde de minerale meststoffensector de grootste bijdrage aan de industriële broeikasgasreductie in Nederland.

Het toepassen van deze meststoffen maakt in Nederland een concurrerende, en kwalitatief én kwantitatief hoogwaardige productie per hectare mogelijk. Daarmee zijn we de op één na grootste agrarische producent ter wereld geworden. Nederland staat bekend als toonaangevend op het gebied van innovaties (efficiënt en concurrerend) en duurzame productie van voedsel.

De leden van Meststoffen Nederland hebben afgelopen jaren fors geïnvesteerd in verduurzaming van de productie, advisering en het optimaliseren van de toeleveringsketen van meststoffen. Voorbeelden hiervan zijn het digitaliseren van bemestingsprogramma's, het ontwikkelen van sensoren voor het meten van de bodembehoefte; grond- en bladonderzoek en het optimaliseren van bouwplannen. Adviseurs gebruiken deze nieuwe methoden en inzichten om

agrariërs ondersteuning en advies te geven ten behoeve van een optimale bemesting met zo min mogelijk verlies van nutriënten naar de omgeving. Eindgebruikers hebben voor een deel al geïnvesteerd in moderne sensorgestuurde toepassingstechniek en rijtoepassing precisielandbouw.

Kenmerken van minerale meststoffen zijn de exacte samenstelling, de constante kwaliteit en de homogeniteit van de producten. De beschikbaarheid van nutriënten voor planten is met minerale meststoffen goed te regelen. Afhankelijk van de toepassing kunnen ook vloeibare meststoffen worden ingezet of zogenaamde 'slow release' en 'controlled release' meststoffen (CRF's) die met slechts 1x toedienen over vele maanden gecontroleerd nutriënten afgeven en zo bijdragen aan een kwalitatief beter product met minder meststoffen en minder verliezen naar milieu.

Door in aanvulling op organische bemesting minerale meststoffen te gebruiken,

bevordert de akkerbouwer maar ook de melkveehouder de bodemgezondheid, die de basis is voor de voeding van de plant.



**Figuur 2:** Bodemonderzoek ter ondersteuning van bemestingsadviezen.



**Figuur 3:** Controlled release fertilizers (CRF's) bron HAIFA

## STIKSTOF KUNSTMEST

Ammoniak is de grondstof voor stikstof (N)-meststoffen. Ammoniak wordt geproduceerd met stikstof uit de lucht. In 1918 kreeg Fritz Haber (bekend van het Haber-Bosch procedé dat gasvormig stikstof bindt aan waterstof tot ammoniak<sup>4</sup>) de Nobelprijs voor Scheikunde, vanwege de enorme bijdrage van zijn vinding aan de oplossing voor een mogelijk wereldvoedseltekort. Omdat het aan de basis ligt van de kunstmestproductie, is het Haber-

Bosch procedé van grote invloed op de productiviteit van landbouwgrond en grasland (ten behoeve van de (melk)veehouderij) over de gehele wereld. Het wordt tot op de dag van vandaag toegepast. Het huidige productieproces van N-meststoffen in Nederland is gebaseerd op aardgas en water (vrijwel geheel geïmporteerd gas) als grondstof. Door de jaren is het verder verfijnd tot dichtbij de theoretisch haalbare maximale efficiency van 27 GJ/ton ammoniak.

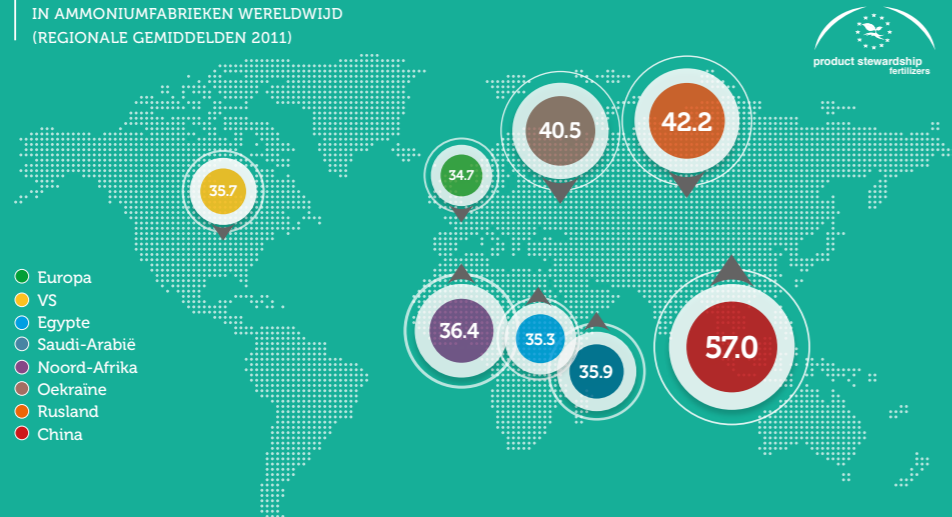
2. [www.yara.com/knowledge-grows/will-there-be-enough-food-in-the-future/](http://www.yara.com/knowledge-grows/will-there-be-enough-food-in-the-future/)

3. [www.ipni.net/ppiweb/bcrops.nsf/SwebindWex/0022BBC19C02604A852575C50062FBB7/\\$file/BC09-2p12.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/bcrops.nsf/SwebindWex/0022BBC19C02604A852575C50062FBB7/$file/BC09-2p12.pdf)

4. [nl.wikipedia.org/wiki/Fritz\\_Haber](http://nl.wikipedia.org/wiki/Fritz_Haber)



ENERGIECONSUMPTIE (GJ PER TON PRODUCT)  
IN AMMONIUMFABRIEKEN WERELDWIJD  
(REGIONALE GEMIDDELDEN 2011)



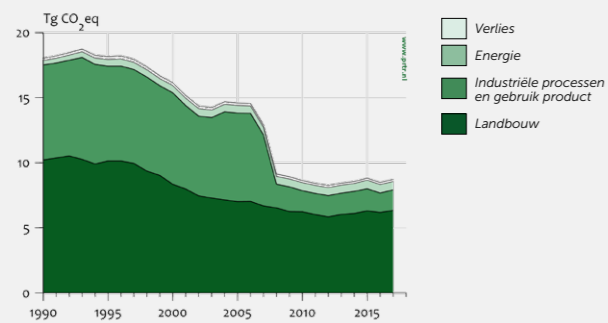
Figuur 4: Europese productiemethoden van ammoniak zijn energiezuinig (Bron: Fertilizers EU<sup>5</sup>)

Ammoniak is de basis voor alle stikstof gebaseerde meststoffen zoals KAS, ureum en NPK's. De Nederlandse productie-installaties van N-meststoffen (op basis van ammoniak) behoren tot de meest efficiënte van de wereld (figuur 4). Het gebruik van Nederlandse stikstofmeststof is daarom minder belastend voor het klimaat dan het gebruik van meststoffen die elders zijn geproduceerd.

Bij de productie van sommige soorten stikstofkunstmest uit ammoniak, komt het broeikasgas lachgas (N<sub>2</sub>O) vrij. In het overzicht van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) van de lachgasemissie in Nederland (figuur 5) is duidelijk te zien

dat de hoeveelheid lachgasemissies na 2007 fors is gedaald. Dit is het gevolg van forse investeringen door de Nederlandse producenten van stikstofkunstmest in het afvangen van lachgas. De lachgasemissie is dankzij deze investeringen met meer dan 5 megaton CO<sub>2</sub>-equivalenten gedaald. De sector heeft in de achterliggende 100 jaar het Haber-Bosch procedé energetisch driemaal efficiënter gemaakt, maar loopt nu tegen het theoretisch maximaal haalbare energierendement aan. Een verdere substantiële verlaging van emissies van broeikasgassen - in dit geval CO<sub>2</sub> - bij de productie van stikstofkunstmest vraagt een compleet ander proces of een duurzame gasvoorziening.

**In Sluiskil levert één van de leden van Meststoffen Nederland warm koelwater om 150 ha glastuinbouw te verwarmen. Ook wordt daarbij CO<sub>2</sub> geleverd om de groei van planten te bevorderen.**

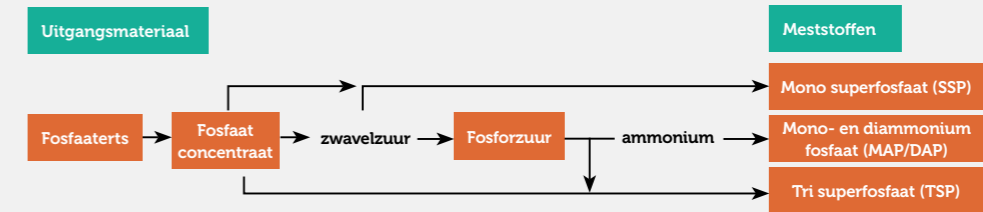


Figuur 5: N<sub>2</sub>O-emissies in Nederland: trend per sector, 1990–2017<sup>6</sup>

## FOSFAAT KUNSTMEST

De belangrijkste grondstof voor fosfaatmeststoffen is fosfaaterts. Dit wordt op enkele plekken in de wereld gewonnen, waaronder in Marokko, Rusland en China. Het geconcentreerde fosfaaterts wordt door een reactie met zwavelzuur omgezet in fosforzuur. Fosforzuur dient als basis voor geconcentreerde fosfaatmeststoffen

mono- en di-ammoniumfosfaat en Triple Super Fosfaat (TSP). Fosfaaterts en zwavelzuur is ook de basis voor de minder geconcentreerde Single Super Fosfaat (SSP) (figuur 6). Vooral de processen van TSP en SSP zijn uitermate geschikt voor recycling van secundaire fosfaten.



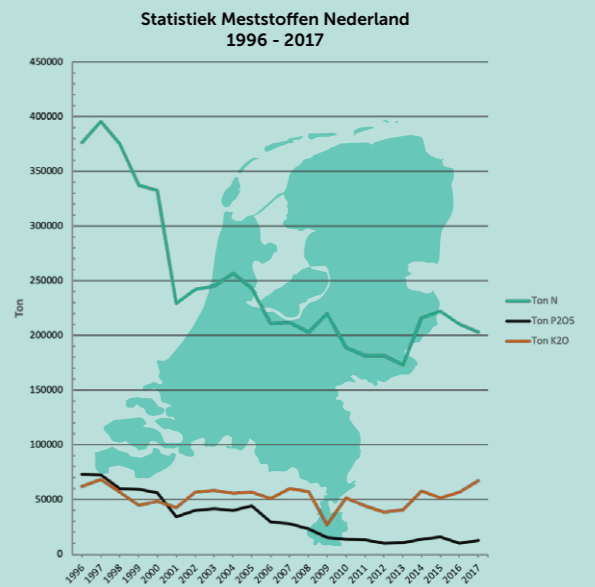
Figuur 6: Vormingsproces van fosfaatmeststoffen

## GEBRUIK VAN KUNSTMEST

Naast producenten die investeerden in duurzame productie van kunstmest, hebben gebruikers de afgelopen 10 jaar ook een grote verandering doorgevoerd in de toepassing ervan. Door betere bemestingstechnieken, adviezen en regulering is de hoeveelheid toegepaste kunstmest in Nederland gehalveerd sinds 1996 (figuur 7).

