

DE INVLOED VAN HARKTECHNIEK OP HET RUW AS-GEHALTE BIJ GRASWINNING

Resultaten van een strokenproef in grasland
waarbij de bandhark en de rotorhark worden
vergeleken



Auteur: Jeroen Buis
Opdrachtgever: Aeres Hogeschool Dronten
Uitgevoerd bij: Oxbo
2023

Scriptie

Auteur:

Jeroen Buis

Studentnummer:

3027951

Opdrachtgever:

Aeres hogeschool Dronten

Opleiding:

Agrotechniek en management

Plaats:

Dronten

Datum:

14-8-2023

Afstudeerdocent:

Karl Selles

Begeleider:

Adrie Kunst

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 onderzoek over de invloed van harktechniek op het ruw as gehalte bij graswinning. Hierin wordt een proef uitgevoerd met verschillende technieken voor graswinning.

Mijn naam is Jeroen Buis, 24 jaar en student aan de Aeres Hogeschool te Dronten, hier volg ik de opleiding agrotechniek en management waarbij ik, op het moment van schrijven, in de afstudeerfase zit. Naast mijn opleiding heb ik mijn eigen loonbedrijf waarbij ik vooral werk verricht voor andere loonwerkers en akkerbouwers. Hierbij werk ik voornamelijk als chauffeur bij allerlei werkzaamheden. De interesse die ik in de agrarische sector heb en de interesse in het winnen van ruwvoer heeft ertoe geleid dat ik meer wilde weten over het onderwerp.

Deze Scriptie is geschreven voor loonwerkers, veehouders, agrariërs en machinefabrikanten die zich bezig houden met de graswinning voor ruwvoer. Het doel is om de verschillen in harktechniek te onderzoeken en er achter te komen of er verschil zit in het percentage ruw as is het ruwvoer na het harken.

Graag wil ik Adrie Kunst, Stephan Peters en Peter Nabuurs bedanken voor het ondersteunen en mogelijk maken van het onderzoek door onder andere het beschikbaar stellen van de percelen en machines met de bijbehorende kennis. Daarnaast wil ik graag Karl Selles en Peter van Honk bedanken bij het helpen opzetten en begeleiden van dit onderzoek

Jeroen Buis

14 augustus 2023, Uden

Inhoudsopgave

Samenvatting	5
Summary	6
1 De inleiding	7
1.1 Leeswijzer	7
1.2 De Nederlandse melkveehouderijsector	7
1.3 Precisielandbouw in de Nederlandse melkveehouderijsector	8
1.4 Ruwvoerwinning in Nederland	9
1.5 Harktechniek in de ruwvoerwinning	9
1.6 Wat is de invloed van een hoog ruw as-gehalte bij een koe	11
1.7 Invloeden van externe factoren op ruw as	11
1.8 Hoe werkt een NIR-sensor	15
1.9 Knowledge gap en afbakening	15
1.10 Vraagstuk in het onderzoek	16
1.11 Doelstelling	16
2 Materiaal en methode	17
2.1 Soort onderzoek	17
2.2 Proefopzet	17
2.3 Onderzoekslocatie	19
2.4 Verzamelen van gegevens	22
2.5 Externe invloeden	23
2.6 Uitwerken van de resultaten	25
3 De resultaten	26
3.1 Omstandigheden tijdens de proef	26
3.2 Onderzoeksresultaten	27
4 De discussie	29
4.1 Reflectie op de methode en invloed van niet beïnvloedbare omstandigheden	29
4.2 Discussie op de resultaten van deelvraag 1	30
4.3 Discussie op de resultaten van deelvraag 2	31
5 De conclusies en aanbevelingen	32
5.1 Context van het onderzoek	32
5.2 Antwoorden op de onderzoeksvragen	32
5.3 Aanbevelingen	33
Bibliografie	34

Samenvatting

De ruwvoerwinning in Nederland is continu sterk in ontwikkeling. Waarbij het streven naar de beste kwaliteit voer zeker van toepassing is. Door het gebruik van de nieuwste technieken en ontwikkelingen wordt er continu geprobeerd het beste uit het ruwvoer te halen voor het beste product in de sleufsilos, gezond vee en een hogere melkproductie. Het ruw as-gehalte speelt daarbij een belangrijke rol. Om dit te verbeteren wordt er in dit onderzoek gekeken naar het ruw as-gehalte bij graswinning waarbij de bandhark en rotorhark worden vergeleken op zand- en lichte zavelgrond. De daarbij horende onderzoeksvraag die is opgesteld voor dit onderzoek is: Wat is de invloed van harktechniek op het ruw as-gehalte bij graswinning op zand- en lichte zavelgrond?

Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden is een strokenproef opgezet waarbij beide harktechnieken naast elkaar aan het werk gaan om een juiste vergelijking te realiseren. Deze strokenproef is in totaal drie keer uitgevoerd. Twee keer op een perceel in Heijen op lichte zavelgrond en één keer op een perceel in Walsert op zandgrond. Vervolgens is het geharkte gras gemeten doormiddel van een NIR-Sensor op de hakselaar. Deze gegevens zijn geanalyseerd in het programma JASP.

Uit het onderzoek is gebleken dat de bandhark een gemiddeld ruw as-gehalte had van 9,257%. Met een standaarddeviatie van 1,000 en de rotorhark een gemiddelde van 9,475% met een standaarddeviatie van 0,958. Ook is een tweeweg ANOVA-analyse uitgevoerd waarbij de resultaten aan gaven dat er een significant verschil is tussen de twee harktechnieken ($p = .016$) en dat er een significant verschil is tussen de twee grondsoorten ($p < .001$). Indien er naar de combinatie van harktype en perceel wordt gekeken is er ook sprake van een significant verschil ($p = .014$). Het antwoord op de hoofdvraag is dus dat zowel het harktype als de grondsoort significant invloed hebben op het ruw as-gehalte bij graswinning.

Veehouders en agrariërs worden aangeraden bewust bezig te zijn met de invloed van ruw as bij het harken van gras. De proefopzet met de strokenproef was goed, maar voor een beter inzicht wordt vervolgonderzoek aanbevolen onder vochtigere omstandigheden. Een bewuste keuze voor de juiste harktechniek kan een positieve invloed hebben op de graswinning en de kwaliteit van het voer, wat uiteindelijk leidt tot gezonder vee en hogere melkproductie.

Summary

Forage harvesting in the Netherlands is constantly evolving quickly. In which the pursuit of the best quality forage certainly applies. By using the latest techniques and developments, there is a continuous effort to extract the most value out of the roughage, in order to get the best possible product into the silos, healthy cattle and higher milk production. The ash content is an important part of it. To improve this, this research looks at the ash content in grass extraction where the merger and rotor rake are compared on sandy and sandy loam soils. Therefore, a research question has been formulated for this: What is the influence of rake technology on the ash content in grass harvesting on sandy and sandy loam soil?

To answer this research question, a strip test was set up in which both raking techniques work side by side to achieve a proper comparison. This strip test was conducted a total of three times. Twice on a field in Heijen on sandy soil and once on a field in Walsert on sandy loam soil. The raked grass was then measured by an NIR-Sensor on the forage harvester. These data results were then analyzed using the JASP software.

The research revealed that the merger had an average ash content of 9.257% with a standard deviation of 1.000, while the rotor rake had an average of 9.475% with a standard deviation of 0.958. Additionally, a two-way ANOVA analysis was used, showing significant differences between the two rake technologies ($p = 0.016$) and between the two soil types ($p < 0.001$). When considering the combination of rake types and fields, there was also a significant difference ($p = 0.014$). The answer to the main research question is that both, the rake type, and soil type have a significant impact on the ash content in grass harvesting.

Livestock owners and farmers are advised to be aware of the influence of ash when raking grass. The strip test was very effective, follow-up research is recommended under wetter conditions. Making a well-considered choice for the appropriate rake technology can have a positive influence on grass yield and feed quality, ultimately resulting in healthier livestock and increased milk production.

1 De inleiding

1.1 Leeswijzer

Het eerste hoofdstuk is de inleiding. In de inleiding komt informatie naar voren over de melkveehouderijsector in Nederland; hoe de precisielandbouw wordt gebruikt in de veehouderijsector en er worden verschillende technieken voor het harken van gras en het meten van ruw as uitgelegd. In hoofdstuk 2 wordt het materiaal en de methode uitgelegd. Hierin wordt toegelicht hoe het onderzoek over de invloed van harktechniek op het ruw as-gehalte bij graswinning uitgevoerd is en hoe de gegevens zijn geanalyseerd. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van het onderzoek weergegeven en toegelicht. Vervolgens wordt er in hoofdstuk 4 de discussie beschreven. Hierin wordt een discussie beschreven van de resultaten. Daarnaast wordt er nog een discussie geschreven per deelvraag. Tot slot wordt er een conclusie getrokken uit dit rapport en worden de aanbevelingen beschreven.

1.2 De Nederlandse melkveehouderijsector

Ruwvoer is een van de meest essentiële onderdelen van melkveebedrijven, omdat het een cruciale rol speelt bij het behoud van een gezonde veestapel. Het correct voeren van het vee vormt de basis voor een gezond bedrijf. Door het effectief beheren van het voer kunnen melkveehouders de kosten onder controle houden en grondstoffen efficiënt gebruiken, wat direct van invloed is op de bedrijfsresultaten. Vanwege strengere regelgeving is het tegenwoordig voor melkveebedrijven interessant, en noodzakelijk, om zoveel mogelijk hoogwaardig ruwvoer van hun eigen land te halen, om de aankoop van krachtvoer te verminderen. Dit is deels het gevolg van het afschaffen van het melkquotum in 2015, wat de melkveehouders in staat stelde om meer melk te produceren. Als gevolg hiervan hebben veel melkveehouders geïnvesteerd in nieuwe, grotere stallen om meer dieren te kunnen huisvesten (Rienks, W. A.; van Eck, W.; Elbersen, B. S.; Hulsteijn, K.; Meulenkamp, W. J. H.; de Poel, K. R., 2003). Grotere melkveebedrijven hebben de potentie om efficiënter te produceren en een hogere omzet te genereren in verhouding tot de kosten, waardoor ze betere economische resultaten kunnen behalen dan kleinere bedrijven (Agrimatie, 2018). Het uitbreiden van melkveebedrijven heeft geleid tot een duidelijke toename van de melkproductie in Nederland, met een stijging van 14,84% in twee jaar tijd (Van Zessen, 2017).

Het quotumloos melken, waarbij er geen beperkingen waren op de melkproductie, werd echter beëindigd met de invoering van het fosfaatrechtenstelsel in juli 2015 (Van Dam, 2015). Het fosfaatrechtenstelsel werd geïntroduceerd om te voorkomen dat het fosfaatplafond, gebaseerd op Europese afspraken, werd overschreden en er meer fosfaat werd geproduceerd dan wettelijk is toegestaan (Blokland, Luesink, Jongeneel, Daatselaar, & de Koeijer, 2015). Het fosfaatrechtenstelsel werd ingevoerd vanwege de aanzienlijke groei van de melkveehouderij na het afschaffen van het melkquotum, waardoor het vastgestelde productieplafond werd overschreden. Door het gebruik van dit stelsel kregen melkveebedrijven fosfaatrechten toegewezen, op basis van het aantal melkkoeien dat de melkveehouders hielden op de peildatum van 2 juli 2015. Deze fosfaatrechten, die worden uitgedrukt in kilogrammen fosfaat, zijn gebaseerd op de hoeveelheid mest die door het melkvee wordt geproduceerd (Rijksdienst voor ondernemend, 2020).

