

Rapportage 'Elektrificatie op het boerenerf' (AGRO18013)

GREET RUITENBERG (RUITENBERG ADVIES)
ERIK VAN WELL (CLM)
WOUTER VEEFKIND (PROJECTEN LTO NOORD)

JUNI 2020

Inhoud

Inleiding	2
1. Profiel.....	3
1.1 Basisprofiel melkveehouderijbedrijven	3
1.2 Elektriciteitsgebruik verspreid over de dag.....	4
1.2.1 Basisprofiel op bedrijven met een traditioneel melksysteem.....	5
1.2.2 Basisprofiel op bedrijven met een automatisch melksysteem.....	8
1.3 Opwekkingsprofiel zon en wind	9
1.4 Eigen gebruik	11
1.5 Effect afschaffing salderingsregeling.....	18
2. Elektrificatie	21
2.1 Type apparatuur en gebruik	21
2.1.1 Elektrische boilers	21
2.1.2 Elektrische voersystemen.....	21
2.1.3 Elektrische shovel.....	22
2.1.4 IJswaterkoeling.....	23
2.2 Inpassing eigen stroomopwekking	23
2.2.1 Elektrische boilers	24
2.2.2 Elektrische voersystemen.....	24
2.2.3 Elektrische shovel.....	24
2.2.4 IJswaterkoeling.....	24
2.3 Besparing diesel en gas.....	25
2.3.1 Elektrische boilers	25
2.3.2 Elektrische voersystemen.....	26
2.3.3 Elektrische shovel.....	27
2.3.4 IJswaterkoeling.....	27
2.4 CO ₂ uitstoot elektriciteit en diesel.....	29
3. Ervaringen	33
3.1 Afwegingen voor aanschaf	33
3.1.1 Elektrische voersystemen.....	33
3.1.2 Elektrische shovel.....	33
3.1.3 IJswaterkoeling.....	33
3.2 Inpassing in de bedrijfsvoering	34
3.2.1 Elektrische voersystemen.....	34
3.2.2 Elektrische shovel.....	34
3.2.3 IJswaterkoeling.....	35

Inleiding

Productie van hernieuwbare energie is inmiddels goed van de grond gekomen in de agrarische sector. Zo'n 30% van de melkveehouders produceert op dit moment (een deel van) de energie voor de eigen bedrijfsprocessen. Van de op het bedrijf geproduceerde zonne-energie wordt een groot deel weer ingevoerd in het net.

Het elektriciteitsnet in Nederland is op veel plekken overbelast. Dit beperkt de ruimte voor het aansluiten van nieuwe PV-installaties op het net. Ook wordt de komende jaren de salderingsregeling afgebouwd waardoor het minder aantrekkelijk wordt om elektriciteit terug te leveren aan het net. Beide zijn aanleiding om in kaart te brengen hoe een melkveehouder op het bedrijf geproduceerde duurzame elektriciteit direct zelf kan benutten.

In principe zijn hiervoor twee routes. Het directe verbruik kan verhoogd worden door het opslaan van 'overtollige' duurzame elektriciteit op het bedrijf of het inzetten hiervan voor werkzaamheden die op willekeurige tijdstippen kunnen worden uitgevoerd.

Om zo de productie en verbruik van duurzame elektriciteit beter op elkaar af te stemmen is het belangrijk om inzicht te hebben in zowel het gebruiksprofiel van elektriciteit als het productieprofiel van de op het bedrijf aanwezige duurzame energieproductie systemen.

In deze rapportage wordt, in opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, de beschikbare kennis hierover samengevoegd en worden routes aangegeven die melkveehouders kunnen nemen om het directe gebruik van op het bedrijf geproduceerde duurzame elektriciteit te vergroten. Deze kennis is beperkt omdat er nog (te) weinig gemeten wordt aan het energiegebruik.

In deze rapportage wordt niet ingegaan op het productieprofiel van installaties op basis van biomassa omdat de productie hiervan gestuurd kan worden.

