‘De (on)mogelijkheden van rijpadensystemen in de Nederlandse melkveehouderij’

Frank Rijnsburger

‘Het effect van Controlled Traffic Farming bij de teelt van gras’

Rijpadensystemen in de melkveehouderij

Dit rapport is geschreven door:

Frank Rijnsburger 4BT Agrotechniek en Management

In opdracht van:

Dhr. S. Nysten

Zoeterwoude, November 2019

Periode vooronderzoek: april – juni 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

Voor u ligt het afstudeerwerkstuk over de mogelijkheden van rijpadensystemen bij de teelt van gras in de melkveehouderij, geschreven door Frank Rijnsburger, student van Aeres Hogeschool in Dronten. Tijdens de afstudeerfase van mijn opleiding Agrotechniek en Management heb ik gewerkt aan deze afstudeerscriptie. Dit rapport bevat een onderzoek van de kansen en mogelijkheden voor Controlled Traffic Farming bij de teelt van gras in de melkveehouderij. Controlled Traffic Farming wordt in de akkerbouw al veel toegepast, in de veehouderij vooralsnog weinig. In de rest van het afstudeerwegstuk wordt Controlled Traffic Farming in veel gevallen afgekort tot CTF.

Ik wil voor de hulp tijdens het vooronderzoek meneer Nysten bedanken. Daarnaast wil ik de mensen van Agrimedia bedanken waar ik de kans heb gekregen de eerste resultaten van het vooronderzoek te beschrijven in het vakblad Veehouderij Techniek.

Frank Rijnsburger

Zoeterwoude, 27 oktober 2019

Inhoudsopgave

Voorwoord 2
Samenvatting 5
Summary 6
1 Inleiding 7
1.1 Bodemverdichting 7
1.2 Controlled Traffic Farming in de melkveehouderij 9
1.2.1 Alternatief voor CTF 10
1.2.2 Buitenlands onderzoek naar CTF in de Melkveehouderij 11
1.3 Opbrengsten en kosten 12
1.4 Voor wie is dit onderzoek relevant? 13
1.5 Wat is er nog niet bekend over CTF voor de Nederlandse melkveehouderij? 13
1.6 Hoofdvraag en deelvragen 14
1.3.1 Hoofdvraag: 14
1.3.2 Deelvragen 14
1.7 Doelstelling en afbakening 14
2.0 Aanpak 15
2.1 Onder welke omstandigheden is het gebruik van CTF overbodig? 15
2.1.1 Onderzoeksmethode 15
2.2 Is CTF een geschikt systeem voor Nederlandse melkveebedrijven? 17
2.2.1 Onderzoeksmethode 17
2.3 Werkt CTF beter dan alternatieve systemen tegen bodemverdichting? 18
2.3.1 Onderzoeksmethode 18
2.4 Is CTF economisch rendabel te gebruiken onder Nederlandse omstandigheden? 19
2.4.1 Onderzoeksmethode 19
3.0 Resultaten 20
3.1 Onder welke omstandigheden is het gebruik van CTF overbodig? 21
3.1.1 Wat zijn ideale omstandigheden en wanneer zijn deze er? 21
3.1.2 Zijn er omstandigheden waar bodemverdichting is toegestaan om ze vervolgens later weer op te lossen? 23
3.2 Is CTF een geschikt systeem voor Nederlandse melkveebedrijven? 24
3.2.1 Wat zijn Nederlandse omstandigheden? 24
3.2.2 Is er onderzoek gedaan naar CTF in de melkveehouderij waarbij de omstandigheden weinig afwijken met die in Nederland? 24
3.2.3 Wat zijn de randvoorwaarden op bedrijfsniveau voor een succesvolle implementatie van het rijpadensysteem bij de teelt van gras? 25

3.3 Werkt CTF beter dan alternatieve systemen tegen bodemverdichting? 28
3.3.1 Wat zijn de alternatieven voor CTF en wat zijn de verschillen? 28
3.3.2 De voor- en nadelen van de alternatieven van CTF 29
3.4 Is CTF economisch rendabel te gebruiken onder Nederlandse omstandigheden? 31
3.4.1 Opbrengstverhoging 31
3.4.2 CTF met eigen mechanisatie 33
3.4.3 CTF uitbesteden 35
3.4.4 Extra besparingen en voordelen 36
3.4.5 Vanaf hoeveel hectare is CTF rendabel voor de loonwerker? 36
4.0 Discussie 38
5.0 Conclusie en aanbevelingen 39
Bibliografie 40
Bijlage 1: Artikel Veehouderij Techniek Maart 2018 42
Bijlage 2: Interviewverslag 47

Samenvatting

Veel akkerbouwers en melkveehouders constateren dat de gewasopbrengst lager ligt op plekken waar met de trekker of zware machine wordt gereden. Tijdens een groeiseizoen van gras wordt tot wel 80% van de bodem minimaal één keer overreden door banden van een trekker of landbouwmachine. Door toenemende (onoplosbare) bodemverdichting zijn veel boeren op zoek naar oplossingen. Een van de oplossingen kan een systeem zijn met vaste rijpaden. *Controlled Traffic Farming.*

Controlled Traffic Farming wordt al jaren toegepast in de akkerbouw. Het heeft veel voordelen ten opzichte van traditionele teeltmethoden, waaronder een hogere gewasopbrengst van ca. 10 procent. De teelt wordt gedaan op vaste rijpaden, waardoor een groot deel van de bodem niet meer bereden wordt. Het systeem onderscheidt twee zones: een beteeld oppervlak wat nooit wordt bereden, en vaste rijpaden waar de machines overheen rijden en welke afhankelijk van het gewas wel of niet beteeld worden. Om ervoor te zorgen dat trekkers en machines altijd in hetzelfde spoor rijden worden de rijsporen ingeregeld met behulp van RTK-gps. De kennis van de vaste rijpaden in de akkerbouw is inmiddels over gewaaid naar de veehouderij, waar het inmiddels ook toegepast wordt bij de teelt van gras. Vooral in Denemarken en andere delen in Scandinavië wordt het al redelijk veel toegepast. Zo veel zelfs dat er fabrikanten zijn die speciaal machines hebben ontwikkeld voor in het 12 meter rijpadensysteem. Kongskilde (voorheen JF-Stoll) heeft onder andere een 12,3 meter brede vlinder-maaier in het programma dat vooral bedoeld is voor in het rijpadensysteem.

In Nederland wordt Controlled Traffic Farming nog niet toegepast in de teelt van gras. Het doel van dit onderzoek is om te achterhalen of er voor dit systeem in Nederland kansen liggen. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld:

> ‘Wat is het effect van Controlled Traffic Farming (CTF) onder Nederlandse omstandig-heden bij de teelt van gras en voor welke melkveehouders is het interessant?’

Er is nog weinig bekend over de mogelijkheden van Controlled Traffic Farming met de oogst van Gras onder Nederlandse omstandigheden. In Nederland is het juist normaal om het gewicht te spreiden over een zo groot mogelijk oppervlak: veel brede (lagedruk) banden, rupsen, machines met hondengang, schuifassen, dubbellucht etc. Bij Controlled Traffic Farming is het juist de bedoeling om een beperkt deel van het land te berijden, de vaste rijpaden. Het blijkt dat de opbrengst die verloren gaat in de intensief bereden strook van de rijpaden ruimschoots wordt goedgemaakt in de onbereden teeltstroken.

Voor de overstap naar CTF zijn flinke investeringen nodig, die alleen terug te verdienen zijn door de machines voldoende te kunnen inzetten. Bovendien is de toepasbaarheid in combinatie met beweiden lastig en nog niet voldoende onderzocht. CTF is dus niet voor iedere veehouder geschikt. Wat wel altijd werkt is je bewust te zijn van de bodemverdichting, en de juiste omstandigheden af te wachten om de bodem te kunnen betreden.

Summary

Many arable- and dairy farmers note that the crop yield is lower where the tractor and heavy machines have been driven. During a growing season of grass, the soil has been run over at least once by up to 80% of the soil. Many farmers are looking for solutions because of the increased (unsolvable) soil compaction. One of the possible solutions can be a system with tram lines. *Controlled Traffic Farming.*

Controlled Traffic Farming has been used for years in arable farming. It has many advantages over traditional cultivation methods, including a higher crop yield of around 10 per cent. The cultivation is done on fixed tram lines so that the biggest part of the soil is no longer run over by tractor wheels and other heavy equipment. The system had two different zones: a cultivated zone with no wheel passes and fixed tramlines that will be run over by wheels of tractors and machines. To ensure that the tractors and machines always ride on the same track, the tracks are being made using RTK-GPS. The knowledge of Controlled Traffic Farming at arable farms is now being used in the livestock sector for growing grass. Especially in Denmark and other parts of Scandinavia is the system used quite often. Some manufacturers of agricultural machinery have developed machines for the 12-meter tramline-system that is being used in Denmark. Kongskilde (former JF-Stoll), for example, has developed a 12.3-meter wide butterfly mower that is mainly being used in 12-meter tramline systems.

In the Netherlands, Controlled Traffic Farming is not applied in the cultivation of grass. The purpose of this research is to find out of there are opportunities fort his cultivation system in the Netherlands. The following main question needs to be answered:

‘What is the effect of Controlled Traffic Farming (CTF) in the cultivation of grass under Dutch circumstances and for which dairy farmers is it interesting?’

There is not much known about the possibilities of CTF in grass in Dutch conditions. In the Netherlands it is normal to spread the weight over the as large surface as possible: lots of wide (low-pressure) tires, tracks, machines with ‘dogs walk’, sliding shafts, double mounted tires etc. With CTF is it almost complete the opposite: the intention is to ride the land only at the fixed tramlines. It turns out that the crop yields that are lost on the tramlines are more than compensated by the yields of the unaffected zones.

For the switch to CTF, big investments are needed. To return the investment it is important to use the machines sufficiently. On top of that, grazing combining with CTF is difficult and needs to be investigated sufficiently. CTF is therefore not suitable for every farmer. Be aware of soil compaction and wait for the right circumstances is the best way to care for the soil.

1 Inleiding

Sinds de mechanisatie op gang is gekomen willen akkerbouwers en melkveehouders meer dingen doen in minder tijd: de capaciteit moet omhoog. Mensen die in Nederland in de landbouw willen werken zijn schaars en bovendien duur. Gevolg is dat de machines door de jaren heen flink zijn gegroeid. En dit heeft gevolgen voor het gewicht: trekker-werktuigcombinaties met een eigengewicht van 20 ton en nog eens een laadvermogen van datzelfde gewicht zijn allang geen uitzonderingen meer. Dit heeft zo zijn consequenties voor de bodem. Doordat de landbouwbanden niet groot genoeg zijn om het gewicht te verdelen over de bodem ontstaat er bodemverdichting.

1.1 Bodemverdichting

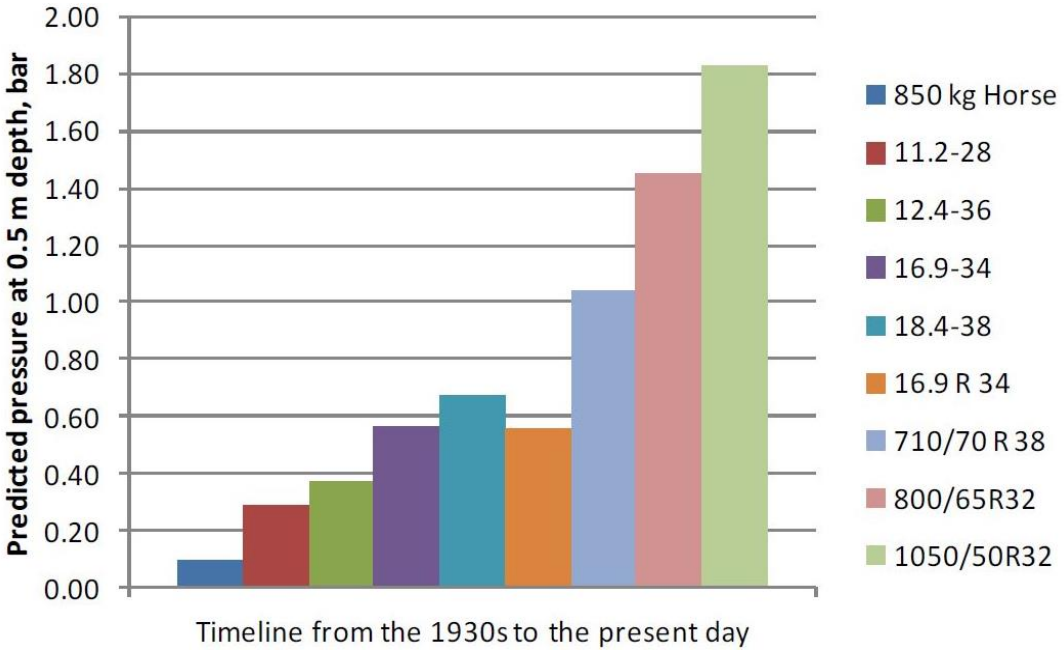
Bodemverdichting is een van de grootste problemen in de hedendaagse landbouw. Zware machines, intensieve gewasteelt, beperkte gewasrotatie, intensieve begrazing en slecht bodem management leiden tot bodemverdichting. (Hamza & Anderson, 2005) Door weinig organische stof en bewerken onder natte omstandigheden wordt dit nog meer versterkt. Maar hoe ontstaat bodemverdichting nou precies?
In de bodem komen natuurlijke poriën voor. De poriën zorgen voor het transport van water en zuurstof door de bodem. Dit is belangrijk voor plantenwortels. Bij bodemverdichting wordt het volume van de poriën kleiner. Bij een te sterke bodemverdichting neemt de doorlatendheid van de bodem af en kan dit resulteren in bijvoorbeeld wateroverlast. Een verdichtte bodem kan ervoor zorgen dat de indringingsweerstand te hoog wordt voor de plantenwortels. Planten wortelen daardoor moeilijk. Verdichting in de bouwvoor is vaak op te lossen met kerende grondbewerking zoals ploegen. Diepere verdichting is een stuk lastiger op te lossen. (Akker, Vries, Vermeulen, Hack-ten Broeke, & Schouten, 2012)

Bodemverdichting verhoogt de sterkte van de bodem, maar zorgt ook voor een minder vruchtbare bodem doordat er minder water en voedingsstoffen kunnen worden opgeslagen. Een verminderde gewasgroei is hiervan het gevolg. Dit zorgt voor minder gewasopbrengst. De literatuur is hier behoorlijk eenduidig over: Er is een sterk verband tussen bodemverdichting en een verminderde grasopbrengst. Op grondsoorten waar weinig water wordt vastgehouden in de bovengrond kan dit echter zorgen voor een hogere opbrengst doordat het water lastiger wegzakt. (Douglas, Campbell, & Crawford, 1992) (Frame, 1982) (Frost, 1988) (Hansen, 1996) Om bodemverdichting te verminderen of te voorkomen zijn er verschillende oplossingen bekend:

1. Bodemdruk (per cm^2) verminderen door het contactoppervlak te vergroten of wiel- en aslasten te verlagen.
2. Grond bewerken of begrazen onder droge omstandigheden.
3. Het aantal bewerkingen of rondgangen van de machines beperken.
4. Veldverkeer beperken tot slechts bepaalde delen van het veld (Controlled Traffic Farming)
5. Verhogen van de organische stof in de bodem. Het strooien van vaste mest of laten liggen van plantresten.
6. Verdichte lagen in de bodem doorbreken door diep de grond te bewerken. Dit kan echter zorgen voor secundaire bodemverdichting en is dus slechts een tijdelijke oplossing. (Akker, Vries, Vermeulen, Hack-ten Broeke, & Schouten, 2012)
7. Gewassen met sterke en diepe beworteling toevoegen aan de gewasrotatie.
8. Het gewas in alle (bemesting, nutriënten) behoefte voorzien zodat het weerstand kan bieden tegen externe factoren.

De eerste keer dat een onbereden bodem wordt bereden, ontstaat de meeste verdichting. (Davies, Eagle, & Finney, 1993) Elke keer extra berijden zorgt voor meer verdichting, maar in verhouding tot de eerste maal is het effect gering. Door het bereden oppervlak te beperken, is het effect van de bodemverdichting terug te dringen. Bij natte omstandigheden treedt snel bodemverdichting op. Maar onder ideale omstandigheden is de kans op schade en verdichting van de bodem klein. Echter hangt de kans op verdichting af van de gevoeligheid voor verdichting en het grondgebruik. Bij onverstandig gebruik (bijvoorbeeld extreem hoge wiellasten) is het mogelijk dat gronden die niet gevoelig zijn voor verdichten toch schade ondervinden. (Akker, Vries, Vermeulen, Hack-ten Broeke, & Schouten, 2012) In dit onderzoek wil de student in gaan op verdichting en versmering in de teeltlaag op de korte termijn en de verdichting in de onderlaag op de lange termijn. De problemen in de teeltlaag zijn zoals al eerder vermeld relatief makkelijk op te lossen. Problemen en verdichting in de ondergrond oplossen is bijna onmogelijk. De manieren die wel werken zijn zeer kostbaar en verstoren de natuurlijke poriën van de ondergrond.

Om schade te beperken kiezen veehouders er vaak voor om brede banden te monteren. Maar als vervolgens het gewicht van de combinatie net zo hard mee stijgt als het contactoppervlak en spanning in de banden dan is het effect van de brede banden weer tenietgedaan. Sterker nog, doordat brede banden zijn gemonteerd kan de druk onder de band niet meer opzij weg en gaat dieper de bodem in. Doordat de verdichting dieper zit is deze, zoals eerder beschreven, in sommige gevallen niet meer op te lossen of heel duur. Met smalle banden en weinig gewicht blijft de verdichting beperkt tot de bovenlaag en is nog relatief eenvoudig te doorbreken met een woelpoot of andere machine. Diepere verdichtingen zijn niet eenvoudig op te lossen. Door de jaren heen is de druk in de bodem (op 0,5 meter diepte) behoorlijk gestegen als gevolg van de steeds groter wordende mechanisatie in combinatie met brede banden. In de volgende figuur is te zien hoe de druk in de bodem is toegenomen. De uitvinding van de radiaalband zorgde even voor een daling doordat een radiaalband veel beter afplat dan een diagonaalband en dus bij dezelfde druk een veel groter contactoppervlak heeft. (Koolen, Lerink, Kurstjens, Akker, & Arts, 1992)



Figuur 1: De explosieve groei van de druk in de bodem op 0,5m diepte. Het contactoppervlak stijgt maar het gewicht van de mechanisatie ook. De verdichting gaat dieper zitten en is hoger. Er zijn geen exacte jaartallen bekend, maar de bandenmaten geven een periode uit het verleden weer. Paard en wagen is omstreeks 1930, de 1050/50R32 is begin jaren 90.