Het einde van de derogatieregeling zal ook invloed hebben op de melkveehouderijsector in Nederland. Derogatie is een regeling die de hoeveelheid dierlijke mest, die op het land uitgereden mag worden, verruimt, indien dit geen nadelige gevolgen heeft voor het milieu. Dit houdt in dat de maximale gift van 170 kilogram stikstof per hectare, per jaar wordt

verruimd naar 230 kilogram stikstof op zandgrond en 250 kilogram stikstof op de overige gronden. Om met de derogatieregeling mee te doen moest de melkveehouder minimaal 80% grasland in zijn areaal hebben (Wageningen University & research, 2020). Echter wordt deze regeling waarschijnlijk ingetrokken om mogelijk de nitraatconcentraties in grond- en oppervlaktewater te verbeteren. Echter gaan melkveehouders andere maatregelen nemen om hun gewas toch even goed te laten groeien of veranderen ze hun rantsoen door minder gras te gaan telen. Deze regeling wordt afbouwend verminderd, dat houdt in dat 2023 het laatste jaar is dat veehouders van de derogatieregeling gebruik kunnen maken en in 2026 zijn veehouders niet meer in staat om mee te doen met de derogatieregeling. In de jaren ertussen wordt de derogatie langzaam verminderd (Rijksoverheid, 2022).

Naast de grote veranderingen die plaats hebben gevonden de laatste jaren worden er natuurlijk ook voorspellingen gedaan hoe de Nederlandse melkveehouderijsector er over een aantal jaar uit gaat zien. Zo wordt er verwacht in het rapport “De Nederlandse melkveehouderij in 2030” van de Wageningen Universiteit dat het aantal bedrijven met melkkoeien in 2030 met circa 33% is gedaald ten opzichte van 2018, waarbij dus uiteindelijk 10.659 bedrijven overblijven. Echter wordt er wel verwacht dat er een stijging van 4% komt wat betreft de melkproductie. Deze ontwikkeling zal vooral plaats gaan vinden vanaf 2024. Een reden voor de toename van de melkproductie per koe is dat er meer melk geleverd kan worden per eenheid fosfaatrecht. Volgens het rapport zal het aantal melkkoeien in 2030 naar schatting 1,48 miljoen bedragen. De gemiddelde omvang van melkveebedrijven is toegenomen van 101 naar 139 melkkoeien, terwijl de intensiteit is gestegen van 1,85 naar 1,98 melkkoeien per hectare. Daarnaast is de melkproductie per koe gestegen, tot een gemiddelde van 9.850 kg per jaar.

Naast de ontwikkelingen over de toekomst van de melkveehouderijsector in 2030, is het opkopen van melkveehouderij bedrijven door het uitstoten van stikstof een grote ontwikkeling. De precieze uitkomst is nog niet duidelijk in beeld. Echter is het bekend dat het voornamelijk over zogenaamde “piekbelasters” gaat in de regio van Natura-2000 gebieden. Om deze bedrijven uit te kopen wordt er €476 miljoen beschikbaar gesteld (Aanpakstikstof, 2020). Het is dus maar afwachten hoe deze regeling precies vorm wordt gegeven en welke gevolgen dit gaat hebben voor de veehouderijsector in Nederland.

In de toekomst van de melkveehouderij sector zijn er nog veel uitdagingen en ontwikkelingen die op het pad komen van de ondernemers. Een van die ontwikkelingen is de opkomst van precisielandbouw.

1.3 Precisielandbouw in de Nederlandse melkveehouderijsector

Precisielandbouw is een landbouwmethode die zich richt op het nauwkeurig verzorgen van gewassen of dieren, op basis van hun specifieke behoeften, op het juiste moment en op een zo klein mogelijke schaal. Het doel is om de opbrengst van de gewassen of de productie en gezondheid van dieren te maximaliseren, rekening houdend met economische, milieu gerelateerde en maatschappelijke factoren. De interesse in precisielandbouw is de afgelopen jaren sterk toegenomen, vooral in de grootschalige akkerbouw (Hoving, I.E.; Kempenaar, C.; Heijting, S.; Been, T. H.; Philipsen, A. P.; Vlemmix, H. C. A.; Roerink, G. J.; Hermans, G. J. F. M., 2015). Echter wordt er in de veehouderij ook al gebruik gemaakt van precisielandbouw. Hierbij worden technieken gebruikt die het dierenwelzijn van het vee kunnen meten, het vaststellen van de specifieke voerbehoefte en het bepalen van het juiste moment voor bevruchting

(Lokhorst, 2008). Door deze technieken kan de melkveehouder beter anticiperen op het vee, waardoor de gezondheid en productiviteit positief beïnvloed worden.

Naast de technieken die toegepast worden bij het vee zijn veehouders ook steeds actiever bij het gebruik van precisielandbouw op hun percelen. Naast het gebruik van geavanceerde technieken in de veehouderijstallen, zien we een toenemende toepassing van precisielandbouw op het land door melkveehouders. Ook melkveehouders maken steeds meer gebruik van GPS-technologie op hun tractoren en machines, hoewel deze systemen al door 65% van de akkerbouwers worden gebruikt. Dit komt doordat akkerbouwers hun inkomen halen uit de gewassen die ze van het land halen, terwijl melkveehouders zich richten op hun koeien, aangezien melk hun belangrijkste bron van inkomsten is (Feenstra, 2018). Toch blijft ook de ruwvoerwinning een belangrijk onderdeel.

1.4 Ruwvoerwinning in Nederland

Goede kwaliteit ruwvoer is de basis van elk rantsoen en zorgt voor een goede voeding voor de koe en een hoge melkproductie. Een groot deel van het ruwvoer in Nederland wordt zelf gewonnen en opgeslagen (Van Duinkerken, Andre, De Haan, Hollander, & Zom, 2007). Het areaal landbouwgrond voor grasland en voedergewassen was in het jaar 2021 1.180.800 hectare waarvan 983.600 hectare grasland (Berkhout, P; (red.), Van der Meulen, H; Ramaekers, P, 2022). Het is aan te nemen dat een groot aandeel hiervan wordt ingekuild bij de veehouder. Inkuilen is een proces waarbij gewassen, zoals gras of mais, in een sleufsilo worden bewaard. Het gras wordt gemaaid, geschud indien nodig, geharkt en gehakseld of opgeraapt. Vervolgens worden de vrachten in de sleufsilo gelost en vastgereden door een trekker of shovel. In de sleufsilo wordt de lucht uit de gewassen geperst zodat het gewas kan fermenteren. In een sleufsilo worden suikers in gewassen door melkzuurbacteriën omgezet naar melkzuur onder zuurstofloze omstandigheden. Het melkzuur zorgt ervoor dat het product goed geconserveerd blijft door een stabiele zuurgraad te creëren. Tijdens fermentatie wordt er een aanzienlijke hoeveelheid kooldioxide (CO₂) geproduceerd, wat essentieel is voor een succesvol fermentatieproces. Het is namelijk zo dat als er zuurstof aanwezig is, er geen fermentatie plaatsvindt, maar rotting kan optreden en de kans op schimmelgroei toeneemt (HazMatCat, 2020). Een van de onderdelen is dus het harken van het gras, indien het gras verspreid ligt over het veld. Hiervoor zijn verschillende harktechnieken beschikbaar.

1.5 Harktechniek in de ruwvoerwinning

Bij de ruwvoerwinning in Nederland wordt het gras voor het oogsten op zwaden gelegd. Dit houdt in dat het gras, dat op het land verspreid ligt, in banen wordt gelegd, zodat het vervolgens makkelijker op kan worden geraapt door de machine die het gras gaat oogsten (Goodwin, 2019). Om het gras in deze zwaden te krijgen worden verschillende technieken gebruikt. Twee van deze harktechnieken worden hieronder verder toegelicht. Dit zijn namelijk de zogenoemde rotorhark en de bandhark.

Rotorhark

Een rotorhark werkt met een rotor en verschillende armen met tanden eraan. Een voorbeeld van een rotor is weergegeven in figuur 1. Hierbij is te zien hoe de tanden door het gras schrapen. Door de draaiende beweging van de rotor wordt het gras naar de juiste plek gebracht. Afhankelijk van het soort rotorhark is dit het midden of aan de zijkant.

Figuur 1

Rotor van Pöttinger TOP 1252 C.



Opmerking. Overgenomen van Pöttinger TOP C Zwadharken met 4 elementen, door (Pöttinger Landtechnik GmbH, 2023), (https://www.pottinger.at/nl_nl/produkte/detail/top4c/top-c-zwadharken-met-4-elementen), Pöttinger.

Bandhark:

Een bandhark werkt niet met een rotor die het gras naar de juiste plaats brengt, maar met een pick-up en een afvoerband. De pick-up raapt het gras op en verplaatst het gras met een boog op de afvoerband, vervolgens verplaats de afvoerband het gras naar de gewenste plek. In figuur 2 is de zijkant van de bandhark te zien, daarbij zie je de pick-up, geleidingsrollen en afvoerband. Door de verschillende technieken zou het kunnen dat er verschil zit in de hoeveelheid ruw as dat er mee komt in het gewas. Dit ruw as kan effect hebben op het vee van de veehouder.

Figuur 2

Pick-up van Oxbo bandhark



1.6 Wat is de invloed van een hoog ruw as-gehalte bij een koe

Ruw as is de term voor alle anorganische stoffen die zich bevinden in ruwvoer. Meestal wordt hier in de volksmond zand onder verstaan. Al het anorganische materiaal dat over blijft na verbranding wordt verstaan onder ruw as. Dit bevat ook mineralen die nog niet zijn omgezet in organische stof (Eurofins, 2023).

Een overmatige hoeveelheid ruw as in het voer heeft verschillende gevolgen, denk hierbij aan verminderde efficiëntie bij de omzetting naar melkproductie. Om dit tegen te gaan, kan de aankoop van extra krachtvoer en eiwitten nodig zijn om dit te compenseren. Bovendien kan er tijdens de conservering van het ruwvoer meer verlies optreden, wat resulteert in een verhoogd ammoniak-gehalte in het voer. Dit kan leiden tot een grotere kans op broei en een hoger gehalte aan boterzuur in de sleufsilo. Bij aanzienlijke verontreiniging kan ook de smaak van het voer worden aangetast. Een ander belangrijk punt is dat verontreiniging met mest geen verhoging van het ruw as-gehalte veroorzaakt, aangezien mest organisch materiaal is en het ruw as-gehalte dus niet beïnvloed wordt. Echter zijn er wel andere factoren waardoor het ruw as-gehalte kan worden beïnvloed.

