



Afstudeerwerkstuk

Energie in de melkveehouderij

Roy Kramer



Afstudeerwerkstuk

Titel:	Energie in de melkveehouderij
Auteur:	Roy Kramer
Opleiding:	Bedrijfskunde en Agribusiness
Major:	Agrotechniek en Management
Datum:	Mei 2016
Begeleider:	Dhr. J. Simmelink

Voorwoord

Ter afronding van de opleiding Agrotechniek & Management aan CAH Vilentum te Dronten is dit afstudeerwerkstuk geschreven, voorafgaand aan dit verslag is het plan van aanpak PVAA opgeleverd.

In dit afstudeerwerkstuk wordt ingegaan op de mogelijke manier voor melkveehouders om te besparen op hun energie verbruik, enerzijds door technologische mogelijkheden, en anderzijds een mogelijke besparing door persoonlijke aandacht.

Hierbij wil dan ook graag iedereen bedanken die het medemogelijk heeft gemaakt voor mij om dit afstudeerwerkstuk zo op te leveren. In het bijzonder wil ik Dhr. J. Simmelink bedanken voor de begeleiding tijdens het maken van het Plan van Aanpak wat vooraf ging aan dit afstudeerwerkstuk.

Leens, Mei 2016

Inhoudsopgave

VOORWOORD	2
INHOUDSOPGAVE	3
SAMENVATTING	5
SUMMARY	7
1 INLEIDING	9
2 RELEVANTIE	11
3 ENERGIE OP MELKVEEHOUDERIJBEDRIJVEN	13
3.1 GAS	15
3.2 ELEKTRICITEIT	16
4 VERBRUIKEN	20
4.1 GAS	20
4.2 ELEKTRICITEIT	21
5 BESPARINGSMOGELIJKHEDEN	24
5.1 GAS	24
5.2 ELEKTRICITEIT	24
6 BESPARINGSMOGELIJKHEDEN UITGEWERKT	25
6.1 WARMTETERUGWINNING	25
6.2 ZONNEBOILER	26
6.3 ECO200	26
6.4 VOORKOELER	28
6.5 FREQUENTIEREGELAAR	30
6.6 ENERGIEZUINIGE VERLICHTING	31
6.7 ISOLATIE	33
6.8 ZONNEPANELEN	33
7 ENERGIE NEUTRAAL	35
8 BEREKENINGEN	36
8.1 WARMTETERUGWINNING	36

8.2	ZONNEBOILER	36
8.3	ECO200	37
8.4	VOORKOELER	37
8.5	FREQUENTIEREGELAAR	37
8.6	VERLICHTING	37
9	ENERGIESCAN	39
10	SUBSIDIES	41
11	DISCUSSIE & CONCLUSIE	42
12	AANBEVELINGEN	45
13	BRONNEN	47
13.1	WETENSCHAPPELIJKE BRONNEN	47
13.2	DOCUMENTEN	47
13.3	WEBSITES:	48
13.4	PERSONEN	48
	BIJLAGE 1: BEOORDELINGSFORMULIER AFSTUDEERWERKSTUK	49
	BIJLAGE 2: BEOORDELINGSFORMULIER AFSTUDEERWERKSTUK	50
	BIJLAGE 3: CHECKLIST SCHRIFTELIJK RAPPORTEREN	51
	BIJLAGE 4: ENQUETE FRIESLANDCAMPINA	52

Samenvatting

Melkveehouderijbedrijven verbruiken energie in de vorm van aardgas en elektriciteit. Er zijn veel verschillen in het energieverbruik van melkveehouderijbedrijven, om dit goed te vergelijken wordt gekeken naar het energieverbruik per 1.000kg melk.

In dit rapport wordt weergegeven op welke punten melkveehouderijbedrijven energie verbruiken. De informatie is verzameld vanuit diverse bronnen om zodoende de lezers een goed overzicht te presenteren.

In hoofdstuk 2 wordt de relevantie behandeld. Het energieverbruik op melkveehouderbedrijven die melken met een automatisch melksysteem ligt veelal hoger als op bedrijven met een traditioneel melksysteem. De overheid stimuleert manieren om energie te besparen, ook groene energieprojecten worden gestimuleerd. Melkveehouders hebben koeien in hun stal lopen die warmte produceren, wat kan gedaan worden met deze warmte? Kan het verbruik van energie en warmte worden gecompenseerd met warmte van koeien?

In hoofdstuk 3 wordt het energieverbruik besproken. Veelal wordt er niet gemeten, privé verbruiken zijn lastig te onderscheiden. Meest gebruikte vorm van energie is aardgas en elektriciteit. Innovatie in technieken gaat snel. Levert de investering die gedaan wordt het gewenste resultaat en verdiend deze zich terug? Ook passen energie zuinige oplossingen goed bij het "Convenant Schoon en Zuinig" Doel hierin is het verbruik van fossiele brandstoffen te reduceren met 2%. De verbruiken worden onder gespecificeerd naar energiemiddel, gas en elektriciteit. Voor 85% van het energieverbruik zijn 5 onderdelen verantwoordelijk: melken, koelen, reinigen, watervoorziening en verlichting.

Bij al van deze punten wordt ingegaan op de plekken en onderdelen waar hier bespaard kan worden. Bij het melken is de grootste verbruiker de vacuümpomp. Bij het koelen wordt het verbruik veroorzaakt door de koelaggregaat. Bij het reinigen van de melkmachine en de melktank wordt vaak warm water gebruikt, dit wordt besproken bij het onderdeel gasverbruik, verder worden de kosten veroorzaakt door dezelfde onderdelen als in het melkproces. Watervoorziening is niet op elk bedrijf een onderdeel, maar wordt vaak veroorzaakt door het oppompen van water uit de bron. Op het gebied van verlichting wordt alle energie gebruikt voor verlichting, deze produceren ook warmte. Vaak wordt er nog verlicht met TL verlichting en gasontladingslampen.

In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op het verbruik van alle apparatuur die verantwoordelijk is voor de hoge verbruiken. Uit de onderdelen genoemd in hoofdstuk 3 worden alle verbruikers per onderdeel aangegeven en wat het verbruik is van deze machine. En hoe een melkveehouder eventueel zelf het verbruik kan bereken. Voor motoren geldt de formule $\text{Motor (kW)} \times \text{looptijd(uren)} = \text{kWh}$. Voor het verwarmen van water geldt dat het verwarmen door middel van elektriciteit 3 maal zoveel kost als door middel van verbranding van gas.

In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op het daadwerkelijk besparen. In het hoofdstuk worden ingegaan op de voorkoeler, warmteterugwinning, zonneboiler, ECO200, frequentieregelaar, energiezuinige verlichting, isolatie en zonnepanelen.

In hoofdstuk 6 wordt ingegaan op de onderdelen genoemd in hoofdstuk 5, de onderdelen worden allemaal besproken. Voor de voorkoeler is een terugverdientijd van 3,1 jaar, de warmteterugwinning 6 a 7 jaar bij verwarming van water op gas, de frequentieregelaar op een vacuümpomp heeft een terugverdientijd van 4 jaar. Er kan dus veel worden bespaard op energieverbruik. Een investering kan zich binnen een aantal jaar terugverdienen.

In hoofdstuk 7 wordt een energieneutraal bedrijf besproken. Een mooie nieuwbouwsituatie zou een bedrijf zijn met het ECO200 systeem, een frequentie gestuurde vacuümpomp, en als laatste een investering in zonne panelen om zodoende een energieneutraal bedrijf te hebben.

In hoofdstuk 8 worden berekeningen weergegeven aan de hand van een fictief voorbeeldbedrijf.

Deze berekeningen laten zien dat een warmteterugwinning €820 op jaarbasis kan besparen, een zonneboiler €718, ECO200 realiseert een besparing van 80% op gasverbruik (incl. bedrijfswoning), Een voorkoeler kan €1.150 besparen per jaar. Een frequentieregelaar €900 tot €1.600.

In hoofdstuk 9 gaat het over de energiescan die melkveehouders uit kunnen (laten) voeren om te kijken waar eventueel energie bespaard kan worden.

In hoofdstuk 10 wordt gesproken over subsidies die melkveehouders in Nederland kunnen gebruiken voor investeringen op het gebied van milieu en energie besparingen. De VAMIL-MIA, EIA en ISDE.

Vanaf hoofdstuk 11 wordt er gesproken over aanbevelingen conclusies en discussies. Melkveehouders kunnen energie besparen, een deel is hier al mee bezig. Aangetoond is dat bedrijven verder kunnen besparen, en in het geval van het ECO200 systeem breder mogen denken. Om per bedrijf te bepalen hoe hoog een besparing zou kunnen zijn is een bedrijfsspecifieke analyse van belang, om vervolgens vanuit daar actie te ondernemen.

Summary

This document is over the subject: save energy on dairy farms. Dairy farms do use gas and electricity. There is a big difference of energy consumption on dairy farms, to compare the consumption we take the energy consumption for producing 1.000kg of milk.

In this report people can find, the equipment that's using a lot of energy, the information is collected in different sources found on the internet, to get a good overview, so farmers don't have to collect it by their selves.

Chapter 2 is about the relevance. The energy consumption on dairy farms with an automatic milking system is higher than farms with a traditional milking system. The Dutch government stimulates ways to save energy, also green energy projects are stimulated. Dairy farmers have cows in their barns, they produce heat, is it possible to collect the heat to compensate the use of energy for heat?

Chapter 3 is about the energy use of dairy farms. Most of the time the private use is difficult to separate from company use. Most used source of energy is earth gas and electricity. Innovation gets fast. Does the investment get where it's supposed to be, and does it earn his money back? 85% of the energy use is caused by 5 major parts on a dairy farm, milking, cooling, cleaning, water supply and lightning.

In all those parts there is an overview where energy can be saved. The largest energy consumer in the milking process is the vacuum pump. The largest energy consumer in the cooling process is the cooling machine itself, 13kWh per 1.000kg milk. Cleaning is the cleaning of the milk equipment inside, this is done by the milk process equipment, with hot water. A gas boiler is the main consumer of gas on a dairy farm. For lightning is mostly used fluorescent lamps and metal halide lamps, they are producing also a lot of heat.

Chapter 4 is about the use of energy for all the parts from chapter 3. They are all named, and told what the energy consumption is for every part. For motors there is a formula, $\text{Motor(kW)} \times \text{running hours} = \text{kWh}$. Heating water with electricity is 3 times more expensive than heating with gas.

Chapter 5 is about saving energy, solutions to save energy are, precooler, free heater, sun boiler, ECO200, frequency inverter, low energy using lighting, isolation and solar.

Chapter 6 is about the parts in chapter 5, what it is, and when they earned their selves back. They earn themselves back in, precooler 3 years, free heater 7 years, frequency inverter on a vacuum pump 4 years. So there can be saved a lot of energy, an investment can earn them self back in a few years.

Chapter 7 is about an energy neutral dairy farm. A good plan for a new barn would be a combination of ECO200, frequency inverter on the vacuum pump, and solar on the roof. This all to get an energy neutral dairy farm.

In chapter 8 there are calculations, this is done on a non-existing farm, but with reliable numbers. Calculations told that a free heater can save €820 every year. A sun boiler can save €718 every year, ECO200 can save 80% of all gas use, including private use. A precooler can save €1.150 every year. And a frequency inverter can save €900-€1.600 every year.

Chapter 9 is about an energy scan that dairy farmers can use on their own farm. To see where they can save energy.

Chapter 10 is about de subsidy provided by the Dutch government. Subsidy for investments who are good for the environment, and investments that can save energy.

From chapter 11 until the end there is a conclusion and discussion. Dairy farms can save energy, some farmers already know, and they have already invested in some parts. Proved is that farmers can save a lot more. In the case of the ECO200 system the can think wider, they can also save in the private part. To know where a farmer can save energy, it is wise to make an energy scan specifically for 1 farm, and to get in action with the results of the energy scan.

1 Inleiding

Voor particulieren en bedrijven wordt het steeds belangrijker om steeds minder afhankelijk te zijn van fossiele brandstoffen, en andere omstreden manieren van energie zoals kernenergie. Particulieren en bedrijven worden door de Nederlandse overheid gestimuleerd om energie zuinige en energie opwekkende producten aan te schaffen, de overheid doet dit door middel van subsidies. Maar niet alleen de overheid stimuleert, de particulieren zelf ook. Wie wil er graag in de buurt wonen van een kolen gestookte energiecentrale? Of zelfs een kerncentrale? Wie wil er in de toekomst nog wonen in gebieden waar aardbevingen voorkomen zoals in de provincie Groningen?

Particulieren en bedrijven worden gestimuleerd in zuinige oplossingen, maar een particulier of een bedrijf, het verschil is groot als er wordt gekeken naar de energie behoefte. Maar ook bedrijven moeten gaan kijken naar hun energieverbruik, hoe kunnen zij hoge verbruiken voorkomen, en welke mogelijkheden van besparingen zijn van toepassing op hun bedrijfstak.

De rijksoverheid heeft in het jaar 2011 een rapport uitgebracht, hierin is te lezen dat in 2010 4% van het nationaal energieverbruik hernieuwbaar was, de toekomstvisie was om dit in 2014 14% te laten zijn. De achterliggende gedachte hierachter is het reduceren van de CO² uitstoot in Nederland. Echter, een kerncentrale stoot geen CO² uit. Deze is dus milieubewust, afgezien van het feit dat er met radioactief materiaal wordt gewerkt, wat ook weer vragen met zich mee brengt.

In dit rapport wordt gekeken naar de mogelijkheden voor melkveehouderijbedrijven, hoe zij hun energierekening kunnen reduceren en zodoende meedragen aan het verduurzamen van het traject van de melk. Oftewel van koetje tot toetje.

Hoe kan een melkveehouder de energieverbruiken op zijn/haar bedrijf reduceren, en kan daar vervolgens een economisch voordeel mee behaald worden?

Melkveehouders die zich willen verdiepen in het energieverbruik op melkveehouderijbedrijven worden in dit rapport meegenomen naar de feiten die er zijn, en manieren waarop mogelijke besparingen worden gerealiseerd. Met het realiseren van besparingen is het de bedoeling uiteindelijk op termijn een financiële plus te realiseren. Om geld te verdienen zal er eerst geïnvesteerd moeten worden.

Hieronder vindt u een klein overzicht van de hoofdstukken van wat u kunt verwachten in het verslag, voor een uitgebreider overzicht kunt u kijken in de inhoudsopgave.

