

Afstudeerwerkstuk

De effecten van automatisch voeren op de productie

Een onderzoek naar de effecten van frequenter voeren door middel van een automatisch voersysteem op de productiegetallen en daarmee op de economische resultaten.

Paul Vergeer



Afstudeerwerkstuk

De effecten van automatisch voeren op de productie

Een onderzoek naar de effecten van frequenter voeren door middel van een automatisch voersysteem op de productiegetallen en daarmee op de economische resultaten.

Periode: Voorjaar 2021

Student

Naam Student: Paul Vergeer
Adres: Meije 264
Postcode: 2421ND, Nieuwkoop
Telefoon: 0031 – 6 33959428
Email: 3024198@aeres.nl
Opleiding: Agrotechniek & Management

Afstudeerdocent

Naam: Ronald Marsman
Email: r.marsman@aeres.nl

Opdrachtgever

Opdrachtgever: Lely International NV
Adres: Cornelis van der Lelylaan 1
Postcode: 3147 PB Maassluis
Begeleider: Rick van Os
Email: rvanos@lely.com



Voorwoord

Na 4 jaar studeren met veel uitdaging en plezier komt mijn studententijd tot een eind, met als grootste afsluiter het afstudeerwerkstuk. Dit ter afronding van de studie Agrotechniek & Management aan de Aeres hogeschool te Dronten.

Graag stel ik mijzelf voor; Paul Vergeer. In het laatste jaar van de studie wordt van iedere student aan de Aeres hogeschool verwacht dat hij of zij een scriptie schrijft, oftewel een afstudeerwerkstuk. Dit om aan te kunnen tonen dat de opgedane kennis en vaardigheden die iemand in zijn studie heeft opgedaan wordt beheerst en kan worden toegepast.

Vanwege mijn interesse voor de technische kant in de melkveesector ben ik voor mijn afstudeeronderzoek terecht gekomen bij het bedrijf Lely internationaal, waar wordt gewerkt aan de modernisering en het innoveren van de melkveesector. Zij hebben mij het voorstel gedaan om te onderzoeken welke effecten automatisch voeren kan hebben op de productie- en economische resultaten van melkveebedrijven. Deze uitdaging wilde ik graag met twee handen aangaan omdat het mij de kans gaf om mijzelf verder te ontwikkelen en ervaring op te doen m.b.t. communicatie, innovatie en zien hoe het gaat in het “echte werkveld”.

Uiteraard loop je in een (afstudeer)onderzoek tegen moeilijke keuzes en punten aan. Hoe je hiermee omgaat laat zien tot welk persoon je je hebt ontwikkeld en nu uiteindelijk bent geworden. Het was voor mij een uitdaging om in deze corona tijden toch een gedegen onderzoek te doen waarbij persoonlijk contact helaas amper mogelijk was. Het heeft mij echter ervaring opgeleverd op het gebied van creatief omgaan met onverwachte situaties en zakelijk communiceren, daarnaast heb ik een netwerk kunnen opbouwen.

Ik wil graag nog in het voorwoord gebruik maken van de gelegenheid om enkele mensen te bedanken. Ten eerste wil ik graag Lely International bedanken voor de mogelijkheid tot het uitvoeren van mijn afstudeeronderzoek. In het bijzonder wil ik graag Rick van Os bedanken voor zijn persoonlijke begeleiding tijdens het onderzoek. Daarnaast wil ik alle collega's van het productmanagementteam bedanken voor de ondersteuning tijdens het verzamelen van gegevens. Ook wil ik graag alle melkveehouders bedanken die hun gegevens ter beschikking hebben gesteld voor het onderzoek. Tenslotte wil ik Ronald Marsman bedanken voor de begeleiding namens school.

Ik hoop van harte dat dit onderzoek een bijdrage kan leveren in de visie op het automatisch voeren. Ik wens u veel leesplezier

Paul Vergeer

Nieuwkoop, 30.6.2021.

Inhoud

Voorwoord	2
Samenvatting	5
Summary	6
1. Inleiding	7
1.1. Voeropname	8
1.2. Selectie	9
1.3. Herkauwen	10
1.4. Stimuleren	10
1.5. Frequent voeren	12
1.6. Voer aanschuiven	13
1.7. Knowledge gap	13
2. Materiaal en methode	15
2.1. Materialen	15
2.1.1. Proefbedrijven	15
2.1.2. Proefperiode	15
2.2. Methode	16
2.2.1. Data verzameling	16
2.2.2. Waarnemingen	16
2.2.3. Dataverwerking en analyse	17
3. Resultaten van het onderzoek	18
3.1. Algemene resultaten	18
3.2. Eiwitgehalte	18
3.2.1. Verloop eiwitgehalte	18
3.2.2. Gepaarde T-toets eiwitgehalte	19
3.3. Vetgehalte	19
3.3.1. Verloop vetgehalte	19
3.3.2. Gepaarde T-toets vetgehalte	21
3.4. Melkproductie	21
3.4.1. Verloop melkproductie	21
3.4.2. Gepaarde T-toets melkproductie	22
3.5. Netto-opbrengst	22
3.5.1. Verloop Netto-opbrengst	22
3.5.2. Gepaarde T-toets netto-opbrengst	23
4. Discussie	24
5. Conclusie	26
6. Aanbevelingen	27
7. Bronnenlijst	28

8.	Bijlage	31
8.1.	Dataset melkproductie	31
8.2.	Dataset vetgehalte	32
8.3.	Dataset eiwitgehalte.....	33
8.4.	Dataset Netto-opbrengst.....	34

Samenvatting

Melkveehouders in Nederland kunnen voor het voeren van hun veestapel kiezen voor verschillende voerstrategieën, voersystemen of voermethodes. De in Nederland meest voorkomende voersystemen zijn compact voeren, TMR (Total Mixed Ration) voeren en automatisch voeren. Bij automatisch voeren worden koeien vaak meerdere malen per etmaal gevoerd, deze extra voerverstrekkingen stimuleert de koe om meerdere keren per dag kleine, verse porties voer op te nemen. Uit eerder onderzoek is namelijk gebleken dat het vaker voeren van melkkoeien op één dag een positief effect kan hebben op de melkproductie en het welzijn van de koe.

Het doel van dit onderzoek is om inzicht te creëren in de effecten van frequenter voeren op de productiecijfers (melkproductie, eiwitgehalte, vetgehalte), van melkveebedrijven die hun koeien automatisch voeren op de lange termijn. Daarnaast is het doel van dit onderzoek om te beoordelen welke invloed deze effecten hebben op de economische cijfers van deze bedrijven.

Bij 13 melkveebedrijven in Nederland die tussen oktober 2015 en maart 2019 zijn gestart met een automatisch voersysteem, zijn de MPR (melkproductie registratie) gegevens verzameld. Deze gegevens komen voort uit een periodieke monsternamen die wordt uitgevoerd door CRV, en bevatten bedrijfskengetallen als melkproductie(kg/d), eiwitgehalte, vetgehalte en Netto-opbrengst. Deze gegevens zijn in chronologische volgorde op een tijdlijn geplaatst over een totale periode van 36 maanden, 18 maanden voor de start van het voersysteem tot en met 18 maanden na de start van het systeem.

Uit de analyse komt naar voren dat, hoewel er geen significante verschillen konden worden aangetoond, kengetallen als melkproductie en netto-opbrengst een stijgende trend laten zien na de start van het automatische voersysteem. Het vet- eiwit gehalte in de melk bleef gelijk gedurende de onderzoeksperiode.

Omdat er niet voldoende gegevens beschikbaar zijn om aan te tonen dat deze toenames significant zijn, en er niet voldoende gegevens verzameld zijn over de voerkwaliteit, rantsoensamenstelling, droge stof opname en andere invloedrijke factoren als ras en weersomstandigheden, kon er niet worden aangetoond wat het effect van frequenter voeren is geweest op de onderzochte veestapels. Om in de toekomst tot een gedegen onderzoek te komen zal Lely het vervolgonderzoek moeten uitbreiden met deze gegevens, daarnaast zou Lely de duur van de onderzoeksperiode kunnen verlengen. Op deze manier wordt er nog meer duidelijk over de effecten van frequenter voeren op de productiecijfers van melkkoeien op de lange termijn.

Summary

Dairy farmers in the Netherlands can choose between different feeding strategies, systems, or methods for feeding their herds. The most common feeding systems are compact feeding, TMR (Total Mixed Ration) feeding and automatic feeding. With automatic feeding, cows are often fed several times a day. These extra feedings stimulate the cow to eat small, fresh portions of feed several times a day. Previous research has shown that feeding dairy cows more frequently during the day can have a positive effect on milk production and cow welfare.

The aim of this study is to gain insight into the effects of more frequent feeding on the production figures (milk production, protein content, fat content) of dairy farms that feed their cows automatically in the long term. In addition, the aim of this study is to assess the influence of these effects on the economic figures of these farms.

The MPR (milk production registration) data were collected from 13 dairy farms in the Netherlands that started using an automatic feeding system between October 2015 and March 2019. This data comes from a periodic sampling carried out by CRV and contains company key figures such as milk production (kg/d), protein content, fat content and Net yield. These data are placed in chronological order on a timeline over a total period of 36 months, 18 months before the start of the feeding system up until 18 months after the start of the system.

The analysis showed that, although no significant differences could be identified, key figures such as milk production and net yield showed an increasing trend after the start of the automatic feeding system. The fat and protein content of the milk remained the same during the study period.

Because there is not enough data available to show that these increases are significant, and because there is not enough data collected on feed quality, ration composition, dry matter intake and other influential factors such as breed and weather conditions, it could not be demonstrated what the effect of more frequent feeding has been on the herds studied. To conduct a thorough research in the future, Lely will have to extend the follow-up study with these data, in addition, Lely could extend the duration of the research period. In this way, the effects of more frequent feeding on the production figures of dairy cows in the long term will become even more evident.

1. Inleiding

In 2019 telde Nederland ongeveer 16.000 melkveebedrijven met daarbij 1,57 miljoen koeien. Wegens toenemende druk vanuit de maatschappij dienen de melkveehouders steeds duurzamer te produceren met meer aandacht voor dierenwelzijn (Rabobank, 2019). Het vergroten van het dierenwelzijn moet melkveehouders in staat stellen om koeien ouder te laten worden, dit draagt op zijn beurt dan weer bij aan de verduurzaming (Nieuwe oogst, 2019). Voer is een van de belangrijkste aspecten voor een goed welzijn van melkkoeien. Koeien die veel melk produceren hebben namelijk voldoende voeding nodig. Energie uit het voer wordt namelijk ook gebruikt ter ondersteuning van de gezondheid van een koe. Goede voeding is voor een koe dus essentieel om kwalen aan de klauwen, uier, pens, etc. te voorkomen. Naast het belang van goede voercomponenten is ook de manier van voeder verstrekking belangrijk. (VOERGROEP zuid, 2017)

Er zijn verschillende manieren mogelijk om een veestapel te voeren, echter zijn er vier systemen die het meeste voorkomen om een melkveestapel te voeren; TMR (Total Mixed Ration): waarbij de koe alles krijgt via een mengsel van ruwvoer, enkelvoudige- en meervoudige krachtvoerders. PMR (Partial Mixed Ration): waarbij de koe een mengsel krijgt van ruwvoer en enkelvoudige krachtvoerders dat wordt aangevuld met een samengesteld mengvoer rantsoen (brok). Een veehouder kan daarnaast ook water aan het rantsoen toevoegen, dit heet 'compact' voeren. Door water toe te voegen, blijven de enkelvoudige krachtvoerders aan het ruwvoer 'plakken'. Dit vermindert selectie en bevordert de opname van een gelijkwaardig rantsoen. Daarnaast kan een veehouder ervoor kiezen om losse voer componenten aan het voerhek aan te bieden d.m.v. bijvoorbeeld een doseersysteem. Voor het voeren van PMR of TMR kan een veehouder kiezen tussen een getrokken- of zelfrijdende voer mengwagen, of een automatisch voersysteem. (Hollander et al., 2005).

