

‘Elektrificatie van erfwerkzaamheden in de melkveehouderij’



Kuiphuis, Dinand
Dronten



AERES
HOGESCHOOL

ONDERZOEK

Dronten, Juli 2018

In opdracht van:
Aeres Hogeschool Dronten
De Drieslag 4
8251 JZ Dronten

Auteur:
Dinand Kuiphuis
3020937@aeres.nl
Agrotechniek & Management

Afstudeerdocent:
Klaas Eeuwema

Voorwoord

Voor u ligt het onderzoek 'Elektrificatie van erfwerkzaamheden in de melkveehouderij'. Dit rapport is geschreven in het kader van het afstuderen voor de opleiding Agrotechniek en management aan de Aeres Hogeschool te Dronten.

De onderzoeksvraag is naar voren gekomen in het traject 'Energie neutrale Melkveehouderij Utrecht'. In dit traject wordt gezocht naar praktische routes voor melkveehouders om het energieverbruik op het bedrijf te verlagen en waar mogelijk de benodigde energie zelf duurzaam te produceren. Het rapport dat voor u ligt, is dan ook geschreven voor ondernemers in de melkveehouderijsector.

Ik wil graag Greet Ruitenbergh (trajectleider Energie neutrale melkveehouderij Utrecht) bedanken voor het ondersteunen en meedenken in de mogelijkheden, waardoor dit resultaat tot stand is gekomen. Tevens wil ik Klaas Eeuwema bedanken voor de ondersteuning en begeleiding vanuit de Aeres Hogeschool te Dronten.

Dinand Kuiphuis

Dronten, 17 juli 2018

Inhoudsopgave

Voorwoord	2
Samenvatting.....	5
Summary	6
Hoofdstuk 1 Inleiding	7
1.1 Erfwerkzaamheden melkveehouderij in relatie tot CO ₂ -productie en -reductie	9
1.1.1 Friesland Campina	10
1.1.2 Overheid	10
1.2 Alternatieve voertuigen en installaties	11
1.2.1 Trekker.....	11
1.2.2 Shovel	11
1.2.3 Voersystemen.....	11
1.2.4 Voeraanschuifrobot.....	12
1.2.5 Mest mixer.....	12
1.3 Knowledgegap, hoofdvraag en deelvragen.....	12
1.3.1 Afbakening.....	12
1.3.2 Doelstelling.....	13
Hoofdstuk 2 Aanpak (materiaal en methode).....	14
2.1 Materiaal	14
2.2 Methode.....	14
2.3 Doelgroep	15
2.4 Werkwijze	15
2.5 Deelvragen.....	15
2.5.1 Met welke machines worden de erfwerkzaamheden uitgevoerd en wat is het verbruik? .	15
2.5.2 Welke apparatuur is beschikbaar met elektrische aandrijving?	15
2.5.3 Welke milieubesparing brengt elektrische aandrijving met zich mee ten opzichte van CO ₂ - uitstoot?	15
2.5.4 Welke economische besparing levert elektrisch aandrijving op ten opzichte van diesel?..	16
Hoofdstuk 3 Resultaten.....	17
3.1.1 Met welke machines worden erfwerkzaamheden uitgevoerd en wat is het verbruik?	17
3.1.2 Diesilverbruik.....	18
3.1.3 CO ₂ -productie per activiteit.....	19
3.2 Welke apparatuur is beschikbaar met elektrische aandrijving	20
3.2.1 Elektrisch voeren	20
3.2.2 Elektrische shovel	21

3.2.3 Elektrische mestmixer	21
3.2.4 Elektrische voerschuif.....	22
3.3 Welke milieubesparing brengt elektrische aandrijving met zich mee ten opzichte van CO ₂ - uitstoot?	22
3.4 Welke economische besparing levert elektrische aandrijving op ten opzichte van diesel?	25
Hoofdstuk 4 Discussie.....	26
Hoofdstuk 5 Conclusie en aanbeveling.	28
Hoofdstuk 7 Bibliografie	30
Hoofdstuk 8 Bijlagen	33
8.1 Bijlage 1 Verbruiksgegevens melkveehouders	33
8.2 Bijlage 2 Beoordeling Vooronderzoek Afstudeerwerkstuk	34

Tabellen

1. Rekenregels sectorrapportage.....	9
2. CO ₂ -productiemelkveebedrijf, exclusief loonwerk.....	9
3. Activiteiten per melkveehouder.....	17
4. Kosten per werkzaamheid bij de melkveehouders.....	18
5. Diesilverbruik per 1000 kilogram melk.....	19
6. CO ₂ -productie per werkzaamheden	19
7. Verbruik kWh per dag.....	22
8. Vergelijking diesel- en elektrisch verbruik melkveehouder A.....	23
9. Vergelijking diesel- en elektrisch verbruik melkveehouder B.....	24
10. Besparing bij overschakeling naar elektrisch.....	25
11. Verbruiksgegevens melkveehouder A.....	33
12. Verbruiksgegevens melkveehouder B.....	33

Samenvatting

Binnen de melkveehouderijsector wordt veel gebruik gemaakt van diesel aangedreven machines, die hierbij CO₂ produceren. Nederland staat voor de uitdaging om deze broeikasgassen terug te brengen. Dat is afgesproken in het klimaatakkoord en hierdoor moet er een balans komen tussen de uitstoot en de vastlegging van broeikasgassen (Ministerie van Economische Zaken, 2016). Om hieraan bij te dragen wordt in dit onderzoek de mogelijkheid onderzocht of erfwerkzaamheden op een melkveehouderijbedrijf geheel elektrisch kunnen worden uitgevoerd.

Door middel van dit onderzoek wordt bekeken of het haalbaar is om elektrische voertuigen toe te passen in de melkveehouderijsector. Elektrische voertuigen worden door verschillende fabrikanten aangeboden en zijn vaak gerobotiseerd, wat naast CO₂-reductie ook minder arbeid vraagt. In dit onderzoek wordt ook gekeken naar de kosten van de verschillende mogelijkheden en wordt een vergelijking gemaakt tussen kosten van diesel (liter) en kosten van elektriciteit (kWh). Door deze vergelijking kan worden bepaald of een eventuele investering interessant is of juist niet.

Om op de onderzoeksvraag antwoord te kunnen geven is gebruikgemaakt van een literatuuronderzoek, in combinatie met een exploratief onderzoek. Op basis van deelvragen is antwoord gegeven op de hoofdvraag. De verkregen gegevens zijn afkomstig van fabrikanten en twee bedrijven die meewerken aan een onderzoek rond energie neutrale melkveehouderij in Utrecht. Hieruit kwamen de kosten naar voren en de hoeveelheid energie die werd verbruikt bij de werkzaamheden. Aan de hand van deze gegevens is een vergelijking gemaakt naar een bedrijf van 130 (melk)koeien, en hiervoor berekend of er daadwerkelijk CO₂-reductie is.

Om elektrische en diesel aangedreven machines met elkaar te kunnen vergelijken is gebruikgemaakt van rekenregels afkomstig van de "Sectorrapportage duurzame Zuivelketen 2016". Hieruit is gebleken wat de verschillende normen in kilogrammen zijn. Uit de resultaten is verder gebleken dat er mogelijkheden zijn om de erfwerkzaamheden elektrisch uit te voeren, maar dat het praktisch nog niet interessant is. Er is namelijk in deze markt nog geen elektrische shovel aanwezig die een geladen kuilvoersnijder kan tillen om blokken in de voerkeuken te plaatsen. Wel is een positieve bijkomstigheid van elektrische uitvoeren van de erfwerkzaamheden dat hierdoor CO₂-reductie plaatsvindt.

Summary

Many diesel powered machines, which produce CO₂ are used in the dairy farming sector. The Netherlands faces the challenge of reducing these greenhouse gases. This has been agreed in the climate agreement and means a balance must be struck between the emission and the sequestration of greenhouse gases (Ministerie van Economische Zaken, 2016). To contribute to this, this research examines the possibility of performing the farm work on dairy farms fully electrically.

This research will examine whether it is feasible to use electric vehicles in the dairy farming sector. Electric vehicles are offered by various manufactures and are often robotised, which in addition to causing CO₂ reduction, also requires less labour. This study looks at the costs of the various possibilities and compares the costs of diesel (litres) and electricity (kWh). This comparison can be used to determine whether a possible investment is interesting or not.

In order to answer the research question, a literature review was combined with an explorative study. The main question was answered based on sub-questions. The data was obtained from manufactures and two companies that are cooperating in a study regarding energy-neutral dairy farming in Utrecht. This is where the costs and the amount of energy consumed during the work come from. Based on this data, a comparison was made to a company of 130 (dairy) cows and it was calculated whether there is an actual CO₂ reduction.

In order to be able to compare electric and diesel-driven machines, the calculation rules from the “Sectorrapportage duurzame Zuivelketen 2016” were used. This shows what the different standards are in kilogrammes. The results also show that there are possibilities for performing the farm work electrically, but that is not yet interesting in practice. This is because in this market, there is no electric shovel present that can lift a loaded silage cutter to place blocks in the feed kitchen. However, a positive side-effect of performing the farm work electrically is the fact that it results in CO₂ reduction.

Hoofdstuk 1 Inleiding

Sinds het klimaatakkoord van Parijs en de duurzame ontwikkelingsdoelstellingen van de Verenigde Naties in 2015 heeft de wereld gekozen voor duurzame energie, ingebed in een schone en inclusieve economie. Scherpe klimaat- en duurzaamheidsdoelen zijn geformuleerd en onderschreven door 195 landen. Van een lineaire, fossiele, op koolstof gebaseerde economie naar een circulaire, schone, op groene grondstoffen gebaseerde economie. Voor Nederland, sterk in de fossiele economie, betekent dit dé grote uitdaging voor de komende decennia. Nog steeds bungelt Nederland onderaan de Europese ranglijst wat betreft duurzame energie, en van alle Europese landen staat Nederland momenteel het verst van zijn duurzame energiedoelstelling af. Dit moet snel veranderen. Alleen een langdurige inspanning, gebaseerd op een combinatie van visie, strategie en actie, kan helpen om Nederland koploper te maken in de nieuwe economie (Rotmans, Meijers, Midden, Romme, & Verbong, 2017).

