

Direct energiegebruik in de melkveehouderij, invloed van bedrijfsfactoren.

**Accountantskantoor
Flynth**

Afstudeerscriptie



Arnhem, augustus 2015] Lizanne Mandersloot

Direct energiegebruik in de melkveehouderij, invloed van bedrijfsfactoren.

Student:

Lizanne Mandersloot
3008937

lizanne-m@hotmail.com

0613590615

Onderwijsinstelling:

CAH Vilentum
De Drieslag 4,
8251 JZ Dronen

Opleiding:

Bedrijfskunde & Agribusiness
Financiële Dienstverlening Agrarisch

Begeleidend docent CAH:

Tjerk Geersing
t.geersing@cahvilentum.nl

Opdrachtgever:

FLYNTH accountants en adviseurs
Hoofdkantoor Arnhem
Meander 261
6825 MC Arnhem

Begeleider Flynth:

Henk van Dijk
Stafmedewerker Agro-advies
h.vandijk@flynth.nl

Arnhem, augustus 2015

Voorwoord

Deze afstudeerscriptie is geschreven ter afsluiting van mijn opleiding Financiële Dienstverlening Agrarisch aan de CAH Vilentum te Dronten. Voor deze afstudeerscriptie heb ik stage gelopen bij Adviseurs en accountantskantoor Flynth, hier heb ik mij bezig gehouden met onderzoek naar het energieverbruik op melkveebedrijven en het opstellen van de duurzaamheidskengetallen 2014.

Uit de opgestelde duurzaamheidsdoelen door de duurzame zuivelketen, blijkt dat energiereductie in de melkveesector nodig is. Door mijn interesse in de wijze waarop dit kan worden gerealiseerd ben ik tot dit onderzoek gekomen. Er wordt in dit onderzoek, gekeken naar de verbanden die er liggen tussen bedrijfsfactoren en het energiegebruik. De hierbij passende hoofdvraag is; Welke bedrijfsfactoren zijn van belang voor de melkveehouders om het directe energiegebruik te reduceren?

Dit verslag is geschreven voor de adviseurs van Flynth, om meer inzicht te geven in energiegebruik in de toekomst. Ook is dit verslag voor andere mensen die geïnteresseerd zijn in het energiegebruik op melkveebedrijven aan de hand van bedrijfsfactoren. Ik wil graag Dhr. H. van Dijk, bedrijfskundig adviseur bij Flynth, bedanken voor de tips en adviezen tijdens het schrijven van mijn scriptie. Daarnaast wil ik Flynth bedanken voor het stageadres en het beschikbaar stellen van de gegevens voor het onderzoek. Tevens wil ik Dhr. T. Geersing bedanken dat hij mijn afstudeerdocent wilde zijn.

Arnhem, augustus 2015

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	3
Inhoudsopgave.....	4
Samenvatting	6
Zusammenfassung	7
1. Inleiding.....	8
1.1. Probleemstelling.....	8
1.2. Hypotheses	9
1.3. Doelstelling	9
1.4. Werkwijze.....	10
1.5. Leeswijzer	10
2. Inzicht in energiebesparing.....	11
2.1. Energiebesparing 2020	11
2.1.1. Duurzame zuivelketen.....	11
2.1.2. Doelen 2020.....	11
2.2. Direct en indirect energiegebruik in de melkveehouderij.....	13
2.2.1. Indirect energiegebruik.....	13
2.2.2. Direct energiegebruik	13
2.3. Maatregelen tot besparing in het energieverbruik.....	14
2.3.1. Energiebesparing	14
2.3.2. Elektriciteitsbesparing	14
2.3.3. Dieselbesparing	15
3. Invloed bedrijfsfactoren	17
3.1. Onderzoeksgegevens	17
3.1.1. Algemeen.....	17
3.1.2. Elektra.....	17
3.1.3. Diesel.....	17
3.2. Algemene bedrijfsgegevens	18
3.3. Melksysteem	19
3.3.1. Invloed conventioneel of automatisch melksysteem	19
3.3.2. Resultaat melksysteem	20
3.3.3. Conclusie melksysteem.....	24
3.4. Beweiden	25
3.4.1. Invloed beweiden of opstallen	25
3.4.2. Resultaat weidegang.....	26
3.4.3. Conclusie weidesysteem.....	31

3.5.	Intensiteit.....	31
3.5.1.	Invloed intensiteit	31
3.5.2.	Resultaat intensiteit.....	32
3.5.3.	Conclusie intensiteit	34
3.6.	Combinatie bedrijfsfactoren.....	34
3.6.1.	Conclusie combinatie bedrijfsfactoren	36
4.	Conclusies.....	37
4.1.	Deelvragen.....	37
4.2.	Hypotheses	38
4.3.	Hoofdvraag	38
5.	Aanbevelingen	40
6.	Bronnenlijst	41
	Bijlage 1: Elektriciteitsbesparing	42
	Bijlage 2: Dieselbesparing	44
	Bijlage 3: Combinatietabellen	46
	Bijlage 4: Checklist schriftelijk rapporteren	47

Samenvatting

Welke bedrijfsfactoren zijn van invloed op het directe energiegebruik en met welke maatregelen kan het directe energiegebruik worden gereduceerd. Dit is waar het in dit onderzoek over gaat.

Aanleiding en doel

Het reduceren van het energiegebruik in de melkveehouderijsector is een belangrijk doel binnen de opgestelde doelen van de Duurzame zuivelketen voor 2020. Het is belangrijk dat het gebruik van diesel en elektriciteit omlaag gebracht wordt, omdat directe energie steeds schaarser wordt. Met dit onderzoek wordt meer duidelijkheid gecreëerd over het energiegebruik in de melkveehouderij. Hiermee kunnen adviseurs van Flynth gericht in gesprek met de melkveehouders.

Bevindingen

Uit de literatuurstudie blijkt dat er genoeg maatregelen zijn om het directe energiegebruik te reduceren, deze zijn opgenomen in bijlage 1 en 2. In het onderzoek naar de invloed van bedrijfsfactoren op het energiegebruik wordt er gekeken naar het type melksysteem, weidegang en intensiteit van het bedrijf.

Met een conventioneel melksysteem ligt het elektriciteitsgebruik gemiddeld 9 kWh(11,5%) per 1.000 kg melk lager dan met een automatisch melksysteem.

Het verschil tussen weiden en opstallen is voor het elektriciteitsgebruik 2 kWh(3%) per 1.000 kg melk en voor het dieselverbruik 5 kWh(3,5%) per 1.000 kg melk. De bedrijven die gebruik maken van weidegang hebben dus een lager energiegebruik.

Bij het onderzoek naar de intensiteit van het bedrijf wordt er gekeken naar de intensiteit per hectare, het productieniveau van de koe en de bedrijfsomvang. Hieruit komt naar voren dat het energiegebruik daalt naarmate de intensiteit per hectare en het productieniveau per koe stijgt.

Gekeken naar het conventioneel melksysteem heeft de bedrijfsomvang effect op het elektriciteitsgebruik. Zo blijkt dat het hoogste productieniveau 11 kWh(15%) per 1.000 kg melk minder verbruikt dan het laagste productieniveau. Hetzelfde geldt voor weidegang, Waarbij tussen het hoogste en laagste productieniveau het energiegebruik daalt met 6kWh(9%) per 1.000 kg melk

Conclusie

Er zijn voor dit onderzoek combinaties gemaakt van de bedrijfsfactoren. Hieruit blijkt dat bedrijven die beweiden en melken met een conventioneel melksysteem de hoogste energie-efficiëntie hebben. Dit scheelt 21 kWh(10%) per 1.000 kg melk vergeleken met bedrijven die melken met een automatisch melksysteem en aan weidegang doen. Het is mogelijk om het energiegebruik te reduceren met behulp van de maatregelen op het dieselverbruik en elektriciteitsgebruik. Tevens kunnen bedrijfsfactoren worden aangepast, afhankelijk van de bedrijfsvoering van het bedrijf.

Zusammenfassung

Welche Betriebselemente haben Einfluss auf den direkten Energieverbrauch und mit welchen Maßnahmen kann der direkte Energieverbrauch reduziert werden? Das ist das Thema dieser Forschungsarbeit.

Der Anlass und das Ziel

Das Reduzieren des Energieverbrauches im Milchviehsektor ist ein wichtiges Ziel des Programmes: “duurzame zuivelketen voor 2020” (Nachhaltige Molkereikette für das Jahr 2020). Es ist wichtig, dass der Verbrauch von Diesel und Elektrizität gesenkt wird, weil direkte Energiequellen immer knapper werden. Mit dieser Forschungsarbeit wird mehr Deutlichkeit geschaffen, wieviel Energie im Milchviehsektor verbraucht wird. Mit diesen Informationen sind die Berater von Flynth bessere Gesprächspartner für ihre Kunden.

Ergebnisse

Aus der Literatur ergibt sich, dass es ausreichende Maßnahmen gibt, um den direkten Energieverbrauch zu senken; diese sind als Beilage 1 und 2 in die Forschungsarbeit aufgenommen. In dieser Arbeit werden in Bezug auf die Betriebselemente, die Einfluss auf den direkten Energieverbrauch haben, das Milchsysteem, der Weidegang der Kühe und die Intensität des Betriebes erörtert.

Bei einem konventionellen Milchsysteem liegt der Elektrizitätsverbrauch mit durchschnittlich 9 kWh (11,5%) pro 1.000 kg Milch niedriger als bei einem automatischem Milchsysteem.

Der Unterschied zwischen Weidegang und Stallhaltung der Kühe beläuft sich in Bezug auf den Elektrizitätsverbrauch auf 2 kWh (3%) pro 1.000 kg Milch und in Bezug auf den Dieselverbrauch auf 5 kWh (3,5%) pro 1.000 kg Milch. Die Milchviehbetriebe, die Gebrauch machen von Weidegang, haben also einen niedrigeren Energieverbrauch.

Bei der Erörterung der Intensität des Betriebes wird nach der Intensität pro Hektar, dem Produktionsniveau der Kuh und der Größe des Betriebes geschaut. Dabei stellt sich heraus, dass der Energieverbrauch in dem Maße sinkt, wie die Intensität pro Hektar und das Produktionsniveau pro Kuh steigt.

Beim konventionellen Milchsysteem hat die Größe des Betriebes Einfluss auf den Elektrizitätsverbrauch. Es stellt sich heraus, dass bei dem maximalen Produktionsniveau 11 kWh (15%) pro 1.000 kg Milch weniger Energie gebraucht wird als bei dem minimalen Produktionsniveau. Gleiches gilt für den Weidegang, wobei zwischen dem maximalen und dem minimalen Produktionsniveau der Elektrizitätsverbrauch mit 6 kWh (9%) pro 1.000 kg Milch zurückgeht.

Schlussbemerkung

Für diese Forschungsarbeit sind Betriebselemente kombiniert worden. Es hat sich heraus gestellt, dass Betriebe mit Weidegang und einem konventionellen Milchsysteem die höchste Energieeffizienz haben, und zwar mit einem Unterschied von 21 kWh (10%) pro 1.000 kg Milch verglichen mit Betrieben mit Weidegang und einem automatischem Milchsysteem. Es ist möglich, den Energieverbrauch mit Hilfe von Maßnahmen im Bereich des Diesel- und Elektrizitätsverbrauchs zu reduzieren. Außerdem können auch Betriebselemente angepasst werden; dies ist abhängig von der Bewirtschaftungsform des Betriebes.

1. Inleiding

In dit rapport worden de invloeden van de bedrijfsfactoren op het directe energieverbruik bekeken. Tevens wordt ook gekeken naar welke maatregelen er genomen kunnen worden om het energieverbruik te reduceren. De wijze waarop melkveehouders tot de doelstelling voor 2020 kunnen komen, staat centraal. De adviseurs kunnen aan de hand van dit onderzoek het reduceren van energieverbruik beter bespreekbaar maken bij hun cliënten, melkveehouders van Flynth, daarmee de onwetendheid over dit onderwerp verminderen.

1.1. Probleemstelling

Het produceren van duurzame energie wordt in de toekomst steeds belangrijker voor de melkveehouderij. De fossiele brandstoffen raken steeds verder op. Voor een deel van de Nederlandse melkveebedrijven is het mogelijk om over te gaan op duurzame geproduceerde energie, denk hierbij aan zonne- en windenergie. Windmolens mogen alleen niet overal geplaatst worden, ook is niet elk dak geschikt om zonnepanelen op te plaatsen. Welke maatregelen kunnen melkveehouders nemen om toch te voldoen aan de eisen die de duurzame zuivelketen heeft opgesteld voor 2020. En welke factoren en managementkeuzes hebben een grote invloed op het directe energieverbruik.

In het verleden is er onderzoek gedaan naar een aantal factoren. Deze factoren zijn onderzocht aan de hand van bedrijfsplannen, die zijn doorgerekend met behulp van modellen. De bedrijfsplannen verschillen in melkproductieniveau, beweidingstelsel en quotum per hectare, verder zijn er een aantal plannen gemaakt met automatische melksystemen¹. Dit onderzoek is gedaan aan de hand van modellen en is inmiddels verouderd (1994). In geen enkel onderzoek komt naar voren wat de invloed is van het management op het energieverbruik, aan de hand van werkelijke gegevens. Flynth heeft een grote database met werkelijke gegevens, waarmee de invloed op energieverbruik bepaald kan worden met betrekking tot de factoren beweiding, melk per hectare, melkproductie per koe, productieomvang en het melkstelsel.

Uit onderzoek naar de verduurzaming in de zuivelketen onder melkveehouders en adviseurs blijkt, dat er vooral veel onwetendheid heerst.

De te beantwoorden *hoofdvraag* luidt:

Welke bedrijfsfactoren zijn van belang voor de melkveehouders om het directe energieverbruik te reduceren?

Het inzicht in het energieverbruik op melkveebedrijven wordt gecreëerd door het beantwoorden van de volgende deelvragen:

- Wat moet er bereikt zijn aan energiebesparing in 2020?
- Wat is het verschil tussen direct en indirect energieverbruik in de melkveehouderij?
- Hoe liggen de verhoudingen in direct en indirect energieverbruik in de melkveehouderij?
- Welke maatregelen kun je nemen om het elektriciteitsgebruik op bedrijfsniveau omlaag te brengen?
- Welke maatregelen kun je nemen om het dieselverbruik op bedrijfsniveau omlaag te brengen?
- Wat is de invloed van verschillende melksystemen op het energieverbruik van een bedrijf?
- Levert beweiden een lager energieverbruik op, dan wanneer het vee het hele jaar op stal staat?
- Wat is de invloed van de kilogrammen melk per hectare op het energieverbruik?
- Wat is de invloed van de kilogrammen melk per koe op het energieverbruik?
- Wat is de invloed van de geleverde kilogrammen melk per bedrijf op het energieverbruik?

¹ <http://edepot.wur.nl/41172>

1.2. Hypotheses

Op dit moment kunnen er een aantal hypotheses geformuleerd worden over welke invloed bepaalde factoren hebben op het energiegebruik in de melkveehouderij.

Het directe energiegebruik is afhankelijk van het verbruik van elektra en diesel², dit zal de komende jaren vanwege de duurzaamheidsdoelen omlaag gebracht moeten worden.

Er is een verband tussen type melkwinning en de hoogte van het energiegebruik. Een automatisch melksysteem zal meer energie vragen als een conventioneel melksysteem. Toch kunnen de uitkomsten zeer afwijkend zijn. Dit is afhankelijk van de bedrijfsvoering van het melkveebedrijf, denk hierbij aan het type stal en het aantal koeien.

Wanneer een melkveehouder het hele jaar zijn vee op stal houdt, zal hij een hoger energiegebruik hebben. Dit wordt veroorzaakt doordat het gras met de trekker (diesel) van het land gehaald wordt en de mest er niet door het vee zelf opgebracht wordt.

Er is tot op heden niet bekend of er een verband is tussen het energiegebruik en de intensiteit op een melkveebedrijf, logischerwijs zou een intensief bedrijf meer van zijn land vragen dan een extensief bedrijf en hierdoor een hoger energiegebruik per hectare hebben. Een intensief bedrijf heeft in verhouding wel dezelfde voerhoeveelheid per koe nodig als een extensief bedrijf, het aankopen van extra voer en meer tijd kwijt zijn aan voeren zorgen er voor dat het energiegebruik stijgen zal per hectare. Het voeren kost diesel, dus energiegebruik. Per kg melk zal het energie gebruik wel lager liggen dan op een extensief bedrijf, dit omdat het aangekochte ruwvoer niet zelf geteeld is.

Een helder beeld over welke factoren van belang zijn. Kan adviseurs helpen om de melkveehouders te helpen bij het omlaag brengen van het energiegebruik. Tevens kan er advies gegeven worden, over welke factoren een grote rol spelen en welke minder belangrijk zijn voor de toekomst.

1.3. Doelstelling

Het doel van deze afstudeerscriptie is het aanleveren van een verslag, waarin wordt aangegeven hoe melkveehouders in de toekomst hun directe energie kunnen reduceren. Dit om te voldoen aan de duurzaamheidsdoelen die gesteld zijn voor 2020. Het accent ligt hierbij op de invloed van een aantal punten welke verder uitgewerkt zullen worden, denk hierbij aan wel of niet weiden, keuze van het melksysteem en de intensiteit van het bedrijf.

De doelgroep, de melkveehouders, kan door de adviseurs geadviseerd worden over waar er nog een besparing behaald kan worden om het energiegebruik omlaag te brengen. De adviseurs krijgen aan de hand van dit verslag meer inzicht in waar er nog aanpassingen gedaan kunnen worden en welke factoren zwaarder meewegen in het energiegebruik.

Behalve het overhandigen van het verslag aan Flynth, wordt een presentatie gehouden voor de staf van Agro Advies op het hoofdkantoor in Arnhem. Naar aanleiding van de presentatie is het mogelijk om vragen te stellen, de staf van Agro Advies kan dan deze kennis uitdragen naar de adviseurs. De uitkomst van het onderzoek zal in een artikel op intranet geplaatst worden, dit is de digitale informatievoorziening van Flynth.

² <http://edepot.wur.nl/34030>

1.4. Werkwijze

De werkwijze bestaat uit twee fasen: een literatuurstudie en een onderzoek.

Literatuurstudie

Van verschillende organisaties zijn er literatuurstukken verzameld. De organisaties komen voort uit de overheid, de zuivel verwerkende industrie en belangen organisaties. Ieder heeft met een eigen insteek onderzoek gedaan of een toevoeging gegeven op dit onderwerp. Met deze insteek kunnen er een aantal vragen beantwoord worden.

