De optimale voedergewassenteelt voor Nederlandse melkveebedrijven

Auteur: Reinder van der Wal

Datum: 27-07-2022

De optimale voedergewassenteelt voor Nederlandse melkveebedrijven

Auteur: Reinder van der Wal

Wollegras 2c

9421 NA Bovensmilde

Mailadres: 3027514@aeres.nl

Telefoonnummer: +31 646098103

Opleiding: Dier en veehouderij/ ondernemerschap

Aeres Hogeschool te Dronten

De Drieslag 4

8251 JZ Dronten

Mailadres: info.hogeschool.dronten@aeres.nl

Telefoonnummer: 088 - 020 6000

Afstudeer docent: Teus van den Bout

Dronten, 27-07-2022

DISCLAIMER
Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Voor u ligt het literatuuronderzoek “De optimale voedergewassenteelt voor Nederlandse melkveebedrijven” Dit rapport is geschreven in opdracht van de Aeres Hogeschool te Dronten. Mijn naam is Reinder van der Wal, ik heb dit onderzoek uitgevoerd voor de opleiding Dier- en veehouderij/ Ondernemerschap. Ik ben al een aantal jaar werkzaam in de agrarische sector. Van daaruit komt ook mijn interesse in de melkveehouderij. Dit rapport is geschreven voor melkhouders om meer inzicht te krijgen in de ruwvoerteelt. Het draagt bij aan een efficiënter en betere ruwvoerteelt in de melkveehouderij sector. Ik heb tijdens het schrijven van dit rapport hulp gehad van Teus van den Bout. Hem wil ik bedanken voor de hulp en begeleiding.

Reinder van der Wal
Dronten
Juli 2022

Inhoud

Voorwoord 3
Verklarende woordenlijst 5
Samenvatting 6
Summary 7
1. Inleiding 8
1.1 Breder kader 8
1.2 Theoretisch kader 10
1.3 Knowledge gap 18
1.4 Hoofd en deelvragen 19
2. Aanpak 21
3. resultaten 25
3.1 Saldo voedergewassen 25
3.2 deelvraag 2 25
3.3 deelvraag 3 29
4. discussie 32
5. conclusie en aanbevelingen 35
6. Literatuurlijst 37
7. Bijlagen 42
7.1 kosten voedergewassen 42

Verklarende woordenlijst

Verzadigingswaarde: indicatie getal van hoeveel er van een product gevoerd kan worden aan melkvee gebaseerd op ruwe celstof verhoudingen.

Structuurwaarde: indicatie getal van hoeveelheid structuur, gebaseerd op ruwe celstof verhoudingen.

Ruw eiwit: het totale eiwitgehalte inclusief ammoniak geschat door 6,25 te vermenigvuldigen met de gemeten hoeveelheid stikstof. Ruw eiwit zegt niks over de verteerbaarheid.

Inslurven: manier van opslaan van gewassen, waarbij de gewassen in een plastic slurf worden geperst om in te kuilen.

Voersaldo: opbrengsten geleverde melk min voedergewassen en mengvoer kosten

Onderzaai: Het zaaien van een vanggewas onder de mais.

Meetmelk: hoeveelheid melk gecorrigeerd op vet en eiwitgehalte naar 4,00% vet en 3,33% eiwit. Het aantal liters meetmelk wordt als volgt berekend: (0,337 + 0,116 x %vet + 0,06 x %eiwit) x liters melk.

Afkortingen

DS: droge stof, geeft de verhouding vocht en droge stof weer.

VEM: voeder eenheid melk, geeft de netto energie-inhoud van een product voor een melkgevende koe weer.

DVE: Darm verteerbaar eiwit, de maat voor de hoeveelheid eiwit die beschikbaar en verteerbaar is in de dunne darm.

kVEM: Duizend VEM, Geeft de totale hoeveelheid VEM in een product voor een melkgevende koe weer.

kDVE: Duizend DVE, Geeft de hoeveelheid DVE in een product voor een melkgevende koe weer.

MKS: Mais kolven schroot, gehakselde kolf en korrel van de maisplant.

CCM: Corn Cob Mix, gemalen mais kolven zonder de spil van de kolf.

Samenvatting

In de Nederlandse melkveehouderij worden als belangrijkste voedergewassen voornamelijk gras en mais geteeld. Om de gestegen kunstmest- en krachtvoerkosten te kunnen verlagen en om te kunnen voldoen aan de regel waarbij 65 procent eiwit van eigen land moet komen moet een melkveehouder voldoende voer van eigen land kunnen halen. Hiervoor moeten de juiste gewassen geteeld worden in de juiste combinatie. In dit onderzoek is onderzocht hoe de gewassen gras, grasklaver, luzerne, mais, snelle lente rogge en voederbieten het voersaldo van een gemiddeld melkveebedrijf in Nederland op zandgrond kunnen verbeteren. Gras is een eiwitgewas met een saldo per hectare van € 863. Grasklaver heeft op zandgrond gemiddeld een hogere droge stof opbrengst en daarmee een saldo van € 962. Luzerne heeft een saldo van € 915 door lagere VEM en DVE gehaltes. Mais heeft een saldo van € 2.419 door 16 ton droge stof opbrengst. MKS bezit minder ruwe celstof en daarmee wordt het saldo € 1.588 daar staat tegenover dat het een veel lagere verzadigingswaarde heeft. Snelle lente rogge is een voedergewas dat na de mais geteeld kan worden als vanggewas door weinig extra kosten geeft dit een saldo van € 1.235. Voederbieten hebben het hoogste saldo van € 5.164 door 22 ton droge stof opbrengst dat goed verteerbaar is. Per gewas zijn al veel voor- en nadelen bekent. Nog onbekend is wat de verschillende gewassen kunnen betekenen voor het voersaldo bij verschillende teeltplannen. Om dit te onderzoeken is de volgende hoofdvraag beantwoord:

“Hoe kan een Nederlandse melkveehouder in 2022 de combinatie van geteelde voedergewassen op zandgrond optimaliseren voor een beter voersaldo?”

- Het telen van energie gewassen met een hoge opbrengst zoals mais en voederbieten verbetert het voersaldo door een hoog kVEM en daarnaast een gemiddeld kDVE.
- Snelle lente rogge teelt zorgt voor een hoger voersaldo door naast de mais vooral extra eiwit te leveren.
- MKS of CCM kan geteeld worden om minder mengvoer te hoeven aankopen. Extra land pachten voor MKS of CCM is aantrekkelijk voor het voersaldo.
- Het stoppen met derogatie verhoogt het voersaldo omdat dan meer mais verbouwd kan worden, hierbij is rekening gehouden met lagere opbrengsten door minder bemesting en dezelfde kosten als bij derogatie.

De aanbeveling voor melkveehouders in Nederland is: bekijk wat de mogelijkheden zijn op het gebied van alternatieve voedergewassen en teeltplan optimalisatie in eigen regio. Want dit onderzoek toont aan dat het voersaldo te verbeteren is doormiddel van het teeltplan.

Summary

In the Dutch dairy industry, grass and maize are the main feed crops. In order to be able to reduce the increased concentrate and fertilizer costs and to comply with the rule to obtain 65% protein from own land, a dairy farmer must be able to obtain enough feed from own land. For this, the right crops must be grown in the right combination. This study investigated how the crops grass, grass-clover, alfalfa, maize, fast spring rye and fodder beet can improve the feed balance of an average dairy farm in the Netherlands on sand soil. Grass is a protein crop with a balance per hectare of € 863. Grass clover has a higher average dry matter yield on sandy soil and therefore a balance of € 962. Lucerne has a balance of € 915 due to lower VEM and DVE contents. Maize has a balance of € 2,419 due to 16 tons of dry matter yield. MKS has less crude fiber and so the balance becomes € 1,588, on the other hand it has a much lower saturation value. Fast spring rye is a forage crop that can be grown after the maize as a catch crop and with few extra costs it gives a balance of € 1,235. Fodder beet has the highest balance of € 5,164 due to 22 tons of dry matter yield that is easy to digest. Many advantages and disadvantages of each crop are already known. What is still unknown is what the different crops can mean for the feed balance with different cultivation plans. To investigate this, the following main question was posed and answered:

"How can a Dutch dairy farmer optimize the combination of fodder crops grown on sandy soils for a better feed balance in 2022?"

A Dutch dairy farmer can optimize his feed balance by:

- Growing high yielding energy crops such as maize and fodder beet improves the feed balance due to high kVEM and also average kDVE.

- Fast spring rye provides a higher feed balance by supplying extra protein in addition to the maize.

- MKS or CCM can be grown to reduce the need to buy mixed feed. Leasing extra land for MKS or CCM is attractive for the feed balance.

- end with derogation increases the feed balance because more maize can be grown, taking into consideration

The recommendation for dairy farmers in the Netherlands is: look at the possibilities in the field of alternative fodder crops and crop plan optimization in your own region. Because this research shows that the feed balance can be improved by improving the fodder crop plan.

1. Inleiding

In de Nederlandse melkveehouderij wordt als belangrijkste voedergewassen voornamelijk gras en mais geteeld. Deze gewassen zijn relatief gemakkelijk te telen en geven vaak onder Nederlandse omstandigheden een relatief goede opbrengst en kwaliteit. Toch zijn er de laatste jaren meer beperkingen en daardoor meer gewassen die een voordeel kunnen opleveren voor de Nederlandse melkveehouderij. Zo kan er bijvoorbeeld op extensieve bedrijven eigen krachtvoer geteeld worden en kan er van sommige percelen meer opbrengst gerealiseerd worden. Een hogere opbrengst van evenveel hectares is noodzakelijk om voldoende voedsel te produceren. Aalt Dijkhuizen voorzitter topsector Agri & Food zegt in 2014 in een interview:

De wereldbevolking neemt snel toe, net als de welvaart en dat betekent dat er over enkele decennia circa twee keer zoveel (dierlijk) voedsel geproduceerd zal moeten worden als nu het geval is. Je mag niet verwachten dat het landbouwareaal zal verdubbelen, dus zal het extra voedsel van dezelfde hectares moeten komen. (Rotgers, 2014)

In dit onderzoek wordt daarom gekeken naar de teelt van verschillende voedergewassen in de Nederlandse melkveehouderij en wat daarbij een ideale samenstelling is in een teeltplan op basis van opbrengst, voederwaarden en bemesting.

1.1 Breder kader

Nederlandse grondprijzen stijgen, krachtvoerkosten stijgen, kunstmestkosten stijgen en de commissie grondgebondenheid wil dat er in 2025 minstens 65 procent eiwit van eigen land komt. Hierom moet er zoveel en zo goed mogelijk ruwvoer geteeld worden op de hectares die de melkveehouder in gebruik heeft.

“Elk melkveebedrijf moet grotendeels kunnen voorzien in eiwit (ruwvoer) afkomstig van eigen grond. Minimaal 65 % van de eiwitbehoefte moet afkomstig zijn van eigen grond.” Dit stelt de commissie grondgebondenheid in een advies dat in 2018 is gepresenteerd in aan de overheid in Den Haag. Dit betekent dat een melkveehouder die hier nog niet aan voldoet moet zorgen voor meer eigen grond of meer eiwit van de hectares af moet halen. (Commissie grondgebondenheid, 2018)

De gemiddelde agrarische grondprijs in Nederland is vanaf begin 2015 tot eind 2021 gestegen met 37 procent (Agrimatie, 2022). Hoe meer voer een melkveehouder van een hectare kan produceren hoe minder van deze dure grond hoeft te worden gefinancierd.

De gemiddelde krachtvoerkosten zijn van begin 2021 tot april 2022 gestegen met 37 procent. Dit maakt het interessanter krachtvoer kosten te besparen door meer voer van eigen land te kunnen voeren. Ook kunstmestkosten zijn gestegen, van begin 2021 tot april 2022 zijn de kosten van een kilo KAS meer dan verdubbeld. Om de kunstmestkosten te verlagen op een melkveebedrijf is het mogelijk gunstig een gewas te telen die behoord tot de vlinderbloemigen, om zo gratis stikstof uit de lucht te binden. (Scholte. H., 2022)

Om de gestegen kosten te kunnen verlagen en om te kunnen voldoen aan de regel om 65 procent eiwit van eigen land te halen moet een melkveehouder voldoende voer van het eigen land kunnen halen. Hiervoor moeten de juiste gewassen geteeld worden in de juiste combinatie. Maar welke gewassen hiervoor het best in het teeltplan passen is niet bij alle melkveehouders bekend aangezien nu nog veel melkveehouders alleen mais en gras telen. In 2019 werd nog maar 9000 hectare alternatieve voedergewassen geteeld dat is maar 0,8 procent van het totale mais en gras areaal (Groeneveld, 2019). Het is belangrijk dat er weer opnieuw naar de alternatieve gewassen wordt

gekeken, omdat de gewassen door veredeling en regelgeving meer waarde kunnen hebben gekregen. Door veranderde regelgeving over bijvoorbeeld mest is het soms voordeliger vlinderbloemige te telen. Dit bespaart tegelijk ook de hoger geworden kunstmestkosten.

Om te weten welke gewassen er het best geteeld kunnen worden moeten de voor- nadelen van de gewassen bekend zijn. Ook is het belangrijk per voedergewas het voersaldo te berekenen, zodat de meest productieve gewassen bekend worden. Een combinatie van gewassen is belangrijk voor een optimaal rantsoen. Hiervoor moeten vergeleken worden welke combinatie het meest voordelig is. Vanwege de derogatie zijn Nederlandse melkveehouders niet geheel vrij in het maken van een teeltplan maar mogen ze wel meer bemesten. Om te kijken of derogatie dan wel gunstig is moet dit ook onderzocht worden.
Van meerdere voedergewassen is al bekend wat hiervan de voor- en nadelen zijn. In de volgende paragraaf in het theoretisch kader worden meerdere voedergewassen die een hoge opbrengst energie of eiwit kunnen realiseren per hectare verder uitgelicht. Allereerst worden gras, grasklaver en luzerne bekeken. Deze gewassen kunnen net als gras geoogst en opgeslagen worden. Voor deze gewassen is gekozen omdat deze gewassen in Nederland gemiddeld per hectare de meeste kilo's eiwit leveren (Aarts, 1991) (Plomp et al. 2010). Ook wordt gekeken naar mais en voederbieten, deze gewassen leveren in Nederland gemiddeld het meest kVEM per hectare (de Boer et al., 2003). De teelt van snelle lente rogge als vang- en voedergewas na de mais geeft mogelijk een hoger saldo per hectare mais daarom wordt ook dit gewas meegenomen.

