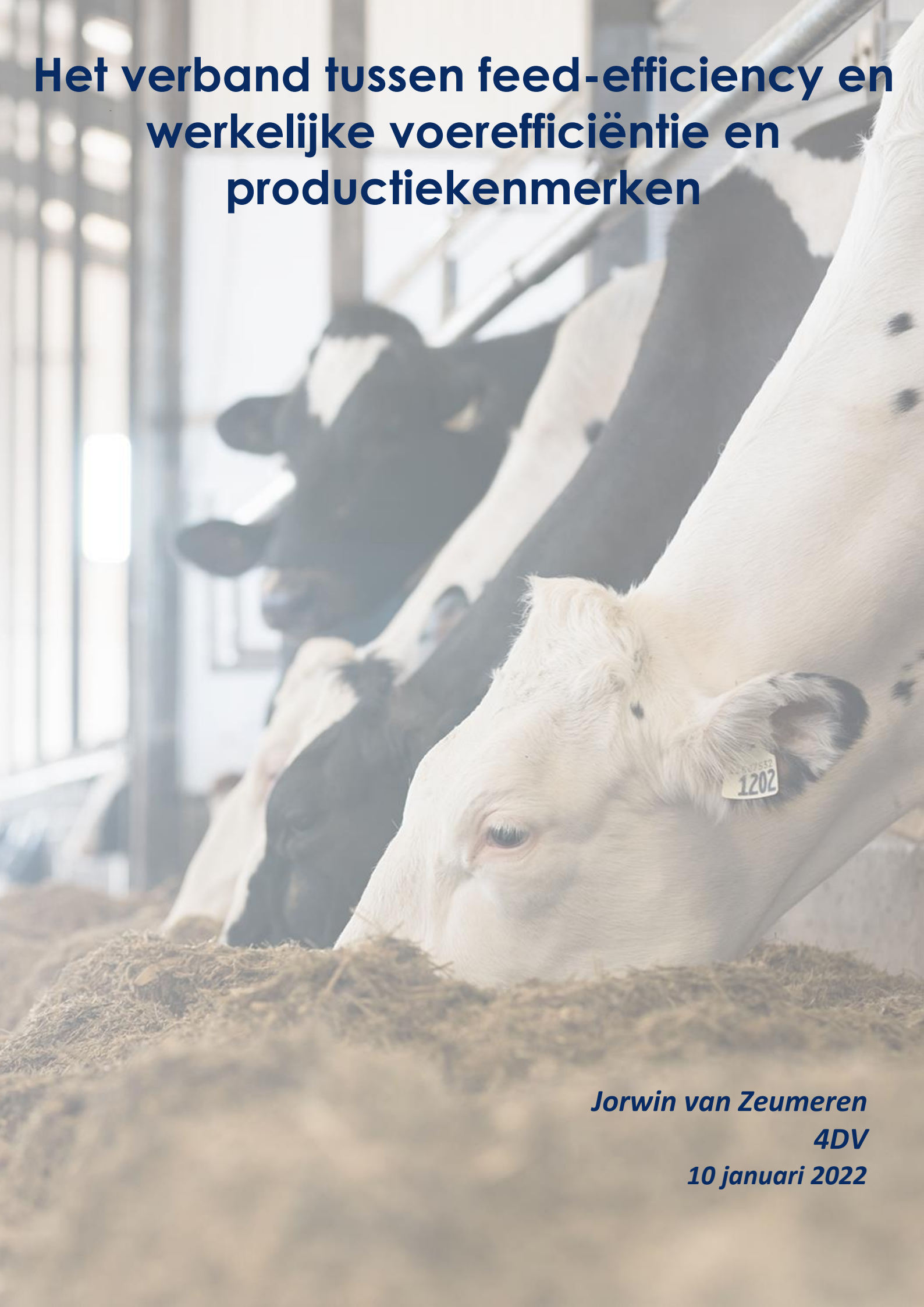


Het verband tussen feed-efficiency en werkelijke voerefficiëntie en productiekenmerken



Jorwin van Zeumeren

4DV

10 januari 2022

Het verband tussen feed-efficiency en werkelijke voerefficiëntie en melkproductie

Afstudeerwerkstuk Jorwin van Zeumeren

Auteur:

Jorwin van Zeumeren
Linnenweversgilde 11
8061DH, Hasselt
06 29933839
3025176@aeres.nl

In opdracht van:

Aeres Hogeschool
Bezoekadres: De Drieslag 4, 8251 JZ, Dronten
Postadres: Postbus 374, 8250 AJ, Dronten
088-020 6000
info.hogeschool.dronten@aeres.nl

Klas:

4DV

Begeleidend docent:

Miriam van Straten
m.van.straten@aeres.nl

Plaats/Datum:

10 januari 2022,
Dronten, Nederland

Bronvermelding voorblad:

McFarlane, H. (2018)

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Voor u ligt een onderzoeksrapport welke is geschreven voor de module AAFW aan de Aeres Hogeschool te Dronten. Onderwerp wat is gekozen voor het onderzoek, is de fokwaarde feed efficiency en komt voort uit een vraag vanuit eigen interesse en actualiteit. Naar aanleiding van deze vraag is dit rapport opgesteld dat de functie heeft als afstudeerwerkstuk.

Bij deze wil ik graag mijn afstudeerdocent Miriam van Straten enorm bedanken voor de ondersteuning en het coachen gedurende het onderzoekstraject. Daarnaast wil ik ook Geerten Morsink, Jorrit Riemersma, Arthanja Verweij en Ruben Zomer bedanken voor de feedback en inzichten die zij mij hebben gegeven tijdens de studiekring momenten.

Jorwin van Zeumeren
Hasselt, 10 januari 2022

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	4
Summary	5
1. Inleiding.....	6
2. Materiaal en Methode	12
2.1 Materiaal.....	12
2.1.1. Onderzoeksopzet.....	12
2.1.2. Literatuur.....	12
2.2 Methode	13
3. Resultaten	15
3.1. Relatie tussen werkelijke voerefficiëntie en de fokwaarde voerefficiëntie.....	15
3.2. Relatie tussen productiekenmerken en de fokwaarde voerefficiëntie.....	17
3.3. Relatie tussen productiekenmerken en werkelijke voerefficiëntie	18
3.4. Verschillende mate van voerefficiëntie tussen indexen	19
3.4.1. Total Performance Index (TPI).....	19
3.4.2. Lifetime Performance Index (LPI)	20
3.4.3. Nederlands-Vlaamse Index (NVI)	21
3.4.4. Index Synthèse Unique (ISU)	22
3.4.5. Nordic Total Merit (NTM)	22
3.4.6. Relativ-Zuchtwert Gesamt (RZG).....	22
4. Discussie	24
5. Conclusie en aanbevelingen	27
5.1. Conclusie.....	27
5.2. Aanbevelingen	28
Bibliografie	29
Bijlage 1 – Dataset werkelijke voerefficiëntie	32
Bijlage 2 – JASP	34
JASP deelvraag 1.....	34
JASP Deelvraag 2	35
JASP Deelvraag 3	36
Bijlage 3 – Schriftelijk rapporteren.....	37

Samenvatting

In Nederland zijn de gemiddelde voerkosten circa 55% van de totale kosten op een melkveebedrijf. Als een koe efficiënter met haar voer om zou gaan, zou dat kunnen resulteren in een efficiëntere benutting van die kosten, oftewel een stijging van het voersaldo van €4,50 naar €6,35 per koe per dag. De laatste jaren zijn er veel onderzoeken geweest die kijken naar de genetische parameters die bij voerefficiëntie horen om zo een specifieke fokwaarde te creëren voor voerefficiëntie. De fokwaarde wordt berekend door de genomics voor de residuele voeropname te combineren met de onderhoudsbehoefte, waarbij de melkgift achterwege wordt gelaten.

De werkelijke voerefficiëntie wordt op een melkveebedrijf beïnvloed door meerdere factoren, namelijk: voer, management, dier en omgeving. Deze factoren bepalen mede het fenotype en zijn factoren die invloed hebben op de werkelijke voerefficiëntie.

Om meer duidelijk te krijgen over de fokwaarde voerefficiëntie en de waarde voor een veehouder hiervan is voor dit onderzoek de volgende onderzoeksvraag opgesteld:

- *In hoeverre is de fokwaarde 'feed efficiency' een goede voorspeller voor de praktijk zowel voor voerefficiëntie en productiekenmerken en vice versa?*

Bovenstaande hoofdvraag is beantwoord middels vier deelvragen. Drie van deze deelvragen zijn gericht op mogelijke verbanden tussen de werkelijke voerefficiëntie van de koeien, de fokwaarde voerefficiëntie van hun vaders en de FPCM (Fat-Protein Correct Milk). De vierde deelvraag is gericht op de plek van de fokwaarde voerefficiëntie binnen verschillende totaalindexen.

In dit onderzoek zijn 121 dieren met hun werkelijke voerefficiëntie en kg FPCM in verband gebracht met de fokwaarden voerefficiëntie van hun vaders. De dataset van de dieren is afkomstig van de Aeres Hogeschool waarna de informatie wat betreft de fokwaarden van de vaders is verzameld uit gegevens van CRV. Uit het onderzoek kwam naar voren dat bij de eerdergenoemde verbanden een significant verband aanwezig was, echter zijn deze verbanden zwak gecorreleerd wat aanduidt dat er andere factoren van grotere invloed zijn zoals voer, management en omgeving.

De resultaten uit de vierde deelvraag geven weer dat de verschillende totaalindexen ook verschillend omgaan met de fokwaarde voerefficiëntie. Waarbij de TPI (Amerika) uitgaat van lichaamsgrootte en droge stof opname, berekent de LPI (Canada) onafhankelijk van deze factoren de fokwaarde en gebruikt de NVI data van testbedrijven uit Nederland en België om zo tot een fokwaarde te komen. De ISU (Frankrijk) evenals de RZG (Duitsland, Luxemburg & Oostenrijk) heeft geen fokwaarde voor voerefficiëntie beschikbaar. De NTM (Scandinavië) gebruikt de fokwaarde voerefficiëntie vooral voor informatie over de onderhoudsbehoefte.

Doordat de data afkomstig is van één bedrijf is het niet te verklaren of de resultaten afkomstig zijn uit de genetica of vanuit de eerdergenoemde factoren, hierdoor zal de betrouwbaarheid lager zijn.

Op basis van het onderzoek kan geconcludeerd worden dat andere factoren van grotere invloed zijn op de voerefficiëntie. Echter, de fokwaarde voerefficiëntie zou een mogelijke voorspeller zijn voor de werkelijke voerefficiëntie en voor de FPCM. Om betrouwbaarder te kunnen werken met de fokwaarde voerefficiëntie als voorspeller voor de werkelijke voerefficiëntie bij nakomelingen en productie zal er uitgebreider en specifiek onderzoek gedaan moeten worden.

Summary

In the Netherlands, the average cost of feed is about 55% of the total costs on a dairy farm. If a cow were to use her feed more efficiently, this could result in a more efficient use of those costs or, in an increase of the feed balance from €4.50 to €6.35 per cow per day. In recent years, there have been many studies looking at the genetic parameters associated with feed efficiency to create a specific breeding value for feed efficiency. The breeding value is calculated by combining the genomics for the residual feed intake with the maintenance requirement, leaving out the milk yield.

The actual feed efficiency on a dairy farm is influenced by several factors, namely: feed, management, animal and environment. These factors help determine phenotype and are factors that influence actual feed efficiency.

To gain more clarity on the breeding value of feed efficiency and its value for a dairy farmer, the following research question was formulated for this study:

- *To what extent is the breeding value 'feed efficiency' a good predictor for both feed efficiency and production traits and vice versa?*

The above main question is answered by means of four sub questions. Three of these sub-questions focus on possible relationships between the actual feed efficiency of the cows, the breeding value feed efficiency of their fathers and the FPCM (Fat-Protein Correct Milk). The fourth sub-question focuses on the place of the breeding value feed efficiency within different total indices.

In this study, 121 animals with their actual feed efficiency and kg FPCM were related to the breeding values feed efficiency of their sires. The dataset of the animals came from the Aeres University of Applied Sciences after which the information regarding the breeding values of the sires was collected from CRV data. The research showed that the previously mentioned relationships were significantly correlated, however, these relationships are weakly correlated which indicates that there are other factors of greater influence such as feed, management and environment.

The results from the fourth sub-question show that the different total indexes also deal differently with the breeding value feed efficiency. While the TPI (United States) is based on body size and dry matter intake, the LPI (Canada) calculates the breeding value independently of these factors and the NVI uses data from test farms in the Netherlands and Belgium to arrive at a breeding value. The ISU (France) as well as the RZG (Germany, Luxembourg & Austria) has no breeding value for feed efficiency available. The NTM (Scandinavia) uses the breeding value for feed efficiency mainly to provide information on the maintenance needs.

Because the data comes from one farm it cannot be explained whether the results are from genetics or from the aforementioned factors, therefore the reliability will be lower.

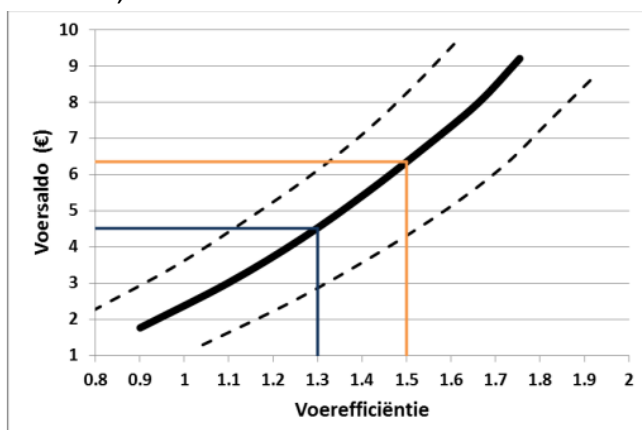
Based on the research it can be concluded that other factors have a bigger influence on feed efficiency. However, the breeding value feed efficiency would be a possible predictor for the actual feed efficiency and for the FPCM. To be able to work more reliably with the breeding value feed efficiency as a predictor for the actual feed efficiency in offspring and production, more extensive and specific research will have to be done.

