

Afstudeerwerkstuk

Optimalisatie fosfaatrechten door middel van sturing op de individuele melkkoe.

Roy Boekelder



Afstudeerwerkstuk

Optimalisatie fosfaatrechten door middel van sturing op de
individuele melkkoe.

Aeres Hogeschool te Dronten



Auteur: Roy Boekelder

Klas: 4DV

Opleiding: Dier & Veehouderij

School: Aeres Hogeschool te Dronten

Begeleider: D. van de Stelt

Datum en plaats: 11 juni 2019, Dronten



Voorwoord

Om mijn opleiding Dier & Veehouderij aan de Aeres Hogeschool te Dronten succesvol af te ronden heb ik dit afstudeerwerkstuk geschreven. In dit afstudeerwerkstuk is onderzoek gedaan naar de optimalisatie van de fosfaatrechten. Dit onderzoek is tot stand gekomen in samenwerking met L.C. Zelhem BV. Tijdens het onderzoek is gebruik gemaakt van data uit de Lely Astronaut melkrobot van een klant van L.C. Zelhem BV.

Graag wil ik L.C. Zelhem BV. bedanken voor de begeleiding om dit onderzoek uit te voeren en meneer Kuijperij voor de goede begeleiding vanuit L.C. Zelhem BV. Ook wil ik meneer van de Stelt, begeleider van Aeres hogeschool te Dronten, bedanken voor de begeleiding tijdens mijn afstudeerwerkstuk. Als laatste wil ik meneer van Honk bedanken voor de begeleiding met de wiskundige formules en het programma desmos.

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.



Inhoud

Inhoud	3
Samenvatting.....	4
Abstract	5
1. Inleiding	6
1.1 Fosfaat	6
1.2 De fosfaatregeling	7
1.3 Sturingsmechanismen voor fosfaat excretie	8
1.3.1 Noodgrepen.....	8
1.3.2 Lange termijn sturingsmechanismen	9
1.4 Het belang van onderzoek naar het fosfaatquotum	11
1.5 Melkproductie voorspellen	11
1.6 Fosfaatplanners	11
1.7 Hoofdvraag & deelvragen	12
2. Materiaal en methode.....	13
2.1 Formule van CRV om de melkproductie te voorspellen.....	13
2.2 Deelvragen.....	13
3. Resultaten.....	17
4. Discussie	21
4.1 Toepassing melkveehouderijsector.....	22
5. Conclusies en aanbevelingen	23
5.1 Conclusie	23
5.2 Aanbevelingen.....	24
Bibliografie	25
Bijlage 1. Resultaten independent T-test en grafiek verloop melkproductie van deelvraag 1	29
Bijlage 2. Desmos uitslagen	49
Bijlage 3. Resultaten independent T-test en grafiek verloop melkproductie van deelvraag 2	52
Bijlage 4. Checklist schriftelijk rapporteren.....	56



Samenvatting

Het melkquotum is in Nederland afgeschaft op 1 april 2015. Om een overschot aan fosfaatproductie te voorkomen, zijn op 1 januari 2018 fosfaatrechten toegekend voor Nederland. Door de komst van de fosfaatrechten moet voorkomen worden dat Nederland het fosfaatplafond overschrijdt. Als het fosfaatplafond niet wordt overschreden dan blijft de derogatieregel bestaan. Via derogatie kan een bedrijf meer stikstof inzetten per hectare. Dit betekent dat een bedrijf meer mest op het land mag brengen.

Melkveebedrijven die over hun bedrijfseigen fosfaatquotum heen gaan plegen een economisch delict. Uit belang voor de melkveehouderij moet dit voorkomen worden met zo min mogelijk kosten. Dit onderzoek geeft weer wat het belang is van sturing op de individuele melkproductie van een koe om een fosfaatoverschot te voorkomen.

Om een antwoord te krijgen op dit vraagstuk is de volgende hoofdvraag opgesteld: Is het mogelijk aan de hand van de data van de Lely Astronaut melkrobot en de CRV formule een actuele (dagelijkse) melkproductie te voorspellen om daarmee de fosfaatexcretie vroegtijdig te voorspellen om een fosfaatoverschot te voorkomen?

Met een melkproductievoorspellingsformule van CRV is de melkproductie van tien tweede kalfs melkkoeien voorspelt. De werkelijke melkproductie en de voorspelde melkproductie is getest door middel van een independent T-test. Naar voren is gekomen dat bij acht van de tien melkkoeien er geen significant verschil was tussen de werkelijke melkproductie en de voorspelde melkproductie. Door de melkproductie voorspelling kan een melkvee bedrijf vroegtijdig constateren of deze onder of boven het fosfaatquotum komt en hierop handelen. Voor de twee melkkoeien waar wel een significant verschil aangetoond was, zijn nieuwe voorspellingsfactoren voor in de CRV formule bepaald door het programma desmos. Deze nieuwe voorspellingsfactoren zijn onderworpen aan de independent T-test. Hieruit is gebleken dat er geen significant verschil meer was bij deze twee koeien. Dit betekent dat met de nieuwe voorspellingsfactoren de werkelijke melkproductie overeenkomt met de voorspelde melkproductie. Het is dus mogelijk om te sturen op de individuele melkproductie en een fosfaatoverschot te voorkomen.

Als laatste is een casus opgesteld om het economisch impact van 10% melkproductie daling op de 130 lactatie dag van tien tweedekalfs koeien op de algehele fosfaatproductie van een melkveebedrijf. Uit de theoretische berekening is aangetoond dat het mogelijk is om een fosfaatoverschot te voorkomen door te sturen op de individuele melkproductie. Dit zorgt wel voor minder kilogrammen melk, maar hierdoor kan gezorgd worden dat het bedrijf binnen het fosfaatquotum blijft. Bovendien blijkt uit de berekening dat het saldo positiever is in vergelijking met het aankopen van fosfaatrechten. Een melkveebedrijf kan met hetzelfde aantal koeien onder het fosfaatquotum blijven door middel van sturing op de melkproductie van de individuele koe. Het is aannemelijk dat dit ook geldt voor andere melkveehouderij bedrijven. In een vervolgonderzoek kan dit getest worden.



Abstract

The milk quota was abolished in the Netherlands on the first of April 2015. In order to avoid a surplus in phosphate production, phosphorus rights were granted to the Netherlands on the first of January 2018. The arrival of the phosphate rights should prevent the Netherlands from exceeding the phosphate ceiling. If the phosphate ceiling is not exceeded, the derogation rule will continue to exist. Dairy farms which go over their own phosphate quota commit an economic offense. In the interests of dairy farming, this must be avoided at the lowest possible cost. By derogation, a company can use more nitrogen per hectare, which means that a company can bring more manure to the land.

This study shows the importance of controlling the individual dairy production of a cow in order to avoid a phosphate surplus. The following main research question has been put forward: Is it possible to predict a current (daily) milk production using the data of the Lely Astronaut milking robot and the CRV formula to predict the phosphates excretion early in order to prevent a phosphates surplus? Three questions have been asked to answer this question.

With a milk production prediction formula of CRV, milk production of ten second calf dairy cows is predicted. Actual milk production and predicted milk production has been tested by means of an independent T-test. In eight out of ten dairy cows, there was no significant difference between actual milk production and predicted milk production. The milk production prediction allows a dairy farm to determine early whether it is below or above the phosphate quota and to act on it. For the two dairy cows where there was a significant difference, new prediction factors for the CRV formula were determined by the desmos program. These new prediction factors were subject to the independent T-test. This showed that there was no significant difference with these two cows. This means that the new prediction factors correspond to actual milk production with the predicted milk production. It is therefore possible to steer on individual milk production and to avoid a phosphate surplus.

Finally, a case has been drawn up for the economic impact of 10% milk production on the 130-lactation day of ten second calf cow on the overall phosphate production of a dairy farm. The theoretical calculation shows that it is possible to prevent a phosphate surplus from being transferred to the individual milk production. This means that fewer kilograms of milk can be tested, but that the farm remains within the phosphate quota. In addition, the calculation shows that the balance is more positive compared to the purchase of phosphates. A dairy farm can continue to be below the phosphate quota with the same number of cows by controlling the milk production of the individual cow. It is likely that this also applies to other dairy farms, which can be tested in a follow-up study.



1. Inleiding

In 1984 is het melkquotum ingevoerd voor de melkveehouderijsector in Europa. Het melkquotum is ingevoerd om de melkproductie van de melkveehouders te reguleren. Melkveehouderijbedrijven mochten maar een bepaald aantal kilogrammen melk per jaar produceren. Voor het aantal kilogrammen melk dat te veel werd geleverd aan de melkverwerkingsbedrijven moest een heffing betaald worden. Het melkquotum is in Nederland afgeschaft op 1 april 2015. Dit zorgde ervoor dat de Nederlandse melkveehouders ongelimiteerd melk kon produceren. Dit gaf als gevolg dat bedrijven gingen groeien. In Nederland zijn er 50.000 melkkoeien en 38.000 stuks vrouwelijk jongvee bijgekomen (CBS, 2016). Door de groei van de bedrijven ontstond een overproductie aan melk (Klootwijk, Van Middelaar, Berentsen & de Boer, 2016). Het aantal melkveebedrijven daalt ieder jaar, dit is weergegeven in tabel 1. Het aantal melk en kalfkoeien en de melkproductie is de laatste jaren lichtelijk gedaald. Nederland telde op 1 april 2018 bijna 4 miljoen runderen, ruim 178 duizend (4 procent) minder dan in 2017 (CBS, 2018a). In 2016 is een recordhoeveelheid melk geproduceerd (CBS, 2017).

Tabel 1. Aantal melkveebedrijven en bijbehorende productie (Fosfaatrecht, 2019; CBS, 2018c).

Jaar	Gemiddeld aantal melkkoeien per bedrijf	Aantal melkveebedrijven	Aantal melk en kalfkoeien x miljoen	Melk-productie x miljoen
1980	35	67167	2,356	11851
2010	75	19805	1,479	11941
2015	89	18265	1,622	13331
2016	97	17909	1,745	14324
2017	94	18060	1,694	14296
2018	96	16970	1.623	13880

Door de overproductie van melk was in juni 2016 de melkprijs gedaald tot €25,64 per 100 kilogram melk (Agrimatie, 2019). Door marktwerking werd de melk minder waard, dus er moest een manier komen om de overproductie te remmen. De overproductie aan melk heeft ook gezorgd voor een fosfaatoverschot van 3,4 miljoen (CBS, 2016). Om groei te beperken en het fosfaatoverschot op bedrijfsniveau aan te pakken is de fosfaatregeling ontstaan. De Nederlandse overheid heeft een fosfaatplafond ingesteld op basis van productieniveaus van 84,9 miljoen kilogram melk per jaar voor de melkveehouderijsector (Braakman, Esselink, Hogenkamp, & Meijering, 2017). Het totale fosfaatplafond bedraagt voor Nederland 172,9 miljoen kilogram fosfaat (CBS, 2018b). Elk melkveehouderijbedrijf krijgt een bedrijfsspecifiek fosfaatquotum. De fosfaatrechten die ieder melkveebedrijf heeft toegekend gekregen is vastgesteld op het aantal koeien op het bedrijf op 2 juli 2015 (RVO, 2018a). Fosfaatrechten geven de hoeveelheid fosfaat aan wat een bedrijf in een jaar mag produceren. Een kilogram fosfaat komt overeen met een fosfaatrecht (RVO, 2018b).

1.1 Fosfaat

Fosfaat is een verbinding met het mineraal fosfor (P) en zuurstof (O). Fosfor is een van de belangrijkste elementen voor planten, dieren en mensen. Het zit in het voer voor dieren en bij de bemesting van gewassen. Het is onder andere nodig voor energieoverdracht tussen cellen, groei, ontwikkeling en voortplanting (Schoumans, Willems & van Duinhoven, 2008; WUR, z.d.). Als een koe meer melk produceert, moet een koe ook meer fosfor binnen krijgen. Fosfor zit in verschillende veevoerproducten, zoals ruwvoer en krachtvoer. Een koe die 34.9 kilogram melk produceert, neemt 22 kilogram droge stof aan voer per dag op. De fosfor inname van het totale rantsoen bestaat uit 88.3 gram fosfaat. Van de inname van fosfaat gaat 53,7 (61%) gram fosfaat naar de mest. De rest van het fosfaat gaat naar de melk en urine (Klop et al., 2013). De totale fosfor inname van een koe draagt een groot deel bij aan de fosfor in de mest (Valk, Šebek & Beynen, 2002). Als er minder dan één kilogram onbenut fosfaat in de bodem terecht komt dan kan dit schadelijk voor het milieu zijn (Bannink, Sebek & Dijkstra, 2010). Grondsoorten hebben over het algemeen een lage fosfaat toestand. Daarom is bemesting van fosfaat belangrijk. Door te veel fosfaat gebruik in de bodem kan dit leiden tot uitspoeling van fosfaat naar oppervlaktewater, dit is slecht voor het milieu. Het is daarom van belang om goed met fosfaat uit de melkveehouderij om te gaan (Sattari, Bouwman, Rodríguez, Beuzen & Van Ittersum, 2016).



In 2017 moest het overschot van de fosfaatproductie teruggedrongen worden om derogatie te behouden (Van der Straeten, 2012). Op landbouwgrond mag 170 kilogram stikstof uit dierlijke mest per hectare in een jaar bemest worden. Nederland heeft toestemming van de Europese Commissie om hier in 2018 en 2019 van af te wijken. Dat heet derogatie (RVO, 2019a). Via derogatie kan een bedrijf meer stikstof inzetten per hectare. Om als landbouwbedrijf derogatie te krijgen, moet het bedrijf aan een aantal regels voldoen. Als wordt voldaan aan de bepaalde regels dan mag 230 of 250 kilogram stikstof geplaatst worden per hectare afhankelijk wat de grondsoort is. Derogatie mag alleen gebruikt worden als Nederland onder het fosfaatplafond van 172,9 miljoen kilogram blijft (RVO, 2019b). De fosfaatproductie is teruggedrongen door een fosfaatreductieplan. Dit plan bevat de fosfaatreductie in veevoer, stoppersregeling en GVE-reductieregeling. Door het fosfaatreductieplan is dit 5 miljoen kilogram fosfaat minder dan het fosfaatplafond. Hierdoor mag het derogatiestelsel blijven voor het jaar 2018 (CBS, 2018b). In 2019 mag derogatie blijven als wordt voldaan aan de fosfaatregeling.

1.2 De fosfaatregeling

Vanaf 1 januari 2018 geldt de fosfaatregeling voor Nederlandse melkveehouderijbedrijven. De referentiedatum voor de fosfaatrechten is 2 juli 2015. Op basis van het aantal dieren en de melkproductie hebben melkveehouders rechten gekregen. Niet grondgebonden bedrijven worden gekort met 8,3% aan fosfaatrechten. Als de koeien van een melkveehouderijbedrijf meer mest produceren dan dat maximaal op het land mag worden gebracht zijn de bedrijven niet grondgebonden. Bedrijven die niet grondgebonden zijn verplicht dit overschot te verwerken (RVO, 2018c). De fosfaatrechten gelden alleen voor de diercategorie 100, 101 en 102. Diercategorie 100 zijn melkkoeien. In tabel 2 is de excretieforfaits per melkkoe drijfmest van 2019-2021 voor fosfaat weergegeven. Om te berekenen hoeveel fosfaatrechten nodig zijn voor een melkveebedrijf worden de gemiddelde aanwezige melkkoeien vermenigvuldigt met de bijbehorende forfaitaire norm. Categorie 101 is jongvee jonger dan één jaar en is de forfaitaire norm 9,6. Categorie 102 is jongvee ouder dan één jaar en is de forfaitaire norm 21,9. Om het totale fosfaat te berekenen wordt het aantal fosfaat van de drie categorieën bij elkaar opgeteld (RVO, 2019d). Als de gemiddelde melkproductie per bedrijf stijgt dan komt gemiddeld 0,7 kilogram fosfaat per koe bij. Voor een bedrijf met 100 melkkoeien betekent dat 70 kilogram fosfaat extra.

De melkveehouder is verplicht om zich aan het fosfaatquotum te houden. Wanneer een melkveehouder meer fosfaatrechten verbruikt dan dat aanwezig is op het bedrijf kan de melkveehouder een boete krijgen (Vermetten, 2018). Als de overtreding van de fosfaatrechten opzettelijk is, is dit een misdrijf. Dit misdrijf valt onder de wet van de economische delicten. Met dit delict staat er een gevangenisstraf tot 6 jaar en een geldboete tot maximaal €82.000. Door een misdrijf te begaan heeft de desbetreffende persoon een strafblad gekregen. Dit zou een gevolg kunnen zijn voor financieringsmogelijkheden. Een bank mag dan de kredietverstrekking aan het desbetreffende bedrijf intrekken. Uiteindelijk is het aan de rechter om te bepalen hoe de straf eruit komt te zien (Vermetten, 2018). Kortom, een melkveehouder wil zijn fosfaatrechten zo optimaal mogelijk gebruiken en deze vooral niet overschrijden.

Tabel 2: Excretieforfaits per melkkoe drijfmest 2019-2021 fosfaat (RVO, 2019c).