Figuur 1 (Ecopedia z.d.)

Gras (Figuur 1) wordt in Nederland op alle soorten grond veel geteeld. Op veel bedrijven is gras de basis van het rantsoen. Dit is altijd al zo geweest omdat het makkelijk te telen is. Gras heeft een DVE opbrengst per hectare van 635 kDVE (Van Dijk et al., 2020). (Ecopedia. z.d.)

Figuur 2 (Akkerbouwbedrijf. 2019)

Grasklaver (Figuur 2) wordt in Nederland steeds meer geteeld. Omdat dit gewas beter tegen droogte kan dan gras en omdat het een vlinderbloemige is. Grasklaver is in staat meer eiwit te leveren dan gras bij een lagere stikstof gift. Grasklaver heeft een DVE opbrengst per hectare van 845 kDVE (Van Dijk et al., 2020).

Figuur 3 (Paysan Breton. 2016)

Luzerne (Figuur 3) is net als klaver een vlinderbloemige. Dit gewas kan veel eiwit per hectare leveren mits de bodem voldoet aan de juiste omstandigheden. Luzerne heeft een DVE opbrengst per hectare van 635 kDVE (Van Dijk et al., 2020).

Figuur 4 (Veeteelt 2021)

Mais (Figuur 4) wordt veel geteeld in Nederland vanwege de hoge zetmeel opbrengst. Het kan als Snijmais, MKS en CCM geoogst worden. Snijmais heeft een hoge kVEM opbrengst van 15827 (Blanken et al, 2021).

Figuur 5 (KWS. 2015)

Snelle lente Rogge (Figuur 5) is een gewas dat geteeld kan worden na de mais als voedergewas in plaats van een ander vanggewas. Dit gewas is pas sinds 2020 op de markt.

Figuur 6 (KWS. 2019)

Voederbieten (Figuur 6) kunnen veel droge stof met een hoog suiker percentage per hectare realiseren. Hierdoor heeft een hectare voederbieten een kVEM van 24244 (Melkvee100plus, 2020).

1.2 Theoretisch kader

De productie van het teeltplan van een melkveehouder moet dus verbeterd worden met lagere kosten. Hiervoor moet er kritisch gekeken worden wat welke hoogproductieve gewassen kunnen betekenen. Naar de verschillende hoogproductieve gewassen is al veel onderzoek gedaan. In deze paragraaf wordt beschreven wat er al bekend is van de gewassen.

Gras

Gras is in ieder Nederlands melkveerantsoen terug te vinden. Voornamelijk wordt er Engels Raaigras (*Lolium Perenne*) verbouwd. Gras kan makkelijk verbouwd worden in bijna alle regio's en op bijna alle grondsoorten. Het gras kan gevoerd worden in de vorm van kuil, grasbrok en vers gras. Ook levert het een grote maatschappelijke bijdrage omdat de koeien hierop kunnen lopen en grazen. Afhankelijk van het stikstof leverend vermogen van de bodem heeft grasland per hectare een bemestingsadvies van tussen de 229 en 382 kg stikstof. Als gras een gehalte van 3,5 g P per kg DS bereikt, heeft het voldoende fosfaat uit bodem en bemesting ter beschikking en is er geen opbrengstderving. (Verstraten, 2021) In Tabel 1 staan de jaarlijkse opbrengsten van een hectare grasland op zandgrond weergegeven.

Tabel 1 jaarlijkse opbrengsten per hectare grasland op zandgrond (Van Dijk et al., 2020) (Zom et al, 2002)

Ton droge stof per hectare	8,7
Energiewaarde VEM/kg ds	946
DVE gram/kg ds	73
Ruw eiwit waarde gram/kg ds	173
kVEM per hectare	8230
kDVE per hectare	635
Ruw eiwit per hectare	1505
Structuur waarde	2,9
Verzadigingswaarde	1,00

In Tabel 2 worden ter conclusie de voor- en nadelen van grasland gegeven.

Tabel 2 voor- en nadelen gras

Voordelen	Nadelen
Zeer goed te begrazen	Veel stikstof nodig
Makkelijk te onderhouden	

Grasklaver

Klaver wordt vaak geteeld in combinatie met gras. In Nederland wint het aan populariteit doordat de klavers stikstof kunnen binden. Er zijn veel soorten klaver, in Nederland wordt vooral gebruikt gemaakt van rode klaver bij maaien en witte klaver bij beweiden. In dit hoofdstuk wordt gekeken naar rode klaver, *Trifolium pratense*.

Er is hier gekozen voor rode klaver omdat deze bij inkuilen per hectare de hoogste eiwit opbrengst heeft. Witte klaver (*Trifolium repens*) heeft een lagere opbrengst maar kan beter tegen beweiden. Ook verdwijnt witte klaver minder snel uit het grasland omdat het in tegenstelling tot rode klaver wel liggende bovengrondse uitlopers kan maken. Witte klaver wortelt minder diep dan rode klaver omdat het geen penwortel vormt (De Wit et al., 2004).

Grasklaver heeft voldoende aan 40 tot 60 kuub drijfmest per jaar. Hiernaast heeft het meestal geen andere kunstmest nodig. Het heeft zeker geen stikstof kunstmest nodig omdat het zelf stikstof bindt en daardoor gevoelig is voor een te hoge stikstof mestgift. Wel heeft het Kali nodig en is het daarom bij grond waar kali makkelijk uitspoelt ook bij de derde snede verstandig nog wat kali toe te dienen door bijvoorbeeld de drijfmestgift over de eerste drie snede's te verdelen (Feenstra, 2014) (De Wit et al., 2004). Grasklaver kan net als gras gewoon worden ingekuild. Wel is het belangrijk dat het product niet droger wordt dan 40% zodat het niet versnippert en niet meer op te rapen is. (Feenstra, 2014)

In Tabel 3 staan de opbrengsten van rode klaver in combinatie met gras weergegeven. Grasklaver heeft een lager eiwit percentage maar hogere droge stof opbrengst dan puur gras. De lagere energiewaarde komt niet door een lagere verteerbaarheid maar doordat er minder suiker in klaver zit (De Wit et al., 2004).

Tabel 3 jaarlijkse opbrengsten grasklaver op zandgrond (van Dijk et al., 2020) (Zom et al, 2002)

Ton droge stof per hectare	**10,8**
Energiewaarde VEM/kg DS	718
DVE gram/kg DS	78
Ruw eiwitwaarde gram/kg DS	153
kVEM per hectare	7754
kDVE per hectare	842
Ruw eiwit per hectare	1652
Structuurwaarde	2,8
Verzadigingswaarde	0,95

In Tabel 4 worden ter conclusie de voor- en nadelen van grasklaver gegeven.

Tabel 4 voor- en nadelen grasklaver

Voordelen	**Nadelen**
Bindt stikstof	Klaver moet in stand worden gehouden
Hogere opbrengst DS, DVE dan puur gras	Lastiger te oogsten
Iets minder droogtegevoelig dan gras	
Smakelijker dan gras	

luzerne

Luzerne (*Medicago Sativa*) is een vlinderbloemige die diep wortelt en veel eiwit kan produceren. Het is belangrijk dat het perceel waarop het verbouwd wordt goed waterdoorlatend is, omdat luzerne gevoelig is voor wateroverlast. Er wordt in deze paragraaf gerekend met het vier jarige luzerne ras "Alexis" van Barenburg Holland Bv. Er is voor dit ras gekozen omdat dit ras een dormacy van 5 heeft, wat betekent dat de koude resistentie van Alexis past bij het Nederlandse klimaat.

De pH op zandgrond moet minimaal 5,5 zijn. Eventueel moet er dus calciumcarbonaat bemest worden. De rhizobiumbacteriën leveren ongeveer 250 kg stikstof er is dus geen extra stikstof bemesting nodig. Om voldoende fosfor, kali en borium te bemesten is er een drijfmestgift van ongeveer vijftig kubieke meter nodig. Bij een gift van vijftig kubieke meter drijfmest met gehalten van 2,6 kg NH3-N, 1,8 kg P2O5, 6,8 kg K2O en 1,3 kg MgO per m3 wordt ongeveer 130 kg NH3-N, 90 kg P2O5, 340 kg K2O en 65 kg MgO gegeven (DLF Benelux, 2021).

luzerne kan net als gras ingekuild worden. Het moet gemaaid worden in het vroege knopstadium, dat is wanneer er ongeveer tien procent van het gewas in bloei staat. Het gewas moet gemaaid worden op een hoogte van zeven tot tien centimeter om zo de nieuwe spruiten te laten staan. Om bladverlies te voorkomen kan er beter niet geschud worden (DLF Benelux, 2021).

In Tabel 5 staan de jaarlijkse opbrengsten per hectare luzerne weergegeven. De opbrengsten van luzerne gaan de komende jaren mogelijk wel verbeteren doordat er meer wordt veredeld. Hiermee wordt gezorgd dat luzerne in het kortere Nederlandse groeiseizoen sneller groeit dan waar het gewas oorspronkelijk vandaan komt. (Hawkings, 2018)

Tabel 5 jaarlijkse opbrengsten luzerne (Stichting CVB, 2021) (Zom et al, 2002) (Seppänen et al. 2018)

Ton droge stof per hectare	9
VEM /kg DS	680
DVE gram /kg DS	47
Ruw eiwit gram/kg DS	185
kVEM per hectare	6120
kDVE per hectare	423
Ruw eiwit per hectare	2064
Ruwe celstof	303
Verzadigingswaarde	0,95

In Tabel 6 zijn ter conclusie de voor- en nadelen van luzerne weergegeven.

Tabel 6 voor- en nadelen luzerne

Voordelen	Nadelen
Kan goed tegen droogte	Kan slecht tegen te veel water
Bindt stikstof	Heeft een hoge ph nodig
	Lastiger te oogsten dan gras
	Lastiger te beweiden dan gras

maisteelt

In Nederland wordt al veel snijmais geteeld vanwege het hoge zetmeelgehalte. Met het onbestendig zetmeel wordt de pens voorzien van voldoende energie voor de eiwitsynthese. En met het bestendig eiwit worden de darmen voorzien van voldoende energie voor eiwit opname. (Keady. 2005) Mais kan voor zowel snijmaiskuil, CCM en MKS geteeld worden. Afhankelijk van het weer, grondsoort en maisras wordt de mais vaak in mei gezaaid. Snijmais moet in Nederland voor 1 oktober gehakseld zijn zodat de groenbemester gezaaid kan worden. Bij onderzaai van gras mag het na 1 oktober geoogst worden. CCM en MKS worden vaak begin november geoogst wanneer de maiskorrel rijp genoeg is en een zwart puntje onder in de korrel laat zien, hierbij hoeft er dan ook pas 31 oktober een vanggewas ingezaaid te worden.

Hoeveel er bemest moet worden is afhankelijk van de grond en de onttrekking van de mais. In Tabel 7 is de onttrekking van nutriënten van mais weergegeven bij een productie van 16 ton droge stof per hectare.

Tabel 7 onttrekking nutriënten maiskuil (Van Schooten et al., 2019)

Nutriënt	Onttrekking bij 16 ton DS/ha
N	195 kg
P2O5	72 kg
K2O	250 kg
MgO	30 kg

In Tabel 8 zijn de opbrengsten van ingekuilde maisproducten te zien. Vanwege het lage eiwitgehalte en het voldoende hoge droge stofgehalte en suikergehalte is snijmaïs bijna altijd goed te conserveren. Het kuilvoer bevat daardoor weinig of geen boterzuur en de NH3-fractie is laag. De conserveringsverliezen inclusief veld verliezen worden geschat op 7 % van de droge stof en 9 % van de VEM (Van Dijk, 1995). Om broeivorming na opening van de kuil te voorkomen wordt een voersnelheid van anderhalve meter per week geadviseerd (De Boer, 2003).

Snijmaïs wordt in het rantsoen vooral gewaardeerd vanwege de grote energie-inhoud en de grote hoeveelheid zetmeel. Het ruw eiwitgehalte is laag, waardoor aanvulling met eiwitrijk voer bij een snijmaïsrijk rantsoen noodzakelijk is. Mais zorgt in veel gevallen niet voor hogere vet- en eiwitgehaltes in de melk, wel zorgt het voor een stijging in het aantal liters vergeleken met alleen gras (Nielsen, 2004).

Tabel 8 jaarlijkse opbrengsten per hectare mais (Blanken et al, 2021) (Zom et al, 2002)

Product	Mais	MKS	CCM
Ton vers/ha	46	19	17
% DS	37	55	58
Ton DS/ha	16	10,5	10
VEM /kg DS	980	1130	1150
DVE gram /kg DS	52	62	70
Ruw eiwit gram/kg DS	69	83	94
kVEM	15827	11860	11240
kDVE	840	690	660
Ruw eiwit per hectare	1104	871	940
Verzadigingswaarde	0,85	0,72	0,65

Mais kan ook geoogst worden als CCM of MKS. Vanwege de hoge energiewaarde zijn MKS en CCM vooral een geschikt voedermiddel voor hoogproductieve koeien. MKS kan ingezet worden om krachtvoer te vervangen (Keller et al., 2022). Vervanging van het krachtvoer tarwe door MKS in het basisrantsoen leidde in voederproeven tot een hogere melkproductie, een lager vetgehalte en een onveranderd eiwitgehalte, zoals te zien is in Tabel 9.

Tabel 9 effecten van vervanging krachtvoer door MKS in PMR-rantsoen (Zom, 1996)

Voeropname (kg DS)	0 kg DS MKS	2,5 kg DS MKS	4,8 kg DS MKS
Graskuil	12,8	12,5	11,9
Krachtvoer	5	2,9	1,2
MKS	0	2,5	4,8
Totaal	17,8	17,9	17,9
KVEM	17,4	17,7	17,7
DVE g	1765	1780	1762
OEB g	0	199	375
Zetmeel kg	0	1,5	2,7
Bestendig zetmeel kg	-	0,4	0,7
Melkproductie			
Melk kg	22,5	23,5	23,5
Vet %	4,25	4,05	4,03
Eiwit %	3,58	3,57	3,54

Op zand en lössgronden is het verplicht een vanggewas te gebruiken na de mais om reststikstof op te nemen. Dit moet door een vanggewas te zaaien voor 1 oktober of door onderzaai. Geen gebruik van onderzaai betekent dus dat de mais voor 1 oktober geoogst moet worden. Bij het oogsten van MKS of CCM hoeft er pas een vanggewas voor 31 oktober gezaaid zijn. Er kan een vanggewas worden gezaaid en later weer in het voorjaar ondergewerkt worden om aan de regel te voldoen. De kosten hiervoor zijn inclusief loonwerk zaaien, zaaizaad en vernietigen 182 euro (Blanken, 2021). Ook kan er een voedergewas geteeld worden. Er kan een bijvoorbeeld gras ingezaaid worden om het volgende jaar het land weer als grasland te gebruiken of er kan tot ongeveer mei snelle lente rogge geteeld worden.