1. Inleiding
2. Relevantie
3. Energie op melkveebedrijven
4. Verbruiken
5. Besparingsmogelijkheden
6. Besparingsmogelijkheden uitgewerkt
7. Energie neutraal
8. Berekeningen

- 9. Energiescan
- 10. Subsidies
- 11. Discussie en Conclusie
- 12. Aanbevelingen
- 13. Bronnen
- Bijlage 1. Beoordelingsformulier
- Bijlage 2. Beoordelingsformulier
- Bijlage 3. Checklist schriftelijk rapporteren.
- Bijlage 4. Energiescan Friesland Campina

2 Relevantie

Op veel bedrijven met een automatisch melksysteem ligt het energie verbruik hoger dan bedrijven met een traditionele melkstal¹. Graag zouden bedrijven deze kosten voor een deel terug willen dringen, dan wel investeren in middelen om hierop uiteindelijk een besparing te realiseren. Dit zou uiteindelijk een positief financieel resultaat kunnen veroorzaken.

In de Eemshaven worden momenteel een tweetal energiecentrales gebouwd, RWE-Essent bouwt een kolen-biomassa centrale, en Nuon bouwt een gas gestookte centrale. Deze centrales zijn beide 'vieze' centrales. Groene energie projecten, zoals windturbines, biomassa vergisters en zonneparken stuiten vaak op bezwaren van omwonenden, milieuactivisten maar soms ook de overheid. Daarom is het voor een melkveehouder soms lastig om een goede vorm van groene energie te kiezen.

Melkveehouders hebben allemaal kleine energiecentrales in hun stallen lopen, koeien. De melkveehouders hebben de koeien vanwege hun melk. Wanneer de melk uit de koeien wordt gemolken is deze op een temperatuur van ongeveer 32°C, en de warmte in de melk is waar het om gaat. Maar melk moet worden bewaard op een temperatuur van 3 a 4°C in verband met de houdbaarheid van de melk. Wat kunnen we eventueel doen met deze warmte? Om deze melk te koelen wordt gebruik gemaakt van elektrische energie.

Elektriciteit wordt niet alleen gebruikt voor het koelen van de melk. Naast het koelen van de melk wordt de elektriciteit veel gebruikt voor de melkwinning, reiniging, watervoorziening en de verlichting van de stallen. Met deze bronnen hebben we ongeveer 85% van het elektrisch gebruik verklaard, de rest valt onder overigen².

Daarnaast is er nog een energiebron die wordt gebruikt op melkveehouderijbedrijven, gas veelal aardgas. Het gas wordt in de meeste gevallen gebruikt om een water te verwarmen door middel van een gasboiler. Aardgas wordt in Nederland voor een groot deel gewonnen in de provincie Groningen, daar hebben ze regelmatig last van aardbevingen door bodemdalingen. Mensen uit de regio willen dat er minder aardgas uit de bodem wordt gehaald. Om hier als melkveehouder een aan bij te dragen is ook een reducering van het gebruik van aardgas gewenst.

Er wordt dus aan de ene kant elektriciteit gebruikt om de melk te koelen, en aan de andere kant gas gebruikt om water te verwarmen.

Boeren hebben dus allemaal kleine energiebronnen, maar verbruiken ook veel andere energie. Zou het mogelijk zijn om gebruik te maken van de warmte die in de melk zit? Op welke manier zou dit mogelijk zijn, en heeft dit een positief resultaat voor de melkveehouder?

¹ H. Wientjes, Melksystemen en melkrobots (2012) p. 13

² G. Ruitenberg, R. Jacobs. Verkenning mogelijkheden voor verlagen van het energieverbruik in de melkveehouderij (2014) p10

In hoeverre zijn boeren bekend met de onderwerpen, en mogelijkheden die er momenteel zijn, die boeren een energiebesparing opleveren. Besparingen op energie en dus financieel. Mogelijke investeringen die in de toekomst financieel een plus kunnen opleveren.

Melkveehouders die dit rapport lezen hebben na het lezen van het rapport een goede indruk van de mogelijkheden die er zijn om het energieverbruik op een melkveehouderijbedrijf terug te dringen. Dit door enerzijds mogelijkheden op het gebied van de koeling van de melk, maar anderzijds door energiebesparende apparaten en gadgets.

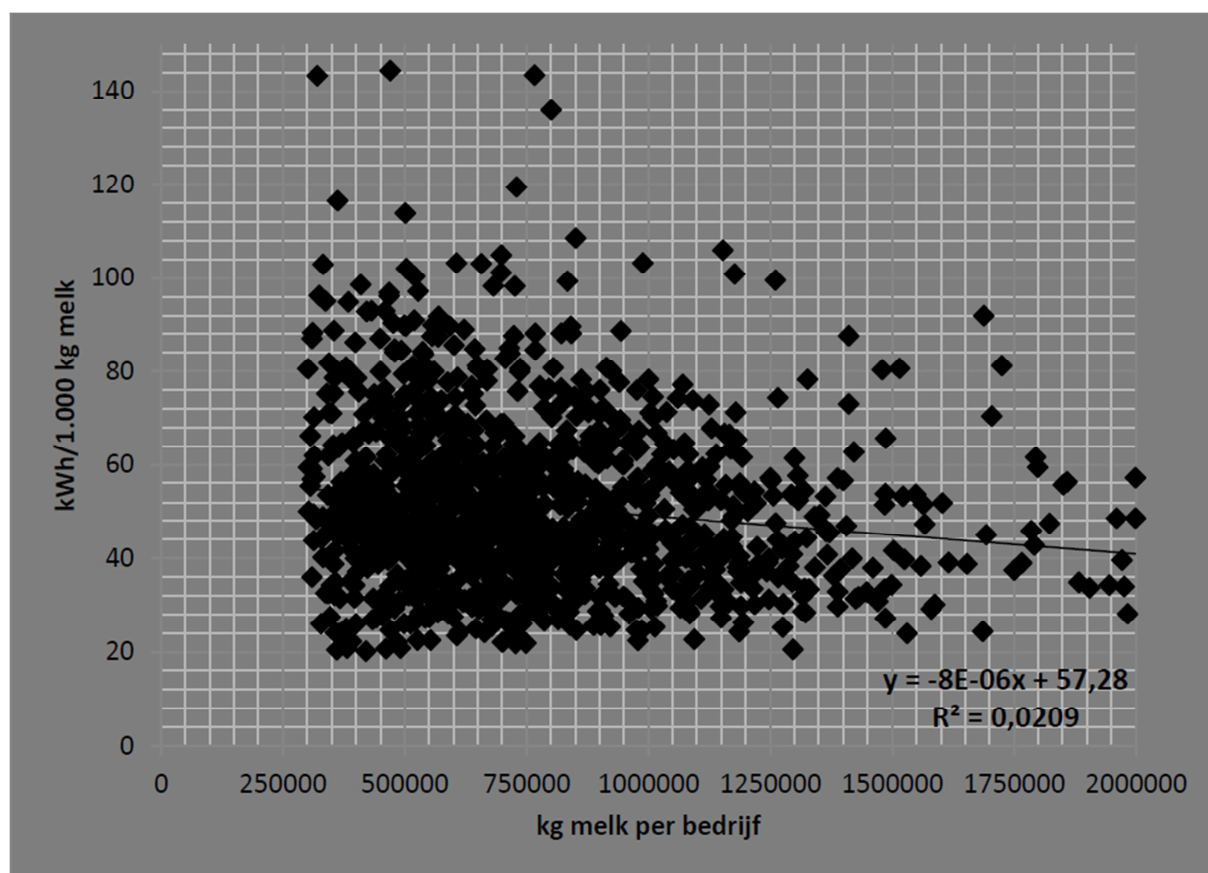
3 Energie op melkveehouderijbedrijven

Het energieverbruik van een melkveehouderijbedrijf is lastig te meten. Dit heeft als oorzaak dat er op boerenbedrijven vaak maar één meter per nutsvoorziening aanwezig is. Dit heeft als gevolg dat er voor de bedrijfswoning en het bedrijf één meter is, en dus het bedrijf en de woning lastig zijn te onderscheiden wat betreft het verbruik. Ondanks dat privé niet inzichtelijk is wordt het onderdeel privé niet verder meegenomen in dit rapport.

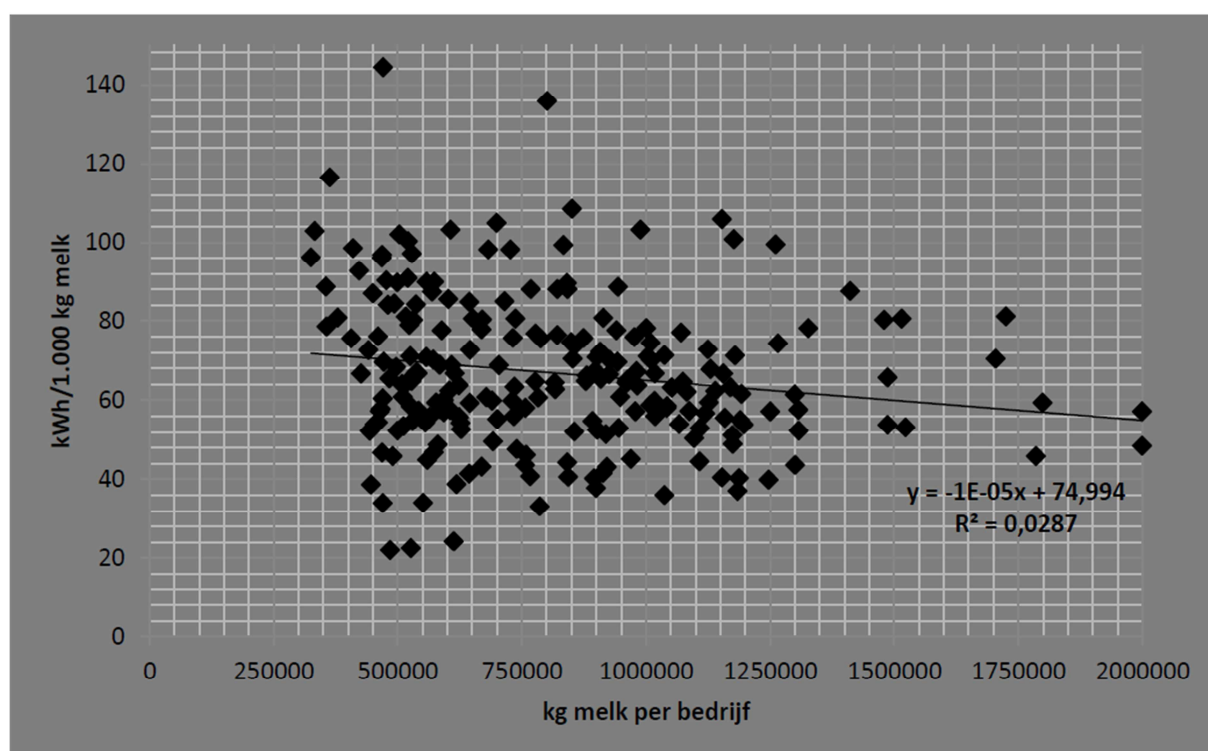
Op agrarische melkveebedrijven in Nederland wordt gebruik gemaakt van energie, in de vorm van gas en elektriciteit. Op veel van deze bedrijven wordt nog gebruik gemaakt van verouderde machines, destijds waren deze nieuw en technologisch goed, maar tegenwoordig zijn er veel nieuwe technieken op de markt. De innovatie van technologie gaat zeer snel. Bij een deel van de machines die tegenwoordig worden gebruikt, is het waarschijnlijk mogelijk een deel van deze verbruiken te reduceren. Veel melkveehouders weten wel dat er energie verbruikt wordt, en dat hier bespaard kan worden. Maar ze weten niet wat alle mogelijkheden zijn. Wat de grootte van de investering is, en of het ook in hun bedrijf toepasbaar is. En wat voor hen de besparing zou kunnen zijn.

In het totale energieverbruik per melkveehouderijbedrijf zit een grote spreiding. Tevens is er ook een grote spreiding in het energieverbruik van bedrijven met een automatisch melksysteem. Ieder melkveehouderijbedrijf heeft natuurlijk een andere omvang. Voor een juist vergelijk wordt de eenheid per 1.000kg melk gebruikt. Op deze manier kan een goede vergelijking worden gemaakt van bedrijven onderling, en hoeft men geen rekening te houden met de bedrijfsgrootte als variabele. De verbruiksaanduiding is ook bekend in de melkveehouderij. In de figuren op de volgende pagina is de spreiding weergegeven, figuur 1 voor bedrijven met een traditioneel melksysteem in figuur 2 voor bedrijven met een automatisch melk systeem.

De figuren zijn gebaseerd op bedrijven die een jaarleverantie hebben van tussen de 300.000 en de 2.000.000kg melk, het verbruik is weergegeven per 1.000kg melk, een goede maatstaaf voor vergelijkingen binnen de veehouderij, dit omdat de een variabele, de grootte van een bedrijf, zodoende niet meegenomen wordt.



Figuur 1, Spreiding energieverbruik traditionele melkstal³



Figuur 2 Spreiding energieverbruik automatisch melksysteem⁴

³ G. Ruitenbergh, R. Jacobs. Verkenning mogelijkheden voor verlagen van het energieverbruik in de melkveehouderij (2014) p11

De grote spreiding in het energieverbruik kan worden verklaard door een aantal factoren,

- De kwaliteit van de apparatuur
- De wijze waarop de apparatuur geplaatst is en aangelegd is en de verschillende apparaten op elkaar afgestemd en gedimensioneerd zijn.
- De wijze waarop de apparatuur is afgesteld
- De wijze waarop de apparatuur wordt onderhouden en gebruikt.

Binnen de melkveehouderij zijn er een vijftal verbruikers die verantwoordelijk zijn voor ongeveer 85% van het totale energieverbruik⁵.

- Melken
- Koelen
- Reinigen
- Watervoorziening
- Verlichting

Bij het kijken naar energiezuinige oplossingen is het handig dat het een zuinige oplossing is. Het is goed voor het milieuaspect, in het "Convenant Schoon en Zuinig" zijn er diverse doelen, één daarvan is het realiseren van energiebesparing, inzet is om het verbruik van fossiele brandstoffen met 2% te reduceren. Daaraan wordt meegedaan indien men investeert in energiezuinige oplossingen. Maar er moet ondertussen vanuit de ondernemersgeest van de melkveehouder wel gekeken worden of de investering zich loont. Indien er een kleine investering gedaan wordt, die dan wel een energiezuiniger is, maar het financieel rendement is dermate klein dat de terugverdienperiode te lang wordt. Dan is het financieel economisch niet verantwoord om te investeren. Ter indicatie, bij een besparing van 1kwh/1000kg melk, levert op jaarbasis, bij een jaarleverantie van 1.000.000kg melk, ongeveer €230, - op. Dit bij een energieprijz van €0,23/kWh.

De actuele verbruiken op een melkveehouderijbedrijf liggen op diverse plekken, maar kan men onderverdelen. Als eerste is het onderscheid of het een gas verbruiker is of een elektrisch apparaat.

