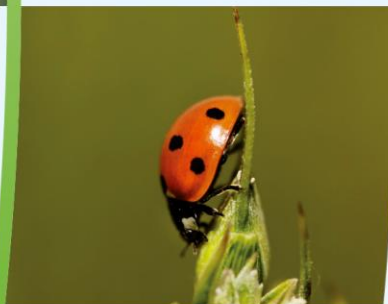


Soil for life

Rapport 1713a.N.17

Voederbietenteelt in
Gelderland: mogelijk areaal
en voetprint van de teelt



Voederbietenteelt in Gelderland: mogelijk areaal en voetprint van de teelt

Auteur(s) : Ir. K. van Duijvendijk
Dr.ir. D.W. Bussink



“Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling: Europa investeert in zijn platteland”.

© 2018 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie van Nutriënten Management Instituut NMI.

Rapporten van NMI dienen in eerste instantie ter informatie van de opdrachtgever. Over uitgebrachte rapporten, of delen daarvan, mag door de opdrachtgever slechts met vermelding van de naam van NMI worden gepubliceerd. Ieder ander gebruik (daaronder begrepen reclame-uitingen en integrale publicatie van uitgebrachte rapporten) is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NMI.

Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Verspreiding

Inhoud

	pagina
Samenvatting	2
1. Introductie	4
1.1 Doel	4
1.2 Achtergrond	4
2. Materiaal & Methode	5
2.1 Studiegebied	5
2.2 Gebruikte data	5
2.3 Gebruikte definities	6
2.4 Scenario's	7
2.5 Berekening potentiële omvang	8
2.6 Analyse invloed op milieu en omgeving	8
2.7 CO ₂ voetafdruk	9
2.8 Stikstofvoetafdruk	10
2.9 Watersvoetafdruk	10
3. Resultaten en discussie	13
3.1 Huidige situatie en landbouwtrends in Gelderland	13
3.2 Potentiële omvang voederbietenproductie	14
3.3 Invloed op milieu en omgeving	17
3.4 CO ₂ -voetafdruk	18
3.5 Stikstofvoetafdruk	21
3.6 Water voetafdruk	23
4. Evaluatie en vooruitblik	26
5. Referenties	28

Samenvatting

Voederbieten waren tot 50 jaar geleden een belangrijk voedergewas. Door de opkomst van de goed gemechaniseerde maisteelt verdween de arbeidsintensieve en deels ziektegevoelige teelt geleidelijk uit het rantsoen. De laatste jaren neemt de interesse voor de teelt toe. Het gewas biedt mogelijkheden als krachtvoervervanger. Er zijn nieuwe rassen met hoge opbrengsten en lagere ziektegevoeligheid. De teelt en oogst zijn nu goed gemechaniseerd. Voederbieten passen ook goed in een beleid naar een meer circulaire economie en meer gewasdiversificatie vanuit het Europese Landbouwbeleid. Bovendien kan het gewas bijdragen aan een aantrekkelijker landschap met meer kansen voor de flora en fauna. Een van de deelvragen in het project "Natuur-inclusieve landbouw met de voederbiet" is welk areaal aan voederbieten is mogelijk in Gelderland en wat betekent dat voor de CO₂-, stikstof- en watervoetafdruk.

Van het Gelderse landbouwareaal (ca. 224.000 ha) is 86 % in gebruik door de melkveehouderij en 10% door de akkerbouw. De voederbietenteelt zal dan ook vooral plaatsvinden op een deel van het aanwezige areaal mais (18%) en tijdelijk grasland(14%) in de melkveehouderij. Bij een maximale inzet in het rantsoen van 4 kg ds voederbiet per koe per dag het jaarrond is er bijna 25.000 ha nodig. Dat is teveel om een 1:4 rotatie in te passen op het beschikbare areaal maïs en tijdelijk grasland. Bij 2 kg ds per koe per dag gedurende het winterseizoen is een areaal zo'n 4.500 ha nodig. Ook een ruimere inzet van 3-4 kg in het winterhalfjaar is teelttechnisch inpasbaar, zelfs nog binnen het huidige maisareaal. In 2018 is er op 294 ha voederbieten geteeld. Ruimte om te groeien richting 5000 ha lijkt mogelijk. Bepalend zijn de druk om meer circulair te werken, het arbeidsgemak van de teelt en de vervoeding, het rendement en ook de discussie om het milieu zoals vermindering nitraatuitspoeling, de inzet van gewasbeschermingsmiddelen en de CO₂-, stikstof- en watervoetafdruk.

Verschillende studies laten zien dat de CO₂-afdruk van voederbieten hoger is dan van snijmais. Dit komt vooral door meer mechanische handelingen bij teelt, opslag en vervoeding en toediening van gewasbeschermingsmiddelen. Belangrijke onzekerheden zijn hierbij de (energie)opbrengst die wordt behaald en wat er met gewasresten gebeurt. Ruwweg ligt de CO₂-voetafdruk 2 keer boven die van mais uitgaande van opbrengsten die 80% van het maximum bedragen. Beoogd is om de voederbiet voor een belangrijk deel als krachtvoervervanger in te zetten. Ten opzichte van krachtvoer is de voetafdruk van voederbiet meer dan de helft lager. Indien het voederbiet voor de 1/3 ingezet wordt als krachtvoer en voor 2/3 als ruwvoer is bij de huidige opbrengstniveaus in de provincie Gelderland de CO₂-voetafdruk lager bij de inzet van voederbieten daarbij rekening houdend met een hogere productie aan vet en eiwit in de melk. Voederbieten bevatten saponinen. Deze remmen de methaanproductie. Niet bekend is hoe groot het effect is bij de inzet van voederbieten in het rantsoen.

De stikstofvoetafdruk van voederbieten en snijmais is redelijk gelijk met betrekking tot het niveau van de stikstofbemesting. Het drogestof- en energieopbrengstpotentieel van voederbieten is gelijk tot iets hoger dan van snijmais. Voederbieten nemen veel meer stikstof op uit de bodem dan mais (verschil > 100 kg N per ha) en ook over een veel langere periode in het groeiseizoen. Dat verkleint het risico op nitraatuitspoeling. En hoewel voederbietenloof dat achterblijft op het land 100 kg N per ha kan bevatten leidt dat niet tot een verhoging van de residuele stikstof in de bodem. De N-mineraalgehalten na de oogst en in de winter zijn lager dan die bij het gewas mais en blijven ruim beneden de 50 kg Nmin per ha.

De waterbehoefte van voederbieten is hoger dan die van snijmais. De extra waterbehoefte die voederbieten hebben ten opzichte van mais vindt vooral plaats in periodes wanneer er voldoende neerslag zal zijn, bij de start van de groei en in de herfst. Mais herstelt zich nauwelijks van periodes met grote droogte in

tegenstelling tot bieten. De behoefte aan beregening is bij mais groter dan bij voederbieten. Voederbieten zijn daarmee een oogstzekerder gewas.

De inzet van gewasbeschermingsmiddelen is bij de teelt van voederbieten hoger dan bij mais. Met het verbod op de neonicotinoiden nemen de inzet van middelen mogelijk verder toe en daarmee het risico op uitspoeling naar het oppervlakte water. Monitoringresultaten moeten uitwijzen op dit ook daadwerkelijk het geval is.

Conclusie:

- Voederbieten gaan efficiënter om met stikstof en laten in het najaar een schoon (Nmineraal) bodemprofiel achter.
- Bieten zijn meer droogte tolerant dan mais en hebben per saldo een geringere beregeningsbehoefte. Hoewel de waterbehoefte hoger is dan die van mais vindt de extra waterbehoefte vooral plaats in perioden met neerslagoverschot.
- De CO₂-voetafdruk van voederbieten is op zichzelf ongunstiger dan die van snijmais. Worden voederbieten deels ingezet om krachtvoer te vervangen en wordt rekening gehouden met de hogere productie van melkvet en melkeiwit dan is de voetafdruk lager dan die van snijmais.
- Bij voederbieten is de inzet van gewasbeschermingsmiddelen hoger dan die bij mais.

1. Introductie

1.1 Doel

Er wordt op hoofdlijnen geïnventariseerd wat de potentie is qua omvang voor de teelt van voederbieten in de provincie Gelderland en wat de verwachte invloed is van de teelt op milieu en op de omgeving. Hiervoor wordt onder meer de voetafdruk (footprint) berekend voor CO₂, stikstof en voor water. Uitkomsten worden vergeleken met andere voedergewassen (voornamelijk mais). Dit rapport zal bestaan uit: (a) een analyse van de potentiële omvang van de voederbietenteelt binnen het gebied, (b) een analyse van de invloed op het milieu en op de omgeving, (c) een berekening van de CO₂ voetafdruk, (d) een berekening van de N-voetafdruk, en (e) een analyse van de watervoetafdruk van deze teelt.

1.2 Achtergrond

Voederbieten waren in het midden van de vorige eeuw een belangrijk voedergewas, met een geschat areaal van 70.000 hectare rond 1950. Dit is gedaald naar 265 hectare in 2013 (Basisregistratie Percelen). De reden dat het areaal voederbieten zo sterk daalde was de opkomst van het minder arbeidsintensieve gewas mais, en de negatieve gevolgen van de *Rhizoctonia*-schimmel (LCVVZW, 2017). De opkomst van variëteiten die tolerant zijn voor deze schimmel zorgden rond 2008 voor een eerste ommekeer, waarna nieuw (Europees) beleid voor een toenemende interesse in voederbieten heeft gezorgd. Vanaf 2015 geldt vanuit de EU de eis voor gewasdiversificatie (onderdeel van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid), wat betekent dat op bedrijven met bijvoorbeeld weinig gras een extra gewas verbouwd moet worden. Op melkveebedrijven kan zo een gewas toegevoegd worden dat een hoge energieopbrengst heeft. De opbrengst van voederbieten ligt tussen de 18 en 19 ton droge stof per ha (Have, 2016). En met de hoge VEM-waarde van voederbieten (afhankelijk van het ras 1.050 tot 1200 VEM kg⁻¹ DS), is het ook een goed alternatief voor krachtvoer (1.080 VEM kg⁻¹ DS). Het invoeren van voederbieten in het rantsoen kan – afhankelijk van de componenten die het vervangt – vooral positief bijdragen aan het melkvet en melkeiwitgehalte (De Brabander et al, 2008). Ook hebben voederbieten voordelen vanwege: (1) de hoge benutting van stikstof na het scheuren van grasland, en (2) het verlagen van de ziektedruk door het doorbreken van de intensieve maisteelt (monoculturen). Andere factoren die de interesse in voederbieten verhogen zijn gekoppeld aan verandering in klimaat (toenemende droogte: mais is erg gevoelig voor droogte en voederbieten beduidend minder).

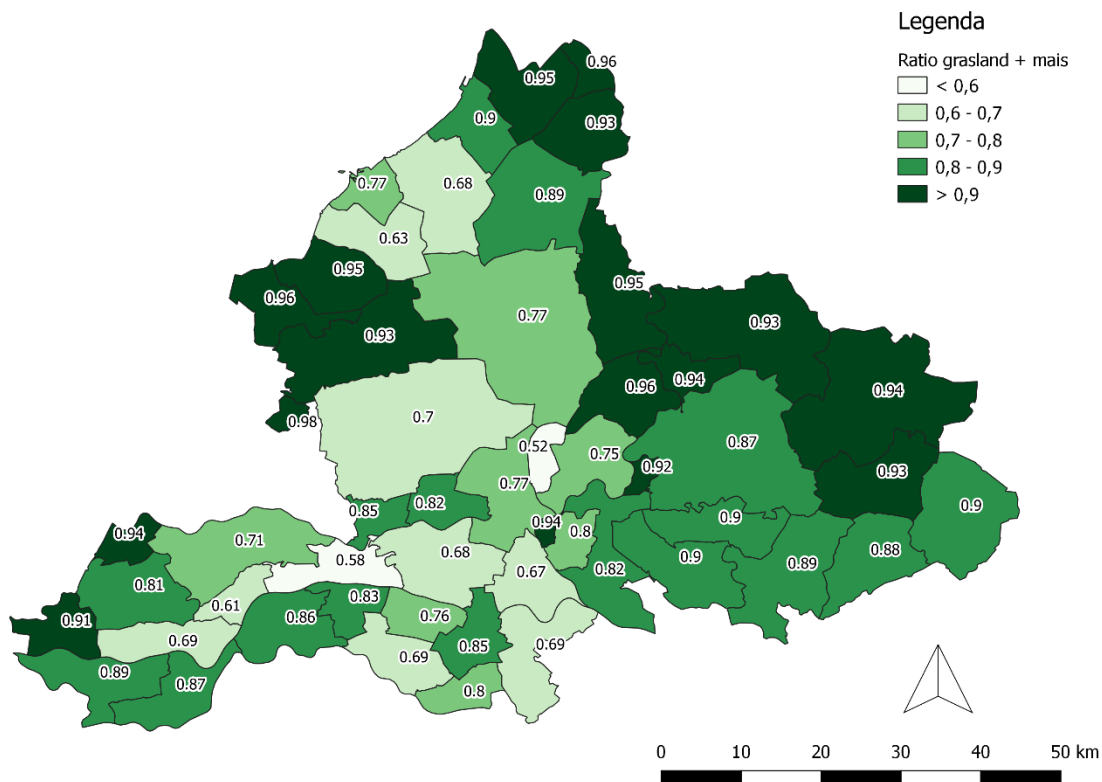
Bovenop het bestaande beleid staat in het advies van de Commissie Grondgebondenheid dat vanaf 2025 minimaal 65% van de eiwitbehoefte van het vee zelf geteeld moet zijn, of bij collega's in de directe omgeving vandaan moet komen (via 'buurtcontracten'). Dit moet gepaard gaan met een 2/3^e vermindering van het gebruik van veevoergrondstoffen van buiten Europa (Commissie Grondgebondenheid, 2018). Praktisch betekent dit dus een afname van de invoer van krachtvoer, dat vervangen moet worden door producten uit Nederland die voor eenzelfde melkproductie- en kwaliteit zorgen. Het wettelijke voorschrift om te voldoen aan de Kaderrichtlijn Water (KRW) gaat ook een grotere rol spelen in de landbouw: de nitraatgehaltes moeten voldoende laag zijn (<50 mg/l) en veel maisgebieden zitten nog structureel boven deze gestelde norm. Voederbieten kunnen door de hoge N-opname en het langere groeiseizoen zelfs met hoge stikstofgiften zorgen dat aan deze normen worden voldaan. Het wordt dus vanuit meerdere beleidspunten interessant om voederbieten aan de rotatie toe te voegen: het verhogen van gewasdiversificatie, het versterken van grondgebondenheid, en het verlagen van de nitraatuitspoeling. Ook in de Kringloopwijzer is het gebruik van voederbieten voor een groot deel positief, doordat ze relatief fosfaatarm zijn. Keerzijde van de teelt van voederbieten is waarschijnlijk de grotere inzet van bestrijdingsmiddelen.