Gemiddelde melkproductie in kg melk per bedrijf per jaar	Fosfaat excretie (kg)
< 5624	32,4
5625-5874	34,0
5875-6124	34,8
6125-6374	35,5
6375-6624	36,2
6625-6874	36,9
6875-7124	37,7
7125-7374	38,4
7375-7624	39,1
7625-7874	39,8
7875-8124	40,6
8125-8374	41,3
8375-8624	42,0
8625-8874	42,7
8875-9124	43,5
9125-9374	44,2
9375-9624	44,9
9625-9874	45,6
9875-10124	46,4
10125-10374	47,1
10375-10624	47,8
>10624	49,3



1.3 Sturingsmechanismen voor fosfaat excretie

Op het moment zijn er verschillende sturingsmechanismen aanwezig om te sturen op fosfaat. Dit is een belangrijk onderwerp voor melkveehouderijbedrijven, omdat niet bekend is hoe het beste met fosfaatrechten om gegaan kan worden en hoe hiernaar gehandeld moet worden. In tabel 3 zijn verschillende sturingsmechanismen weergegeven die invloed hebben op de melkproductie en dus de fosfaatrechten.

Tabel 3. Verschillende sturingsmechanismen die invloed hebben op de fosfaatrechten.

MOGELIJKE STURINGSMECHANISMEN	TOELICHTING	MATE VAN STURING
MELKKOEIEN AFVOEREN	Door melkkoeien af te voeren zijn er minder fosfaatrechten nodig voor deze koeien. Op deze manier kan onder het fosfaatquotum gebleven worden.	Noodgreep
JONGVEE AFVOEREN	Door jongvee af te voeren kan bespaard worden op fosfaatrechten. De fosfaatrechten die voor het jongvee werd gebruikt kan voor het melkvee gebruikt worden.	Noodgreep
FOSFAATRECHTEN AANKOPEN/ LEASEN	Door fosfaatrechten aan te kopen of te leasen kan onder het fosfaatquotum gebleven worden.	Noodgreep
FOSFAATRECHTEN VERKOPEN/ VERLEASEN	<i>Door fosfaatrechten te verkopen of verleasen kunnen inkomsten van gegenereerd worden.</i>	<i>Korte termijn</i>
MINDER MELK PRODUCEREN	Door de koeien minder te laten produceren is het mogelijk om in een lagere fosfaatreferentie klasse te komen en op deze manier minder fosfaat per koe nodig.	Lange termijn
TUSSENKALFTIJD VERLAGEN	Door de tussenkalftijd te verlagen is er minder melk in een jaar in de aantal melkgevende dagen van een koe.	Lange termijn
AFKALFLEEFTIJD VAARZEN VERLAGEN	Door de afkalfleeftijd van de vaarzen te verlagen kan bespaard worden op fosfaatrechten doordat de vaars minder lang opgefokt hoeft te worden.	Lange termijn
VERVANGINGSPERCENTAGE VERHOGEN	Door het vervangingspercentage van de melkkoeien verhogen zijn er minder vaarzen nodig om de melkkoeien te vervangen.	Lange termijn
MEER EIGEN RUWVOER EN MINDER KRACHTVOER	Door meer eigen ruwvoer te voeren en minder krachtvoer te voeren wordt de productie van de melkkoeien lager. De melkkoeien vallen door de lagere productie in een lager fosfaat klasse en komen er waarschijnlijk rechten vrij.	Lange termijn
WEIDEGANG	Weidegang heeft invloed op de kostprijs en op de melkproductie.	Lange termijn
VERHOGEN MELKPRODUCTIE PER KOE	Door de gemiddelde jaarproductie per jaar per dier te verhogen zijn er meer fosfaatrechten per dier nodig.	Lange termijn

1.3.1 Noodgrepen

De eerste optie is dat de melkveehouder minder koeien gaat houden. Door te verminderen in melkkoeien of jongvee is voor dit aantal ook geen rechten nodig. De melkkoeien of jongvee kunnen afgevoerd worden naar het slachthuis. Op deze manier gaat de melkveehouder niet over het fosfaatquotum heen. Een andere optie is om ervoor te zorgen dat de koeien minder melk gaan



produceren. Door minder melk per koe te realiseren is het mogelijk om een lagere fosfaatreferentie klasse te komen. Door 250 kilogram geproduceerde melk per koe te dalen wordt gemiddeld 0,7 kilogram fosfaatexcretie per koe bespaart. Op deze manier is het mogelijk om een lagere fosfaat excretie te krijgen.

Als laatste noodgreep kan een melkveehouder fosfaatrechten aankopen/leasen. De fluctuatie van de prijzen van fosfaatrechten is weergegeven in tabel 4. 100% leverbare rechten betekent dat de rechten gelijk benut kunnen worden. Bij iedere transactie vindt 10% afroming plaats bij de verkoop of lease van fosfaatrechten (RVO, 2019e). Als een melkveehouder één koe met een fosfaatexcretie van 42 kilogram extra wil melken, moet de melkveehouder met een gemiddelde fosfaatprijs van €180 per netto 100% leverbare rechten voor één extra melkkoe ($42 \times €180 =$) €7.560 betalen.

1.3.2 Lange termijn sturingsmechanismen

Weidegang

Om een hogere melkproductie te realiseren worden voeder technisch steeds hogere eisen gesteld. Door koeien op stal te houden en het rantsoen zo gelijk mogelijk te houden, blijft een stabiele melkproductie. Weidegang zorgt voor schommelingen in het rantsoen en daarmee ook in melkproductie. Weidegang zorgt ook voor veranderingen in de pens, waardoor de stikstofbalans ook veranderd. Als de melkproductie hoger is, hebben schommelingen in het rantsoen een sterk negatief effect op de dierprestaties. Weidegang neemt ook af om voor een stabiel rantsoen te zorgen (Bos, Wolters, Wolleswinkel & Wolsing, 2015).

Meer eigen ruwvoer met lagere productie en minder krachtvoer

Door meer ruwvoer te voeren en minder krachtvoer daalt de productie per koe en daarmee de excretie van fosfaat. In tabel 5 is een voorbeeldbedrijf weergegeven die de melkproductie drastisch verlaagd heeft door minder krachtvoer en meer eigen ruwvoer te voeren. In dit voorbeeld moet wel een eigen ruwvoer overschot zijn. Het bedrijf heeft 14.000 kilogram aan fosfaatrechten tot zijn beschikking. De berekening heeft vooral betrekking op de melkgevende koeien daarom is in beide situaties 2.000 kilogram fosfaatrechten voor jongvee gereserveerd. In de nieuwe situatie is gerekend met een cent hogere melkprijs door 0,4% hoger vetgehalte (Van Zessen, 2018).

Levensduur verhogen

Uit onderzoek van Wageningen UR (2013) is de gemiddelde leeftijd bij afvoer van Nederlandse melkkoeien 5,9 jaar. Tussen bedrijven zijn er verschillen. 25% van de bedrijven hebben koeien met een laagste levensduur, dit is 4,9 jaar. Terwijl 25% van de bedrijven koeien hebben met de hoogste

Tabel 4. Prijzen fosfaatrechten (Interfarms, 2018; Quotum, 2019).

Maand	Prijs per 100% leverbare rechten kopen	Prijs per 100% leverbare rechten leasen (1 jarig)
Januari 2018	€200	€60
September 2018	€275	€70
Februari 2019	€180	€38

Tabel 5. Verandering van strategie (Van Zessen, 2018).

	Oude situatie	Nieuwe situatie
Fosfaat melkvee	12.000	12.000
Fosfaat jongvee	2.000	2.000
Melkproductie per koe per jaar	11.000	8.000
Fosfaatproductie per koe (kg P)	49.3	40.6
Krachtvoerkosten/ kg melk (eurocent)	11	7
Melkprijs/ kg melk (eurocent)	34	35
Aantal koeien	240	295
Melkproductie totaal (kg melk)	2.640.000	2.360.000
Intensiteit (kg melk/ ha)	18.857	16.857



levensduur, dit is 7,1 jaar. Uit het onderzoek is ook naar voren gekomen dat bedrijven die een hogere levensproductie hebben gemiddeld genomen de melkproductie per koe per jaar lager is. De bedrijven met koeien met de hoogste levensduur hebben een melkproductie per jaar van gemiddeld 8.090 kilogram. De bedrijven met koeien met de laagste levensduur hebben een melkproductie per jaar van 8.453 kilogram (Boer & Zijlstra, 2013). Dit is een verschil van 363 kilogram melk. Als het verschil in melkproductie hoger is dan 250 kilogram melk dan is de forfaitaire norm 0,7 kilogram fosfaat per koe hoger. De bedrijven met de hoogste levensduur hebben procentueel 29% vaarzen per jaar nodig. Bedrijven met de laagste levensduur hebben procentueel 36,6% vaarzen nodig. Hoe hoger de levensduur van de veestapel is, hoe minder vaarzen nodig zijn. Wanneer een bedrijf minder vaarzen nodig heeft, zijn dus ook minder fosfaatrechten nodig voor die vaarzen.

Minder jongvee, afkalfleeftijd verlagen en lagere vervangingspercentage

Het gemiddelde aantal opfokdagen van een kalf tot vaars is in 2017 784 dagen. Daardoor is de gemiddelde afkalfleeftijd 25,8 maand. De gemiddelde levensduur van een melkkoe is in 2017 2.035 dagen, dit is omgerekend 5,58 jaar. Het rollend jaargemiddelde in 2017 bedraagt 8.706 kilogram melk. De gemiddelde fosfaat excretie met een gemiddelde jaarproductie van 8.706 kilogram melk bedraagt 42.7 kilogram fosfaat (CRV, 2017).

Als een vaars heeft afgekalfd op 25,8 maand heeft de vaars aan forfaitaire norm 9,6 kilogram fosfaat als jongvee jonger dan één jaar verbruikt. Daarnaast heeft de vaars als jongvee ouder dan één jaar 25,2 kilogram aan fosfaat verbruikt. In totaal heeft de vaars dus 34.8 kilogram fosfaat verbruikt. Dit is per jaar gemiddeld dus 16,2 kilogram fosfaat. De gemiddelde netto opfokkosten van een gemiddeld melkveehouderij bedrijf bedraagt €43.937,- per jaar (Nor, Steenveld, Mourits & Hogeveen, 2015). De opfokkosten van jongvee is voor een melkveebedrijf een grote kostenpost. Het is mogelijk om te besparen door het aanpassen van het vervangingspercentage en de afkalftijd. Dit heeft als resultaat dat er minder jongvee nodig is. Om fosfaat te besparen kan een melkveehouder minder jongvee houden. Als één vaars minder wordt aangehouden, wordt gemiddeld 34,8 kilogram aan fosfaat bespaard. Per jaar is dit voor een vaars dus 16,2 kilogram fosfaat. De kosten van het opfokken van een vaars in Nederland varieert van €1.400,- tot €1.700,- (Nor, Steenveld, Mourits & Hogeveen, 2012). Dus als een melkveebedrijf minder vaarzen nodig heeft wordt per vaars €1.400,- tot €1.700,- bespaard.

Een andere manier om fosfaat te besparen is de afkalfleeftijd verlagen. Wanneer de afkalfleeftijd verlaagd wordt met één maand dan wordt per vaars 1,825 kilogram fosfaat bespaard. Er wordt niet alleen fosfaat bespaard, maar ook geld. Een melkveehouder heeft dan één maand minder opfokkosten. Hiermee wordt per vaars €50,- bespaard (Groenkennisnet, 2016). In tabel 6 is een voorbeeld weergegeven van een ondernemer met 120 melkkoeien. De berekening is gedaan met een vervangingspercentage van 25% en een gemiddeld afkalfleeftijd van 26 maand. De ondernemer heeft hiervoor 70 stuks jongvee nodig. Als de afkalfleeftijd twee maand verlaagd wordt, zijn er zes minder stuks jongvee nodig. Wanneer de afkalfleeftijd met twee maanden wordt verlaagd, wordt per vaars 3,65 kilogram fosfaat bespaard. Als uiteindelijk maar 64 stuks jongvee nodig zijn, wordt per jaar ($16,2 \times 6 =$) 97,2 kilogram aan fosfaat bespaard. De extra opbrengst van de aangehouden melkkoeien die meer gemolken zouden kunnen worden is niet meegenomen.

Tabel 6: Benodigd aantal stuks jongvee bij 120 melkkoeien en verschillende afkalfleeftijd en vervangingspercentages in de veestapel (Booij, 2014).

Afkalfleeftijd (mnd.)	Vervangingspercentage		
	25%	35%	45%
22	60	84	106
24	64	90	116
26	70	98	126
28	76	106	136
30	82	114	146



1.4 Het belang van onderzoek naar het fosfaatquotum

Voor een melkveehouderijbedrijf is het belangrijk dat de fosfaatrechten worden benut en niet worden overschreden om extra onkosten te voorkomen. Om fosfaatrechten te sturen zijn al verschillende sturingsmechanismen bekend. In 2018 zijn een aantal noodmaatregelen toegepast door melkveehouders om te sturen op hun fosfaatquotum. Naar alle waarschijnlijkheid zijn door de strenge regels van het fosfaatquotum melkveehouders geweest die zich niet aan het quotum hebben kunnen houden. Voor melkveehouders is het belangrijk om te weten hoe te handelen is met het fosfaatquotum en zo min mogelijk gebruik te maken van het noodfosfaat mechanismen. Een van die noodmechanisme is koeien opruimen. Dit is onwenselijk voor de melkveehouders, omdat hier inkomen mee gegenereerd wordt. Daarnaast hebben melkveehouders nu stallen die onderbezet zijn. Hierdoor komen melkveehouderijbedrijven in de problemen en kunnen zelfs failliet gaan (Biggelaar, 2018). Een melkveehouder wil een goede bezetting in de stal, omdat geïnvesteerd is in iedere dierplaats. De gemiddelde netto-investering per dierplaats is €6.102,- (Alfa Accounts en Adviseurs, 2013). Met 5% rente en 5% afschrijving levert huisvesting jaarlijks een kostenpost van €610,- op (Koster, 2015).

1.5 Melkproductie voorspellen

Om de melkproductie te voorspellen zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd met betrekking op verschillende lactatie voorspellingscurves. Er zijn twee betrouwbare modellen om de melkproductie te voorspellen, namelijk het NARX-model en het Ali-Schaeffer-model. Dit zijn niet-lineaire auto regressieve modellen met exogene invoer en een polynomiale regressiemodel model. Dus het NARX-model is een niet-lineair model met automatisch terugkoppelende gegevensverwerking en externe gegevens. Het Ali-Schaeffer-model is polynomiale regressie model en werkt door middel van de variabelen te machtsverheffen dit geeft een soort paraboolfunctie. Het Ali-Schaeffer-model is ontwikkeld voor de voorspelling van de melkgift en presenteerde nauwkeurige prognoses (Ali & Schaeffer, 1987). In 2014 is het NARX-model ontwikkeld met dezelfde functie (Murphy, O'Mahony, Shalloo, French & Upton, 2014). In een onderzoek is het NARX-model en het Ali-Schaeffer-model vergeleken met elkaar op individueel koe niveau. In het onderzoek kwam naar voren dat het NARX-model nauwkeuriger was dan het Ali-Schaeffer-model. Het NARX-model gaf een 62% hogere voorspellingsnauwkeurigheid per individuele melkproductie vergeleken met het Ali-Schaeffer-model (Zhang, Upton, Shalloo & Murphy, 2019). Daarnaast is ook gekeken naar een formule van CRV. Deze formule maakt gebruik van voorspellingen van de dagproductie en de 305 dagenproductie van de vorige lactatie en de huidige lactatie. De belangrijke variabelen in dit model zijn de twee verschillende voorspellingsfactoren. Deze twee voorspellingsfactoren (b_1 en b_2) verschillen per lactatiestadiumklasse (klassen met een lengte van 20 dagen te beginnen bij 0, per kenmerk en per lactatienummer (1, 2, 3, en > 3). De twee voorspellingsfactoren zijn afhankelijk voor iedere koe of koppel koeien om het productieverloop zo goed mogelijk te kunnen voorspellen. Gekeken wordt naar de 305 dagen productie van de koe, de leeftijd van afkalven en het seizoen van afkalven (Handboek NRS, 1998).

Het NARX-model en het Ali-Schaeffer-model zijn complexe modellen die gebruik maken van wiskundige formules. Het optimale model is afhankelijk van de invoergegevens, namelijk de dagelijkse melkproductie met de bijbehorende dagen in melk. Daarnaast kunnen voor sommige verschillende modellen de afkalfdatum, lactatieklasse en meteorologische omstandigheden gebruikt worden (McCarty, Delaby, Pierce, Brennan & Horan, 2013; Zhang, Murphy, Shalloo, Ruelle & Upton, 2016).

1.6 Fosfaatplanners

Er zijn verschillende fosfaatplanners op de markt. Een voorbeeld hiervan is de fosfaatplanner van CRV. Deze fosfaatplanner berekent de hoeveelheid aanwezige melkkoeien en jongvee met bijbehorende productie. De fosfaatplanner laat voor de komende twaalf maanden de voorspelde fosfaatproductie zien. Op deze manier kan een melkveehouder zien of een overschot of te kort aan jaarlijkse fosfaatproductie is. De fosfaatplanner maakt onder meer gebruik van dieraantallen, melkproductie en



vruchtbaarheidsgegevens en de door de veehouder verwachte aan- en afvoer van dieren (CRV, 2018). De fosfaatplanner geeft weer wat de fosfaatproductie is op basis van de melkproductie van het gehele koppel in een jaar, van de maand januari tot december. In de fosfaatplanners kan niet gestuurd worden op de fosfaatproductie van een individuele koe. De werkelijke dagproductie wordt niet meegenomen in de fosfaatplanner op de melkproductie te bepalen. Verschillende bedrijven geven aan dat efficiëntieverbetering op melkveebedrijven kan helpen in de toekomst. Om de efficiëntie te verbeteren op een melkveebedrijf kan onder andere gekeken worden naar de individuele koe. Door een continue voorspelling van de melkgift van een individuele melkkoe kan de ondernemer zijn managementeffect zien per individuele koe en uiteindelijk het wel/niet behalen van het fosfaatquotum.