1. Inleiding

Efficiëntie, vrijwel iedereen heeft er mee te maken. Het bereiken van zoveel mogelijk, met zo weinig mogelijk middelen (Nederlandse Encyclopedie, 2021). Ook speelt het een grote rol in de veehouderijsector, zo min mogelijk kosten maken om zoveel mogelijk winst te genereren. Daarnaast speelt efficiëntie een rol om het onnodig verspillen van voer, oftewel grondstoffen, tegen te gaan. Een belangrijke factor die daar een rol bij speelt is de omzetting van voer naar melk of vlees. Het kengetal voerefficiëntie kan daarbij een hulpmiddel zijn. Dit getal geeft weer hoeveel kilogram melk er kan worden geproduceerd per gevoerde kilogram droge stof.

De relevantie van voerefficiëntie is de afgelopen jaren steeds groter geworden. Als gevolg van de warmere zomers in 2019 en 2020 is er minder eigen ruwvoer geoogst. In 2020 was er een minder groot regionaal verschil dan in 2019, toen het vooral in het oosten van Nederland erg droog was. In 2020 daalde de gewasopbrengst op bijna alle bedrijven, deze lagere grasopbrengst heeft bij de Koeien en Kansen-bedrijven geleid tot een verminderde stikstofopbrengst van 10 procent per hectare grasland (Veeteelt, 2021). Deze verandering heeft gevolgen voor de kosten voor een bedrijf, aangezien 55% van de totale kosten een resultante van de voerkosten zijn (Geboers, 2019). In 2018 bedroegen de gemiddelde kosten voor voer €16,01 per 100 kg melk. Daarvan zijn de kosten voor de teelt van eigen ruwvoer gemiddeld €4,88 per 100 kg melk. De overige €11,13 is benodigd voor aankoop van krachtvoer en ruwvoer (Geboers, 2019). Wanneer een koe meer melk kan maken uit een kilogram voer heeft dat direct effect op de relatieve voerkosten. Uit een studie van Van Duinkerken, André, De Haan, Hollander, & Zom (2007) is gebleken dat wanneer de voerefficiëntie stijgt van 1,3 naar 1,5 kilogram melk per kilogram voer, het voersaldo (inkomsten van melkgeld min de kosten voor voer) stijgt van €4,50 naar €6,35 per koe per dag zoals te zien in figuur 1 (Van Schooten & Dirksen, 2013). Daarnaast komt in het onderzoek van Gerber et al. (2013) naar voren dat het verbeteren van de ruwvoer kwaliteit en de algehele efficiëntie bij het gebruik van voedingsstoffen een effectieve manier is om de methaan (CH₄) emissie te verminderen (Gerber et al., 2013).

FIGUUR 1, DE RELATIE TUSSEN VOERSALDO EN VOEREFFICIËNTIE PER DAG.



Er is veel belangstelling voor het verbeteren van de voerbenutting van melkvee en het beperken van verliezen naar het milieu (Schellart, 2018). Mogelijk kunnen melkveebedrijven hun winstgevendheid verbeteren en de milieueffecten verminderen door te selecteren op een hogere voerefficiëntie en een lagere methaanuitstoot (CH_4). Er moet nog worden verduidelijkt hoe de kenmerken CH_4 -emissie en voerefficiëntie zich tot elkaar verhouden (Løvendahl, et al., 2018). Echter, om vee te fokken voor de verbetering van de broeikas emissies, is het van belang om nauwkeurige schattingen te verkrijgen van genetische parameters, alsmede informatie over mogelijke correlaties met betrekking tot voeropname, broeikasgasen en productiekenmerken. De vermindering van de droge stof opname met behoud van de productie heeft een hoge economische waarde voor veehouders, zoals eerder aangegeven door middel van voersaldo. Daarentegen heeft methaan in de darmen momenteel (nog) geen economische waarde en is duur om te registreren, waardoor het voor melkveehouders niet interessant genoeg is om te laten onderzoeken. In een onderzoek welke gedaan is in Denemarken en Nederland, kwam naar voren dat de broeikasgas gerelateerde kenmerken, zoals methaan en CO_2 erfelijk zijn (h^2 van methaan: $\text{DNK} = 0.26$, $\text{NLD} = 0.15$) maar wel verschillend genetisch gecorreleerd zijn met de droge stof opname (dry matter intake (DMI)) en voerefficiëntie (Difford et al., 2020).

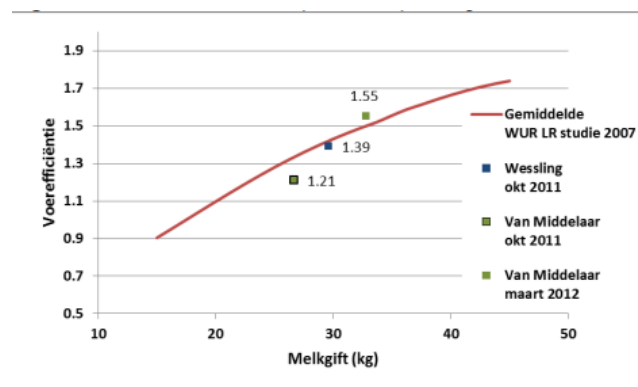
Voerefficiëntie wordt beïnvloed door meerdere factoren. Deze factoren zijn onder te verdelen in: voer, management, dier en omgeving. Met name de factor 'dier' is interessant voor dit onderzoek aangezien de genetische aanleg een invloed heeft op de voerefficiëntie. De invloed kan onderverdeeld worden in twee factoren: Het fenotype en het genotype. Het fenotype is een resultaat van de genetische aanleg en de factor milieu. Het genotype is de verzameling genetische eigenschappen. Als we dan kijken naar de erfelijkheidsgraad (h^2) van de voerefficiëntie, blijkt uit onderzoek dat dat geschat wordt tussen 18% en 24% wat afhankelijk is van de pariteit. De erfelijkheidsgraden voor melkproductie vallen in dezelfde orde van grootte (De Haas & Veerkamp, 2015). Dit resulteert erin dat er op geselecteerd kan worden, maar dat de factor milieu ook bepalend is voor de uiteindelijke voerefficiëntie.

Uit onderzoeken vanuit het verleden blijkt dat er een relatie te zien is tussen voerefficiëntie en melkproductie. Een hoge melkproductie per koe leidt tot meer voeropname per koe. Echter, het aandeel voer dat wordt benut voor melkproductie ten opzichte van onderhoud en lichaamsgroei is groter. Geschat wordt dat directe selectie in dieren met een hogere melkgift, resulteert in 70-95% potentiële verbetering van de voerefficiëntie (Korver, 1988). In een onderzoek van Blake en Custodio (1984) komt naar voren dat de voerefficiëntie een samengestelde eigenschap is van fysiologische processen waarbij geen genetische covariantie wordt waargenomen tussen de opbrengst en de snelheid waarmee de nutriënten vanuit de voeding worden omgezet naar melk (Blake & Custodio, 1984). De drijvende kracht achter voerefficiëntie was in het verleden deze dat door een hogere productie de koe meer energie besteedt aan melkproductie dan aan onderhoud en

lichaamsgroei. Het effect hiervan neemt echter af met elke opeenvolgende stijging van de productie in verhouding tot de lichaamsgrootte (VandeHaar et al., 2016).

Algemeen kan er worden gezegd dat melkkoeien met een hogere melkproductie een verbeterde voerefficiëntie realiseren, zoals te zien in figuur 2 waarin verschillende onderzoeken zijn meegenomen. Evenals dat er een relatie waarneembaar is met lactatiestadium, dracht en leeftijd. Voor de genoemde relaties zijn globale richtlijnen gedefinieerd voor voerefficiëntie, zoals weergegeven in tabel 1.

FIGUUR 2, RELATIE TUSSEN MELKPRODUCTIE PER DAG EN VOEREFFICIËNTIE (VAN SCHOOTEN & DIRKSEN, 2013)



TABEL 1, GLOBALE RICHTLIJNEN VOOR VOEREFFICIËNTIE (VAN SCHOOTEN & DIRKSEN, 2013)

Groep	Dagen in lactatie	Voerefficiëntie (kg melk/kg voer)
Alle koeien	150 – 225	1,3 – 1,6
Vaarzen	<90	1,4 – 1,5
Vaarzen	>200	1,1 – 1,3
Oudere koeien	<90	1,5 – 1,7
Oudere koeien	>200	1,2 – 1,3
Verse koeien	<21	1,15 – 1,3
Probleembedrijf	150 – 200	<1,15

Daarnaast heeft genetische aanleg een invloed op de voerefficiëntie. Tussen rassen, maar ook binnen rassen, zijn er verschillen in genetische aanleg voor melkproductie en lichaamsgewicht die van invloed zijn op de voeropnamecapaciteit en voerefficiëntie (Van Schooten & Dirksen, 2013). In dit onderzoek zal worden verdergegaan met Holstein koeien.

Naast dat het milieu een invloed heeft op de voerefficiëntie doordat de erfelijkheidsgraad niet dusdanig hoog is dat het alleen door genen kan worden bepaald, zijn er ook andere kenmerken die correlaties hebben met de fokwaarde feed efficiency en dus indirect de voerefficiëntie mede kunnen beïnvloeden. Uit het onderzoek van De Haas en Veerkamp (2015) kan er geconstateerd worden dat er correlaties zijn tussen voerefficiëntie en andere kenmerken. Zoals in tabel 2 te zien is dat de fokwaarde voerefficiëntie niet sterk gecorreleerd is met gezondheidskenmerken. Deze kenmerken zullen niet sterk beïnvloed worden door het toevoegen van de fokwaarde voerefficiëntie. Echter de correlatie met de productiekenmerken is wel sterk, zoals ook te verwachten is aangezien de voerbehoefte grotendeels afhangt van de melkgift. Hoogtemaat en conditie laten een correlatie zien die te verwachten is, grotere koeien en koeien met een goede conditiescore zullen een hogere voeropname hebben (De Haas & Veerkamp, 2015).

TABEL 2, DE GENETISCHE CORRELATIES TUSSEN DE FOKWAARDE VOOR VOEROPNAME EN DE FOKWAARDE VOOR DIVERSE ANDERE BELANGRIJKE KENMERKEN VOOR ONGEVEER 6000 HOLSTEIN STIEREN (DE HAAS & VEERKAMP, 2015).

	FOKWAARDE VOEROPNAME
LEVENSDUUR	0,12
VRUCHTBAARHEID	-0,11
MASTITIS	0,05
KLAUWGEZONDHEID	0,13
CONDITIESCORE	0,30
KG EIWIT	0,71
HOOGTEMAAT	0,30
NVI	0,36

Het meten van voeropname door middel van bijvoorbeeld het meten van de droge stofopname is kostbaar en daardoor niet op grote schaal toepasbaar (Difford et al, 2020). Aangezien voeropname dus niet van alle individuele koeien in Nederland gemeten kan worden, is het belangrijk om voorspellers goed te analyseren. De belangrijke voorspellers voor de voeropname zijn de energiebehoefte voor melk-, vet-, en eiwitproductie en onderhoud (hoogtemaat, inhoud, voorhand, als indicatoren voor lichaamsgewicht). In Nederland zijn de prestaties van deze voorspellers wel van (bijna) alle koeien bekend door onderzoeken van onder andere De Haas en Veerkamp (2015). Deze dataset is gebruikt om genetische parameters te schatten om zo tot een fokwaarde voor voeropname te komen. Wanneer bij het schatten alleen wordt gelet op de exterieurgegevens wordt er een betrouwbaarheid van maximaal 17% bereikt. Bij alleen uit te gaan van productiegegevens kan er met een betrouwbaarheid van >50% worden geschat. Door beide te combineren kan de betrouwbaarheid stijgen tot >70%. Ook uit een onderzoek van Manzanilla- Pech, et al. (2016) komt naar voren dat er een correlatie is tussen voeropname kenmerken en exterieurgegevens. De grootste genetische correlatie is die van voeropname en borstbreedte, deze bedraagt 0,45. De fenotypische correlatie van voeropname en borstbreedte bedroeg 0,15. Voor de andere exterieur kenmerken varieerde de fenotypische correlatie van 0,01 (kruisligging) en 0,20 (hoogtemaat) (Manzanilla-Pech, et al., 2016).

Naast het analyseren van voorspellers voor de voeropname, is er een manier om de variatie in efficiëntie tussen dieren te onderzoeken door te kijken naar de residuele voeropname ('residual feed intake' (RFI)), dit is het verschil tussen de opgenomen energie en de benodigde energie. De RFI is een maatstaf voor efficiëntie die onafhankelijk is van de verdunning van het onderhoud. Koeien met een lagere RFI, verteren en metaboliseren nutriënten waarschijnlijk efficiënter en zouden over het geheel efficiënter en winstgevender zijn (VandeHaar et al., 2016). In een onderzoek naar verschillende parameters van RFI en kenmerken van eetgedrag, komt naar voren dat sommige kenmerken een matige of sterke correlatie hebben met de RFI. De 'Dry Matter Intake' (DMI) oftewel droge stof opname wordt gebruikt bij de berekening van RFI en is geen kenmerk van eetgedrag, terwijl vreettijd

(uren per dag) een indirecte maat is voor DMI. In het onderzoek door Lin, Macleod & Price (2013) wordt aangenomen dat varzen die langer vreten ook meer opnemen. Op basis daarvan is geconcludeerd dat, hoewel vreetgedrag kan helpen bij het selecteren van efficiëntere dieren, een maat voor voeropname nog altijd nodig is. Daarnaast is eetsnelheid (kilogrammen per uur) fenotypisch positief gecorreleerd met RFI en DMI. Dit is van belang, omdat het impliceert dat runderen die langzaam eten een betere voerefficiëntie hebben. Daarentegen is het niet effectief om de eetsnelheid als selectiecriterium te gebruiken om zo de RFI genetisch te verbeteren (Lin, Macleod, & Pryce, 2013). Aangezien eetsnelheid positief is gecorreleerd met RFI wil dat zeggen dat de RFI hoger zal zijn bij een hogere eetsnelheid, terwijl uit onderzoek van Van de Haar (2016) blijkt dat een lager RFI bijdraagt aan een verbeterde voerefficiëntie. Daarnaast zijn er meerdere factoren van belang bij de berekening van RFI, waardoor alleen selecteren op eetsnelheid niet de effectieve manier zal zijn om een hogere voerefficiëntie te behalen.