In Tabel 10 zijn ter conclusie de voor- en nadelen van mais te zien.

Tabel 10 voor- en nadelen maisteelt

Voordelen	Nadelen
Veel zetmeel	Vanggewas is noodzakelijk
Er kan nog een voedergewas geteeld worden na mais	
Te oogsten als MKS of CCM voor hogere voedingswaarden	
MKS of CCM telen levert organische stof aan de bodem	

Snelle lente rogge

Als het maisland het volgende jaar weer gebruikt moet worden voor mais kan er snelle lente rogge ingezaaid worden. Dit zorgt ervoor dat er na de mais een extra voedergewas geteeld kan worden. Snelle lente rogge kan al in april worden geoogst. Waardoor er nog tijd is na de oogst van de snelle lente rogge de mais te zaaien. De opbrengsten van snelle lente rogge staan in *Tabel 11*, hierbij is er in het voorjaar een 80 kilo kunstmestgift gegeven met stikstof en zwavel om voldoende opbrengst te behalen. Er wordt hiermee iets minder organische stof achtergelaten op het perceel dan bij een vanggewas dat niet geoogst wordt, veel verschil maakt dit niet aangezien er nog wel veel beworteling in de bodem blijft. De extra kosten zijn 80 euro voor kunstmest, 120 voor inkuilen en 60 extra kosten voor zaaizaad (Van Hulle, 2020). Maar er zijn ook 40 euro minder vernietiging kosten. Totaal komen daarmee de extra kosten van snelle lente rogge op zand en lössgrond dus op 220 euro per hectare. Op andere gronden waar geen vanggewas wordt gezaaid zijn de extra kosten dus 402 euro per hectare (Blanken, 2021) (Van Hulle, 2020). Hierbij moet dan wel rekening gehouden worden dat de mais op tijd wordt geoogst, zodat de snelle lente rogge nog genoeg kan ontwikkelen.

Tabel 11 opbrengst per hectare snelle lente rogge (Hulle van, 2020)

Ton droge stof per hectare	4,5
VEM /kg DS	980
DVE gram /kg DS	90
Ruw eiwit gram/kg DS	180
KVEM per hectare	4410
KDVE per hectare	405
Ruw eiwit per hectare	750
Ruwe celstof	200
structuurwaarde	3
Verzadigingswaarde	1

In Tabel 12 voor- en nadelen snelle lente rogge zijn de voor- en nadelen van de teelt van snelle lente rogge weergegeven.

Tabel 12 voor- en nadelen snelle lente rogge

Voordelen	Nadelen
Extra voederwinning per hectare mais	**Alleen hoge opbrengst na vroeg maisras**
Lage kosten doordat een groot deel van de kosten ook gemaakt worden bij het inzaaien van het verplichte vanggewas	**Kan niet na MKS en CCM**
	Kunstmest is nodig voor voldoende opbrengst
	Pas oogsten in april

Voerderbietenteelt

Voederbieten worden in Nederland steeds meer geteeld. Het voeren van de voederbieten laat de vet- en eiwitgehalten in de melk licht stijgen. Daarnaast is het een zeer smakelijk product en stimuleert het daarmee de voeropname. Ook zijn er met de voederbieten hoge opbrengsten te realiseren. Voederbieten zijn pas vanaf begin november uitgegroeid. Soms worden ze eerder geoogst om ze tegelijk in te kuilen met snijmais. (Fasahat. Et al., 2018)

Voor het telen van voederbieten moet er rekening gehouden worden met dat het perceel geen storende lagen mag bevatten. De pH moet minimaal 6 zijn en het is minder geschikt voor veen of zware klei. Daarnaast moet er ook opgepast worden met pas gescheurd grasland vanwege emelten en ritnaalden. Er moet rekening worden gehouden met de gevoeligheid voor rhizoctonia en rhizomanie bij het kiezen van een bietenras. Ook moet er rekening gehouden worden met het bestrijden van ziekten en onkruiden. De ziektes Rhizoctonia, rhizomanie, meeldauw en bladvlekkenziekte komen voor bij voederbieten. (Agrifirm, z.d.)

Voederbieten moeten bemest worden met 30 tot 40 m3 drijfmest per hectare. Hierbij moet een aanvullende kaliumgift van 150 tot 200 kg per hectare verstrekt worden. Voor een juiste wortelopbrengst is een aanvullende natriumgift van ongeveer 150 kg per hectare gewenst. Om hartrot te voorkomen is het belangrijk te kiezen voor een mestsoort met borium. (Agrifirm, z.d.)

De bieten kunnen het best geoogst worden door alleen te ontbladeren en niet te ontkoppen zodat de bieten bij vers voeren langer houdbaar zijn. Bij de witte voederbieten met een hoger droge stof percentage is dit makkelijker doordat, de bieten verder onder de grond groeien. Bij vers voeren kunnen de bieten op een hoop in de open lucht bewaard worden. Bij vorst moeten de bieten met bijvoorbeeld kuilkleden afgedekt worden. Ook kunnen de bieten ingekuild worden. Dit kan in combinatie met snijmais, dan moeten de bieten wel tegelijk met de snijmais geoogst worden dit kost ongeveer 2 ton droge stof opbrengst omdat de bieten dan nog niet volledig uitgegroeid zijn. Ook kunnen de bieten ingekuild worden in een slurf tegelijk met een droog product zoals CCM, MKS of soja om vochtverlies tegen te gaan (Agrifirm, 2018). De opbrengst verschilt per ras voederbiet. De voederwaarden zijn per ras voederbiet wel vaak hetzelfde. Voor het inkuilen van de voederbiet is een hoog droge stof percentage het handigst omdat er dan minder droog product nodig is om de kuilsappen uit de biet op te vangen. In Tabel 13 staat een overzicht van de voederwaarden en opbrengsten van voederbieten. Er is hierbij rekening gehouden met het ras “Laurena Kws” een witte biet met een hoog droge stof percentage. Er is voor deze biet gekozen omdat deze de hoogste opbrengst heeft van bieten die goed op zandgrond te telen zijn na mais en gras. Vanwege de tolerantie voor rhizomanie en rhizoctonia. (Van den Brink L. Reijnierse T.H. 2021) Wat opvalt is dat het ruw eiwit percentage lager is dan het DVE percentage. Dit komt doordat het DVE op de Eurofins analyse niet alleen wordt bepaald aan de hand van het ruw eiwit maar, ook deels wordt bepaald aan de hand van het verteerbare organische stof. Het DVE zit dus niet werkelijk in de voederbiet. Wel zorgt de voederbiet voor een betere eiwitsynthese in de pens wat zorgt voor een betere benutting van het eiwit uit andere voedermiddelen. Dus is het DVE op de Eurofins analyses hoger dan de ruw eiwitwaarde omdat het in het totale rantsoen zorgt voor betere eiwitsynthese. (S. Tamminga. Et al. 2007)

Tabel 13 jaarlijkse opbrengst per hectare (Van den Brink L. Reijnierse T.H. 2021) (Melkvee100plus, 2020) (Zom et al, 2002)

Ton droge stof per hectare	**22**
VEM/kg DS	1102
DVE/kg DS	99
Ruw eiwitwaarde gram/kg DS	44
KVEM per hectare	24244
KDVE per hectare	2178
Ruw eiwit kg/ha	968
Structuurwaarde	1,1
Verzadigingswaarde	0,69

Voederbieten zijn smakelijk voor de koeien. Wel moet er niet meer dan vier kilo per koe per dag gevoerd worden omdat er snel kans is op pensverzuring door de vele suiker in de biet. In 2011 is het voeren van 3,6 kg droge stof voederbieten vergeleken met 3,6 kg droge stof tarwe in een gras met luzerne melkveerantsoen. De resultaten hiervan staan in Tabel 14. In deze studie is significant aangetoond dat de koeien meer melk gingen produceren met hogere gehaltes. Dit komt doordat de koeien meer ruwvoer gingen opnemen door de smakelijkheid van de bieten. De productie is hier laag vergeleken de gemiddelde melkproductie in Nederland dit komt doordat er naast de bieten of tarwe geen krachtvoer werd gevoerd (Baars et al., 2011). Meerdere studies geven aan dat voederbieten de ruwvoer opname en de vet en eiwitgehalten in de melk verhoogt. De hogere voederopname komt door de hogere smakelijkheid door het hoge suikergehalte, dit is vooral het geval wanneer de biet goed gemengd is met het andere ruwvoer (Eriksson et al., 2004) (Ferris et al., 2003).

Tabel 14 voederbieten vergeleken graan voeren (Baars et al. 2011)

	Voederbieten	**Graan**
Melkproductie per koe (kg)	22,1	17,5
Vet %	4,68	4,30
Eiwit %	3,55	3,45
Lactose %	4,62	4,62
Ureum mg/100gram	20	24

Hieronder zijn in Tabel 15 ter conclusie de voor- en nadelen weergegeven van het jaarrond voeren van bieten door ze op te slaan in een slurf.

Tabel 15 voor- en nadelen voederbieten

Voordelen	Nadelen
Gemiddeld 1100 kVEM per hectare	Niet geschikt voor zware klei en veen gronden
Smakelijk voer	Extra kosten voor inslurven
Hogere gehalten melk	Ziekten en onkruiden moeten mogelijk bestreden worden
Besparen op krachtvoer vanwege de snelle suikers en hoge verteerbaarheid	pH moet rond de 6 liggen
Hoge opbrengst per hectare	Oppassen voor emelten en ritnaalden
Lage verzadigingswaarde	Meer loonwerkkosten
Hoge DVE	Grotendeels suiker dat snel vrijkomt in de pens en dus opgepast moet worden voor pensverzuring

1.3 Knowledge gap

Van deze hoogproductieve voedergewassen is er per gewas al veel bekend. De voor- en nadelen, waar rekening mee moet worden gehouden en waar het gewas geteeld kan worden zijn al bekend. Ook is er al bekend van bijvoorbeeld de voederbiet wat deze kan betekenen in combinatie met andere gewassen in een rantsoen. In Tabel 16 is de opbrengst per hectare van de verschillende gewassen weergegeven.

Tabel 16 opbrengsten verschillende gewassen

Gewas	DS-opbrengst ton/ha	kVEM/ha	kDVE/ha
Gras	8,7	8230	635
Grasklaver	10,8	7754	824
Luzerne	9	6120	423
Snijmais	16	15827	840
MKS	10,5	11860	690
CCM	10	11240	660
Snelle lente rogge	4,5	4410	405
Voerderbieten	22	24244	2178

De gemiddelde opbrengst is al bekend, maar onbekend is wat dit betekent voor het saldo per gewas. Ook is onbekend wat deze gewassen in een teeltplan betekenen voor het voersaldo van een totaal bedrijf. Als onderzocht is wat het optimale teeltplan is voor een bedrijf, dan kan ook onderzocht worden of een teeltplan waarbij geen gebruik wordt gemaakt van derogatie gunstiger is voor het voersaldo.

Het optimaliseren van het teeltplan voor een beter voersaldo wordt al wel gedaan. Sinds 2021 bestaat het computerprogramma Farmdesk dat gebruikt wordt door KWS Benelux. Dit computerprogramma geeft onder andere het voersaldo weer bij verschillende teeltplannen en rantsoenen. Hiermee kan een veehouder zijn bedrijfsgegevens invullen en het voersaldo van verschillende teeltplannen berekenen. Hier maken niet alle melkveehouders al gebruik van en het

geeft geen inzicht in de berekeningen. Dit onderzoek moet inzicht geven in de berekening van het voersaldo per teeltplan van een melkveebedrijf. Daarmee moet met dit onderzoek ook duidelijk worden voor melkveehouders hoe de berekeningen van Farmdesk gemaakt worden. Door het vergelijken van het voersaldo van meerdere teeltplannen bij hetzelfde bedrijf, komt het teeltplan met het hoogste voersaldo naar voren. De derogatie heeft invloed op hoe het teeltplan eruitziet. Daarom moet ook onderzocht worden of het voordeliger is, geen gebruik te maken van de derogatie.

Farmdesk heeft het Saldo van alle voedergewassen en kan daarmee ook alle voedergewassen in verschillende teeltplannen vergelijken. In dit onderzoek worden alleen de gewassen; gras, grasklaver, luzerne, mais, snelle lente rogge en voederbieten meegenomen. Omdat deze zoals eerder beschreven de hoogste opbrengsten DVE of VEM leveren per hectare. De gewassen en teeltplannen worden alleen vergeleken op DVE en VEM omdat dit voor de melkproductie de belangrijkste kengetallen zijn in een rantsoen. De derogatie bepaalt grotendeels de mogelijke teeltplannen voor een melkveehouder, het is niet bekend of de derogatie wel positief is voor het uiteindelijke voersaldo. Daarom moet dit ook nog onderzocht worden.

1.4 Hoofd en deelvragen

In deze paragraaf zijn de deelvragen geformuleerd die de hoofdvraag samen beantwoorden. Aan de hand van de deelvragen is het rapport verder opgesteld.

De hoofdvraag richt zich op de gemiddelde productie van de gewassen in Nederland. Per regio kan het wel verschillen of alle gewassen geteeld kunnen worden en wat de opbrengst is.

Om in kaart te brengen hoe de Nederlandse voerdergewassenteelt voor de melkveehouderij verbeterd kan worden is de volgende hoofdvraag gesteld:

“Hoe kan een Nederlandse melkveehouder in 2022 de combinatie van geteelde voedergewassen op zandgrond optimaliseren voor een beter voersaldo?”

De hoofdvraag zal aan de hand van de volgende deelvragen beantwoord worden:

1. Wat is het berekende saldo per hoogproductief gewas?
Met deze deelvraag wordt bekend wat het saldo per voedergewas is. Dit geeft de waarde voor een melkveehouder per gewas weer. Dit wordt gedaan door per gewas de kVEM en kDVE opbrengst omgerekend naar euro’s per hectare te vergelijken met de kosten per hectare. Dit zegt nog niks over in welke hoeveelheid het gewas het best in een teeltplan past.