1.7 Hoofdvraag & deelvragen

Het is nog niet bekend hoe door middel van de melkproductie van de individuele koe ingespeeld kan worden op de fosfaatproductie. Voor dit onderzoek is daarom de volgende hoofdvraag opgesteld: Is het mogelijk aan de hand van de data van de Lely Astronaut melkrobot en de CRV formule een actuele (dagelijkse) melkproductie te voorspellen om daarmee de fosfaatexcretie vroegtijdig te voorspellen om een fosfaatoverschot te voorkomen?

Om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- In hoeverre komt het model van de melkproductie voorspelling van CRV overeen met de werkelijke melkproductie?
- Volstaan de bestaande voorspellingsfactoren b_1 en b_2 voor het voorspellen van de melkproductie of moeten deze per bedrijfssituatie geoptimaliseerd worden?
- Wat is het economisch impact van 10% melkproductie daling op de 130 lactatie dag van tien tweedekalfs koeien op de algehele fosfaatproductie van een melkveebedrijf?

De doelstelling van dit onderzoek is om inzicht te krijgen of efficiënter met de fosfaatrechten omgegaan kan worden door te sturen op de individuele melkkoe. Door de individuele productie van de melkkoe te voorspellen kan eerder gestuurd worden op de melkproductie. Dit zou ervoor kunnen zorgen dat een melkveehouder voldoet aan het fosfaatquotum. In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van de melkproductie gegevens van de individuele koeien van de Lely Astronaut melkrobot. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van een formule van de CRV die de dagproductie voorspelt. De formule van CRV wordt gebruikt, omdat de gegevens die hiervoor nodig zijn uit de gegevens van de Lely Astronaut melkrobot gehaald kunnen worden. Daarnaast is de formule van CRV praktisch toepasbaar en kan onderzocht worden of het mogelijk is het onderzoek uit te voeren.



2. Materiaal en methode

In dit hoofdstuk is per deelvraag aangegeven hoe deze onderzocht is, zodat uiteindelijk de hoofdvraag beantwoord kan worden. Gekozen is voor een formule die wordt gebruikt bij CRV om de dagproductie te voorspellen. De gebruikte formule die de melkproductie van een individuele koe in een vroeg lactatiestadium zou kunnen voorspellen is eerst uitgelegd.

2.1 Formule van CRV om de melkproductie te voorspellen

De Lely Astronaut melkrobot houdt verschillende gegevens bij, zoals de verwachte melkproductie op een dag van de lactatie, de werkelijke melkproductie en geschatte 305 dagenproductie van de vorige lactatie van de desbetreffende melkkoe en de huidige productiegegevens. Doordat een melkrobot dagelijks verschillende parameters bijhoudt, is dit een bron van gegevens verzamelen. De gegevens die gebruikt zijn, zijn van een melkveebedrijf met een Lely Astronaut melkrobot. De melkkoeien op het bedrijf kalveren het gehele jaar rond af. De formule van CRV is gebruikt om melkproductie te voorspellen en staat hieronder weergegeven (Handboek NRS, 1998). De formule van CRV is ontwikkeld in 1998 maar wordt nog steeds gebruikt door de CRV om de melkproductie te voorspellen. Dit is telefonisch bevestigd door: A. Peters van CRV.

$$y_t = E(y_t) + (b_1 * (Y_{305VL} - E(Y_{305VL})) + b_2 * (x_i - E(x_i)))$$

Waarin:

yt	= de te voorspellen dagproductie op dag t van de lactatie;
E(yt)	= de verwachte dagproductie op dag t van de lactatie;
Y305VL	= de 305-dagenproductie in de vorige lactatie;
E(Y305VL)	= de verwachte 305-dagenproductie in de vorige lactatie;
xi	= de laatst gemeten dagproductie op dag i van de lactatie;
E(xi)	= de verwachte dagproductie op dag i van de lactatie;
b1, b2	= voorspellingsfactoren

2.2 Deelvragen

In hoeverre komt het model van de melkproductie voorspelling van CRV overeen met de werkelijke melkproductie?

Om deze deelvraag te beantwoorden, is gebruik gemaakt van de data van de Lely Astronaut melkrobot van de melkkoeien van het hetzelfde melkveebedrijf. De melkkoeien die zijn gebruikt, zijn tien tweedekalfs Holstein melkkoeien uit dezelfde koppel. Gekozen is voor tweedekalfskoeien, omdat bij eerstekalfs koeien geen 305 dagenproductie van de vorige lactatie aanwezig is. Vanuit de Lely Astronaut melkrobot is de data gebruikt om vervolgens een voorspelling van de melkproductie van een individuele koe te maken met behulp van de formule van CRV. Om de individuele melkproductie te voorspellen en te vergelijken met de werkelijke melkproductie is gewerkt met afgesloten lijsten.

De voorspelde melkproductie is vergeleken met de werkelijke melkproductie van de desbetreffende koe. De voorspelling van de melkproductie begint vanaf dag 50 van de lactatie en is stapsgewijs om de 20 dagen voorspelt tot maximaal 290 dagen. Dit is gedaan om een globaal beeld te krijgen van de lactatievoorspelling van de desbetreffende melkkoe. In tabel 7 is een voorbeeld weergegeven van de voorspelde productie en de werkelijke productie van een tweedekalfskoe. De voorspelling volgens de formule en de werkelijke productie is in SPSS gezet en door middel van een independent T-test is getest of er een significant verschil is tussen de voorspelde melkproductie en de werkelijke melkproductie. Gekozen is voor deze manier van onderzoeken, omdat de gegevens van de Lely Astronaut melkrobot en de formule van CRV betrouwbaar en praktisch uitvoerbaar zijn.



Tabel 7. Gegevens van een tweedekalfskoe in bedrijfsklasse 10, afgekalfd in februari op een leeftijd van 37 maanden (Handboek NRS, 1998).

Dag van lactatie	Standaard lactatiecurve (CRV)	b ₁	b ₂	Voorspelling volgens formule	Werkelijke productie
10	33,7				37,6
30	35,7				40,5
50	35,7				40,7
70	34,4	0,0004	0,85	38,8	39,0
90	32,7	0,0008	0,69	36,5	37,0
110	31,2	0,001	0,591	34,6	35,0
130	29,7	0,0012	0,519	32,8	34,0
150	28,3	0,0014	0,459	31,2	32,0
170	26,8	0,0015	0,405	29,4	30,0
190	25,3	0,0016	0,356	27,7	28,0
210	23,7	0,0017	0,306	25,9	26,0
230	22,1	0,0017	0,257	24,1	24,0
250	20,5	0,0018	0,208	22,3	23,0
270	19	0,0018	0,163	20,5	21,0
290	17,5	0,0018	0,112	18,8	19,0

Om goed weer te kunnen geven hoe de formule van CRV werkt, is de formule uitgelegd door middel van een voorbeeld. In tabel 7 staan de voorspelde dagproducties voor een tweedekalfskoe met de werkelijke productie op dag 50. De koe heeft gekalfd in februari op een leeftijd van 37 maanden. De desbetreffende koe valt in bedrijfsniveauklasse 10. In tabel 7 zijn de gegevens van de standaard lactatiecurve en de voorspellingsfactoren weergegeven. De voorspellingsfactoren zijn specifiek voor de voorspelling van de melkproductie van een tweedekalfskoe, vanaf dag 50. De gemeten dagproductie op dag 50 is 40,7 kilogram melk. In vergelijking met de standaard lactatiecurve op dag 50 is dit (40,7-35,7) 5 kilogram melk hoger dan verwacht. De voorgaande 305-dagenproductie was 400 kilogram hoger dan volgens de betreffende standaardlactatiecurve. De voorspellingen van dit voorbeeld is hoger dan de standaard lactatiecurve. De hoofdformule is verkleind, de formule is nu: $400 \cdot b_1 + 5 \cdot b_2$. Als deze is ingevuld met de voorspellingswaarden van dag 70 komt hieruit 4,41. Dit is bij dag 70 van de standaard lactatiecurve opgeteld (Handboek NRS, 1998).

Volstaan de bestaande voorspellingsfactoren b₁ en b₂ voor het voorspellen van de melkproductie of moeten deze per bedrijfssituatie geoptimaliseerd worden?

In de formule van CRV zijn twee voorspellingsfactoren aanwezig. Deze zijn bepaald per individuele afkalftijd-lactatiestadium en de maand van afkalven van een koe. Als de voorspelde melkproductie gebaseerd op de formule niet overeenkomt met de werkelijke melkproductie kan dit aan de voorspellingsfactoren liggen. Voor de koeien waarbij een significant verschil aangetoond is tussen de werkelijke melkproductie en de voorspelde melkproductie is onderzocht of de voorspellingsfactoren geoptimaliseerd kunnen worden. De bestaande formule van CRV is herschreven om met de nieuwe b₁ en b₂ een de melkproductie te voorspellen. De nieuwe herschreven formule om de nieuwe b₁ en b₂ te bepalen is:

$$b_1 = \frac{-E(yt) - b_2 \cdot (xi - E(xi)) + yt}{(Y305VL - E(Y305VL))}$$

Met het programma desmos is met behulp van de herschreven formule en de gegevens van een koe lineaire lijnen opgesteld. Dit is gedaan voor de tien verschillende tweedekalfs koeien voor b₁ en b₂. Voor iedere koe zijn maximaal twaalf lineaire lijnen opgesteld. Totaal zijn 120 lineaire lijnen opgesteld



om de nieuwe b1 en b2 te bepalen voor de verschillende dagen. Dit is op dit moment de meest haalbare manier om nieuwe voorspellingsfactoren te bepalen met de beschikbaarheid van Excel en SPSS. De koeien waarbij een nieuwe b1 en b2 is berekend, is opnieuw de independent T-test uitgevoerd. Dit om te bepalen of er met de nieuwe b1 en b2 geen significantie meer is tussen de werkelijke melkproductie en de voorspelde melkproductie.

Wat is het economisch impact van 10% melkproductie daling op de 130 lactatie dag van tien tweedekalfs koeien op de algehele fosfaatproductie van een melkveebedrijf?

De voorspelling van de melkproductie van een individuele koe is voorspelt, ook is berekend wat de totale melkproductie is. Vervolgens is dit omgerekend naar de fosfaatproductie. Een casus is opgesteld om te onderzoeken hoeveel invloed de melkproductie van de individuele koe heeft op de fosfaatproductie van een melkveebedrijf. Theoretisch is berekend dat tien tweedekalfs koeien na 130 dagen in de lactatie 10% minder gaan produceren. Deze 10% is aangenomen om aan te tonen of individuele melkvoorspelling invloed heeft op de fosfaatproductie en wat dit invloed is. Er is berekend wat het verschil is tussen de werkelijke fosfaatproductie van de koppel van dat desbetreffende jaar en de voorspellende melkproductie. De 10% aanname is in werkelijkheid gebracht door gebruik te maken van de lange termijn sturingsmechanismen. Bij deze deelvraag is gebruik gemaakt van een casus, omdat het niet mogelijk is binnen het tijdsbestek om dit daadwerkelijk toe te passen bij een bedrijf. Daarnaast is de fosfaatrekening sinds 2018 van toepassing, tot nu toe is alleen gebruik gemaakt van de gegevens van 2018. Als laatste is een overzicht van de kosten gegeven om te beoordelen wat het economische effect is tussen het aankopen van fosfaatrechten en het sturen op de melkproductie door een 10% melkdaling op de 130 lactatie dag van tien melkkoeien.

Casus

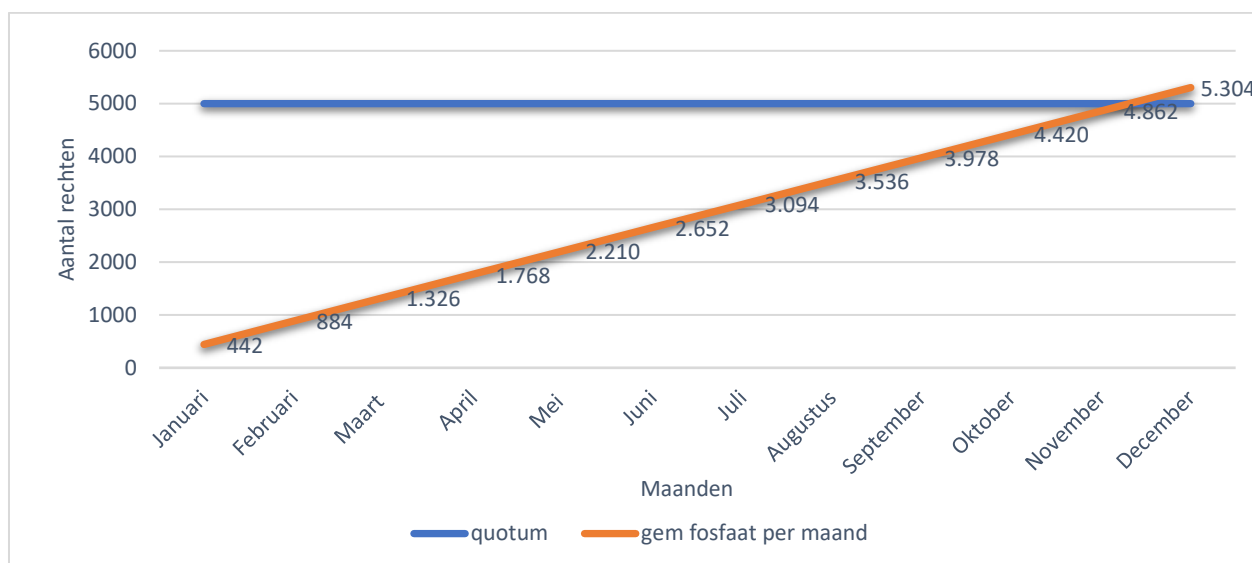
Melkveebedrijf X heeft 120 melkkoeien zonder jongvee. Het jongvee is in deze casus niet meegenomen, omdat het bij deze casus alleen gaat over de melkproductie. Dit bedrijf heeft 1.095.000 kilogram melk afgeleverd. Dat betekent een gemiddelde jaarproductie per koe van 9.125 kilogram melk. De fosfaatexcretie per koe bedraagt 44,2 kilogram en komt op een totaal neer van 5.304 kilogram fosfaat. Het bedrijf overschrijdt het fosfaatquotum van 5.000 met 304 kilogram fosfaat. In tabel 8 is een overzicht weergegeven van de gegevens van bedrijf X. In tabel 9 en figuur 1 is het verloop van de beschikbare fosfaatrechten weergegeven.

Tabel 8: Bedrijfsgegevens van bedrijf X.

Aantal melkkoeien	120
Gemiddelde dagproductie koppel koeien	25
Gemiddelde jaarproductie per koe	9125
Fosfaatexcretie in kg per koe per jaar	44,2
Aantal jongvee jonger dan <1 jaar	0
Aantal jongvee ouder dan >1 jaar	0
Aantal fosfaatrechten tot beschikking	5000
Totaal aantal rechten nodig	5304
Overschot of te kort	-304
Actuele prijs per rechten in €	180
Actuele melkprijs in € per 100 kg	0,35
Melkopbrengsten in €	383250
Koeien af of aanvoeren	-6,9

Tabel 9: Verloop fosfaatrechten bedrijf X.

Maanden	Quotum	Gemiddeld fosfaat per maand
Januari	5000	442
Februari	5000	884
Maart	5000	1326
April	5000	1768
Mei	5000	2210
Juni	5000	2652
Juli	5000	3094
Augustus	5000	3536
September	5000	3978
Oktober	5000	4420
November	5000	4862
December	5000	5304
Over of te kort		-304



Figuur 1: Verloop fosfaatrechten bedrijf X.

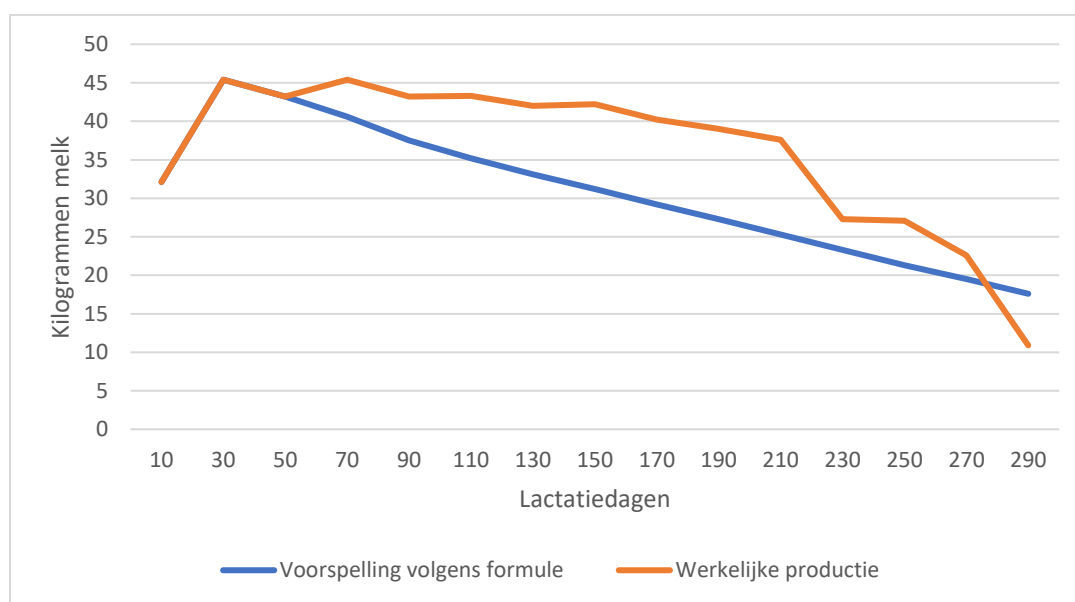


3. Resultaten

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van het onderzoek weergegeven. De resultaten zijn per deelvraag verwerkt voor een duidelijk overzicht. De resultaten zijn voorzien van tabellen en figuren ter verduidelijking en deze zijn toegelicht.