Onze maatschappij kan eenvoudigweg niet zonder energie. Zo wordt in elk huishouden gebruikgemaakt van energie. Een gemiddeld huishouden verbruikt 2.990 kilowattuur per jaar aan elektriciteit en 1.470 kubieke meter aardgas (Nibud, 2017). Onze energie wordt het meest gewonnen uit olie en gasvoorraden, die zich in de bodem bevinden. Dit worden ook wel fossiele brandstoffen genoemd, die ontstaan zijn uit organisch materiaal. Door verbranden van deze bronnen stoten we CO₂ uit. Helaas zijn deze bronnen niet eeuwig beschikbaar en de verwachting is dan ook dat we nog maar 125 jaar aardoliereserves hebben en voor zestig jaar aardgas. Al zijn de verwachtingen van sommige wetenschappers dat nieuwe, nog niet ontdekte reserves aardgas hier nog iets meer dan 150 jaar bij optellen. Hoelang het dus precies gaat duren weet niemand, maar op den duur zullen de fossiele brandstoffen opraken en moeten er andere energiebronnen worden gebruikt. Hiervoor kan gebruikgemaakt worden van alternatieve energiebronnen, ook wel duurzame energie genoemd (WUR, 2018). Verschillende alternatieven zijn mogelijk om energie op te wekken. Hierbij kan gedacht worden aan windenergie, zonne-energie of aardwarmte. Windenergie wordt opgewekt met windturbines, die zijn aangesloten op het energienet. Een windmolen bestaat uit een draaiende rotor met rotorbladen, die door de wind in beweging worden gebracht. Zonne-energie wordt opgewekt door zonnepanelen, waarbinnen zich zonnecellen bevinden. Deze zonnecellen zetten het zonlicht om in elektriciteit die zelf kan worden gebruikt, of kan worden teruggeleverd aan het net. Aardwarmte is het aftappen van bodemwarmte. Dat gebeurt met een bodemwarmtewisselaar, in combinatie met een buizensysteem die ongeveer honderd meter diep de bodem ingaat. Door de buizen stroomt een vloeistof die door warmere bodem stroomt. De verwarmde vloeistof wordt weer naar de oppervlakte gepompt. Door gebruik te maken van een warmtewisselaar wordt de warmte afgevangen en is deze bruikbaar voor bijvoorbeeld tapwater of vloerverwarming.

Duurzaamheid is de afgelopen jaren een belangrijk onderwerp geworden in de maatschappij. De houding van consumenten ten opzichte van duurzaamheid is de afgelopen jaren dan ook sterk veranderd, waarbij de consument zelf let op het feit of wel duurzaam is gehandeld bij het vervaardigen van het product waarvan ze de aankoop willen doen. In de voedselketen wordt hier ook over nagedacht. Zo is Friesland Campina bezig met de route 2020-strategie. Dit houdt in de wereldbevolking voorzien van de juiste nutriënten, met betrouwbare, relevante en voedzame zuivelproducten. Dit is de uitdaging voor komende decennia. Daarnaast zijn in de route2020-strategie keuzes gemaakt om kapitaal, productiemiddelen en medewerkers zodanig in te zetten dat op de lange termijn en op duurzame wijze waarde wordt gecreëerd voor de leden-melkveehouders en voor de samenleving (Friesland Campina, 2018).

In de melkveehouderijsector wordt ook nagedacht over duurzaamheid. Zo bestaat een project in de provincie Utrecht, waar onderzoek wordt gedaan naar een meer energieneutrale melkveehouderij. Uitgangspunt is dat het melkveehouderijbedrijf evenveel energie verbruikt als dat het zelf uit duurzame bronnen kan opwekken. Deze duurzame energie, hierbij kan gedacht worden aan platenwisselaars en warmteterugwinninginstallaties, wordt weer gebruikt in het bedrijf, waardoor de vaste kosten omlaag gaan. Zo kan een warmteterugwinninginstallatie het gasverbruik verminderen, doordat warm water verkregen wordt uit de installatie en tapwater dus een hogere begintemperatuur heeft, waardoor minder bijverwarmd hoeft te worden. Ook worden zonnepanelen veelvuldig ingezet bij melkveehouders. Het is namelijk een betrouwbaar systeem en geschikt voor elke melkveehouderij, omdat vaak grote dakoppervlakten beschikbaar zijn. Verder kan de opgewekte stroom zelf worden verbruikt, en de teveel geproduceerde energie kan worden geleverd aan het net (Terbijhe, 2016).

De uitstoot van CO₂ is met name afkomstig van de productie van fossiele brandstoffen bij het gebruik van werktuigen, apparaten en elektriciteit. Dit is op het gemiddelde Nederlandse melkveebedrijf ongeveer tien procent van de totale bijdrage aan de landelijke broeikasgasemissies (RVO, 2016). Maatregelen om de directe CO₂ uitstoot op het bedrijf te verminderen zijn bijvoorbeeld het gebruiken van groene stroom, vermindering van het brandstofgebruik, meer beweiding toepassen en het terugwinnen van warmte bij koelapparatuur (Goselink, 2016). Binnen de melkveehouderijsector wordt nog weinig aandacht geschonken aan de mogelijkheden om diesel aangedreven voertuigen te vervangen door elektrische. Hier is nog weinig over bekend en de gedachte onder de melkveehouders is dan ook dat dit nog niet mogelijk is. Wel zijn binnen het energieneutrale melkveehouderij project in Utrecht verschillende diesel verbruiksgegevens aanwezig. De ontbrekende schakel is dat er nog geen concrete meetgegevens zijn over hoeveel een elektrische installatie nu werkelijk verbruikt, en wat het eventuele CO₂ productie hiervan is.

1.1 Erfwerkzaamheden melkveehouderij in relatie tot CO₂-productie en -reductie

Een melkveehouder maakt gebruik van verschillende machines om het werk op het erf rond te zetten (Melkvee, 2018). De combinaties hierbij zijn eindeloos; van trekker met voerwagen tot shovel met voerbak of een zelfrijder die geheel zelfstandig zijn werk doet. Dit is dan ook afhankelijk van de bedrijfssituatie (WUR, 2017/18) en het ene bedrijf is sterker gemechaniseerd dan het andere. Door het gebruik van diesel(energie) leveren gebruikers ook een directe bijdrage aan de uitstoot van CO₂. Dit hangt samen met het dieselverbruik, het melken en koelen. Het dieselverbruik binnen de melkveehouderij ligt gemiddeld op 13,2 liter per 1.000 kilogram melk, hiervan bestaat 8,7 liter uit verbruik op het melkveebedrijf en 4,5 liter uit verbruik door de loonwerker (Doornewaard, Reijs, Jager, & Hoogeveen, 2016)

Om een vergelijking te maken van diesel en elektriciteit, wordt omgerekend naar Joules(J). Eén liter diesel staat gelijk aan 35,9 MJ(primaire). Ter vergelijking, 1 kilowattuur(kWh) elektriciteit is 3,6 MJ. Dus 1 liter diesel bevat net zoveel energie als 9,97 kWh elektriciteit. Mocht worden uitgegaan van primaire energie, waarbij ook rekening wordt gehouden met de productie van elektriciteit, dan wordt hier een factor 2,304 aan toegevoegd. Voor 1 kWh (3,6MJ x factor 2,304) is dan 8,29 MJp aan energie nodig geweest, uit bijvoorbeeld kolen of aardgas (Doornewaard, 2018).

Bij landbouwvoertuigen wordt per liter diesel 3,230 kilogram CO₂ geproduceerd. Hierbij wordt uitgegaan van het gebruik van primaire energie (Milieu, 2016). Als dit wordt uitdrukt per kWh dan wordt per kWh 324 gram CO₂-equivalenten geproduceerd (zie ook tabel 1 en tabel 2).

Tabel 1: Rekenregels sectorrapportage (Doornewaard, 2018)

Eenheid	Energie in kWh	Energie in MJ	Energie in MJ (primaire)	CO ₂ productie in kg.
Elektriciteit (per kWh)	1	3,6	8,29	0,649
Diesel (per Liter)	9,97	35,9	35,9	3,230

Tabel 2: CO₂ productiemelkveebedrijf, exclusief loonwerk.

Eenheid	Hoeveelheid (liter)	CO ₂ productie in kg. per liter	CO ₂ productie in kg. per 1.000 kg melk (exclusief loonwerk)
Diesel	8,7	3,230	28,10

Door het gebruik van brandstof wordt het milieu door middel van het broeikasgassen aangetast. Nederlandse Zuivel Organisatie (NZO) en Land- en Tuinbouworganisatie (LTO) Nederland werken samen in de Duurzame Zuivelketen en richten zich hierbij op het bereiken van toekomstig draagvlak in de markt en maatschappij. Via de Duurzame Zuivelketen streven zuivelverwerkers en melkveehouders er samen naar om de Nederlandse zuivelsector wereldwijd koploper te maken op het gebied van duurzaamheid (WUR, 2013). Voor 2020 geldt dan ook: twintig procent broeikasgasemissiereductie in Europa ten opzichte van 1990, twintig procent hernieuwbare energie en twintig procent energiebesparing. Een deel van de emissiereductie, met name bij de energie-intensieve industrie en de energiesector, valt onder het Europese Emissiehandelssysteem (ETS). De rest, de zogenaamde niet-ETS emissiereductie, is over de lidstaten verdeeld. Draagkracht van de lidstaten speelde daarbij een belangrijke rol. Daarnaast heeft Nederland de bindende doelstelling om

veertien procent hernieuwbare energie op te wekken en gemiddeld anderhalf procent energiebesparing te realiseren in de periode 2014-2020 (Ministerie van Economische Zaken, 2016).

1.1.1 Friesland Campina

Ook Friesland Campina is bezig met duurzaamheid door middel van het Solar Energy-programma. Zo biedt het via GroenLeven zijn leden de mogelijkheid om het dak te verhuren voor het plaatsen van zonnepanelen. GroenLeven is in 2012 opgericht door twee vrienden met de ambitie de wereld duurzamer te maken. Bij de start van het bedrijf lag de focus op de agrarische markt: agrariërs helpen grip op de kosten te krijgen van het alsnog toenemende energieverbruik. GroenLeven is nu marktleider op het gebied van het ontwikkelen van grootschalige zonnedaken en zonneparken. (GroenLeven, 2018)

GroenLeven zorgt voor aansluiting, monitoring, financiering en onderhoud. De melkveehouder krijgt een jaarlijkse vergoeding van 4 euro per paneel voor het beschikbaar stellen van het dak. Daarnaast kan de melkveehouder jaarlijks besluiten de installatie met bijbehorende Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE) subsidiegelden over te nemen. Met het Solar-programma wil Friesland Campina een bijdrage leveren aan de broeikasgasreductie-doelstellingen van de melkveesector. Daarom betaalt het zijn leden een bonus van 10 euro per ton verminderde CO₂-uitstoot die verwerkt wordt in de vergoeding. Met het aanbod richt Friesland Campina zich op melkveebedrijven met daken met een oppervlak van meer dan 1.000 vierkante meter (FrieslandCampina, 2018).

