

Aeres Hogeschool Dronten

Gewasrotatie tulpen op grasland

De effecten van een gewasrotatie op de bodemstikstofbalans



Colin Dekker
11-11-2018

Gewasrotatie tulpen op grasland

De effecten van een gewasrotatie op de bodemstikstofbalans

Naam student: Colin Dekker
3021002@aeres.nl
Opleiding: Dier & Veehouder en Agrarisch ondernemerschap
Afstudeerdocent: Wim van de Weg
w.van.de.weg@aeres.nl
Plaats: Zeewolde
Datum: 11 november 2018

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

Dit onderzoeksrapport beschrijft het onderzoek dat ik uitgevoerd heb als onderdeel van mijn afstudeerfase aan de Aeres Hogeschool in Dronten. Dit rapport betekend voor mij het laatste grootte rapport dat ik als onderdeel van mijn opleiding dier & veehouderij en agrarisch ondernemerschap schrijf en daarmee is dit voor mij het eind van een hoofdstuk uit mijn leven en mijn voorlopige schoolleven.

Hier zou ik nogmaals alle mensen willen bedanken die een rol hebben gespeeld in mijn tijd aan Aeres Hogeschool Dronten. De melkveehouders waar ik stage heb gelopen, docenten van wie ik heb mogen leren en die mij geïnspireerd hebben en natuurlijk al mijn klasgenoten en studenten met wie ik in de afgelopen 4 jaar heb mogen optrekken.

Voor dit rapport specifiek zou ik graag meneer van de Weg, Koos Verloop en mijn ouders willen bedanken voor alle hulp en kennis die zij hebben aangeboden.

Tot slot zou ik de lezer nog veel leesplezier willen wensen.

Colin Dekker.

Zeewolde

November 2018

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting.....	5
Summary	6
Hoofdstuk 1. Inleiding	7
1.1 Achtergrond.....	7
1.2 Probleemstelling.....	9
1.3 Hoofd- en Deelvragen	9
1.4 Doelgroep en Doel.....	10
1.5 Leeswijzer	10
Hoofdstuk 2. Materiaal en Methode.....	11
2.1 Materiaal	11
2.1.1 Literatuur & bodemstikstofbalans.....	11
2.1.2 KringloopWijzer	13
2.1.3 Organische stof balans	13
2.2 Methode.....	14
2.2.1 Literatuur & bodemstikstofbalans.....	14
2.2.2 KringloopWijzer	14
2.2.3 Organische stof balans	14
Hoofdstuk 3. Resultaten	16
3.1 Literatuur & bodemstikstofbalans.....	16
3.1.1 Literatuur	16
3.1.2 N-Balans.....	16
3.2 KringloopWijzer	18
3.2.1 KringloopWijzer resultaten.....	18
3.3 Organische stof balans	19
3.3.1 Literatuur	19
3.3.2 EOS-balans.....	20
Hoofdstuk 4. Discussie.....	21
4.1 Literatuur & bodemstikstofbalans.....	21
4.1.1 Aanpak.....	21
4.1.2 Resultaten.....	21
4.2 KringloopWijzer	21
4.2.1 Aanpak.....	22
4.2.2 Resultaten.....	22

4.3 Organische stof balans	22
4.3.1 Aanpak.....	22
4.3.2 Resultaten.....	23
Hoofdstuk 5. Conclusies en Aanbevelingen	24
5.1 Conclusies.....	24
5.2 Aanbevelingen.....	24
Bibliografie	25
Bijlagen	29
Bijlage I. Literatuuroverzicht	30
Bijlage II. Resultaten stikstof balans ToG	34
Bijlage III. Resultaten stikstofbalans continu gras.....	35
Bijlage IV. Aanpassingen KringloopWijzer.....	36
Bijlage V. Aanvoer en afbraak van EOS in een ToG gewasrotatie	38
Bijlage VI. Aanvoer en afbraak van EOS in continu grasland.....	39

Samenvatting

Melkveehouders in Flevoland roteren vaak hun grasland met de teelt van tulpenbollen omdat dit economisch aantrekkelijk is. De KringloopWijzer is een management tool die mineralen kringlopen op melkveebedrijven inzichtelijk maakt maar de teelt van tulpenbollen wordt niet ingevuld in de KringloopWijzer. Het is dus voor melkveehouders onbekend of de teelt van tulpen goed is voor de mineralen kringloop en wat in die zin de milieuschade is van het roteren van gras en tulpen. Een literatuurstudie is ondernomen om de effecten van een tulpen op grasrotatie inzichtelijk te maken in een bodemstikstof balans. Daarnaast is gekeken wat de effecten zijn van een tulpen op gras rotatie op het stikstof in de bodem door de teelt van tulpen toe te voegen aan de KringloopWijzer van een bestaand bedrijf. Ten slotte is bekeken wat de effecten zijn van een tulpen op grasrotatie op het organische stof in de bodem. Elke keer zijn de resultaten van een tulpen op gras rotatie vergeleken met de continue teelt van grasland. Het opnemen van tulpenbollen in rotatie met grasland verhoogt het stikstofbodemoverschot op bedrijfsniveau. Bij een intensief niveau van bemesting kan het telen van tulpen het stikstofbodemoverschot per hectare verlagen en de benutting van stikstof in de bodem op bedrijfsniveau verhogen. Het scheuren van grasland in het najaar blijft risicovol. Een gewasrotatie van tulpen en grasland levert een lager organische stof percentage op dan het continu telen van gras zonder te graslandvernieuwing. De aanbeveling die gedaan wordt aan melkveehouders is: roteer, maar scheur met mate.

Summary

Dairy farmers in the area of Flevoland often rotate their grass swards with the cultivation of tulip bulbs mainly because it is financially attractive. The nutrient cycle assessment (NCA) is a management tool designed to assess the cycle of nutrients, mainly nitrogen, on dairy farms. But the cultivation of tulips is often not taken into account in the nitrogen cycle. So most dairy farmers don't know if the cultivation of tulip bulbs is sustainable for the nutrient cycle and therefore the damage to the environment. A literature study has been completed to understand the effects of a rotation of grass and tulips and to demonstrate a nitrogen soil balance. Besides the effects of a grass and tulip rotation is calculated in the NCA tool based on an existing dairy farm. At last the effects of a grass and tulip rotation on the soil organic matter (SOM) is calculated in a SOM-balance. In all calculations a comparison has been made between a grass and tulip rotation and the continuous cultivation of fodder grass. A rotation of grass and tulips has a higher soil nitrogen surplus on farm scale. When manure is applied intensively it is possible that the soil nitrogen surplus is lower per hectare compared with continuous grassland, also the soil nitrogen use efficiency is higher. Breaking up grass swards in autumn can still be risky and will be the main risk of nitrogen leaching. The SOM in a grass and tulip rotation is lower than the SOM in the cultivation of continuous grassland. To dairy farmers in Flevoland it is suggested to rotate grass and tulips but limit the break-up of grass swards.

Hoofdstuk 1. Inleiding

Elk voorjaar kleurt de provincie Flevoland weer door alle tulpenbollenvelden die in bloei komen, met een totaal areaal van ruim 2600 hectare bloembollen heeft de provincie Flevoland in 2017 na Noord-Holland de meeste bloembollenvelden van Nederland (CBS, 2018). Een groot gedeelte van deze tulpenbollen worden geteeld in vruchtwisseling met 5 tot 6-jarig grasland bij melkveehouders. Dit is economisch zeer aantrekkelijk voor de melkveehouder, pacht prijzen van €4000,- per hectare zijn niet ongewoon meer (Silvis, Meer, & Voskuilen, 2018). Echter zijn melkveehouders in de jaren na de teelt van tulpenbollen druk bezig met het “repareren” van hun grond omdat de teelt van tulpen erg intensief is voor de bodem (Eekeren & Philipsen, 2013). Een bodem, die onderdeel is van de kringloop op een melkveebedrijf.

Om verliezen van stikstof en fosfaat te beperken zijn melkveehouders al een aantal jaren met adviseurs en tools zoals de KringloopWijzer (KLW) bezig met het sluiten van kringlopen. Naast de melkveehouders zijn ook andere partijen in de landbouw zoals LTO (LTO Nederland, 2017), Rabobank & NAJK (Rabobank, N.B.) en het ministerie van Landbouw, natuur en voedselveiligheid (Schouten, 2018) kringlopen en circulair ondernemerschap centraal aan het stellen in hun visies voor de toekomstige landbouw. Visies die ertoe moeten leiden dat de Nederlandse landbouw volhoudbaar wordt voor de toekomst en geaccepteerd wordt in de maatschappij. Ofwel, om de license to produce te behouden.

Een belangrijk element uit de bedrijfskringloop op melkveebedrijven is stikstof, stikstof in rundveedrijfmest is grofweg voor 51% organische gebonden en voor 49 mineraal gebonden als ammoniak en nitraat (Haan & Geel, 2013). Ammoniak komt voornamelijk in het milieu via aanwending van organische meststoffen en veroorzaakt vermist in de natuur door depositie (Bruggen, et al., 2015). Nitraat komt in het milieu door uitspoeling naar grond en oppervlaktewater, de richtlijnen hiervoor zijn bepaald in de nitraatrichtlijn (Europese Raad, 1991) en de kaderrichtlijn water (Europese Raad, 2000). Deze richtlijnen staan ook aan de basis van het stelsel van gebruiksnormen en de derogatiebeschikking (250 kg dierlijk N/ ha), wat betekent dat het niet halen van deze richtlijnen het einde betekend van de derogatie (De Europese Commissie, 2018). Daarnaast werkt iedere lidstaat in vierjarige actieplannen waarvan Nederland nu in het 6^{de} actieprogramma werkt met als doel de gestelde limieten van nitraat in 2027 te behalen door het continueren van het stelsel van gebruiksnormen en het stimuleren van goede landbouw praktijken (Ministerie van LNV & Ministerie van IW, 2017) Het produceren met oog voor milieu en waterkwaliteit is dus noodzakelijk om de license to produce te behouden.

1.1 Achtergrond

De vruchtwisseling van tulpen op gras (ToG) komt vaak voor als samenwerking tussen een tulpenteler en een melkveehouder. Vaak wordt grond uitgeruild wat een lagere ziektedruk geeft voor de tulpen en rundveedrijfmest wordt goedkoop afgevoerd bij de melkveehouder. Samenwerken kan vaak een win-win situatie opleveren (Beukema, 2016) en wordt toegejuicht in de landelijke sectorvisie voor 2030 vanuit de politiek (Schouten, 2018)

Het wordt toegejuicht vanuit de politiek omdat samenwerking kan helpen om agrarische kringlopen te sluiten. Melkveehouders hebben met 6-jarig grasland een grootte bron van stikstof en organische stof die op een natuurlijke manier de tulpen kunnen bemesten. Daarnaast hebben boeren die kringlopen sluiten een lager niet-hernieuwbare energie verbruik, zowel on- als off-farm (Vries, et al., 2015) en hebben een hoger organische koolstof gehalte in de bodem (Dolman, Sonneveld, Mollenhorst, & Boer, 2014).