1.7 Invloeden van externe factoren op ruw as

1.7.1 Drogestofgehalte

Als gras nat is tijdens de oogst, zal het meer plakken dan droger gras. Bij zeer droog gras met een drogestofgehalte van meer dan 70% zullen gronddeeltjes gemakkelijk van het gras vallen, vooral als er een geschikte mechanische bewerking wordt toegepast. De resultaten van de praktijkproef over het effect van harktechniek op de voederwaarde van gras, die is uitgevoerd door Groeikracht, die in Tabel 1 zijn weergegeven, tonen aan dat er geen rechtstreeks verband is tussen de toename van het drogestofgehalte en de afname in ruw as (Groeikracht, 2021).

Tabel 1

Voederwaarden (per kg droge stof) per drogestofklasse

	< 30% DS		30-50% DS		>50% DS	
HARK	DROGE STOF	RUW AS	DROGE STOF	RUW AS	DROGE STOF	RUW AS
ROTOR	279	95	390	102	660	93
BAND	279	95	392	101	672	90
GEMIDDELD	279	95	391	101	665	92
SIGNIFICANTIE	1,000	,887	,932	,881	,833	,771

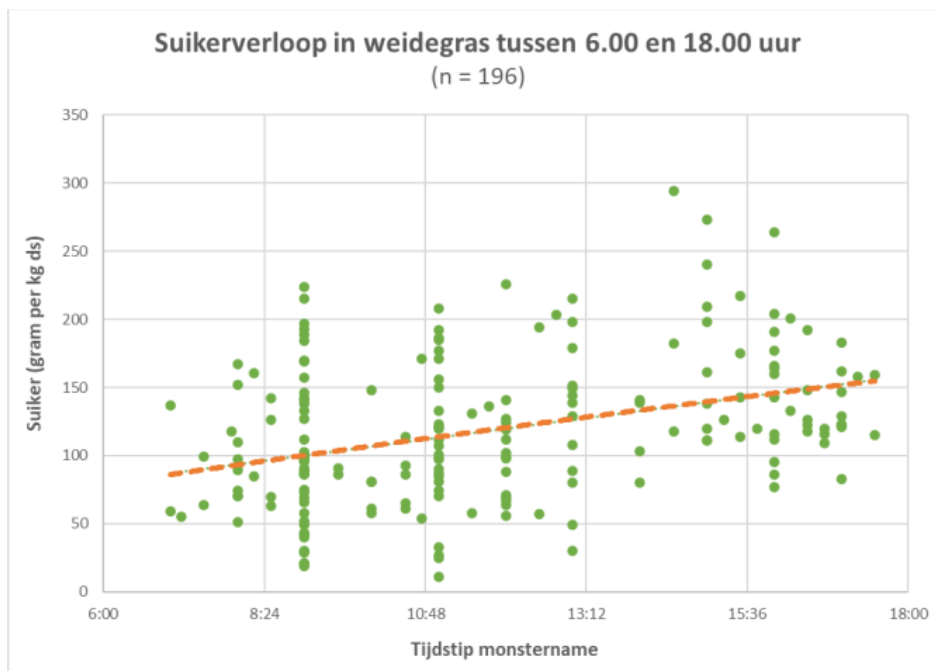
Opmerking. Het effect van harktechniek op de voederwaarde van gras, door (Groeikracht, 2021), Rapport Groeikracht.

1.7.2 Suikers

Het suikergehalte in gras kan naast het drogestofgehalte ook bijdragen aan hoe plakkerig het gras is. Suikers worden in gras geproduceerd door fotosynthese, dit is mede afhankelijk van de hoeveelheid zon. Hoe meer zonuren er zijn, hoe meer suikers er worden geproduceerd. Dit geldt zowel voor het aantal zonnige dagen voorafgaand aan de oogst als het tijdstip van maaien op de dag zelf. In figuur 3 is te zien dat het suikergehalte gemiddeld met 50 gram per kg droge stof stijgt gedurende de dag. Er is echter een aanzienlijke variatie in de 196 analyses van vers gras.

Figuur 3

Suikerverloop in weidegras tussen 6.00 en 18.00 uur



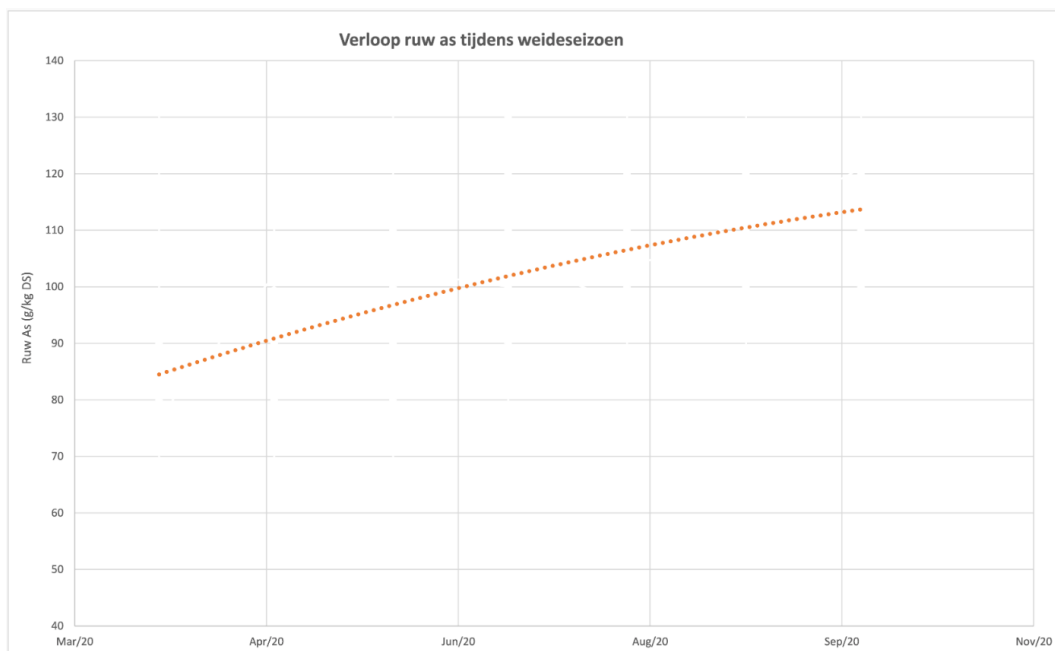
Opmerking. Overgenomen uit Graslandgebruik Beïnvloed Emissies Methaan en Ammoniak, door (Wageningen Universiteit, 2021), (<https://www.wur.nl/nl/nieuws/graslandgebruik-beinvloedt-emissies-methaan-en-ammoniak.htm>), Wageningen Universiteit.

1.7.3 Aandeel mineralen

Zoals eerder besproken in paragraaf 1.6, bestaat ruw as uit een samenstelling van gronddeeltjes en anorganische materialen, met name mineralen. Gronddeeltjes zijn visueel te herkennen in/op gras. Echter zijn mineralen niet visueel waar te nemen. Bij een analyse van het gras kan dit wel in kaart worden gebracht. Het aandeel mineralen heeft effect op het gras, in figuur 4 is het verloop van ruw as tijdens het weideseizoen weergegeven. Hierin is te zien dat het aandeel mineralen stijgt gedurende het weideseizoen. Dit betekent dus dat het ruw as-gehalte ook stijgt tijdens het weideseizoen.

Figuur 4

Verloop ruw as tijdens weideseizoen.



Opmerking. Overgenomen uit Graslandgebruik beïnvloed emissies methaan en ammoniak, door (Wageningen Universiteit, 2021), (<https://www.wur.nl/nl/nieuws/graslandgebruik-beinvloedt-emissies-methaan-en-ammoniak.htm>), Wageningen Universiteit.

1.7.4 Veldperiode

Bij graswinning is de veldperiode een belangrijk onderdeel. De veldperiode is de tijd tussen het maaimoment en het oogstmoment (hakselen, oprapen of persen). Deze veldperiode kan enorm verschillen. Dit varieert van enkele uren tot verschillende dagen. Ook tijdens de veldperiode is het gras continu bezig, dit proces wordt assimilatie genoemd. Een plant produceert als hij toeneemt in gewicht. Hij wordt dus zwaarder. Dit gebeurt alleen als de plant de juiste voedingsstoffen krijgt. De belangrijkste voedingsstoffen zijn water (H₂O) en koolstofdioxide (CO₂). Van deze twee stoffen maakt de plant in de bladgroenkorrels suiker en zuurstof. Voordat dit proces, genaamd fotosynthese, op gang komt heeft de plant licht nodig. 's Nachts gebeurt precies het omgekeerde wat assimilatie wordt genoemd. De plant kan met behulp van mineralen de suiker omzetten in vetten en eiwitten. De plant maakt zo bouwstoffen en wordt dus zwaarder (Klein Swormink, 2020). De lengte van de veldperiode heeft dus invloed op de suikers, vetten en eiwitten in het gras.

1.7.5 Grassenbestand

Elke soort gras, klaver en (on)kruid heeft een eigen niveau van ruw as. Dit komt doordat het aantal mineralen verschilt.

1.7.6 Conditie grasland

De conditie van het grasland kan van grote invloed zijn op het ruw as-gehalte. Denk hierbij aan een ongelijke topklaag, door bijvoorbeeld sporen of weides waar koeien in hebben gelopen. Daarnaast kan de grondsoort nog van invloed zijn. De ene grond is beter in het behoud van een goede grasconditie dan de ander. Ook kan bodemverdichting invloed hebben op het vochtdoorlatend vermogen van de grond. Na een flinke regenbui kan het water op dergelijke gebieden moeilijk wegzakken. Dit kan leiden tot het wegspoelen van gronddeeltjes naar lagere delen. Wat nog meer invloed kan hebben op het ruw as-gehalte zijn molshopen.

1.7.7 Invloed afstellen machines

In deze paragraaf worden de afstellingen van de machines die gebruikt worden bij de winning van gras kort beschreven.

Maaier: Bij het maaien is de maaihoogte het meest van belang. De juiste maaihoogte hangt af van onder andere de leeftijd van het grasland, de conditie van het grasland en het oogstmoment. Een gangbare maaihoogte is rond de 7cm hoog (Vicon, 2023).

Schudder: Tijdens het schudden van gras kan het ruw as-gehalte beïnvloed worden. Belangrijke punten bij het afstellen van een schudder zijn de schudhoek, de hoogte en het toerental (Smits, 2023).

Hark: De juiste afstelling van de hark is van belang voor het ruw as-gehalte. Een overweging van de veehouder is de mate waarop er een deel van het gras blijft liggen. Indien de veehouder wil dat elke spriet gras van het land af moet, zal de hark dieper moeten worden afgesteld waarbij meer ruw as in het zwad terecht zal komen.

Hakselaar: Bij de hakselaar gaat het voornamelijk om de afstelling van de pick-up, dit is het werktuig, dat is bevestigd aan de hakselaar, dat ervoor zorgt dat het gras op wordt geraapt. De afstelling van de pick-up dient ongeveer 2 cm hoog te zijn.