Voor een Nederlandse melkveehouder is het heel belangrijk om het eigen ruwvoer maximaal te benutten. Daarnaast kan het voor een melkveehouder aantrekkelijk zijn om de focus op melkproductie in kilogrammen melk per dag te verschuiven naar de productie van vet en eiwit. Daardoor wordt de manier van voeren steeds belangrijker. Sinds de invoering van het fosfaatrechtenstelsel wordt er per melkveehouder namelijk gekeken naar hoeveel kilogrammen melk deze produceert, en niet hoeveel vet en eiwit (RVO, 2019). Dit terwijl de melk door de afnemer (bijv. Friesland Campina, Leerdammer, etc.) wel wordt afgerekend op vet- en eiwitproductie (Friesland Campina, 2021). Hogere gehalten dragen bij aan een beter voersaldo per fosfaatrecht. (Agrifirm, 2021)

Een melkveehouder heeft ook de keuze in hoe vaak de koeien gevoerd worden. Vaak voeren melkveehouders met een conventioneel systeem 1 keer per dag. Automatisch voeren biedt de mogelijkheid meerdere keren per dag te voeren (Lely, 2021). In het verleden is al gebleken dat frequent voeren, bijvoorbeeld met een automatisch voersysteem, een positieve werking heeft op de gezondheid van een melkkoe. Een onderzoek van Bisaglia, in samenwerking met de universiteit van Wageningen en de CAH in Dronten (tegenwoordig Aeres), heeft aangetoond dat het frequenter voeren van kleinere porties de activiteit, droge stof opname, voerefficiëntie en melkproductie verbeterd. Belangrijk hierbij is dat de koe naar behoefte gevoerd kan worden. Daarnaast biedt een automatisch voersysteem de mogelijkheid om

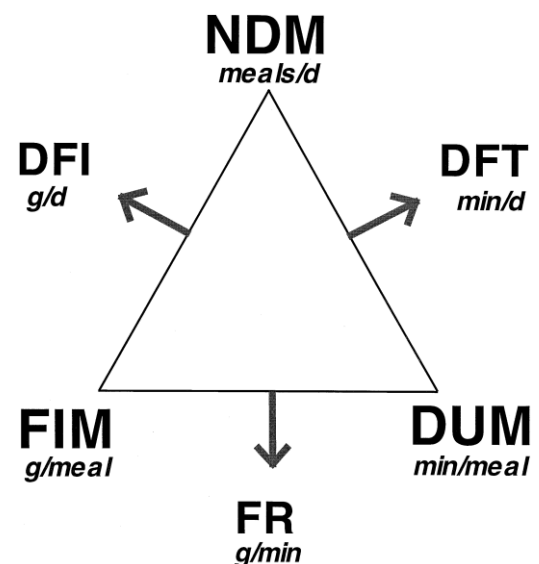
meer inzicht per koe te verkrijgen over de voeropname en de efficiëntie waarmee dit wordt omgezet in melk. (Bisaglia, Belle, Berg, & Pompe, 2010)

Het rantsoen en de voermethode zijn dus erg belangrijk voor prestaties van een koe. De voermethode heeft daarbij een positief effect op de droge stof opname van lacterende koeien. Dit heeft vervolgens effect op de melkproductie.

1.1. Voeropname

Naast dat het belangrijk is wat een koe daadwerkelijk per dag opneemt, gelet op de voederwaarde van het berekende rantsoen, is ook de manier waarop een koe haar voer consumeert van grote invloed op hoe zij produceert. Dit 'vreetgedrag' is van grote invloed op de hoeveelheid voer die een koe per dag opneemt. De opname van voer, in kilogrammen droge stof, is bepalend voor de hoeveelheid melk die een koe per dag kan produceren. Dit kan echter ook een beperkende factor zijn. Om een hogere melkproductie te behalen, is het dus noodzakelijk dat de koe meer voer op zal nemen (DeVries, Von Keyserlingk, & Beauchemin, 2005).

Voeropname wordt uitgedrukt in kilogram droge stof per dag en is een som van het aantal kilogrammen droge stof per maal die een koe opneemt en het aantal maaltijden per dag. Naast voeropname zijn er nog twee andere factoren die worden beïnvloed door het vreet gedrag van een melkkoe. Dat zijn de vreettijd en vreetsnelheid. Vreettijd, die wordt berekend door de tijd per maal te vermenigvuldigen met het aantal malen dat de koe per dag nuttigt, geeft aan hoeveel tijd de koe per dag besteedt aan het opnemen van haar eten. De vreetsnelheid, die wordt berekend door de hoeveelheid voer per maaltijd te delen door de tijd die de koe besteedt aan deze maaltijd, geeft aan hoeveel een koe per minuut op neemt. (Nielsen, 1999)



FIGUUR 1 ONDERDELEN VAN HET VREETGEDRAG BIJ DIEREN. (NIELSEN, 1999)

De gebruikte afkortingen in figuur 1 zijn als volgt: NDM = aantal maaltijden per dag. FIM = gemiddelde voeropname per maaltijd. DUM = gemiddelde duur van de maaltijd. DFI = dagelijkse voedselopname. DFT = dagelijkse voedertijd. FR = voersnelheid. dit zijn de gemiddelde per dier per dag.

Volgens een onderzoek van Johnston en DeVries in 2018, zijn van al de bovengenoemde factoren 'de hoeveelheid tijd die een koe aan het voer hek staat' en 'hoe vaak de koe naar het voerhek komt' de factoren die de grootste invloed hebben op de totale droge stof opname. Voor een koe die meer melk moet produceren is het belangrijk dat zij vaker naar het voerhek komt en daar ook een langere tijd blijft zodat er ook daadwerkelijk meer droge stof wordt opgenomen. Ook kwam naar voren dat de hoogproductieve koeien, per dag meer tijd doorbrachten aan het voerhek. (Johnston & DeVries, 2018)

Ook het te snel opnemen van te grote porties is niet goed voor een melkkoe, dit heeft namelijk een negatief effect op de pens. Deze manier van opname zal de zuurproductie te snel doen toenemen, dit resulteert vaak in subklinische pens verzuring. Met als gevolg het risico op melkvet depressie.(Johnston & DeVries, 2018)

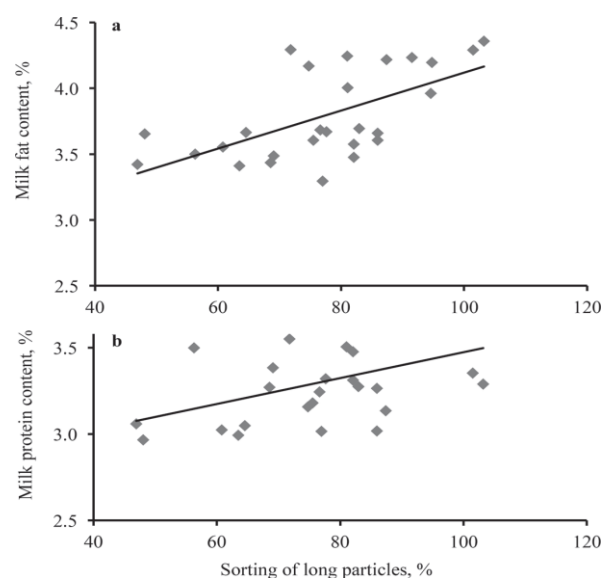
In het onderzoek was ook een verband te zien tussen de maaltijdfrequentie en het vetgehalte van de geproduceerde melk. Koeien die vaker naar het voerhek kwamen, produceerde vaak ook melk met een hoger vetgehalte. Deze koeien hebben namelijk een constantere voeropname, en ervaren daardoor minder depressies, zoals een daling in de zuurtegraad, in de pens gedurende de dag. Dit resulteert in een lager risico op pens verzuring en biohydrogenatie(Johnston & DeVries, 2018). Biohydrogenering is een proces dat in de pens plaatsvindt en waarbij bacteriën onverzadigde vetzuren (OVZ) omzetten in verzadigde vetzuren (VZ), met als gevolg dat de vetzuren die de pens verlaten sterk verzadigd zijn. Hoewel dieren dus grote hoeveelheden OVZ uit standaard voedingrediënten kunnen opnemen, zal het grootste deel daarvan in de pens worden omgezet in VZ en dus niet beschikbaar zijn voor opname in melkvet, vlees of weefsels.(megalac, 2021)

Ook tijdens een Israëlisch onderzoek werd er geconstateerd dat hoog efficiënte koeien (Hef) een ander vreetpatroon hebben dan koeien die minder efficiënt (Lef) zijn. Hoog efficiënte koeien consumeren in feite meer kleinere maaltijden gedurende de dag, daarnaast consumeren zij het voer dan langzamer. Het stimuleren van de laag efficiënte koeien om hetzelfde vreetgedrag te gaan vertonen zou bevorderlijk zijn voor de vertering van vezels, wat meestal de beperkende factor is op het gebied van vertering efficiëntie.(Ben Meir et al., 2018)

1.2. Selectie

Bedrijven kunnen ervoor kiezen om koeien TMR (Total mixed Ration) te voeren, hierbij wordt er een rantsoen samengesteld uit verschillende componenten en gemengd aangeboden aan de koeien. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de koeien het homogene en constante mengsel dat hen wordt gevoerd ook daadwerkelijk op deze manier op eten. Koeien zijn echter gewend om met hun snuit door het voer te gaan om bepaalde componenten te zoeken, andere componenten die de koe liever niet eet blijven dan liggen. Dit gedrag heet selectie. Als gevolg van deze 'selectie' consumeren koeien niet het consistente rantsoen dat op voorhand is berekend door de voeradviseur(van Zessen, 2014).

Deze selectie is in verband gebracht met een lager melkvetpercentage in 2 studies(Devries, Holtshausen, Oba, & Beauchemin, 2011; Fish & Devries, 2012), waarschijnlijk als gevolg van



FIGUUR 2 RELATIE TUSSEN SELECTIE EN VET- EN EIWITGEHALTE MELK (BRON: (MILLER-CUSHON & DEVRIES, 2017B))

een onevenwichtige opname van zeer fermenteerbare koolhydraten en effectieve vezels(NDF = Neutral Detergent Fiber), wat leidt tot pens verzuring. In beide studies daalde het melkvet met 0,15 procent voor elke 10% weigering van lange voerdeeltjes in het rantsoen. Recenter vonden Miller-Cushon en DeVries een vergelijkbare associatie, waarbij het geproduceerde melkvet met 0,1 procent toenam bij iedere verhoging van 10% van de opname van langere rantsoendeeltjes. Naast de afname van het melkvet heeft selectie ook negatieve gevolgen voor de productie van melkeiwit. Het onderzoek toonde bijvoorbeeld ook aan dat het melkeiwitgehalte met 0.05% daalde voor elke 10% weigering van lange voerdeeltjes(Miller-Cushon & DeVries, 2017). In figuur 2 is het verband tussen een lagere opname van lange voerdeeltjes en een lager vet- en eiwitgehalte van de geproduceerde melk weergegeven.

1.3. Herkauwen

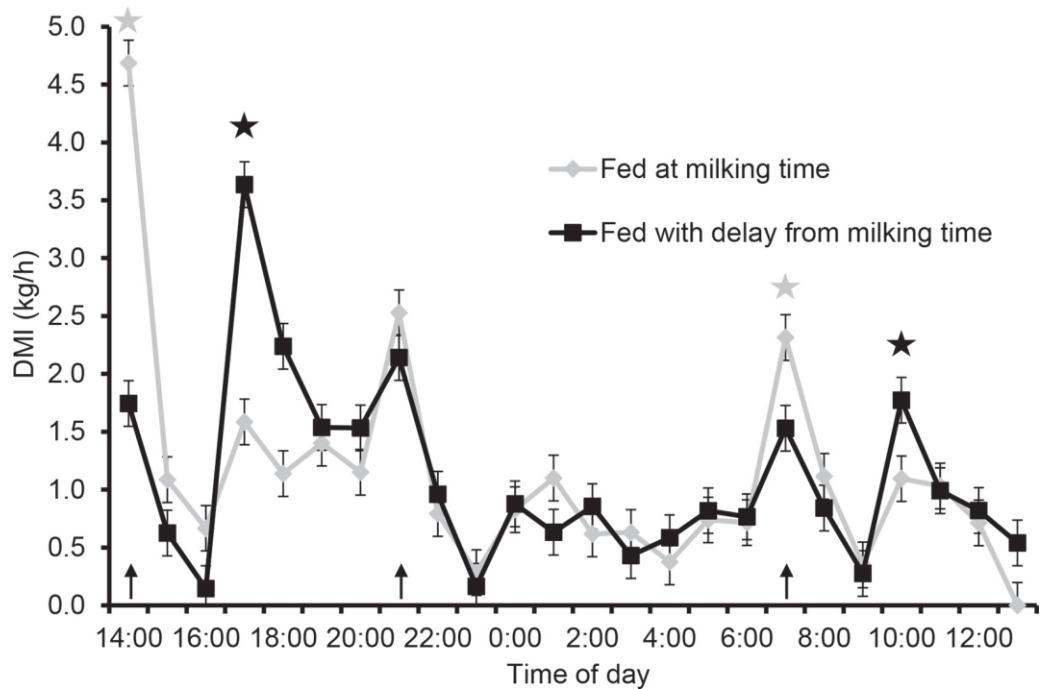
Herkauwen is een natuurlijk gedrag voor melkkoeien. Herkauwen is namelijk nodig om grote voerdeeltjes te verkleinen, zodat deze de netmaag opening kunnen passeren(Welch, 1982). Het herkauwproces vergroot het oppervlak van de voerdeeltjes, waardoor ze beter toegankelijk zijn voor pens microben. Daarnaast stimuleert herkauwen de aanmaak van speeksel, dit speeksel heeft een bufferende werking op de pens en zorgt voor een homeostatische omgeving die positiever is voor pens microben.(Erdman, 1988). Goed herkauwgedrag vergemakkelijkt de passage van droge stof uit de pens naar het maagdarmkanaal waar deze deeltjes worden afgebroken. Naarmate deze passagesnelheid toeneemt neemt ook de droge stof opname toe. Op basis van deze rol mag er worden gesteld dat een beter herkauwgedrag bijdraagt aan een hogere melkproductie.(Kaufman, Asselstine, LeBlanc, Duffield, & DeVries, 2018)