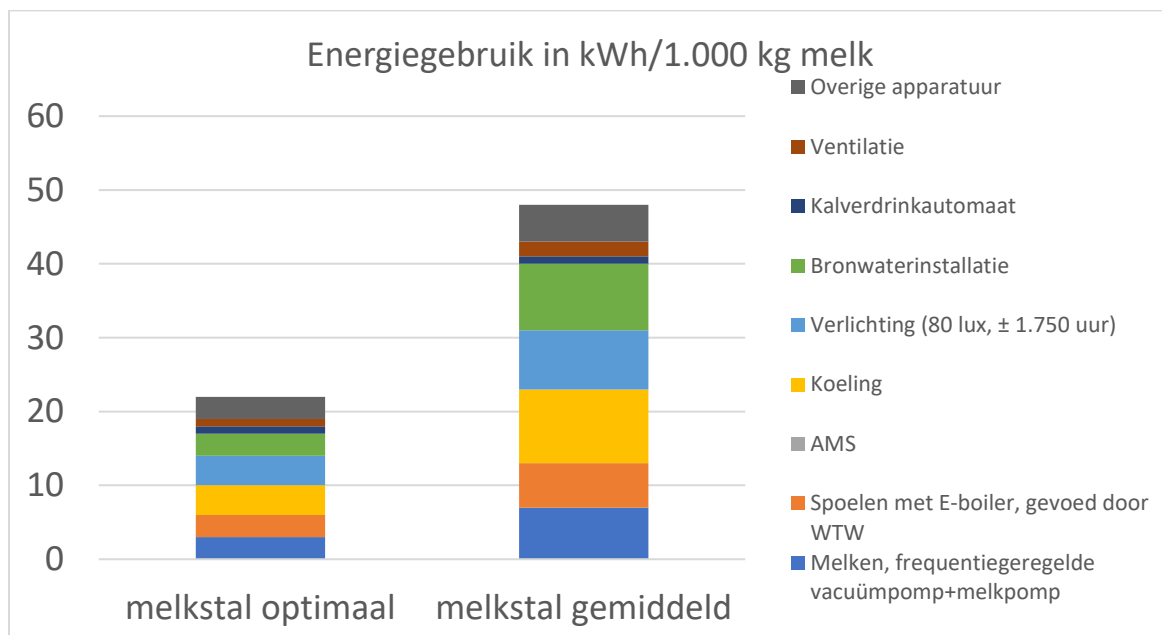
1. Profiel

In dit hoofdstuk wordt in beeld gebracht hoeveel energie verschillende activiteiten op een melkveehouderijbedrijf gemiddeld vragen. Deze cijfers worden gebruikt bij voorbeeldberekeningen die in deze rapportage gemaakt worden. Voorbeeldberekeningen over het effect van het afschaffen van de saldering op de gebruikskosten van elektrische apparatuur en voorbeeldberekeningen over het elektrificeren van de bedrijfsvoering.

1.1 Basisprofiel melkveehouderijbedrijven

Uit onderzoek van Jacobs en Ruitenbergh is bekend hoe het gebruik van elektriciteit op een melkveehouderijbedrijf is opgebouwd. Onderstaande Figuren 1 en 2 geven dit weer voor bedrijven die werken met een traditioneel melksysteem en een automatisch melksysteem.

In de figuren wordt het gebruik voor een bedrijf weergegeven dat het energiegebruik heeft geoptimaliseerd en voor een bedrijf met een gemiddeld gebruik. Het eerstgenoemde bedrijf gebruikt 22 kWh/1.000 kg melk en het andere 48 kWh/1.000 kg melk.



Figuur 1. Opbouw energiegebruik op een melkveehouderijbedrijf met een traditioneel melksysteem gemiddeld gezien en in een situatie waarin het gebruik door de toepassing van energiebesparende maatregelen is geoptimaliseerd.

Op bedrijven die werken met een traditioneel melksysteem zit bijna de helft van het gebruik in het melken, koelen en reinigen van het melksysteem. Op de meeste bedrijven wordt twee keer per dag gemolken en ontstaat hierdoor twee keer per dag een piek in het gebruik van elektriciteit omdat dan ook de melk gekoeld moet worden van ongeveer 35 °C naar 4 °C.