2. Welk teeltplan geeft het hoogste voersaldo op een gemiddeld Nederlands bedrijf?
Met deze deelvraag wordt -door het vergelijken op het voersaldo van verschillende teeltplannen voor een gemiddeld Nederlands bedrijf- bekent wat de beste combinatie van voedergewassen is voor een gemiddeld Nederlands bedrijf. Dit wordt gedaan door het vergelijken van meerdere teeltplannen waarbij rekening is gehouden met de derogatie regels.

3. Is het stoppen met de derogatie voordelig voor een gemiddeld Nederlands bedrijf?
Met deze deelvraag wordt bekend of het voor een gemiddeld Nederlands bedrijf gunstig is te stoppen met de derogatie. Rekening houdend met een lagere opbrengst door lagere bemestingsnormen. En rekening houdend met teeltplannen die niet hoeven te voldoen aan de eisen van de derogatie. Er wordt hier geen rekening gehouden met het totale bedrijfssaldo deze kan met het stoppen met derogatie ook nog veranderen door bijvoorbeeld extra kosten voor mestafzet.

Doelstelling

Met de oplossing van deze vraagstukken wordt inzicht gegeven in wat het veranderen van het teeltplan betekent voor het voersaldo. Hierdoor wordt bekend wat verschillende teeltcombinaties voor Nederlandse melkveehouders kan betekenen. Met het beantwoorden van de hoofdvraag wordt er bekend hoe er bespaard kan worden op krachtvoerkosten door middel van het teeltplan. Het product dat uiteindelijk opgeleverd wordt is informatie over zes hoogproductieve voedergewassen en een geoptimaliseerd teeltplan voor een gemiddeld Nederlands bedrijf. Hier kan de doelgroep -de melkveehouders- mee bepalen of een verandering in het teeltplan voordeel op levert. Ook laat het onderzoek zien of het voordelen oplevert niet meer deel te nemen aan derogatie.

2. Aanpak

Door literatuuronderzoek wordt de hoofdvraag in dit onderzoek beantwoord. De resultaten worden bij elke deelvraag beschrijvend weergegeven. Ook worden er in deelvraag 2 en 3 verschillende teeltplannen vergeleken. Deze vergelijking wordt gemaakt door het voersaldo in euro's te vergelijken. De resultaten die per deelvraag worden verzameld zijn valide aangezien de resultaten zijn verzameld uit meerdere wetenschappelijke onderzoeken uit meerdere jaren. Ook zijn de resultaten betrouwbaar aangezien de resultaten hetzelfde zouden zijn wanneer het onderzoek op dezelfde manier wordt uitgevoerd. Wel kunnen resultaten afwijken wanneer er meer factoren die hierop invloed hebben worden meegenomen in vervolgonderzoek. Dit onderzoek neemt alleen de hoogst productieve gewassen mee zoals beschreven in hoofdstuk 1. Er zijn dus nog meer gewassen die van toegevoegde waarde kunnen zijn voor sommige bedrijven. Literatuur die voor het onderzoek gebruikt wordt is peer-reviewed of het zijn rapporten van erkende organisaties of instellingen, vakbladen of handboeken. De literatuur wordt gezocht via de zoekmachines; Spinger, Wiley, Google Scholar en Science Direct.

In dit rapport wordt in deelvraag 2 en 3 gebruik gemaakt van een zogenaamd modelbedrijf. Dit bedrijf is gebaseerd op Nederlandse gemiddelden (Agrimatie, 2022). Het modelbedrijf is een bedrijf met:

- 108 melkkoeien inclusief 65 stuks bijbehorend jongvee
- 1.000.000 kilo meetmelkproductie per jaar
- 58 hectare zandgrond

Dit onderzoek zou de melkveehouder op het eigen bedrijf ook kunnen toepassen. Er wordt hierbij rekening gehouden met een melkveehouderij gevestigd op zandgrond. Op andere grondsoorten kunnen de gewassen mogelijk andere opbrengsten geven of niet geteeld worden. Hierbij wordt rekening gehouden met krachtvoer, bemesting, derogatie, de behoefte van melkvee, de opbrengst en kosten van de gewassen. Er wordt alleen rekening gehouden met VEM en DVE in het voer en de behoefte van de koeien. Het zou dus kunnen dat een rantsoen in dit rapport nog niet geheel volledig is.

Deelvraag 1

Deelvraag 1 luidt; "Wat is het berekende saldo per hoogproductief gewas?" Hiervoor moet per gewas nog de kosten in kaart gebracht worden. De kosten van de gewassen op zandgrond in Nederland worden verzameld door te zoeken op: kosten voedergewassen, teeltkosten melkvee, berekeningen KWIN en kosten Snelle lente rogge. De opbrengsten volgen uit de inleiding en worden van kVEM en kDVE omgerekend naar Euro's. Dit wordt gedaan door 24,6 cent per kVEM en 91,5 cent per kDVE opbrengst te rekenen. Deze bedragen zijn de gemiddelde energieprijzen en eiwittoeslagen van mengvoer tijdens de periode augustus 2021 tot mei 2022 (WUR, 2022). De opbrengsten in euro's min de kosten in euro's geven het saldo van de gewassen weer. Door deze vergelijking wordt bekend welke hoogproductieve gewassen het hoogst saldo kunnen geven bij gemiddelde opbrengsten op zandgrond.

Deelvraag 2

Deelvraag 2 luidt; “Welk teeltplan geeft het hoogste voersaldo op een gemiddeld Nederlands bedrijf?” Het voersaldo wordt berekend door de kosten van de opbrengsten af te halen van het modelbedrijf. De opbrengsten worden berekend door de vastgestelde meetmelkproductie te vermenigvuldigen met een melkprijs van 56,50 euro dit is de garantieprijs van Friesland Campina in juni 2022 (Friesland Campina, 2022).

De kosten van het modelbedrijf worden als volgt berekend:

Eerst wordt de behoefte van het modelbedrijf berekend. Aan de hand van het aantal koeien van het modelbedrijf met 108 melk- en kalfkoeien wordt de totale VEM en DVE behoefte berekend op basis van koeien die 305 dagen in lactatie zijn en 60 dagen droogstaan met een totale productie van 1.000.000 kilo meetmelk. Er wordt hierbij uitgegaan van een gemiddeld diergewicht van 650 kilogram per koe. Het bijbehorend jongvee dat op het bedrijf wordt gehouden zijn 65 dieren tot 2 jaar. De benodigde structuurwaarde en de DVE en VEM behoefte wordt berekend voor het aantal dieren en hun productie meetmelk met hulp van formules uit literatuur. De zoektermen voor zowel Engelse als Nederlandse literatuur zijn: DVE behoefte melkvee, VEM behoefte melkvee, structuurbehoefte, voer opname capaciteit, VEM need dairy cattle, DVE need dairy cattle, feed intake capacity dairy cattle, dairy cattle feeding and nutrition. Hierdoor wordt voor het totale modelbedrijf berekent wat de voer behoefte is.

Vervolgens worden op basis van het aantal hectares dat het modelbedrijf beschikbaar heeft meerdere teeltplannen vergeleken zoals in Tabel 17 te zien is. Er is voor deze teeltplannen gekozen waarbij de teelten die niet voor meer dan 50 procent bestaan uit gras voor 80 procent het aantal beschikbare hectares vullen om te voldoen aan de derogatie. Alle teeltplannen hebben een droge stof productie van ongeveer 580.000 kg uit ruwvoer. Deze hoeveelheid droge stof uit ruwvoer is bepaald door een gemiddelde opname van droge stof uit ruwvoer per koe per dag van 13 kg (Snijders, 1979) en 7,5 kg per dier van 0 tot 2 jaar (Mandersloot, 1989). Tot ruwvoer worden gerekend alle gewassen behalve voederbieten, MKS en CCM omdat deze een structuurwaarde van lager dan 1,2 en een deeltjes lengte kleiner dan 8 mm hebben (CVB. 2021). De droge stof opbrengst per hectare ruwvoer-gewas volgt uit de inleiding. In Tabel 17 staat een overzicht van meerdere teeltplannen ter vergelijking. In de eerste kolom staat het nummer van de teeltplannen en de hoeveelheid droge stof uit ruwvoer dat elk teeltplan oplevert. Het getal voor elk gewas zijn het aantal hectares. Door teeltplan 1 en 2 te vergelijken wordt gras en grasklaver vergeleken naast mais. Door teeltplan 1 en 3 te vergelijken wordt mais vervangen door luzerne vergeleken. Door teeltplan 1 en 4 te vergelijken wordt het voordeel van snelle lente rogge bepaalt. Door teeltplan 1 en 5 te vergelijken wordt het voordeel van voederbietenteelt in plaats van mais bepaalt. Er is hier gekozen voor niet meer dan 1,5 hectare voederbieten, omdat er zoals beschreven in paragraaf 1.7 niet meer dan 4 kilo voederbieten per dag gevoerd moet worden. Door teeltplan 7 en 8 met elkaar te vergelijken wordt bekend of MKS of CCM beter is voor het voersaldo. Er is gekozen voor 5 hectare extra om aan te tonen of het zelf telen van deze krachtvoer vervangers positief is voor het voersaldo. Dit wordt gedaan door het vergelijken van teeltplan 1 en 7. Teeltplan 1 en 8 worden vergeleken om het verschil in voersaldo aan te geven tussen alleen mais en gras telen en een teeltplan met meerdere soorten voedergewassen. Luzerne wordt in deze deelvraag niet veel meegenomen omdat het naast gras en grasklaver een eiwit gewas is maar, niet in plaats van gras of grasklaver geteeld kan worden vanwege de derogatie regels.

Tabel 17 teeltplannen deelvraag 2

Teeltplan en DS uit ruwvoer	Behoefte kDVE en kVEM modelbedrijf					
1 DS: 588 ton	46,5 gras	11,5 snijmais				Aanvullend krachtvoer
2 DS: 582 ton	46,5 grasklaver	5 snijmais	6,5 MKS			
3 DS: 583 ton	46,5 grasklaver	9 luzerne	2,5 MKS			
4 DS: 584 ton	46,5 grasklaver	4 snijmais	7,5 MKS			
		4 snelle lente rogge				
5 DS: 582 ton	46,5 grasklaver	5 snijmais	1,5 voeder bieten	5 MKS		
6 DS: 583 ton	51 grasklaver	2 snijmais	1,5 voederbieten	8,5 CCM		
7 DS: 583 ton	51 grasklaver	2 snijmais	1,5 voederbieten	8,5 MKS		
8 DS: 584 ton	46,5 grasklaver	4 snijmais	1,5 voeder bieten	6 MKS		
		4 snelle lente rogge				

De teeltplannen in Tabel 17 hebben allen een eigen kDVE en kVEM productie. Wanneer deze productie nog niet voldoet aan de berekende kDVE en kVEM behoefte van het bedrijf wordt dit aangevuld met mengvoer. Van dit mengvoer wordt de prijs bepaald aan de hand van het “meest recente overzicht energie en eiwittoeslagprijzen rundvee” van Wageningen livestock research. Per hectare voedergewas wordt gerekend met pachtkosten van 500 euro, dit zijn de gemiddelde pachtkosten in Nederland (RVO. 2022). Het voersaldo wordt per teeltplan berekend door de kosten per hectare voedergewas, de pachtkosten en de kosten voor het aanvullend krachtvoer van de melkopbrengst van het modelbedrijf af te halen.

Deelvraag 3

Deelvraag 3 luidt; “Is het stoppen met derogatie voordeliger?” Om deze deelvraag te beantwoorden wordt gekeken naar wat er met of zonder derogatie bemest mag worden. En wat het stoppen met derogatie betekent voor de opbrengst van de gewassen. Deze informatie wordt verkregen door literatuuronderzoek waarbij gezocht wordt op de zoektermen: derogatie en opbrengst, stikstofgift vergeleken opbrengst, nitrogen need mais, nitrogen need grass, nitrogen need fodder crops europe en fodder crops yield and fertilization. Op basis van deze gegevens kan de opbrengst van de gewassen bepaald worden. De kosten van de gewassen blijven in dit onderzoek hetzelfde ondanks dat er minder bemest hoeft te worden. In Tabel 18 zijn de teeltplannen weergegeven die in deze deelvraag net als deelvraag 2 worden vergeleken op het voersaldo. Als de droge stof opbrengst uit ruwvoer van een teeltplan hoger blijkt dan 590 ton wordt een aantal hectares snijmais vervangen voor MKS om zo weer dichter bij de 580 ton droge stof uit ruwvoer te komen. Door het vergelijken van teeltplan 2, 3 en 4 kan bepaald worden of gras, luzerne of grasklaver zonder derogatie een betere opbrengst geeft in een teeltplan met mais. Teelplan 4 en 5 worden met elkaar vergeleken om te bepalen of de teelt van snelle lente rogge nog winstgevend is bij minder bemesting. Teeltplan 4 en 6 worden met elkaar vergeleken om te bepalen of de teelt van voederbieten nog winstgevend is zonder derogatie. Teeltplan 4 en 7 worden vergeleken om aan te geven wat het telen van meerdere voedergewassen doet met het voersaldo. Teeltplan 1 wordt vergeleken met een ander teeltplan zonder derogatie met het hoogste voersaldo. Hiermee kan bepaald worden wat het stoppen met de derogatie betekend voor het voersaldo.

Er wordt hier geen rekening gehouden met extra kosten of extra opbrengsten voor mestafzet.

Tabel 18 opzet teeltplannen deelvraag 3

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">Behoefte kDVE en kVEM modelbedrijf</td></tr>
<tr><td>Teeltplan 1</td><td colspan="2">Beste teeltplan deelvraag 2 met derogatie</td><td rowspan="8">Aanvullend krachtvoer</td></tr>
<tr><td>Teeltplan 2</td><td>29 Gras</td><td>29 snijmais</td></tr>
<tr><td>Teeltplan 3</td><td>29 luzerne</td><td>29 snijmais</td></tr>
<tr><td>Teeltplan 4</td><td>29 grasklaver</td><td>29 snijmais</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Teeltplan 5</td><td rowspan="2">29 Grasklaver</td><td>29 snijmais</td></tr>
<tr><td>29 Snelle lente rogge</td></tr>
<tr><td>Teeltplan 6</td><td>29 grasklaver</td><td>27,5 snijmais</td><td>1,5 voederbieten</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Teeltplan 7</td><td rowspan="2">29 grasklaver</td><td>27,5 snijmais</td><td rowspan="2">1,5 voederbieten</td></tr>
<tr><td>27,5 Snelle lente rogge</td></tr>
</table>

3. resultaten

In dit hoofdstuk worden per deelvraag de resultaten van het onderzoek weergegeven.