1.2 Controlled Traffic Farming in de melkveehouderij

Veel akkerbouwers en melkveehouders constateren dat de gewasopbrengst lager ligt op plekken waar met de trekker en andere zware machines is gereden. In een zoektocht naar opbrengstverhoging zijn er door de jaren heen veel verschillende systemen uitgevonden in de akkerbouw en melkveehouderij. Door toenemende (onoplosbare) bodemverdichting zijn veel boeren op zoek naar een systeem dat bij hun visie past. Rijpadensystemen is daar één van. Andere manieren om bodemverdichting te voorkomen zijn onder andere: werken onder ideale (droge) omstandigheden, vergroten van het contact-oppervlak van de wielen (of rupsen), lichtere machines en elk wiel in een ander spoor (hondengang en uitschuifbare assen).

Rijpadensystemen worden in de akkerbouw al veel toegepast. Door de steeds groter wordende machines is in de akkerbouw en melkveehouderij op bepaalde grondsoorten bodemverdichting een probleem. In de akkerbouw is CTF (Controlled Traffic Farming) een van de mogelijke oplossingen die werkt en daadwerkelijk opbrengstverhoging geeft. Wellicht geldt dit ook voor de grasoogst in de melkveehouderij.
In Denemarken wordt al door veel melkveehouders de grasoogst op rijpaden gedaan. In dit onderzoek wordt bekeken of het rijpadensysteem iets is wat past binnen de Nederlandse melkveehouderij. Rijpadensystemen kenmerken zich doordat er vaste rijpaden zijn waar de trekkers en machines doorheen rijden en de tussenliggende stroken (de rest van het perceel) worden niet meer bereden. De opbrengsten in een rijpadensysteem liggen in de gangbare akkerbouw al snel 10 procent hoger dan in een niet-rijpadensysteem (= *Random Traffic Farming, RTF).* (Bernaerts, 2017)

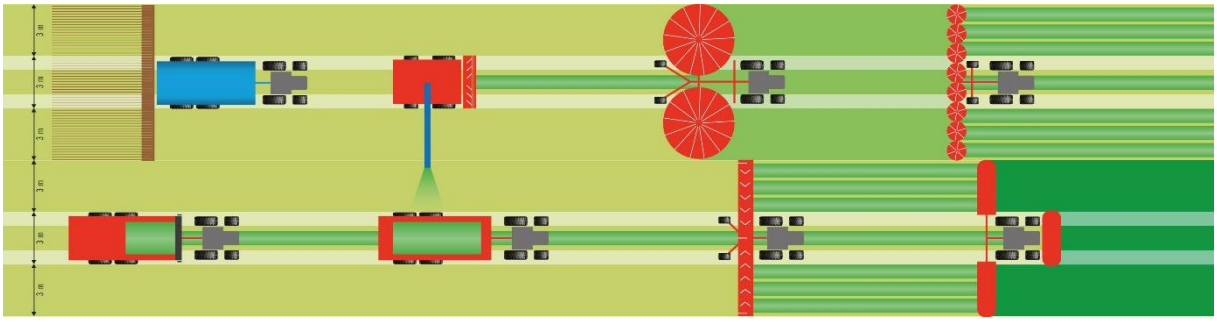
Gedurende een groeiseizoen van gras (februari tot en met oktober) wordt er veel werk verzet. Ging dit vroeger nog met de hand en paard en wagen met één of twee snedes per jaar, tegenwoordig gaat dit met grote machines met meer capaciteit. Vier of vijf maaisnedes per jaar zijn heel normaal. Elke snede wordt er bemest, gemaaid en het gras binnen gehaald. Doordat er meer snedes van het land worden gehaald, is het veldverkeer ook flink toegenomen. Een volle mesttank die naar de plek rijdt waar die gebleven is kan veel onnodige schade veroorzaken wanneer er willekeurig over het veld wordt gereden.
De trekkers en werktuigen zorgen voor bodemverdichting (Van Ouwerkerk & Soane, 1994). Doordat de werktuigen vaak verschillen in werkbreedte wordt een groot deel van het perceeloppervlak bereden: tot wel 80 procent (Hargreaves, et al., 2016). Om de bodemverdichting te beperken is er CTF bedacht.

Controlled Traffic Farming (CTF) is een systeem om het veldverkeer te managen. Het systeem is bedacht om structuurbederf en bodemverdichting tegen te gaan die wordt veroorzaakt door niet-systematisch door het veld te gaan met landbouwmachines(Random Traffic Farming). (Hamza & Anderson, 2005) Het systeem onderscheidt twee zones: een beteeld oppervlak dat nooit wordt bereden, en rijpaden die afhankelijk van het gewas wel of niet beteeld worden. (Chamen, 2011) De rijpaden worden met behulp van RTK-gps ingemeten met een nauwkeurigheid tot op twee centimeter. Vervolgens kan er met behulp van een automatisch stuursysteem consequent over hetzelfde spoor worden gereden. Om jaar in jaar uit over hetzelfde spoor te rijden en maximaal te profiteren van de mogelijkheden van Controlled Traffic Farming is het belangrijk dat er niet meer van dit spoor wordt afgeweken. Naast elk rijpad zijn aan weerszijden stroken met gewas dat nooit bereden wordt. Tussen de wielsporen wordt de grond ook niet bereden. Bij de teelt van gras staat er ook in de wielsporen gewas, maar is de opbrengst wat beperkter omdat dit met elke werkgang wordt bereden. Hoe langer er met het CTF-systeem wordt gewerkt, hoe groter het effect op de opbrengst.

Door te kiezen voor een grote afstand tussen de rijpaden blijft de bereden oppervlakte beperkt. De rijpadafstand is afhankelijk van de beschikbare mechanisatie, verkaveling en voorkeur van de

veehouder. In de akkerbouw zijn rijpadafstanden van 1.5, 1,8, 3 en 6 meter populair. In de veehouderij liggen rijpadafstanden van 7,5 tot 12 meter voor de hand. De meeste werkzaamheden zijn op die afstanden uit te voeren of een veelvoud ervan. Door de grasoogst op vaste rijpaden uit te voeren is de bereden oppervlakte onder ideale omstandigheden terug te dringen tot 13 procent bij een rijpadafstand van 12 meter. Onder minder gunstige omstandigheden en kleinere werkbreedtes is de bereden oppervlakte met 40% nog steeds de helft van dat van Random Traffic Farming (80%). (Hargreaves, et al., 2016) Dit geldt voor het hele groeiseizoen. Per snede wordt er met RTF gemiddeld bijna 64% van de oppervlakte bereden. 25 % van de oppervlakte wordt minimaal twee keer bereden waarbij er ook uitschieters zijn naar boven de tien wielpassages. (Kroulik et al, 2014)

Eenmaal gekozen voor een vaste-rijpadafstand is het de bedoeling om zo veel mogelijk van de werkzaamheden uit te voeren met de gekozen werkbreedte. Hoe meer machines dezelfde werkbreedte hebben en ook nog in hetzelfde spoor rijden, hoe groter het effect op de gewasopbrengst. Een kleine overlap met de vorige werkbreedte is gewenst om geen strepen te laten staan met maaien en harken. In figuur 2 (Agrimedia Producties) hieronder is uitgewerkt hoe CTF er uit zou zien voor verschillende werkgangen bij de teelt en oogst van gras.



Figuur 2: Controlled Traffic Farming in de melkveehouderij op een rijpadafstand van 9 meter. V.l.n.r.: Drijfmesttank, hakselaar, cirkelhark met middenafleg, cirkelschudder, opraapwagen, silagewagen, bandhark en triplemaaier.

In Denemarken zijn al veel veehouders die gras telen op zogenaamde tramlines(CTF). (Horst, 2013) De veehouders laten daar relatief veel werk over aan de loonwerker. Doordat de loonwerker de investeringen kan spreiden over meerdere klanten is het voor de veehouders aantrekkelijker dan zelf te investeren in een machinevloot. Een veelgebruikte rijpadafstand in Denemarken is twaalf meter. Sommige fabrikanten hebben speciaal voor de Deense markt een maaicombinatie ontwikkeld met een werkbreedte van net iets meer dan twaalf meter.

1.2.1 Alternatief voor CTF

Afgezien van de akkerbouw wordt in Nederland CTF nog niet toegepast voor de melkveehouderij. In plaats van het werken op rijpaden kiezen veel veehouders en loonwerkers in Nederland er juist niet voor om een perceel zo min mogelijk te berijden, maar juist over een zo breed mogelijk oppervlak. Brede (lagedruk, VF) banden, rupsen, hondengang, schuifassen, dubbellucht: alles is om het gewicht zo veel mogelijk te spreiden. (groot contactoppervlak)

Om zo min mogelijk schade aan de bodem toe te brengen is het belangrijk dat er onder de juiste omstandigheden wordt gewerkt. Denk daarbij aan omstandigheden van de bodem maar ook van het machinepark.

(Akker, Vries, Vermeulen, Hack-ten Broeke, & Schouten, 2012)

Voorbeelden:

- Verdichtingsgevoeligheid van de bodem (en grondsoort)
- Omstandigheden: nat/droog/lang gras/net gemaaid etc.
- Sterkte van de bodem
- Gewicht van de machines
- Aantal en breedte van de banden
- Bandenspanning

Wanneer jaarrond de omstandigheden goed zijn en er geringe kans is op versmering en verdichting dan heeft het wellicht niet zoveel zin om over te stappen op CTF. Echter leent het Nederlandse klimaat zich er niet voor om op elke grondsoort jaarrond onder deze omstandigheden het land op te gaan. Er zijn dan grofweg twee opties: wachten tot de omstandigheden beter zijn, óf een andere manier zoeken om het werk te gaan doen. (bijv.: CTF)

1.2.2 Buitenlands onderzoek naar CTF in de Melkveehouderij

In het Verenigd Koninkrijk is onderzoek gedaan door de Harper Adams University. (Hargreaves, et al., 2016) Twee percelen met dezelfde voorgeschiedenis en afmetingen werden gebruikt voor de proef. De grasoogst en andere bewerkingen gebeurde bij het ene perceel met Random Traffic, bij het andere perceel met Controlled Traffic Farming. Er werd gewerkt met een rijpaden systeem van 9,0 meter. Door tijdens alle werkgangen de plaats van de trekkers op het perceel te volgen met RTK-gps werd er een patroon zichtbaar waar de trekkers hadden gereden. Per snede werd meer dan 60 procent van het perceel bereden en was het bereden oppervlak groot bij RTF. Het hele jaar rond genomen werd zelf 85 tot 90 procent van de oppervlakte minimaal één keer bereden door een tractorwiel. Bij het rijpadensysteem werd het bereden oppervlak teruggebracht naar 19%. Omdat het hele jaar dezelfde hetzelfde spoor werd gevolgd bleef het bereden oppervlak het hele jaar beneden de twintig procent.
Het gras werd in drie keer geoogst in de maanden Mei, Juli en Augustus. Daarbij werd het ene perceel op rijpaden geoogst, de andere zonder vaste rijpaden en machines die qua werkbreedte goed op elkaar aansluiten.
De opbrengst is gewogen en de droge stof is bepaald met behulp van meetapparatuur. De meeropbrengst was bij de eerste snede nog relatief beperkt met + 2,84%. Maar doordat er alleen nog een mesttank en kunstmeststrooier over de percelen waren geweest is dat ook wel te verwachten. De verschillen worden groter vanaf de tweede en derde snede. De tweede snede was de opbrengst met CTF 8,38 % hoger en bij de derde snede maar liefst 21,37 %. Alle snedes bij elkaar genomen was de meeropbrengst bij CTF 7,6 %. Jammer genoeg heeft de Universiteit niet meerdere jaren onderzoek gedaan maar is het slechts bij één jaar gebleven. De verschillen tussen RTF en CTF werden groter naarmate er meer machines op de percelen waren geweest. Bij een vervolg onderzoek in een tweede en derde jaar is de verwachting dat de verschillen verder toe zullen nemen.

In het eerste jaar is er 0,96 ton drogestof per hectare extra geoogst van het CTF perceel. Als de opbrengst representatief is dan kan een veehouder met 100 hectare grasland 96 ton drogestof extra oogsten. Ervan uitgaande dat een kg drogestof 10,9 cent kost (Banken, et al., 2017) haalt deze melkveehouder voor 10.464 euro extra aan ruwvoer van het grasland.

1.3 Opbrengsten en kosten

In elk bedrijf en organisatie met winstoogmerk is er de ambitie om bedrijfsresultaat te verhogen. Het bedrijfsresultaat wordt veroorzaakt door het verschil van de opbrengsten en kosten. Consequent de kosten verlagen of de opbrengsten verhogen leidt tot een beter bedrijfsresultaat. Dit geldt ook voor bedrijven in de landbouw. (Pindyck & Rubinfeld, 2009)

De prijs van landbouwgrond is sinds 1990 explosief gestegen. Werd er begin jaren 90 nog 17.700 euro betaald voor een hectare landbouwgrond, in 2017 was dit inmiddels gestegen tot 59.000 euro. Dit is een toename van ruim 233% of een verdrievoudiging. Als de inflatie in diezelfde periode wordt meegerekend (40,8 procent) dan is de waarde die in 2017 werd betaald nog steeds ruim twee keer (+137%) zo groot als in 1990. (CBS, 2018)

Omdat de grondprijzen harder zijn gestegen dan de inflatie in dezelfde periode is landbouwgrond veel duurder dan vroeger. Het is daarom belangrijk dat er op een efficiënte manier met de landbouwgrond wordt omgegaan.

Sinds de jaren ’40 kwam de mechanisatie in de landbouw op gang en dit leidde in de jaren ’60 tot de groene revolutie. De capaciteit om het land te bewerken en opbrengsten van de gewassen stegen explosief. (Tauger, 2011) Deze groei stagneerde en wordt sinds midden jaren ’90 het ‘opbrengst plafond’ genoemd. (Knight, et al., 2012)

De opbrengst is met behulp van CTF weer verder te verhogen. Maar de meeropbrengsten moeten opwegen tegen de extra kosten. Wanneer er wordt overgestapt naar CTF is de kans groot dat een deel van het machinepark moet worden vervangen of worden aangepast. In de praktijk wijken de machines namelijk nogal af wat werkbreedte betreft. Om een voorbeeld te geven gebruikt de student even het eigen thuisbedrijf:

- Maaien: achtermaaiers van 3,00 meter en 4,00 meter (geen frontmaaiers);
- Schudder van 8,50 meter;
- Harken: enkele hark zijafleg: 4,5 meter. Dubbele hark middenafleg: 8,50 meter;
- Bemester van de mesttank: 6,00 meter;
- Kunstmeststrooier 12 – 30 meter;
- GPS-systeem: nee
- Inkuilen: oprapen en hakselen door de loonwerker

Wil de student overstappen op CTF dan moet er flink geïnvesteerd worden. Weinig machines komen wat werkbreedte betreft overeen. In hetzelfde spoor rijden wordt dus onmogelijk. Er moet dus worden gekozen voor een geschikte rijafstand. Omdat de schudder en hark wel overeenkomen met een werkbreedte van 8,50 meter, kiezen we in dit voorbeeld even voor een rijafstand van 8,20 meter. Wat er op het bedrijf allemaal nieuw moet worden gekocht:

- Triplemaaier 8,50 meter
- Bemester achter de mesttank 8,2 meter
- GPS-systeem met stuurautomaat

Voor sommige machines is overlap ingecalculeerd omdat er niks mag blijven staan/liggen/ Verder zal de loonwerker consequent over het rijpad moeten gaan rijden en van dezelfde GPS data gebruik moeten maken. Wil het bedrijf het zelf gaan doen dan moet er nog worden geïnvesteerd in een opraapwagen.

Om over te stappen zal er dus flink moeten worden geïnvesteerd of een loonwerker worden gezocht die bereid is over te stappen op CTF en aan te bieden bij zijn klanten. In het onderzoek zal een uitgebreider voorbeeld worden gegeven waarbij ook zal worden berekend wat het daadwerkelijk kost. Er zal een bepaald standaard bedrijf worden gekozen met een verkaveling die zich leent voor CTF.

1.4 Voor wie is dit onderzoek relevant?

Bodemverdichting is in Nederland een groot probleem en zorgt in zowel de akkerbouw als veehouderij voor een vermindering van de gewasopbrengst. De grasopbrengst in de melkveehouderij verhogen resulteert er in dat er meer voer van eigen land gehaald wordt en er dus minder voer (in de vorm van eiwit) hoeft te worden aangekocht. Zo wordt er aan twee kanten geld bespaard. Bovendien is de eiwitefficiëntie dan hoger en is de stikstofuitstoot uiteindelijk lager.

Een van de manieren om de opbrengst te verhogen is Controlled Traffic Farming. Voor de melkveehouders in Nederland is het van belang of het mogelijk is om de winst van de onderneming te laten stijgen door over te stappen op CTF. Hierbij moet worden gekeken naar zelf investeren in machines, of om het werk uit te besteden aan een loonwerker die de machines en GPS-systemen heeft aangeschaft. Ook voor de loonwerkers is het onderzoek van belang omdat deze een verdienmodel uit Controlled Traffic Farming moeten halen wanneer ze de overstap wagen. Een voorbeeld van een loonwerker die de overstap gaat maken is Karel Kennes, welke is geïnterviewd door de student. Het interview is te vinden in bijlage 2.