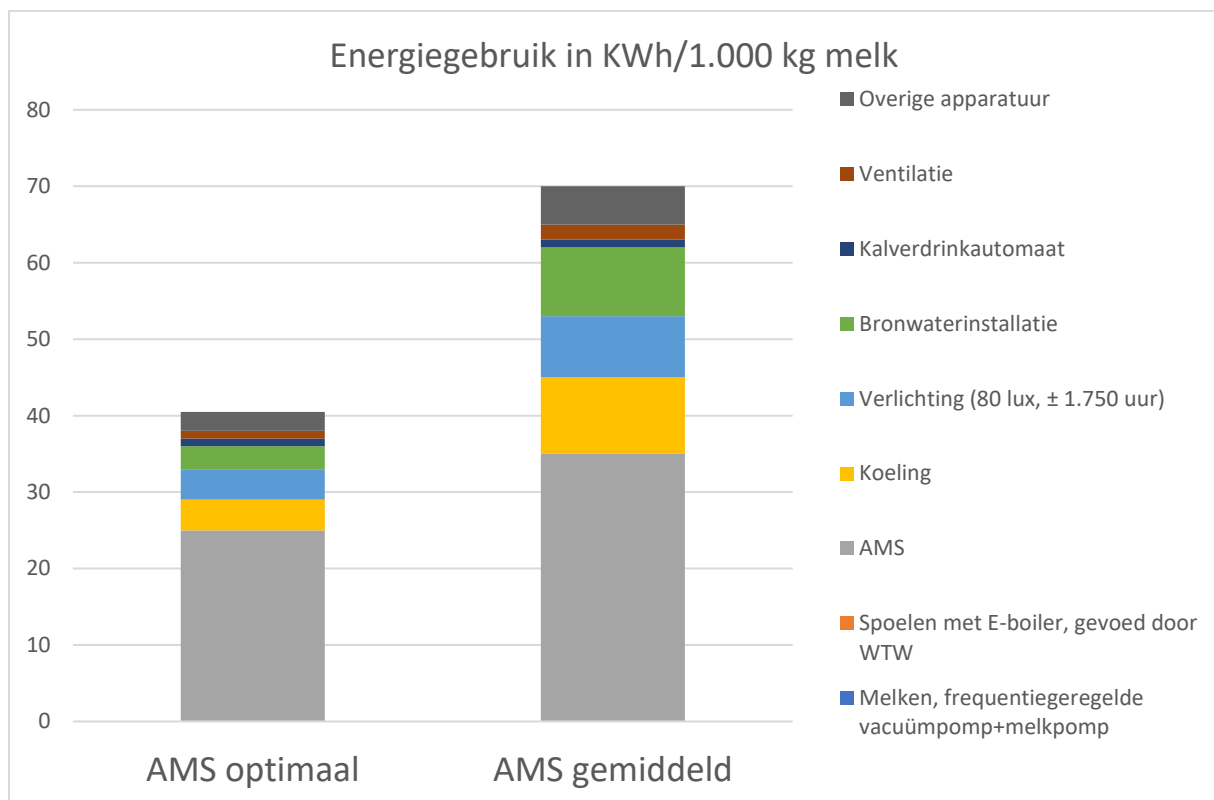
Tijdens en na het melken is er ook een verhoogde vraag naar water, voor de voorcoeler en omdat de melkkoeien meestal direct na het melken water drinken. Het overige watergebruik vindt verdeeld over de dag plaats.

Het gebruik van de verlichting vindt met name 's morgens vroeg en 's avonds plaats voor het verlichten van de stallen. Daarnaast is in de meeste melkstallen tijdens het melken de verlichting aan. De kalverdrinkautomaat staat altijd aan. De kalveren krijgen hun melk in porties verdeeld over de dag.

Het gebruik voor ventilatie is sterk afhankelijk van de weersomstandigheden en is het ene jaar veel hoger dan het andere. De piek ligt in de zomermaanden waarbij het gebruik overdag hoger is dan 's nachts. Het in de grafiek opgenomen gebruik (1 kWh/1.000 kg melk) is ingeschat op inzetten van ventilatoren in een gemiddeld jaar alleen op de zeer hete dagen.

Bedrijven die werken met een automatisch melksysteem (AMS) hebben een gelijkmatiger gebruikspatroon doordat het automatische melksysteem 24 uur per dag melkt en deze melk daardoor gelijkmatiger over de dag gekoeld wordt.

Het energiegebruik ligt op deze bedrijven wel structureel op een hoger niveau, ruim 40 kWh/1000 kg melk op bedrijven die het gebruik hebben geoptimaliseerd en 70 kWh/1000 kg melk op bedrijven met een gemiddeld gebruik.



Figuur 2. Opbouw energiegebruik op een melkveehouderijbedrijf met een automatisch melksysteem gemiddeld gezien en in een situatie waarin het gebruik door de toepassing van energiebesparende maatregelen is geoptimaliseerd.

1.2 Elektriciteitsgebruik verspreid over de dag

In §1.1 is aangegeven hoe het elektriciteitsgebruik is opgebouwd op een melkveehouderijbedrijf. In deze paragraaf wordt inzicht gegeven in het gebruik gedurende de dag. De getoonde gegevens zijn verzameld op praktijkbedrijven die op basis van hun slimme energiemeter het elektriciteitsgebruik monitoren met behulp van de programmatuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur'. Er is gebruik gemaakt van de gebruiksgegevens van negen praktijkbedrijven over 2019. In bijlage 1 is beschreven welke gegevens hoe verzameld zijn.