Onderzoek

Het onderzoek zal gedaan worden aan de hand van een database met energie- en productiedata van ruim 500 melkveebedrijven van Flynth. Het is een kwantitatief onderzoek. Er zal gekeken worden naar de verbanden tussen de verschillende factoren en de hoogte van het energiegebruik. Uit het onderzoek komt naar voren op welke factoren energiebesparing behaald kan worden, door verschillende factoren samen te voegen en te kijken hoe dit uitpakt op het energiegebruik. Dit kunnen de adviseurs dan gebruiken wanneer ze advies geven over energiebesparing voor de duurzaamheidsdoelen.

1.5. Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft meer inzicht in energiebesparing, de doelen, de verschillen en de maatregelen. In hoofdstuk 3 wordt de invloed van de bedrijfsfactoren op het energiegebruik behandeld, hier worden de onderzoeksresultaten besproken. Na het onderzoek kan de hoofdvraag beantwoord worden. Dit zal vervolgens in de conclusie worden besproken, daarop volgende worden de aanbevelingen gegeven.

2. Inzicht in energiebesparing

In dit hoofdstuk worden de eerste vijf deelvragen behandeld. De beantwoording van deze vragen geeft meer inzicht over de doelen en de mogelijke maatregelen op het gebied van energiebesparing.

2.1. Energiebesparing 2020

In deze paragraaf wordt ingegaan op de Duurzame Zuivelketen en welke doelen er gesteld zijn voor 2020 in de zuivelsector op het gebied van klimaat en energie. Dit beantwoordt de deelvraag “Wat moet er bereikt zijn aan energiebesparing in 2020?”.

2.1.1. Duurzame zuivelketen

In de veehouderijsector wordt het duurzaam produceren steeds belangrijker. In januari 2014 is ZuivelNL opgericht door LTO Nederland (LTO) en de Nederlandse Zuivel Organisatie (NZO), als ketenorganisatie van de zuivelsector. De ketenorganisatie is voor de overheid en derden het neutrale aanspreekpunt van de zuivelsector. ZuivelNL is het platform waar afspraken over gezamenlijke regelingen en financiering tot stand komen, onder andere de doelen voor de Duurzame zuivelketen. De duurzame zuivelketen is onderverdeeld in 4 gebieden, hieronder genoemd:

- Klimaat en energie
- Diergezondheid en dierenwelzijn
- Weidegang
- Biodiversiteit en milieu

Binnen deze 4 gebieden wil de Duurzame zuivelketen bereiken dat er een klimaat neutrale ontwikkeling plaatsvindt, behoud van weidegang, dat er continue verbetering van dierenwelzijn en diergezondheid is en het behoud van biodiversiteit en milieu.

Hiermee streven de zuivelondernemingen(NZO) en melkveehouders(LTO) via de Duurzame Zuivelketen gezamenlijk naar een toekomstbestendige en verantwoorde zuivelsector.

Hieronder wordt verstaan, een sector:

- waar we veilig en met plezier werken;
- waar een goed inkomen wordt verdiend;
- die kwalitatief hoogwaardige voeding produceert;
- waar we met respect omgaan met dier en milieu;
- die wordt gewaardeerd.³

2.1.2. Doelen 2020

De duurzame zuivelketen wil het energiegebruik reduceren, hieronder staan de doelen geformuleerd voor het gebied “Klimaat en energie”:

- 30% reductie van broeikasgassen in 2020 ten opzichte van 1990, inclusief klimaat neutrale groei ten opzichte van 2011.
- 16% duurzame energie in 2020 in de zuivelketen.
- 2% energie-efficiency per jaar (1,5% fabrieken en 0,5% keten) en in totaal 30% energie-efficiency in de periode 2005-2020, 2% energiebesparing per jaar bij veehouders.

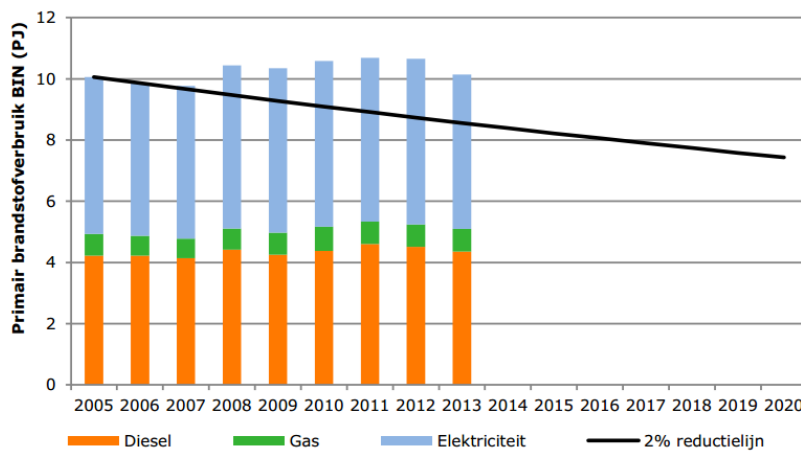
In 2013 was de doelstelling van de Duurzame Zuivelketen om:

- Voor de gehele zuivelketen (melkveehouderij + melkverwerking) een verbetering van de energie-efficiency te realiseren van 30% in de periode 2005-2020. Hiermee geeft deze invulling aan de meerjarenafspraken (alleen betrekking op de zuivelindustrie) voor de zuivelsectoren.

³ <http://www.duurzamezuivelketen.nl/files/gedetailleerde-doelen-duurzame-zuivelketen.pdf>

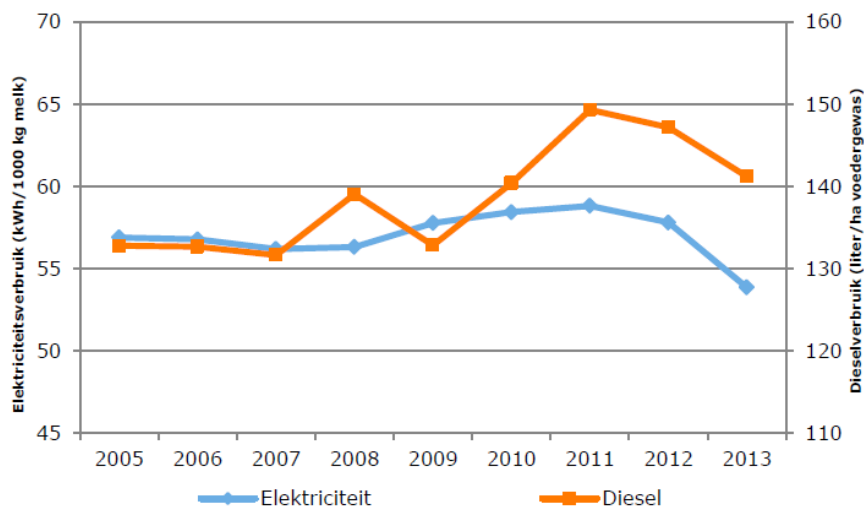
– In de melkveehouderij een absolute energiebesparing te realiseren van 2% per jaar op het directe energiegebruik.

Hiermee wordt invulling gegeven aan het convenant Schone en Zuinige Agrosectoren.



Figuur 1.1. Verloop primair brandstofgebruik (PJ) in melkveehouderij in relatie tot doelstelling (jaarlijks 2% energiebesparing).
(bron: Informatienet, CBS Landbouwtelling, Productschap Zuivel (2014))

Zoals in figuur 1.1 te zien is, ligt de doelstelling niet helemaal in lijn met hoe de werkelijke resultaten momenteel zijn. In 2013 ligt het totale energiegebruik op 10.1 PJ, terwijl dit had 8,5 PJ had moeten zijn. Van dit verbruik komt 50% voor rekening van de elektriciteit, 7% voor het gas en 43% voor de diesel. Het hogere energiegebruik bekeken over de gehele melkveehouderijsector kan grotendeels verklaard worden door de toename van het productievolume. Figuur 1.2 laat zien dat er per 1.000 kg melk wel een daling heeft plaats gevonden in het energiegebruik.



Figuur 1.2. Ontwikkeling van elektriciteits- (kWh per 1.000 kg melk) en dieselgebruik (liter per ha) in de melkveehouderij, 2005-2013. (bron: Informatienet)⁴

Het doel is om in 2020 in de melkveehouderijsector een energiegebruik van 7,38 PJ te halen, dit is een zeer optimistisch streven, maar wel haalbaar met de juiste aanpassingen. 7,38 PJ komt overeen met een totaal van 2,05 miljard kWh in 2020 in de melkveehouderij.

⁴ <http://www.duurzamezuivelketen.nl/files/sectorrapportage-duurzame-zuivelketen.pdf>

2.2. Direct en indirect energieverbruik in de melkveehouderij

De verdieping ligt op het directe energieverbruik. Maar wat is dan indirect gebruik en wat valt er onder direct energieverbruik. Dit geeft antwoord op “Wat is het verschil tussen direct en indirect energieverbruik in de melkveehouderij?” en “Hoe liggen de verhoudingen in direct en indirect energieverbruik in de melkveehouderij?”

2.2.1. Indirect energieverbruik

Het energieverbruik wordt opgesplitst in een direct gedeelte en een indirect gedeelte. Het indirecte energieverbruik betreft energie die wordt aangekocht door het bedrijf. Het gaat om goederen en diensten die door het bedrijf gebruikt worden, maar geen energiedragers zijn. Bij de productie en levering van deze goederen is wel energie gebruikt. Denk aan bijvoorbeeld krachtvoer, hiervoor is energie nodig voor de teelt en verwerking van de grondstoffen en voor het transport van deze grondstoffen naar Nederland. In Nederland wordt daaraan nog energie voor de productie van het krachtvoer en het transport van krachtvoer van de fabriek naar het melkveebedrijf aan toegevoegd.

In 1981 is er onderzoek gedaan naar de verdeling van het energieverbruik over verschillende onderdelen van een melkveebedrijf in procenten. In 1994 is dit onderzoek verder uitgewerkt, hieruit blijkt dat directe energie maar een klein deel is van het energieverbruik op een melkveebedrijf. Uit meerdere berekeningen kan geconcludeerd worden dat het indirecte energieverbruik het grootste deel (80 tot 90 %) uitmaakt van het energieverbruik. Hierin zijn krachtvoer en kunstmest de grootste energieverbruikers. Verder bestaat indirecte energie uit de productie en levering van werktuigen, trekkers en melkmachines, de gebouwen, erfverharding en kavelpaden, de diensten (KI, boekhouding), voeropslag en aangekocht ruwvoer. Op het krachtvoer en de kunstmest na zijn de overige posten relatief klein. Loonwerk is normaliter een dienst en zou dus vallen onder het indirecte gebruik, omdat de omrekening van het dieselverbruik per hectare eenvoudig te maken is, is er gekozen om deze onder het directe energieverbruik te plaatsen.

2.2.2. Direct energieverbruik

Het directe gebruik bestaat uit het gebruik van primaire en secundaire energiedragers. Primaire energiedragers zijn fossiele dan wel minerale grondstoffen die geschikt zijn voor de opwekking van energie, zoals steenkool en aardgas. Secundaire energiedragers zijn via één of meerdere omzettingen afgeleid van primaire energiedragers. Denk hierbij aan elektriciteit en dieselolie.⁵

Het directe gebruik neemt maar een klein deel (15 tot 20%) van het energieverbruik. Volgens het onderzoek uit 1994 is ongeveer een derde hiervan voor het dieselverbruik. Dit blijkt in nieuwere onderzoeken van het Agentschap NL over dieselbesparing wel 60% te zijn. De trend is dat het dieselverbruik stijgt door meer opstallen en daarmee meer voederwinning en mest uitrijden. Het overige deel van het energieverbruik zit in het elektriciteitsgebruik. Van dit elektriciteitsgebruik neemt het melk- en koelproces twee derde in beslag. Onderstaande laat zien hoe het energieverbruik is verdeeld voor het produceren van 1 liter melk.⁶

37%	-melkwinning	3%	-motoren/pompen
26%	-melkkoeling	1%	-kantoorautomatisering
22%	-reiniging	2%	-overig
9%	-verlichting		

Voor het directe energieverbruik geldt dat er nog heel veel bespaard kan worden. Dit zal worden besproken in de volgende paragraaf.

⁵ <http://edepot.wur.nl/34030>

⁶ <http://edepot.wur.nl/305557>

2.3. Maatregelen tot besparing in het energieverbruik

In deze paragraaf wordt er gekeken naar mogelijke besparingen op het energiegebruik en daarmee de besparing op de kosten. Hiermee worden de deelvragen “Welke maatregelen kun je nemen om het elektriciteitsgebruik op bedrijfsniveau omlaag te brengen?” en “Welke maatregelen kun je nemen om het dieselverbruik op bedrijfsniveau omlaag te brengen?” beantwoord.

2.3.1. Energiebesparing

Energiebesparing betekent een vermindering of geen gebruik meer van energie. Het reduceren hiervan kan simpelweg door geen gebruik te maken van energie. Een tweede methode om energie te besparen, is door er efficiënter mee om te gaan. Dit zou betekenen, het zelfde doen met minder energie. Denk aan bijvoorbeeld energiezuinigere verlichting, het zelfde licht maar met minder energiegebruik. Hoewel de kosten voor elektriciteit en diesel niet de grootste kosten posten zijn op melkveebedrijven, zijn de verschillen tussen de kosten per bedrijf aanzienlijk. Met enkele simpele aanpassingen en afstelling zijn er grote verschillen haalbaar. Hiermee kan het energiegebruik behoorlijk reduceren.

2.3.2. Elektriciteitsbesparing

Elektriciteit wordt voornamelijk gebruikt voor de melkwinning, de melkkoeling, de warmwatervoorziening, de drinkwatervoorziening en de verlichting. In de melkveehouderij neemt het aantal elektrische apparaten toe, dit komt door automatisering en de verbeteringen op het gebied van dierenwelzijn. Bij deze apparaten kan er gedacht worden aan kalverdrinkautomaten, ventilatoren, krachtvoerboxen, mestschuiven/robot, signaleringssystemen, koe-borstels en tegenwoordig ook steeds vaker aan automatische voer- en melksystemen,

Bij een gemiddeld Nederland bedrijf met 80 melkkoeien zal voor de productie van 1.000 liter melk ongeveer 49 kWh (bron: DLV) aan elektriciteit nodig zijn. Toch ligt dit nog heel erg hoog als je bedenkt dat er ook bedrijven zijn die met 25 kWh hetzelfde produceren. Dat deze verschillen zo groot zijn bewijst dat er nog veel melkveehouders zich niet bewust zijn van hun elektriciteitsgebruik op het bedrijf. De kosten die dit met zich meebrengen zijn er wel degelijk. Bij een besparing van 15kWh per 1.000 liter melk, zal dit bij een bedrijf van 800.000 kilogram melk snel €1.200 euro per jaar opleveren. De berekening is 15 kWh per 1.000 kg melk maal de 800.000 kg melk is 12.000 kWh besparing. Deze besparing in kWh maal de elektriciteitsprijs van 10 cent is €1.200. In het traject 10.000 kWh tot 50.000 kWh per bedrijf is de stroomprijs ± 5,5 cent en de milieuheffing ± 4,5 cent. De prijzen voor elektriciteit zijn stijgende, dus is dit zeker iets om serieus naar te gaan kijken.

Er zijn eenvoudige oplossingen te bedenken om deze kosten en het gebruik omlaag te brengen. Bij een nieuw gebouwde stal, zal dit een stuk makkelijker zijn omdat er bij de nieuwbouw rekening gehouden kan worden met een energiezuinige inrichting. Toch is bij nieuwbouw is de kans groot dat het energiegebruik door de verlichting zal stijgen. Verlichting neemt ongeveer 15% van het totale energiegebruik op zich. Doordat de norm is gesteld op 150 lux, zal er ondanks de zuinigste verlichting een stijging plaatsvinden. Oudere verlichting zit op een lagere lux en het gebruik daarvan is lager. Voor bedrijven is het verstandig om een energiescan te laten uitvoeren, om bepaalde afstellingen te optimaliseren en te kijken waar het energiegebruik gereduceerd kan worden.

Steeds meer melkveehouders schaffen een voorkoeler aan. Let er hierbij dan op dat de toevoer van melk naar de voorkoeler beperkt wordt, omdat een kleine hoeveelheid melk is beter te koelen. Ook wordt er meer rekening gehouden met de isolatie van de warmwaterleidingen en spoelbakken. Belangrijk is om het tanklokaal koel te houden, zodat de tank de melk makkelijker kan koelen. Om het energiegebruik omlaag te brengen is op de grote bedrijven of bedrijven met een automatisch melksysteem de aanschaf van een zonneboiler een goede oplossing. De warmte komt dan voort vanuit de zon en niet vanaf de

elektriciteitsaansluiting. Ook kan er gedacht worden aan warmteterugwinning, de warmte zal worden opgeslagen voor de reiniging. Hierdoor hoeft de boiler geen koud water op te warmen maar is het water voorverwarmd. Houd rekening met lekstroom, het energiegebruik kan hierdoor veel hoger liggen waardoor de kosten per jaar behoorlijk op kunnen lopen.⁷

In bijlage 1 is een tabel opgenomen, hierin staat overzichtelijk aangegeven welke investeringen en eenvoudige maatregelen er zijn om uw elektriciteitsgebruik te reduceren.⁸

2.3.3. Dieselbesparing

In de melkveehouderij wordt diesel voornamelijk gebruikt voor de voederwinning en het voeren. De intensiteit van het bedrijf, en daarmee de mate waarin de loonwerker gebruikt wordt, de afstanden tot aan de percelen vanaf het bedrijf, het bouwplan, het voerbeleid en de samenstelling van het werktuigenpark naast het rijgedrag bepalen het totale dieselverbruik. Al deze factoren zorgen ervoor dat er veel variatie zit in het verbruik tussen bedrijven.