Deelvraag 1: In hoeverre komt het model van de melkproductie voorspelling van CRV overeen met de werkelijke melkproductie?

Bij de tien tweedekalfs koeien van bedrijf X zijn verschillen gevonden tussen de voorspelde melkproductie volgens de formule van CRV en de werkelijke melkproductie. In figuur 2 is het verloop van de werkelijke melkproductie en de voorspelde melkproductie van koe 1 weergegeven. De melkproductie is vanaf lactatie dag 50 voorspelt tot aan lactatie dag 290. De werkelijke productielijn is voor de meeste dagen hoger dan de voorspellingslijn voor koe 1. Deze lijnen zijn voor iedere koe opgesteld en zijn weergegeven in bijlage 1.



Figuur 2: Verloop werkelijke melkproductie en voorspelling van de formule van CRV van de melkproductie van koe 1.

Met de independent T-test is getest of er een significant verschil is tussen de werkelijke melkproductie van een melkkoe op een bepaalde dag en de voorspelde melkproductie van die dag. De independent T-test is niet toegepast op de dagen dat bij de koeien die geen melk meer produceerde. Dit was de 270^{ste} of 290^{ste} dag voorspelling. Eerst is getest of de varianties in beide groepen gelijk zijn. Dit is gedaan door de Levene's test, met de Levene's test is de nulhypothese getoetst. Als de Levene's test niet significant is dus hoger dan 0,05 betekent dat er voldaan is aan de homogene varianties en is equal variances assumed aangehouden. Als de Levene's test lager is dan 0,05 dan is equal variances not assumed aangehouden. In tabel 11 zijn de uitkomsten van de Levene's weergegeven

Voor de independent T-test is de opgestelde H0 en H1 puntsgewijs weergegeven:

- H0 = er is geen significant ($P > 0,05$) verschil tussen de werkelijke melkproductie op dag X en de voorspelde melkproductie op dag X.
- H1 = er is een significant ($P < 0,05$) verschil tussen de werkelijke melkproductie op dag X en de voorspelde melkproductie op dag X.

Bij koe 14 en 21 is een significant verschil aangetoond dit is weergegeven in tabel 11. H1 wordt dus geaccepteerd. Een significant verschil tussen de werkelijke melkproductie op dag X en de voorspelde melkproductie op dag X. Bij de andere koeien is geen significant verschil aangetoond, dus wordt H0



geaccepteerd. Dit betekent dat voor deze koeien geen significant verschil is tussen de werkelijke melkproductie op dag X en voorspelde melkproductie op dag X. In tabel 11 zijn de uitkomsten van de independent T-test weergegeven. In bijlage 1 zijn de verschillen per koe tussen de voorspelde melkproductie en de werkelijke melkproductie en de uitkomsten van de independent T-test volledig weergegeven.

Tabel 11: Resultaten independent T-test tussen werkelijk en voorspelde melkgift in kilogrammen melk.

Koe nummer	Levene's test	Equal variances assumed of equal variances not assumed	Sig (2 tailed)
1	0,117	Equal variances assumed	0,089
14	0,027	Equal variances not assumed	0,007
21	0,094	Equal variances assumed	0,046
37	0,203	Equal variances assumed	0,082
44	0,300	Equal variances assumed	0,943
56	0,247	Equal variances assumed	0,822
81	0,778	Equal variances assumed	0,907
97	0,449	Equal variances assumed	0,207
116	0,113	Equal variances assumed	0,875
132	0,844	Equal variances assumed	0,131

Deelvraag 2: Volstaan de bestaande voorspellingsfactoren b1 en b2 voor het voorspellen van de melkproductie of moeten deze per bedrijfssituatie geoptimaliseerd worden?

Uit deelvraag 1 blijkt dat het gebruik van de formule van CRV een goede manier is om de melkproductie te voorspellen. In tabel 11 is weergegeven dat bij acht van de tien koeien geen significant verschil is tussen de voorspelde melkproductie van CRV en de werkelijke melkproductie. Voor acht van de tien koeien volstaan de voorspellingsfactoren b1 en b2 om de melkproductie te voorspellen voor tweedekalfs koeien. Voor de koeien 14 en 21 volstaan de voorspellingsfactoren b1 en b2 niet.

Voor koe 14 en 21 zijn de nieuwe b1 en b2 bepaald, dit is weergegeven in bijlage 2: Desmos uitslagen. Voor de independent T-test is de opgestelde H0 en H1 puntsgewijs weergegeven:

- H0= er is geen significant ($P > 0,05$) verschil tussen de werkelijke melkproductie op dag X en de voorspelde melkproductie op dag X.
- H1 = er is een significant ($P < 0,05$) verschil tussen de werkelijke melkproductie op dag X en de voorspelde melkproductie op dag X.

In tabel 12 zijn de uitkomsten van de independent T-test voor koe 14 en koe 21 weergegeven in bijlage 3 zijn de uitkomsten van de independent T-test weergegeven. Hieruit is naar voren gekomen dat de koeien niet significant zijn. Hiermee wordt H0 geaccepteerd. Er is dus geen significant verschil tussen de werkelijke melkproductie op dag X en de voorspelde melkproductie op dag X.

Tabel 12: Resultaten independent T-test tussen werkelijk en voorspelde melkgift in kilogrammen melk met de nieuwe bepaalde b1 en b2.

Koe nummer	Levene's test	Equal variances assumed of equal variances not assumed	Sig (2 tailed) (NIEUW)
14	0,183	Equal variances assumed	0,150
21	0,093	Equal variances assumed	0,639



Deelvraag 3: Wat is het economisch impact van 10% melkproductie daling op de 130 lactatie dag van tien tweedekalfs koeien op de algehele fosfaatproductie van een melkveebedrijf?

Om de impact te kunnen beoordelen is een melkproductie daling van 10% op de 130 lactatie dag vergeleken met de huidige situatie als bedrijf X fosfaatrechten aan zou kopen. De huidige economische cijfers van bedrijf X is weergegeven in tabel 14. Wanneer bedrijf X fosfaatrechten aankoopt, kost dat €54.720,- met de huidige prijs van €180,-. Een andere optie is om aan het begin van het jaar koeien af te voeren. Bedrijf X zou dan in totaal 7 koeien moeten afvoeren om onder het fosfaatquotum te blijven.

Een andere oplossing zou kunnen zijn om op de melkproductie te sturen, dan hoeft bedrijf X geen koeien af te voeren en geen fosfaatrechten aan te kopen. Wanneer gestuurd wordt op de melkproductie zouden de koeien een gemiddelde productie moeten hebben tussen de 8125 en 8374 kilogram melk. Dit valt in een fosfaatklasse 41.3 kilogram fosfaat per melkgevende koe. In totaal komt dit voor 120 melkkoeien uit op 4.956 kilogram fosfaat. Dit betekent dat het bedrijf onder het fosfaatquotum van 5000 kilogram komt. Het bedrijf mag maximaal $8374 * 120 = 1.004.880$ kilogram melk produceren om onder het fosfaatquotum te blijven. Dit is een verschil van: $1.095.000 - 1.004.880 = 90.120$ kilogram melk wat minder geproduceerd moet worden.

Om ervoor te zorgen dat bedrijf X binnen het fosfaatquotum blijft door te sturen in melkproductie is berekend hoeveel koeien gereduceerd zijn in melkproductie. In tabel 13 is het verschil in melkproductie weergegeven van tien koeien die met 10% melkproductie geremd zijn op dag 130 van de lactatie.

Tabel 13: Verschil in melkproductie van tien koeien die met 10% melkproductie geremd zijn op de 130^{ste} lactatiedag.

Koe nummer	305 dagen van werkelijke melkproductie	305 dagen minus 10% na lactatie dag 130	Verschil
1	11011	10508	502
14	10100	9587	513
21	6297	6015	282
37	6287	6071	216
44	9290	8866	425
56	8833	8460	372
81	8640	8254	386
97	10455	9988	468
116	9603	9188	415
132	9813	9354	459
Totaal	90329	86291	4038

Nadat tien koeien met 10% melkproductie geremd zijn op bedrijf X, is de gemiddelde jaarproductie per koe gedaald naar $((1.095.000 - 4038) / 120 =) 9.091$ kilogram melk. De gemiddelde dagproductie van de koppel is gedaald van 25 naar 24,9 kilogram melk per jaar. In totaal is in de geremde situatie een overschot van 220 fosfaatrechten. Dit is een verschil van 84 fosfaatrechten per jaar in vergelijking met de niet geremde situatie. Om ervoor te zorgen dat bedrijf X geen fosfaatoverschot meer heeft, moeten (verschil in overschot/verschil in melkproductie wanneer dit met 10% is geremd) 23 koeien met 10% melkproductie geremd worden na de 130ste dag.

Economisch gezien is het sturen op melkproductie om onder het fosfaatquotum te blijven voordeliger dan wanneer extra fosfaatrechten aan worden gekocht. In tabel 14 is een overzicht weergegeven van de economische gevolgen van verschillende situaties. De eerste situatie is wanneer bedrijf X niet stuurt op de melkproductie en alle rechten aankoopt. De tweede situatie is wanneer bedrijf X bij tien koeien de melkproductie met 10% remt. Hierbij heeft bedrijf X nog steeds een fosfaatoverschot en zal nog



fosfaatrechten aan moeten kopen. De laatste situatie is wanneer bij 23 koeien de melkproductie met 10% wordt geremd. Bij deze situatie is geen fosfaatoverschot meer en hoeft bedrijf X geen fosfaatrechten aan te kopen. Weergegeven is dat de laatste situatie uiteindelijk het meeste beste saldo oplevert, dit komt omdat de vermindering in melkgeld niet op kan tegen de kosten van het aankopen van fosfaatrechten.

Tabel 14: Economisch gevolg van verschillende situaties van bedrijf X.

	Huidige situatie		10 koeien 10% melkproductie geremd op dag 130		23 koeien 10% melkproductie geremd op dag 130	
Melkproductie		1.095.000		1.090.962		1.004.880
Melkgeld totaal	€	383.250,00	€	381.836,70	€	351.708,00
Fosfaatquotum overschot		304		220		-
Kosten fosfaataankoop	€	54.720,00	€	39.600,00	€	-
Saldo totaal	€	328.530,00	€	342.236,70	€	351.708,00



4. Discussie

In dit onderzoek is onderzocht of het mogelijk is door middel van het voorspellen van de melkproductie gestuurd kan worden op de fosfaatproductie van een melkveehouderijbedrijf. Door dit te doen kan voorkomen worden dat melkveehouders over het fosfaatquotum heen gaan. Dit is belangrijk, omdat op deze manier een melkveehouder kan sturen op de melkproductie per individuele koe. Op deze manier kan een melkveehouder in een lagere fosfaatklasse komen om zo niet over het fosfaatquotum heen gaan en om zo een boete te voorkomen. Per deelvraag is een samenvatting gegeven van de resultaten en de uitkomst hiervan is bediscussieerd.

De data van de Lely Astronaut melkrobot sluit goed aan op de gegevens die nodig waren voor het onderzoek. Door gebruik te maken van deze data kon de formule van CRV gebruikt worden. Gekozen is voor een tweedekalfs koe, omdat het voor de formule van CRV van belang was dat de voorgaande 305 dagen productie bekend was. Een eerstekalfs koe heeft nog geen afgesloten lijst en ook geen vorige 305 dagen productie. Dit wordt in de CRV formule gebruikt om de melkproductie te voorspellen. De melkproductie wordt zonder 305 dagen voorspelt en dit wijkt af en daarom is voor een tweedekalfs koe gekozen. Met de CRV formule is voor alle dagen een melkproductie voorspeld. Echter, kwam in dit onderzoek het ook voor dat sommige koeien eerder werden drooggezet. Deze koeien produceerden op dag 270 of 290 geen melk meer, terwijl de voorspelling aangaf dat deze koeien wel melk produceerde. Bij deelvraag 1 en 2 is bij de berekening van de significantie dag 270 en 290 niet meegenomen bij de koeien die geen melk meer produceerde. De CRV formule maakt een melkproductie voorspelling per 20 dagen beginnend vanaf dag 50 tot dag 290. Als een melkkoe toevallig een dag een mindere of hogere productie heeft, worden deze gegevens wel gebruikt als werkelijke melkproductie. Dit heeft dus invloed op het verschil tussen de werkelijke melkproductie en voorspelde melkproductie. Het verschil kan dan namelijk groter of kleiner zijn dan normaal.

In hoeverre komt het model van de melkproductie voorspelling van CRV overeen met de werkelijke melkproductie?

Bij koe 14 en 21 is een significant verschil tussen de werkelijke melkproductie en de voorspelde melkproductie aangetoond. Voor de andere acht koeien betekent dat de werkelijke melkproductie en de voorspelde melkproductie niet significant verschilt. Dit geeft aanleiding om aan te nemen dat het model van de melkproductie voorspelling van CRV bruikbaar is voor de voorspelling van de melkproductie, ten behoeve van voorkoming van overschrijding van het fosfaatquotum.

De gegevens die gebruikt zijn, waren een representatieve dataset. De formule van CRV geeft een melkproductie voorspelling om de 20 dagen. Wanneer om de tien dagen of iedere dag de melkproductie wordt voorspelt, zou dit ervoor kunnen zorgen dat de pieken en dalen van de werkelijke melkproductie van een koe opgevangen wordt.

Volstaan de bestaande voorspellingsfactoren b1 en b2 voor het voorspellen van de melkproductie of moeten deze per bedrijfssituatie geoptimaliseerd worden?

De formule volstaat voor de bestaande voorspellingsfactoren b1 en b2 voor het voorspellen van de melkproductie. Bij acht van de tien koeien is er geen significant verschil aangetoond tussen de voorspelde melkproductie en de werkelijke melkproductie. Dit betekent dat de formule van CRV volstaat en dus ook de voorspellingsfactoren die hiervoor gebruikt worden. Hieruit kan dus geconcludeerd worden dat b1 en b2 juiste voorspellingsfactoren zijn om de melkproductie te voorspellen.

Voor de twee koeien die significant waren getest is een nieuwe b1 en b2 bepaald en toegepast in de formule. Dit is uiteindelijk weer getest met de independent T-test en na de nieuwe b1 en b2 zijn de twee koeien niet significant bepaald. Het is dus mogelijk om een nieuwe b1 en b2 te bepalen voor een bedrijf of voor een groep koeien. Dit is haalbaar maar weegt niet op tegen de moeite, omdat voor



iedere koe en voor iedere dag één lineaire lijn gemaakt moet worden. De voordelen van het voorspellen van een nieuwe b1 en b2 weegt niet op tegen de tijd en energie die een ondernemer kwijt is. Het gebruik van de formule van CRV is dus de juiste manier om de melkproductie te voorspellen en het is dus niet rendabel om per bedrijfssituatie de voorspellingsfactoren te optimaliseren.

Wat is het economisch impact van 10% melkproductie daling op de 130 lactatie dag van tien tweedekalfs koeien op de algehele fosfaatproductie van een melkveebedrijf?

Het sturen op de melkproductie van een individuele koe kan een goede oplossing zijn om onder het fosfaatquotum te blijven. Vooral economisch gezien heeft dit voordelen, zie tabel 14. Het reduceren in melkproductie levert minder melkgeld op, maar dit weegt niet op tegen de kosten van het aankopen van fosfaatrechten. Bedrijf X hoeft minder dan bijna €14.000 euro op het moment dat 10 koeien met 10% geremd worden in melkproductie in vergelijking met de huidige situatie. Wanneer 23 koeien met 10% in melkproductie geremd worden, blijft bedrijf X onder het fosfaatquotum. Hierbij wordt meer dan €23.000 euro minder uitgegeven omdat er geen fosfaatrechten aangekocht hoeft te worden in vergelijking met de huidige situatie.

De beschreven casussen in de literatuur ter voorkoming van overschrijding fosfaatquotum In de literatuur is op eenzelfde manier gereduceerd met de algehele melkproductie. In het onderzoek van Van Zessen (2018) is de melkproductie drastisch verlaagd. Hierin is aangetoond dat dit een goede manier is om de fosfaatproductie te verlagen. In de casus van bedrijf X is met een minimale melkproductie daling gewerkt. Dit heeft hetzelfde effect gehad als het onderzoek van Van Zessen (2018). Hieruit kan dus geconcludeerd worden dat de casus van bedrijf X ook toegepast zouden kunnen worden op andere bedrijven. Extra voordelen van het verlagen van de melkproductie is dat er minder krachtvoer nodig is en er kan is op een cent hogere melkprijs door een hoger vetgehalte van de melk (Van Zessen, 2018). Deze voordelen zijn niet meegenomen in de casus. De kans dat het saldo nog positiever wordt, wanneer gestuurd wordt op de individuele melkproductie is aanwezig. Dit lange termijn sturingsmechanisme kan toegepast worden op meerdere bedrijven om een fosfaatoverschot te voorkomen.