Niet alleen de opbouw van het elektriciteitsgebruik verschilt tussen melkveehouderijbedrijven die werken met een traditioneel melksysteem of een automatisch melksysteem. Ook het verloop gedurende de dag is anders op beide typen bedrijven. Daarom zijn de verschillende typen bedrijven uitgewerkt in twee sub-paragrafen. In §1.2.1 wordt het gebruiksprofiel weergegeven van drie

melkveehouderijbedrijven met een traditioneel melksysteem. In §1.2.2 wordt het profiel van twee bedrijven die werken met een automatisch melksysteem beschreven. In § 1.4 worden de profielen beschreven van vier bedrijven met een zon-PV systeem. In onderstaande tabel zijn de gegevens over het gebruik en de productie van duurzame energie op deze bedrijven samengevat.

	melk-productie kg/jaar	elektriciteits-gebruik kWh/1.000 kg melk	elektriciteits-gebruik kWh/jaar	afname elektriciteit van het net (kWh)	direct gebruik van duurzaam geproduceerde elektriciteit (kWh)	teruglevering elektriciteit aan het net (kWh)	productie duurzame elektriciteit (kWh)	% zelfvoorzienendheid	benodigde productie om elektriciteits-neutraal te worden (kWh)	% teruglevering
AMS1	600.000	63	37.844	37.844						
AMS2	1.200.000	59	70.800	68.884						
AMS-PV3	1.200.000	90	108.000	73.708	33.920	29.180	63.100	59%	44.528	46%
TMS1	1.000.000	43	42.711	42.711						
TMS2	950.000	50	46.966	46.966						
TMS3	660.000	61	40.319	40.319						
TMS-PV4	1.200.000	51	61.200	41.867	19.645	29.220	48.865	79%	12.647	60%
TMS-PV5	1.200.000	28	33.600	27.919	10.139	14.321	24.460	64%	13.598	59%
TMS-PV6	1.300.000	45	58.500	43.793	14.371	27.666	42.037	72%	16.127	66%

Tabel 1. Gegevens elektriciteitsgebruik en productie van negen melkveehouderijbedrijven waarvan profielen van de productie en het gebruik in 2019 beschikbaar zijn. Drie bedrijven werken met een automatisch melksysteem (AMS) en zes met een traditioneel melksysteem (TM). Vier bedrijven produceren duurzame elektriciteit met een zon-PV systeem.

Zeven bedrijven hebben een energiegebruik in de buurt van het gemiddelde gebruik voor het betreffende melksysteem (zie § 1.1). Alleen bedrijf AMS-PV3 heeft een hoger gebruik en TMS-PV5 een lager gebruik. Bij het 'lezen' en vergelijken van de energieprofielen is het goed om de verschillen in het gebruik van energie (in kWh/jaar) en voor de bedrijven met een zon-PV systeem ook verschillen in het deel van het gebruik dat zon-PV systeem geproduceerd wordt (% zelfvoorzienendheid) in het achterhoofd te houden.

De vier bedrijven met een zon-PV systeem zijn per saldo nog niet zelfvoorzienend voor het gebruik van elektriciteit.

1.2.1 Basisprofiel op bedrijven met een traditioneel melksysteem

Het gebruiksprofiel toont voor één jaar, 2019, de gemiddelde hoeveelheid energie die elk kwartier wordt afgenomen van het elektriciteitsnet van 0:00 tot 0:00 uur. In bijlage 2 zijn de profielen per maand weergegeven. Deze grafieken met de maandprofielen laten zien hoe het gebruik tijdens het jaar fluctueert.

De gebruiksprofielen zijn voor een deel van de bedrijven vloeiend. Voor een ander deel van de bedrijven is er telkens één kwartier met een lager gebruik. De gegevens van alle slimme meters zijn op identieke wijze verwerkt. Onduidelijk is waardoor het patroon is ontstaan. Voor de wijze waarop

de gegevens in dit rapport worden gebruikt, een beeld schetsen van gebruiksprofielen en de verschillen tussen verschillende typen bedrijven, doet dit niet ter zake.