3.1 Deelvraag 1

In bijlage 7.1 zijn de kosten per gewas weergegeven. Meegenomen zijn de kosten voor loonwerk, bemesting, zaaizaad en spuitmiddelen, deze gegevens zijn verzameld uit meerdere onderzoeken. De kosten van snelle lente rogge komen uit de inleiding en er is hier rekening gehouden met een bedrijf dat verplicht een vanggewas moet zaaien. Dus de kosten voor snelle lente rogge zijn de extra kosten naast de kosten die normaal al voor een vanggewas gemaakt worden. Voor alle gewassen behalve snelle lente rogge wordt er 500 euro bij de kosten gerekend vanwege de pachtkosten. In Tabel 19 is een saldo berekening gemaakt aan de hand van kosten uit bijlage 6.1 plus de pachtkosten en de kVEM en kDVE opbrengsten uit de inleiding. De opbrengst in euro's is berekend door 24,6 cent per kVEM en 91,5 cent per kDVE opbrengst te rekenen. Deze bedragen zijn de gemiddelde energieprijzen en eiwittoeslagen van mengvoer tijdens de periode augustus 2021 tot mei 2022 (WUR, 2022). Het Saldo is de opbrengst in euro's min de kosten. Tabel 19 laat zien dat de voederbieten een duidelijk hoger saldo hebben en dat gras van alle gewassen het laagste saldo heeft. Ook geven alle energie gewassen een hoger saldo dan de eiwitgewassen.

Tabel 19 Resultaat deelvraag 1

	kVEM / ha	kDVE / ha	Opbrengst in euro's	Kosten in euro's	Saldo
Gras	8230	625	€ 2.596,46	€ 1.733,00	€ 863,46
Grasklaver	7754	824	€ 2.661,44	€ 1.699,00	€ 962,44
Luzerne	8916	576	€ 2.720,38	€ 1.805,00	€ 915,38
Snijmais	15827	840	€ 4.662,04	€ 2.243,00	€ 2.419,04
MKS	11860	690	€ 3.548,91	€ 1.960,00	€ 1.588,91
CCM	11240	660	€ 3.368,94	€ 2.000,00	€ 1.368,94
Snelle lente rogge	4410	405	€ 1.455,44	€ 220,00	€ 1.235,44
voederbieten	24244	2178	€ 7.956,89	€ 2.793,00	€ 5.163,89

3.2 deelvraag 2

In deze paragraaf worden meerdere teeltplannen vergeleken op voersaldo voor een melkveebedrijf dat deelneemt aan de derogatie. Om het voersaldo te kunnen berekenen wordt eerst de kVEM en kDVE behoefte berekend. Dit wordt gedaan aan de hand van het tabellenboek veevoeding 2016, met de voedernormen voor rundvee (FND. 2016).

VEM Behoefte modelbedrijf

Het modelbedrijf heeft 108 melkkoeien. Uitgaand van een 305 dagen productie zijn er per dag ongeveer 18 dieren die droog staan en 90 dieren die gemolken worden. Gemiddeld maakt een koe in Nederland afgerond 3 lactatie's (Boer. Zijlstra. 2013) en wordt dan vervangen door een vaars. Dat betekent (90:3=30) dat er op een gemiddeld bedrijf 30 vaarzen, 30 tweede kalfskoeien en 30 derde kalfskoeien gemolken worden.

De VEM behoefte van de koeien is als volgt berekend:

De VEM onderhoudsbehoefte per koe is 5323 VEM per dag. Dat keer 108 koeien en 365 dagen is 209.832.660 VEM voor de onderhoudsbehoefte per jaar voor alle koeien.

De VEM behoefte voor de meetmelkproductie is; 440 x kilo's meetmelk + 0,73 x kilo's meetmelk. Het modelbedrijf heeft een productie van 1.000.000 kilo meetmelk. Dus de VEM behoefte voor de productie is 440 x 1.000.000 + 0,73 x 1.000.000= 440.730.000 VEM per jaar voor alle koeien.

De VEM toeslag voor groei van een vaars is 660 VEM per dag. Dit keer 365 en keer 30 dieren is 7.227.000 VEM per jaar voor vaars groei toeslag.

De VEM toeslag voor groei van een tweede kalfskoe is 330 VEM per dag. Dit keer 365 en keer 30 dieren is 3.613.500 VEM per jaar voor tweede kalfkoe groei toeslag.

Elke koe kalft 1 keer per jaar, gemiddeld zijn er per dag (108:12) 9 koeien in de negende maand van de dracht de toeslag daarvoor is 2700 VEM. Dus de totale VEM toeslag voor alle koeien in de negende maand van de dracht is (2700 x 9 x 365) 8.869.500 VEM.
De toeslag voor de achtste dracht maand is 1500 VEM. Dus de totale VEM toeslag voor alle koeien in de achtste maand van de dracht is (1500 x 9 x 365) 4.927.500 VEM.
De toeslag voor de zevende dracht maand is 850 VEM. Dus de totale VEM toeslag voor alle koeien in de zevende maand van de dracht is (850 x 9 x 365) 2.792.250 VEM.
De toeslag voor de zesde dracht maand is 450 VEM. Dus de totale VEM toeslag voor alle koeien in de zesde maand van de dracht is (450 x 9 x 365) 1.478.250 VEM.
De totale toeslag voor de dracht is (8.869.500+4.927.500+2.792.250+1.478.250) 18.067.500 VEM.

Bij een groei van 700 gram per dag heeft een kalf tot 1 jaar een behoefte van 2250 VEM tot 2 maand, 2950 VEM tot 4 maand, 3500 VEM tot 6 maand, 4150 VEM tot 8 maand, 4850 VEM tot 10 maand en 5400 tot 12 maand. De totale VEM behoefte voor een kalf tot 1 jaar is dus ((2250 + 2950 + 3500 + 4150 + 4850 + 5400) x 61 dagen in 2 maand) 1.409.100 VEM per jaar. Op het bedrijf zijn 65 stuks jongvee tot 24 maand. Elk jaar worden er dus 32,5 dieren opgefokt tot 1 jaar. Voor de jongvee opfok tot 1 jaar is er dus (32,5 x 1.409.100) 45.795.750 VEM per jaar nodig.
Bij een groei van 700 gram per dag heeft jongvee van 1 tot 2 jaar een behoefte van 5900 VEM tot 14 maand, 6450 VEM tot 16 maand, 7000 VEM tot 18 maand, 7700 VEM tot 20 maand, 7500 VEM tot 22 maand en nog een keer 7500 VEM tot 24 maand. De totale VEM behoefte voor jongvee van 1 tot 2 jaar is dus ((5900 + 6450 + 7000 + 7700 + 7500 + 7500) x 61 dagen in 2 maand) 2.565.050 VEM per jaar. Op het bedrijf zijn 65 stuks jongvee tot 24 maand. Elk jaar worden er dus 32,5 dieren opgefokt van 1 tot 2 jaar. Voor de jongvee opfok van 1 tot 2 jaar is er dus (32,5 x 2.565.050) 83.364.125 VEM per jaar nodig.
Totaal is er dus voor de jongvee opfok (45.795.750 + 83.364.125) 129.159.875 VEM per jaar nodig.

De totale VEM behoefte van het modelbedrijf per jaar is in Tabel 20 weergegeven

Tabel 20 VEM behoefte modelbedrijf

	onderhoud	productie	Toeslag vaarzen	Toeslag 2e kalfskoeien	Toeslag dracht	Jongvee	Totale behoefte
VEM behoefte	209.832.660	440.730.000	7.227.000	3.613.500	18.067.500	129.159.875	**808.630.535**

DVE behoefte Modelbedrijf

De DVE onderhoudsbehoefte in gram per dag is 54 + (0,1 x lichaamsgewicht). Dus in het geval van het modelbedrijf (54 + 0,1 x 650) x 108 koeien en x 365 dagen = 4.690.980 gram DVE per jaar is de behoefte voor onderhoud.

Het modelbedrijf heeft een productie van 1.000.000 kilo meetmelk. Meetmelk is melk gecorrigeerd op eiwit- en vetgehalte. Meetmelk heeft altijd een eiwit percentage van 3,3 procent. Dus per jaar produceren de koeien (1.000.000 x 3,3%) 33.000 kilo oftewel 33.000.000 gram eiwit. De DVE melkproductie behoefte is 1,396 x gram melkeiwit productie + 0,000195 x gram melkeiwit productie. Dus de DVE behoefte voor productie van het totale modelbedrijf per jaar is (1,396 x 33.000.000 + 0,000195 x 33.000.000) 46.074.435 gram DVE.

De DVE toeslag voor groei van een vaars is 37 gram DVE per dag. Dit keer 365 en keer 30 dieren is 405.150 gram DVE per jaar voor vaars groei toeslag.

De DVE toeslag voor groei van een tweede kalfskoe is 19 gram DVE per dag. Dit keer 365 en keer 30 dieren is 208.050 gram DVE per jaar voor tweede kalfskoe groei toeslag.

De totale DVE toeslag voor een koe in de negende maand van de dracht is 280 gram DVE. Dus voor alle koeien in de negende maand van de dracht is de DVE toeslag (280 gram DVE x 9 koeien x 365 dagen) 919.800 gram DVE.
De toeslag voor de achtste dracht maand is 180 gram DVE. Dus de totale DVE toeslag voor alle koeien in de achtste maand van de dracht is (180 x 9 x 365) 591.300 gram DVE.
De toeslag voor de zevende dracht maand is 105 gram DVE. Dus de totale DVE toeslag voor alle koeien in de zevende maand van de dracht is (105 x 9 x 365) 344.925 gram DVE.
De toeslag voor de zesde dracht maand is 60 Gram DVE. Dus de totale DVE toeslag voor alle koeien in de zesde maand van de dracht is (60 x 9 x 365) 197.100 gram DVE.
De totale toeslag voor de dracht is (919.800 + 591.300 + 344.925 + 197.100) 2.053.125 gram DVE per jaar.

Bij een groei van 700 gram per dag heeft een kalf tot 1 jaar een behoefte van 195 gram DVE tot 2 maand, 225 tot 4 maand, 250 gram tot 6 maand, 270 tot 8 maand, 290 tot 10 maand en 310 tot 12 maand. De totale DVE behoefte voor een kalf tot 1 jaar is dus ((195 + 225 + 250 + 270 + 290 + 310) x 61 dagen in 2 maand) 93.940 gram DVE per jaar. Op het bedrijf zijn 65 stuks jongvee tot 24 maand. Elk jaar worden er dus 32,5 dieren opgefokt tot 1 jaar. Voor de jongvee opfok tot 1 jaar is er dus (32,5 x 93.940) 3.053.050 gram DVE per jaar nodig.
Bij een groei van 700 gram per dag heeft jongvee van 1 tot 2 jaar een behoefte van 330 gram DVE tot 14 maand, 350 tot 16 maand, 375 tot 18 maand, 435 tot 20 maand, 460 tot 22 maand en nog een keer 460 tot 24 maand. De totale DVE behoefte voor jongvee van 1 tot 2 jaar is dus ((330 + 350 + 375 + 435 + 460 + 460) x 61 dagen in 2 maand) 147.010 gram DVE per jaar. Op het bedrijf zijn 65 stuks jongvee tot 24 maand. Elk jaar worden er dus 32,5 dieren opgefokt van 1 tot 2 jaar. Voor de jongvee opfok van 1 tot 2 jaar is er dus (32,5 x 147010) 4.777.825 gram DVE per jaar nodig.
Totaal is er dus voor de jongvee opfok (3.053.050 + 4.777.825) 7.830.875 gram DVE per jaar nodig.

De totale DVE behoefte van het modelbedrijf per jaar is in Tabel 21 weergegeven

Tabel 21 DVE behoefte modelbedrijf

	onderhoud	*productie*	*Toeslag vaarzen*	*Toeslag 2e kalfskoeien*	*Toeslag dracht*	*jongvee*	*Totale behoefte*
DVE behoefte in gram	*4.690.980*	*46.074.435*	*405.150*	*208.050*	*2.053.125*	*7.830.875*	***61.262.615***

Voor het modelbedrijf is er dus een behoefte van 808.630.535 VEM oftewel 808.631 kVEM en 61.262.615 gram DVE oftewel 61.263 kDVE.
In Tabel 22 is de voersaldo berekening per teeltplan met derogatie uit hoofdstuk 2 weergeven. De kVEM opbrengst gewassen is de kVEM opbrengst per hectare voerdergewas vermenigvuldigd met het aantal hectares waarmee het gewas voorkomt in het teeltplan. De kDVE opbrengst gewassen is de kDVE opbrengst per hectare voerdergewas vermenigvuldigd met het aantal hectares waarmee het gewas voorkomt in het teeltplan. De gewas kosten zijn de kosten per hectare gewas uit bijlage 6.1 inclusief 500 euro pachtkosten vermenigvuldigd met het aantal hectares waarmee het gewas in het teeltplan voorkomt. De kosten voor aanvullend VEM zijn de extra krachtvoerkosten die het modelbedrijf moet maken voor het aangekochte VEM. Dit is berekend door de kVEM behoefte min de Kvem opbrengst gewassen keer 28,2 cent. 28,2 Cent is de gemiddelde mengvoer kostprijs per kVEM over de periode september 2021 tot mei 2022 (Klop. 2022). De kosten voor aanvullend DVE zijn de extra krachtvoerkosten die het modelbedrijf moet maken voor het aangekochte DVE. Dit is berekend door de kDVE behoefte min de kDVE opbrengst gewassen keer 83,4 cent. 83,4 Cent is de gemiddelde mengvoer kostprijs per kDVE over de periode september 2021 tot mei 2022 (Klop 2022). Van mei 2021 tot mei 2022 was de melkprijs in Nederland gemiddeld 0,44 euro per liter meetmelk, hiermee zou het modelbedrijf een melkopbrengst van 440.000 euro realiseren. Het voersaldo is de melkopbrengst min de totale kosten.