Theoretisch is berekend dat het mogelijk is om door te sturen op de melkproductie onder het fosfaatquotum te blijven. In dit onderzoek is de berekening niet toegepast in de praktijk omdat dit niet realistisch was binnen de beschikbare tijd van het onderzoek. Hiermee hadden de resultaten een nog beter beeld kunnen geven van het lange termijn sturingsmechanisme.

4.1 Toepassing melkveehouderijsector

Met dit onderzoek is duidelijk gemaakt aan de melkveehouderijsector wat het belang is van het gebruiken van lange termijn sturingsmogelijkheden. Het is voor melkveehouders duidelijk dat het mogelijk is om het fosfaatoverschot te voorkomen door te sturen op de melkproductie van de individuele koe. Het resultaat van dit onderzoek is vooral interessant voor melkveebedrijven, omdat het economische voordelen heeft om te sturen op de melkproductie in plaats van het aankopen van fosfaatrechten. Het verminderen in melkproductie zal er wel voor zorgen dat er minder melkgeld binnenkomt, maar het zorgt ook voor minder kosten doordat er minder tot geen fosfaatrechten aangekocht hoeven te worden.

Melkveehouders kunnen de formule van CRV gebruiken om te voorspellen wat de melkproductie en daarna ook de fosfaatproductie zal zijn voor het komende jaar. Wanneer de voorspelling aangeeft dat er een fosfaatoverschot zal zijn aan het einde van het jaar kan de ondernemer beslissen om te gaan sturen op de melkproductie. Hierbij kan een ondernemer dan uitrekenen hoeveel koeien geremd moeten worden met 10% melkproductie om uiteindelijk onder het fosfaatquotum te komen. De ondernemer zal hiermee uiteindelijk geld besparen, omdat er weinig of geen fosfaatrechten aangekocht hoeven te worden.



5. Conclusies en aanbevelingen

Dit onderzoek geeft een beeld over de impact van de fosfaatregelgeving in Nederland. Onderzocht is of het mogelijk is door de melkproductie te voorspellen in te spelen op de melkproductie van de individuele koe en daarmee te sturen op de fosfaatproductie van het bedrijf. Het inspelen op de melkproductie van de individuele koe kan een belangrijke lange termijn sturingsmechanisme zijn voor melkveebedrijven.

5.1 Conclusie

In hoeverre komt het model van de melkproductie voorspelling van CRV overeen met de werkelijke melkproductie?

In dit onderzoek is aangetoond dat het model van de melkproductie voorspelling van CRV overeenkomt met de werkelijke melkproductie. Bij acht van de tien koeien is namelijk geen significant verschil aangetoond tussen de voorspelde melkproductie en de werkelijke melkproductie.

Volstaan de bestaande voorspellingsfactoren b1 en b2 voor het voorspellen van de melkproductie of moeten deze per bedrijfssituatie geoptimaliseerd worden?

Uit deelvraag 1 blijkt dat het model van de melkproductie voorspelling CRV overeenkomt met de werkelijke melkproductie. Hierdoor wordt ook aangetoond dat de voorspellingsfactoren b1 en b2 in de formule van CRV volstaan. Dit blijkt uit dat bij acht van de tien koeien er geen significant verschil is aangetoond tussen de voorspelde melkproductie en de werkelijke melkproductie. Daarnaast is het mogelijk om de voorspellingsfactoren per bedrijfssituatie te optimaliseren. Echter is de verwachting dat het in de praktijk niet rendabel is.

Wat is het economisch impact van 10% melkproductie daling op de 130 lactatie dag van tien tweedekalfs koeien op de algehele fosfaatproductie van een melkveebedrijf?

In de casus komt naar voren dat als tien melkkoeien 10% melkproductie daling vanaf de 130^{ste} lactatie dag van de lactatie, 4.038 kilogram melk minder geven. Dit zorgt ervoor dat 84 fosfaatrechten minder nodig zijn, omdat in totaal minder melk wordt geproduceerd. Bedrijf X wordt het saldo bijna €14.000 euro positiever op het moment dat 10 koeien met 10% geremd worden in melkproductie in vergelijking met de huidige situatie. Om het totale fosfaatoverschot van 304 fosfaatrechten van bedrijf X op te lossen, moeten 23 koeien geremd worden op dag 130 van de lactatie met 10%. Theoretisch komt bedrijf X financieel €23.000 euro positiever uit in vergelijking met de huidige situatie.

Is het mogelijk aan de hand van de data van de Lely Astronaut melkrobot en de CRV formule een actuele (dagelijkse) melkproductie te voorspellen om daarmee de fosfaatexcretie vroegtijdig te voorspellen om een fosfaatoverschot te voorkomen?

Met de CRV formule en de gegevens van de Lely Astronaut melkrobot is het mogelijk om de actuele melkproductie te voorspellen. Door de voorspelling kan een bedrijf vroegtijdig constateren of deze onder of boven het fosfaatquotum komt. Wanneer een bedrijf boven het fosfaatquotum komt in de voorspelling, is binnen in dit onderzoek aangetoond dat het mogelijk is om de melkproductie te voorspellen voor bedrijf X. Dit zorgt voor minder kilogrammen melk, maar hierdoor kan gezorgd worden dat het bedrijf in een lagere fosfaatexcretie klasse komt en op deze manier binnen het fosfaatquotum blijft. Tevens wordt het saldo van bedrijf X positiever op het moment dat het bedrijf verminderd in melkproductie in plaats van fosfaatrechten aan te kopen.



5.2 Aanbevelingen

Aan de hand van dit onderzoek worden verschillende aanbevelingen gegeven naar aanleiding van de resultaten, discussie en de conclusie.

In een vervolgonderzoek zou onderzocht kunnen worden of er modellen zijn die nauwkeuriger de melkproductie voorspellen dan het CRV model. Dit kunnen het NARX-model en het Ali-Schaeffer-model zijn, deze modellen maken gebruik van meerdere parameters. Deze modellen zijn bewezen modellen die de melkproductie goed kunnen voorspellen. Als de melkproductie nauwkeuriger voorspelt wordt, kan nog beter gecontroleerd worden of de 10% melkproductie daling gehaald wordt. Met andere formules zou eerder en beter voorspelt kunnen worden of een melkveehouder onder zijn fosfaatquotum blijft. Daarnaast kan in een vervolgonderzoek ook onderzocht worden of de voorspelde melkproductie dichtbij de werkelijke melkproductie komt wanneer om de 10 dagen of om de dag de melkproductie voorspelt wordt in plaats van om de 20 dagen.

Een belangrijk punt om te weten is op welke dag een koe droog gezet wordt. Omdat na het droogzetten de melkproductie niet meer voorspelt hoeft te worden. Belangrijk is om mee te nemen dat een koe drachtig is bevonden zodat bepaald kan worden wanneer een koe gaat afkalven. Dit zou ook in het model voor de voorspelling van de melkproductie meegenomen worden. Als het onderzoek opnieuw gedaan wordt kan ook onderzocht worden naar het effect van melkproductie daling of melkproductie stijging. Met name wat invloed heeft op de melkproductie van een koe. Een paar onderwerpen die invloed kunnen hebben op de melkproductie van een koe zijn: veranderingen van het rantsoen, ziekte en tocht. Daarnaast zou ook gebruik gemaakt kunnen worden van de vorige lactatielijn van de desbetreffende koe. Wat onderzocht zou kunnen worden, is of er een verband is tussen de verschillende lactatielijnen van een koe.

Naar aanleiding van dit onderzoek is het advies om een systeem te ontwikkelen die een gepersonaliseerde voorspellingen in melk en fosfaat maakt. Uiteindelijk bepaald dit systeem hoeveel koeien geremd zouden moeten worden op een bepaalde dag om onder het fosfaatquotum te blijven. Het bedrijf zou dan alleen aan moeten geven vanaf welke dag het bedrijf de koeien zou willen remmen en met hoeveel procent. Dit zou dan toegepast kunnen worden in het systeem van de Lely Astronaut melkrobot.

Nu is inzichtelijk gemaakt dat 10% melkproductie daling na lactatie dag 130 een positieve invloed heeft op het saldo. Het advies is dat melkveebedrijven die een fosfaatoverschot hebben om deze manier kunnen werken om onder het fosfaatquotum te komen. Fosfaatrechten kopen om het fosfaatoverschot op te lossen levert minder op dan de 10% melkproductie daling na lactatie dag 130. In een vervolgonderzoek kan ook gestuurd worden op meer of minder melkproductie daling vanaf andere dagen. Daarnaast zou voor een aantal koeien onderzocht kunnen worden wat voor invloed het verkorten of verhogen van de tussenkalftijd heeft op de melkproductie en de fosfaatproductie.

Dit onderzoek geeft aanleiding om deelvraag 3 te gaan testen in de praktijk door middel van live dagelijks of wekelijkse monitoring. Dit zou dan op verschillende melkveebedrijven uitgevoerd kunnen worden om aan te tonen dat dit een goede oplossing is voor meerdere melkveebedrijven om onder het fosfaatquotum te blijven.



Bibliografie

Aelmans. (2016). *Waarom een fosfaatreductieplan?* Geraadpleegd op 24 januari 2019, van:

<https://www.aelmans.com/over-ons/nieuws/waarom-een-fosfaatreductieplan.html>

Agrimatie. (2019). *Prijswontwikkeling van melk*. Geraadpleegd op 20 februari 2019, van:

<https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themaID=2263&indicatorID=2068>

Ali, T. E., & Schaeffer, L. R. (1987). Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 67(3), 637-644. <https://doi.org/10.4141/cjas87-067>

Alfa Accounts en Adviseurs. (2013). *Factor 2 verschil in kosten nieuwe melkveestal*. Geraadpleegd op 10 Maart 2019, van:

<file:///C:/Users/Gebruiker/Downloads/Factor%20%20verschil%20in%20kosten%20nieuwe%20melkveestal.pdf>

Bannink, A., Sebek, L. B. J., & Dijkstra, J. (2010). Efficiency of phosphorus and calcium utilization in dairy cattle and implications for the environment. In CAB International (Eds.), *Phosphorus and calcium utilization and requirements in farm animals*, 151-172. Geraadpleegd op 26 februari 2019, van:

[https://books.google.nl/books?hl=nl&lr=&id=u61vNDCs7tMC&oi=fnd&pg=PA151&dq=Bannink,+A.,+Sebek,+L.+B.+J.,+%26+Dijkstra,+J.+\(2010\).+Efficiency+of+phosphorus+and+calcium+utilization+in+dairy+cattle+and+implications+for+the+environment.+Phosphorus+and+calcium+utilization+and+requirements+in+farm+animals,+151-172.+&ots=Gj_0Uh50TN&sig=36kpKEjhevYFO9dTHwO5YKH4KXc#v=onepage&q&f=false](https://books.google.nl/books?hl=nl&lr=&id=u61vNDCs7tMC&oi=fnd&pg=PA151&dq=Bannink,+A.,+Sebek,+L.+B.+J.,+%26+Dijkstra,+J.+(2010).+Efficiency+of+phosphorus+and+calcium+utilization+in+dairy+cattle+and+implications+for+the+environment.+Phosphorus+and+calcium+utilization+and+requirements+in+farm+animals,+151-172.+&ots=Gj_0Uh50TN&sig=36kpKEjhevYFO9dTHwO5YKH4KXc#v=onepage&q&f=false)

Boer, M. & Zijlstra, J. (2013). *Verschillen tussen bedrijven in levensduur van melkkoeien*.

Geraadpleegd op 26 februari 2019, van: <http://edepot.wur.nl/275130>

Booij, A. (2014). Minder jongvee, meer melkvee. *Veeteelt*, 2, 22-23. Geraadpleegd op 3 februari 2019, van: <http://edepot.wur.nl/323563>

Bos, B. Wolters, M. Wolleswinkel, A. & A Wolsing. (2005). Slim experimenteren in de melkveehouderij. *Wageningen UR*, 1. Geraadpleegd op 26 februari 2019, van:

<http://edepot.wur.nl/2779>

Braakman, J., Esselink, W., Hogenkamp, W., & Meijering, L. (2017). Mestbeleid vanaf 2018 onthuld. *Boerderij*, 103(4), 8-11.

CBS. (2016). *Fosfaatplafond overschreden door toename mestproductie*. Geraadpleegd op 12 januari 2019, van: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2016/02/fosfaatplafond-overschreden-door-toename-mestproductie>

CBS. (2017). *Grotere melkveebedrijven en meer melk*. Geraadpleegd op 10 januari 2019, van:

<https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2017/18/grotere-melkveebedrijven-en-meer-melk>

CBS. (2018a). *Opnieuw minder koeien en meer geiten*. Geraadpleegd op 10 januari 2019, van:

<https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/26/opnieuw-minder-koeien-en-meer-geiten>

CBS. (2018b). *Fosfaatproductie dierlijke mest onder fosfaatplafond*. Geraadpleegd op 10 januari 2019, van: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2018/04/fosfaatproductie-dierlijke-mest-onder-fosfaatplafond>



CBS. (2018c). *Landbouw; gewassen, dieren, grondgebruik en arbeid op nationaal niveau*. Geraadpleegd op 26 februari 2018, <https://statline.cbs.nl/Statweb/publication/?DM=SLNL&PA=81302NED&D1=0,403,512-565&D2=a&HDR=G1&STB=T&VW=T>

CRV. (2017). *Jaarstatistieken 2017 voor Nederland*. Geraadpleegd op 26 februari 2019, van: <https://www.crv4all.nl/wp-content/uploads/2018/03/Totaal-Jaarstatistieken-2017-NL.pdf>

CRV. (2018). *Sturen op fosfaat eenvoudiger met nieuwe fosfaatplanner*. Geraadpleegd op 15 maart 2019, van: <https://www.crv4all.nl/efficiëntie-category/sturen-op-fosfaat-met-fosfaatplanner/>

Fosfaatrecht. (2019). *Melkproductie daalt door fosfaatrechten*. Geraadpleegd op 23 januari 2019, van: <https://fosfaatrecht.nu/melkproductie-daalt-door-fosfaatrechten/>

Groenkennisnet. (2016). *Kosten jongvee opfok vaak onderschat*. Geraadpleegd op 26 februari 2019, van: <https://www.groenkennisnet.nl/nl/groenkennisnet/show/Kosten-opfok-jongvee-vaak-onderschat.htm>

Handboek NRS. (1998). *Kengetallen E-1 Voorspelling dagproductie*. Geraadpleegd op 26 februari 2019, van: <https://crdelta.crv4all.nl/wp-content/uploads/2014/08/Voorspelling-dagproductie.pdf>

Interfarms. (2018). *Prijsverloop fosfaatrechten*. Geraadpleegd op 22 januari 2019, van: <https://productierechtenveilen.nl/news/prijzen-fosfaatrechten/>

Klootwijk, C. W., Van Middelaar, C. E., Berentsen, P. B. M., & de Boer, I. J. M. (2016). Dutch dairy farms after milk quota abolition: Economic and environmental consequences of a new manure policy. *Journal of dairy science*, 99(10), 8384-8396. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10781>

Klop, G., Ellis, J. L., Bannink, A., Kebreab, E., France, J., & Dijkstra, J. (2013). Meta-analysis of factors that affect the utilization efficiency of phosphorus in lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, 96(6), 3936-3949. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6336>

Koster, (2015). *Wat zijn de kosten van een extra melkkoe na 1 april 2015?* Geraadpleegd op 10 maart 2019, van: <https://www.melkvee.nl/artikel/73403-wat-zijn-de-kosten-van-een-extra-melkkoe-na-1-april-2015/>

Mccarthy, B., Delaby, L., Pierce, K. M., Brennan, A., & Horan, B. (2013). The effect of stocking rate and calving date on milk production of Holstein–Friesian dairy cows. *Livestock Science*, 153(1-3), 123-134. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.01.013>

Murphy, M. D., O'Mahony, M. J., Shalloo, L., French, P., & Upton, J. (2014). Comparison of modelling techniques for milk-production forecasting. *Journal of dairy science*, 97(6), 3352-3363. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7451>

Nor, N. M., Steeneveld, W., Mourits, M. C. M., & Hogeveen, H. (2012). Estimating the costs of rearing young dairy cattle in the Netherlands using a simulation model that accounts for uncertainty related to diseases. *Preventive veterinary medicine*, 106(3-4), 214-224. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.03.004>



Nor, N. M., Steeneveld, W., Mourits, M. C. M., & Hogeveen, H. (2015). The optimal number of heifer calves to be reared as dairy replacements. *Journal of dairy science*, 98(2), 861-871.