Het toevoegen van organische stof aan de bodem wordt berekend met een EOS-balans. EOS (effectieve organische stof) is het deel van organische stof (OS) dat een jaar na toediening nog in de bodem

overblijft. Rundveedrijfmest voegt bijvoorbeeld 71 kg OS per ton mest toe aan de bodem, na een jaar wordt er vermenigvuldigd met de humificatie coëfficiënt waarna er nog 50 kg EOS per ton mest daadwerkelijk is toegevoegd. Door dit af te zetten tegen de jaarlijkse afbraak kan een EOS-balans opgesteld worden. Een positieve balans betekend dat het organische stof percentage stijgt (Handboek bodem en bemesting, 2018)

Stikstof is in Nederland een belangrijk onderdeel van de nutriënten kringloop. Stikstof nitraat vormt zich in de bodem uit de nitrificatie van ammoniak en is direct voor de plant beschikbaar (Norton, 2008). Nitraat is de belangrijkste bron van stikstof (N) in de bodem, echter is een N-bodemoverschot sterk gerelateerd aan het uitspoelen van nitraat naar de bodem (Notaris, Rasmussen, Sorensen, & Olesen, 2017). Beleid om nitraat uitspoeling te verminderen richt zich daarom op het verlagen van het N-bodemoverschot en dit blijkt succesvol (CLO, 2018). Ook reductie van ammoniakemissie is succesvol door beleid en management. (CLO, 2018)

Ammoniak uit agrarische bronnen is vooral afkomstig uit stal en mestopslag, aanwenden van dierlijke mest en ten derde kunstmest. Kunstmest had in 2016 een bijdrage van 12 kton ammoniakemissie wat relatief weinig is tegenover de 91 kton uit de twee eerdergenoemde bronnen samen (CLO, 2018). Het ammoniakbeleid in Nederland is effectief, tussen 1990 en 2016 is de ammoniak uitstoot in de landbouw met 65% afgenomen (CLO, 2018). Omdat de ammoniak uitstoot succesvol wordt gereduceerd en omdat de voornaamste bronnen niet gerelateerd kunnen worden aan de tulpen teelt wordt ammoniakuitstoot in dit rapport niet verder behandeld.

Ook fosfaat zal in dit rapport geen verdere toelichting krijgen omdat fosfaat afspoeling waarschijnlijk de voornaamste reden is van het fosfaat vervuiling in oppervlaktewater (Sharpley, et al., 1994). Percelen in Flevoland zijn vlak en afspoeling is dus niet relevant. Ook is de fosfaat bemesting gering en vaak in de vorm van organische rundveedrijfmest dat in het grasland wordt geïnjecteerd.

Stikstof in de bodem is voor 95% gebonden aan organische stof (Stevenson, 1994). Deze stikstof komt vooral vrij door de mineralisatie van organische stof in de bodem. Voor het volgen van stikstof in een rotatie van tulpen op gras (ToG) is het dus ook belangrijk wat er met organische stof gebeurt. Stikstof komt namelijk beschikbaar voor de plant via mineralisatie maar is soms ook direct in organische vorm beschikbaar voor de plant (Li, Wang, Miao, & Li, 2014)

Een belangrijk onderdeel van de organische bemesting van tulpen is het scheuren van grasland dat nodig is voor een rotatie teelt van ToG. Grasland voor tulpen wordt in september/ oktober doodgespoten en gescheurd waarbij vervolgens veel mineraal stikstof vrijkomt in de bodem dat gevoelig is voor uitspoeling (Buchen, et al., 2018). Denitrificatie van dit N_{min} is meer aannemelijk in de winter dan in het voorjaar (Reinsch, Loges, Kluss, & Taube, 2017) maar er is geen bewijs dat dit een effect heeft op de vorming van Lachgas (Buchen, et al., 2018). Lachgas is een broeikasgas en stikstof verlies, het ontstaat bij denitrificatie in een zuurstofarme bodem (Zwart, et al., 2004). Daarnaast blijkt dat lachgas vorming uit gewasresten relatief laag is (Gregorutti & Caviglia, 2017). Omdat lachgas emissie moeilijk te meten is, van veel factoren afhankelijk is en omdat het geen grote rol lijkt te spelen in een ToG rotatie wordt dit niet verder behandeld in dit rapport.

Een belangrijk proces dat gevolgd wordt in deze studie is mineralisatie en nitrificatie waarbij nitraat centraal staat in de bodem. Ammoniak en nitraat komen in de bodem door mineralisatie en door organische en minerale bemesting. Bij het scheuren van grasland wordt er ook stikstof gemineraliseerd, dit kan oplopen tot 700 kg N per hectare (Vellinga, Kuikman, & Pol- van Dasselaar, 2000) en komt vooral in de winterperiode beschikbaar. (Velthof, et al., 2008). Dit is ook de periode dat de tulpenbol weinig tot geen stikstof opneemt (Algera, 1944) (Mulder, 1956), echter zijn er aanwijzingen dat tulpenbollen wel stikstof opnemen tussen het planten en de winter (Ohyama, Ikarashi, & Baba, 1985) (Baba & Ikarashi, 1967)

Een manier waarop melkveehouders kringlopen meten is via de KringloopWijzer (KLW). De KLW is een managementinstrument dat de mineralenefficiëntie op melkveebedrijven meet en inzichtelijk maakt voor de melkveehouder (KringloopWijzer, 2018). De KLW is sinds 2016 verplicht voor alle melkveehouders en krijgt daardoor het imago van een beleidsinstrument (Mons, 2017). De KLW maakt de nutriënten stroom voor melkveehouders inzichtelijk en via benchmarking kan de stikstof efficiëntie verbeterd worden (Daatselaar, Reijs, Oenema, Doornewaard, & Aarts, 2015). Het verbeteren van de stikstof efficiëntie levert melkveehouders een economisch voordeel op (Regelink, 2015). De foutmarge van de KringloopWijzer is gemeten en de stikstof efficiëntie van het land wordt gemiddeld met 1 procent overschat (Oenema, et al., 2017). Om al deze redenen is gekozen om de KringloopWijzer te gebruiken om de nutriënten efficiëntie te berekenen in dit onderzoek.

1.2 Probleemstelling

Melkveehouders in Flevoland telen gras in hun bouwplan als goedkoop eiwitrijk ruwvoeder voor melkkoeien. Daarnaast heeft het ook een sterk positief effect op de toevoeging van effectief organische stof (3975 kg/ ha voor 3 -jarig grasland) (handboekbodembemesting.nl, 2018). Organische stof is belangrijk voor de kwaliteit van de bodem. Melkveehouders houden de producties van zijn grasland bij via soms directe veldmetingen maar ook halen ze informatie uit berekeningen uit de KringloopWijzer.

Melkveehouders die grond uitruilen voor de teelt van tulpenbollen staan deze grond af in de mestboekhouding en houden deze grond dus niet bij in de resultaten van de KringloopWijzer. De effecten van graslandscheuren en najaar bemesting zijn dus onbelicht en onbekend terwijl de risico's van het verliezen van stikstof groot zijn en met goed management kunnen worden verminderd. Als melkveehouders beter weten wat er gebeurd kunnen zij een bewustere keuze maken bij opnemen van tulpenbollen in de gewasrotatie.

De KringloopWijzer kan deze verliezen inzichtelijk maken op een manier die voor melkveehouders bekend is. De KringloopWijzer kan inzicht geven in de verliezen van een bouwplan met en zonder tulpen op een specifiek melkveebedrijf. De KringloopWijzer wordt op deze manier gebruikt als management tool en niet als beleidsinstrument. Door diverse regels is het niet mogelijk om de grond uitgeruild voor tulpen onder het bedrijf van de melkveehouder te krijgen tenzij dit handmatig wordt aangepast.

1.3 Hoofd- en Deelvragen

Naar aanleiding van de achtergrondinformatie en de probleemstelling zijn de volgende hoofd- en deelvragen opgesteld

Hoofdvraag:

Wat zijn voor een Flevolands melkveehouder de effecten van een gewasrotatie van tulpen op grasland op het stikstofbodemoverschot en het organische stof percentage in de bodem.

Deelvragen:

1. Wat zijn volgens bestaande literatuur de effecten van een gewasrotatie tulpen op grasland op het stikstofbodemoverschot in vergelijking met continu grasland?
2. Wat zijn volgens de KringloopWijzer de effecten van een gewasrotatie tulpen op grasland op het stikstofbodemoverschot in vergelijking met continu grasland?
3. Wat zijn volgens bestaande literatuur de effecten van een gewasrotatie tulpen op grasland op het organische stof percentage in de bodem?

De eerste deelvraag gaat opzoek naar bekende literatuur over tulpen en gewasrotatie, deze is voldoende beschikbaar en moet leiden tot een balans van ingaande en uitgaande stikstof in een ToG rotatie.

De tweede vraag maakt gebruik van de KringloopWijzer om de effecten van een ToG rotatie inzichtelijk te maken. De K LW wordt gebruikt omdat de kengetallen voor de doelgroep bekend zijn. Melkveebedrijven met een vergelijkbare melkproductie per hectare zijn ook betrouwbaar met elkaar te vergelijken (Daatselaar, Reijs, Oenema, Doornewaard, & Aarts, 2015)

De derde deelvraag gaat op zoek naar bekende literatuur over de aanvoer en afbraak van organische stof in grasland en gewasrotaties. De literatuur moet kwantitatieve informatie opleveren die moet leiden tot het opstellen van een organische stof balans.

1.4 Doelgroep en Doel

Dit rapport is geschreven voor melkveehouders in Flevoland die een bedrijf willen dat weinig tot geen negatieve effecten heeft op het milieu om de license to produce te behouden. Voorwaarden daarvoor zijn dat het melkveebedrijf economisch rendabel moet zijn. In een uitiem scenario zou deze melkveehouder graag beloond willen worden voor de milieuprestaties van zijn melkveebedrijf in de vorm van een financiële vergoeding of versoepelde regelgeving.

Het doel van dit rapport is om de effecten van een gewasrotatie van ToG van nitraat in de bodem inzichtelijk te maken voor melkveehouders die behoren tot de doelgroep. Melkveehouders kunnen informatie uit dit rapport gebruiken voor tactische en strategische keuzes op hun bedrijf ten aanzien van milieu en waterkwaliteit.

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de materiaal en methode van deze studie. Eerst zal het materiaal besproken worden, voor het literatuuronderzoek zullen ook de zoektermen en gegevens criteria toegelicht worden. In het tweede gedeelte van dit hoofdstuk zal besproken worden op welke manier onderzoek uitgevoerd wordt en welke methodiek gebruikt wordt.

Het derde hoofdstuk bespreekt de resultaten die voortkomen uit het onderzoek dat gedaan is. Per deelvraag zijn de resultaten weergegeven. Kort is toegelicht hoe de resultaten tot stand gekomen zijn.

Vervolgens beschrijft hoofdstuk 4 de discussie van dit onderzoek, per deelvraag is de aanpak van het onderzoek kritisch geëvalueerd aan de hand van de uitgangspunten uit hoofdstuk 1. Het doel van dit onderzoek is om de effecten van de ToG gewasrotatie op stikstof in de bodem inzichtelijk te maken voor de doelgroep. Daarbij wordt niet direct gekeken naar de bedrijfseconomische resultaten maar voornamelijk naar de milieu resultaten van een ToG gewasrotatie in vergelijking met het continu telen van gras.

Tot slot bevat hoofdstuk 5 de conclusies die gedaan kunnen worden op basis van dit onderzoek. In dit onderzoeksverslag is onderzocht wat het effect is van een gewasrotatie van tulpen op grasland (ToG) op de stikstofbalans van de bodem onder melkveebedrijven in Flevoland in vergelijking met de continue teelt van gras. Dit hoofdstuk sluit af met aanbevelingen voor melkveehouders in Flevoland die graag de milieuprestaties van hun bedrijf willen verbeteren.

Hoofdstuk 2. Materiaal en Methode

Hoofdstuk 2 beschrijft de materiaal en methode van deze studie. Eerst zal het materiaal besproken worden, voor het literatuuronderzoek zullen ook de zoektermen en gegevens criteria toegelicht worden. In het tweede gedeelte van dit hoofdstuk zal besproken worden op welke manier onderzoek uitgevoerd wordt en welke methodiek gebruikt wordt.