1.4. Stimuleren

Op veel melkveebedrijven wordt er vers voer op stal verstrekt tijdens het melken. De aanwezigheid van vers voer wanneer de koeien terugkomen op stal, zorgt ervoor dat koeien eerst gaan vreten in plaats van dat zij gaan liggen. Door eerst te gaan vreten krijgen de slotgaten van de spenen de kans om te sluiten voordat de koeien gaan liggen, hiermee wordt de kans op mastitis verkleind. Koeien hebben deze stimulans echter niet nodig, zolang er maar voer aanwezig is voor de koeien nadat zij terug op stal komen na het melken zullen zij gaan eten. Tijdens een onderzoek uit 2005 is gebleken dat, wanneer het tijdstip van voeren en het tijdstip van melken van elkaar worden gescheiden, koeien meer uren per dag aan het voer hek staan. Hierbij werd het verstrekken van vers voer verschoven naar 6 uur na het melken. Hierdoor kregen koeien midden op de dag een extra stimulans om te gaan eten. Deze stimulans zorgde niet voor een verhoogde voeropname, maar had wel als gevolg dat de koeien een consistentere voerpatroon aan gingen houden(DeVries & Von Keyserlingk, 2005).

Volgens een onderzoek uit 2016 heeft het scheiden van het melken en het voeren een positief effect op het dagelijkse voerpatroon van de koeien. Het verstrekken van vers voer buiten de melktijd om stimuleerde de koeien om gedurende de dag kleinere, frequentere maaltijden te consumeren.

Deze voerpatronen resulteerde in een stabielers pensmilieu, wat leidde tot een efficiëntere melkproductie. (King, Crossley, & DeVries, 2016)



FIGUUR 3 DROGE STOF OPNAME PER UUR VAN MELKKOEIEN DIE 2 KEER PER DAG WERDEN GEVOERD. (KING, CROSSLEY, ET AL., 2016)

De resultaten uit dit onderzoek staan weergegeven in figuur 3. Tijdens dit onderzoek zijn twee verschillende voer strategieën (voertijden) gebruikt. Strategie 1: de koeien werden tijdens het melken gevoerd (14:00 en 07:00 uur). Strategie 2: de koeien werden 6 uur na het melken gevoerd (17:30 en 10:30 uur). In beide situaties werden de koeien driemaal daags gemolken (14:00, 21:00 en 07:00 uur).

1.5. Frequent voeren

Bij veel onderzoeken die worden gedaan naar de mogelijkheden om de droge stof opname bij koeien te verhogen, ligt de focus op verhoging doormiddel van verbetering van de samenstelling van het rantsoen. De droge stof opname van melkkoeien die op stal staan wordt ook sterk beïnvloed door

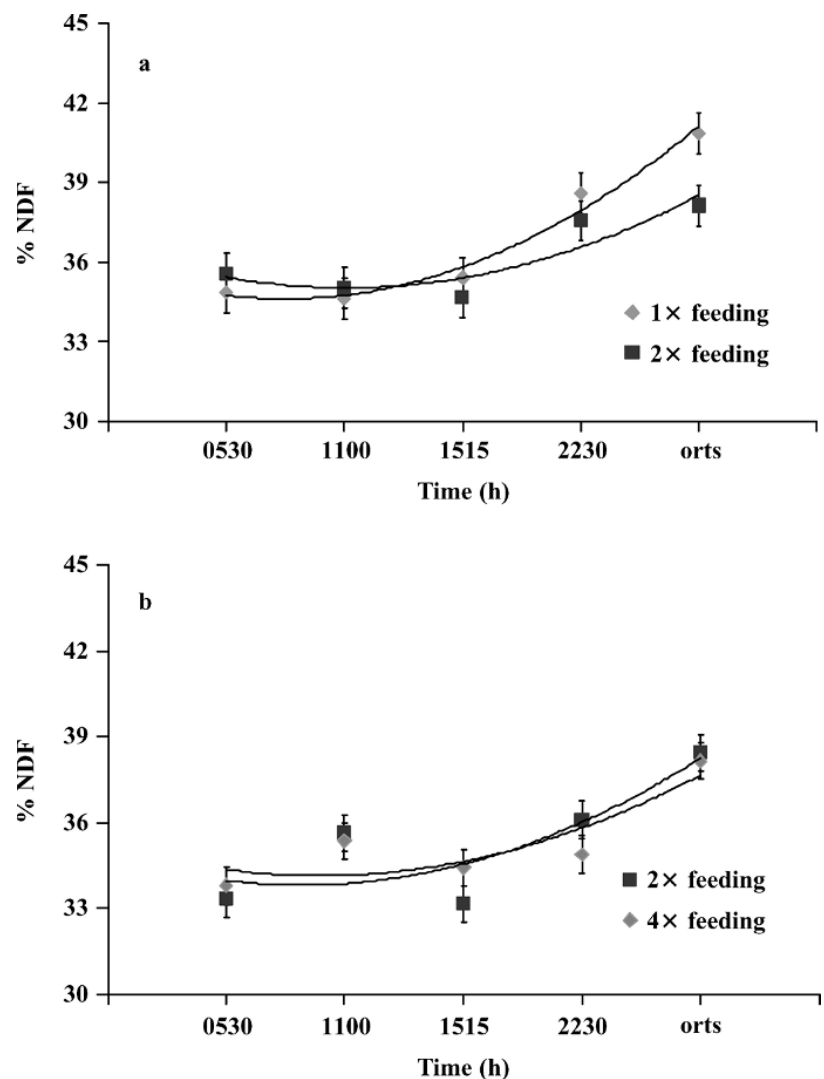
het vreetgedrag (Grant & Albright, 2001). Onderzoeken in het verleden hebben al aangetoond dat het vreetgedrag van koeien ook beïnvloed/gestimuleerd wordt door bepaalde activiteiten, bijvoorbeeld door het terug op stal komen na het melken of het aanbieden van vers voer nadat de voergang is

schoongemaakt (DeVries & Von Keyserlingk, 2005). Tijdens een onderzoek in 2005, werd het aantal verstrekkingen van voer aan twee groepen koeien verdubbeld. De eerste groep koeien werd 2x per dag gevoerd in plaats van 1x en de tweede groep werd 4x gevoerd in plaats van 2x. hieruit kwam naar voren dat het vaker voeren van de koeien leidde tot een verhoging van de tijd die koeien doorbrachten aan het voerhek.

Dit resulteerde in een gelijkwaardige toegang tot het voer, ook koeien die lager in

rangorde stonden hadden meer kans om te vreten. Naast dat iedere koe toegang had tot een consistent rantsoen bleek de selectie van kleinere voerdeeltjes ook significant af te nemen, wat de opname van een consistent rantsoen verder bevorderde. Melkkoeien namen hierdoor meer lange voerdeeltjes op (figuur 4), deze langere voerdeeltjes bevatten meer NDF. NDF (Neutral detergent fiber) geeft een beeld van de structuurwaarde van een rantsoen. Een hogere NDF geeft meer stimulans tot herkauwgedrag, maar is wel een factor die de hoogte van de voeropname beïnvloed. (DeVries et al., 2005).

Een andere studie uit 2012 gaf aan dat een verhoging van het aantal leveringen van voer geen significante verhoging opleverde in de activiteit van melkkoeien. Wel kwam hieruit naar voren dat vaker voeren een positief effect had op de melkproductie en dat koeien die



FIGUUR 4 OPNAME VAN NDF (%) BIJ GROEPEN MELKKOEIEN DIE 1X, 2X, OF 4X PER DAG WERDEN GEVOERD. (DEVRIES ET AL., 2005)

vaker werden gevoerd minder last ervaren van hogere temperaturen, ondanks lichte hittestress bleef de voeropname constant bij deze groep koeien (Bava et al., 2012).

1.6. Voer aanschuiven

Het is dus belangrijk om ervoor te zorgen dat er altijd voer aanwezig is voor de koeien, op deze manier kunnen koeien hun tijd zo efficiënt mogelijk indelen. Dit kwam ook naar voren uit een Amerikaans onderzoek uit 2016. In dit onderzoek is naar voren gekomen dat iedere 2 keer extra aanschuiven, dus 4 i.p.v. 2, 6 i.p.v. 4, etc., de ligtijd van de koeien werd verlengd met 0.1 uur per dag. Wanneer het voer 24 keer per dag werd aangeschoven, was de ligtijd gemiddeld een uur langer dan bij twee keer per dag het voer aanschuiven. Deze ligtijd gebruikte koeien om te herkauwen, deze stijging in het herkauwgedrag in combinatie met het feit dat de koeien meerdere, kleinere porties per dag consumeerde had een positieve invloed op de algehele gezondheid van de koeien. (King, Pajor, Leblanc, & Devries, 2016)

1.7. Knowledge gap

In de literatuur is bekend dat er verbanden zijn tussen het frequenter voeren van melkkoeien, en de algehele gezondheid en de productie. Wat nog niet bekend is, is het effect van automatisch voeren over een langere periode. De verwachting hierbij is dat zowel de productie van vet, eiwit als de melkproductie stijgen gedurende de periode dat de koeien met het automatische voersysteem worden gevoerd, deze stijging in productie moet leiden tot een verbeterd economisch resultaat voor het bedrijf. De koe heeft namelijk door het voersysteem meer voer dat vers en frequent aanwezig is, de verwachting is dat de koeien hierdoor een hogere voeropname hebben die leidt tot een verbeterde productie.

Het doel van dit onderzoek is daarom het creëren van inzichten in het effect van frequenter voeren doormiddel van een automatisch voersysteem op de productie getallen (vet, eiwit en dagproductie) en de berekende netto-opbrengst bij melkkoeien. Door hier onderzoek naar te doen krijgen bedrijven die een automatisch voersysteem verkopen, een beeld van hoe de productie wordt beïnvloed door dit type voersysteem. In het geval dat het voersysteem inderdaad een positief effect heeft op de productie, kunnen de verkopers van systemen de melkveehouders eenvoudiger overtuigen om te kiezen voor een automatisch voersysteem om hun bedrijfsvoering efficiënter te maken. Om dit doel te behalen zijn de volgende hoofd- en deelvragen opgesteld;

Hoofdvraag:

Wat zijn de effecten van frequenter voeren door middel van een automatisch voersysteem op de productiegetallen en daarmee op de economische resultaten van melkkoeien op Nederlandse melkveebedrijven?

Deelvragen:

1. *Wat voor effect heeft frequenter voeren met een automatisch voersysteem op het eiwitgehalte in de melk van een Nederlandse melkkoe?*

2. *Wat voor effect heeft frequenter voeren met een automatisch voersysteem op het vetgehalte in de melk van een Nederlandse melkkoe?*
3. *Wat voor effect heeft frequenter voeren met een automatisch voersysteem op de melkproductie van een Nederlandse melkkoe in kilogrammen melk per dag?*
4. *Wat voor effect heeft frequenter voeren met een automatisch voersysteem op de netto-opbrengst van een Nederlandse melkkoe?*

2. Materiaal en methode

In dit hoofdstuk worden de materialen en methode die in dit onderzoek worden toegepast besproken.