Van de 60% (bron: Agentschap NL) van het totale energiegebruik die nu naar het diesilverbruik gaat, is volgens onderzoek 40% te besparen. Dit zou de kosten van een gemiddeld bedrijf volgens het LEI van €5000 tot €7000 euro per jaar kunnen reduceren met €2000 tot €3000 euro per jaar. Het verbruik per hectare ligt op ongeveer 135 liter, dit verschilt per bedrijf en omvang. Besparingen zijn te vinden in het rijgedrag van de bestuurder, denk hierbij aan het overschakelen op het juiste moment, niet bij 2500 toeren maar bij 1800, bij minder toeren daalt het diesilverbruik fors. De verhouding van trekker en werktuig is van belang, maar ook de capaciteit van deze machine. Bij een grotere capaciteit gaat het diesilverbruik per uur wel omhoog maar per hectare omlaag. Ook is de afstelling van machines en de hoeveelheid grondbewerking van belang, hierbij kan het gebruik van de spaaraftakas al 14% diesilverbruik besparen. De banden en de hierbij behorende bandenspanning kunnen ook veel besparing opleveren. Hoe groter de band, hoe beter de krachtomzetting naar de bodem, dit kan 15% tot 30% van de brandstof kosten, met grotere banden wordt hiermee bespaard op het diesilverbruik. Wanneer een trekker op banden staat met de juiste bandenspanning levert dit 20% snelheid op en 10% dieselbesparing. Maar bijvoorbeeld ook het onderhoud is van belang en zet de trekker uit in de pauzes.⁹

⁷ <http://edepot.wur.nl/305557>

⁸ <http://www.duurzamezuivelketen.nl/files/besparingsmogelijkheden.pdf>

⁹ http://agroenergie.nl/system/files/documenten/pagina/tips_brandstofbesparing.pdf

Agentschap NL heeft speciaal voor de dieselbesparing een brochure opgesteld met de top 10 maatregelen. De tabel staat hieronder, de uitleg per maatregel is duidelijk beschreven en opgenomen in bijlage 2. Hieronder is precies te zien hoe en waarop nog dieselbesparing te behalen valt.¹⁰

Tabel 3.1 Dieselbesparingsmaatregelen. (bron: Agentschap NL)

TABEL: TOP 10 DIESELBESPARINGSMAATREGELEN - Elke + is circa 5% besparing		
Maatregel	Korte toelichting	Effect
1. Rijgedrag	Verlaag het motortoerental door een hogere versnelling te kiezen en laat de trekker niet onnodig stationair draaien.	+++
2. Afstemming trekker / werktuig	Gebruik een trekker die hooguit 15% meer vermogen heeft dan wat maximaal nodig is.	+++
3. Bandenspanning	Zorg voor een juiste bandenspanning, gebruik bij veel afwisseling tussen weg en veld een drukwisselsysteem.	++
4. Grote bandenmaat	Een grotere bandenmaat verbetert de krachtomzetting naar de bodem en bespaart daarmee brandstof.	++
5. Zuinige trekker	Nieuwe trekkers zijn 10% zuiniger maar trekkers met te veel vermogen voor het werk zijn onzuinig.	++
6. Gewichtsverdeling	Breng extra front- en wielgewichten aan bij zware klussen.	++
7. Onderhoud	Voer regelmatig en goed onderhoud uit.	+
8. Goede afstelling en efficiënte werkbreedte	Bij grondbewerkingsmachines is afstelling (gelijke diepte en niet te diep) van groot belang. Een efficiënte werkbreedte bespaart tijd en energie.	+
9. Registreer diesel-gebruik (en loonwerk)	Metten is weten, door het verbruik te registreren is het mogelijk dit te vergelijken met dat van collega's.	+
10. Minder machine gebruik	Pas beweiding optimaal toe en verminder waar mogelijk grondbewerking (bijvoorbeeld voor herinzaai) en volveldsgebruik.	+ / +++

¹⁰ <http://www.duurzamezuivelketen.nl/files/dieselbesparing.pdf>

3. Invloed bedrijfsfactoren

In dit hoofdstuk worden de deelvragen over de invloed van een aantal bedrijfsfactoren op het directe energiegebruik behandeld. Het gaat hier om de bedrijfsfactoren melksysteem, beweiding en intensiteit op het bedrijf. Daaraan vooraf wordt er beschreven hoe de database geselecteerd is.

3.1. Onderzoeksgegevens

In deze paragraaf zal er worden gekeken naar waar de database op geselecteerd is om het geschikt te maken voor het onderzoek.

De energiebronnen die in dit onderzoek worden onderzocht zijn diesel en elektriciteit.

Melkveebedrijven maken gebruik van verschillende energiebronnen. Diesel, elektriciteit en aardgas zijn de meest voorkomende. In dit onderzoek wordt enkel gekeken naar diesel en elektriciteit. Onderzoek naar aardgas is lastig te realiseren en het gasverbruik is in verhouding tot elektriciteit en diesel maar een klein onderdeel van het energiegebruik op een melkveebedrijf. Het aardgasverbruik is van veel bedrijven niet bekend in de database. Wanneer het wel bekend is, zit er vaak een groot stuk privégebruik in verwerkt. Ook kan het zijn dat het bedrijf geen aardgas gebruikt omdat het propaangas of stookolie gebruikt.

De database voor dit onderzoek is samengesteld met de gegevens van bedrijven uit het jaar 2013. Deze database is compleet en groot genoeg om een onderzoek mee te doen. De gegevens van 2014 zijn nog niet compleet, omdat van veel bedrijven de jaarrekeningen nog afgerond moeten worden. Wanneer de database te klein is, is de uitslag van het onderzoek niet betrouwbaar genoeg om er conclusies uit te trekken. Daarom is er gekozen voor de gegevens van 2013. De database met energie- en productiedata van 2013 is gesorteerd zodat er een zuivere database overblijft.

3.1.1. Algemeen

De bedrijven zijn gesorteerd op het kalenderjaar 2013, gebroken boekjaren uitgesloten. Het moet een 100% gangbaar bedrijf zijn, Gemengde, biologische en bedrijven met zuivelverwerking zijn dan ook uit de database verwijderd. De bedrijven die zelf duurzame energie produceren zijn ook uit de database geschrapt, denk hierbij aan bedrijven met zonnepanelen of windmolens. Bedrijven die onder de 5000 kg melk per koe of onder de 250.000 kg melk totaal afgeleverd hebben zijn ook voor dit onderzoek niet gebruikt.

3.1.2. Elektra

De kosten moeten uitgesplitst zijn in gas, water, elektra en telefoonkosten, behalve wanneer het definitieve gebruik in kWh in het jaar 2013 bekend is, dan krijgt deze voorrang. Het elektriciteitsgebruik per 1.000 kg melk geeft de energie-efficiency van het bedrijf weer. Het doel is om zo duurzaam mogelijk om te gaan met energie en om kosten te besparen. Het elektriciteitsgebruik is inclusief privé gebruik, er is dus niet gecorrigeerd voor de fiscale eigen gebruiksnorm.

3.1.3. Diesel

Het aantal liters diesel is indirect verkregen door de brandstofkosten uit de jaarrekening te delen door een vaste norm (1,095ct, exclusief btw) per liter. Deze liters zijn vervolgens gedeeld door het aantal hectares grond in gebruik op het melkveehouderijbedrijf. Het indirecte diesilverbruik van de loonwerker is berekend door 19,75% van het bedrag aan loonwerk te nemen. Om het aantal liters vast te stellen, is dit bedrag gedeeld door de norm literprijs (1,085ct, exclusief btw) van diesel voor de loonwerkers. Door grootverbruik is de gemiddelde literprijs lager dan voor melkveehouders. Ook deze liters zijn vervolgens gedeeld door de hectares op het melkveehouderijbedrijf. De totale liters diesel van de melkveehouder en de loonwerker zijn bij elkaar opgeteld en omgezet naar liters diesel per 1.000 kg melk.

In zowel de gegevens van diesel als elektra per 1.000 kg melk zijn de uitschieters verwijderd aan de hand van een formule, welke de extremen aangeeft.

3.2. Algemene bedrijfsgegevens

Hieronder staan een aantal kengetallen geselecteerd voor de 25% hoogste en laagste bedrijven van Flynth, het gemiddelde van Flynth en het gemiddelde van de bedrijven in Nederland volgens het LEI afkomstig van BINternet. De geselecteerde gegevens zijn gekozen aan de hand van de cijfers die op BINternet stonden. Deze cijfers zijn gerelateerd aan de algemene bedrijfsgegevens of elektragebruik en dieselverbruik op melkveebedrijven in 2013.

Tabel 3.1. Algemene gegevens onderzoek energieverbruik 2013. (bron: cijfers Binternet¹¹ en Flynth database)

Kengetal	Aanduiding	Flynth 25% hoogste	Flynth 25% laagste	Flynth gemiddelde	Lei gemiddelde
Bedrijven	aantal	126	126	505	290
Elektriciteit	kWh totaal	95.635	23.795	53.933	40.920
Elektriciteit	kWh/1.000 kg melk	105	40	69	55
Koeien	aantal	148,2	56,6	95,5	92,9
Oppervlakte	hectare	72	27	47	50
Kg melk	koe	9.336	6.960	8.229	8.000
Kg melk	hectare	24.069	12.192	16.720	14.800
Kg melk	afgeleverd	1.240.319	436.672	785.847	725.400
Diesel	liters	12.351	2.462	6.416	7.090
Diesel	hectare	224	67	136	142
Diesel	kWh/1.000 kg melk	99,6	56,3	81,6	97,7

*25% hoogste en laagste zijn per kengetal berekend.

Uit tabel 3.1. blijkt:

- Dat de gegevens van Flynth en het LEI(BINternet) veelal in lijn liggen met elkaar.
- Dat de bedrijven van Flynth een hogere melkproductie per koe, per hectare en over het totaal afgeleverd hebben op bedrijfsniveau.
- Dat het elektriciteitsgebruik per 1.000 kg melk bij de Flynth bedrijven hoog is in vergelijking met het gemiddelde van het LEI. Een verklaring voor dit verschil kan zijn:
 - o Bij de bedrijven van het LEI is gerekend met cijfers exclusief privégebruik, de cijfers van Flynth zijn inclusief privégebruik. het privégebruik wordt gemiddeld geschat op 5.000 kWh per bedrijf, hiermee komen de Flynth bedrijven op ongeveer 62 kWh per 1.000 kg melk ten opzichte van het LEI met 55 kWh per 1.000 kg melk
 - o Bij de bedrijven van Flynth heeft 23% een automatisch melksysteem, het aantal automatische melksystemen ligt landelijk op 17% van de bedrijven (bron: Stichting KOM).
- Dat Flynth bedrijven efficiënter omgaan met het dieselverbruik per hectare, het scheelt 4,2% in liters per hectare vergeleken met de gegevens van het LEI. Het dieselverbruik omgerekend naar kWh per 1.000 kg melk laat een duidelijker verschil zien tussen het LEI en Flynth. Flynth heeft namelijk een dieselverbruik heeft van 81,6 kWh per 1.000 kg melk en het LEI 97,7 kWh per 1.000 kg melk. In het dieselverbruik in kWh per 1.000 kg melk heeft het LEI 19,7% meer verbruik.

¹¹ <http://www.agrimatie.nl/binternet.aspx>

3.3. Melksysteem

Binnen de melkveehouderij is het melken een bedrijfs onderdeel met een hoog energiegebruik. Tijdens het onderzoek is er onder andere gekeken naar wat de invloed van een melksysteem is op het energiegebruik. Het energiegebruik kan verschillen tussen een bedrijf met een conventioneel of een automatisch melksysteem. Er zal in deze paragraaf eerst behandeld worden wat in de literatuur als oorzaken van de verschillende energiegebruiken wordt gezien. Vervolgens zullen de resultaten besproken worden die er uit het onderzoek zijn gekomen met betrekking tot de melksystemen. Dit beantwoordt de deelvraag “Wat is de invloed van verschillende melksystemen op het energiegebruik van een bedrijf?”

3.3.1. Invloed conventioneel of automatisch melksysteem

Of een melkveehouder er voor kiest om conventioneel te melken of dit doet met een automatisch melksysteem is afhankelijk van de bedrijfsvoering en het karakter van de melkveehouder. Niet elke melkveehouder is geschikt voor automatisering. Een deel van de melkveehouders kiezen juist voor een automatisch melksysteem vanwege de arbeidsverlichting die het met zich meebrengt. In 2012 is er onderzoek gedaan naar het energiegebruik van verschillende melksystemen in opdracht van het RVO door DLV en CLM. Hier is gekeken naar het verschil tussen automatische melksystemen en conventionele melksystemen, met het bijbehorende energiegebruik.

Onder conventionele melksystemen vallen onder andere de onderstaande melksystemen:

- Visgraat: De koeien staan schuin naast elkaar, het melkstel wordt via de achter- of zijkant aangesloten, afhankelijk van de positie van de koe.
- Draaimelkstal: De koeien staan op een draaiend platform, de melker kan op de zelfde plaats blijven staan. Keuze uit binnenmelker (binnenkant cirkel) en buitenmelker (buitenkant cirkel).
- Zij-aan-zij: de koeien staan naast elkaar, de melker moet tussen de achterbenen van de koe door om het melkstel aan te sluiten.
- Tandem: De koeien staan voor elkaar, de melker sluit het melkstel aan via de zijkant van de koe.
- Swing over: De koeien staan in visgraat of zij-aan-zij, het melkstel wisselt van kant.

Voor een aantal van de melksystemen is het mogelijk deze te voorzien van rapid-exit, dit zorgt er voor dat alle koeien tegelijk uit de melkstal kunnen stappen en bespaart tijd.

Het verschil in energiegebruik bij het melken komt niet alleen door verschillende melksystemen, er zijn een aantal factoren die daar invloed op hebben. De factoren die een rol hebben in het energiegebruik tijdens het melken zijn de koe, het voer, de melkveehouder, de stal en de wachtruimte. De koe heeft hier een hele belangrijke rol in. Het energiegebruik is afhankelijk van de melksnelheid, melkgift en de activiteit van de koe. Het uier van de koe kan niet optimaal zijn voor het aansluiten en leegmelken. Wanneer de koe meer produceert zal ze langer gemolken worden, het energiegebruik zal stijgen, maar per kg melk zal het dalen. Wanneer de activiteit van de koe hoog ligt zal ze sneller naar de melkstal lopen, de doorlooptijd ligt dan hoger en dit zal zorgen voor een lager energiegebruik. Bij een automatisch melksysteem zorgt een hogere activiteit voor meer weigeringen, hierdoor zal het energiegebruik juist stijgen. Het aantal weigeringen bij een automatisch melksysteem is ook afhankelijk van de instellingen, de looplijnen die de koe moet afleggen om bij het melksysteem te komen en of er aan weidegang gedaan wordt. Het energiegebruik bij een conventioneel melksysteem verschilt ook, dit komt door de verschillende type melkstallen. Een draaimelkstal is continu in beweging en zal een hoger energiegebruik hebben dan een stilstaande melkstal. Een draaimelkstal heeft vaak wel meer capaciteit, waardoor het energiegebruik per kg melk wel in lijn ligt met de andere melkstallen.

Een automatisch melksysteem heeft over het algemeen dus een hoger energiegebruik per kg melk dan een melkstal. Terwijl bedrijven met een automatisch melksysteem relatief groot

zijn. Een belangrijke verklaring hiervoor is dat het systeem continu actief is. Een conventioneel melksysteem staat merendeel van de dag stil, terwijl een automatisch melksysteem altijd in gebruik is. Een automatisch melksysteem heeft drie hoofdreinigingen per dag en na elke melking is er een korte spoeling van de melkstellen. Een conventioneel melksysteem heeft twee reinigingen per dag. De mechanische bediening van de robotarm en poortjes vragen extra energie. Ook de verdergaande mechanisering waarbij handarbeid wordt vervangen veroorzaakt een stijging in het energieverbruik.

Afhankelijk van het soort melksysteem is uit eerdere onderzoeken gebleken dat het elektriciteitsgebruik verschilt bij een conventioneel systeem van 35 tot 56 kWh per 1.000 kg melk. De swing over melkstal blijkt het meest efficiënt. Het gebruik van een automatisch melksysteem heeft een gemiddeld elektriciteitsgebruik van 69 kWh per 1.000 kg melk op.¹²

3.3.2. Resultaat melksysteem

De resultaten in deze paragraaf zijn gebaseerd op de database van Flynth met onder andere de volgende gegevens van 505 melkveebedrijven.

- Melksysteem (automatisch of conventioneel). Bij conventioneel is het soort melkstal niet bekend.
- Productiecijfers
- Energiegebruik (elektriciteit en diesel). Dit is het gebruik op het totale bedrijf, inclusief het privégebruik (er zijn geen gegevens beschikbaar waarbij specifiek gekeken is naar het elektriciteitsgebruik van alleen het melksysteem). In de analyses wordt gekeken naar het totale elektriciteitsgebruik (inclusief privé).

De database is gebruikt om een indicatie te krijgen van het energieverbruik op bedrijven met verschillende melksystemen en de variatie hierin. De uitschieters zijn bij het samenstellen van de database er al uit gehaald.

In tabel 3.2. staan de gemiddelde waarden per melksysteem vernoemd. Naast het elektriciteitsgebruik van het totale bedrijf inclusief privégebruik zijn er ook algemene gegevens opgenomen. Het gemiddelde dieselverbruik is niet vermeld, dit is verder niet gerelateerd aan het melksysteem.

Tabel 3.2. Gemiddeld energieverbruik per jaar op bedrijven met verschillende melksystemen (bron: Flynth database).

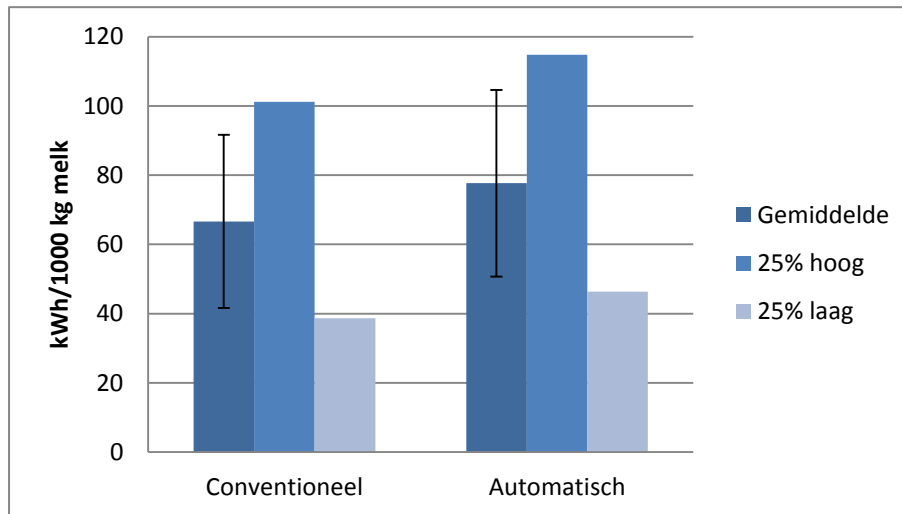
Melksysteem	Aantal	Bedrijfs-productie (kg/jaar)	Productie /koe (kg/jaar)	Elektriciteit (kWh/1.000 kg melk)	Aantal koeien
Automatisch	114	865.668	8.519	78	101
Conventioneel	391	762.574	8.126	67	94
Totaal	505	785.847	8.215	69	95

Uit tabel 3.2. blijkt:

- Dat de meeste bedrijven nog een conventioneel melksysteem hebben, dit is 77% van het totaal.
- Dat het totale elektriciteitsgebruik per 1.000 kg melk op bedrijven met een automatisch melksysteem relatief hoog is, ondanks een hoge bedrijfsproductie.
- Dat er met een automatisch melksysteem 5% meer melk per koe geproduceerd wordt.
- Dat een automatisch melksysteem 9 kWh(16,4%) per 1.000 kg melk meer gebruikt ten opzichte van een conventioneel melksysteem.