2.1 Materiaal

Het materiaal van deze studie omvat voornamelijk zoektermen, gegevens criteria en de bedrijfsgegevens van melkveebedrijf Dekker- De wit die als voorbeeldbedrijf dient in een ToG rotatie.

2.1.1 Literatuur & bodemstikstofbalans

Deelvraag 1 bestaat uit twee delen, het eerste deel van de vraag ging op zoek naar kwantitatieve informatie uit de literatuur. Het tweede deel werkte toe naar een berekening op basis van het literatuuronderzoek.

Om aan kwantitatieve informatie te komen die relevant is voor dit onderzoek is Tabel 1 hieronder gebruikt. De eerste kolom van de tabel bevat de onderwerpen die relevant zijn voor dit onderzoek, in de rijen daarachter staan de verschillende zoektermen. De literatuur heeft informatie opgeleverd zoals weergegeven in Tabel 2.

Tabel 1 Overzicht termen en typen informatie stikstof.

Termen	Auteurs	Journals/ bronnen	Synoniemen	Associaties
<i>Tulpen</i>	M. Van Dam; J. van der Boon; Algera; Mulder; A. Landman;		Tulip; Bulbs; Bloembollen; flowerbulbs;	Lisse; Nagele; planten; opbrengsten; gehalten; bemesting;
<i>Grasland</i>	Daatselaar; A. van den Pol- van Dasselaar	Grassland science; EGF;	Ryegrass; raaigras;	Tijdelijk grasland; Blijvend grasland;
<i>Grasland scheuren</i>		Journal of soil and tillage research	Tillage; break-up; Grass swards; destruction	Gewasrotatie; graslandvernieuwing;
<i>Mineralisatie</i>		Soil biology and biochemistry;	Mineralisation	Gewasresten; crop residues;
<i>Nitrificatie</i>	G.L. Velthof; H.F.M. Aarts;	Plant and Soil	Nitrification;	
<i>Nitraat</i>		Journal of the Total Environment;	Nitrate; NO ₃ ; NO ₃ -N	Uitspoeling;
<i>Bemesting</i>		Agriculture, Ecosystems & Environment;	Drijfmest; RDM; farm yard manure;	Organische; anorganische; gewasresten;
<i>Denitrificatie</i>	K.B. Zwart		N ₂ O; N ₂ ; Denitrification	Gasvormige emissies.

Tabel 2 Overzicht kwantitatieve informatie literatuurstudie stikstof

Input getallen	Eenheid	Output getallen	Eenheid
Aanvoer stikstof plantgoed	Gram N/ kg Gram N/ kg DS	Afvoer stikstof tulpenbol	Gram N/ kg Gram N/ kg DS
Aanvoer stikstof kunstmest	Kg N/ hectare	Afvoer stikstof gasvormige emissies en denitrificatie	Kg N/ hectare Kg NH ₃ / hectare Kg N ₂ O/ hectare
Aanvoer stikstof mineralisatie	Kg N/ hectare	Afvoer stikstof geoogst gras	
Aanvoer stikstof Rundveemest	Kg N/ hectare		
Aanvoer stikstof Depositie	Kg N/ hectare		

De balans is gemaakt met de kwantitatieve informatie uit de literatuur, de balans werd gemaakt aan de hand van de bedrijfsgegevens van melkveebedrijf Dekker- De Wit uit Zeewolde. Melkveebedrijf Dekker- De Wit teelt zelf voornamelijk gras op de huiskavel en heeft sinds 2012 weer tulpen in de gewasrotatie via een uitruilsysteem met een tulpenbollenteler uit Spierdijk. Gegevens van het melkveebedrijf zijn te zien in Tabel 3 hieronder.

Tabel 3 Gegevens melkveebedrijf Dekker- De Wit Zeewolde

Melkveebedrijf Dekker de wit	Kengetal
Koeien	200 melkkoeien
Hectaren met tulpen	46 ha
Hectaren gras (zonder tulpen)	29 ha
Hectaren tulpen	7 ha
Intensiteit (totaal hectaren)	32000 kg melk/ hectare
Fosfaat toestand	Neutraal
NLV	140
GHG	80 cm-mv
GLG	140 cm-mv
OS	5.3 %
Bodem pH	7.2
Koolzure kalk	6.9

2.1.2 KringloopWijzer

Voor het onderzoek naar de tweede deelvraag is er gebruik gemaakt van de KringloopWijzer (KLW) van melkveebedrijf Dekker- De Wit. Dit onderzoek heeft het doel om de cijfers inzichtelijk te maken op een manier die voor de doelgroep, de melkveehouders, herkenbaar en te vergelijken is. Voor deze deelvraag is de nieuwste versie van de KringloopWijzer (KringloopWijzer2017.13) gebruikt en de gegevens van melkveebedrijf Dekker- De Wit.

De gegevens die toegevoegd moeten worden aan de KringloopWijzer staan beschreven in bijlage IV.

2.1.3 Organische stof balans

Net zoals deelvraag 1 bestaat de derde deelvraag uit twee delen, allereerst een deel met literatuuronderzoek naar de vorming en afbraak van Organische stof in een ToG rotatie. Het literatuuronderzoek was bedoeld om kwantitatieve informatie te winnen over vorming en afbraak van organische stof in een ToG rotatie en bij het scheuren van grasland. Een voorverkenning van de zoektermen staat hieronder in Tabel 4.

Tabel 4 Overzicht termen en typen informatie organische stof.

Termen	Auteurs	Journals/ bronnen	Synoniemen	Associaties
Organische stof			Soil Organic Matter.	Soil Organic Carbon; Humificatie; Decomposition;
Tulpen	M. Van Dam; J. van der Boon; Algera; Mulder; A. Landman;		Tulip; Bulbs; Bloembollen; flowerbulbs;	Lisse; Nagele; planten; opbrengsten; gehalten; bemesting;
Grasland	Daatselaar; A. van de Pol- Dasselaar	Grassland science; EGF;	Ryegrass; raaigras;	Tijdelijk grasland; Blijvend grasland;
Grasland scheuren		Journal of soil and tillage research	Tillage; break-up; Grass swards; destruction;	Gewasrotatie; graslandvernieuwing;
Mineralisatie		Soil biology and biochemistry;	Mineralisation;	Gewasresten; crop residues; nitrificatie.
Humificatie		Plant and Soil	Humification;	Humus; Organische stof; EOS; C:N-ratio
Decompositie		Journal of the Total Environment;	Decomposition;	Organisch verval; compostering;
Bemesting		Agriculture, Ecosystems & Environment;	Drijfmest; RDM; farm yard manure;	Organische; anorganische; gewasresten;
C:N ratio		Soil biology and biochemistry;	C:N; C/N;	

Deze kwantitatieve informatie is gebruikt om een berekening, dit is het tweede gedeelte, te maken voor melkveebedrijf Dekker- De Wit. De kwantitatieve informatie die gevonden is in de literatuur staat hieronder in Tabel 5 .

Tabel 5 Overzicht kwantitatieve informatie Organische stof.

Input getallen	Eenheid	Output getallen	Eenheid
Aanvoer OS gewasresten	Gram OS / kg Gram OS / kg DS Kg OS / hectare	Afvoer OS afbraak	Gram OS / kg Gram OS / kg DS Kg OS / hectare
Aanvoer OS Organische mest	Kg OS/ hectare		

2.2 Methode

2.2.1 Literatuur & bodemstikstofbalans.

Het literatuuronderzoek voor de eerste deelvraag heeft literatuur met kwantitatieve informatie over de groei van tulpen opgeleverd. Allereerst werden de termen gebruikt worden zoals die uitgewerkt staan in Tabel 1, er is in de literatuur gericht gezocht naar de informatie die te zien is in Tabel 2. Met deze informatie zal een balans opgesteld worden.

Bij het literatuuronderzoek is gezocht in voornamelijk online bibliotheken zoals *Science Direct*, *Wageningen UR Library*, *Wiley en Springer*. Om de betrouwbaarheid van de informatie te verhogen is er altijd meer dan 1 bron gebruikt, als de data uit verschillende bronnen zeer verschillend was, is er wanneer mogelijk gemiddeld, of er werd een mediaan gekozen. Een gemiddelde is namelijk niet altijd betrouwbaar als gevonden waarden ver uit elkaar liggen, wanneer dit het geval was is ook gekeken naar de materiaal & methode van het specifieke artikel zodat de juiste waarde kon worden beargumenteerd. Kwantitatieve informatie is te vinden in onderzoeken en studies naar model validatie en modelontwikkeling.

De kwantitatieve informatie uit het literatuuronderzoek is gebruikt voor het maken van een berekening. De berekening begint met de stikstof balans in 6-jarig grasland, vervolgens zal de stikstof balans van 1 jaar tulpen daaraan toegevoegd worden. Er is nu een stikstof balans bekend van een 7-jarige rotatie. Deze ToG-rotatie balans is vergeleken met de stikstof balans van 7-jarig grasland.

2.2.2 KringloopWijzer

Een 7-jarige rotatie past niet in de KringloopWijzer, de KLW rekent per jaar en daarom is er eerst een KLW berekend en besproken van de huidige situatie met alleen gras. Vervolgens zijn de nodige gegevens van tulpenteelt toegevoegd, de KLW uit de eerste en tweede situatie zullen met elkaar vergeleken worden op de benutting en overschotten van stikstof op bedrijfsniveau en per hectare.

2.2.3 Organische stof balans

Het literatuuronderzoek (Tabel 4) van de tweede deelvraag heeft kwantitatieve informatie over de aan- en afvoer van organische stof (Tabel 5) in een ToG rotatie opgeleverd. De kwantitatieve informatie is gebruikt voor een balans die het verschil aantoont tussen een ToG gewasrotatie en continu grasland.

In het literatuuronderzoek is wederom gezocht in onlinebibliotheken *Science Direct* en *Wageningen UR Library*. Er is altijd meer dan 1 artikel gebruikt worden voor het vaststellen van informatie, bij uiteenlopende resultaten is er gemiddeld of er is een mediaan bepaald. Er is bij uiteenlopende

resultaten ook altijd gekeken naar het verschil in de materiaal en methode zodat de meest betrouwbare informatie kon worden beargumenteerd.

De aanvoer en afbraak van organische stof zullen in de beschikbare literatuur bepaald worden voor een ToG gewasrotatie en continu grasland. Deze aanvoer en afbraak zullen omgerekend worden naar effectieve organische stof (EOS) en er wordt een EOS-balans opgesteld. Deze maakt inzichtelijk of het OS% van de bodem toeneemt of afneemt (handboekbodembemesting.nl, 2018).

Hoofdstuk 3. Resultaten

Dit hoofdstuk bespreekt de resultaten die voortkomen uit het onderzoek dat gedaan is. Per deelvraag zijn de resultaten weergegeven. Kort is toegelicht hoe de resultaten tot stand gekomen zijn.

3.1 Literatuur & bodemstikstofbalans

Om deelvraag 1 te beantwoorden is er een literatuuronderzoek uitgevoerd naar kwantitatieve informatie over de teelt van tulpen, de teelt van gras, het scheuren van grasland en de gasvormige emissies van gras en akkerland naar de lucht.

3.1.1 Literatuur

Het overzicht van de gevonden literatuur met de kwantitatieve informatie is te zien in bijlage I. Voor bijna alle gegevens zijn meer dan 1 bron gevonden. Alleen de gegevens voor ammoniakuitstoot komen uit 1 bron.

