



Toekomst van de maisteelt op zandgrond

Overzicht van huidige situatie en mogelijke
maatregelen om de maisteelt te verduurzamen

Auteur | Marie Wesselink, Brigitte Kroonen, Janjo de Haan



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Toekomst van de maisteelt op zandgrond

Overzicht van huidige situatie en mogelijke maatregelen om de maisteelt te verduurzamen

Marie Wesselink, Brigitte Kroonen, Janjo de Haan

Wageningen University & Research

Wageningen, juni 2019

Rapport WPR-794

Wesselink, M., B.M.A. Kroonen, J.J. de Haan, 2019. *Toekomst van de maisteelt op zandgrond; Overzicht van huidige situatie en mogelijke maatregelen om de maisteelt te verduurzamen*. Wageningen Research, Rapport WPR-794. 22 blz.; 8 fig.; 1 tab.; 20 ref.

Een goede uitvoering van de teelt van mais wordt steeds lastiger, met name voor de maisteelt op zand- en lössgrond. Enerzijds komt dit door de wetgeving, anderzijds ook door afname van bodemkwaliteit en het optreden van extremere weersomstandigheden. De maatschappelijke druk om de teelt anders uit te voeren neemt toe. Welke opties zijn er om het anders te doen en is dat dan daadwerkelijk duurzamer dan de huidige teeltwijze? Dit rapport geeft hier een overzicht van.

Trefwoorden: mais, zandgrond, maatregelen, bemesting, vanggewas, vruchtwisseling, grondbewerking

© 2019 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; www.wur.nl/plant-research

<https://doi.org/10.18174/513471>

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-794

Inhoud

1	Introductie	5
2	De huidige situatie in de maisteelt	6
	2.1 Maisteelt in Limburg	6
	2.2 Voor en nadelen van de teelt van mais in vergelijking met gras	6
	2.2.1 Voordelen van mais in vergelijking met gras	6
	2.2.2 Nadelen van mais in vergelijking met gras	6
	2.3 Stikstof en mais	7
	2.3.1 Stikstofopname	7
	2.3.2 Stikstofuitspoeling	7
	2.3.3 Mestbeleid en stikstofgebruiksnormen	8
	2.4 Afname bodemkwaliteit en toename weersextremen	9
	2.5 Andere maatschappelijke issues met invloed op de maisteelt	9
3	Maatregelen	10
	3.1 Bemesting	10
	3.1.1 Bemestingsadvies	10
	3.1.2 Optimaliseren efficiëntie bemesting	10
	3.1.3 Rijenbemesting	11
	3.2 Ruitzaai	12
	3.3 Organische stofaanvoer	13
	3.3.1 Effectieve organische stof	13
	3.3.2 Effecten organische stofaanvoer op stikstofuitspoeling: Bodemkwaliteit op zand	13
	3.3.3 Organische stofbalans en mais: Grondig boeren met mais	14
	3.4 Grondbewerking	15
	3.4.1 Gereduceerde grondbewerking	16
	3.4.2 Vergelijking opbrengsten NKG-ploegen: Bodemkwaliteit op zand	16
	3.5 Vanggewas	17
	3.5.1 Goede uitvoering vanggewas belangrijk	17
	3.5.2 Effecten van een goed vanggewas	17
	3.5.3 Knelpunten in regelgeving vanggewassen	18
	3.6 Vruchtwisseling	18
	3.7 Onkruidbestrijding	19
	3.8 Andere opties	19
4	Tot slot	20
	Literatuur	21

1 Introductie

Een goede uitvoering van de teelt van mais wordt steeds lastiger, met name voor de maisteelt op zand- en lössgrond. Enerzijds komt dit door de wetgeving, anderzijds ook door afname van bodemkwaliteit en het optreden van extremere weersomstandigheden. De maatschappelijke druk om de teelt anders uit te voeren neemt toe. Welke opties zijn er om het anders te doen en is dat dan daadwerkelijk duurzamer dan de huidige teeltwijze? Is met deze opties ook een rendabele melk- en vleesproductie mogelijk? Welke maatregelen en teeltsystemen hebben de voorkeur om toegepast te worden? Zijn de maatregelen en teeltsystemen voor alle gestelde doelen positief? De keuze van maatregelen is vaak afhankelijk van specifieke omstandigheden van grondsoort en bedrijfsvoering.

Dit rapport geeft een kort overzicht van de mogelijke maatregelen. Deze notitie is geschreven op vraag van het Waterschap Limburg en daarmee op enkele punten gericht op de Limburgse situatie. De inhoud van dit rapport is echter ook bruikbaar voor de overige zandgronden in Nederland. De kennis en informatie in dit rapport is onder andere afkomstig vanuit de onderzoeksprojecten PPS Beter Bodembeheer, PPS Ruwvoerproductie en Bodemmanagement en Bodemkwaliteit op Zand en de demonstratieprojecten Grondig Boeren met Mais Brabant, Limburg en Drenthe en Stikstof Strikken.

In hoofdstuk 2 volgt een beschrijving van de huidige situatie wat betreft de maisteelt in Limburg, de voor en nadelen van de teelt van mais in vergelijking tot gras, de stikstofdynamiek in de teelt van mais, de mestwetgeving, de ontwikkelingen wat betreft bodemkwaliteit en enkele andere maatschappelijke discussies die de teelt van mais raken. In hoofdstuk 3 worden de maatregelen beschreven met hun effecten op opbrengst, risico op uitspoeling, andere maatschappelijke effecten en aspecten rond kosten en uitvoerbaarheid. In hoofdstuk 4 volgt een kort slotbeschouwing. Bij dit rapport hoort een flyer waarin de maatregelen worden samengevat.

2 De huidige situatie in de maisteelt

2.1 Maisteelt in Limburg

Aan de basis van de ruwvoerproductie van elke melkveehouder staan twee gewassen: gras en mais. In Nederland is het aandeel gras circa 52% (933.000 ha) van het totale areaal landbouwgrond en het aandeel mais circa 12% (205.000 ha). In Limburg wordt er zo'n 30.000 ha gras geteeld en 15.000 ha mais (CBS, 2018). Het aandeel gras in het totale landbouwareaal is met 32% dus behoorlijk minder dan het landelijk beeld. Het aandeel mais ligt iets hoger dan het landelijk beeld (CBS, 2019).

2.2 Voor en nadelen van de teelt van mais in vergelijking met gras

2.2.1 Voordelen van mais in vergelijking met gras

Mais dankt haar populariteit aan een hoge droge stof productie en energiewaarde. De zetmeelrijke, eiwitarme maïs combineert uitstekend met zetmeelarm maar eiwitrijk gras. Dit is goed voor de koe maar ook voor het milieu. Enerzijds omdat een maïsgewas zeer efficiënt met water omgaat en anderzijds omdat een rantsoen met maïs de emissie van methaan en ammoniak beperkt. Bovendien kan door het gebruik van maïs op de hoeveelheid krachtvoer worden bespaard. Mais past goed in het rantsoen om de opneembaarheid van gras te bevorderen.

In rassenonderzoek wordt bij mais een droge stof productie gehaald van ongeveer 21 ton/ha tegen 14 ton/ha droge stof bij gras (CSAR, 2019).

Ter vergelijking 1 kilogram droge stof maïs kost 160-190 liter water, voor gras is dit 300-400 liter water. Verder vraagt de teelt van gras veel meer arbeid dan die van maïs. Omdat de teelt van gras voornamelijk door de melkveehouder zelf uitgevoerd wordt, is het veel rendabeler om op de percelen aan huis gras te telen en op afstand maïs. In geval van beweiden geldt hetzelfde vanwege de cyclus van het naar binnen en buiten gaan van vee. Maïs wordt daardoor vaak op dezelfde percelen geteeld, wel tientallen jaren achter elkaar. Daar waar door veehouders geruid wordt met akkerbouwers wordt maïs wel in meer of mindere mate opgenomen in de akkerbouwrotatie. Op lage en natte percelen heeft teelt van gras vaak wel de voorkeur met name vanwege berijdbaarheid: deze percelen worden dan uitgesloten voor teelt van maïs en of andere gewassen.

2.2.2 Nadelen van maïs in vergelijking met gras

Daar staat tegenover dat op veel bedrijven in vergelijking met gras bij de maïsteelt te veel nutriënten (vooral stikstof) en herbiciden verloren gaan, wat het voor de waterbeheerders moeilijk maakt aan de gestelde kwaliteitsnormen te voldoen. Ook de maïstelers zijn daar niet blij mee, omdat dit duidt op een slechte benutting van grond- en hulpstoffen. De teeltkosten zijn dan te hoog en de gewasopbrengsten te laag. Ook in de kringloopwijzer werkt dit negatief uit.

De huidige teeltwijze van maïs heeft daarnaast ook een negatieve invloed op de bodemkwaliteit doordat deze veelal in continue teelt wordt uitgevoerd met weinig aanvoer van organische stof en berijding met zware machines onder ongunstige omstandigheden. Een slechte bodemkwaliteit veroorzaakt vervolgens weer diverse milieukundige (af- en uitspoeling nutriënten- en herbiciden, droogte, broeikasgasemissie, verlaging biodiversiteit) en teelt technische (late zaai, droogte, plasvorming, stress, ziekten, slechte benutting nutriënten) problemen. In de teelt van maïs ontstaat als gevolg hiervan de neiging om steeds meer gewasbeschermingsmiddelen te gebruiken. Naast onkruiden vinden in toenemende mate bespuitingen plaats tegen schimmels (bladvlekkenziekten) en insecten vooral de maïsstengelboorder.