2.1. Materialen

2.1.1. Proefbedrijven

Voor dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van 15 melkveebedrijven uit Nederland. Deze bedrijven lijken qua bedrijfsvoering veel op elkaar, op deze manier blijven de resultaten meer betrouwbaar. Alle bedrijven die aan dit onderzoek hebben deelgenomen maken gebruik van een automatisch voersysteem van Lely (Lely Vector). De data die is verzameld van deze bedrijven zijn direct bij de melkveehouders opgevraagd. De bedrijven die hebben deelgenomen aan het volgende onderzoek voldoen aan de volgende punten:

- Het bedrijf voert de koeien met een Lely Vector.
- De Vector is in gebruik genomen tussen oktober 2015 en maart 2019.
- De Vector is gestart in een bestaande situatie (geen vernieuwde huisvesting).
- Het bedrijf melkt de koeien met een automatisch melksysteem of traditionele melkstal.
- De bedrijfsgrootte varieert tussen de 70 en 250 melkkoeien.
- Op het bedrijf worden iedere 3 tot 6 weken monsternames uitgevoerd voor de Melkproductie registratie (MPR).
- Het bedrijf heeft van meerdere jaren de overzichten van de MPR bewaard.

Wanneer een bedrijf aan deze bovenstaande criteria kan voldoen is het geschikt voor deelname aan het onderzoek.

2.1.2. Proefperiode

De proefperiode waarvan de data worden verzameld is per bedrijf anders. Van ieder bedrijf worden de MPR-gegevens geanalyseerd vanaf 18 maanden voor de ingebruikname van het automatische voersysteem tot en met 18 maanden na de ingebruikname van het voersysteem. In totaal gaat het hierbij om een periode van 36 maanden (3 jaar). De periode voor de start van het voersysteem dient hierbij als nulmeting, de resultaten na de start moeten een beeld geven van het effect van het voersysteem.

2.2. Methode

2.2.1. Data verzameling

Voor het in beeld krijgen van de bedrijven die voldoen aan de criteria uit paragraaf 2.1.1., wordt er gebruik gemaakt van het klanten datasysteem van Lely. Alle klanten die voldeden aan de gestelde criteria zijn vervolgens benaderd via hun vaste verkoopadviseur voor goedkeuring van deelname aan het onderzoek. Deze klanten is gevraagd of zij de uitkomsten van de periodieke monsternames van de gehele onderzoeksperiode wilden delen. De klanten dienen hiervoor wel gebruik te maken van de Melkproductieregistratie (melkcontrole). Hierbij wordt er iedere 3 tot 6 weken een melkmonster genomen van iedere melkkoe op het bedrijf. De CRV deelt ieder jaar een jaaroverzicht waar de gemiddelde productie staat weergegeven met het betreffende bedrijf (CRV, 2021). Deze overzichten zijn gebruikt voor het onderzoek. Wegens Corona was het niet mogelijk om de bedrijven persoonlijk te bezoeken, de gegevens zijn dus allemaal digitaal verstrekt. De melkveehouders konden scans of foto's per mail versturen. Alle gegevens die nodig waren voor het onderzoek staan in het MPR-jaaroverzicht dat door de melkveehouders ter beschikking is gesteld.

2.2.2. Waarnemingen

Van alle verzamelde gegevens is er gekeken naar de volgende cijfers:

- Gemiddelde dagproductie (kg melk)
- Gemiddeld vetgehalte (%)
- Gemiddeld eiwitgehalte (%)
- Netto-Opbrengst (euro's)

Monsternames in het statistiekjaar													
datum	sep	okt	nov	dec	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	totaal
BSK	51.8	52.1	52.6	52.9	51.3	54.9		56.7	54.4	52.3	51.9	54.5	53.2
no	2787	2876	2900	2841	2832	2877		2884	2878	2890	2892	2915	2870
kg melk (gemiddeld)	31.9	31.7	32.4	35.4	35.3	38.4		38.8	37.4	35.2	33.3	36.0	35.1
% vet	3.88	4.16	4.09	3.55	3.98	3.79		3.59	3.65	3.71	4.02	3.66	3.83
% eiwit	3.53	3.67	3.65	3.45	3.47	3.45		3.41	3.38	3.30	3.44	3.45	3.47
% lactose	4.77	4.75	4.78	4.75	4.54	4.61		4.67	4.61	4.57	4.51	4.54	4.65
ureum	27	31	23	23	24	27		25	27	24	28	28	26
melkgevend	47	48	45	42	43	42		45	46	52	50	41	45.5
droog	5	6	6	8	6	6		5	5	1	1	9	5.3
vlees	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0.0
aantal melkingen	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2	2	2
mpr 24 uur	107	103	103	97	106	93		94	91	93	86	111	99
mpr zuivel					100			98	100	104	100		100
erkend	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja		Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

Figuur 5 Voorbeeld MPR jaaroverzicht (Gent & Diergeneeskunde, 2015)

Kg melk (gemiddeld)

De monsternames in het bovenstaande jaaroverzicht voor de MPR geven een momentopname weer van het gemiddelde op het bedrijf op de dag van de monsternamen. Onderdeel van deze gemiddeldes is de dagproductie. Dit is de hoeveelheid kilogrammen melk die gemiddeld per koe is geproduceerd op de dag van de monsternamen.

% Vet, % eiwit en % lactose

Naast de dagproductie is ook het gemiddelde vetgehalte gemeten, dit wordt uitgedrukt in procenten per kilogram melk. Ditzelfde geldt voor de gehalten van eiwit en lactose. Lactose is voor dit onderzoek echter minder van toepassing, koeien produceren namelijk altijd melk met een lactose gehalte dat rond de 4,5% ligt. Eiwit is, met een prijs van 550 euro per 100 kilogram (Friesland Campina, 2021), het bestbetaalde component in de melk. Daarom is deze net als het vetgehalte en de dagproductie meegenomen in het onderzoek.

Netto-opbrengst

Na elke monsternamen wordt voor alle melkkoeien op het bedrijf een Netto-Opbrengst (NO) berekend. De NO geeft het gecorrigeerde rendement van een lactatie weer. Hierdoor kunnen lactaties binnen een bedrijf met elkaar worden vergeleken. Op het bedrijfsoverzicht van de MPR-uitslag is het gemiddelde van de NO's per groep koeien en het bedrijf vermeld. De berekening is gebaseerd op de gerealiseerde en/of voorspelde lactaties zoals die bepaald zijn bij de laatste monsternamen. (cooperatie-crv, 2015)

2.2.3. Dataverwerking en analyse

Alle gegevens die zijn verstrekt door de melkveehouders zijn op chronologische volgorde verwerkt in een Excel bestand. Deze zijn per productie getal (dagproductie, vet- en eiwitgehalte) in een apart tabblad verwerkt. Per tabblad zijn de gegevens van iedere melkveehouder gedurende een periode van 36 maanden op een rij gezet. Van ieder melkveebedrijf is de tijdlijn 18 maanden voor de start van het voersysteem gestart, deze loopt door tot 18 maanden na de start van het voersysteem. De tijdlijn start bij maand -18 en eindigt op maand 18, met op maand 0 de start van het voersysteem.

Door de gegevens van meerdere melkveehouders onder elkaar te zetten ontstaat er een per maand een gemiddelde, deze gemiddeldes zullen worden weergegeven in een lijndiagram ter overzicht. Wanneer alle datasets zijn verwerkt in Excel kan er voor zowel de periode voor de start van het voersysteem als de periode na de start van het voersysteem een trendline worden berekend. Om de betrouwbaarheid van deze trendline vast te stellen zal voor beide periodes het kwadraat van de correlatiecoëfficiënt (R^2) worden berekend. Deze correlatie wordt als volgt berekend:

*“Het kwadraat van de correlatiecoëfficiënt (R^2) wordt de **determinatiecoëfficiënt** genoemd. Deze geeft aan welk gedeelte van de variatie in de ene variabele door de andere wordt ‘verklaard’. Men spreekt wel van ‘verklaarde variantie’.”* (Universiteit Leiden, 2006)

Om te bepalen of er daadwerkelijk een significante verandering in productie heeft plaatsgevonden bij bedrijven die zijn overgestapt naar voeren met een automatisch voersysteem, zijn de verzamelde gegevens met elkaar vergeleken. Om deze gegevens te vergelijken is er gebruik gemaakt van een gepaarde T-toets. Daarbij zijn de maandelijkse gemiddeldes van de 18 maanden voor de start van het voersysteem vergeleken met de gemiddeldes van de 18 maanden na de start van het voersysteem.

3. Resultaten van het onderzoek

3.1. Algemene resultaten

Voor dit onderzoek zijn gegevens gebruikt van 13 melkveebedrijven, deze maken allemaal gebruik van een automatisch voersysteem van Lely. Hierbij is gekeken naar een opstartdatum van het voersysteem tussen 1 oktober 2015 en 1 maart 2019. In tabel 1 is een overzicht weergegeven met daarin de deelnemende bedrijven en de daarbij behorende kengetallen.

TABEL 1 ALGEMENE BEDRIJFSGEGEVENS

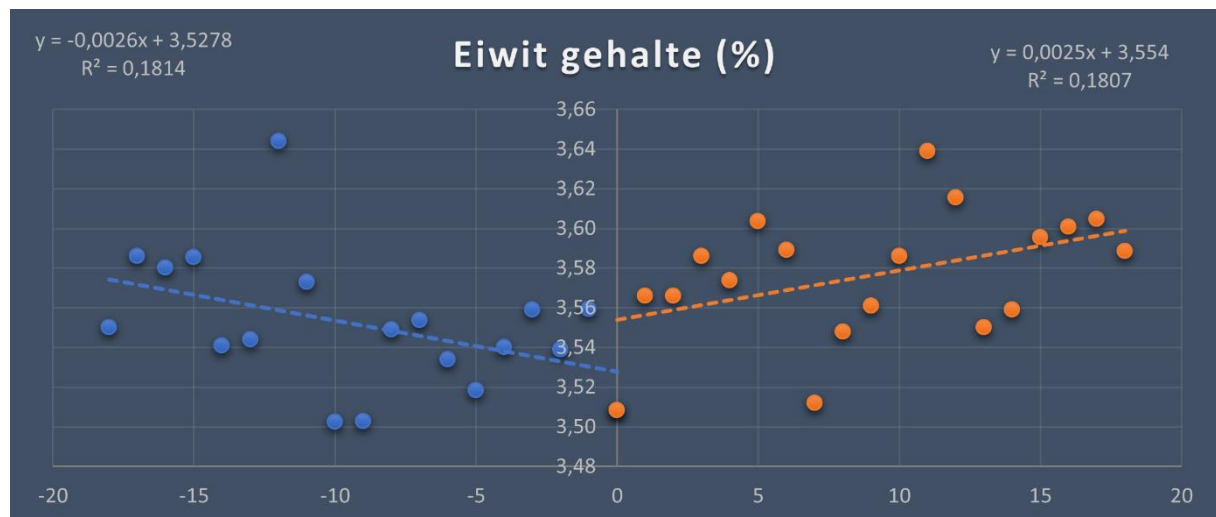
<i>bedrijfsnummer</i>	land	aantal dieren	vector aantal	aantal voerrondes	startdatum
1	NL	174	1	9	feb-19
2	NL	121	1	12	mei-18
3	NL	185	1	15	jun-18
4	NL	140	1	8	jan-18
5	NL	104	1	9	nov-16
6	NL	205	1	12	nov-17
7	NL	87	1	11	dec-15
8	NL	94	1	5	feb-19
9	NL	137	1	10	nov-17
10	NL	193	1	12	nov-15
11	NL	86	1	10	nov-15
12	NL	238	2	14	mei-18
13	NL	136	1	11	mei-16

3.2. Eiwitgehalte

In dit onderdeel worden de eiwitgehaltes van de deelnemende melkveehouderijen vergeleken. Deze vergelijking wordt gemaakt over twee periodes. 18 maanden voor de start van het automatische voersysteem tot en met de start, en vanaf de start van het voersysteem tot en met 18 maanden erna. Beide periodes worden aan de hand van een gepaarde T-toets voor gemiddelde met elkaar vergeleken.

3.2.1. Verloop eiwitgehalte

In figuur 6 zijn de gemiddeldes van het melkeiwitgehalte van alle deelnemende melkveehouders per maand weergegeven. Maand -18 tot maand 0 geeft de gemiddeldes weer zonder automatisch voersysteem. Maand 1 tot en met 18 geeft de gemiddeldes weer van dezelfde melkveebedrijven, deze bedrijven zijn in maand 0 gestart met het automatische voersysteem. Voor beide periodes is er een trendlijn berekend, voor de eerste periode hoort hier de formule $-0,0026x + 3,5278$ bij. Dit houdt in dat het melkeiwitgehalte in de melk iedere maand met 0,0026 % daalt. In de tweede periode is een stijgende trendlijn zichtbaar. Hier neemt het melkeiwitgehalte iedere maand met 0,0025 % toe. Beide trendlijnen hebben



FIGUUR 6 VERLOOP GEMIDDELDE EIWITGEHALTE

een correlatiecoëfficiënt van 0,18. Dit houdt in dat de correlatie tussen de berekende trendlijn en de weergegeven gemiddelden nauwelijks aanwezig is.