¹² <http://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Eindrapport%20Melksystemen%20en%20melkrobots%20def.pdf>

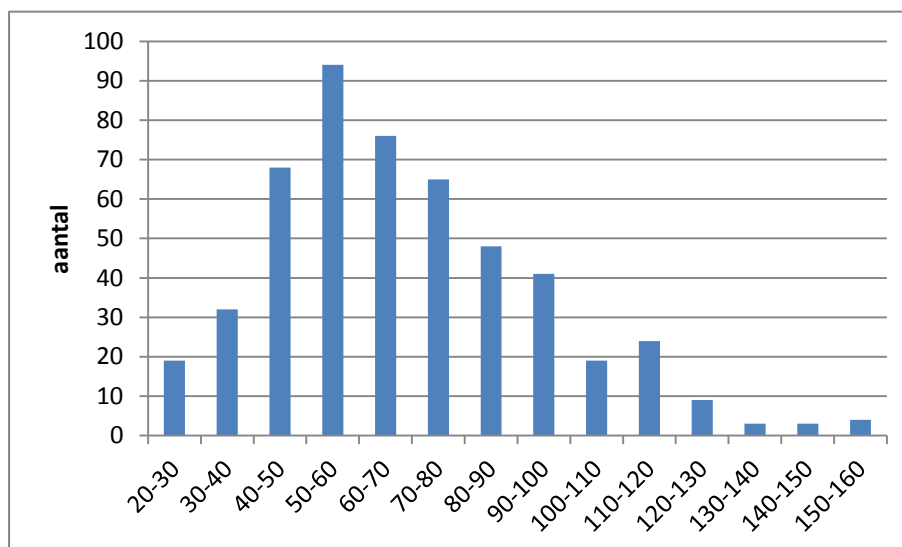
Figuur 3.1. geeft het elektriciteitsgebruik per 1.000 kg melk per melksysteem, inclusief de standaard deviatie weer.



Figuur 3.1. *Elektriciteitsgebruik (kWh/1.000 kg melk) van het gehele bedrijf en privé per melksysteem, inclusief de standaarddeviatie.*

Het elektriciteitsgebruik op een bedrijf met automatisch melksysteem kent een iets grotere standaarddeviatie. Bij onderbezetting van de melkrobot door onder andere capaciteit verlaging door weiden, zal het elektriciteitsgebruik onevenredig toenemen. Hierdoor kan er een grote variatie in elektriciteitsgebruik tussen bedrijven met een automatisch melksysteem ontstaan.

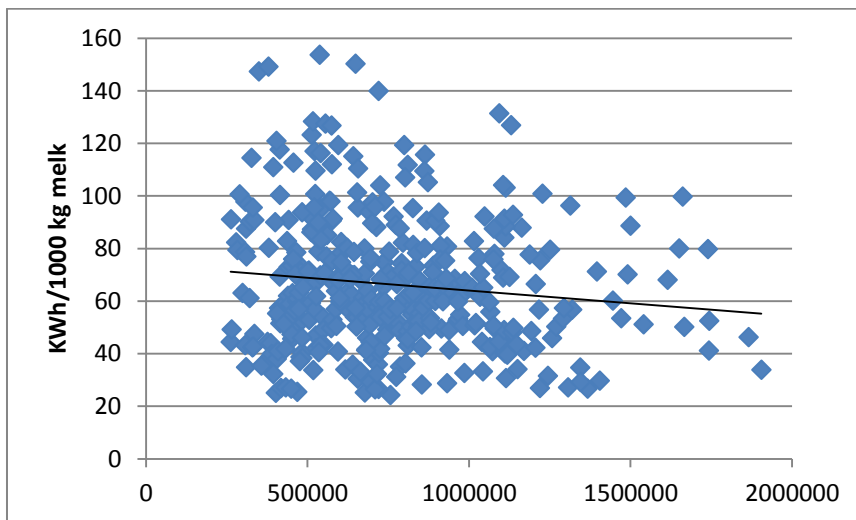
De standaarddeviatie is een maat voor de spreiding van de uitkomsten rondom het gemiddelde. De standaarddeviatie gaat uit van een normale, symmetrische verdeling. Het elektriciteitsgebruik is echter niet volledig symmetrisch verdeeld, maar kent uitschieters naar boven. Het verbruik varieert van 24 kWh tot 158 kWh per 1.000 kg melk. Bij een geheel normale verdeling geldt dat 68% van de waarnemingen ten hoogste 1 standaarddeviatie van het gemiddelde afwijkt. Figuur 3.2. laat zien dat het totale elektriciteitsgebruik van bedrijf en privé een scheve verdeling kent.



Figuur 3.2. *Aantal bedrijven per klasse, ingedeeld naar klasse van elektriciteitsgebruik per 1.000 kg melk.*

Conventioneel

Onderstaand figuur 3.3. geeft het elektriciteitsgebruik per 1.000 kg melk weer van bedrijven met een conventioneel melksysteem, afhankelijk van de totale bedrijfsproductie. Het elektriciteitsgebruik per 1.000 kg melk neemt af bij een hogere bedrijfsproductie.



Figuur 3.3. *Elektriciteitsgebruik (in kWh/1.000kg melk) op de bedrijven met een conventioneel melksysteem, afhankelijk van de totale bedrijfsproductie (in kg melk).*

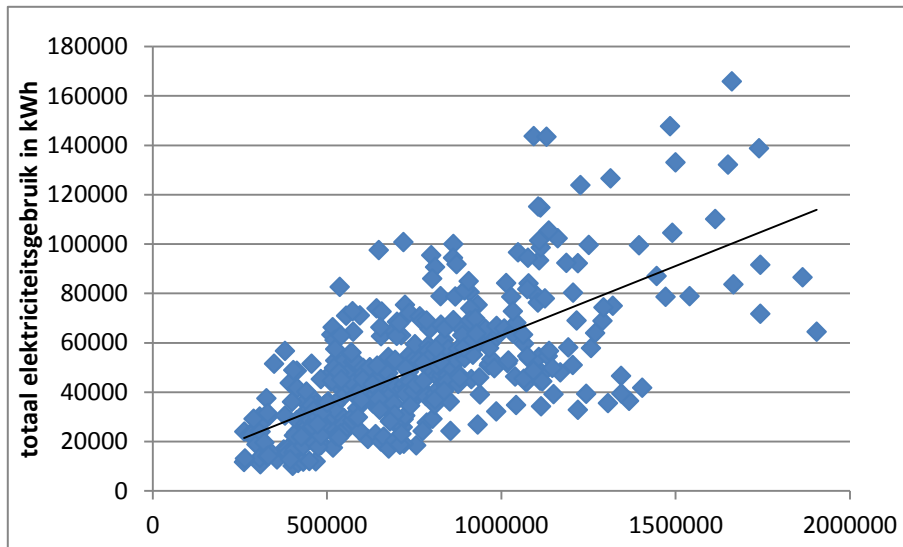
Het figuur laat zien dat de meeste efficiëntiewinst te behalen bij een schaalvergroting tot circa 1.000.000 kg melk.

Onderstaande tabel 3.3. geeft het elektriciteitsgebruik per productieklasse van bedrijven met een conventioneel melksysteem weer. Hieruit blijkt een groot verschil tussen kleine bedrijven (tot 400.000 kg melk) en de bedrijven boven de 1.000.000 kg melk. Dit geeft aan dat onderscheid naar bedrijfsgrootte van belang is.

Tabel 3.3. *Melkproductie en elektriciteitsgebruik per grootteklasse voor bedrijven met een conventioneel melksysteem.*

	Gemiddelde totale productie	Elektriciteit (kWh/1.000 kg melk)	Aantal bedrijven
tot 400.000 kg	331.714	73	33
400.000-600.000	499.737	70	112
600.000-1.000.00	778.223	65	164
>1.000.000	1.240.009	62	82
gemiddelde	762.574	67	391

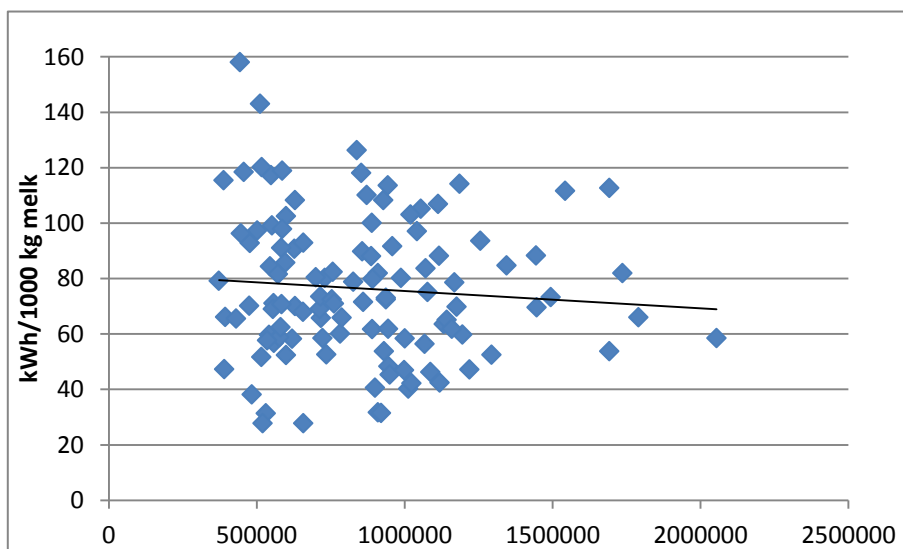
Het totaal elektriciteitsgebruik op het bedrijf met een conventioneel melksysteem uitgezet tegen het totale productieniveau is in figuur 3.4. te zien. Dit laat een duidelijk stijgende lijn zien in het totale elektriciteitsgebruik op bedrijven met een hogere bedrijfsproductie. Binnen het conventioneel melksysteem geldt dus dat bij een hogere bedrijfsproductie, het elektriciteitsgebruik toeneemt. Verderop in dit rapport wordt de vergelijking gemaakt met de bedrijven die melken met een automatisch melksysteem.



Figuur 3.4. *Elektriciteitsgebruik totaal bedrijf bij verschillende productieniveaus op bedrijven met een conventioneel melksysteem.*

Automatisch

Onderstaand figuur 3.5. geeft het elektriciteitsgebruik per 1.000 kg melk weer van bedrijven met een automatisch melksysteem, afhankelijk van de totale bedrijfsproductie. Het elektriciteitsgebruik per 1.000 kg melk neemt af bij een hogere bedrijfsproductie.



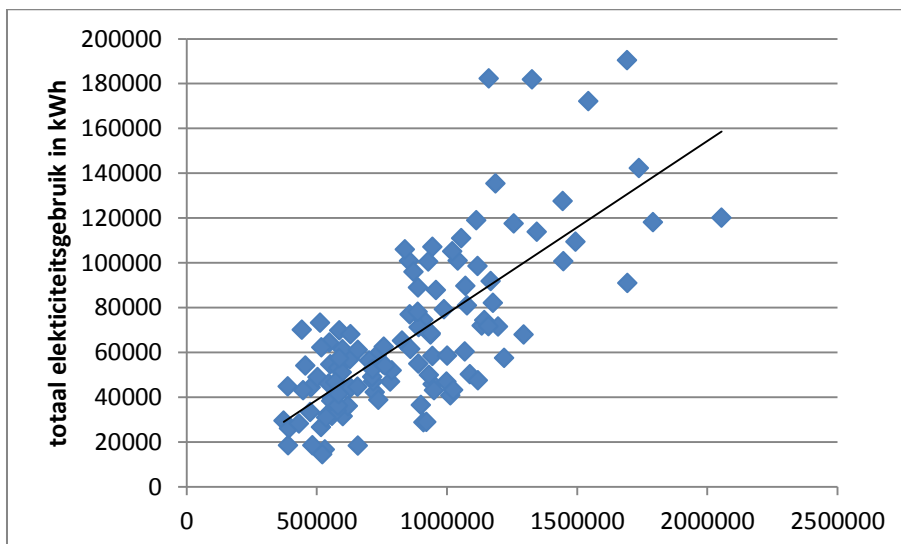
Figuur 3.5. *Elektriciteitsgebruik (in kWh/1.000kg melk) op de bedrijven de bedrijven met een automatisch melksysteem, afhankelijk van de totale bedrijfsproductie (in kg melk).*

Figuur 3.5. laat zien dat de meeste efficiëntiewinst te behalen is bij een schaalvergroting tot circa 750.000 kg melk. Tabel 3.4. geeft het elektriciteitsgebruik per productieklasse van bedrijven met een automatisch melksysteem. Hieruit blijkt weinig verschil tussen kleine bedrijven (tot 400.000 kg melk) en de bedrijven boven de 1.000.000 kg melk. Dit komt doordat er bij een automatisch melksysteem met een hogere bedrijfsproductie een extra melkrobot geplaatst dient te worden. Een automatisch melksysteem melkt gemiddeld maar 70 koeien per melkrobot. Elke extra robot zal zorgen voor een stijging in het totale energiegebruik per bedrijfsniveau. Wel komt er duidelijk naar voren in de vergelijking met een conventioneel melksysteem dat de productie per productieklasse veel hoger ligt, een automatisch melksysteem zorgt voor meer melk onder de koe.

Tabel 3.4. Melkproductie en elektriciteitsgebruik per grootteklasse voor bedrijven met een automatisch melksysteem.

	Gemiddelde totale productie	Elektriciteit (kWh/1.000 kg melk)	Aantal bedrijven
tot 400.000 kg	385.876	77	4
400.000-600.000	534.441	82	31
600.000-1.000.00	820.814	74	44
>1.000.000	1.270.265	78	35
gemiddelde	865.668	78	114

Het totaal elektriciteitsgebruik op het bedrijf met een automatisch melksysteem uitgezet tegen het productieniveau is in figuur 3.6. te zien. Dit laat een duidelijk stijgende lijn zien in het totale elektriciteitsgebruik op bedrijven met een hogere bedrijfsproductie. Wanneer de vergelijking wordt gemaakt tussen figuur 3.4. en 3.6., is er te zien dat bij het conventioneel melksysteem er een stijging is bij een hogere bedrijfsproductie, die vlakker loopt als een stijging in melkproductie bij een automatisch melksysteem. Ondanks dat het productieniveau bijna gelijk aan elkaar is bij de grootste bedrijven is het totale energiegebruik op een bedrijf met een automatisch melksysteem aanzienlijk hoger dan bij een conventioneel melksysteem.



Figuur 3.6. Elektriciteitsgebruik totaal bedrijf bij verschillende productieniveaus op bedrijven met een automatisch melksysteem.

3.3.3. Conclusie melksysteem

Uit het onderzoek komt naar voren dat er een verschil is tussen de verschillende systemen:

- Het automatisch melksysteem heeft veelal een hoger elektriciteitsgebruik per 1.000 kg melk dan conventionele melksystemen.
- De bedrijfsomvang blijkt een belangrijke factor voor het elektriciteitsgebruik per 1.000 kg melk met een conventioneel melksysteem. Grote bedrijven hebben een lager elektriciteitsgebruik per kg melk dan kleinere bedrijven. Dit kan een verschil tussen de bedrijven tot circa 11(15%) kWh per 1.000 kg melk op het elektriciteitsgebruik verklaren.
- Uit een niet getoond onderzoek blijkt dat er geen verband is tussen het energiegebruik gekeken naar het aantal melkstellen of aantal melkrobots, terug gerekend naar melk per melkstel of melk per robot.
- De keuze voor een bepaald melksysteem heeft een behoorlijke invloed op het energiegebruik. Het verschil tussen een conventioneel melksysteem en een automatisch melksysteem is 9 kWh per 1.000 kg melk.
- Uit zowel onderzoek als uit de literatuur blijkt dat een conventioneel melksysteem de meeste besparing oplevert.

3.4. Beweiden

Wat is de invloed van beweiden op het energiegebruik, of wat doet het juist met het energiegebruik als je ervoor kiest om niet te beweiden maar kiest voor het opstallen van het melkvee. Beweiden neemt altijd een grote welzijnskwesitie op zich en kost extra arbeid om het goed te doen. In deze paragraaf wordt eerst behandeld wat er in de literatuur als oorzaken van de verschillende energiegebruiken wordt gezien. Vervolgens zullen de resultaten van het directe energiegebruik besproken worden die er uit het onderzoek zijn gekomen met betrekking tot weidegang. Dit beantwoordt de deelvraag “Levert beweiden een lager energiegebruik op, dan wanneer het vee het hele jaar op stal staat?”

3.4.1. Invloed beweiden of opstallen

De keuze voor beweiden is afhankelijk van veel factoren, niet elk bedrijf heeft de mogelijkheid om te beweiden. Beweiden kan op verschillende manieren gebeuren, beperkte weidegang waar de koeien overdag naar buiten komen. Of onbeperkte weidegang, hierbij komt de koe de gehele dag en nacht buiten. Of een melkveehouder beweidt en welke methode wordt toegepast is afhankelijk van verschillende factoren. De belangrijkste factor is de huiskavel, deze moet groot genoeg zijn voor alle koeien, Er zijn bedrijven waar de huiskavel te klein is voor de hoeveelheid melkkoeien die er aanwezig zijn, dit maakt beweiden lastig. Het aantal melkkoeien is een andere factor, die bepaalt of er beweide wordt. Vaak betekend dit dat hoe meer melkkoeien er aanwezig zijn, hoe kleiner de kans dat er beweiding plaatsvindt. Melkveehouders met een automatisch melksysteem kiezen er vaak voor om de koeien op stal te houden, omdat het de bedoeling is dat de koeien uit eigen beweging naar de melkrobot gaan. Bij de bedrijven met een automatisch melksysteem loopt de koe meestal niet substantieel in de wei. Verder kunnen de grondsoort en de weersinvloeden nog een beperkende factor zijn.¹³

Er wordt vaak gezegd dat het energiegebruik lager ligt bij beweiden. Beweiden en opstallen hebben beiden voordelen. Het systeem van zomerstalvoeding en summerfeeding leidt tot meer dieselverbruik. Bij zomerstalvoeding wordt er dagelijks vers gras naar de stal gebracht, het levert wel een efficiënter gebruik van het grasland op. Bij summerfeeding stijgt het dieselverbruik nog meer, doordat het meer landbewerking vereist. Denk hierbij aan het maaien, schudden, inkuilen en het vervolgens uit de kuil halen en voeren.