3.1 Gas

- Gasboiler
- Cv-installatie

Bij gas is er over het algemeen één grote verbruiker en dat is de gasboiler. Dit apparaat zorgt er voor dat het bedrijf de beschikking heeft over warm water. Dit warme water wordt gebruikt voor de interne reiniging van de melkmachine en melktank, en voor de verstrekking van warme melk aan de kalveren. Verder is er nog de mogelijkheid om een ruimte te verwarmen middels een CV installatie. Het aantal bedrijven die dit heeft is nihil en daarom wordt dit punt ook niet verder uitgewerkt. De gasboiler verwarmt alle water. Indien een boiler gevuld zou worden met reeds verwarmd water, dan zou de temperatuursverandering kleiner worden, wat het gasverbruik zal reduceren.

⁴ G. Ruitenbergh, R. Jacobs. Verkenning mogelijkheden voor verlagen van het energieverbruik in de melkveehouderij (2014) p12

⁵ G. Ruitenbergh, R. Jacobs. Verkenning mogelijkheden voor verlagen van het energieverbruik in de melkveehouderij (2014) p10

3.2 Elektriciteit

Bij elektra zijn er veel meer afnemers, hieronder een lijst van de verbruikers van elektriciteit.

- Melkwinning apparatuur
- Melk koeling
- Reinigingsapparatuur
- Verlichting
- Kalverdrinkautomaat
- Verwarmen van water
- Diverse kleine verbruikers

Bovenstaande onderdelen zijn de punten waar de meeste elektriciteit verbruikt wordt. In het vervolg van dit hoofdstuk is per onderdeel de plek aangegeven waar de energie verbruikt wordt. In het hoofdstuk daarna zijn de besparingsmogelijkheden uitgewerkt.

3.2.1 Melkwinning apparatuur

Bij de melkwinning zijn er een aantal verbruikers die elektrische energie verbruiken, te weten de:

- Vacuümpomp
- Melkpomp
- Pulsatie
- Koe herkenning
- Melkmeters
- Compressor (eventueel)

De vacuümpomp is de hoofdverbruiker tijdens het melkproces. De pomp draait constant tijdens het melkproces. De melkpomp draait alleen op afroep, en wat betreft verbruik ook aanzienlijk kleiner. De pulsatie wordt veelal elektronisch geregeld, maar het energieverbruik hiervan is moeilijk meetbaar. Evenals de koe herkenning en de melkmeters. Op de pulsatie (het elektronische deel), de koe herkenning en de melkmeters kan eigenlijk geen energie worden bespaard, daarom wordt deze onderdelen verder ook buiten beschouwing gelaten.

Vacuümpomp

Een vacuümpomp is berekend op de melkstal, en daarmee zou kunnen worden gezegd dat, als we naar het energieverbruik kijken, het de beste pomp is voor de betreffende melkstal. Het volledige vermogen wordt alleen gebruikt wanneer alle melkstellen tegelijkertijd worden gebruikt, veelal is dit alleen van toepassing bij delen van de hoofdreiniging.⁶ Daarom zou de capaciteit van de vacuümpomp of veel tijdstippen gereduceerd kunnen worden, om zodoende minder energie te verbruiken. Wanneer de pomp op volledige capaciteit draait tijdens het melkproces wordt door de vacuum reguleur lucht ingelaten om het vacuüm op het juiste niveau te handhaven. Op die momenten is er dus een overcapaciteit. Indien deze overcapaciteit weggenomen kan worden, wordt er minder energie verbruikt.

⁶ H. Wientjes, Melksystemen en melkrobots (2012) p. 13

Melkpomp

De melkpomp is berekend op de gehele melkstal om de hoeveelheid melk naar de melktank te verpompen. De energie hier is nodig, toch zou hier een hele kleine energie besparing gerealiseerd kunnen worden door de pomp minder vaak aan te laten slaan, wat piekspanningen voorkomt. Andere mogelijkheid is de melk langzamer te verpompen, dit heeft geen resultaat op het verbruik van de melkpomp, maar wel op de melkkoelkosten. Door de melk eventueel langzamer in de tank te laten komen, en daarmee langzamer door de voorcoeler. Dit heeft als resultaat dat de melk meer tijd heeft om af te koelen in de voorcoeler. Dit zou een energiereductie kunnen veroorzaken. Een melkpomp zou niet meer dan 0.2 kWh/1.000kg melk hoeven te verbruiken⁷.

Compressor

In bepaalde melkstallen en bij vrijwel alle automatische melksystemen wordt gebruik gemaakt van een compressor, een compressor voor de voorziening van perslucht. Vrijwel elk melkveehouderijbedrijf is in het bezit van een compressor. Ook hier kan op energie bespaard worden. Een veel voorkomende plaats voor een compressor is de machinekamer. Voor een compressor is het van belang dat er koude lucht aangezogen kan worden. Wanneer warme lucht afkoelt wordt het volume kleiner, wanneer warme aangezogen lucht afkoelt krimpt het volume, en daardoor vindt er, in dit geval een negatieve, drukverandering plaats. Door aanzuiging van koude lucht wordt het rendement van een compressor hoger. Daarmee wordt de compressor energiezuiniger. Ook is een voldoende grote buffer van belang om zo het aantal aanloopmomenten te reduceren, en daarmee ook de compressor tussendoor voldoende tijd te geven om af te koelen. Een goed gepositioneerde compressor met een voldoende grote buffer kan een energiebesparing realiseren van ongeveer 10%⁸. Veel nieuwe compressoren hebben tegenwoordig een bedrijfsurenteller, hiermee kan het huidig verbruik berekend kunnen worden.

3.2.2 Melkkoeling

Bij de koeling van melk wordt veelal gebruik gemaakt van een koelmachine, een koelmachine die de melk in de melktank op de gewenste bewaartemperatuur van 3 a 4°C houdt. De machine maakt gebruik van elektriciteit. Bij deze koeling ontstaat veel warmte. Bij het koelen maakt de machine gebruik van 13kWh per 1.000kg melk⁹. Dit is indien er geen gebruik wordt gemaakt van energiebesparende mogelijkheden. Om dit verbruik te reduceren zijn er verschillende opties mogelijk. Vaak zijn het combinatie slagen die gemaakt worden. De combinatieslag die vaak terug komt is het tegelijkertijd koelen van de melk en het verwarmen van water. In het volgende hoofdstuk komt dit verder ter sprake.

3.2.3 Reinigingsapparatuur

Naast het gebruik van de melkapparatuur en de melkkoeltank is er de reiniging. Deze apparaten zijn zeer sterk verbonden met de apparatuur en worden daarom onder deze noemers bekeken, en niet afzonderlijk in een hoofdstuk genoemd.

⁷ G. Ruitenbergh, R. Jacobs. Verkenning mogelijkheden voor verlagen van het energieverbruik in de melkveehouderij (2014) p19

⁸ H. Wientjes, Melksystemen en melkrobots (2012) p. 24

⁹ F. de Buisonje, KWIN Veehouderij 2014-2015 (2015) p201

3.2.4 Verlichting

In gebouwen is verlichting een onmisbaar item, melkveehouders werken zeven dagen per week, en vaak ook in de avonden, daarnaast zijn er ook nog de donkere dagen in de winter. Om het werk te doen in die perioden is verlichting noodzakelijk. Maar welke verlichtingssterkte is wenselijk? Om het verbruik van verlichting algemeen uit te drukken is lastig. Ten eerste is er natuurlijk diversiteit in grote van bedrijven, maar ook binnen bedrijven met eenzelfde bedrijfsgrote verschilt het aantal stallen, en daarmee het aantal verlichtingsarmaturen. Waar de ene veehouder een donkere stal heeft met veel armaturen heeft een ander een zeer open stal met veel daglicht, waar minder armaturen hangen.

Desondanks is er wel een adviesregel beschikbaar. Voor het dierwelzijn, het kunnen tonen van natuurlijk gedrag, is het wenselijk om koeien (koeien, pinken en kalveren) een bepaalde verlichtingssterkte aan te bieden. In de licht periode wordt een lichtsterkte van tenminste 130 lux aanbevolen en in de donker periode beneden 5 lux. Daarnaast kan de melkproductie van melkvee worden gestimuleerd door een ritme aan te bieden van 2/3 deel licht en 1/3 deel donker. Dat houdt in 16 uur licht en 8 uur donker¹⁰. Voor de 8 uur donker kan gebruik worden gemaakt van rood licht. Aangetoond is dat de melkproductie en het gedragsritme niet wordt beïnvloed door rood licht¹¹. Daarnaast is het ook wenselijk om voor mensen verlichting toe te passen. Bij het uitvoeren van werkzaamheden is een sterkte van minimaal 30 lux gewenst, en voor secuur werk, bijvoorbeeld de melkstal, zijn sterktes tot 250 lux gewenst¹². Voor het verlichten van de licht periode kan wit licht worden gebruikt, dat is een lichtkleur van 4.000 Kelvin. Bij deze lichtsterkte is een goede kleurherkenning mogelijk door het menselijk oog.

3.2.5 Kalverdrinkautomaat

Een kalverdrinkautomaat zien we steeds vaker op melkveehouderijbedrijven. Bij deze automaten kunnen kalveren hun melk zelf ophalen, en krijgen zij de dag portie over 24 uur verdeeld. Deze automaten maken gebruik van elektriciteit. Vaak beschikken deze automaten over hun eigen warmwater voorziening, meestal met behulp van een elektrische boiler.

3.2.6 Verwarmen van water

Het verwarmen van water met een elektrische boiler wordt vaak gedaan op bedrijven die niet de beschikking hebben over een gas aansluiting. Het elektrisch verwarmen van water is onrendabel ten opzichte van met gas verwarmen. Besparingen die hier gerealiseerd worden kunt u vinden onder de koppen gas, waar uitgegaan wordt van een gasboiler, bij een elektrische variant kan men uiteraard ook besparen.

3.2.7 Diverse kleine verbruikers

Diverse kleine verbruikers zijn alle andere elektriciteitsverbruikers binnen een melkveehouderijbedrijf. Hieronder valt te denken aan een hogedruk reiniger, voervijzels, koeborstels, elektrische deuren, etc. Het gebruik van al deze apparaten is lastig te meten. Er is hierover ook geen literatuur te vinden en hierover zijn ook geen meetgegevens bekend, daarom zal dit punt verder niet behandeld worden. Indien men gaat investeren in nieuwe

¹⁰ M. Jongema, Optimale verlichting melkveestallen (2011) p15

¹¹ F. van Oosterhout, Het effect van lichtkleur en lichtduur op melkproductie en gedrag van melkvee (2012) p23

¹² M. Jongema, Optimale verlichting melkveestallen (2011) p. 7

apparaten in deze categorie, is het zeker aan te bevelen te kijken naar energieverbruik, ook van machines onderling, bijvoorbeeld koe borstels.

4 Verbruiken

Hieronder zijn de verbruiken weergegeven van de verschillende onderdelen zonder toepassing van enige vorm van energiebesparende methoden.

4.1 Gas

Bij het gebruik van gas spitsen we ons toe op het gebruik van een gasboiler, deze wordt ingezet voor de voorziening van warm water. Het verbruik is sterk afhankelijk van de warmwater behoefte tijdens het melkproces, en naderhand het reinigingsproces. Tevens wordt er water verbruikt tijdens het reinigen van de melktank, in Nederland is dit éénmaal per 3 dagen.

4.1.1 Melkwinning

Voor de diverse melksystemen zijn hieronder een tweetal tabellen weergegeven met het warmwater verbruik onderverdeeld in de grote van de melkveestapel.

Behoefte aan warm water en energie

Maximale warmwaterbehoefte (80 °C) in liters per dag voor melkwinning¹³

Aantal melkkoeien	30	50	80	120	150
Reiniging melkleiding	105	170	215	280	305
Reiniging melkkoeltank	50	60	75	95	95
Uitwendige reiniging apparatuur	10	25	40	60	60
Voorbehandeling koe	15	25	40	60	60
Totaal	180	280	370	495	520

¹³ Bij optimalisatie van de reiniging kan het warmwaterverbruik verminderd worden

Figuur 3 Waterverbruik melkstallen¹³

Waterverbruik automatische melksystemen (3 x daags reinigen) per 24 uur (150 melkingen)

	Eenbox		Multibox	
	Hitte reiniging	Circulatie	Hitte reiniging	Circulatie
Reiniging	135	210	300	360
Voorbehandeling	60	90	100*	150*
Backflush	120	105		
Diversen	50	50	50	50
Totaal	365	455	450	560

Per merk kunnen zich aanzienlijke verschillen voordoen. Waterverbruik is o.a afhankelijk van het aantal reinigingsbeurten en het aantal melkingen per AMS

*Uitgegaan van 250 melkingen

Figuur 4 Waterverbruik melkrobots¹⁴

De verbruiken die hier weergegeven zijn, zijn in het aantal liters warm water. Het is als volgt om te rekenen naar kubieke meters.

Verbruik per 24h(L)*5,7631=verbruik m3 per jaar¹⁵.

¹³ F. de Buissonje, KWIN Veehouderij 2014-2015 (2015) p. 200

¹⁴ F. de Buissonje, KWIN Veehouderij 2014-2015 (2015) p. 200

¹⁵ F. de Buissonje, KWIN Veehouderij 2014-2015 (2015) p. 201

4.1.2 Melkkoeltank

De melkkoeltank gebruikt ook warm water, de melkkoeltank gebruikt dit voor het intern reinigen, dit wordt in Nederland één maal per drie dagen gedaan, meestal direct nadat de tank is leeg gehaald door de Rijdende Melk Ontvangst (RMO). In figuur 1 op de vorige pagina staan de verbruiken weergegeven, verdeeld over de grootte van de melkveestapel. De regel die staat in figuur 1 moet ook meegeteld worden bij de verbruiken die zijn weergegeven in figuur 2. Bij de reiniging van het automatisch melksysteem is uitgegaan van 3 maal per 24 uur.

4.2 Elektriciteit

Hieronder zijn de verschillende elektrische verbruikers weergegeven.

4.2.1 Melkwinning apparatuur

Voor de melkwinning wordt elektriciteit verbruikt door een aantal onderdelen, te weten de:

- Vacuümpomp
- Melkpomp
- Compressor
- Diversen (herkenning, pulsatie, melkmeters, etc.)

Vacuümpomp

De grootste energieverbruiker tijdens het melkproces is de vacuümpomp. Deze pomp draait dan op vol vermogen waar dit soms niet nodig is. De capaciteit van deze pomp is berekend op de melkstal, wanneer deze alle vacuüm nodig heeft, dat is wanneer alle melkstellen in gebruik zijn plus een deel reservecapaciteit. De pomp pompt op volledige capaciteit en de de reguleur regelt de inlaat zodat het vacuüm niveau niet te hoog wordt. Het verbruik van de vacuümpomp kan men als volgt berekenen.

Zwaarte van de motor die de pomp aandrijft in kW* de looptijd van de motor in uren per dag= Het verbruik in kWh per dag.