Gegevens van het stikstofgehalte van de tulpenbol lagen redelijk op 1 lijn, uitschieters naar beneden waren te verklaren omdat dit een meting met nulbemesting betrof. De waarden van nulmetingen zijn daarom niet gebruikt voor het bepalen van het stikstofgehalte. Stikstof onttrekking door tulpen in kg N/ ha/ jaar lag ook op 1 lijn. Stikstof onttrekking door grasland was redelijk eenduidig. De stikstof onttrekking werd gecontroleerd met een berekening op basis van het geoogst aantal kg DS/ jaar en het gemiddelde RE-gehalte, ook deze getallen kwamen overeen.

Er was een groot verschil tussen de gevonden waarden voor de geoogste hoeveelheid tulpenbollen. Dit verschilde van 15 ton tot boven de 20 ton product per hectare. Verschillen zijn te verklaren aan de hand van ras, bemesting en de grootte van de tulpenbollen.

3.1.2 N-Balans

Met de kwantitatieve informatie uit de literatuurstudie is een stikstofbalans opgemaakt voor de ToG rotatie, deze is te zien in Tabel 6. Wanneer de teelt van tulpen vergeleken wordt met de teelt van gras valt snel op dat er minder organische mest wordt aangewend en iets meer kunstmest, ook komt er tot 230 kg N vrij uit mineralisatie bij scheuren. Tulpen nemen minder stikstof op, 134 kg N/ hectare ten opzichte van 328 kg N/ hectare in grasland. In de eerste 4 jaar gras vindt er immobilisatie plaats van stikstof in de nieuwe zode, dit zou ongeveer 75 kg N/ hectare per jaar zijn met een maximum van 300 kg N. Tulpen hebben een lagere ammoniak uitstoot omdat er minder gewerkt wordt met aanwending van rundveedrijfmest. Het berekende stikstofbodemoverschot van een ToG gewasrotatie is ongeveer 322 kg N voor de totale rotatie.

In Tabel 7 is de stikstofbalans te zien van een hectare grond dat 7 jaar continu beteeld wordt met gras. Er is vanuit gegaan dat het er geen zode is die zich opbouwt dus er is ook geen rekening gehouden met de immobilisatie van stikstof van wederom totaal 300 kg N/ hectare. De afvoer van stikstof is in continu grasland hoger omdat er met grasland meer stikstof geoogst wordt en omdat door meer aanwending van dierlijke mest er meer ammoniak verliezen optreden. Het totale stikstofbodemoverschot van 7 jaar continu gras komt neer op 301 kg N/ ha.

Gedetailleerde stikstofbalansen zijn te zien in bijlagen II en III.

Tabel 6 N-balans gewasrotatie 1 jaar Tulpen op 6 jaar Grasland

<i>Post</i>	<i>Totaal</i>	<i>Post</i>	<i>Totaal</i>
AAN_1	<u>N_{min} vorig jaar</u>	AF_1	<u>N min voorjaar</u>
AAN_2	<u>Weidemest</u>	AF_2	<u>Geoogst van eigen land</u>
AAN_3	<u>Stalmest</u>	AF_3	<u>Ammoniak verliezen</u>
AAN_4	<u>Kunstmest</u>	AF_4	<u>Veldverliezen</u>
AAN_5	<u>Klaver</u>	AF_5	<u>Gewasresten</u>
AAN_6	<u>Depositie</u>	AF_6	<u>Vanggewassen</u>
AAN_7	<u>Veldverliezen</u>	AF_7	<u>Immobilisatie</u>
AAN_8	<u>Gewasresten</u>		
AAN_9	<u>Vanggewassen</u>		
AAN_10	<u>Veenmineralisatie</u>		
AAN_11	<u>Mineralisatie na scheuren</u>		
<u>AANVOER Totaal</u>	<u>3902</u>		<u>AFVOER Totaal</u>

Verskil aan en afvoer**322**

Tabel 7 N-balans continu grasland 7 jaar

<i>Post</i>	<i>Totaal</i>	<i>Post</i>	<i>Totaal</i>
AAN_1	<u>N_{min} vorig jaar</u>	AF_1	<u>N min voorjaar</u>
AAN_2	<u>Weidemest</u>	AF_2	<u>Geoogst van eigen land</u>
AAN_3	<u>Stalmest</u>	AF_3	<u>Ammoniak verliezen</u>
AAN_4	<u>Kunstmest</u>	AF_4	<u>Veldverliezen</u>
AAN_5	<u>Klaver</u>	AF_5	<u>Gewasresten</u>
AAN_6	<u>Depositie</u>	AF_6	<u>Vanggewassen</u>
AAN_7	<u>Veld verliezen</u>	AF_7	<u>Immobilisatie</u>
AAN_8	<u>Gewasresten</u>		
AAN_9	<u>Vanggewassen</u>		
AAN_10	<u>Veenmineralisatie</u>		
AAN_11	<u>Mineralisatie na scheuren</u>		
<u>AANVOER Totaal</u>	<u>3871</u>		<u>AFVOER Totaal</u>

Verskil aan en afvoer**301**

3.2 KringloopWijzer

De tweede deelvraag wordt beantwoord aan de hand van de KringloopWijzer (KLW) resultaten van melkveebedrijf Dekker- De Wit. Voor melkveebedrijf Dekker- De Wit is een KLW ingevuld met en zonder de hectaren met tulpenbollen en de bijbehorende aan en afvoer van stikstof. Hier worden de resultaten besproken.

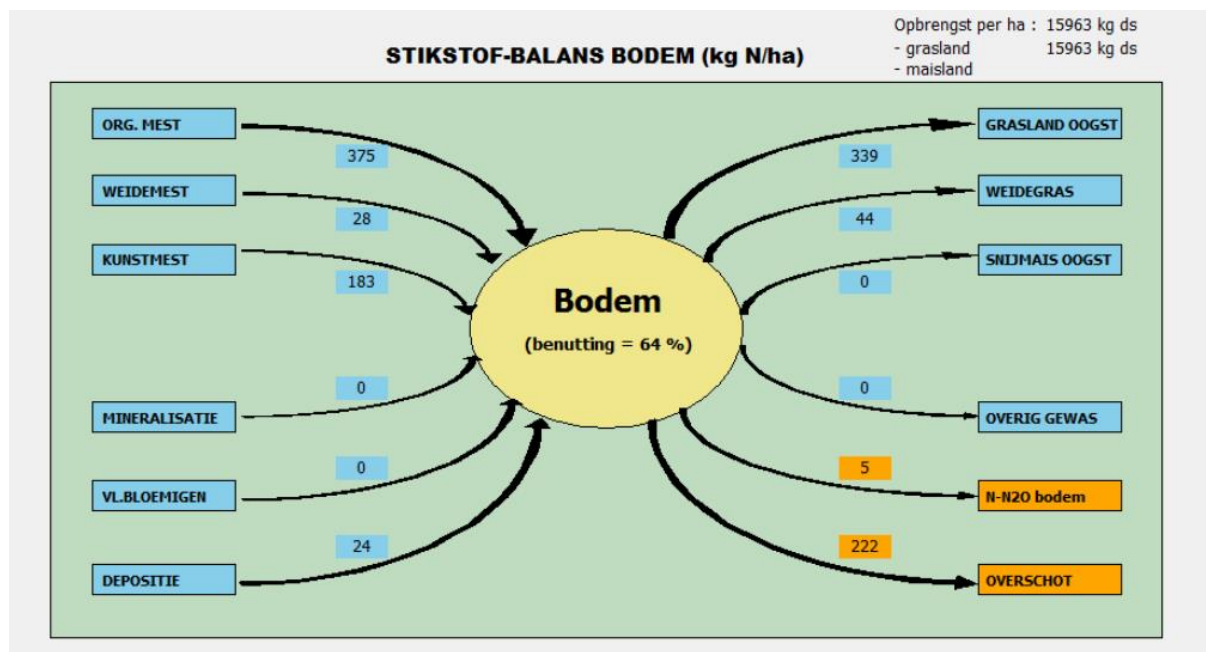
3.2.1 KringloopWijzer resultaten

In Tabel 8 zijn de verschillen te zien tussen KLW van melkveebedrijf Dekker- De Wit met en zonder tulpenbollen. Er is geen verschil in “*voordeel bedrijfsspecifieke excretie*”, beide zijn +2%. Het verschil tussen het “*stikstof bedrijfsoverschot per hectare*” en het “*stikstof bodemoverschot per hectare*” zijn 53 kg N per hectare en -32 kg N per hectare respectievelijk. Wanneer het aantal hectaren achterwege wordt gelaten en er gekeken wordt naar het stikstofbodemoverschot per ton melk dan is het overschot met tulpen 0,1 kg N/ ton melk hoger dan zonder tulpen. De benutting van stikstof in de bodem is met tulpenbollen iets hoger (2%). De aanvoer van EOS per hectare is zonder tulpenbollen 892 kg EOS per hectare hoger dan met tulpenbollen.

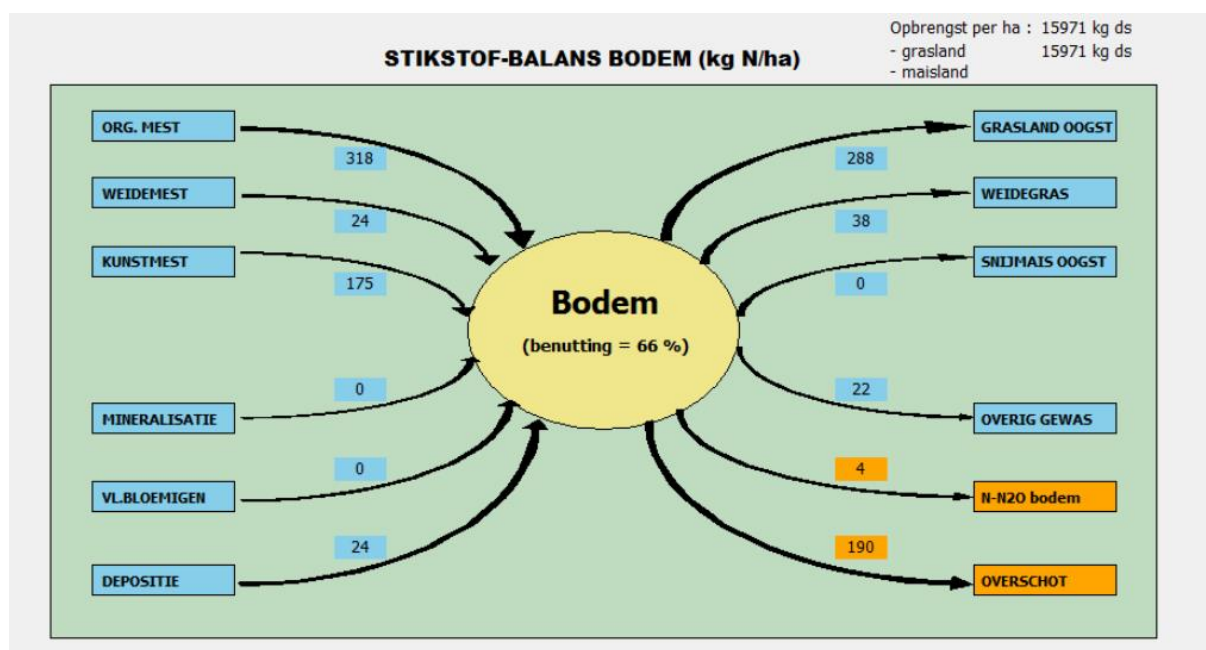
Tabel 8 KringloopWijzer resultaat met en zonder tulpenbollen.