1.7.8 Harktechniek

De harktechniek kan het ruw as beïnvloeden door de wijze waarop de machines werken. Hierbij is het idee dat de rotorhark het gras meer over de grond sleept tijdens het harken, terwijl de bandhark het gras optilt, vervolgens het gras naar het zwad brengt door middel van een lopende band, en daarna het gras weer neer legt. De overweging voor de veehouder is of het gras allemaal mee moet, of dat er een beetje gras mag blijven liggen waardoor er minder ruw as mee komt bij het harken. Daarom wordt een basisinstelling aangeraden van ca. drie of vier centimeter (Agri Reesink, 2021). Harktechniek heeft dus invloed op het ruw as-gehalte in het gras. Een manier om deze invloed te meten, is met een NIR-Sensor.

1.8 Hoe werkt een NIR-sensor

Een NIR-sensor (Near Infrared Reflectance spectroscopy) is een sensor die gebruik maakt van een speciale lichtbron. Deze lichtbron straalt licht uit in het nabij-infrarode spectrum, dat niet zichtbaar is voor het menselijk oog. Het spectrum bestrijkt golflengtes van 780 tot 2500 nanometer, terwijl het zichtbare licht voor mensen zich bevindt tussen 400 en 780 nanometer. De infrarode lichtbron wordt op het product gericht, en een deel van het licht wordt weerkaatst door het product. Een detector vangt deze gereflecteerde lichtstralen op, waardoor de samenstelling van het product kan worden bepaald. Om de samenstelling te analyseren en specifieke stoffen en gehalten te identificeren, worden ijklijnen of kalibraties gebruikt, deze worden gemaakt door de fabrikanten van de NIR-sensoren. De ijklijnen vormen een database, die als referentie dient voor het bepalen van gehalten, en zijn essentieel voor het verkrijgen van nauwkeurige en betrouwbare resultaten (Koerhuis, NIR Kansrijk Mits IJklijn Klopt, 2019). Voor elk specifiek product zijn er geschikte ijklijnen nodig, om een nauwkeurige en betrouwbare meting te kunnen doen. Deze ijklijnen worden samengesteld op basis van eerdere laboratoriumresultaten en kunnen variëren, afhankelijk van de regio, omdat regio's en landen verschillende grondsoorten en weersomstandigheden hebben, die van invloed kunnen zijn op het product. De beschikbaarheid van een voldoende aantal ijklijnen voor de NIR-sensor is belangrijk voor de nauwkeurigheid van de gemeten waarden. Ook in het gras is de NIR-sensor nauwkeurig genoeg om betrouwbare data te verkrijgen. Dit blijkt uit onderzoek dat sinds 2019 wordt uitgevoerd door Agro-innovatiecentrum De Marke (Koerhuis, NIR-sensor Bepaalt Opbrengst Gras Nauwkeurig Genoeg, 2023).

1.9 Knowledge gap en afbakening

Ondanks de hoeveelheid bekende informatie over graswinning en harktechnieken in Nederland is het eventuele verschil van het ruw as-gehalte tussen de harktechnieken nooit bewezen, in Nederlandse omstandigheden, door middel van een NIR-Sensor. De aanleiding voor het onderzoek is dus erachter komen of door het gebruik van een bepaalde harktechniek een lager ruw as-gehalte kan worden bereikt. Dit zorgt vervolgens voor een beter product in de sleufsilos, gezonder vee en een hogere melkproductie.

Door het grote deel externe invloeden is de afbakening van het onderwerp erg belangrijk. Door alleen het ruw as-gehalte te bekijken en duidelijk in beeld te hebben welke afstellingen en bewerkingen er worden gedaan voordat het gras wordt gemeten kan de proef goed uit worden gevoerd.

1.10 Vraagstuk in het onderzoek

Er zijn veel factoren die invloed hebben op het ruw as-gehalte, waardoor het een uitdaging is om het eventuele verschil te onderzoeken. Om een duidelijk onderzoek neer te zetten is een hoofdvraag opgesteld, namelijk:

Hoofdvraag: Wat is de invloed van harktechniek op het ruw as gehalte bij graswinning op zand- en lichte zavelgrond?

Met behulp van twee deelvragen wordt de hoofdvraag beantwoord.

Deelvraag 1: Wat is het verschil in ruw as tussen harken met een bandhark en harken met een rotorhark?

Het doel van deze deelvraag is om het verschil in ruw as in beeld te krijgen, bij het harken met een bandhark, of het harken met een rotorhark. Externe factoren zijn hierbij zoveel als mogelijk uitgesloten.

Deelvraag 2: Wat is het verschil in ruw as tussen zand- en lichte zavelgrond, bij het harken met een bandhark en harken met een rotorhark?

Het doel van deze deelvraag is om het verschil in ruw as tussen zand- en lichte zavelgrond, bij het harken met een bandhark en harken met een rotorhark in kaart te brengen.

1.11 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is het verschil in kaart brengen tussen harktechnieken op de invloed van het ruw as-gehalte. Hierbij wordt er een proef opgezet, die in totaal vier keer uit wordt gevoerd, twee keer op perceel één en twee keer op perceel twee. Na de metingen wordt de data geanalyseerd en een conclusie getrokken over het ruw as-gehalte bij de verschillende harktechnieken.

2 Materiaal en methode

2.1 Soort onderzoek

Bij dit onderzoek wordt er een experimenteel onderzoek uitgevoerd waarmee de hoofdvraag kan worden beantwoord. Een experimenteel onderzoek houdt in dat een bepaalde variabele wordt veranderd, zodat het effect hiervan vergeleken kan worden met de huidige situatie. Een van de voordelen van het experimenteel onderzoek is dat het iets meetbaars is. Hierdoor kan een proefopzet worden gerealiseerd en worden uitgevoerd op het veld. Uit deze proef komt vervolgens een dataset die geanalyseerd kan worden (Williams, 2007). Dat betekent ook dat het een kwantitatief onderzoek is. Dit houdt in dat de onderzoeksvraag smal is en je inhoudelijk resultaat kunt verwachten als je gaat observeren. Hiervoor wordt van tevoren een vast plan opgezet dat uitgevoerd gaat worden (Baarda, 2019).

2.2 Proefopzet

Er is een proefopzet gemaakt om de deelvragen te kunnen beantwoorden. Om het verschil te meten tussen de verschillende harktechnieken en grondsoorten dient er vooraf een plan opgesteld te worden, zodat de verschillende technieken duidelijk kunnen worden vergeleken. Het plan, dat hieronder is beschreven, wordt vier keer op dezelfde manier uitgevoerd, deze vier keer zijn dus op de twee verschillende percelen en in twee verschillende grassneden. Namelijk de tweede en de derde snede van 2023. Bij elke proef worden ongeveer 54 metingen gedaan. Hierdoor zou één proef al betrouwbaar genoeg zijn. Hiervoor is gekozen om het onderzoek extra betrouwbaar te maken. Er zijn namelijk 30 metingen nodig om een proef betrouwbaar te kunnen noemen (Remco, sd). Dit is volgens de centrale limietstelling.

Om duidelijk in beeld te krijgen wat het verschil is tussen de harktechnieken en de invloed van grondsoorten daarop wordt er gebruik gemaakt van een strokenproef. Dit houdt in dat de variabelen die worden gemeten in stroken naast elkaar worden gelegd. Het onderzoek is dus als volgt opgezet, een perceel gras wordt geharkt door middel van een bandhark (Oxbo CM4240) en rotorhark (Pöttinger TOP 1252 C).

Op het perceel worden de zwaden om de beurt naast elkaar gelegd zoals schematisch is weergegeven in figuur 5. De buitenrondes worden bij de proef niet gemeten, hiervoor is gekozen omdat het lastig is om op de kopakkers een eerlijke vergelijking te maken tussen de bandhark en de rotorhark.

Figuur 5

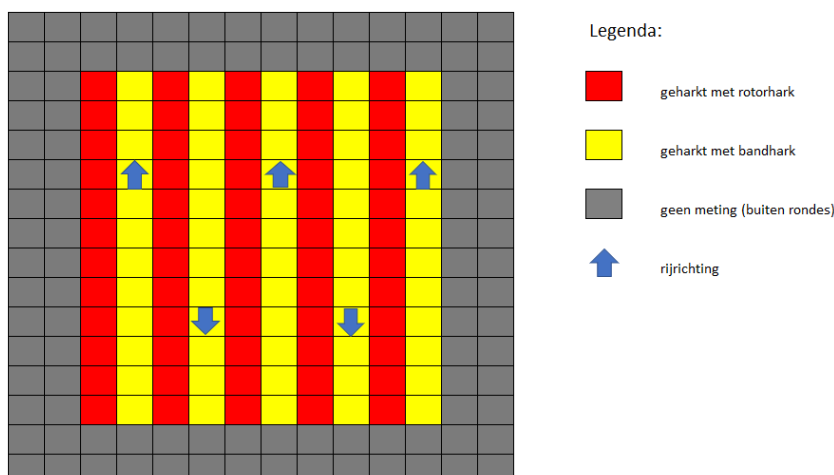
Schematische opzet voor het harken op een perceel



Vervolgens wordt het perceel gehakseld, door middel van een hakselaar (Claas Jaguar 970) die is uitgerust met een NIR-Sensor. Om bruikbare data te verkrijgen gaat de hakselaar eerst de zwaden hakselen die zijn geharkt door de bandhark, dit is schematisch weergegeven in figuur 6. Deze data wordt vervolgens opgeslagen in de boordcomputer van de hakselaar.

Figuur 6

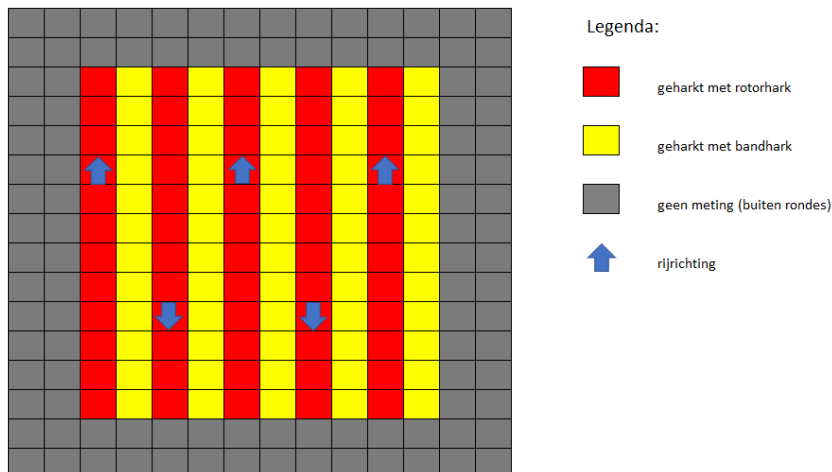
Schematische opzet voor het hakselen van het gras dat is geharkt door de bandhark.



Hierna gaat de hakselaar de zwaden hakselen die door de rotorhark zijn geharkt, dit is schematisch weergegeven in figuur 7. Ook deze data wordt apart opgeslagen. Hiervoor is gekozen zodat de twee harktechnieken niet door elkaar heen worden gemeten. Hierdoor is het makkelijker en duidelijker om de data te analyseren.