1.1.2 Overheid

Klimaatverandering is een internationaal probleem en vraagt om een internationale oplossing. Europa is verantwoordelijk voor 10,5 procent en Nederland voor 0,5 procent van de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen. Het kabinet kiest richting 2050 voor een bestendiging van de lijn dat gestuurd wordt op CO₂-reductie op Europees niveau. Onverkort wordt vastgehouden aan de bindende Europese afspraken voor 2020, 2030 en 2050 en aan de afspraken uit het Energieakkoord voor 2020 en 2023. Dit vraagt om een nationale vertaling en uitwerking en om sterke inzet op de verdere aanscherping in Europees verband van het ETS (Ministerie van Economische Zaken, 2016).

Nederland staat voor de uitdaging om de uitstoot van broeikasgassen drastisch terug te brengen, waarbij in de tweede helft van de 21e eeuw, zoals afgesproken in het klimaatakkoord, mondiaal een balans moet bestaan tussen de uitstoot en vastlegging van broeikasgassen (ofwel klimaatneutraliteit). Daarin staan we niet alleen: deze uitdaging vergt wereldwijd actie. Nederland heeft zich verbonden aan de ambitieuze doelstelling voor de reductie van de Europese broeikasgasemissies en opereert in internationaal verband. Daarbij gaan nationale en internationale belangen hand in hand (Ministerie van Economische Zaken, 2016).

Citaat uit kamerbrief voor inzet kabinet voor klimaatakkoord:

“Het kabinet heeft in het Regeerakkoord een Klimaatakkoord aangekondigd om de uitstoot van broeikasgassen met 49% te beperken in 2030. Op 8 december jl. heb ik uw Kamer over de hoofdlijnen geïnformeerd (Kamerstuk 32 813 nr. 157). Op 14 februari jl. heeft de minister van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties uw Kamer bovendien het afgesloten Interbestuurlijk Programma gestuurd, waarin ook afspraken staan over de samenwerking tussen de overheden op het terrein van klimaat en energie. Na een intensieve voorbereiding kunnen de besprekingen over het Klimaatakkoord binnenkort starten.” (Wiebes, 2018)

1.2 Alternatieve voertuigen en installaties

Op dit moment bestaan verschillende alternatieven in de markt om fossiele brandstoffen te vervangen. Hierbij kan gedacht worden aan waterstof, biodiesel en elektrisch aangedreven voertuigen. In dit onderzoek wordt gekeken naar elektrisch aangedreven voertuigen, omdat deze verder doorontwikkeld zijn dan andere mogelijkheden. Daarnaast is elektriciteit makkelijker bereikbaar dan bijvoorbeeld waterstof en biodiesel.

Elektrische voertuigen zijn al beschikbaar, neem bijvoorbeeld de auto-industrie. Een bekende elektrische auto is de Tesla. Het bedrijf richt zich alleen op de elektrische markt en bouwt alleen elektrische voertuigen. Daarbij is Tesla ook een voorloper in de auto-industrie met het ontwikkelen van elektrische auto's. Op dit moment bevinden zich ook andere aanbieders in de markt zoals Toyota en Nissan. De agrarische sector volgt de auto-industrie met het toepassen van elektrische aandrijfmogelijkheden, en fabrikanten komen gestaag met elektrische aandrijfmogelijkheden zoals elektrische shovels, trekkers en verschillende elektrische robot technologieën.

1.2.1 Trekker

Waar de auto-industrie al volop inzet op elektrisch aangedreven auto's, loopt de agrarische sector hier nog in achter. Bij een melkveebedrijf wordt dan ook vaak direct gedacht aan een trekker, aangezien hier de meest voorkomende werkzaamheden mee worden uitgevoerd. De Fendt E100 is de eerste in de serie gebouwde trekkers, volledig elektrisch aangedreven en kan op een volle accu ongeveer vier uur werken, uitgaande van erfwerkzaamheden. Mocht ervoor gekozen worden om zwaar werk te verzetten zoals op het land dan zal dit meer elektrisch vermogen vragen. Naast een aftakas en hydraulische aansluitingen is de trekker voor en achter voorzien van een stopcontact, zodat de trekker ook 400 volt kan leveren aan eventuele elektrische werktuigen (Zevenbergen, 2017).

1.2.2 Shovel

Naast trekkers is een shovel een veel aanwezige machine op melkveebedrijven. Een bekende leverancier van shovels in de melkveesector is Weidemann. Weidemann heeft als een van de eersten een elektrisch aangedreven shovel beschikbaar. Deze e-Hoftrac heeft in normale omstandigheden een gebruiksduur van twee tot vijf uur. Dit is voor normale omstandigheden ruim voldoende voor een machine uit deze vermogensklasse met een hefvermogen van ruim één ton. (Weidemann, 2018)

1.2.3 Voersystemen

Op het gebied van voeren bestaan verschillende mogelijkheden, van zelfrijdende voerwagens tot het gebruik van automatische voersystemen. Het meest toegepaste voersysteem is door middel van een voermengwagen, aangedreven door een trekker met dieselmotor. Ook zijn systemen beschikbaar die automatisch kunnen voeren. Marktleider op het gebied van automatische voersystemen is Lely, die in 2012 zijn Vector introduceerde. Deze werkt door middel van een kraan, die de robot laadt uit een voerkeuken waarna deze geheel zelfrijdend de koeien voert. Hetzelfde principe gebruikt Trioliet die door middel van voerbunkers de voerrobot vult, en deze middels een kabelsysteem door de stal geleidt. Wel zullen de voerkeuken en voerbunkers nog gevuld moeten worden, door middel van een kuilvoersnijder bijvoorbeeld. Op de markt is ook nog de Schuitemaker Innovado, een zelfstandig elektrisch aangedreven systeem dat zelfstandig naar de kuil rijdt, hier zichzelf laadt en dit daarna voor de koeien brengt. Van een voerkeuken is dus geen sprake, wat de andere aanbieders wel hebben.

1.2.4 Voeraanschuifrobot

Een voeraanschuifrobot, die door verschillende fabrikanten kan worden aangeboden, ontzorgt de veehouder om structureel op vaste tijden het voer aan te schuiven. Hierdoor wordt arbeid bespaard en hebben koeien altijd voldoende vers voer ter beschikking. Daarnaast wordt de activiteit in de stal positief beïnvloed, wat resulteert in een hogere melkgift.

1.2.5 Mest mixer

Drijfmest moet regelmatig gemixt worden om het eenvoudig en homogeen te kunnen uitrijden. Traditioneel wordt de mest mixer door de aftakas van de trekker aangedreven. Dit is ook elektrisch mogelijk, wat een trekker en dus dieselolieverbruik uitspaart. Een bijkomend voordeel van een elektrische mixer is dat zonder omkeerkast de draairichting kan worden veranderd. Dit heeft het voordeel dat de mest sneller gemixt wordt.

1.3 Knowledgegap, hoofdvraag en deelvragen

Doordat er verschillende werkzaamheden elektrisch kunnen worden uitgevoerd is de Knowledge Gap ontstaan of deze erfwerkzaamheden ook in het geheel elektrisch kunnen worden uitgevoerd.

Daartoe is de volgende hoofdvraag geformuleerd:

‘Hoe kunnen op een melkveehouderijbedrijf de erfwerkzaamheden ‘all electric’ worden uitgevoerd en welke mogelijke investeringskosten brengt dit met zich mee?’

De hoofdvraag is ontstaan na het brainstormen met verschillende partijen waaronder Ruitenbergh Advies. Dit bedrijf had onder andere deze vraag vanuit een project dat zich afspeelt in Utrecht. Het beantwoorden van de hoofdvraag gebeurt door middel van het beantwoorden van de deelvragen.

Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden, zou eerst gekeken moeten worden naar:

1. Met welke machines worden de erfwerkzaamheden nu uitgevoerd en wat is het verbruik?
2. Welke apparatuur voor de erfwerkzaamheden is beschikbaar met elektrische aandrijving?
3. Welke milieu-besparing brengt elektrische aandrijving met zich mee ten aanzien van CO₂uitstoot met betrekking tot de erfwerkzaamheden?
4. Welke economische besparing levert elektrisch aandrijving op ten opzichte van diesel.

1.3.1 Afbakening

Dit onderzoek is gericht op de mogelijkheden om binnen de melkveehouderijsector elektrisch aangedreven voertuigen in te zetten en daarbij in kaart te brengen welke machines nodig zijn, en wat deze verbruiken in het kader van energie. In dit onderzoek wordt alleen gekeken naar elektrisch aangedreven voertuigen op het erf. De veldwerkzaamheden worden buiten beschouwing gelaten

1.3.2 Doelstelling

De doelstelling van dit onderzoek is inzichtelijk te maken of op een melkveehouderijbedrijf de erfwerkzaamheden elektrisch kunnen worden uitgevoerd en wat voor maatregelen moeten worden getroffen om dit te realiseren. Daarnaast wordt achterhaald wat de bijkomende financiële voordelen en milieuwinst op het gebied van CO₂ zijn. Dit gebeurt in het kader van het duurzaam produceren van voedsel te stimuleren en de energiebehoefte van een melkveebedrijf te verminderen. Wanneer het onderzoek goed wordt uitgevoerd, kan een conclusie worden getrokken of het de investering loont om geheel over te gaan op elektrisch aangedreven machines op het erf. Ook de bewustwording binnen de melkveehouderijsector zou hierdoor een positieve boost krijgen. De resultaten van het onderzoek kunnen gebruikt worden in de gehele melkveehouderijsector in Nederland en in het bijzonder bij die bedrijven die overwegen maken de erfwerkzaamheden elektrisch te gaan uitvoeren.

Hoofdstuk 2 Aanpak (materiaal en methode)

In dit hoofdstuk wordt gekeken naar het onderzoek, hoe het is uitgevoerd en hoe het vastgelegd is. Gegevens zijn afkomstig van het energieneutrale melkveehouderijproject in Utrecht waar wordt toegewerkt naar een energieneutrale melkveehouderij. Een energieneutraal melkveebedrijf verbruikt evenveel energie als het zelf uit duurzame bronnen opwekt. Hierbij is gekeken of het haalbaar is, wat ervoor nodig is, wat het oplevert en wat het kost. Ook is gezocht naar verbinding met andere sectoren en partijen op het thema energie, om de innovatiekrachten te bundelen (Ruitenbergh, Kernboodschap ENM 2017, 2017).

De hoofdvraag die beantwoord moest worden, is: hoe kunnen op een melkveehouderijbedrijf de erfwerkzaamheden 'all electric' worden uitgevoerd, en welke mogelijke investeringskosten brengt dit met zich mee? Hierna wordt uitgelegd welke materialen en methoden zijn gehanteerd om de hoofdvraag aan de hand van de deelvragen te kunnen beantwoorden.

2.1 Materiaal

In dit onderzoek zijn de volgende variabelen onderzocht en werd informatie verwerkt die verkregen is bij melkveehouderijbedrijven in het energieneutrale melkveehouderijproject. De gegevens werden in de eenheid aantal melkproductie en liters diesel per dag aangeleverd.