3.2.2. Gepaarde T-toets eiwitgehalte

TABEL 3 VERGELIJKING EIWIJ

Gepaarde T-toets eiwitgehalte

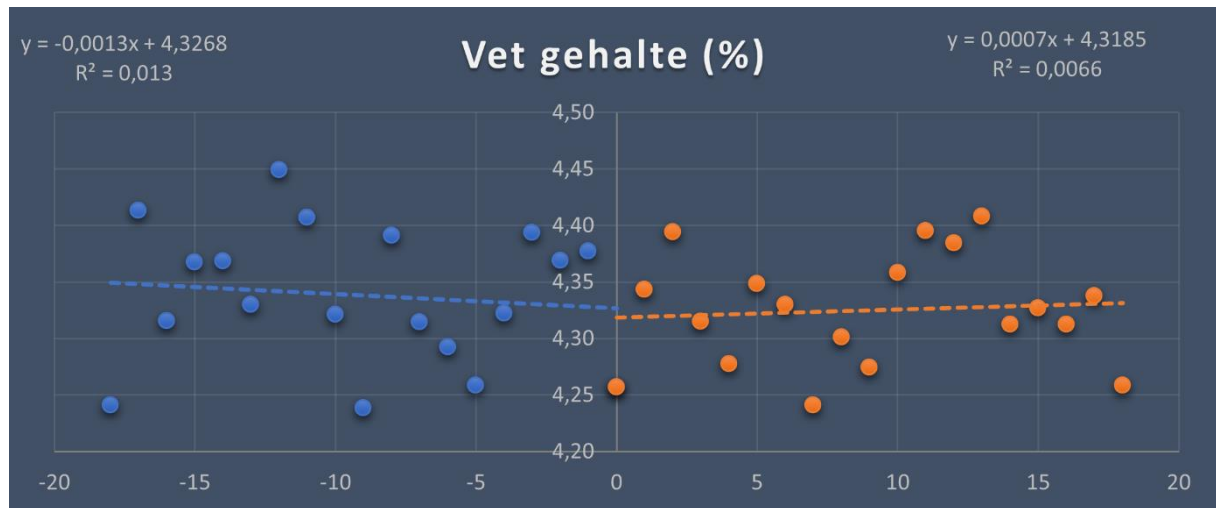
gemiddelde																		
maand	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
conventioneel	3,55	3,59	3,58	3,59	3,54	3,54	3,64	3,57	3,50	3,50	3,55	3,55	3,53	3,52	3,54	3,56	3,54	3,56
automatisch	3,57	3,57	3,59	3,57	3,60	3,59	3,51	3,55	3,56	3,59	3,64	3,62	3,55	3,56	3,60	3,60	3,60	3,59
standaardafwijking																		
maand	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
conventioneel	0,097887	0,09552	0,07746	0,090891	0,148406	0,114385	0,154932	0,166796	0,137848	0,137119	0,11962	0,126511	0,148824	0,087159	0,126315	0,124939	0,124455	0,123763
automatisch	0,119893	0,148607	0,117364	0,111011	0,114675	0,143976	0,150917	0,13113	0,122137	0,122817	0,091301	0,154176	0,135941	0,13852	0,138973	0,110137	0,106802	0,13054
significantie	0,665138	0,679573	0,529407	0,653807	0,630677	0,965829	0,249216	0,885037	0,473705	0,917338	0,584517	0,919461	0,912804	0,026791	0,397707	0,884578	0,954359	0,6943

Periode 1 en periode 2 zijn in tabel 3 vergeleken met elkaar aan de hand van een gepaarde T-toets. In de eerste en tweede periode hadden alle melkveebedrijven een gemiddeld eiwitgehalte van respectievelijk 3,55 (variantie: 0,0011) en 3,58 (variantie: 0,0009) procent. Van beide periodes zijn de gemiddelden per maand vergeleken, de eerste maand van het automatische voersysteem wordt hierbij vergeleken met de eerste maand van de metingen (maand -18). Op deze manier wordt er van maand 1 tot en met 18 een vergelijking gemaakt om te kijken of er een significant verschil is in het eiwitgehalte in de melk. Om een significant verschil aan te tonen, dient de significantie lager te zijn dan 0,05 (of 5%). In figuur 7 is te zien dat dit bij geen één van de vergeleken maanden het geval is. Dit betekent dat er geen significante toename is in het eiwitgehalte van de gemonsterde melk, na de start van het automatische voersysteem.

3.3. Vetgehalte

3.3.1. Verloop vetgehalte

In figuur 9 zijn de gemiddeldes van het melkvet gehalte van alle deelnemende melkveehouders per maand weergegeven. Maand -18 tot maand 0 geeft de gemiddeldes weer zonder automatisch voersysteem. Maand 1 tot en met 18 geeft de gemiddeldes weer



FIGUUR 7 VERLOOP VETGEHALTE

van dezelfde melkveebedrijven, deze bedrijven zijn in maand 0 gestart met het automatische voersysteem. Voor beide periodes is er een trendlijn berekend, voor de eerste periode hoort hier de formule $-0,0013x + 4,3268$ bij. Dit houdt in dat het melkvet gehalte in de melk iedere maand met 0,0013 % daalt. In de tweede periode is een stijgende trendlijn zichtbaar. Hier neemt het melkeiwitgehalte iedere maand met 0,0007 % toe. Beide trendlijnen hebben een correlatiecoëfficiënt van 0,013 of lager. Dit houdt in dat de correlatie tussen de berekende trendlijn en de weergegeven gemiddelden nauwelijks aanwezig is.

3.3.2. Gepaarde T-toets vetgehalte

TABEL 4 VERGELIJKING VETGEHALTE

gemiddelde																		
maand	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
conventioneel	4,24	4,41	4,32	4,37	4,37	4,33	4,45	4,41	4,32	4,24	4,39	4,31	4,29	4,26	4,32	4,39	4,37	4,38
automatisch	4,34	4,39	4,32	4,28	4,35	4,33	4,24	4,30	4,27	4,36	4,40	4,38	4,41	4,31	4,33	4,31	4,34	4,26

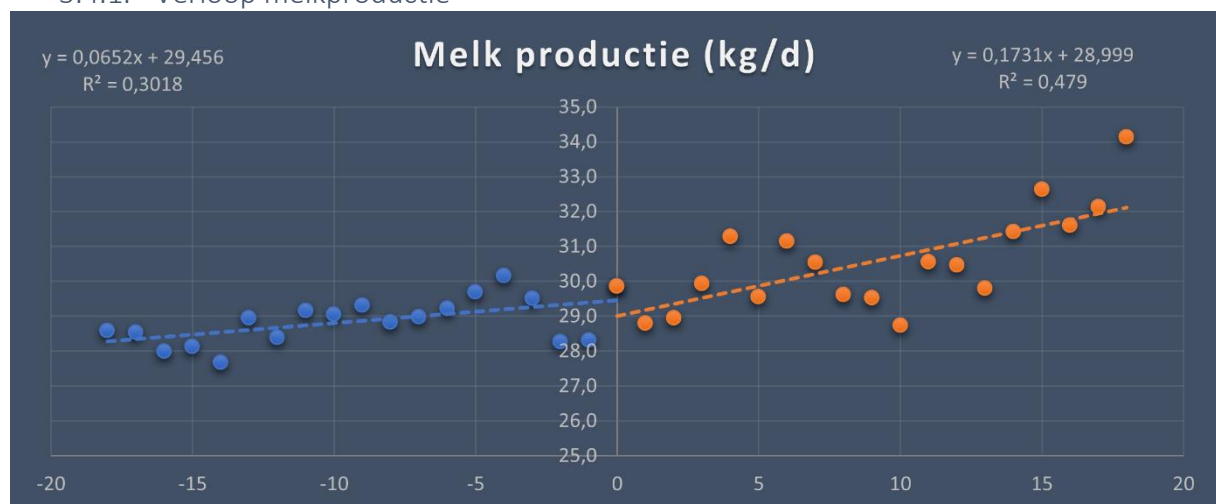
standaardafwijking																		
maand	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
conventioneel	0,210419	0,232767	0,240005	0,18851	0,224371	0,169254	0,211729	0,327751	0,265495	0,296722	0,212295	0,219602	0,262212	0,251462	0,236061	0,209868	0,178249	0,275071
automatisch	0,289245	0,316645	0,288289	0,217414	0,168312	0,166913	0,17229	0,181986	0,232158	0,214942	0,215369	0,237424	0,351571	0,202033	0,211527	0,227308	0,152201	0,196893

significantie																		
	0,145741	0,776817	0,760402	0,683274	0,356966	0,853375	0,322648	0,236386	0,521537	0,768497	0,291414	0,835144	0,668399	0,218693	0,270535	0,177647	0,873374	0,566533

Ook voor het vetgehalte worden de maanden van beide periodes met elkaar vergeleken aan de hand van een gepaarde T-toets. Op deze manier kan er worden aangetoond of er een significant verschil is tussen vetgehalte in de melk wanneer koeien automatisch of conventioneel worden gevoerd. Ook hier dient de significantie lager te zijn dan 0,05 voor een significant verschil. Voor geen van de gemeten maanden is dit het geval. Ook het gemiddelde van beide periodes ligt met 4,33 % (automatisch voeren) en 4,34 % (conventioneel voeren) dicht bij elkaar.

3.4. Melkproductie

3.4.1. Verloop melkproductie



FIGUUR 8 VERLOOP MELKPRODUCTIE

Het verloop voor de melkproductie verschilt van die van de vet- en eiwitgehaltes. Voor de start van het automatische voersysteem is er al sprake van een opwaartse trend in de melkproductie. Hiervoor geldt een toename van 0,06 kilogram melk per dag iedere maand. Aan het einde van de eerste maanden betekent dit een toename van 1,17 kilogram melk per dag. Na de start van het automatische voersysteem neemt deze groei verder toe tot 0,17 kilogram melk per dag iedere maand. Na 18 maanden zou dit een toename van 3,12 kilogram melk per dag betekenen. Met een correlatiecoëfficiënt van 0,30 en 0,48 is er sprake van een zwakke correlatie tussen de gemeten gemiddelde en de trendlijn, voor zowel periode 1 als 2.

3.4.2. Gepaarde T-toets melkproductie

TABEL 5 VERGELIJKING MELKPRODUCTIE

Gepaarde T-toets melkproductie

gemiddelde																		
maand	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
conventioneel	28,6	28,5	28,0	28,1	27,7	28,9	28,4	29,2	29,1	29,3	28,8	29,0	29,2	29,7	30,2	29,5	28,3	28,3
automatisch	28,8	29,0	29,9	31,3	29,6	31,2	30,5	29,6	29,5	28,7	30,6	30,5	29,8	31,4	32,6	31,6	32,1	34,1

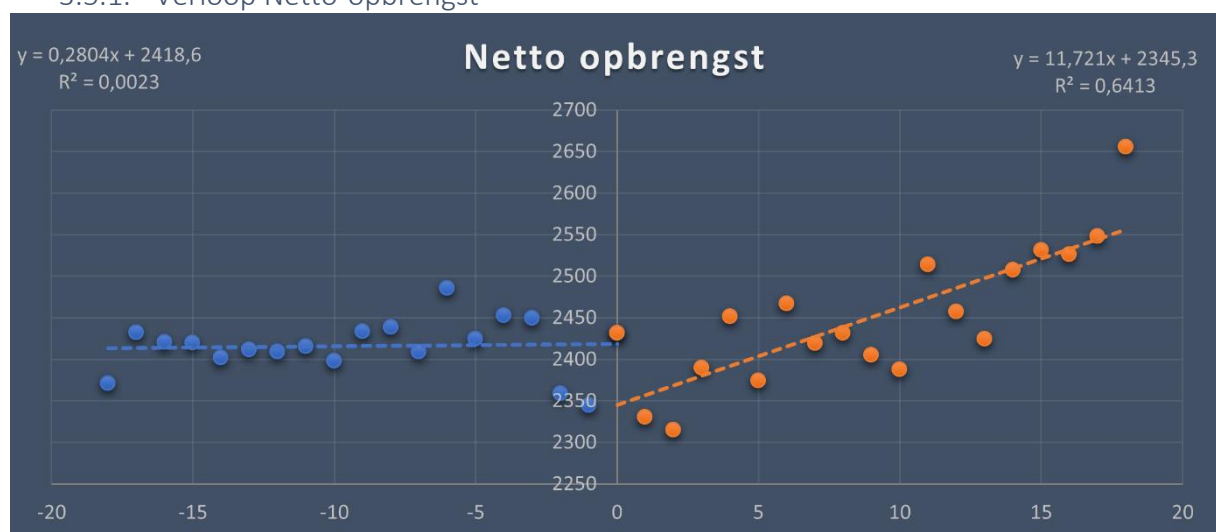
standaardafwijking																		
maand	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
conventioneel	2,354485	2,100852	2,711475	2,03578	2,50942	3,139277	3,258466	3,101693	2,838082	2,182751	2,894754	2,515552	3,156593	3,240498	3,70791	3,09424	3,410116	4,174554
automatisch	3,399003	3,22746	3,548949	3,428101	2,857359	2,869582	2,988042	2,348803	3,308691	2,160247	2,723893	3,486432	3,169648	2,701623	3,021899	3,232936	2,746658	3,510184

significantie	0,966448	0,885216	0,320987	0,639368	0,367324	0,665867	0,548999	0,614498	0,283056	0,517824	0,426681	0,915839	0,366208	0,573653	0,858116	0,41576	0,206653	0,147058
---------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---------	----------	----------

Tussen geen van de maanden van periode 1 (conventioneel) en periode 2 (automatisch) is een significant verschil aangetoond. Wel is zichtbaar dat gaandeweg de 18 maanden, de significantie daalt.