Bedrijven die werken met een traditioneel melksysteem en zoals gebruikelijk twee keer per dag melken, hebben een gebruiksprofiel met twee pieken rondom het melken. Over het algemeen is het gebruik het laagst aan het begin van de dag (vanaf 0:00 uur 's nachts tot de start van het melken) en ligt het 's avonds (na het melken tot 22:00-0:00 uur) vanwege het gebruik voor verlichting op een iets hoger niveau. Het gebruik overdag fluctueert meer, afhankelijk van de apparatuur die dan ingezet wordt.

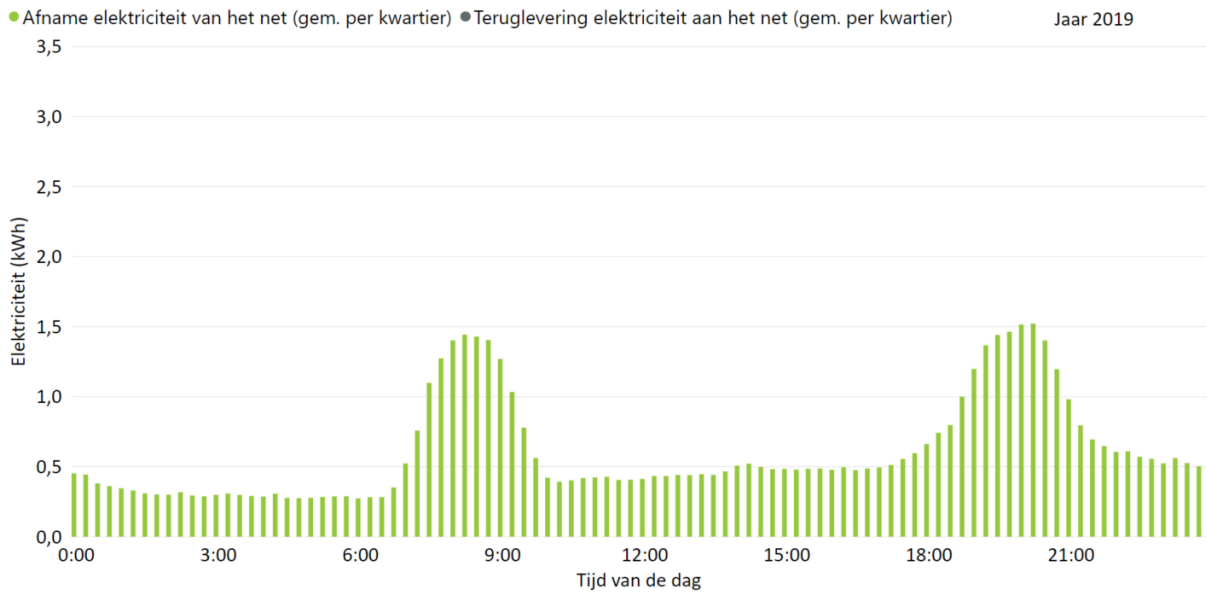
Elk bedrijf heeft een eigen profiel bestaande uit:

- Basisgebruik (de hoeveelheid elektriciteit die op elk moment van de dag gebruikt wordt). Deze hoeveelheid is zichtbaar in de periode van 0:00 uur tot de start van het melken).
- Piekgebruik tijdens het melken. De hoogte en de breedte van de piek zijn, uitgaande van een vergelijkbare jaarmelkproductie, afhankelijk van het type melksysteem en type koelsysteem. De capaciteit van het melk- en koelsysteem verschilt per bedrijf. Hoe hoger de capaciteit van het melksysteem (aantal koeien dat per uur gemolken kan worden) en hoe sneller de melk wordt teruggekoeld naar 4 °C, hoe smaller de piek. Hoe energiezuiniger het melk- en koelsysteem hoe lager de piek. Ook toepassing van frequentieregeling op de vacuümpomp en optimale voorcoeling verlagen de piek.
- Apparaatspecifieke pieken voor apparatuur die op een of een paar momenten op de dag of een bepaalde periode (bijvoorbeeld verlichting) een groot gebruik kennen (bijvoorbeeld elektrische boilers).