1. Bedrijfsomvang;
2. dieselverbruik uitkuilen;
3. dieselverbruik voeren;
4. dieselverbruik voer aanschuiven;
5. dieselverbruik mixen;
6. CO₂-uitstoot bedrijfsomvang.

2.2 Methode

Tijdens het onderzoek is gebruikgemaakt van een exploratief onderzoek in combinatie met een kwalitatief onderzoek. De werd hier dus gesproken over een exploratief onderzoek, ook wel verkennend onderzoek genoemd. Het onderzoek is gebruikt om het onderzoeksgebied te verkennen voor het vervolgonderzoek. Het exploratief onderzoek is uitgevoerd en kwalitatief verwerkt. Hierbij werd dieper ingegaan op de verkregen bedrijfsgegevens.

De verkregen gegevens zijn afkomstig van twee melkveehouderijbedrijven: Peek en Oskam. Dit zijn voorbeeldbedrijven van energie neutrale melkveehouderij in Utrecht. De gegevens bevatten informatie over verschillende werkzaamheden met daarbij het dieselverbruik. Zo nodig werden extra gegevens aangeleverd, die duidelijkheid kunnen scheppen in de benodigde apparatuur en het bijbehorende verbruik.

De gegevens zijn per uitgevoerde bewerking bekeken en berekend. Het verwerken van de gegevens is merkonafhankelijk gebeurd. Aan de hand van de verkregen gegevens werd de CO₂-uitstoot berekend. Dit werd gedaan door middel van rekenregels afkomstig van de "Sectorrapportage duurzame Zuivelketen 2016".

2.3 Doelgroep

Het onderzoek heeft plaats gevonden in Utrecht, bij voorbeeldmelkveebedrijven die deelnemen aan het traject energieneutrale melkveehouderij. Deze voorbeeldbedrijven zetten zich in voor een energieneutrale melkveehouderij, waarbij evenveel energie verbruikt wordt als er op een duurzame manier wordt opgewekt.

2.4 Werkwijze

Het onderzoek werd als volgt ingedeeld. Eerst werd het theoretische deel van het onderzoek uitgevoerd. Hierbij is gezocht naar literatuur over de verbruikshoeveelheid diesel bij de erfwerkzaamheden op het melkveebedrijf. Daarnaast zijn de gegevens van de twee melkveebedrijven aangeleverd. Dit kon eventueel uitgebreid worden met gegevens van een derde voorbeeldbedrijf. De gegevens zijn aangeleverd vanuit het energieneutrale melkveehouderijonderzoek in Utrecht.

Hierop volgde de analyse van de verkregen verbruiksgegevens van elektrische varianten. Deze gegevens zijn aangeleverd door fabrikanten. Deze gegevens zijn merkonafhankelijk bekeken. De energie die gebruikt werd, is primaire energie afkomstig van het net. De gegevens zijn naast elkaar gelegd, waarna de deelvragen beantwoord konden worden en uiteindelijk ook de hoofdvraag.

2.5 Deelvragen

In de volgende subparagrafen staat beschreven hoe tot een antwoord gekomen kon worden en welke informatie hiervoor nodig was.

2.5.1 Met welke machines worden de erfwerkzaamheden uitgevoerd en wat is het verbruik?

Om te inventariseren welke diesel aangedreven machines dagelijks gebruikt worden om de erfwerkzaamheden uit te voeren, werd een inventarislijst opgemaakt aan de hand van twee voorbeeldbedrijven die in Utrecht meedraaien voor een energieneutrale melkveehouderij. De betrokken partijen waren dan ook melkveehouders. Van deze machines werd individueel bekeken wat het verbruik is en op basis van deze gegevens werd nagegaan wat de CO₂-productie is en wat de bijbehorende jaarlijkse dieselkosten zijn. Zo werd gekeken naar het gebruik van de machines voor:

- uitkuilen;
- voeren;
- voer aanschuiven;
- mestmengen;
- overige erfwerkzaamheden.

2.5.2 Welke apparatuur is beschikbaar met elektrische aandrijving?

Aan de hand van de informatie uit paragraaf 2.5.1 werd een literatuuronderzoek uitgevoerd en bekeken welke machines toepasbaar zijn om diesel aangedreven machines te vervangen. Bij aanbieders van elektrische voertuigen zijn de verbruiksgegevens en kosten opgevraagd om zo een vergelijking te kunnen maken tussen diesel- en elektrische voertuigen.

2.5.3 Welke milieubesparing brengt elektrische aandrijving met zich mee ten opzichte van CO₂-uitstoot?

Om een goede afweging te kunnen maken tussen diesel en elektrisch is van beide energiestromen bekeken wat de uitstoot is. De besparing is in kaart gebracht door het verbruik van zowel elektrische voertuigen als diesel aangedreven voertuigen te berekenen.

2.5.4 Welke economische besparing levert elektrisch aandrijving op ten opzichte van diesel?

Om een goede afweging te maken, is gekeken wat de economische besparing is. Hiervoor is voor diesel en elektrisch een vergelijking gemaakt. Daarvoor moet in het financiële gedeelte een uitkomst komen. Dit is voor veel melkveehouders een sterk motief om ergens in te investeren of juist niet. Dit is berekend per jaar en per 1000 kilogram melk.

Hoofdstuk 3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de deelvragen en het energieverbruik behandeld. Het gaat hierbij om de mogelijkheden van dieselvebruik en het elektrische verbruik bij het uitvoeren van de erfwerkzaamheden. Doordat uit literatuuronderzoek is gebleken dat er geen specifieke verbruiksgegevens zijn per werkzaamheid op een melkveebedrijf, maar deze wel benodigd zijn voor het onderzoek, is ervoor gekozen om te rekenen met dieselvebruiksgegevens van twee Utrechtse melkveehouderijbedrijven die deelnemen aan het traject energieneutrale melkveehouderij in Utrecht.

3.1.1 Met welke machines worden erfwerkzaamheden uitgevoerd en wat is het verbruik?

Erfwerkzaamheden zijn werkzaamheden die dagelijks uitgevoerd dienen te worden om het melkveebedrijf draaiend te houden. Om dit in kaart te brengen zijn gegevens opgevraagd bij het project Energieneutrale melkveehouderij in Utrecht. Deze gegevens bevatten informatie over het totale machinepark van twee voorbeeldbedrijven. In tabel 3 zijn deze activiteiten beschreven. De activiteiten waar tijdens de erfwerkzaamheden naar wordt gekeken, zijn:

- uitkuilen;
- voeren;
- voer aanschuiven;
- mest mixen.

Het voeren wordt bij de melkveehouders op verschillende manieren uitgevoerd. Zo maakt melkveehouder A gebruik van een zelfladende voermengwagen. Melkveehouder B maakt gebruik van een voerdoseerwagen die geladen wordt door middel van een shovel. Daarnaast wordt het mixen bij beide melkveehouders uitgevoerd door gebruik te maken van een trekker die door middel van een aftakas de mestmixer aandrijft en zo de mest homogeen mixt. Het aanschuiven van de voerpaden gebeurt op beide bedrijven twee keer per dag en wordt gedaan door middel van een trekker met een rubberen schuif bij melkveehouder A en bij melkveehouder B met een shovel met rubberen schuif.

In tabel 3 wordt ter verduidelijking aangeven hoe de werkzaamheden worden uitgevoerd.

Tabel 3: Activiteiten per melkveehouder

<i>Werkzaamheden:</i>	<i>Melkveehouder A</i>	<i>Melkveehouder B</i>
<i>Shovel (voer laden)</i>		X
<i>Voerdoseerwagen</i>		X
<i>Voermengwagen (zelfladend)</i>	X	
<i>Mest mixen</i>	X	X
<i>Voer aanschuiven</i>	X	X

3.1.2 Dieselverbruik

Machines gebruiken kost brandstof, in dit geval diesel. Het brandstofverbruik van melkveebedrijven wordt in eerste instantie achterhaald aan de hand van een literatuurstudie. Doordat deze gegevens niet verkregen konden worden, is gekozen om de hoeveelheid brandstof te achterhalen aan de hand van de twee voorbeeldbedrijven die meedraaien in het project van energie neutrale melkveehouderij in Utrecht. De diesel aangedreven werkzaamheden die op elk bedrijf terugkeren zijn: uitkuilen, voeren, voer aanschuiven en mestmixen. Deze werkzaamheden kunnen op verschillende manieren worden uitgevoerd. Het voeren wordt bij de twee bedrijven verschillend gedaan, bij het ene namelijk met een voerwagen en bij het andere met een voerdoseerwagen. Dit heeft ook invloed op het dieselverbruik. Het ene systeem vraagt meer diesel dan het andere, maar hangt ook weer af van de hoeveelheid koeien die gevoerd moeten worden. Op veel bedrijven wordt gekozen voor een voermengwagen om een goed homegeen product te krijgen.

De dieselverbruiksgegevens zijn aangeleverd in aantallen liters per bedrijf. Voor dit onderzoek is gebruikgemaakt van twee voorbeeldbedrijven en wordt gerekend met cijfers afkomstig uit 2016 en 2017, omdat dit afgesloten boekjaren zijn en het project halverwege 2016 is gestart. De betrokken bedrijven zijn twee melkveehouders die betrokken zijn bij het energieneutrale project in Utrecht. Om de jaarlijkse dieselkosten te berekenen is hierbij gebruikgemaakt van de dieselprijs €1,25 exclusief (KWIN, 2017-2018).

Tabel 4: Kosten per werkzaamheid bij de melkveehouders.

<i>Werkzaamheden</i>	<i>Melkveehouder A (liters diesel/jaar):</i>	<i>Melkveehouder B (liters diesel/jaar):</i>
<i>Shovel</i>		2103
<i>Voerdoseerwagen</i>		608
<i>Voermengwagen</i>	2543	
<i>Mestmixen</i>	530	200
<i>Voeraanschuiven</i>	265	526
<i>Totaal</i>	3338	3437
<i>Kosten €</i>	€ 4172,5	€4296,25

Het diesilverbruik kan ook weergegeven worden per 1000 kilogram melk. Melkveehouder A heeft namelijk een melkproductie van 1.550.000 liter melk en melkveehouder B van 976.000 zie tabel 5.

Tabel 5: Diesilverbruik per 1000 kilogram melk.