Figuur 7

Schematische opzet voor het hakselen van het gras dat is geharkt door de rotorhark.



Om ervoor te zorgen dat de verschillende zwaden niet door elkaar worden gehaald, zullen er bij het harken van de proef paaltjes worden geplaatst bij ieder zwad dat door de bandhark is geharkt, dit is om duidelijk aan te geven welk zwad er gehakseld dient te worden en er geen verwarring ontstaat bij de chauffeurs van Loonbedrijf Peters. Doordat eerst de zwaden worden gehakseld die de bandhark gemaakt heeft, blijven vervolgens alleen de zwaden over die door de rotorhark geharkt zijn. Hierdoor kan er, na het hakselen van de zwaden die de bandhark gemaakt heeft, geen verwarring meer ontstaan. Nu de proefopzet vast staat, kan een geschikte locatie worden uitgezocht.

Verdere bijzonderheden en afstellingen van de machines worden beschreven in paragraaf 2.5 Externe Invloeden.

2.3 Onderzoekslocatie

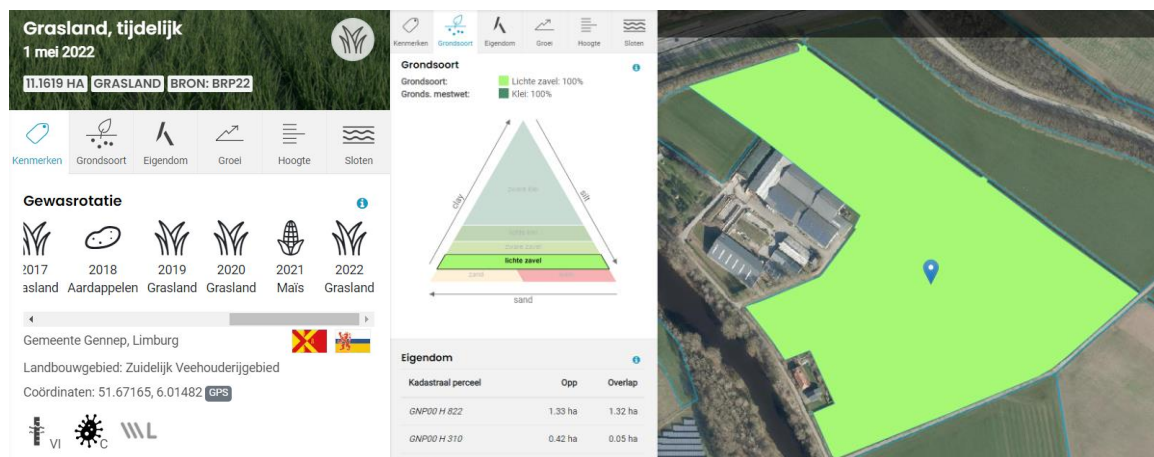
Voor het onderzoek zijn verschillende percelen geselecteerd. Aangezien het onderzoek uitgevoerd gaat worden met het machinepark en bij klanten van loonbedrijf Peters, zijn de percelen van klanten waar loonbedrijf Peters het loonwerk normaal ook uitvoert. Er zijn twee percelen geselecteerd, één op zandgrond en één op lichte zavelgrond. Er is hiervoor gekozen zodat de twee grondsoorten met elkaar kunnen worden vergeleken. Het verschil in grondsoort was één van de criteria bij het selecteren van de percelen, daarnaast was het van belang dat beide percelen geharkt en gehakseld worden door loonbedrijf Peters. Ook is er gekeken naar de leeftijd van het gras, beide percelen mochten niet meer dan één jaar verschillen en moesten hetzelfde ras bevatten. Dit is zodat de leeftijd van de graszode en het ras geen afwijkende resultaten op kunnen leveren. Hieronder worden de percelen verder toegelicht.

2.3.1 Perceel 1 nabij Heijen, lichte zavelgrond

Het eerste perceel is gelegen bij Heijen, aan de Burchtweg. Dit betreft een lichte zavelgrond. In figuur 8 zijn de perceelgegevens weergegeven, hierbij is onder andere de locatie en de grondsoort weergegeven.

Figuur 8

Perceel 1 nabij Heijen perceelgegevens en grondsoort



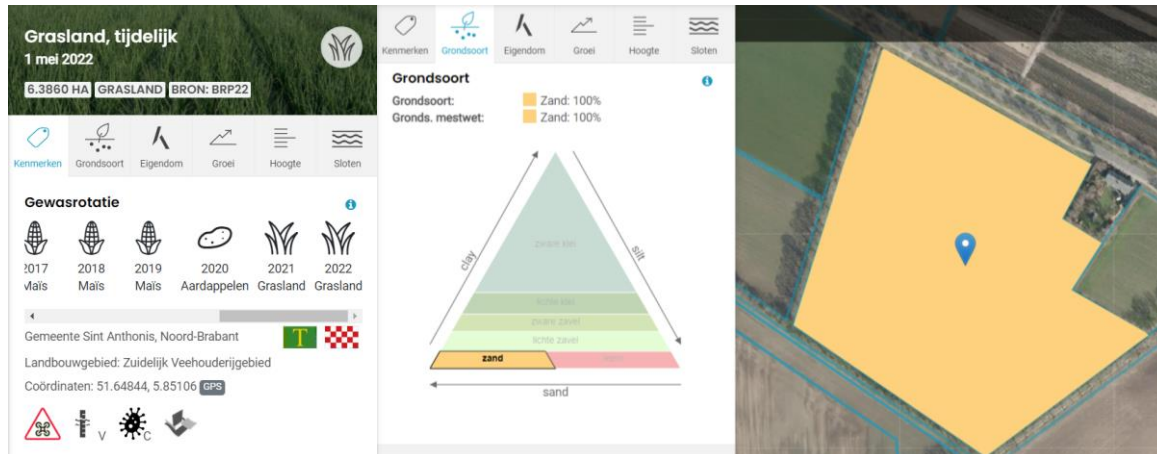
Opmerking. Overgenomen van Boerenbunder, door (Dacom, 2023) (<https://boerenbunder.nl/report/51.67165,6.01482>), Dacom.

2.3.2 Perceel 2 nabij Walsert, zandgrond

Het tweede perceel is gelegen bij Walsert, dit perceel betreft een zandgrond. In figuur 9 zijn de perceelgegevens weergegeven, hierbij is onder andere de locatie en de grondsoort weergegeven.

Figuur 9

Perceel 2 nabij Walsert perceelgegevens en grondsoort



Opmerking. Overgenomen van Boerenbunder, door (Dacom, 2023) (<https://boerenbunder.nl/report/51.64844,5.85106>), Dacom.

Om duidelijk te maken welke gebieden van de percelen worden gemeten tijdens de proef, is er in figuur 10 een schematische weergave weergegeven van perceel 1. Hierin is te zien dat een deel van het perceel niet wordt meegenomen tijdens de proef. Hiervoor is gekozen omdat de oppervlakten van de percelen op deze manier beter overeen komen. De oppervlakte van het gebied dat gemeten gaat worden is ongeveer 4,5 hectare groot.

Figuur 10

Schematische weergave van het gebied dat wordt gemeten op perceel 1 nabij Heijen



In figuur 11 is een schematische weergave weergegeven, van het gebied dat wordt gemeten op perceel 1 nabij Walsert. Zoals eerder vermeld, worden de buitenrondes niet meegenomen in de meting. Er is gekozen om voor de rest perceel 2 compleet te meten, dit komt uit op een oppervlakte van ongeveer 4,5 hectare groot. Waarover de gegevens worden verzameld.

Figuur 11

Schematische weergave van het gebied dat wordt gemeten op perceel 2 nabij Walsert.



2.4 Verzamelen van gegevens

Om de verschillen tussen de harktechnieken te achterhalen, is het van belang dat het ruw as-gehalte gemeten kan worden. Dit wordt bij deze proef gedaan door middel van een NIR-Sensor. Echter meet de sensor geen ruw as, maar wordt deze berekend aan de hand van het gewas dat wel wordt gemeten. Het feit dat het ruw as-gehalte wordt berekend komt doordat er geen ijklijnen zijn voor ruw as. Er zijn alleen ijklijnen gemaakt voor gras. Dit kan voor een eventuele afwijking zorgen, echter heeft dit verder geen invloed op het onderzoek, aangezien het een vergelijkend onderzoek is. Doordat bij beide harktechnieken met dezelfde NIR-sensor wordt gemeten zal de eventuele afwijkingen bij beide technieken hetzelfde zijn. Daardoor vervalt deze afwijking. De betrouwbaarheid van de metingen is wel zeer betrouwbaar, doordat de sensor continu het gras meet. De software registreert deze metingen ongeveer elke 15 seconden. Aangezien er een oppervlakte van rond de 4,5 hectare gehakseld wordt en de capaciteit van de hakselaar ongeveer vijf hectare per uur bedraagt, is er geschat dat dit ongeveer 27 minuten duurt. Dit komt dus uit op ongeveer 108 metingen per perceel per snede gras. Per harktechniek is dat dus 54 metingen.

Zoals eerder beschreven, worden de twee harktechnieken apart van elkaar gemeten. Hiervoor is gekozen zodat de twee harktechnieken niet door elkaar komen in de dataset. De data van de twee harktechnieken op het gemeten gebied wordt direct opgeslagen in Claas Telematics. Dit is het online programma van Claas, waar informatie wordt weergegeven van de machines van Claas. Hier komt ook de data binnen van de NIR-Sensor.

De ruwe data, die wordt gebruikt om een kaart te maken, kan ook gedownload worden via Claas Telematics. Deze data komt in een CSV-bestand, dit kan gebruikt worden voor het verder analyseren van de data. Hier wordt verder op ingegaan in paragraaf 2.6 Uitwerken van de resultaten.

2.5 Externe invloeden

In deze paragraaf worden de externe invloeden op het ruw as-gehalte bij het harken doorgenomen. In Tabel 2 staat een overzicht van de verschillende externe invloeden, met daarnaast of deze invloeden van toepassing zijn tijdens de proef en hoe deze worden gewaarborgd, vervolgens worden deze externe invloeden ieder toegelicht.

Tabel 2

Overzicht van externe invloeden en waarborging tijdens de proef.

Externe invloed	Waarborging	Wat te doen tijdens proef
Drogestofgehalte	Geen invloed op ruw as-gehalte	
Suikers	Eerlijke vergelijking door gebruik van strokenproef	
Aandeel mineralen	Eerlijke vergelijking door gebruik van strokenproef	Data noteren van maaien en oogsten
Veldperiode	Eerlijke vergelijking door gebruik van strokenproef (kan verschil zijn tussen de twee percelen)	
Grassenbestand	Eerlijke vergelijking door gebruik van strokenproef en gezorgd voor hetzelfde gras en allebei jong grasland	
Conditie grasland	Eerlijke vergelijking door gebruik van strokenproef	Bekijken en opvallende dingen vastleggen
Afstelling machines • Maaier • Schudder • Hark • Hakselaar (pick-up)	Alle machines worden vakkundig afgesteld naar inzicht van de chauffeurs. Daarnaast worden de hoogtes van de bewerkingen en draaisnelheid genoteerd.	Machines bekijken, hoogte, breedte, rijsnelheid en draaisnelheid noteren
Harktechniek	Variabele die wordt gemeten tijdens de proef	Proef uitvoeren zoals besproken

Zoals te zien is in tabel 2 worden de meeste invloeden uitgesloten door de proefopzet. De afstelling van de verschillende machines worden hieronder nog verder toegelicht, aangezien deze van grote invloed kunnen zijn op het ruw as-gehalte. Ook de invloed van harktechniek wordt nog verder toegelicht, aangezien dit de variabele is van de proef.