$\text{Motor (kW)} * \text{looptijd(uren)} = \text{kWh}$

De looptijd betreft niet alleen de tijd van het melken, maar ook de periode dat de installatie aan het reinigen is!

Melkpomp

De volgende gebruiker tijdens het melkproces is de melkpomp. De pomp loopt niet constant, maar alleen wanneer de melk tijdens het melkproces afgepompt moet worden naar de tank. Het verbruik is hetzelfde te berekenen als de vacuümpomp, zwaarte van de motor maal de looptijd.

$\text{Motor (kW)} * \text{looptijd(uren)} = \text{kWh}$

Let ook hier weer op! Tijdens het reinigen wordt de melkpomp ook gebruikt!

Compressor

De compressor zorgt voor druklucht, dit wordt vaak gebruikt tijdens het melkproces. In en uitgangspoortjes, en soms ook de afname cilinders. Bij automatische melksystemen wordt

vaak meer met druklucht gewerkt. Vaak wordt de compressor ook nog wel eens voor andere doeleinden gebruikt. De compressor is op ieder boerenbedrijf eigenlijk wel aanwezig, veel compressoren die momenteel op de markt zijn hebben een bedrijfsuren teller. Wat het vrij eenvoudig mogelijk maakt het verbruik van deze machine te bepalen. Ook hier geldt weer de formule:

$$\text{Motor (kW)} * \text{looptijd(uren)} = \text{kWh}$$

Diversen

De diverse overige verbruikers van elektriciteit tijdens het melkproces zijn eigenlijk niet te meten wat betreft energieverbruik. Daarnaast is het ook lastig om op deze onderdelen op energie te besparen, ook nemen deze onderdelen vrij weinig energie. Daarom wordt hier niet verder op in gegaan.

4.2.2 Melkkoeling

De melkkoeling wordt gezien als grootste energie verbruiker op het gehele melkveebedrijf. De melk moet gekoeld worden naar 3 a 4°C, Dit wordt gedaan met een koelmachine. Alle bedrijven hebben eigenlijk een melkkoeltank die past bij hun bedrijfsgrootte, of hebben een tank die op de groei is gekocht. Hierbij hoort de koelaggregaat, deze past bij de tank, maar ook bij de melkinstallatie. Voor het koelen, waarbij de melk wordt gewonnen met een automatisch melksysteem, is een kleinere koelmachine nodig. Dit omdat de melk met een kleinere hoeveelheid tegelijk in de melkkoeltank komt, en er dus minder capaciteit nodig is. Een kleinere aggregaat heeft bij het koelen van een volle tank iets meer tijd nodig als een grote aggregaat, Daarom zal het totale energieverbruik niet veel uitmaken. Voor het koelen van 1.000kg melk wordt gemiddeld zo'n 13kWh stroom verbruikt¹⁶.

4.2.3 Verlichting

Verlichting is een essentieel onderdeel in de melkveehouderij, zonder licht zien wij als mensen niets. Metingen hebben laten zien dat het verbruik van verlichting ligt op zo'n 4 tot 6 kWh per 1.000kg melk¹⁷. Vaak is deze verlichting in de melkveehouderij nog uitgevoerd met oude TL-verlichting, naast deze soort van verlichting zijn de laatste jaren ook veel gasontladingslampen gebruikt. Deze verlichting maakt gebruik van voorschakelapparatuur wat ook nog energie verbruikt. Naast het soort armaturen is er ook een onderscheid in stallen, lichte stallen met veel licht van buiten, en donkere stallen. In laatste jaren zijn er verschillende manieren van verlichting ontwikkeld die naast zuiniger zijn, ook een langere levensduur hebben.

4.2.4 Kalverdrinkautomaat

Op veel melkveehouderijbedrijven wordt een kalverdrinkautomaat ingezet. De automaat voert geheel zelfstandig de kalfjes, dit in kleine porties over 24 uur verdeelt. De automaten maken veelal gebruik van een eigen elektrische boiler. Voordeel daarbij is wel dat er geen aparte warmwaterleiding gelegd hoeft te worden naar de kalverdrinkautomaat. Daarnaast is het goed isoleren van de melkleidingen van het systeem een belangrijk punt, niet alleen voor

¹⁶ F. de Buissonje, KWIN Veehouderij 2014-2015 (2015) p201

¹⁷ G. Ruitenbergh, Verkenning mogelijkheden voor verlagen energieverbruik in de melkveehouderij (2014) p18

verstrekking van de melk op juiste temperatuur, maar ook voor het energieverbruik van de machine. Het verbruik van een kalverdrinkautomaat is ongeveer 1 kWh per 1.000kg melk¹⁸.

4.2.5 Verwarmen van water

Voor het verwarmen van water wordt op sommige bedrijven nog gebruik gemaakt van elektrische boilers. Dit is ten opzichte van gas een onrendabele manier voor de warmwater voorziening. Helaas hebben sommige bedrijven geen andere keus vanwege het feit dat ze niet in het bezit zijn van een aardgas aansluiting. Het verwarmen van water kost financieel gemiddeld zo'n 3 maal zo veel als het verwarmen door middel van een gasboiler op aardgas¹⁹.

4.2.6 Diverse kleine verbruikers

Onder de diverse kleine verbruikers kunnen eigenlijk alle overigen gerekend worden. Onder andere hebben we het dan over:

- Voervijzels
- Mestschuiven
- Deuren
- Losse apparaten, (haakse slijper, boormachine, cirkelzaag, etc.)

Voor deze apparaten is eigenlijk slecht te bepalen voor hoeveel energie deze nu daadwerkelijk aansprakelijk zijn, het is vaak onbekend hoeveel deze machines draaien. Doordat dit vaak onbekend is kan moeilijk een berekening worden gedaan hoeveel deze machines daadwerkelijk verbruiken. Hierover zijn dan ook geen meetgegevens te vinden. Daarnaast zijn deze verbruiken waarschijnlijk te verwaarlozen op het totale verbruik op een gemiddeld melkveehouderijbedrijf. Daarom worden deze punten dan ook verder niet uitgewerkt.

¹⁸ G. Ruitenbergh, Verkenning mogelijkheden voor verlagen energieverbruik in de melkveehouderij (2014) p19

¹⁹ F. Boven, de energiemeester vertelt.

5 Besparingsmogelijkheden

Welke besparingsmogelijkheden zijn er? Technologische ontwikkelingen gaan snel, zijn er voor de melkveehouderij nog oplossingen en mogelijkheden om hun energieverbruik te reduceren? Hieronder volgt per onderdeel dat genoemd is in het vorige hoofdstuk mogelijkheden die er zijn om de verbruiken te reduceren.

5.1 Gas

Zoals genoemd wordt het gasverbruik in de melkveehouderij veroorzaakt door eigenlijk maar één apparaat, en dat is de gasboiler. Om dit verbruik te reduceren zijn er een tweetal opties. Kijken of er een apparaat is wat zuiniger om gaat met het gas, dus een hoger energierendement heeft. Anderzijds zijn er opties op het water alvast te verwarmen op een duurzame manier, zodat het al voor een deel voorverwarmt in de boiler komt. Om water voor te verwarmen zijn er een aantal opties.

- Warmte terugwinning
- Zonneboiler
- ECO200

Deze apparaten zorgen allemaal voor een reducering van het gasgebruik. Ze verwarmen water. Water dat vervolgens alleen maar bij verwarmd hoeft te worden in een gasboiler. De eerste temperatuurstijging wordt niet meer gedaan met behulp van gas, dus er is een gas besparing. De uitwerking van bovenstaande opties is te lezen in het volgende hoofdstuk.

5.2 Elektriciteit

Elektriciteit is iets waar een melkveehouder zeker op kan besparen. Zeker als men weet dat de grootste energieverbruiker de melkkoeling is. In het kader van besparing op elektrische energie is er zeker een besparing te realiseren. Hieronder zijn een aantal opties weergegeven om het verbruik van de elektriciteit te reduceren. De opties worden in het volgende hoofdstuk uitgewerkt weergegeven.

- Voorkoeler
- Warmte terugwinning
- ECO200
- Frequentieregelaar
- Energiezuinige verlichting
- Isolatie
- Zonnepanelen

6 Besparingsmogelijkheden uitgewerkt

Er zijn op het gebied van besparingen veel opties voor een melkveehouder, maar waar wordt nou het meest verdiend? Doordat er opties zijn die zowel met gas als met elektriciteit te maken hebben, worden de onderdelen hier stuk voor stuk uitgewerkt en niet onder gespecificeerd. Als laatste komen de onderdelen die wel toe te wijzen zijn aan een specifiek deel, gas of elektriciteit.

6.1 Warmteterugwinning

De warmteterugwinning is een apparaat wat gebruikt maakt van water en elektriciteit om melk te koelen. De naam zegt het al, het apparaat wint de warmte terug. Bij het koelen van melk komt bij een traditionele koelmachine veel warmte vrij, dit wordt terug gewonnen. Warmte wordt teruggewonnen, er wordt geen elektriciteit bespaard, het energieverbruik zal iets stijgen. KWIN veehouderij toont dit ook aan, met de warmte terugwinning stijgt het energieverbruik 1kWh per 1.000kg melk²⁰

De warmteterugwinning heeft een warmtewisselaar die de hete koelgassen van de koelmotor indirect langs een koude waterstroom leidt. Bij dit principe komt zoveel warmte vrij dat bij het koelen van 1 kilo melk er 0,5L water opgewarmd kan worden van 10 naar ongeveer 50°C. Door deze manier van het verwarmen van water wordt er een reductie behaald op het gas verbruik. Doordat het water vanuit de warmteterugwinning al ±50°C is, hoeft de gasboiler het alleen maar door te verwarmen naar 80°C. Dit veroorzaakt een reductie op de waterverwarmingskosten van 35-50%²¹. Deze grote spreiding wordt veroorzaakt door de hoeveelheid te koelen melk in de melktank. Hoe meer melk in de tank hoe efficiënter de warmteterugwinning werkt, dit is logisch omdat er meer energie wordt verbruikt bij het koelen van een volle melktank dan bij een lege melktank.

Let wel op, de temperatuurstijging van het water is afhankelijk van een aantal factoren.

- Het type koelmachine, oudere koelmachines verbruiken meer energie, energie betekent warmte, hier komt dus meer warmte vrij, wat ook voor een grotere temperatuursverandering in het water veroorzaakt.
- Hoeveel graden dat de melk gekoeld moet worden. Indien reeds, of ook, is geïnvesteerd in een voorkoeler is er minder warmte in de melk beschikbaar. Dit houdt in minder werk voor de koelmachine, dus minder warm water vanuit de warmteterugwinning.

Om het water vervolgens te gebruiken zal het water na verwarmd moeten worden naar 80°C op een andere manier. Indien er een watertemperatuur van 50°C gewenst is, wordt geadviseerd het water wel door te verwarmen, en vervolgens te mengen met koud water. Dit met het ook op mogelijke bacteriegroei, bij 80°C worden de bacteriën wel gedood.

De terugverdientijd is sterk afhankelijk van de manier waarop een bedrijf de warmwatervoorziening heeft geregeld. Bij een bedrijf dat werkt met een elektrische boiler wordt de terugverdientijd op 6,2 jaar geschat, bij een boiler op propaangas ongeveer 9,6 jaar. Dit is alleen wanneer er volledig wordt gekoeld door de koelmachine, dus zonder andere maatregelen.

²⁰ F. de Buissonje, KWIN Veehouderij 2014-2015 (2015) p201

²¹ H. Wientjes, Melksystemen en melkrobots (2012) p. 23

Indien gewerkt ook gewerkt wordt met een voorcoeler zal de terugverdiensijd ook langer zijn. Tevens wordt het water minder verwarmd, aangezien de eerst temperatuur daling van de melk al heeft plaats gevonden in de voorcoeler. (voor meer informatie over voorcoeler zie: §6.4) Voor bedrijven die op jaarbasis meer dan 1 miljoen kg melk leveren is het waarschijnlijk dat de warmteterugwinning in combinatie met de voorcoeler gunstig uitpakt. Bedrijven met een jaarleverantie tussen die 0,5 en 1 miljoen kg melk zijn een twijfelgeval, in dit geval is doorrekenen verstandig²². Voor het doorrekenen staat een rekenprogramma beschikbaar op de website van energiezuinige melkveehouderij²³

6.2 Zonneboiler

Zonnecollectoren zijn anders dan zonnepanelen. Qua uiterlijk zien ze er op afstand hetzelfde uit, maar ze hebben een ander doel. Zonnecollectoren wekken geen elektriciteit op maar warmte. De zonneboiler is eigenlijk een concurrent van de warmte terugwinning. Het principe is hetzelfde, alleen wordt hier niet de warmte van de melk gebruikt maar warmte vanuit de zonnecollectoren. Door de zonnecollectoren stroomt vloeistof wat verwarmt wordt door middel van zonlicht, de warmte die hier ontstaat wordt afgegeven aan een buffervat met water, dit door middel van indirect contact. Doordat er zonlicht op de collectoren moet schijnen is het is dan ook wenselijk dat de collectoren op een schuin dak gericht op het zuiden worden geplaatst, om zodoende maximaal zonlicht op te vangen. Van belang is dat het aantal zonnecollectoren, en de grote van het buffervat wel op elkaar zijn aangepast, om maximaal rendement te halen.

Nadeel van het systeem is dat een bedrijf een dak moet hebben gericht op het zuiden, zonder obstakels die het zonlicht belemmeren om op het dak te schijnen. En dat de winst van dit systeem in de winter vele malen minder is als in de zomer. In de zomer, op een zonnige dag, is dit systeem in staat een buffervat met water te verwarmen naar 60-70°C, in de winter op zonnige dagen maar tot 25°C²⁴.

Door het benutten van de warmte kan voor een reducering van het gas gebruik worden gerealiseerd. Als we het gemiddelde nemen van de temperatuursverandering op goede dagen en de slechte dagen dan wordt het buffervat gemiddeld 45°C. Er zal daarna na verwarmd moeten worden met een ander systeem om het water op de gewenste temperatuur te krijgen. Ook hier geldt weer dat indien er wel lauw/warm water gewenst is, dat dit eerst door verwarmd moet worden naar 80°C, om het vervolgens te mengen met koud water. Dit met mogelijke kans op bacteriegroei. Het is moeilijk te zeggen hoeveel de besparing hier precies is, de mate van verwarming is sterk afhankelijk van het weer. Het weer zorgt ook voor grote fluctuaties per dag in de winst. Daarnaast wekt het systeem in de nacht geen warmte op.

6.3 ECO200

Onbekend nog binnen de melkveehouderij is het ECO200 systeem. Het ECO200 systeem is speciaal ontwikkeld voor de melkveehouderij, maar wel met bestaande technieken.