Een koe die wordt geweid, zal het gras zelf oogsten, transporteren en bemesten. Dit scheelt in de mechanische bewerkingskosten en levert een daling van het dieselverbruik op. Anderzijds kost beweiden wel graslandopbrengst met een gelijke bemesting. Een bedrijf zal dus meer kunstmest of ruwvoer moeten aankopen. Dit zorgt voor een stijging van het indirecte energiegebruik. Volgens de literatuur is met beweiden minder krachtvoer nodig, wat het indirecte energiegebruik zal beperken.¹⁴ Dit blijkt alleen niet uit praktijkcijfers.

Onderstaande tabel 3.5. laat zien hoeveel beweiden scheelt in het dieselverbruik, let er wel op dat dit niet per direct betekent dat laag beter is.

Tabel 3.5. Dieselverbruik per beweidingssysteem(uitgangspunt:100 koeien, 50ha).
(bron: Energie-efficiëntie op het melkveebedrijf(2015))

	Dieselverbruik (liter)	Dieselverbruik (liters/hectare)	Besparing t.o.v. volledig maaien
Volledig maaien	3.000	60	0%
Beperkt weiden	2.468	49	18%
Onbeperkt weiden	1.624	32	46%

¹³ <http://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw-tuinbouw?PDF=true&ActItnlIdt=138117>

¹⁴ <http://www.archief.verantwoordeveehouderij.nl/Producten/Koeenwij/Algemeen/WeidegangversusOpstallen.pdf>

3.4.2. Resultaat weidegang

De resultaten in deze paragraaf zijn gebaseerd op de database van Flynth met onder andere de volgende gegevens van 400 melkveebedrijven.

- Beweiden (weiden of opstallen). Bij weiden is het niet bekend of dit beperkt of onbeperkt weiden is.
- Productiecijfers
- Energiegebruik (elektriciteit en diesel). Dit is het gebruik op het totale bedrijf. In de analyses wordt gekeken naar het totale elektriciteitsgebruik (inclusief privé). Bij diesel is het verbruik van loonwerk meegenomen.

De database is gebruikt om een indicatie te krijgen van het energiegebruik op bedrijven die variëren in het weiden of het opstallen van het vee.

In tabel 3.6. staan de gemiddelde waarden per weidesysteem vernoemd. Naast het elektriciteitsgebruik van het totale bedrijf inclusief privégebruik zijn er ook algemene gegevens opgenomen. Het dieselverbruik is omgerekend naar kWh per 1.000 kg melk.

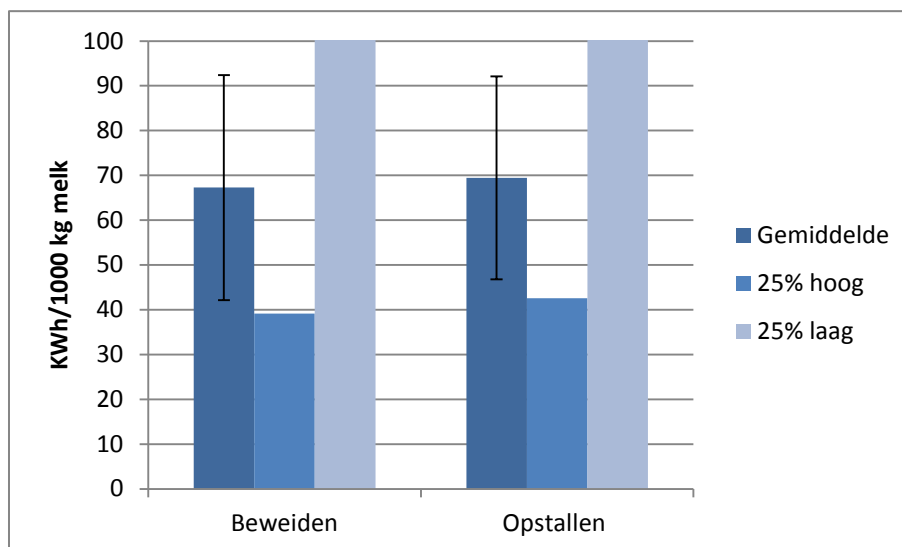
Tabel 3.6. Gemiddeld energiegebruik per jaar op bedrijven met weiden of opstallen.

Weide-systeem	Aan-tal	Bedrijfs-productie (kg/jaar)	Productie/hectare (kg/jaar)	Productie/koe (kg/jaar)	Elektriciteit (kWh/1.000 kg melk)	Diesel (kWh/1.000 kg melk)	Energie (kWh/1.000 kg melk)	Aantal koeien	% gras land
Opstallen	87	914.430	17.734	8.408	69	137	206	108	79.3
Beweiden	313	730.462	16.608	8.115	67	132	199	89	82.0
Totaal	400	770.475	16.852	8.179	68	134	202	94	81.4

Uit tabel 3.6. blijkt:

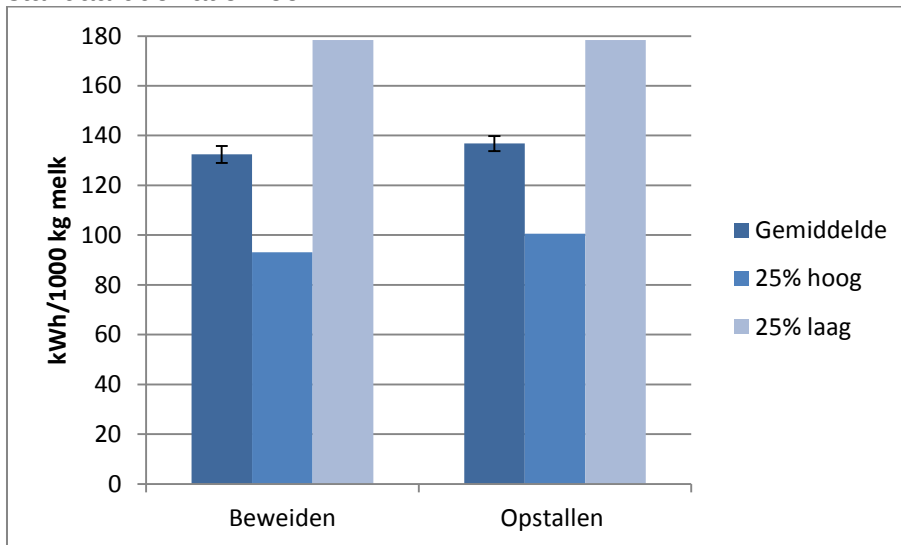
- Dat de meeste bedrijven wel aan beweiden doen, dit is 77% van het totaal.
- Dat het energiegebruik weinig verschilt per systeem.
- Dat de productie per dier op bedrijven die opstallen 3,6% hoger ligt dan bedrijven die beweiden, waar de jaarlijkse bedrijfsproductie 20% hoger ligt.
- Dat de bedrijven die opstallen gemiddeld meer melkvee houden.
- Dat het dieselverbruik per 1.000 kg melk bij opstallen hoger ligt als bij weidegang.
- Dat er met weidegang een lagere intensiteit in kg melk per hectare wordt behaald.
- Dat bedrijven die beweiden een groter aandeel grasland hebben.
- Dat het totale energiegebruik per 1.000 kg melk 3,5% hoger ligt bij opstallen.

Figuur 3.7. geeft het elektriciteitsgebruik per 1.000 kg melk per weidesysteem, inclusief de standaarddeviatie weer.



Figuur 3.7. Elektriciteitsgebruik (kWh/1.000 kg melk) van het gehele bedrijf en privé per weidesysteem, inclusief de standaarddeviatie.

Figuur 3.8. geeft het diesilverbruik per 1.000 kg melk per weidesysteem, inclusief de standaarddeviatie weer.

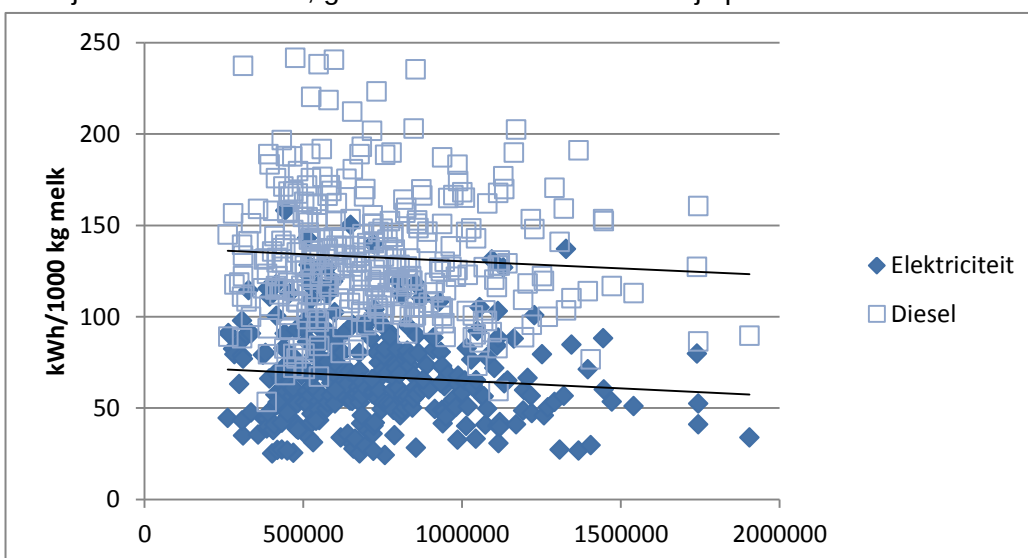


Figuur 3.8. Diesilverbruik (kWh/1.000 kg melk) van het gehele bedrijf per weidesysteem, inclusief standaarddeviatie.

In figuur 3.7. en 3.8. komt er minimaal verschil in de standaarddeviatie naar voren. Het gemiddelde is op een verschil van 3,8% gelijk aan elkaar. De 25% hoogste bedrijven liggen zelfs gelijk aan elkaar bij elektriciteit en diesel. Bij de 25% bedrijven met het laagste gebruik komt beweiden met een klein verschil wel beter naar voren. Gekeken naar alleen het elektriciteitsgebruik zal er met beweiden meer besparing te behalen zijn. Naar elektriciteitsgebruik gekeken van alle bedrijven varieert dit van 24 kWh tot 158 kWh per 1.000 kg melk. Opvallend is dat de bedrijven van het hoogste en laagste verbruik beide wel beweiden, het verschil hiertussen is groot. Gekeken naar het diesilverbruik van alle bedrijven, varieert het verbruik van 50 kWh tot 240 kWh per 1.000 kg melk, dit is verassend want logischerwijs zouden bedrijven die beweiden minder bewerkingskosten hebben voor het land.

Beweiden

Figuur 3.8. geeft het elektriciteitsgebruik en diesilverbruik per 1.000 kg melk weer van bedrijven die beweiden, gekeken naar de totale bedrijfsproductie.



Figuur 3.8. Energiegebruik (in kWh/1.000kg melk) op de bedrijven die beweiden, afhankelijk van de totale bedrijfsproductie (in kg melk).

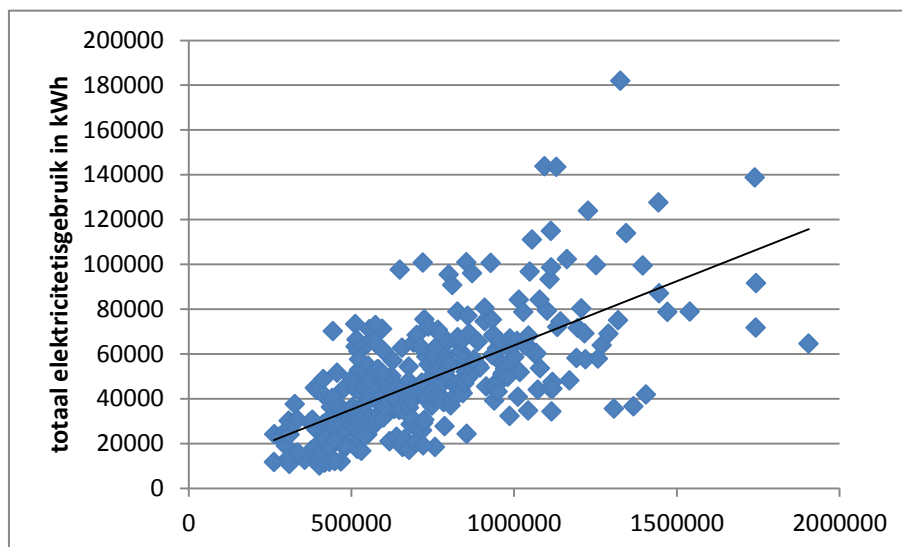
In figuur 3.8. is te zien dat het elektriciteitsgebruik per 1.000 kg melk afneemt bij een hogere productie, de bedrijfsomvang heeft wel invloed op het elektriciteitsgebruik. Het dieselverbruik per 1.000 kg melk daalt evenredig aan het elektriciteitsgebruik. De meeste efficiëntiewinst is te behalen bij een schaalvergroting tot circa 1.000.000 kg melk.

Onderstaande tabel 3.7. geeft het energiegebruik per productieklasse van bedrijven die beweiden weer. Hieruit blijkt dat er verschil zit in het elektriciteitsgebruik tussen kleine bedrijven (tot 400.000 kg melk) en de bedrijven boven de 1.000.000 kg melk. Het elektriciteitsgebruik daalt met 6 kWh(9%) per 1.000 kg melk naarmate de productieklasse stijgt. In het dieselverbruik per productieklasse is een daling te zien boven de 400.000 kg melk, dit is een daling van 10 kWh(7,5%) per 1.000 kg melk op het dieselverbruik. Dit komt omdat grotere bedrijven intensiever zijn per kg melk en daardoor een lager dieselverbruik per 1.000 kg melk.

Tabel 3.7. Melkproductie en energiegebruik per grootteklasse voor bedrijven die beweiden.

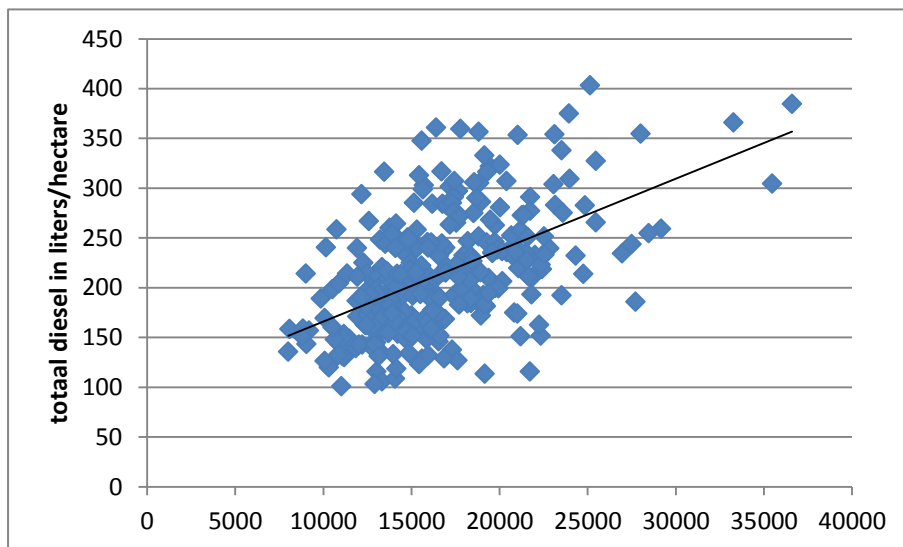
	Gemiddelde totale productie	Elektriciteit (kWh/1.000 kg melk)	Diesel (kWh/1.000 kg melk)	Aantal bedrijven
tot 400.000 kg	337.217	70	128	26
400.000-600.000	502.440	71	136	102
600.000-1.000.00	777.890	65	133	129
>1.000.000	1.219.111	64	126	56
gemiddelde	730.462	67	132	313

Het totaal elektriciteitsgebruik van bedrijven die beweiden uitgezet tegen het totale productieniveau is in figuur 3.9. te zien. Deze laat een duidelijk stijgende lijn zien in het totale elektriciteitsgebruik op bedrijven met een hogere bedrijfsproductie. Bij beweiden geldt dus dat bij een hogere bedrijfsproductie, het elektriciteitsgebruik toeneemt. Verderop in dit rapport wordt de vergelijking gemaakt met de bedrijven die opstallen.



Figuur 3.9. Elektriciteitsgebruik totaal bedrijf bij verschillende productieniveaus op bedrijven die beweiden.

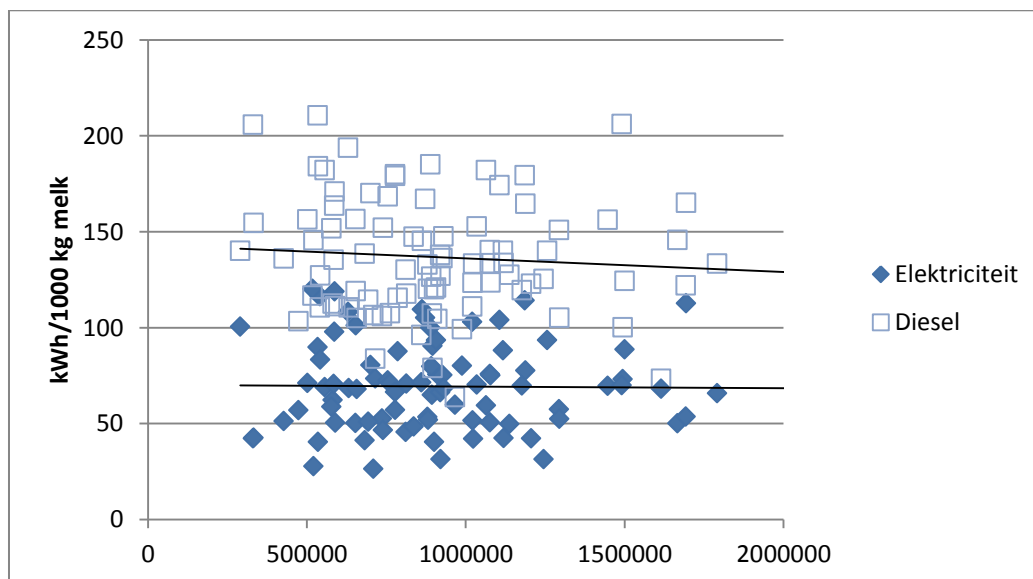
In figuur 3.10. is het dieselverbruik in liters per hectare uitgezet tegen het productieniveau per hectare. Deze laat zien dat er ook een duidelijk stijgende lijn te zien is in het dieselverbruik per hectare. De oorzaak hiervan is dat de diesel gebruikt wordt voor het voeren en hoe intensiever het bedrijf hoe minder er beweid wordt. Dit figuur wordt verderop in het rapport vergeleken met opstallen.