2. Materiaal & Methode

2.1 Studiegebied

Dit project is gericht op de provincie Gelderland (53 gemeenten in 2018). Het totaal areaal landbouwgrond is in de periode 2000 – 2017 afgenomen van 253 naar 224 duizend hectares. Verreweg het grootste deel van dit areaal wordt gebruikt voor graasdierbedrijven (als grasland of voor groenvoedergewassen): in 2017 was dit 193 duizend hectare, wat 86% van de totale cultuurgrond is. In Figuur 2.1 is te zien wat de ratio is die grasland en mais vullen van het totale agrarische landgebruik in 2018.

Het aantal landbouwbedrijven (met cultuurgrond) in Gelderland is tussen 2000 en 2017 afgenomen van 16.520 naar 8.912. Bij akkerbouwbedrijven is het gemiddelde areaal per bedrijf vergelijkbaar gebleven: 19,2 hectares in 2000 en 19,6 ha in 2017. Bij melkveebedrijven is het gemiddelde areaal per bedrijf wel sterk toegenomen, van 18,9 naar 31,2 ha tussen 2000 en 2017 (CBS). Dit komt met name omdat het aantal graasdierbedrijven sterk is afgenomen. Het aantal stuks melkvee (≥ 2 jaar) is tussen 2000 en 2017 slechts licht toegenomen (4%) en was in 2017 253.968. Voederbieten worden nog niet veel verbouwd (hoewel dit wel sterk toeneemt), met een geregistreerd oppervlakte van 220 hectares in 2017 en 294 hectares in 2018.



Figuur 2.1. Ratio grasland en mais ten opzichte van het totale agrarische landgebruik in 2018 (BRP 2018).

2.2 Gebruikte data

Dit rapport is gebaseerd op literatuur en openlijk beschikbare data. Voor de landbouwsituatie is gebruik gemaakt van de Basisregistratie Percelen van 2008 tot en met 2017 (gewassen, rotaties en intensiteit van de maisteelt) en CBS Statline (dieraantallen en veranderingen in areaal). Voor een schatting van de aanvoer van nutriënten zijn de gebruiksnormen (RVO) genomen, en voor de gewasparameters zijn standaard waarden voor Nederland gebruikt.

2.3 Gebruikte definities

De definities in deze studie zijn gebaseerd op de definities zoals gebruikt in vergelijkbare studies op het gebied van de CO₂-, stikstof- en watervoetafdruk. Deze zijn aangepast waar nodig (zie hier onder) zodat ze relevant zijn voor deze studie. De voetafdrukken zijn allemaal gebaseerd op de benodigde input om tot een bepaalde output te komen. In deze studie is dat de output aan veevoer. De voetafdruk is dus de hoeveelheid water, CO₂, of stikstof die nodig is voor de productie van 1 kg droge stof voederbieten of mais (ook wordt er gekeken naar verschillen in VEM-waardes).

CO₂-voetafdruk. In deze studie is de CO₂-voetafdruk gedefinieerd als de hoeveelheid (CO₂-equivalente) emissie die het gevolg is van een bepaalde gewasopbrengst (kilogram droge stof). Hiervoor zijn de volgende factoren relevant: (a) directe N₂O-emissies, (b) indirecte N₂O-emissies, (c) veranderingen in koolstof in de bodem, (d) CO₂-emissie door productie meststoffen en machines, (e) CO₂-uitstoot door activiteiten op het veld (toediening mest en gewasbescherming, grondbewerking, irrigatie, etc.) en (f) transport en processing (Desjardins et al., n.d.). In deze studie is gekeken naar de activiteiten binnen een groeiseizoen op bedrijfsniveau (van grondbewerking tot verwerking), en niet naar veranderingen in koolstof door omzetting van het landgebruik en vastlegging van koolstof in de bodem.

Stikstofvoetafdruk. De stikstofvoetafdruk geeft de balans tussen aanvoer en afvoer van stikstof bij de productie van een bepaalde hoeveelheid droge stof. In deze studie wordt enerzijds gekeken naar de verschillen in toediening (gekoppeld aan de gebruiksnorm) en de gewasopname. Anderzijds wordt ook naar het kwalitatieve aspect gekeken: de gevolgen die de teelt van de verschillende gewassen hebben op het N-mineraalgehalte in de bodem en hieraan gekoppeld het risico op nitraatuitspoeling. Hierin spelen factoren als worteldiepte, duur van groeiseizoen en opname van stikstof in verschillende groeistadia een rol.

Watervoetafdruk. De watervoetafdruk is de hoeveelheid water die gebruikt wordt voor de productie van een bepaalde hoeveelheid droge stof (kwantitatief) en de mate van vervuiling die hierbij ontstaat (kwalitatief). De waterconsumptie is gekoppeld aan de waterbehoefte van het gewas. Dit is gekoppeld aan (a) de duur van de verschillende gewasstadia, (b) de gewasfactoren in deze stadia en (c) de referentie gewasverdamping gedurende het groeiseizoen. De vervuiling is het gevolg van de eigenschappen van de teelt: de efficiëntie van toediening van nutriënten en de toevoer van gewasbeschermingsmiddelen. Stikstof (uitspoeling nitraat) zal niet behandeld worden onder de watervoetafdruk, aangezien dit onderdeel is van de stikstofvoetafdruk.

Tabel 2.1. Factoren meegenomen in de vergelijking van de voetafdrukken.

	CO ₂ -voetafdruk	Stikstofvoetafdruk	Water voetafdruk
Kwantitatief	-Energie nodig voor mechanisatie: landbewerking, irrigatie, etc. -CO ₂ equivalent nodig voor productie van input, o.a. van kunstmest en gewasbescherming	-Aanvoer stikstof via dierlijke- en kunstmest (volgt gebruiksnormen N en wettelijke grenzen P) -Afvoer via gewasopname	-Waterconsumptie is gelijk aan de referentie gewasverdamping maal de gewasfactoren (g) (volgens Makkink) -Gebruik irrigatie/regenwater
Kwalitatief	-Verschil in vastlegging en vrijkomen koolstof uit de bodem. In dit geval vooral de aanvoer en afvoer van organische stof -Aanvoer via dierlijke mest en het gewas, afvoer via gewas(resten)	-Risico op nitraatuitspoeling door verschil in N-mineraal -Benutting van stikstof dat beschikbaar komt via nalevering	-Invloed die gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten hebben op de waterkwaliteit (uitspoeling) -Omgaan met variatie in waterbeschikbaarheid (droogte)

2.4 Scenario's

De potentiële omvang en de milieukundige impact die de teelt van voederbieten kan hebben in het gebied is afhankelijk van het gekozen scenario (hoe worden de voederbieten in het rantsoen geïntegreerd en op welke schaal?). Voederbieten kunnen op drie manieren worden geïntegreerd in het rantsoen: als vervanging van ruwvoeder, als vervanger van krachtvoeder, of als vervanger van beide. In alle scenario's heeft deze vervanging een positief effect op de vet- en eiwitpercentages in de melk, maar wanneer krachtvoeder (deels) vervangen zal worden, is er wel een mogelijk negatief effect op de melkproductie (De Brabander & De Boever, 2015). Tabel 2.2 laat zien hoe de melkproductie kan veranderen door inzet van voederbieten.

Hoewel het vanuit bedrijfseconomisch oogpunt interessant is – en dus waarschijnlijk voor veel boeren een belangrijke drijfveer is – om voederbieten aan het rantsoen toe te voegen om te besparen op krachtvoer, ligt de nadruk qua analyses in deze studie op het vergelijken met de teelt van ruwvoeder. Dit is gekozen omdat de milieukundige aspecten van de teelt van krachtvoer afhankelijk is van de *soort* en de *herkomst* van het krachtvoer. Dit maakt de studie naar de voetafdruk van krachtvoer omvangrijk en niet passend binnen het tijdsbestek van deze studie.

Tabel 2.2. Effect van voederbieten op melk-, vet-, en eiwitproductie (De Brabander & De Boever, 2015).

Voederbieten vervangt	Hoeveelheid voederbieten (kg ds/koe/ dag)	Melkproductie (kg/koe/dag)	Vetgehalte (%)	Eiwitgehalte (%)
Ruwvoeder	3,2	+ 0,5	+ 0,20	+ 0,17
Krachtvoer	3,3	-1,1	+ 0,20	+ 0,06
Ruw- en krachtvoer	3,3	-0,2	+ 0,18	+ 0,08

Bron: ILVO, 4 behandelingen ruwvoeder, 6 behandelingen ruwvoeder en krachtvoer, 5 behandelingen krachtvoer, 2008.

De mogelijke omvang die de voederbieten teelt in de provincie Gelderland kan hebben wordt berekend door te kijken naar de vraag die er voor het product zou kunnen zijn binnen het gebied. Daarbij gaan we voor de teelt van voederbieten uit van twee scenario's:

- 1) voederbieten als vervanger van vergelijkbare ruwvoedergewassen op melkveebedrijven (waardoor deze van minder grond dezelfde energieproductie kunnen halen), en
- 2) voederbieten verbouwd op akkerland in een systeem van grondruil.

Bij scenario 1 zullen op melkveebedrijven zullen voederbieten in rotatie komen met gangbare gewassen als gras en mais. Bij scenario 2 zouden akkerbouwers hiermee toegang kunnen krijgen tot 'verse' grond. Voor melkveehouders zou het voordeel zijn dat het gewas voor hun verbouwd zal worden, wat het een toegankelijker optie maakt. Op akkerbouwbedrijven – waar meer ervaring is met vergelijkbare teelten – kan het een alternatief zijn voor een grotere variatie gewassen.

De aanbevolen (bron KWS) rotatie voor mais/voederbieten is 1 hectare voederbieten op 4 hectare mais. In deze analyse zal de productie buiten het gebied (krachtvoer) niet veranderen en worden dus alleen veranderingen in de regio bekeken (hiermee ook de lokale voetafdruk van stikstof, water en CO₂). Deze studie is niet gericht op de mogelijke voordelen die voederbieten hebben op de melkproductie en het bedrijfseconomische resultaat, maar zal dus met name analyseren of de teelt van voederbieten milieukundige voordelen heeft (gericht op water, stikstof en klimaat).

We gaan in deze analyses uit van drie mogelijke productieniveaus: 15, 17,5 en 20 ton droge stof ha⁻¹, en drie consumptieniveaus: 2, 3 en 4 kg droge stof koe⁻¹ dag⁻¹. Voor het aantal dagen dat voederbieten in het

rantsoen zitten zijn er twee opties: in het winterrantsoen (6 maanden: 180 dagen) en jaarrond (365 dagen). We gaan ervan uit dat alleen melkvee ouder dan 2 jaar voederbieten in het rantsoen krijgen. Voor de VEM-opbrengst gaan we uit van 1.100 (ten opzichte van 1.000 voor mais) per kg droge stof. Drie scenario's zijn gedefinieerd (Tabel 2.3), gebaseerd op de verwachte inzet op voederbieten in de regio (laag, gemiddeld hoog). Deze scenario's laten de uitersten zien: er is dus verondersteld dat bij een hoge inzet van voederbieten in het rantsoen de gemiddelde opbrengst lager zal zijn dan bij een geringe inzet van voederbieten. Dit geeft de grootste variatie in het potentiële areaal.

Tabel 2.3. Opbrengst en rantsoeneigenschappen in 3 verschillende scenario's met voederbieten.

	Laag	Gemiddeld	Hoog
DS Melkvee (kg DS/dag)	2	3	4
Opbrengst bieten (t/ha)	20	17,5	15
kVEM opbrengst (t/ha)	22	19,25	16,5
Dagen bieten in rantsoen	180	180	365

2.5 Berekening potentiële omvang

De mogelijke omvang die de voederbieten teelt in de provincie Gelderland wordt berekend voor twee teeltscenario's: 1) voederbieten als vervanger van vergelijkbare ruwvoedergewassen op melkveebedrijven en 2) voederbieten verbouwd op akkerbouwgewassen in een systeem van grondruil en drie scenario's van toepassing van voederbieten: een hoge (maximale verandering), gemiddelde, en een laag scenario. In het hoge scenario gaan we uit van de maximale realistische hoeveelheid voederbieten in het rantsoen, voeren gedurende het hele jaar en een relatief lage gemiddelde opbrengst. De formule die gebruikt wordt is:

$$A_{vp} = \frac{V \times q \times p}{y}$$

Hierin is A_{vp} het potentiële areaal voederbieten, V is de veestapel waarbij voederbieten in het rantsoen komen, q is de kwantiteit (kg DS koe⁻¹ dag⁻¹), p is de periode (aantal dagen dat voederbieten in het rantsoen zitten), en y is de opbrengst van voederbieten (kg ha⁻¹). Het aantal stuks rundvee is berekend aan de hand van CBS-data (2017 aantallen zijn genomen), terwijl de overige waarden afgeleid zijn uit literatuur.

De potentiële omvang van de voederbieten teelt in Gelderland zal onderdeel uit moeten gaan maken van de bestaande rotaties voor ruwvoer op melkveebedrijven of plaats moeten vinden op geschikt bouwland op de overige bedrijven. We gaan ervan uit dat voederbieten in een 1 op 4 rotatie verbouwd zullen worden (of ruimer op lichtere gronden om de ziektedruk te minimaliseren – zie Landbouwleven (2017)) – en vooral op percelen waar nu mais en tijdelijk grasland verbouwd wordt. Aangezien de potentiële omvang in hectares voederbieten per jaar is, maar dit gewas maar eens in de vijf jaar verbouwd zal kunnen worden op een perceel, is het areaal waarin deze rotatie ingevoerd kan worden vijfmaal deze potentiële omvang.

2.6 Analyse invloed op milieu en omgeving

Dit onderdeel is gebaseerd op een inschatting van de huidige rantsoenen en vooral de verandering in milieulast bij vervanging van mais door voederbieten. Verschillende rotaties zullen beschreven worden met daarbij de voor- en nadelen die deze zullen hebben voor het milieu. Het gaat hierbij om rotaties die met name interessant zijn voor de veehouders; d.w.z. rotaties met daarin andere gewassen die ook geschikt zijn als veevoeder (mais, grasklaver) en die de rotatie mogelijk maken (groenbemester en vanggewassen) door de bodemtoestand te helpen handhaven.