Werkzaamheden:	Melkveehouder A Diesilverbruik (l)	Diesilverbruik (l) Per 1000kg melk	Melkveehouder B Diesilverbruik (l)	Diesilverbruik (l) Per 1000 kg melk
<i>Shovel (voerladen)</i>	0,00	0,00	2103	2,15
<i>Voerdoseerwagen</i>	0,00	0,00	608	0,62
<i>Voermengwagen</i>	2543	1,64	0,00	0,00
<i>Mest mixen</i>	530	0,34	200	0,20
<i>Voer aanschuiven</i>	265	0,17	526	0,00
<i>Totaal liters</i>	3338	2,15	3437	2,98

3.1.3 CO₂-productie per activiteit

Bij gebruik van diesel aangedreven machines komt CO₂ vrij. Op basis van de weergegeven activiteiten zijn de diesilverbruiksgegevens berekend per jaar en de bijbehorende CO₂-uitstoot in kilogram CO₂ op basis van primaire energie. Dit is gedaan op basis van rekenregels afkomstig van de sectorrapportage. Hier wordt gerekend met 3,23 kilogram CO₂-productie per liter diesel. Aan de hand van de diesilverbruiksgegevens kan gerekend worden naar de productie CO₂ per kilogram.

Tabel 6: CO₂-productie per werkzaamheden

Werkzaamheden:	Melkveehouder A Diesilverbruik (l)	CO₂productie in kg.	Melkveehouder B Diesilverbruik (l)	CO₂-productie in kg.
<i>Shovel (voerladen)</i>			2103	6793
<i>Voerdoseerwagen</i>			608	1964
<i>Voermengwagen (zelfladend)</i>	2543	8214		
<i>Mest mixen</i>	530	1712	200	294
<i>Voer aanschuiven</i>	265	856	526	1699

3.2 Welke apparatuur is beschikbaar met elektrische aandrijving.

Elektrisch aangedreven machines zijn de laatste jaren bij fabrikanten in opkomst en deze zien hierin dan ook een nieuwe markt. Dit heeft ook te maken met duurzaam omgaan met de aarde en de gezondheid van de mens. Hieronder worden de beschikbare elektrische voertuigen die in de melkveehouderij sector toepasbaar kunnen zijn, opgesomd. Een bijkomend voordeel van elektrische voertuigen is dat deels hiervan gerobotiseerd is, dit bespaart dagelijks arbeid voor de (melk)veehouder op het bedrijf.

3.2.1 Elektrisch voeren

Het voeren bij melkveehouders kan elektrisch worden uitgevoerd, door middel van een automatisch voersysteem dat tien keer per dag voert. Dit aantal komt uit de praktijk, bij 130 (melk)koeien. Aangezien alle informatie afkomstig van fabrikanten is berekend op 130 (melk)koeien is er gekozen om de vergelijking te maken naar 130 (melk)koeien. Er kan gekozen worden voor twee soorten voersystemen, een systeem met ruwvoerbunker waar losse producten in kunnen worden gegooid en een systeem dat gebruikmaakt van gesneden blokken. De aanschaf van deze systemen bevindt zich tussen de €130.00,- en €190.000,- exclusief btw.

Een automatisch voersysteem met losse ruwvoerbunkers, dat onder andere bestaat uit mineralendoseerders, krachtvoeraansturing, waterventiel en een voerrobot uitgevoerd op wielen. De voerrobot heeft een inhoud van 3 m³ in combinatie met twee verticale mengvijzels en tweezijdig lossende dwarsafvoer. Het automatische voersysteem is elektrisch uitgevoerd en de verbruiksgegevens zijn in kWh weergegeven voor een bedrijfsopzet van 130 (melk)koeien. Bij dit systeem kan gekozen worden voor meerdere voerbeurten per dag tot een maximum van 32 ladingen per dag. Per lading wordt hiervoor maximaal 1 kWh per lading verbruikt. Dit komt uit op een maximaal verbruik van 32 kWh per dag bij het voeren van verschillende groepen tot 32 ladingen.

Naast een voerbunker kan ook gekozen worden voor een systeem dat gebruikmaakt van een voerkeuken in combinatie met gesneden blokken. De gesneden blokken worden in de voerkeuken geplaatst en deze worden door een voergrijper in de voerrobot geladen. De voerrobot is op wielen uitgevoerd en de bakinhoud is 2 m³. Uitgaande van een gemiddelde bedrijfsopzet van 130 (melk)koeien ligt het verbruik van deze installatie op 1kWh per lading. Het verbruik is afhankelijk van het aantal ladingen per groep.

Bij beide systemen kan ingesteld worden hoeveel verschillende porties uitgegeven worden, en het aantal keren voeren per dag kan worden voorbereid. Er kan dan ook voor gekozen worden om in de nacht te voeren. Het voordeel van vaker en ook 's nachts te voeren, is dat hiermee de activiteiten in de stal positief beïnvloed worden.

Een automatisch voersysteem in combinatie met een melkrobot zorgt ervoor dat er minder luie koeien zijn die dagelijks door de robot gejaagd moeten worden. Door vaker te voeren, nemen de bezoeken aan de melkrobot namelijk toe (de Groot, 2010). Dit komt doordat ze gestimuleerd worden door de voerrobot om in de benen te komen, en lopen daardoor makkelijker naar de melkrobot.

3.2.2 Elektrische shovel

Op melkveebedrijven is een veel voorkomend voertuig, de shovel. Dit verlicht de melkveehouder bijzonder bij het verrichten van zijn werkzaamheden. Elektrische shovels kunnen ook worden geleverd, met een maximale tilkracht van één ton. Het accupakket van een elektrische shovel heeft een laadvermogen van vier uur per dag, dit is voldoende gezien de gegevens verkregen van het energie neutrale melkveehouderijproject in Utrecht. Hieruit komt naar voren, dat maximaal twee uur gebruik wordt gemaakt van een shovel bij een gemiddeld melkveebedrijf. Dit is gebaseerd op het gebruik van de shovel bij melkveehouder B, die vier liter diesel per uur verbruikt, zie tabel 4. Een elektrische shovel heeft daarnaast een aanschafprijs van ongeveer €35.000,- excl.

3.2.3 Elektrische mestmixer

Bekend in de melkveehouderij is de elektrische mestmixer. Deze zorgt ervoor dat mest gemixt wordt en homogeen kan worden uitgereden. Het gebruik van een elektrische mixer biedt onder andere het voordeel dat deze in combinatie met een omkeerkast zowel links- als rechtsom draaiend is. Dit is met een aftakas aangedreven door een trekker niet mogelijk, deze kan namelijk maar één kant opdraaien. Een elektrische mixer heeft een verbruik van 15 kWh en een aanschafprijs van ongeveer €6000,- exclusief btw.

3.2.4 Elektrische voerschuif

Een dagelijkse taak van de melkveehouder is het aanschuiven van de voergang om ervoor te zorgen dat de melkkoeien voldoende voedsel houden. Deze taak wordt twee à drie keer per dag uitgevoerd. Het voer aanschuiven kan elektrisch worden uitgevoerd door middel van een voeraanschuifrobot. Deze robot schuift automatisch op ingestelde tijden de voergang aan. Je kunt het daarnaast kan hij ook ingesteld worden op hoe vaak hij moet aanschuiven. Het voordeel van vaker de voergang aanschuiven is dat hierdoor de activiteit van de koeien bevordert wordt wat resulteert in een betere voeropname en betere melkgift. Het energieverbruik van een elektrische voeraanschuifrobot is 0,48 kWh per dag. Er wordt hierbij uitgegaan van gemiddeld zes keer aanschuiven per dag. Een standaardvoeraanschuifrobot kan worden geleverd vanaf €12.000,- exclusief btw.

In onderstaande tabel wordt een indicatie gegeven van verbruikskosten van een melkveebedrijf met 130 koeien. De verbruiksgegevens zijn indicaties afkomstig van fabrikanten. Het aantal ladingen van de voerrobot hangt af van het aantal groepen (melk)koeien en de verschillende soorten rantsoenen die gevoerd worden. Voor het mestmengen is een gemiddelde genomen van zes mestmixers die gemiddeld vijf minuten per dag draaien.

Tabel 7: Verbruik kWh per dag

Type machine (elektrisch)	Verbruik per uur	Totaalverbruik per dag
Voerrobot 130 koeien (voerbunker)		10 kWh
Voerrobot 130 koeien (voerkeuken)		10 kWh
Shovel	5,55 kWh per uur	11,1 kWh
Mestmixer	15 kWh per uur	7.5 kWh
Voeraanschuifrobot	0,48 kWh per dag	0.48 kWh

3.3 Welke milieubesparing brengt elektrische aandrijving met zich mee ten opzichte van CO₂-uitstoot?

Om een vergelijking te kunnen maken tussen elektrische aandrijving en de bijbehorende besparing in CO₂-uitstoot, wordt gebruikgemaakt van de rekenregels afkomstig van de sectorrapportage. Deze rekenregels zijn gegeven in hoofdstuk 1. Daarnaast worden de besparingen in de volgende tabellen berekend. Dit gaat op basis van diesel (liter) en elektrisch (kWh). De wordt hier rekening gehouden met dieselverbruiksgegevens afkomstig van de energie neutrale melkveehouderij in Utrecht.

In de onderstaande tabel is berekend wat de CO₂-productie is per kilogram bij het gebruik van met diesel aangedreven voertuigen. Dit is uitgedrukt in CO₂-productie per kilogram. De verbruiksgegevens zijn voor beide bedrijven berekend naar 130 (melk)koeien. Dit is gedaan door eerst terug te rekenen

naar één (melk)koe per bedrijf en dan door te rekenen naar 130 (melk)koeien om een vergelijking te kunnen maken met elektrische activiteiten. Aangezien de gegevens van fabrikanten ook berekend zijn op 130 (melk)koeien per bedrijf. Daarnaast is voor melkveehouder A een elektrische voerrobot berekend in combinatie met een voerkeuken. Voor melkveehouder B is uitgegaan van een voerbunker. Dit maakt voor het verbruik niets uit, alleen de werking van de systemen is anders. De berekeningen zijn uitgevoerd voor een bedrijf met 130 (melk)koeien, de CO₂-productie is berekend aan de hand van rekenregels, weergegeven in tabel 1. De berekening van het elektrische verbruik is eveneens berekend voor 130 (melk)koeien. Hierbij zijn gegevens opgevraagd bij fabrikanten weergegeven in tabel 7. De berekening is gedaan voor één jaar ofwel 365 dagen.

Bij melkveehouder B is het dieselverbruik voor het voeren minder door het feit dat hier niet gemengd wordt, maar gebruik wordt gemaakt van een voerdoseerwagen.