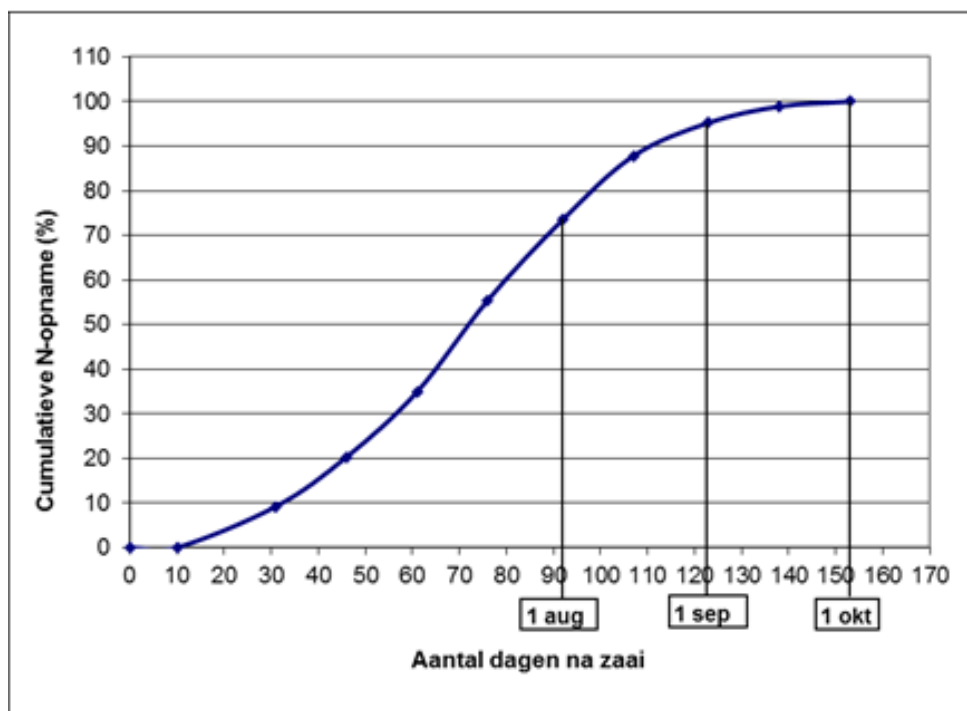
Dit alles leidt tot opbrengst- en kwaliteitsreductie en daarmee tot en lagere economische opbrengst. Hiermee komt de duurzaamheid van de teelt verder onder druk te staan.

Zowel vanuit wet- en regelgeving als vanuit de maïstelers zelf vraagt dit voor het zoeken naar andere teeltsystemen voor maïs.

2.3 Stikstof en maïs

2.3.1 Stikstofopname

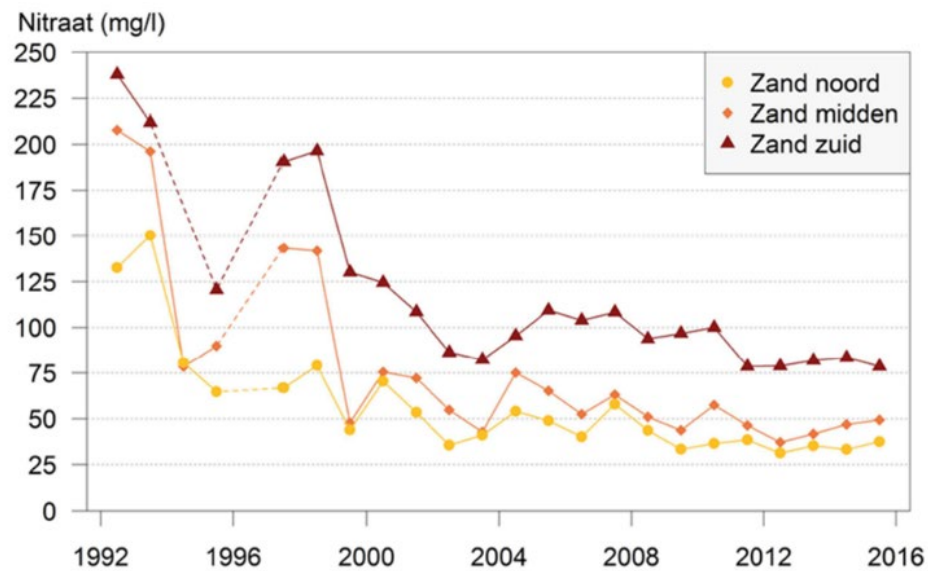
Wanneer we kijken naar de stikstofopname van maïs (onder omstandigheden van onbeperkt aanbod van N) dan blijkt dat maïs vanaf half juni tot half augustus de meeste stikstof opneemt, ruim 120 kg per ha (figuur 1). Totaal is er dan al ongeveer 160 kg opgenomen. Vanaf half augustus tot de oogst (circa 1 oktober) wordt nog 20 kg stikstof opgenomen. De laatste weken voor de oogst wordt er nauwelijks nog stikstof opgenomen. Grofweg kan gezegd worden dat de meeste stikstof tot het moment van bloei opgenomen wordt (begin augustus). In de periode na de bloei komt in de bodem stikstof beschikbaar door mineralisatie, die niet meer opgenomen wordt door de maïs. Na maïs kan dus veel stikstof overblijven in de bodem. Maïs behoort hierdoor tot de uitspoelingsgevoelige gewassen.



Figuur 1 Stikstofopname (cumulatief) bij maïs

2.3.2 Stikstofuitspoeling

Mais is dus één van de uitspoelingsgevoelige gewassen die relatief veel stikstof (nitraat) nalaten in de bodem. Daarmee is het één van de teelten die zorgen voor hoge nitraatgehaltes in het grondwater. Vanuit de Europese Unie wordt een nitraatgehalte in het grondwater nagestreefd van 50 mg/l. Het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) meet sinds 1992 uitspoeling van nutriënten onder landbouwbedrijven. Door het gevoerde mestbeleid blijken de nitraatgehaltes in de bovenste meter van het grondwater al sterk te zijn gedaald, zowel op landelijk als op regionaal niveau. In de zandgebieden is het nitraatgehalte gedaald van een kleine 200 mg/l nitraat naar ongeveer 50 mg/l. Op zuidelijk zand en löss liggen deze concentraties wat hoger (rond de 75 mg/l) en in het midden en noorden wat lager. De laatste decennia lijkt de daling te stabiliseren (figuur 2, Fraters et al., 2017). Gespecificeerd naar sector blijkt de melkveehouderijsector gemiddeld gezien de norm van 50 mg/l nitraat te halen. De akkerbouwsector zit rond de 70-80 mg/l nitraat. Hoewel de melkveehoudersector gemiddeld gezien de nitraatnorm haalt, blijkt dit onder maïsland niet te zijn.



Figuur 2 Nitraatconcentraties (jaargemiddelde van gemeten concentratie in mg/l als NO₃) in het water dat uitspoelt uit de wortelzone op landbouwbedrijven in de gebieden Zand Noord, Zand Midden en Zand Zuid in de periode 1992-2016 (Fraters et al., 2017).

De uitspoeling bij gras ligt lager dan bij mais. Dit heeft een aantal oorzaken. Gedurende de periode van langjarig gras vindt er geen grondbewerking plaats waardoor onder grasland de mineralisatie lager is. Bij grasland vindt er een jaarrond grondbedekking en stikstofopname plaats. Van de stikstof die in de bodem achterblijft denitrificeert bij grasland bovendien een groter deel dan bij mais (Fraters et al., 2012). Met andere woorden: de uitspoelingsfractie van de resterende stikstof in de bodem is bij gras veel lager (circa 50%) dan bij mais. In gebieden met een groter aandeel gras is hierdoor het nitraatgehalte in het grondwater lager dan in gebieden met een relatief klein aandeel grasland. In Limburg is het aandeel gras in het totale areaal cultuurgrond met 32% lager dan in Noord-Brabant (40%) en lager dan Nederland totaal (52%). De positieve bijdrage van grasland op een lager nitraatgehalte op gebiedsniveau ligt daarmee in Limburg lager.

Bij verloren gaan van reststikstof naar het grondwater speelt ook het type grondsoort een rol. Bij een gelijke reststikstof in het late najaar zal er op klei en veen minder stikstof uitspoelen naar het grondwater dan op zand. Bij de zandgronden zal er op hoge droge zandgronden meer stikstof verloren gaan naar het grondwater dan op nattere zandgronden. Het verschil tussen grondsoorten wordt veroorzaakt door o.a. het verschil in denitrificatieproces dat optreedt.

2.3.3 Mestbeleid en stikstofgebruiksnormen

In de afgelopen jaren is getracht via het mestbeleid – verwoord in de diverse actieprogramma's nitraatrichtlijn – de verliezen van nitraat naar grond en oppervlaktewater te beperken. Dit is onder andere gedaan door zogenaamde gebruiksnormen voor gebruik dierlijke mest (N, P en werkingscoëfficiënten) en gebruiksnormen per gewas vast te stellen.