1.5 Wat is er nog niet bekend over CTF voor de Nederlandse melkveehouderij?

In deze paragraaf wordt bekeken wat er nog niet bekend is over het onderwerp “Rijpadensystemen voor de grasoogst in de Nederlandse Melkveehouderij”.

Voor zover bekend wordt Controlled Traffic Farming nog niet grootschalig toegepast in de Nederlandse melkveehouderij. In andere landen wordt het wel mondjesmaat toegepast en in Denemarken zijn er al loonwerkers die de grasoogst uitvoeren op rijpaden. Ook zijn er diverse onderzoeken geweest naar het onderwerp in onder andere Engeland, Denemarken en Zweden.
Wat is er nog niet bekend:

- Of CTF werkt onder Nederlandse omstandigheden
- Nederlands onderzoek met betrouwbare opbrengstcijfers in grasland i.c.m. CTF
- Een rekenmodel voor CTF onder Nederlandse omstandigheden voor veehouders en loonwerkers
- Of CTF het beste is ten opzichte van de alternatieve systemen
- Of CTF onder Nederlandse omstandigheden rendabel te krijgen is

Deze onbekende zaken wil de student gaan gebruiken om de hoofd- en deelvragen te formuleren.

1.6 Hoofdvraag en deelvragen

Voor dit onderzoek is een hoofdvraag en een aantal deelvragen opgesteld. De hoofd- en deelvragen zijn beschreven in deze paragraaf.

1.3.1 Hoofdvraag:

Wat is het effect van Controlled Traffic Farming (CTF) onder Nederlandse omstandigheden bij de teelt van gras en voor welke melkveehouders is het interessant?

1.3.2 Deelvragen

Deelvraag 1:

Onder welke omstandigheden is het gebruik van CTF overbodig?

Deelvraag 2:

Is CTF een geschikt systeem voor de Nederlandse melkveebedrijven?

Deelvraag 3:

Werkt CTF beter dan alternatieve systemen om bodemverdichting tegen te gaan?

Deelvraag 4:

Is CTF economisch rendabel te gebruiken onder Nederlandse omstandigheden?

1.7 Doelstelling en afbakening

Het is de bedoeling om door middel van dit onderzoek een inzicht te krijgen of Controlled Trafffic Farming geschikt is voor de Nederlandse omstandigheden. De te onderzoeken zaken zijn de meerwaarde ten opzichte van het traditionele RTF-systeem, een verdienmodel voor de melkveehouder of loonwerker en de toepasbaarheid op het melkveebedrijf en loonbedrijf. Daarbij moet ook rekening worden gehouden met Nederlandse omstandigheden zoals perceelsgrootte en grondsoorten.
Wanneer er grote opbrengstverhogingen mogelijk zijn én de investeringen (snel) terug te verdienen zijn kan het systeem geschikt zijn om toe te passen op grotere schaal. Dit kan zijn een individueel bedrijf, maar ook een loonbedrijf die bij zijn klanten de grasoogst en overige werkzaamheden uit wil gaan voeren met behulp van Controlled Traffic Farming.

Er moet in het onderzoek worden vastgesteld voor welke landbouwgebieden in Nederland CTF kans van slagen heeft. Dit kan te maken hebben met verkaveling, grondsoort, bedrijfsgroottes, perceel grootte etc. Gebieden die niet geschikt zijn voor het gebruik van CTF zullen buiten beschouwing gelaten worden en niet meegenomen worden in het rekenmodel. Voorbeeld:

Veengrond is gevoelig voor spoorvorming, maar heeft een goed zelf-herstellend vermogen. (Akker, Vries, Vermeulen, Hack-ten Broeke, & Schouten, 2012) In deze gebieden is het wellicht beter om brede banden te kiezen in plaats van vaste rijpaden. Dit moet worden onderzocht en als dit daadwerkelijk zo is zal veengrond buiten beschouwing worden gelaten.

2.0 Aanpak

Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag waren er deelvragen opgesteld. De deelvragen zijn hieronder apart beschreven. Voor elke deelvraag moesten gegevens worden verzameld. Bij elke deelvraag is beschreven wat de student wil weten. Bij elke deelvraag zijn weer aparte vragen opgesteld.

2.1 Onder welke omstandigheden is het gebruik van CTF overbodig?

Om antwoord te kunnen geven op deze deelvraag moest er worden gekeken of er omstandigheden zijn waarbij het niet nodig is om te werken met CTF.

Onder ideale omstandigheden is het niet nodig om systemen als CTF toe te passen op grasland. Hoe zien deze ideale omstandigheden eruit? En is het reëel dat er structureel onder deze goede omstandigheden wordt gewerkt? Bodemverdichting is immers het resultaat van de verdichtingsgevoeligheid van de bodem x de omstandigheden en het materiaal waarmee wordt gewerkt.

Er moest ook worden gekeken naar de mogelijkheid dat het voor kan komen dat het mogelijk de goedkoopste/meest praktische manier is om enige bodemverdichting toe te staan en die later weer op te lossen.

De ideale omstandigheden heeft voor een groot deel te maken met de fysieke gesteldheid van de bodem op het moment dat het door een trekker of machine betreden gaat worden. Water in of op de bovenlaag zijn hierop van grote invloed. Daarnaast is de mechanisatie die het land betreed van invloed of iets een ideale situatie is en dus invloed heeft op de schade die aan een bodem gedaan wordt. Wanneer de bodem wel nat is, maar er een hovercraft wordt gebruikt om mest uit te rijden zal de schade aan de bodem minder zijn dan wanneer er met een trekker-mesttank combinatie over het perceel wordt gereden.

De vragen waar antwoord is gegeven:

- Wat zijn de ideale omstandigheden?
- Is het reëel dat er altijd onder ideale omstandigheden wordt gewerkt?
- Zijn er omstandigheden waar verdichting geaccepteerd moet worden en in de winter weer opgelost moet worden?

Door te kijken naar onder welke omstandigheden verdichting te voorkomen is en onder welke omstandigheden niet, kan er worden gekeken naar wat de beste oplossing is in de desbetreffende situatie. Tot slot is er gekeken of er dan bijvoorbeeld een zo groot mogelijk contact oppervlak gebruikt kan worden of dat er toch moet worden gekozen voor CTF.

2.1.1 Onderzoeksmethode

Er was geen tijd om (in de praktijk) op zoek te gaan naar omstandigheden die CTF overbodig maken. In plaats daarvan is de informatie uit de literatuur gekomen. De zoektermen die de student hiervoor heeft gebruikt:

- Soil compaction
- Tyre influence soil compaction
- Crop soil compaction
- Soil compaction management
- Weather influence soil compaction

- Soil type soil compaction
- Traffic soil compaction
- Field traffic soil compaction

Verder was het de bedoeling om een tabel te maken waar per grondsoort af te lezen valt onder welke omstandigheden risico staat op bodemverdichting. De website van Terranimo kon hier hulp bieden. Echter is ervoor gekozen om dit niet te doen, en in plaats daarvan een tabel te maken met alle werkzaamheden om een overzicht te krijgen bij welke werkzaamheden en in welke periode er (historisch gezien) de meeste kans is om bodemverdichting.

2.2 Is CTF een geschikt systeem voor Nederlandse melkveebedrijven?

Er was ten tijde van het vooronderzoek nog geen onderzoek uitgevoerd onder Nederlandse omstandigheden. Eind 2018 waren er wel Nederlandse resultaten bekend, maar door de droogte waren deze niet helemaal betrouwbaar. Om hier toch een uitspraak over te kunnen doen is er naar buitenlandse onderzoeken gekeken. De voorkeur ging uit naar het onderzoek van de Harper Adams University omdat de omstandigheden in Engeland voor een groot gedeelte overeen komen met die in Nederland. Maar er zijn ook andere onderzoeken meegenomen voor het beantwoorden van deze deelvraag.

De omstandigheden in Nederland leken geschikt voor CTF, dus is er verder worden gekeken naar de verschillen op bedrijfsniveau. Wanneer leent een situatie zich perfect voor CTF en wanneer juist helemaal niet? Dit is afhankelijk van een aantal factoren die bij het beantwoorden van de deelvraag zijn bekeken:

- Bedrijfsgrootte (hectares)
- Perceelsgrootte (en lengte)
- Grondsoort (gevoelig voor verdichting of niet)
- Eigen mechanisatie of loonwerk
- Beschikbare mechanisatie dat in een rijpaden systeem past
- Staat van de bodem (verdichting etc.)
- Wel of geen beweiding

Met behulp van de volgende vragen is er antwoord gegeven op de deelvraag:

- Wat zijn Nederlandse omstandigheden?
- Zijn er landen waar onderzoek is gedaan naar CTF in de melkveehouderij en de omstandigheden niet veel afwijken van die in Nederland?
- Wat zijn de randvoorwaarden op bedrijfsniveau voor succesvolle implementatie van een rijpadensysteem bij de teelt van gras?

2.2.1 Onderzoeksmethode

Veel van de informatie voor het beantwoorden van deze deelvraag is uit de literatuur gekomen. Omdat het hier gaat om Nederlandse melkveebedrijven, leek het de student ook zinvol Nederlandse melkveehouders of loonwerkers te interviewen met hun kijk op het onderwerp. Uiteindelijk is het bij het interviewen van één loonwerker gebleven die het systeem in de toekomst toe wil passen.

Om de juiste literatuur te vinden om een reëel beeld te schetsen voor Nederland is er gekeken wat er al bekend is uit buitenlandse onderzoeken. En met name de landen waar CTF werkt en al wordt toegepast op enige schaal. Wanneer dit het geval zou zijn was het de bedoeling om de overeenkomsten met Nederland te bekijken. Maar binnen Nederland zijn ook grote (regionale) verschillen. Het was de bedoeling om gebieden aan te wijzen waar CTF veel kans van slagen heeft. Echter bleek dat er ook veel bedrijfsfactoren van invloed zijn op de uitvoerbaarheid. Het verschilt dus per bedrijf.

2.3 Werkt CTF beter dan alternatieve systemen tegen bodemverdichting?

Vanzelfsprekend is CTF niet de enige manier om bodemverdichting tegen te gaan of terug te dringen. Er zijn meerdere alternatieven. De alternatieven zijn vergeleken met CTF. De verschillen van de alternatieven kunnen verschil in mechanisatie zijn, maar kunnen ook verschillen in bijvoorbeeld het oogstmoment. De volgende alternatieven zijn bekeken om een antwoord te kunnen geven op de deelvraag:

- Alleen werken onder de juiste, ideale omstandigheden zodat schade wordt voorkomen
- Het vergroten van het contactoppervlak van de wielen. Dit kan zijn door bredere banden te monteren, te kiezen voor radiaal in plaats van diagonaalbanden, een lagere bandenspanning te gebruiken, een band te monteren met VF-technologie (extreem flexibel, plat makkelijk af), hogere banden monteren e.d. Hierbij is het ook mogelijk een combinatie van meerdere te kiezen.
- Kiezen voor het gebruik van rupsbanden in plaats van gewone banden onder trekker of machine.
- Lichtere machines gebruiken in plaats van de grote machines van tegenwoordig. (eventueel het gebruik van autonome voertuigen)
- Elk wiel z'n eigen spoor. Dit is te bereiken door montage van uitschuifbare assen of een hondengangsysteem op trekker en/of machine.

Om antwoord te kunnen geven op de deelvraag zijn de volgende vragen beantwoord:

- Wat zijn de alternatieven voor CTF?
- Wat zijn de verschillen met CTF?
- Wat zijn de voordelen ten opzichte van CTF?
- Wat zijn de nadelen ten opzichte van CTF?

2.3.1 Onderzoeksmethode

Dit was vooral een eigen (literatuur-)studie van de student. De alternatieve systemen zijn tegen elkaar afgewogen aan de hand van de literatuur waarin de voor- en nadelen van de systemen zijn beschreven. De zoektermen die de student gebruikt heeft voor het zoeken naar geschikte literatuur:

- Controlled traffic farming soil compaction
- Random traffic soil compaction
- Solution soil compaction
- Tyre soil compaction
- Random traffic – Controlled Traffic
- Disadvantages controlled traffic farming
- Alternatives random traffic farming

2.4 Is CTF economisch rendabel te gebruiken onder Nederlandse omstandigheden?

Met het beantwoorden van deelvraag twee is al bekend wat Nederlandse omstandigheden zijn. Omdat de economie verschilt met die van het buitenland moet voor de kosten apart worden gekeken naar CTF.

Om een antwoord te kunnen geven op de deelvraag zijn de volgende vragen worden beantwoord:

- Wat is de potentiële (en reële) gewasopbrengst verhoging van CTF t.o.v. RTF?
- Wat is de economische waarde van de extra gewasopbrengsten?
- Wat zijn de kosten van de extra investeringen om gebruik te kunnen maken van CTF?
- Zijn er aan de andere kant nog kostenbesparingen mogelijk?
- Wat mag CTF kosten?

Door deze vragen te combineren was het mogelijk een rekenmodel te maken voor CTF. Door de extra opbrengsten, besparingen en investeringen te combineren is uit te rekenen wat een rijpadensysteem kost voor een melkveehouder en of de overstap financieel gezien uit kan voor de veehouder. Omdat niet alle veehouders bereid zullen zijn om te investeren in CTF, maar wel gebruik willen maken van de voordelen was het de bedoeling om een rekenmodel te maken hoeveel de loonwerker maximaal mag rekenen voor diensten als CTF bij de grasoogst. De student heeft er tijdens het onderzoek voor gekozen om een rekenmodel te maken voor de loonwerker, waarmee deze kan uitrekenen of investeren in CTF zin heeft en hoeveel hectare (veehouders) er dan bewerkt moet worden per jaar.

2.4.1 Onderzoeksmethode

Voor deze deelvraag zijn gegevens gebruikt uit andere onderzoeken en de literatuur. Voor het rekenmodel zijn bekende opbrengstverhogingen gebruikt en zijn deze gecombineerd met de investeringen. Omdat de situatie voor ieder bedrijf anders is, was het lastig om een standaard bedrijf als uitgangspunt te nemen. Als voorbeeld heeft de student het thuisbedrijf gebruikt.

3.0 Resultaten

Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag “Wat is het effect van Controlled Traffic Farming (CTF) onder Nederlandse omstandigheden bij de teelt van gras en voor welke melkveehouders is het interessant?” zijn vier deelvragen opgesteld. De deelvragen zijn hieronder weergegeven en hebben elk een eigen paragraaf waarin de resultaten worden toegelicht:

- Onder welke omstandigheden is het gebruik van CTF overbodig?
- Is CTF een geschikt systeem voor Nederlandse melkveebedrijven?
- Werkt CTF beter dan alternatieve systemen tegen bodemverdichting?
- Is CTF economisch rendabel te gebruiken onder Nederlandse omstandigheden?

Per deelvraag wordt beschreven wat de relevante zaken zijn om uiteindelijk antwoord te kunnen geven op de deelvraag. De uitkomst of conclusie zelf wordt niet in dit hoofdstuk genoemd, maar wordt apart behandeld bij de conclusie, die een apart hoofdstuk beslaat in dit rapport.

3.1 Onder welke omstandigheden is het gebruik van CTF overbodig?

In het literatuuronderzoek kwam naar voren dat CTF overbodig is wanneer de omstandigheden ideaal zijn. Om antwoord te kunnen geven op de deelvraag is het belangrijk dat er wordt gekeken naar wat ideale omstandigheden zijn, maar ook of toch Random Traffic Farming kan worden toegepast maar dat de ontstane bodemverdichting later opgelost kan worden.

3.1.1 Wat zijn ideale omstandigheden en wanneer zijn deze er?

Ideale omstandigheden zijn het wanneer de kans op bodemverdichting en opbrengstvermindering minimaal is. Wanneer en of er bodemverdichting optreedt is afhankelijk van een aantal factoren:

- Grondsoort
- Verdichtingsgevoeligheid van de bodem (staat van de bodem)
- Droge of natte omstandigheden van de bodem (jaargetijde)
- Soort bewerking
- Machine (wiellast, druk per cm^2)

Hieronder een korte toelichting op de opsomming hierboven.

De ideale omstandigheden verschillen per grondsoort. Iedere grondsoort heeft namelijk bepaalde eigenschappen die ervoor zorgen dat de bodem gevoelig is voor verdichting. Kleigrond bijvoorbeeld is gevoeliger voor verdichting dan zandgrond. En bij veengrond wordt er onder natte omstandigheden snel schade gereden, maar het zelf-herstellend vermogen van de bodem is groot. Belangrijk voor alle grondsoorten is dat er niet onder (te) natte omstandigheden wordt gewerkt. Er treedt sneller spoorvorming op en de vervorming in de ondergrond is groot. Dit kan onder andere bodemverdichting en structuurschade tot gevolg hebben. Wanneer de bovenlaag keihard is dan is het veel beter bestand tegen de grote zware machines en zal er minder snel vervormingen in de onderlaag optreden. Daarnaast is het natuurlijk van belang welke werkzaamheden er worden uitgevoerd. Een lichte trekker met kunstmeststrooier kan eerder zonder (grote) schade in de ondergrond zijn werk doen dan een trekker met grote mesttank. De trekker met kunstmeststrooier kost nauwelijks trekkracht, terwijl de trekker flink moet trekken om de zware mesttank voorruit te krijgen.

Om ideale van 'minder ideale' omstandigheden te onderscheiden is het makkelijker om een overzicht te maken van de werkzaamheden die door het jaar heen worden uitgevoerd op grasland. Door daarbij rekening te houden met bodemgesteldheid en weersomstandigheden die in die tijd van het jaar gelden, is een inschatting te maken wanneer de meeste schade aan de bodem wordt toegebracht. Vaak is dit inherent aan de tijd van het jaar. Door per bewerking een cijfer 1-10 te geven en daarbij rekening te houden met het gewicht van de combinatie en geschatte bodemgesteldheid (verdichtingsgevoeligheid) ontstaat een overzicht van de bewerkingen die potentieel voor de meeste bodemverdichting zorgen. De cijfers zijn een aanname voor een gemiddelde. Voor een grondsoort die verdichtingsgevoelig is of weersomstandigheden die op dat moment (voor de bodemverdichting) mee of juist tegen zitten kunnen de waarden één of twee punten verschillen. Daarnaast moet de werkbreedte in het achterhoofd worden gehouden, omdat een zware combinatie met een grote werkbreedte net zoveel opbrengst kan kosten als een lichte machine met lage werkbreedte die veel meer rondgangen op het veld nodig heeft. Als een bewerking alleen wordt uitgevoerd wanneer de bodemverdichting minimaal is, is het wellicht geoorloofd deze bewerking niet op rijpaden uit te voeren, maar op een meer praktische werkbreedte. Dit bespaard geld en tijd, en kost nauwelijks opbrengst.