Tabel 8: Vergelijking diesel- en elektrisch verbruik melkveehouder A

Werkzaamheden: Melkveehouder A dieselverbruik per jaar (l) CO₂-productie in kg.		
<i>Shovel (voerladen)</i>		0
<i>Voerdoseerwagen</i>		0
<i>Voermengwagen (zelf ladend)</i>	2543	8.213,89
<i>Mest mixen</i>	530	1.711,9
<i>Voer aanschuiven</i>	265	855,95
<i>Totaal</i>	3338	10.781,74
Werkzaamheden: Melkveehouder A elektrisch verbruik (kWh) per jaar CO₂-productie in kg.		
<i>Voerrobot (voerbunker)</i>		
<i>Voerrobot (voerkeuken)</i>	3650	2.368,85
<i>Shovel</i>	4051,5	2.629,42
<i>Mestmixer</i>	2737,5	1.776,64
<i>Voeraanschuifrobot</i>	175,2	113,7
<i>Totaal (kWh)</i>	14.264,20	6.888,61

Mocht melkveehouder A de activiteiten elektrisch willen gaan uitvoeren, dan moet hij investeren in een elektrische shovel die de voerkeuken kan vullen met gesneden blokken. Voor deze extra activiteit is in totaal twee uur gebruik van de shovel per dag meegenomen. De aanschafwaarden zijn gegeven in hoofdstuk 3.2.

Tabel 9 : Vergelijking diesel- en elektrisch verbruik melkveehouder B

Werkzaamheden: Melkveehouder B dieselverbruik per jaar (L)		CO₂-productie in kg.
<i>Shovel (voerladen)</i>	2103	6792,69
<i>Voerdoseerwagen</i>	608	1963,84
<i>Voermengwagen (zelf ladend)</i>		
<i>Mest mixen</i>	200	293,93
<i>Voer aanschuiven</i>	526	1698,98
<i>Totaal</i>	3437	11.101,51
Werkzaamheden: Melkveehouder B elektrisch verbruik (kWh) per jaar		CO₂-productie in kg.
<i>Voerrobot (voerbunker)</i>	3650	2.368,85
<i>Voerrobot (voerkeuken)</i>		
<i>Shovel</i>	4051,5	2.629,42
<i>Mestmixer</i>	2737,50	1.776,64
<i>Voeraanschuifrobot</i>	175,2	113,7
<i>Totaal (kWh)</i>	14.264,20	6.888,61

Bij melkveehouder B is het gebruik van een voerbunker berekend. Ook geldt hier dat geïnvesteerd moet worden in een elektrische shovel om alle activiteiten elektrische te kunnen uitvoeren.

3.4 Welke economische besparing levert elektrische aandrijving op ten opzichte van diesel?

Om een melkveehouder over te laten stappen naar elektrische systemen, moet dit ook financieel aantrekkelijk zijn. Kijkend naar de verbruiksgegevens uit tabel 10, en uitgaand van de dieselprijs van €1,25 exclusief btw (KWIN, 2017-2018) De prijs per kWh bij een energieverbruik van 0-10.000 kWh per jaar exclusief btw en inclusief energiebelasting is € 0,11778,- per kWh en bij verbruik van 10.001-50.000 kWh per jaar exclusief btw en inclusief energiebelasting een prijs van € 0,07074,-. (Lami, 2018) in de onderstaande tabel zijn de totale verbruiksgegevens naast elkaar gezet voor de veelvoorkomende erfwerkzaamheden. Hier staat ook weergegeven wat de dieseluitvoeringkosten zijn in vergelijking met elektrische kosten, hier is ook uitgegaan van een bedrijf met 130 (melk)koeien. De gebruikte gegevens zijn afkomstig van de energie neutrale melkveehouderij in Utrecht. Hieruit is ook af te lezen dat kosten en besparingen per bedrijf zeer uiteenlopend zijn.

Tabel 10: Besparing bij overschakeling naar elektrisch.

Werkzaamheden:	Melkveehouder A dieselverbruik per jaar (l)	Melkveehouder B dieselverbruik per jaar (l)
Shovel (voerladen)		2103
Voerdoseerwagen		608
Voermengwagen (zelf ladend)	2543	
Mest mixen	530	200
Voer aanschuiven	265	526
Totaal (l)	3338	3437
Kosten (euro's)	€4.172,50,-	€4.296,25,-
Werkzaamheden:	Melkveehouder A elektrisch verbruik (kWh) per jaar	Melkveehouder B elektrisch verbruik (kWh) per jaar
Voerrobot (voerbunker)		3650,00
Voerrobot (voerkeuken)	3650,00	
Shovel	4051,50	4051,50
Mestmixer	2737,50	2737,50
Voeraanschuifrobot	175,20	175,20
Totaal (kWh)	10.614,20	10.614,20
0-10.000 kWh	€ 1.177,80,-	€ 1.177,80,-
10.001-50.000 kWh	€ 43,43,-	€ 43,43,-
Kosten totaal	€ 1.221,23,-	€ 1.221,23,-
Besparing	€ 2.951,27,-	€ 2.951,27,-

Hoofdstuk 4 Discussie

Het doel van dit onderzoek is om te bekijken of op een melkveehouderijbedrijf de erfwerkzaamheden 'all electric' uitgevoerd kunnen worden. Daarnaast wordt gekeken welke mogelijke verbruikskosten deze met zich meebrengen voor een melkveebedrijf. De hoofdvraag van het onderzoek luidt als volgt: Hoe kunnen op een melkveehouderijbedrijf de werkzaamheden 'all electric' worden uitgevoerd, en welke mogelijke investeringskosten brengt dit met zich mee? En de deelvragen luiden:

1. Met welke machines worden de erfwerkzaamheden nu uitgevoerd en wat is het verbruik?
2. Welke apparatuur voor de erfwerkzaamheden is beschikbaar met elektrische aandrijving?
3. Welke milieubesparing brengt elektrische aandrijving met zich mee ten aanzien van CO₂-uitstoot met betrekking tot de erfwerkzaamheden?
4. Welke economische besparing levert elektrische aandrijving op ten opzichte van diesel.

Tijdens dit onderzoek kon gekeken worden of het haalbaar is om een melkveebedrijf geheel elektrisch uit te voeren. Uit onderzoek is gebleken dat de voorkomende erfwerkzaamheden op melkveebedrijven hetzelfde zijn en dat de methode waarop deze worden uitgevoerd, niet sterk van elkaar afwijken. De verbruiksgegevens van deze erfwerkzaamheden konden niet gevonden worden via een literatuurstudie. Hiervoor is gebruikgemaakt van verbruiksgegevens afkomstig van het project 'energie neutrale melkveehouderij in Utrecht'. Deze gegevens zijn afkomstig van twee melkvee bedrijven. Hierdoor zitten er wel ontrouwbaarheden in, zo is het mestmengen bij melkveehouder B naar boven bijgesteld. Dit om het meegenomen getal uit onderzoek niet realistisch was. Het zelfde geldt voor het aanschuiven van het voer, het aantal verbruikte liters hierbij is samen met de melkveehouder berekend. Dit is zo tot stand gekomen door het niet hebben gemeten van deze erf werkzaamheden. Om meer inzicht te krijgen zou zelf gemeten moeten worden onder meer bedrijven. Hiermee is antwoord gegeven op deelvraag 1.

Om antwoord te geven op deelvraag 2 is gekeken in de literatuur. Hier is veel te vinden over elektrische voertuigen en mogelijkheden om deze in te zetten binnen de melkveehouderij. De is aan de hand van deelvraag 1 bekeken welke machines voor erfwerkzaamheden nodig worden geacht en onderzocht is of dit mogelijk is. Hieruit kwam naar voren dat erfwerkzaamheden prima uit te voeren zijn met elektrische voertuigen, maar dit is nog niet getest in de praktijk. Het is niet betrouwbaar om dit op basis van de theorie te bepalen, in de praktijk kunnen zich namelijk andere situaties voordoen.

Door het elektrisch uitvoeren van de erfwerkzaamheden wordt minder CO₂ uitgestoten. Dit is berekend aan de hand van rekenregels van de sectorrapportage duurzame zuivelketen 2016, en verbruiksgegevens afkomstig van de twee voorbeeldbedrijven en fabrieksgegevens van elektrisch uitgevoerde machines. Hieruit is berekend dat wel degelijk een vermindering plaatsvindt en dat deze goed genoeg is voor een aanname. De wordt hier gesproken van een aanname aangezien melkveehouder A een voerdoseerwagen heeft en elektrische voeren gebeurd door middel van een mengwagen. Deze vergelijking is dus niet geheel juist, aangezien voermengen meer brandstof vraagt dan het gebruik van een voerdoseerwagen. Verder is er uitgegaan van twee bedrijven, om het beter te kunnen onderbouwen zou er gekeken moeten worden bij meerdere bedrijven, in de praktijk. Hieruit komt de praktijksituatie naar voren en kan ook gekeken worden of de gegevens van de fabrikanten kloppen. Deze zijn namelijk een aanname tijdens dit onderzoek. Hierbij is antwoord gegeven op deelvraag 3.

Deelvraag 4, is gebaseerd op kosten ten aanzien van diesel- en elektrisch aangedreven voertuigen. Hieruit is aan de hand van energie- en dieselkosten berekend wat de economische besparing is. Op een melkveebedrijf kan bespaard worden op de verbruikskosten, wanneer alles geheel elektrisch wordt uitgevoerd. Echter, in dit onderzoek is de afschrijving en levensduur van elektrische voertuigen niet meegenomen, waardoor uitgaan van alleen verbruiksgegevens niet realistisch is. Om het onderzoek te verbeteren moet gekeken worden wat de onderhoudskosten en de levensduur van elektrische installaties zijn.

Hoofdstuk 5 Conclusie en aanbeveling.

De hoofdvraag van dit onderzoek is: Hoe kunnen op een melkveehouderijbedrijf de werkzaamheden 'all electric' worden uitgevoerd, en welke mogelijke investeringskosten brengt dit met zich mee? Het doel hiervan was om te achterhalen wat de dieselverbruikskosten op een melkveehouderijbedrijf zijn en welke invloed dit heeft op de productie van CO₂. In het onderzoek zijn de verbruikskosten en CO₂-productie van elektrische en dieselaangedreven machines met elkaar vergeleken.

In het onderzoek is gekeken welke erfwerkzaamheden er zijn en welke machines hiervoor worden gebruikt. Hieruit kwam naar voren dat vrijwel elk bedrijf dezelfde erfwerkzaamheden heeft die dagelijks uitgevoerd moeten worden. Op basis van de gebruikte dieselaangedreven machines voor erfwerkzaamheden is gekeken of er elektrische voertuigen zijn die deze kunnen uitvoeren. Hieruit is gebleken dat er verschillende elektrische voertuigen zijn die erfwerkzaamheden op een melkveehouderijbedrijf kunnen uitvoeren. Alleen weegt het gebruiksgemak hier ook nog mee. Het is namelijk niet realistisch om voor 130 (melk)koeien voer klaar te zetten met een shovel die maximaal 1 ton kan tillen. Door het gebruik van elektrische aangedreven machines wordt het milieu gespaard, het gebruik van elektrische voertuigen resulteert namelijk in de afname van CO₂-productie. Door gebruik van elektrisch aangedreven machines wordt er naast besparing op CO₂ ook bespaard op arbeid, doordat de overstap naar elektrische machines gelijk een robotiseringsslag met zich mee kan brengen. Naast de afname van CO₂-productie en arbeid wordt financieel gezien ook een verbetering gecreëerd, het gebruik van elektrische voertuigen verlaagt de brandstofkosten aanzienlijk. Uit het onderzoek komt naar voren dat er €2.951,27,- euro bespaard kan worden op de brandstofkosten.