Voor mais is sinds 2006 de gebruiksnorm voor de zuidoostelijke zand- en lössgronden met 40% gedaald van 185 kg naar 112 kg N per ha (RVO, 2019a). Dit is in de basis minder dan gewenst voor een maximale opbrengst. De berekende gemiddelde opbrengstderving bij een gebruiksnorm van 112 kg N voor mais ligt op 5% met een variatie van 23% tot 0% (van Dijk et al. 2007). Daarnaast is het met de huidige gebruiksnormen voor organische mest (met name fosfaat) lastiger om voldoende organische stof aan te voeren, vooral in situaties waar een verhoging van het organisch stofgehalte gewenst is voor verbeteren van de bodemkwaliteit.

Daarnaast zijn in het 6^e actieprogramma nitraatrichtlijn voor komende jaren diverse maatregelen verplicht gesteld om uitspoeling van stikstof op maispercelen op zand- en lössgrond verder te verminderen. Hierbij gaat het om de verplichting van:

- Het inzaaien van een vanggewas voor 1 oktober vanaf dit jaar, 2019
- Toepassing van rijenbemesting van drijfmest vanaf 2021

Naast de bemesting wordt de teelt van mais vanuit de regelgeving bemoeilijkt omdat het aantal toegelaten onkruidbestrijdingsmiddelen in de maisteelt afneemt, waardoor sommige onkruiden moeilijker te bestrijden zijn. Bovendien noopt het inzaaien van een vanggewas voor 1 oktober ook tot het telen van het vanggewas via onderzaai. Dit vraagt om een aangepaste en mogelijk niet afdoende onkruidbestrijding.

2.4 Afname bodemkwaliteit en toename weersextremen

De huidige teeltwijze van maïs heeft een negatieve invloed op de bodemkwaliteit doordat deze veelal in continue teelt wordt uitgevoerd. Veel telers geven aan problemen met de bodemkwaliteit te ervaren. Vaak zijn dit een of meer van de volgende knelpunten:

- Met snijmaïs wordt relatief weinig organische stof aangevoerd uit gewasresten. Wanneer weinig of geen rundermest wordt gebruikt en geen goed vanggewas wordt geteeld is de organische stofaanvoer te laag om de afbraak van organische stof in de bodem te compenseren. Hierdoor kan water slechter vast worden gehouden en neemt de bodemmineralisatie van nutriënten af. Ook is de weerbaarheid tegen ziekte- en plagen lager en wordt de beworteling bemoeilijkt.
- Toename van de onkruid-, ziekte -en plagendruk door de continue teelt waardoor meer gewasbeschermingsmiddelen nodig zijn. Bij continue teelt krijgen deze zaken elk jaar een kans. Met vruchtwisseling worden deze (deels) onderdrukt in jaren met andere gewassen.
- Bodemverdichting en structuurschade door berijding met zware machines onder ongunstige omstandigheden. Dit treed vooral op wanneer de oogst onder te natte omstandigheden wordt uitgevoerd. Dit zorgt voor slechtere beworteling in vervolg jaren.
- Afname van levering van nutriënten door de bodem met name als gevolg van toename bodemverdichting en verslechtering van de bodemstructuur en/of te lage organische stofaanvoer. Afname van de organische stof zorgt voor lagere mineralisatie. Bodemverdichting en slechtere structuur zorgen voor slechtere beworteling en daardoor slechtere opname van nutriënten.

Door de afname van de bodemkwaliteit is het risico op mislukken van de teelt of grote opbrengstderving bij extreme weersomstandigheden zoals de droogte in 2018 of de wateroverlast in 2016 groot.

2.5 Andere maatschappelijke issues met invloed op de maisteelt

Vanuit de maatschappij en overheid komt er, los van concrete regelgeving, meer en meer druk op de maistelers om te werken aan de oplossing van diverse duurzaamheidsvraagstukken:

- het sluiten van kringlopen van koolstof, nutriënten, water en energie: minder gebruik van kunstmest, minder beregening en minder inzet van fossiele brandstoffen in de teelt en meer gebruik van reststromen zoals mest zoals verwoord in de kringloopvisie van het ministerie van LNV (LNV, 2018; LNV, 2019).
- het verminderen van emissies van broeikasgassen door efficiëntere bemesting en minder gebruik van fossiele brandstoffen en het opslaan van koolstof in de bodem door o.a. meer aanvoer van organische stof, minder intensieve grondbewerking en de teelt van groenbemesters zoals afgesproken in het klimaatakkoord in Parijs en ook wordt uitgewerkt in een Nederlands klimaatakkoord (<https://www.klimaatakkoord.nl/>).
- het verbeteren van de biodiversiteit op en om landbouwpercelen o.a. door het sterk verminderen van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en overstappen naar niet chemische bestrijdingsmethodes zoals mechanische onkruidbestrijding, zoals nu afgesproken in het Deltaplan Biodiversiteit (<https://www.samenvoorbiodiversiteit.nl/>).

3 Maatregelen

3.1 Bemesting

Een eerste stap in de richting van een lage(re) nitraatuitspoeling is een optimale bemesting. Een goede bemesting (bemestingsplan) bestaat uit de juiste combinatie van soort, hoeveelheid, toedieningsmethode, en -tijdstip van het bemesten (binnen de kaders van wet- en regelgeving). We beperken hier ons tot de stikstofbemesting omdat hier de meeste knelpunten zitten.

3.1.1 Bemestingsadvies

Maïs neemt bij een goede productie en efficiënte bemesting ruim 200 – 250 kg N op. De basis voor het vaststellen van de stikstofbehoefte kan het landelijk advies zijn al dan niet gecorrigeerd voor opbrengstniveau en ervaring van de teler. Het standaard stikstofadvies voor maïs is: 200 – N_{min} (laag 0-60 cm). Voor het bepalen van de gift wordt de N_{min} voorraad in de bodem afgetrokken en moet daarnaast gecorrigeerd worden voor perceelsspecifieke omstandigheden. Correctie vindt plaats voor:

- langjarige stikstofwerking toegepaste organische mest (0-5 kg/ha bij varkens en 10-20 kg/ha bij gebruik van runderdrijfmest)
- nawerking gewasresten (0 kg bij maïs als voorvrucht tot 100 kg/ha bij grasland van meer dan drie jaar oud)
- nawerking vanggewas/groenbemesters afhankelijk van de ontwikkeling (circa 5 tot 30 kg/ha)
- mineralisatie organische stof in de bodem: hiervoor zijn (nog) geen vuistregels. De hoogte is afhankelijk van het percentage organische stof, de samenstelling en mate van beschikbaar komen (o.a. vocht en temperatuur). Het gaat om een inschatting t.o.v. een gemiddelde situatie.

Zie voor uitgebreidere informatie over het bemestingsadvies www.handboekbodemenbemesting.nl of www.bemestingsadvies.nl

Samenvatting:

In een goed bemestingsplan wordt rekening gehouden met de stikstofbehoefte van het gewas en de nawerking van stikstof uit langjarig gebruik organische mest, vanggewas en gewasresten. Dit zorgt enerzijds voor voldoende stikstof voor het gewas en anderzijds wordt zo het risico op uitspoeling beperkt. Natuurlijk moeten ook de andere nutriënten meegenomen worden in het bemestingsplan.

3.1.2 Optimaliseren efficiëntie bemesting

Alle stikstof, die na de bloei van de maïs vrijkomt door mineralisatie uit de bodem, mest of gewasresten kan de maïs nauwelijks meer opnemen en kan dus verloren gaan. Voor een efficiënte bemesting is het dus belangrijk om te zorgen dat de aangeboden stikstof in de periode tot aan de bloei beschikbaar komt voor opname. Tijdig inwerken van voorvruchten en groenbemesters (4-6 weken voor aanvang teelt van maïs) is dus van belang om deze ten goede te laten komen aan de maïs. Daarnaast geldt dat meststoffen niet te lang (> 4 weken) voor aanvang van de teelt toegepast moeten worden om verliezen voorafgaand aan de teelt te voorkomen.

Als bovenstaand bemestingsadvies voor een gemiddelde situatie wordt gevolgd dan komt het bemestingsadvies uit op gemiddeld circa 145 kg N per ha (N_{min}: 20 kg/ha, nawerking uit langjarig gebruik dierlijke mest (runderdrijfmest): 20 kg/ha en nawerking vanggewas en/of voorvrucht: 15 kg N/ha). De gebruiksnorm voor maïs bedraagt echter 112 kg N/ha. Om het gat van circa 30 kg N/ha te dichten zal er meer stikstof uit de bodem "gehaald" moeten worden. Bij gebruik van varkensdrijfmest en een slecht geslaagd vanggewas is het gat nog groter. Bij een voorvrucht van 3 jarig gras bedraagt de nawerking van de voorvrucht 100 kg N/ha (mits goed verwerkt) en is een bemesting van zo'n 50 kg/ha voldoende.

Naast de hier genoemde N-giften zijn natuurlijk de andere nutriënten zoals fosfaat, kali, magnesium etc. en sporenelementen van belang voor een optimale groei (www.handboekbodemenbemesting.nl, www.bemestingsadvies.nl).

Zorgen voor meer stikstof uit de bodem kan gerealiseerd worden door meer organische stof aanvoer, zorgdragen voor een geslaagd vanggewas, vruchtwisseling toepassen, beworteling stimuleren, bodemverdichting voorkomen en/of opheffen, vochtvoorziening optimaliseren (overlast voorkomen, waterbergend vermogen verhogen, capillaire werking in stand houden of verbeteren), bodemleven stimuleren, pH op peil houden etc.