Tabel 1: De kans op extra bodemverdichting bij de verschillende werkzaamheden. 1=zeer grote kans; 10=zeer kleine kans op bodemverdichting.

	Jan			Feb			Mrt			Apr			Mei			Jun			Jul			Aug			Sept			Okt			Nov			Dec		
Kunstmeststrooien								5						7					8				9													
Spaakwielbemesten								5						7					8				9													
Uitrijden drijfmest							3							5				6				7														
Uitrijden vaste mest							3							5				6				7														
Maaien													6				8				9				9					5						
Schudden													8				9				9				9					7						
Harken													7				8				9				9					6						
Gras hakselen													5				6				7				7					4						
Gras oprapen													6				7				8				8					5						
Gras persen													5				6				7				7					4						
Doorzaaien						4																					6									
Mec. Onkruidbestrijding						5																					7									
Chem. onkruidbestrijding																	8			8			8													
Sloten reinigen																														4						

In de volgende alinea's wordt kort toegelicht hoe de student tot de cijfers tabel 1 is gekomen. Tot slot geeft de student nog een analyse wanneer de omstandigheden goed genoeg zijn om van CTF af te wijken.

Kunstmeststrooien: vroeg in het voorjaar wordt er kunstmest gestrooid. Vaak is de bodem nog niet zo droog dat het alles kan hebben. Omdat de combinaties vaak niet zwaar zijn blijft de schade meestal relatief beperkt. Werkbreedtes zijn met 10 tot 40 meter flink. Naarmate het jaar vordert, wordt de kans op schade kleiner.
Spaakwielbemesten: in plaats van uitrijden van normale kunstmest kan ook een vloeibare variant worden toegediend. Combinaties zijn groter en zwaarder, maar staan ook op meer en bredere banden.
Uitrijden drijfmest: het uitrijden van drijfmest in het voorjaar is waarschijnlijk één van de grootste veroorzakers van de bodemverdichting op grasland. Combinaties hebben enorm gewicht, vooral als ze vol zijn. Er wordt veel heen en weer gereden. Wordt er met een lichte (sleepslang-) combinatie gereden, dan is de kans op schade iets kleiner. Naarmate de omstandigheden door het jaar heen beter worden, is de kans op bodemverdichting ook kleiner.
Uitrijden vaste mest: ook vaste mest wordt in het voorjaar uitgereden wanneer de kans op bodemverdichting groot is. Combinaties zijn zwaar en groot.
Maaien: tijdens de eerste snede is de kans op bodemverdichting nog aanwezig. Grote combinaties zijn zwaar, maar hebben grote werkbreedtes. Kleinere combinaties zijn licht, maar moeten veel vaker over het veld. De tweede, derde en vierde snede geven meestal geen problemen. Tijdens de vijfde snede is er vaak al flink wat regen gevallen en is de draagkracht afgenomen. De kans op bodemverdichting neemt flink toe.
Schudden: Door de grote werkbreedte en een steunwiel onder elke rotor is er zelden een grote kans op bodemverdichting.
Harken: een hark is flink zwaarder en vaak een stuk minder breed dan een schudder. Op de kopakker wordt bovendien veel gereden. Vooral in het najaar kan dit problemen geven.
Gras hakselen: wanneer het gras gehakseld wordt is er veel 'veldverkeer' dat kriskras door het veld heen rijdt. De hakselaar en afvoercombinaties zijn erg zwaar. Tijdens de eerste- en laatste snede kan dit problemen geven met (extra) kans op bodemverdichting.
Gras oprapen: bij het oprapen van gras is er minder veldverkeer dan bij het hakselen van gras, waardoor dit onder mindere omstandigheden iets beter voor de bodem zal zijn dan hakselen.

Gras persen: bij het persen van gras in vierkante balen komt een zeer zware pers met niet al te grote wielen het veld in. Daarnaast zorgt het wikkelen en weghalen van de balen voor extra veldverkeer. Het persen in ronde balen scoort 1 punt beter, omdat de pers lichter is en er vaak in één werkgang wordt geperst en gewikkeld.
Doorzaaien: doorzaaien gebeurd alleen als de grasmat in slechte conditie is, en zal dus waarschijnlijk niet ieder jaar plaatsvinden. Doorzaaien moet in het voorjaar nog vóór het mestrijden. De bodem is dan nog nat met grote kans op verdichting. De combinaties zijn niet heel groot of zwaar.
Mechanische onkruidbestrijding: net als bij doorzaaien begint dit al heel vroeg in het voorjaar met een wiedeg. De combinaties zijn licht en de werkbreedte is groot. Soms wordt onkruidbestrijding gecombineerd met doorzaaien.
Chemische onkruidbestrijding: Chemische onkruidbestrijding gebeurt vooral als onkruid hard groeit (warmte). Werkbreedtes zijn heel groot. Bij veel percelen betekend dit slechts enkele rondgangen. De omstandigheden voor de bodem zijn meestal goed in de tijd dat er chemisch de onkruid wordt bestreden.
Sloten reinigen: Sloten reinigen gebeurt altijd vrij laat in het najaar met een relatief zware machine. De percelen worden alleen langs de slootkanten bereden.

Wanneer zijn de ideale omstandigheden?

Kijkend naar tabel 1 dan blijkt dat er in het vroege voorjaar en het najaar problemen optreden met de werkzaamheden. Vooral bepaalde werkzaamheden als mest uitrijden in het voorjaar, en gras oogsten in het najaar leveren problemen op voor de bodem. Vooral de verdichting in het begin van het jaar is een probleem, omdat de gewasopbrengst het hele jaar onder druk staat door de verdichting die in het vroege voorjaar is veroorzaakt. Vanaf half mei tot en met september lijken de werkzaamheden op het veld minder kwaad te kunnen, mits het gewicht van het veldverkeer in de gaten wordt gehouden. De verdichting die tijdens de laatste snede wordt aangebracht heeft geen invloed meer op de gewasopbrengst van dit jaar. De ontstane verdichting kan in het najaar(deels) worden hersteld (grasland woelen, beluchten etc.). In de winter kan de bodem aan heteigen herstel werken.

3.1.2 Zijn er omstandigheden waar bodemverdichting is toegestaan om ze vervolgens later weer op te lossen?

Op veel bedrijven wordt Random Traffic Farming toegepast door vervolgens in het najaar de bodemverdichting weer op te lossen. Dit kan een oplossing zijn wanneer de (mogelijke) gewasopbrengst toename met CTF te beperkt is ten opzichte van het te investeren bedrag. Door gewoon goed op de bodemverdichting te letten en hier ook naar te handelen, zou de opbrengstvermindering tot het minimum beperkt kunnen worden. Door niet te investeren in Controlled Traffic Farming maar gewoon bewust met bodemverdichting bezig te zijn zou dat voor de meeste veehouders wellicht de beste oplossing zijn en het hoogste saldo op kunnen leveren.

Bewust handelen met het oog op mogelijke bodemverdichting

Zoals in paragraaf 3.1.1 al te lezen was zijn er een aantal 'kritieke' momenten waarop de kans op bodemverdichting het grootst is. Door in het voorjaar met een lichte trekker te (laten) sleepslang-bemesten in plaats van met een grote zware mesttank, is in het voorjaar de bodemverdichting te beperken. Een andere mogelijkheid zou kunnen zijn later bemesten, waardoor de berijdbaarheid van het grasland beter is.

Het sleutelwoord is in het geval van RTF lichtere combinaties met (veel) brede banden. Door in het najaar op (beperkte) plekken waar het nodig is met een graslandwoeler of beluchter de grasmat te behandelen is de extra ontstane bodemverdichting (t.o.v. CTF) voor een deel weer op te lossen. Dit kan met een graslandwoeler of graslandbeluchter.

3.2 Is CTF een geschikt systeem voor Nederlandse melkveebedrijven?

Om antwoord te kunnen geven op deze deelvraag worden Nederlandse omstandigheden beschreven, wordt gekeken of er al onderzoek is uitgevoerd naar de mogelijkheden in Nederland (of onderzoek in vergelijkbare landen) en welke voorwaarden er aanwezig moeten zijn om het systeem succesvol te kunnen toepassen op een Nederlands melkveebedrijf.

3.2.1 Wat zijn Nederlandse omstandigheden?

Om te kunnen beschrijven wat Nederlandse omstandigheden zijn is het belangrijk om te kijken naar zaken waar een groot deel van de melkveehouderij te maken heeft. Denk hierbij aan wet- en regelgeving, maar ook het klimaat. Verschillen op bedrijfsniveau worden in paragraaf 3.2.3 bekeken.

Klimaat en weersomstandigheden

Het klimaat en de weersomstandigheden zijn van grote invloed op de werkzaamheden op het land. In Nederland is regelmatig neerslag met pieken in het najaar en vroege voorjaar. Neerslag zorgt ervoor dat planten willen groeien maar zorgt er ook voor dat de bodem gevoeliger is voor verdichting wanneer deze betreden zou worden. In de zomer is dit in mindere maten een probleem, maar de problemen en gevolgen van bodemverdichting zijn vaak nog steeds zichtbaar in de grasopbrengsten.

Wet- en regelgeving

De wet- en regelgeving is anders dan in andere landen. Deze hebben veelal betrekking op de periode van het uitrijden van drijfmest en de manier waarop dat wordt gedaan. De uirijperiode op grasland loopt van 16 februari tot aan 31 augustus. De uitrijperiode voor vaste mest is iets ruimer van 1 februari tot aan 31 augustus op zand en lössgronden en van 1 februari tot 15 september op klei en veengronden.
Vanaf seizoen 2019 is mestinjectie van drijfmest verplicht, tenzij er ontheffing is verleent door RVO. Kan er worden aangetoond dat er 1 deel water op 2 delen mest wordt gemengd dan is het toegestaan om nog met een sleepvoetbemester te rijden. Voorwaarde is dat de bemester totdat de mest de grond raakt een gesloten systeem is. (Mest, 2019)

3.2.2 Is er onderzoek gedaan naar CTF in de melkveehouderij waarbij de omstandigheden weinig afwijken met die in Nederland?

Tijdens het vooronderzoek waren nog geen onderzoeken bekend in Nederland met relevante gegevens voor dit onderzoek. Het grootste deel van het vooronderzoek was gebaseerd op de resultaten van het onderzoek dat in Engeland is uitgevoerd door de Harper Adams University in 2015.

In 2018 is er echter onderzoek gedaan naar CTF op grasland in Nederland. Onder leiding van onderzoeksinstituut Delphy hebben een aantal studenten van Aeres Hogeschool een jaar lang de grasteelt op rijpaden vergeleken met grasteelt op de traditionele manier. De eerste resultaten zijn in Veehouderij Techniek (Krebbers, 2018) toegelicht waarna de student de gegevens heeft gevraagd en verkregen bij de onderzoeksinstelling. Of het onderzoek in 2019 is herhaald is (nog) niet bekend.

Nederlands onderzoek

Het onderzoek is uitgevoerd op initiatief van de VvB Flevoland in het kader van het POP3-Project Praktijkschool bodem. Er is een demo aangelegd op een praktijkbedrijf in Zeewolde. De grondsoort betreft klei op veen, waarvan de kleilaag tussen 60 en 80 centimeter dik is. De bodem is gevoelig voor water, waardoor werd besloten op 15, 30 en 60 centimeter diepte bodemsensoren te plaatsen. Het perceel van 3 hectare is vervolgens het gehele groeiseizoen bewerkt op rijsporen van 12 meter. De drijfmest is telkens uitgereden met een sleepslang combinatie van 12 meter breed. Ook de schudder en hark hadden die werkbreedte. Alleen maaien gebeurde met een werkbreedte van 9

meter. Wel werd er over de rijsporen gereden, maar tussen de verschillende werkgangen bleef telkens een strook gras staan. Er was geen maaier beschikbaar die op de beoogde 12 meter kon maaien. Het gras is gehakseld en gewogen. De trekker met silagewagen reedt direct achter de hakselaar aan over het rijspoor. Op het controleperceel is de oogst met dezelfde apparatuur uitgevoerd, maar zonder vaste rijpaden. Het jaar begon nat waardoor de effecten van CTF en RTF goed zichtbaar werden. Volgens de onderzoekers waren de rijsporen in zowel RTF en CTF zichtbaar in de hergroei. Op het CTF perceel werd slechts 15% van het oppervlak bereden, terwijl dit op het controleperceel wel 80 procent was.

De meeropbrengst van CTF was de eerste twee snedes 15% hoger dan bij RTF. De overige snedes was er niet een significant verschil te merken doordat 2018 een extreem droog jaar was en de opbrengsten na de tweede snedes zo laag waren dat er geen verschil te merken was. Bovendien zorgde de droogte er juist voor dat de draagkracht van de bodem heel hoog was waardoor er nauwelijks bodem-verdichting optrad.

3.2.3 Wat zijn de randvoorwaarden op bedrijfsniveau voor een succesvolle implementatie van het rijpadensysteem bij de teelt van gras?

Er zijn veel voorwaarden waar een bedrijf aan moet voldoen om de overstap op CTF rendabel te kunnen maken. Geen enkel bedrijf is hetzelfde of werkt onder exact dezelfde omstandigheden. Hieronder een aantal voorbeelden waartussen de bedrijven kunnen verschillen:

- Plek waar het bedrijf is gevestigd
- Grootte van het bedrijf
- Huidige werkwijze
- Beschikbare mechanisatie en loonwerk
- Staat van de bodem
- Beweiden of niet beweiden

Om deze zaken duidelijker weer te geven worden ze in de komende tussenkopjes apart behandeld.

Plek waar het bedrijf is gevestigd

De plek waar het bedrijf is gevestigd is de factor die de meeste invloed heeft op de kans van slagen van CTF. De plek waar het bedrijf gevestigd is bepaald bijvoorbeeld wat het klimaat is en of er dus veel weerextremen zijn. Aangezien het in dit verslag om een Nederlandse situatie gaat zal dat tussen de verschillende bedrijven in Nederland het weer niet extreem veel verschillen. Zaken die wel sterk gerelateerd zijn aan waar het bedrijf is gevestigd zijn perceelsgrootte, grondsoort en loonwerkers die in de buurt zitten.

In het “Groene Hart” zijn de percelen bijvoorbeeld relatief klein waardoor overstappen op CTF minder rendabel is en bovendien ingewikkelder is om het systeem te implementeren. In de Flevopolder zijn juist grote percelen waardoor de rijpaden makkelijker uit te zetten zijn en het percentage kopakker bovendien gering is ten opzichte van het totale oppervlak van het perceel.

De grondsoort maakt ook uit of CTF kans van slagen heeft. Is de verdichtingsgevoeligheid hoog (bijvoorbeeld kleigrond) dan is het opbrengstverschil tussen het gebruik van CTF of RTF groter dan wanneer CTF wordt toegepast op gronden die minder gevoelig zijn voor verdichting doordat het herstelvermogen van de grondsoort hoog is. Bijvoorbeeld veengrond.

Tot slot maakt de plek van het bedrijf uit voor de loonwerkers die om het bedrijf heen gevestigd zijn. Een veehouder met weinig grote of innovatieve loonwerkers om zich heen zal CTF minder snel uitbesteden dan boeren in de Flevopolder en Noord-Brabant waar veel grote en innovatieve

loonwerkers zijn. Een groot machinepark zal ook sneller machines hebben die in CTF passen dan loonwerkers met een beperkt machinepark.

Grootte van het bedrijf
De grootte van het bedrijf is ook belangrijk wanneer er wordt gekeken naar de haalbaarheid van CTF. Een bedrijf dat 400 koeien melkt op 200 hectare grond zal meer financiële armslag hebben dan een bedrijf met 100 koeien op 50 hectare grond. Bovendien is het potentiële voordeel absoluut gezien veel hoger. Bij gelijke opbrengsten per hectare haalt de boer met 200 hectare vier keer zoveel extra opbrengsten in euro's ten opzichte van de boer met 50 hectare. De investering in extra machines is daarbij dus ook over vier keer zoveel hectares te spreiden.

Huidige werkwijze
De huidige werkwijze is ook belangrijk omdat dat voor een deel bepaalt in hoeveel winst er nog te boeken met CTF. Ontziet de ondernemer de bodem al zo veel mogelijk of rijdt die met veel te zware machines en veel te hoge bandenspanning willekeurig over het perceel? Dat maakt nogal uit wanneer er overwogen wordt over te stappen op CTF. In beide gevallen is er waarschijnlijk wel winst te boeken, maar de boer die weinig ontzag heeft voor de bodem heeft boekt de grootste voorruitgang en is investering in een ander systeem voor deze ondernemer rendabeler.

Beschikbare mechanisatie en loonwerk
De huidige beschikbare mechanisatie van is belang. Als een veehouder al machines heeft die qua werkbreedte al behoorlijk goed op elkaar aansluiten dan is de extra investering gering. Wanneer er echter veel verschil zit in de verschillende werkbreedtes lopen de kosten en extra investeringen hard op. Vaak worden er wel machines ingeruild dus wordt het te investeren bedrag kleiner.
Veel boeren zullen er echter voor kiezen (wanneer de loonwerker daartoe bereid is) om het werk door de loonwerker te laten doen. Klanten in bepaalde gebieden kunnen relatief veel winst boeken en zullen dus ook bereid zijn wat extra's te betalen voor het loonwerk dat met behulp van CTF wordt uitgevoerd.