Resultaat	Met tulpenbollen	Zonder tulpenbollen	Vershil
Melkproductie per hectare (kg)	36681	43228	-6547
Voordeel bedrijfsspecifieke excretie: stikstof	+ 2 %	+ 2 %	0
Bedrijfsoverschot per ha: stikstof (kg N)	310	363	-53
Bodemoverschot per ha: stikstof (kg N)	190	222	-32
Bodemoverschot per ton melk: stikstof (kg N)	5,2	5,1	0,1
Benutting bodem: stikstof (%)	66	64	2
Aanvoer EOS per hectare (kg EOS)	6170	7062	-892

In Figuur 1 en Figuur 2 hieronder is de stikstofbodem balans weergegeven zoals berekend in de KringloopWijzer. Vergeleken met de stikstofbalans uit paragraaf 3.1 wordt er in de KringloopWijzer meer dierlijke, weide en kunstmest aangewend op het land. De afvoer van stikstof uit geoogst gras is lichtelijk hoger dan uit de berekende stikstofbalans in paragraaf 3.1 en de afvoer van stikstof uit overige gewassen is nagenoeg gelijk.



Figuur 1 KringloopWijzer stikstofbodembalans zonder tulpenbollen



Figuur 2 KringloopWijzer stikstofbodembalans met tulpenbollen

3.3 Organische stof balans

De derde en laatste deelvraag is beantwoord met de resultaten uit een literatuuronderzoek naar de aanvoer en afbraak van effectieve organische stof (EOS) in continu teelt van gras en een ToG rotatie. Met de resultaten uit het literatuuronderzoek zijn twee EOS-balansen gemaakt.

3.3.1 Literatuur

De kwantitatieve informatie uit de literatuur is te zien in bijlage 1. Data is voornamelijk afkomstig uit 1 bron, het "Handboek bodem en bemesting" en een onderzoek van Jacob Kortleven uit 1963.

3.3.2 EOS-balans

In Tabel 9 staat de balans van EOS voor de ToG gewasrotatie weergegeven. De EOS aanvoer van tulpen is lager in de post organische mest. Ook de aanvoer van EOS via gewasresten is lager. Tulpen leveren op 6529 kg EOS minder per hectare dan 6-jarig grasland.

De EOS afvoer van tulpen is 2000 kg hoger dan dat van grasland. Dit komt door het scheuren van grasland (handboekbodembemesting.nl, 2018). Over het algemeen is er rekening gehouden met een afbraak percentage van 2% (Kortleven, 1963). De afbraak van organische stof is als volgt berekend:

$$= 1,3 * (1000 * 1000 * 2) * 0,053 * 0,02$$

Hierin is 1,3 het soortelijk gewicht in kg grond/ Liter. Een hectare grond van 20 cm dik is uitgedrukt in decimeters. Het organische stofpercentage is 5,3% en het afbraakpercentage is 2 procent.

Het verschil tussen aanvoer en afvoer van EOS is 14.327 kg EOS/ hectare voor een perceel met een ToG gewasrotatie van 1 op 6.

Op een perceel met 7 jaar continu gras wordt meer EOS aangevoerd en word minder EOS afgevoerd bij het ontbreken van de tulpenteelt. Netto wordt er in 7 jaar continu gras 22.856 kg EOS/ ha toegevoegd. Dat is 8529 kg EOS/ ha meer dan in een ToG gewasrotatie. De EOS-balans voor 7 jaar continu gras is te zien in Tabel 10 hieronder.

De EOS-balansen zijn in detail te zien in bijlage V en VI.

Tabel 9 EOS-balans ToG gewasrotatie 1 op 6

Post		Totaal	Post		Totaal
AAN_12	Org. mest	19439	AF_11	Afbraak	21292
AAN_13	Gewasresten	16180			
AAN_Totaal		35619	AF_Totaal		21292

Tabel 10 EOS-balans continu gras 7 jaar

Post		Totaal	Post		Totaal
AAN_12	Org. mest	22498	AF_11	Afbraak	19292
AAN_13	Gewasresten	19650			
AAN_Totaal		42148	AF_Totaal		19292

Uit de gemiddelde aanvoer van EOS kan een Organische stof gehalte van de bodem berekend worden waarbij de aanvoer en afvoer van organische stof in evenwicht zijn. Dit is 9,8% en 11,6% organische stof voor respectievelijk de ToG gewasrotatie en continu gras. Continu grasland zal dus op den duur 1,8% punt organische stof meer bevatten in de bodem dan land met een ToG gewasrotatie.

Hoofdstuk 4. Discussie

Hoofdstuk 4 beschrijft de discussie van dit onderzoek, per deelvraag is de aanpak van het onderzoek kritisch geëvalueerd aan de hand van de uitgangspunten uit hoofdstuk 1. Het doel van dit onderzoek is om de effecten van de ToG gewasrotatie op stikstof in de bodem inzichtelijk te maken voor de doelgroep. Daarbij wordt niet direct gekeken naar de bedrijfseconomische resultaten maar voornamelijk naar de milieu resultaten van een ToG gewasrotatie in vergelijking met het continu telen van gras.

4.1 Literatuur & bodemstikstofbalans

Om de eerste deelvraag te beantwoorden is gezocht naar kwantitatieve informatie over alle aspecten van een ToG gewasrotatie en om deze informatie te verwerken is een bodem stikstofbalans doorberekend.

4.1.1 Aanpak

Literatuur met kwantitatieve informatie is niet altijd gratis beschikbaar in onlinebibliotheken en daarom kost het zoeken van goede literatuur tijd. Kwantitatieve informatie uit twee verschillende bronnen kan soms in twee verschillende eenheden zijn uitgedrukt, zeker als het internationale literatuur betref. Daardoor heeft er soms een omrekening naar dezelfde eenheid plaats moeten vinden en dit kan een effect hebben op de betrouwbaarheid van het resultaat.

Voor bijna alle gegevens zijn 2 of meer bronnen gevonden. Alleen de gegevens voor ammoniakuitstoot zijn afkomstig uit 1 bron. Voor ammoniakuitstoot was maar 1 bron te vinden en deze werd als betrouwbaar geacht omdat deze bron ook als basis dient voor beleid door de Nederlandse overheid.

De grootste spreiding zat in de geoogste hoeveelheden tulpen, deze verschilden van 12.792 kg/ hectare (Dam & Wees, 2005) tot 22400 kg/ hectare (Wondergem, Zuilichem, Snoek, & Jansma, 2002). Voor het bepalen van de geoogste hoeveelheid stikstof door tulpenbollen is daarom uitgegaan van de gevonden waarden voor stikstof afvoer door tulpenbol, deze gegevens zaten meer op 1 lijn (134 kg N/ ha) en uitschieters naar beneden waren te verklaren door een nulbemesting (Aartrijk, Boeste, Schoumans, & Gerritsen, 1995).

4.1.2 Resultaten

Het stikstofbodemoverschot onder een ToG rotatie was lichtelijk hoger dan het stikstofbodemoverschot onder 7 jaar continu gras, respectievelijk 322 om 301. Het lage verschil van 21 kg N/ hectare is opmerkelijk omdat bij scheuren onder grasland 230 kg N extra vrijkomt. Bij het nieuw inzaaien van grasland wordt stikstof geïmmobiliseerd, de vrijgekomen stikstof uit scheuren wordt daarmee binnen de rotatie weer gecompenseerd.

De bestemming van de 230 kg stikstof is uit dit onderzoek niet duidelijk geworden. Er wordt genoeg bemest om de afvoer van 134 kg/ N per hectare aan tulpenbollen te dekken. Het stikstofbodemoverschot in het jaar tulpenbollen zit ongeveer op 430 kg N/ ha. Stikstof mineralisatie vindt plaats na scheuren en in het geval van tulpenbollen vindt dat plaats in oktober/ november. Het is aannemelijk dat de stikstof die mineraliseert in het najaar grotendeels uitspoelt naar het grond- en oppervlaktewater.

Aan en afvoer van stikstof uit oogstverliezen en vanggewassen wordt niet meegerekend omdat dit zogenaamde kruisposten zijn. Binnen een gewasrotatie leveren oogstverliezen en vanggewassen geen bijdrage aan het stikstofbodemoverschot (Schröder, et al., 2016).

4.2 KringloopWijzer

De tweede deelvraag maakt gebruik van de KringloopWijzer (KLW) om de effecten van een ToG gewasrotatie op de stikstof in de bedrijfsvoering inzichtelijk te maken.

4.2.1 Aanpak

Een bestaande K LW van melkveebedrijf Dekker- De Wit uit 2016 is gebruikt als basis voor dit onderzoek. De K LW zonder tulpenbollen diende hier als nulmeting en is het uitgangspunt. Om een de tulpenbollen toe te voegen aan het K LW-resultaat moesten er een aantal aanpassingen gedaan worden aan de bestaande K LW. Een totaaloverzicht van alle aanpassingen is te zien in bijlage IV.

Een belangrijk punt bij het toevoegen van tulpenbollen aan de K LW is dat de meeste waarden in de K LW uitgedrukt worden in kilogrammen product, niet in kilogrammen drogestof. Om tot de juiste stikstof en fosfaatgehalten te komen moest dus een omrekening gemaakt worden met het in de literatuur gevonden drogestofpercentage van 43%.

4.2.2 Resultaten

Er was geen verschil in het voordeel op de bedrijfsspecifieke excretie, beide K LW zaten daarin op 2% voordeel. Opmerkelijk was dat het stikstof bodemoverschot per hectare met tulpenbollen 32 kg stikstof lager was als het stikstofbodemoverschot zonder tulpenbollen. Dit is tegenstrijdig met de resultaten uit de eerste deelvraag. Een belangrijk verschil daarin is dat deelvraag 1 kijkt naar meerdere jaren op 1 perceel, en de K LW kijkt naar 1 jaar op meerdere percelen.

Eerder onderzoek naar het stikstofbodemoverschot heeft uitgewezen dat het stikstofbodemoverschot in een gras-maïs rotatie lager is als het stikstofbodemoverschot in continu grasland (Wachendorf, Volkers, Trott, & Taube, 2003). Dit was ongeacht het bemestingsniveau.

De stikstofbodembalans in Figuur 1 en Figuur 2 uit de KringloopWijzer gaf weer dat de stikstof aanvoer uit weide, stal en kunstmest hoger was in de KringloopWijzer dan in de opgesteld stikstofbodembalans uit [deelvraag 1]. In de opgestelde stikstofbalans is uitgegaan van 380 kg N/ hectare. In werkelijkheid deed melkveebedrijf Dekker- De Wit in 2016 mee aan de BES-pilot, in 2016 mocht het bedrijf dus meer dierlijke mest aanwenden per hectare dan de toegestane 270 kg N/ hectare. Het bemestingsniveau voor melkveebedrijf Dekker- De Wit lag in 2016 op 375 kg N/ hectare uit rundveedrijfmest (Jacobsen, 2016) (Gielen, 2016).

De hogere stikstof aanwending in de KringloopWijzer zorgt voor een hoger stikstofbodemoverschot in de teelt van gras. Daarom is de het stikstofbodemoverschot voor grasland hoger dan voor de een ToG gewasrotatie op melkveebedrijf Dekker- De Wit.

De toevoeging van 7,00 hectare aan de bestaande K LW is een toename in grond van ruim 17%. Door deze toevoeging is ook het bedrijfsoverschot per hectare veranderd omdat deze wordt uitgedrukt in kg N/ hectare. Aan het stikstofbodemoverschot per ton melk is te zien dat het totale stikstofbodemoverschot van het bedrijf wel is toegenomen.