2.5.1 Invloed afstellen machines

De afstelling van de machines kunnen invloed hebben op het ruw as-gehalte. Daarom is het van belang om per afstelling de invloed uit te sluiten.

Tabel 3

Overzicht basisafstellingen en uitsluiting van afstellingen machines.

Machine	Basisafstellingen Hoogte	Rijsnelheid	Toerental PTO/aandrijving	Uitgesloten door
Maaier	7cm	12km/h	900rpm	Gehele perceel hetzelfde gemaaid
Schudder	4cm	8km/h	500rpm	Gehele perceel hetzelfde geschud
Hark	2cm (bandhark) 4cm (rotorhark)	10km/h	200rpm 450rpm	
Hakselaar (pick-up)	2cm (pick-up)	10km/h	150rpm	Gehele perceel hetzelfde gehakseld

2.5.2 Harktechniek

Tijdens de proef wordt een vergelijking gemaakt tussen de bandhark en de rotorhark. Deze twee manieren van het harken van gras zijn verschillend, door de wijze waarop deze machines werken. De harktechniek kan het ruw as beïnvloeden door de wijze waarop de machines werken. Hierbij is het idee dat de rotorhark het gras meer over de grond sleept tijdens het harken, terwijl de bandhark het gras optilt, vervolgens naar het zwad brengt door middel van een lopende band, en als volgt het gras weer neer legt. Het verschil in afstelling komt door de verschillende technieken, die worden gebruikt bij het harken. Aangezien de bandhark gebruik maakt van een pick-up dient deze dieper af te worden gesteld. Indien dit niet gebeurt kan de pick-up niet het gewenste resultaat leveren wat betreft het oprapen van het gras. Bij de rotorhark is dit niet het geval aangezien het gras hierbij in een zijwaartse beweging wordt meegenomen. Hierdoor kan het gras makkelijker van de oppervlakte mee worden genomen.

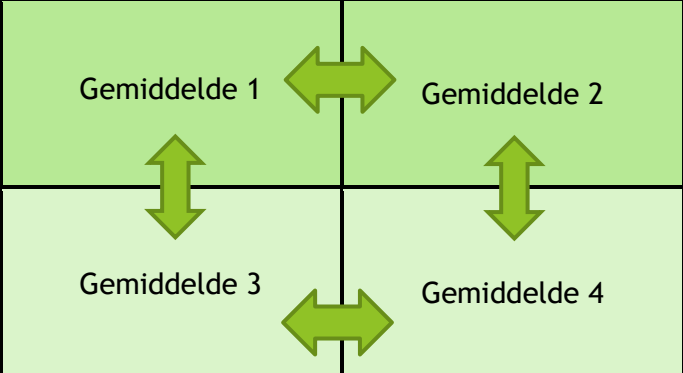
2.6 Uitwerken van de resultaten

Nadat de gegevens zijn verzameld is het tijd om de resultaten uit te gaan werken. Om een juiste analyse te maken, wordt het CSV-bestand in het softwareprogramma JASP geladen. Dit is een programma dat een statistieke toets uit kan voeren (Jasp, 2023). Met dit programma wordt een tweeweg ANOVA-analyse uitgevoerd. Dit houdt in dat er een vergelijking tussen meerdere metingen wordt gedaan. In tabel 4 is een overzicht weergegeven hoe de vergelijking is opgezet.

Tabel 4

Overzicht vergelijking tweeweg ANOVA-analyse.

Methode	Perceel 1 nabij Heijen	Perceel 2 nabij Walsert
Bandhark	Gemiddelde 1	Gemiddelde 2
Rotorhark	Gemiddelde 3	Gemiddelde 4



Uit deze software komen verschillende vergelijkingen, grafieken en tabellen. Deze worden vervolgens gebruikt om een conclusie te halen uit dit onderzoek.

Deelvraag 1: Wat is het verschil in ruw as tussen harken met een bandhark en harken met een rotorhark?

Kan worden beantwoord door de vergelijkingen te maken tussen de resultaten van de bandhark en de rotorhark.

Deelvraag 2: Wat is het verschil in ruw as tussen zand- en lichte zavelgrond bij het harken met een bandhark en harken met een rotorhark?

Kan worden beantwoord door de vergelijkingen te maken tussen perceel 1 en perceel 2.

3 De resultaten

3.1 Omstandigheden tijdens de proef

Om de proef reproduceerbaar te maken, was het van belang om de omstandigheden tijdens de proef te noteren. Voorgaand is een overzicht weergegeven over de afstellingen van de verschillende machines. Tijdens de eerste proef zijn deze gegevens genoteerd, zoals deze in de praktijk zijn uitgevoerd. Deze gegevens zijn genoteerd in tabel 5. Vervolgens zijn de machines bij de andere proeven hetzelfde afgesteld voor een juiste vergelijking.

Tabel 5

Basisafstellingen machines tijdens de proef

Machine	Basisafstellingen Hoogte	Rijsnelheid	Toerental PTO/aandrijving
Maaier	8cm	14km/h	900rpm
Schudder	5cm	8km/h	540rpm
Hark	2cm (bandhark) 4cm (rotorhark)	12km/h	200rpm 450rpm
Hakselaar (pick-up)	2cm (pick-up)	12km/h	150rpm

Naast de afstellingen van de machines zijn ook de externe invloeden van belang. Hiervan is een overzicht weergegeven in tabel 6.

Tabel 6

Overzicht gegevens externe invloeden tijdens de proef

Externe invloeden	Proef 1 Heijen	Proef 1 Walsert	Proef 2 Heijen
Weersomstandigheden	Zonnig, 26 graden Celsius, windkracht 2	Zonnig, 28 graden Celsius, windkracht 3	Bewolkt, 22 graden Celsius, windkracht 3
Gemaaid (Veldperiode)	2-6-23, 6:50	21-6-23, 17:00	2-7-23, 7:30
Gehakseld (Veldperiode)	3-6-23 9:00	21-6-23, 21:30	3-7-23, 12:30
Schudden	1x geschud	Niet geschud	1x geschud
Conditie grasland	Spoorvorming aanwezig, droog gras	Enkele sporen, droog gras	Spoorvorming aanwezig, vochtig gras

3.2 Onderzoeksresultaten

Na de proef uit te hebben gevoerd konden de onderzoeksresultaten worden gedownload. Zoals eerder vermeld komen de gegevens in een CSV-bestand te staan. In dit bestand staan de gegevens die de hakselaar heeft opgeslagen. Er is in totaal drie keer gemeten waarbij beide harktypes zijn toegepast. Twee van deze metingen waren op perceel 1 in Heijen en één meting was op perceel 2 in Walsert. Uit deze metingen zijn twee tabellen met beschrijvende statistieken gekomen en een tweeweg ANOVA-analyse tussen harktechniek en perceel (grondsoort).

De resultaten in tabel 7 gaan tussen harktechniek 1, de bandhark en harktechniek 2, de rotorhark. Hierin is te zien dat er bij de bandhark 133 metingen zijn geregistreerd (n) met een gemiddelde van 9,257%. Hierbij zat een standaarddeviatie van 1,000. Bij de rotorhark waren 131 metingen (n) geregistreerd met een gemiddelde van 9,475%. Deze data had een standaarddeviatie van 0,958.

Tabel 7

Resultaten vergelijk harktechnieken

Descriptive Statistics		
	Actueel ruwe asgehalte [%]	
	1	2
Valid	133	131
Missing	0	0
Mean	9.257	9.475
Std. Deviation	1.000	0.958
Minimum	7.900	7.900
Maximum	11.600	11.900

De resultaten in tabel 8 zijn de gegevens tussen perceel 1 in Heijen en perceel 2 in Walsert. Bij perceel 1 zijn er 192 metingen verricht met een gemiddelde van 8,829% en een standaarddeviatie van 0,436. Bij perceel 2 zijn er 72 metingen verricht met een gemiddelde van 10,796% en een standaarddeviatie van 0,465.

Tabel 8

Resultaten vergelijk percelen 1 en 2 (grondsoort)

Descriptive Statistics		
	Actueel ruwe asgehalte [%]	
	1	2
Valid	192	72
Missing	0	0
Mean	8.829	10.796
Std. Deviation	0.436	0.465
Minimum	7.900	10.000
Maximum	10.100	11.900

Naast de beschrijvende statistieken is er ook een tweeweg ANOVA-analyse uitgevoerd. Deze analyseert of er een significant deel van de variantie verklaard wordt door de groepsvariabelen (Heijst van, Lars, 2022). De ANOVA-analyse is uitgevoerd met het ruw as-gehaltepercentage als variabele, die zijn gemeten in de groepen harktype en perceel. Deze groepen worden met elkaar vergeleken in de ANOVA-analyse.

De uitkomsten van de ANOVA-analyse zijn weergegeven in tabel 9. Indien $p < 0.05$ is er sprake van een significant verschil en indien $p < 0.1$ is er sprake van een trend. De p waarde geeft dus aan wat de kans is op een afwijkend resultaat. Indien dit dus < 0.05 wil dit zeggen dat er met 95% zekerheid te zeggen is dat er daadwerkelijk een verschil optreedt tussen de geanalyseerde groepen. In de tabel is te zien dat in de groep 'harktype' (het verschil tussen bandhark en rotorhark) een duidelijk significant verschil is ($p .016$). Ook het verschil in de groep 'perceel' (het verschil tussen perceel 1 Heijen en perceel 2 Walsert) is significant ($p < .001$). Indien er naar de combinatie van harktype en perceel wordt gekeken, is er ook sprake van een significant verschil ($p .014$).