Tabel 22 Saldo berekening met derogatie

	kVEM opbrengst gewassen	kDVE opbrengst gewassen	Gewas kosten in €	Kosten aanvullend VEM in €	Kosten aanvullend DVE in €	Totale kosten in €	Voer saldo In €
Teeltplan 1	564.706	39.188	106.379	68.787	18.411	193.577	246.423
Teeltplan 2	516.786	47.838	102.959	82.300	11.196	196.455	243.545
Teeltplan 3	445.291	44.685	100.149	102.386	13.826	216.361	223.639
Teeltplan 4	530.459	49.308	103.556	78.368	9.970	191.894	248.106
Teeltplan 5	535.362	50.210	104.208	76.986	9.218	190.412	249.588
Teeltplan 6	559.014	53.499	112.325	70.316	6.475	189.116	250.884
Teeltplan 7	564.284	53.754	111.985	68.830	6.262	187.077	252.923
Teeltplan 8	549.035	51.680	104.805	73.130	7.992	185.927	254.073

In Tabel 22 is de saldo berekening van de teeltplannen weergegeven. In teeltplan 1 wordt er gras en mais verbouwd. In teeltplan 2 is het gras vervangen voor grasklaver. Dit laat zien dat het voersaldo ongeveer 3.000 euro lager wordt door het telen van grasklaver. In teeltplan 3 is de snijmais vervangen voor luzerne hierdoor wordt het voersaldo ongeveer 20.000 euro lager. In teeltplan 4

wordt er naast mais snelle lente rogge geteeld, hierdoor wordt het voersaldo ongeveer 5.000 euro hoger vergeleken met teeltplan 2 waar geen snelle lente rogge wordt geteeld. In teeltplan 5 worden er voederbieten verbouwd dit geeft vergeleken teeltplan 2 waar geen voederbieten worden verbouwd een hoger voersaldo van 6.000 euro. In teeltplan 8 worden er voederbieten en snelle lente rogge verbouwd naast grasklaver, mais en MKS. Dit geeft een hoger voersaldo van ongeveer 8.000 euro vergeleken teeltplan 2 waar alleen grasklaver, mais en MKS wordt verbouwd. In teeltplan 6 en 7 is het voordeel van 5 hectare extra MKS of CCM vergeleken. Teeltplan 7 heeft 5 hectare MKS extra en geeft daarmee een voersaldo van 7.000 euro hoger dan teeltplan 2 zonder de Extra 5 hectare. Het telen van MKS in teeltplan 7 vergeleken met het telen van CCM in teeltplan 6 laat zien dat MKS bij deze teeltplannen een hoger voersaldo geeft van ongeveer 2000 euro.

3.3 deelvraag 3

Met derogatie mag er op zandgrond 230 kg stikstof bemest worden per hectare. Zonder derogatie mag er 170 kg stikstof bemest worden per hectare. In Tabel 23 is te zien hoeveel de opbrengsten lager zijn bij een stikstof bemesting van 170 kg stikstof per hectare per jaar op zandgrond met een stikstof na leverend vermogen van 96.
Bij grasland is gemiddeld de droge stofopbrengst 9 procent lager, de kVEM 10 procent en de kDVE 4 procent zonder derogatie.
Bij grasklaver waarbij het aandeel klaver 30 tot 40 procent is, is er niet minder opbrengst door minder stikstof bemesting.
Bij luzerne is er niet minder opbrengst bij een lagere stikstofgift.
Bij mais is de droge stof opbrengst 5 procent lager, de kVEM 3 procent en de kDVE ook 3 procent. Deze opbrengst derving door minder bemesting geld ook voor MKS en CCM.
Snelle lente rogge heeft een bemestingsadvies van minimaal 50 kg stikstof per hectare. Zonder deze bemesting kan de snelle lente rogge niet op tijd geoogst worden. Daarom wordt bij teelt van snelle lente rogge deze 50 kg stikstof van de bemesting van de mais afgehaald. Hierdoor is bij mais bij teelt van snelle rogge de droge stof opbrengst 10 procent lager, de kVEM 8 procent en de kDVE ook 8 procent lager (Verstraten etal. 2021).
Voederbieten hebben ook zonder derogatie geen lagere bemestingsnorm, omdat voederbieten geen derogatie gewas zijn (Bloemberg. 2016).

Tabel 23 gewas opbrengsten zonder derogatie

Gewas	DS-opbrengst ton/ha	kVEM/ha	kDVE/ha
Gras	7,9	7407	610
Grasklaver	10,8	7754	824
Luzerne	9	6120	423
Snijmais	15,2	15352	815
MKS	10,5	11504	669
CCM	10	10903	640
Snelle lente rogge	4,5	4410	405
Snijmais waarnaast snelle lente rogge geteeld wordt	14.4	14561	773
Voerderbieten	22	24244	2178

Op basis van de ruwvoeropbrengst gegevens zijn in Tabel 24 de teeltplannen verder aangevuld door snijmais te vervangen met MKS om zo tot ongeveer 580 ton droge stof uit ruwvoer te komen per teeltplan. Deze hoeveelheid droge stof uit ruwvoer is bepaald door een gemiddelde opname van droge stof uit ruwvoer per koe per dag van 13 kg (Snijders, 1979) en 7,5 kg per dier van 0 tot 2 jaar (Mandersloot, 1989). Tot ruwvoer worden gerekend alle gewassen behalve voederbieten, MKS en CCM omdat deze een structuurwaarde van lager dan 1,2 en een deeltjes lengte kleiner dan 8 mm hebben (CVB. 2021).

Tabel 24 teeltplannen deelvraag 3

	Behoefte kDVE en kVEM modelbedrijf				
Teeltplan 1	Teeltplan met hoogste voersaldo uit deelvraag 2 met derogatie				Aanvullend krachtvoer
Teeltplan 2 579 ton	29 Gras	24 snijmais	5 mks		
Teeltplan 3 580 ton	29 luzerne	21 snijmais	8 mks		
Teeltplan 4 586 ton	29 grasklaver	18 snijmais	11 mks		
Teeltplan 5 587 ton	29 Grasklaver	14,5 snijmais 14,5 Snelle lente rogge	14,5 mks		
Teeltplan 6 586 ton	29 grasklaver	18 snijmais	1,5 voederbieten	9,5 mks	
Teeltplan 7 587 ton	29 grasklaver	14,5 snijmais 14,5 Snelle lente rogge	1,5 voederbieten	13 mks	

In Tabel 25 is een saldo berekening weergegeven van de teeltplannen uit Tabel 24. De berekeningen zijn net als in deelvraag 2 berekend. De opbrengst van de gewassen is hierbij berekend met de opbrengsten zonder derogatie uit Tabel 23. De kosten per gewas zonder derogatie zijn gelijk gelaten aan de kosten per gewas met derogatie. Ook hier is gerekend met 28,2 cent per aanvullend kVEM en 83,4 cent per aanvullend kDVE (Klop 2022).

Tabel 25 Saldo berekening zonder derogatie

	kVEM opbrengst gewassen	kDVE opbrengst gewassen	Gewas kosten in €	Kosten aanvullend VEM in €	Kosten aanvullend DVE in €	Totale kosten in €	Voer saldo In €
Teeltplan 1	549.035	51.680	104.805	73.130	7.992	185.927	254.073
Teeltplan 2	640.771	40.595	113.889	47.337	17.237	178.463	261.537
Teeltplan 3	591.904	34.734	115.128	61.117	22.125	198.370	241.630
Teeltplan 4	627.746	45.925	111.205	51.010	12.792	175.007	264.993
Teeltplan 5	666.754	50.677	115.905	40.009	8.829	164.743	275.257
Teeltplan 6	646.856	48.189	114.954	45.621	10.904	171.479	268.521
Teeltplan 7	685.864	52.941	114.654	34.620	6.941	156.215	283.785

De vergelijking van deelvraag 2, 3 en 4 laat zien dat grasklaver in het teeltplan zonder derogatie een beter voersaldo geeft dan luzerne of gras. Het verschil in gras of grasklaver in het teeltplan is bijna 3.500 euro. Luzerne in het teeltplan als eiwitgewas in plaats van gras geeft een voersaldo van 23.000 euro lager ten opzichte van grasklaver. In teeltplan 5 wordt snelle lente rogge verbouwd naast de snijmais. In teeltplan 4 wordt dit niet gedaan. Het vergelijken op het voersaldo van teeltplan 4 en 5 laat zien dat het telen van snelle lente rogge ongeveer 13.000 euro hoger voersaldo oplevert. In teeltplan 6 worden voederbieten geteeld. In vergelijking met teeltplan 4 laat dit zien dat voederbieten een ongeveer 6.000 euro hoger voersaldo geven. De combinatie van voederbieten en snelle lente rogge naast grasklaver als eiwit gewas en snijmais en mks in teeltplan 7 geeft ten opzichte van alleen grasklaver, snijmais en mks in teeltplan 4 een ongeveer 18.500 euro hoger voersaldo. Teeltplan 7 heeft ook een ongeveer 30.000 euro hoger voersaldo dan teeltplan 1, het teeltplan met het hoogste voersaldo met derogatie.

4. discussie

Het onderzoek heeft als doel inzicht te geven in wat het veranderen van het teeltplan betekent voor het voersaldo van Nederlandse melkveehouderijen. Het onderzoek moet inzicht geven in hoe een melkveehouder krachtvoer kosten kan besparen doormiddel van het teeltplan. Ook moet het onderzoek laten zien of het voordelen oplevert niet meer deel te nemen aan derogatie. Per deelvraag wordt in dit hoofdstuk beschreven of de juiste gegevens verzameld zijn, of de gegevens juist zijn gebruikt, of de juiste methode is gebruikt en of het doel is behaald en wat dit betekent.

Deelvraag 1

De saldoberekening van de gewassen is gedaan met opbrengst- en kostengegevens uit verschillende onderzoeken die niet ouder zijn dan 10 jaar. Dit maakt de saldoberekening betrouwbaar. Er zijn veel factoren die invloed hebben op welke gewassen het best geteeld kunnen worden, in deze deelvraag zijn alleen de gemiddelde kosten en opbrengsten van de gewassen op zandgrond meegenomen. Het berekende saldo per voedergewas laat zien dat alle energie gewassen een hoger saldo hebben dan de eiwitgewassen. Het hogere saldo van de energie gewassen is te verklaren doordat de energie gewassen een hogere droge stof opbrengst geven en meer kVEM leveren. Het DVE van de energie gewassen is lager per kg droge stof maar doordat deze gewassen meer droge stof opbrengst hebben is het kDVE bijna weer gelijk. Voederbieten geven het hoogste saldo en kDVE per hectare. Het DVE in een voederbiet ligt hoger dan het ruweiwit, dit is mogelijk doordat het DVE wordt berekend op basis van ruweiwit en op basis van verteerbare organische stof. De voederbiet levert dus weinig eiwit maar kan zorgen voor een hoger DVE in het totale rantsoen mits dat rantsoen goed op orde is. Het saldo van gras is ongeveer 100 euro lager dan het saldo van grasklaver. Dit verschil ontstaat doordat er gerekend is bij grasklaver met 10,6 ton droge stof en bij gras met 8,7 ton droge stof. Deze productie komt bij beide gewassen uit dezelfde bron (Van Dijk et al., 2020). Er is bij gras rekening gehouden met gras dat voor één derde gebruikt wordt voor beweiden en twee derde voor inkuilen. Bij grasklaver is er geen rekening gehouden met beweiden omdat het hier gaat over rode klaver dat niet geschikt is voor beweiden. Hierdoor kunnen de verliezen van gras in vergelijking met de andere gewassen te hoog zijn geweest. In vergelijking met andere bronnen zijn de opbrengsten van zowel gras en grasklaver laag, wel geeft grasklaver op zandgrond een relatief hogere droge stof opbrengst. In een onderzoek van het Louis Bolk instituut door de Wit en Rietberg (2015) had gras een opbrengst van 11 ton en grasklaver een opbrengst van 13 ton droge stof per hectare. Hierbij zijn dus de opbrengsten hoger maar is er nog wel een verschil in opbrengst tussen de gewassen van 18 procent meer droge stof bij grasklaver. Wel is belangrijk hierbij rekening te houden met dat het gaat om zandgrond wat over het algemeen een lager stikstof leverend vermogen heeft dan veen of klei waardoor klaver een groter verschil maakt op zandgrond. Op twintig verschillende percelen grasland op zandgrond verspreid over Nederland is in 2008 de productie gemeten. Zonder bemesting was de gemiddelde opbrengst 7,6 ton droge stof per hectare en met een bemesting van 300 kg stikstof was de opbrengst gemiddeld 12,6 ton droge stof. Er zijn hierbij geen verliezen mee gerekend. Ook dit onderzoek zegt: “Op een perceel met een laag stikstofleverend vermogen kan de opbrengst van gras met witte klaver hoger zijn dan de opbrengst van gras bemest met 300 kg stikstof uit kunstmest en drijfmest” (Van Eekeren et al. 2008). Beperkingen van grasklaver zijn wel dat het soms lastig instant te houden is en dat onkruid lastiger te bestrijden is. Grasklaver blijft dus over het algemeen een hoger saldo houden dan gras ook bij hogere opbrengsten. Het verschil tussen het hogere saldo van energie gewassen en het lagere saldo van de eiwitgewassen wordt wel kleiner bij hogere gras en grasklaver opbrengsten. Bij de saldo berekening van de gewassen is uitsluitend rekening gehouden met kosten en kVEM en kDVE opbrengsten. Mogelijk geven andere voedingstoffen zoals verschillende eiwit verhoudingen of andere voordelen van de gewassen meerwaarde aan de gewassen waarom het ondanks lager saldo toch voordelig is om deze gewassen te telen.

Deelvraag 2
De behoefte van het modelbedrijf is berekend aan de hand van de voedernormen uit het tabellenboek veevoeding (2016). Deze normen zijn betrouwbaar maar niet iedere veehouder of mengvoerspecialist gebruikt deze voedernormen. Het vergelijken op het voersaldo van teeltplannen met derogatie geeft aan dat een teeltplan met grasklaver, snijmais, snelle lente rogge, voederbieten en MKS het voersaldo met 8.000 euro verhoogt op een gemiddeld Nederlands melkveebedrijf. Mogelijk was dat nog hoger geweest als er met derogatie gras werd geteeld in plaats van grasklaver omdat, gras in het eerste teeltplan een beter voersaldo bleek te maken dan grasklaver. Luzerne bleek niet voordelig als vervanger van mais of het wel voordelig is als vervanger van gras of grasklaver is, is niet getest omdat dit niet mogelijk is door de derogatie. De teelt van 5 hectare extra waarop een eigen krachtvoer -in dit geval MKS- wordt geteeld levert een voersaldo van 7.000 euro hoger op. Dit betekent dat het pachten van extra grond voor het verbouwen van MKS voordelig is. Dit resultaat is betrouwbaar aangezien er ook pachtkosten van 500 euro per hectare zijn meegenomen. Bij hogere pachtkosten kan dit voordeel minder worden. Naast MKS is er ook CCM getest in een teeltplan dit gaf een lager voersaldo dan MKS. Maar dit zegt nog niet dat MKS in alle gevallen het beste te telen is. Want CCM heeft een lagere opbrengst dan MKS maar ook minder vezels waardoor het dichter in de buurt komt van een krachtvoer. Hierdoor is CCM ten onrechte benadeeld in dit onderzoek en is er op basis van dit onderzoek niet te zeggen of MKS of CCM beter geteeld kan worden. In dit onderzoek is alleen gekeken naar de kosten van de teelt van de gewassen. De teelt van meer verschillende soorten gewassen zou kunnen leiden tot meer werk bij het voeren deze extra kosten verschillen sterk per bedrijf en zijn in dit onderzoek niet meegenomen. Het voordeel van deze gewassen in een teeltplan is met dit onderzoek duidelijk aangetoond maar kan na een aantal jaar veranderen wanneer kosten veranderen of wanneer er andere nieuwe goed veredelde gewassen op de markt komen.