Opmerkelijk is te zien dat in Figuur 1 en Figuur 2 geen mineralisatie staat. Dit komt omdat de KringloopWijzer geen mineralisatie rekent in wisselbouw met grasland. Alleen in wisselbouw tussen akkerbouwgewassen wordt mineralisatie gerekend (Schröder, et al., 2016)

4.3 Organische stof balans

De derde deelvraag had als doel om inzicht te krijgen in het organische stof van de bodem omdat dit door mineralisatie sterk gerelateerd is aan stikstof in de bodem en dus belangrijk is binnen een gewasrotatie. Binnen deze deelvraag is literatuur gezocht en gevonden over de opbouw en afbraak van organische stof in de bodem binnen gewasrotaties.

4.3.1 Aanpak

Het vinden van literatuur over de aanvoer en afbraak van organische stof is lastig omdat dit binnen de (internationale) literatuur nog geen veel onderzocht onderwerp is. Voor dit literatuuronderzoek zijn daarom ook maar twee bronnen gebruikt.

De aanvoer cijfers van EOS door verschillende organische bronnen zijn afkomstig uit het handboek bodem en bemesting dat ook veelvuldig gebruikt wordt door het agrarisch onderwijs en door agrarische adviesbureaus.

Het afbraak percentage van de organische stof is gebaseerd op een onderzoek door Jacob Kortleven uit 1963. Dit onderzoek dient ondertussen als de basis voor veel vervolgonderzoek naar organische stof in de bodem.

4.3.2 Resultaten

De aanvoer van EOS in continu grasland is hoger dan in een ToG rotatie. In een ToG rotatie is de afbraak van organische stof hoger omdat er door scheuren 2000 kg OS per hectare extra wordt afgebroken. In een jaar tulpen wordt netto 8500 kilogram EOS minder aangevoerd wat overeenkomt met 0,3 procentpunt organische stof. De ervaring van melkveebedrijf Dekker- De Wit is het organische stof percentage harder kan dalen dan 0,3 procentpunt na een jaar tulpen.

De KringloopWijzer berekend ook de aangevoerde kg EOS/ hectare. Voor met en zonder tulpenbollen is dit respectievelijk 6170 om 7062 kg EOS per hectare. Het organische stof gehalte waarbij een evenwicht zal ontstaan is respectievelijk 11.9 en 13.6 % organische stof. Dat is hoger dan dat bleek uit de resultaten van hoofdstuk 3.3

Hoofdstuk 5. Conclusies en Aanbevelingen

Het vrije hoofdstuk van dit onderzoeksrapport bevat de conclusies die gedaan kunnen worden op basis van dit onderzoek. In dit onderzoeksverslag is onderzocht wat het effect is van een gewasrotatie van tulpen op grasland (ToG) op de stikstofbalans van de bodem onder melkveebedrijven in Flevoland in vergelijking met de continue teelt van gras. Dit hoofdstuk sluit af met aanbevelingen voor melkveehouders in Flevoland die graag de milieuprestaties van hun bedrijf willen verbeteren.

5.1 Conclusies

Volgens de berekening van een stikstofbalans heeft een ToG gewasrotatie een hoger stikstofbodemoverschot na een rotatie van 7 jaar dan de continue teelt van gras. Het grootste verschil wordt gemaakt door het scheuren van grasland dat 230 kg N/ hectare vrijmaakt voornamelijk in de winterperiode en dus gevoelig is voor uitspoeling.

Melkveebedrijf Dekker- De Wit had in het KringloopWijzer resultaat met tulpen op gras rotatie een hoger totaal stikstofbodemoverschot dan met alleen gras. Per ton melk was het stikstofbodemoverschot ook hoger met tulpenbollen. Per hectare was het stikstofbodemoverschot lager met tulpenbollen omdat het bedrijf meer stikstof uit mest aanwendt op grasland door deelname aan een bemestings-pilot. De stikstof benutting in de bodem wordt 2 procentpunten hoger bij het opnemen tulpenbollen in rotatie met grasland.

In een ToG gewasrotatie wordt minder effectieve organische stof (EOS) aangevoerd door bemesting en gewasresten en word meer organische stof (OS) afgebroken in de bodem in vergelijking met de continu teelt van gras. Er wordt meer OS afgebroken in een ToG gewasrotatie omdat de graszode na 6 jaar gescheurd wordt voor de teelt van tulpenbollen.

Het opnemen van tulpenbollen in rotatie met grasland verhoogt het stikstofbodemoverschot op bedrijfsniveau. Bij een intensief niveau van bemesting kan het telen van tulpen het stikstofbodemoverschot per hectare verlagen en de benutting van stikstof in de bodem op bedrijfsniveau verhogen. Het scheuren van grasland in het najaar blijft risicovol. Een gewasrotatie van tulpen en grasland levert een lager organische stof percentage op dan het continu telen van gras zonder te graslandvernieuwing.

5.2 Aanbevelingen

Voor de doelgroep is het aan te bevelen om door te gaan met het roteren van grasland met tulpen wanneer dit kan in goede samenwerking met een goede tulpenboer. Het effect op stikstof in de rotatie lijkt gering en de pachtvergoeding is economisch aantrekkelijk. Wel blijft het scheuren van een (oude) graszode een risico voor het uitspoelen van stikstof naar grond- en oppervlaktewater. Dus kan gesteld worden:

Roteer, maar scheur met mate

Het is daarbij aannemelijk dat het roteren van gras en tulpen de meest duurzame manier is om tulpen te telen.

Voor vervolgonderzoek is het aan te bevelen om veldmetingen te verrichten van mineralisatie en nitrificatie in gewasrotaties. Hedendaagse literatuur baseert zich op oude gegevens en modelberekeningen en er wordt dus niet gemeten of de modellen daadwerkelijk kloppen.

Bibliografie

- Aartrijk, J. v., Boeste, J., Schoumans, O., & Gerritsen, R. (1995). *Emissies van bestrijdingsmiddelen en nutriënten in de bloembollenteelt*. Wageningen: DLO-Staring Centrum.
- Aarts, H., Daatselaar, C., & Holshof, G. (2005). *Bemesting en opbrengst van productiegrasland in Nederland*. Wageningen: Plant Research International B.V.
- Algera, L. (1944). Over de opname van voedingstoffen uit den bodem door de tulp. *Landbouwkundig Tijdschrift* 56, 432-438.
- Baba, A., & Ikarashi, T. (1967). Mineral nutrition of tulip flowering phase (I). *Shokubutsu Seiri (Japans)*, 47-55.
- Beukema, E. (2016, juli 26). *Samenwerken, de nieuwe groeimethode*. Opgehaald van Boerderij.nl: <https://www.boerderij.nl/Home/Achtergrond/2016/7/Samenwerken-de-nieuwe-groeimethode-2843322W/>
- Boon, J. v. (1973). *Stikstofbemestingproeven bij tulp*. Haren: Instituut voor bodemvruchtbaarheid.
- Bruggen, C. v., Bannink, A., Groenenstein, C., Huijsmans, J., Leusink, H., Sluis, S. v., . . . Vonk, J. (2015). *Emissies naar luch uit de landbouw, 1990-2013*. Wageningen: Wettelijke onderzoekstaken Natuur & Milieu.
- Buchen, C., Well, R., Helfrich, M., Fuss, R., Kayser, M., Gensior, A., . . . Flessa, H. (2018). *Soil mineral N dynamics and N2O emissions following grassland renewal*. N.B.: Agriculture, Ecosystems and Environment. .
- CBS. (2018, september 20). *Landbouw; gewassen, dieren en grondgebruik naar regio*. Opgehaald van opendata.cbs.nl: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80780ned/table?dl=8BA2&ts=1537434155148>
- CLO. (2017, november 09). *Vermestende depositie 1990-2016*. Opgehaald van [www.clo.nl](https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-vermestende-depositie): <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-vermestende-depositie>
- CLO. (2018, september 5). *Ammoniakemissie door de land- en tuinbouw, 1990-2016*. Opgehaald van Compendium voor de Leefomgeving: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0101-ammoniakemissie-door-de-land--en-tuinbouw>
- CLO. (2018, september 5). *Nitraat in het uitspoelend water onder landbouwbedrijven 1992-2016*. Opgehaald van Compendium voor de Leefomgeving: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0271-nitraat-in-het-uitspoelend-water-onder-landbouwbedrijven>
- Daatselaar, C., Reijs, J., Oenema, J., Doornewaard, G., & Aarts, H. (2015). Variation in nitrogen use efficiency on Dutch dairy farms. *Journal for Science fo Food & Agriculture* 95, 3055-3058.
- Dam, A. v., & Wees, N. v. (2005). *Stikstofbijmestsysteem vergeleken met praktijkbemesting in tulp in de Noordoostpolder*. Lisse: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO).
- Dam, A. v., Kater, L., & Wees, N. v. (2004). *Adviesbasis voor de bemesting van bloembolgewassen*. Lisse: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO).
- Dam, M. v., & Belder, P. (2009). *Voldoet NBS ook voor stikstofbemesting van tulp in Flevoland*. Lisse: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving (PPO).
- Davies, M. (1996). *The Mineralisation and fate of nitrogen following the incorporation of grass and grass-clover swards*. Edinburgh: University of Edinburgh.

- De Europese Commissie. (2018). *Uitvoeringsbesluit (EU) 2018/820 van de Commissie*. Brussel: EUROPESE COMMISSIE.
- Dekker, C. (2018). *Gewasrotatie tulpen op grasland, vooronderzoek voor een afstudeerscriptie*. Dronten: Aeres Hogeschool Dronten.
- Dolman, M., Sonneveld, M., Mollenhorst, H., & Boer, L. d. (2014). Benchmarking the economic, environmental and societal performance of Dutch dairy farms aiming at internal recycling of nutrients. *Journal of Cleaner production* 73, 245-252.
- Eekeren, N. v., & Philipsen, B. (2013). *Gezonde grondruil tussen melkveehouders en bollentelers*. Driebergen: Louis Bolk Instituut.
- Europese Raad. (1991). Richtlijn van de Raad van 12 december 1991 inzake de bescherming van water tegen verontreiniging door nitraten uit agrarische bronnen (91/676/EEG). In E. Raad, NR. L375 van 31/12/1991 (pp. 0001 - 0008). Brussels: Europese Raad.
- Europese Raad. (2000). *Richtlijn 2000/60/EG van het Europese Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid*. Brussel: Europees Parlement.
- Gielen, J. (2014, Juli 8). + 500 kg drogestof met klaver. Opgehaald van Koeien en Kansen: <https://www.bemestingsadvies.nl/nl/koeien-kansen-1/show/-500-kg-droge-stof-met-klaver.htm>
- Gielen, J. (2016, Augustus 23). *BES goed voor organische stofbalans*. Opgehaald van Verantwoordeveehouderij.nl: <https://www.verantwoordeveehouderij.nl/show/BES-goed-voor-organische-stofbalans.htm>
- Gregorutti, V., & Caviglia, O. (2017). *Nitrous oxide emissions after the addition of organic residues on soil surface*. N.B.: Agriculture, Ecosystems and Environment.
- Haan, J. d., & Geel, W. v. (2013). Samenstelling en werking organische meststoffen. In J. d. Haan, & W. v. Geel, *Adviesbasis voor de bemestig van akkerbouw- en vollegrondsgewassen* (pp. 99 - 106). Lelystad: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Handboek bodem en bemesting. (2018, november 6). *Organische-stofbeheer*. Opgehaald van Handboek bodem en bemesting: <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Organische-stofbeheer.htm>
- handboekbodembemesting.nl. (2018, oktober 6). *Kengetallen organische stof*. Opgehaald van handboekbodembemesting.nl: <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Organische-stofbeheer/Organische-stof/Kengetallen-organische-stof.htm>
- Hilhorst, G., & Plomp, M. (2016). *Lager bodemoverschot door hogere benutting*. Wageningen: Vruchtbare Kringloop Achterhoek en Liemers.
- Jacobsen, S. (2016, N.B. N.B.). *Topkuil met drijfmest in plaats van kunstmest*. Opgehaald van Melkvee Topkuil: <https://www.melkvee.nl/artikel/62191-topkuil-met-drijfmest-in-plaats-van-kunstmest/>
- Johnson, A., McEwen, J., Lane, P., Hewitt, M., Poulton, P., & Yeoman, D. (1993). Effects of one to six year old ryegrass-clover leys on soil nitrogen and on the subsequent yields and fertilizer nitrogen requirements of the arable sequence winter wheat, potatoes, winter wheat, winter beans (vicia faba) grown on a sandy loam soil. *Journal of Agricultural Science, Hertfordshire*.