3.5. Netto-opbrengst

3.5.1. Verloop Netto-opbrengst



FIGUUR 9 VERLOOP NETTO-OPBRENGST

In figuur 9 zijn alle gemiddelde weergegeven voor de netto-opbrengst. Hier is voor de start van het automatische voersysteem een licht stijgende trend zichtbaar. In de eerste periode stijgt de netto-opbrengst iedere maand met 0,28. Met een correlatiecoëfficiënt van onder de 0,1 is er in de eerste periode geen sprake van correlatie tussen de gemiddelden en de trendlijn. Tijdens de tweede periode stijgt de netto-opbrengst aanzienlijk met 11,7 per maand, dit leidt tot een stijging van 211 euro na 18 maanden automatisch voeren. Met een correlatiecoëfficiënt van 0,64 is hier sprake middelmatige correlatie.

3.5.2. Gepaarde T-toets netto-opbrengst

TABEL 6 VERGELIJKING NETTO-OPBRENGST

Gepaarde T-toets Netto opbrengst

gemiddelde																		
maand	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
conventioneel	2371	2432	2420	2420	2402	2412	2409	2415	2398	2433	2439	2409	2486	2424	2453	2450	2359	2344
automatisch	2330	2315	2390	2452	2374	2467	2419	2431	2405	2388	2514	2457	2424	2508	2531	2526	2548	2655

standaardafwijking																		
maand	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
conventioneel	216,6848	198,4806	190,1994	201,3107	207,6695	215,8218	187,7533	218,0562	206,9392	182,4781	197,1853	221,3206	172,5663	217,6754	227,3524	189,9678	182,1744	178,1809
automatisch	168,9448	159,5451	179,1029	148,2051	164,5739	153,1632	186,2806	146,3444	192,7409	176,2266	123,9039	220,1093	200,4662	191,2858	173,1114	209,3338	226,5829	141,4742

significantie	0,827193	0,383561	0,870426	0,34491	0,430494	0,629675	0,958002	0,620149	0,724915	0,646577	0,719015	0,791676	0,020664	0,562413	0,686444	0,262971	0,272425	0,20861
---------------	----------	----------	----------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	---------

In tegenstelling tot de andere productiegetallen, is er bij de netto-opbrengst wel één maand waarbij er een significant verschil aangetoond kan worden tussen het conventioneel en automatisch voeren. Met een significantie van 0,020 is er in maand 13 een significant verschil aangetoond. Hierbij gaat het echter om maar één maand, wanneer dit het geval zou zijn bij meerdere maanden was er sprake geweest van een significante stijging.

4. Discussie

Om een correcte conclusie uit de resultaten van het onderzoek te kunnen trekken, is het van belang dat er terug gekeken wordt naar het gehele onderzoek. Dit omdat er in het onderzoek een groot aantal punten zijn waar met een kritische noot naar gekeken moet worden.

Dit onderzoek is hoofdzakelijk gebaseerd op een veldonderzoek onder melkveebedrijven die voeren met een automatisch voersysteem van de firma Lely. Hierbij is er gekeken of het systeem van automatisch voeren een positieve invloed heeft op de productiegetallen en daarmee ook op de economische resultaten. Hierbij is er alleen gekeken naar de invloed op de melkgift, het vet- en eiwitgehalte en de netto-opbrengst. Echter is hier buiten beschouwing gelaten dat er nog vele factoren invloed hebben op deze bedrijfsresultaten.

Als we kijken naar de proefperiode is deze voor alle boeren gelijk, namelijk 36 maanden. Deze proefperiode heeft plaatsgevonden rondom de startdatum van de voersystemen. Deze zijn in de periode tussen oktober 2015 en maart 2019 geplaatst. Per bedrijf verschilt het dus wanneer deze proefperiode heeft plaatsgevonden, waardoor invloeden als extreem nat weer of juist een hittegolf hierin niet worden meegenomen terwijl dit wel degelijk een grote invloed heeft op de resultaten. Ook zijn er enkele bedrijven onder de testgroep die weidegang toepassen, en dit heeft weer invloed de manier van toepassen van het automatische voeren. Op dit gebied moet er dus meer onderzoek worden gedaan waarbij deze factoren worden meegenomen.

Om tot de testgroep te komen is er gebruik gemaakt van het klantenbestand van de firma Lely. Echter was het aantal melkveehouders dat kon worden benaderd beperkt, de grote van dit klantenbestand is een beperkende factor. Daarbovenop komt een extra beperkende factor omdat melkveehouders moeten meedoen aan de MPR-controle en deze gegevens voor een langere tijd bewaren. Binnen Lely wordt daarnaast regelmatig vanuit het bedrijf zelf onderzoek uitgevoerd, waardoor er enkele bedrijven waren uitgesloten van deelname om deze bedrijven te ontlasten vanwege het aantal lopende onderzoeken. Dit alles leidde ertoe dat de testgroep kleiner uitpakte als gewenst.

De gegevens van de MPR-controle zijn een stabiele en betrouwbare factor binnen het onderzoek. Dit systeem wordt op het gebied van vet en eiwit meerdere malen per jaar getest en gekalibreerd. De enige fraude die binnen dit systeem kan plaatsvinden is al de melkveehouder zelf niet monstert volgens de standard en het protocol. Wel blijft de MPR-controle een momentopname waarbij weer verschillende factoren zoals het weer en een omstelling in het rantsoen invloed kunnen hebben op de productie van de dieren. De netto-opbrengst berekening van CRV komen voort uit berekeningen van het bedrijf zelf, en is dus geen daadwerkelijke weergave van de economische resultaten van de melkveebedrijven, het is meer een opmaat voor de prestatie van de gemiddelde lactatie per bedrijf. Ook hier geldt weer dat voor een daadwerkelijke weergave van de economische resultaten andere factoren

moeten worden meegenomen zoals de actuele prijzen voor vet- en eiwit. En ook deze prijzen verschillen per melkafnemer.

Als er gekeken wordt naar de rest van het onderzoek blijkt dat er te weinig factoren meegenomen zijn die een grote invloed kunnen uitoefenen op de resultaten, zoals de opname in kilogrammen droge stof uit ruw- en krachtvoer, de kwaliteit van het voer, de rassen en/of fokinvloeden van de melkkoeien. Als deze factoren waren meegenomen in het onderzoek was er naar alle waarschijnlijkheid een andere uitkomst geweest. Een uitkomst waar wel meer betrouwbaarheid aan vast te hangen is omdat er meer factoren die grote invloed hebben zijn meegenomen in het onderzoek.

Uiteindelijk komt bij de resultaten van het onderzoek naar voren dat erg geen betrouwbare trendlijn vast te stellen is op het gebied van productie, vet- en eiwitgehalte en de netto-opbrengst. Deze trendlijn is in beide tijdsvakken, dus voor en na het in gebruik nemen van het automatisch voersysteem niet vast te stellen. Bij de melkproductie is er echter wel een zeer lichte correlatie tussen de trendlijn en de gemeten gemiddelde te zien. Deze stijgende lijn komt echter overeen met de landelijke trend waarbij melkkoeien ieder jaar meer produceren (melkveebedrijf, 2019).

5. Conclusie

Het onderzoek is ontwikkeld naar aanleiding van de vraag vanuit Lely naar meer informatie op het gebied van automatisch voeren en de eventuele positieve effecten daarvan. Dit omdat Lely natuurlijk fabrikant en verkoper is van een dergelijk systeem. Positieve uitkomsten kunnen dan worden gebruikt om het verkoopverhaal te ondersteunen.

Aan de hand van de uitkomsten van het onderzoek kan er geconcludeerd worden dat er geen significante stijgingen aan te tonen zijn. Wel geeft het aan dat het frequenter voeren van melkkoeien een positief effect kan hebben op de melkproductie en het kengetal 'netto-opbrengst'. Dit resultaat kan echter niet worden gebruikt om het daadwerkelijke economische resultaat van een melkveebedrijf te bepalen.

In het onderzoek is er naar voren gekomen dat er tijdens de onderzoeksperiode geen verschillen ontstonden of kunnen worden aangetoond op het gebied van het eiwit- en vetgehalte en de melkproductie. Het onderzoek toont nu dus aan dat het frequenter voeren aan de hand van een automatisch voersysteem geen significant positief effect heeft op enkele resultaten als eiwit- en vetgehalte. Wel leek het de melkproductie van de melkkoeien positief te beïnvloeden, er is alleen geen significante toename waargenomen. Ditzelfde geldt voor het kengetal 'netto-opbrengst'. Ook hier leek het een positieve invloed te hebben die helaas niet bevestigd kon worden met een significante toename.

Wel is er bewezen aan de hand van het literatuuronderzoek dat frequenter voeren van de melkkoeien een positief effect kan hebben op de gezondheid en productie van de dieren. Daarnaast zijn er al diverse onderzoeken op dit gebied geweest die dit aantonen. Helaas zijn er echter nog weinig onderzoeken die dit topic echt toespitsen op het frequenter voeren door middel van een automatisch voersysteem.

Het is van belang dat de firma Lely snapt dat zij wel degelijk gebruik kan maken van de uitkomsten om een onderbouwing te hebben om hun verkoopstrategie te ondersteunen. Er is echter wel het advies aan Lely om een diepgaander onderzoek te doen op dit gebied, zodat er meer factoren meegenomen kunnen worden en er daardoor hopelijk wel een duidelijk significant resultaat uit komt.

6. Aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden de aanbevelingen beschreven die betrekking hebben tot dit onderzoek, als ook aan de firma Lely met betrekking tot het vervolgonderzoek dat zij eventueel in gang kunnen zetten.

Het wordt Lely erg aangeraden om een vervolgonderzoek op dit gebied te starten. Dit onderzoek is zeker van waarde voor het bedrijf omdat het de verkoopstrategie kan onderbouwen en ondernemers kan helpen in het maken van de keuze. Echter moet er bij een vervolgonderzoek geprobeerd worden om meer factoren die van grote invloed zijn op het onderzoek mee te nemen en daardoor de betrouwbaarheid beter te waarborgen. Graag worden daarom de volgende punten aangeraden voor het vervolgonderzoek;

- Waar mogelijk de testgroep vergroten door meer deelnemers te laten meedoen. Op deze manier komt er meer data beschikbaar en ook worden de resultaten daardoor constanter en eventueel betrouwbaarder.
- De proefperiode van 36 maanden is een goede richtlijn, maar pas de periode aan waarin deze proefperiode plaats vindt. Hierdoor is de kans groter dat deelnemers uit de testgroep in dezelfde weersomstandigheden zitten en deze factor dan beter wordt meegenomen. Dus een kleinere spreiding, en niet zoals bij het huidige onderzoek in het tijdsbestek van 2015 t/m 2019.
- De proefperiode na de start van het automatische voersysteem verlengen zodat de effecten op langere termijn duidelijk worden.
- Neem factoren met betrekking tot de veestapel mee, zoals het ras van de dieren, fokkerijdoel/strategie, etc.
- Neem omgevingsfactoren mee als in welke situatie bevinden de dieren zich? Hebben ze toegang tot weidegang, is de stal gedateerd of vernieuwd, hoe (vaak) wordt er dagelijks gemolken, etc.
- De factoren met betrekking tot de voeding zoals de kwaliteit van het voer, rantsoensamenstellingen zoals TMR of juist PMR, vector instellingen etc., hebben ook alle een invloed op de resultaten en moeten daarom zeker bekeken worden.