Deelvraag 3
In een teeltplan zonder derogatie geeft grasklaver een hogere opbrengst dan gras. Luzerne geeft een veel lagere opbrengst dan gras en ook een ongeveer 20.000 euro lager voersaldo. Dit komt door een hoger droge stof opbrengst van luzerne maar een lager kDVE en ongeveer gelijk kVEM. Door de hogere droge stof opbrengt met lagere VEM en DVE is er meer krachtvoer nodig in het rantsoen naast het gewas voor voldoende productie. De verwachting was dat vlinderbloemige gewassen een veel groter voordeel hadden in plaats van gras omdat deze geen opbrengst derving hebben door minder stikstof bemesting. Dat de vlinderbloemige niet veel of helemaal niet in het voordeel zijn ten opzichte van gras kan komen doordat het kVEM van gras hoog is en het kVEM in ruwvoer in verhouding meer waard is dan het kDVE. Ook kan het komen doordat er niet genoeg opbrengst derving van de gewassen is berekend zonder derogatie. De opbrengst derving is nu bepaalt aan de hand van één bron, omdat er nog niet veel bekend is over wat het stoppen met de derogatie betekend voor de Nederlandse melkveehouderij op zandgrond. Mogelijk wordt de opbrengst ook nog lager als er voor langere tijd maar 170 kg stikstof wordt bemest omdat het gemiddelde stikstof leverend vermogen van zandgrond dan vanaf 96 NVL gaat dalen.
Ook wijst het onderzoek uit dat het voersaldo met 30.000 euro verhoogd kan worden als een gemiddeld Nederlands bedrijf stopt met het gebruik maken van de derogatie. Kosten zoals mestafzet zijn hierbij niet meegenomen en mogelijk is de opbrengstderving groter dan nu berekend. Maar zolang deze extra nadelen niet meer kosten dan 30.000 euro is het dus voordelig te stoppen met de derogatie. Dat het voersaldo zo veel omhoog gaat komt doordat er meer mais geteeld kan worden. Naast voederbieten heeft mais de hoogste opbrengst in kVEM en daarnaast een gemiddelde kDVE opbrengst. De reden dat er niet alleen mais gevoerd kan worden is dat het DVE wel te laag is voor een rantsoen ondanks de redelijke kDVE, dit komt doordat mais veel droge stof per hectare

produceert. Zonder derogatie kan dus het voersaldo van een gemiddeld Nederlands bedrijf verhoogd worden met 30.000 euro door de teelt van grasklaver in plaats van gras, de teelt van voederbieten, de teelt van snelle lente rogge en meer snijmais en MKS teelt.
Als er meer mais geteeld zou gaan worden heeft dit verschillende gevolgen. Een maïsgewas gaat zeer efficiënt met water om en een rantsoen met maïs beperkt de emissie van methaan en ammoniak. Ter vergelijking 1 kilogram droge stof mais kost 160-190 liter water, voor gras is dit 300-400 liter water. Bovendien kan door het gebruik van maïs op de hoeveelheid krachtvoer worden bespaard. Verder vraagt de teelt van gras veel meer arbeid dan die van mais. 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 huidige teeltwijze van maïs heeft daarnaast ook een negatieve invloed op de bodemkwaliteit doordat deze veelal in continuteelt wordt uitgevoerd met weinig aanvoer van organische stof en bereiding met zware machines onder ongunstige omstandigheden. In de teelt van maïs worden ook meer gewasbeschermingsmiddelen gebruikt tegen onkruiden, ziekten en insecten. Tegenover het hogere Saldo van mais staat dus een mindere duurzaamheid van de teelt per hectare (Wesselink et al. 2019).

Ook meer grasklaverteelt heeft verschillende gevolgen één daarvan is uitspoeling. Volgens een onderzoek in het Drentse Aa gebied op zandgrond leidt de teelt van grasklaver tot minder uitspoeling van stikstof. Dit komt doordat grasklaver een zelf regulerend systeem is, bij meer bemesting gaat klaver minder binden uit de lucht. Hierdoor is er minder snel een stikstof overschot in de bodem en dus minder uitspoeling. Vooral bij beweiding maakt dit veel verschil om dat het klaver zich op zeer kleine schaal kan aanpassen en dus bijvoorbeeld alleen op de plek van een mestflat minder stikstof uit de lucht binden. (Prins et al. 2010)

5. conclusie en aanbevelingen

In dit rapport is onderzoek gedaan naar de optimale samenstelling van voedergewassen in een teeltplan. In dit onderzoek zijn gras, luzerne en grasklaver, 3 hoogproductieve eiwit gewassen en mais en voederbieten 2 hoogproductieve energie gewassen meegenomen. Daarnaast is ook snelle lente rogge in het onderzoek meegenomen omdat deze naast de mais een meeropbrengst kan geven als vanggewas dat tegelijk ook voedergewas is. Het doel hiermee is melkveehouders meer inzicht te geven in wat alternatieve voedergewassen voor hen kunnen betekenen voor het voersaldo. Het teeltplan wordt nu nog grotendeels bepaald door de eisen van de derogatie. Het doel is ook het kunnen beoordelen of derogatie wel voordelig is voor het voersaldo. Deze doelstelling is behaald door het beantwoorden van 3 deelvragen waarvan in dit hoofdstuk een conclusie wordt gegeven. Ook de hoofdvraag wordt aan de hand van de deelvragen in dit hoofdstuk beantwoord. Om dit onderzoek te vertalen naar de praktijk worden er ook aanbevelingen aan de doelgroep -de melkveehouders- gegeven.

1. Wat is het berekende saldo per hoogproductief gewas?
Gras heeft met 863 euro het laagste saldo van alle gewassen. Grasklaver heeft met een saldo van 962 euro het hoogste voersaldo van de eiwitgewassen. De energie gewassen geven het hoogste saldo van 2.419 euro bij snijmais. MKS en CCM hebben een ongeveer 1000 euro lager saldo dan snijmais omdat, bij deze gewassen meer ruwe celstof op het land achterblijft. Voordeel hiervan is dat het sneller verteerbaar is en daarmee een krachtvoer. Voederbieten hebben een voersaldo van 5.164 euro. Ook voederbieten zijn een krachtvoer. Van voederbieten kan niet meer dan vier kilo per dag per koe gevoerd worden omdat er anders veel kans is op pensverzuring. Snelle lente rogge heeft een saldo van 1.235 euro omdat de kosten hiervan laag zijn op zandgrond omdat het wordt geteeld in plaats van een ander vanggewas.

2. Welk teeltplan geeft het hoogste voersaldo op een gemiddeld Nederlands bedrijf?
Op een gemiddeld Nederlands bedrijf met 58 hectare zandgrond met derogatie geeft een teeltplan met 46,5 hectare grasklaver, 4 hectare snijmais, 4 hectare snelle lente rogge na de mais en 11,5 hectare MKS het hoogste voersaldo van 254.073 euro. Dit komt doordat er naast gras en mais ook voederbieten, snelle lente rogge en MKS geteeld worden, hierdoor zijn de kosten wat hoger maar ook de totale opbrengsten hoger. Het telen van 5 hectare MKS extra levert een voersaldo van 7.000 euro hoger op.

3. Is het stoppen met de derogatie voordelig voor een gemiddeld Nederlands bedrijf?
Op basis van gelijk gebleven kosten en gedaalde opbrengsten bij niet vlinderbloemige gewassen bij een bemesting van 170 kg in plaats van 230 kg stikstof is het voor het voersaldo voordelig te stoppen met derogatie. Het teeltplan met het hoogste voersaldo met derogatie heeft een 30.000 euro lager voersaldo dan het teeltplan met het hoogste voersaldo zonder derogatie. Omdat er dan meer mais geteeld kan worden. Ondanks dat mais een 5 procent lagere droge opbrengst heeft door minder stikstofbemesting geeft het nog wel meer opbrengst dan gras met derogatie. Vlinderbloemige gewassen zoals klaver hebben een groter voordeel bij teeltplannen zonder derogatie. Ondanks dat geeft luzerne zonder derogatie alsnog een lager voersaldo dan gras.

Om in kaart te brengen hoe de Nederlandse voerdergewassenteelt voor de melkveehouderij verbeterd kan worden is de volgende hoofdvraag gesteld en beantwoord:
“Hoe kan een Nederlandse melkveehouder in 2022 de combinatie van geteelde voedergewassen op zandgrond optimaliseren voor een beter voersaldo?”

Energie gewassen met een hoge opbrengst zoals mais en voederbieten verbeteren het voersaldo door een hoog kVEM en daarnaast een gemiddeld kDVE. Snelle lente rogge zorgt voor een hoger voersaldo door naast de mais vooral extra eiwit te leveren. MKS of CCM kan geteeld worden om minder mengvoer te hoeven aankopen. Extra land pachten voor MKS of CCM is aantrekkelijk voor het voersaldo. Het stoppen met derogatie verhoogt het voersaldo omdat er dan meer mais verbouwd kan worden, hierbij is rekening gehouden met lagere opbrengsten door minder bemesting en gelijk gebleven kosten als bij derogatie.

Aanbevelingen
Melkveehouders kunnen deze resultaten goed gebruiken om eens kritisch naar hun teeltplan te kijken. En hiermee bepalen of ook hun teeltplan aangepast kan worden om meer te produceren per hectare. Het is hierbij wel belangrijk dat er dan ook wordt gekeken of deze gewassen haalbaar zijn bij de desbetreffende melkveehouder. Er moet van tevoren bepaald worden of de grond geschikt is, of het gewas opgeslagen kan worden en of het gevoerd kan worden. Dit rapport laat zien hoeveel geld er bespaart kan worden door andere voedergewassen. En ook wanneer melkveehouders besluiten te stoppen of moeten stoppen met derogatie geeft dit rapport aan wat de waarde is van meer mais telen. Daarom is het advies teel zo veel mogelijk energie gewassen zoals mais en voederbieten, en teel bij een ruwvoer overschot een krachtvoer zoals CCM en MKS. En bekijk goed of er meer voor- en nadelen zijn aan het stoppen met de derogatie omdat het qua kosten en opbrengsten van de gewassen een hoger voersaldo oplevert.

Voor vervolgonderzoek is het goed meerdere factoren die meespelen bij het stoppen met derogatie te onderzoeken. Ook kan dit onderzoek aangevuld worden met meerdere gewassen.

6. Literatuurlijst

Aarts, H.F.M. (juni 1991) Technische mogelijkheden voor de teelt van voedergewassen ten behoeve van rundvee. raad voor Landbouwkundig Onderzoek. Geraadpleegd op 7 juni 2022. Van https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/331193

Agrifirm. (5 oktober 2018) *Voederbieten: bewaartips*. geraadpleegd op 17 maart 2022. van https://www.agrifirm.nl/nieuws/voederbieten-bewaartips/

Agrifirm, (z.d*) Tips bij teelt voederbieten*, geraadpleegd op 17 maart 2022. van https://www.agrifirm.nl/uitdagingen/tips-bij-teelt-voederbieten/

Agrimatie (26 januari 2022) Agrarische grondprijs in vierde kwartaal naar 70.000 euro per ha. Wageningen University & Research. Geraadpleegd op 28 juni 2022. Van https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=3588&indicatorID=3589#:~:text=De%20gemiddelde%20agrarische%20grondprijs%20in,(63.600%20euro%20per%20ha)

Akkerbouwbedrijf (2019) *Gras-klaver mengsels in de transitie naar kringlooplandbouw*. WUR

Baars, T. Wohlers, J. Kusche, D. Jahreis, G. (16 December 2011) *Experimental improvement of cow milk fatty acid composition in organic winter diets*. Geraadpleegd op 17 maart 2022, van https://doi-org.aeres.idm.oclc.org/10.1002/jsfa.5525

Blanken, K. Evers, A. Ouweltjes, W. Verkaik, J. Vtermeij, I. Wemmenhove, H. (2021) KWIN 2021-2022, *Kwantitatieve informatie veehouderij 2021-2022*. Wageningen Livestock research.