Figuur 3.10. *Diesilverbruik totaal per hectare (in liters) bij verschillende productie-niveaus per hectare op bedrijven die beweiden.*

Opstallen

Onderstaand figuur 3.11. geeft het elektriciteitsgebruik en diesilverbruik per 1.000 kg melk weer van bedrijven die opstallen, gekeken naar de totale bedrijfsproductie. Het elektriciteitsgebruik in kWh per 1.000 kg melk en diesilverbruik in kWh per 1.000 kg melk blijft gelijk bij een hogere productie. Er is geen verband te vinden tussen het energieverbruik en de totale bedrijfsproductie, een oorzaak hiervoor is dat de groep bedrijven die opstallen klein is.



Figuur 3.11. *Energiegebruik (in kWh/1.000kg melk) op de bedrijven die opstallen, afhankelijk van de totale bedrijfsproductie (in kg melk).*

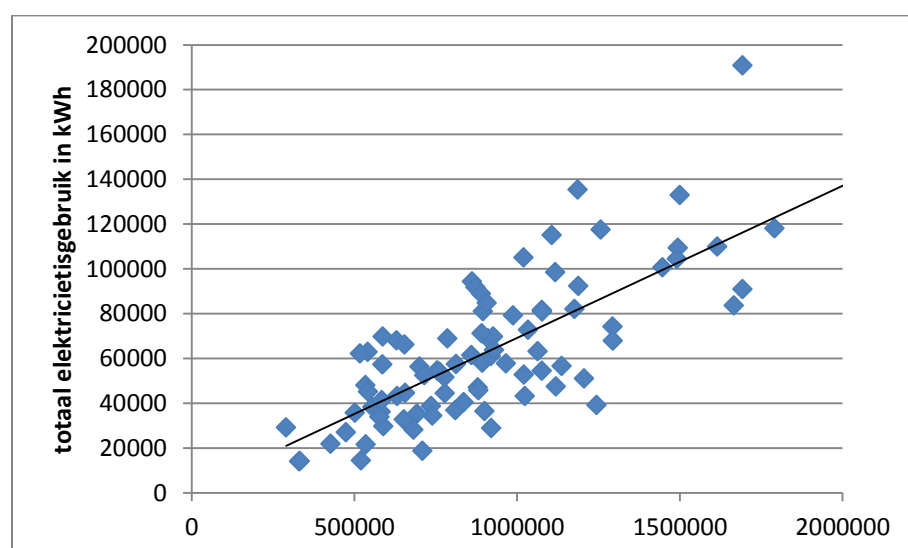
Tabel 3.8. geeft het energieverbruik per productieklasse van bedrijven die opstallen weer. Hieruit blijkt dat er weinig verschil zit in het elektriciteitsgebruik tussen kleine bedrijven (tot 400.000 kg melk) en de bedrijven boven de 1.000.000 kg melk. Het aantal bedrijven in het laagste productieniveau is te klein om een logische verklaring te geven. Er wordt een vergelijking gemaakt op de overige drie productieniveaus. Hier is te zien dat er een daling van 5 kWh (6,8%) per 1.000 kg melk op het elektriciteitsgebruik is. In het diesilverbruik per productieklasse is een sterke daling te zien tot 1.000.000 kg melk, daarna is er weer een

lichtte stijging te zien. Tussen de hoogste en de laagste productieklasse zit een verschil van 28 kWh(16,7%) per 1.000 kg melk.

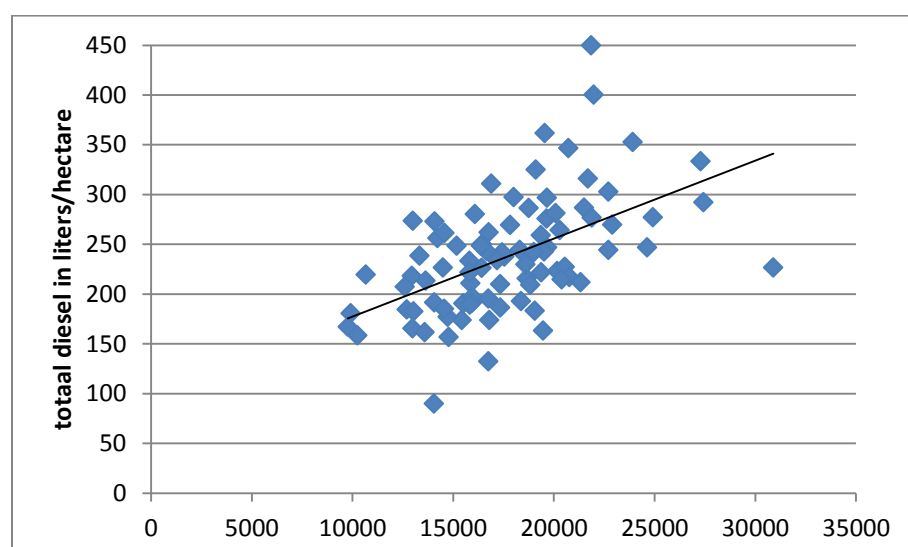
Tabel 3.8. Melkproductie en energiegebruik per grootteklasse voor bedrijven die opstallen.

	Gemiddelde totale productie	Elektriciteit (kWh/1.000 kg melk)	Diesel (kWh/1.000 kg melk)	Aantal bedrijven
tot 400.000 kg	317.255	62	167	3
400.000-600.000	540.597	74	145	16
600.000-1.000.00	810.534	69	129	38
>1.000.000	1.305.126	69	139	30
gemiddelde	914.430	69	137	87

Het totaal elektriciteitsgebruik van bedrijven die opstallen uitgezet tegen het totale productieniveau is in figuur 3.12. te zien. Deze laat een duidelijk stijgende lijn zien in het totale elektriciteitsgebruik op bedrijven met een hogere bedrijfsproductie. Bij opstallen geldt dus dat bij een hogere bedrijfsproductie, het elektriciteitsgebruik toeneemt. Dit is ook het geval bij beweiden. De lineaire lijn bij opstallen stijgt echter harder en eindigt hoger als bij het beweiden. Gekeken naar het totale elektriciteitsgebruik is beweiden efficiënter.



Figuur 3.12. Elektriciteitsgebruik totaal bedrijf bij verschillende productieniveaus op bedrijven die opstallen.



Figuur 3.13. Dieserverbruik totaal per hectare (in liters) bij verschillende productieniveaus op bedrijven die opstallen.

niveaus per hectare op bedrijven die opstallen.

In figuur 3.13. is het diesilverbruik in liters uitgezet tegen het productieniveau per hectare. Deze laat zien dat er een duidelijk stijgende lijn te zien is in het diesel verbruik per hectare. In vergelijking met figuur 3.10. is te zien dat de lineaire lijn bij opstallen met meer liters diesel begint maar ook lager eindigt. Er is geen duidelijk verschil tussen opstallen of weiden gekeken naar het aantal liters diesel per hectare en het productieniveau per hectare.

3.4.3. Conclusie weidesysteem

Wanneer de bedrijven worden vergeleken op het toepassen van weidegang of opstallen komen er diverse verschillen naar voren.

- Over het algemeen kan er gesteld worden dat de bedrijven die weidegang toepassen kleiner zijn, een lagere productie per koe behalen en een lagere intensiteit in kg melk per hectare.
- Bedrijven die weidegang toepassen hebben over het algemeen een groter aandeel grasland dan de bedrijven die opstallen.
- Beweiden levert een daling van het elektriciteitsgebruik op wanneer de totale bedrijfsproductie stijgt.
- Beweiden levert een lager energiegebruik op dan jaar rond het vee op stal houden. Het verschil is 2 kWh per 1.000 kg melk en 5 kWh diesel per 1.000 kg melk, ondanks dat bedrijven die opstallen een hogere productie behalen. Uit zowel het onderzoek als uit de literatuur blijkt dat beweiden de meeste besparing oplevert.

3.5. Intensiteit

In deze paragraaf wordt er gekeken naar de invloed van de intensiteit van een bedrijf op het energiegebruik. Onder de intensiteit wordt gekeken naar de melk per koe, melk per hectare en de totaal afgeleverde melkproductie. Er zal eerst behandeld worden wat er uit literatuuronderzoek is gekomen en vervolgens wat er uit het onderzoek is gekomen. Aan het eind van deze paragraaf kan er een antwoord gegeven worden op de volgende deelvragen; “Wat is de invloed van de kilogrammen melk per hectare op het energiegebruik?”, “Wat is de invloed van de kilogrammen melk per koe op het energiegebruik?” en “Wat is de invloed van de geleverde kilogrammen melk per bedrijf op het energiegebruik?”

3.5.1. Invloed intensiteit

Bedrijfs grootte is een belangrijke factor voor het energiegebruik. Het energiegebruik is afhankelijk van de melkproductie per koe, per hectare en de totaal afgeleverde bedrijfsproductie. Wanneer je de melkproductie per koe omhoog brengt zal het energiegebruik per 1.000 kg melk logischerwijs gaan dalen. Ook de intensiteit per hectare gaat dan omhoog, er wordt meer melk geproduceerd per hectare. Dit zal ook invloed hebben op het energiegebruik gekeken naar de totale bedrijfsproductie. Een hogere intensiteit per hectare kan er voor zorgen dat er extra voer moet aangekocht worden, dit heeft geen effect op het directe energiegebruik maar op het indirecte energiegebruik.

In 1994 is er onderzoek gedaan naar het energiegebruik gekeken naar bedrijfsfactoren. Dit onderzoek heeft gekeken naar het effect op het energiegebruik bij de melkproductie per melkkoe, en per hectare. Uit onderzoek is gebleken dat er bij een stijging van de melkproductie per melkkoe het totale energiegebruik daalt. De stijging van de melkproductie per koe heeft geen invloed op het diesilverbruik. Een hogere melkproductie per hectare resulteert in een lager energiegebruik per 1.000 kg melk, dit heeft vooral invloed op het diesilverbruik per 1.000 kg melk.¹⁵

¹⁵ <http://edepot.wur.nl/41172>

3.5.2. Resultaat intensiteit

De resultaten in deze paragraaf zijn gebaseerd op de database van Flynth met de gegevens van 504 bedrijven. Deze gegevens betreffen:

- Productiecijfers
- Energiegebruik (elektriciteit en diesel). Dit is het gebruik op het totale bedrijf. In de analyses wordt gekeken naar het totale elektriciteitsgebruik (inclusief privé). Bij diesel is het verbruik van loonwerk meegenomen.

Melkproductie per hectare

In de onderstaande tabel wordt er gekeken naar de intensiteit van de melkproductie per hectare.

Tabel 3.9. *Energiegebruik gekeken naar de melkproductie per hectare van alle bedrijven.*

Indeling naar intensiteit kg melk per ha								
Kg melk per ha van:	gem. alle	8.000	12.000	14.000	16.000	18.000	20.000	22.000
Kg melk per ha tot en met:	bedrijven	11.999	13.999	15.999	17.999	19.999	21.999	39.999
Aantal bedrijven	504	45	78	101	90	70	54	66
Gem. kg melk per ha	17.363	10.598	13.040	15.022	16.916	18.965	21.015	26.586
% grasland	80	84	80	80	80	82	81	77
Ton melk per bedrijf	786	592	635	746	808	857	866	989
Kg melk per melkkoe	8.211	7.104	7.748	8.128	8.358	8.541	8.771	8.625
Liter diesilverbruik eigen	136	100	117	121	129	153	149	184
Liter diesilverbruik loonwerk	94	71	74	87	97	95	107	126
Totaal diesilverbruik in liters/ ha	230	171	191	207	226	248	256	310
Elektragebruik in kWh/1.000 kg m	69	75	71	65	70	69	72	65
Diesilverbruik in kWh/1.000 kg m	135	162	146	138	134	131	122	117
Energiegebruik in kWh/1.000 kgm	204	237	217	203	204	200	194	182

Uit tabel 3.9. kunnen we zien dat een toename van de intensiteit (kg melk per hectare) van melkveebedrijven samen gaat met een daling van het aandeel grasland. De grootste daling vindt plaats bij het overschrijden van de grens van 22.000 kg melk per hectare, hiervoor blijft het grasaandeel rond de 80%. Daarnaast stijgt de melkproductie per bedrijf, mede door een stijging van de productie per melkkoe.

De stijgende melkproductie per hectare heeft een stijgend verbruik van liters diesel per hectare tot gevolg. Dit wordt veroorzaakt doordat er naast de voederwinning ook diesel benodigd is voor het uitkuilen van voer en het voeren van meer dieren per hectare. Het diesilverbruik stijgt van 171 liter bij 8.000-12.000 kg melk per hectare naar 310 liter bij boven de 22.000 kg melk per hectare. Het diesilverbruik per 1.000 kg melk neemt af van 162 kWh naar 117 kWh naarmate de intensiteit in kilogrammen melk per hectare toeneemt. Per 1.000 kg melk is het dus efficiënter omdat er minder diesel per 1.000 kg melk voor voederwinning benodigd is. Bij een stijgende intensiteit wordt namelijk een steeds groter aandeel (ruw)voer aangekocht. De toename in de intensiteit van melkveebedrijven zorgt voor een efficiënter energiegebruik. Het elektriciteitsgebruik per 1.000 kg melk neemt af op een stijging tussen de 16.000 en 22.000 kg melk per hectare na.

Totaal afgeleverde melkproductie bedrijf

In tabel 3.10. is te zien wat de bedrijfsomvang doet met het energiegebruik op melkveebedrijven. Het groter worden van melkveebedrijven gaat samen met de toename van intensiteit in kg melk per hectare. De melkproductie per koe neemt toe tot de bedrijfsomvang van 1,6 miljoen kg melk en blijft vervolgens stabiel rond de 8.800 kg melk per koe. Het aandeel grasland schommelt maar neemt licht af bij de toenemende bedrijfsgrootte.

Het diesilverbruik per hectare laat een stijging zien naarmate de bedrijven groter worden. Dit wordt veroorzaakt door een hogere intensiteit melkproductie per hectare. Het diesilverbruik per 1.000 kg melk neemt af tot een bedrijfsomvang van 1.15 miljoen kg melk en ondergaat daarna weer een stijging. De energie efficiëntie per 1.000 kg melk neemt toe van 476 ton tot 1150 ton melk en neemt daarna weer toe. Er is daar een daling te zien op het totale energiegebruik van 15 kWh(7,1%) per 1.000 kg melk, vervolgens is er een stijging van 24 kWh(12,3%) per 1.000 kg melk. De hogere afname van energie op een groot bedrijf zorgt wel voor een lagere prijs (door lagere milieuheffing per kWh) waardoor de energiekosten per 1.000 kg melk op zo'n bedrijf wel zullen afnemen.

Tabel 3.10. *Energiegebruik gekeken naar de totaal afgeleverde melkproductie van alle bedrijven.*

Indeling in bedrijfsgrootte ton melk totaal afgeleverd									
Ton melk/ bedrijf van:	gem. alle	250	476	701	926	1.151	1.376	1.601	1.825
Ton melk/bedrijf tot en met:	bedrijven	475	700	925	1.150	1.375	1.600	1.825	2.050
Aantal bedrijven	504	83	150	124	86	33	12	13	3
Ton melk per bedrijf	786	396	581	806	1038	1245	1471	1710	1941
% grasland	80	85	80	81	78	79	77	72	77
Kg melk per hectare	17.363	14.711	16.435	17.696	19.033	19.782	17.937	23.097	21.675
Kg melk per melkkoe	8.211	7.542	8.090	8.375	8.601	8.422	8.405	8.840	8.839
Liter diesilverbruik eigen	136	112	125	139	144	159	146	221	246
Liter diesilverbruik loonwerk	94	82	96	97	97	98	85	87	65
Totaal diesilverbruik in liters/ha	230	194	222	236	241	258	231	309	311
Elektragebruik in kWh/1.000 kgm	69	69	72	67	66	66	72	78	66
Diesilverbruik in kWh/1.000 kg m	135	135	138	135	129	134	135	140	153
Energiegebruik in kWh/1.000 kg m	204	204	210	202	195	200	207	218	219

Melkproductie per melkkoe

Wanneer de melkveebedrijven worden ingedeeld op toenemende productie per melkkoe worden verschillende dingen duidelijk. De bedrijven met een grotere bedrijfsomvang hebben een hogere melkproductie per melkkoe. Naast de productie per melkkoe neemt ook de productie per hectare toe.

Tabel 3.11. *Energiegebruik gekeken naar de melkproductie per melkkoe van alle bedrijven.*

Indeling naar melkproductie per melkkoe							
Kg melk/melkkoe van:	gem. alle	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000
Kg melk/melkkoe tot en met:	bedrijven	5.999	6.999	7.999	8.999	9.999	10.999
Aantal bedrijven	504	12	44	135	220	81	13
Kg melk per melkkoe	8.215	5.730	6.607	7.610	8.503	9.358	10.220
Ton melk per bedrijf	786	611	613	703	816	918	1055
Gem. kg melk/ha	17.416	12.043	13.744	16.302	17.817	19.806	24.674
% grasland	80	86	82	82	80	77	69
Liter diesilverbruik eigen	136	92	124	132	130	158	191
Liter diesilverbruik loonwerk	94	90	83	83	95	106	136
Totaal diesilverbruik in liters/ ha	230	182	207	216	226	265	327
Elektragebruik in kWh/1.000 kgm	69	73	77	67	67	73	68
Diesilverbruik in kWh/1.000 kg m	135	152	152	137	129	137	140
Energiegebruik in kWh/1.000 kg m	204	225	229	204	196	210	208

In tabel 3.11. is te zien dat het aandeel grasland afneemt bij de bedrijven waar de productie per melkkoe toeneemt. De indeling op toenemende productie per melkkoe laat zien dat het diesilverbruik per hectare in liters toeneemt. Dit is vooral het gevolg van een hogere intensiteit in kg melk per hectare. Het diesilverbruik per 1.000 kg melk neemt licht af doordat de melkproductie per hectare toeneemt. De indeling op melkproductie per koe laat zien dat

het elektriciteitsgebruik op bedrijven met een gemiddelde productie per melkkoe tussen de 7.000 en 9.000 kg melk lager is dan met een andere productie.