Naast het realiseren van meer stikstof en andere elementen uit de bodem kunnen de toegediende meststoffen ook efficiënter worden toegediend of kan er voor een teeltsysteem gekozen worden dat bijdraagt tot een efficiëntere opname. Kunstmest N en P in de rij leidt tot een efficiëntie van respectievelijk 30 en 50%. Het kort voor de teelt toepassen van organische mest leidt tot een hogere werkingscoëfficiënt. Afhankelijk van weer en mestsoort kan te vroeg uitrijden een verlaging van de technische werkingscoëfficiënt betekenen van 10-20%.

Samenvatting:

Aandachtspunten voor efficiënte bemesting:

- breng nawerking van stikstof uit gewasresten, groenbemesters, mest en bodem goed in beeld
- voorkom bodemverdichting en zorg voor een goede doorworteling van de bodem
- zorg voor optimale vochtvoorziening en een goede pH
- dien de mest kort voor zaai toe (minder dan 4 weken)
- werk een vanggewas of graszode tijdig in (meer dan 4 weken voor zaai van de mais)
- pas rijenbemesting, zowel voor kunstmest als dierlijke mest toe of kies voor ruitzaai
- pas geen of een beperkte bemesting toe bij mais na grasland van 3 jaar en ouder

3.1.3 Rijenbemesting

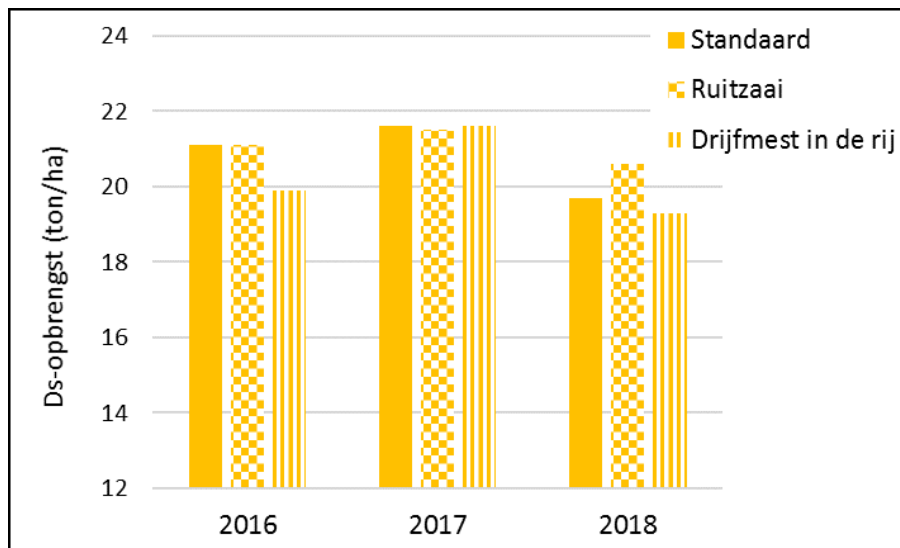
In onderzoek is aangetoond dat mais efficiënter omgaat met stikstof wanneer deze wordt toegediend in de rij. Dit is ook aangetoond voor toediening van organische mest in de rij bij mais (Schröder et al., 2014). Op deze manier is er minder mest nodig voor dezelfde opbrengst, en dus is het overschot kleiner. Met andere woorden bij lagere bemestingsnormen kan met rijentoepassing van dierlijke mest een hogere opbrengst gerealiseerd worden dan bij dezelfde (lage) gift volvelds toegepast. Het aangetoonde opbrengstverschil is 10% en de verhoging van de N-efficiëntie 15%. In het CDM-advies hierover (CDM, 2017) staan resultaten van berekeningen met het WOG-WOD-model waarin wordt aangenomen dat rijenbemesting in het zuidelijk zand- en lössgebied gemiddeld zal leiden tot een verlaging van de nitraatconcentratie van circa 18 mg nitraat per liter onder maisland. Dit is opgenomen in het 6^e actieprogramma nitraatrichtlijn. Vanaf 2021 wordt rijenbemesting in de maisteelt verplicht, met uitzondering van percelen met substantieel aandeel in Grondwatertrap I t/m IV. Een praktisch bezwaar bij rijentoepassing van mest is dat er met een zware machine over bewerkt land moet worden gereden en dit werkt bodemverdichting in de hand. De omstandigheden rond het tijdstip van bemesting worden belangrijker en dus zal het bemesten in een beperktere tijd uitgevoerd moeten worden waardoor meer machines nodig zijn en de kosten van bemesten zullen toenemen. Bij toepassing onder minder optimale omstandigheden en mogelijk optreden van bodemverdichting zal de beoogde opbrengststijging teniet worden gedaan en daarmee ook de beoogde winst in stikstofefficiëntie. Verminderde uitspoeling wordt dan niet gerealiseerd.

Samenvatting:

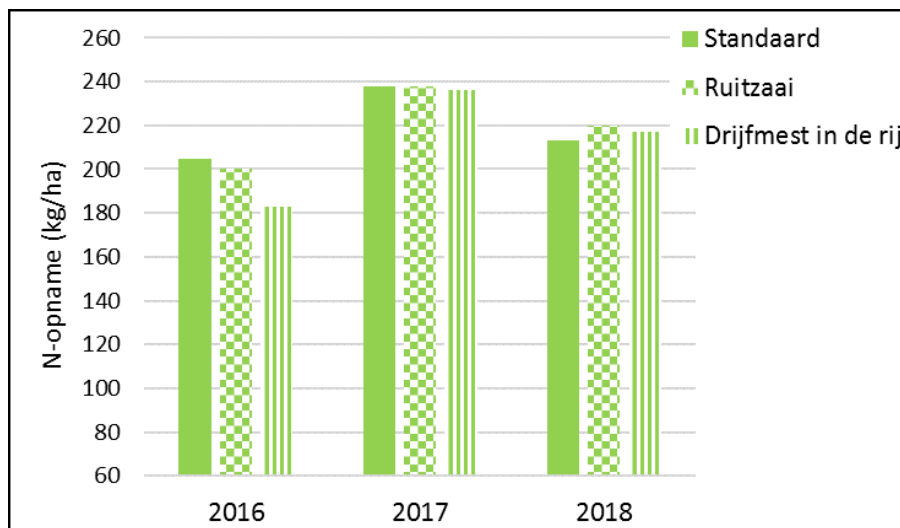
Rijenbemesting kan een opbrengstverhoging van 10% en verhoging van de stikstofefficiëntie van 15% opleveren. De stikstofverliezen nemen daarmee af. De uitvoering vereist echter goede omstandigheden om risico's op bodemverdichting en opbrengstverlies te beperken. Hierdoor kunnen de kosten van bemesting toenemen. Bij slechte omstandigheden is het effect op de uitspoeling geringer.

3.2 Ruitzaai

In de zoektocht naar andere efficiëntere maisteelssystemen, die het nitraatverlies beperken, is ook de zogenaamde ruitzaai beproefd. Bij deze techniek worden de planten gelijkmatiger verdeeld over het perceel. In plaats van 75 cm rijafstand wordt op 37,5 cm rijafstand gezaaid en tussen de planten ook op gelijke afstand. De mest wordt volvelds toegepast. Het principe hier is om de plant naar de mest te brengen, in plaats van de mest naar de plant, wat gebeurt bij rijenbemesting. Ruitzaai is in 2016 tot en met 2018 beproefd in vergelijking met standaard zaai en rijtoepassing dierlijke mest. Ruitzaai had in 2016 en 2017 een gelijke droge stofopbrengst als standaard zaai en in 2018 een hogere droge stofopbrengst van 0,9 ton per ha (zie figuur 3). De droge stofopbrengst van het systeem met drijfmest in de rij was in 2016 ruim een ton per ha lager dan van standaard zaai, terwijl in 2017 en 2018 de droge stofopbrengst gelijk was. De N-opname (zie figuur 4.) van de verschillende systemen vertoonde praktisch hetzelfde beeld als de droge stofopbrengst. Het onderzoek naar de verschillende teeltsystemen op proefbedrijf Vredepeel wordt in 2019 nog een keer uitgevoerd en daarna afgesloten met een rapportage met de resultaten van vier jaar.



Figuur 3 Droge stofopbrengst van de drie teeltsystemen: standaard, ruitzaai en drijfmest in de rij.



Figuur 4. N-opname van de drie teeltsystemen: standaard, ruitzaai en drijfmest in de rij.

Samenvatting:

Met ruitzaai worden planten beter over het veld verdeeld waardoor het veld gelijkmatiger beworteld is. Ruitzaai geeft vergelijkbare opbrengsten als rijenbemesting zonder de nadelen van rijenbemesting. De risico's op uitspoeling zijn bij ruitzaai nog niet goed bekend. Wel dat ze kleiner zijn dan bij het conventionele maisteelstelsel.

3.3 Organische stofaanvoer

Voldoende organische stof in de bodem is van groot belang. Organische stof zorgt o.a. voor een betere structuur, een betere bewerkbaarheid en een hoger vochtvasthoudend vermogen van de bodem. Organische stof is daarnaast voedsel voor het bodemleven. Het bevat mineralen als stikstof, fosfor en zwavel, die na afbraak door het bodemleven beschikbaar komen.

3.3.1 Effectieve organische stof

Om het organische-stofgehalte in de bodem te handhaven, moet er minstens evenveel effectieve organische stof (EOS) worden aangevoerd als dat er jaarlijks afgebroken wordt. Effectieve organische stof is de hoeveelheid organische stof die één jaar na toediening nog over is in de bodem.