²² <http://www.rvo.nl>, Factsheet warmteterugwinning

²³ <http://www.energiezuinigemelkveehouderij.nl>

²⁴ T. Kramer, eindgebruiker, (gesprek)

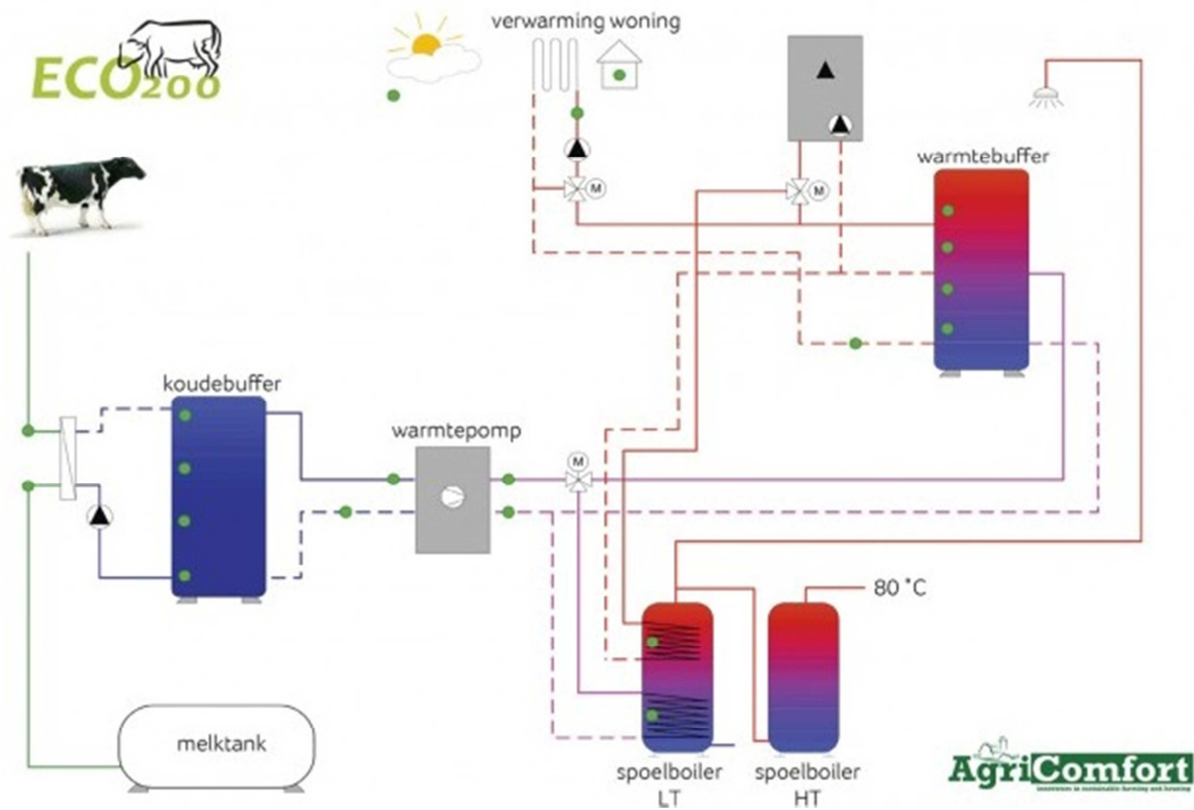
Technieken die zich in het verleden hebben bewezen als betrouwbaar. Het ECO200 systeem doet een aantal dingen tegelijk, het werkt als voorcoeler, het werkt als koelmachine, en het verwarmd water. Min of meer is het dus een alleskunner voor de melkveehouderij.

6.3.1 Werking ECO200

Bij het ECO200 systeem wordt er in de melkleiding van het melksysteem naar de melktank een warmtewisselaar opgenomen, een platenkoeler. Aan de andere zijde van de warmtewisselaar stroomt koelwater vanuit de koude buffer, het koelwater wat uit de warmtewisselaar komt gaat vervolgens naar de warmte pomp, deze koelt het water voor de koude buffer, maar tegelijkertijd maakt het de warmtebuffer warm. Deze warmtebuffer wordt gebruikt voor meerdere doeleinden, maar bestaat ook uit meerdere onderdelen, en dient ook voor meerdere onderdelen. Hieronder staat welke onderdelen.

- Het verwarmen van tapwater voor in de stal
- Het verwarmen van tapwater voor in huis
- Het verwarmen van de woning (vloerverwarming en CV)

In figuur 5 hieronder ziet u een schematische weergave van het ECO200 systeem.



Figuur 5, schematische weergave ECO200²⁵

Het ECO200 systeem is in staat om een watertemperatuur te realiseren in de warmtebuffer van 55°C, dit is een temperatuur geschikt om warm water op te slaan zonder het risico op bacteriegroei. Bepaalde melksystemen hebben baat bij een watertemperatuur van 50 a 55°C. Dit betekent dat er niet na verwarmt hoeft te worden, indien er voldoende voorraad is.

²⁵ www.eco200.nl

Voor bedrijven die melksystemen hebben die met een hittereiniger werken, is het van belang wel na te verwarmen.

Ook is het mogelijk om vanuit de koude buffer, welke is gevuld met glycolwater, de koeling voor de melktank te verzorgen. Door het koelen met glycolwater is het niet meer nodig zware koelmiddelen te gebruiken.

6.3.2 Besparingen

De mate van besparing hangt af van een aantal factoren.

- Grootte van het bedrijf
- Afstand van woning tot de installatie
- Mate van isolatie van de bedrijfswoning
- Welke temperatuur de melkinstallatie reinigt
- Mate van consumptie van drinkwater

Door het gebruik van het ECO200 systeem zijn besparingen te halen op gas en elektriciteit. Bedrijven die geen gebruik maken van water van meer als 55°C is een gasreductie van 100% realiseerbaar. Bedrijven die de behoefte hebben aan een hogere eindtemperatuur wensen zijn aangewezen op een externe na-verwarmer (gas of elektrisch). Ook is er in het verwarmen van de woning een gas besparing te halen. Afhankelijk van de bedrijfsgrootte en de mate van isolatie in de woning is ook in de woning geen CV installatie meer nodig. Dit houdt dus een mogelijke aardgas reductie in van 100%. De ontwikkelaar van het systeem schat een reductie op gas tussen de 80 en 100%. Dit wordt ook gevestigd door een eindgebruiker.

Ook op elektriciteit wordt bespaard. De melk komt al op de gewenste temperatuur in de tank terecht, mechanische koeling is niet meer nodig, alleen temperatuur in stand houding. Hier is de eerste grote energiebesparing al gerealiseerd. Daarnaast gebruikt het systeem wel elektriciteit. Het is niet bekend hoeveel dit precies is.

6.4 Voorkoeler

De voorkoeler is een relatief simpel iets. Doordat water en melk indirect tegen elkaar in stromen, vindt er een temperatuur overdracht plaats. Water warmt op en melk koelt af. Voorkoelers zijn er in verschillende types, buizenkoelers en platenkoelers. De grootte van een voorkoeler is afhankelijk van een aantal factoren, de stroomsnelheid van de melk, de waterdruk, ingaande melktemperatuur en de ingaande watertemperatuur. Geadviseerd wordt om minimaal 1,1L water op 1L melk te gebruiken. De tabel in figuur 6 geeft u een indicatie van de koeloppervlakte van een voorkoeler bij gebruik van een melkpomp die 60liter/minuut levert.

Melkstroom: 60 liter/minuut	Benodigd oppervlakte voor koeler (m ²)	
Melk wordt voorgekoeld tot:	1 l. melk op 1,1 l. water	1 l. melk op 3 l. water
16°C	4,73	2,44
14°C	7,31	3,23
12°C	13,39	4,66

Figuur 6 Oppervlakte voor koeler²⁶

Door deze temperatuur overdracht hoeft het water niet meer verwarmt te worden door een gasboiler, en hoeft de melk niet meer terug gekoeld te worden met elektrische energie.

Een voor koeler wordt al op veel bedrijven toegepast. Uit een database van DLV met een uitgebreide analyse op 50 bedrijven blijkt dat 60% al gebruik maakt van een voor koeler. Op veel bedrijven wordt het lichtelijk verwarmde water benut als drinkwater voor het vee. Maar er zijn natuurlijk meer oplossingen, het kan ook gebruikt worden als bron om de melkput mee schoon te spuiten. Het water opslaan in een tussenbuffer, met als doel het water later te gebruiken voor drinkwater voor vee of reinigingswater voor de melkinstallatie wordt afgeraden in verband met eventuele bacteriegroei, het water is niet dermate opgewarmd dat het bacteriën dood. Het opslaan van het verwarmde water in een buffer, als voeding voor een gasboiler is dan eigenlijk uit den boze in verband met onder andere kans op de legionella bacterie. Om te temperatuursverandering van het water 1 op 1 te verminderen op de kosten om water te verwarmen is dus ook niet haalbaar.

Het beste is het water direct in de drinkwaterbakken van de koeien te pompen of in een buffer om er vervolgens machines of de melkstal extern mee te reinigen.

De temperatuurverlaging in de melk is wel degelijk een positief effect. De melk heeft al een temperatuurverandering ondergaan, en daarom hoeft de koelaggregaat dit niet meer te realiseren. De koelaggregaat hoeft alleen nog maar verder te koelen naar 4°C. Normaal moet een koelaggregaat terug koelen van 32°C naar 4°C, met een voor koeler zou de melk terug gekoeld kunnen worden naar ongeveer 20°C, dit houdt in dat de koelaggregaat van 20°C naar 4°C zou moeten koelen, dit houdt een reductie van de koeltijd in van ongeveer 40%. Wanneer bedrijven gebruik maken van een voor koeler is er ongeveer 8 kWh per 1.000kg melk nodig. Zonder voor koeler is dit 13kWh²⁷. Kort gerekend is hier een reductie op de energie van ongeveer 38%. Wat toch een aanzienlijke besparing is.

Bij bedrijven die melken met een automatisch melksysteem is het te verwachten dat een voor koeler een groter rendement heeft. Omdat er over de gehele dag gemolken wordt is de melkstroom per minuut lager, en wordt er minder melk per minuut naar de melktank gepompt, en met kortere pomptijden. Dit resulteert er in dat de melk meer tijd heeft om af te koelen. Tevens is het mogelijk om een kleinere voor koeler te benutten.

Bij sommige automatische melksystemen is het mogelijk een nalooptijd in te stellen voor het water, zodat de voor koeler nog na gekoeld wordt als er geen melk door stroomt.

De terugverdientijd van een voor koeler wordt geschat op ongeveer 3,1 jaar²⁸.

²⁶ <http://www.rvo.nl>, Factsheet voor koeler

²⁷ F. de Buissonje, KWIN Veehouderij 2014-2015 (2015) p201

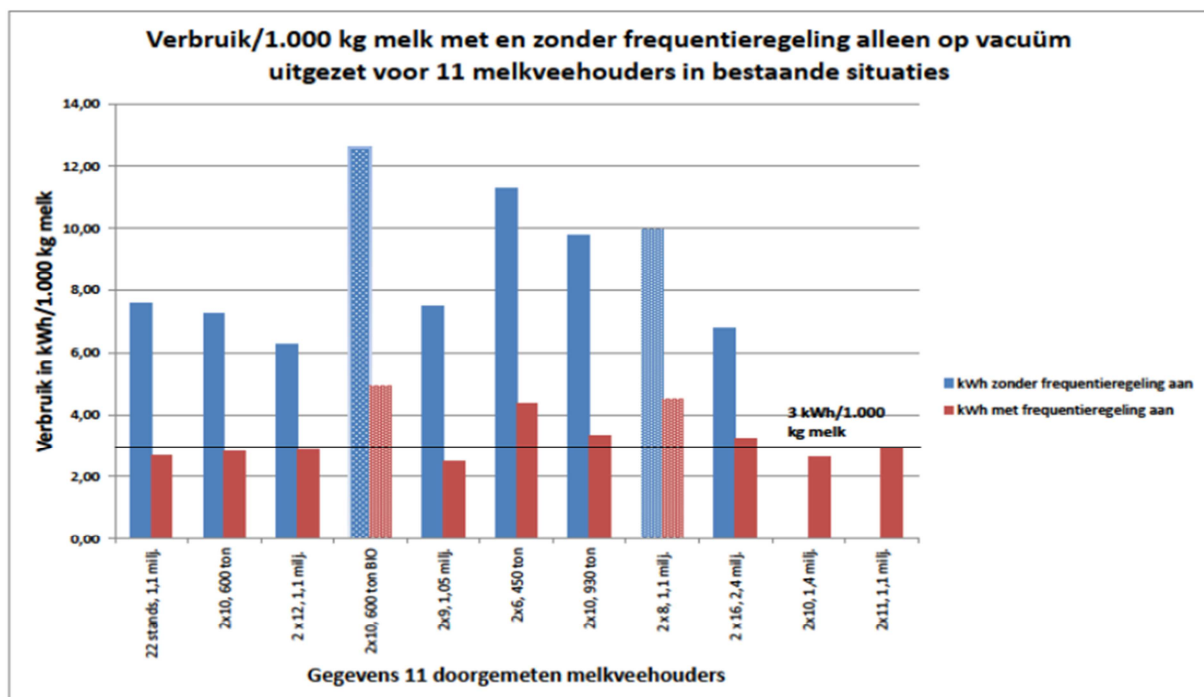
²⁸ H. Wientjes, Melksystemen en melkrobots (2012) p. 22

6.5 Frequentieregelaar

Een frequentieregelaar reduceert de snelheid van een elektromotor, hiermee wordt capaciteit van een motor dus geregeld. Een frequentieregelaar is eigenlijk een apparaat wat regelt naar de vraag, verandert de vraag dan past de regelaar zich aan. Er is ook de mogelijkheid om een frequentieregelaar handmatig te bedienen, en zodoende de snelheid aan te passen. Voor de frequentie regelaar is de terugverdientijd ongeveer 4 jaar²⁹.

6.5.1 Vacuümpomp

Op een melkveehouderijbedrijf kan een frequentieregelaar worden toegepast op de vacuümpomp. Op bedrijven waar een frequentieregelaar toegepast wordt worden reduceringen op het energieverbruik gehaald tot zo'n 70% in extreme gevallen, realistisch is om een energiereductie van 40% aan te houden³⁰. De mate van besparing is afhankelijk van de zwaarte van de vacuümpomp en de melkomstandigheden. Bij nieuwbouw wordt verondersteld dat een verbruik van een frequentie gestuurde vacuümpomp, bij optimale instellingen, ligt op 2,5-3kWh/1.000kg melk³¹.