Figuur 8 laat zien dat de in Nederland toegepaste hoeveelheid stikstof uit organische mest ongeveer twee keer zo groot is als uit minerale meststoffen. Van de toegepaste hoeveelheid fosfaat komt slechts 6,5% van minerale meststoffen. Ongeveer één derde van de stikstof in de kringloop gaat verloren naar de omgeving. Bij fosfaat zijn de verliezen veel kleiner (5%). Overigens heeft het merendeel van de nutriënten in organische stromen oorspronkelijk ook een minerale

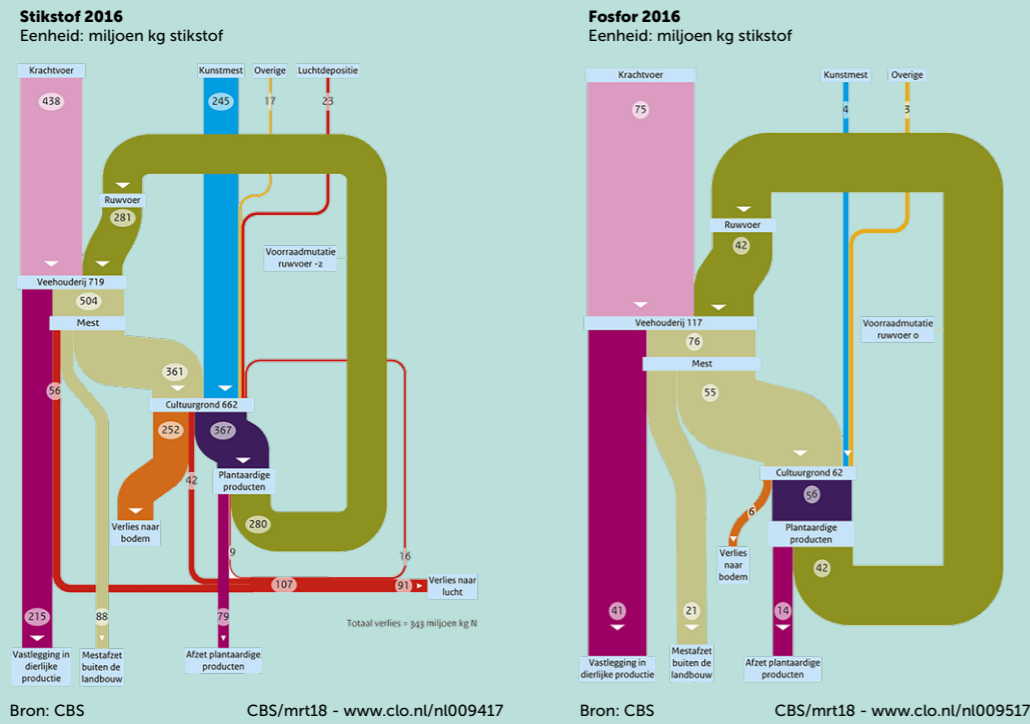
herkomst. Een voorbeeld hiervan is soja dat elders ter wereld is geteeld met behulp van minerale meststoffen. Sojaschroot wordt als veevoer gebruikt en leidt uiteindelijk tot organische mest.



Figuur 7: Ontwikkeling gebruik van Minerale meststoffen (Bron: Meststoffen NL<sup>7</sup>)

5. www.fertilizerseurope.com 'Infinite Product Stewardship' 2016 | 6. P.G. Ruysenaars, P.W.H.G. Coenen, P.J. Zijlema, E.J.M.M. Arets, K. Baas, R. Dröge, G. Geilenkirchen, M. 't Hoen, E. Honig, B. van Huet, E.P. van Huis, W.W.R. Koch, L.L. Lagerwerf, R.A. te Molder, J.A. Montfoort, C.J. Peek, J. Vonk, M.C. van Zanten, Greenhouse gas emissions in the Netherlands 1990–2017 National Inventory Report 2019, RIVM-2019-0020 | 7. www.meststoffennederland.nl



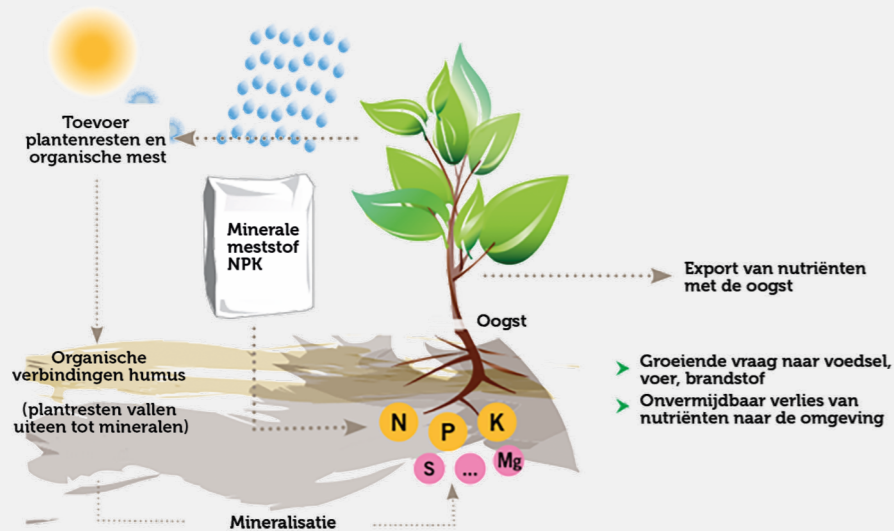


Figuur 8: Sankey diagrammen van stikstof (links) en fosfor (rechts) in de voedselproductie. De breedte van de pijl is proportioneel met de omvang van de stroom. (bron CBS).

## GEZONDE BODEM EN PLANTEN

Meststoffen spelen een belangrijke rol bij het voeden van de bodem en bevorderen daarmee de structurele productie en kwaliteit van voldoende voedsel. Een gezonde bodem vormt dé basis voor gezonde planten en voeding voor mens en dier.

In Nederland zijn de bemestingsadviezen<sup>8</sup> gericht op een dusdanige bemesting van gewassen die optimaal is voor een gezonde bodem, een robuust teeltsysteem en een goede gewasproductie met minimale verliezen naar het milieu.



Figuur 9: In de praktijk hebben een gezonde bodem en een goede plantproductie een combinatie nodig van organische en minerale meststoffen (Bron: Fertilizers Europe<sup>9</sup>)

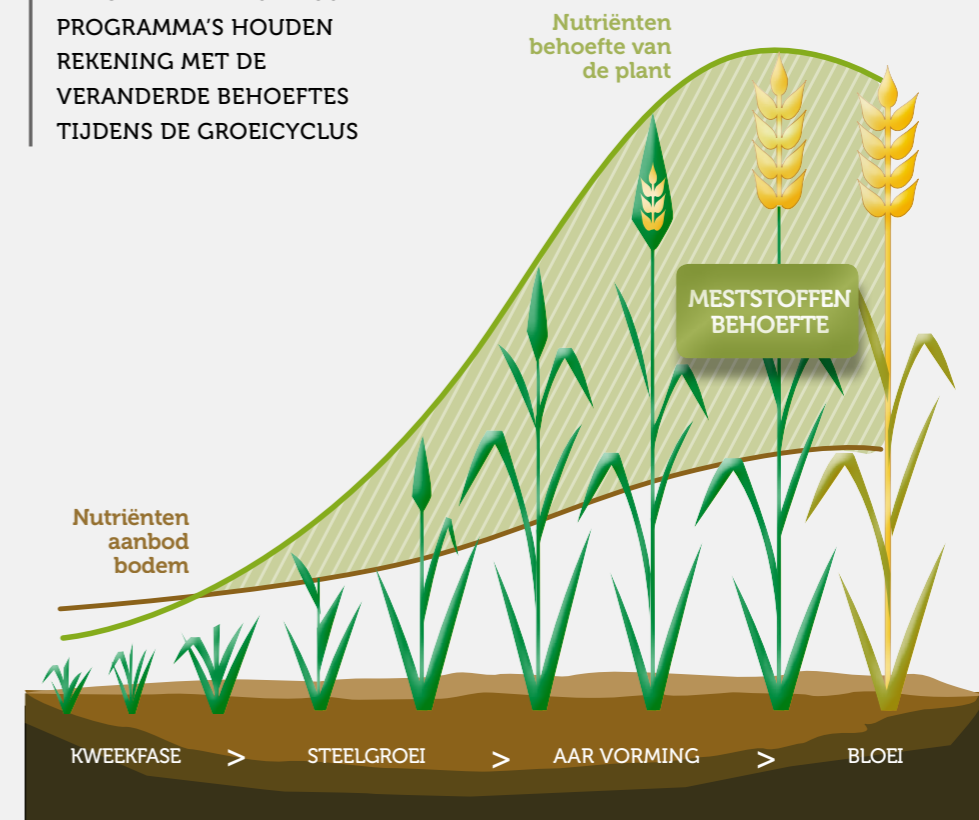
De optimale bemesting(mix) verschilt echter per klimaat, regio, gewas en grondsoort en kan zelfs binnen een landbouwperceel verschillen. Daarbij is het van belang om in de juiste verhouding organische stof en nutriënten aan de bodem toe te dienen of op te bouwen. Dit is van belang voor de bodemkwaliteit en het bodemleven. Hier ligt een cruciale rol voor goed opgeleide adviseurs met kennis van geïntegreerde teeltsystemen en die de juiste keuze kunnen maken uit het assortiment van bemestingsproducten, toepassingsmoment en methode.

Organische mest is (in Nederland) ruim beschikbaar en bevat naast organische stof waardevolle nutriënten. Daarmee vormt het een uitstekende basis. Aangevuld met minerale meststoffen kan nauwkeurig op de verhouding organische stof en nutriënten gestuurd worden om zo een gewas zich optimaal te laten ontwikkelen.

Minerale meststoffen leveren nutriënten en sporenelementen voor een goede plantengroei. Met een sterke groei van het gewas, groeit ook het wortelstelsel. Na de oogst blijven er gewasresten en wortelmassa achter op het land (zoals bij granen). Een hoge gewasgroei draagt op deze manier ook weer bij aan het op peil houden of brengen van organische stof in de bodem en daarmee een goede bodemkwaliteit.

Chemisch is er geen onderscheid tussen de voedingscomponenten uit minerale of organische mest, anders dan de vorm waarin deze gebonden zijn. In het geval van organische nutriënten is er meer tijd nodig en zijn er bepaalde bodemomstandigheden vereist voordat de nutriënten opgenomen kunnen worden ("mineralisatie"). Gewassen hebben op verschillende momenten in hun groei behoefte aan direct beschikbare nutriënten.

EFFICIËNTE BEMESTINGS-PROGRAMMA'S HOUDEN REKENING MET DE VERANDERDE BEHOEFTE TIJDENS DE GROEICYCLUS



Figuur 10: Plantbehoefte aan nutriënten, bron Fertilizers Europe



## STIKSTOF EFFICIENCY

Onderzoek toont aan dat het gebruik van minerale meststoffen ook de efficiency van de stikstofopname van organische mest kan vergroten<sup>10</sup>. Dit inzicht komt ook tot uiting in het Integrated Soil Fertility Management<sup>11</sup>, en is vooral aangetoond op arme gronden

zoals in Afrika. Het 'leken' van stikstof uit de voedselkringloop is echter niet volledig te voorkomen, zelfs bij maximaal hergebruik. Er is daarom continu aanvulling nodig in de vorm van N-meststoffen (figuur 11).



Figuur 11:

N-cyclus om onontkoombaar verlies aan te geven in het systeem. Het voedselsysteem is een 'leaking system' door microbiologische activiteit en weersinvloeden. Aanvulling is nodig. (Bron: IFA, 2018<sup>12</sup>)

## TRANSPARANTIE EN VEILIGHEID

Minerale stikstofmeststoffen voldoen aan strenge veiligheidseisen zodat ze door agrariërs veilig gebruikt kunnen worden en misbruik door derden wordt voorkomen. De meststoffen worden onafhankelijk getest op samenstelling, contaminanten, strooi-eigenschappen, hardheid van de korrels, explosieve eigenschappen en brandbaarheid. De in Nederland verhandelde stikstofkunstmest is van zichzelf niet brandbaar of explosief. Het wordt onder gecontroleerde condities verkocht aan agrariërs, waarbij traceerbaarheid erg belangrijk is.