<https://doi.org/10.3168/jds.2014-8329>

Quotum. (2019). *Actuele prijsverloop fosfaatrechten*. Geraadpleegd op 18 februari 2019, van:

<https://www.quotum.nu/fosfaatrechten/>

RVO. (2018a). *Berekening fosfaatrechten*. Geraadpleegd op 20 februari 2019, van:

<https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mestbeleid/mest/fosfaatrechten/fosfaatrechten-berekenen>

RVO. (2018b). *Fosfaatrechten – algemeen*. Geraadpleegd op 20 februari 2019, van:

<https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mestbeleid/mest/fosfaatrechten/fosfaatrechten-algemeen>

RVO. (2018c). *Mestverwerkingsplicht*. Geraadpleegd op 4 februari 2019, van:

<https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mestbeleid/mest/mestverwerkingsplicht>

RVO. (2019a). *Derogatie – Voorwaarden*. Geraadpleegd op 3 februari 2019, van:

<https://mijn.rvo.nl/derogatie>

RVO. (2019b). *Derogatie definitieve beschikking*. Geraadpleegd op 3 februari 2019, van:

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/06/Derogatie-definitieve-beschikking-2018-820-EU.pdf>

RVO. (2019c). *Tabel 6 Stikstof- en fosfaatproductiegetallen per melkkoe 2019-2021 (drijfmest en vaste mest)*. Geraadpleegd op 5 februari 2019, van:

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/01/Tabel-6-Stikstof-en-fosfaatproductiegetallen-per-melkkoe.pdf>

RVO. (2019d). *Tabel 4 Diergebonden forfaitaire gehalten 2019-2021*. Geraadpleegd op 5 februari 2019, van:

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/01/Tabel-4-Diergebonden-forfaitaire-gehalten%202019-2021.pdf>

RVO. (2019e). *Handel in fosfaatrechten*. Geraadpleegd op 5 februari 2019, van:

<https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mestbeleid/mest/fosfaatrechten/handel-fosfaatrechten>

Schoumans, O.F., J. Willems & G van Duinhoven, 2008. *30 vragen en antwoorden over fosfaat in relatie tot landbouw en milieu*. Wageningen, Alterra.

Sattari, S. Z., Bouwman, A. F., Rodríguez, R. M., Beusen, A. H. W., & Van Ittersum, M. K. (2016). Negative global phosphorus budgets challenge sustainable intensification of grasslands. *Nature communications*, 7, 10696. DOI: 10.1038/ncomms10696

Valk, H., Šebek, L. B. J., & Beynen, A. C. (2002). Influence of phosphorus intake on excretion and blood plasma and saliva concentrations of phosphorus in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 85(10), 2642-2649. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74349-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74349-X)

Van Balen. (2017). *GVE-reductieregeling 2017*. Geraadpleegd op 22 januari 2019, van:

<https://www.vanbalenboekhoudburo.frl/nieuws/gve-reductieregeling-2017>



Van den Biggelaar, G. (2018). *Faillissement dreigt voor melkveehouders met halfvolle stal*. Geraadpleegd op 10 maart 2019, van: <https://www.melkvee.nl/artikel/80824-faillissement-dreigt-voor-melkveehouders-met-half-volle-stal/>

Van der Straeten, B., Buysse, J., Nolte, S., Lauwers, L., Claeys, D., & Van Huylenbroeck, G. (2012). The effect of EU derogation strategies on the compliance costs of the nitrate directive. *Science of the total environment*, 421, 94-101. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.01.019>

Van Zessen, T. (2018). Meer verdienen met een lagere productie. *Veeteelt*, 6-9. Geraadpleegd op 3 februari, van: <http://edepot.wur.nl/443471>

Vermetten. (2018). *Eerste jaar fosfaatrechten loopt ten einde: pak géén boete*. Geraadpleegd op 3 februari 2019, van: <https://www.vermetten.nl/nieuws/eerste-jaar-fosfaatrechten-loopt-ten-einde-pak-geen-boete-2>

WUR. (Z.d.). *Dossier Fosfaat*. Geraadpleegd op 3 februari 2019, van: <https://www.wur.nl/nl/Dossiers/dossier/Fosfaat-1.htm>

Zhang, F., Murphy, M. D., Shalloo, L., Ruelle, E., & Upton, J. (2016). An automatic model configuration and optimization system for milk production forecasting. *Computers and Electronics in Agriculture*, 128, 100-111. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.08.016>

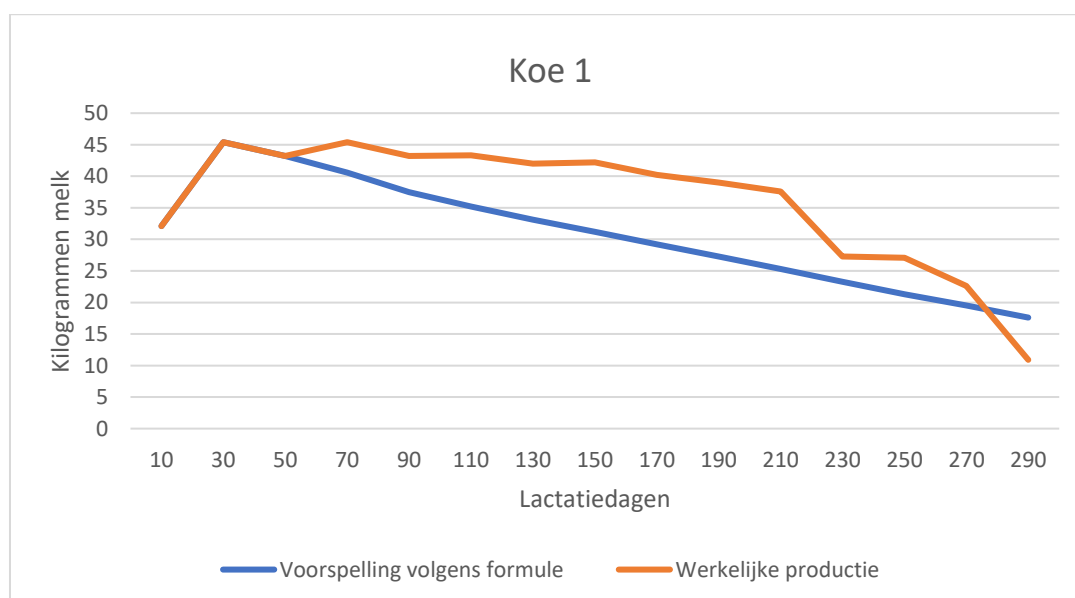
Zhang, F., Upton, J., Shalloo, L., & Murphy, M. D. (2019). Effect of parity weighting on milk production forecast models. *Computers and Electronics in Agriculture*, 157, 589-603. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.12.051>



Bijlage 1. Resultaten independent T-test en grafiek verloop melkproductie van deelvraag 1

Koe 1

Dag van lactatie	Voorspelling volgens formule	Werkelijke productie = yt	Vershil
10	32,1	32,1	
30	45,4	45,4	
50	43,2	43,2	
70	40,6	45,4	4,8
90	37,5	43,2	5,7
110	35,2	43,3	8,1
130	33,1	42	8,9
150	31,2	42,2	11,0
170	29,2	40,2	11,0
190	27,3	39	11,7
210	25,3	37,6	12,3
230	23,3	27,3	4,0
250	21,3	27,1	5,8
270	19,5	22,6	3,1
290	17,6	10,9	-6,7





Group Statistics

	F of W	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Koe1	F	12	28,4250	7,33325	2,11693
	W	12	35,0667	10,66492	3,07870

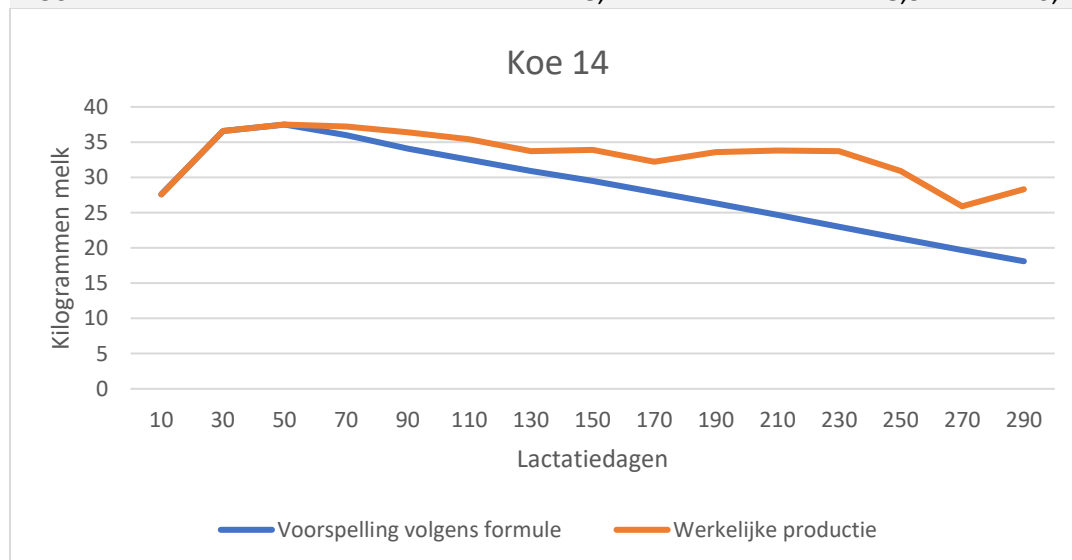
Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Koe1	Equal variances assumed	1,941	,177	-1,778	22	,089	-6,64167	3,73628	-14,39023	1,10690
	Equal variances not assumed			-1,778	19,501	,091	-6,64167	3,73628	-14,44820	1,16487



Koe 14

Dag van lactatie	Voorspelling volgens formule	Werkelijke productie	Vershil
10	27,6	27,6	
30	36,6	36,6	
50	37,5	37,5	
70	36,0	37,2	1,2
90	34,1	36,4	2,3
110	32,5	35,4	2,9
130	30,9	33,7	2,8
150	29,5	33,9	4,4
170	27,9	32,2	4,3
190	26,3	33,6	7,3
210	24,7	33,8	9,1
230	23,0	33,7	10,7
250	21,3	30,9	9,6
270	19,7	25,9	6,2
290	18,1	28,3	10,2





Group Statistics

	F of w	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
koe14	F	12	27,0000	5,80517	1,67581
	W	12	32,9167	3,23639	,93427

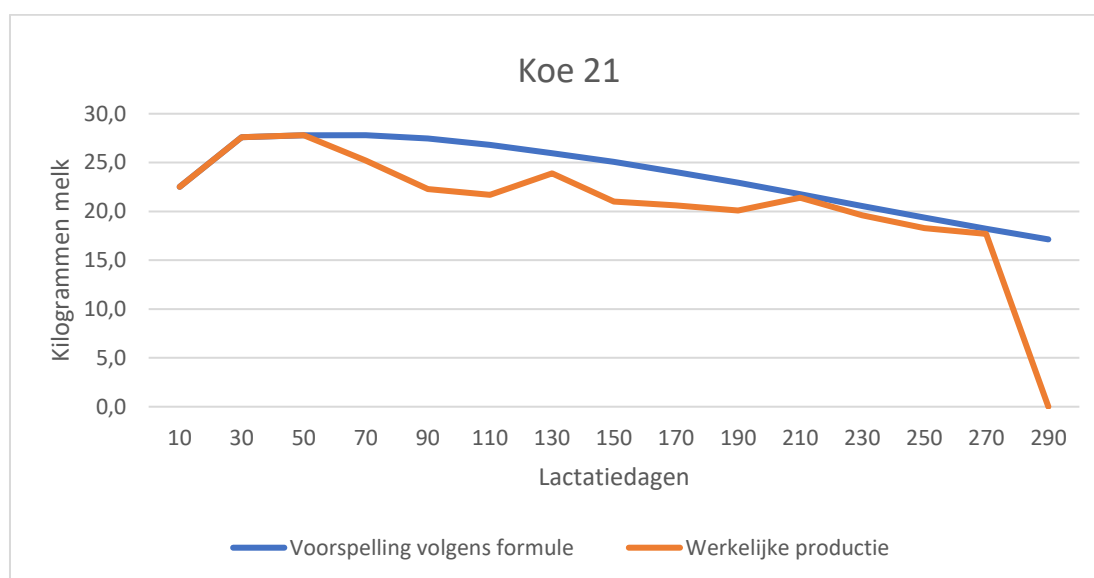
Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
koe14	Equal variances assumed	5,583	,027	-3,084	22	,005	-5,91667	1,91864	-9,89569	-1,93765
	Equal variances not assumed			-3,084	17,235	,007	-5,91667	1,91864	-9,96044	-1,87289



Koe 21

Dag van lactatie	Voorspelling volgens formule	Werkelijke productie	Verschil
10	22,5	22,5	
30	27,6	27,6	
50	27,8	27,8	
70	27,8	25,2	-2,6
90	27,5	22,3	-5,2
110	26,8	21,7	-5,1
130	25,9	23,9	-2,0
150	25,1	21	-4,1
170	24,0	20,6	-3,4
190	22,9	20,1	-2,8
210	21,8	21,4	-0,4
230	20,6	19,6	-1,0
250	19,4	18,3	-1,1
270	18,2	17,7	-0,5
290	17,1	0	-17,1





Group Statistics

	F of w	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
koe21	F	11	23,6364	3,32123	1,00139
	W	11	21,0727	2,22355	,67043

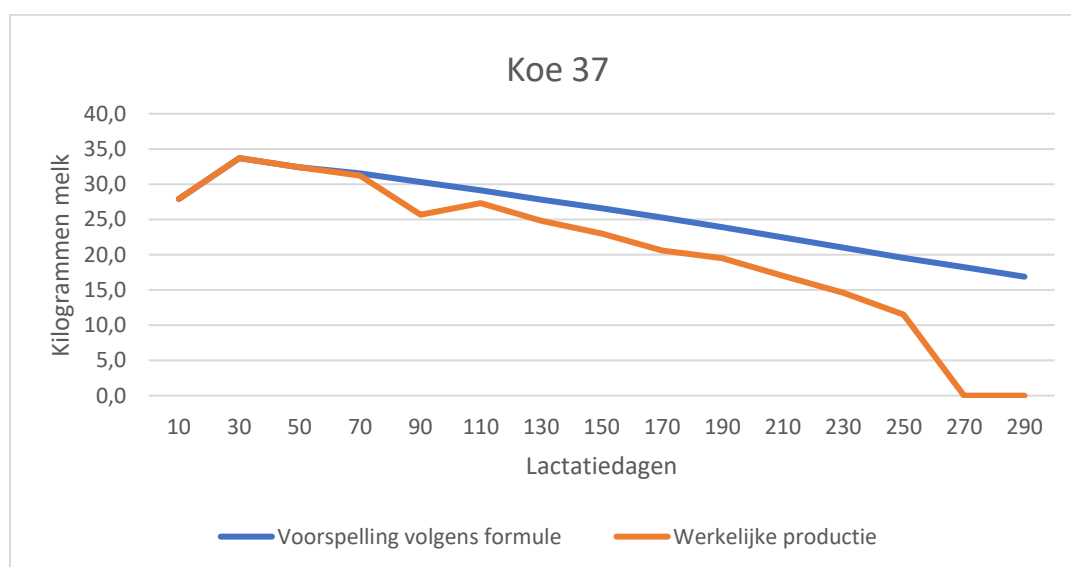
Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
koe21	Equal variances assumed	3,088	,094	2,127	20	,046	2,56364	1,20509	,04986	5,07742
	Equal variances not assumed			2,127	17,465	,048	2,56364	1,20509	,02626	5,10101



Koe 37

Dag van lactatie	Voorspelling volgens formule	Werkelijke productie	Vershil
10	27,9	27,9	
30	33,7	33,7	
50	32,4	32,4	
70	31,5	31,2	-0,3
90	30,3	25,7	-4,6
110	29,1	27,3	-1,8
130	27,8	24,8	-3,0
150	26,6	23	-3,6
170	25,3	20,6	-4,7
190	23,9	19,5	-4,4
210	22,5	17	-5,5
230	21,0	14,6	-6,4
250	19,6	11,5	-8,1
270	18,2	0	-18,2
290	16,9	0	-16,9





Group Statistics

	F of w	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
koe37	F	10	25,7600	4,00672	1,26704
	W	10	21,5200	6,06608	1,91826

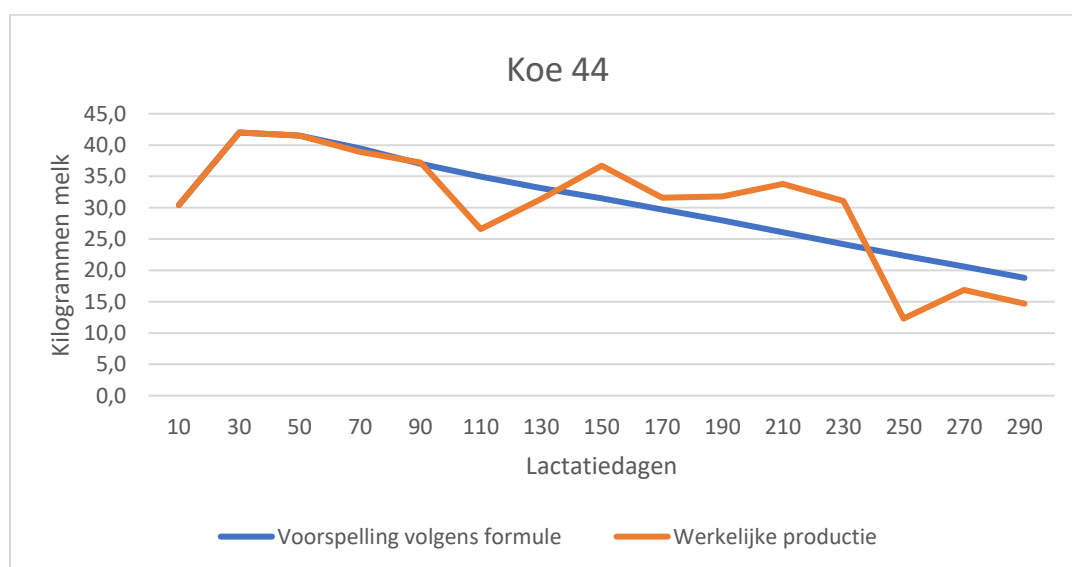
Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
koe37	Equal variances assumed	1,747	,203	1,844	18	,082	4,24000	2,29894	-,58989	9,06989
	Equal variances not assumed			1,844	15,597	,084	4,24000	2,29894	-,64378	9,12378