Ondanks de gunstige correlaties met eetgedrag zijn er echter zwakke, ongunstige genetische correlaties tussen RFI en vruchtbaarheid gepubliceerd. Dit zou veroorzaakt kunnen worden doordat de RFI een zelfde soort indicatie is als de energiebalans. Wanneer het lichaam efficiënt met energie omgaat of zelfs te efficiënt zal er weinig tot geen energie over zijn voor de innesteling van een embryo, wat resulteert in een verminderde vruchtbaarheid. In het onderzoek van Pryce et al. (2014) komt naar voren dat er bijna ($P = 0.054$) een significant verschil is tussen dieren met een hoge RFI en dieren met een lage RFI (Pryce et al., 2014).

Al de bovenstaande onderzoeken en informatie zijn gebundeld en door verschillende partijen geanalyseerd waarna er een fokwaarde kon worden vorm gegeven. De fokwaarde 'feed saved' combineert de genomicswaarde RFI en de onderhoudsbehoefte. Deze zijn berekend op basis van de genomics uitslag of vanuit de afstamming. De gemiddelde RFI voor een Nederlandse Holstein koe is berekend door de opname van droge stof te corrigeren voor het lichaamsgewicht, de groei en de melkproductie. Om dit te berekenen zijn er 958 Holstein koeien uit Nederland en het Verenigd Koninkrijk getest op genomics. Daarnaast zijn de fokwaarden van 4.106 Holstein stieren gebruikt voor de berekening van de fokwaarde 'feed saved'. Voor deze stieren was reeds een lichaamsgewicht fokwaarde berekent uit type kenmerken, waaruit de onderhoudsbehoefte in kilogrammen voer per jaar werden afgeleid. Tot slot werden RFI en de voerbehoefte voor onderhoud gebruikt om een fokwaarde voor voerbesparing te berekenen. Dit wordt uitgedrukt als de voorspelde hoeveelheid bespaard voer per jaar. Van dieren die één fokwaardepunt boven het gemiddelde zitten, wordt voorspeld dat ze 66 kg droge stof per jaar minder zouden eten bij hetzelfde niveau van melkproductie (Pryce et al., 2015). Dit houdt in dat deze dieren het voer beter metaboliseren en over het geheel efficiënter en winstgevender zijn.

‘Feed Efficiency’ is een nieuwe fokwaarde welke de voerefficiëntie uitdrukt door metabolische efficiëntie en voorspelde onderhoudsvereisten te combineren met elkaar. CRV heeft de fokwaarde in Nederland gepresenteerd op 1 december 2020, zij hanteren de fokwaarde die is gebaseerd op voeropnamedata. CRV verzamelt per dag data van circa 1.800 lacterende koeien. In combinatie met de verzamelde data van 7.000 koeien in Nederland en België is het één van de meest betrouwbare fokwaarde in de sector. Uit de data komt naar voren dat de hoogste 25% dieren 0,4 tot 0,5 kg melk meer produceren met dezelfde hoeveelheid voer dan de 25% laagste dieren (CRV, 2021).

Aangezien de voerkosten percentueel gezien de grootste kostenpost is binnen een bedrijf, is het nuttig om de efficiëntie te verhogen. Hoewel vroeger werd uitgegaan van een efficiënt produceren door een hogere productie te realiseren besteed de koe meer energie aan melkproductie dan aan onderhoud en lichaamsgroei, komt naar voren uit latere onderzoeken dat het effect van ieder opeenvolgende stijging van productie in verhouding tot lichaamsgrootte afneemt. Uit nog weer latere onderzoeken blijkt dat een lage RFI positief bijdraagt aan de efficiëntie doordat de nutriënten efficiënter worden gemetaboliseerd. Daarnaast zijn er genetische parameters onderzocht welke invloed hebben op de voeropname en de efficiëntie. Om meer duidelijkheid te krijgen over wat de fokkerij kan toevoegen door middel van de fokwaarde feed efficiency, is de volgende hoofdvraag opgesteld: *‘In hoeverre is de fokwaarde ‘feed efficiency’ een goede voorspeller voor de praktijk zowel voor voerefficiëntie en productiekenmerken en vice versa?’*. Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn er drie deelvragen opgesteld die de verschillende onderzoeksrichtingen verkennen.

- *Wat is het verband tussen de fokwaarde ‘feed efficiency’ van de vader en de werkelijke voerefficiëntie van de melkgevende dochters vanuit de dataset?*
- *Wat is het verband tussen de fokwaarde ‘feed efficiency’ van de vader en productiekenmerken van de dieren uit de dataset?*
- *Wat is het verband tussen de productiekenmerken en de voerefficiëntie van de dieren uit de dataset?*
- *Hoe verhouden de verschillende beschikbare feed efficiency fokwaarde indexen zich tot elkaar?*

Het doel van dit onderzoek is om te verkennen in welke mate de fokwaarde ‘voerefficiëntie’ een bijdrage kan leveren aan efficiëntie in de toekomst binnen de Holstein fokkerij. Om hierachter te komen wordt in dit onderzoek gekeken naar de verbanden tussen de werkelijke voerefficiëntie en productiekenmerken van een groep melkkoeien op de Aeres Farms. Indien het mogelijk is om door middel van de fokwaarde voerefficiëntie de koeien efficiënter de melk te laten produceren zal dit ook gevolgen hebben voor andere factoren, te denken aan uitstoot van emissies.

2. Materiaal en Methode

Om antwoord te geven op de hoofdvraag van het onderzoek moeten eerst de deelvragen beantwoord worden. De antwoorden worden verkregen door een kwantitatief onderzoek en door een literatuuronderzoek. De gebruikte methode en benodigde materialen worden in dit hoofdstuk behandeld.

2.1 Materiaal

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van een dataset van de Flevolandstal op de Aeres Farms, datagegevens van fokwaarden en zijn verschillende wetenschappelijke artikelen en rapporten geraadpleegd.

2.1.1. Onderzoeksopzet

Om erachter te komen of de fokwaarde voerefficiëntie daadwerkelijk in de praktijk verschillen laat zien en correlaties heeft met productiekenmerken, is de werkelijke voerefficiëntie vanuit voerproeven vergeleken met de fokwaarde voerefficiëntie welke de vader van de dieren heeft. Daarnaast is gekeken of de dataset ook een correlatie laat zien tussen voerefficiëntie en productiekenmerken, zoals melkproductie en de gehalten van de melk.

Het onderzoek is uitgevoerd met een dataset van de voerproeven die worden uitgevoerd op de Aeres Farms, er zijn vijftien proeven van 2017 tot en met 2020 waarin iedere proef circa 30 Holstein melkkoeien zijn geanalyseerd. De dieren variëren tussen vaars en zevende kalfs koe. Deze voerproeven worden gedaan door middel van voerbakken die meten hoeveel kg voer een koe opneemt per bezoek, daarnaast worden de productiegegevens nauwkeurig bijgehouden. Uit deze dataset is gebruik gemaakt van de voeropname (KG droge stof per dag), voerefficiëntie (KG melk per KG opgenomen droge stof) en productie cijfers (Melk-, vet-, en eiwitcijfers). Er is gekeken worden naar wat de fokwaardes zijn van de vaders van deze dieren, deze zijn vergeleken met de geanalyseerde cijfers uit de dataset.

2.1.2. Literatuur

Om de literatuur te zoeken is er gebruik gemaakt van een aantal zoekmachines, namelijk:

- Science Direct,
- Google Scholar,
- CDN/Lactanet,
- Holstein Canada
- Semex Research & Innovation

Om geschikte literatuur te vinden is er gebruik gemaakt van verschillende zoekwoorden, welke in tabel 1 zijn weergegeven. Door de zoekwoorden individueel en in combinatie met elkaar te gebruiken, worden er in de meeste gevallen verschillende zoekresultaten gevonden door de zoekmachines. Door meerdere zoekmachines te gebruiken is het aanbod van de zoekresultaten verhoogt.

De literatuur welke gebruikt is moest binnen de criteria passen. Dit betekent dat de literatuur is geselecteerd door een stappenplan te volgen. Daarnaast zijn voornamelijk artikelen gebruikt welke maximaal 10 jaar oud zijn, in de artikelen moet het gaan over Holsteins en moet het gericht zijn op feed efficiency. Allereerst is de titel gelezen, wanneer deze bij het onderwerp past is er verder gegaan naar de tweede stap. Als de titel niet past bij het onderwerp is er niet mee gewerkt. De tweede stap is het lezen van de samenvatting van het artikel mits deze aanwezig is, wanneer er geen samenvatting van het rapport of artikel aanwezig was is er gekeken of de tussenkopjes passen bij het onderwerp. Als het wel gebruikt kon worden is er verder gegaan naar de derde stap. Als blijkt uit de samenvatting of uit de tussenkopjes dat het niet relevant is om te gebruiken werd het artikel terzijde gezet. De derde stap is nadat de samenvatting bruikbare informatie had gegeven, er is verder naar de inhoud gekeken naar de paragraaf of meerdere paragrafen welke de meest relevante informatie hadden voor het onderzoek. Wanneer die paragraaf of meerdere paragrafen zijn gevonden is er verder gegaan naar stap vier. De vierde stap is het volledig intensief lezen van de desbetreffende paragrafen om zo de juiste informatie eruit te filteren. Wanneer er bruikbare informatie staat welke nodig is voor het onderzoek is dit in de vijfde stap verwoord naar eigen tekst en in het onderzoek toegevoegd. Wanneer blijkt bij de vierde stap dat er toch geen bruikbare informatie is gegeven, is het artikel of rapport alsnog terzijde gezet en is de titel genoteerd voor mogelijk gebruik bij een andere deelvraag. Zoals eerder genoemd de vijfde stap is het verwoorden van de bruikbare informatie naar het werkstuk.

Wanneer de literatuur geschikt was, is gekeken naar de bronnen welke gebruikt zijn in dat artikel of waarnaar de resultaten verwijzen. Op deze manier zijn er bronnen geraadpleegd die niet bij de zoekresultaten naar voren kwamen, maar wel interessant zijn gebleken voor dit onderzoek.

2.2 Methode

Voor de eerste deelvraag is gekeken naar wat de fokwaarden zijn van de vaders van de geanalyseerde dieren. Dit is gedaan door eerst na te gaan wat de vader van ieder dier is, vervolgens zijn via CRV van iedere stier de fokwaarden opgevraagd, via CRV stier zoeken. De gebruikte fokwaarden zijn: voerefficiëntie en de productiefokwaarden (melk, vet en eiwit). Deze zijn vergeleken met de resultaten uit de dataset, waarna is gekeken of er een verband is tussen de werkelijke cijfers uit de dataset en de fokwaarden van de stiervaders. De analyse is gedaan met behulp van het programma JASP door middel van een Lineaire Regressie.

Voor de tweede deelvraag zijn, net als bij de eerste deelvraag, de gegevens uit de dataset gebruikt om te kijken naar correlaties tussen de productiekenmerken van de dieren uit de dataset en de fokwaarde voerefficiëntie van de vader. Hierbij is de data van de productiekenmerken: kg melk, percentage vet en percentage eiwit vergeleken met de fokwaarde voor voerefficiëntie die bij de vader hoort. Vervolgens is bepaald door middel van een Lineaire Regressie of er een verband is tussen de productiekenmerken en de fokwaarde voerefficiëntie.

Voor de derde deelvraag is aan de hand van de dataset gekeken naar wat het verband is tussen de productiekenmerken en de voerefficiëntie zoals ze gemeten zijn in de praktijk. Vervolgens is bepaald door een Lineaire Regressie of er een verband is tussen de productiekenmerken en de voerefficiëntie.

Voor de vierde deelvraag zijn de zoekmachines, die bij materiaal zijn beschreven, gebruikt om zo een antwoord te kunnen krijgen op de deelvraag. De zoekmachines zoals: CDN/Lactanet, Holstein Canada en Semex Research & Innovation zijn gebruikt om algemene informatie te verzamelen over de verschillen tussen de berekeningen van de fokwaardes. De andere zoekmachines zoals: Science Direct en Google Scholar zijn gebruikt om literatuur te vinden die bruikbaar is om een antwoord te geven op de deelvraag. De gebruikte zoekwoorden zijn weergegeven in tabel 3. De woorden zijn zowel individueel als in combinatie gebruikt om zo een specifiek zoekcriterium te creëren.