Tabel 9

ANOVA-analyse ruw as-gehalte van harktype en perceel

ANOVA - Actueel ruwe asgehalte [%]

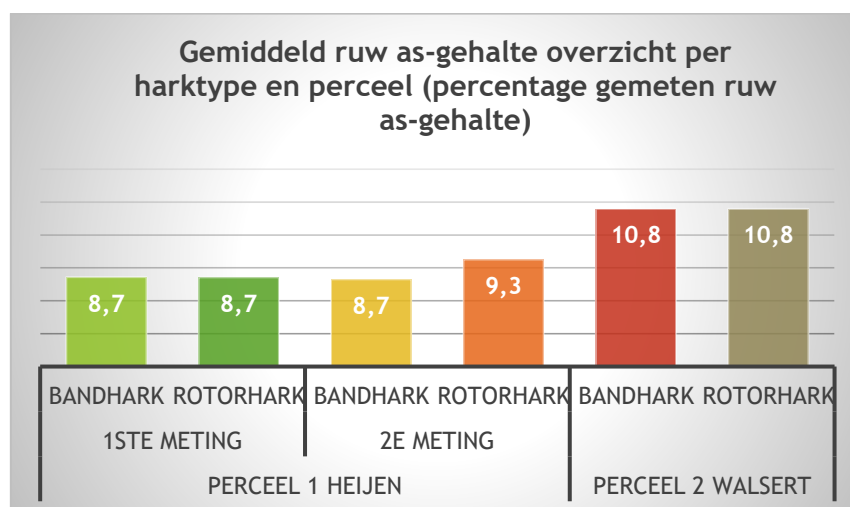
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	p
Harktype	1.074	1	1.074	0.016
Perceel	202.322	1	202.322	< .001
Harktype * Perceel	1.116	1	1.116	0.014
Residuals	47.548	260	0.183	

Note. Type III Sum of Squares

Tot slot is in figuur 12 een staafdiagram weergegeven waarin het gemiddeld ruw as-gehalte per harktype en per perceel is weergegeven. De percelen en harktechniek zijn hierbij apart gehouden zodat er een duidelijk overzicht ontstaat.

Figuur 12

Grafiek gemiddeld ruw as-gehalte overzicht per harktype en perceel (percentage gemeten ruw as-gehalte)



4 De discussie

4.1 Reflectie op de methode en invloed van niet beïnvloedbare omstandigheden

Het doel van dit onderzoek is het verschil in kaart brengen tussen harktechnieken op de invloed van het ruw as-gehalte. Hierbij is er een proef opgezet die in totaal vier keer uit wordt gevoerd, twee keer op perceel één en twee keer op perceel twee. Na de metingen is de data geanalyseerd en een conclusie getrokken over het ruw as-gehalte bij de verschillende harktechnieken.

Uit het onderzoek is duidelijke data gekomen, die eenvoudig te analyseren is. Na de proef te hebben uitgevoerd is gebleken dat de proefopzet een correcte en duidelijke manier is om een vergelijking te maken tussen de verschillende harktechnieken. Daarbij is het wel erg belangrijk om de verschillende zwaden goed uit elkaar te houden, zodat de metingen niet door elkaar gaan. Ook het noteren van de tijden, die de NIR-Sensor metingen uitvoert, is hierbij van belang.

Als de metingen gedaan zijn komt de data in een CSV-bestand. Hierbij is het van belang om de data op te schonen, dit wil zeggen dat de metingen die niet bruikbaar zijn er tussenuit gehaald worden. Dit is van belang omdat de resultaten anders een vertekend beeld kunnen geven. Daarnaast dient de data van de verschillende metingen bij elkaar te worden gezet en gesorteerd op de groepen die vergeleken moeten worden. In het geval van dit onderzoek zijn dat de groepen 'harktype' en 'perceel'. Ook dit is erg eenvoudig en zorgt ervoor dat het programma JASP de verschillende groepen kan analyseren. Dit blijkt een juiste manier om de data te analyseren.

Een lastig punt blijft wel dat de graswinning afhankelijk is van de veehouders waar het gras van is. Bij dit onderzoek waren de percelen van twee verschillende veehouders. Hierdoor waren de oogstmomenten, het weer en de staat van de percelen verschillend. De weersomstandigheden zijn van invloed op het ruw as-gehalte, voornamelijk de luchtvochtigheid, eventuele dauw en een natte ondergrond. Dit maakt de vergelijking tussen de percelen minder betrouwbaar, ondanks dat bij beide percelen dezelfde grassneden zijn gemeten. Ook zorgde spoorvorming voor verschil in kwaliteit van het oprapen van het gras. Dit is wel een belangrijk punt voor de veehouders, waarbij de bandhark in het nadeel was. Een oplossing hiervoor zou zijn om het onderzoek uit te voeren bij een grotere veehouder die meerdere percelen heeft op verschillende grondsoorten.

Daarnaast was de planning soms lastig, doordat veehouders graag willen oogsten als het mooi weer is kan het van het ene moment op het andere moment veranderen. Om dan bij de metingen aanwezig te zijn valt niet altijd mee. Dit is echter wel gelukt, helaas is alleen de 4^e meting (de 2^e meting op perceel 2 Walsert) niet gelukt. Dit heeft als reden dat de Claas hakselaar met NIR-Sensor van Loonbedrijf Peters de dag voor de metingen defect was bevonden. De onderdelen waren pas later binnen waardoor dit perceel met een andere hakselaar zonder NIR-Sensor werd gehakseld. Dit was overmacht en hier kon helaas niemand iets aan doen.

Een ander belangrijk punt van aandacht was de NIR-Sensor op de hakselaar. Deze dient vooraf gecontroleerd en geüpdatet te worden. Indien dit niet gebeurt kan de NIR-Sensor onbetrouwbare data meten en opslaan. Hierdoor kan de proef mislukken.

4.2 Discussie op de resultaten van deelvraag 1

Wat is het verschil in ruw as tussen harken met een bandhark en harken met een rotorhark?

Deze discussie richt zich op het verschil in ruw as tussen harken met een bandhark en harken met een rotorhark, deze discussie is mede op basis van de onderzoeksresultaten beschreven. Het doel is om te beoordelen of er een significant verschil is, tussen de twee harktechnieken met betrekking tot het ruw as-gehalte.

Uit de beschrijvende statistieken zijn de gemiddelden van het ruw as-gehalte voor de harktypes gebleken. In eerste instantie lijkt het verschil tussen de twee gemiddelden klein, echter tonen de resultaten van de ANOVA-analyse aan dat er een significant verschil is tussen de twee harktechnieken ($p = .016$). Dit betekent dat er een meetbaar effect zit tussen de bandhark en de rotorhark.

De hogere gemiddelde ruw as-waarde voor de rotorhark kan mogelijk worden verklaard door de specifieke eigenschappen van deze harktechniek. De rotorhark heeft vaak meer tanden dan een bandhark, wat resulteert in een hogere vermenging van het gewas en de bodem tijdens het harken. Hierdoor kunnen meer bodemdeeltjes in het gras terechtkomen, wat resulteert in een hoger ruw as-gehalte. Ook heeft de bandhark een minder agressieve harktechniek waardoor er minder bodemdeeltjes in het gewas komen en het ruw as-gehalte dus lager is.

Volgens het dossier van Groeikracht (Groeikracht, 2021) was er bij de proef die is uitgevoerd door Groeikracht geen verschil te meten. Bij de proef in dit rapport is wel een significant verschil gemeten tussen de bandhark en de rotorhark. Het verschil tussen deze twee proeven komt door de manier van meten. Bij de proef van groeikracht zijn de metingen verricht door middel van het nemen van monsters, in plaats van het meten met een NIR-Sensor. Het verschil kan zitten in de hoeveelheid gemeten product, aangezien dit bij het continu meten met een NIR-Sensor aanzienlijk hoger is.

Wat ook opvalt is dat de tweede meting het grootste verschil maakt in ruw as-gehalte. De eerste metingen op beide percelen zijn nagenoeg gelijk. De reden van dit verschil heeft waarschijnlijk te maken met de weersomstandigheden. Helaas is de tweede meting op perceel 2 in Walsert niet doorgegaan. Dit was interessant geweest aangezien het rond die tijd ook meer regende en vochtiger weer was. Er is bij het opzetten van dit onderzoek voor gekozen om in totaal vier metingen uit te voeren vanwege de beperkte tijd vanwege het afstudeertraject van Jeroen Buis. In het vervolg zou het nog interessant zijn om een onderzoek te doen over het gehele grasseizoen waarbij alle sneden worden gemeten.

Agrariërs kunnen aan de hand van deze resultaten beter een keuze maken over het eventueel aanschaffen of inhuren van een harkmachine. Aangezien er veel meer factoren zijn die meespelen bij het aanschaffen of inhuren van een harkmachine, kan er niet per definitie worden gezegd dat de bandhark de betere keuze is.

4.3 Discussie op de resultaten van deelvraag 2

Wat is het verschil in ruw as tussen zand- en lichte zavelgrond bij het harken met een bandhark en harken met een rotorhark?

Deze discussie richt zich op het verschil in ruw as tussen zand- en lichte zavelgrond, bij het harken met een bandhark en harken met een rotorhark. Deze discussie is mede op basis van de onderzoeksresultaten beschreven. Het doel is om te beoordelen of er een significant verschil is tussen de twee grondsoorten, met betrekking tot het ruw as-gehalte.

Uit de beschrijvende statistieken zijn de gemiddelden van het ruw as-gehalte voor de grondsoorten (percelen) gebleken. Zoals te zien is zit er een degelijk verschil tussen de percelen 1 Heijen en 2 Walsert. De resultaten van de ANOVA-analyse tonen ook aan dat er een significant verschil is tussen de twee grondsoorten ($p < .001$). Dit betekent dat er heel duidelijk een meetbaar effect is tussen de twee grondsoorten.

Zandgrond staat erom bekend dat het goed waterdoorlatend is, terwijl lichte zavelgrond een combinatie van zand en klei bevat, wat het watervasthoudend vermogen kan verbeteren in vergelijking met zandgrond. Deze verschillen van bodem kunnen een directe invloed hebben op het gras. Het verschil in ruw as tussen zandgrond en lichte zavelgrond, bij beide harktechnieken, kan worden verklaard door de interactie van de bodemkenmerken en de harkbeweging. Zandgrond, vanwege de goede doorlatendheid, kan de mogelijkheid vergroten dat bodemdeeltjes in het gewas worden opgenomen bij het harken met beide technieken. Aan de andere kant kan de waterbinding van lichte zavelgrond ervoor zorgen dat bodemdeeltjes minder gemakkelijk in het gras terecht komen.

Helaas is er bij deze proef maar één van de twee metingen verricht op perceel 2 in Walsert. Dit betreft zoals eerder vermeld het perceel met zandgrond. Hierdoor zijn het aantal metingen op zandgrond beperkt, zoals te zien is in tabel 8. Aangezien de tweede meting bij perceel 1 Heijen onder vochtigere omstandigheden zijn uitgevoerd, zou het bij perceel 2 in Walsert ook interessant zijn om te kijken wat de vochtigere weersomstandigheden doen met het gras op zandgrond. Het is daarom aan te raden om een gelijksoortige vergelijking te maken onder nattere omstandigheden op zandgrond.

Agrariërs kunnen aan de hand van deze resultaten beter inzicht krijgen in het harken op verschillende grondsoorten. Waarbij het bewust zijn van de verschillende grondsoorten een belangrijke rol speelt. Hierdoor kunnen de agrariërs een hogere kwaliteit gewas en vee realiseren.

5 De conclusies en aanbevelingen

5.1 Context van het onderzoek

Dit onderzoek is bedoeld om de invloed van harktechniek op het ruw as-gehalte in gras in kaart te brengen. Dit wordt in kaart gebracht doormiddel van het gebruik van een strokenproef tussen een bandhark en een rotorhark, die wordt uitgevoerd op twee verschillende percelen.

5.2 Antwoorden op de onderzoeksvragen

Deelvraag 1: Wat is het verschil in ruw as tussen harken met een bandhark en harken met een rotorhark?