Figuur 7, Grafiek verbruik vacuümpomp op 11 bedrijven, met en zonder frequentieregeling³²

In figuur 7 hierboven is het verbruik van vacuümpompen weergegeven op 11 verschillende bedrijven, de blauwe kolom geeft het verbruik aan op bedrijven waar de frequentieregeling tijdelijk uitgezet kon worden. De gearceerde kolommen betreffen 2 afwijkende bedrijven, de eerste betreft een biologisch bedrijf met een lagere productie per koe, en het 2^e bedrijf molk

²⁹ H. Wientjes, Melksystemen en melkrobots (2012) p. 1

³⁰ H. Wientjes, Melksystemen en melkrobots (2012) p. 23

³¹ G. Ruitenbergh, R. Jacobs. Verkenning mogelijkheden voor verlagen van het energieverbruik in de melkveehouderij (2014) p17

³² G. Ruitenbergh, R. Jacobs. Verkenning mogelijkheden voor verlagen van het energieverbruik in de melkveehouderij (2014) p16

in een melkstal samengesteld van meerdere merken, waardoor ze molken met een hoger vacuüm, wat het hogere energieverbruik verklaart. Een bijkomend voordeel van het reduceren van de capaciteit van de vacuümpomp met behulp van een frequentieregelaar is het geluidsniveau, deze wordt ook omlaag gebracht, wat fijn is voor het menselijk gehoor.

6.5.2 Melkpomp

Ook is het een optie om op de melkpomp een frequentieregelaar toe te passen, reden van deze optie is niet de energiebesparing, alle melk zal uiteindelijk wel in de tank moeten gepompt worden. Een reden om wel de frequentieregelaar toe te passen is om de melkstroom te regelen. Een reden om dit te doen is om de melkstroom door een warmtewisselaar te regelen, om zo een optimale temperatuur overdracht te realiseren. Om zodoende te besparen op de koelkosten. Bijvoorbeeld de platenkoeler, maar ook het ECO200 systeem vraagt een niet te hoge melkstroom, om zo alle apparaten goed op elkaar af te kunnen stemmen. Niet alle melkpompen zijn geschikt om geregeld te worden door een frequentieregelaar. Een goede melkpomp hoeft niet meer dan 0,2 kWh/1.000kg melk te verbruiken³³.

6.6 Energiezuinige verlichting

Verlichting in melkveestallen is één van de grote energieverbruikers op een melkveehouderijbedrijf. Geen bedrijf is gelijk, er zijn bedrijven met donkere en lichte stallen. Er zijn bedrijven die veel armaturen hebben hangen, en er zijn bedrijven met minder. Ook zijn de armaturen op veel bedrijven verschillend. Binnen de melkveehouderij zijn er ook verschillen in de lichtsterkte.

Veel gebruikt in de melkveehouderij zijn TI buizen(T8), al dan niet in een gesloten armatuur. Daarnaast zijn de laatste jaren in veel stallen gas ontladingslampen gemonteerd, deze lampen geven heel veel lichtopbrengst, maar ze verbruiken veel energie. Ook is het van belang op welke hoogte een lichtbron zich bevindt, voor de ene lichtbron is het gewenst om op een geringe hoogte te hangen, voor de ander lichtbron is het handiger om hoog op te hangen, dit in verband met de stralingshoek van het armatuur.

Voor het verbruik van lampen kan men gaan kijken naar het totale energie verbruik. Maar om een goed vergelijk te maken is het beter om te kijken naar het lichtrendement van een lamp, dit wordt uitgedrukt in het aantal Lumen per Watt. Hiermee wordt een verhouding weergegeven van de lichtopbrengst en de opgenomen energie. Denk hierbij ook aan eventuele voorschakel apparatuur, zoals in een TI-armatuur. Niet alleen de lichtopbrengst van de lamp is belangrijk om naar te kijken, in een armatuur bevindt zich vaak ook reflectiemateriaal. Bij de goedkopere armaturen kan het zijn dat het materiaal minder reflecteert, en dus minder licht op het de juiste plaats verzorgt. Daarnaast is de omgeving van de lichtbron ook bepalend voor hoeveel feitelijke lichtopbrengst er is, een lichte kleur reflecteert meer als een donkere kleur.

Concreet kan hier worden gezegd, zorg wel dat een ruimte wordt verlicht met dezelfde lichtsterkte als voor de vervanging door zuinigere lampen, alleen zo is een goed vergelijk te

³³ G. Ruitenbergh, R. Jacobs. Verkenning mogelijkheden voor verlagen van het energieverbruik in de melkveehouderij (2014) p19

maken. Een goed advies voor licht is eigenlijk alleen te maken door er voor te zorgen dat er een lichtplan op maat voor het bedrijf wordt gemaakt.

Naast een reducering van het energieverbruik door het vervangen van lampen (en armaturen) kan er ook gekeken worden naar het investeren in tijdschakelaars. Door lampen op de juiste tijdstippen in en uit te schakelen, en hiermee onnodige branduren te voorkomen kan energie bespaard worden. Wanneer men een stap verder gaat en ook nog een schemerschakelaar installeert, dan wordt het licht automatisch uitgeschakeld wanneer er voldoende natuurlijk zonlicht is. Ook kan men in bijvoorbeeld werkplaatsen, tanklokalen, e.d. investeren in een bewegings-schakelaar. Deze schakelt alleen in wanneer er beweging gedetecteerd wordt, ook hiermee wordt onnodig verlichten voorkomen.

Ook hier praten we weer over de kosten in verhouding tot 1.000kg melk. In het algemeen kan worden gezegd, dat als er een goed en functioneel lichtplan is opgesteld, met gebruik van schemer en tijd schakelaars, en zuinige verlichting, dat een energie verbruik voor de verlichting van stallen van 4 tot 6 kWh/1.000kg melk realiseerbaar moet zijn³⁴. In het figuur hieronder is informatie met betrekking tot lichtopbrengst en levensduur weergegeven.

Lamptype	Lumen/ watt verhou ding (range)	Gem. technische levensduur ⁱ (branduren)	Lumenbehoud over technische levensduur (%)
1. Filamentlampen			
Gloeilampen/halogeenlampen	5-25	1000-3000	80
2. Gasontladingslampen			
Lagedrukgasontladingslampen			
Fluorescentielampen			
• Spaarlampen	40-70	10.000-20.000	60-70
• TI-buis (T8/TL-D, 26mm; excl. <u>vsa</u> ⁱⁱ)	40-90	10.000-15.000	70-90
• TI-buis (T5, 16mm; excl. <u>vsa</u>)	80-100	10.000-25.000	70-90
• Cold Cathode Fluorescent (CCF) <u>lampen</u>	70-80	30.000-40.000	70
• <u>Inductielampen</u>	80-100	30.000-100.000	70-90
Hogedrukgasontladingslampen			
• <u>Metaalhalidelampen</u> (100-400 W)	60-120	10.000-25.000	50-70
• <u>Hogedruknatriumlampen</u> (100-400 W)	80-150	15.000-40.000	80-95
3. Ledlampen			
<u>Lampen, buizen, slangen</u>	20-120	15.000-100.000	70-80

ⁱ Geformuleerd als het aantal branduren waarbij 50% van de lampen is uitgevallen. De economische levensduur bij daadwerkelijke vervanging ligt doorgaans lager.

ⁱⁱ vsa: voorschakelapparaat

Figuur 8, Overzicht eigenschappen diverse soorten lampen³⁵

³⁴ G. Ruitenbergh, R. Jacobs. Verkenning mogelijkheden voor verlagen van het energieverbruik in de melkveehouderij (2014) p18

³⁵ A. Winkel, Energiebesparende verlichting in de stal (2014)

6.7 Isolatie

Op het gebied van isoleren is winst te behalen. Deze winst is moeilijk meetbaar, om een goed vergelijk te maken zou over een bepaalde periode gemeten moeten worden zonder isolatie, en een periode met isolatie. In de praktijk gebeurt dit vrijwel nooit.

Goede isolatie is tegen middel tegen onnodig hoog energieverbruik. Isolatie kan op meerder plekken, maar is vooral vooral op plekken waar men warmte juist wil bewaren, of koude onderdelen graag koud wil houden. Daarnaast is het een goede bescherming tegen vorst. In dit onderdeel spreken we over de isolatie van onderdelen die te maken hebben met vloeistoffen. Het isoleren van warm water leidingen, vooral als ze op een circulatiesysteem zitten. Het isoleren van koud water leidingen tegen vorst.

Ook het isoleren van een spoelbak voor de reiniging van melkapparatuur, of melktank, behoort tot mogelijkheden tot isolatie.

Het isoleren van leidingen is geen grote kostenpost, isolatie kost ongeveer €0,5/m³⁶, afhankelijk van de buisdiameter. Dit zijn geen grote kosten, indien de melkveehouder dit zelf aanbrengt zouden de kosten zijn te overzien. Indien er een vakman ingezet moet worden om dit aan te brengen wordt het een grote kostenpost, waarbij het te betwijfelen valt of dit terugverdiend wordt. Bij nieuwbouw is dan ook aan te raden de isolatie direct mee te nemen in de berekeningen en aan te schaffen.

6.8 Zonnepanelen

Naast een zonneboiler, wat eerder behandeld is zijn er ook zonnepanelen. Met zonnepanelen kan men zelf energie opwekken. Het gebruik van zonnepanelen is dan ook een goed onderdeel om een bedrijf energieneutraal te maken. Zonnepanelen worden het beste gemonteerd op een schuin dak met vrij zicht op het zuiden, dit om het meeste rendement te halen van het zonlicht, indien er daken op het westen of oosten zijn kan er een rendement van ongeveer minus 10%. Er zit kwaliteitsverschil tussen zonnepanelen van diverse merken, geadviseerd wordt om goed te kijken bij aanschaf wat voor kwaliteit aangeschaft wordt. Voor de levensduur gaat men uit van 25 tot 30 jaar, van belang is dus dat er kwaliteit aangeschaft wordt.

Een investering in zonnepanelen is niet rechtstreeks een besparing. Indien gewerkt wordt met zeer energieonvriendelijke apparaten en zonnepanelen, dan is men eigenlijk verkeerd bezig. Beter is het investeren in een energiezuinig en die voorzien van groene stroom, wanneer men dan de beschikking heeft over overcapaciteit op de groene energiebron, dan kan een bedrijf terug leveren aan het energienet.

In de loop der jaren zijn zonnepanelen een stuk goedkoper geworden, dit door verbeterde technieken maar ook door een hogere productie. Panelen kunnen zich dus sneller terug verdienen. Sommige bedrijven zijn in staat de investering in zonnepanelen in 5-6 jaar terug te verdienen, de meeste bedrijven doen er een paar jaar langer over³⁷.

³⁶ <http://www.gamma.nl>

³⁷ G. Mons, Zonnepaneel voor bijna elk bedrijf interessant (2012)

Mogelijkheden om een compleet dak vol te leggen met zonnepanelen worden in dit rapport niet besproken.

7 Energie neutraal

Wanneer ondernemers zich geroepen voelen om hun melkveehouderijbedrijf energie neutraal te maken zijn er mogelijkheden om dit uit te voeren. Bedrijven kunnen energieneutraal worden, maar kunnen er ook voor kiezen om te kijken wat de mogelijkheden zijn tot terug levering. Daar dit rapport over energiebesparing gaat wordt daar niet verder op ingegaan.

Binnen de melkveehouderij is er de mogelijkheid om energieneutraal te worden. Als eerste moet dan de gasaansluiting worden opgezegd. We laten hier de mogelijkheden van een eventuele biogas installatie buiten beschouwing. Verder heeft een melkveehouderij geen mogelijkheden om groen-gas op te wekken. Met het verwijderen van de gas aansluiting is er direct een hoger energieverbruik aangezien er wel een andere warmwater voorziening moet worden geregeld. Alles gebruikt nu elektriciteit.

Er zijn dus mogelijkheden om het bedrijf energieneutraal te maken met de in het vorige hoofdstuk besproken mogelijkheden te combineren.

De mogelijkheden die besproken zijn:

- Warmteterugwinning
- Zonneboiler
- ECO200
- Voorkoeler
- Frequentieregelaar
- Energiezuinige verlichting
- Isolatie
- Zonnepanelen

Bij alle besparingsopties wordt geen energie opgewekt zonder energie te verbruiken, alleen bij de zonneboiler, en bij de zonnepanelen wordt gratis energie opgewekt. Deze onderdelen komen dan ook in elke combinatie terug.

Indien men gaat nieuwbouwen is de meest ideale combinatie:

- Frequentie gestuurde vacuümpomp
- ECO200 (beschikt over een voorkoeler)
- Energiezuinige verlichting
- Isolatie bij nieuwbouw
- Zonnepanelen

Deze combinatie is het meest ideale in een nieuwbouwsituatie. De frequentie gestuurde vacuümpomp is zuiniger dan zonder frequentieregeling. De melk koelen met het ECO200 systeem, men heeft geen zware koelgassen meer nodig, deze zijn vanaf 2020 verboden in nieuwe installaties³⁸, en er bespaard 80 tot 100% op aardgas. Daarnaast energiezuinige verlichting in de stal. Leidingen goed isoleren zodat er geen temperatuurverwaarlozing ontstaat. En als laatste zonnepanelen die het bedrijf uiteindelijk energie neutraal kunnen maken.

³⁸ <http://www.eco200.nl>

8 Berekeningen

Voor het berekenen van besparingen wordt er uitgegaan van een aantal bedrijfsgegevens welke hieronder zijn weergegeven:

Jaarleverantie: 1.000.000kg
Melkgevende dieren: 120
Energieprijs: €0,23/kWh
Gasprijs: €0,57/m³

Daarnaast zijn er nog een aantal feiten:

1 m³ aardgas heeft een energie inhoud van 35,1 MJ bij verbranding met een rendement van 100 %.

Het opwekkingsrendement van een combiketel of een geiser om water te verwarmen tot 60 °C is ongeveer 60 %.

Dus 1 m³ aardgas voor verwarming van water tot 60 °C geeft $35,1 \times 0,6 = 21,1$ MJ.

Voor 1 liter water 1 °C opwarmen is dus $4,19 \text{ kJ} / 21,1 \text{ MJ} = 0,2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ gas nodig.

8.1 Warmteterugwinning

Met de warmteterugwinning kan bij het koelen van 1kg melk 0,5L water van 10 tot 50°C opgewarmd. Dit houdt in dat er een temperatuurverandering is van 40°C op een volume van 500.000L water. Dit is meer dan er verbruikt wordt op een melkveebedrijf. In figuur 3 op pagina 16 is weergegeven dat het warmwaterverbruik op 495L/24 uur ligt. Dat betekent een op jaarbasis ±180m³ water.

Op jaarbasis betekent dit dat er 180.000L een temperatuurverandering van 40°C ondergaat. Dit houdt in:

$$180.000 \times 1 \times (0,2 \times 10^{-3}) = 36 \text{ m}^3 \text{ gas per } 1^\circ\text{C}$$

$$36 \times 40 = 1440 \text{ m}^3 \text{ gas per jaar.}$$

$$1440 \text{ m}^3 \times €0,57 = €820,8 \text{ op jaarbasis aan besparing op gaskosten.}$$

Er vanuit gaande dat de ingaande watertemperatuur 10°C is.