3.5.3. Conclusie intensiteit

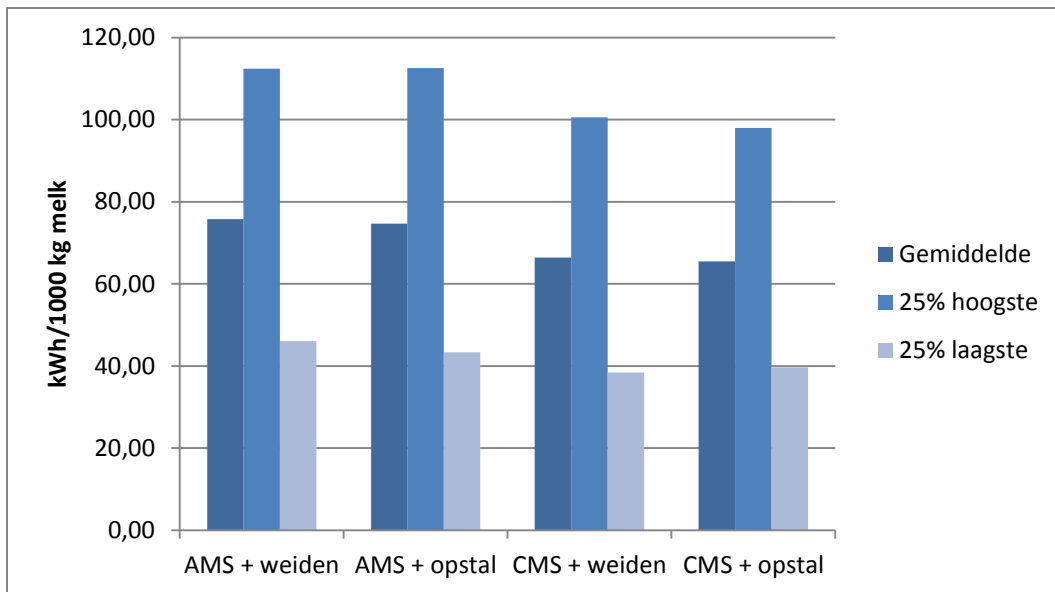
Wanneer de bedrijven worden vergeleken op intensiteit komen er diverse verschillen naar voren.

- Over het algemeen kan er gesteld worden dat de bedrijven die meer melk produceren per melkkoe, per hectare en per bedrijf het diesilverbruik in liters per hectare stijgt.
- Het aandeel grasland daalt naarmate de melkproductie per melkkoe, per hectare en per bedrijf stijgt.
- Het diesilverbruik per 1.000 kg melk daalt wel als er gekeken wordt naar de productie per hectare, dit komt omdat er van hetzelfde land meer melk wordt gehaald.
- Er is geen verband tussen het elektriciteitsgebruik en de melkproductie per koe. Enkel zichtbaar is dat er bij een productie tussen de 7.000 en 9.000 kg melk per melkkoe een daling in het elektriciteitsgebruik zit.
- Het energiegebruik gekeken naar de bedrijfsproductie neemt af van 476 ton tot 1150 ton melk en neemt daarna weer toe.
- Uit de literatuur en het onderzoek blijkt dat de intensiteit van het bedrijf per hectare wel invloed heeft op het energiegebruik, vooral op het diesilverbruik per 1.000 kg melk. Hoe groter het bedrijf is hoe lager dit diesilverbruik per 1.000 kg melk.
- Gekeken naar het energiegebruik is er op de intensiteit per hectare en de melkproductie per melkkoe en totaal afgeleverde melkproductie van het bedrijf wel besparing te behalen.

3.6. Combinatie bedrijfsfactoren

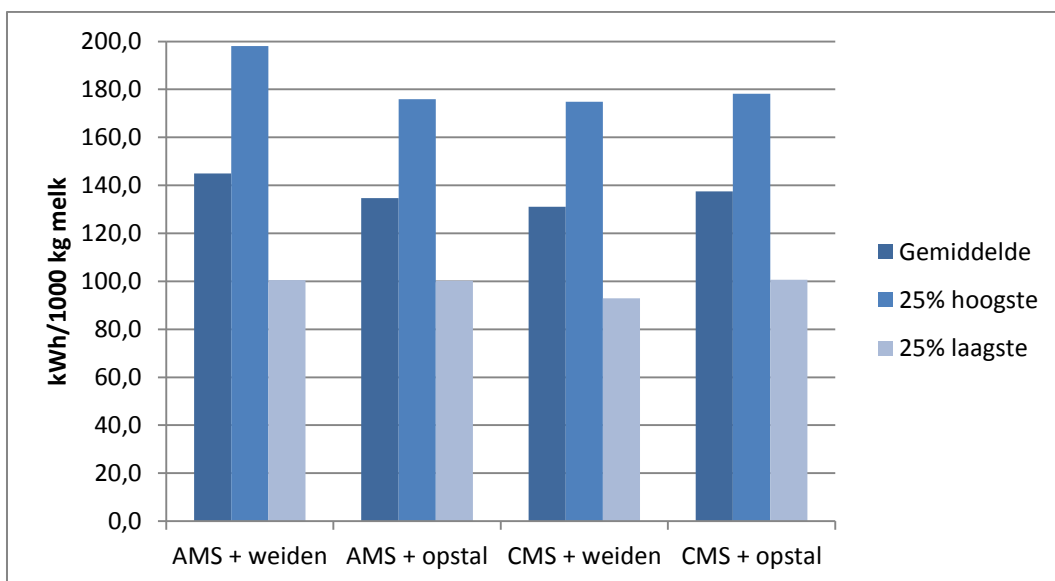
In deze paragraaf wordt er aan de hand van het verrichte onderzoek naar de verschillende bedrijfsfactoren, gekeken naar wat de beste combinatie is van deze bedrijfsfactoren. De combinatie die het laagste energiegebruik oplevert maar nog wel veel melk produceert. Deze combinatie is mogelijk de beste optie voor een bedrijf om het energiegebruik te reduceren. Of de combinatie werkt op elk bedrijf is afhankelijk van het soort melkveebedrijf en de melkveehouder. Aan de hand van deze paragraaf kan er ook een antwoord worden gegeven op de hoofdvraag; "Welke bedrijfsfactoren zijn van belang voor de melkveehouders om het directe energiegebruik te reduceren?"

In bijlage 3 zijn de tabellen opgenomen die de productie- en energiegegevens laten zien met betrekking tot de verschillende factoren. De splitsing van de bedrijven is gebeurd op beweiden of opstallen en op conventioneel of automatisch melksysteem. In figuur 3.14. wordt gekeken naar het elektriciteitsgebruik vergeleken met de verschillende combinaties. Hieruit is duidelijk te zien dat een conventioneel melksysteem in combinatie met opstallen het laagste energie gebruik heeft. Dit is tegenstrijdig als er gekeken wordt naar wat er uit de resultaten van weiden versus opstallen kwam Hieruit blijkt dat beweiden een lager energiegebruik oplevert.



Figuur 3.14. Elektriciteitsgebruik vergelijking met combinatie van de verschillende bedrijfsfactoren (kWh/1.000 kg melk).

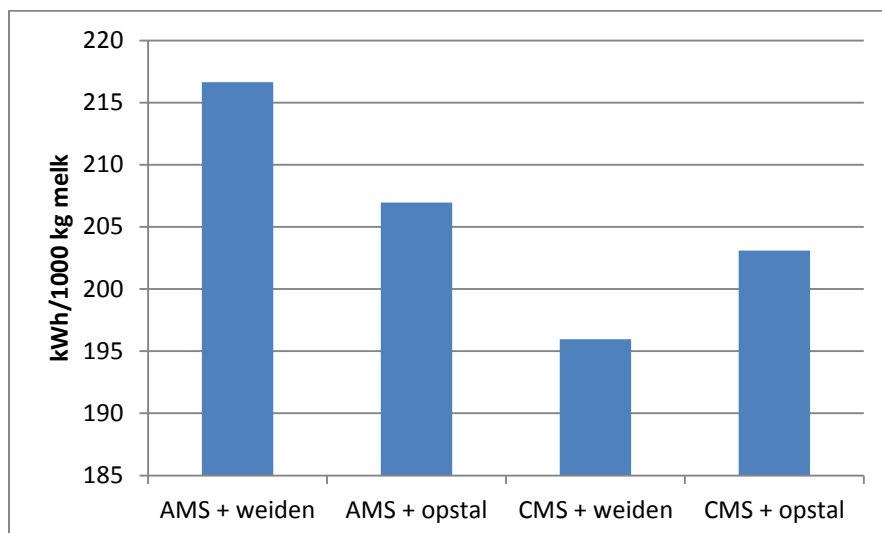
In figuur 3.15. is te zien wat het effect van de liters diesel per 1.000 kg melk op de verschillende bedrijfsfactoren. Hieruit blijkt dat een conventioneel melksysteem in combinatie met weiden het laagste dieselvebruik heeft. Dit komt wel overeen met wat er uit het onderzoeken in gekomen.



Figuur 3.15. Dieselvebruik vergelijking met combinatie van de verschillende bedrijfsfactoren (kWh/1.000 kg melk).

Figuur 3.16 laat zien wat het totale energiegebruik doet bij de combinatie van de bedrijfsfactoren, hiervoor is de diesel en de elektriciteit omgerekend naar kWh. Een liter diesel is 10 kWh. In de tabel komt duidelijk naar voren dat de energie-efficiency het hoogste ligt bij de combinatie van conventioneel melken met beweiden. Dit komt omdat een conventioneel melksysteem minder elektriciteit gebruikt dan een automatisch melksysteem. Ook is het efficiënter voor het dieselvebruik als de koe het gras zelf op haalt.

Het grote verschil tussen de automatische melksystemen is te verklaren door de lagere capaciteit van het melksysteem in geval van beweiden. Mede hierdoor zal zoals ook te zien is in bijlage 3 de melkproductie dalen.



Figuur 3.16. *Energiegebruik vergelijking met de combinatie van verschillende Bedrijfsfactoren (in kWh per 1.000 kg melk).*

3.6.1. Conclusie combinatie bedrijfsfactoren

In deze conclusie kan de hoofdvraag beantwoord worden, “Welke bedrijfsfactoren zijn van belang voor de melkveehouders om het directe energiegebruik te reduceren?”. Uit bovenstaande tabellen blijkt:

- Dat er met een conventioneel melksysteem in combinatie met beweiden het laagste energiegebruik per 1.000 kg melk gehaald wordt.
- Dat de resultaten van dit onderzoek overeen komt met de resultaten per bedrijfsfactor.
- Dat het verschil tussen beweiden en opstallen met een automatisch melksysteem zo groot is doordat er capaciteit van het systeem verloren gaat. De machine staat namelijk wel aan maar wordt op dat moment minder efficiënt gebruikt. Verklaring hiervoor is dat het aanbod van melkkoeien om gemolken te worden door het automatisch melksysteem bij weiden niet constant gelijk is.

4. Conclusies

In dit hoofdstuk wordt de conclusie behandeld. Dit wordt gedaan aan de hand van het beantwoorden van de deelvragen en de hoofdvraag. Verder worden de hypothesen getoetst.

4.1. Deelvragen

Wat moet er bereikt zijn aan energiebesparing in 2020?

In 2020 is het de bedoeling dat de melkveehouders gezamenlijk tot een energiegebruik komen van 7.38 PJ, dit is hetzelfde als een totaal van 2,05 miljard kWh in de melkveehouderij. De melkveebedrijven moeten dit gezamenlijk halen door een jaarlijkse reductie op het energiegebruik van 2% en in totaal 30% energie-efficiency ten opzichte van 2005. Het doel is een duurzame zuivelketen te creëren, die geschikt is voor een toekomstbestendige en verantwoorde zuivelsector.

Wat is het verschil tussen direct en indirect energiegebruik in de melkveehouderij?

Onder direct energiegebruik worden elektriciteit, diesel en gas verstaan. Indirect energiegebruik is het gebruik van goederen en diensten door het melkveebedrijf, maar het zijn geen directe energiedragers.

Hoe liggen de verhoudingen in direct en indirect energiegebruik in de melkveehouderij?

Van het totale energiegebruik bestaat 80-90% uit indirecte energie, de rest bestaat uit het directe energiegebruik. Van het directe energiegebruik bestaat ongeveer twee derde uit diesel en de rest zit in het elektriciteitsgebruik.

Welke maatregelen kun je nemen om het elektriciteitsgebruik op bedrijfsniveau omlaag te brengen?

Maatregelen om te besparen op het elektriciteitsgebruik zijn opgenomen in bijlage 1.

Welke maatregelen kun je nemen om het dieserverbruik op bedrijfsniveau omlaag te brengen?

Maatregelen om te besparen op het dieserverbruik zijn opgenomen in bijlage 2.

Wat is de invloed van verschillende melksystemen op het energiegebruik van een bedrijf?

De keuze voor een bepaald melksysteem heeft een behoorlijke invloed op het energiegebruik. Gekeken naar het verschil tussen een conventioneel melksysteem en een automatisch melksysteem, haalt een conventioneel melksysteem 9 kWh per 1.000 kg melk minder.

Levert beweiden een lager energiegebruik op, dan wanneer het vee het hele jaar op stal staat?

Beweiden levert een lager energiegebruik op dan jaar rond het vee op stal houden. Het verschil is 2 kWh per 1.000 kg melk voor het elektriciteitsgebruik en 5 kWh per 1.000 kg melk voor het dieserverbruik. Beweiden levert meer energiebesparing op.

Wat is de invloed van de kilogrammen melk per hectare op het energiegebruik?

Wanneer de melkproductie per hectare toeneemt gebeurt er weinig met het elektriciteitsgebruik, maar het dieserverbruik per 1.000 kg melk daalt wel.

Wat is de invloed van de kilogrammen melk per koe op het energiegebruik?

Het elektriciteitsgebruik daalt tussen de 7.000 en 9.000 kg melk per koe en stijgt daarna. De liters diesel per hectare stijgen, maar levert geen daling op per 1.000 kg melk.

Wat is de invloed van de geleverde kilogrammen melk per bedrijf op het energiegebruik?

De totaal afgeleverde melkproductie heeft invloed op het energiegebruik per 1.000 kg melk. Bij een bedrijfsomvang tussen de 476 ton en 1150 ton melk is een daling in het energiegebruik te zien.

4.2. Hypotheses

Voorafgaand aan het onderzoek zijn er een aantal hypothesen gesteld. Hieronder staan de drie hypothesen beschreven en vervolgens is aangegeven en toegelicht of dit juist is.

1. Er is een verband tussen type melkwinning en de hoogte van het energiegebruik, een automatisch melksysteem zal meer energie vragen als een conventioneel melksysteem, toch kunnen de uitkomsten zeer afwijkend zijn. Dit is afhankelijk van de bedrijfsvoering van het melkveebedrijf, denk hierbij aan het type stal en het aantal koeien.

Deze vooraf gestelde hypothese blijkt juist te zijn. Melkveehouders met een automatisch melksysteem hebben over het algemeen een hoger energiegebruik per 1.000 kg melk als met een conventioneel melksysteem. Wel is er duidelijk te zien in de database dat er veel variatie is tussen de bedrijven.

2. Wanneer een melkveehouder het hele jaar zijn vee op stal houdt, zal hij een hoger energiegebruik hebben. Dit wordt veroorzaakt doordat het gras met de trekker (diesel) van het land gehaald moet worden en de mest er niet door het vee zelf opgebracht wordt.

Op basis van de resultaten uit dit onderzoek kan er bevestigd worden dat het energiegebruik gemiddeld 9 kWh per 1.000 kg melk hoger is bij de bedrijven die het hele jaar het vee op stal houden.

3. Er is tot op heden niet bekend of er een verband is tussen het energiegebruik en de intensiteit op een melkveebedrijf. Logischerwijs zou een intensief bedrijf zijn land meer benutten dan een extensief bedrijf en hierdoor een hoger energiegebruik per hectare hebben. Een intensief bedrijf heeft namelijk wel dezelfde voerhoeveelheid per koe nodig als een extensief bedrijf, hierdoor zal het energiegebruik stijgen per hectare. De stijging per hectare komt doordat er op een intensief bedrijf meer voer aangekocht wordt om te voeren aan de koeien. Het voeren kost diesel, dus meer energiegebruik. Per 1.000 kg melk zal het energiegebruik wel weer lager liggen dan op een extensief bedrijf, omdat het aangekochte ruwvoer niet zelf geteeld is.

Deze hypothese is correct gesteld, het energiegebruik wijzigt niet als er gekeken wordt naar het elektriciteitsgebruik per 1.000 kg melk per hectare. Het dieselverbruik per 1.000 kg melk daalt wel naarmate er meer melk per hectare geproduceerd wordt. Deze daling zorgt ervoor dat het totale energiegebruik per 1.000 kg melk daalt wanneer de intensiteit in kg melk per hectare stijgt.

4.3. Hoofdvraag

In deze conclusie wordt de hoofdvraag beantwoord; "Welke bedrijfsfactoren zijn van belang voor de melkveehouders om het directe energiegebruik te reduceren?"

Uit onderzoek is gebleken dat de bedrijfsfactor weidegang invloed heeft op het energiegebruik. Beweiden levert het laagste energieverbruik op. Gekeken naar het onderzoek van de melksystemen, levert een conventioneel melksysteem een lager energieverbruik op. Gekeken naar de melkproductie per melkkoe en de melkproductie per hectare, leveren deze bedrijfsfactoren bij een hogere productie een lager energieverbruik op. De bedrijfsfactor bedrijfsomvang heeft minder effect op het energiegebruik.

Gekeken naar de combinatie van verschillende bedrijfsfactoren kunnen melkveehouders het beste hun energiegebruik reduceren door gebruik te maken van een conventioneel melksysteem in combinatie met beweiden. Dit levert het beste resultaat op gekeken naar het energiegebruik per 1.000 kg melk.

Het is lastig om te zeggen of deze bedrijfsfactoren passen op elk bedrijf en of het dan de zelfde resultaten zal opleveren. Behalve de bedrijfsfactoren zijn er andere simpele maatregelen die genomen kunnen worden om toch het energiegebruik te reduceren.

5. Aanbevelingen

Dit onderzoek toont aan dat de diverse bedrijfsfactoren van invloed zijn op het directe energieverbruik. Wanneer de bedrijven efficiënter met hun energieverbruik om gaan is er de mogelijkheid tot het reduceren van het energieverbruik. Dit geldt voor zowel elektriciteitsgebruik als dieselverbruik. Er kan gesteld worden dat gekeken naar de verschillende bedrijfsfactoren deze allen van belang zijn voor het energieverbruik. Afhankelijk van de bedrijfsvoering kan er gekozen worden om te gaan melken met een conventioneel melksysteem en daarnaast het vee te gaan weiden. Deze bedrijfsfactoren samen leveren het laagste energieverbruik op.