Aanvoerbronnen zijn gewasresten en groenbemesters (inclusief de wortels) die worden ingewerkt en organische mest. De afbraaksnelheid van organische stof in de bodem hangt af van diverse factoren. Vaak wordt een gemiddelde afbraak aangehouden van 2% en is de vuistregel dat zo'n 2000 kg EOS/ha moet worden aangevoerd om de afbraak van organische stof te compenseren (www.handboekbodemenbemesting.nl).

Snijmaïs laat weinig organische stof achter, zo'n 675 kg/ha omdat de hele plant geoogst wordt. Hoe meer van de plant achterblijft op het veld, hoe hoger de aanvoer van organische stof. Met korrelmaïs wordt relatief veel organische stof met de gewasresten aangevoerd omdat alleen de korrel geoogst wordt, zo'n 2175 kg/ha. Via optimalisatie van de teelt van het vanggewas kan ook meer organische stof aangevoerd worden, elke ton extra droge stof in het vanggewas levert zo'n 200-250 kg EOS/ha (www.handboekbodemenbemesting.nl).

Meer aanvoer van organische stof via aanvoer van meer mest is vanwege de krappe gebruiksnormen beperkt. Voor aanvoer van organische stof met compost is in de wetgeving meer ruimte via de vrijstelling op fosfaat en de lage stikstofwerkingscoëfficiënt. Vanwege de beschikbaarheid van voldoende eigen mest zal vanwege kosten voor afzet in de praktijk in beperkte mate compost ingezet worden. Ook is de hoeveelheid beschikbare compost te beperkt voor een brede toepassing in de landbouw.

3.3.2 Effecten organische stofaanvoer op stikstofuitspoeling: Bodemkwaliteit op zand

Het langjarig onderzoek in Vredepeel in het project Bodemkwaliteit op zand naar de effecten van organische stof op o.a. opbrengst en nitraatuitspoeling laten zien dat investeren in bodemkwaliteit loont voor opbrengstbehoud. De helft van gemiddelde jaarlijkse afbraak compenseren leidt op den duur tot een opbrengstderving van gemiddeld 5% op bouwplanniveau (de Haan et al., 2018a).

In dit onderzoek zijn twee gangbare bedrijfssystemen met elkaar vergeleken: één systeem met een gebruikelijke organische stofaanvoer met gebruik van drijfmest (STANDAARD) en één systeem met een lage organische stofaanvoer met gebruik van meststoffen zonder of met een laag gehalte organische stof (LAAG). Beide systemen hebben een zesjarige vruchtwisseling met akkerbouw-groente- en voedergrassen waaronder maïs. Systeem LAAG had in de periode 2011-2016 een 5% lagere totale droge stofproductie en een lager risico op stikstofuitspoeling. De nitraatconcentraties in het grondwater, de N-min voorraden in de bodem in het najaar en het stikstofoverschot waren in LAAG in alle gevallen lager dan STANDAARD. In beide systemen lag de nitraatconcentratie in het grondwater boven de norm in de Europese nitraatrichtlijn (50 mg/l). Het organisch stofgehalte in LAAG was 0,4%-punt lager dan STANDAARD. Andere bodemparameters zijn in de loop van de tijd van de proef niet veranderd. Er kon geen duidelijk verband afgeleid worden tussen de aanvoer van organische stof en lachgasemissies (de Haan et al., 2018a).

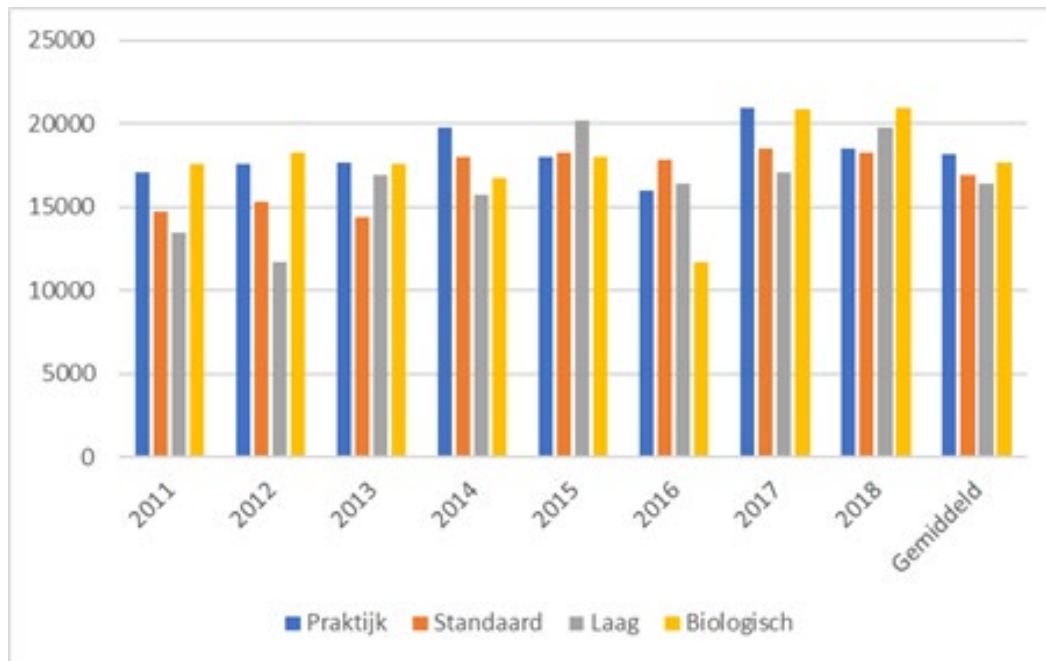
Aanvoer van extra organische stof in de vorm van compost in zowel LAAG als STANDAARD leidt tot hogere opbrengsten, met name in systeem LAAG, maar leidde niet tot een verhoging van de uitspoeling. De opbrengsten in STANDAARD lagen gemiddeld 15% lager dan de praktijkopbrengsten op de proeflocatie, mogelijk veroorzaakt door jarenlange strikte bemestingsstrategie (gemiddelde aanvoer organische mest op basis van afvoer van fosfaat (ca. 50-60 kg/ha) sinds de start van het bedrijfssystemenonderzoek in 1988. De praktijkpercelen op de proeflocatie zijn binnen de geldende regelgeving bemest.

Met de indicaties voor lagere stikstofverliezen, hoewel nog steeds boven de nitraatnorm, bij een lagere

aanvoer van organische stof, maar tegelijkertijd lagere opbrengsten geeft dit onderzoek een dilemma weer tussen een belangrijk milieuaspect en de economie van het boerenbedrijf.

Separaat gekeken naar de opbrengst van mais werd in de systemen LAAG een 3% lagere opbrengst gehaald dan STANDAARD. Ten opzichte van de gangbare praktijk op de proeflocatie lag de opbrengst van STANDAARD 7% lager (figuur 5).

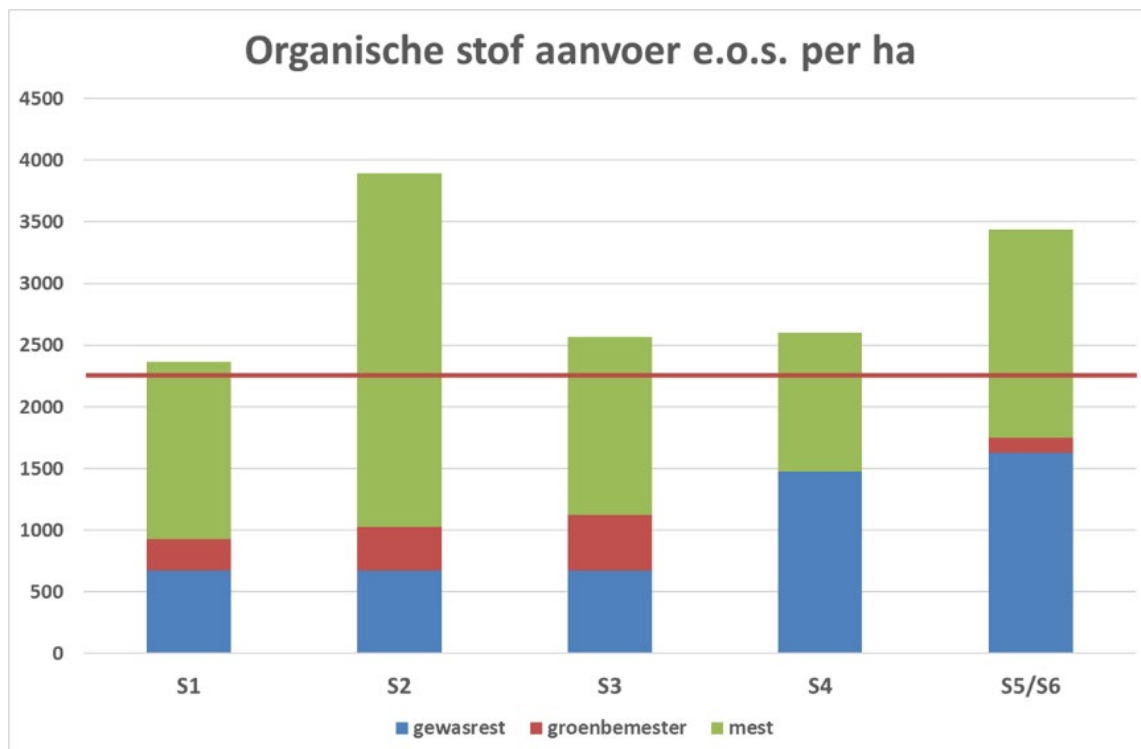
In het biologisch bedrijfssysteem op locatie Vredepeel waar een hogere organische stof aanvoer (3000 kg EOS per ha) plaatsvindt dan de gemiddelde afbraak door middel van vaste rundermest en runderdrijfmest werd een snijmaisopbrengst gerealiseerd, die 4% hoger lag dan het STANDAARD-systeem en 7% hoger dan het systeem LAAG. Zonder de negatieve uitschieter van 2016 vanwege de overvloedige neerslag zijn de BIO-opbrengsten gelijk aan de praktijkopbrengsten van het proefbedrijf. De nitraatgehaltes in het systeem BIO lagen onder de norm van 50 mg nitraat. Een verklaring hiervoor is nog niet eenduidig, dit kan naast verschil in management ook komen door verschillen tussen de percelen (de Haan et al, 2018b).