In deze analyse zal gekeken worden naar de invloed die een hectare voederbieten heeft op milieu en omgeving ten opzichte van een hectare maisland of tijdelijk grasland. Hierbij worden een aantal aspecten behandeld, waarvan een deel hiervan vervolgens in meer detail wordt geanalyseerd in de aparte analyses van de (CO₂, stikstof en water) voetafdrukken. De voordelen van voederbieten zitten niet alleen in de rol als vervanging van andere gewassen, maar ook in de rol als toevoeging aan rotaties. Het verbouwen van meerdere gewassen is sinds 2015 – via de eis voor gewasdiversificatie – ook een onderdeel van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB) waar veel grotere akkerbouwbedrijven mee te maken hebben. Akkerbouwbedrijven zijn echter gemiddeld relatief klein in Gelderland, dus zal deze eis hier minder invloed hebben dan in regio's waar de gemiddelde bedrijven een stuk groter zijn.

2.7 CO₂ voetafdruk

De CO₂ voetafdruk is afhankelijk van een groot aantal factoren. We nemen in dit rapport alleen de factoren mee die relevant zijn voor de verschillende producten (wel transport bij krachtvoer, niet bij lokale productie). Gevonden waardes zijn vergeleken met de berekende emissiefactoren uit het FeedPrint model¹ (medio 2018). Dit is een rekentool, ontwikkeld door Wageningen Livestock Research, waarin de CO₂-voetafdruk van verschillende voedergewassen wordt berekend. In deze tool zijn waardes meegenomen voor de verschillende onderdelen in het productieproces waarbij CO₂-emissies plaats zullen vinden. De onderdelen die in dit model zijn meegenomen zijn transport, gewasgroei, processing, mengen in mengvoederfabriek en overige. Voor deze studie gaan we ervan uit dat transport gelijk zal zijn (veel op eigen bedrijf) en dat processing/mengen irrelevant zijn. Meegenomen factoren in dit rapport zijn:

- de aanvoer koolstof via het gewas en wat er vervolgens gebeurt met de gewasresten;
- het verschil in opslag koolstof in de bodem door verschillen in de manier van grondbewerking;
- de verschillen in gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, irrigatiewater en meststoffen;
- de dieselbehoefte die nodig is voor de mechanische handelingen (ploegen, oogsten).

De berekende CO₂-voetafdruk van mais is afkomstig uit literatuur en het FeedPrint model. Alleen studies en data zijn meegenomen die daadwerkelijk relevant zijn voor voederbieten (i.p.v. ook suikerbieten, waarvoor veel meer data beschikbaar is), en ook alleen uit studies gericht op Noord West-Europa (Nederland, België, Denemarken). De mogelijke rol van bieten in de productie van biogas is niet meegenomen. De factoren die meegenomen worden zijn (zie Tabel 2.1.): (a) energiebehoefte voor de productie van de benodigde externe input; (b) energie nodig voor het verrichten van de mechanische handelingen, en (c) verschil in aan- en afvoer van koolstof. Voor deze analyse is gekeken naar voederbieten in vergelijking met gras en snijmais. Voor de CO₂-voetafdruk is ook gekeken naar het verschil tussen de afdruk van voederbieten ten opzichte van de hoeveelheid krachtvoer die dit zal vervangen. Hierbij gaan we uit dat een gemiddelde toevoeging van 3,5 kg ds voederbieten aan het rantsoen zal zorgen voor een afname van krachtvoer van 0,8 kg (ILVO in De Brabander & De Boever (2015)). Grotere afnames in krachtvoer worden ook besproken (1 op 1 vervanging krachtvoer door voederbieten – in kg DS). Alleen voor de CO₂-voetafdruk is de vergelijking met krachtvoer gemaakt, aangezien dit voor de overige voetafdrukken (water en stikstof) door de verschillende productieregio's niet te vergelijken is. Voor deze analyse zijn de uitkomsten uit het FeedPrint model gebruikt. Drie soorten krachtvoer zijn vergeleken met voederbieten. Ook zijn aan deze vergelijking van het FeedPrint model drie andere (standaard) ruwvoerders toegevoegd: graskuil, maiskuil en perspulp.

¹ <http://webapplicaties.wur.nl/software/feedprintNL/index.asp>

2.8 Stikstofvoetafdruk

De stikstofvoetafdruk die voederbieten heeft wordt bepaald door te kijken naar de efficiëntie van het gebruik van stikstof. De aanvoer en afvoer van stikstof zijn hierin gesimplificeerd: de aanvoer is gelijk aan de N-gebruiksnorm en de afvoer is gelijk aan de gewasopname door het gewas. Overige bronnen van aanvoer en afvoer zoals stikstoflevering vanuit de bodem, depositie en gasvormige verliezen worden niet meegenomen. De hoeveelheid stikstof die niet opgenomen wordt kan uitspoelen naar het grond- en oppervlaktewater. Om de efficiëntie van stikstofbenutting te bepalen wordt gekeken naar veldproeven beschreven in literatuur. De voetafdruk is een resultaat van de hoogte en bron van de stikstofgift en de efficiëntie van het gewas in de opname hiervan.

We gaan ervan uit dat bij zowel snijmais als voederbieten de gebruiksnorm eerst wordt gevuld met dierlijke mest, waarna het restant van de stikstofgift uit kunstmest zal komen. In deze analyse gaan we ervan uit dat de fosfaattoestand op de bedrijven waar voederbieten toegepast kunnen worden altijd neutraal zal zijn. Op percelen met een neutrale P-toestand mag 60 kg P₂O₅ per hectare worden aangevoerd, wat in de meeste gevallen niet meer dan 40m³ rundveemest is. Voor mais is de gebruiksnorm 140 kg N per hectare en voor voederbieten ligt deze iets hoger, op 165 kg N per hectare. De benodigde aanvulling met stikstof voor voederbieten wordt gedaan met kunstmest.

Een belangrijke factor die de stikstofvoetafdruk van bieten bepaald is wat er gebeurt met de gewasresten. Bij hakselen van loof is er een toename van mineralisatie en atmosferische N-verliezen; bij inwerken kan het nitraatresidu in de bodem stijgen. Andere opties voor het gebruik van loof zijn gebruik als veevoer of vergisting. Afvoer van gewasresten zal dan ook extra aanvoer van organische stof nodig maken om de C-balans in evenwicht te houden. Bietenloof is praktisch echter moeilijk inzetbaar en bedrijfseconomisch weinig interessant (Bussink en Hoekstra, 2015). We gaan er daarom vanuit dat het bietenloof op het veld achterblijft.

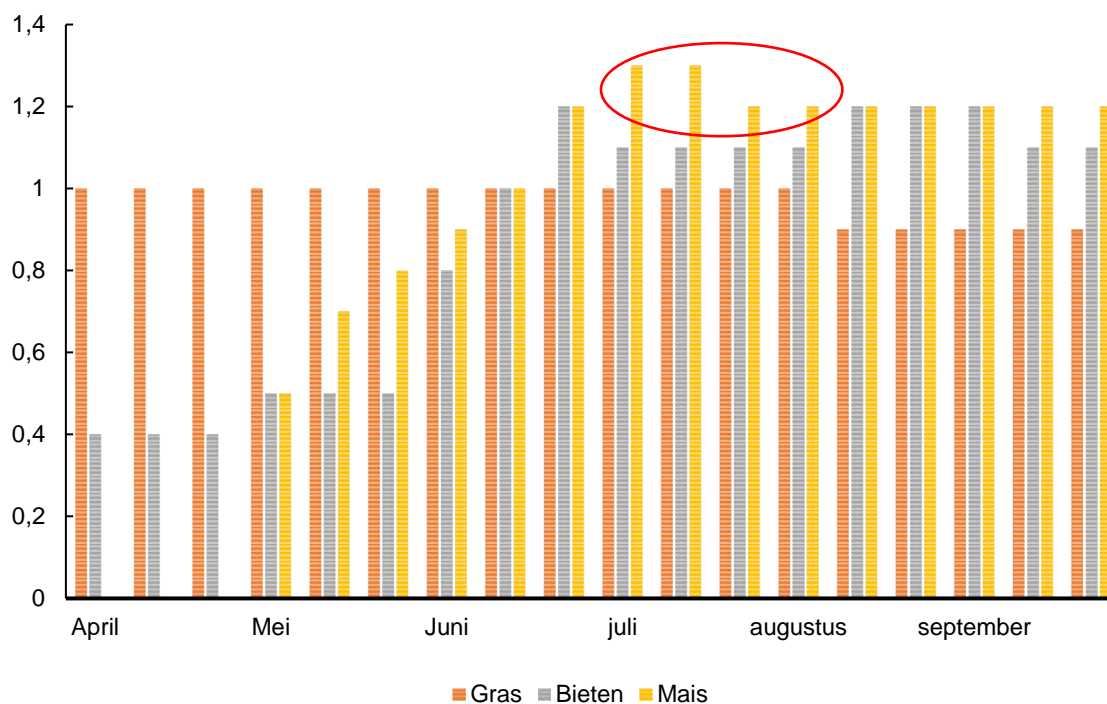
2.9 Watervoetafdruk

De watervoetafdruk is enerzijds berekend door te kijken naar de consumptie van water en de resulterende opbrengst (droge stof) van voederbieten en snijmais, en anderzijds door te kijken naar kwalitatieve aspecten. De kwalitatieve aspecten betreffen onder andere de gevolgen van de verschillende teelten op de waterkwaliteit via gebruik van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen. Ook wordt behandeld hoe de verschillende gewassen omgaan met periodes van veel of weinig waterbeschikbaarheid. De waterbehoefte en het groeiseizoen van voederbieten en mais zullen worden vergeleken en zullen in de lokale context (is er een watertekort en is de verwachting dat dit zal veranderen?) worden geplaatst.

De watervoetafdruk is de hoeveelheid water die nodig is om een kilogram droge stof te produceren. Het watergebruik (transpiratie) kan berekend worden door de referentie-gewasverdamping (gebaseerd op gras) te vermenigvuldigen met een bepaalde gewasfactor (g-waarde) in de verschillende groeistadia. De Makkink referentie-verdamping is gebruikt aangezien dit de standaardmethode is die in Nederland (door het KNMI) wordt gebruikt. De analyse is gedaan voor het groeiseizoen (april-september) in de jaren 2015-2017. Voederbieten staan langer op het land, maar verwacht wordt dat er in deze extra periode geen problemen zullen ontstaan waardoor extra berekening nodig zal zijn.

Voor zowel mais als voederbieten worden de gewasfactoren gebruikt zoals deze zijn gegeven door de Werkgroep Landbouwkundige Aspecten (1984). Hierin zijn beide gewassen begin mei ingezaaid. De waardes zijn tot eind september gegeven. We gaan ervan uit dat voederbieten al eerder op het land staan

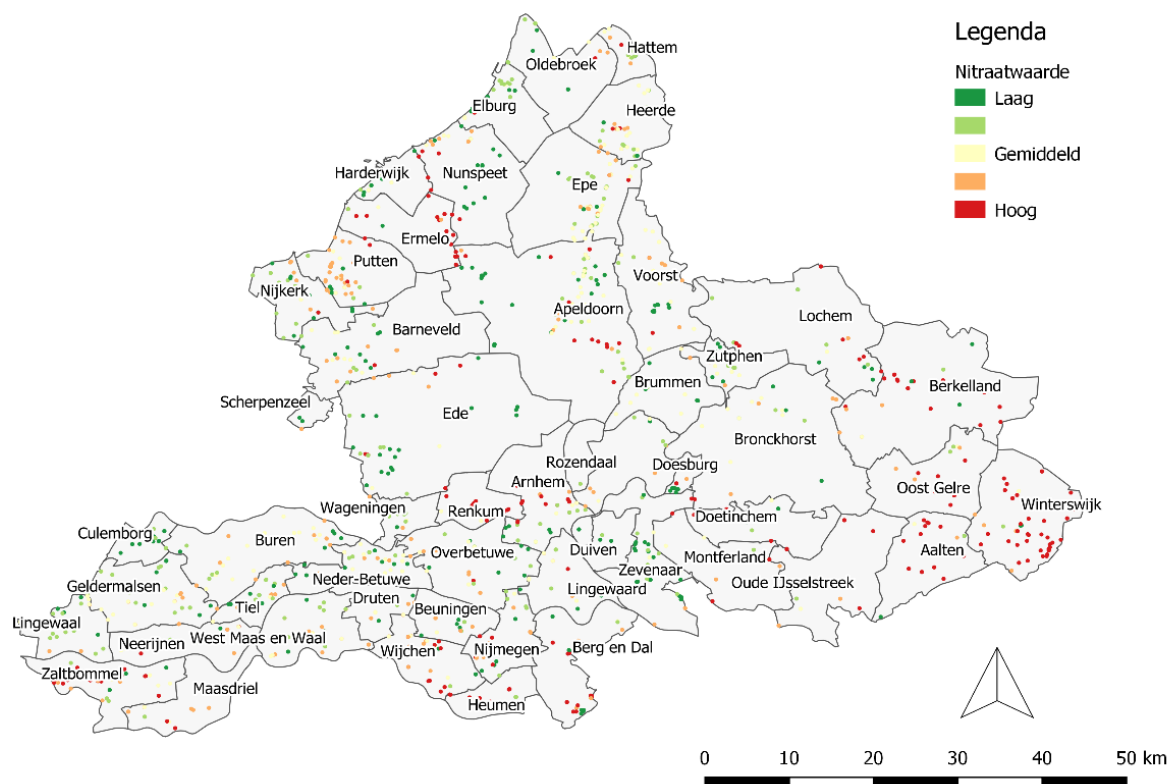
(half april) en tot eind oktober op het land staan. De gewasfactoren in deze twee extra maanden is gelijkgesteld aan 0,4 (kale grond). De variatie in gewasfactoren gedurende het jaar is gegeven in Figuur 2.2. De waarden worden gebruikt om de potentiële verdamping van de gewassen te bepalen en dit te vergelijken met de neerslag. Dit geeft een indicatie van periodes waarop de neerslag onvoldoende is en overig water nodig is. Figuur 2.2 laat zien dat de factoren voor bieten en mais redelijk vergelijkbaar zijn, met iets hogere waarden voor mais. Waarden worden standaard alleen voor het groeiseizoen gegeven. Wanneer alleen naar de warmste periode (mei – september) gekeken wordt is er weinig verschil in consumptie. Voederbieten consumeren echter ook water buiten deze periode (langer groeiseizoen). Dit hoort ook bij de voetafdruk.



Figuur 2.2. Gewasfactoren (g) vang ras, bieten en mais (punt) gedurende het jaar.

De analyse zal ook gebruik maken van literatuur waarin de watervoetafdruk van beide gewassen met een vergelijkbare methodologie is bepaald. Er wordt alleen gekeken water dat nodig is voor de gewasgroei en niet naar water wat nodig is voor verdere verwerking in de keten. Waarden uit literatuur zijn met elkaar vergeleken en er is geanalyseerd of dit overeen komt met een berekening aan de hand van (KNMI) weersdata voor 2015-2017 met de gewasfactoren uit Figuur 2.2. Ook is gekeken naar de klimaat vooruitzichten (IPCC) en hoe dit van invloed zal zijn op de groei van voederbieten en mais.