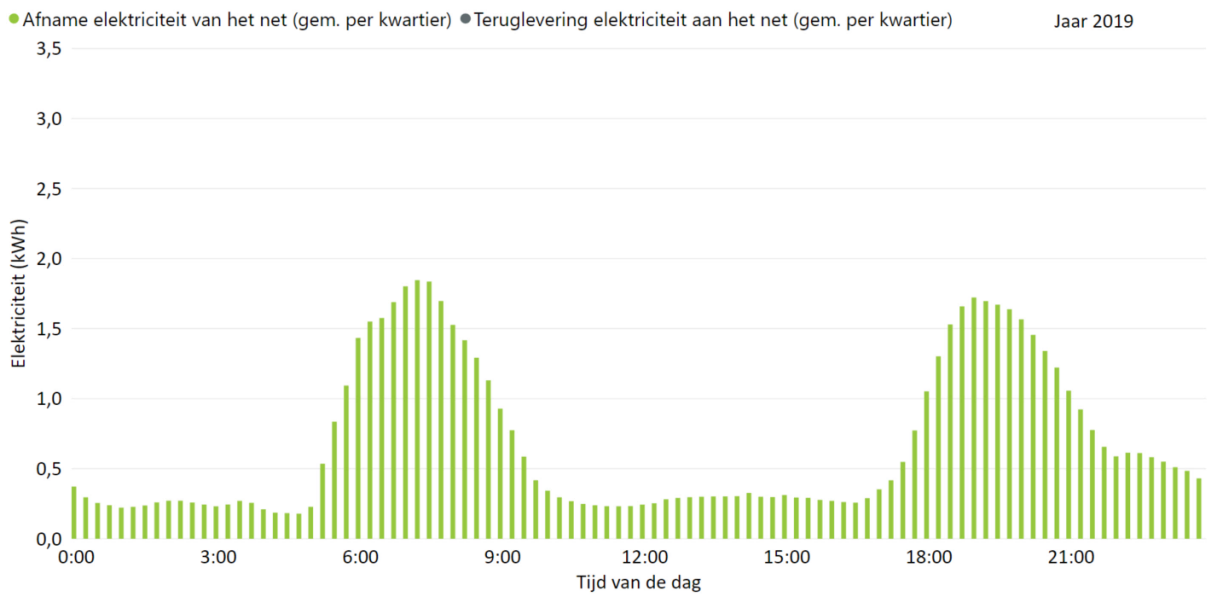
In de grafieken 3-5 worden de resultaten van drie bedrijven met een traditioneel melksysteem weergegeven. Bedrijf TM1 (Figuur 3) produceert iets meer melk dan bedrijf TM2 (Figuur 4) maar heeft een smallere en lagere piek. TM1 heeft dan ook een lager verbruik in kWh/1.000 kg melk (43 vs. 50 kWh/1.000 kg melk). Bedrijf TM3 (Figuur 5) heeft een profiel vergelijkbaar met TM2. TM3 heeft een lagere melkproductie maar een hoger verbruik per kg melk.

Het basisgebruik ligt op alle bedrijven onder de 0,5 kWh per kwartier. Tussen de twee melkbeurten ligt het gebruik op een iets hoger niveau. 's Avonds na het melken ligt het gebruik vanwege het gebruik voor stalverlichting op een hoger niveau, rond de 1 kWh/kwartier.

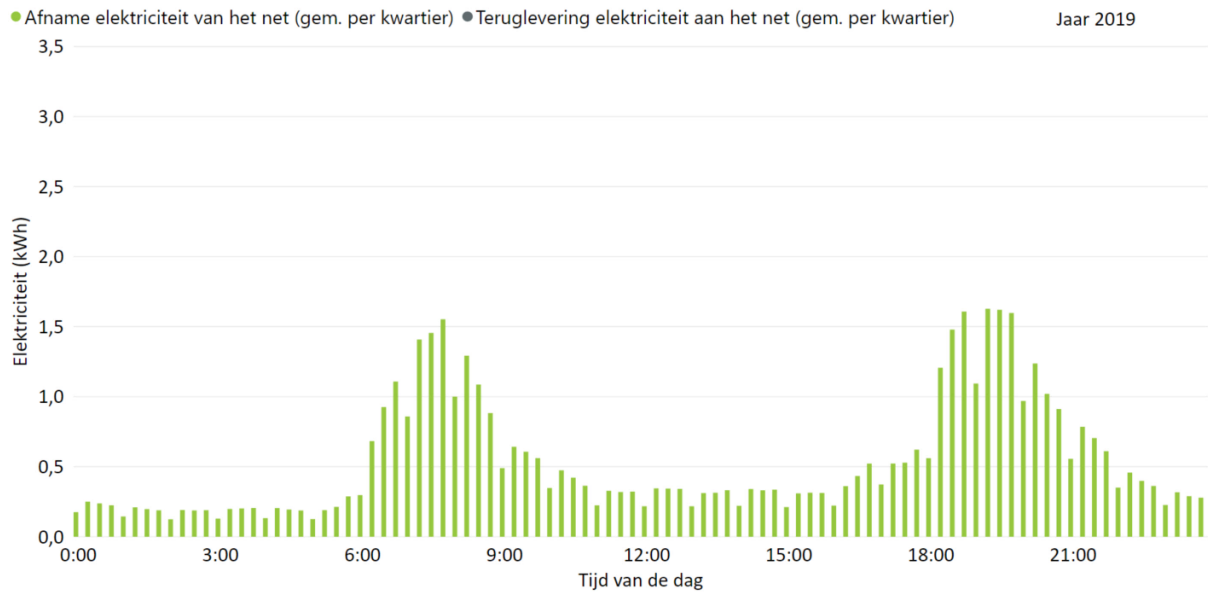
Geen van de drie bedrijven heeft een elektrische boiler. Een elektrische boiler geeft in ieder geval gedurende de nacht een extra piek omdat goedkopere nachstroom wordt benut voor het opwarmen van het water. Wordt de boiler twee keer per dag opgewarmd dan is er ook een piek overdag zichtbaar.