TABEL 3, ZOEKWOORDEN VOOR DEELVRAAG 4

Feed efficiency	Canada
Traits	Netherlands
International	Genetica
Holstein	Fokkerij
Indexes	Cattle
Fokwaarde index	
Melkveehouderij	
Fokwaarden	

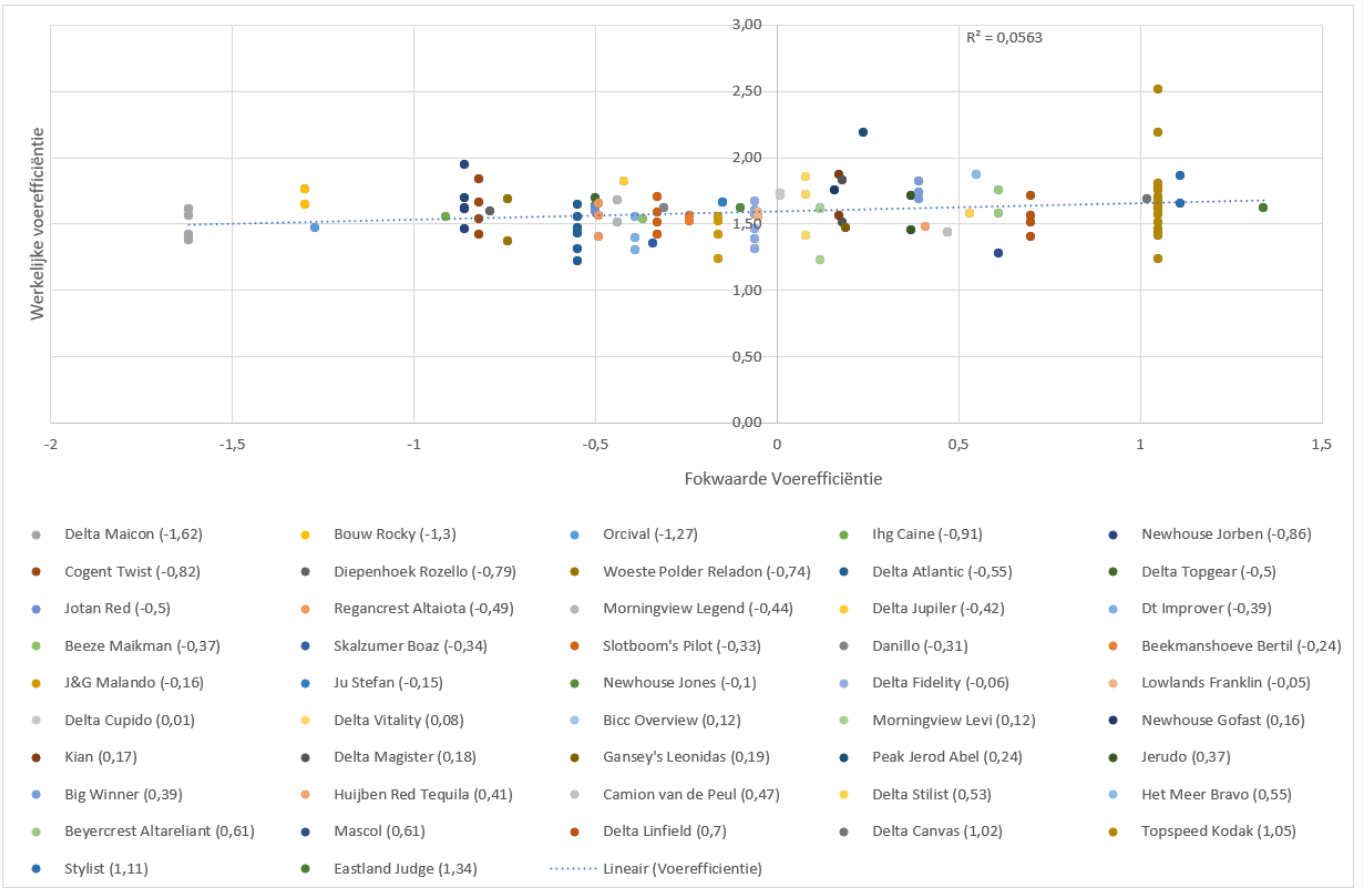
3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de deelvragen weergegeven. Met deze resultaten van de deelvragen kan uiteindelijk de onderzoeksvraag worden beantwoord. Een overzicht van de dieren uit de dataset bevindt zich in bijlage 1. Alle resultaten uit het statistische softwareprogramma JASP zijn weergegeven in bijlage 2.

3.1. Relatie tussen werkelijke voerefficiëntie en de fokwaarde voerefficiëntie

Met behulp van het statistische softwareprogramma JASP is de werkelijke voerefficiëntie van de dieren uit de dataset uitgezet tegen de fokwaarde voerefficiëntie van de vaders van de dieren uit de dataset door middel van een lineaire regressie. Hieruit komt naar voren dat de werkelijke voerefficiëntie een gemiddelde laat zien van 1,599 met een standaarddeviatie van 0,190 en een standaardfout van 0,017 bij een proefgrootte van 121. De fokwaarde voerefficiëntie van de vader laat een gemiddelde zien van 0,015 met een standaarddeviatie van 0,730 en een standaardfout van 0,066. De werkelijke voerefficiëntie is significant ($P=0,009$) gecorreleerd met de fokwaarde voerefficiëntie van de vader. Echter, de R^2 van dit verband is 0,057 wat de sterkte van het verband weergeeft. Er wordt gesproken over een sterk verband bij $>50\%$. Dit is beduidend hoger dan de 5,7% die in het verband tussen de werkelijke voerefficiëntie en de fokwaarde voerefficiëntie wordt aangetroffen. Dit zwakke verband betekent dat slechts 5,7% van de variatie in de werkelijke voerefficiëntie van de dochters kan worden verklaard door de fokwaarden van de vaders. Er zijn dus meer factoren die de voerefficiëntie beïnvloeden dan alleen de fokwaarde van vader. Zoals te zien in figuur 3 is er een trendlijn te vinden met de R^2 van 0,0563 voor het verband tussen de werkelijke voerefficiëntie van de koeien en de fokwaarde voerefficiëntie van hun vaders.

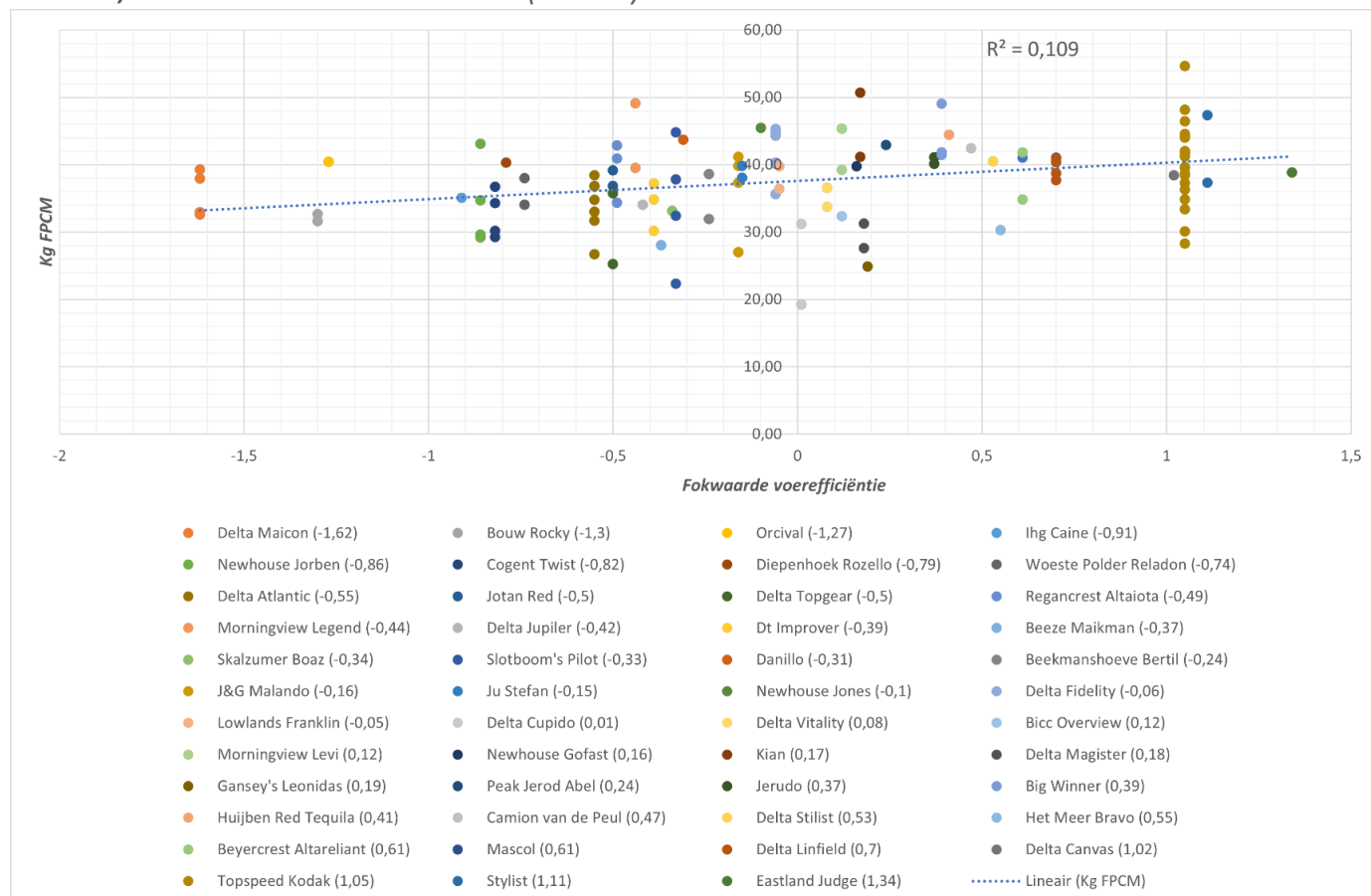
FIGUUR 3, RESULTATEN WERKELIJKE VOEREFFICIËNTIE EN DE FOKWAARDE VOEREFFICIËNTIE



3.2. Relatie tussen productiekenmerken en de fokwaarde voerefficiëntie.

Net als bij de eerste deelvraag is er met behulp van het statistische softwareprogramma JASP gekeken naar een mogelijk verband met de fokwaarde voerefficiëntie van de vaders. Voor deze deelvraag zijn de productiekenmerken van de dieren, vertaald naar de variabele FPCM (Fat-Protein Correct Milk) uit de dataset uitgezet tegen de fokwaarde voerefficiëntie van de vaders van de dieren uit de dataset. Hieruit komt naar voren dat de FPCM een gemiddelde laat zien van 37,626 met een standaarddeviatie van 5,984 en een standaardfout van 0,544 bij een proefgrootte van 121. De fokwaarde voerefficiëntie van de vader laat een gemiddelde zien van 0,015 met een standaarddeviatie van 0,730 en een standaardfout van 0,066. Daarnaast komt naar voren dat de FPCM significant ($P < 0,001$) gecorreleerd zijn met de fokwaarde voerefficiëntie van de vader. Echter, de R^2 van dit verband is 0.109 wat de sterkte van het verband weergeeft. Er wordt pas gesproken over een sterk verband bij $>50\%$ en dit is beduidend hoger dan de 10,9% die het verband tussen de FPCM en de fokwaarde voerefficiëntie weergeeft. Dit zwakke verband betekent dat de fokwaarde van vader voor voerefficiëntie wel bijdraagt aan de productiekenmerken maar dat er daarnaast ook andere factoren zijn die de productiekenmerken beïnvloeden. Zoals te zien in figuur 4 is er een trendlijn te vinden met de R^2 van 0,109 voor het verband tussen FPCM en de fokwaarde voerefficiëntie.

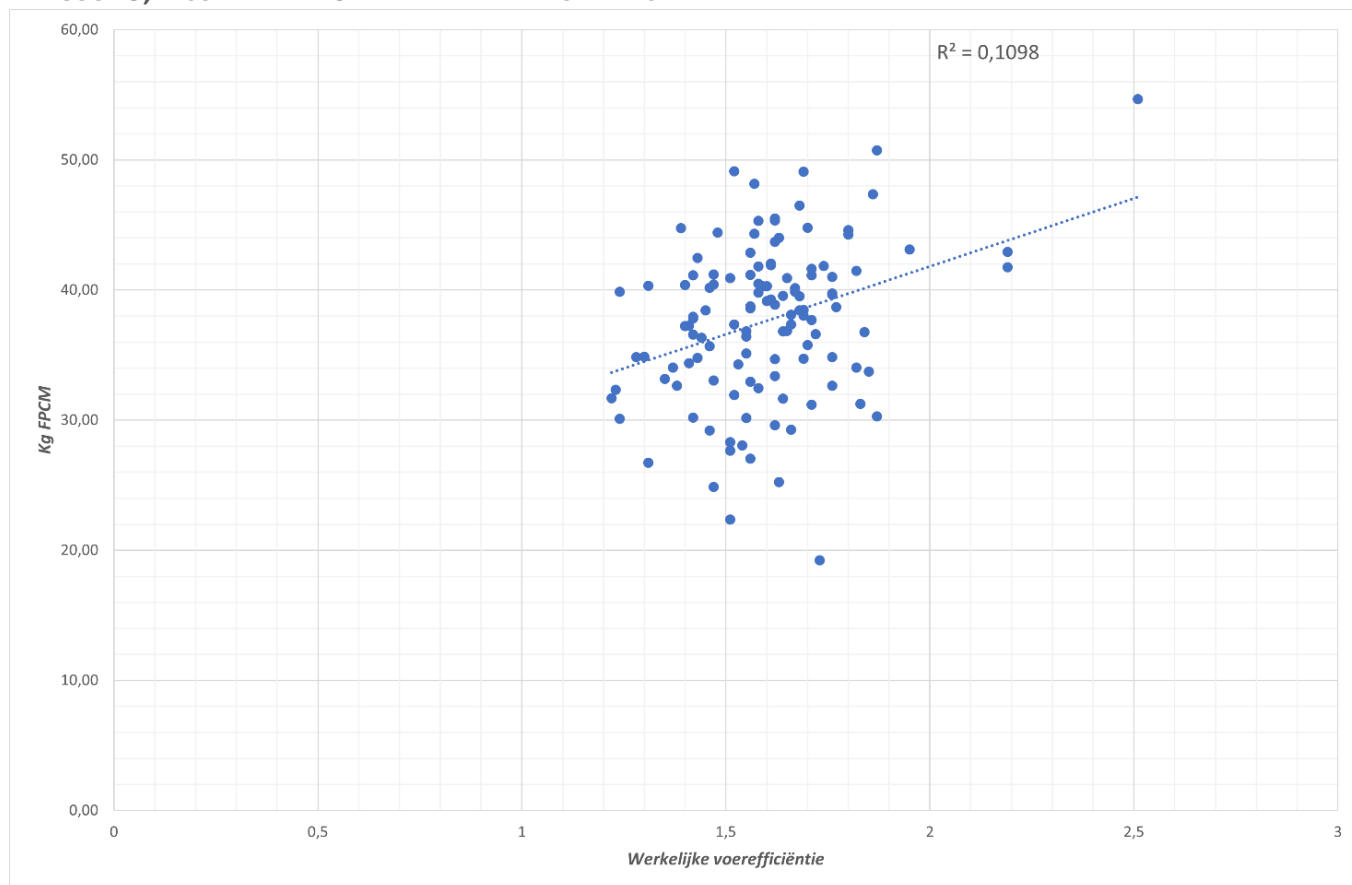
FIGUUR 4, RESULTATEN PRODUCTIEKENMERKEN (KG FPCM) EN DE FOKWAARDE VOEREFFICIËNTIE



3.3. Relatie tussen productiekenmerken en werkelijke voerefficiëntie

Net als bij de eerste twee deelvragen is er met behulp van het statistische softwareprogramma JASP gekeken naar een mogelijk verband, echter deze keer is er gekeken naar het verband tussen de FPCM en de werkelijke voerefficiëntie van de koeien in de dataset. Voor deze deelvraag is de FPCM van de dieren uit de dataset uitgezet tegen de werkelijke voerefficiëntie van de dieren uit de dataset. Hieruit komt naar voren dat de FPCM een gemiddelde laat zien van 37,626 met een standaarddeviatie van 5,984 en een standaardfout van 0,544 bij een proefgrootte van 121. De werkelijke voerefficiëntie van de dochters laten een gemiddelde zien van 1,599 met een standaarddeviatie van 0,190 en een standaardfout van 0,017. Daaruit komt naar voren dat de FPCM significant ($P < 0,001$) gecorreleerd zijn met de werkelijke voerefficiëntie. Echter, de R^2 van dit verband is 0,110 wat aangeeft dat 11% van de verschillen in de FPCM kan worden verklaard door de werkelijke voerefficiëntie. Dit zwakke verband betekent dat de werkelijke voerefficiëntie wel een deel van de verschillen in de FPCM verklaart, maar dat er daarnaast ook andere factoren zijn die de FPCM beïnvloeden. Zoals te zien in figuur 5 is er een trendlijn te vinden met de R^2 van 0,1098 voor het verband tussen FPCM en de werkelijke voerefficiëntie van de koeien.