Koe 44

Dag van lactatie	Voorspelling volgens formule	Werkelijke productie	Vershil
10	30,4	30,4	
30	42,0	42	
50	41,5	41,5	
70	39,5	38,9	-0,6
90	37,0	37,2	0,2
110	35,0	26,6	-8,4
130	33,1	31,4	-1,7
150	31,5	36,7	5,2
170	29,7	31,6	1,9
190	27,9	31,8	3,9
210	26,1	33,8	7,7
230	24,2	31,1	6,9
250	22,4	12,3	-10,1
270	20,6	16,9	-3,7
290	18,8	14,7	-4,1





Group Statistics

	F of w	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
koe44	F	12	28,8167	6,63473	1,91528
	W	12	28,5833	9,07452	2,61959

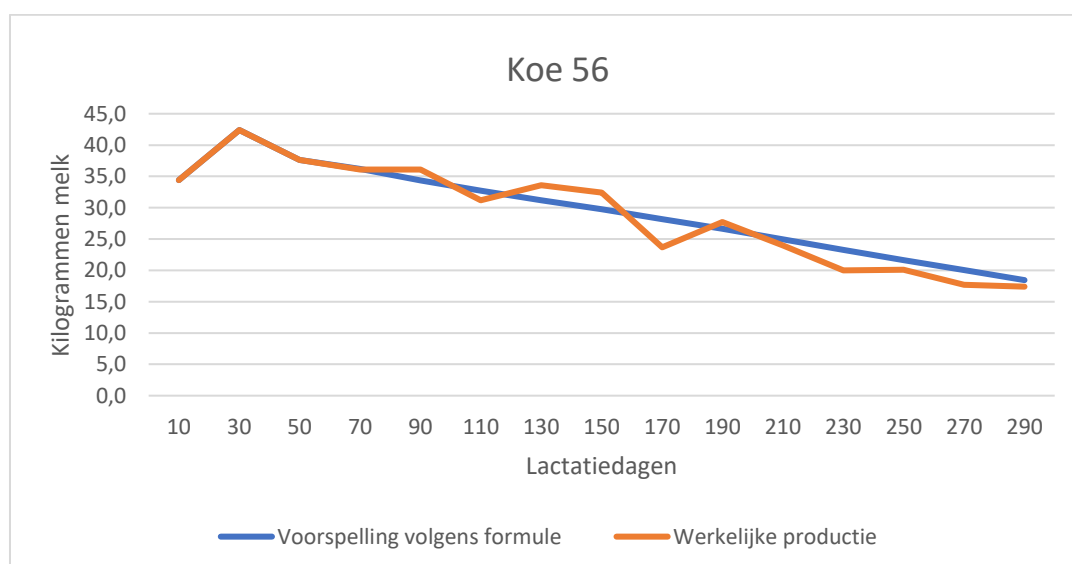
Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
koe44	Equal variances assumed	1,127	,300	,072	22	,943	,23333	3,24508	-6,49655	6,96322
	Equal variances not assumed			,072	20,147	,943	,23333	3,24508	-6,53263	6,99930



Koe 56

Dag van lactatie	Voorspelling volgens formule	Werkelijke productie	Vershil
10	34,4	34,4	
30	42,4	42,4	
50	37,6	37,6	
70	36,2	36,1	-0,1
90	34,3	36,1	1,8
110	32,7	31,2	-1,5
130	31,2	33,6	2,4
150	29,7	32,4	2,7
170	28,2	23,7	-4,5
190	26,6	27,7	1,1
210	25,0	24	-1,0
230	23,3	20	-3,3
250	21,6	20,1	-1,5
270	20,0	17,7	-2,3
290	18,4	17,4	-1,0





Group Statistics

	F of w	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
koe56	F	12	27,2667	5,76752	1,66494
	W	12	26,6667	7,07291	2,04177

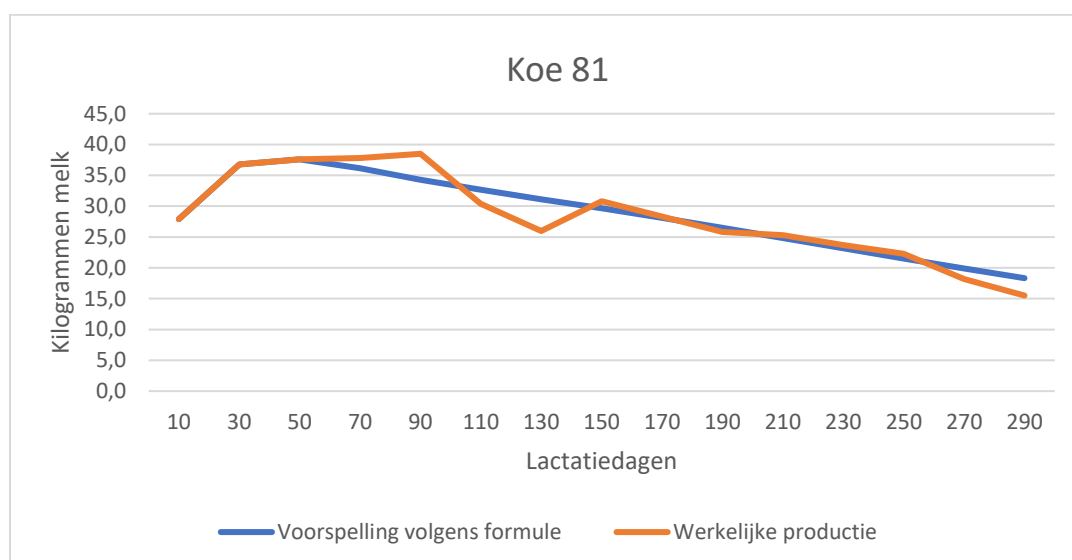
Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
koe56	Equal variances assumed	1,415	,247	,228	22	,822	,60000	2,63455	-4,86372	6,06372
	Equal variances not assumed			,228	21,144	,822	,60000	2,63455	-4,87658	6,07658



Koe 81

Dag van lactatie	Voorspelling volgens formule	Werkelijke productie	Verschil
10	27,9	27,9	
30	36,8	36,8	
50	37,6	37,6	
70	36,2	37,8	1,6
90	34,3	38,5	4,2
110	32,7	30,4	-2,3
130	31,1	26	-5,1
150	29,6	30,8	1,2
170	28,1	28,3	0,2
190	26,5	25,8	-0,7
210	24,9	25,3	0,4
230	23,2	23,7	0,5
250	21,5	22,3	0,8
270	19,9	18,2	-1,7
290	18,3	15,5	-2,8





Group Statistics

	F of w	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
koe81	F	12	27,1917	5,80133	1,67470
	W	12	26,8833	6,90465	1,99320

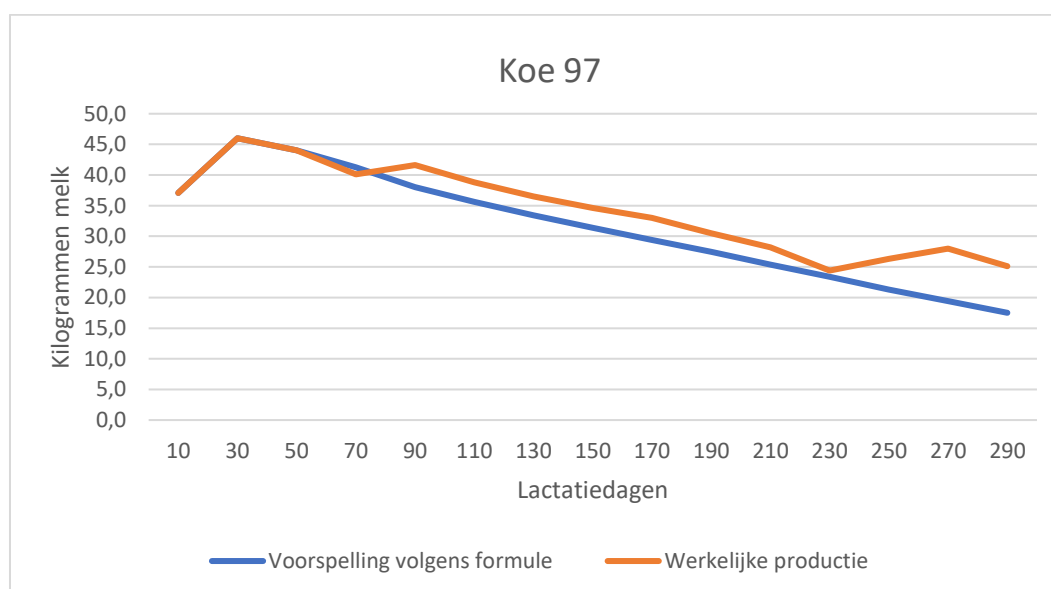
Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
koe81	Equal variances assumed	,081	,778	,118	22	,907	,30833	2,60336	-5,09070	5,70737
	Equal variances not assumed			,118	21,365	,907	,30833	2,60336	-5,10001	5,71668



Koe 97

Dag van lactatie	Voorspelling volgens formule	Werkelijke productie	Vershil
10	37,1	37,1	
30	46,0	46	
50	44,0	44	
70	41,3	40,1	-1,2
90	38,0	41,6	3,6
110	35,6	38,8	3,2
130	33,4	36,5	3,1
150	31,4	34,6	3,2
170	29,4	33	3,6
190	27,4	30,5	3,1
210	25,4	28,2	2,8
230	23,4	24,4	1,0
250	21,3	26,3	5,0
270	19,4	28	8,6
290	17,5	25,1	7,6





Group Statistics

	F of w	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
koe97	F	12	28,6250	7,56801	2,18470
	W	12	32,2583	6,04355	1,74462

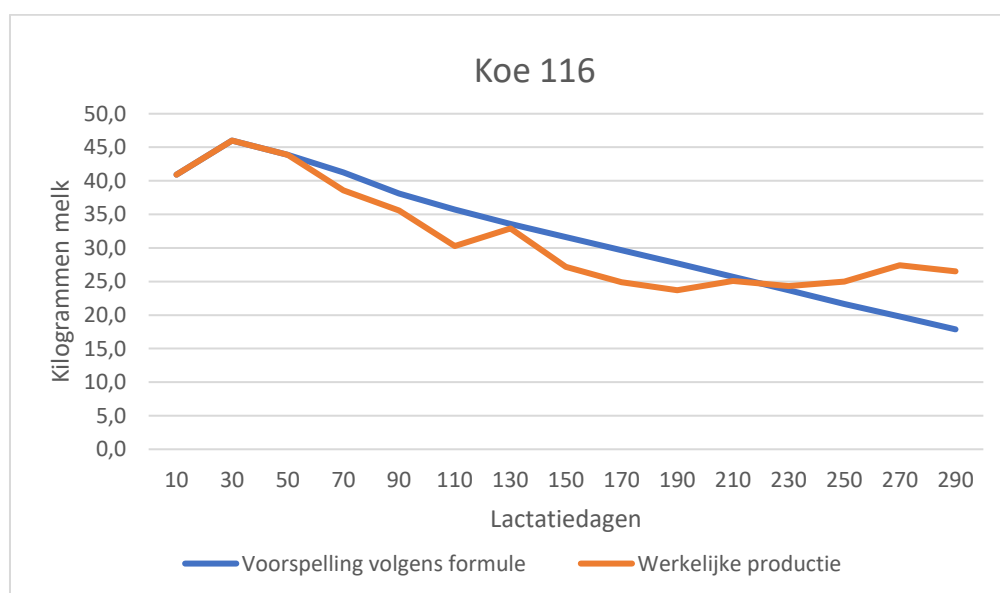
Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
koe	Equal variances assumed	,593	,449	-1,300	22	,207	-3,63333	2,79582	-9,43151	2,16484
97	Equal variances not assumed			-1,300	20,974	,208	-3,63333	2,79582	-9,44800	2,18134



Koe 116

Dag van lactatie	Voorspelling volgens formule	Werkelijke productie	Verschil
10	40,9	40,9	
30	46,0	46	
50	43,9	43,9	
70	41,2	38,6	-2,6
90	38,1	35,6	-2,5
110	35,7	30,3	-5,4
130	33,6	32,9	-0,7
150	31,6	27,2	-4,4
170	29,7	24,9	-4,8
190	27,7	23,7	-4,0
210	25,7	25,1	-0,6
230	23,7	24,3	0,6
250	21,7	25	3,3
270	19,8	27,4	7,6
290	17,9	26,5	8,6





Group Statistics

	F of w	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
koe116	F	12	28,8667	7,42567	2,14361
	W	12	28,4583	4,85564	1,40170

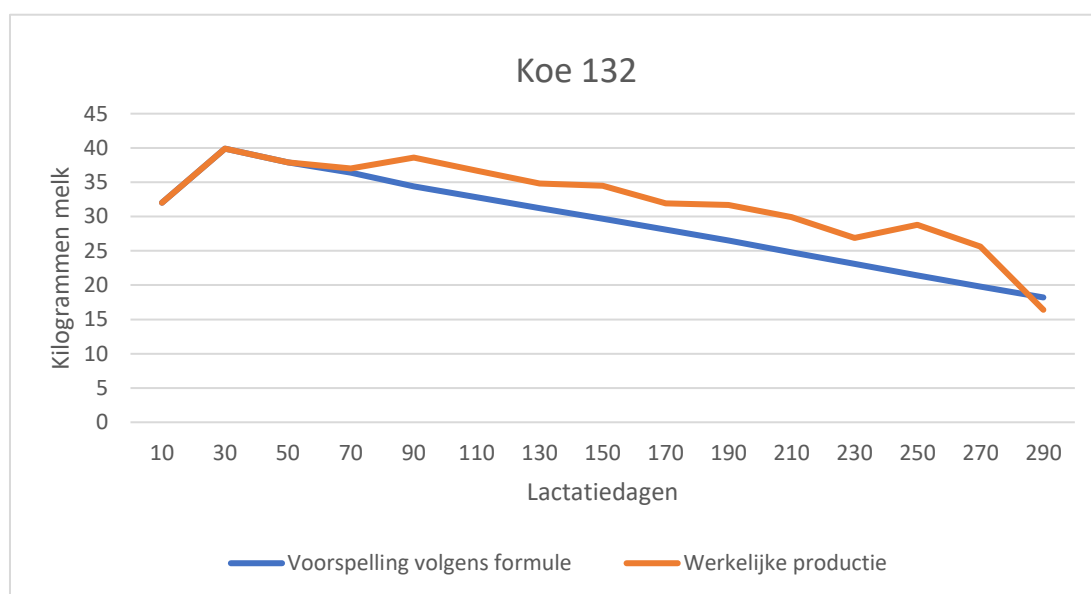
Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
koe116	Equal variances assumed	2,728	,113	,159	22	,875	,40833	2,56121	-4,90330	5,71997
	Equal variances not assumed			,159	18,953	,875	,40833	2,56121	-4,95325	5,76992



Koe 132

Dag van lactatie	Voorspelling volgens formule	Werkelijke productie	Vershil
10	32,0	32	
30	39,9	39,9	
50	37,9	37,9	
70	36,4	37	0,6
90	34,4	38,6	4,2
110	32,8	36,7	3,9
130	31,2	34,8	3,6
150	29,7	34,5	4,8
170	28,1	31,9	3,8
190	26,5	31,7	5,2
210	24,8	29,9	5,1
230	23,1	26,9	3,8
250	21,4	28,8	7,4
270	19,8	25,6	5,8
290	18,2	16,4	-1,8