Gezien de overcapaciteit van de warmteterugwinning is te verwachten, dat indien de ingaande temperatuur lager ligt het systeem het water ook op 50°C kan brengen. Indien dat zo is wordt de besparing alleen maar groter. Per graad besparing wordt er 36m³ minder verstoekt.

8.2 Zonneboiler

In §6.2 is de besparing van een zonneboiler besproken. Gemiddeld genomen wordt het water opgewarmd tot 45°C, er van uitgaande dat de ingaande temperatuur 10°C is, is er een temperatuurverandering van 35°C.

Indien de berekening wordt overgenomen van de vorige paragraaf, kan worden gesteld dat: Verbruik gas per 1°C op een volume van 180.000L water 36m³ gas is.

$$36 \times 35 = 1260 \text{ m}^3 \text{ gas.}$$

$$1260 \times €0,57 = €718,2 \text{ besparing op jaarbasis.}$$

Dit is wel afhankelijk van de zonneproductie.

8.3 ECO200

Gesteld wordt in §6.3.2 dat de energiereductie op het gasverbruik 80 tot 100% is. Inclusief privé. Dit is wel afhankelijk van de gewenste eindtemperatuur. Bij bedrijven waarbij de melkstal reinigt met een hittereiniging (80°C) is de besparing minder, omdat deze bedrijven moeten na verwarmen met een ander apparaat, omdat het ECO200 systeem maar tot 55°C verwarmd. Over het systeem zijn nog geen cijfers bekend. De investering wordt door het bedrijf geschat op €25.000 tot €35.000. Afhankelijk van diverse situaties. En er wordt door een eindgebruiker geschat dat het systeem zich in 6 tot 7 jaar terugverdiend. Dit is wel inclusief subsidies.

8.4 Voorkoeler

De voorkoeler beperkt vooral de kosten om de melk te koelen in de koeltank. Zonder voorkoeler wordt gemiddeld 13kWh per 1.000kg melk verbruikt voor de melk koeling. Bedrijven die wel voorkoeler, gebruiken ongeveer 8kWh per 1.000kg melk.

$13 - 8 = 5 \text{ kWh besparing per } 1.000 \text{ kg melk.} = 0,005 \text{ kWh/kg melk}$

$0,005 * 1.000.000 = 5.000 \text{ kWh}$

$5.000 * €0.23 = €1.150 \text{ op jaarbasis stroombesparing.}$

8.5 Frequentieregelaar

Op de vacuümpomp kan heel goed een frequentieregelaar worden toegepast.

Als gekeken wordt naar Figuur 7 op pagina 26 dan is er te zien dat het energieverbruik bij veel bedrijven met minimaal de helft is te reduceren. De besparing loopt uiteen van 4kWh tot 7kWh besparing per 1.000kg melk.

$4 \text{ kWh} / 1.000 \text{ kg} * 1.000.000 \text{ kg} = 4.000 \text{ kWh per jaar.}$

$7 \text{ kWh} / 1.000 \text{ kg} * 1.000.000 \text{ kg} = 7.000 \text{ kWh per jaar.}$

$4.000 * 0.23 = €920$

$7.000 * 0.23 = €1.620$

Een goed passende vacuümpomp bij de melkstal is van groot belang, zeker als er wordt gekeken naar het energieverbruik bij een besparing van 4kWh/1.000kg wordt er op jaarbasis €920 bespaard

8.6 Verlichting

Op verlichting is een besparing mogelijk, maar lastig te vergelijken.

Een bewegingssensor is er in verschillende prijzen te krijgen, van €10 tot €60, voor de investering van €40 moet er een bepaald bespaard worden op energie,

$€40 / €0,23 = \pm 174 \text{ kWh.}$

Indien de lampen achter de schemerschakelaar 174kWh bespaard hebben door minder te branden, dan heeft de bewegingssensor zichzelf terugverdiend. Afhankelijk van het aantal armaturen achter de sensor aangesloten is de terugverdientijd bepalend. Bijvoorbeeld in het tanklokaal. Indien daar 2 TI armaturen hangen 58W+10W voorschakelapparatuur per stuk.

$58 + 10 = 68 \text{ W}$

$68 / 1.000 = 0.068 \text{ kW}$

Er vanuit gaande dat de sensor ongeveer 10 uur per dag aan verlichting bespaard

$0,068 \times 10 = 0,68 \text{ kWh}$ per dag besparing

$0,68 \times 0,23 = €0,156$ per dag

$€40 / 0,156 = \pm 256$ dagen terugverdiensijd.

Er van uitgaande dat de veehouder de installatie zelf kan aanpassen.

Een schemerschakelaar kost $\pm €50$. Indien er achter de schemerschakelaar de stalverlichting is geïnstalleerd, uitgaande van 15 lampen a 250W+70W voorschakelapparatuur. Dan kan de besparing als volgt worden gesteld.

$250 + 70 = 320 \text{ W}$

$320 \times 15 = 4.800 \text{ W} = 4,8 \text{ kW}$

Indien er door de schemerschakelaar gemiddeld 3 uur per dag eerder/later geschakeld wordt dan door de melkveehouder zelf. Dan wordt er per dag bespaard:

$4,8 \times 3 = 14,4 \text{ kWh}$

$14,4 \times 0,23 = €3,31$

$€50 / €3,31 = 15,1$

Dan is de investering na ruim 2 weken terug verdiend. Er vanuit gaande dat de veehouder het zelf kan installeren.

Bij de schemerschakelaar en de bewegingssensor is uitgegaan van een totaal ander vermogen wat achter de schakelaar hangt. Dit resulteert direct in de terugverdienperiode, daarnaast is de verwachte besparing in tijd ook van belang.

Om te besparen op lampen en onderdelen daarvan is het van belang te kijken naar diverse factoren, lampen zijn niet 1:1 te vervangen. Of het armatuur moet mee vervangen worden, of er moeten in het armatuur onderdelen vervangen worden. Daarnaast is er nog een variabele, namelijk de branduren. Het enige juiste is om een goed lichtplan te laten maken door een adviesbureau.

Bij nieuwbouw is het wel van belang te kijken naar de juiste verlichting. Alles moet nog worden aangelegd, denk aan bekabeling, op de juiste hoogte monteren van de verlichting. Men kan daarbij kijken naar veel verschillende mogelijkheden. Ook hierbij is advies van belang. Kies voor lampen met een veel lumen per watt. Voordeel van het vergroten van het aantal armaturen is dat de stal egaler verlicht wordt. Wat ook het werkplezier ten goede komt.

9 Energiescan

Melkveebedrijven kunnen een energiescan maken van hun bedrijf, dit wil zeggen dat er gekeken wordt naar het energieverbruik op het bedrijf, aan de hand van cijfers, en er wordt gekeken wat voor apparatuur/machines aanwezig zijn op het bedrijf. Er zijn eigenlijk twee opties om dit te laten doen.

- Eigen invulling
- Extern bureau

Indien u dit zelf wilt doen kan u dit waarschijnlijk doen op de site van de melkafnemer. Friesland Campina, de grootste zuivelafnemer van Nederland, heeft dit, op moment van schrijven, op de website staan, daarvoor moet wel ingelogd hebben op 'melkweb'. Hier kunt u een Pdf-bestand vinden, waar alle gegevens ingevuld kunnen worden. Denk hierbij aan:

- Totaal verbruiken gas en elektrisch
- Eigen opgewekte energie
- Hoeveelheid benodigd water (warm & koud)
- Privé verbruik
- Manier van verwarmen van water
- Type melkstal
- Jaar leveranties
- Gebruik van energiebesparende mogelijkheden
- Branduren van de verlichting
- Type verlichting
- Etc.

Het is heel uitgebreid, 8 pagina's met vragen over energie. Deze vragenlijst kunt u terug vinden in Bijlage 4.

Daarnaast kan het ook direct op de site ingevuld worden en wordt de scan berekend. Door het invullen van deze scan wordt er direct een score aan de ingevulde gegevens gegeven. Later wordt op 'melkweb' ook de gemiddelde scores van collega melkveehouders zichtbaar. Met deze gegevens kan worden vergeleken met collega's. Ook worden er adviezen gegeven op welke punten de melkveehouder eventueel kan besparen

Als er een extern bureau ingeschakeld wordt zijn daar allereerst kosten aan verbonden. Een voorbeeld van een extern bureau is DLV advies. Zij komen langs om een analyse te maken van uw bedrijfssituatie. Wat er op volgt is dat u een rapport ontvangt met hierin een overzicht met diverse gegevens.

- Hoeveel energie ieder onderdeel op het bedrijf verbruikt.
- Waar er goed gescoord wordt, en waar energie bespaard kan worden.
- Adviezen over hoe er energie bespaard kan worden
- Welke investeringen er eventueel nodig zijn om een besparing te realiseren
- Welke fiscale mogelijkheden er zijn en of er mogelijkheid is tot het aanvragen van subsidies³⁹.

³⁹ www.dlصادvies.nl

Het rapport van het externe bureau is uitgebreider dan van bijvoorbeeld Friesland Campina. Het is aan de melkveehouder wat hij/zij wenst.

Ook voor nieuwbouw kan men zich wenden tot energiescan bureaus, het voordeel van deze bureaus is dat men goed op de hoogte is van de laatste technologische mogelijkheden. Deze bureaus kunnen voorlichting geven op het gebied van nieuwe technieken, technieken die een energiezuinige stal mogelijk maken.

10 Subsidies

Indien er op het gebied van energie en milieu bepaalde investeringen gemaakt worden, zijn daar subsidies voor beschikbaar. Er zijn diverse subsidies die interessant zijn, de⁴⁰:

- VAMIL-MIA
- EIA
- ISDE

VAMIL-MIA

Wet afschrijving milieu-investeringen (VAMIL) en milieu investeringsaftrek (MIA). Met deze subsidie kan er geprofiteerd worden tot 36% van het investeringsbedrag. De Vamil biedt mogelijkheden om tot 75% van het investeringsbedrag willekeuring af te schrijven.

Voor deze subsidie wordt jaarlijks een Milieulijst gepubliceerd op www.rvo.nl, hierin wordt alle in aanmerking komende onderdelen genoemd.

EIA

Energie investeringsaftrek (EIA). Het betreft hier een fiscaal voordeel op energiezuinige technieken en duurzame energie. Deze investering levert gemiddeld 14% voordeel op. U kunt 58% van de investeringskosten aftrekken van de fiscale winst, boven op de gebruikelijke afschrijving.

Voor deze subsidie is een Energielijst die jaarlijks wordt gepubliceerd op www.rvo.nl, hierin worden alle in aanmerking komende onderdelen genoemd.

ISDE

Investeringssubsidie duurzame energie (ISDE). Deze subsidie is een tegemoetkoming in de aanschaf van zonneboilers, warmtepompen, biomassaketels en pellet kachels. Zowel voor particulieren als ondernemers. Deze subsidie loopt tot 31-12-2020.

Bij het aanvragen van de diverse subsidies is het van belang dat de aanvraag compleet wordt ingevuld, niet goed ingevulde aanvragen worden niet in behandeling genomen. Ook dient er goed gekeken te worden naar de termijnen binnen welke bepaalde papieren ingeleverd moeten worden.

⁴⁰ <http://www.rvo.nl>

11 Discussie & Conclusie

Uit de analyse, van de diverse onderdelen op het gebied van energie besparen, kan men concluderen dat er op melkveebedrijven nog wel punten te halen zijn waarop men kan besparen. Maar dat er ook bedrijven zijn die al veel met energie en energiebesparing. Er kan ook onderscheid gemaakt worden in energiebesparing, en energieopwekking, en vervolgens met die laatste de energierekening te reduceren. Wat uiteindelijk ook besparing is, maar dan op over het hele bedrijf gezien.

Aanleidingen om te willen besparen op het energieverbruik van het bedrijf hebben verschillende doeleinden. Als eerste komt het uiteindelijk het financiële resultaat van het bedrijf ten goede. Na een investering en terugverdienperiode begint de investering de melkveehouder geld op te leveren. Door het gebruik van aardgas, wat binnen Nederland hoofdzakelijk wordt gewonnen in de provincie Groningen, te reduceren. Kan men een klein stukje bodemdaling voorkomen. Groningen komt in opstand tegen bodemdalingen. Melkveehouders kunnen op deze manier hun steentje bijdragen.

Energieverbruikers bestaan op een melkveehouderijbedrijf uit meerdere onderdelen. Ongeveer 85% van het totale energieverbruik wordt door de volgende onderdelen veroorzaakt:

- Melken
- Koelen
- Reinigen
- Watervoorziening
- Verlichting

Om te besparen zijn er diverse mogelijkheden beschikbaar.

Melken

Voor een besparing op energie bij het melkproces zijn er 2 onderdelen die in aanmerking komen voor energiereducering. De vacuümpomp en de compressor. Bij de Vacuümpomp loont het zich om een frequentieregelaar toe te passen. En bij de compressor is het van belang dat de compressor een voldoende buffer heeft, ook is het van belang dat een compressor koude lucht aanzuigt.

Koelen

Als we kijken naar het koelproces, en om dit energieverbruik te verlagen dan is een voorkoeler een goed middel. Er zijn meer middelen die samenwerken met het de koelaggregaat, maar deze zorgen niet onmiddellijk voor een reductie op de koelkosten, er wordt gewoon gekoeld, de vrijgekomen warmte wordt hergebruikt, in plaats van afgevoerd aan de buitenlucht.

Reiniging.

Op het reinigen kan worden bespaard. Het reinigen van melkapparatuur en melktank wordt gedaan met warm water. Dit water kan ook op andere manieren worden verwarmd, dan met een gasboiler of elektrische boiler. Door het water voor te verwarmen met zonlicht op melkwarmte. Opties zijn:

- Zonnecollectoren

- Warmteterugwinning
- ECO200

Deze systemen zijn in staat water te verwarmen tot 55°C , dit is wel afhankelijk van de aangeboden warmte vanuit de warmtebron.

Watervoorziening.

Voor warm water zie het onderdeel reiniging. Voor het onderdeel watervoorziening is verder lastig te besparen, en lastig onder te verdelen. Er zijn bedrijven die gebruik maken van een bron en bedrijven die alles doen met leidingwater van het waterbedrijf. Eventueel is op de pomp van de bron een frequentieregelaar toe te passen, om zodoende de rustiger op te pompen.

Verlichting.

Op verlichting is zeker een besparing realiseerbaar, maar of deze zich terugverdiend is afhankelijk van diverse factoren. Hoeveel daglicht beschikbaar is in de stallen. Kleur van de binnenzijde van de stal. Er zijn mogelijkheden tot het installeren van hoogfrequente verlichting, of ledverlichting. Van belang is dat er wordt gekeken naar het aantal lux in de stal. En bij vergelijking naar het aantal lumen/watt wat een lamp uitstraalt.