FIGUUR 5, RESULTATEN FPCM EN WERKELIJKE VOEREFFICIËNTIE



3.4. Verschillende mate van voerefficiëntie tussen indexen

In de fokkerij worden er veel indexen gebruikt om een algemeen cijfer te geven aan een stier, de zogeheten totaalindexen. Echter, hoe deze indexen zijn opgebouwd verschilt per index en per land, ieder land heeft een andere omgeving en klimaat waarin de dieren leven waardoor er verschillen ontstaan in de wegingen per fokwaarde. Zo laat de ene index exterieur zwaarder meetellen en de andere index juist productiekenmerken of gezondheidskenmerken. De indexen die vooral gebruikt worden in de Nederlandse fokkerij om stieren te rangschikken zijn TPI, LPI en NVI. In al deze indexen is een fokwaarde voor de voerefficiëntie meegenomen, maar deze heeft wel in verschillende mate een weging binnen de verschillende indexen.

3.4.1. Total Performance Index (TPI)

Allereerst de TPI (Total Performance index), de Amerikaanse index. Deze is in april 2021 opnieuw geformuleerd en is de formule aangepast waardoor sommige fokwaarden er nieuw in zijn gekomen en andere fokwaarden een deel van hun gewicht voor de index kwijt zijn geraakt. De belangrijkste nieuwe fokwaarde die daarbij erin is gekomen is de Feed Efficiency fokwaarde.

De formule voor de huidige TPI ziet er als volgt uit:

$$[19(PTAP) + 19(PTAF) + 8(FE) + 8(PTAT) + 11(UDC) + 6(FLC) + 5(PL) + 2(HT) + 3(LIV) - 4(SCS) + 13(FI) - 0,5(DCE) - 1,5(DSB)] 3,8 + 2363^*$$

*de waarde 2363 is een correctie voor de periodieke wijziging van de basis waardoor de TPI in de tijd vergelijkbaar blijft.

PTA staat voor Predicted Transmitting Abilities en staat voor een halve EBV (Estimated Breeding Value) welke bij vele andere indexen wordt gebruikt. De Amerikanen rekenen met de PTA omdat de dieren altijd de helft van de genetica meekrijgen van de vader en de helft van de moeder, daarom rekenen zij met de PTA oftewel een halve EBV.

TABEL 4, LEGENDA FORMULE TPI

Afkortingen	Vertaling
PTAP = PTA Protein	Eiwit
PTAF = PTA Fat	Vet
FE\$ = Feed Efficiency \$	Voerefficiëntie
PTAT = PTA Type	Frame
UDC = Udder Composite	Uier
FLC = Feet & Legs Composite	Benen en Klauwen
PL = PTA Productive Life	Duurzaamheid
HT = Health Trait Index	Gezondheid
LIV = PTA Cow Livability	Levensduur
SCS = PTA Somatic Cell Score	Celgetal
FI = Fertility Index	Vruchtbaarheid
DCE = PTA Daughter Calving Ease	Dochter afkalfgemak
DSB = PTA Daughter Stillbirth	Dochter doodgeboorte

Het gewicht van de categorieën is als volgt, 46% van de TPI wordt bepaald door de productiekenmerken (PTAP, PTAF & FE\$), 28% uit gezondheids- en vruchtbaarheidskenmerken (SCS, PL, HT, LIV, FI, DCE & DSB) en 26% wordt bepaald door de exterieurkenmerken (PTAT, UDC & FLC).

De voerefficiëntie in de TPI-index behoort tot de productiekenmerken en wordt uitgedrukt in dollars in de opbrengst. Deze wordt berekend door de volgende formule:

$$FE\$ = (\$0,0008 \times \text{PTA Milk}) + (\$1,55 \times \text{PTA Fat}) + (\$1,73 \times \text{PTA Protein}) + (\$0,11 \times \text{Feed Saved})$$

De eerste drie kenmerken in de formule laten de extra opbrengsten zien van de hogere productie. Dat wil zeggen dat de extra voerkosten die nodig zijn om een extra pound melk, vet en eiwit te produceren, in mindering zijn gebracht voor het inkomen dat de melkveehouders verdienen. Het kenmerk feed saved is een berekende waarde van de waarde voor lichaamsgewicht en voor de RFI die gebaseerd zijn op de droge stof opname van een dier. Elke pound (0,45kg) uitgespaard voer geeft een netto winst van 11 cent per koe per lactatie (Holstein Association USA, Inc., 2021).

3.4.2. Lifetime Performance Index (LPI)

Naast TPI bestaat ook de index LPI (Lifetime Performance Index), de Canadese index. Deze wordt op een iets andere manier berekend en ook het gewicht van de verschillende categorieën is anders verdeeld. Zo wordt 40% van de LPI bepaald door productiekenmerken, 40% door de exterieurkenmerken en 20% wordt bepaald door de gezondheidskenmerken. LPI is voor verschillende rassen berekend, echter is hier de formule van de Holstein gebruikt. De formule hoe de LPI voor Holsteins berekend wordt is als volgt:

$$LPI = [(Productiekenmerken \times 40 \times 0,5395) + (Exterieurkenmerken \times 40 \times 0,8361) + (gezondheidskenmerken \times 20 \times 0,6998)] + 2154$$

Bron: (Canadian Dairy Network, 2021)

TABEL 5, LEGENDA FORMULE LPI

Om de verschillende kenmerken te berekenen worden ook weer formules gebruikt:

$$\text{Productie} = [W_{PY} \times (PY - Avg_{PY}) / SD_{PY}] + [W_{PD} \times PD / SD_{PD}] + [W_{FY} \times (FY - Avg_{FY}) / SD_{FY}] + [W_{FD} \times FD / SD_{FD}]$$

$$\text{Exterieur} = [W_{HL} \times (HL - 100) / 5] + [W_{MS} \times MS / 5] + [W_{F\&L} \times F\&L / 5] + [W_{HH} \times (HH - 100) / 5] + [W_{DS} \times DS / 5] + [W_{RP} \times RP / 5]$$

$$\text{Gezondheid} = [W_{DF} \times (DF - 100) / 5] + [W_{MR} \times (MR - 100) / 5] + [W_{SCS} \times (SCS - 100) / 5] + [W_{UD} \times UD / 5] + [W_{MSP} \times (MSP - 100) / 5] + [W_{LP} \times (LP - 100) / 5]$$

Een verschil tussen TPI en LPI is dat er bij de LPI geen voerefficiëntie of een dergelijk getal wordt meegenomen in de totaalindex. Echter in de Canadese fokwaarden voor de stieren wordt wel de fokwaarde feed efficiency weergegeven met

Afkortingen	Vertaling
PY – Protein Yield	Kg Eiwit
PD – Protein Deviation	Eiwitpercentage
FY – Fat Yield	Kg Vet
FD – Fat Deviation	Vetpercentage
HL – Herd Life	Duurzaamheid
MS – Mammary System	Uier
F&L – Feet and Legs	Benen en klauwen
HH – Hoof Health	Klauwgezondheid
DS – Dairy Strength	Type
RP – Rump	Kruis
DF – Daughter Fertility	Dochtervruchtbaarheid
MR – Mastitis Resistance	Mastitis resistentie
SCS – Somatic Cell Score	Celgetal
UD – Udder Depth	Uierdiepte
MSP – Milking Speed	Melksnelheid
LP – Lactation Persistence	Lactatie persistentie
W – Relative Weight	Relatieve gewicht
Avg – Average	Gemiddelde
SD – Standard Deviations	Standaardafwijkingen

een waarde tussen 85 en 115 waarbij 100 het gemiddelde is. Voor elke 5 punten waarde extra voor feed efficiency zijn de dochters van die stier in staat om na de lactatiepiek de droge stof inname met 60 kg te reduceren elke lactatie weer.

Daarnaast is feed efficiency in Canada onafhankelijk van lichaamsgewicht in tegenstelling tot de fokwaarde feed saved in Amerika en Australië waarbij lichaamsgrootte en -gewicht meewegen in de berekening. De fokwaarde feed efficiency is nog niet opgenomen in de LPI of de Pro\$ maar dit zal in de toekomst wel worden overwogen wanneer er meer onderzoek naar is gedaan en er meer ervaring is met de fokwaarde (Canadian Dairy Network, 2021).

3.4.3. Nederlands-Vlaamse Index (NVI)

De Nederlandse index is nog weer anders, hier wordt de Nederlands-Vlaamse Index (NVI) gebruikt. In deze index wordt er, in vergelijking tot de andere indexen, meer gekeken naar de productie- en gezondheidskenmerken en naar het uier en de benen. Overige exterieurkenmerken worden niet meegenomen in de index.

De NVI wordt berekend in de volgende formule:

$$\text{NVI} = [0,4 \times \text{Inet} + 0,08 \times \text{fw (fokwaarde) levensduur} + 4,7 \times (\text{uiergezondheidsindex} - 100) + 6,3 \times (\text{vruchtbaarheidindex} - 100) + 1,8 \times (\text{uier} - 100) + 3,6 \times (\text{beenwerk} - 100) + 1,8 \times (\text{geboorte-index} - 100) + 2,7 \times (\text{klauwgezondheidsindex} - 100) + 0,23 \times \text{besparing voerkosten voor onderhoud}] \quad (\text{CRV, 2020})$$

De voerefficiëntie in de NVI wordt aangeduid als ‘besparing voerkosten voor onderhoud’ (BVK), de BVK is een besparing in voerkosten gedurende de lactatie uitgedrukt in euro’s, deze waarde kan direct bij de Inet worden opgeteld omdat ze beide zijn uitgedrukt in Euro’s en een fokwaarde zijn die geldt voor de hele lactatie. De fokwaarde BVK wordt berekend door 60,20 te vermenigvuldigen met de fokwaarde ‘besparing voer voor onderhoud’ (BVO). De fokwaarde BVO is ook gebruikt bij de andere deelvragen als fokwaarde voor voerefficiëntie van de stieren.

De BVK is als volgt berekend:

$$\text{BVK} = 60,20 \times (1000/940 \times (5,9 \times \text{fw kg vet} + 3 \times \text{fw kg eiwit} + 2,43 \times \text{fw kg lactose}) / 301 - \text{fw drogestofopname}) \quad \text{Bron: (CRV, 2020)}$$

3.4.4. Index Synthèse Unique (ISU)

De Franse totaalindex wordt berekend in de Index Synthèse Unique (ISU). In deze index wordt voornamelijk de nadruk gelegd op productie en vruchtbaarheid.

De ISU wordt als volgt berekend:

$$\text{ISU} = 100 + 50.39 \times (0.35 \times \text{productie}/25.2 + 0.25 \times \text{vruchtbaarheid} + 0.15 \times \text{uiergezondheid} + 0.05 \times \text{levensduur} + 0.05 \times \text{gezondheid} + 0.15 \times \text{exterieur})$$

Waarbij: productie = $0.90 \times (\text{kg eiwit} + 0.3 \times \text{kg vet} + 0.5 \times \text{vetpercentage} + \text{eiwitpercentage})$
(Mon-Cultivar-élevage, 2021)

In Frankrijk is er voor zover bekend nog geen fokwaarde voor voerefficiëntie in gebruik.

3.4.5. Nordic Total Merit (NTM)

De Nordic Total Merit (NTM), de Scandinavische totaalindex legt de druk vooral op gezondheid en vruchtbaarheid. Met een gewicht van 45% telt gezondheid en vruchtbaarheid in de NTM het zwaarste mee en daarmee is het ook de index met de meeste nadruk op productie van alle bekeken indexen.

De NTM is verder als volgt berekend:

$$\begin{aligned} \text{NTM} = & 0,90 \times \text{productie} + 0,08 \times \text{groei} + 0,36 \times \text{vruchtbaarheid} + 0,14 \times \text{geboorte} + \\ & 0,30 \times \text{uiergezondheid} + 0,14 \times \text{gezondheid} + 0,00 \times \text{frame} + 0,05 \times \text{benen en klauwen} + 0,18 \times \text{uier} \\ & + 0,09 \times \text{melkbaarheid} + 0,04 \times \text{karakter} + 0,06 \times \text{levensduur} + 0,10 \times \text{klauwgezondheid} + \\ & 0,13 \times \text{overlevend jongvee} (+0,18 \times \text{saved feed}) \end{aligned}$$

Tot op heden wordt de fokwaarde saved feed alleen gebruikt voor informatie over de onderhoudsefficiëntie. Waaruit kan worden geconcludeerd dat een toename of afname van lichaamsgewicht kan worden gekoppeld aan de benodigde energie voor onderhoud. De betrouwbaarheid van de metabolische efficiëntie is nog laag door een gelimiteerd aantal beschikbare voeropname data. Echter de economische waarde van de NTM zal ongeveer met 2-3% stijgen wanneer de fokwaarde saved feed wordt meegenomen. Maar door de lage betrouwbaarheid zijn ze nog bezig met evalueren of het standaard wordt meegenomen in de NTM (Nielsen, et al., 2020).

3.4.6. Relativ-Zuchtwert Gesamt (RZG)

Als laatste de totaalindex van Duitsland, Luxemburg en Oostenrijk, de RZG. Deze totaalindex legt met name de nadruk op productie, gezondheid en levensduur.