De verwachting is dat als deze verschillende factoren worden meegenomen, of in ieder geval benaderd, er een resultaat mogelijk is dat beter aansluit op de gewenste uitkomst van de huidige hoofdvraag.

7. Bronnenlijst

- Agrifirm. (2021). Meer vet en eiwit. Geraadpleegd 5 april 2021, van <https://www.agrifirm.nl/aanbod/meer-vet-en-eiwit/>
- Bava, L., Tamburini, A., Penati, C., Riva, E., Mattachini, G., Provolo, G., & Sandrucci, A. (2012). Effects of feeding frequency and environmental conditions on dry matter intake, milk yield and behaviour of dairy cows milked in conventional or automatic milking systems. *Italian Journal of Animal Science*, 11(3), 230–235. <https://doi.org/10.4081/ijas.2012.e42>
- Ben Meir, Y. A., Nikbachat, M., Fortnik, Y., Jacoby, S., Levit, H., Adin, G., ... Miron, J. (2018). Eating behavior, milk production, rumination, and digestibility characteristics of high- and low-efficiency lactating cows fed a low-roughage diet. *Journal of Dairy Science*, 101(12), 10973–10984. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14684>
- Bisaglia, C., Belle, Z., Berg, G. Van Den, & Pompe, J. C. A. M. (2010). *Automatic vs . conventional feeding systems in robotic milking dairy farms : a survey in The Netherlands*. 5–10. Geraadpleegd van <https://edepot.wur.nl/335745>
- cooperatie-crv. (2015). *NO Kengetallen*. 1–5. Geraadpleegd van <https://www.cooperatie-crv.nl/wp-content/uploads/2019/07/E3-Netto-opbrengst-en-lactatiewaarde-082015.pdf>
- CRV. (2021). MPR. Geraadpleegd 15 april 2021, van [https://www.crv4all.nl/service/melkproductieregistratie/#:~:text=Melkproductieregistratie \(MPR ofwel melkcontrole\) is,bij beslissingen op uw bedrijf.](https://www.crv4all.nl/service/melkproductieregistratie/#:~:text=Melkproductieregistratie (MPR ofwel melkcontrole) is,bij beslissingen op uw bedrijf.)
- Devries, T. J., Holtshausen, L., Oba, M., & Beauchemin, K. A. (2011). Effect of parity and stage of lactation on feed sorting behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 94(8), 4039–4045. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4264>
- DeVries, T. J., & Von Keyserlingk, M. A. G. (2005). Time of feed delivery affects the feeding and lying patterns of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88(2), 625–631. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72726-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72726-0)
- DeVries, T. J., Von Keyserlingk, M. A. G., & Beauchemin, K. A. (2005). Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88(10), 3553–3562. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)73040-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)73040-X)
- Erdman, R. A. (1988). Dietary Buffering Requirements of the Lactating Dairy Cow : A Review 1. *Journal of Dairy Science*, 71(12), 3246–3266. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79930-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79930-0)
- Fish, J. A., & Devries, T. J. (2012). Short communication : Varying dietary dry matter concentration through water addition : Effect on nutrient intake and sorting of dairy cows in late lactation. *Journal of Dairy Science*, 95(2), 850–855. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4509>
- Friesland Campina. (2021). Garantieprijis FrieslandCampina. Geraadpleegd 12 april 2021, van <https://www.frieslandcampina.com/nl/onze-boeren/eigendom-van-leden->

melkveehouders/garantieprijs/

- Gent, U., & Diergeneeskunde, F. (2015). *Onderzoek naar de invloed van dier- en managementfactoren op de drinkwateropname op een hoogproductief melkveebedrijf*.
- Grant, R. J., & Albright, J. L. (2001). Effect of Animal Grouping on Feeding Behavior and Intake of Dairy Cattle 1. *Journal of Dairy Science*, 84, E156–E163.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70210-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70210-X)
- Hollander, C. J., Blanken, K., Gotink, A., Duinkerken, G. van, Dijk, G., Lenssinck, F., & Koning, K. de. (2005). *Voersystemen in de melkveehouderij*.
- Johnston, C., & DeVries, T. J. (2018). Short communication: Associations of feeding behavior and milk production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(4), 3367–3373.
<https://doi.org/10.3168/jds.2017-13743>
- Kaufman, E. I., Asselstine, V. H., LeBlanc, S. J., Duffield, T. F., & DeVries, T. J. (2018). Association of rumination time and health status with milk yield and composition in early-lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 101(1), 462–471.
<https://doi.org/10.3168/jds.2017-12909>
- King, M. T. M., Crossley, R. E., & DeVries, T. J. (2016). Impact of timing of feed delivery on the behavior and productivity of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(2), 1471–1482.
<https://doi.org/10.3168/jds.2015-9790>
- King, M. T. M., Pajor, E. A., Leblanc, S. J., & Devries, T. J. (2016). Associations of herd-level housing , management , and lameness prevalence with productivity and cow behavior in herds with automated milking systems. *Journal of Dairy Science*, 99(11), 9069–9079.
<https://doi.org/10.3168/jds.2016-11329>
- Lely. (2021). Vaker voeren. Geraadpleegd 10 april 2021, van <https://www.lely.com/nl/oplossingen/voeren/vector/frequenter-voeren/>
- megalac. (2021). biohydrogenation. Geraadpleegd 12 april 2021, van <https://www.megalac.com/resources-advice/fats-advice/71-biohydrogenation>
- Miller-Cushon, E. K., & DeVries, T. J. (2017). Feed sorting in dairy cattle: Causes, consequences, and management. *Journal of Dairy Science*, 100(5), 4172–4183.
<https://doi.org/10.3168/jds.2016-11983>
- Nielsen, B. L. (1999). On the interpretation of feeding behaviour measures and the use of feeding rate as an indicator of social constraint. *Applied Animal Behaviour Science*, 63(1), 79–91. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(99\)00003-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(99)00003-9)
- Nieuwe oogst. (2019). Levensduur melkvee opnieuw lager. Geraadpleegd 6 april 2021, van <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2019/02/02/levensduur-melkvee-opnieuw-lager#:~:text=De Duurzame Zuivelketen wil mede,8 maanden en 11 dagen.>
- Rabobank. (2019). Samenwerking en innovatie nodig voor toekomst melkveehouderij. Geraadpleegd 3 april 2021, van <https://www.rabobank.nl/kennis/s011086330-samenwerking-en-innovatie-nodig-voor-toekomst-melkveehouderij>

RVO. (2019). *Tabel 6 Stikstof en fosfaat per melkkoe*. 6–7.

Universiteit Leiden. (2006). correlatie. Geraadpleegd 18 april 2021, van <https://www.let.leidenuniv.nl/history/RES/stat/html/les10.html#:~:text=Het kwadraat van de correlatiecoëfficiënt,de andere wordt “verklaard”.&text=Als het verband gekromd is,vertekend beeld van het verband.>

van Zessen, T. (2014). Elke hap hetzelfde. *Veeteelt*, (oktober), 1–2.

VOERGROEP zuid. (2017). Goede voeding, gezonde klauwen, hogere melkproductie. Geraadpleegd 25 april 2021, van <https://www.voergroepzuid.nl/actueel/nieuws/goede-voeding-gezonde-klauwen-hogere-melkproductie/272>

Welch, J. G. (1982). Rumination, Particle Size and Passage from the Rumen. *Journal of Animal Science*, 54(4), 885–894.
<https://doi.org/https://doi.org/10.2527/jas1982.544885x>

8. Bijlage

8.1. Dataset melkproductie

Melkproductie
automatisch
voeren

Month	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Dairyfarm																			
bedrijf 1		29,4		30,9		28,6		31	31,1		32	31,3		28		28,6	28,2		30,8
bedrijf 2	27,8	29,9	29,3	32,1	31,9	29,8	32,1	31	29,4	29,7	28,6	29,1	32,9	31,4	31,7	32,5	33,1	34,4	33,2
bedrijf 3	29,2	31		33,1	35		33,7	31,9		29	31,3		32,9	34,9		37,3	37,8		40,4
bedrijf 4			31,1	31,8	31,2		32,7	33,3		32,9	31,7		34	34,2		34	32,7	33,9	
bedrijf 5		29,7			28,3		30,2		29		29,4	31,2		27,9	33,9		32	33,7	
bedrijf 6		29,7		27,6		28,9		30,3		31,8			31,2		32,7		30,6	32,7	30,9
bedrijf 7			25,4	26,8	27,4	29,7	28,8	28,7	28,2	26,6	27,3	27,6	28,7	29,5	29,1	31,9	31,6	32,2	
bedrijf 8			21,9	24,1	25,8		27,8		25,5		27,5		26,9	24,9	27,1		26,3	27,7	
bedrijf 9			24,9	25	24,1		26,7		27,4	24,6	24,1		23,6	26,5		28,1	26,4	27,2	
bedrijf 10			28,5	31,6	32,2		31,3		30,6	29,3		28,9	28,4		29,7		31,6	31,5	
bedrijf 11			28,1	29,5	32,1		30,4	32,2	33,1	31,4	27,4	33	33,3	31,7	33,9	34,7	33,9	34,2	34,2
bedrijf 12			35,8	35,3	35,3		35,8	37	34,8	36		35,5	35,5		35,7	36,8	36,2	36,3	38,2
bedrijf 13			28,7	30,3	28,5		26,8		26,6	26,8	27	28	27,8	29	28,9	29,7	30,3	29,7	31,2
Average	29,9	28,7	29,0	29,8	31,3	29,7	31,2	30,5	29,4	29,5	28,4	30,4	30,5	30,0	31,4	33,1	31,9	32,1	34,7

Melkproductie
conventioneel
voeren

Month	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
Dairyfarm																			
bedrijf 1	266	294		319	308	34			33,2	31,8		29,8	29,4		31,3		30	29,3	
bedrijf 2	271	274	275	29	274	30	309	309	30,7	279	27,3	27,9	286	26,7	275	25,8	26,4	27,3	27,8
bedrijf 3		298		27,9	26,3		28	30,5		31,6	32,4		32,5	34,4		31,7	30,4		29,2
bedrijf 4									31	32,3	32,3	29,4		31,6	33,8	30,1		30,3	29,5
bedrijf 5	302	305		29	296	27,9	27,1	27,3	27,8	28,1			26,7	28,5		27,3	27,2	26,9	
bedrijf 6	286		27					25,5	26,8	29,3	27,8	30,2				28,4		34,7	
bedrijf 7	271	266	258	274	25	24,2	24,6	25,9	25	25,7	26,3	25,2	25	24,7	26				
bedrijf 8																			
bedrijf 9																			
bedrijf 10	244		229	24,7	25,4		24,4	24,7	24,4	22,9	26	30,4		29,6	29,5	26,8	24,5	23,9	28,6
bedrijf 11	278		274	25,8	24,8			27,8	28,7	29,4							27	28,6	
bedrijf 12	295	266	289	292	27,9	29,8	31,5	31,6	31,7	30,8	31,3	32,4	32,2	32,1	31	28,8	25,6	24,6	28,1
bedrijf 13	315	328	328	31,6	32,8	34,1	34,9	34,6	33,8	31,7	31,1	33,1	33,2	35,5	37,6	36,8	36,2	35,7	35,8
Average	286	285	280	281	277	289	284	292	291	293	288	290	292	297	302	295	283	283	299