Staat van de bodem
De huidige staat van de bodem is belangrijk voordat er overgestapt wordt op CTF. Met name de verdichting van de bodem is van belang. Als de bodem ernstig verdicht is zal dit eerst opgelost moeten worden alvorens er wordt overgestapt op Controlled Traffic Farming. Als de verdichting niet eerst wordt opgelost loopt men potentiële extra opbrengst mis. Het kan dus zijn dat er eerst een diepe grondbewerking moet plaatsvinden. Is dit niet nodig en is het herstellend vermogen van de grond voldoende dan geen diepe grondbewering toepassen. Aan diepe grondbewerking kleven namelijk een aantal nadelen, zoals de kans op secundaire bodemverdichting.

Beweiden of niet beweiden
In Nederland worden veel koeien geweid. Wanneer er overgestapt wordt op CTF zal er moeten worden nagedacht of er met weiden wordt doorgegaan of dat er mee moet wordt gestopt. Er kan mee worden doorgegaan met de consequentie dat koeien een deel van de voordelen van Controlled Traffic Farming weer teniet doen. Stoppen met weiden zal voor veel boeren namelijk geen optie zijn omdat de weidepremie een substantieel bedrag is. Bij een boer met 200 koeien en 120 hectare bedraagt de weidepremie al snel tussen de 15.000 en 30.000 euro per jaar afhankelijk van de melkproductie en aan welke zuivelfabriek er wordt geleverd. Een rekenvoorbeeld:

200 koeien met een melkproductie van 9.000 liter/jaar. Weidepremie van 1,5 cent.

200 x 9.000 x 0,015 = 27.000 euro

Per hectare moet er dan worden gecompenseerd met CTF:

27.000 / 120 hectare = 225 euro

Per hectare moet er minimaal extra gras gewonnen:

225 / 10,9 ct = 2.064 kg ds

Gemiddeld wordt er 12.000 kg drogestof van een hectare gewonnen. (Kwin) Een gemiddelde melkveehouder zal dan … procent extra grasopbrengst moeten hebben:

(14.064 – 12.000) / 12.000 x 100= 17,2%

Als er door de overstap op CTF wordt gestopt met beweiden heeft dat voor veel melkveehouders een flinke financiële impact. Om de minder ontvangen melkgelden te compenseren met extra opbrengsten moet er in bovenstaand (representatief voor de sector) geval 17,2% extra gras gewonnen worden van een hectare. Dat is nog exclusief de extra investeringen die moeten worden gedaan om het systeem toe te kunnen passen. In de uitgevoerde onderzoeken in binnen- en buitenland zijn nog nooit dergelijke opbrengsttoenames gemeten. Het is daarom financieel gezien niet verstandig om vanwege CTF te stoppen met weiden. Dit is natuurlijk anders wanneer de koeien al jaarrond op stal staan. In het geval van weiden is het beter om te kijken naar een combinatie van CTF en weiden: weiden onder droge omstandigheden met veel draagkracht of weidepercelen en maaipercelen onderscheiden. Op de maaipercelen kan dan met behulp van rijpaden het gras worden geoogst. Koeien die over percelen lopen doen door hun geringe gewicht vooral schade aan de bovenlaag, bodemverdichting in de diepere lagen zullen door het beweiden niet extra optreden. (Koolen, Lerink, Kurstjens, Akker, & Arts, 1992)

3.3 Werkt CTF beter dan alternatieve systemen tegen bodemverdichting?

Om antwoord te kunnen geven op deze deelvraag zijn verschillende alternatieven voor CTF onderzocht. In de volgende paragrafen worden de gevonden alternatieven beschreven aan de hand van praktijkvoorbeelden. Door de voor- en nadelen tegen elkaar af te wegen is antwoord te geven op de deelvraag.

3.3.1 Wat zijn de alternatieven voor CTF en wat zijn de verschillen?

Er zijn verschillende alternatieven voor CTF om bodemverdichting tegen te gaan. Hieronder worden ze één voor één kort beschreven en daarna wordt er per alternatief een praktijkvoorbeeld gegeven.

- Werken onder ideale omstandigheden
- Het contactoppervlak van de wielen vergroten
- Lichtere machines gebruiken
- Elk wiel z'n eigen spoor
- Random Traffic Farming behouden en dan elk jaar de verdichting 'oplossen'
- Een combinatie van twee of meer van de hierboven genoemde alternatieven

Werken onder ideale omstandigheden

Het werk pas uitvoeren als de kans op bodemverdichting gering is. Omdat dit uitgebreid aan bod komt in deelvraag 1 'Onder welke omstandigheden is het gebruik van CTF overbodig?' wordt dit hier verder niet meer op ingegaan.

Het contactoppervlak van de wielen vergroten

Deze oplossing is vrij algemeen en kan op verschillende manieren worden bereikt. Hieronder worden de mogelijkheden opgesomd om het contactoppervlak van de wielen of het totale contactoppervlak van de machine te vergroten:

- **Bandenspanning verlagen:** Door de bandenspanning te verlagen wordt het contactoppervlak vergroot. Bovendien heeft de band bij een lagere spanning meer de mogelijkheid om in de lengte en de breedte af te platten wanneer de wiellast toe neemt dan wanneer er met een hoge bandenspanning wordt gereden.
- **Montage van bredere banden:** Door bredere banden te monteren wordt het contactoppervlak in de *breedte* groter en daarmee dus het totale contactoppervlak ook.
- **Montage van hogere banden:** Door hogere banden te monteren wordt het contactoppervlak in de *lengte* groter en daarmee dus het totale contactoppervlak ook.
- **Montage van banden met een soepeler karkas:** Door banden te monteren met een soepeler karkas IF (Increased Flexion) en VF (Very Increased Flexion) kan er met een (veel) lagere bandenspanning worden gereden. Deze banden platten in de lengte meer af dan een standaard radiaalband. Dit resulteert in een groter contactoppervlak.
- **Montage van meer wielen:** Dit kan op verschillende manieren worden bereikt. Montage van dubbellucht is een optie, maar ook het verkiezen van een drieassige aanhanger boven een tandemasser. Voorwaarde is wel dat de inhoud gelijk blijft. Bijkomend voordeel van de laatste optie is dat de wiellast per wiel lager ligt en dat de bandenspanning verder naar beneden kan.
- **Montage van rupsen:** Door rupsen te monteren is een groot contactoppervlak mogelijk terwijl de breedte van de rups soms beperkt kan blijven.

Gebruik maken van lichtere machines

Lichtere machines gebruiken waardoor het benodigde aandrijfvermogen beperkt is. Trekker aanpassen op het werktuig. Kan het werk worden gedaan met 80 pk en is er een trekker met dat vermogen? Dan doet de veehouder er goed aan om een 80 pk trekker te gebruiken in plaats een van 150. Kleinere, autonome machines zouden in de toekomst het werk ook ’s nachts uit handen kunnen nemen waardoor het gewicht van de machines extreem laag is, maar de capaciteit ook nog redelijk is doordat het werk ook ’s nachts gedaan kan worden.

Elk wiel z’n eigen spoor

In plaats van zo min mogelijk sporen berijden wordt hier de druk verdeeld over zoveel mogelijk sporen. Voorbeelden hiervan zijn een achtwielig DWM-onderstel onder de opraapwagen, mesttanks met vier wielen op een rij, uitschuifbare assen en machines die in hondengang kunnen rijden.

Random Traffic Farming en in het najaar alle bodemverdichting op proberen te lossen

Geen rekening houden met vaste rijpaden maar in het najaar zo goed mogelijk de door het groeiseizoen heen ontstane bodemverdichting proberen op te lossen met behulp van bijvoorbeeld een graslandwoeler of graslandbeluchter. Lopen de opbrengsten te ver terug dan kan een diepe grondbewerking i.c.m. herinzaai uitkomst bieden.

Een combinatie

Twee of meer van de hierboven genoemde alternatieven combineren.

3.3.2 De voor- en nadelen van de alternatieven van CTF

Om de alternatieven goed af te kunnen wegen tegen CTF moet van elk alternatief de voor- en nadelen nader worden bekeken.

Werken onder ideale omstandigheden

- \+ Geen extra investeringen nodig
- \+ In principe de kleinste kans op bodemverdichting (op helemaal niets doen na)
- \+ Geen extra kosten om ontstane bodemverdichting op te lossen
- – Op veel grondsoorten is het onmogelijk om in het voor- en najaar zonder verdichting de bodem te betreden. Het groeiseizoen komt dus later op gang en is eerder afgelopen of de laatste snede kan niet worden geoogst.
- – Jaarrond ideale omstandigheden (= geen verdichting) komt op 2018 na zeer weinig voor in Nederland

Het contactoppervlak van de wielen vergroten

- \+ Snelle manier van de bodemdruk verminderen
- \+ Door de grotere footprint kan er langer zonder ‘schade’ worden gereden. Trekkers kunnen eerder het land op en in het najaar langer op het land blijven.
- \+ De juiste bandenspanning gebruiken kost bijna niets maar heeft een groot effect.
- – De aanschaf van bredere/betere banden of rupsen op de trekkers en machines is een erg prijzige aangelegenheid. Waarschijnlijk nog prijziger dan CTF.
- – Bandenspanning moet continu worden aangepast op de werkzaamheden.

Gebruik maken van lichtere machines

+ Minder afhankelijk van het weer en omstandigheden
+ Aanschaf van kleine trekkers en machines zijn over het algemeen lager
+ Grasland kan eerder en langer worden betreden
+ Mogelijkheden tot het toepassen van autonome machines
– Capaciteit is lager met kleine machine
– Veldperiode wordt te lag doordat de capaciteit te laag is
– Autonome machines: prijzige techniek

Elk wiel z'n eigen spoor

+ Er worden geen diepe sporen gevormd doordat een spoor maar één of enkele keren wordt bereden.
+ Doordat er minder spoorvorming is zijn de percelen langer te betreden
– Schuifassen, multiwheel-systemen en hondengangsystemen zijn erg duur in aanschaf
– De grootste bodemverdichting ontstaat na de eerste maal bereiden, dus de wielen verdelen zorgt in veel gevallen juist voor een negatiever effect

Random Traffic Farming en in het najaar alle bodemverdichting op proberen te lossen

+ Op zavel heeft graslandwoelen een positief effect op de grasopbrengst (Boer, Joachim, & van Eekeren, 2018)
+ Goedkoop
– Niet alle verdichting is op te lossen
– Verdichting zit vaak te diep
– Gaat vaak ten koste van de bodemstructuur
– Op (zware) klei heeft graslandwoelen juist een averechts effect op de grasopbrengst (Boer, Joachim, & van Eekeren, 2018)

Om bovenstaande voor- en nadelen te kunnen vergelijken met CTF hieronder nog kort de voor- en nadelen van CTF:

+ Op kleigrond behoorlijk meer opbrengst mogelijk
+ Minder onkruidbestrijding nodig
+ Doorzaaien van de grasmat hoeft minder vaak te gebeuren
+ Efficiënter gebruik van meststoffen
– Effect op veen- en zandgrond nog niet (voldoende) bekend
– Extra investeringen nodig
– Lastig in combinatie met beweiden

3.4 Is CTF economisch rendabel te gebruiken onder Nederlandse omstandigheden?

Er is een onderzoek uitgevoerd onder Nederlandse omstandigheden. Om te berekenen of het economisch rendabel is kunnen de uitkomsten uit het recente onderzoek dat is uitgevoerd door Delphy worden gebruikt. De resultaten zijn nog niet verschenen in rapportvorm. De student heeft in overleg met de onderzoekers de resultaten ontvangen en mogen gebruiken voor het schrijven van dit rapport. (Krebbers, 2018)

3.4.1 Opbrengstverhoging

De opbrengstverhoging van CTF ligt volgens Delphy en andere buitenlandse onderzoeken tussen 5 en 15%, afhankelijk van de situatie. Omdat dit een flinke spreiding is moet er een aanname gedaan worden voor de potentiële meeropbrengst. In het verleden zijn er verschillende onderzoeken geweest waarbij er meeropbrengsten van 14,7% (Douglas, Campbell, & Crawford, 1992) en 12,1% (Frost, 1988). Omdat er in Nederland veel verschillende grondsoorten zijn, die niet allemaal even gevoelig zijn voor verdichting wordt in dit rekenvoorbeeld met 10% opbrengstverhoging gerekend. Dit is voor veel grondsoorten een reële waarde. Hoe gevoeliger de bodem voor verdichting is, hoe hoger het potentieel in opbrengstverhoging. Dit zijn cijfers die in lijn liggen met wat er in de akkerbouw potentieel aan extra opbrengsten gehaald kan worden. Aan de hand van gegevens uit KWIN (Kwantitatieve Informatie Veehouderij) is te berekenen wat dat betekend voor de droge stof opbrengsten voor een gemiddeld melkveebedrijf.

Gemiddeld wordt er 12.000 kg aan droge stof gewonnen van een hectare grasland in Nederland. Bij het toepassen van CTF wordt er 10% meer droge stof van een hectare geoogst. Dat levert de volgende rekensom op: 12.000 x 1,10 = 13.200 kg ds/ha

De meeropbrengst ten opzichte van RTF:

12.000 x 0,10 = 1.200 kg ds/ha

Iedere kilo droge stof extra opbrengst hoeft de melkveehouder niet bij te kopen of kan hij verkopen. Een kilo droge stof heeft volgens KWIN een waarde van 10,9 eurocent. De extra opbrengsten in euro's per hectare zijn dan: 1.200 x € 0,109 = € 130,80 euro per hectare.

Deze opbrengstverhoging geldt alleen voor een rijpadafstand van 12,0 meter. De bereden oppervlakte van het CTF perceel bedroeg 15 %, terwijl het RTF controleperceel een bereden oppervlakte had van 80 procent. Door te berekenen hoeveel meter er per rijspoor wordt bereden, is om te rekenen hoe groot het bereden oppervlak is bij een andere rijpadafstand:

15% van 12 meter wordt bereden. Dit geeft de volgende berekening:

0,15 x 12,0 meter = 1,8 meter.

De bereden 1,8 meter geldt voor elke rijpadafstand omdat het formaat trekker, de spoorbreedte en bandbreedte niet veranderd wanneer de rijpadafstand anders wordt. Door de 1,8 meter bereden oppervlakte toe te rekenen aan een andere rijpadafstand is de bereden oppervlakte van het hele perceel te berekenen. Voor een rijpadafstand van RA meter is de bereden oppervlak van het gehele perceel dan:

$$BOra = \frac{1{,}8}{RA} * 100$$

BOra= bereden oppervlak bij rijpadafstand RA
RA= rijpadafstand

Door deze formule voor meerdere rijpadenafstanden toe te passen is de bereden oppervlakte per rijpasafstand te berekenen.

Door te berekenen hoeveel de opbrengst omhoog gaat per procent minder bereden oppervlakte, is een prognose te maken hoeveel opbrengstverhoging er mogelijk is bij verschillende rijpadafstanden. Dit gebeurd door het niet bereden oppervlak van het CTF-perceel en controleperceel te berekenen.

Proefperceel:

100% – 15% = 85% van de bodem is niet bereden.

Controleperceel:

100% - 80% = 20% van de bodem is onbereden.

Door beide percentages te combineren is te concluderen dat (85-20) 65 procent minder de bodem betreden resulteert in een meeropbrengst van 1.200 kg drogestof. Door de meeropbrengst te delen door 65 is te berekenen hoeveel de opbrengst toeneemt per procentpunt minder bereiden van de bodem.

1.200 / 65 = 18,46… kg drogestof extra opbrengst per procentpunt minder bereden oppervlak.

Elke kg drogestof is 10,9 eurocent extra opbrengst.

10,9 ct x 18,46 kg ds = € 2,0121… extra opbrengst per procent minder bereden oppervlakte.

De afgelopen drie berekeningen zijn toegepast op verschillende rijpadafstanden. De antwoorden zijn in tabel 2 uitgewerkt.

Tabel 2: De rijpadafstand, het bereden oppervlakte met bijbehorende opbrengst in kg ds en euro's.

Rijpadafstand	Bereden oppervlakte	Extra drogestof opbrengst	Meeropbrengst in euro's / ha
12,00 m	15%	1.200,0 kg	€ 130,80
10,00 m	18%	1.144,6 kg	€ 124,76
9,00 m	20%	1.107,7 kg	€ 120,74
8,00 m	22,5 %	1.061,5 kg	€ 115,71
7,50 m	24 %	1.033,8 kg	€ 112,69
6,00 m	30 %	923,1 kg	€ 100,62
Random Traffic	80 %	0 kg	€ 0,00

Door al voorgaande berekeningen te combineren is het mogelijk om een formule samen te stellen om de meeropbrengst te berekenen voor een hectare grasland. Daarbij geldt als basis dat de opbrengstverhoging bij een rijpadafstand van 12 meter de opbrengstverhoging gemiddeld 10% is. Dit geeft de volgende formule:

$$OVha = \frac{HO\left(\frac{OV}{100}\right)}{BOR - BO12m}\left(BOR - \frac{1{,}8}{RA} * 100\right) * WDS$$

OVha=	Waarde opbrengstverhoging in euro's per hectare
HO=	Huidige opbrengst (in kg ds)
OV=	Opbrengstverhoging (in procenten)
BOR=	Bereden oppervlakte RTF in procenten
BO12m=	Bereden oppervlakte CTF in procenten (12 m rijpadafstand)
RA=	Rijpadafstand CTF
WDS=	Waarde van een kg drogestof in euro's

Om de totale (mogelijke) extra opbrengsten te berekenen moet bovenstaande formule worden vermenigvuldigd met het aantal hectares dat de veehouder in gebruik heeft. Dit geeft de volgende formule:

$$TOVha = \frac{HO\left(\frac{OV}{100}\right)}{BOR - BO12m}\left(BOR - \frac{1{,}8}{RA} * 100\right) * WDS * OPP$$

TOVha= Totale opbrengstverhoging
OPP= Areaal van de veehouder (in hectare)

3.4.2 CTF met eigen mechanisatie

Om gebruik te kunnen maken van de mogelijkheden van CTF zijn investeringen nodig. Geen enkel machinepark zal direct zonder extra investeringen direct op het systeem over kunnen stappen. Omdat per bedrijf moet worden gekeken wat de mogelijkheden zijn is niet zwart-op-wit aan te geven wat de extra kosten zijn. Aan de hand van het machinepark van het thuisbedrijf van de onderzoekende student wordt een voorbeeld gegeven van de aanpassingen die nodig zijn. Het huidige machinepark thuis bij de student met daarbij de huidige marktwaarde/inruilwaarde en vervangingswaarde is te zien in onderstaande tabel.