Het antwoord op de hoofdvraag is dat de erfwerkzaamheden op een melkveehouderij bedrijf 'all electric' uitgevoerd kunnen worden, maar dat het in de praktijk nog niet realistisch is met een shovel die maximaal één ton kan tillen. Door een zwaardere klasse shovel of door de komst van een ander type voerinstallatie zal het praktisch eventueel wel mogelijk zijn.

Aan de hand van eerder gestelde oordelen en conclusies volgen in dit hoofdstuk de volgende aanbevelingen.

Aan Ruitenbergh Advies, opdrachtgever onderzoeksvraag

Tijdens het onderzoek is gebleken dat er weinig informatie bekend is over diesilverbruiksgegevens bij melkveehouderijbedrijven. Daarnaast is tijdens het onderzoek gebleken dat meerdere partijen het een interessant vraagstuk vinden. Op basis van dit feit worden de volgende aanbevelingen gedaan.

1. Stel een nieuw onderzoekplan op met specifieke bedrijven met 130 (melk)koeien om de verbruiksgegevens van fabrikanten met elkaar te kunnen vergelijken.
2. Onderzoek de mogelijkheden om daadwerkelijk bij een melkveehouderijbedrijf de erfwerkzaamheden elektrisch uit te voeren. En bekijk hier de praktijkervaring.

Aan Aeres hogeschool Dronten.

Uit het onderzoek zijn verschillende nieuwe interessante vraagstukken naar voren gekomen, zoals de mogelijkheid om elektrische voertuigen te voorzien van zelf opgewekte groene stroom. Voor Aeres hogeschool heb ik dan ook de volgende aanbevelingen.

1. Maak vierdejaarsstudenten bekend met het onderzoek en de mogelijkheden om hier een vervolgonderzoek op te doen. Op basis van een gesprek zou dan een onderzoeksvraag naar voren kunnen komen, die past binnen dit onderdeel.
2. Neem in het vervolgonderzoek de opzet van 130 (melk)koeien mee om toevalligheden bij het onderzoek uit te sluiten.
3. Laat externe geïnteresseerde partijen deelnemen om de informatieontwikkeling rond dit belangrijke thema te bevorderen.

Hoofdstuk 7 Bibliografie

- Bewerking Nibud, 2018. (2017). *Milieu Centraal en RVO* . Opgehaald van <https://www.nibud.nl/consumenten/energie-en-water/>
- BRÜGGENWIRTH, B. (2017, januari). *Samen duurzaam ondernemen* . Opgehaald van https://b-open.nl/wp-content/uploads/2017/05/TGHTR_purpose-volgende-stap-MVO_maart-2017.pdf
- Cappellen, J. v. (2014). *Wageningen UR*. Opgehaald van <http://edepot.wur.nl/301070>
- de Groot, G. (2010). *Meer robotactiviteit met automatisch voersysteem*.
- De Nederlandse landbouw en het klimaat. (2016). *De Nederlandse landbouw en het klimaat*. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.
- Doornewaard, G. (2018). WUR. Opgehaald van Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen 2016.
- Doornewaard, G. (2018). Verbranding in kg.
- Doornewaard, G., Reijs, J., Jager, J., & Hoogeveen, M. (2016). *Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen 2016*. Opgehaald van Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen 2016.
- Friesland Campina. (2018). Opgehaald van <https://www.frieslandcampina.com/nl/organisatie/strategie-route2020/>
- FrieslandCampina. (2018, maart 1). *Nieuws* . Opgehaald van FrieslandCampina: <https://www.frieslandcampina.com/nl/nieuws/frieslandcampina-verdubbelt-aantal-zonnepanelen-op-staldaken/>
- G.J. Doornewaard, J. R. (2016). *Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen 2016*. Opgehaald van Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen 2016.
- Gerben Doornewaard. (2018). *Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen 2016* . WUR. Opgehaald van Sectorrapportage Duurzame Zuivelketen 2016.
- Gerben Doornewaard. (2018). *Verbranding kg*.
- Goselink, L. Š. (2016). *Koeien & Kansen resultaten 2010-2013*. Wageningen UR Livestock Research.
- GroenLeven. (2018). Opgehaald van <https://www.groenleven.nl/groenleven/wie-zijn-wij>
- (2017-2018). *KWIN*. Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2017-2018. Opgeroepen op September 2017, van <https://aerport.aeres.nl/organisatie/CAH/organisatie/afdelingen/mediatheek/Algemene%20Documenten/KwinVeehouderij.pdf>
- Lami. (2018). *Lami*. Opgehaald van <https://lami.nl/nieuws/voor-niets-gaat-de-zon-op>.
- Lentz, J. (2017, Oktober). *veehouderij-techniek*. Opgehaald van mechaman: <https://www.mechaman.nl/veehouderij-techniek/2017/10/10/melkrobot-bij-kwart-nederlandse-melkveehouders/>
- LTO, n. (2017, maart). *dieserverbruik*. Opgehaald van <https://www.ltonoord.nl/thema/verduurzaming/klimaat-en-energie/nieuws/2017/03/28/voorbeeldbedrijven-brengen-dieserverbruik-in-kaart>

- Melkvee. (2018). *Melkvee.nl*. Opgehaald van Melkvee.nl: melkvee.nl/mechanisatie
- Milieu, V. &. (2016, november). *CO2-emissie inventaris*. Opgehaald van Wageningen University & Research: https://www.wur.nl/upload_mm/1/6/0/b37c69a4-c67d-4d10-acc9-2b755e22bc1a_20170322_verslagCO2fp_2015_definitief_1.0_internetversie.pdf
- Ministerie van Economische Zaken. (2016, Januari 18). *Energierapport - Transitie naar Duurzaam*. Opgehaald van rijksoverheid : <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/documenten/rapporten/2016/01/18/energierapport-transitie-naar-duurzaam>
- Ministerie van Economische Zaken, D. H. (2016). *Energierapport : transitie naar duurzaam*. Den Haag: Ministerie van Economische Zaken. Opgehaald van <http://edepot.wur.nl/368640>: <http://edepot.wur.nl/368640>
- Nibud. (2017). *Milieu Centraal en RVO* . Opgehaald van <https://www.nibud.nl/consumenten/energie-en-water/>
- Rijksoverheid. (sd). <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/meer-duurzame-energie-in-de-toekomst>.
- Roselinde Goselink, L. Š. (2016). *Koeien & Kansen resultaten 2010-2013* . Wageningen UR Livestock Research .
- Rotmans, J., Meijers, A., Midden, C., Romme, A., & Verbong, G. (2017). *Maak Nederland koploper in de nieuwe, groene economie*. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- Ruitenbergh, G. (2017). *Kernboodschap ENM 2017*.
- Ruitenbergh, G., & Jacobs, R. (2014). *Verkenning mogelijkheden voor verlagen van het energiegebruik in de melkveehouderij*.
- RVO. (2012). *Dieselbesparing*. <https://www.rvo.nl/sites/default/files/Dieselbesparing%20in%20de%20melkveehouderij.pdf>.
- RVO. (2012, December). *RVO*. Opgehaald van Rijksdienst voor Ondernemend Nederland: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/Dieselbesparing%20in%20de%20melkveehouderij.pdf>
- RVO. (2016). *De Nederlandse landbouw en het klimaat*. Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.
- RVO. (2018). *Hulpmiddel omrekening naar primaire energie*.
- Schröder, J., Sebek, L., Oenema, J., Conijn, J., & de Boer, J. (2017). *Kringloopwijzer 2017*. WUR.
- Terbijhe, J. S. (2016). *Perspectief zonnestroom in*. Wageningen: ACRRES – Wageningen UR. Opgehaald van <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/377525>
- Veeteelt . (2017, Februari). Opgehaald van Wageningen UR.
- Verhoeff, T. (2017, mei 3). *ppo-agro*. Opgehaald van ppo-agro: <http://www.ppp-agro.nl/Wie-zijn-we/Teamdetails/diesilverbruik>
- Weidemann. (2018). *ehoftrac*. Opgehaald van Weidemann: <http://www.weidemann.de/nl/onderneming/innovaties/ehoftrac/>

- Wiebes, E. (2018, februari 23). *interprovinciaal overleg van en voor provincies*. (M. v. Klimaat, Red.)
Opgehaald van <http://www.ipo.nl/documenten>: <http://www.ipo.nl/documenten>
- WUR. (2013). *library*. Opgehaald van <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/258551>
- WUR. (2017/18). *Wageningen University & Research*. Opgehaald van Wageningen University & Research: https://www.wur.nl/upload_mm/7/5/6/54b4ce9e-8f79-4640-aec3-4e11c5867a1b_Handboek%20Melkveehouderij%202017%20-%20H11.pdf
- WUR. (2018). *Alternatieve energie*. Opgehaald van Wageningen University & Research: <https://www.wur.nl/nl/show/Alternatieve-energie.htm>
- Zevenbergen, G. (2017, September 7). *Landbouwmechanisatie*. Opgehaald van Mechaman: <https://www.mechaman.nl/landbouwmechanisatie/2017/09/07/fendt-e100-een-volledig-elektrische-trekker/>

Hoofdstuk 8 Bijlagen

8.1 Bijlage 1 Verbruiksgegevens melkveehouders

Tabel 11: Verbruiksgegevens melkveehouder A

Melkveehouder A											
Activiteiten	2016				2017						
	Zelf (ha)	Loonwerk (ha)	Liter diesel per ha	Totaal diesel 2016	Zelf (ha)	Loonwerk (ha)	Liter diesel per ha	Liter diesel zelf	liter diesel loonwerk	diesel totaal	percentage totaal
<i>Voermengwagen + laden</i>	dagen		liter/dag		dagen		liter/dag			-	
koeien binnen	200		9	1.800	180		8,7	1.563		1.563	26,1
koeien buiten	165		4,5	743	185		5,3	974		974	16,2
				2.543						2.537	42,3
Voer aanschuiven, etc. (Ford)				265				425		425	7,1
Mest mixen				530				200		200	3,3
				795						625	10,4