Figuur 3: Melkveehouderijbedrijf met traditioneel melksysteem (TM1) met een jaarproductie van 1.000.000 kg melk en een gebruik van 43 kWh/1.000 kg melk (figuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur').



Figuur 4: Melkveehouderijbedrijf met traditioneel melksysteem (TM2) met een jaarproductie van 950.000 kg melk en een gebruik van 50 kWh/1.000 kg melk (figuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur').



Figuur 5: Melkveehouderijbedrijf met traditioneel melksysteem (TM3) met een jaarproductie van 660.000 kg melk en een gebruik van 61 kWh/1.000 kg melk (figuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur').

1.2.2 Basisprofiel op bedrijven met een automatisch melksysteem

Het gebruiksprofiel toont voor één jaar, 2019, de gemiddelde hoeveelheid energie die elk kwartier wordt afgenomen van het elektriciteitsnet van 0:00 tot 0:00 uur.

Elk bedrijf heeft een eigen profiel bestaande uit:

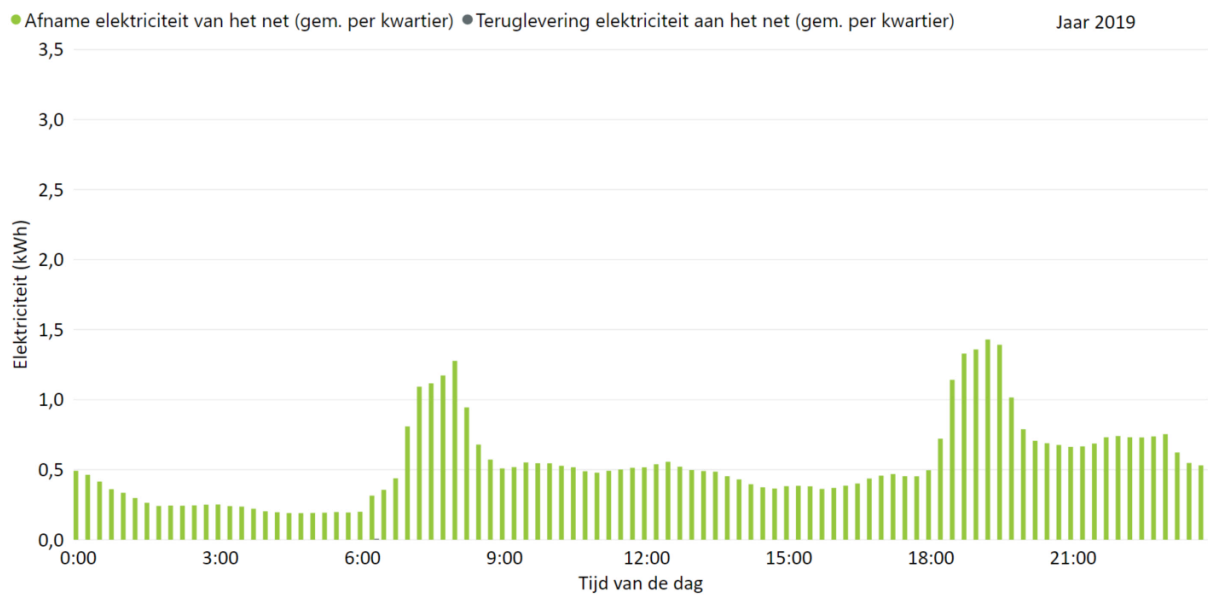
- Basisgebruik (de hoeveelheid elektriciteit die op elk moment van de dag gebruikt wordt). Deze hoeveelheid is zichtbaar aan het begin van de dag.
- Piekgebruik tijdens het reinigen van het automatisch melksysteem.
- Apparaatspecifieke pieken voor apparatuur die op een of een paar momenten op de dag of een bepaalde periode (bijvoorbeeld verlichting) een groot gebruik kennen (bijvoorbeeld elektrische boilers).