Meststoffen Nederland geeft hoge prioriteit aan het veilig gebruik van haar producten. De Stichting Minerale Meststoffen Distributie (MMD) is opgericht in het kader van het Security Convenant Kunstmest<sup>13, 14</sup>. De MMD beheert het register van ondernemers die handelen in minerale meststoffen en ziet toe op de belangen van de handelaren en de gebruikers van minerale meststoffen.

Met de MMD wordt de verkoop van bepaalde soorten kunstmest (KAS, ureum en vaste nitraat houdende anorganische

meststoffen die 28% of meer stikstof bevatten) gecontroleerd en de opslag van meststoffen beter beveiligd. Ook schrijft het MMD een juist<sup>15</sup> gebruik en de juiste wijze van etiketteren en verpakken van meststoffen voor. De leden van Meststoffen Nederland delen ervaringen om te voorkomen dat er meststoffen met onvolledige etikettering of documentatie in de handel terecht komen. Dit vergroot de kans dat oneigenlijke transacties of diefstal wordt opgemerkt.

De Europese regelgeving op het gebied van veiligheid wordt de komende jaren aangescherpt. De Nederlandse minerale meststoffen sector is hier al goed op voorbereid en onderzoekt voortdurend hoe zij de transparantie en traceerbaarheid van meststoffen verder kan vergroten. De transparantie op gebied van de werkzaamheid van nutriënten van minerale meststoffen kan nog verder worden vergroot. Meststoffen Nederland en de MMD dragen hieraan voortdurend bij en verspreiden kennis over het juiste gebruik van meststoffen in samenwerking met de overheid, distributie en kennispartners.

10. Hijbeek, R., et al., (2018) Nitrogen fertiliser replacement values for organic amendments appear to increase with N application rates. Nutrient Cycling in Agroecosystems 110, 105-115. | 11. B. Vanlauwe et al. (2015) Integrated soil fertility management in sub-Saharan Africa: unravelling local adaptation. doi:10.5194/soil-1-491-2015 | 12. IFA, AGENDA 2030 Helping to Transform our World, 2018

13. [www.meststoffennederland.nl/getmedia/eb0a1e8d-e535-4724-9294-4246e6b6c877/Getekend-Security-Convenant-Kunstmest.aspx](http://www.meststoffennederland.nl/getmedia/eb0a1e8d-e535-4724-9294-4246e6b6c877/Getekend-Security-Convenant-Kunstmest.aspx) | 14. [www.mineralemeststoffendistributie.nl/organisatie/doelstellingen-mmd](http://www.mineralemeststoffendistributie.nl/organisatie/doelstellingen-mmd) | 15. Publicatiereeks Gevaarlijke Stoffen PGS 7 en 12 [www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/](http://www.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/)



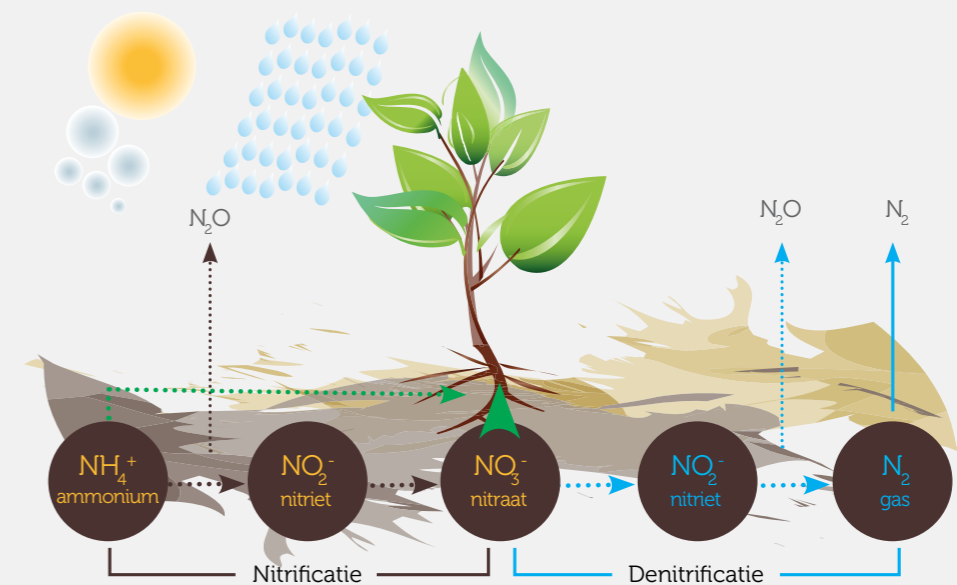
## 2 HUIDIGE TRENDS EN TOEKOMSTVISIES

### MINIMALISEREN MILIEU-IMPACT

Het intensiveren van landbouw en veeteelt in een regio kan op gespannen voet staan met de lokale milieudruk.

Door intensieve landbouw blijft bij toenemende vraag naar voedselproductie het benodigde extra landbouwareaal beperkt, waardoor meer ruimte overblijft voor o.a. natuur. Daarentegen kan het aanvoeren van te veel nutriënten leiden tot uit- en afspoeling naar het grond- en oppervlaktewater en in geval van stikstof (N) tot emissies van ammoniak en lachgas naar de lucht. Uit- en afspoeling van fosfaat (P) en stikstof (N) is slecht voor de

waterkwaliteit (door eutrofiëring leidend tot algengroei) en biodiversiteit. Voor de andere nutriënten geldt eveneens dat overbemesting leidt tot ongewenste verliezen en effecten op het milieu. Lachgas (figuur 12) is een sterk broeikasgas en heeft een negatief effect op de ozonlaag. Ammoniak leidt tot de vorming van ultrafijnstof en net als bij fosfaat en nitraat tot ongewenste bemesting (eutrofiëring) van natuurgebieden en uitspoeling naar water.



**Figuur 12:** Stikstof omzetting na bemesting. Nitraat kan bij een overmaat ook uitspoelen naar het water. (Bron: Fertilizers Europe)

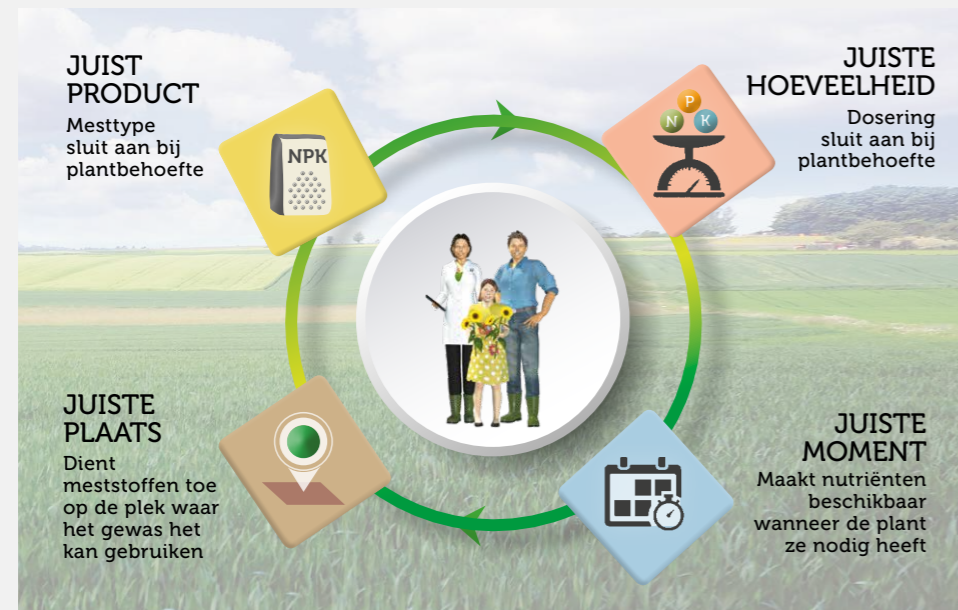


De mate van uitspoeling, ammoniakvorming en lachgasvorming hangen elk direct samen met de keuze van de meststof, de hoeveelheid, periode van toediening, de bodemgesteldheid en de weersomstandigheden.

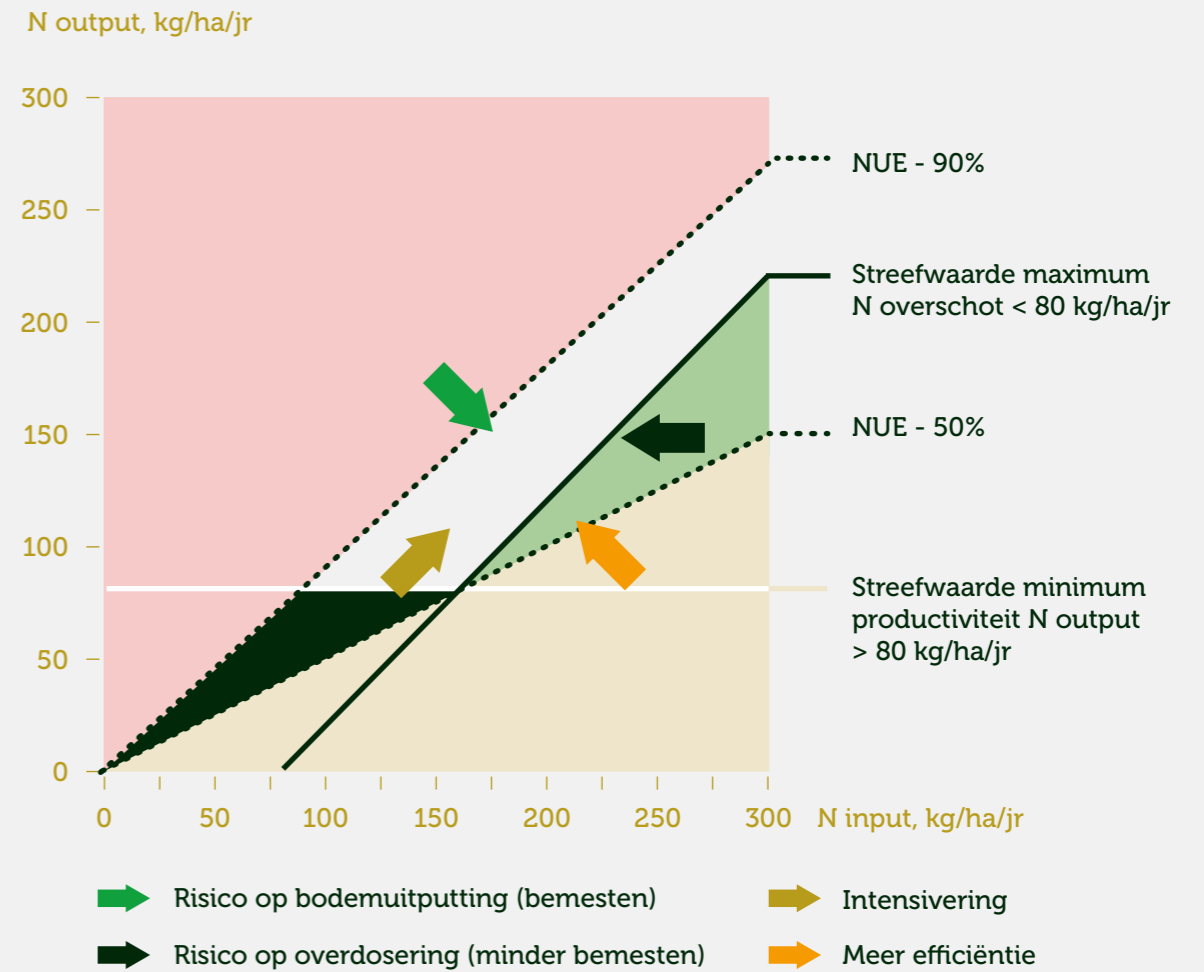
Het minimaliseren van verliezen naar lucht en water en tegelijkertijd een optimale gewasgroei, staat bij Meststoffen Nederland centraal bij het ontwikkelen en toepassen van minerale meststoffen en het geven van bemestingsadviezen. Dit is mede noodzakelijk om als agrariër te kunnen voldoen aan de lokale eisen op het gebied van lucht- en waterkwaliteit, zoals de Kaderrichtlijn Water. De leden van Meststoffen Nederland adviseren de agrariërs hoe uitspoeling en emissies naar lucht bij het toepassen van meststoffen te reduceren. Hierbij zijn vier aspecten van speciaal belang, de vier J's, namelijk 1) het juiste product, 2) de juiste hoeveelheid, 3) het juiste moment en 4) de juiste plaats (figuur 13). De plant beschikt zo over de benodigde nutriënten precies op het moment dat ze nodig zijn voor een optimale groei. Door de juiste inzet van technieken als urease- en/of nitrificatieremmers, vloeibare meststoffen, slow of controlled release fertilizers, meetmethodieken als de N-sensor, apps en drones en gekalibreerde

en veelal digitaal aangestuurde bemestingsapparatuur, wordt het verlies naar de omgeving geminimaliseerd.