De RZG is als volgt berekend:

$$\text{RZG} = 0,36 \times \text{productie} + 0,18 \times \text{gezondheid} + 0,15 \times \text{exterieur} + 0,07 \times \text{dochtervruchtbaarheid} + 0,18 \times \text{levensduur} + 0,03 \times \text{kalf fitness} + 0,03 \times \text{geboortegemak}$$

Bron: (Richtig Zuechten, 2021).

In Duitsland, Luxemburg en Oostenrijk is er voor zover bekend geen fokwaarde voor voerefficiëntie in gebruik.

TABEL 6, VERSCHILLENDE TOTAALINDEXEN MET GEWICHT PER ONDERDEEL

	NVI <i>NL & België</i>	TPI <i>Amerika</i>	LPI <i>Canada</i>	RZG <i>Duitsland</i>	ISU <i>Frankrijk</i>	NTM <i>Scandinavië</i>
<i>Productie</i>	29%	46%	40%	36%	35%	40%
<i>Exterieur</i>	21%	26%	40%	15%	15%	15%
<i>Gezondheid</i>	5%	28%	20%	21%	5%	45%
<i>Vruchtbaarheid</i>	16%			10%	25%	
<i>Uiergezondheid</i>	12%			7%	15%	
<i>Voerefficiëntie</i>	5%	Meegenomen in de productiekenmerken				
<i>Levensduur</i>	12%			18%	10%	

Zoals te zien in tabel 6 zit er tussen de verschillende totaalindexen een verschil in de opbouw. Zo wordt er bij de TPI meer gelet op de melkproductie en gezondheid terwijl in Canada juist de nadruk meer ligt op het exterieur en de productie. De Europese indexen leggen minder de nadruk op de productie dan de Amerikaanse en Canadese index en leggen meer nadruk op gezondheid. De Europese indexen (Eurogenomics, 2021) splitsen de gezondheidskenmerken wel op, maar wanneer deze bij elkaar worden opgeteld vanuit bovenstaande tabel (gezondheid, vruchtbaarheid, uiergezondheid en levensduur) is te zien dat de nadruk erg wordt gezet op gezonde koeien, NVI 45%, RZG 56%, ISU 55% en de NTM 45%. Echter de fokwaarde voerefficiëntie wordt nog niet bij alle totaalindexen meegenomen, de reden hiervoor is dat het nog een nieuwe fokwaarde is en niet alle indexen de formules daar al op zijn aangepast. Echter de verschillen in de fokwaarde voerefficiëntie zitten nu voornamelijk in het feit dat de Nederlandse fokwaarde wordt berekend als besparing voer onderhoud, wat neer komt op hoeveel kg melk kan een koe produceren met een kg droge stof voer. De feed saved fokwaarde vanuit Canada wordt gegeven als een waarde tussen 85 en 115, waarbij 100 het gemiddelde is van voerefficiëntie van de populatie en per 5 punten boven het gemiddelde zullen de dieren 60 kg droge stof per lactatie minder nodig hebben dan het gemiddelde en per 5 punten lager dan het gemiddelde zullen de dieren 60 kg droge stof meer opnemen dan het gemiddelde. Bij de Amerikaanse fokwaarde feed efficiency \$ wordt er gekeken hoeveel een koe extra kan opbrengen omdat ze meer produceert terwijl ze minder voer opneemt.

4. Discussie

In welke mate kan de fokwaarde voerefficiëntie bijdragen aan de efficiëntie binnen de Holstein fokkerij, dat is de hoofdvraag die aan het begin van het werkstuk is gesteld. Om deze vraag te beantwoorden is er gekeken naar het verband tussen de werkelijke voerefficiëntie en de fokwaarde voerefficiëntie, tussen FPCM en de fokwaarde voerefficiëntie en tussen FPCM en de werkelijke voerefficiëntie. Daarnaast is gekeken naar de fokwaarde voerefficiëntie binnen verschillende totaalindexen. Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat er wel significante verbanden aanwezig zijn alleen dat de sterkte van de verbanden niet sterk zijn en dat er dus meer factoren van invloed zijn op de voerefficiëntie van koeien dan alleen de fokwaarde voerefficiëntie van de vader.

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van data dat is verzameld door medestudenten in de jaren 2017 tot en met 2020. Zij hebben de data vanuit de voerbakken en de melkcontroles verwerkt in een dataset. De dataset heeft gegevens van 121 koeien door de jaren heen, de ene koe heeft meer proeven meegedraaid en dus ook meer resultaten dan een koe die maar één proef heeft gedraaid en ook maar één resultaat heeft. Een ander discussiepunt daarbij is dat het rantsoen in die verschillende jaren anders zal zijn geweest wat ook een factor is die de voerefficiëntie heeft kunnen beïnvloeden. Daarnaast is alle data afkomstig van één bedrijf waardoor de betrouwbaarheid van de resultaten laag is. Daarnaast hebben sommige dieren een uitschieterende waarde, dit kan meerdere oorzaken hebben maar voornamelijk zijn het dieren in de dataset die één proef hebben meegedraaid waardoor de gemiddelde voerefficiëntie wordt bepaald door één proef.

Over de resultaten zijn ook meerdere discussiepunten te benoemen, zoals aangegeven bij de eerste 3 deelvragen zijn de relaties significant maar is de sterkte van het verband zwak en zijn er dus nog meer factoren die meespelen bij de voerefficiëntie. Een eerste factor die niet meegenomen is maar wel ook van belang is, is de genetische invloed van de moeders van de dieren. Een dier heeft altijd de helft van vader meegekregen maar ook de helft van de moeder, in dit onderzoek is alleen gekeken naar de fokwaarde van de vaders van de dieren. Een ander gegeven is dat de erfelijkheidsgraad van voerefficiëntie wordt geschat op 18% tot 24% (Haas & Veerkamp, 2015), dit wil zeggen dat 18 tot 24 procent van de verschillen in voerefficiëntie genetisch wordt bepaald en dat dus andere factoren groot deel van de verschillen in voerefficiëntie tussen dieren bepalen. Daarnaast is er in de inleiding aangegeven dat de voerefficiëntie bepaald wordt door de volgende factoren: voer, management, dier en omgeving (Haas & Veerkamp, 2015). Dit houdt in dat er drie factoren zijn welke wel meespelen voor de resultaten maar die we niet duidelijk in beeld hebben. Echter, de omgeving is voor alle dieren gelijk omdat alle dieren afkomstig zijn van hetzelfde bedrijf, alleen het weer en het klimaat wat ook onder omgeving valt zal anders zijn doordat de dataset bestaat uit gegevens van meerdere jaren. De betrouwbaarheid zal lager zijn omdat je niet kunt bepalen welk deel van de verschillen komt door genetica of door de omgeving, het is beter om meerdere bedrijven te gebruiken om data te verzamelen zodat je

omgevingsfactoren kunt definiëren. Het management zou dan ook vanzelfsprekend hetzelfde zijn aangezien de dieren van hetzelfde bedrijf komen, alleen doordat de dieren afkomstig zijn van een bedrijf wat gebruikt wordt voor onderwijs, vinden er verschillende proeven plaats. Hierdoor zal het management kunnen verschillen in de jaren dat de data is verzameld. Zo zal ook de factor voer geen constante factor zijn geweest aangezien een rantsoen ieder jaar anders is. Ook dit kan een effect hebben op de voeropname en zo ook op de voerefficiëntie. Daarnaast maakt het ook verschil in welke lactatie een koe zit en in welk lactatiestadium, een koe die drachtig is zal voer nodig hebben om energie voor het kalf binnen te krijgen, echter de voerefficiëntie is in veel gevallen berekend op voeropname en de melkproductie waardoor een hoog-drachtige koe in dit geval niet efficiënt met haar voer zal omgaan volgens de berekening. Zoals ook al werd aangeduid in het artikel van Van Schooten & Dirksen in 2013, waarin naar voren komt dat een koe die minder melk geeft en langer in haar lactatie is, een mindere voerefficiëntie laat zien.

In deelvraag één is er gekeken naar het verband tussen werkelijk voerefficiëntie van de dochters en de fokwaarde voor voerefficiëntie van de vaders. Hierbij is gebruik gemaakt van de fokwaardes na de fokwaardedraai van augustus 2021. Een punt van discussie is uiteraard dat van de ene stier meer dochters zijn die in een fokwaarde meegenomen worden dan van de andere stier, zo heeft de stier Kian 127.720 dochters en de stier Skalsumer Boaz 129 dochters. Dit resulteert erin dat de fokwaarde van een stier als Kian betrouwbaarder zal zijn dan die van een stier als Skalsumer Boaz. Daarnaast zit er een groot verschil tussen de hoeveelheid dochters per stier in de data set, sommige stieren hebben één dochter (Bijv. Skalsumer Boaz, Bicc Overview, Newhouse Jones en nog een aantal) terwijl er ook een stier is met éénentwintig dochters namelijk Topspeed Kodak. Dat komt neer op voor de ene stier maar één werkelijk voerefficiëntie cijfer tegenover een stier met 88 cijfers voor werkelijke voerefficiëntie. Daarnaast zijn de bovengenoemde factoren van invloed op de werkelijke voerefficiëntie.

In de tweede deelvraag is er bij de koeien gekeken naar de productie in verband met de fokwaarde voerefficiëntie. Ook voor productie gelden dezelfde factoren als eerder benoemd. Er is te zien dat er een positief significant verband is tussen de productie en de fokwaarde voerefficiëntie. Echter is de correlatie niet dusdanig groot en zullen andere factoren een grotere rol spelen bij de productie. De fokwaardes van productie zijn niet meegenomen in het onderzoek waardoor we niet exact weten of de verhoogde productie komt door de fokwaarde voerefficiëntie of dat er ook een hoge fokwaarde voor productie achter zit.

In de derde deelvraag is er gekeken naar het verband tussen de productie en de werkelijke voerefficiëntie. Ook daarbij zijn de eerder benoemde factoren van belang. Wel is er te zien dat er een overeenkomst is met een artikel uit 1988 waarin wordt gezegd dat een verdunning van de melkgift zorgt voor een verhoging van 70% tot 95% van de voerefficiëntie (Korver, 1988) iets wat ook in 2016 weer werd benoemd in een artikel dat de voerefficiëntie

te maken heeft met de verhoogde melkgift, aangezien een koe dan meer energie besteedt aan de productie van melk dan aan onderhoud. (VandeHaar et al., 2016).

De vierde deelvraag gaat over de verschillende indexen en hoe voerefficiëntie wordt berekend. Een discussiepunt is de berekening, de berekening wordt opgesteld eens in een onbepaalde tijd. Maar door het verbeteren van het vee zullen de fokwaarden zoals voor productie, exterieur en gezondheid anders zijn en zal de berekening moeten worden aangepast. Daarnaast zijn er verschillende vormen van het meten van voerefficiëntie en meerdere factoren om mee te rekenen, zo rekenen de Amerikanen met de fokwaarde voor RFI gecombineerd met de onderhoudsbehoefte (Pryce et al., 2015) terwijl de Canadezen naar voorspellers voor voeropname met correlaties naar andere kenmerken kijken (Manzanilla-Pech, et al., 2016) en kijkt de CRV naar resultaten van verschillende databedrijven in Nederland en België om zo tot een fokwaarde voor voerefficiëntie te komen (CRV, 2021).

5. Conclusie en aanbevelingen

Voerefficiëntie, kortom hoeveel kilogram melk kan een koe produceren van een kilogram voer. Een interessant en belangrijk onderwerp aangezien voerkosten de hoogste kosten zijn binnen een melkveebedrijf. Na jaren onderzoek en testen is er een fokwaarde ontwikkelt voor deze waarde. Maar in hoeverre is de fokwaarde 'voerefficiëntie' een goede voorspeller voor de praktijk zowel voor voerefficiëntie en productiekenmerken en vice versa?

5.1. Conclusie

Allereerst, wat is het verband tussen de werkelijke voerefficiëntie en de fokwaarde 'voerefficiëntie'? Uit deze deelvraag kunnen we concluderen dat er een significant verband te vinden is tussen de praktijk en de fokwaarde. Echter, dit is dit een zwak verband wat erop duidt dat er meer factoren van invloed zijn op dit verband.

Ten tweede, wat is het verband tussen de productiekenmerken en de fokwaarde 'voerefficiëntie'? Uit deze deelvraag kan er net als bij de vorige deelvraag worden geconcludeerd dat er een significant verband aanwezig is. Dit verband is sterker dan bij de eerste deelvraag maar nog steeds is het een zwak verband wat erop duidt dat er ook bij dit verband meer factoren meespelen.

Als derde, wat is het verband tussen de productiekenmerken en de werkelijke voerefficiëntie? Net als bij de vorige twee deelvragen kan er worden geconcludeerd dat er een significant verband aanwezig is. Maar ook bij dit verband is het een zwak verband en spelen er meer factoren die de voerefficiëntie beïnvloeden.

Als laatste kan er worden geconcludeerd dat er verschillende methodes zijn om tot een fokwaarde voor voerefficiëntie te komen en dat het nog niet bij alle totaalindexen wordt meegenomen.

Om antwoord te geven op de hoofdvraag in hoeverre de fokwaarde 'voerefficiëntie' een goede voorspeller is voor de voerefficiëntie en de productiekenmerken en vice versa. De fokwaarde 'voerefficiëntie' is een goede voorspeller voor de werkelijke voerefficiëntie. Er zijn significante verbanden met de werkelijke voerefficiëntie vanuit de dataset. Echter, zijn deze verbanden zwak en zijn er meer factoren nodig om de voerefficiëntie te voorspellen voor de werkelijke voerefficiëntie van de koeien.

Deze factoren bieden een perspectief voor het opzetten van een uitgebreider onderzoek waarmee een goede voorspeller kan worden ontwikkeld voor het fokken van koeien die efficiënter melk kunnen produceren.

5.2. Aanbevelingen

Gedurende het onderzoek zijn er een aantal zaken naar voren gekomen die niet in dit onderzoek meegenomen konden worden. echter zouden deze zaken in een volgend onderzoek wel meegenomen kunnen worden.

Bij een vervolgonderzoek zou er een grotere groep dieren en bedrijven onderzocht kunnen worden om zo een betrouwbaarder beeld te krijgen. Als er meer bedrijven worden gebruikt zou de factor omgeving kunnen worden weerlegd, aangezien nu niet duidelijk is of de efficiëntie afkomstig is uit de genetica of vanuit de omgeving.