Tabel 3: Het huidige machinepark van de veehouder

	BOUWJAAR	BREEDTE/VERMOGEN	WAARDE	NIEUWPRIJS 2019	SOORT
MF 6265 DYNASHIFT	2001	93 kW (125 pk)	26.000	95.000	Tractor
MF 5435 DYNA-4	2011	73 kW (100 pk)	30.000	65.000	Tractor
LELY SPLENDIMO 280 MC	2013	2,80 m + kneuzer	6.000	13.000	Maaier
FELLA SM401 TRANS KC	2006	4,00 m + kneuzer	6.000	24.000	Maaier
KUHN GF8501 MHO	2006	8,50 m	3.500	14.000	Schudder
ZIEGLER TWIN 850 VS	2007	8,00-8,50 m	4.500	17.000	Dubbele hark
KUHN GA 4521	2011	4,50 m	2.500	7.500	Enkele hark
VICON RS-M 1105	2006	10-30 m	2.000	6.000	Kunstmeststrooier
SIMKO BEMESTER	2006	6 m sleepvoet	150	5.000	bemester

Wat opvalt aan het machinepark in tabel 3 is dat de werkbreedtes van de machines niet op elkaar aansluiten. Er moeten nieuwe machines aangeschaft worden wanneer er op CTF overgestapt wordt. Er moet een geschikte rijpadafstand worden gekozen. Kijkende naar de tabel dan valt op dat de schudder en hark weinig van elkaar verschillen met een werkbreedte van 8.00-8.50 meter. Enige overlap in acht nemend geeft dat een rijpadafstand van 8,00 het beste bij dit machinepark past. De kunstmeststrooier kan ook blijven, maar deze moet het werk op 24 meter gaan doen. De machines die kunnen blijven zijn bekend, de rest moet worden vervangen of geschikt gemaakt voor het werken met CTF:

- Er moet een GPS-systeem met stuurautomaat worden aangeschaft dat op beide trekkers gebruikt kan worden
- Er moet een tripple-maaier komen met een werkbreedte van ongeveer 8.30 meter. Omdat de 6265 niet voldoende vermogen heeft voor een maaier met kneuzer, moet er een machine zonder kneuzer worden aangeschafd.
- De bemester moet worden vervangen óf het mest rijden moet worden uitbesteed*
- De huidige Fella en Lely maaier passen niet in het CTF-syteem. Evenals de Kuhn hark.

* De mesttank is sowieso aan vervanging toe, dus in het geval de veehouder besluit zelf te blijven mest uitrijden, is het voor de kosten van CTF alleen de meerprijzen mee te rekenen die de aanpassingen van

de nieuwe mesttank of bemester vraagt. In dit geval dus een bredere bemester (8,00 meter) in plaats van de bemester die de veehouder in eerste instantie voor ogen heeft (6,0 meter).

In tabel 4 is een voorbeeld van de machines die moeten worden aangeschaft met daarbij de restwaardes op basis van een normale levensduur en normale inruilprijzen. Het betreffen netto-aanschafprijzen, omdat de bruto-aanschafprijzen te ver van de werkelijkheid liggen.

Tabel 4:Aan te schaffen machines en machines die niet in het CTF systeem passen.

	BREEDTE/VERMOGEN	NETTO AANSCHAF	RESTWAARDE	SOORT
TRIMBLE STUURAUTOMAAT		15.000	1.500	GPS Stuurautomaat
FELLA RAMOS 911	8,30 meter	24.000	4.800	Vlindermaaier
FELLA RAMOS 310 FP-K	3,10 meter	9.000	1.800	Frontmaaier
PEECON SCHIJVENBEMESTER	8,00 meter	Meerprijs 5000	500	Bemester
VERKOOP				
FELLA SM401 TRANS KC	4,00 meter	-6.000	-	Maaier+kneuzer
LELY 280 MC	2,80 meter	-6.000	-	Maaier+kneuzer
KUHN GA4521	4,50 meter	-2.500	-	Enkele hark
SIMKO BEMESTER	6,00 meter	-125	-	Bemester
TOTAAL TE INVESTEREN		38.375	8.600	

Om met het huidige machinepark om te schakelen naar CTF zal er 29.775 euro (38.375 – 8.600) moeten worden geïnvesteerd. De echte kosten zijn namelijk de nieuwprijs van alles minus inruil en restwaarde.

De inkuilwerkzaamheden die door de loonwerker worden uitgevoerd met de opraapwagen zullen iets meer tijd in beslag nemen. Er gaat meer tijd verloren doordat er niet lukraak over het perceel gereden kan worden en er soms met opraapwagens naar de kuil wordt gereden die niet helemaal vol zijn omdat de chauffeur niet voor de laatste kuubs weer naar achter gaat rijden waarna die als de wagen wel vol is het pad moet volgen voordat hij weer van het perceel af kan. Uit een eerder onderzoek blijkt dat er 10% meer afstand over het perceel wordt afgelegd. De werksnelheid in het onderzoek ligt 2,5% lager. De loonwerkkosten voor het grasoprapen zullen per jaar (geschat) zo'n 1.000 euro hoger liggen. Ondanks dat de werkzaamheden langer duren en dat er een langere afstand wordt afgelegd blijkt er met behulp van CTF een brandstofbesparing mogelijk van 27%. (Hargreaves et. Al, 2019). De loonwerker heeft meer tijd nodig om het gras weg te rijden. Geschatte extra kosten 1.000 euro per jaar.

De extra tijd die het voor de veehouder extra kost, wordt in dit voorbeeld weggestreept tegen de tijd en kosten die normaal moeten worden gemaakt voor onkruidbestrijding. Die zullen namelijk aanzienlijk afnemen. Om hier meer over te weten te komen, is er meer onderzoek nodig. Verder stijgt de capaciteit met maaien wel flink door de aanschaf van een vlindermaaier.

Mogelijke extra opbrengsten:

Een rijpadafstand van 8,00 meter geeft een bereden oppervlak van 22,5 procent. Door de formule van *TOVha* in te vullen is te berekenen hoeveel er jaarlijks aan extra drogestofopbrengst geoogst kan worden:

$$TOVha = \frac{12.000\left(\frac{10}{100}\right)}{80-15}\left(80-\frac{1{,}8}{8{,}00}*100\right)*€\,0{,}109*45 = €\,5206{,}85$$

Er werd aangenomen dat de extra (loonwerk) kosten op 1.000 euro per jaar zullen uitkomen, maar het is handiger om dit in een nieuwe formule op te nemen:

$$BOP = \frac{HO\ \left(\frac{OV}{100}\right)}{BOR - BO12m}\left(BOR - \frac{1{,}8}{RA} * 100\right) * WDS * OPP - EX$$

BOP= Bruto opbrengst
EX= Extra kosten per jaar

Na aftrek van de extra loonwerkkosten is er 4.206,85 euro (5.206,85 -1.000) te verdienen door over te stappen op CTF met een rijpadafstand van 8,0 meter.

Om te berekenen wat de werkelijke extra opbrengsten zijn moeten de jaarkosten van de investering nog van de bruto opbrengsten worden afgetrokken. Omdat dit voor ieder bedrijf anders is wordt dit aan de formule toegevoegd.

$$NOP = \frac{HO\ \left(\frac{OV}{100}\right)}{BOR - BO12m}\left(BOR - \frac{1{,}8}{RA} * 100\right) * WDS * OPP - EX - \left(\frac{INV - INR - RESTW}{AFSCH}\right)$$

NOP= Netto opbrengst per jaar
INV= Investering om over te stappen naar CTF
INR= De inruil van de machines die niet in het CTF systeem passen
RESTW= Restwaarde van de aan te schaffen machines
AFSCH= Aantal jaar waarin de machines worden afgeschreven

De waarden uit tabel 4 invullen geeft de volgende extra winst per jaar als er wordt overgestapt op CTF:

INV=53.000, INR=14.625, RESTW=8.600 en AFSCH=8

Netto opbrengst per jaar = € 484,97

De investeringen zijn dan terugverdiend na:

NOP = 0 geeft AFSCH = 7,08

De terugverdientijd van de investeringen is tussen de 7 en 8 jaar. Gaan de machines 8 jaar mee dan is de investering waarschijnlijk net terugverdiend.

Uit de formule is af te lezen dat wanneer het aantal hectares toeneemt of de machines langer mee gaan de opbrengst per jaar hoger is.

3.4.3 CTF uitbesteden

Omdat het niet voor alle situaties geloofwaardig is en veel melkveehouders de ruwvoederwinning uitbesteden wordt ook voor het uitbesteden van de werkzaamheden bekeken hoe hoog de winst of het verlies is. De loonwerker heeft standaardtarieven en beschikt over GPS en zou in theorie redelijk makkelijk over kunnen stappen op CTF.

Net als zelf investeren in machines voor CTF moeten de extra opbrengsten opwegen tegen de hogere kosten (loonwerkkosten) die gemaakt gaan worden. Hiervoor geldt niet per sé dat hoe groter het areaal, hoe eerder het rendabel is. Loonwerkers rekenen vaak met een uurtarief of hectaretarief en dus groeien de kosten bijna lineair mee met de grootte van het areaal. Maar hoe meer veehouders

CTF laten toepassen door de loonwerker, hoe lager de kosten per hectare zijn voor de loonwerker. Het uurtarief of hectaretarief zou dan naar beneden kunnen voor de loonwerker.

Wat de loonwerker minimaal moet rekenen om CTF rendabel te krijgen is te lezen in paragraaf 3.4.5.

3.4.4 Extra besparingen en voordelen

Naast de beoogde extra opbrengsten zijn er nog meer besparingen of extra opbrengsten mogelijk.

Minder aankopen van (kracht)voer: door de extra opbrengsten van grasland hoeft er minder voer of krachtvoer te worden aangekocht. Wanneer er een overschot ontstaat van ruwvoer kan er worden gekozen dit deel te verkopen. De opbrengsten of besparingen op ruw- of krachtvoer kunnen worden gebruikt om de meerkosten van CTF te dekken.
65% eiwit norm van eigen land: Vanaf 2025 moet minimaal 65 procent van de eiwitbehoefte afkomstig zijn van eigen land of uit directe omgeving. Gras is hierin een zeer belangrijke schakel doordat het veel meer eiwit bevat dan snijmais (Schooten, Philipsen, & Groten, 2017). Doordat er met behulp van CTF in sommige gevallen een flinke opbrengststijging mogelijk is stijgt de absolute hoeveelheid eiwit die van eigen land wordt gewonnen. Als er minder eiwitbronnen te hoeven aangekocht zorgt dit ervoor dat de hoeveelheid gebruikte eiwit van eigen land ook stijgt.
Minder onkruidbestrijding nodig: Onkruid zorgt ervoor dat de conditie van de grasmat (en de voedingswaarde) achteruit gaat. Onkruid krijgt de kans op plekken waar het gras het minder goed doet. Doordat bij CTF de grasmat minder snel kale plekken krijgt zal de onkruiddruk fors lager zijn. Alleen in de rijsporen zal de onkruiddruk iets hoger zijn doordat het gras hinder ondervindt van de rijsporen. Onkruidbestrijding is meestal alleen nodig in het rijspoor in plaats van het gehele perceel. Dit scheelt bestrijdingsmiddelen, brandstof en loonwerkkosten.
Minder vaak doorzaaien: Net als hierboven is doorzaaien eveneens minder nodig doordat er minder kale plekken in de grasmat zitten. Doorzaaien zal alleen af en toe nodig zijn in het rijpad. Dit scheelt zaaizaad en brandstof of loonwerkkosten.
Efficiënter gebruik van meststoffen: Doordat het gras een hogere opbrengst geeft worden meststoffen sneller en efficiënter opgenomen. Dit zorgt ervoor dat er minder meststoffen in het grondwater komen.

3.4.5 Vanaf hoeveel hectare is CTF rendabel voor de loonwerker?

Loonwerkers investeren in werkzaamheden waar vraag naar is. Wanneer er gevraagd wordt aan een loonwerker of die voortaan de grasoogst uit wil voeren op rijpaden zal die andere veehouders moeten overtuigen om over te stappen op het systeem. Door met de veehouders een tarief af te spreken wat de werkzaamheden per hectare per jaar extra kost kunnen veehouders beslissen of ze hierin mee gaan.

Het is lastig hier een (reken) model voor te verzinnen. Door van de potentiële extra opbrengsten uit te gaan en de klant ervan te overtuigen dat voor elke euro die hij investeert (per hectare) in CTF er twee terug krijgt in de vorm van gewas (drogestof) is die wellicht te overtuigen. Bij een rijpadafstand van 9 meter is het *extra* tarief per hectare per jaar dus ½ x € 120,74 = € 60,37. Omdat een loonwerker moet investeren in nieuw materieel is een rekentool wel handig om te kijken hoeveel veehouders (hectares) hij minimaal moet vastleggen om mee te doen om quitte te spelen. Als er niet voldoende veehouders (hectares) kunnen worden gevonden of de investeringen te hoog zijn kan er worden besloten de grasoogst (voorlopig) op de oude manier te blijven doen. De mogelijke opbrengsten per hectare moeten afgezet worden tegenover de kosten en investeringen. Om zekerheid te hebben is het voor de loonwerker handig om voor een aantal jaar met de klanten af te spreken dat ze de werkzaamheden op CTF uit laten voeren. Een soort contract dus.

De formule om het minimaal aantal hectares uit te rekenen komt er dan zo uit te zien:

$$\frac{T * OVha}{OPP} = \frac{INV - INR - RESTW}{PER}$$

Om het aantal hectares te kunnen uitrekenen is het makkelijker om de formule om te zetten:

$$OPP = \frac{INV - INR - RESTW}{T * OVha * PER}$$

OPP=	Het aantal hectares
INV=	De totale investering die gedaan moet worden in nieuwe machines
INR=	Eventuele inruilwaarde van de oude machines
RESTW=	Restwaarde van de gekochte machines
T=	Tarief (factor van de verwachte opbrengst voor de veehouder)
OVha=	Opbrengstverhoging per hectare in euro's (formule: par. 3.4.1)
PER=	Periode of contractduur in jaren (of: afschrijvingsperiode machines)

Hieronder twee rekenvoorbeelden aan de hand van de formule.

Voorbeeld 1:		***Voorbeeld 2:***	
INV=	120.000	INV=	150.000
INR=	12.000	INR=	12.000
RESTW=	12.000	RESTW=	15.000
T=	0,5	T=	0,5
OVha=	115,71 (8,0m rijpad)	OVha=	120,74 (9,0m rijpad)
PER=	5	PER=	5
OPP=	331,87 ha	OPP=	407,49 ha

In het eerste voorbeeld is gekozen voor een rijpad op 8 meter met bijbehorende investeringen. Met een contractduur van 5 jaar zou de loonwerker minimaal 332 ha moeten kunnen bewerken om winst te kunnen maken met het CTF-systeem.

In voorbeeld 2 is gekozen voor een rijpadensysteem van 9,0 meter. De investering is hoger, waardoor het aantal hectares wat bewerkt moet worden om de investering terug te verdienen hoger is. De loonwerker moet dan minimaal 408 hectare per jaar doen om winst te kunnen maken. Als het contract geen 5, maar 4 jaar zou duren dan moet er minimaal 510 hectare per jaar op CTF worden geoogst.

Bovenstaand zijn allemaal aannames onder bepaalde omstandigheden. Wel kan de formule gebruikt worden of aangepast worden om de uitkomst voor andere situaties te kunnen berekenen.

4.0 Discussie

Het doel van dit onderzoek is om te kijken of er in Nederland mogelijkheden zijn om de werkzaamheden op grasland uit te voeren zijn op vaste rijpaden. Er wordt gekeken naar de mogelijke opbrengstverhogingen en er wordt een rekenmodel geschetst waarmee uit te rekenen is of de overstap voor een melkveebedrijf rendabel is. Een ondernemer die zich in de materie verdiept kan aan de hand van dit onderzoek bepalen of *Controlled Traffic Farming* iets voor hem/haar is. De hoofdvraag van dit onderzoek was:

Wat is het effect van Controlled Traffic Farming (CTF) onder Nederlandse omstandigheden bij de teelt van gras en voor welke melkveehouders is het interessant?

Bij beantwoording van de eerste deelvraag 'Onder welke omstandigheden is het gebruik van CTF overbodig?' bleek dat het niet onder alle omstandigheden CTF de beste keuze is. Op basis van literatuur, eigen interpretatie en praktische kennis is een analyse gemaakt van methoden en omstandigheden die wellicht een goed alternatief zijn voor de keuze van CTF. Ook is er onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om niet van systeem te veranderen, maar met kleine aanpassingen een betere opbrengst te halen. Door te kijken wanneer de meeste kans op bodemverdichting is, zijn de belangrijkste veroorzakers van bodemverdichting bepaald.

In deelvraag 2 'Is CTF een geschikt systeem voor de Nederlandse melkveebedrijven?' is er gekeken naar het rijpadensysteem en of dit wel toepasbaar zou zijn in Nederland. Er was recent praktijkonderzoek gedaan in Nederland waar resultaten van bekend waren. Ten tijde van het vooronderzoek was dit nog niet het geval. Omdat dit het eerste onderzoek in Nederland was, is in de rest van het onderzoek ook nog naar uitkomsten uit het buitenland gekeken. Omdat beweiden in Nederland zowel maatschappelijk als financieel belangrijk is wordt daar ook nog naar gekeken. O.a. wat het financieel zou betekenen als er gestopt zou worden met beweiden. De effecten van beweiden in combinatie met CTF zijn niet bekend, dus is daarom in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

Deelvraag 3 'Werkt CTF beter dan andere systemen om bodemverdichting tegen te gaan?' vergelijkt CTF vooral met de beschikbare alternatieven. Door van CTF en de alternatieven alle voor en nadelen op te sommen was het idee om een goede afweging te kunnen maken wat het ultieme systeem is om toe te passen op de grasoogst. Maar omdat bij veel methoden opbrengstcijfers slecht zijn in te schatten of niet bekend zijn is ook niet te beredeneren welk systeem nou uiteindelijk het hoogste saldo op zal leveren.