Boer de, H.C. Van Duinkerken, G. Philipsen, A.P. Van Schooten, H.A. (April 2003) *Alternatieve Voedergewassen*. Praktijkonderzoek veehouderij. Praktijk Rapport Rundvee 27. geraadpleegd op 17 maart 2022. van https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/34304

Boer. M., Zijlstra. J., (Juni 2013) *Verschillen tussen bedrijven in levensduur van melkkoeien*, Wageningen UR livestock research, Geraadpleegd op 8-7-2022, van https://edepot.wur.nl/275130#:~:text=Al%20deze%20resultaten%20kunnen%20behulpzaam%20zijn%20bij%20het,bij%20afvoer%20van%20Nederlandse%20melkkoeien%20is%205%2C9%20jaar

Brink van den L. Reijnierse T.H. (december 2021) *Rassen bulletin voederbieten*. Wageningen University & Research. WUR Open Teelten geraadpleegd op 17 maart 2022. van https://mediamaster.kws.com/01_Products/NL/Feedbeet/Rassenbulletin-Voederbieten-2022.pdf?_gl=1*9ktiwd*_ga*MjEyMzM0NjI0MC4xNjQxMjk5NjA3*_ga_VWHSZDPV2B*MTY1NDYwMjM2Mi4zOC4xLjE2NTQ2MDU0NzYuMA

Commissie grondgebondenheid (12 april 2018) Grondgebondenheid als basis voor een toekomstbestendige melkveehouderij. Geraadpleegd op 28 juni 2022. Van https://veeteelt.nl/sites/default/files/eindrapport_commissie_ggbh_versie_10_april.pdf#overlay-context=nieuws/lto-en-nzo-2025-minimaal-65-procent-eiwit-van-eigen-grond

Dijk van, W. Stienezen, M.W.J. Zom, R.L.G. van der Weide, R.Y. (2020) *Verkenning vruchtwisselingsopties met voedergewasssen op melkveebedrijven,* Rapport WPR-844. Wageningen Research. https://doi.org/10.18174/530095

DLF Benelux. (30 November 2021) *Luzerne telen: tips voor een succesvolle luzerneteelt*. geraadpleegd op 17 maart 2022. van https://www.dlf.nl/nieuws/artikel/luzerne-telen-tips-voor-een-succesvolle-luzerneteelt?PID=29893

Ecopedia (z.d.) Lolium perenne

Eriksson T. Murphy M. Ciszuk P. and Burstedt E. (2004*) Nitrogen balance, microbial protein, production and milk production in dairy cows fed fodder beets and potatoes, or barley*. American Dairy Science Association. geraadpleegd op 17 maart 2022. van https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S002203020473252X?token=A9AFF1971BD1951B7B24C0AAFD95B5357227F4DD038AEE856BAB6927DB424336B643D4E00C1B7478D45E0B4C611FB725&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220322175229

Fasahat, P., Aghaeezadeh, M., Jabbari, L. Hemayati. S. Towns. P. (20 oktober 2018) Sucrose accumulatie in suikerbieten: van voederbietenselectie tot genomische selectie. Sugar Tech 20, 635–644. https://doi-org.aeres.idm.oclc.org/10.1007/s12355-018-0617-z

Feenstra, J. (december 2014) Grasklaver, de teelt van alles of niets. Veeteeltvlees. geraadpleegd op 17 maart 2022, van https://edepot.wur.nl/334063

Ferris CP., Patterson DC., Gorden FJ., Kilpatrick DJ., (2003) The effect of concentrate feed level on the response of lactating dairy cows to a constant proportion of fodder beet inclusion in a grass silage-based diet. Grass Forage Science. https://doi-org.aeres.idm.oclc.org/10.1046/j.1365-2494.2003.00347.x

FND. (November 2016*) Tabellenboek Veevoeding 2016. voedernormen Rundvee, Schapen, Geiten en voederwaarden voedermiddelen voor Herkauwers*. CVB-reeks nr. 52. Geraadpleegd op 7 juli 2022. Van https://www.wur.nl/nl/Publicatie-details.htm?publicationId=publication-way-353039383133

Groeneveld. C. (10 november 2019) *EIWITRIJKE VOEDERGEWASSEN OP HET MELKVEEBEDRIJF.* Geraadpleegd op 28 juni 2022. Van *https://www.greeni.nl/iguana/CMS.MetaDataEditDownload.cls?file=2:146712:1*

Hawkings C. (29 november 2018) *Recente vooruitgang in alfalfa (Medicago sativa L.) genomica en genomische selectie*. Sciencedirect. https://doi.org/10.1016/j.cj.2018.01.006

Hulle van R. (10 juni 2020) *Ruwvoer te kort? Zaai dan snelle lente rogge na de mais*, melkveehonderdplus. geraadpleegd op 17 maart 2022. van https://www.melkvee100plus.nl/Artikelen/Management/2020/6/Ruwvoertekort-Zaai-dan-Snelle-Lente-Rogge-na-de-mais-594111E/?intcmp=navigatiepijlen

Keady. T.W.J. (juli 2005) Ensiled maize and whole crop wheat forages for beef and dairy cattle: Effects on animal performance. Silage production and utilization. Wageningen Acadamic. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-553-6

Kellera M. Kreuzera M. Reidyb B. Scheurerb A. Guggenbühlc B. Luderc M. Frankd J. Giller K. (mei 2022) *Effects on performance, carcass and meat quality of replacing maize silage and concentrate by grass silage and corn-cob mix in the diet of growing bulls*. Elsevier https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108795

Klop. A. (28 juni 2022) *ENERGIEPRIJZEN en EIWITTOESLAGPRIJZEN RUNDVEE* per 28 juni 2022, Wageningen University Research. Geraadpleegd op 7 juli 2022. Van https://www.wur.nl/web/file?uuid=ad67be65-f980-49c6-8bc9-5f2b65744e11&owner=497277b7-cdf0-4852-b124-6b45db364d72&contentid=637716

KWS (2019) *Eerste praktijkervaringen met Snelle Lente Rogge positief: veel (eiwit)opbrengst*. Veeteelt

KWS (2015) *Feedbeet: de biet als voedergewas*. Melkvee

Mandersloot, F. (1989). Simulatie groei en voeropname jongvee. *Praktijkonderzoek/Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), Waiboerhoeve*, geraadpleegd op 28 juni 2022. Van *https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/47772*

Melkvee100plus. (9 november 2020) *Extra veel en smakelijk voer met voederbieten*. KWS. geraadpleegd op 17 maart 2022. van https://www.melkvee100plus.nl/Artikelen/Management/2020/11/Extra-veel-en-smakelijk-voer-met-voederbieten-665391E/

Nielsen. T.S. Sejrsen K. Andersen. H.R. Lund. P. Straarup E.M. (2004) *Effect of silage type and energy concentration on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows*. Department of Animal Nutrition and Physiology, Danish Institute of Agricultural Sciences. https://doi.org/10.22358/jafs/74095/2004

Paysan Breton (2016) *La luzerne a des bienfaits sur la santé de nos vaches laitières*

Plomp M. Prins U. van Schooten H. Pinxterhuis I.J.B. (2010) *Regionale rantsoenen voor melkvee rapport 418*. Wageningen UR Livestock Research. Geraadpleegd op 7 juni 2022. Van https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/158007

Prins, U., de Vries, A., & Deru, J. (2010). *Vermindering uitspoeling nutriënten in het Drentsche Aa gebied: verslaglegging maatregelen op bedrijfsniveau: Demopercelen grasklaver en direct zaaien snijmaïs* (No. 2010-017 LbD). Louis Bolk Instituut. Geraadpleegd op 19 juli 2022. Van https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/149401

Rotgers, G. (februari 2014) Wetenschap niet verwarren met politiek. V-focus. Geraadpleegd op 28 juni 2022. Van https://edepot.wur.nl/292019

RVO. (11 mei 2022) *Berekenen pachtprijs los land.* Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Geraadpleegd op 13-6-2022. van https://www.rvo.nl/onderwerpen/pachten-en-pachtovereenkomsten/berekenen-prijs-los-land

S. Tamminga. G.G. Brandsma. J. Dijkstra. G. van Duinkerken. A.M. van Vuuren en M.C. Blok (Maart 2007*) Eiwitwaardering voor herkauwers: HET DVE/OEB 2007 SYSTEEM. Lelystad CVB-Documentatierapport nr. 52*. Group Animal Nutrition, Wageningen Universiteit, Wageningen. CVB, Productschap Diervoeder, Den Haag. Animal Sciences Group, Wageningen UR. Geraadpleegd op 5 mei 2022. Van https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/336207

Schooten van, H. Philipsen B. Groten, J. (December 2019) *Handboek snijmaïs*. Wageningen Livestock Research. Handboek snijmaïs 40. geraadpleegd op 17 maart 2022. van https://www.wur.nl/nl/show/Handboek-Snijmais.htm

Seppänen, M.M. Alitalo, V. Bäckström, H.K. Mäkiniemi, K. Jokela, V. Falghera-Winseman, L. Khazaei, H. (4 mei 2018) *Growth, freezing tolerance, and yield performance of alfalfa* (Medicago sativa L.)

cultivars grown under controlled and field conditions in northern latitudes. Can. J. Plant Sci. Vol. 98, 2018. https://cdnsciencepub.com/doi/pdf/10.1139/cjps-2017-0305

Scholte. H. (21 april 2022) *Dure kunstmest en duur krachtvoer: Hoe verder?*. Flynth adviseurs en Accountants. Geraadpleegd op 28 juni 2022. Van https://www.flynth.nl/nieuws-achtergrond/nieuws/dure-kunstmest-en-duur-krachtvoer-hoe-verder

Snijders, P. J. M. (1979). Snijmaiskuil in gemengd rantsoen verhoogt de opname. In *Waiboerhoeve 1978* (No. 14, pp. 15-20). Proefstation voor de Rundveehouderij. Geraadpleegd op 28 juni 2022. Van https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/46727

Spek, J.W. Van Wesemael, D. (Maart 2021) *CVB Veevoedertabel 2021 Chemische samenstellingen en nutritionele waarden van voedermiddelen*. Stichting CVB. Geraadpleegd op 7 juni 2022. Van https://www.cvbdiervoeding.nl/bestand/10600/cvb-veevoedertabel-2019.pdf.ashx

Spruijt J. Van der Voort M. (2015) KWIN-AGV 2015, *Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt*. Wageningen UR.

van Eekeren, N. J. M., Bokhorst, J. G., de Boer, H. C., & Hanegraaf, M. C. (2008). Van schraal naar rijk zand: beoordeling van en maatregelen voor verbetering van zandgrond op melkveebedrijven. Louis Bolk Instituut. Geraadpleegd op 20 juli 2021. Van https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/31909

Veeteelt (2021) *Een op vijf maistelers oogst meer dan 20 ton mais per ha*

Verstraten, J. van Middelkoop, J.C. Philipsen A.P. van Dongen C. Bussink D.W. Bos A.J. Velthof G.L. de Haan J. van Dijk W. Brolsma K. van Eekeren N. (maart 2021) *BEMESTINGSADVIES*. Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen geraadpleegd op 6 juni 2022. Van https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/413891

Wesselink, M., B.M.A. Kroonen, J.J. de Haan, (juni 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. https://doi.org/10.18174/513471

Wit de, J. Dongen van, M. Eekeren van, N. Heeres, E. (2004) *Handboek Grasklaver Teelt en voeding van grasklaver onder biologische omstandigheden*. Louis Bolk Instituut, geraadpleegd op 17 maart 2022. van https://www.louisbolk.nl/sites/default/files/publication/pdf/1331.pdf

Wit de, J. Rietberg, P. (2015) Rode klaver voor maaiweides: Winst voor veehouder en Klimaat. 19 p.

Louis Bolk Instituut, Driebergen.

WUR. (31 mei 2022), voederwaarde prijzen rundvee. Wageningen Livestock research. Geraadpleegd op 13-6-2022. van https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksinstituten/livestock-research/producten/voederwaardeprijzen-rundvee.htm

Zom, R. (1996) *Maïskolvensilage voor melkkoeien in de weideperiode*. Praktijkonderzoek Veehouderij. Lelystad. Praktijkonderzoek 96-2. geraadpleegd op 17 maart 2022. van https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/47769

Zom, R.L.G., Van Riel, J.W., André, G. & Van Duinkerken, G. (september, 2002). *Voorspelling voeropname met Koemodel-2002*. Lelystad: Praktijkonderzoek Veehouderij. Geraadpleegd op 17 maart 2022. van https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/34292

Zwanepol, S. Jukema, A. Boxem, T.J. Nijssen, K. Philipsen, B. Schröder J.J. Van Dijk, W. (december 1998) *Teelt van Luzerne, teelthandleiding nr.84*. Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt. geraadpleegd op 17 maart 2022. van https://edepot.wur.nl/189753

7. Bijlagen

7.1 kosten voedergewassen

Tabel 26 jaarlijkse kosten grasland (Blanken et al., 2021)

Kosten per hectare	
Zaaizaad	25
Meststoffen + aanwending	337
Gewasbeschermingsmiddelen	14
Toevoegmiddelen	31
Ploegen	29
Zaai klaarmaken	9
Zaaien	13
Spuiten	16
Oogsten	665
Aanrijden	66
Sloot onderhoud	28
Totaal	€1233

Tabel 27 jaarlijkse kosten grasklaver (Wit de etal. 2004)

Kosten per hectare	
Zaaizaad	50
Meststoffen + aanwending	301
Toevoegmiddelen	31
Ploegen	29
Zaai klaarmaken	9
Zaaien	20
Oogsten	665
Aanrijden	66
Sloot onderhoud	28
Totaal	€1199

Tabel 28 jaarlijkse kosten luzerne (Blanken et al., 2021)

Kosten per hectare	
Zaaizaad	118
Meststoffen + aanwending	285
Gewasbeschermingsmiddelen	50
Toevoegmiddelen	92
Ploegen	34
Zaai klaarmaken	16
Zaaien	26
Spuiten	20
Oogsten	576
Aanrijden	60
Sloot onderhoud	28
Totaal	€1305

Tabel 29 jaarlijkse kosten per hectare mais (Blanken, K. et al, 2021)

Kosten per hectare	Snijmais	MKS	CCM
Zaaizaad	225	205	205
Meststoffen + aanwending	191	173	173
Gewasbeschermingsmiddelen	76	76	76
Opslag+ afdekken	380	158	116
Loonwerk			
Ploegen	134	134	134
Zaai klaarmaken	63	63	63
Zaaien	80	80	80
Spuiten	40	40	40
Oogsten	420	468	550
Aanrijden	71	-	-
Cultivateren	63	63	63
Totaal	€1743	€1460	€1500

Tabel 30 jaarlijkse kosten per hectare voederbieten (Spruijt J. Van d er Voort M. 2015) (Melkvee100plus, 2020)

Kosten per hectare	
Kalkammonsalpeter 149 kg N 1.05 €/kg N **Tripelsuperfosfaat 55 kg P2O5 1.00 €/kg P2O5** **Kali 60 (chloorhoudend) 50 kg K2O 0.64 €/kg K2O** **Bemesting**	€157 €55 €32 = €244
Epoxiconazool (125), **Kresoxim-methyl (125)** **0.75 kg, l 61.00 €/l** **Ethofumesaat (200) 2 kg, l 13.50 €/l** **Fenmedifam (157) 2 kg, l 7.50 €/l** **Fenpropimorf (250), epoxiconazool (125) 1 kg, l 32.00 €/l** **Glyfosaat (360) 2 kg, l 5.50 €/l** **Metamitron (700) 2 kg, l 33.50 €/l** **Minerale olie 2 kg, l 3.00 €/l** **quizalafop-P-ethyl (50) 0.5 kg, l 40.00 €/l** **S-metolachloor (960) 1 kg, l 25.50 €/l** **Gewasbeschermingsmiddelen**	€46 €27 €15 €32 €11 €67 €6 €20 €26 = €249
Bieten zaaien **Bieten rooien** **Bemesten (drijfmest en kunstmest)** **Grondbewerking** **Spuiten (4x)** **Loonwerk**	€75 €330 €165 €150 €180 = €900
Inslurven, 6,50 euro per ton product, gemiddeld 100 ton per hectare	€650
Bietenzaad	€250
Totaal kosten per hectare	€2293