De invloed die mais en voederbieten hebben op de waterkwaliteit is ook kort geanalyseerd. Hiervoor is gekeken naar metingen die in het oppervlaktewater zijn gedaan. Er is alleen gekeken naar nitraat, aangezien indicatoren voor gewasbeschermingsmiddelen te divers zijn voor een helder beeld. Voor de nitraatwaarden is het jaar in drie periodes verdeeld: januari-april, mei-augustus en september-december. Metingen die gedaan zijn in Gelderland in de periode 2010 – 2016 worden gebruikt. Per periode (jaar en periode) wordt de gemiddelde gemeten waarde per meetlocatie genomen, mochten dit er meer dan 1 zijn. Rond elke meting (XY-coördinaat) wordt een buffer van 250 meter getrokken waaraan dezelfde waarde wordt toegekend (zie Figuur 2.3 voor alle metingen die meegenomen zijn). We gaan er in deze analyse vanuit dat dit het gebied is dat een directe invloed heeft op de gemeten waterkwaliteit op het punt. Van deze metingen wordt per periode een raster gemaakt met relevante metingen voor nitraat.



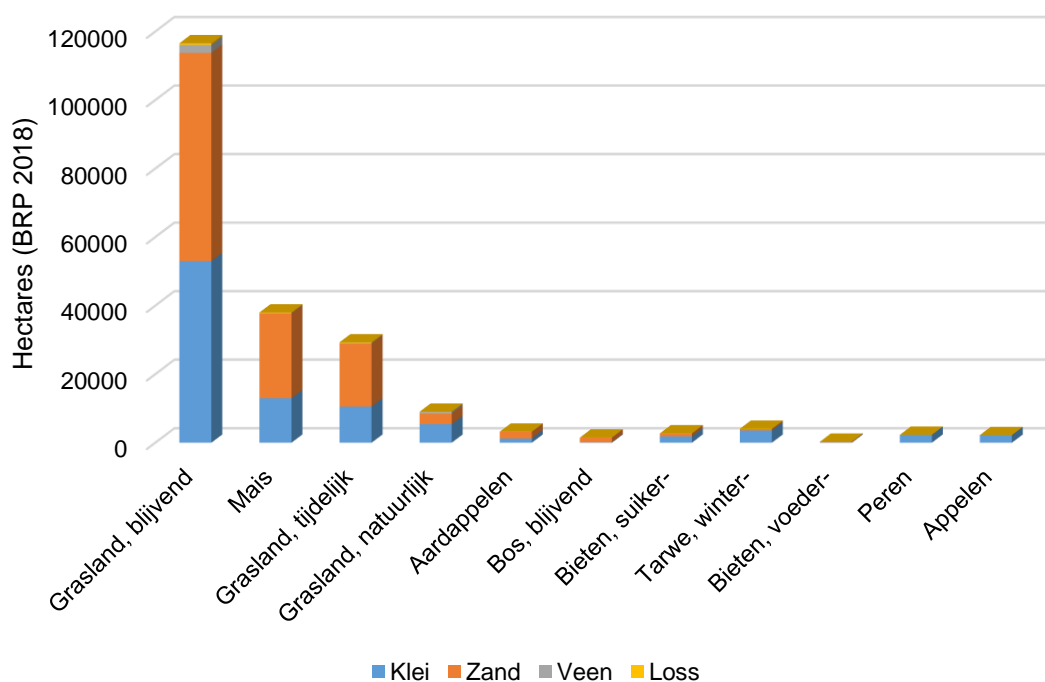
Figuur 2.3. Metingen van nitraat in de periode 2010-2016 in Gelderland. De waarde van de metingen wordt gekoppeld aan percelen binnen een straal van 250 meter (zie formaat meetpunten). Per meetlocatie kunnen metingen gedaan zijn in verschillende jaren en in verschillende periodes binnen deze jaren. Per periode is de analyse gedaan met de beschikbare data. Het totaal aantal meegenomen punten kan dus variëren.

Voor dezelfde periode (2010 – 2016) worden alle percelen met mais en bieten (voeder- en suikerbieten worden samengevoegd om voldoende punten over te houden) geselecteerd. Voor elk geselecteerd jaar en periode binnen dat jaar wordt de gemiddelde waarde van de rasters van nitraat onder zowel de mais- als bietenpercelen genomen. Aangezien een raster alleen waardes heeft rond het gekozen aantal meter van een daadwerkelijk meetpunt zal slechts voor een bepaald aantal percelen een waarde worden meegenomen. De uiteindelijke output zal bestaan uit gemiddelde waardes (voor 7 jaar en drie periodes per jaar) van nitraat in de buurt van percelen met mais en voederbieten. Hierbij wordt alleen onderscheid gemaakt tussen percelen op zand en op klei (gekoppeld aan de meststoffenwet). Het kan wel zo zijn dat binnen 250 meter van een meetpunt zowel een mais als bieten zijn geteeld, waardoor een meting aan beide kanten wordt meegenomen. Door telkens het gemiddelde van de 7 jaren te nemen is een indicatie te geven van de mogelijke rol die bieten en mais hebben op de waterkwaliteit in de directe omgeving. Als output wordt per deel van het jaar de gemiddelde nitraatwaardes gegeven voor (a) mais op zand, (b) mais op klei, (c) bieten op zand, en (d) bieten op klei. Alleen bij voldoende waardes wordt deze output meegenomen.

3. Resultaten en discussie

3.1 Huidige situatie en landbouwtrends in Gelderland

De meest voorkomende grondsoort op de landbouwpercelen in Gelderland is zand (54%), gevolgd door klei (44%). Overige grondsoorten (veen en löss) bevinden zich onder de overige 2% van het areaal. Het landbouwareaal (2018) wordt voornamelijk gebruikt voor blijvend grasland (54%), gevolgd door mais (18%) en tijdelijk grasland (14%). Dit betekent dat 86% van het landbouwoppervlakte gebruikt wordt voor grasland en groenvoedergewassen. Overige gewassen zijn fruitteelt (appelen en peren, samen 3% van het areaal) en de standaard akkerbouwgewassen: aardappelen, wintertarwe en suikerbieten. Het areaal aardappelen, bieten en wintertarwe is samen slechts goed voor 6% van het oppervlakte. Dit betekent dat er relatief weinig ruimte is op akkerbouwbedrijven om over te schakelen op de teelt van voederbieten. Op de zandgronden wordt 15% gebruikt voor tijdelijk grasland en 20% voor snijmais. Deze gebieden zijn – vanwege de milieukundige voordelen en betere droogtetolerantie van voederbieten – met name interessant.

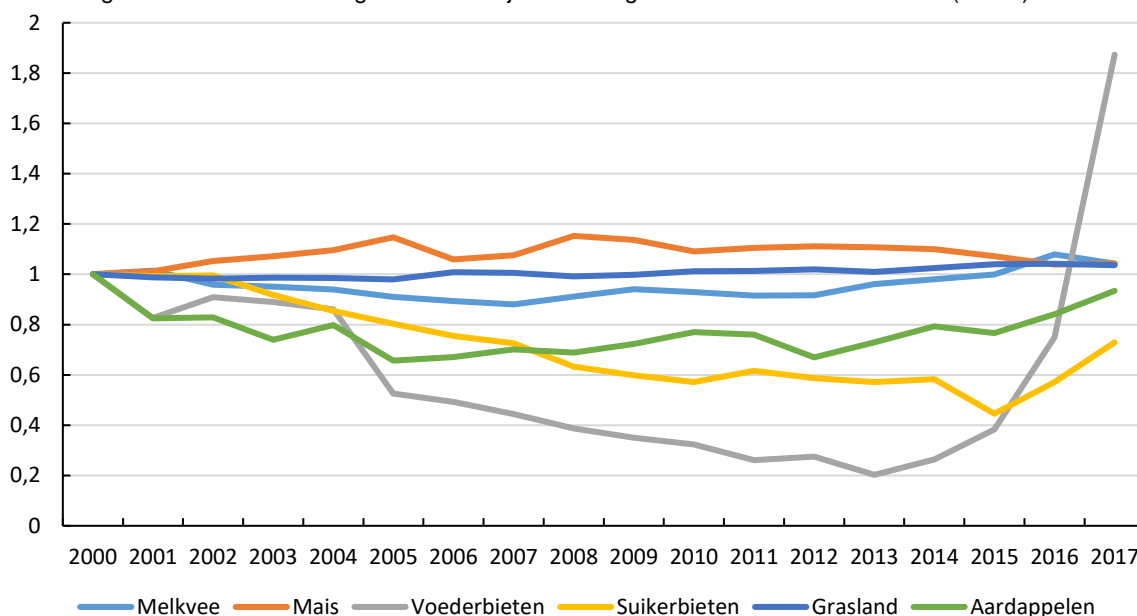


Figuur 3.1. Verbouwde gewassen (top 10 meeste areaal) in 2018

Gekeken naar de veranderingen over de tijd, is te zien dat de interesse in de meeste gewassen varieert (Figuur 3.2). Vanaf 2000 zijn er relatief sterke dalingen bij de teelt van aardappelen en suikerbieten en aardappelen. Voederbieten maken vanaf 2013 een sterke terugkeer. Ten opzichte van 2000 wordt er in 2017 bijna twee keer zoveel verbouwd (Figuur 3.2).

In 2018 werd op 154 percelen voederbieten verbouwd. De gemiddelde perceelgrootte bedroeg nog geen twee hectare (ten opzichte van bijna 4 hectare bij suikerbieten). Voor de teelt van voederbieten stond op 70 van deze percelen snijmais en op 40 percelen blijvend of tijdelijk grasland. Er zijn 8 percelen waar ook het voorgaande jaar al voederbieten zijn verbouwd! In de overige gevallen waren voederbieten een opvolger van verschillende graan- en aardappelteelten en ook enkele groentes en groenbemesters. Behalve voederbieten, lieten ook suikerbieten en aardappelen na 2000 een afname zien in areaal en een stijging in de laatste jaren (Figuur 3.2.). Dit zijn echter wel relatief kleine arealen ten opzichte van grasland en mais. Het aantal stuks melkvee in Gelderland laat vanaf 2000 eerst een lichte daling zien tot 2007, een stijging tot

2016 en een afname in 2017 (door aanpassingen van de wetgeving (o.a. fosfaatrechten)). De netto verandering ten opzichte van 2000 van het aantal stuks melkvee is klein (+ 4%). Hoewel het totale landgebruik en melkvee-aantallen weinig verandering laten zien ten opzichte van 2000, is er wel een grote afname geweest van het aantal graasdierbedrijven. Dit is gedaald van 8.838 naar 5.287 (- 40%).



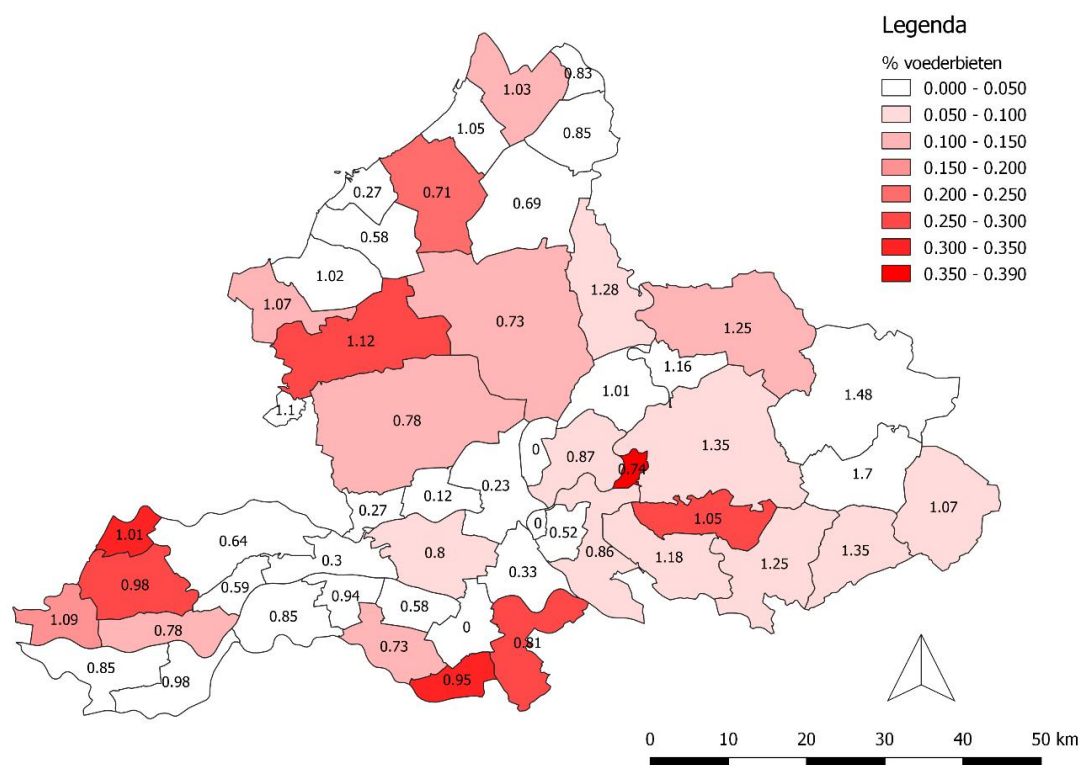
Figuur 3.2. Relatieve veranderingen in het aantal stuks melkvee en vijf relevante landgebruiksvormen. Alle data zijn geïndexeerd op 2000 en voor de landgebruiksvormen zijn de veranderingen gecorrigeerd voor de verandering (afname) van het areaal cultuurgrond om de relatieve inzet op deze gewassen te visualiseren.

3.2 Potentiele omvang voederbietenproductie

Het potentiële areaal aan voederbieten hangt in deze studie volledig af van de behoefte uit de melkveesector binnen het studiegebied. Mogelijke behoefte uit omliggende gemeentes zullen in deze studie niet meegenomen worden, omdat deze ook een eigen areaal hebben dat gebruikt kan worden voor de productie van voederbieten, mocht dit economische en milieutechnische voordelen bieden. De scenario's zijn beschreven in Tabel 2.2 en de potentiële omvang ervan in Tabel 3.1. Hierbij wordt er altijd vanuit gegaan dat voederbieten ingevoerd worden bij al het melkvee > 2 jaar. Afhankelijk van het scenario zou er tussen de 4.571 en 24.720 hectare voederbieten verbouwd kunnen worden in het gebied. Vergeleken met het areaal in 2018 (294 ha) is er dus ruimte voor een enorme toename. Zelfs het lage scenario is een factor 15 hoger dan de huidige productie. Gezien de huidige landgebruikssituatie (veel grasland en ruwvoederproductie) en problemen met droogte op mais, kunnen voederbieten prima toegevoegd worden aan rotaties met daarin mais en/of tijdelijk grasland. Uitruiel met akkerbouw biedt weinig perspectief door het geringe areaal.