Bij deelvraag 4 wordt er ingegaan op de vraag 'Is CTF economisch rendabel te gebruiken onder Nederlandse omstandigheden?'. Dit is misschien wel de belangrijkste vraag uit dit rapport omdat CTF waarschijnlijk nooit toegepast zal worden op Nederlandse melkveebedrijven wanneer de investeringen en kosten hoger zijn dan de opbrengsten op het gebied van gewasopbrengst en staat van de bodem. Door voor de thuissituatie van de student uit te rekenen wat de overstap naar het CTF-systeem zou kosten is al een eerste indicatie te geven. Voor ieder bedrijf is de situatie anders en is er dus besloten het op het thuisbedrijf te betrekken. Door de methodiek uit te werken tot een formule is door invoering van verschillende variabelen voor ieder bedrijf globaal uit te rekenen of er een hoger saldo te halen is, of juist niet. Omdat het niet altijd geloofwaardig is dat een veehouder zelf de machines koopt is ook een rekenmodel voor loonwerkers gemaakt. Door de investeringen en het tarief (percentage van de extra opbrengst van de veehouder) is een inschatting te maken hoeveel hectare de loonwerker minimaal met CTF moet werken om de investeringen terug te kunnen verdienen. De aannames die voor deze formules zijn gedaan zijn wel onder bepaalde voorwaarden, maar geven wel een goede indicatie of overstappen wellicht zinvol kan zijn.

5.0 Conclusie en aanbevelingen

In dit onderzoek is gezocht naar antwoord op de vraag '*Wat is het effect van Controlled Traffic Farming (CTF) onder Nederlandse omstandigheden bij de teelt van gras en voor welke melkveehouders is het interessant?*'. Hiervoor is een literatuuronderzoek uitgevoerd.

Uit het onderzoek blijkt dat het niet altijd nodig is om over te schakelen op Controlled Traffic Farming. Zolang de omstandigheden waarbij het werk gedaan wordt prima zijn, is investeren in een rijpadensysteem niet nodig. Echter blijkt dat het niet mogelijk is om alle bewerkingen uit te voeren onder de juiste omstandigheden. Weersomstandigheden en tijd van het jaar heeft daar grote invloed op. Van alle werkzaamheden die door het jaar heen worden gedaan op grasland, heeft mest rijden in het voorjaar en gras oogsten in het najaar waarschijnlijk de grootste invloed op de verdichting van de bodem.

CTF zou in de toekomst in Nederland een rol kunnen gaan spelen bij de teelt van gras. Er wordt veel gras gewonnen op kleigrond, waar volgens recente onderzoeken tussen de 10 en 15 procent extra gewasopbrengst mogelijk is. De onderzoeken richtten zich tot nu toe vooral op rijpadensystemen van 12 meter. Voor Nederland lijkt vooral een 9 meter rijpadensysteem voor de hand te liggen. Veel boeren en loonwerkers hebben al machines van 9 meter breed, waardoor de kosten van overstappen binnen de perken blijven. Voor zandgrond zijn nog geen (betrouwbare) cijfers bekend. Op veengrond zal CTF niet snel worden toegepast omdat er snel spoorvorming optreedt. Lichte combinaties met bredere banden is op veengrond een betere optie. Door het hoge zelfherstellende vermogen van Veen is gereden schade snel hersteld. Groot struikelblok voor veehouders kan het weiden van de koeien zijn, dat een flink bedrag in weidepremies oplevert en niet zomaar is terugverdiend met behulp van CTF. Doelgroep van het systeem lijkt dus vooral grote melkveehouders die niet weiden en veel hectare gras in beheer hebben.

Controlled Traffic Farming werkt niet per sé beter dan andere systemen. De gewasopbrengst kan flink toenemen, maar de investering om op vaster rijpaden te kunnen werken zijn over het algemeen fors. Voordelen zijn dat er minder onkruid groeit en dat er minder vaak gras hoeft te worden bij gezaaid. Van de alternatieven past CTF het slechts in een systeem waarin de koeien geweid worden.

Uit het onderzoek is gebleken dat er op financieel gebied veel kansen liggen voor CTF. Een opbrengstverhoging van 10 procent betekend gemiddeld 1.200 kg drogestof met een waarde van € 130,80 extra van een hectare. Een bedrijf met veel hectares kan zo tienduizenden euro's besparen op ruwvoer per jaar. Investeren in CTF heeft financieel alleen zin als er voldoende hectares worden bewerkt. Dit geldt zowel voor veehouders die zelf de overstap wagen als loonwerkers. Levensduur en afschrijving van de machines zijn van grote invloed op de jaarkosten. Wanneer een loonwerker de stap waagt is extra zekerheid van een contract met aangesloten veehouders aan te raden.

Aanbevelingen

Om een betrouwbaarder beeld te krijgen naar de effecten van CTF is het belangrijk dat er meer onderzoeken komen op verschillende grondsoorten. Door CTF meerdere jaren achter elkaar uit te voeren worden ook de lange termijn effecten bekend. Door bij de onderzoeken ook de rijpadenafstanden te variëren worden ook de praktische en minder praktische kanten zichtbaar. Alternatieven voor CTF als referentie gebruiken geeft een beter beeld. Ook zou er een onderzoek gehouden kunnen worden of veehouders überhaupt interesse hebben in het CTF systeem.

De formules die de student heeft opgesteld geven slechts een indicatie van de financiële mogelijkheden voor de veehouder of loonwerker. Door meer onderzoek te doen kunnen voor bepaalde aannames harde cijfers worden gebruikt en zijn de uitkomsten veel nauwkeuriger.

Bibliografie

(sd).

Agrimedia Producties. (sd). Vaste rijpaden in de grasoogst. *Melkveehouder op het rechte pad.* Agrimedia Wageningen, Wageningen.

Akker, J. v., Vries, F. d., Vermeulen, G., Hack-ten Broeke, M., & Schouten, T. (2012). *Risico op ondergrondverdichting in het landelijk gebied in kaart.* Wageningen: Wageningen UR.

Banken, K., de Buisonje, F., Evers, A., Ouweltjes, W., Verkaik, J., Vermeij, I., & Wemmenhove, H. (2017). *Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2017-2018.* Wageningen: Wageningen University & Research.

Bernaerts, S. (2017, Maart). Vaste rijpaden - Spoorvast. (A. v. Horst, & G. Zevenbergen, Red.) *LandbouwMechanisatie, 68*(3), 16-21.

Boer, H. d., Joachim, D., & van Eekeren, N. (2018). *Woelen van verdicht grasland op een zavelgrond en een zware kleigrond: effecten op bodemstructuur, beworteling en productiviteit.* Wageningen: Wageningen Livestock Research.

CBS. (2018). Centraal Bureau van de statistiek.

Chamen, W. (2011). *The effects of low and controlled traffic systems on soil phisical properties, yields and profitability of cereal crops on a range of soil types.* Cranfield.

Davies, B., Eagle, D., & Finney, B. (1993). *Soil Management.* Ipswich: Farming Press.

Douglas, J., Campbell, D., & Crawford, C. (1992). *Soil and crops responses to conventional, reduced ground pressure and zero traffic systems for silage production. Soil tillage research.*

Frame, J. (1982). *The effect of wheel tracking on red clover .* Reading: British Grassland Society.

Frost, J. (1988). *Effects of crop yields of machinery traffic and soil loosening part 1.*

Hamza, M., & Anderson, W. (2005). *Soil compaction in cropping systems. A review of the nature, causes and possible solutions.* Elsevier.

Hansen, S. (1996). *Effects of manure treatment and soil compaction on plant production of a dairy farm system convertin to organic farming practice.*

Hargreaves, P., Peets, S., & Chgamen, T. (2019). *Improving grass silage production with controlled traffic farming (CTF): agronomics, system design and economics.* Newport: Springers Nature.

Hargreaves, P., Peets, S., Chamen, W., White, D., Misiewicz, P., & Godwin, R. (2016). *Potential for Controlled Traffic Farming (CTF) in Grass Silage Production: Agronomics, system design and economics.* Newport: Harper Adams University.

Horst, A. v. (2013). Maaien op GPS. *Veehouderij Techniek*, 18-24.

Knight, S., Kightly, S., Bingham, I., Hoad, S., Lang, B., Philpott, H., . . . Ball, B. (2012). *Desk study to evaluate contributory causes of the current "yield plateau".*

Koolen, A., Lerink, P., Kurstjens, D., Akker, J. v., & Arts, W. (1992). *Prediction of aspects of soil-wheel systems. Soil and Tillage Research,.*

Krebbers, H. (2018, Juli). Vaste rijpaden in gras - Rijschade drukt opbrengst. *Veehouderij Techniek, 21*(4), 18-19.

Mest. (2019). Opgehaald van Rijksdienst van Ondernemend Nederland: https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mestbeleid/mest

Pindyck, R., & Rubinfeld, D. (2009). *Microeconomics.* New Jersey: Pearson Education.

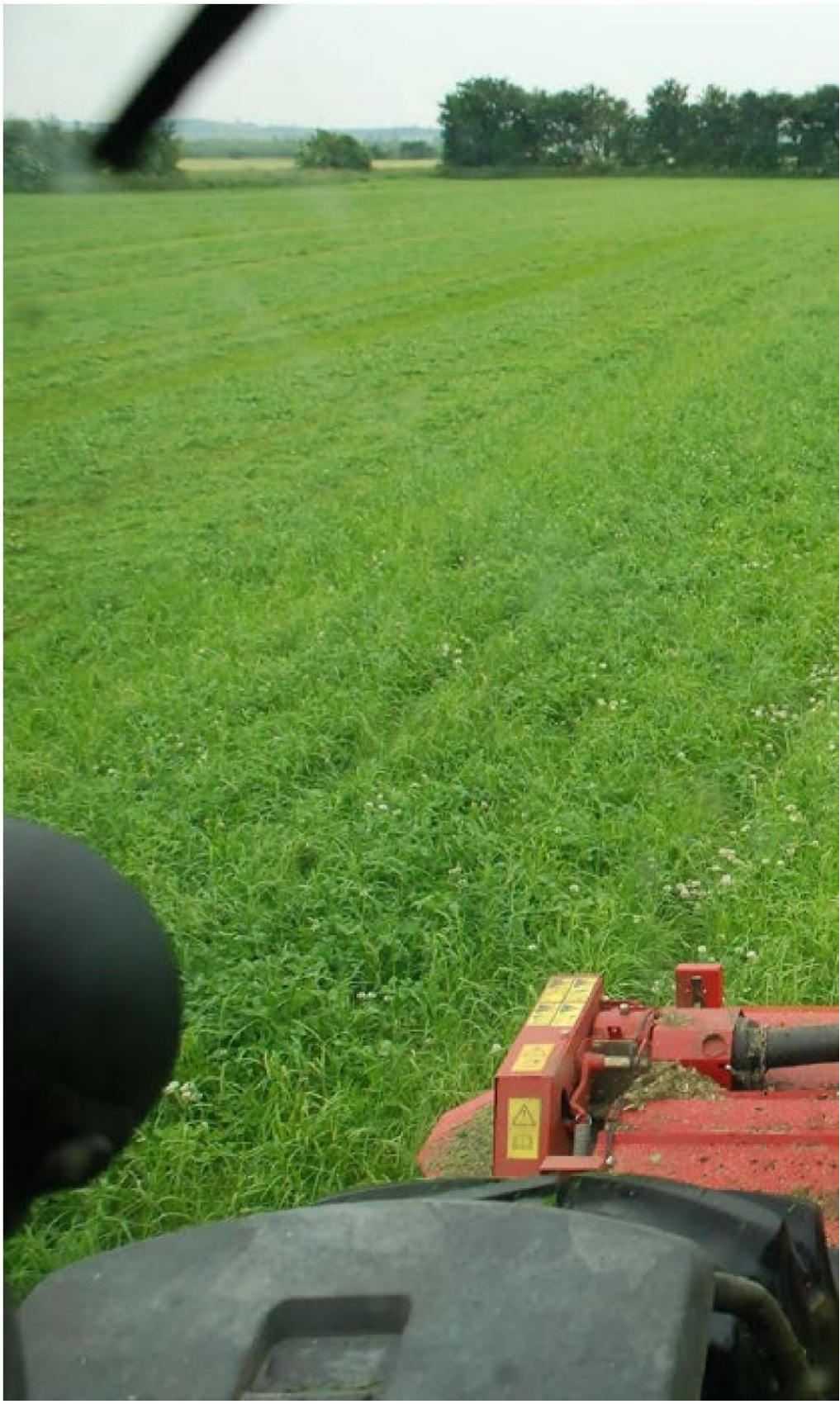
Schooten, H. v., Philipsen, B., & Groten, J. (2017). *Handboek snijmaïs 2018.* Wageningen: Wageningen Livestock Research.

Tauger, M. B. (2011). *Agriculture in world history.* Avingdon: Routledge.

Van Ouwerkerk, C., & Soane, B. (1994). Conclusions and recommendations for further research on soil compaction in crop production. In B. Soane, & C. v. Ouwerkerk, *Developments in Agricultural Engineering* (pp. 627-642). Amsterdam: Elsevier.

Bijlage 1: Artikel Veehouderij Techniek Maart 2018

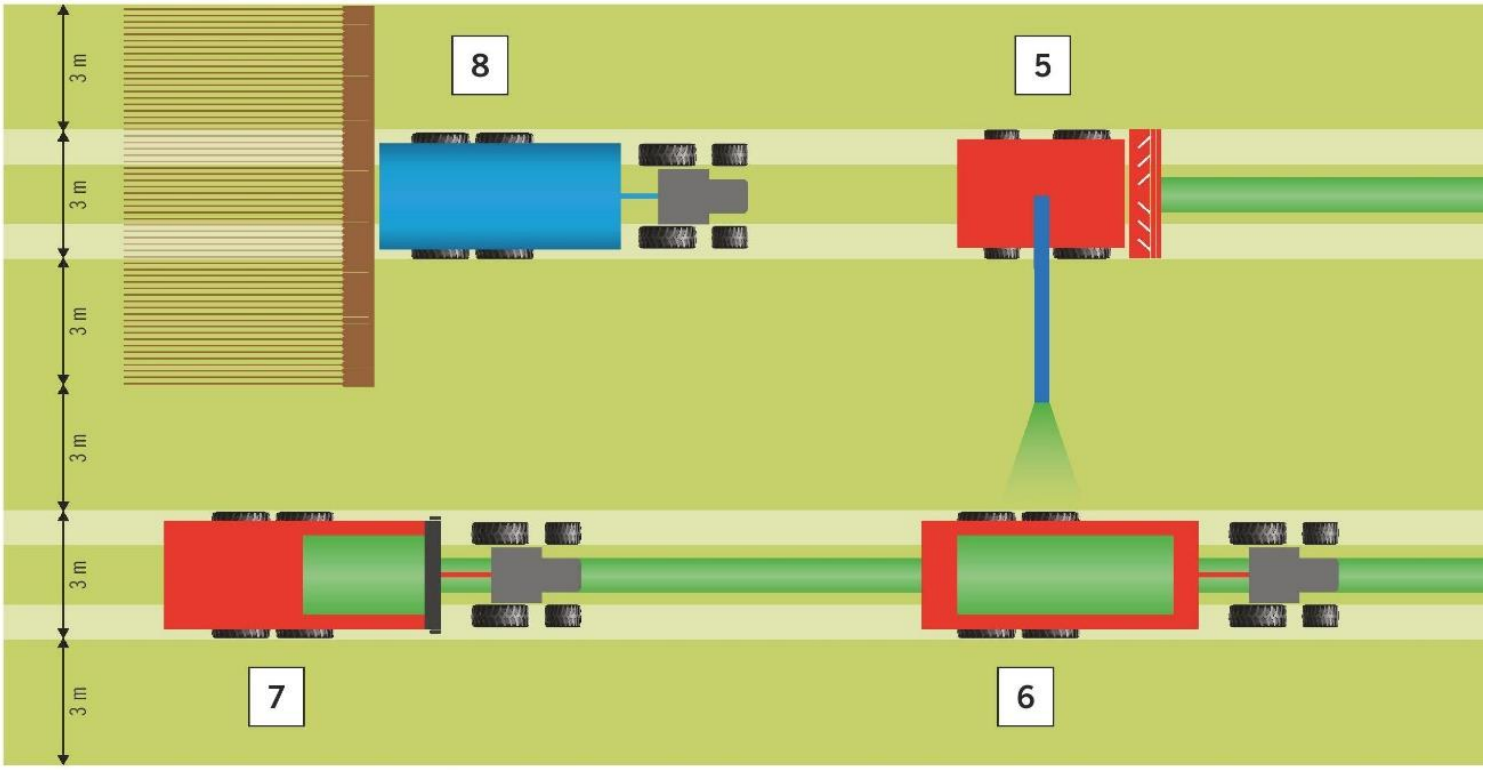
Melkveehouder op het



In Denemarken wordt het al veel toegepast: *Controlled Traffic Farming* (CTF). Oftewel: op het grasland rijden trekkers en werktuigen op vaste rijpaden, zodat het gras daartussen nooit wordt bereden. Heeft dat zin en wat moet er allemaal gebeuren als je de overstap waagt?