Nadat de resultaten zijn geanalyseerd en de discussie is beschreven, kan er nu een antwoord worden gegeven op de bovenstaande deelvraag. Op basis van deze resultaten en discussie is te concluderen dat er een statistisch significant verschil is, in het ruw as-gehalte tussen harken met een bandhark en harken met een rotorhark ($p = .016$). Dit verschil is aangetoond door de tweeweg ANOVA-analyse, waarbij het gemiddelde ruw as-gehalte voor beide harktechnieken werd vergeleken. Daarnaast is er te concluderen dat er veel externe factoren zijn, die ook effect kunnen hebben op het ruw as-gehalte, waardoor een secure proef en secuur werken van groot belang is.

Deelvraag 2: Wat is het verschil in ruw as tussen zand- en lichte zavelgrond bij het harken met een bandhark en harken met een rotorhark?

Nadat de resultaten zijn geanalyseerd en de discussie is beschreven, kan er nu een antwoord worden gegeven op de bovenstaande deelvraag. Op basis van deze resultaten en discussie, is te concluderen dat er een statistisch significant verschil is in het ruw as-gehalte tussen zand- en lichte zavelgrond bij het harken met een bandhark en harken met een rotorhark ($p < .001$). Dit verschil is aangetoond door de tweeweg ANOVA-analyse, waarbij het gemiddelde ruw as-gehalte voor beide harktechnieken werd vergeleken. Daarnaast is er te concluderen dat er veel externe factoren zijn, die ook effect kunnen hebben op het ruw as-gehalte, waardoor een secure proef en secuur werken van groot belang is.

Hoofdvraag: Wat is de invloed van harktechniek op het ruw as gehalte bij graswinning op zand- en lichte zavelgrond?

Uit de proef is gebleken dat de verschillende harktechnieken, namelijk bandhark en rotorhark, een significant verschil hebben. Ook tussen de grondsoorten zand- en lichte zavelgrond zit een significant verschil. Indien er een combinatie wordt gemaakt tussen grondsoort en de harktechniek, is er ook een significant verschil gemeten. Hieruit blijkt dat zowel harktechniek als grondsoort, beide samen en los van elkaar, een significant verschil realiseren op het ruw as-gehalte bij graswinning. Echter hebben de weersomstandigheden, afstellingen van machines en andere externe factoren grote invloed op de hoeveelheid ruw as.

5.3 Aanbevelingen

Het gebruik van de bandhark techniek kan een lager ruw as-gehalte realiseren. Dit zorgt vervolgens voor een beter product in de sleufsilos, gezonder vee en een hogere melkproductie. Op de lange termijn is dit gunstig voor de veehouder. Gezien het statistisch significante verschil in ruw as-gehalte tussen harken met een bandhark en harken met een rotorhark, wordt aanbevolen dat veehouders en agrariërs rekening houden met de harktechniek bij het harken van gras. Als het ruw as-gehalte van het gras van belang is bij het harken, is het van belang dat er zorgvuldig wordt overwogen welke harktechniek het meest geschikt is voor hun specifieke situatie. De keuze van de harktechniek kan een aanzienlijke invloed hebben op de kwaliteit en voedingswaarde van het eindproduct.

Op de korte termijn kan de agrariër makkelijker een keuze maken, over het eventueel aanschaffen of huren van een harkmachine. Hierbij zijn meerdere factoren van belang waarbij beide harktechnieken zijn voor- en nadelen hebben.

Om hier meer duidelijkheid over te krijgen wordt er aanbevolen om een vervolgonderzoek te doen, waarbij het vooral interessant zou zijn om te kijken wat het verschil in ruw as is bij vochtigere omstandigheden. Daarom zou het interessant zijn om een vergelijkbare proef uit te voeren in het najaar, of het gehele grasseizoen. Hierbij is de kans dan groter dat de weersomstandigheden anders zijn. Ook is het van belang dat beide percelen wel net zo vaak gemeten worden, zodat er een betere vergelijking kan worden gemaakt.

Tot slot wordt op korte termijn aanbevolen aan de veehouders en agrariërs om bewust bezig te zijn met het ruw as-gehalte bij graswinning. Bij het kiezen van een harktechniek en het afstellen van de machines, dient er rekening gehouden te worden met de toepassing bij de winning van gras. Door hiermee bewust bezig te zijn kan het gras aan de best mogelijke kwaliteit voldoen waarmee een beter product in de sleufsilos, gezonder vee en een hogere melkproductie kan worden gerealiseerd.

Bibliografie

- Aanpakstikstof. (2020). *Vragen en antwoorden gericht opkopen van veehouderijen*. Opgehaald van Aanpak stikstof: <https://www.aanpakstikstof.nl/themas/landbouw/vragen-en-antwoorden/gericht-opkopen-van-veehouderijen>
- Agri Reesink. (2021, Juni 17). *Het instellen van harkdiepte is zeer belangrijk*. Opgehaald van melkvee: <https://www.melkvee.nl/artikel/408228-het-instellen-van-harkdiepte-is-zeer-belangrijk/>
- Agrimatie. (2018, November 1). *Schaalgrootte en inkomen melkveehouderij*. Opgehaald van Inkomen en bedrijfsomvang - Melkveehouderij: <https://www.agrimatie.nl/PublicatiePage.aspx?subpubID=2525§orID=2245&theMalID=7458&indicatorID=7452>
- Baarda, B. (2019). *Dit is onderzoek!* Noordhoff.
- Berkhout, P; (red.), Van der Meulen, H; Ramaekers, P. (2022). *Staat van Landbouw, Natuur en Voedsel*. Wageningen: Wageningen University en Research.
- Blokland, P. W., Luesink, H., Jongeneel, R., Daatselaar, C., & de Koeijer, T. (2015). *Opties voor beperking fosfaatproductie van de Nederlandse melkveestapel: dierrechten versus fosfaatrechten*. Wageningen: LEI Wageningen UR.
- Claas. (2023). *Claas Telematics*. Opgehaald van Claas Telematics: <https://www.claas-telematics.com/Telematics/goDashboard.app>
- Dacom. (2023). *Boer en bunder*. Opgehaald van <https://boerenbunder.nl/>
- Eurofins. (2023). *Ruw as*. Opgehaald van eurofins-agro: <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/ruwe-as#:~:text=Het%20anorganische%20gedeelte%20van%20de,omgezet%20zijn%20in%20organische%20stof.>
- Feenstra, J. (2018). *Precisielandbouw sluipt het grasland op*. Veeteelt.
- Goodwin, M. (2019, Augustus 5). *Small farm hay production, Choosing a hay rake*. Opgehaald van tractortoolsdirect.com: <https://tractortoolsdirect.com/blog/small-farm-hay-production-choosing-a-hay-rake/>
- Groeikracht. (2021). *Het effect van harktechniek op de voederwaarde van gras*. Baarle-Nassau: Groeikracht.
- HazMatCat. (2020, februari 23). *Fermentatie - Kuilgassen*. Opgehaald van hazmatcat: <http://www.hazmatcat.nl/Fermentatie/Kuilgassen/>
- Heijst van, Lars. (2022, September 5). *Anova*. Opgehaald van Scribbr: <https://www.scribbr.nl/statistiek/anova/>
- Hoving, I.E.; Kempenaar, C.; Heijting, S.; Been, T. H.; Philipsen, A. P.; Vlemmix, H. C. A.; Roerink, G. J.; Hermans, G. J. F. M. (2015). *GrasMaïs-Signaal; adviessysteem precisielandbouw melkveehouderij*. Wageningen: Wageningen UR Livestock Research.
- Jasp. (2023). *Our goals*. Opgehaald van Jasp: <https://jasp-stats.org/about/>
- Klein Swormink, B. (2020). *Werken met grasland*. Ontwikkelcentrum, Nederland.

- Koerhuis, R. (2019, januari 25). NIR kansrijk mits ijklijn klopt. *Boerderij*, pp. 1-5.
- Koerhuis, R. (2023, juni). NIR-sensor bepaalt opbrengst gras nauwkeurig genoeg. *gras special*, pp. 48-49.
- Lokhorst, K. (2008). *Precision Livestock Farming*. Lelystad: Animal Sciences Group van Wageningen.
- Pöttinger Landtechnik GmbH. (2023). *TOP C Zwadharken met 4 elementen*. Opgehaald van poettinger: https://www.poettinger.at/nl_nl/produkte/detail/top4c/top-c-zwadharken-met-4-elementen
- Remco. (sd). *Omvang van een steekproef*. Opgehaald van Skoledo: <https://www.skoledo.com/kennisartikelen/omvang-van-een-steekproef/>
- Rienks, W. A.; van Eck, W.; Elbersen, B. S.; Hulsteijn, K.; Meulenkamp, W. J. H.; de Poel, K. R. (2003). *Melkveehouderij op schaal : nieuwe concepten voor grootschalige melkveehouderij*. Wageningen: Alterra.
- Rijksdienst voor ondernemend. (2020, Juni 10). *Fosfaatrechten melkvee*. Opgehaald van RVO: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/mest/fosfaatrechten>
- Rijksoverheid. (2022, September 5). *Rijksoverheid*. Opgehaald van Financiële transitietegemoetkoming voor afbouwen derogatie: <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2022/09/05/financiele-transitietegemoetkoming-voor-afbouwen-derogatie>
- Smits, M. (2023, juni). Zo stel je de schudder af. *Gras special*, pp. 32-33.
- Trekker. (2020, December 7). *Impressie Ploeger CM2240 getrokken bandhark*. Opgehaald van trekkeronline: <https://trekkeronline.nl/2020/12/impressie-ploeger-cm2240-getrokken-bandhark/>
- Van Dam, M. (2015). *Wijziging van de Meststoffenwet in verband met de invoering van een stelsel van fosfaatrechten*. 's-Gravenhage: Tweede Kamer.
- Van Duinkerken, G., Andre, G., De Haan, M., Hollander, C., & Zom, R. (2007). *De voederconversie van melkvee*. Lelystad: WUR.
- Van Zessen, T. (2017). *quotemloos melken*.
- Vicon. (2023). *Welke maaihoogte past bij het gewas*. Opgehaald van vicon: <https://www.vicon.nl/Landingspagina/tips-om-het-maximale-uit-uw-vicon-te-halen/Welke-maaihoogte-past-bij-het-gewas>
- Wageningen Universiteit. (2021, november 18). *Graslandgebruik beïnvloed emissies methaan en ammoniak*. Opgehaald van WUR: <https://www.wur.nl/nl/nieuws/graslandgebruik-beïnvloedt-emissies-methaan-en-ammoniak.htm>
- Wageningen University & research. (2020). *Wat betekent 'einde derogatie' voor de Nederlandse landbouw en natuur?* Opgehaald van WUR: <https://www.wur.nl/nl/show/wat-betekent-einde-derogatie-voor-de-nederlandse-landbouw-en-natuur.htm>
- Williams, C. (2007). *Research Methods*. Opgehaald van clutejournals: <https://clutejournals.com/index.php/JBER/article/view/2532/2578>