Tabel 3.1. Berekening van het aantal hectares voederbieten in verschillende scenario's.

Scenario	Melkvee > 2 jaar aantal (2017)	Voederbieten per dag (kg ds)	Dagen voederbieten in rantsoen	Productie per hectare	Totaal hectares voederbieten
Laag	253.968	2	180	20	4571
Gemiddeld	253.968	3	180	17,5	7837
Hoog	253.968	4	365	15	24720



Figuur 3.3 geeft het percentage voederbieten (ten opzichte van alle geregistreerde landbouwgrond) per gemeente (BRP-data uit 2018) en ook het aantal stuks melkvee per hectare geregistreerde landbouwgrond (labels) in 2017. De meeste koeien per hectare landbouwgrond zijn te vinden in het oosten van de provincie. Gemeentes met relatief veel voederbieten bevinden zich vaak bij elkaar in de buurt, wat kan betekenen dat boeren bij elkaar kijken en van elkaar leren wat de mogelijkheden zijn van dit gewas.

Op grasland kunnen voederbieten de langdurige (soms monoculturen) teelt van mais doorbreken en daarmee positieve milieukundige en bedrijfseconomische kunnen bieden, naast het bieden van een energierijk veevoeder. Op akkerbouwbedrijven kan de teelt van voederbieten vergelijkbare gewassen vervangen, zoals suikerbieten en aardappelen. Dit zal qua productietechniek geen grote verandering zijn en kan de bedrijfseconomische situatie verbeteren. Akkerbouwbedrijven kunnen voederbieten leveren via mogelijke 'buurtcontracten', waarmee de eiwitbehoefte (voederbieten leiden tot een betere verwaardiging van voereiwit en hebben zelf een relatief hoge dve) van de melkveesector voor een groot deel uit de regio komt. In ruil voor deze productie kunnen akkerbouwbedrijven mogelijk een andere teelt verbouwen op het areaal van melkveehouders.

Verschillende rotaties zijn mogelijk, afhankelijk van de prioriteiten van het bedrijf en de grondsoort (van invloed op het risico op ziektes). Gezien het huidige areaal vergelijkbare gewassen (suikerbieten en aardappelen) – die gezamenlijk in 2017 op minder dan 10.000 ha verbouwd werden, en de ruimte potentie voor voederbieten, zal de rol van akkerbouwbedrijven in het verbouwen van voederbieten in Gelderland waarschijnlijk beperkt zijn. Een rotatie waarin voederbieten een belangrijke rol vervullen is een 1 op 4 rotatie. Dit is de kortste rotatie waarin het risico op ziektes in voederbieten laag wordt gehouden.

Voederbieten zijn door de hoge energieopbrengst en N-benutting erg geschikt om de monoculturen mais te doorbreken en kunnen in rotaties na gras de stikstof uit de bodem halen (Landbouwleven, 2017), waardoor het risico op nitraatuitspoeling wordt verlaagd.

In de 10-jarige periode 2009-2018 is op 43% van de totale landbouwoppervlakte in Gelderland minimaal één seizoen mais verbouwd. De 10 meest voorkomende rotaties waarin mais als belangrijkste gewas (> 6x) voorkomt, met het bijbehorende oppervlakte, zijn gegeven in Tabel 3.2. Het valt vooral op dat de laatste jaren langdurige mais-monoculturen op veel percelen vervangen zijn door grasland en dat er weinig duidelijk terugkerende patronen zijn die een indicatie geven van een vaste rotatie. Op bijna 10.000 hectare is in de periode 2009-2018 ieder jaar mais verbouwd (4% areaal). Dit zijn percelen waarop de teelt van voederbieten nuttig kan zijn vanuit oogpunt van vruchtwisseling en N-benutting.

Tabel 3.2. Rotaties/oppervlaktes van gebieden waar in de periode 2009-18 met meeste mais in is verbouwd.

Rotatie	Oppervlakte (ha)
10x Mais	9993
9x Mais + 1x Tijdelijk grasland	737
9x Mais + 1x Aardappelen	502
9x Mais + Wintertarwe	427
9x Mais + Blijvend grasland	368
8x Mais + 2x Tijdelijk grasland	871
7x Mais + 3x Tijdelijk grasland	819
7x Mais + 3x Blijvend grasland	510
6x Mais + 4x Tijdelijk grasland	1271
6x Mais + 4x Blijvend grasland	756

Om elk jaar een bepaalde productie van voederbieten te realiseren is een oppervlakte nodig die minimaal 5x de oppervlaktes in Tabel 3.1 bedraagt – aangezien voederbieten in deze optie maar 1 jaar van de vijfjarige rotatie innemen. Dit zou betekenen dat het oppervlakte waarop voederbieten aan de rotatie toegevoegd kan worden tussen de 22.855 (laag), 39135 (midden) en 123.699 (hoog) hectare bedraagt. Het lage scenario zou vrij makkelijk in te passen zijn in de gebieden met intensieve maisteelt. Ook een ruimere inzet van 3-4 kg in het winterhalfjaar (het midden scenario) is teelttechnisch inpasbaar, zelfs nog binnen het huidige maisareaal. In het hoge scenario zou ongeveer de helft van het landbouwareaal in Gelderland mee moeten doen aan rotaties met voederbieten (1x per 5 jaar). Dat is niet reëel omdat dan blijvend grasland gescheurd moet worden. Indien het tijdelijk grasland mee kan doen in de rotatie dan is er theoretisch ruimte voor 15.000 ha voederbieten in Gelderland. Reëler lijkt een areaal van maximaal 5000 ha. Factoren die de toekomstige omvang bepalen zijn de acceptatiegraad door de veehouders, arbeidsgemak (hoe goed laten teelt en vervoeding zich mechaniseren), de druk om meer circulair te werken, en ook de discussie om het milieu zoals vermindering van nitraatuitspoeling, de inzet van bestrijdingsmiddelen en de voetprints.

Ook een ruimere inzet van 3-4 kg in het winterhalfjaar is teelttechnisch inpasbaar, zelfs nog binnen het huidige maisareaal. In 2018 is er op 294 ha voederbieten geteeld. Ruimte om te groeien richting 5000 ha is mogelijk. Bepalend zijn de druk om meer circulair te werken, het arbeidsgemak en ook de discussie om het milieu zoals vermindering nitraatuitspoeling, de inzet van bestrijdingsmiddelen ende voetprints.

Bedrijfseconomisch zijn voederbieten een goed alternatief voor suikerbieten. In 2017 was de gemiddelde opbrengst per hectare €4.007 (in 2016: €3.317). De kosten voor krachtvoer (de meer eiwitrijke brok met 94% DS) ligt tussen de 20 – 30 cent. Wanneer voederbieten gebruikt worden om krachtvoer 1 op 1 te vervangen door voederbieten (wat qua producteigenschappen kan en wat ook vanuit beleid wenselijk is), zou de teelt van voederbieten (15-20 ton DS ha⁻¹) tussen €3.000-6.000 ha⁻¹ opbrengen. Wanneer vervoederingskosten

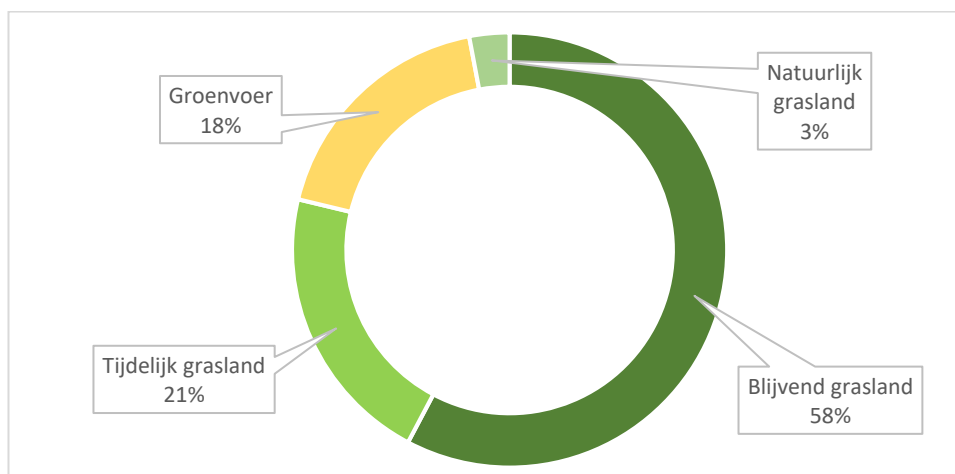
hiervan af getrokken worden (oogst en teeltkosten zullen vergelijkbaar zijn met die van de teelt van suikerbieten), zal het netto saldo vergelijkbaar zijn met die van suikerbieten. Dit heeft als voordeel dat in de eiwitbehoefte van het melkvee (de inzet voederbieten leidt tot een beter verwaarding van andere eiwitbronnen en voederbieten hebben een relatief hoge dve) voor een groot deel met lokale productie kan worden voorzien.

3.3 *Invloed op milieu en omgeving*

Ten opzichte van mais zijn voederbieten dieper wortelend en hebben ze een langer groeiseizoen (± 200 ten opzichte van ± 150 dagen). Dit betekent dat voederbieten tot laat in het jaar nutriënten op kunnen nemen uit de bodem. Om deze reden werden voederbieten vaak geteeld in rotatie na het scheuren van grasland. Dan zit er veel stikstof in de grond zit (ILVO, 2006). Volgens modelberekeningen kunnen voederbieten meer dan 300 kg N per ha opnemen na het scheuren van blijvend grasland. Voor mais is dat vaak niet meer dan 175-225 kg N per ha (Bussink et al., 2018; Brisson et al., 1998 in Hatch et al., 2004). Een recente proef in Winterswijk toonde aan dat met voederbieten in rotatie met tijdelijk grasland maar 37 kg N per ha resteerde, ten opzichte van 165 kg N per ha na een rotatie met snijmais (Vruchtbare Kringloop Achterhoek, n.d.).

Voederbieten behoren, in tegenstelling tot mais, tot de niet-uitspoelinggevoelige gewassen (Commissie van Deskundigen Meststoffenwet, 2017). Niet alleen de mineralenbalans van stikstof wordt met voederbieten verbeterd, voederbieten helpen ook het overschot van P en K te verminderen (De Vliegheer & De Campeneere, 2008). Voederbieten nemen vooral veel stikstof en kalium op. Met name het kaliumadvies ligt met 400 kg K_2O ha⁻¹ (gelijk aan de onttrekking) erg hoog (CBGV, 2018). Doordat voederbieten relatief fosforarm zijn, is het ook een voordelig gewas in de Kringloopwijzer. De invloed op milieu en omgeving zijn sterk afhankelijk van de rol die voederbieten gaan spelen in het rantsoen: vervangen van – of combineren met – krachtvoer. In de praktijk (Vlaanderen) is gebleken dat minder krachtvoer wordt aangekocht. Dit is positief voor de mineralenbalans, aangezien dit de mineraleninput verlaagt (PCBT & ILVO, 2006).

De vergroeningseisen die sinds 2015 zijn ingesteld in het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid hebben als impact dat bedrijven met meer dan 30 hectare bouwland (tijdelijk grasland valt hieronder) drie verschillende gewassen moeten verbouwen met als doel de gewasdiversificatie te verhogen. Hierdoor kunnen voederbieten weer een groter deel uitmaken van het bouwplan op de grotere melkveebedrijven. Dit geeft niet alleen een voordeel voor de mineralenbalans, maar ook voor de landbouwdiversiteit. De gemiddelde bedrijfsgrootte in Gelderland is relatief klein, met < 20 hectare bouwland op akkerbouwbedrijven en 30 hectare grasland op grasland en groenvoedergewassen op graasdierbedrijven in 2017 (CBS). De verdeling tussen de verschillende onderdelen binnen de categorie 'grasland en groenvoeder-gewassen' in de regio is gegeven in Figuur 3.4. Meer biodiversiteit kan voordelen bieden voor de aantrekkelijkheid voor bijvoorbeeld weidevogels. Voederbieten hebben echter ook nadelige gevolgen voor het milieu door het grote aantal grondbewerkingen en de relatief grote behoefte aan gewasbescherming.



Figuur 3.4. Onderverdeling van het landgebruik 'grasland en groenvoedergewassen' in Gelderland naar subcategorieën (zonder natuurlijk grasland) (bron CBS, periode 2017)

3.4 CO₂-voetafdruk

De aanvoer van organische stof is bij voederbieten 375 kg EOS ha⁻¹ exclusief gewasresten. Wanneer de gewasresten blijven liggen komt hier nog 900 kg EOS ha⁻¹ bij. In het geval van snijmais is de aanvoer van effectieve organische stof 660 kg ha⁻¹ (getallen afkomstig uit de OS-balans)². De voordelen die uit deze extra aanvoer gehaald worden hangt af van de hoeveelheid koolstof die in de bodem wordt opgeslagen (afhankelijk van o.a. grondbewerking, gewasrotatie en mogelijk inwerken/laten liggen van gewasresten). Wanneer de gewasresten achterblijven is er meer aanvoer van koolstof naar de bodem bij de teelt van voederbieten.

Een onderdeel van de *'best-practices'* voor de opslag van koolstof in de bodem is het toedienen van dierlijke mest. Dit zal in praktijk vrijwel gelijk zijn aangezien er weinig verschil zit in de N-gebruiksnorm en de fosfaattoevoer beperkt is door de lokale bodemtoestand en niet door het verbouwde gewas op een bepaald perceel. De hoeveelheid aangevoerde dierlijke mest is dus vooral afhankelijk van de wettelijke normen gekoppeld aan bodemtoestand en gewasnormen. Het uiteindelijk verschil in OS-aanvoer zal dus voornamelijk afhangen van de hoeveelheid en bestemming van gewasresten. Er wordt vanuit gegaan dat deze achterblijven op veld. In dat geval is de OS-aanvoer bij voederbieten dus iets hoger dan bij maïs.

Overige input (kunstmest, diesel, pesticide en irrigatie) zijn vrij lastig te vergelijken. Het gebruik van fosfaatkunstmest is bijvoorbeeld verboden op bedrijven met derogatie, maar op bedrijven zonder derogatie kan wel fosfaatkunstmest worden ingezet. Het gebruik van pesticiden op voederbieten ligt wel hoger dan op snijmais (5 in plaats van 1 kg ha⁻¹ volgens FeedPrint en 3x in plaats van 1x spuiten volgens het praktijkvoorbeeld van Arjan Freriks – zie Pijlman en van Eekeren (2016)). Het gebruik van diesel voor mechanische handelingen varieert niet veel in het FeedPrint model (93 kg ha⁻¹ bij voederbieten en 83 kg ha⁻¹ bij snijmais), hoewel het praktijkvoorbeeld een extra grondbewerking en meerdere malen vers rooien noemt. Het dieselgebruik ligt dus hoger op voederbieten, maar hoeveel hangt af van de mogelijke extra grondbewerking ten opzichte van maïs en de manier van rooien.