Ook vanuit economisch perspectief streven agrariërs naar een optimale toediening van meststoffen met zo min mogelijk verliezen. De factoren die van invloed zijn op dit optimum zijn als voorbeeld voor stikstof (N) in beeld gebracht in figuur 14. Hierin is de mate waarin de toegediende stikstof effectief door de plant benut kan worden weergegeven (NUE 'Nitrogen Use Efficiency'), ofwel stikstof benuttingsgraad. Boven een bepaalde hoeveelheid levert meer toedienen geen extra rendement meer op en ontstaat een N-overschot. Dit kan leiden tot meer verlies naar de omgeving. Bij een tekort aan N-meststoffen wordt er meer uit de grond gehaald dan er wordt ingebracht, wat leidt tot uitputting van de bodem. Hetzelfde principe geldt voor de andere nutriënten. Het is de kunst om per bodemsoort en gewas de juiste balans te vinden en daarbij is kunstmest een onmisbare aanvulling om gericht te kunnen sturen. De adviseurs vanuit distributie maken daarbij gebruik van geavanceerde bemestingsprogramma's en bodemmetingen. Deze inzichten en regulering hebben de afgelopen decennia geleid tot bijna een halvering in het gebruik van meststoffen (zie figuur 7 hoofdstuk 1).



**Figuur 13:** De vier belangrijke aspecten waarmee rekening gehouden kan worden om emissies naar de natuur te voorkomen (Bron: Fertilizers Europe).



**Figuur 14:** Risico's voor zowel over- als onderbemesting, als voorbeeld stikstof (N) gebruik efficiëntie. (Bron: EU Nitrogen Expert Panel, Nitrogen Use Efficiency (NUE), 2015<sup>16</sup>)

## OPTIMALISEREN GEWASOPBRENGST

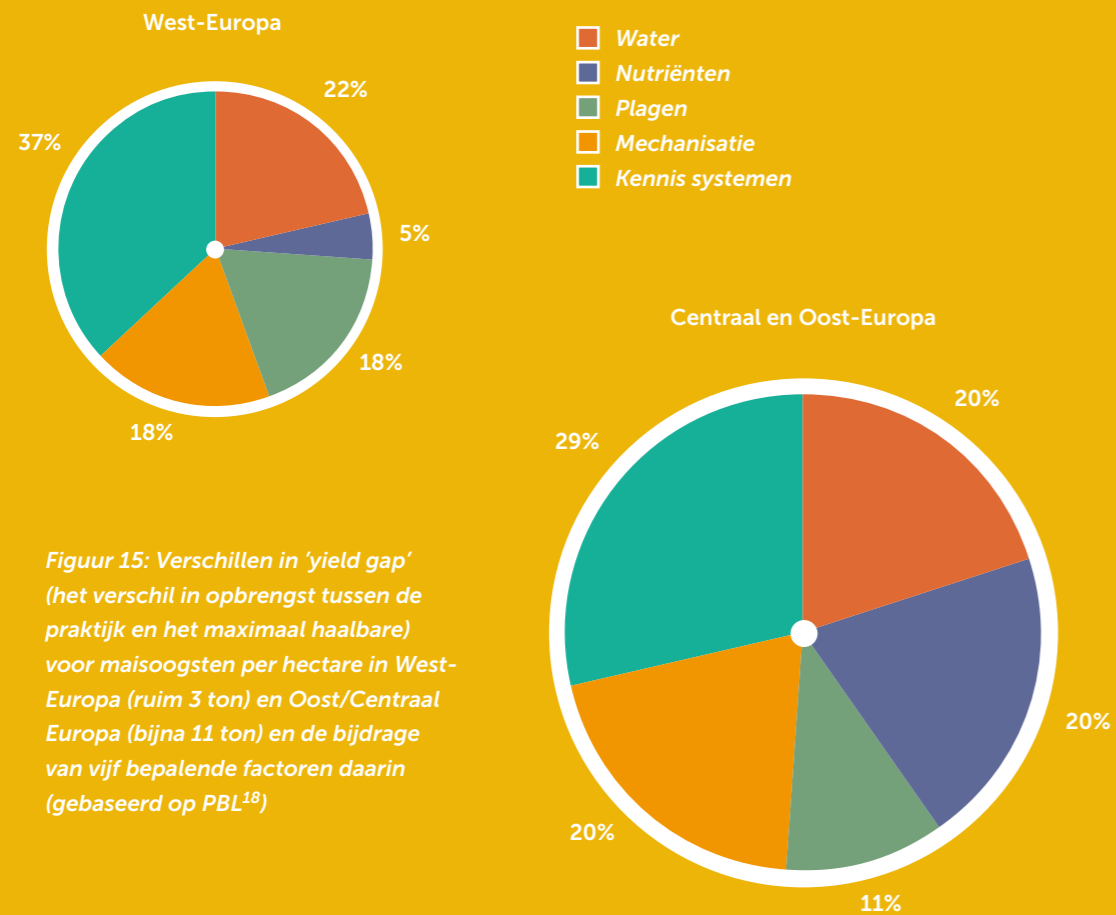
De groei van de wereldbevolking en daarmee de vraag naar voedsel moet volgens verschillende wetenschappers worden opgevangen met een zo efficiënt mogelijke en optimale productie per hectare<sup>17</sup>, in combinatie met een meer plantaardig dieet. Nu al hebben wereldwijd dagelijks 820 miljoen mensen honger en de uitdaging is om 2050 60% meer voedsel te produceren op een beperkt areaal om alle mensen te kunnen voeden. Er is nog veel winst te behalen door de yield gap, het verschil in opbrengst tussen de praktijk

en het maximaal haalbare (figuur 15), te dichten waardoor meer grond voor andere functies dan landbouw beschikbaar blijft (natuur, recreatie). In West-Europa is dit vooral nog te behalen met een betere toepassing van kennis. In Oost en Centraal-Europa is de totale yield gap ruim drie keer groter. Hier is de meeste winst te behalen met betere kennis, maar ook met water, nutriëntenmanagement en mechanisatie. Kennis over het juiste product, hoeveelheid, moment en plaats staat daarom voor de leden van Meststoffen Nederland centraal.

16. www.eunep.com/wp-content/uploads/2017/03/Report-NUE-Indicator-Nitrogen-Expert-Panel-18-12-2015.pdf

17. www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert\_paper/How\_to\_Feed\_the\_World\_in\_2050.pdf





**Figuur 15: Verschillen in 'yield gap'** (het verschil in opbrengst tussen de praktijk en het maximaal haalbare) voor maisoogsten per hectare in West-Europa (ruim 3 ton) en Oost/Centraal Europa (bijna 11 ton) en de bijdrage van vijf bepalende factoren daarin (gebaseerd op PBL<sup>18</sup>)

## KRINGLOOPVISIE MINISTERIE VAN LNV

Nederland is al jaren de tweede landbouwexporteur wereldwijd, na de Verenigde Staten. Dit brengt verantwoordelijkheden met zich mee. Minister Schouten van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) wil dat kringlopen van grondstoffen en hulpbronnen in 2030 op een zo laag mogelijk – nationaal of internationaal – schaalniveau zijn gesloten en dat Nederland koploper is in kringlooplandbouw<sup>19</sup>.

De Nederlandse landbouw kenmerkt zich nu door een zeer hoge mate van efficiency van zowel akkerbouw als veeteelt (incl. melkveehouderij). De sector importeert grote hoeveelheden veevoer en andere hulpstoffen om daarmee hoogwaardige producten te genereren, 80% voor de export. De grote importstromen bevatten veel mineralen die lokaal tot milieuproblemen kunnen leiden (overschot van mest) en elders tot tekorten. De huidige landbouw legt, volgens LNV, een te zware druk op biodiversiteit, milieu, kwaliteit van drinkwater en landschap. Daarom ziet het ministerie meer perspectief in kringlooplandbouw, waarbij ketens van nutriënten worden gesloten.

Om dit perspectief te realiseren heeft het kabinet drie specifieke doelen geformuleerd voor een sterk en duurzaam voedselsysteem:

- De economische positie van agrarisch ondernemers moet zodanig zijn dat kringlooplandbouw loont.
- Een grotere waardering voor voedsel waarbij verspilling moet worden tegengegaan.
- Nederland moet een prominente rol houden in de vernieuwing van productiemethoden, zowel in eigen land als op de wereldwijde voedselmarkt.

Het idee achter kringlooplandbouw is dat het accent van een productie tegen steeds lagere kosten verschuift naar productie waarbij de nutriëntenkringloop wordt gesloten. Dit betekent dat grondstoffen, waaronder ook nutriënten, in de voedselketen blijven. Planten en dierlijke producten worden gegeten, verteerd en na excretie door mensen of dieren weer als meststoffen gebruikt om planten te voeden. De circulaire ketens kunnen verschillend zijn ingericht: binnen een bedrijf, een regio, Nederland of grensoverschrijdend. Het motto is: lokaal wat kan, regionaal of internationaal wat moet.

## TOEKOMSTVISIES

Naast de huidige ontwikkelingen op het verlagen van de milieudruk in de landbouw en het optimaliseren van gewasopbrengsten, denken verschillende partijen na over noodzakelijke veranderingen voor een op lange termijn toekomstbestendige landbouw. drie specifieke visies trekken onze aandacht.

## WAGENINGSE VISIE KRINGLOOPLANDBOUW

Daar waar de kringloopvisie van LNV zich richt op een redelijk korte termijn om toe te groeien naar de kringlooplandbouw, hanteert de WUR (figuur 16) een meer theoretisch model voor de iets langere termijn<sup>20</sup>. De praktische implementatie in Nederland staat in de WUR-visie minder centraal. Kringlooplandbouw houdt volgens Wageningen UR in, dat we primair plantaardige producten gebruiken voor humane voeding. In dit model wordt er geen goede landbouwgrond gebruikt voor het produceren van veevoer.

Door veel zuiniger om te gaan met schaarse grondstoffen en minder biomassa te verspillen (zoals voedselverspilling), hoeven er minder nutriënten van elders te worden aangevoerd in de vorm van bijvoorbeeld kunstmest en geïmporteerd veevoer. De veehouderij krijgt daarmee nadrukkelijk een andere rol in het voedselsysteem, namelijk het benutten van reststromen en gras. De beschikbaarheid van circulaire grondstoffen bepaalt daarmee de productiecapaciteit en de mogelijkheden voor consumptie (dierlijk/plantaardig) die daaruit voortvloeien.