Het energieverbruik kan ook worden gereduceerd als een melkveehouder een aantal simpele maatregelen neemt tijdens het melken en de mechanische grondbewerking. Hierdoor is het mogelijk om te komen tot de doelstelling die gesteld is voor de zuivelsector in 2020.

6. Bronnenlijst

- Agentschap NL (2012). Dieselbesparing in de melkveehouderij.
<http://www.duurzamezuivelketen.nl/files/dieselbesparing.pdf>
- Agroenergiek (2007). Brandstofbesparing tips.
http://agroenergiek.nl/system/files/documenten/pagina/tips_brandstofbesparing.pdf
- BINternet (2013). Gegevens energie van het LEI.
<http://www.agrimatie.nl/binternet.aspx>
- Capellen, J. (2012). Veeteelt. Energierekening kan halveren.
<http://edepot.wur.nl/305557>
- DLV Rundvee Advies BV i.s.m. CLM (2012). Melksystemen en melkrobots.
<http://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Eindrapport%20Melksystemen%20en%20melkrobots%20def.pdf>
- Duurzame zuivelketen (2014). Gedetailleerde doelen Duurzame Zuivelketen.
<http://www.duurzamezuivelketen.nl/files/gedetailleerde-doelen-duurzame-zuivelketen.pdf>
- Hageman, I.W. (1994). Invloed bedrijfsfactoren op energiegebruik melkveebedrijven.
<http://edepot.wur.nl/41172>
- Hageman, I. & Mandersloot F. (1994). Model energiegebruik melkveebedrijf.
<http://edepot.wur.nl/34030>
- HaverSchmidt, J. (2007). Weidegang versus opstallen, een bewuste keuze.
<http://www.archief.verantwoordeveehouderij.nl/Producten/Koeenwij/Algemeen/WeidegangversusOpstallen.pdf>
- Infomil (2015). Wat is nog beweiden bij melkvee? Mag permanent opstallen wel?
<http://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw-tuinbouw/?PDF=true&ActItnIdt=138117>
- Reijs, J.W., Doornewaard, G.J., Jager, J.H. en Beldman, A.C.G. (2014). Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen.
<http://www.duurzamezuivelketen.nl/files/sectorrapportage-duurzame-zuivelketen.pdf>
- Ruitenbergh, G & Jacobs, R. (2014). Mogelijkheden om energie te besparen op melkveehouderijbedrijven.
<http://www.duurzamezuivelketen.nl/files/besparingsmogelijkheden.pdf>

Bijlage 1: Elektriciteitsbesparing

Mogelijkheden om energie te besparen op melkveehouderijbedrijven:

	Eenvoudige maatregelen om uw elektriciteitsverbruik (kWh/1.000 kg melk) te verlagen	Actieplan Naam: Huidig verbruik: Streef verbruik:
Melken	○ Vacuümpomp net voor het melken aanzetten ○ Compressor alleen nodig voor melken? Dan na het melken uitzetten ○ AMS-en: laat compressor alleen koude lucht aanzuigen	
Koelen (als er een voorkoeler aanwezig is)	○ Rooster koelmachine schoonhouden ○ Koelmachine alleen koude lucht laten aanzuigen ○ Afvoeropening lucht koelmachine groter dan de aanvoeropening ○ Melk remmen: voorkoeler krijgt meer tijd om te koelen ○ Wateraanvoer verhogen (overschrijd niet de maximale capaciteit van je bronwatersysteem!) ○ Is er een naloopmogelijkheid: benut deze ○ geen naloop: by-pass aanbrengen op voorkoeler	
Reinigen	○ Spoelbak isoleren ○ Aanvoerleidingen warmwater isoleren ○ Temperatuur reiniging optimaliseren <i>Nadat de leidingen geïsoleerd zijn kan de temperatuur van de boiler naar beneden bijgesteld worden. Let wel op dat de eindtemperatuur gehandhaafd wordt!</i>	
Verlichting	○ Tijdschakeling en/of schemerschakeling ○ Verlichting in meerdere groepen schakelen zodat deze afzonderlijk bediend kunnen worden (b.v. ziekenboeg, wachtruimte, droge koeien, melkkoeien) ○ 's Nachts 6-8 uur donker ○ Nachtverlichting, kan het minder? ○ Lampen regelmatig schoonmaken ○ Oude TL's tijdig vervangen, dus voordat ze gaan knipperen, lastig opstarten of aan de uiteinden verkleuren	
Water-voorziening	○ Alle voorkoelwater benutten ○ Anti bevriezing alleen aan bij echte vorst ○ Druk watersysteem: goed of kan deze verlaagd worden?	
Monitoren	○ Elke maand de meterstanden (gas en elektriciteit) noteren ○ Elke maand de draaiuren van de compressor van de AMS noteren	

	Investeringsen	Actieplan
Melken	o Frequentieregeling op de vacuümpomp	
Koelen	- o Voorkoeler <i>Maak afspraken over de te behalen temperatuur van de melk na voorkoeling. Een temperatuur van 2-4 °C boven de temperatuur van het ingaande koelwater is mogelijk met een goed gedimensioneerde voorkoeler en minimaal 1,1 liter koelwater per liter melk.</i> Bereken zelf uw besparing op http://energiezuinigemelkveehouderij.nl/ - o Energie zuinige koelmachine - o Energiezuinige melktank	
Reinigen	- o WTW <i>Plaats de WTW zo dicht mogelijk bij de koelmachine en de boiler/geiser. Isoleer alle warmwaterleidingen. Zorg dat de temperatuurmeter op de WTW goed in het zicht zit zodat u kunt controleren of het apparaat goed werkt.</i> Bereken zelf uw besparing op http://energiezuinigemelkveehouderij.nl/ - o Energiezuinige boiler/geiser	
Verlichting	- o Energiezuinige verlichting <i>Wilt u uw bestaande verlichting vervangen door energiezuinige verlichting (1 op 1 vervangen):</i> Bereken zelf uw besparing op http://energiezuinigemelkveehouderij.nl/ <i>Bent u niet tevreden over uw huidige verlichtingsniveau (te weinig licht, teveel licht, te grote verschillen in lichtniveau)? Laat dan een lichtberekening uitvoeren voor uw stal. Geef zelf aan welk lichtniveau, lichtkleur en gelijkmatigheid u voor de nieuwe verlichting wenst.</i>	
Water-voorziening	- o Kies, zo mogelijk, voor een pomp (liefst frequentieregeld) in de bron. Het opdrukken van water kost minder energie dan het aanzuigen van water. - o Maak bij de aanschaf van de installatie afspraken over het kWh verbruik per m3 water en plaats een watermeter en elektriciteitsmeters bij alle pompen voor het watersysteem zodat het verbruik gemonitord kan worden - o Hoe meer pompen, hoe hoger het energieverbruik - o Kies voor een ruime diameter voor de waterleidingen (50 mm). Er kan nu met een lagere druk meer water beschikbaar gesteld worden. En leidingen bevriezen minder snel.	

Bijlage 2: Dieselbesparing

1. Pas uw rijgedrag aan

Het rijgedrag is de meest bepalende factor voor het brandstofverbruik. De belangrijkste opties om het verbruik te verminderen zijn:

- Het kiezen van de juiste versnelling, bij voorkeur een laag toerental met een hoge versnelling;
- Een juist gebruik van de aftak-as die op meer dan één toerental is te schakelen;
- Het niet onnodig laten lopen van motoren tijdens het wachten of tijdens pauzes.

Een trekker met een verbruiksmeter is hierbij een handig hulpmiddel. De verbruiksmeter is ook te plaatsen in een bestaande trekker. Uit onderzoek blijkt dat trekkers gemiddeld 25% van de tijd stationair staan te draaien, terwijl 15% haalbaar is.

2. Gebruik een juiste trekker-werkuigcombinatie

Te veel vermogen (pk's) meenemen kost altijd brandstof. Probeer dus bij een werktuig een trekker te gebruiken die niet meer dan ongeveer 15% meer vermogen heeft dan wat maximaal wordt gevraagd. Dat geeft de beste mogelijkheden om in het optimale toereengebied te werken. Uit onderzoek blijkt het volgende: bij werkzaamheden waar bijvoorbeeld 100 pk vermogen voor wordt gevraagd is inzet van een trekker die maximaal 110 pk kan leveren tot 30% zuiniger dan inzet van een trekker van 150 pk. Ook is besparing mogelijk door beter gebruik en afstemming van verreikers, loaders en mini shovels.

3. Zorg voor de juiste bandenspanning

- Moderne banden kunnen met een bandenspanning van 0,8 bar op het land prima gebruikt worden. Deze bandenspanning geeft een betere grip, waardoor de werkelijke snelheid met 20% stijgt. Werkzaamheden kunnen zo sneller worden uitgevoerd en een brandstofbesparing van 10% is mogelijk. Slip leidt ook tot bodemschade. Als de band op de velg begint te trekken, is de grens van het laten dalen van de bandendruk bereikt.
- Betaalbare en snelle systemen voor spanningsvariatie bij wisseling van verharde weg naar het veld zijn nog schaars.

Subsidiemogelijkheden voor het drukwisselsysteem vindt u op de Energielijst van de EIA.

- Michelin heeft een nieuwe bandenserie geïntroduceerd die bij 0,8 bar wel een hoge snelheid en belasting aan kan. U rijdt dan op de weg ook met een lage spanning.
- Insporing door afrollen op een vochtige bodem halveert door een bandendruk van 0,8 bar ten opzichte van een bandendruk van 1,6 bar. Deze veelgebruikte 1,6 bar zorgt ook voor hogere bandenslijtage op de weg (specifiek het midden van de band).
- Het controleren en instellen van de bandenspanning kunt u onderdeel laten uitmaken van de dagelijkse werkzaamheden, zoals tanken en oliecontrole.

4. Gebruik een zo groot mogelijke bandenmaat

De banden zorgen voor overbrenging van de trekkracht op de ondergrond. Gemiddeld wordt 15 tot 30% van de brandstof gebruikt voor de krachtsomzetting naar de bodem. Een grotere en bredere bandenmaat verbetert de krachtomzetting en bespaart daarmee brandstof. Een eenvoudiger en goedkoper alternatief is het gebruik van dubbellucht.

5. Schaf een zuinige trekker aan

De vervanging van uw trekker is een kans om te besparen op dieselverbruik. Een nieuwe trekker is circa 10% zuiniger als een oudere trekker met het zelfde vermogen. De besparing bij nieuwkoop kan in het gedrang komen als het vermogen van de nieuwe trekker niet goed is afgestemd op het benodigde vermogen van de werktuigen die u gebruikt. Het laten uitvoeren van zware werkzaamheden in loonwerk kan daarbij bijdragen aan dieselbesparing. De website van het Duitse testcentrum DLG maakt een vergelijking mogelijk tussen verschillende tractoren.

6. Zorg voor voldoende gewicht op de vooras bij vierwielaandrijving

Door te weinig gewicht op de vooras draagt de vierwielaandrijving niet maximaal bij aan de trekkracht. Bij een trekker met grote, moderne radiaalbanden aan de vooras moet minimaal 25 tot 30% van het totaalgewicht op de vooras rusten (bij veel oudere trekkers is dat slechts 15%). Door deze betere benutting is een besparing van 1 tot 5 liter per hectare mogelijk. Het onnodig met frontgewichten rijden leidt echter weer tot een toename van het brandstofgebruik.

7. Onderhoud uw trekker en machines

Regelmatig onderhoud, volgens de richtlijnen van de fabrikant en door vakkundig personeel, vermindert het brandstofverbruik. Ook gaan uw trekker en machines langer mee. Het schoonhouden van de radiator en andere onderdelen van de koeling is een voorbeeld van wat u zelf kunt doen.

8. Zorg voor een goede afstelling van grondbewerkingsmachines en voor een efficiënte werkbreedte

Bij werktuigen die in de bodem werken zoals ploegen en cultivatoren kan een verkeerde aanspanning tot een hoog brandstofverbruik leiden. Stel met de topstang en hef-armen het werktuig vlak, zodat alle elementen even diep werken. Ook de werkdiepte heeft grote invloed op het verbruik. Door bij het ploegen en cultiveren met een werkdiepte van 15 cm in plaats van 25 cm te werken kunt u flink op brandstof besparen. Door de machines goed af te stellen kunt u 5 tot 25 euro per hectare besparen. Overweeg ook om (gedeeltelijk) over te schakelen op niet-kerende of minimale grondbewerking. Een efficiënte werkbreedte van werktuigen zoals maaier en schudder kan veel bijdragen aan dieselbesparing.

9. Registreer het dieselgebruik (en loonwerk) op het bedrijf

De nota voor het dieselverbruik krijgt u slechts incidenteel. Dat is te beperkt voor inzicht in het dieselverbruik en actief beheer. Door het dieselverbruik per tankbeurt te registreren gekoppeld aan de uit te voeren werkzaamheden en het loonwerk goed te monitoren brengt u het dieselverbruik en gebruikspieken goed in beeld.

10. Minder machinegebruik

Machines die niet worden gebruikt, gebruiken ook geen energie. Een voorbeeld dat niet overal past maar wel effect heeft, is het toepassen van optimale beweiding. Uiteraard is het extra dieselverbruik voor voederwinning bij koeien die (meer) op stal staan niet doorslaggevend in de keuze rondom beweiding. De erfinrichting speelt ook een rol: richt het erf zo in dat zo kort mogelijke rijlijnen ontstaan; met name het laden van voermengwagens zorgt voor veel rijbewegingen. Daarnaast is de indeling van percelen van belang. Bij beweiding wordt vaak gebruik gemaakt van afrastering. Houd rekening met werkbreedtes van machines zodat deze niet onnodig opgeklapt moeten worden bij het wisselen van de percelen. Zorg ervoor dat sloten en/of afrastering niet leiden tot onnodig omrijden. Andere voorbeelden om het dieselverbruik te verminderen zijn het overslaan van een grondbewerking en pleksgewijze bestrijding/behandeling in plaats van volveldtoepassingen. Ook het goed beheer van grasland en daardoor minder toepassen van herinzaai kan besparing opleveren. Zie voor ondersteuning bij de keuze of herinzaai noodzakelijk is de Herinzaaiwijzer.

Bijlage 3: Combinatietabellen

Automatisch melksysteem + beweiden		gemiddelde	25% hoogste	25% laagste
Over aantal	58			
Dieserverbruik	kWh per 1.000 kg melk	144,9	198,1	100,5
Elektriciteitsgebruik	kWh per 1.000 kg melk	75,7	112,4	46,0
Totaal verbruik diesel	liters per hectare	233	320	169
Dieserverbruik melkveehouder	liters per hectare	133	221	69
Dieserverbruik loonwerker	liters per hectare	100	142	54
Melkproductie totaal afgeleverd	kg melk	765.077	1.123.532	466.016
Melkproductie per hectare	kg melk	16.226	24.754	11.151
Melkproductie per melkkoe	kg melk	8.227	9.500	6.809
Aantal melkkoeien	stuks	93	135	59
Oppervlakte grond	hectare	47,15	66,94	28,97

Automatisch melksysteem + niet beweiden		gemiddelde	25% hoogste	25% laagste
Over aantal	37			
Dieserverbruik	kWh per 1.000 kg melk	134,7	175,9	100,3
Elektriciteitsgebruik	kWh per 1.000 kg melk	74,6	112,6	43,3
Totaal verbruik diesel	liters per hectare	238	308	177
Dieserverbruik melkveehouder	liters per hectare	150	233	69
Dieserverbruik loonwerker	liters per hectare	88	139	31
Melkproductie totaal afgeleverd	kg melk	967.897	1.487.728	570.783
Melkproductie per hectare	kg melk	17.900	22.676	13.466
Melkproductie per melkkoe	kg melk	8.879	9.639	7.834
Aantal melkkoeien	stuks	109	158	68
Oppervlakte grond	hectare	54,07	78,77	33,75

Melkstal + beweiden		gemiddelde	25% hoogste	25% laagste
Over aantal	275			
Dieserverbruik	kWh per 1.000 kg melk	131,0	174,8	92,9
Elektriciteitsgebruik	kWh per 1.000 kg melk	66,4	100,6	38,4
Totaal verbruik diesel	liters per hectare	213	296	144
Dieserverbruik melkveehouder	liters per hectare	124	205	61
Dieserverbruik loonwerker	liters per hectare	89	136	40
Melkproductie totaal afgeleverd	kg melk	728.596	1.157.617	409.170
Melkproductie per hectare	kg melk	16.245	22.273	12.064
Melkproductie per melkkoe	kg melk	8.096	9.116	6.883
Aantal melkkoeien	stuks	90	141	53
Oppervlakte grond	hectare	44,85	69,53	25,73

Melkstal + niet beweiden		gemiddelde	25% hoogste	25% laagste
Over aantal	59			
Dieserverbruik	kWh per 1.000 kg melk	137,52	178,15	100,64
Elektriciteitsgebruik	kWh per 1.000 kg melk	65,49	97,95	39,67
Totaal verbruik diesel	liters per hectare	240	321	171
Dieserverbruik melkveehouder	liters per hectare	150	235	84
Dieserverbruik loonwerker	liters per hectare	90	144	38
Melkproductie totaal afgeleverd	kg melk	875.681	1.304.870	499.536
Melkproductie per hectare	kg melk	17.020	23.377	12.967
Melkproductie per melkkoe	kg melk	8.108	9.285	7.037
Aantal melkkoeien	stuks	108	166	61
Oppervlakte grond	hectare	51,45	80,24	27,15

Bijlage 4: Checklist schriftelijk rapporteren

Naam:

Klas:

Datum:

Titel verslag:

Nadat je je verslag/rapport hebt gecontroleerd met behulp van deze checklist, voeg je deze toe als bijlage. Zonder de checklist vindt er geen beoordeling plaats.

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 examenreglement)

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:

- ☐ Is hoofdstuk 1*
- ☐ Nodigt uit tot lezen
- ☐ Beschrijft het onderzoekskader*
- ☐ Beschrijft de probleemstelling*
- ☐ Vermeldt het doel*

- ☐ Geeft informatie over de gevolgde onderzoeksmethode*
- ☐ Geeft kort de inhoud per hoofdstuk van het rapport/verslag weer* (zie intranet)

9. 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)*
- ☐ In de tekst zijn er verwijzingen naar figuren en/of tabellen*
- ☐ De tekst bevat verwijzing naar de desbetreffende bijlage(n)
- ☐ De pagina's zijn genummerd*
- ☐ De pagina's hebben een aantrekkelijke opmaak

10. De discussie:

- ☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur
- ☐ Geeft de valide argumentatie weer
- ☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen (zie intranet)

11. De conclusies en aanbevelingen:

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

12. De bronvermelding:

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

13. De literatuurlijst:

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

14. De bijlagen:

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