Tabel 12: Verbruiksgegevens melkveehouder B

Melkveehouder B										
Activiteiten	2016				2017					
	Zelf (ha)	Loonwerk (ha)	Liter diesel per ha	Totaal diesel	Zelf (ha)	Loonwerk (ha)	Liter diesel per ha	Liter diesel zelf	liter diesel loonwerk *	diesel totaal**
<i>Voeren</i>					<i>dagen</i>		<i>liter/dag</i>			
Shovel ¹				2.103				1.696		1.696
Voerdoseerwagen ²				608				310		310
				2.711						2.006
Fendt 105								107		107
Mest mixen									91	91
				-						198

8.2 Bijlage 2 Beoordeling Vooronderzoek Afstudeerwerkstuk

Beoordeling Vooronderzoek Afstudeerwerkstuk

versie 21 aug. 2017

Naam student :	Naam beoordelaar :	Datum:	dd/mm/jjjj
Versie :	Functie beoordelaar : 1e beoordelaar / 2e beoordelaar	handtekening	

Indicator	Beoordelingscriteria		Beoordeling	Feedback
	Goed (voldoet aan alle bolletjes)	Voldoende (voldoet aan alle bolletjes)		
2. Inleiding	- De inleiding beschrijft het breder kader van het onderwerp, trends en ontwikkelingen: waarom en voor wie het onderwerp belangrijk is (= relevantie). - In de inleiding wordt beschreven wat bekend is (theoretisch kader) en wat niet (=knowledge gap). - De hoofdvraag maakt duidelijk welk antwoord wordt gezocht. - De deelvragen dragen systematisch bij aan de beantwoording van de hoofdvraag. - Het is duidelijk wat met het beantwoorden van de hoofdvraag wordt bereikt in de beroepspraktijk (doelstelling). - Alle niet-eigen beweringen zijn onderbouwd met referenties.	- De inleiding beschrijft het breder kader van het onderwerp, trends en ontwikkelingen: waarom en voor wie het onderwerp belangrijk is (= relevantie). - In de inleiding wordt beschreven wat bekend is (theoretisch kader) en wat niet (=knowledge gap). - De hoofdvraag maakt duidelijk welk antwoord wordt gezocht. - De deelvragen dragen systematisch bij aan de beantwoording van de hoofdvraag.	Voldoende	
3. Aanpak (Materiaal en Methode)	- De onderzoeksopzet past bij de onderzoeksvragen. - De methodologie van de onderzoeksopzet is verantwoord. - De methode van data-analyse sluit aan bij de thematiek van het onderzoek en bij de manier van gegevensverzameling (n.v.t. bij literatuuronderzoek). - Bij literatuuronderzoek is het volledige zoekplan beschreven. - Alle onderzoekseenheden en variabelen zijn genoemd (niet bij literatuuronderzoek). - Beschrijft bij literatuuronderzoek de criteria waarop literatuur wel of niet gebruikt wordt. - Indien van toepassing: Enquête(s) of interviewstructuur zijn als bijlage toegevoegd.	- De onderzoeksopzet past bij de onderzoeksvragen. - De methodologie van de onderzoeksopzet is verantwoord. - De methode van data-analyse sluit aan bij de thematiek van het onderzoek en bij de manier van gegevensverzameling (n.v.t. bij literatuuronderzoek). - Bij literatuuronderzoek is het volledige zoekplan beschreven.	Voldoende	
7. Bronnen	- Minstens 10 referenties komen uit gerefereerde bronnen (peer-reviewed). - De literatuurlijst is opgesteld conform de geldende APA-normen. - Er zijn wetenschappelijke en niet-wetenschappelijke, nationale en internationale bronnen gebruikt (diepgang). - Alle gekozen bronnen zijn relevant. - Minstens 10 referenties zijn actueel (< 10 jaar oud).	- Minstens 10 referenties komen uit gerefereerde bronnen (peer-reviewed). - De literatuurlijst is opgesteld conform de geldende APA-normen.	Voldoende	
8. Het hele Vooronderzoek Rapporteren	- Het rapport voldoet aan alle punten van de 'checklist schriftelijk rapporteren'. - De omvang van het Vooronderzoek is maximaal 20 pagina's (excl. bijlagen).	Het rapport bevat geen 'killing points' van de 'checklist schriftelijk rapporteren'.	Voldoende	
Cijfer			Voldoende	

Beoordeling Afstudeerwerkstuk (AFW)

versie 21 aug. 2017

Naam student :		Naam beoordelaar :		Datum:	
Versie :		Functie beoordelaar : 1e beoordelaar / 2e beoordelaar		dd/mm/jjjj	
Handtekening					

Indicator	Beoordelingscriteria	Beoordeling	Feedback
1. Samenvattingen	- Goed (voldoet aan alle bolletjes) - Gaan over hele AFW. - Zijn gestructureerd. - Kunnen zelfstandig gelezen worden. - Hebben maximaal 400 woorden (1 A4).	- Voldoende (voldoet aan alle bolletjes) - Gaan over hele AFW. - Zijn gestructureerd. - Kunnen zelfstandig gelezen worden. - Hebben maximaal 400 woorden (1 A4).	Voldoende
2. Inleiding	- De inleiding beschrijft het breder kader van het onderwerp, trends en ontwikkelingen, waarom en voor wie het onderwerp belangrijk is (= relevante). - In de inleiding wordt beschreven wat bekend is (theoretisch kader) en wat niet (=knowledge gap). - De hoofdvraag maakt duidelijk welk antwoord wordt gezocht. - De deelvragen dragen systematisch bij aan de beantwoording van de hoofdvraag.	- De inleiding beschrijft het breder kader van het onderwerp, trends en ontwikkelingen, waarom en voor wie het onderwerp belangrijk is (= relevante). - In de inleiding wordt beschreven wat bekend is (theoretisch kader) en wat niet (=knowledge gap). - De hoofdvraag maakt duidelijk welk antwoord wordt gezocht. - De deelvragen dragen systematisch bij aan de beantwoording van de hoofdvraag.	Voldoende
3. Aankpak (Materiaal en Methode)	- Het is duidelijk wat met het antwoorden van de hoofvraag wordt bereikt in de beroepspraktijk (doelstelling). - Alle niet-eigen beweringen zijn onderbouwd met referenties. - De onderzoekszopzet past bij de onderzoeksvragen. - De methodologie van de onderzoekszopzet is verantwoord. - De methode van data-analyse sluit aan bij de thematiek van het onderzoek en bij de manier van gegevensverzameling (n.v.t. bij literatuuronderzoek). - Bij literatuuronderzoek is het volledige zoekplan beschreven.	- De onderzoekszopzet past bij de onderzoeksvragen. - De methodologie van de onderzoekszopzet is verantwoord. - De methode van data-analyse sluit aan bij de thematiek van het onderzoek en bij de manier van gegevensverzameling (n.v.t. bij literatuuronderzoek). - Bij literatuuronderzoek is het volledige zoekplan beschreven.	Voldoende

4. Resultaten	• De resultaten zijn gestructureerd (volgens de deelvragen) weergegeven. • Tabellen, figuren, grafieken zijn toegevoegd in de tekst. • Tabellen, figuren, grafieken geven informatie voor het beantwoorden van de deelvragen. • De resultaten bevatten geen discussie en geen interpretatie.	• De resultaten zijn gestructureerd (volgens de deelvragen) weergegeven. • Tabellen, figuren, grafieken zijn toegevoegd in de tekst. • Tabellen, figuren, grafieken geven informatie voor het beantwoorden van de deelvragen. • De resultaten bevatten geen discussie en geen interpretatie.	Voldoende	
5. Discussie	• Er is een kritische reflectie op de gebruikte onderzoeksmethode(n). • De resultaten zijn correct geïnterpreteerd. • De reikwijdte van de resultaten (wat kan doelgroep er mee) is beschreven. • De discussie is gestructureerd weergegeven.	• Er is een kritische reflectie op de gebruikte onderzoeksmethode(n). • De resultaten zijn correct geïnterpreteerd. • De reikwijdte van de resultaten (wat kan doelgroep er mee) is beschreven. • De discussie is gestructureerd weergegeven.	Voldoende	
6. Conclusie(s) en aanbevelingen	• De resultaten zijn vergeleken met literatuur, normen, verwachtingen. • Er worden geen conclusies getrokken. • Nieuwe bronnen zijn alleen gebruikt bij niet verwachte resultaten of nieuwe ontwikkelingen in de beroepspraktijk. • De omvang van de discussie is proportioneel met de omvang van het AFW.	• Onderzoek en doel van het rapport worden genoemd. • Elke deelvraag wordt beantwoord. • De hoofdvraag wordt beantwoord. • De conclusies zijn gebaseerd op de resultaten en discussie. • Aanbevelingen zijn praktisch toepasbaar voor de doelgroep. • De relevantie van de resultaten wordt gegeven ('cirkel sluiten'). • Alle aanbevelingen passen bij de discussie en/of conclusie(s). • Aanbevelingen zijn ingedeeld naar korte en lange termijn.	Voldoende	
7. Bronnen	• Minstens 10 referenties komen uit gerefereerde bronnen. • De literatuurlijst is opgesteld conform de geldende APA-normen. • Er zijn wetenschappelijke en niet-wetenschappelijke, nationale en internationale bronnen gebruikt (diepgang). • Alle gekozen bronnen zijn relevant. • Minstens 10 referenties zijn actueel (< 10 jaar oud).	• Minstens 10 referenties komen uit gerefereerde bronnen. • De literatuurlijst is opgesteld conform de geldende APA-normen.	Voldoende	
8. Het hele AFW: Rapporteren	• Het rapport voldoet aan alle punten van de checklist schriftelijk rapporteren. • De omvang van het Afsluiterwerkstuk is maximaal 50 pagina's (excl. bijlagen).	• Het rapport bevat geen 'killing points' van de checklist schriftelijk rapporteren.	Voldoende	

9. Het hie AFV: doel-niveau	• Het rapport heeft vakinhoudelijke diepgang. • In het rapport worden wetenschap en (overseps)praktijk met elkaar in verband gebracht (past theorie toe / praktijkgericht). • Meerdere kennisgebieden worden geïntegreerd. • Een complex vraagstuk is in praktisch bruikbare delen gesplitst.	• Het rapport heeft vakinhoudelijke diepgang. • In het rapport worden wetenschap en (overseps)praktijk met elkaar in verband gebracht (past theorie toe / praktijkgericht).	Voldoende
10. Het hie AFV: Proces Alleen te beoordelen door coach De beoordelaar neemt beoordeling over	• De student heeft feedback gebruikt om verbeteringen aan te brengen. • De student heeft gericht gezocht naar nieuwe informatie voor het beantwoorden van de vraag/ oplossen van het probleem/ innovatie.	• De student heeft feedback gebruikt om verbeteringen aan te brengen. • De student heeft gericht gezocht naar nieuwe informatie voor het beantwoorden van de vraag/ oplossen van het probleem/ innovatie.	Voldoende

Cijfer **5,5**