Metingen hebben bewezen dat het nuttig is om te kijken wat er verbruikt wordt, maar ook of er te veel verbruikt wordt. Indien een melkveehouder weet wat een machine kan besparen, dan kan hij/zij de terugverdienperiode ook bereken. Indien deze korter is dan de verwachte levensduur van de machine dan is het waarschijnlijk zinvol om te investeren, en hiermee uiteindelijk een energiebesparing te realiseren. Indien een melkveehouder een apparaat aanschaft is het in ieder geval van belang dat het goed is afgestemd op de overige apparatuur, omdat het veelal met elkaar in verbinding staat.

De grootste kostenpost in de melkveehouderij is de melkkoeling, met 13kWh per 1.000kg melk. Indien men een voorcoeler toepast, wordt dit gereduceerd naar 8kWh per 1.000kg melk. Een reducering van 5kWh en een terugverdientijd van gemiddeld 3,1 jaar. Een investering die zich snel terug verdient.

Ook blijkt het dat een zonneboiler hetzelfde doet als warmteterugwinning. Het nadeel van de zonnecollector is dat er een onzekere factor aanwezig is, namelijk zon. Bij de warmteterugwinning is de warmte van de melk altijd aanwezig, en daarom een hoger rendement. Daarom gaat de voorkeur ook uit naar warmteterugwinning en niet naar een zonneboiler als de keus er is tussen deze 2 opties.

Met het ECO200 systeem slaat de sector een grote slag. Het systeem maakt geen gebruik met van zware koelmiddelen. Deze koelmiddelen worden van 2020 in nieuwe installaties verboden. Ook is er een reductie van 80 tot 100% mogelijk op gasgebruik. Geen fossiele brandstof meer op het bedrijf. Daarnaast kan er met de warmte die dit systeem realiseert ook het woonhuis verwarmd worden. En dit alles met warmte uit melk. Het systeem is vrij uitgebreid en moet passen op het bedrijf, en vergt een investering die bedrijven niet zomaar kunnen betalen.

Om een goed overzicht per bedrijf te krijgen waar bespaard kan worden is een bedrijfsspecifieke energiescan zeer nuttig. Nagaan wat het energie verbruik op het bedrijf is. Waar knelpunten zitten en waar eventueel bespaard kan worden. Dit kan het bedrijf zelf doen door zelf een energiescan in te vullen op bijvoorbeeld de website van Friesland Campina. Maar ook externe bedrijven kunnen dit verzorgen. Aan de hand van het rapport kan men dan eventueel stappen ondernemen om energie te besparen.

12 Aanbevelingen

Voor bedrijven die willen investeren op het gebied van energie, en daarmee hun bedrijf energiezuiniger willen maken zijn er zeker een aantal punten van aandacht.

Kijk als eerste in de 5 hoofdpunten van het energieverbruik.

- Melken
- Koelen
- Reinigen
- Watervoorziening
- Verlichting

Kijk of de vacuümpomp uitgerust is met een frequentieregelaar, deze is gemiddeld terugverdiend in 3 a 4 jaar. Tevens betreft het een redelijk kleine investering.

Een compressor dient op een koele plek te staan. Ook is een grote buffer wenselijk, dit reduceert het aantal aanloopmomenten, en verbetert de koeltijd het apparaat zodat geen warme lucht wordt samengeperst.

Indien men op het gebied van melk koelen snel resultaat wil behalen kan men investeren in een voorcoeler. Deze koelt de melk af met behulp van water, hierdoor komt de melk al afgekoeld in de tank. En wordt een besparing gerealiseerd op de koelkosten.

Met de volgende opties wordt een slag gemaakt op het gebied van warmwater voorziening van de reiniging. Indien een melkveehouder meer investeringsruimte heeft kan men ook investeren in zonnecollectoren of in warmteterugwinning. Warmteterugwinning heeft hier de voorkeur, omdat hier meer zekerheid is, aangezien warme melk altijd wordt geleverd, wat met zonlicht/zonstraling minder is.

De volgende stap voorziet in melkkoeling, watervoorziening en reiniging, indien men nieuw gaat bouwen, is het raadzaam eens te kijken naar het ECO200 systeem. Het systeem voorziet in warmte, ook voor het woonhuis, voor verwarming maar ook voor warm water uit de kraan. Hiermee kan 80 a 100% op de gaskosten worden gespaard. Een aanzienlijke reducering op gasgebruik en een goede stap richting energie neutrale veehouderij. Ook hoeft er bij dit systeem geen gebruik gemaakt te worden van zware koelgassen, deze zijn vanaf 2020 verboden voor nieuwe installaties.

Binnen het onderdeel verlichting is ook een slag te maken. Kijk naar knelpunten op het bedrijf. Plekken waar veel onnodig verlichting brand kan worden voorzien van een bewegingssensor die vervolgens de verlichting inschakelt. Verlichting in de veestal kan worden voorzien van schemerschakelaar en een tijdsklok. Met deze aanpassingen kan een goed dag/nacht ritme voor de koeien worden gerealiseerd, en wordt onnodig branden van de verlichting voorkomen. Raadzaam is ook, om te kijken naar de verlichting zelf. Indien oude verlichting het niet meer doet kan men ook kijken naar nieuwe armaturen met zuinige lampen. Hierdoor wordt ook weer een klein beetje bespaard. Voor men een complete verlichtingsinstallatie gaat aanpakken en renoveren is het best een gedegen lichtplan te

(laten) maken. Kijk naar de gewenste verlichtingssterkte, het aantal armaturen, het investeringsplaatje en de besparing.

Op het gebied van het aanvragen van subsidies valt het te overwegen om daarvoor een externe partij in te schakelen die het namens het bedrijf aanvraagt. Dit omdat deze partijen hier meer ervaring in hebben. Om zodoende zeker te weten dat de aanvraag in behandeling wordt genomen.

13 Bronnen

13.1 Wetenschappelijke bronnen

M. Jongema, B. Domhof, S. Koenders, S. Zonderland. Optimale verlichting melkveestallen. (2011)

<http://www.verantwoordeveehouderij.nl>

<http://www.verantwoordeveehouderij.nl/web/file?uuid=4e9da454-c70c-4828-bcd7-3a9edcc9aa0a&owner=fb8e696c-d55f-48c9-a9d4-71f7e38752aa>

F. van Oosterhout, G. Biewenga, A. Winkel, W. Ouweltjes, J. H. Meijer. Het effect van lichtkleur en lichtduur op melkproductie en gedrag van melkvee. (2012)

<http://www.wageningenur.nl>

<http://www.wageningenur.nl/nl/show/Koe-stoort-zich-niet-aan-rood-licht-in-de-stal.htm>

G. Ruitenbergh, R. Jacobs. Verkenning mogelijkheden voor verlagen van het energieverbruik in de melkveehouderij (2014)

<http://www.rvo.nl>

<http://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/08/Eindrapport%20verkenning%20mogelijkheden%20verlagen%20energieverbruik%20melkveehouderij.pdf>

13.2 Documenten

F. de Buissonje, K. Blanken, A. Evers, W. Ouweltjes, H. van Schooten, E. Schuiling, H. Stormink, J. Verkaik, I. Vermeij, H. Wemmenhove. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2014-2015, KWIN 2.0 (2015)

<https://aerport.aeres.nl>

<https://aerport.aeres.nl/organisatie/CAH/organisatie/afdelingen/mediatheek/PublishingImages/Kwin%20veehouderij%202015.pdf>

G. Remmelink, J. van Middelkoop, W. Ouweltjes, H. Wemmenhove. Handboek Melkveehouderij 2015-2016 (2016)

<http://www.wageningenur.nl>

<http://www.wageningenur.nl/nl/show/Handboek-Melkveehouderij.htm>

H. Wientjes, C. Rougoor. Melksystemen en melkrobots, inzicht in het energieverbruik (2012)

<http://www.rvo.nl>

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

A. Winkel, H. Ellen & G. Swinkels. Energiebesparende verlichting in de stal (2014)

<http://www.lumosec.nl>

<http://www.lumosec.nl/wp-content/uploads/2014/12/Onderzoek-energiebesparende-verlichting-stal.pdf>

13.3 Websites:

F. Boven. De energiemeester vertelt.

<https://www.olino.org>

<https://www.olino.org/articles/2014/06/02/de-energiemeester-vertelt-wat-is-duurder-aardgas-of-elektriciteit/>

C. Duim. Leerboek melkwinning.

<https://wikimelkwinning.groenkennisnet.nl/>

<https://wikimelkwinning.groenkennisnet.nl/display/MEL/5+Koelen+en+bewaren>

Delaval Nederland

<http://www.delaval.nl>

http://www.delaval.nl/ImageVaultFiles/id_13421/cf_5/Warmteterugwinning.PDF (2012)

DLV Advies

<http://www.dlvadvies.nl>

<http://www.dlvadvies.nl/energie/energiebesparing>

<http://www.energiezuinigemelkveehouderij.nl>

<http://www.eco200.nl>

Friesland Campina

<http://www.frieslandcampina.nl>

<https://melkweb.frieslandcampina.com/nl-nl/kennisnetwerk/themas/klimaat-en-energie/energiescan.aspx>

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

<http://www.rvo.nl>

<http://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/09/FactsheetA4%20Rekentool%20Vacuumpomp%20Rijksdienst%20voor%20Ondernemend%20Nederland%20....pdf> (2014)

<http://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/09/FactsheetA4%20Rekentool%20Voorkoelen%20Rijksdienst%20voor%20Ondernemend%20Nederland%20....pdf> (2014)

<http://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/09/FactsheetA4%20Rekentool%20Verlichting%20Rijksdienst%20voor%20Ondernemend%20Nederland....pdf> (2014)

<http://www.rvo.nl/sites/default/files/2014/09/FactsheetA4%20Rekentool%20WarmteTerugWin%20Rijksdienst%20voor%20Ondernemend%20Nederl....pdf> (2014)

13.4 Personen

Dhr. T. Kramer

Dhr. J. Simmelink

Bijlage 1: Beoordelingsformulier Afstudeerwerkstuk

Naam student	Roy Kramer
Naam beoordelaar	J. Simmelink
Functie beoordelaar	1 ^e beoordelaar
Versie	1
Datum beoordeling	
Paraaf beoordelaar De beoordelaar is verantwoordelijk voor het correct invullen van dit formulier	

Toetsingscriteria (zie Leidraad Afstudeerwerkstuk):	Oordeel: O, V, G
Plagiaatcheck via Ephorus (alleen in te vullen (O/V) door afstudeerdocent)	O/V
Rapportage (te beoordelen a.d.h.v. checklist schriftelijk rapporteren)	O/V/G
Samenvatting in een buitenlandse taal	O/V/G

Beoordelingscriteria (zie Leidraad Afstudeerwerkstuk):	Oordeel: Cijfer
Hoofdstukindeling (opbouw)	
Inleiding	
Relevantie	
Probleemstelling en doelstelling	
Diepgang en complexiteit (dubbele weging)	2 x ... =
Innovatie en praktijkgerichtheid (dubbele weging)	2 x ... =
Discussie	
Conclusies	
Aanbevelingen	
Bronnenlijst	
totaal aantal punten	
Niet afgerond eindcijfer *)	: 12 =
*) Het eindcijfer (gemiddelde van de gegeven cijfers) mag alleen worden ingevuld als: alle toetsingscriteria voldoende zijn alle cijfers bij de beoordelingscriteria voldoende (5,5 of hoger) zijn. Is één van deze onderdelen onvoldoende, dan bij het eindcijfer invullen: 'onvoldoende'.	

Toelichting op de beoordeling (alle criteria):
--

Bijlage 2: Beoordelingsformulier Afstudeerwerkstuk

Naam student	Roy Kramer
Naam beoordelaar	M. Oomen
Functie beoordelaar	2 ^e beoordelaar
Versie	1
Datum beoordeling	
Paraaf beoordelaar De beoordelaar is verantwoordelijk voor het correct invullen van dit formulier	

Toetsingscriteria (zie Leidraad Afstudeerwerkstuk):	Oordeel: O, V, G
Plagiaatcheck via Ephorus (alleen in te vullen (O/V) door afstudeerdocent)	O/V
Rapportage (te beoordelen a.d.h.v. checklist schriftelijk rapporteren)	O/V/G
Samenvatting in een buitenlandse taal	O/V/G

Beoordelingscriteria (zie Leidraad Afstudeerwerkstuk):	Oordeel: Cijfer
Hoofdstukindeling (opbouw)	
Inleiding	
Relevantie	
Probleemstelling en doelstelling	
Diepgang en complexiteit (dubbele weging)	2 x ... =
Innovatie en praktijkgerichtheid (dubbele weging)	2 x ... =
Discussie	
Conclusies	
Aanbevelingen	
Bronnenlijst	
totaal aantal punten	
Niet afgerond eindcijfer *)	: 12 =
*) Het eindcijfer (gemiddelde van de gegeven cijfers) mag alleen worden ingevuld als: alle toetsingscriteria voldoende zijn alle cijfers bij de beoordelingscriteria voldoende (5,5 of hoger) zijn. Is één van deze onderdelen onvoldoende, dan bij het eindcijfer invullen: 'onvoldoende'.	

Toelichting op de beoordeling (alle criteria):
--

Bijlage 3: Checklist Schriftelijk Rapporteren

Naam: Roy Kramer

Klas:4Brst

Datum: Mei 2016

Titel verslag:

Energie in de Melkveehouderij

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* ☐ Beschrijft het grotere kader en aanleiding ☐ Beschrijft inhoudelijke achtergrondinformatie* ☐ Beschrijft het probleem/onderzoeksvraag* ☐ Vermeldt het doel* ☐ Bevat een leeswijzer voor het rapport/verslag*	9. Materiaal en methode: ☐ Beschrijft de gevolgde onderzoeksmethode ☐ Past bij de onderzoeksvraag/vragen* ☐ Beschrijft de variabelen/eenheden ☐ Beschrijft de methode van data-analyse 10. De (opmaak van de) kern: ☐ Bestaat uit genummerde hoofdstukken, paragrafen 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* ☐ De tabellen zijn (door) genummerd en hebben een passende titel* ☐ Tabellen en figuren zijn zelfstandig te gebruiken ☐ 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* 11. De discussie: ☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur ☐ Geeft de valide argumentatie weer ☐ Evalueert de gebruikte onderzoeksmethode ☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen 12. De conclusies en aanbevelingen: ☐ De conclusies zijn gebaseerd op relevante feiten ☐ De aanbevelingen zijn gebaseerd op relevante feiten ☐ Bevatten geen nieuwe informatie* 13. De bronvermelding: ☐ In de tekst is conform de geldende APA-normen* (zie intranet) 14. De literatuurlijst: ☐ Is opgesteld conform de geldende APA-normen* (zie intranet) 15. De bijlagen: ☐ Zijn genummerd ☐ Zijn voorzien van een passende titel ☐ Bevatten geen eigen analyse
---	---

Bijlage 4: Enquete Frieslandcampina