De behoefte aan irrigatie (diesel, water) is erg seizoensgebonden. De gewasbehoefte van maïs en voederbieten varieert niet veel in de warmere maanden (zie Figuur 2.2), wat betekent dat behoefte voor

² <https://os-balans.nl/>

beregening niet veel zal variëren. Hoewel mais eerder ernstigere last heeft van droogteschade dan voederbieten, zal de hoeveelheid water die toegediend wordt niet veel verschillen, aangezien de mogelijkheden locatie/regio gebonden zijn (toegang tot verschillende bronnen en mogelijke beperkingen in periodes van droogte). In 2018 zijn door de grote droogte in een aantal waterschappen in Gelderland beperkingen ingesteld op het onttrekken van grond- en oppervlaktewater. Wanneer een beregeningsverbod wordt ingesteld zal dit in de meeste gevallen het eerst gelden voor grasland en mais, en pas voor akker- en tuinbouwgewassen. Dit is gebaseerd op de verdringingsreeks³, waarbij onttrekking voor beregening van gras en mais uit oppervlaktewater eerder wegvalt dan beregening van akker- en tuinbouwgewassen.

Voederbieten kunnen na een langere droge periode weer hergroeien (zie sectie Water voetafdruk). Indien bij maïs de kolfzetting niet tot stand komt door droogte is er later geen herstel meer mogelijk en daalt de opbrengst en voederwaarde sterk. Voederbieten staan enkele weken langer op het land in het najaar. Dat is een periode met geen of een gering neerslagtekort, waardoor geen beregening nodig is.

Verschillende studies hebben de CO₂-footprint van voedergewassen vergeleken. Doordat de methodologie verschilt (bijvoorbeeld meenemen transport en processing) en ook de opbrengst sterk varieert tussen de verschillende studies, is er geen eenduidig beeld van het verschil in de voetafdruk:

- Met de standaard invoerparameters in FeedPrint is de emissie per kg DS voor voederbieten 573 g CO₂; voor snijmais is dit slechts 163 g CO₂ (Schröder et al., 2014).
- Een studie gericht op Denemarken (Mogensen et al., 2014) geeft een voetafdruk van 224 g CO₂ per kg DS voor het verbouwen van mais en 274 g CO₂ per kg DS voor voederbieten (geen transport en processing).
- Een studie die op België gericht is (Jacobsen et al., 2014) geeft het CO₂-equivalent alleen per hectare: 9.978 kg CO₂ voor voederbieten en 3.121 kg CO₂ voor snijmais.

Bij 17 ton droge stof opbrengst voor beide gewassen is deze laatste hoeveelheid om te rekenen naar 587 g CO₂ kg ds⁻¹ voor voederbieten en 184 g CO₂ kg ds⁻¹ voor snijmais. Hiermee is dit redelijk goed te vergelijken met de output zoals gegeven door FeedPrint (573 g CO₂ kg ds⁻¹ voor voederbieten en 163 g CO₂ kg droge stof voor mais). Hoewel er dus geen eenduidig beeld is met betrekking tot de CO₂ voetafdruk, is deze bij de bovenstaande drie studies in alle gevallen hoger voor voederbieten dan voor snijmais.

De mate van verschil wordt voor een groot deel bepaald door de opbrengst die behaald kan worden (variëteiten en management), of de gewasresten achterblijven, en of er bijkomend transport/processing nodig is. Voederbieten hebben een aantal standaard nadelen door de benodigde extra machinale handelingen zoals gewasbescherming en grondbewerking. Bij hogere opbrengsten van voederbieten tov, en met name wanneer naar de VEM-waarde gekeken wordt, kan een groot deel van de extra CO₂ die per hectare nodig is, toch voor relatief kleine verschillen per kg (VEM) opbrengst zorgen.

Wanneer naar de mogelijke vervanging van krachtvoer door voederbieten wordt gekeken, is het nog complexer om een eenduidig beeld te krijgen. De uitwisseling zal 1 op 1 kunnen zijn, maar in de meeste gevallen zal de invoer van voederbieten niet alleen voor een afname van krachtvoer zorgen, maar waarschijnlijk ook van andere (ruwvoeder) componenten. Ook is krachtvoer een samengesteld product dat opgebouwd is uit verschillende producten afkomstig uit verschillende regio's. Voor elk product is de CO₂ voetafdruk bepaald door lokale omstandigheden (Wat is de opbrengst? Hoeveel wordt er bemest? Hoe

³ <https://www.hunzeenaas.nl/about/Documents/verdringingsreeks.pdf>

arbeid/diesel-intensief is de teelt? Is berekening nodig? Hoeveel processing is nodig? Op welke manier wordt het over welke afstand getransporteerd?).

Verwacht kan worden dat producten afkomstig zijn uit landen waar deze goed groeien en deze bedrijfseconomisch interessant zijn (lees relatief weinig arbeid/input nodig). Ook zullen producten vervoerd worden nadat deze via processing een hoge DS-gehalte hebben gekregen. Hierdoor zal de CO₂ afdruk van teelt en transport waarschijnlijk relatief laag zijn voor veel geïmporteerde producten. Wel gaan andere factoren meewegen, zoals vrijkomen van CO₂ door veranderingen in landgebruik.

Inclusief transport wordt de CO₂-equivalent die nodig is voor de productie van 1 kg DS krachtvoer geschat op gemiddeld 962 g CO₂ kg ds⁻¹ (Schröder et al., 2014). Dit is hoger dan op dezelfde manier geschat is voor voederbieten (573 g CO₂ kg ds⁻¹). Transport zit hierbij inbegrepen. Een 1 op 1 vervanging van krachtvoer door voederbieten zou in dit geval dus zeer positieve gevolgen hebben voor de CO₂ voetafdruk.

Het FeedPrint model geeft drie krachtvoerproducten: standaard, eiwitrijk en extra eiwit. De VEM-waardes en eiwitpercentages van deze producten zijn gegeven in Tabel 3.3. Deze tabel laat zien dat krachtvoer – met een gemiddelde totale CO₂-voetafdruk van 1.054 voor de productie en 187 voor veranderingen in landgebruik, een stuk hoger liggen dan voor voederbieten (+67% voor productie en +57% voor landgebruiksveranderingen). Wel ligt de voetafdruk van voederbieten hoger dan voor graskuil, maiskuil en perspulp. Het gegeven ruweiwitgehalte voor voederbieten is relatief laag ten opzichte van gegevens uit andere bronnen. In De Brabander et al. (2008) wordt een gemiddelde van 120 gegeven, wat sterk kan variëren (tussen 90-160 en lager bij hoge DS).

Tabel 3.3 CO₂ voetafdruk van drie krachtvoerproducten en drie ruwvoederproducten (FeedPrint v. 2015.03).

Product	DS (g kg ⁻¹)	VEM kg ⁻¹ DS	Eiwit (g kg ⁻¹ DS)	CO ₂ kg ⁻¹ DS Feed	CO ₂ kg ⁻¹ DS Lu/Luc	CO ₂ kg ⁻¹ DS Totaal*
Krachtvoer standaard	894	1083	157	1035	125	1160
Krachtvoer eiwitrijk	896	1091	219	1320	163	1483
Krachtvoer extra eiwit	886	1098	343	807	274	1081
Voederbieten (schoon)	143	1062	80	629**	119	748
Mais (kuil)	283	907	79	159	92	254
Gras (kuil)	472	881	177	519	78	597
Perspulp (suikerbiet)	907	1034	105	405	0	405

* Inclusief landgebruik veranderingen. ** overschatting door te lage veronderstelde opbrengst.

De vernieuwde interesse in voederbieten, deels het gevolg van het ontwikkelen van *Rhizoctonia*-tolerante variëteiten en deels gestimuleerd door beleid, zorgen ook voor een snelle ontwikkeling van nieuwe rassen. Waar het gemiddelde %DS in FeedPrint nog op 14,3 staat, zijn er nu al variëteiten beschikbaar met ruim 20% DS. Hiermee kunnen opbrengsten tot 24 ton DS ha⁻¹ gerealiseerd worden, wat beduidend hoger ligt als bij veel van de oudere variëteiten (18 - 19 ton DS ha⁻¹) (ILVO, n.d.). De gemiddelde netto opbrengst in FeedPrint (medio 2018) is voor voederbieten slechts op een kleine 10 ton DS ha⁻¹ gesteld. De opbrengst voor mais wordt een stuk hoger ingeschat met 14 ton DS ha⁻¹ (gemiddelde in rassenlijst is 20 ton DS ha⁻¹). Dit betekent dat de CO₂-voetafdruk per kg DS een stuk lager zal zijn bij de teelt van de huidige variëteiten. Dit geldt vooral voor voederbieten maar ook in beperkte mate voor mais. Indien lineaire doorvertaling mogelijk zou zijn dan zou bij 80% van de maximale opbrengst de CO₂-voetafdruk respectievelijk 298 en 139 g CO₂ kg ds⁻¹ bedragen. Ruwweg ligt de CO₂-voetafdruk dus 2-3 keer boven die van mais. Beoogd is om de

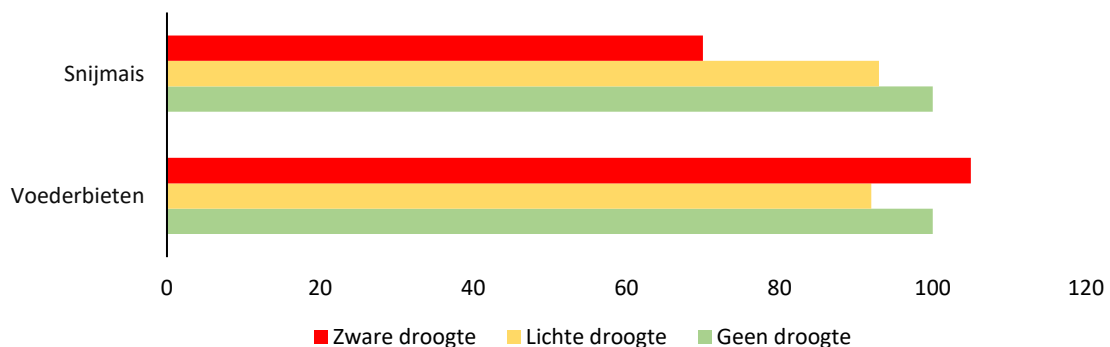
voederbiet voor een belangrijk deel als krachtvoervervanger in te zetten. Ten opzichte van krachtvoer is de voetdruk van voederbiet op basis van de huidige opbrengsten tweede derde lager. Indien het voederbiet voor de 1/3 ingezet wordt als krachtvoer en voor 2/3 als ruwvoer dan is bij de huidige opbrengstniveaus in de provincie Gelderland de CO₂-voetafdruk iets lager bij de inzet van voederbieten.

Nemen we nog mee dat de inzet van voederbieten als ruwvoer (2/3) en krachtvoer (1/3) tot een hogere productie van vet en eiwit leidt (Tabel 2.2) wat overeenkomt met een stijging van de FCPM melkproductie met ongeveer 2,5% dan is de inzet van voederbieten zonder meer gunstig. De CO₂-voetafdruk met voederbiet is lager dan bij een gras mais rantsoen.

De inzet van voederbieten kan nog een ander belangrijk voordeel hebben. Voederbieten bevatten saponinen. Een meta-analyse van Jayanegara et al. (2014) toont duidelijk aan dat saponinen de methaanproductie bij koeien remt. De inzet van voederbieten zou dus de methaanproductie kunnen remmen. Kwantitatieve gegevens hierover ontbreken.

3.5 Stikstofvoetafdruk

Ook van invloed op de N-voetafdruk is het weer binnen het groeiseizoen. Droogte heeft grote gevolgen op de totale bovengrondse stikstofopbrengsten van mais. Hoewel lichte en zware droogte nauwelijks gevolgen heeft op de stikstofopbrengst bij voederbieten (overigens wel op de verdeling tussen de organen), is bij mais een sterke afname te zien in de stikstofopbrengst bij – met name – zware droogte (Figuur 3.4.). De totale opbrengst van stikstof (bovengronds) ging in experimenten met 30% achteruit, wat vooral komt door achterblijvende zaadzetting (Smid, Grashoff, & Aarts, 1998). Aangezien de N-gift vooraf gegeven is, zal een groot overschot achterblijven in de bodem met de daaraan gekoppelde hogere risico's op nitraatuitspoeling.



Figuur 3.4. Gemiddelde relatieve (bovengrondse) stikstofopbrengst bij drie verschillende behandelingen. De opname van stikstof heeft weinig relatie met de (wortel)opbrengst.

Studies in Nederland gaven bij een opbrengst van 18 ton DS ha⁻¹ een N-opname van 315 kg (230 in de bieten, 85 in het loof) (Pijlman & van Eekeren, 2016). Bij proeven in Vlaanderen werd 330 kg N (250 in bieten, 80 kg in loof) geëxporteerd bij een productie van 120 ton ha⁻¹ (wortels) met 25 ton ha⁻¹ loof (LCVVZW, 2017). Bij suikerbieten is er geen duidelijke relatie terug te vinden tussen de stikstofopname van het gewas en de wortelopbrengst (IRS, 2009). Dit zal waarschijnlijk ook voor voederbieten gelden. Gemiddeld zal mais in een groeiseizoen 150 tot 250 kg N ha⁻¹ opnemen, terwijl dit bij voederbieten tussen de 250 en 500 kg N ha⁻¹ ligt. Dit komt door het diepere wortelsysteem (N-opname uit diepere lagen) en de langere periode waarin voederbieten stikstof blijven opnemen (De Vliegheer & De Campeneere, 2008). Hierdoor kunnen voederbieten gemiddeld ongeveer 125 kg N per ha extra benutten en is het gewas beter

instaat om de grote hoeveelheid N die komt bij het scheuren van grasland op te nemen in vergelijking tot snijmais (Pijlman & van Eekeren, 2016).

De hoeveelheid stikstof die in de bodem achterblijft bij de teelt van voederbieten na het scheuren van (blijvend) grasland zit, zelfs bij de maximale N-gift (volgens het Vlaamse mestbeleid), onder de daar geldende norm. Tabel 3.4 laat zien dat er relatief weinig nitraat in de bodem achterblijft, vooral wanneer dit vergeleken wordt met het nitraat dat achterblijft na de teelt van mais (zelfs wanneer dit niet bemest zou zijn). Bij Engels raaigras wordt de norm alleen overschreden op een locatie bij de maximale N-gift voor dit gewas. Deze proeven laten de voordelen zien die voederbieten hebben op de stikstofhuishouding na het scheuren van grasland. Gekoppeld aan deze waarden is dus het risico op nitraatuitspoeling lager bij voederbieten dan bij maïs. Dit is hiermee dus ook van invloed op de (kwalitatieve) water voetafdruk. Voederbieten hebben in dit geval – in ieder geval als het op het risico op nitraatuitspoeling aankomt – een lagere voetafdruk op de waterkwaliteit.