- klimaatakkoord.nl. (2018). *klimaatakkoord*. Opgehaald van [klimaatakkoord.nl: https://www.klimaatakkoord.nl/](https://www.klimaatakkoord.nl/)
- Kortleven, J. (1963). *Kwantitatieve aspecten van humusopbouw en humusafbraak*. Wageningen: Centrum voor landbouwpublicaties en landbouwdocumentatie.
- KringloopWijzer. (2018, oktober 5). *Wat is de KringloopWijzer*. Opgehaald van [mijnkringloopwijzer.nl: https://mijnkringloopwijzer.nl/over-kringloopwijzer/wat-is-de-kringloopwijzer/](https://mijnkringloopwijzer.nl/over-kringloopwijzer/wat-is-de-kringloopwijzer/)
- Landman, A. (1994). *Opname en afvoer van nutriënten door bolgewassen*. Lisse: Laboratorium voor Bloembollenonderzoek.
- Li, S., Wang, Z., Miao, Y., & Li, S. (2014). *Soil Organic Nitrogen and Its Contribution to Crop Production*. Journal of Integrative Agriculture.
- LTO Nederland. (2017). *Samen naar een nieuwe Wij*. Zwolle: LTO Nederland.
- Mayne, C., & Gordon, F. (1986). The Effect of harvesting system on nutrient losses during silage making. 1. Field losses. *Grass and Forage Science*, 17-25.
- Ministerie van LNV & Ministerie van IW. (2017). *Zesde Nederlandse actieprogramma betreffende de Nitraatrichtlijn (2018 - 2021)*. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Mons, G. (2017, Augustus). Maak Kringloopwijzer niet tot beleidsinstrument. *Melkvee*, pp. 18, 19.
- Mulder, D. (1956). Stikstofbemesting in de bollenteelt. *Mededelingen van de Directeur Tuinbouw* 19, 706-715.
- Nijpels, E. (2018). *Voorstel voor hoofdlijnen van het Klimaatakkoord*. Den Haag: Sociaal-Economische Raad.
- Norton, J. (2008). *Nitrification in Agricultural Soils*. Logan, Utah: Utah state university.
- Notaris, C. D., Rasmussen, J., Sorensen, P., & Olesen, J. (2017). *Nitrogen leaching: A crop rotation perspective on the effects of N surplus, field management and use of catch crops*. N.B.: Agriculture, Ecosystems and Environment.
- Oenema, J., Sebek, L., Schröder, J., Verloop, J., Haan, M. d., & Hilhorst, G. (2017). *Toetsing van de KringloopWijzer, Gemeten en voorspelde stikstof- en fosfaatproducties van mest en gewas*. Wageningen: Wageningen UR.
- Ohyama, T., Ikarashi, T., & Baba, A. (1985). Nitrogen accumulation of tulip plant (*Tulipa gesneriana*). *Soil Science and Plant Nutrition* 31, 581-588.
- PBL. (2009). *Milieubalans 2009*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Rabobank. (2018). *Rabo Groen Lening*. Opgehaald van [Rabobank.nl: https://www.rabobank.nl/bedrijven/zakelijk-financieren/alle-financieringsvormen/groene-lening/](https://www.rabobank.nl/bedrijven/zakelijk-financieren/alle-financieringsvormen/groene-lening/)
- Rabobank. (N.B.). *Melken in de nieuwe realiteit: welke strategie kiest u?* Opgehaald van [rabobank.nl: https://www.rabobank.nl/bedrijven/cijfers-en-trends/veehouderij/melken-in-de-nieuwe-realiteit/](https://www.rabobank.nl/bedrijven/cijfers-en-trends/veehouderij/melken-in-de-nieuwe-realiteit/)
- Regelink, S. (2015). *The relation of farmland yields, mineral efficiency and economic performance on Dutch dairy farms*. Wageningen: Wageningen UR.
- Reinsch, T., Loges, R., Kluss, C., & Taube, F. (2017). *Renovation and conversion of permanent grass-clover swards to pasture or crops: Effects on annual N₂O emissions in the year after ploughing*. N.B.: Soil & Tillage Research.

- Remmelink, G., Middelkoop, J., Ouweltjes, W., & Wemmenhove, H. (2018). *Handboek melkveehouderij 2018/19*. Wageningen: Wageningen livestock research.
- Schooten, H., & Philipsen, B. (2010). *Effect van inkuilmanagement op emissie van broeikasgassen op bedrijfsniveau*. Lelystad: Wageningen UR Livestock research.
- Schouten, C. (2018). *Landbouw, natuur en voedsel: waardevol verbonden*. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Schröder, J., Sebek, L., Reijs, J., Oenema, J., Goselink, R., Conijn, j., & Boer, J. d. (2016). *Rekenregels van de KringloopWijzer*. Wageningen: Dienst Landbouwkundig Onderzoek.
- Sharpley, A., Chapra, S., Wederpohl, R., Sims, J., Daniel, T., & Reddy, K. (1994). *Managing Agricultural Phosphorus for Protection of Surface Waters: Issues and Options*. Texas, US: Journal of Environmental Quality.
- Silvis, H., Meer, R. v., & Voskuilen, M. (2018). *Pachtnormen 20185*. Wageningen: Wageningen Economic Research.
- Stevenson, F. (1994). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions (2nd ed.)*. New York: John Wiley.
- Stockdale, E., Hatch, D., Murphy, D., Ledgard, S., & Watson, C. (2002). Verifying the nitrification to immobilisation ratio (N/I) as a key determinant of potential nitrate loss in grassland and arable soils. *Agronomie*, 831-838.
- Vellinga, T., Kuikman, P., & Pol- van Dasselaar, A. v. (2000). *Beperking van lachgasemissie bij het scheuren van grasland*. Wageningen: Alterra,.
- Velthof, G., & Oenema, O. (1995). Nitrous oxide fluxes from grassland in the Netherlands: I. Statistical analysis of flux-chamber measurements. *European Journal of Soil Science*, 533-540.
- Velthof, G., Hoving, I., Dlfing, J., Smit, A., Kuikman, P., & Oenema, O. (2009). *Method and timing of grassland renovation affects herbage yield nitrate leaching and nitrous oxide emission in intensively managed grasslands*. N.B.: Nutrient cycling in agroecosystems.
- Velthof, G., Neeteson, J., Meer, H. v., & Oenema, O. (2000). *Schatting van de netto stikstofmineralisatie en biologische stikstofbinding in landbouwgronden*. Wageningen: Alterra.
- Velthof, G., Schooten, H. v., Hoving, I., Dekker, P., Dam, A. v., Reijneveld, A., . . . Smit, A. (2008). *Indicator voor stikstofmineralisatie in gescheurdgrasland; synthese*. Wageningen: Alterra.
- Vonk, J., Sluis, S. v., Bannink, A., Bruggen, C. v., Groenestein, C., Huijsmans, J., . . . Velthof, G. (2018). *Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands - update 2018*. Wageningen: Statutory Research Tasks Unit for Nature & the Environment.
- Vries, W. d., Kros, J., Dolman, M., Vellinga, T., Boer, H. d., Gerritsen, A., . . . Bouma, J. (2015). Environmental impacts of innovative dairy farming systems aiming at improved internal nutrient cycling: A multi-scale assessment. *Science of the Total Environment* 536, 432-442.
- Wachendorf, M., Volkers, K., Trott, H., & Taube, F. (2003). Performance and N surplus of forage crop rotations. *Grassland resowing and grass-arable crop rotations, consequences for performance and environment* (pp. 59-63). Kiel, Duitsland: Plant Research International B.V. Wageningen, EGF-Working Group.
- Wondergem, M., Zuilichem, H., Snoek, B., & Jansma, J. (2002). Stikstofvoorziening van tulp, is fertigatie de oplossing? *EKOLAND*, 28-29.
- Zwart, K., Velthof, G., Groeningen, J. v., Heinen, M., Grift, B. v., & Boumans, L. (2004). *Denitrification in agricultural soils in the Netherlands*. Wageningen: Alterra, Wageningen UR.

Bijlagen

Bijlage I. Literatuuroverzicht

Bijlage II. Resultaten stikstof balans ToG

Bijlage III. Resultaten stikstofbalans continu gras

Bijlage IV. Aanpassingen

Bijlage V. Aanvoer en afbraak van EOS in een ToG gewasrotatie

Bijlage VI. Aanvoer en afbraak van EOS in continu grasland

Bijlage I. Literatuuroverzicht

Overzicht van literatuur en de gevonden kwantitatieve informatie.

Bron/ Auteur	Kengetal	Waarde
(Dam & Belder, 2009)		14,4
		11,9
		13,2
		10,1
(Boon, 1973)		14,3
		14,2
		14,9
		15,1
		15,4
	Stikstofgehalte tulpenbol (g/ kg DS)	14,6
(Dam & Wees, 2005)		13,3
		15,6
		14,2
		13,9
		14,7
		14,2
		14,3
		14,6
(Landman, 1994)		10,0
(Wondergem, Zuilichem, Snoek, & Jansma, 2002)		17000
		22400
(Dam & Wees, 2005)	Opbrengst tulpen (kg product/ ha)	19692
		20329
		14314
		12792
		15871

		16153
		16250
		17053
(Landman, 1994)		146,0
(Dam, Kater, & Wees, 2004)		130,0
(Aartrijk, Boeste, Schoumans, & Gerritsen, 1995)		110,0
		109,0
		114,0
		43,0
(Dam & Wees, 2005)	Stikstof afvoer door tulpenbol (kg N/ha)	140,0
		178,0
		128,0
		119,0
		134,0
		137,0
		149,0
		146,0
(Hilhorst & Plomp, 2016)		310
	Stikstofafvoer door gras (kg N/ha)	291
		325
(Velthof, et al., 2009)	Lachgas emissie gescheurd grasland (kg N/ jaar)	13,4
		10,8
(Velthof, et al., 2009)		3,2
	Lachgas emissie grasland (kg N/ jaar)	2,7
(Velthof & Oenema, 1995)		4,8
(PBL, 2009)		30
(CLO, 2017)	N Depositie (kg N/ ha)	23
(Schooten & Philipsen, 2010)		9,00
(Mayne & Gordon, 1986)	Oogstverliezen grasland (% van oogst)	4,95

		7,44
		4,41
		7,04
(Velthof, Neeteson, Meer, & Oenema, 2000)		174,0
(Davies, 1996)		246,7
	Mineralisatie (kg N/ ha/ jaar)	249,2
		238,9
(Johnson, et al., 1993)		250,0
(Dam & Wees, 2005)		12,1
(Landman, 1994)	N-gehalte plantgoed (g N/ kg DS bol)	15,0
(Dam & Wees, 2005)		5096
(Landman, 1994)	Kg vers plantgoed per ha	7012
(Dam & Wees, 2005)		26,1
(Landman, 1994)	Tulpen, gepland N (kg N/ ha)	49,0
		14,2
(Dam & Wees, 2005)		42,0
(Boon, 1973)		43,3
	DS percentage tulp	44,2
		41,8
		45,2
(Gielen, + 500 kg drogestof met klaver, 2014)		12507
(Rommelink, Middelkoop, Ouweltjes, & Wemmenhove, 2018)	Grasoprengst (kg DS/ ha)	12700
(Aarts, Daatselaar, & Holshof, 2005)		10322
(Gielen, + 500 kg drogestof met klaver, 2014)		158
(Rommelink, Middelkoop, Ouweltjes, & Wemmenhove, 2018)	RE-opbrengst (g/ kg DS)	201
(Aarts, Daatselaar, & Holshof, 2005)		191
(Stockdale, Hatch, Murphy, Ledgard, & Watson, 2002)	Immobilisatie jong grasland (kg N/ ha/ jaar)	82
		56