Uit de discussie en conclusie komt naar voren dat er meer factoren zijn die de voerefficiëntie beïnvloeden. Mogelijk kan er in een vervolgonderzoek worden gekeken naar de invloed van management, omgeving en voer. Daarnaast is de factor dier ook breder te analyseren in een volgend onderzoek. In dit onderzoek is alleen gekeken naar de werkelijke voerefficiëntie en de productie. Echter is er ook bekend dat exterieur ook uitmaakt voor de voeropname alsook de lactatie en lactatiestadium.

Bibliografie

Blake, R. W., & Custodio, A. A. (1984). Feed efficiency: a composite trait of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 67(9), 2075-2083.

Canadian Dairy Network. (2021). *Lifetime Performance Index (LPI) Formula*. Geraadpleegd op 9 december 2021, van <https://www.cdn.ca/document.php?id=443>

Canadian Dairy Network. (2021). *Introducing Feed Efficiency*. Geraadpleegd op 6 januari 2022, van <https://www.cdn.ca/document.php?id=555>

CRV. (2020). *Totaalindexen*. Geraadpleegd op 9 december 2021, van <https://www.cooperatie-crv.nl/wp-content/uploads/2020/03/092-20-Factsheet-Totaalindexen.pdf>

CRV. (2020). *Kengetallen E-40 Fokwaarde voeropname*. Geraadpleegd op 6 januari 2022, van https://cooperatiecrv-be6.kxcdn.com/wp-content/uploads/2021/12/E_40-Voeropname-December-2021.pdf

CRV. (2021). *Voerefficiëntie voordelen*. Geraadpleegd op 14 juni 2021, van <https://www.crv4all.nl/service/voerefficiëntie/>

Difford, G. F., Løvendahl, P., Veerkamp, R. F., Bovenhuis, H., Visker, M. H. P. W., Lassen, J., & De Haas, Y. (2020). Can greenhouse gases in breath be used to genetically improve feed efficiency of dairy cows?. *Journal of dairy science*, 103(3), 2442-2459.

Ding, R., Yang, M., Wang, X., Quan, J., Zhuang, Z., Zhou, S., Li, S., Xu, Z., Zheng, E., Cai, G., Liu, D., Huang, W., Yang, J. & Wu, Z. (2018). Genetic architecture of feeding behavior and feed efficiency in a Duroc pig population. *Frontiers in genetics*, 9, 220.

Eurogenomics. (2021). *6 Total Merit Indexes under Eurogenomics*. Geraadpleegd op 9 december 2021, van <https://www.eurogenomics.com/genomic-breeding-values/6-total-merit-indexes.html>

Geboers, D. (2019, 21 augustus). *Compleet beeld van de totale voerkosten*. Geraadpleegd op 16 februari 2021, van <https://www.melkvee.nl/artikel/215926-compleet-beeld-van-de-totale-voerkosten/>

Gerber, P. J., Hristov, A. N., Henderson, B., Makkar, H., Oh, J., Lee, C., Meinen, R., Montes, F., Ott, T., Firkins, J., Rotz, A., Dell, C., Adesogan, A.T., Yang, W.Z., Tricarico, J.M., Kebreab, E., Waghorn, G., Dijkstra, J. & Oosting, S. (2013).

Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: a review. *Animal*, 7, 220-234.

De Haas, Y., & Veerkamp, R. (2015). *Fokwaarde voeropname; Introductie van een fokwaarde voor voeropname in Nederland*. Wageningen: Wageningen UR Livestock Research.

Holstein Association USA, Inc. (2021). *TPI Formula - April 2021*. Geraadpleegd op 8 december 2021, van https://www.holsteinusa.com/genetic_evaluations/ss_tpi_formula.html

Korver, S. (1988). *Genetic aspects of feed intake and feed efficiency in dairy cattle: a review*. *Livestock Production Science*, 20(1), 1-13.

Lin, Z., Macleod, I., & Pryce, J. E. (2013). Estimation of genetic parameters for residual feed intake and feeding behavior traits in dairy heifers. *Journal of dairy science*, 96(4), 2654-2656.

Løvendahl, P., Difford, G. F., Li, B., Chagunda, M. G. G., Huhtanen, P., Lidauer, M. H., Lassen, J. & Lund, P. (2018). Selecting for improved feed efficiency and reduced methane emissions in dairy cattle. *Animal*, 12(s2), s336-s349.

Manzanilla-Pech, C. I. V., Veerkamp, R. F., Tempelman, R. J., van Pelt, M. L., Weigel, K. A., VandeHaar, M., Lawlor, T. J., Spurlock, D. M., Armentano, L. E., Staples, C. R., Hanigan, M., De Haas, Y. (2016). Genetic parameters between feed-intake-related traits and conformation in 2 separate dairy populations-the Netherlands and United States. *Journal of Dairy Science*, 99(1), 443-457.

McFarlane, H. (z.d.). Semex.

Mon-Cultivar-élevage. (2021). *Le nouvel ISU 2021 en race prim'holstein est dévoilé*. Geraadpleegd op 6 januari 2022, van <https://www.mon-cultivar-elevage.com/content/le-nouvel-isu-2021-en-race-primholstein-est-devoile>

Nederlandse encyclopedie. (2021, 16 februari). *Efficiëntie definities*. Geraadpleegd op 4 februari 2021, van Nederlandse encyclopedie: <https://www.encyclo.nl/begrip/efficiëntie>

Nielsen, U. S., Stephansen, R.S., Pedersen, J., Fikse, F., Pösö, J., Pedersen Aamand, G. (2020) *Effect of including Feed Saved in NTM*. Geraadpleegd op 6 januari 2022, van https://www.nordicebv.info/wp-content/uploads/2020/06/2019-12-27-korrelation-med-indregning-af-NTM-til-workshop-wff_gap_-clean_TV.pdf

Pryce, J. E., Gonzalez-Recio, O., Nieuwhof, G., Wales, W. J., Coffey, M. P., Hayes, B. J., & Goddard, M. E. (2015). Hot topic: Definition and implementation of a breeding value for feed efficiency in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(10), 7340-7350.

Pryce, J. E., Wales, W. D., De Haas, Y., Veerkamp, R. F., & Hayes, B. J. (2014). Genomic selection for feed efficiency in dairy cattle. *Animal*, 8(1), 1-10.

Richtig Zuechten. (2021). *New RZG: The whole cow at a glance - over Generations*. Geraadpleegd op 6 januari 2022, van <https://richtigzuechten.de/en/home-gb.html>

Schellart, M. (2018, 20 februari). *Overijsselse melkveehouders scoren op milieu*. Geraadpleegd op 8 mei 2021, van <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2018/02/20/overijsselse-melkveehouders-scoren-op-milieu>

VandeHaar, M. J., Armentano, L. E., Weigel, K., Spurlock, D. M., Tempelman, R. J., & Veerkamp, R. (2016). Harnessing the genetics of the modern dairy cow to continue improvements in feed efficiency. *Journal of dairy science*, 99(6), 4941-4954.

Van Duinkerken, G., André, G., De Haan, M., Hollander, C., & Zom, R. (2007). *De voederconversie van melkvee*. Wageningen: Animal Science Group / Veehouderij.

Van Schooten, H., & Dirksen, H. (2013). *Metten van voerefficiëntie voor betere benutting eigen ruwvoer*. Wageningen: Wageningen UR Livestock Research.

Veeteelt (2021, 31 mei). *Grasopbrengst 2020 bijna 12 procent lager door droogte*. Geraadpleegd op 10 juni 2021, van <https://veeteelt.nl/nieuws/grasopbrengst-2020-bijna-12-procent-lager-door-droogte>

Bijlage 1 – Dataset werkelijke voerefficiëntie

1	Koe numm	Proef 1	Proef 2	Proef 3	Proef 4	Proef 5	Proef 6	Proef 7	Proef 8	Proef 9	Proef 10	Gemiddelde voerefficiëntie	Stier	Voerefficiëntie fokwaard
2	6	1,68	1,46	1,87	1,48							1,62	Danillo	-0,31
3	11	1,71	1,61	1,75	1,96							1,76	Topspeed Kodak	1,05
4	15	1,86	1,74	1,39	2,32	1,76	1,48					1,76	Topspeed Kodak	1,05
5	25	1,32	1,62	1,34	1,21	1,54	1,17					1,37	Woeste Polder Relador	-0,74
6	38	1,76	2,11	1,57	1,46	1,78	1,52					1,70	Slotboom's Pilot	-0,33
7	45	1,61	1,29	1,39	2,01	1,39	1,36	2,13	1,58			1,60	Jotan Red	-0,5
8	48	1,48	1,51	1,14	1,74	1,72	1,23	1,12				1,42	Slotboom's Pilot	-0,33
9	51	1,74										1,74	Big Winner	0,39
10	56	1,84	1,43									1,64	Jotan Red	-0,5
11	67	1,52	1,59	1,35	1,88	1,36	1,36	1,80				1,55	Lowlands Franklin	-0,05
12	80	1,26	1,31	1,27								1,28	Beyercresc Altareliant	0,61
13	81	1,23										1,23	Bicc Overview	0,12
14	87	1,35	1,29	1,32	2,05	1,54	1,63	1,85				1,58	Beyercresc Altareliant	0,61
15	90	1,82	1,61	1,61	1,36	1,51	1,54	1,46				1,56	Regancresc Altaiota	-0,49
16	93	1,60	1,35	1,52	1,54	1,80	1,75					1,59	Diepenhoek Rozello	-0,79
17	94	1,72	1,38	1,30	1,77	1,35	1,30	2,11	1,83	1,50		1,58	Lowlands Franklin	-0,05
18	100	1,69										1,69	Big Winner	0,39
19	113	1,49	1,28	1,56	1,4	1,24	1,42	1,54	1,54			1,43	Camion van de Peul	0,47
20	115	1,35	1,47	2,02	1,49	1,89	1,44	1,78	1,47			1,61	Morningview Levi	0,12
21	127	1,66										1,66	Cogent Twist	-0,82
22	138	1,22										1,22	Delta Atlantic	-0,55
23	152	1,46	1,68	1,54	1,51	2,19	1,87	1,81	1,98			1,76	Newhouse Gofast	0,16
24	154	1,42										1,42	Cogent Twist	-0,82
25	155	1,62										1,62	Morningview Levi	0,12
26	166	1,76	1,58	1,23	1,25	1,21						1,41	Regancresc Altaiota	-0,49
27	169	2,49	1,42	1,57	1,6	1,59	2,1	2,12				1,84	Cogent Twist	-0,82
28	201	1,35	2,34	1,33	1,23	2,04	1,61					1,65	Regancresc Altaiota	-0,49
29	202	1,04	1,45	1,52	1,09	1,56	1,42	1,41	2,12			1,45	Delta Atlantic	-0,55
30	208	1,79	1,15									1,47	Delta Atlantic	-0,55
31	214	1,96	1,55	1,96								1,82	Big Winner	0,39
32	221	1,54	1,31									1,43	Delta Atlantic	-0,55
33	230	1,09	1,38	2,13	1,56	1,32	1,72					1,53	Cogent Twist	-0,82
34	276	1,43	1,57	1,98								1,66	Ju Stefan	-0,15
35	278	1,54										1,54	Beeze Maikman	-0,37
36	285	1,39	1,63	1,51	2,14	1,67	1,65					1,67	Ju Stefan	-0,15
37	319	1,29	1,2	1,44								1,31	Delta Atlantic	-0,55
38	324	1,72	1,53	1,61	1,31	1,76	1,7	1,46				1,58	Slotboom's Pilot	-0,33
39	329	1,20	1,63									1,42	Delta Vitality	0,08
40	334	1,43	1,55	2,08	1,83							1,72	Delta Vitality	0,08
41	350	2,23	1,78	1,79	1,61							1,85	Delta Vitality	0,08
42	394	1,51										1,51	Slotboom's Pilot	-0,33
43	410	1,47										1,47	Gansey's Leonidas	0,19
44	434	1,71										1,71	Delta Cupido	0,01
45	441	1,42	1,38	1,85								1,55	Delta Atlantic	-0,55
46	449	1,58	1,77	1,58								1,64	Bouw Rocky	-1,3
47	450	1,75	1,54									1,65	Delta Atlantic	-0,55
48	531	1,57	2	1,71								1,76	Bouw Rocky	-1,3
49	534	1,73										1,73	Delta Cupido	0,01
50	538	1,52	1,57	2,01	1,68							1,70	Delta Topgear	-0,5
51	554	2,19										2,19	Peak Jerod Abel	0,24
52	569	1,46										1,46	Newhouse Jorben	-0,86
53	572	1,95										1,95	Newhouse Jorben	-0,86
54	577	2,02	1,95	1,65								1,87	Het Meer Bravo	0,55
55	580	1,19	1,83	2,15	1,6							1,69	Newhouse Jorben	-0,86
56	583	1,63										1,63	Delta Topgear	-0,5
57	592	1,59	1,8	1,46								1,62	Newhouse Jorben	-0,86
58	596	1,52	1,31	1,99	1,64							1,62	Newhouse Jorben	-0,86
59	680	1,55										1,55	Ihg Caine	-0,91
60	765	2,14	1,52									1,83	Delta Magister	0,18
61	780	2,25	1,39									1,82	Delta Jupiler	-0,42
62	819	1,51										1,51	Delta Magister	0,18
63	1111	1,35	1,72	1,67	2,09	1,39						1,64	Topspeed Kodak	1,05
64	9590	1,59	1,56	1,72	1,53	1,72	1,47	1,44				1,58	Delta Stalist	0,53
65	9598	1,35										1,35	Skalzumer Boaz	-0,34
66	9616	1,55	1,64	1,63	1,31	1,74	1,45	1,75	1,88			1,62	Eastland Judge	1,34
67	9635	1,56										1,56	Delta Linfield	0,7
68	9671	1,93	1,19									1,56	Beekmanshoeve Bertil	-0,24
69	9685	1,55	1,08	1,79								1,47	Orcival	-1,27
70	9710	1,19	2,05									1,62	Newhouse Jones	-0,1
71	9717	1,56										1,56	Kian	0,17
72	9719	1,47	1,26	1,65	1,22							1,40	Delta Linfield	0,7
73	9721	1,42	1,26	1,5	1,63	1,86	1,4					1,51	Delta Linfield	0,7
74	9737	1,27	1,35	1,94								1,52	Beekmanshoeve Bertil	-0,24
75	9757	2,33	1,65	1,35	1,81	1,23	1,64					1,67	Delta Fidelity	-0,06
76	9758	1,68	1,6	1,1								1,46	Delta Fidelity	-0,06
77	9764	1,18	1,85	1,66	1,13							1,46	Jerudo	0,37
78	9775	1,48										1,48	Huijben Red Tequila	0,41
79	9781	1,75	1,68	1,66	1,83	1,63						1,71	Delta Linfield	0,7
80	9784	2,00	1,7	1,37	1,97	1,61	1,46	1,96	1,65	1,49		1,69	Delta Canvas	1,02
81	9787	1,76	1,77	1,44								1,66	Stylist	1,11
82	9803	1,86										1,86	Stylist	1,11
83	9815	1,68										1,68	Morningview Legend	-0,44
84	9821	1,58										1,58	Delta Fidelity	-0,06
85	9826	1,87										1,87	Kian	0,17
86	9840	1,38	1,22									1,30	Dt Improver	-0,39
87	9845	2,21	1,48	1,64	1,61	1,62						1,71	Jerudo	0,37
88	9858	1,55	1,55									1,55	Dt Improver	-0,39
89	9862	2,59	1,83	1,52	1,47	1,61						1,80	Topspeed Kodak	1,05
90	9863	1,39										1,39	Delta Fidelity	-0,06