Vetgehalte
automatisch
voeren

Month	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Dairyfarm																			
bedrijf 1		4,17		4,29		4,32		4,18	4,17		4,13	4		4,16		4,36	4,37		4,31
bedrijf 2	4,03	3,94	3,92	4,02	4,34	4,41	4,32	4,37	4,45	4,34	4,46	4,61	4,12	3,9	4,17	4,38	4,35	4,51	4,4
bedrijf 3	4,44	4,14		4,09	3,91		3,99	4,06		4,35	4,1		4,01	4		4,19	3,77		3,99
bedrijf 4	4,08		3,87	3,89	4,38		4,32	4,13		4,09	4,24		4,24	4,10		4,05	4,24	4,17	
bedrijf 5		4,36	4,58		4,27	4,24	4,42		4,27		4,15	4,26		4,84	4,2		4,47	4,43	
bedrijf 6		4,51		4,55		4,27		4,04		4,05			4,29		4,2		4,47	4,25	4,25
bedrijf 7		4,56	4,63	4,54	4,49	4,38	4,38	4,29	4,35	4	4,68	4,86	4,67	4,7	4,87	4,71	4,52	4,38	
bedrijf 8		4,73	4,67	4,27		4,1		4,27		4,58	4,45		4,57	4,81	4,29		4,33	4,11	
bedrijf 9		4,84	4,91	4,9		4,6	4,31		4,15	4,46	4,47	4,29	4,47	4,81		4,6	4,7	4,39	
bedrijf 10		4,39	4,33	4,35		4,34	4,25		4,21	4,13			4,47		4,31		4,25	4,37	
bedrijf 11	4,37	4,24	4,37	4,25	4,41	4,33	4,19	4,13	4,16	4	4,18	4,21	4,42	4,42	4,23	4,24	4,06	4,09	4,15
bedrijf 12	3,97	3,86	4,16	4,05	3,93	4,17	4,46	4,32	4,22	4,3		4,39	4,12		4,27	4,18	4,31	4,45	4,12
bedrijf 13	4,65	4,38	4,5	4,58	4,49	4,67	4,66	4,62	4,73	4,72	4,72	4,54	4,53	4,34	4,27	4,23	4,22	4,56	4,59
Average	4,26	4,36	4,39	4,32	4,28	4,35	4,33	4,25	4,32	4,27	4,38	4,45	4,38	4,44	4,31	4,32	4,31	4,34	4,25

Vetgehalte
conventioneel
voeren

Month	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
Dairyfarm																			
bedrijf 1	4,37	4,39		4,16	4,04	3,83			3,98	4,16		4,41	4,09		4,22		4,29	4,09	
bedrijf 2	4,59	4,83	4,69	4,46	4,51	4,49	4,06	3,98	3,89	4,06	4,25	4,27	4,14	4,54	4,51	4,64	4,56	4,14	4,03
bedrijf 3	3,93	4,06		4,41	4,65		4,59	4,33		4,33	4,28		3,99	3,75		4,11	4,45		4,44
bedrijf 4		4,28	4,35		4,48	4,35		4,02	4,07	3,64	4,12	4,31		4,32	4,25	4,38		4,17	4,08
bedrijf 5	4,37	4,35		4,35	4,05	4,15	4,34		4,33	4,51	4,54		4,45	4,38		4,44	4,18	4,34	
bedrijf 6	4,22		4,1		4,05	4,34	4,54		4,33	4,24		4,06		4,38		4,51		4,11	
bedrijf 7	4,3	4,27	4,09	4,04	4,16	4,51	4,76	4,73	4,78	4,72	4,5	4,71	4,67	4,43	4,6		4,57	4,77	
bedrijf 8	3,93	4,52		4,72	4,86	4,68		4,87	4,47	4,11		3,92		4,12	4,38		4,27	4,87	
bedrijf 9			4,55	4,46	4,24		4,6	4,74	4,69		4,77	4,32		4,25		4,27	4,3	4,87	
bedrijf 10			4,07	4,27	4,35		4,53	4,51		4,29	4,38			4	4		4,38	4,4	
bedrijf 11	4,4	4,61	4,18	4,22	4,35	4,45	4,62	4,65	4,57	4,5	4,66	4,49	4,43	4,36	4,26	4,51	4,55	4,65	4,37
bedrijf 12	4,02	4,19	4,15	4,31	4,21	4,1	4,2	3,93	4,05	3,97	4,1	4,11	3,98	4,03	4,01	4,02	4,01	4,07	3,97
bedrijf 13		4,63	4,66	4,64	4,52	4,4	4,25	4,31	4,22	4,38	4,4	4,48	4,59	4,66	4,67	4,66	4,4	4,54	4,65
Average	4,24	4,41	4,32	4,37	4,37	4,33	4,45	4,41	4,32	4,24	4,39	4,31	4,29	4,26	4,32	4,39	4,37	4,38	4,26

8.3. Dataset eiwitgehalte

Eiwitgehalte automatisch voeren

Month	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Dairyfarm																			
bedrijf 1		3,46		3,63		3,57		3,44	3,5		3,49	3,55		3,53		3,62	3,72		3,62
bedrijf 2	3,49	3,44	3,48	3,56	3,58	3,63		3,65	3,66	3,65	3,69	3,73	3,55	3,6	3,58	3,62	3,61	3,71	3,69
bedrijf 3	3,63	3,66		3,62	3,55		3,35	3,24	3,44	3,57		3,53	3,62	3,62	3,52	3,46	3,51	3,55	3,37
bedrijf 4	3,48		3,36	3,49	3,72		3,74	3,67	3,52	3,67	3,67		3,62	3,5		3,44	3,48		
bedrijf 5		3,57	3,58		3,55	3,56	3,53		3,36		3,52	3,52		3,38	3,41		3,48	3,46	
bedrijf 6		3,62		3,54		3,52		3,51	3,75		3,47	3,52		3,38			3,66	3,65	3,51
bedrijf 7		3,64	3,6	3,56	3,55	3,54		3,42	3,57	3,5	3,68	3,71	3,61	3,65	3,67	3,65	3,59	3,56	
bedrijf 8		3,49	3,65	3,6		3,45		3,46	3,45	3,4			3,3	3,3	3,59		3,53	3,44	
bedrijf 9		3,81	3,86	3,83		3,82	3,77		3,63	3,56	3,71		3,82	3,82		3,69	3,83	3,69	
bedrijf 10		3,55	3,57	3,63		3,69	3,61		3,49	3,5	3,68	3,81		3,69	3,66	3,61	3,61	3,61	
bedrijf 11	3,6	3,67	3,72	3,72	3,75	3,62	3,59	3,52	3,43	3,5	3,43	3,72	3,74	3,54	3,69	3,77	3,7	3,68	3,65
bedrijf 12	3,28	3,34	3,35	3,33	3,37	3,46	3,46	3,41	3,47	3,47	3,5	3,72	3,72	3,56	3,26	3,39	3,44	3,51	3,49
bedrijf 13	3,57	3,54	3,49	3,52	3,52	3,78	3,8	3,8	3,82	3,83	3,75	3,7	3,72	3,56	3,49	3,51	3,62	3,62	3,79
Average	3,51	3,58	3,57	3,58	3,57	3,61	3,59	3,52	3,55	3,56	3,60	3,65	3,62	3,55	3,56	3,59	3,59	3,60	3,58

Eiwitgehalte conventioneel
voeren

Month	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
Dairyfarm																			
bedrijf 1	3,38	3,44		3,36	3,3	3,31		3,39	3,43	3,49	3,47	3,6	3,52		3,37	3,61	3,38	3,43	
bedrijf 2	3,69	3,68	3,68	3,53	3,4	3,51		3,35	3,42	3,42	3,43	3,43	3,42	3,48	3,5	3,61	3,51	3,56	3,49
bedrijf 3	3,52	3,59		3,71	3,79		3,71	3,52	3,38	3,42	3,42	3,33	3,48	3,65		3,51	3,65		3,63
bedrijf 4		3,66	3,61		3,62	3,62		3,46	3,37	3,35	3,4	3,56		3,66	3,65	3,72		3,65	3,48
bedrijf 5	3,58	3,67		3,59	3,41	3,47	3,61		3,51	3,61	3,53		3,56	3,51		3,4	3,36	3,36	
bedrijf 6	3,53		3,49			3,56	3,67		3,6	3,5		3,46				3,62		3,62	
bedrijf 7	3,45	3,44	3,46	3,59	3,61	3,74	3,86	3,92	3,79	3,78	3,75	3,67	3,6	3,52	3,56		3,6	3,55	
bedrijf 8	3,54	3,55		3,65	3,67	3,57		3,56	3,4	3,28		3,33		3,41	3,63		3,65	3,76	
bedrijf 9	3,7		3,56	3,56	3,39		3,85	3,69	3,62		3,59	3,61		3,47	3,47	3,65	3,65	3,76	
bedrijf 10	3,55		3,57	3,57	3,5		3,61	3,68	3,61	3,52	3,56	3,56		3,54	3,51	3,47	3,52	3,52	
bedrijf 11	3,66	3,61	3,57	3,63	3,71	3,64	3,78	3,68	3,61	3,61	3,62	3,62	3,55	3,58	3,5	3,58	3,62	3,58	3,6
bedrijf 12	3,45	3,5	3,56	3,55	3,43	3,43	3,41	3,51	3,31	3,39	3,43	3,44	3,42	3,43	3,36	3,37	3,41	3,39	3,28
bedrijf 13		3,72	3,72	3,7	3,66	3,59	3,54	3,52	3,43	3,62	3,71	3,81	3,86	3,68	3,78	3,75	3,74	3,73	3,57
Average	3,55	3,59	3,58	3,59	3,54	3,54	3,64	3,57	3,50	3,50	3,55	3,55	3,53	3,52	3,54	3,56	3,54	3,56	3,51

8.4. Dataset Netto-opbrengst

Netto opbrengst automatisch voeren

Month	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Dairyfarm																				
bedrijf 1		2458		2532		2452		2457	2436		2486	2531		2511		2473	2523	2535	2569	
bedrijf 2	2239	2234	2239	2317	2351	2357	2402	2434	2412	2417	2434	2430	2519	2473	2473	2523	2535	2569	2580	
bedrijf 3	2540	2522		2545	2567		2548	2510		2445	2539	2560		2625	2733		2820	2884		
bedrijf 4	2412		2410	2550	2583		2578	2589		2588	2631		2638	2653		2636	2621	2632		
bedrijf 5		2295	2350		2410	2458	2506		2484		2484	2522		2453	2487		2460	2490		
bedrijf 6		2390		2356		2332		2355		2379		2522		2453	2487		2460	2490		
bedrijf 7		2272	2230	2216	2237	2306	2323	2323	2337	2312	2335	2372	2423	2461	2457	2487	2496	2548		
bedrijf 8		1935	1991	2030		2077		2025		2021	2032		2019	1996	2067		2095	2109		
bedrijf 9		2153	2178	2179		2183	2193		2190	2148	2159		2143	2195		2261	2237	2231		
bedrijf 10		2334	2339	2469		2508	2554		2550	2568		2585	2554		2543	2543	2535	2546		
bedrijf 11	2409	2411	2439	2476	2492	2465	2516	2504	2465	2527	2440	2544	2591	2558	2625	2667	2685	2712	2734	
bedrijf 12	2607	2585	2615	2669	2690	2689	2745	2706	2698	2725		2748	2744		2739	2797	2823	2859	2865	
bedrijf 13	2382	2376	2355	2337	2282	2287	2303	2289	2310	2323	2335	2333	2318	2317	2324	2345	2360	2311	2445	
Average	2432	2319	2315	2377	2452	2366	2467	2415	2431	2405	2377	2512	2457	2415	2508	2531	2526	2548	2655	

Netto opbrengst conventioneel voeren

Month	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
Dairyfarm																			
bedrijf 1	2277	2304	2377	2331	2369	2291	2317	2479	2570	2224	2555	2476	2171	2177	2464	2210	2212	2455	
bedrijf 2	2166	2237	2262	2259	2230	2275	2291	2317	2322	2287	2223	2211	2111	2171	2177	2210	2212	2236	2239
bedrijf 3	2450	2443	2435	2434	2430	2459	2430	2459	2507	2503		2497	2547		2571	2567	2567	2540	2540
bedrijf 4		2353	2390	2370	2446	2436	2454	2454	2428	2453	2453		2488	2531	2508	2481	2481	2412	
bedrijf 5	2589	2650	2621	2598	2581	2339	2339	2364	2381	2370		2357	2377			2348	2286	2260	
bedrijf 6	2211		2241		2184	2201		2312	2289		2239					2390		2443	
bedrijf 7		2362	2325	2346	2323	2328	2364	2424	2412	2427	2418	2420	2431	2420	2447		2042	1959	
bedrijf 8	2056	2073		2082	2066	2017		2018	2019	2028		2001		1994	2052		2154	2168	
bedrijf 9	2154		2128	2141	2097		2095	2067	2040		2008	2163		2193		2180	2154	2168	
bedrijf 10	2490		2487	2480	2431		2413	2486	2510		2515	2557		2570	2598		2346	2361	
bedrijf 11		2756	2717	2730	2708	2739	2676	2742	2752	2732	2773	2778	2809	2802	2786	2805	2465	2380	2409
bedrijf 12		2571	2583	2621	2588	2591	2617	2602	2579	2577	2550	2551	2554	2564	2636	2634	2459	2638	2607
bedrijf 13		2595	2600	2583	2608	2622	2612	2613	2553	2565	2572	2555	2550	2541	2382	2401	2415	2408	2382
Average	2371	2432	2420	2420	2402	2412	2409	2415	2398	2433	2439	2409	2486	2424	2453	2450	2359	2344	2432