Wanneer de stikstofvoetafdruk gemeten wordt in toegediende hoeveelheid stikstof per kilogram drogestof zal dit niet veel variëren tussen snijmais en voederbieten, aangezien toediening volgens de gebruiksnormen zal gaan (die vrijwel gelijk zijn) en de drogestofopbrengst veelal vergelijkbaar is (metingen in de Drentse Veekolonien gaven gemiddeld 16,1 ton DS ha⁻¹ voor voederbieten en 15,1 voor mais (Van Oostrom & Van Velsen, 2017)).

De teruggave van stikstof (aanvoer van stikstof via gewasresten en dierlijke mest) kan oplopen tot 70% van de stikstofgift bij de voederbienteelt (PCBT & ILVO, 2006). Dit betekent dat de netto-export van stikstof vrij laag is. De stikstofvoetafdruk ligt bij de teelt van voederbieten dan een stuk lager ten opzichte van snijmais, vooral wanneer gekeken wordt naar de energiewaarde (VEM) van de productie. Voederbieten hebben een hogere VEM-waarde (10% hoger dan mais, De Brabander & De Boever, 2015) en hebben ook een potentieel hogere opbrengst, hoewel dit nog slechts deels wordt gerealiseerd. Wel bieden nieuwe variëteiten de ruimte om dit voordeel beter te benutten, door o.a. de toegevoegde resistentie tegen de bodemschimmel *Rhizoctonia solani*.

Tabel 3.4. Hoeveelheid nitraat gemeten in de laag 0-90 cm na de teelt van verschillende voedergewassen na scheuren van grasland in het voorjaar. Hierbij zijn drie bemestingsniveaus toegepast: geen bemesting, een gift van 170 kg N ha⁻¹ uit rundveemest, en bemesting tot de norm zoals deze gegeven is in het Vlaamse mestbeleid (MAP4). De grenswaarde voor nitraat in Vlaanderen in de bodemlaag 0-90 cm is 90 kg N ha⁻¹. Waarden hierboven zijn in de tabel in het rood aangegeven. Bron: De Vlieghe et al., 2015 in CDM, 2017.

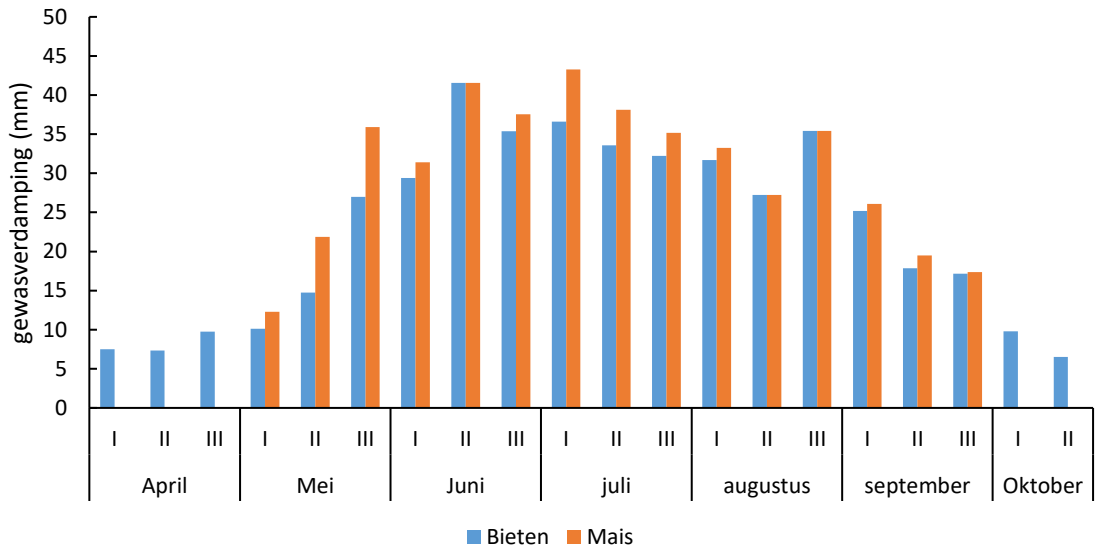
Gewas	N-gift (kg N ha ⁻¹)	Merelbeke 2012	Merelbeke 2013	Geel 2013
		14 november	3 oktober	november
Voederbieten	0 kg N	17 (1)	23 (6)	12 (4)
	170 kg N _{rund}	20 (2)	36 (8)	14 (8)
	234 kg N _{werkzaam} (MAP4)	17 (1)	84 (17)	30 (36)
Kuilmais	0 kg N	36 (17)	124 (53)	98 (27)
	170 kg N _{rund}	44 (12)	179 (38)	97 (21)
	130 kg N _{werkzaam} (MAP4)	55 (10)	229 (12)	150 (26)
Engels raaigras	0 kg N	11 (2)	12 (2)	8 (0)
	170 kg N _{rund}	10 (2)	13 (4)	8 (0)
	300 kg N _{werkzaam} (MAP4)	13 (2)	117 (71)	32 (35)

Samengevat zit het verschil tussen beide gewassen in de opname en daarmee verwijdering van stikstof uit de bodem. Voederbieten zijn in staat om bij een hoge N-bemesting meer van de stikstof op te nemen en hiermee ook nog beneden de nitraatrichtlijnen te blijven. Zelfs bij een gift van 234 kg N ha⁻¹ (werkzaam) op voederbieten na het scheuren van grasland – waarbij veel stikstof beschikbaar komt door mineralisatie van de zode – werd de nitraatnorm niet overschreden bij veldproeven in België (De Vliegheer, 2014). Bij mais is de kans op overschrijding van deze norm groter, zeker wanneer deze na het scheuren van grasland wordt verbouwd.

3.6 Water voetafdruk

Gedurende het gehele groeiseizoen gebruiken bieten – bij voldoende waterbeschikbaarheid – tussen de 400 en 480 mm (4.000 – 4.800 m³ ha⁻¹). De piek ligt hierbij in de maanden juni en juli (Vandenbosch et al., 2000 in IRS, n.d.). Voor mais is de waterbehoefte lager: bij een productie van 17 ton DS ha⁻¹ is slechts 340 mm noodzakelijk (3.400 m³ ha⁻¹). De voetafdruk van water – gebaseerd op de traditionele berekening van waterconsumptie per opbrengst – is in verschillende studies voor beide gewassen in dezelfde periode berekend. Een studie in de periode 1994-1996 (Smid et al., 1998) gaf een transpiratiecoëfficiënt (L water kg⁻¹ DS) tussen de 210 en 224 voor voederbieten (gemiddeld 217) en tussen de 150 en 170 (gemiddeld 162) voor mais. Dit ligt een stuk lager dan voor gras (308 – 403 afhankelijk van de soort en het jaar). Dit komt vooral door het hogere oogstbare deel van de totale productie. Een andere studie geeft waarden van 190 voor mais en 300 voor voederbieten (Van der Schans & Stienezen, 1998).

Een eigen analyse is ook gedaan, met een groeiseizoen van 200 dagen (vanaf 1 april) voor voederbieten en 150 dagen (vanaf 1 mei) voor mais, met de geschatte gewas-coëfficiënten zoals te zien in Figuur 2.2 (waarden na september lopen tot eind oktober lineair af naar 0,4). Alle waarden zijn met een rollend gemiddelde *gesmooth* en daarna vermenigvuldigd met de referentieverdamping. De totale gewasconsumptie (gemiddelde van de jaren 2015 en 2017 in Gelderland) komt hiermee uit op 456 mm (4560 m³ ha⁻¹) voor beide gewassen (zie Figuur 3.5 voor de som van verdamping per 10 dagen). Bij een gelijke drogestofopbrengst van 17 ton DS ha⁻¹, komt dit uit op 268 L kg DS⁻¹ voor beide gewassen. Warmere zomers en de daaraan gekoppelde hogere gewasverdamping kunnen ervoor zorgen dat de verschillen relatief kleiner worden, aangezien de extra behoefte van mais in de warmste periode (juli-augustus) de extra periode van voederbieten (april en oktober) waarschijnlijk meer dan zal compenseren.



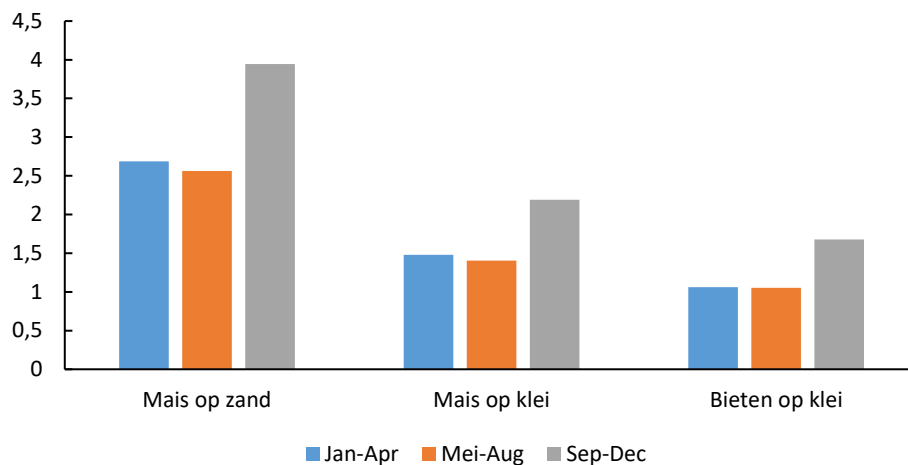
Figuur 3.5 Gewasverdamping van bieten en mais in de periode dat voederbieten (gemiddeld) op het land staan. De extra behoefte van bieten in april en oktober wordt met de gekozen gewasfactoren precies gecompenseerd (gemiddelde van 2015-2017) door de extra behoefte van mais in het groeiseizoen.

De watervoetafdruk is in de meeste studies hoger voor voederbieten dan voor mais (m.u.v. onze eigen berekening). Wel zijn de meeste studies wat ouder, wat betekent dat de opbrengst veranderd kan zijn (met name voor voederbieten kan de drogestofopbrengst toegenomen zijn). Ook is de verdamping toegenomen in de laatste jaren. Belangrijker dan het watergebruik is de manier waarop het gewas om kan gaan met droogte. Droogte is een toenemend probleem met grote negatieve gevolgen voor de landbouw. Volgens klimaatscenario's zal in de zomer minder water aangevoerd worden, waardoor een tekort aan water kan ontstaan (PBL, 2014). Ook zal beregening op mais eerder worden verboden dan op voederbieten – volgend de verdringingsreeks. Gras en mais vallen in de eerste categorie die geen water zal krijgen, voederbieten onder de tweede (reguliere teelten). De laatste gewassen die water zullen krijgen zijn de kapitaalintensieve teelten.

Voederbieten reageren vergelijkbaar op het opnieuw toedienen van water na een periode van droogte als grassen: hergroei komt snel op gang. Mais is, in tegenstelling tot voederbieten, niet in staat om de afgestorven bladeren te vervangen. Suikers kunnen ook ophopen in de stengel door vochttekort in cruciale groeistadia (Smid et al., 1998). Van de voedergewassen herstelt voederbieten samen met luzerne het snelste van droogte; mais en triticale herstellen het slechtst (Van der Schans & Stienezen, 1998). Hoewel mais dus veel problemen ondervindt van droogte, wordt beregening hierop in veel gevallen gelijk verboden met beregening op grasland.

De invloed van de voederbieten en mais op de kwaliteit van water zijn vooral gekoppeld aan de toediening van verschillende nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen. Nitraat is apart behandeld in de sectie *Stikstof voetafdruk*. Wat de chemicaliën in water betreft kan alleen gekeken worden naar het aantal en hoeveelheid van toediening. In verschillende bronnen is dit hoger voor voederbieten: 3x toediening op voederbieten en 1-2x op mais (Pijlman & van Eekeren, 2016) en 5 kg ha⁻¹ op voederbieten en 1 kg ha⁻¹ op mais (FeedPrint). De kosten van de gebruikte gewasbescherming zijn ook met een vergelijkbare factor groter op voederbieten als op mais (zie Nijssen & Schreuder, 1998). Dit betekent dus dat de teelt van voederbieten, door het extra gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, meer negatieve effecten heeft op de kwaliteit van het oppervlaktewater.

Een analyse van de koppeling waterkwaliteit (nitraat) en locatie percelen (binnen 250 meter, zie methodologie) laat duidelijke verschillen zien tussen mais en suikerbieten en tussen klei en zand – hoewel bieten op zand te weinig voorkomen om mee te nemen in deze analyse (Figuur 3.6). Tussen de eerste twee periodes (januari-april en mei-september) is telkens weinig variatie te zien. De nitraatgehaltes in de wintermaanden zijn echter standaard 50 – 60% hoger. Vooral in de buurt van mais op zand zijn hoge nitraatgehaltes te vinden. Op deze gronden zullen voederbieten kunnen voederbieten maar voor een deel een alternatief zijn (1: 4 teelt). De waarden die in deze analyse gekoppeld zijn aan bieten op klei zijn ook een stuk lager dan de waarden gekoppeld aan mais op klei. Nitraatwaarden in de buurt van percelen met bieten op klei liggen volgens deze analyse tussen de 30 en 40% lager dan in de buurt van percelen met snijmais op klei.



Figuur 3.6. Gemiddelde nitraatwaarden in het oppervlaktewater in de buurt van percelen met bieten en mais op klei en zand. Voor deze analyse is openbaar beschikbare data (Waterkwaliteitsportaal en BRP) gebruikt voor de periode 2010 – 2016. De onderliggende methodologie is beschreven in Materiaal & Methodes.

Samengevat: De hoeveelheid via bemesting benodigde nutriënten is vrijwel gelijk tussen beide gewassen, hoewel voederbieten een hogere kalibehoeftte hebben. De verhouding dierlijke mest / kunstmest zal ook niet veel variëren, aangezien dierlijke mest voldoende aanwezig is in de regio en toediening beperkt zal worden door de wettelijke (N en P) gebruiksruimte. Voederbieten zijn in staat om de minarelenbalans te verbeteren en daarmee de bedrijfsoverschotten te verminderen (De Vliegheer & De Campeneere, 2008). De voetafdruk op het gebied van nutriënten in het water is dus lager voor voederbieten dan voor snijmais. Dit is gekoppeld aan het diepere wortelsysteem waarmee de nutriënten gedurende een langere periode opgenomen en vastgehouden kunnen worden. Op het vlak van de watervoetafdruk hebben voederbieten voordelen (droogte-tolerantie, opname nutriënten) en nadelen (o.a. gewasbescherming).