91	9866	2,23	1,5	1,37	1,45	1,54	1,66	1,72	1,6	1,34		1,60	Delta Fidelity	-0,06
92	9867	1,30	1,72	1,14	1,6	0,99	1,7	1,34				1,40	Dt Improver	-0,39
93	9873	1,36	1,67									1,52	Morningview Legend	-0,44
94	9878	1,58	1,56									1,57	Topspeed Kodak	1,05
95	9893	2,19										2,19	Topspeed Kodak	1,05
96	9899	1,87	1,24									1,56	J&G Malando	-0,16
97	9901	1,69										1,69	Woeste Polder Relador	-0,74
98	9910	1,56	1,31									1,44	Topspeed Kodak	1,05
99	9914	1,31										1,31	Delta Fidelity	-0,06
100	9915	1,24										1,24	Topspeed Kodak	1,05
101	9921	1,51	1,31									1,41	Topspeed Kodak	1,05
102	9922	1,32	1,52	1,9	1,53							1,57	Delta Fidelity	-0,06
103	9926	1,82	1,66	1,58	1,96							1,76	Mascol	0,61
104	9928	2,53	1,64	1,39	1,99	1,54	1,59	2,07	1,62			1,80	Topspeed Kodak	1,05
105	9930	2,01	1,43	1,81	1,58	1,24						1,61	Topspeed Kodak	1,05
106	9933	1,51										1,51	Topspeed Kodak	1,05
107	9934	1,79	1,22	1,75	1,1							1,47	Topspeed Kodak	1,05
108	9935	2,51										2,51	Topspeed Kodak	1,05
109	9936	1,87	1,79	2,01	1,49	1,24	1,88	1,74	1,63			1,71	Topspeed Kodak	1,05
110	9944	1,42	1,62	1,38	1,8	1,29	1,27	1,87	1,52			1,52	J&G Malando	-0,16
111	9945	1,75	1,32	2,11	1,79	1,55	1,47	1,76	1,61	1,57	1,32	1,63	Topspeed Kodak	1,05
112	9956	1,10	1,41	1,63	0,8							1,24	J&G Malando	-0,16
113	9960	1,15	1,87	1,25								1,42	J&G Malando	-0,16
114	9965	1,62										1,62	Topspeed Kodak	1,05
115	9967	1,81	1,35	2,1	1,67	1,34	1,84	1,66				1,68	Topspeed Kodak	1,05
116	9972	1,64	1,39	1,51	1,47	1,47	1,36	1,94	1,7			1,56	Delta Maicon	-1,62
117	9975	1,38										1,38	Delta Maicon	-1,62
118	9987	1,31	1,55	1,53	1,45	1,25						1,42	Delta Maicon	-1,62
119	9991	1,90	1,32									1,61	Delta Maicon	-1,62
120	9993	1,69	2,01	1,57	1,18							1,61	Topspeed Kodak	1,05
121	9996	1,74	1,37	1,53	1,58	1,07	2,45	2,05				1,68	Topspeed Kodak	1,05
122	9998	1,80	1,84	1,72	1,72							1,77	Topspeed Kodak	1,05

Bijlage 2 – JASP

JASP deelvraag 1

Linear Regression

Model Summary - Gemiddelde voereffici.ntie

Model	R	R ²	Adjusted R ²	RMSE
H ₀	0.000	0.000	0.000	0.190
H ₁	0.238	0.057	0.049	0.185

ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
H ₁	Regression	0.245	1	0.245	7.132	0.009
	Residual	4.082	119	0.034		
	Total	4.327	120			

Note. The intercept model is omitted, as no meaningful information can be shown.

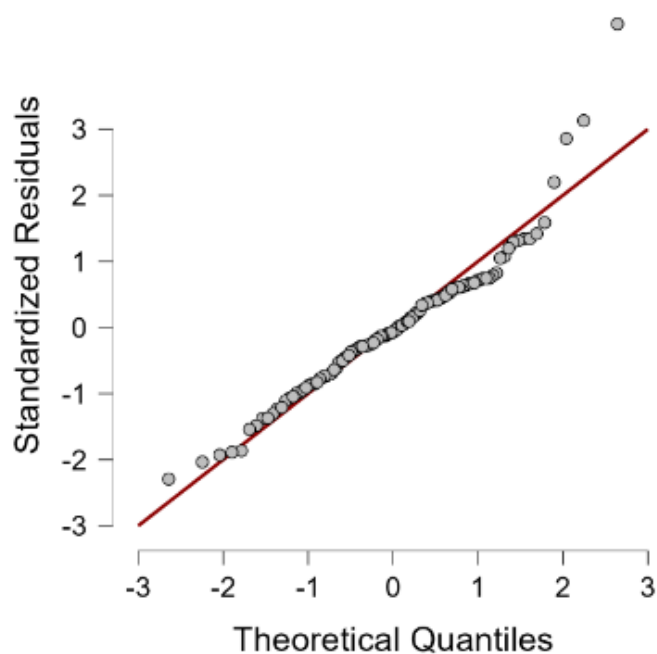
Coefficients

Model		Unstandardized	Standard Error	Standardized	t	p
H ₀	(Intercept)	1.599	0.017		92.628	< .001
H ₁	(Intercept)	1.598	0.017		94.892	< .001
	Voereffici.ntie fokwaarde	0.062	0.023	0.238	2.671	0.009

Descriptives

	N	Mean	SD	SE
Gemiddelde voereffici.ntie	121	1.599	0.190	0.017
Voereffici.ntie fokwaarde	121	0.015	0.730	0.066

Q-Q Plot Standardized Residuals



Linear Regression

Model Summary - Gemiddelde kg FPCM

Model	R	R ²	Adjusted R ²	RMSE
H ₀	0.000	0.000	0.000	5.984
H ₁	0.330	0.109	0.102	5.672

ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
H ₁	Regression	468.551	1	468.551	14.565	< .001
	Residual	3828.318	119	32.171		
	Total	4296.869	120			

Note. The intercept model is omitted, as no meaningful information can be shown.

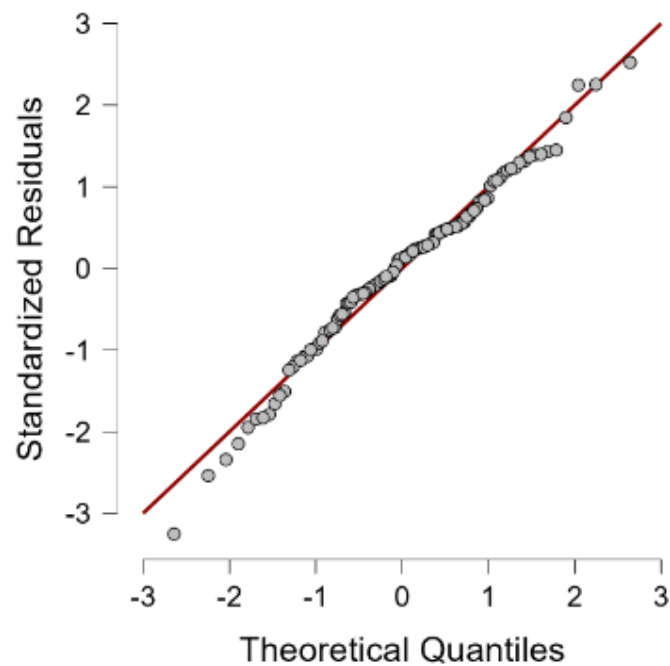
Coefficients

Model		Unstandardized	Standard Error	Standardized	t	p
H ₀	(Intercept)	37.626	0.544		69.166	< .001
H ₁	(Intercept)	37.586	0.516		72.880	< .001
	Voereffici.ntie fokwaarde	2.708	0.710	0.330	3.816	< .001

Descriptives

	N	Mean	SD	SE
Gemiddelde kg FPCM	121	37.626	5.984	0.544
Voereffici.ntie fokwaarde	121	0.015	0.730	0.066

Q-Q Plot Standardized Residuals



Linear Regression

Model Summary - Gemiddelde kg FPCM

Model	R	R ²	Adjusted R ²	RMSE
H ₀	0.000	0.000	0.000	5.984
H ₁	0.331	0.110	0.102	5.670

ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
H ₁	Regression	471.588	1	471.588	14.671	< .001
	Residual	3825.281	119	32.145		
	Total	4296.869	120			

Note. The intercept model is omitted, as no meaningful information can be shown.

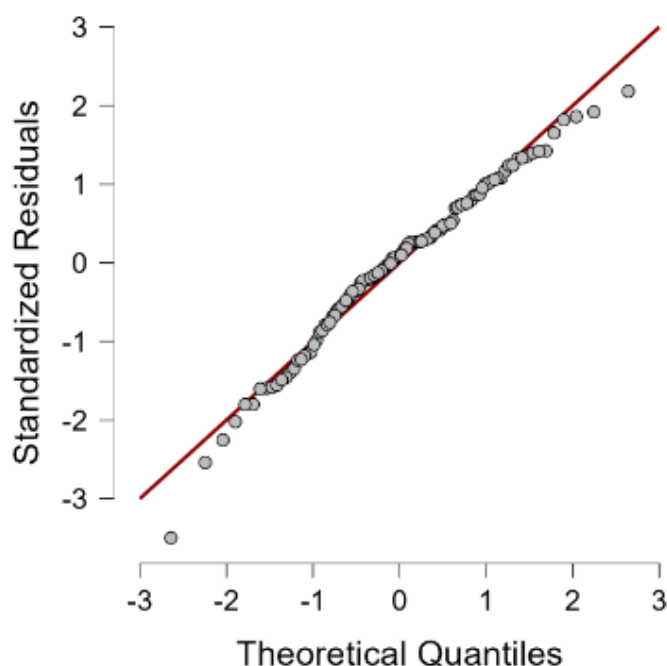
Coefficients

Model		Unstandardized	Standard Error	Standardized	t	p
H ₀	(Intercept)	37.626	0.544		69.166	< .001
H ₁	(Intercept)	20.933	4.389		4.770	< .001
	Gemiddelde voereffici.ntie	10.440	2.726	0.331	3.830	< .001

Descriptives

	N	Mean	SD	SE
Gemiddelde kg FPCM	121	37.626	5.984	0.544
Gemiddelde voereffici.ntie	121	1.599	0.190	0.017

Q-Q Plot Standardized Residuals



Bijlage 3 – Schriftelijk rapporteren

Checklist Schriftelijk Rapporteren

Naam: Klas: Datum:

Titel verslag/rapport:

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!

1. Het taalgebruik:

- ☐ 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 stijl)*
- ☐ Laat een zakelijke en actieve schrijfstijl zien*
- ☐ Bevat geen persoonlijke voornaamwoorden*

2. Het rapport/verslag:

- ☐ Is ingebonden (hard copy)*
- ☐ Is vrij van plagiaat* (zie onderwijsexamenregeling)

3. De omslag:

- ☐ Bevat de titel
- ☐ Vermeldt de auteur(s)

4. De titelpagina/het titelblad:

- ☐ Heeft een specifieke titel*
- ☐ Vermeldt de auteur(s)*
- ☐ Vermeldt de plaats en de datum*
- ☐ Vermeldt de opdrachtgever(s)*

5. Het voorwoord:

- ☐ Bevat de persoonlijke aanleiding tot het schrijven van het rapport/verslag
- ☐ Bevat persoonlijke bedankjes (persoonlijke voornaamwoorden toegestaan)

6. De inhoudsopgave:

- ☐ Vermeldt alle genummerde onderdelen van het rapport/verslag*
- ☐ Vermeldt de samenvatting en de bijlage(n)
- ☐ Is overzichtelijk
- ☐ Heeft een correcte paginaverwijzing

7. De samenvatting:

- ☐ 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):

- ☐ 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:

- ☐ Beschrijft de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Past bij de onderzoeksvraag/vragen*
- ☐ Beschrijft de variabelen/eenheden
- ☐ Beschrijft de methode van data-analyse

10. De (opmaak van de) kern:

- ☐ Bestaat uit genummerde hoofdstukken en (sub)paragrafen (maximaal drie niveaus)*
- ☐ Deze zijn verschillend in opmaak*
- ☐ De hoofdstukken en (sub)paragrafen hebben een passende titel
- ☐ Een hoofdstuk beslaat 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 figuur)*
- ☐ De tabellen zijn (door) genummerd en hebben een passende titel (boven de tabel)*
- ☐ 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:

- ☐ 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:

- ☐ De conclusies zijn gebaseerd op relevante feiten
- ☐ De aanbevelingen zijn gebaseerd op relevante feiten
- ☐ Bevatten geen nieuwe informatie*

13. De bronvermelding:

- ☐ In de tekst is conform de geldende APA-normen* (zie intranet Mediatheek)

14. De literatuurlijst:

- ☐ Is opgesteld conform de geldende APA-normen* (zie intranet Mediatheek)

15. De bijlagen:

- ☐ Zijn genummerd
- ☐ Zijn voorzien van een passende titel
- ☐ Bevatten geen eigen analyse