Tekst: Frank Rijnsburger
Foto's: Albert van der Horst, Frank Rijnsburger, AHDB Dairy en Leverancier

rechte pad

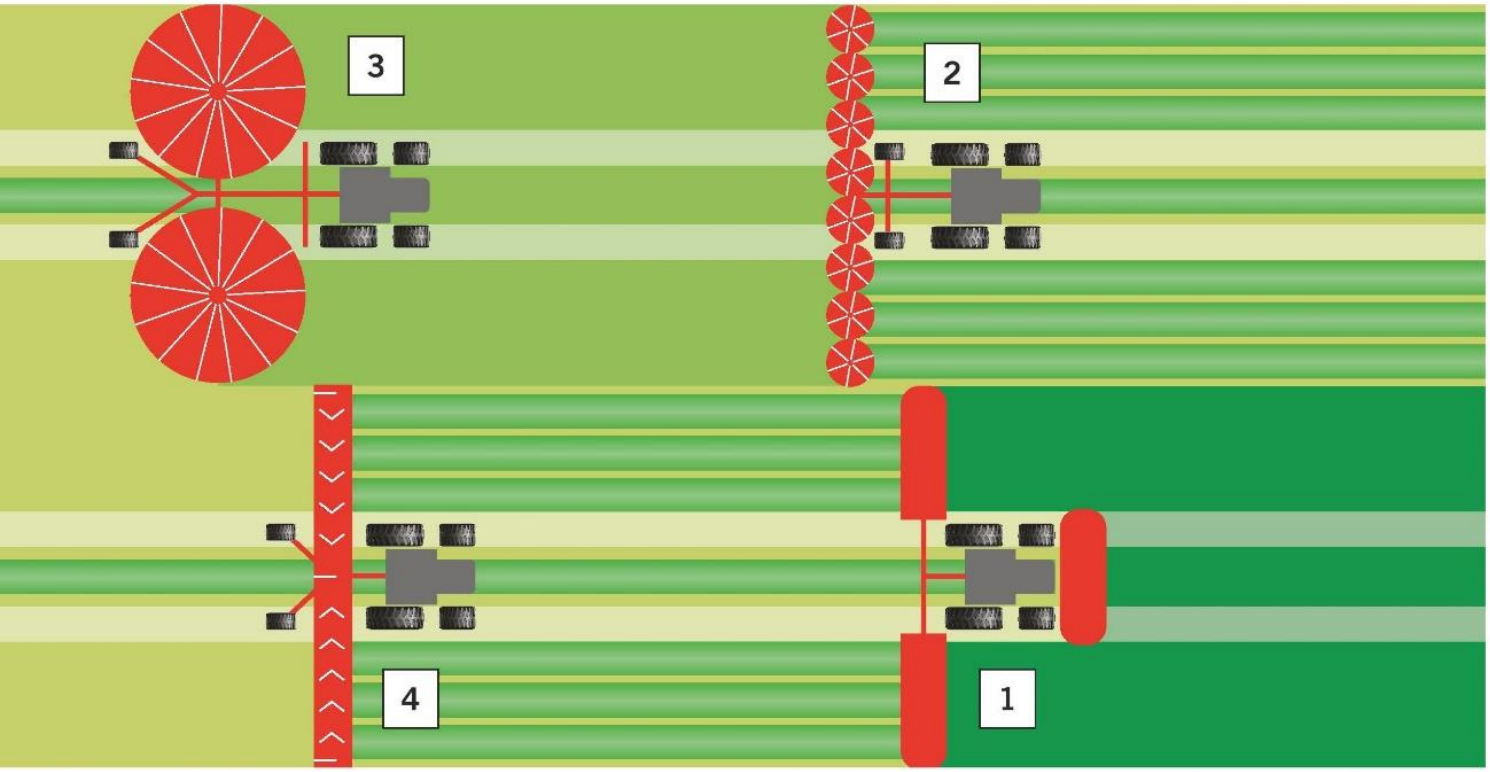


Een uitwerking van een rijpadensystreem op 9 meter. De silagewagen rijdt op het rijspoor naast het rijspoor van de hakselaar. De opraapwagen is een goed alternatief en laadt het gras van het eigen rijspoor.

Het binnenhalen van de grasoogst blijft één van de mooiste perioden in het jaar. De grote machines die af en aan rijden tussen de percelen en de rijkuil is prachtig. In een ultieme poging de hakselaar niet te laten wachten, rijdt de trekker met silagewagen liefst in een rechte lijn naar de hakselaar. Maar levert die tijdwinst ook wat op? Of is de schade die de trekker met trailer toebrengt aan de bodem en dus aan de grasgroei groter?
Diverse onderzoeken uit onder andere Scandinavië en Engeland tonen aan dat in een groeiseizoen tot wel 80 procent van het perceel minimaal één keer wordt bereden. En dat komt vooral doordat de werkbreedtes van verschillende opeenvolgende werkgangen niet op elkaar aansluiten: de bemester heeft een werkbreedte van 12 meter, maaien gebeurt op 9 meter, schudden op 17 meter en de hark heeft bijvoorbeeld een werkbreedte van 14 meter. Als je erin slaagt de werkbreedtes beter op elkaar af te stemmen, kun je de bereden oppervlakte in het meest ideale geval terugbrengen tot 13 procent. Je moet dan wel consequent door hetzelfde spoor rijden. Rtk–gps in combinatie met een stuurautomaat is dus aan te bevelen. Is het dan erg dat er een groter oppervlak wordt bereden? Er zijn tenslotte schuifassen en machines met hondengang die juist het gewicht verspreiden over een zo breed mogelijk spoor.
Volgens wetenschappelijk onderzoek is de eerste keer berijden van de onbereden bodem het schadelijkst. Dit leidt tot de grootste bodemverdichting. Elke keer extra berijden zorgt natuurlijk voor extra verdichting, maar dit valt in het niet bij de schade die de eerste keer berijden veroorzaakt. Volgens deze theorie levert een zo klein mogelijk bereden oppervlak tot zo min mogelijk verdichting en dus tot de hoogste opbrengst per hectare.

Voorgeschiedenis

Harper Adams University uit Engeland nam de proef op de som en testte dit door een volledig groeiseizoen te bemesten en te oogsten volgens *Controlled Traffic Farming* (CTF). In tegenstelling tot de twaalf meter die in Denemarken gebruikelijk is, koos de Harper Adems University voor vaste rijpaden op 9 meter. De uitkomsten zijn vergeleken met een controleperceel met dezelfde voorgeschiedenis, waarbij níet met rijpaden werd gewerkt.
Bij elke werkgang is met rtk-gps in kaart gebracht waar de machines zijn geweest. Uit de beelden op pagina 22 blijkt duidelijk dat bij vaste rijpaden een veel kleiner percentage van de oppervlakte wordt bereden. Van elke snede is de drogestofopbrengst gemeten en vergeleken met het controleperceel. De verschillen zijn niet wereldschokkend, maar wel duidelijk: in het eerste jaar is 960 kg drogestof per hectare extra geoogst van het perceel waar CTF is toegepast. Het effect van rijpaden bleef bij de eerste snede beperkt (+ 2,8 procent). Logisch ook: er was alleen één keer een mesttank over het perceel gegaan voor de grasoogst. Bij de tweede en derde snede waren de opbrengstverschillen groter: een toename van respectievelijk 8,4 en 21,4 procent drogestof.
Een Britse melkveehouder met 100 hectare gras haalt in het eerste jaar en bij drie snedes zo'n 96 ton drogestof extra van zijn areaal. Ervan uitgaande dat een kilo drogestof 10,9 cent kost (Kwin), bedragen de extra opbrengsten ruim 10.450 euro. Dat biedt ruimte voor investeringen in gps-apparatuur of voor extra uitgaven aan de loonwerker die op rijpaden kan oogsten en bemesten. De verwachting is dat de opbrengsten verder toenemen naarmate een veehouder langer



Legenda: [**1**] Triplemaaier, [**2**] schudder en cirkelhark [**3**] met middenafleg. Een bandhark [**4**] met zowel midden- als zijafleg. Hakselaar [**5**] die het gras in [**6**] de silagewagen blaast. Opraapwagen [**7**] en mesttank [**8**] met zodebemester.

met vaste rijpaden werkt. Jammer genoeg zijn er nog geen gegevens bekend die dit vermoeden onderstrepen.
De overstap naar een systeem met vaste rijpaden vraagt om forse investeringen. Daarnaast zijn er factoren waarop je als veehouder weinig invloed hebt. Op de plaatjes op pagina 14 is te zien dat je bij het rijpadensysteem op de kopakkers meer sporen hebt dan midden in het veld. Hoe langer de percelen zijn – met relatief weinig kopakker – hoe groter de winst.

Spoorbreedtes

Maar er zijn meer uitdagingen. Niet alleen de werkbreedtes van de verschillende machines moeten op elkaar worden afgestemd, dat geldt ook voor de spoorbreedtes. Dat is lastig en vooral heel duur. Een hakselaar op 80 cm brede banden (buitenmaat 3,30 meter) heeft een loopvlak dat voor 70 procent buiten het spoor van een schuddertrekker met een vermogen van 66 kW (90 pk) valt. Het is mogelijk om een hakselaar op 3,00 meter buitenwerks te zetten, maar dan kunnen de banden maar maximaal 65 cm breed zijn. Mesttanken, silagewagens en opraapwagens gaan ook al vaak richting de 3 meter breedte op 80 cm brede banden waardoor hier verder geen winst meer te halen is. Om niet de hele machinevloot overhoop te halen, kun je ervoor kiezen iets bredere sporen aan te houden van twee keer 80 tot 90 cm. Op die manier passen zowel de hakselaar, de trekkers, als de aanhangwagens met standaardwielen in hetzelfde spoor. In deze wielsporen is de opbrengst dan uiteraard lager dan op de onbereden stukken.
De rijpadenafstand is van grote invloed op alle werkzaamheden. Veelgebruikte afstanden zijn 6, 9 en 12 meter, maar je kunt ook kiezen voor 7,5 meter. De breedte van de maaicombinatie is bij deze keuze wellicht de belangrijkste factor. Omdat je met een front- en achtermaaier niet symmetrisch werkt, moet die worden ingeruild. Triplecombinaties, zelfrijders en maaiers voor trekkers met omkeerinrichting passen beter in een rijpadensysteem. Bij deze maaicombinaties liggen de wielsporen namelijk wel in het midden van de werkbreedte.

Geleidelijk overstappen

Na de keuze voor een werkbreedte, kun je ervoor kiezen om in één keer over te schakelen of de machines één voor één te vervangen of aan te passen. Deze geleidelijke

Toekomstig gebruiker

Karel Kennes van loonbedrijf De Schalm uit Alphen (NB) wil alle werkzaamheden voor zijn klanten op 9,0 meter uitvoeren en wil overstappen op een systeem met vaste rijpaden. "Wij zetten hoog in op het verbeteren van de grasopbrengst en het rijpadensysteem past daar perfect in." De eerste machine voor dat systeem heeft Kennes inmiddels aangeschaft: een Vredo-mestinjecteur van 9,0 meter. Op het wensenlijstje staat onder andere ook een bandhark, waarmee het loonbedrijf zowel met zij- als met middenafleg kan werken. "Om te hakselen op rijpaden wil ik de silagewagen met snelkoppelsysteem aan de hakselaar bevestigen."

Boven: veldverkeer op een perceel dat op de traditionele manier wordt bemest en ingekuild. Onder: veldverkeer op een perceel met vaste rijpaden.

> Rijpadenafstand van negen meter ligt voor de hand

De silagewagen rijdt een stuk verder van de hakselaar in een rijpadensysteem. Door handig gebruik te maken van het afdeksysteem wordt morsen voorkomen.

overgang is zeker het overwegen waard. Door elke machine die aan vervanging toe is om te wisselen voor de geschikte werkbreedte binnen het rijpadensysteem, wordt het machinepark omgeschakeld voor CTF zonder dat het veel extra geld kost. Elke extra machine die op rijpaden kan werken zal al voor een opbrengstverhoging zorgen. Gevolg is wel dat er een aantal jaren overheen gaat voordat je compleet bent overgeschakeld.

Overlap

Veel loonwerkers hebben tegenwoordig wel een triplemaaicombinatie in de schuur. De werkbreedte van deze machines ligt meestal ergens tussen 8,7 en 9,5 meter. De rijpadafstand die daarbij past, ligt ergens tussen 8,5 en ruim 9 meter. Houd namelijk wel rekening met enige overlap. Het is namelijk vervelend als de rijpaden in het gps-systeem zijn geladen, maar dat vervolgens overal een strookje gras blijft staan.

In de illustraties op de vorige pagina's is uitgegaan van een rijpadafstand van 9,0 meter. De verschillende werkgangen van maaien tot bemesten staan erin. Het opvallendste is dat de hakselaar en trekker met silagewagen elk hun eigen spoor hebben en veel verder van elkaar rijden dan gebruikelijk. Het lijkt een behoorlijke uitdaging om die afstand tussen hakselpijp en silagewagen te overbruggen. Maar door gebruik te maken van een verlengde pijp (voor een 12-rijige maïsbek) moet dit geen probleem zijn.

Bovendien kun je door handig gebruik te maken van de afdekkleppen van de silagewagen voorkomen dat er wordt gemorst. Droge silage in combinatie met een flinke wind zouden tot problemen kunnen leiden. Karel Kennes van loonbedrijf de Schalm uit Alphen (NB) overweegt het rijpadensysteem bij klanten in te voeren. Hij ziet meer in silagewagens achter de hakselaar die hij op de kopakker afkoppelt.

De overige werkzaamheden zijn prima op negen meter uit te voeren. Machines met een nog grotere werkbreedte passen daarentegen slecht in het rijpadensysteem. Want langs de kant van het perceel kom je alleen goed uit als de werkbreedte drie of vijf keer zo groot is. Bij een verdubbeling van de werkbreedte van de schudder naar 18 meter komt het rijpad op 9 meter van de kant te liggen in plaats van op 4,5 meter. En schudders van 27 meter zijn er nog niet. Het strooien van kunstmest kan wel op een breedte van 27 meter, net als de chemische onkruidbestrijding. Om de volledige capaciteit te benutten van de hakselaar of opraapwagen kan het bij de derde en latere snedes gewenst zijn dat het gras van grote werkbreedtes bijeen wordt geharkt. Met de cirkelhark lukt dit niet op rijpaden, maar met de bandhark is dit wel goed mogelijk. Met een bandhark is namelijk snel te wisselen van zijafleg naar middenafleg en kun je dus moeiteloos 9, 18 of 27 meter op één wiers harken.

Balen weghalen

De veehouders die overstappen op een rijpadensysteem, zullen waarschijnlijk niet veel balen maken, hooguit van de latere snedes. In één werkgang balen persen en wikkelen moet nog wel lukken, maar het weghalen wordt een probleem.

Ongetwijfeld komt er een handige sleutelaar met een oplossing, maar veel mensen zullen het voor lief nemen dat er van het rijpad wordt afgeweken.

Bijlage 2: Interviewverslag

Om te kijken of er al praktijkvoorbeelden waren voor Controlled Traffic Farming in de veehouderij ging de student op zoek naar mensen die CTF al toe passen of in de toekomst toe willen gaan passen. De student kwam uit bij Karel Kennes van Loonbedrijf de Schalm uit Alphen (Noord Brabant). In het kader op pagina 13 van het artikel "Melkveehouder op het rechte pad" in bijlage 1 is ook een deel van het interview gebruikt om het artikel wat kracht bij te zetten.

17 Januari 2018, Alphen.

Karel Kennes is directeur en eigenaar van Loonbedrijf de Schalm. Karel heeft met een deel van zijn klanten een overeenkomst afgesloten waarin hij wordt uitbetaald per liter melk die de veehouder produceert. Volgens Kennes een win-win situatie: "De melkveehouder weet waar hij aan toe is doordat de loonwerkkosten een vast bedrag van de kostprijs per kilogram melk is. Ik zorg ervoor dat er goed voer wordt gewonnen waardoor de veehouder en ik beiden meer verdienen. Ik bepaal voor deze groep veehouders de oogstmomenten. Vooruitplannen is voor mij een stuk eenvoudiger nu doordat ik nu zelf kan bepalen waar oogsten het hardst nodig is."

Om een hoge grasopbrengst te bereiken werkt Kennes al veel met precisielandbouw. Er worden grondmonsters gestoken, er wordt bekalkt en er worden bemestingstaakkaarten gemaakt. Om de opbrengst van de percelen in kaart te brengen is de hakselaar uitgerust met een NIR-Sensor. Op die manier is plaats specifiek de grasopbrengst te bepalen. Vervolgens kunnen met die gegevens taakkaarten worden gemaakt om plaats specifiek meststoffen toe te dienen.

Al deze maatregelen heeft Kennes al genomen om de grasopbrengst bij zijn klanten te optimaliseren. Kennes wil nog een stap verder gaan en ziet kansen om de grasoogst bij zijn klanten voortaan met behulp van Controlled Traffic Farming uit te gaan voeren. Kennes heeft de eerste machines inmiddels al aangeschaf: de mestinjecteur achter de zelfrijdende mesttrike is 9,00 meter breed. Ook de triple maaicombinatie heeft een werkbreedte van 9,30 meter. Kennes ziet het meeste in een rijpadensysteem van negen meter omdat alle bewerkingen goed uit te voeren zijn in die werkbreedte en omdat de machines op de markt ruim beschikbaar zijn in die werkbreedte. "Smaller dan negen meter wil ik niet gaan en twaalf of zelfs veertien meter is prijzig en bovendien minder geschikt voor de Nederlandse percelen. Schudden op negen meter is wat aan de smalle kant maar wij streven ernaar helemaal niet meer te schudden voor behoudt van voederwaarde."

De loonwerker wil geleidelijk aan overstappen op CTF door elk jaar een machine van negen meter aan het machinepark toe te voegen. "Elk jaar komen we een stukje dichter bij het ideale plaatje." Om te harken wil de loonwerker geen cirkelhark maar een bandhark aanschaffen. Doordat een bandhark zowel midden- als zij kan afleggen is het mogelijk om bij snedes met minder opbrengst wiersen te maken van 18 of 27 meter bijeen. Op die manier wordt de capaciteit van de hakselaar altijd benut en wordt er niet onnodig over het perceel gereden.

Het hakselen zelf wil de loonwerker uit gaan voeren door de silagewagens niet naast, maar achter de hakselaar aan te laten rijden. Door de wagens en hakselaar van een snelwisselsysteem te voorzien is snel een andere silagewagen aan te koppelen. Terwijl de hakselaar verder hakselt wordt de andere wagen naar de kuil gereden.