4. Evaluatie en vooruitblik

Er is hernieuwde interesse voor voederbieten door de mogelijkheden om het in te zetten als krachtvoervervanger, de eisen voor gewasdiversificatie vanuit het Gemeenschappelijke Landbouwbeleid en de ontwikkeling van verbeterde variëteiten, met name op punten waarop voederbieten in het verleden uit de rotatie is gehaald (variëteiten met minder risico's op ziektes en verbeteringen op het vlak van mechanisatie) en de beschikbaarheid van grond. Er zijn nieuwe rassen met een hogere opbrengst en een lagere ziektegevoeligheid en de teelt laat zich goed mechaniseren. Het past ook goed in een meer circulaire economie. Doordat veel van de oude 'hindernissen' deels of helemaal overwonnen zijn, komen de voordelen – met name op de productie van energie (VEM) – duidelijker naar voren.

Naast de hoge energieopbrengst die voederbieten kunnen behalen, zijn er vanuit een milieuoogpunt ook voordelen. Het meest genoemde voordeel is de stikstofbenutting. Dit maakt het tot een geschikt volggewas na een gewas waarbij veel stikstof in de bodem achterblijft. Het scheuren van grasland leidt tot hoge N-nalevering. Voederbieten kunnen deze stikstof goed kunnen benutten. Voederbieten gaan in het najaar een aantal maanden door met de opname van stikstof in vergelijking tot mais. Globaal ligt de N-opname van mais tussen de 150 en 250 kg N per hectare en die van voederbieten tussen de 250 en 500 kg N per ha.

De potentie voor verdere uitbreiding van het areaal voederbieten in de provincie Gelderland is groot, met als waarschijnlijk realiseerbaar areaal van 5000 ha. De afgelopen jaren is er een forse toename geweest van het aantal stuks melkvee. Dit aantal piekte in 2016, waarna een lichte afname te zien is. Ook worden er in de regio veel gewassen verbouwd waarvoor voederbieten een goed alternatief of nuttige toevoeging in de rotatie kunnen bieden. Voordelen kunnen zowel milieukundig als bedrijfseconomisch (ook beide) zijn. Op een groot deel van het maisoppervlakte is de intensiteit van de rotatie nog dusdanig dat afwisseling met andere gewassen grote voordelen kunnen bieden. Dit kan de mineralenbalans verbeteren en de ziektedruk verlagen. De voetafdruk voor CO₂, stikstof en water laat het volgende beeld zien

De CO₂-afdruk van voederbieten hoger is dan van snijmais. Dit komt vooral door meer mechanische handelingen bij teelt, opslag en vervoeding en toediening van gewasbeschermingsmiddelen. Belangrijke onzekerheden zijn hierbij de (energie)opbrengst die wordt behaald en wat er met gewasresten gebeurt. Ruwweg ligt de CO₂-voetafdruk 2 keer boven die van mais uitgaande van opbrengsten die 80% van het maximum bedragen. Beoogd is om de voederbiet voor een belangrijk deel als krachtvoervervanger in te zetten. Ten opzichte van krachtvoer is de voetafdruk van voederbiet meer dan de helft lager. Indien het voederbiet voor de 1/3 ingezet wordt als krachtvoer en voor 2/3 als ruwvoer is bij de huidige opbrengstniveaus in de provincie Gelderland de CO₂-voetafdruk lager bij de inzet van voederbieten daarbij rekening houdend met een hogere productie aan vet en eiwit in de melk. Voederbieten bevatten saponinen. Deze remmen de methaanproductie. Niet bekend is hoe groot het effect is bij de inzet van voederbieten in het rantsoen. Dat vergt nadere studie.

Opgemerkt moet worden dat in de literatuur nog wel eens van vrij lage bietopbrengsten wordt uitgegaan. Ook wordt het te behalen voordeel in de melkproductie (melk en eiwit) meestal niet meegenomen. Dat is in deze studie wel gedaan. Vanuit het circulair denken is de inzet van bieten dan gunstig met als bijkomstig voordeel dat ondernemers de eigen grond beter kunnen benutten en dat er minder invoer van veevoergrondstoffen nodig is.

De stikstofvoetafdruk van voederbieten is gunstiger dan die van snijmais. De stikstofbemesting is gelijk maar voederbieten nemen veel meer stikstof op uit de bodem dan mais (verschil > 100 kg N per ha) en ook over een veel langere periode in het groeiseizoen. Dat verkleint het risico op nitraatuitspoeling. En hoewel

voederbietenloof dat achterblijft op het land 100 kg N per ha kan bevatten leidt dat niet tot een verhoging van de residuele stikstof in de bodem. De N-mineraalgehalten na de oogst en in de winter zijn lager dan die bij het gewas mais en blijven ruim beneden de 50 kg N_{min} per ha. De kanttkening is wel dat een late oogst risico's inhoudt voor de bodemstructuur. Er zal dus een afweging moeten worden gemaakt tussen bij het oogsttijdstip tussen maximale productie en het nog verantwoord kunnen berijden van het land.

De waterbehoefte van voederbieten is hoger dan die van snijmais. De extra waterbehoefte die voederbieten hebben ten opzichte van mais vindt vooral plaats in periodes wanneer er voldoende neerslag zal zijn, bij de start van de groei en in de herfst. Mais herstelt zich nauwelijks van periodes met grote droogte in tegenstelling tot bieten. De behoefte aan beregening is bij mais groter dan bij voederbieten. Dit is een belangrijk voordeel van bieten. Dit voordeel wordt waarschijnlijk onderschat. Juist nu (met alle mitsen en maren) grotere schommelingen worden verwacht in het klimaat met gemiddeld hogere zomertemperaturen en langere periodes met neerslagtekorten kan dit sterker in het voordeel van bieten gaan spreken.


De inzet van gewasbeschermingsmiddelen is bij de teelt van voederbieten hoger dan bij mais. Met het verbod op de neonicotinoiden nemen de inzet van middelen mogelijk verder toe en daarmee het risico op uitspoeling naar het oppervlaktewater. Het wordt een uitdaging om de inzet van gewasbeschermingsmiddelen te beperken. Afwegingen bij welke schadedrempel de inzet van gewasbeschermingsmiddelen nodig is spelen daarbij ook een rol. Monitoringresultaten moeten uitwijzen of er een verhoogd risico is op uitspoeling van gewasbeschermingsmiddel (residuen).

Hoewel de teelt van voederbieten onmiskenbare voordelen heeft zijn andere factoren mede bepalend voor de mate waarin uitbreiding van de teelt gaat plaatsvinden. Kan het jaarrond vervoederd worden door in te kuilen/mengen met een ander product waarbij de voederwaarde voordelen behouden blijven en het kostprijs technisch rendabel blijft. De teelt is specialistisch. Indien deze kan worden uitbesteed aan een akkerbouwer of een loonwerker en of dat er samenwerkingsverbanden kunnen worden aangegaan met akkerbouwers vergroot dat ook de kans op een verdere toename van de teelt. Ook meer subjectieve kenmerken als een aantrekkelijker landschap en meer kansen voor flora en fauna zullen daarbij ook zeker een rol spelen.

5. Referenties

- (PCBT), I. P. voor de B. T., & (ILVO), I. voor L.V. (2006). *Themadag voederbieten: mogelijkheden en praktische overwegingen*. Retrieved from https://leden.inagro.be/DNN_DropZone/Publicaties/553/br-voederbieten-2006.pdf
- CBGV. (2018). *Bemestingsadvies*. Retrieved from <http://edepot.wur.nl/413891>
- Commissie Grondgebondenheid. (2018). *Grondgebondenheid als basis voor een toekomstbestendige melkveehouderij*.
- Commissie van Deskundigen Meststoffenwet. (2017). *CDM-advies "Aanvullende vragen Groenbemesters."* Retrieved from https://www.wur.nl/upload_mm/7/4/e/16907737-af71-4d81-81d1-d6860c0d1c18_1733887 Oene Oenema bijlage 1.pdf
- De Brabander, D., & De Boever, J. (2015). *Voederbieten, een troef voor het melkveerantsoen*. Retrieved from <http://edepot.wur.nl/337186>
- De Brabander, D., De Campeneere, S., & De Vliegheer, A. (2008). *Kunnen voederbieten perspulp vervangen in het melkveerantsoen?* Retrieved from <http://www.lcvvzw.be/wp-content/uploads/2008/01/Voederbieten-vervanging-perspulp-melkveerantsoen.pdf>
- De Vliegheer, A. (2014). *Voorjaarsscheuren grasland: welk gewas inzaaien en welke bemesting toepassen*. Merelbeke. Retrieved from http://www.lcvvzw.be/wp-content/uploads/2014/05/Welk-gewas-na-scheuren-grasland_1.pdf
- De Vliegheer, A., & De Campeneere, S. (2008). *Voederbieten opnieuw in beeld: Teelttechnische tips en knelpunten*. Retrieved from <http://www.lcvvzw.be/wp-content/uploads/2008/01/Voederbieten-opnieuw-in-beeld.pdf>
- Desjardins, R. L., Worth, D. E., Verge, X. P. C., VanderZwaag, A., Janzen, H., Kroebe, R., Dryer, J. A. (n.d.). Carbon Footprint of Agricultural Products - A Measure of the Impact of Agricultural Production on Climate Change. Retrieved August 21, 2018, from <http://www.wamis.org/agm/meetings/teco14/S5-Desjardins.pdf>
- Eurofins Agro. (2017). Voederbiet bezig met "comeback." Retrieved July 24, 2018, from <http://eurofins-agro.com/nl-nl/expertise/voederwaarde/artikelen/voederbieten-bezig-met-comeback>
- Hatch, D. J., Hopkin, A., & Velthof, G. L. (2004). Nitrogen and phosphorus cycling in grass-to-grass resowing and grass-arable rotations. In J. G. Conijn & F. Taube (Eds.), *Grassland resowing and grass-arable crop rotations: Consequences for performance and environment. Second workshop of the EGF-Working Group 'Grassland Resowing and Grass-arable Rotations' Kiel, Germany, 27-28 February 2003*. Wageningen: Plant Research International, Wageningen UR.
- Have, H. ten. (2016). Voederbiet en veldboon voor energie en eiwit. *V-Focus*. Retrieved from <http://edepot.wur.nl/402158>
- Jayanegara A, Wina E & Takahashi J (2014). Meta-analysis on Methane Mitigating Properties of Saponin-rich Sources in the Rumen: Influence of Addition Levels and Plant Sources. *Asian-Australas J Anim Sci*. 2014 Oct; 27(10): 1426–1435.
- ILVO. (n.d.). Belangrijkste kenmerken van voederbietrassen, opgenomen op de Belgische rassencatalogus. Retrieved July 8, 2018, from <https://www.ilvo.vlaanderen.be/rassenlijst/NL/Voederbieten/Rassenoverzicht/tabid/10390/language/nl-BE/Default.aspx>
- ILVO. (2006). Themadag voederbieten : mogelijkheden en praktische overwegingen Aartselaar : 14 november 2006 Brochure : De teelt van voederbieten op het biologisch bedrijf, (november). Retrieved from https://leden.inagro.be/DNN_DropZone/Publicaties/553/br-voederbieten-2006.pdf
- Innovatie Veenkolonien. (n.d.). Factsheet Praktijknetwerk beregening: Beregening en gewasproductie. Retrieved July 24, 2018, from Innovatie Veenkolonien

- IRS. (n.d.). *Teelthandleiding bieten (IRS)*. Retrieved from https://www.irs.nl/userfiles/testhandleiding_render/4.15-berekening.pdf
- IRS. (2009). Hebben bieten meer stikstof nodig? Retrieved July 16, 2018, from <https://www.irs.nl/userfiles/ccmsupload/ccmspres/SID dec 09 stikstofbemesting.pdf>
- Landbouwleven. (2017). Voederbieten als derde teelt, makkelijker dan je denkt. Retrieved July 23, 2018, from <http://www.landbouwleven.be/1846/article/2017-11-10/voederbieten-als-derde-teelt-makkelijker-dan-je-denkt>
- LCVVZW. (2017). Voederbieten: Teelt, mechanisatie en mengkuilen: een update. Retrieved July 16, 2017, from http://www.lcvvzw.be/wp-content/uploads/2017/11/LCV_Brochure_Feedbeet_finaal-30102017.pdf
- Liu, C., Cutforth, H., Chai, Q., & Gan, Y. (2016). Farming tactics to reduce the carbon footprint of crop cultivation in semiarid areas. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(4), 69. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0404-8>
- Mogensen, L., Kristensen, T., Nguyen, T. L. T., Knudsen, M. T., & Hermansen, J. E. (2014). Method for calculating carbon footprint of cattle feeds including contribution from soil carbon changes and use of cattle manure. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.02.023>
- Nijssen, J. M. A., & Schreuder, R. (1998). *Economie van droogte-tolerante gewassen*.
- PBL. (2014). PCC: aanpassing klimaatverandering enorme uitdaging. Retrieved July 24, 2018, from <http://www.pbl.nl/nieuws/nieuwsberichten/2014/ipcc-aanpassing-klimaatverandering-enorme-uitdaging/>
- Pijlman, J., & van Eekeren, N. (2016, April). Voederbieten: minder stikstofverliezen na scheuren grasland. *V-Focus*. Retrieved from <http://edepot.wur.nl/378042>
- Schröder JJ et.al. (2014). *Rekenregels van de KringloopWijzer*.
- Smid, H. G., Grashoff, C., & Aarts, H. F. M. (1998). *Vochtverbruik en droogtegevoeligheid van voedergewassen*. Wageningen. Retrieved from <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/339912>
- Van der Schans, D. A., & Stienezen, M. W. J. (1998). *Opbrengstvariabiliteit van voedergewassen op droogtegevoelige grond*.
- Van Oostrom, R., & Van Velsen, B. (2017). *Onderzoeksrapport Voederbieten: Onderzoeksrapport naar de geschiktheid van Voederbieten als voedergewas in de Veenkolonien (Dr.)*.
- Vruchtbare Kringloop Achterhoek. (n.d.). Praktijkverhalen: Arjan Freriks. Retrieved September 7, 2018, from <http://vruchtbarekringloopachterhoek.nl/portfolio-items/arjan-freriks-2/>
- Waterschap Hunze en Aa's. (n.d.). *Overzicht per watersysteem (gebied) van ontwikkelingen, opgaven en acties voor veiligheid, voldoende water en schoon en ecologisch gezond water 2016-2021*. Retrieved from <https://www.hunzeenaas.nl/about/Documents/Watersysteemperspectieven.pdf>



www.nmi-agro.nl

nutriënten management
instituut nmi bv
nieuwe kanaal 7c
6709 pa wageningen
nmi@nmi-agro.nl