Group Statistics

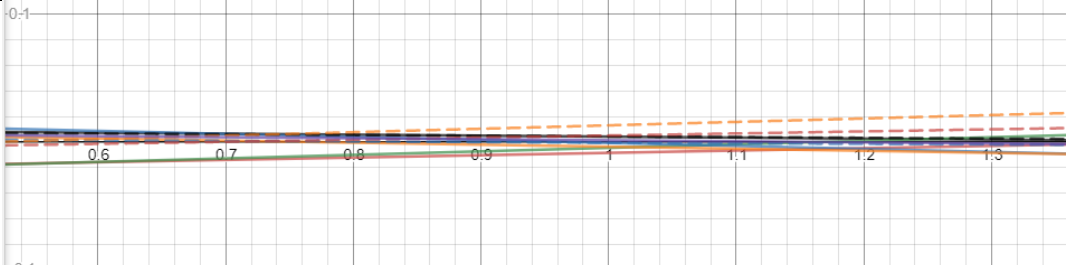
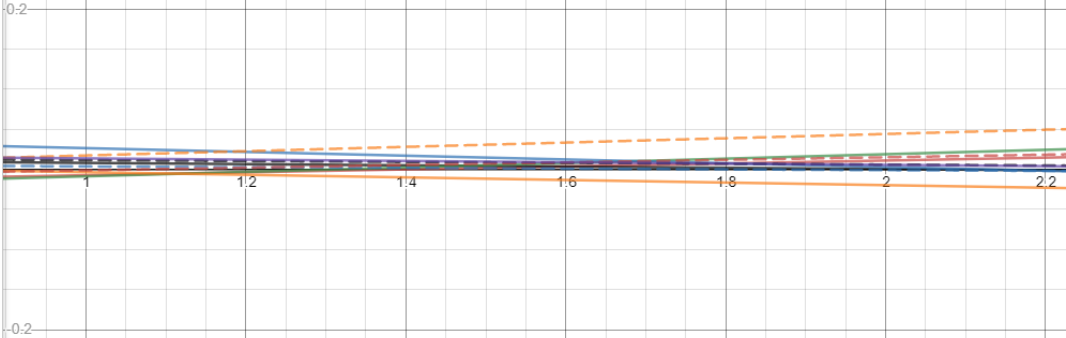
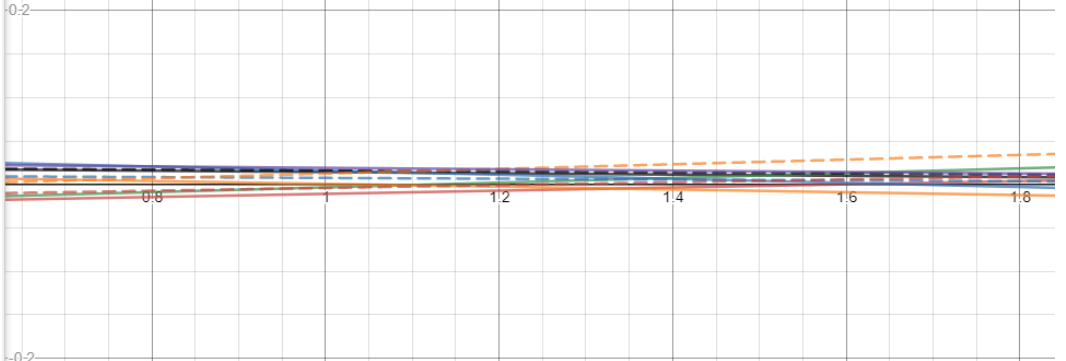
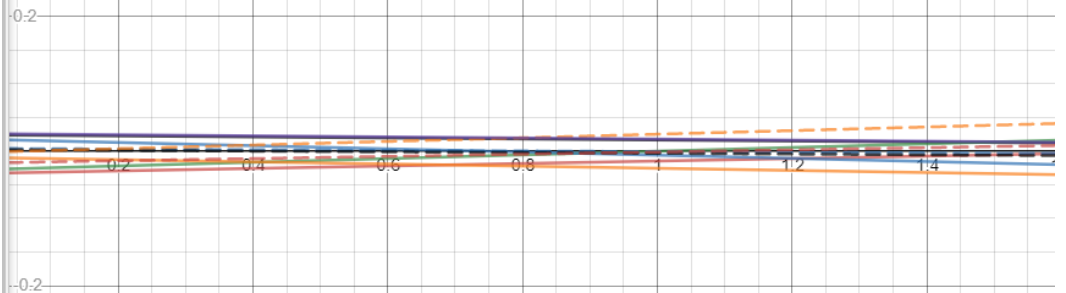
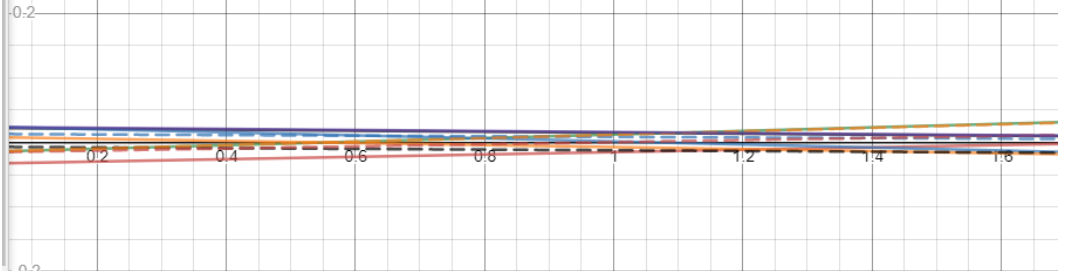
	F of w	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
koe132	F	12	27,2000	5,90347	1,70418
	W	12	31,0667	6,17448	1,78242

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
koe	Equal variances	,039	,844	-1,568	22	,131	-3,86667	2,46602	-8,98088	1,24755
132	assumed									
	Equal variances			-1,568	21,956	,131	-3,86667	2,46602	-8,98148	1,24815
	not assumed									



Bijlage 2. Desmos uitslagen

Dag	Afbeelding van de punten	Nieuwe punten	
		B1	B2
70		0,00221	0,9088
90		0.0111	1.652
110		0.0118	1.322
130		0.0001	0.768
150		0.0016	1.085



170		0.0089	1.296
190		0.0144	1.147
210		0.014	1.083
230		0.0167	1.3045
250		0,0198	1,322



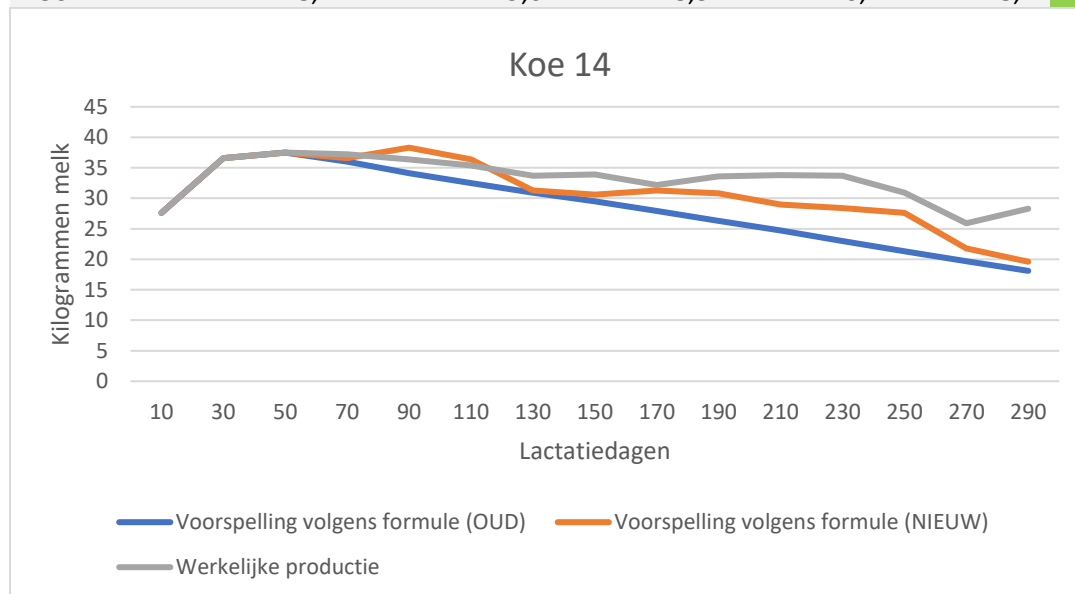
270		0.0058	0.796
290		0,0013	0,995



Bijlage 3. Resultaten independent T-test en grafiek verloop melkproductie van deelvraag 2

Koe 14

Dag van lactatie	Voorspelling volgens formule (OUD)	Voorspelling volgens formule (NIEUW)	Werkelijke productie = yt	Vershil tussen OUD en werkelijk	Vershil tussen NIEUW en werkelijk	
10	27,6	27,6	27,6			
30	36,6	36,6	36,6			
50	37,5	37,5	37,5			
70	36,0	36,6	37,2	1,2	0,6	+
90	34,1	38,3	36,4	2,3	-1,9	+
110	32,5	36,4	35,4	2,9	-1,0	+
130	30,9	31,3	33,7	2,8	2,4	+
150	29,5	30,6	33,9	4,4	3,3	+
170	27,9	31,3	32,2	4,3	0,9	+
190	26,3	30,8	33,6	7,3	2,8	+
210	24,7	29,0	33,8	9,1	4,8	+
230	23,0	28,4	33,7	10,7	5,3	+
250	21,3	27,6	30,9	9,6	3,3	+
270	19,7	21,8	25,9	6,2	4,1	+
290	18,1	19,6	28,3	10,2	8,7	+





Group Statistics

	F of w	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
koe14	F	12	30,1417	5,57812	1,61026
	W	12	32,9167	3,23639	,93427

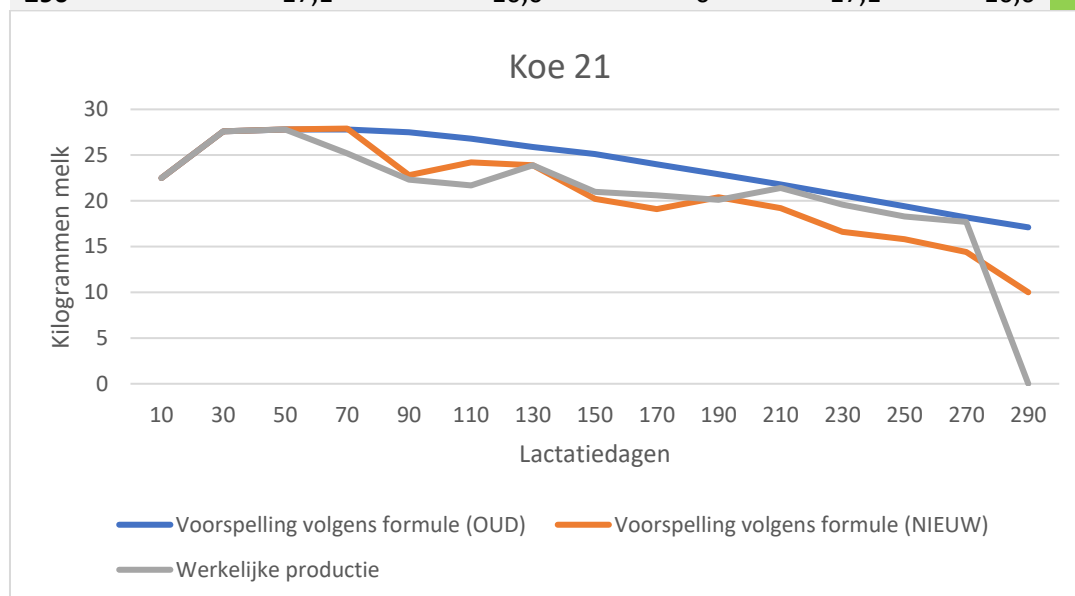
Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
koe14	Equal variances assumed	1,890	,183	-1,491	22	,150	-2,77500	1,86167	-6,63586	1,08586
	Equal variances not assumed			-1,491	17,652	,154	-2,77500	1,86167	-6,69175	1,14175



Koe 21

Dag van lactatie	Voorspelling volgens formule (OUD)	Voorspelling volgens formule (NIEUW)	Werkelijke productie = yt	Vershil tussen OUD en werkelijk	Vershil tussen NIEUW en werkelijk	
10	22,5	22,5	22,5			
30	27,6	27,6	27,6			
50	27,8	27,8	27,8			
70	27,8	27,9	25,2	-2,6	-2,7	-
90	27,5	22,8	22,3	-5,2	-0,5	+
110	26,8	24,2	21,7	-5,1	-2,5	+
130	25,9	23,9	23,9	-2,0	0,0	+
150	25,1	20,2	21	-4,1	0,8	+
170	24,0	19,1	20,6	-3,4	1,5	+
190	22,9	20,4	20,1	-2,8	-0,3	+
210	21,8	19,2	21,4	-0,4	2,2	-
230	20,6	16,6	19,6	-1,0	3,0	-
250	19,4	15,8	18,3	-1,1	2,5	-
270	18,2	14,4	17,7	-0,5	3,3	-
290	17,1	10,0	0	-17,1	-10,0	+





Group Statistics

	F of w	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
koe21	F	11	20,4091	4,04313	1,21905
	W	11	21,0727	2,22355	,67043

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
koe21	Equal variances assumed	3,106	,093	-,477	20	,639	-,66364	1,39124	-3,56572	2,23844
	Equal variances not assumed			-,477	15,542	,640	-,66364	1,39124	-3,62002	2,29274



Bijlage 4. Checklist schriftelijk rapporteren

Checklist Schriftelijk Rapporteren

Naam: **Roy Boekelder**

Klas: **4DV**

Datum: **9-04-2019**

Titel verslag/rapport: **Vooronderzoek optimalisatie fosfaatrechten**

Nadat jij je verslag/rapport hebt gecontroleerd met behulp van deze checklist, voeg je deze toe als bijlage. Zonder de ingevulde checklist vindt er geen beoordeling plaats. De assessor controleert met deze checklist je rapport/verslag. De beoordelingscriteria die met een * zijn aangegeven, zijn de zogenaamde 'killing points'. Indien de assessor meer dan vijf 'killing points' heeft aangekruist, dien je het rapport/verslag op alle onvoldoende onderdelen te verbeteren. Voor de herbeoordeling moet je ook de oude versie inleveren. In het afstudeerwerkstuk zijn geen 'killing points' toegestaan! **AANVINKEN WAT NIET IN ORDE IS!**

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Het taalgebruik: <ul style="list-style-type: none"> ☐ Bevat niet meer dan drie grammaticale, spel- en typefouten per duizend woorden* Bij meer dan drie fouten per duizend woorden is het rapport/verslag afgekeurd! ☐ Heeft een adequate interpunctie* ☐ Is afgestemd op de gekozen doelgroep (juiste <u>stijl</u>)* ☐ Laat een zakelijke en actieve schrijfstijl zien* ☐ Bevat geen persoonlijke voornaamwoorden* 2. Het rapport/verslag: <ul style="list-style-type: none"> ☐ Is ingebonden (hard <u>copy</u>)* ☐ Is vrij van plagiaat* (zie onderwijsexamenregeling) 3. De omslag: <ul style="list-style-type: none"> ☐ Bevat de titel ☐ Vermeldt de auteur(s) 4. De titelpagina/het titelblad: <ul style="list-style-type: none"> ☐ Heeft een specifieke titel* ☐ Vermeldt de auteur(s)* ☐ Vermeldt de plaats en de datum* ☐ Vermeldt de opdrachtgever(s)* 5. Het voorwoord: <ul style="list-style-type: none"> ☐ Bevat de persoonlijke aanleiding tot het schrijven van het rapport/verslag ☐ Bevat persoonlijke bedankjes (persoonlijke voornaamwoorden toegestaan) 6. De inhoudsopgave: <ul style="list-style-type: none"> ☐ Vermeldt alle genummerde onderdelen van het rapport/verslag* ☐ Vermeldt de samenvatting en de bijlage(n) ☐ Is overzichtelijk ☐ Heeft een correcte paginaverwijzing 7. De samenvatting: <ul style="list-style-type: none"> ☐ Is een verkorte versie van het gehele rapport/verslag ☐ Bevat conclusies ☐ Bevat geen persoonlijke mening ☐ Is gestructureerd ☐ Is zakelijk geschreven ☐ Staat direct na de inhoudsopgave 8. De inleiding (toelichting op intranet): <ul style="list-style-type: none"> ☐ Is hoofdstuk 1* ☐ Beschrijft het grotere kader en aanleiding ☐ Beschrijft inhoudelijke achtergrondinformatie* ☐ Formuleert het probleem/de onderzoeksvraag* ☐ Vermeldt het doel* ☐ Bevat een leeswijzer voor het rapport/verslag* 9. Materiaal en methode: <ul style="list-style-type: none"> ☐ Beschrijft de gevolgde onderzoeksmethode ☐ Past bij de onderzoeksvraag/vragen* ☐ Beschrijft de variabelen/eenheden ☐ Beschrijft de methode van data-analyse | <ol style="list-style-type: none"> 10. De (opmaak van de) kern: <ul style="list-style-type: none"> ☐ Bestaat uit genummerde hoofdstukken en (sub)paragrafen (maximaal drie <u>niveaus</u>)* ☐ Deze zijn verschillend in opmaak* ☐ De hoofdstukken en (sub)paragrafen hebben een passende titel ☐ Een hoofdstuk bestaat ten minste één pagina ☐ Een nieuw hoofdstuk begint op een nieuwe pagina ☐ De zinnen lopen door (geen 'enter' binnen een alinea gebruiken) ☐ De figuren zijn (door)genummerd en hebben een passende titel (onder de <u>figuur</u>)* ☐ De tabellen zijn (door) genummerd en hebben een passende titel (boven de <u>tabel</u>)* ☐ Tabellen en figuren zijn zelfstandig te begrijpen ☐ In de tekst zijn er verwijzingen naar figuren en/of tabellen* ☐ De tekst bevat verwijzing naar de desbetreffende bijlage(n) ☐ De tekst is ook zonder verwijzingen te begrijpen ☐ De pagina's zijn genummerd* 11. De discussie: <ul style="list-style-type: none"> ☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur ☐ Geeft de valide argumentatie weer ☐ Evalueert de gebruikte onderzoeksmethode ☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen (zie toelichting op intranet) 12. De conclusies en aanbevelingen: <ul style="list-style-type: none"> ☐ De conclusies zijn gebaseerd op relevante feiten ☐ De aanbevelingen zijn gebaseerd op relevante feiten ☐ Bevatten geen nieuwe informatie* 13. De bronvermelding: <ul style="list-style-type: none"> ☐ In de tekst is conform de geldende APA-normen* (<u>zie toelichting op intranet</u>) 14. De literatuurlijst: <ul style="list-style-type: none"> ☐ Is opgesteld conform de geldende APA-normen* (<u>zie toelichting op intranet</u>) 15. De bijlagen: <ul style="list-style-type: none"> ☐ Zijn genummerd ☐ Zijn voorzien van een passende titel ☐ Bevatten geen eigen analyse |
|--|--|