		62
		65
		61
(Vonk, et al., 2018)	Ammoniak vervluchtiging grasland (kg N/ha/ jaar)	32
(Vonk, et al., 2018)	Ammoniak vervluchtiging tulpenland (kg N/ha/ jaar)	6,62
(Kortleven, 1963)	Afbraakpercentage OS-bodem (% van OS per jaar)	2
(Handboek bodem en bemesting, 2018)		1175
	EOS-toevoeging gewasresten grasland (kg EOS/ ha/ jaar)	2575
		3975
	EOS-toevoeging gewasresten tulpen (kg EOS/ ha/ jaar)	505
	EOS-toevoeging rundveedrijfmest (kg EOS/ ton mest)	50

Bijlage II. Resultaten stikstof balans ToG

<i>Post</i>	<i>Gras 1</i>	<i>Gras 2</i>	<i>Gras 3</i>	<i>Gras 4</i>	<i>Gras 5</i>	<i>Gras 6</i>	<i>Tulp 1</i>	<i>Totaal</i>
<i>AAN 1</i>	<u>N_{min} vorig jaar</u>	<u>80</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>980</u>
<i>AAN 2</i>	<u>Weidemest</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<i>AAN 3</i>	<u>Stalmest</u>	<u>270</u>	<u>270</u>	<u>270</u>	<u>270</u>	<u>270</u>	<u>80</u>	<u>1700</u>
<i>AAN 4</i>	<u>Kunstmest</u>	<u>110</u>	<u>110</u>	<u>110</u>	<u>110</u>	<u>110</u>	<u>135</u>	<u>795</u>
<i>AAN 5</i>	<u>Klaver</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>		<u>0</u>
<i>AAN 6</i>	<u>Depositie</u>	<u>23</u>	<u>23</u>	<u>23</u>	<u>23</u>	<u>23</u>	<u>23</u>	<u>161</u>
<i>AAN 7</i>	<u>Veldverliezen</u>							<u>0</u>
<i>AAN 8</i>	<u>Gewasresten</u>						<u>36</u>	<u>36</u>
<i>AAN 9</i>	<u>Vanggewassen</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<i>AAN 10</i>	<u>Veenmineralisatie</u>							<u>0</u>
<i>AAN 11</i>	<u>Mineralisatie na scheuren</u>						<u>230</u>	<u>230</u>
<i>AAN Totaal</i>								<u>3902</u>

<i>Post</i>	<i>Gras 1</i>	<i>Gras 2</i>	<i>Gras 3</i>	<i>Gras 4</i>	<i>Gras 5</i>	<i>Gras 6</i>	<i>Tulp 1</i>	<i>Totaal</i>
<i>AF 1</i>	<u>N min voorjaar</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>80</u>	<u>980</u>
<i>AF 2</i>	<u>Geoogst van eigen land</u>	<u>328</u>	<u>328</u>	<u>328</u>	<u>328</u>	<u>328</u>	<u>134</u>	<u>2102</u>
<i>AF 3</i>	<u>Ammoniak verliezen</u>	<u>32</u>	<u>32</u>	<u>32</u>	<u>32</u>	<u>32</u>	<u>7</u>	<u>199</u>
<i>AF 4</i>	<u>Veldverliezen</u>							<u>0</u>
<i>AF 5</i>	<u>Gewasresten</u>							<u>0</u>
<i>AF 6</i>	<u>Vanggewassen</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<i>AF 7</i>	<u>Immobilisatie</u>	<u>75</u>	<u>75</u>	<u>75</u>	<u>75</u>			<u>300</u>
<i>AF 8</i>								<u>0</u>
<i>AF 9</i>								<u>0</u>
<i>AF 10</i>								<u>0</u>
<i>AF Totaal</i>								<u>3580</u>

Bijlage III. Resultaten stikstofbalans continu gras

<i>Post</i>	<i>Gras 1</i>	<i>Gras 2</i>	<i>Gras 3</i>	<i>Gras 4</i>	<i>Gras 5</i>	<i>Gras 6</i>	<i>Gras 7</i>	<i>Totaal</i>
<i>AAN 1</i>	<u>N_{min} vorig jaar</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>1050</u>
<i>AAN 2</i>	<u>Weidemest</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<i>AAN 3</i>	<u>Stalmest</u>	<u>270</u>	<u>270</u>	<u>270</u>	<u>270</u>	<u>270</u>	<u>270</u>	<u>1890</u>
<i>AAN 4</i>	<u>Kunstmest</u>	<u>110</u>	<u>110</u>	<u>110</u>	<u>110</u>	<u>110</u>	<u>110</u>	<u>770</u>
<i>AAN 5</i>	<u>Klaver</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>		<u>0</u>
<i>AAN 6</i>	<u>Depositie</u>	<u>23</u>	<u>23</u>	<u>23</u>	<u>23</u>	<u>23</u>	<u>23</u>	<u>161</u>
<i>AAN 7</i>	<u>Veld verliezen</u>							<u>0</u>
<i>AAN 8</i>	<u>Gewasresten</u>							<u>0</u>
<i>AAN 9</i>	<u>Vanggewassen</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<i>AAN 10</i>	<u>Veenmineralisatie</u>							<u>0</u>
<i>AAN 11</i>	<u>Mineralisatie na scheuren</u>							<u>0</u>
<i>AAN Totaal</i>								<u>3871</u>

<i>Post</i>	<i>Gras 1</i>	<i>Gras 2</i>	<i>Gras 3</i>	<i>Gras 4</i>	<i>Gras 5</i>	<i>Gras 6</i>	<i>Gras 7</i>	<i>Totaal</i>
<i>AF 1</i>	<u>N min voorjaar</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>150</u>	<u>1050</u>
<i>AF 2</i>	<u>Geoogst van eigen land</u>	<u>328</u>	<u>328</u>	<u>328</u>	<u>328</u>	<u>328</u>	<u>328</u>	<u>2296</u>
<i>AF 3</i>	<u>Ammoniak verliezen</u>	<u>32</u>	<u>32</u>	<u>32</u>	<u>32</u>	<u>32</u>	<u>32</u>	<u>224</u>
<i>AF 4</i>	<u>Veldverliezen</u>							<u>0</u>
<i>AF 5</i>	<u>Gewasresten</u>							<u>0</u>
<i>AF 6</i>	<u>Vanggewassen</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<i>AF 7</i>	<u>Immobilisatie</u>							<u>0</u>
<i>AF 8</i>								<u>0</u>
<i>AF 9</i>								<u>0</u>
<i>AF 10</i>								<u>0</u>
<i>AF Totaal</i>								<u>3570</u>

Bijlage IV. Aanpassingen KringloopWijzer

Dit document beschrijft de aanpassingen die gedaan zijn in de KringloopWijzer (KLW) opgave van maatschap Dekker – De Wit van 2016. De aanpassingen zijn gedaan om duidelijk te krijgen wat de effecten zijn van de teelt van tulpenbollen op de normale bedrijfsvoering. De koppen hieronder komen overeen met de tabbladen in de KLW.

Bedrijf

In het tabblad “bedrijf” is het volgende aangepast.

Bouwland akkerbouw + Fosfaattoestand neutraal: +7 hectare

Neventakken

In het tabblad “neventakken” is het volgende aangepast.

Sub-tabblad “akkerbouw”. Akkerbouwgewassen “overig”: +7 hectare. Daaraan is toegevoegd een opbrengst van in totaal 161 ton product, dat komt overeen met een opbrengst van 23.000 kg verse tulpenbollen per hectare. Gehalten van stikstof (6.192 g N/ kg tulp) en fosfaat (1.161 g/ kg tulp)

Organische mest

In het tabblad “organische mest” is het volgende aangepast.

Bij toediening: + 10 ton/ ha vaste mest van graasdieren op overige akkerbouwgewassen.

Kunstmest

In het tabblad “kunstmest” is het volgende aangepast

Bij meststoffen is toegevoegd:

Naam	Product vorm	Aanvoer	NH3 %	NO3 %	P2O5 %
Entec 25-15	Korrel	1750	11	14	15
KAS 27	Korrel	1883	13.5	13.5	

Bij toediening mineralen uit kunstmest aan gewassen is toegevoegd:

Gewas	Areaal	NH3 kg totaal	NO3 kg totaal	P2O5 kg totaal
Overig	7,00 ha	447	499	263

Bodem en gewas

In het tabblad “bodem en gewas is niets toegevoegd. Dit zal we moeten.

Bij Bouwplan oppervlakte blijvend grasland totaal naar 0,00. Oppervlakte wisselbouw met grasland naar 7,00 ha. Duur van de bouwlandfase is 1 jaar.

Bouwland na gescheurd grasland is 7,00 op 1^e jaar.

Overig

In het tabblad “overig” is het volgende toegevoegd:

Bij afvoer akkerbouwproducten is toegevoegd.

Akkerbouwproducten – niet BEX	Hoeveelheid (kg)	N (g/kg)	P (g/kg)
Afvoer akkerbouw: overig gewas	80.000	16.00	2.70

Bijlage V. Aanvoer en afbraak van EOS in een ToG gewasrotatie

<i>Post</i>		<i>Gras 1</i>	<i>Gras 2</i>	<i>Gras 3</i>	<i>Gras 4</i>	<i>Gras 5</i>	<i>Gras 6</i>	<i>Tulp 1</i>	<i>Totaal</i>
<i>AAN_12</i>	Org. mest	3214	3214	3214	3214	3214	3214	155	19439
<i>AAN_13</i>	Gewasresten	0	1175	2575	3975	3975	3975	505	16180
<i>AAN_Totaal</i>									35619

<i>Post</i>		<i>Gras 1</i>	<i>Gras 2</i>	<i>Gras 3</i>	<i>Gras 4</i>	<i>Gras 5</i>	<i>Gras 6</i>	<i>Tulp 1</i>	<i>Totaal</i>
<i>AF_11</i>	Afbraak	2756	2756	2756	2756	2756	2756	4756	21292
<i>AF_Totaal</i>									21292

Bijlage VI. Aanvoer en afbraak van EOS in continu grasland

<i>Post</i>		<i>Gras 1</i>	<i>Gras 2</i>	<i>Gras 3</i>	<i>Gras 4</i>	<i>Gras 5</i>	<i>Gras 6</i>	<i>Gras 7</i>	<i>Totaal</i>
<i>AAN_12</i>	Org. mest	3214	3214	3214	3214	3214	3214	3214	22498
<i>AAN_13</i>	Gewasresten	0	1175	2575	3975	3975	3975	3975	19650
<i>AAN_Totaal</i>									42148

<i>Post</i>		<i>Gras 1</i>	<i>Gras 2</i>	<i>Gras 3</i>	<i>Gras 4</i>	<i>Gras 5</i>	<i>Gras 6</i>	<i>Gras 7</i>	<i>Totaal</i>
<i>AF_11</i>	Afbraak	2756	2756	2756	2756	2756	2756	2756	19292
<i>AF_Totaal</i>									19292