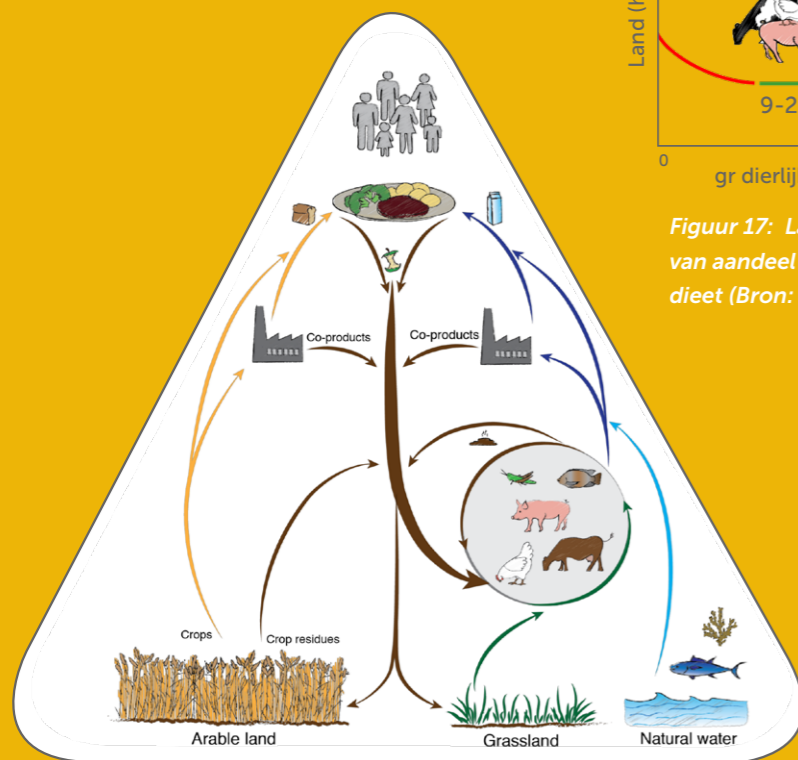
18. Hengsdijk, H., & J.W.A. Langeveld, 2009. Yield trends and yield gap analysis of major crops in the world; Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-werkdocument 170. | 19. [www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-landbouw-natuur-en-voedselkwaliteit/visie-lnv](http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-landbouw-natuur-en-voedselkwaliteit/visie-lnv)  
20. WUR kringlooplandbouw: [www.wur.nl/nl/Dossiers/dossier/Kringlooplandbouw.htm](http://www.wur.nl/nl/Dossiers/dossier/Kringlooplandbouw.htm)



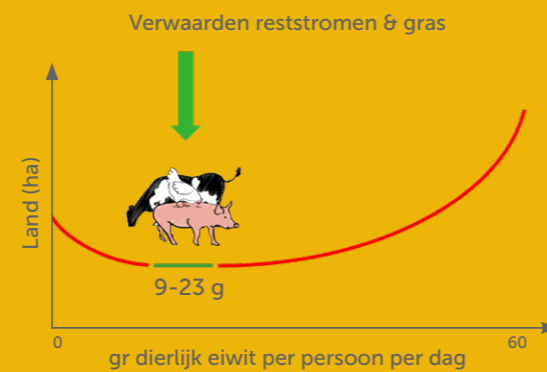
De WUR benoemt ook de noodzaak om continu de hoeveelheid stikstof in het systeem aan te vullen, mogelijk door duurzaam geproduceerde stikstof kunstmest.

Met betrekking tot het gebruik van land voor voedselproductie bevindt het optimum van de consumptie van dierlijk eiwit in het dieet zich volgens Wageningen UR

in de range van 9 tot 23 gram eiwit uit dierlijke producten (figuur 17). Bij een lagere consumptie van dierlijk eiwit wordt minder of geen gebruik gemaakt van de reststromen en gras die door dieren worden omgezet in dierlijke producten voor de mens. Bij een hogere consumptie van dierlijk eiwit is meer land nodig om diervoer te produceren voor de voortbrenging van dierlijke producten voor de mens.



Figuur 16: Schematisch overzicht kringlooplandbouw (Bron: WUR, 2018<sup>21</sup>). Het gaat hier om een theoretisch optimale productie, veelal op lokaal niveau.



Figuur 17: Landgebruik afhankelijk van aandeel dierlijke producten in dieet (Bron: WUR, 2018<sup>22</sup>).

## DE LANCET EAT-COMMISSIE

Wetenschappers in het gerenommeerde tijdschrift The Lancet<sup>23</sup> stellen dat we moeten inzetten op plantaardige en dierlijke productiesystemen die op lange termijn het meest efficiënt gebruik maken van beperkte hulpbronnen om te voldoen aan de behoefte van de mens. Het groeien van de wereldbevolking en de vraag naar voedsel moet volgens hen worden opgevangen met een zo efficiënt mogelijke en optimale productie per hectare, in combinatie met een meer plantaardig dieet. Door hoge productievolumes per hectare, te bereiken

via onder meer precisiebemesting, kan eveneens worden bereikt dat er grond beschikbaar blijft voor andere functies dan landbouw, zoals natuur en recreatie. Zonder hoge gewasopbrengsten per hectare zal de wereld een veel groter areaal landbouwgrond nodig hebben. Door in de westerse wereld om te schakelen naar een meer plantaardig dieet, wordt een bijdrage geleverd aan een betere gezondheid in het Westen. Ook kan hierdoor meer voedsel geproduceerd worden voor de regio's met de grootste bevolkingsgroei: Azië en Afrika.



# 3 TOEKOMSTVISIE

## MESTSTOFFEN NEDERLAND

### TOEKOMSTBEELDEN

In hoofdstuk 2 zijn de toekomstvisies van enkele vooraanstaande partijen op het voedselsysteem behandeld.

Dit levert waardevolle en inspirerende toekomstbeelden op. Voor het bepalen van de rol en verantwoordelijkheid van de minerale meststoffensector heeft Meststoffen Nederland een eigen visie ontwikkeld op de uitdagingen en oplossingsrichtingen voor het toekomstig

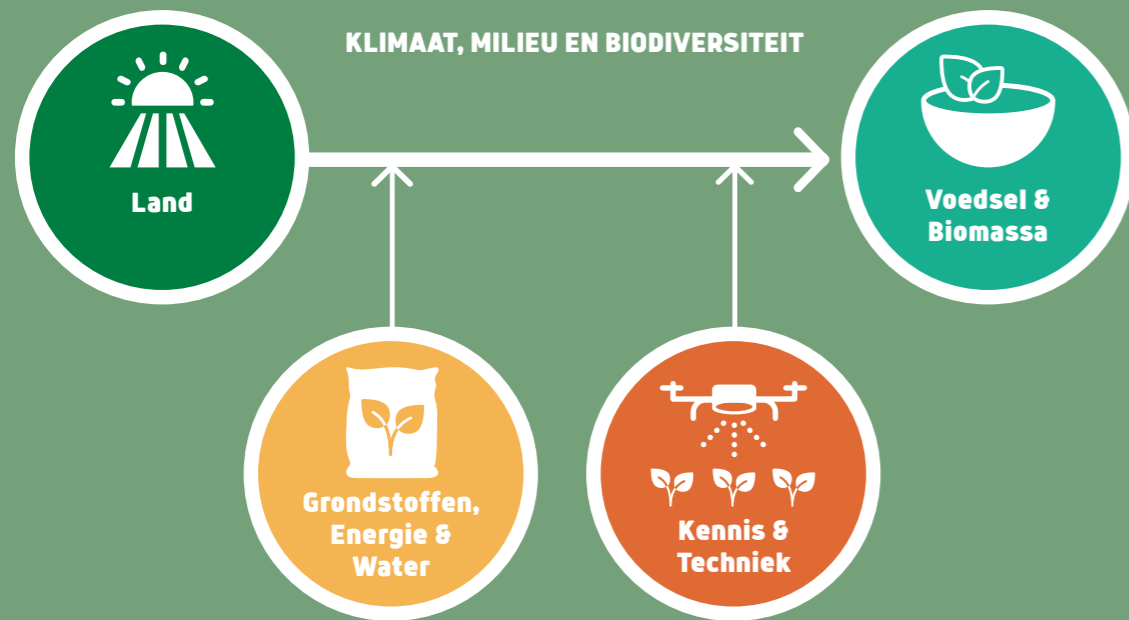
voedselsysteem. Meststoffen Nederland wil blijven bijdragen aan het verduurzamen van het voedselsysteem met een realistische insteek als uitgangspunt. Een beweging ontstaat als alle ketenpartijen (toeleverende industrie, boer tot retail) toekomstperspectief zien.



## MONDIALE UITDAGINGEN

De visie van Meststoffen Nederland is gebaseerd op enkele belangrijke mondiale uitdagingen. Drie uitdagingen zijn cruciaal voor duurzame voedselproductie:

1. Voedselzekerheid bij een toenemende wereldbevolking.
2. Toenemende druk op vruchtbare grond.
3. Beschikbaarheid grondstoffen, water en energie.



Figuur 18: De mondiale uitdaging voor verhoging voedselproductie. De opbrengst per hectare wordt naast de input van grondstoffen, energie en water, beïnvloed door de inzet van kennis en techniek.

## VOEDSELZEKERHEID BIJ EEN TOENEMENDE WERELDBEVOLKING

Experts verwachten de komende decennia een verdere stijging van de wereldbevolking. Volgens de Food and Agricultural Organization (FAO), de voedsel- en landbouworganisatie van de Verenigde Naties, zal de huidige wereldbevolking van 7,5 miljard in 2065 zijn toegenomen tot 10

miljard mensen<sup>24</sup>. De vraag naar voedsel zal daardoor toenemen en zal verder stijgen door de verwachte stijging van inkomens in minder welvarende delen van de wereld en de daarmee grotere behoefte aan variëteit in het dieet en aan dierlijke producten<sup>25</sup>.

## TOENEMENDE DRUK OP VRUCHTBARE GROND

Een tweede uitdaging is de toenemende druk op de beschikbare vruchtbare landbouwgrond in de wereld. De hoeveelheid vruchtbare grond in Afrika zal afnemen door snel oprukkende verwoestijning. Nu al komt er jaarlijks 3.500 km<sup>2</sup> Sahara bij, een oppervlakte die 10% van Nederland omvat. Door een combinatie van hogere teelteisen als gevolg van stijgende welvaart en groei van aantal mensen op de wereld is er een groeiende behoefte aan grond voor andere functies dan voedselproductie. Steden en infrastructuur zullen groeien. Retail stelt hogere kwaliteitseisen aan de teler. De omschakeling naar een kringlooeconomie gebaseerd op circulaire grondstoffen, bijvoorbeeld voor plastic en energie, vraagt om productie van biomassa als bron voor deze producten. Daarnaast zijn het in standhouden

van historische cultuurlandschappen, robuuste natuurgebieden en biodiversiteit belangrijke waarden. De (productie van) landbouwgrond wordt ook negatief beïnvloed door uitputting van grond, erosie, verzilting en klimaateffecten. Het World Resources Institute concludeert dat een productieverhoging per hectare een belangrijke voorwaarde is om de wereldbevolking te kunnen blijven voeden<sup>26</sup>. Er zijn dus meerdere factoren waardoor de druk op de hoeveelheid beschikbaar land om voedsel mee te produceren hoog is en zal blijven toenemen. Dit terwijl het areaal aan voedselproductieland niet zal stijgen<sup>27</sup>. Alternatieve teeltmethoden als verticale landbouw (waarbij gebruik wordt gemaakt van gestapelde kweeklagen) kunnen een positieve bijdrage leveren.

## EINDIGE VOORRAAD MIJNBARE GRONDSTOFFEN EN FOSSIELE ENERGIE

Fosfaat (P) is een duidelijk voorbeeld van een eindig mijnbare grondstof en de roep om hergebruik en terugwinning wordt groter. Schattingen zijn dat de helft van de wereldwijde fosfaatvoorraad in 2100 is uitgeput<sup>28</sup>.