Figuur 5 Droge stof opbrengst snijmais per systeem over de jaren 2011-2018 in het project Bodemkwaliteit op zand, ook vergeleken met de maisopbrengsten van praktijkpercelen van het proefbedrijf Vredepeel

3.3.3 Organische stofbalans en mais: Grondig boeren met mais

Binnen het project Grondig Boeren met Mais (www.grondigboerenmetmais.nl) op locatie Vredepeel worden vijf maisteelsystemen vergeleken, waarbij gewerkt wordt binnen de wettelijke gebruiksnormen (figuur 6). Het gekozen maisteelsysteem bepaalt hoe de organische stofbalans eruitziet. Bij systeem 1 (gangbare maisteelt, continueelt) is te zien dat behoud van een organische stof balans mogelijk is onder de huidige gebruiksnorm (2018). Er wordt runderdrijfmest toegepast en een vanggewas na de oogst van de mais. Behoud van organische stof is in die zin niet de belangrijkste uitdaging. Wel is het zo dat wanneer het streven is om het organische gehalte in de bodem te verhogen er voor andere maatregelen gekozen moet worden. Hierbij kan men denken aan het vervangen van een deel van de runderdrijfmest door compost (systeem 2, positieve organische stof balans). Wanneer geen runderdrijfmest maar bewerkte of gescheiden rundermest of varkensdrijfmest gebruikt zou worden, dan is de organische stof balans negatief en dreigt bij continueelt mais een achteruitgang van het organische stofgehalte in de bodem met mogelijk opbrengstverlies op termijn als gevolg. Resultaten van de afgelopen jaren van Grondig Boeren met Mais Drenthe laten zien dat extra organische stof aanvoer een serieus verhogend effect heeft op de maisopbrengst.



Figuur 6 Organische stof balans systeemdemonstratie Grondig Boeren met Mais Brabant 2018. S= systeem. Thema's van de systemen 1: standaard maisteeltsysteem, gebruik runderdrijfmest. 2: positieve organische stofbalans d.m.v. vervangen ½ runderdrijfmest door compost, 3: efficiënte mineralenbenutting m.b.t. rijenbemesting en vroege nazaai, 4: ultra vroege mais, inzaai gras t.b.v. twee teelten per jaar in 2018, 5/6: vruchtwisselingssysteem 2 jaar gras - 2 jaar mais. Bron: Systeemdemonstratie Grondig Boeren met Mais Brabant 2018.

Samenvatting:

Aanvoer van voldoende organische stof is van belang om bodemkwaliteit en opbrengstniveau in stand te houden. Met snijmaïs blijft na de oogst weinig organische stof met gewasresten achter. Voldoende organische stof kan aangevoerd worden met:

- Organische mest: met compost wordt meeste organische stof aangevoerd per kg N of P, daarna rundermest, varkensdrijfmest heeft de laagste organische stoffaanvoer
- Vanggewassen/groenbemesters: tijdige zaai van het vanggewas en aandacht voor zaaibedbereiding en zaaizaadhoeveelheid zorgt voor een hogere organische stoffaanvoer
- Gewasresten: kiezen voor korrelmaïs of CCM levert meer gewasresten op het veld dan met snijmaïs. Teel mais in rotatie met andere gewassen met een hoge organische stoffaanvoer.

3.4 Grondbewerking

Bij maïsteelt wordt de grond een aantal keren bewerkt (inwerken vanggewas, mestinjectie, hoofdgrondbewerking plus eventuele aanvullende zaai bereiding, eventuele mechanische onkruidbestrijding en stoppelbewerking plus inzaai groenbemester na oogst). Een belangrijk doel van de hoofdgrondbewerking is het onderwerken van gewasresten en onkruiden. Andere redenen zijn verbetering van de afvoer en berging van overtollige neerslag en wegnemen van oppervlakkige verdichtingen ontstaan bij de oogst. Bij het bewerken van de grond wordt de grond omgezet en komt er meer lucht in de bodem. Dit activeert het bodemleven welke op zijn beurt organische stof afbreekt en omzet in mineralen. In de huidige landbouw wordt vaak ploegen of spitten toegepast. In volgorde van afnemende bewerkingsintensiteit: ploegen/spitten, ondiep ploegen, niet-kerende grondbewerking (NKG), strokenfreen, 'no-till'.

3.4.1 Gereduceerde grondbewerking

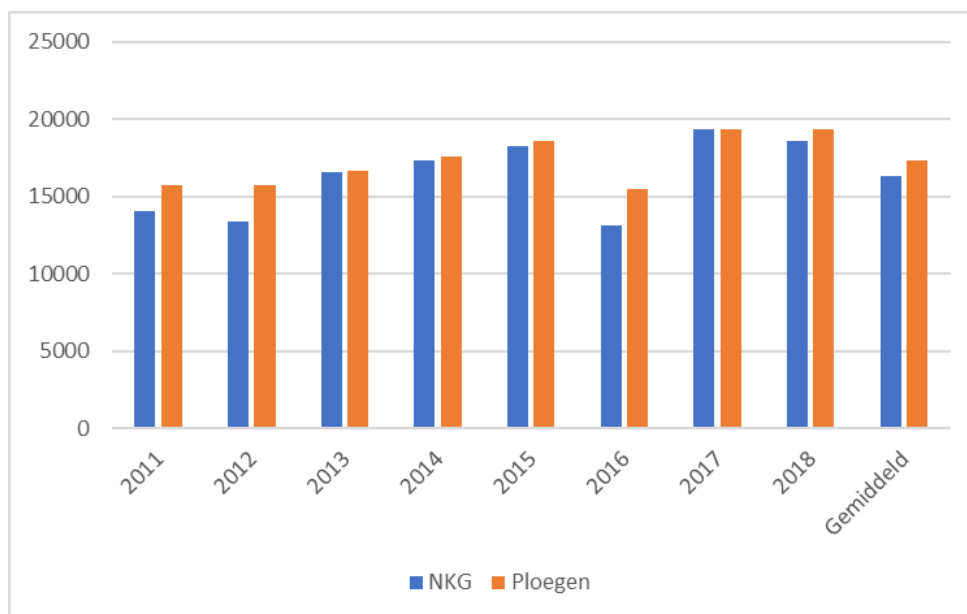
Bij vermindering van grondbewerking wordt vaak gedacht aan toepassing van niet kerende grondbewerking (NKG) in plaats van ploegen. Hierdoor wordt de organische stof meer in de bovenlaag gehouden waardoor de mineralisatie in voorjaar mogelijk sneller op gang komt. De mineralisatie kan in sommige situaties ook trager verlopen omdat vertering van gewasresten stikstof vraagt. Daarnaast worden gangenstelsels die zijn ontstaan door bodemleven (wormengangen), schimmeldraden, die zorgen voor samenkiten van bodemdeeltjes of plantenwortels niet of minder snel doorbroken dan bij een kerende bewerking. Hierdoor wordt ook de capillaire werking van de bodem minder aangetast. Dit geldt zeker voor leemhoudende zandgronden en lössgronden. Door de capillaire werking in stand te houden wordt gezorgd voor een goede vochtvoorziening dat ook de mineralenbeschikbaarheid voor het gewas ten goede komt. Bovendien zorgen gewasresten in de toplaag voor minder kans op verslemping. Dit komt de groei van gewas ten goede en zorgt ook voor meer waterberging en minder kans op afspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen.

Risico's van minder bewerkingen en niet kerende grondbewerking zijn een suboptimaal zaaibed en daardoor mogelijk slechtere groei. Verder kan er een hogere onkruiddruk optreden en opslag van onkruiden en groenbemesters uit de winter. De aanwezige onkruiden kunnen nu chemisch (eventueel met inzet van glyfosaat) voldoende worden bestreden. Bij te veel bovenliggende gewasresten kan een mechanische onkruidbestrijding hinder ondervinden.

3.4.2 Vergelijking opbrengsten NKG-ploegen: Bodemkwaliteit op zand

In het langjarig onderzoek op Vredepeel (Bodemkwaliteit op zand) is sinds 2011 een vergelijking gemaakt tussen ploegen en niet kerende grondbewerking. Het betreft hier een zwaklemige zandgrond. NKG geeft bij mais gemiddeld 4% lagere opbrengsten dan ploegen, maar verschil zit vooral in BIO en LAAG, niet in STANDAARD (figuur 7). Over de hele vruchtwisseling geeft NKG vergelijkbare opbrengsten als ploegen. Dit komt overeen met resultaten op lössgronden die in dit opzicht enigszins vergelijkbaar zijn met leemhoudende zandgronden in Limburg. Uit onderzoek op Proefboerderij Wijnandsrade bleek wel dat voor mais ploegen vaak een betere opbrengst opleverde dan diverse alternatieve niet kerende systemen terwijl gemiddeld over de andere gewassen geen opbrengstverschil aanwezig was.

Uit het onderzoek komt verder dat bij toepassing van NKG er minder stikstof in de bodem zit na de teelt en dat daarmee de uitspoelingsrisico's kleiner zijn. Het is nog onduidelijk waarom dit zo is (Jolink, 2018).



Figuur 7 Opbrengst mais vergelijking NKG en ploegen gemiddeld over de systemen per jaar.

Samenvatting:

Niet-kerende of verminderde grondbewerking (NKG) verbetert de bodemkwaliteit. Dit resulteert in een lager risico op uitspoeling, meer waterberging en minder kans op afspoeling. Deze voordelen worden met name op leemhoudende gronden waargenomen. In vergelijking met ploegen worden (nog) geen opbrengstverbeteringen aangetoond. Op leemarme zandgronden is de opbrengst van mais bij NKG wat lager. Goede onkruidbestrijding is bij NKG lastiger.

3.5 Vanggewas

Na de teelt van mais is er meestal nog veel reststikstof aanwezig omdat mais reeds begin augustus stopt met opname van stikstof en de mineralisatie nog doorgaat. Dit geldt in grotere mate wanneer de bemesting minder goed is afgestemd op de opnamecapaciteit van de mais, de nawerking vanuit de voorvrucht (bijvoorbeeld langjarig grasland) onvoldoende meegerekend is bij bepaling van de gewasbehoefte of de mais door welke reden dan ook gestoord is in z'n groei.

3.5.1 Goede uitvoering vanggewas belangrijk

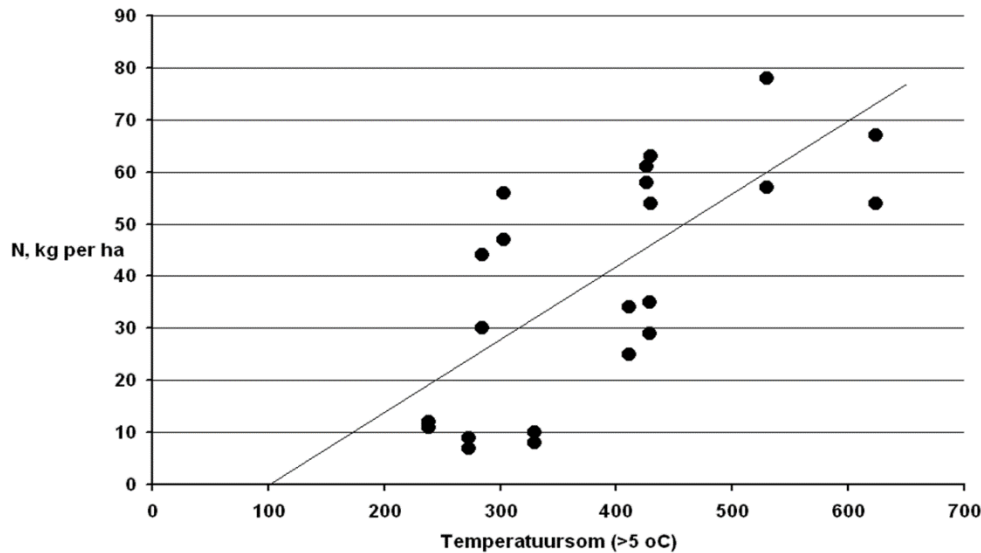
Een goede uitvoering van de teelt van een vanggewas is daarom belangrijk om te zorgen dat het vanggewas effectief is om deze reststikstof vast te leggen. Bovendien kan dit vanggewas ook zorgen voor een extra organische stofaanvoer en nalevering van mineralen voor het volggewas. Belangrijk is dan om aandacht te hebben voor een tijdige zaai, goede zaaibedbereiding en voldoende zaaizaad etc. Het telen van een vanggewas na maïs is sinds enkele jaren verplicht op zand en lössgronden. Vanaf dit jaar (2019) zijn snijmaïstelers op zand- en lössgronden verplicht om dit uiterlijk 1 oktober uit te voeren. Nazaai is mogelijk als het gewas vroeg geoogst kan worden. Gelijkzaai of onderzaai is noodzakelijk als het risico op oogst na 1 oktober groot is. Er is ook een mogelijkheid om een hoofdteelt wintergraan te telen na maïs. De uiterlijke datum is dan 31 oktober. Voor korrelmaïs, CCM en MKS en de teelt van biologische maïs zijn de regels iets ruimer (RVO, 2019b). De bijdrage van vanggewas aan beperking van nitraatuitspoeling is groter naarmate er eerder gezaaid kan worden.

3.5.2 Effecten van een goed vanggewas

Een goed geslaagd vanggewas na maïs vermindert de nitraatconcentratie op langere termijn met 10-50 mg nitraat per liter ten opzichte van de situatie waarin het vanggewas niet geteeld zou zijn. Het effect is afhankelijk van de nawerking van voorgaande vanggewassen en de mate waarin volgteelten de door het vanggewas opgenomen stikstof weten te benutten. Bij een maisoogst eind oktober zou het effect van gras onderzaai bij maïsteelt op de nitraatuitspoeling vergelijkbaar zijn met het effect van de late inzaai van een vanggewas na een maisoogst eind oktober. In beide situaties is het effect op de nitraatuitspoeling gering. Bij een oogstdatum van 10 oktober kan nog een N-opname in het vanggewas van gemiddeld 10-15 kg per ha worden gerealiseerd met een nawerking voor het volggewas van circa 5 tot 10 kg N. Grasonderzaai heeft bij een oogstdatum van de maïs rond 10 oktober wel enig effect, maar niet in de mate waarin een vanggewas dat zou hebben dat uiterlijk 21 september is ingezaaid. De N-opname van de vroeg ingezaaide nazaai (15 september – 1 oktober) bedraagt gemiddeld 30 kg N (20-40 kg N). Het effect op gebiedsgemiddelde nitraatconcentraties van tijdig ingezaaid vanggewas bedraagt 3-15 mg nitraat per liter voor het zuidoostelijk zand en lössgebied (bij circa 1/3 areaal maïs, tabel 1, Groenendijk et al. 2017). Hoe vroeger de zaai hoe meer stikstof opgenomen wordt (figuur 8). Uit de resultaten van de systeemdemonstratie Grondig Boeren met Maïs 2017 blijkt ook dat een tijdige inzaai van vanggewas (half september) na een vroege oogst (vroeg ras) resulteert in een lagere reststikstof begin november dan bij latere inzaai van het vanggewas (begin oktober). In 2018 werd in alle systemen het vanggewas tijdig ingezaaid vanwege de extreem vroege oogst van de maïs door droogte. Dit resulteerde in een gelijk laag niveau van de reststikstof.

Tabel 1 Het effect van zaaimoment op de stikstofopname en uitspoeling

Zaaimoment	Stikstofopname (kg/ha)	Reductie in uitspoeling (mg nitraat/l)
15 september – 1 oktober	20-40	3-15
1-15 oktober	10-15	
15-30 oktober	0	0



Figuur 8 Stikstofopname van een vanggewas afhankelijk van de temperatuursom na zaai. Elke eerder zaaien geeft 2 kg N/ha meer opname

3.5.3 Knelpunten in regelgeving vanggewassen

Voor de toepassing van gelijkzaai of onderzaai zijn voor het zuidoosten nog geen robuuste systemen voorhanden. Dit vraagt nog veel praktijkervaring en oplossingen vanuit onderzoek. Het kiezen voor nazaaï op alle percelen is logistiek gezien nog geen optie. Bovendien kan de datumverplichting van 1 oktober dan ook nadelig werken: ofwel wordt mais onrijp geoogst of wordt er onder slechte weersomstandigheden geoogst met alle gevolgen van dien voor de bodemkwaliteit.

Samenvatting:

Teelt van een vanggewas na mais is nodig om het risico op uitspoeling te verminderen. Tevens zorgt het voor extra aanvoer van organische stof. Het beste resultaat wordt behaald door een vanggewas na te zaaien bij een vroege oogst voor 1 oktober of het vanggewas onder te zaaien en de mais als nog tijdig te oogsten. De teeltsystemen voor onderzaai moeten nog geoptimaliseerd worden. Vroege oogst voor 1 oktober kan logistiek gezien alleen voor een deel van het maisareaal.

3.6 Vruchtwisseling

Een groot deel van de mais wordt in continueelt verbouwd. Dit is onwenselijk vanuit oogpunt van organische stofaanvoer, ziekten, plagen en onkruiden etc. Verbouw in vruchtwisseling met gras en/of akkerbouwgewassen is beter, waarbij wel gelet moet worden op de juiste vruchtvolgorde gezien organische stof en bodemvruchtbaarheid, plantparasitaire aaltjes en andere ziekten en plagen. Bij afwisseling met grasland is het van belang de nawerking van stikstof uit het gras goed in te schatten en in mindering te brengen op de bemestingsgift van de mais. Tijdig en goed inwerken van het gras is daarbij aan te bevelen om de nawerking van het gras enigszins synchroon te laten lopen met de N-opname van de mais. Advies is rond half maart inwerken. Nog een snede oogsten van het gras in het voorjaar is in deze niet aan te bevelen. In de meeste gevallen is een organische mestgift niet nodig en kan volstaan worden met een beperkte N-kunstmestgift. Belangrijk is wel om ook te letten op de

andere elementen, die normaliter met de organische mestgift gegeven worden.