Het tegengaan van klimaatverandering vereist vermindering van het gebruik van fossiele grondstoffen zoals kolen, aardolie en aardgas. Volgens het International Energy Agency (IEA) zal de mondiale energievraag echter nog flink stijgen.

Fossiele grondstoffen worden, behalve voor energie, ook gebruikt voor de productie van bouwstenen voor materialen zoals plastics. Dat materiaalgebruik kan deels worden vervangen door biomassa. De stijgende vraag naar biomassa die hieruit voortkomt, heeft gevolgen voor het landgebruik en kan eveneens gaan concurreren ('competing claims') met de voedselproductie of waar het zogenaamde tweede generatie biomassa betreft (loof, gras etc.) met nutriënten voor de bodem.



Productie van stikstofmeststoffen is gebaseerd op fossiele grondstoffen en is een energie-intensief proces waarbij veel CO<sub>2</sub> vrijkomt. Wereldwijd wordt 1% van de CO<sub>2</sub>-emissies toegeschreven aan kunstmest,

anderzijds is kunstmest de basis voor de helft van de totale wereldwijde voedselproductie. De maatschappij vraagt echter terecht naar duurzame alternatieven en daaraan wil de kunstmestsector een bijdrage leveren.

## RANDVOORWAARDEN

Er is wereldwijd een toenemende aandacht voor de gevolgen van voedselproductie op het milieu, klimaat en biodiversiteit. Dit leidt tot scherpere regelgeving om het verlies van nutriënten in de vorm van emissies uit de landbouwpraktijk naar de lucht en het water te beperken. Klimaat is primair een mondiaal vraagstuk. Lokaal gaat veel aandacht uit naar het beperken van de emissies van fijnstof, ammoniak en geuroverlast en verschuift de aandacht van milieu-impact naar volksgezondheid. Er is in toenemende mate aandacht voor gecertificeerde landbouw en de rol van adviseurs. Voorbeelden van certificeringsschema's zijn VVAK<sup>29</sup>. Meststoffen Nederland erkent zowel klimaat, milieu, volksgezondheid als biodiversiteit als randvoorwaarden voor een duurzame voedselproductie.

## CONCLUSIE

Bovenstaande uitdagingen liggen in het verlengde van de kringloopvisie van LNV, het WUR-model voor kringlooplandbouw voor voedselproductie en ook de publicatie in The Lancet van een internationale groep wetenschappers. In alle gevallen leidt het ertoe dat er binnen de mondiale milieu- en klimaatgrenzen gestreefd moet worden naar een optimale productie per hectare om aan de grote vraag naar voedsel te kunnen voldoen met de inzet op hergebruik

en minimale verliezen. Andere opties zoals meer landbouwgrond of een ander dieet met minder dierlijke producten dragen vooralsnog onvoldoende bij aan de oplossing en missen maatschappelijk draagvlak. Meststoffen Nederland voorziet een additionele vraag naar biomassa als alternatief voor fossiele grondstoffen bovenop de vraag naar duurzaam voedsel zoals beschreven in de kringloopvisie van LNV.

## NOODZAAK MINERALE MESTSTOFFEN

De voedselproductie kan niet alleen met onbewerkte organische meststoffen op peil worden gehouden. Op wereldschaal is er veel te weinig organische mest en de nutriënten in deze mest zijn voor een groot deel afkomstig van minerale meststoffen. Er is een structureel tekort aan stikstof in gebieden waar wel organische mest beschikbaar is. Dit moet voortdurend worden aangevuld vanwege deels onvermijdelijke verliezen naar bodem, lucht en water, maar ook door voedselbederf en -verspilling in de keten (wat de vraag naar meststoffen verhoogt).

Daarnaast is de verhouding tussen de verschillende nutriënten in organische meststoffen meestal niet optimaal voor de groei van het gewas. Wet- en regelgeving zijn hier ook beperkend. De nutriënten zijn ook niet altijd direct beschikbaar of niet in de juiste vorm. Wanneer je een specifiek nutriënt (bijvoorbeeld stikstof) in voldoende mate aan de plant toedient in de vorm van organische mest, kan dit leiden tot overdosering van een ander nutriënt (bijvoorbeeld fosfaat of kalium). Dit conflicteert met de randvoorwaarden voor duurzame teelt. Genoemde overdoseringen kunnen leiden tot milieuproblemen door overmatige verliezen van nutriënten naar water en lucht, of leiden tot een lagere opbrengst.

Een oplossing is organische meststoffen te bewerken en op te waarden tot de juiste specificaties. Dit uit zich in voor kunstmest vertrouwde producteigenschappen als samenstelling, vorm en werkzaamheid.

***Uit een meerjarige praktijkproef van de WUR<sup>29</sup> bleek de opbrengst bij een teelt met alleen organische bemesting vaak significant minder dan bij reguliere bemesting.***

Zonder het gebruik van bewerkte meststoffen is de productie van voedsel en biomassa aan een lagere maximale opbrengst per hectare gebonden. In feite gebeurt dit ook als landbouwers overstappen op een biologische productiewijze<sup>30</sup>. Daarom sluit deze vorm van landbouw niet aan op de mondiaal stijgende vraag naar voedsel en biomassa bij beperkte beschikbaarheid van landbouwgrond.

Kortom, gebruik van alleen organische onbewerkte meststoffen is ook in Nederland geen haalbare route. Het is daarom logisch om in te zetten op het toepassen van duurzame hoogwaardige (minerale) meststoffen met bijbehorende technologie om de voedsel- en biomassaproductie mondiaal per hectare te verhogen of voor Nederland op peil te houden binnen de milieurandvoorwaarden. Ook in reguliere productiewijzen wordt nog niet overal in Nederland de maximale potentie uit moderne rassen gehaald omdat de gebruiksnormen voor stikstof (N) en fosfaat (P) beperkend zijn.

29. [www.wur.nl/show/Opbrengst-biologisch-geteelde-gewassen-wereldwijd-20-lager-dan-in-gangbare-landbouw.htm](http://www.wur.nl/show/Opbrengst-biologisch-geteelde-gewassen-wereldwijd-20-lager-dan-in-gangbare-landbouw.htm)

30. [www.bo-akkerbouw.nl/NL/diensten/](http://www.bo-akkerbouw.nl/NL/diensten/)



## PRECISIELANDBOUW

Een manier om verantwoord met grondstoffen om te gaan, is door heel gericht voedingsstoffen en/of gewasbeschermingsmiddelen toe te dienen op de plek en in de hoeveelheid waar het nodig is. Bij precisielandbouw wordt nauwkeurig in kaart gebracht wat de bodem en/of het gewas op een bepaalde plek op het land nodig heeft aan water en voedingsstoffen. De toediening van middelen kan zelfs in vloeibare of vaste vorm plant-specifiek plaatsvinden.

De rol van digitalisering en professioneel advies is daarbij essentieel. De plant-specifieke aanpak voorkomt zoveel mogelijk overdosering en uitspoeling van stoffen naar het milieu. Bovendien zorgt nauwkeurige plaatsbepaling ervoor dat ook de kanten en randen van percelen zodanig behandeld kunnen worden dat emissies naar het milieu worden voorkomen in combinatie met teeltvrije zones. De optimale gewasgroei resulteert in een sterk, hoogproductief, homogeen en weerbaar gewas.

## KUNSTMEST 4.0

Kunstmest maken is een kunst op zich. Het ontwikkelen van nieuwe productieketens die macro- en micronutriënten uit organische zij- en reststromen halen en deze omzetten naar hoogwaardige minerale meststoffen, is een complexe opgave. Dit leidt tot hogere productiekosten, zeker als de productie ook omschakelt op hernieuwbare energie. Dit alles vereist dat er op een andere manier zal moeten worden gekeken naar meststoffen. Waar in het huidige politieke debat organische mest en kunstmest ten onrechte als tegenpolen worden gepositioneerd, wil Meststoffen Nederland naar een nieuwe situatie waarbij onbewerkte organische mest wordt aangevuld met bewerkte meststoffen waarvan de oorsprong ook organische mest kan zijn.

De minerale meststoffensector kan bij deze transitie een bijzonder waardevolle en bepalende bijdrage leveren met kennis van technische processen voor de ontwikkeling en productie van minerale meststoffen uit circulaire grondstoffen; transparantie en veiligheid in het productieproces; het organiseren van een goede distributie en een goede productsamenstelling en advisering bij het toepassen van het juiste product. Het doel dat voor ogen staat is meer circulaire grondstoffen te gaan benutten en deze volgens de vier juistheden van Kunstmest 4.0 toe te passen; specifieke toepassing van de juiste middelen in de juiste hoeveelheden op de juiste plek op het juiste moment.

Meststoffen Nederland wil bijdragen aan een duurzame voedsel- en biomassaproductie en het vormgeven van circulaire oplossingen. De minerale-meststoffensector staat daarbij voor een realistische aanpak, wat onder meer betekent dat er een goed economisch perspectief moet zijn voor nieuwe circulaire oplossingen. Ook wordt gehecht aan een realistisch tijdsplan om de circulaire oplossingen te realiseren.

**Organische mest  
vs. kunstmest**



**Onbewerkt + nutriënten  
op maat**





# 4 BIJDRAGE MESTSTOFFEN NEDERLAND

Meststoffen Nederland ziet op de volgende terreinen een bijdrage vanuit de sector aan een meer duurzame landbouw in Nederland.

## FOCUSGEBIED 1

### *Advisering over gezonde bodem en meststoffengebruik*

Meststoffen leveren een substantiële bijdrage aan kwalitatief hoogwaardige en gezonde plantaardige producten en dragen bij juiste toepassing bij aan een gezonde bodem. Distributeurs en producenten van meststoffen zien voor zich een belangrijke rol om agrarische ondernemers en loonwerkers te adviseren op het gebied van bemesting als basis voor een goede gewasproductie en een gezonde bodem. Daarbij gaat het vooral om een integraal en hoogkwalitatief bemestingsplan gebaseerd op goede bodemanalyses. Dit doen ze bouwplan breed door een gezonde vruchtwisseling met moderne sterke rassen, en het bevorderen van biodiversiteit door het stimuleren van het natuurlijke evenwicht. Door de steeds strengere normen en hoge eisen aan productkwaliteit door afnemers, is advies op maat steeds belangrijker geworden. Distributeurs zijn kennisdragers en adviseren

over een robuust teeltsysteem en de gecombineerde toepassing van organische meststoffen en minerale meststoffen die bijdragen aan het behoud en de versterking van een goede bodemgezondheid. Daarbij hoort advies over het juist toepassen van meststoffen in vaste of vloeibare vorm door middel van precisiebemestingstechnieken, gebruik van 'controlled release' meststoffen en toevoegingen om vervluchtiging te reduceren. Goed advies is essentieel in het kader van de kringlooplandbouw, omdat dit leidt tot een hogere benuttingsgraad van mineralen en tot minder verliezen naar het milieu.

Bijdrage: Meststoffen Nederland zet zich in voor het ontwikkelen van deskundig advies over een gezonde bodem en de juiste toepassing van alle meststoffen en als kennisbron en gesprekspartner voor beleidsmakers en andere stakeholders.



## FOCUSGEBIED 2

### Productontwikkeling en toepassingstechniek

Er bestaan diverse opties om de verliezen per hectare verder te reduceren (en mondiaal de productie per hectare verder te vergroten). Daartoe behoren het toepassen van een systeemaanpak en inzet van precisielandbouwtechnieken. De basis ligt in de monitoring van de specifieke behoefte van de bodem of de planten aan bepaalde nutriënten. Hiervoor zijn al speciale sensortechnieken ontwikkeld, zoals een stikstofsensor, maar de toepassing ervan blijft vooralsnog achter. Verdergaande ontwikkeling van plant-specifieke bemesting vraagt om speciale mengsels van voedingsstoffen voor het gewas, die op het veld in de juiste verhouding worden gemengd of gedoseerd, afhankelijk van de behoefte.