Uit meetresultaten blijkt dat de reststikstof van mais geteeld op gescheurd grasland, ondanks een hoge opbrengst van de mais, vaak hoger is dan mais geteeld na andere voorvruchten bij vergelijkbaar aanbod van de berekende werkzame stikstof.

Samenvatting:

Vruchtwisseling van mais met andere gewassen verhoogt de opbrengst en verlaagt het risico op uitspoeling. Daarnaast is vruchtwisseling beter voor de organische stofaanvoer, ziekte- en plaagdruk en de bodemstructuur. Bij vruchtwisseling met gras is het belangrijk dat goed rekening gehouden wordt met de nawerking van stikstof.

3.7 Onkruidbestrijding

Gebruik van chemische middelen wordt maatschappelijk steeds meer als onwenselijk gezien. Volledige mechanische onkruidbestrijding in mais is mogelijk maar vergt investeringen in apparatuur, kennis en ervaring en kost meer tijd omdat meerdere bewerkingen nodig zijn.

Het is ook mogelijk mechanische en chemische onkruidbestrijding te combineren. Eggen voor opkomst kan een bespuiting uitsparen.

De inzet van chemische onkruidbestrijding kan ook beperkt worden door te kiezen voor het lage doseringssysteem. De afhankelijkheid van gewasbeschermingsmiddelen blijft bestaan maar de inzet van deze middelen wordt beperkt. Bovendien leidt dit ook tot mogelijk minder gewasremming van de mais.

Bij zaai van het vanggewas gelijktijdig met de zaai van mais is mechanische onkruidbestrijding niet mogelijk. Een mechanische bewerking is wel mogelijk wanneer het vanggewas gezaaid wordt bij een egbewerking kort voor opkomst van de mais. Bij onderzaai van het vanggewas in het 4-6 bladstadium is mechanische onkruidbestrijding wel mogelijk. Chemische onkruidbestrijding is ook beperkt bij keuze voor onderzaai: dan kan niet met bodemherbiciden gewerkt worden.

Samenvatting:

Een volledige mechanische onkruidbestrijding in mais is mogelijk maar duurder met risico op hogere onkruiddruk. Een combinatie van mechanische en chemische onkruidbestrijding verminderd de middelen inzet. Met gebruik van het lage doseringssysteem met chemische onkruidbestrijding kan ook middel bespaard worden. Onderzaai van vanggewassen beperkt de mogelijkheden van zowel mechanische als chemische onkruidbestrijding vooral wanneer het vanggewas gelijktijdig met de mais gezaaid wordt.

3.8 Andere opties

We hebben in dit artikel vooral gekeken naar de maisteelt en de mogelijke maatregelen daarbinnen om tot verduurzaming van de teelt te komen. Een alternatief is om andere gewassen te telen als voer voor koeien en varkens. Hierbij kan gedacht worden aan alternatieven die leiden tot bijvoorbeeld minder nitraatverlies zoals de teelt van sorghum, voederbieten maar ook door meer gras.

4 Tot slot

Hierboven zijn diverse opties voor een andere maisteelt gepresenteerd. Of deze ook leiden tot een duurzamere teelt is afhankelijk van de specifieke situatie, de ruimte binnen de wet- en regelgeving en de uitvoering van de maatregelen. Dit geldt ook voor de maatregelen die nu verplicht worden. Voor alle maatregelen geldt dat een investering van de boer nodig is om ze op de juiste wijze toe te passen. Hierbij gaat het niet alleen om geld maar ook om tijd en aandacht om tot een goede uitvoering te komen. Kostprijsverhoging is daarbij ook een belangrijk punt van veel maatregelen. Hoewel van sommige maatregelen verwacht wordt dat ze op de lange termijn een positief effect op de kostprijs hebben, is in eerste instantie een investering nodig om de nieuwe maatregel toe te passen. Een goede begeleiding van telers in de keuze en uitvoering van maatregelen is daarbij noodzakelijk om tot de gewenste resultaten te komen.

Literatuur

- Bemestingsadvies Grasland en Voedergewassen, www.bemestingsadvies.nl
- CBS, 2019. <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/>
- CDM, 2017. Effect van rijenbemesting bij maïsgewassen op de nitraatconcentratie van grondwater in het zuidelijk zand- en lössgebied. https://www.wur.nl/upload_mm/d/3/4/5e796fa3-6b10-481a-ab21-7a019168e763_1716181_Oene%20Oenema.pdf
- CSAR, Commissie samenstelling aanbevelende rassenlijst <https://rassenlijst.info/>
- Deltaplan Biodiversiteit, <https://www.samenvoorbiodiversiteit.nl/>
- Dijk, W. van, ten Berge, H.F.M., van Dam, A.M., van Geel, W.C.A. & van der Schoot, J.R., 2007, Effecten van een verlaagde stikstofbemesting op marktbaar opbrengst en stikstofopname van akker- en tuinbouwgewassen. PPO, no. 366, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., Wageningen. <http://edepot.wur.nl/20312>.
- Fraters B., A.E.J. Hooijboer, G.B.J. Rijs (auteur), N. van Duijnhoven, J.C. Rozemeijer. 2017. Waterkwaliteit in Nederland; toestand (2012-2015) en trend (1992-2015), Addendum bij rapport 2016-0076, RIVM Rapport 2017-0008, DOI 10.21945/RIVM-2017-0008
- Fraters, B., T.C. van Leeuwen, A. Hooijboer, M.W. Hoogeveen, L.J.M. Boumans, J.W. Reijs, 2012. De uitspoeling van het stikstofoverschot naar grond- en oppervlaktewater op landbouwbedrijven : Herberekening van uitspoelfracties. Rapportnummer 680716006. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/680716006.pdf>
- Groenendijk, P., G.L. Velthof, J.J. Schröder, T.J. de Koeijer en H.H. Luesink, 2017. Milieueffectrapportage van maatregelen zesde Actieprogramma Nitraatrichtlijn; op Planniveau. Wageningen Environmental Research, Rapport 2842. <https://doi.org/10.18174/425038>
- Grondig Boeren met Mais, www.grondigboerenmetmais.nl
- Haan, J.J. de, M. Wesselink, W. van Dijk, H.A.G. Verstegen, W.C.A. van Geel, W. van den Berg. 2018a. Effect van organische stofbeheer op opbrengst, bodemkwaliteit en stikstofverliezen op een zuidelijke zandgrond. Resultaten van de gangbare bedrijfssystemen van het project Bodemkwaliteit op zand in de periode 2011-2016. Wageningen Research, Rapport WPR-754. 108 blz.; 31 fig.; 45 tab.; 51 ref. <https://doi.org/10.18174/440226>.
- Haan, Janjo de, Marie Wesselink, Wim van Dijk, Harry Verstegen, Willem van Geel, Wim van den Berg, 2018b. Biologisch teelt op zuidelijke zandgronden: opbrengst, bemesting, bodemkwaliteit en stikstofverliezen; Resultaten van het biologische bedrijfssysteem van het project Bodemkwaliteit op zand in de periode 2000-2016. Wageningen Research, Rapport WPR-755. 100 blz.; 27 fig.; 37 tab.; 47 ref. <https://doi.org/10.18174/440225>
- Handboek Bodem en Bemesting, www.handboekbodemenbemesting.nl
- Jolink, Jelle. 2018. The effect of reduced tillage on conventional and organic farming systems. MSc Thesis Farm Technology.
- Klimaatakkoord, <https://www.klimaatakkoord.nl/>
- LNV, 2019. Realisatieplan Visie LNV: Op weg met nieuw perspectief https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/publicaties/2019/06/17/realisatie-plan-visie-lnv-op-weg-met-nieuw-perspectief/Realisatieplan+visie+LNV_DEF.pdf
- LNV, 2018. Visie Landbouw, Natuur en Voedsel: Waardevol en Verbonden <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/beleidsnota-s/2018/09/08/visie-landbouw-natuur-en-voedsel-waardevol-en-verbonden/visie-landbouw-natuur-en-voedsel-waardevol-en-verbonden.pdf>
- RVO, 2019a. Stikstofgebruiksnorm en ruimte. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/gebruiksruimte-berekenen/stikstofgebruiksnorm-en-ruimte>
- RVO, 2019b. Vanggewas na mais. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mestbeleid/mest/vanggewas-na-mais>
- Schroder, J.J., Vermeulen, G.D., van der Schoot, J.R., van Dijk, W., Huijsmans, J.F.M., Meuffels, G.J.H.M. & van der Schans, D.A., 2015, 'Maize yields benefit from injected manure positioned in bands', European Journal of Agronomy, vol. 64, pp. 29-36. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.12.011>

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/plant-research

Rapport WPR-794

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



Correspondentie adres voor dit rapport:
Wageningen University & Research | Open Teelten
Edelhertweg 1
Postbus 430
8200 AK Lelystad
T (+31)320 29 11 11
www.wur.nl/openteelten

Rapport WPR-794

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 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.