Bijdrage: Meststoffen Nederland zet zich in voor de ontwikkeling van specifieke en variabele samenstelling van minerale meststoffen om zo, in combinatie met organische bemesting, bij te dragen aan de verdere ontwikkeling en implementatie van precisielandbouw technieken. Ook kijkt Meststoffen Nederland waar zij kan bijdragen aan de verdere ontwikkeling en inzet van sensortechnologieën en digitalisering.

## FOCUSGEBIED 3

### Duurzame meststoffenproductie

#### Ammoniak

Zoals aangegeven vindt de huidige productie van stikstof kunstmest plaats op basis van het Haber-Bosch procedé, dat water en aardgas inzet voor de productie van ammoniak. De omschakeling naar het gebruik van volledig duurzame energie is een grote uitdaging. Relevant hierbij is dat ammoniak ook binnen de energie- en mobiliteit sector gezien wordt als kansrijke kandidaat voor opslag van energie en CO<sub>2</sub>-vrije transportbrandstof, vergelijkbaar met waterstof (H<sub>2</sub>), maar dan met een hogere energiedichtheid en betere opslag- en transportmogelijkheden. De schaalgrootte van de duurzame energie- en mobiliteitssector is daarom medebepalend voor de omschakelmogelijkheden en -snelheid van stikstofkunstmest productie.

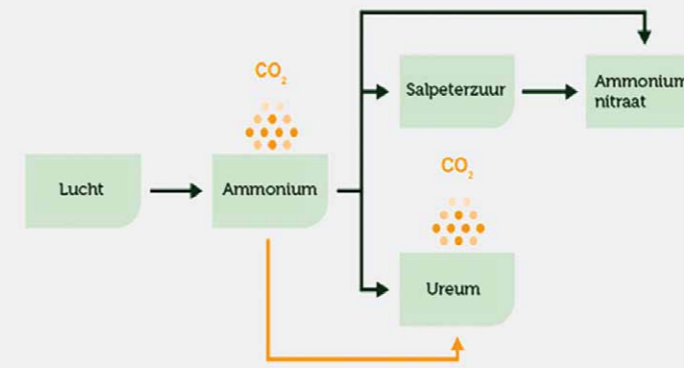
Yara maakte begin 2019 bekend in Pilbara (Australië) een productiebedrijf van 100MW zonne-energie te gaan bouwen voor de productie van volledig groene ammoniak.

Ook in Nederland participeren de leden van Meststoffen Nederland volop in studies en verkenningen voor koolstofarme productieroutes.

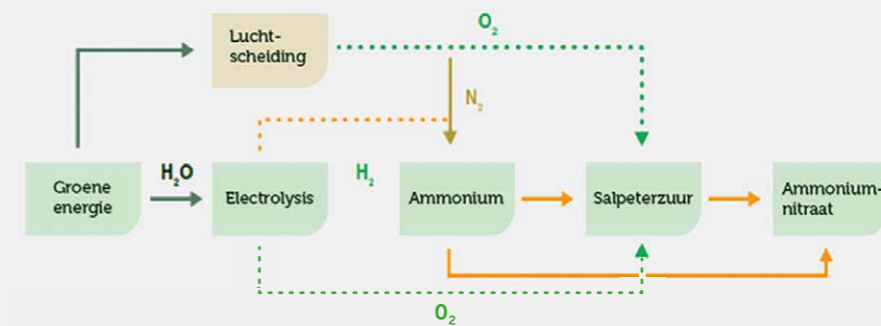
Bijdrage: Meststoffen Nederland brengt de mogelijkheden en huidige barrières voor de omschakeling van het productieproces naar het gebruik van duurzame energie verder in kaart en vervolgt haar transitie naar stikstofmeststoffen gebaseerd op duurzame energie.

Een aanvulling op het inzetten van duurzame elektriciteit is het gebruik van biogas (methaan). Leden van Meststoffen Nederland participeren al in projecten waarbij grote hoeveelheden varkensmest worden vergist voor de productie van biogas. Het biogas dient als duurzame grondstof van het Haber-Bosch procedé. Hierbij wordt de industriële restwarmte uit de kunstmestproductie ingezet om het digestaat te drogen en op te werken

2018 Stikstof meststof productie (met CO<sub>2</sub>-emissie)



2050 Stikstof meststof productie (zonder CO<sub>2</sub>-emissie)



Figuur 19: Mogelijke evolutie van kunstmestproductie (Bron: Fertilizers Europe, 2018)

tot een commercieel interessante en transporteerbare meststof.

Naast het winnen van stikstof uit de lucht, wordt ook gekeken naar het gebruik van stikstof uit dierlijke mest en op termijn mogelijk naar humane excreten via Rioolzuiveringsinstallaties (RWZI).

Bijdrage: Meststoffen Nederland gaat de routes verder verkennen voor de productie van meststoffen uit dierlijke mest en andere circulaire oplossingen. Om de kringlopen te sluiten is een meer integrale benadering en een vraag gestuurde keten nodig. Uit reststromen worden al verschillende nutriënten gewonnen zoals zwavel en kali. Er zal onderzocht worden wat er nog meer geleerd kan worden van het Zitta project op Chemelot, waarbij biogas wordt gebruikt voor groene ammoniakproductie (zie figuur 19). Ook wordt gekeken naar de rol van algen om nutriënten om te zetten. Daarnaast wordt interactie gezocht met de Topsector Agri & Food en Topsector Energie om de mogelijkheid van verdere stappen naar groene ammoniakproductie te onderzoeken.

#### Fosfaat

Bij de productie van fosfaat (P) meststoffen wordt in Nederland reeds herwonnen fosfaat ingezet. Hierbij kunnen diverse bronnen worden ingezet. Een mogelijkheid is het gebruik van struviet afkomstig van rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI). Dit struviet bevat fosfaat dat gebruikt kan worden voor de productie van fosfaatmeststoffen. Een van de uitdagingen hierbij is het fabriceren van een meststof tot de gewenste specificaties en het voorkomen van risico's ten aanzien van ongewenste bestanddelen zoals bijvoorbeeld medicijnresten. De nieuwe Europese meststoffenwetgeving bevat een goed raamwerk waarin hergebruik wordt gereguleerd. Onze leden zijn met ondersteuning van provincie Noord-Holland met een pilotproject op dit gebied begonnen.

Fosfaat kan ook als grondstof worden gewonnen uit verbrandingsas van kippenmest en rioolwaterslib. Door de mest te drogen en te verbranden ontstaat as, rijk aan fosfaat. Dit kan worden toegepast als alternatieve grondstof bij het maken van





fosfaatmeststoffen. Het voordeel van dit proces is, behalve het verminderen van het gebruik van fossiele grondstoffen, dat de geproduceerde meststof nutriënten bevat die beschikbaar komen voor de bestemde gewassen.

Bijdrage: Meststoffen Nederland ondersteunt nieuw onderzoek naar de toepassing van RWZI-slib en andere secundaire fosfaten in de productie van fosfaatmeststoffen.

**Figuur 20: Silo's met as ten behoeve van de productie van fosfaatmeststoffen bij een van de leden van Meststoffen Nederland in Amsterdam.**

## FOCUSGEBIED 4

### Gezamenlijke kennisontwikkeling

#### 4.1 Productie met alternatieve grondstoffen

De Nederlandse situatie op het gebied van landbouw en veeteelt wijkt substantieel af van de situatie in Europa en in de wereld. De beschikbaarheid van dierlijke mest en de intensiteit van de akkerbouw met haar reststromen maken van Nederland een interessante proeftuin, ook omdat er momentum is om het huidige systeem verder te verduurzamen in de richting van kringlooplandbouw. Het volume toegepaste traditionele kunstmest in Nederland (12% van productie van kunstmest in Nederland) zal verder afnemen, maar vanwege de gevarieerde behoefte van bodem en plant, is engineering nodig om geconcentreerdere en beter aansluitende meststoffen te ontwikkelen om zo verliezen naar bodem, water en lucht te voorkomen.

Bijdrage: De leden van Meststoffen Nederland zijn bereid om hun kennis en kunde in te brengen bij de ontwikkeling van industriële verwerkingsprocessen van (organische) reststromen.

#### 4.2 Effectieve toepassing van meststoffen

De omschakeling naar kringlooplandbouw waarbij meer alternatieve grondstoffen worden gebruikt met behulp van precisielandbouw vraagt beter begrip en kennis over de producten en de optimale toepassing van de variëteit aan producten op verschillende grondsoorten. De adviseurs van Meststoffen Nederland kunnen deze kennis vertalen naar passende adviezen voor hun klanten.

Bijdrage: Ten behoeve van een effectieve toepassing van nieuwe middelen, wil Meststoffen Nederland bijdragen aan het verkrijgen en delen van kennis over de volgende vraagstellingen:

- Hoe kunnen de emissies naar lucht (ammoniak/lachgas) en grond- en oppervlaktewater (nitraat (NO<sub>3</sub>) en fosfaat) en andere nutriënten met bemesting verder worden gereduceerd, bijvoorbeeld via een andere bemestingspraktijk, specifieke producten zoals Controlled Release Fertilizers (CRF's) het gebruik van nitrificatie en/of urease remmers, vloeibare meststoffen,

- of de keuze van meststoffen met een hogere stikstofbenuttingsgraad (NUE)?
- Wat is het optimale organische stofgehalte in de bodem en hoe kan hierop worden gestuurd?
- Wat zijn indicatoren voor een goede bodembiologie ten behoeve van een gezonde bodem en goede gewasopbrengsten?

#### 4.3 Schaalgrootte van het voedselproductiesysteem in relatie tot kringlooplandbouw

Momenteel is er sprake van grote transportstromen van meststoffen over de wereld. Zo importeert Latijns-Amerika meststoffen om daar de productie van (veevoer)gewassen te ondersteunen. Vervolgens worden veevoer(ingrediënten) naar Europa verscheept en uiteindelijk worden er fracties mest naar de ons omringende landen gedistribueerd. Met het verkleinen van de kringlopen wordt ook het aanbod van nutriënten uit mest kleiner en de vraag naar alternatieven mogelijk groter. Alternatief is dat ook de voedsel- en biomassa productie lokaal kleiner wordt. Een goede modellering van het effect van verkleinen van de kringlopen op benuttingsgraad van vruchtbaar land, productie van voedsel en biomassa en vraag naar energie en grondstoffen is nog niet beschikbaar.

Bijdrage: Meststoffen Nederland zal zich in samenwerking met partners inspannen meer inzicht te verwerven in de gevolgen van schaalverkleining en implementatie van kringlooplandbouw in Nederland ten opzichte van een mondiaal toenemende vraag naar voedsel en biomassa.

#### Aandachtspunten voor beleid

De Nederlandse overheid heeft een eigen rol te vervullen bij het toewerken naar een duurzame plantaardige productie en kringlooplandbouw. Meststoffen Nederland heeft in dit kader een aantal voor de meststoffen sector relevante vragen geformuleerd voor beleidsverantwoordelijken:

- Op langere termijn kan er een tekort aan nutriënten uit organische mest ontstaan als gevolg van inkrimping van de veestapel in Nederland. Dit heeft impact op de hoeveelheid organische mest die verwerkt kan worden tot minerale meststoffen. Kan de overheid onderzoeken welke limiet moet worden gesteld aan de (gesubsidieerde) verwerking van mest om toekomstige overcapaciteit te voorkomen?
- De Nederlandse landbouwsector produceert net als bij de industrie het geval is voor 80% voor exportmarkten wat, vanwege de efficiënte productie hier, mondiaal grote milieuvordelen oplevert. Een goed verdienmodel voor boeren blijft een basisvoorwaarde. Nederland kan niet te ver vooruitlopen op Europa omdat de investeringskosten in de voedselketen terugverdiend moeten kunnen worden. Kan de overheid in kaart brengen hoe de benodigde financiële ruimte aan de voorzijde in de productieketen voor de gevraagde voedseltransitie gerealiseerd kan worden? Nieuwe verdienmodellen die de nodige investeringen (en risicoafdekking) mogelijk maken en/of een andere kwaliteit accepteert of lagere opbrengst compenseert?
- Kwaliteitseisen, toelating en acceptatie van nieuwe meststoffen zijn essentieel om het gebruik van (humane) excreten als grondstof voor meststoffen te realiseren. Kan de overheid gericht onderzoek ondersteunen voor technieken om deze kwaliteit te realiseren en garanderen (medicijnresten/ hormonale stoffen verwijderen)?
- Om kringlopen voldoende te kunnen sluiten en aan de vraag naar voedsel te voldoen, is er voldoende landbouwareaal nodig. De groeiende vraag naar land voor de productie van biomassa en ook energie (zonneweides) concurreert hiermee. Kan de overheid samen met de sector een integrale afweging voor de gewenste inzet van de Nederlandse landbouwareaal maken?



# 5 VERANTWOORDING

## ROUTEKAART

### PROCES

Bij de totstandkoming van de Routekaart is een proces doorlopen gericht op commitment van de leden van Meststoffen Nederland, maar ook van externe stakeholders.

Om breder inzicht te krijgen is naast literatuuronderzoek gesproken met diverse experts en betrokkenen, zowel in workshopverband als via persoonlijke gesprekken. Een overzicht van de

geconsulteerde personen is in bijlage 1 opgenomen. Meststoffen Nederland is hierbij begeleid door adviesbureau Schuttelaar & Partners.

### EXTERNE BIJEENKOMSTEN

#### Workshop met stakeholders en agrofood experts

De analyse van de situatie (trends, issues, potentiële oplossingsrichtingen, mogelijke bijdrage van minerale meststoffen sector) is in een workshop met agrofood experts en relevante stakeholders getoetst en aangepast.

#### Bijeenkomst met klankbordgroep

Na het verwerken van de input en feedback van het bestuur is een bijeenkomst georganiseerd met high level bestuurders, vertegenwoordigers van maatschappelijke organisaties, onderzoeksinstituten en overheid. Deze klankbordgroep is eenmalig bijeengekomen voor een strategische toets op de basisanalyse, overwegingen, ambities en voorgenomen routes. De reacties en adviezen bevestigden de gemaakte keuzes.



## BIJLAGE 1

### Overzicht geconsulteerde personen

Bij het opstellen van de Routekaart Minerale Meststoffen is behalve door de leden en het bestuur van Meststoffen Nederland ook dankbaar gebruik gemaakt van waardevolle externe input en feedback.

Onderstaande personen hebben een bijdrage geleverd. Dit kan zijn in de vorm van een persoonlijk gesprek of door deel te nemen aan een workshop. Voor de geconsulteerde personen geldt dat zij zich niet per definitie committeren aan de inhoud van de Routekaart Mineralen Meststoffen.

Naam	Functie
Ir. Ing. Pierre Berntsen	ABN-AMRO
Dr. ir. Eke Buis	Ministerie van LNV
Dr. ir. Wim Bussink	NMI (Nutriënten Management Instituut)
Ir. Marc Calon	LTO
Ir. Geert Dubben	Nederlandse Akkerbouw Vakbond
Ing. Jos van Gastel	Watercollectief
Dr. ir. Kees de Gooijer	TKI Agri & Food
Ir. Mark Heijmans	LTO
Dr. ir. Renske Hijbeek	Wageningen Plant Sciences
Dr. ir. Martin van Ittersum	Wageningen Plant Sciences
Ir. Wim Kromwijk	Kromwijk agri-service
Ir. Dirk de Lugt	BO Akkerbouw
Dr. ir. Emmo Meijer	Topsector Chemie
Mr. drs. Marjan Minnesma MBA	Urgenda
Dr. ir. Oene Oenema	Wageningen Environmental Research
Ir. Ing. Jan Roefs MBA	Nederlands Centrum voor Mestverwaarding
Dr. ir. Martin Scholten	Wageningen Animal Sciences Group
Dr. ir. Jaap Schroder	Wageningen Plant Research
Dr. ir. Harm Smit	Ministerie van LNV
Ir. Jan Paul van Soest	JPVS Advies voor duurzaamheid
Ing. Wiebren van Stralen	Friesland Campina
Dr. ir. Gerard Velthof	Wageningen Environmental Research
Ir. Hans Verkerk	Cumela
Dr. ir. Jaap van Wenum	BO Akkerbouw
Ir. M. van Doorn	Gewoon zonder Gas

## BIJLAGE 2

### Leden





## BELANG voor de PLANT

- Essentieel voor DNA-, RNA- en eiwitvorming voor groei en vermenigvuldiging
- Helpt voor sterke bladen en chlorofyl vorming



Stikstof

## BELANG VOOR DE MENS

- Is onderdeel van alle eiwitten die de mens eet
- Eiwitten uit voedsel leveren essentiële aminozuren voor het maken van menselijke eiwitten

**BRONNEN:** peulvruchten, noten en sommige granen en zaden bevatten veel eiwit

## BELANG voor de PLANT

- Helpt bij de groei van zaailingen, wortels en bloemen
- Helpt bij opslag en transport van zonne-energie



Fosfor

## BELANG VOOR DE MENS

- Helpt bij calciumbalans en opbouw van botten
- Essentieel bij energietransport in het lichaam

**BRONNEN:** Volkoren graan, noten, zaden, peulvruchten, bloemkool en paddenstoelen

## BELANG voor de PLANT

- Vergroot weerstand tegen stress door bijvoorbeeld droogte of ziekte
- Nodig voor transport suikers en koolhydraten in planten



Kalium

## BELANG VOOR DE MENS

- Helpt bij controleren van het hartritme, de bouw van eiwitten en het gebruik van koolhydraten
- Essentieel voor het regelen van de zuurgraad in bloed en ondersteunt normale groei

**BRONNEN:** (zoete) aardappel, pompoen, linzen, bananen, pruimen

## BELANG voor de PLANT

- Helpt bij weerstand tegen ziektes door de groei en ontwikkeling van celwanden
- Stimuleert microbiële activiteit en nutriëntenopname



Calcium

## BELANG VOOR DE MENS

- Nodig voor het bouwen van sterke botten en tanden
- Speelt een rol in zenuwgeleiding en spiercontractie

**BRONNEN:** bladgroenten, noten, zaden, soja producten

## BELANG voor de PLANT

- Essentieel onderdeel van sommige aminozuren en eiwitten
- Belangrijk voor fotosynthese en winterhardheid



Zwavel

## BELANG VOOR DE MENS

- Nodig voor insulineproductie en deel van een belangrijk antioxidant
- Helpt om huid, haar en nagels sterk en gezond te houden

**BRONNEN:** boeren)kool, uien, paddenstoelen, knoflook, asperge

## BELANG voor de PLANT

- Essentieel voor fotosynthese
- Verbeterd wortelgroei en de opname van nutriënten en water



Magnesium

## BELANG VOOR DE MENS

- Ondersteunt de spier- en zenuwwerking en helpt bij behoud van een regelmatige hartslag
- Zorgt voor sterke botten en is nodig voor energieproductie

**BRONNEN:** spinazie, peulvruchten, noten, zaden, volkoren granen, avocado

## BELANG voor de PLANT

- Essentieel onderdeel van celwanden
- Belangrijk voor de bloei en fruitvorming



Borium

## BELANG VOOR DE MENS

- Draagt bij aan gezonde botontwikkeling en celmembraan onderhoud
- Verlicht symptomen van ritmische storingen en ondersteunt hormoonwerking

**BRONNEN:** rozijnen, noten, peulvruchten, pruimen, dadels

## BELANG voor de PLANT

- Helpt tegen waterverlies bij droogte
- Ondersteunt nutriëntentransport in planten



Chloor

## BELANG VOOR DE MENS

- Regelt de vochtbalans in het lichaam
- Nodig voor vitamine B12 opname

**BRONNEN:** zout, (bloem)kool, tomaten, aardappelen, zeewier

## BELANG voor de PLANT

- Speelt een belangrijke rol in de fotosynthese en activeert diverse enzymen
- Is nauw betrokken bij vitamine A synthese en helpt eiwitproductie



Koper

## BELANG VOOR DE MENS

- Essentieel voor het immuunsysteem, het zenuwstelsel en de gezondheid van het skelet
- Ondersteunt de aanmaak van rode bloedcellen

**BRONNEN:** bladgroenten, volkorengraan, peulvruchten, pruimen, avocado

## BELANG voor de PLANT

- Essentieel voor chlorofylvorming en zuurstoftransport
- Nodig voor energieoverdracht en stikstofvastlegging



IJzer

## BELANG VOOR DE MENS

- Sleutelement van hemoglobine in rode bloedcellen
- Helpt om huid, haar en nagels sterk en gezond te houden

**BRONNEN:** peulvruchten, chocolade, soja producten, volkoren granen, bladgroenten

## BELANG voor de PLANT

- Helpt bij chlorofylsynthese
- Regelt koolhydraatmetabolisme en bevordert groei



Mangaan

## BELANG VOOR DE MENS

- Reguleert bloedsuikerspiegel en bevordert de calciumopname
- Helpt bij de vorming van bindweefsel en botten

**BRONNEN:** granen, peulvruchten, zaden, noten, bladgroenten, thee, koffie

## BELANG voor de PLANT

- Helpt bij de omzetting van nitraat
- Nodig voor stikstofvastlegging in peulvruchten



Molybdeen

## BELANG VOOR DE MENS

- Helpt de lever om gifstoffen en medicijnen af te breken
- Voorkomt de gevaarlijke stapeling van sulfiet in het lichaam

**BRONNEN:** peulvruchten, volkorengranen, noten, bladgroenten, tomaten

## BELANG voor de PLANT

- Nodig voor stikstofmetabolisme in de plant
- Helpt peulvruchten om stikstof vast te leggen



Nikkel

## BELANG VOOR DE MENS

- Verhoogt hormonale activiteit
- Is onderdeel van alle menselijke organen

**BRONNEN:** noten, peulvruchten, soja producten, granen, chocolade

## BELANG voor de PLANT

- Gebruikt voor vroege fase chlorofyl- en koolhydraatproducten
- Ondersteunt stress tolerantie, groei-hormonen en het enzymstelsel



Zink

## BELANG VOOR DE MENS

- Helpt het immuunsysteem tegen bacteriën en virussen
- Speelt een essentiële rol in de cognitieve ontwikkeling en celdgroei

**BRONNEN:** noten, volkorengranen, peulvruchten, soja producten, aardappelen, chocolade



# COLOFON

## TEKST

Meststoffen Nederland

## DESIGN

Schuttelaar & Partners

## DRUKWERK

Zwaan Printmedia

## DATUM

April 2019

## DISCLAIMER

Hoewel bij deze publicatie uiterste zorg is nagestreefd, kan voor eventuele fouten en onvolledigheden niet worden ingestaan en aanvaarden auteur(s), redacteur(en) en uitgever deswege geen aansprakelijkheid, noch voor schade, van welke aard ook, die het directe of indirecte gevolg is van handelingen en/of beslissingen die (mede) gebaseerd zijn op de informatie uit deze uitgave.

## COPYRIGHT 2018

Meststoffen Nederland, Leidschendam

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevens-bestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever: Meststoffen Nederland, Postbus 443, 2260 AK Leidschendam