Het basisgebruik ligt op een bedrijf met een automatisch melksysteem hoger dan op een bedrijf met een traditioneel melksysteem. Het piekverbruik ligt op een lager niveau. Bedrijven die werken met een automatisch melksysteem hebben daardoor een vlakker gebruiksprofiel dan bedrijven met een traditioneel melksysteem. De koeien worden gespreid over de dag gemolken en de koeling van deze melk wordt daarmee ook verdeeld over de dag.

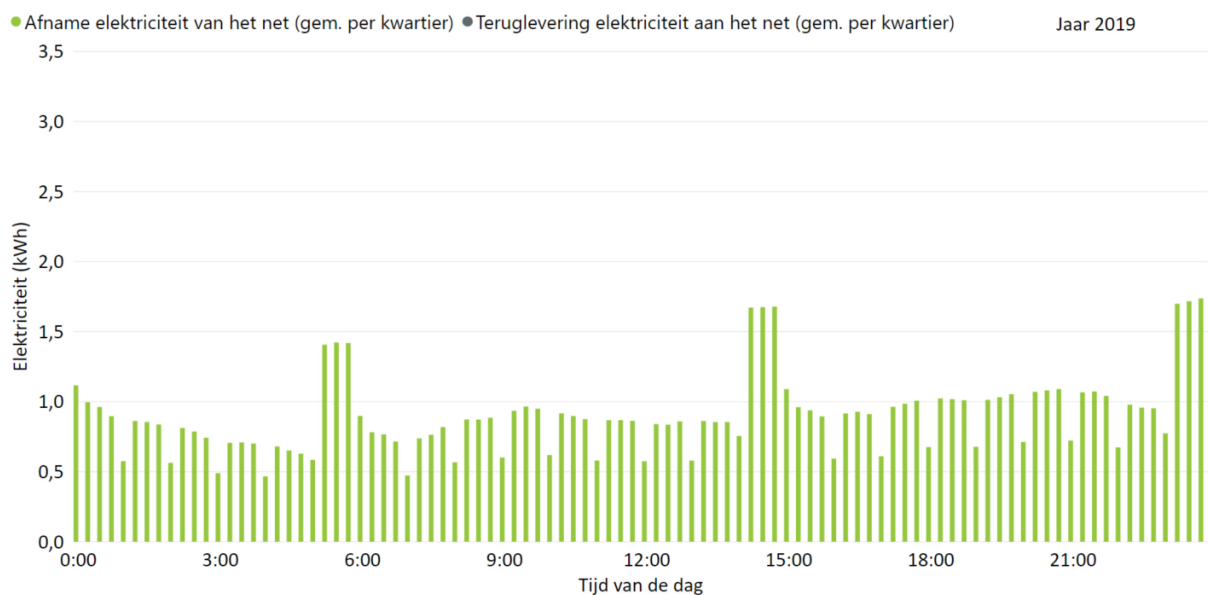
In de Figuren 6 en 7 worden de resultaten van twee bedrijven met een automatisch melksysteem weergegeven

In het profiel zijn de momenten waarop de AMS gereinigd wordt zichtbaar. Bedrijf AMS1 (Figuur 6) spoelt twee keer per dag, bedrijf AMS2 (Figuur 7) drie keer per dag

Net als bij bedrijven met een traditioneel melksysteem is het gebruik het laagst aan het begin van de dag (vanaf 0:00 uur 's nachts tot 5:00/6:00 uur) en ligt het 's avonds vanwege het gebruik voor verlichting op een iets hoger niveau.



Figuur 6: Melkveehouderijbedrijf met 1 AMS (AMS1) met een jaarproductie van 600.000 kg melk en een gebruik van 63 kWh/1.000 kg melk (figuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur').



Figuur 7: Melkveehouderijbedrijf met 2 AMS-en (AMS2) met een jaarproductie van 1.200.000 kg melk en een gebruik van 59 kWh/1.000 kg melk (figuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur') .

In bijlage 3 is het gemiddelde maandelijkse energiegebruik weergegeven. Deze maand-profielen laten zien dat het gebruik over het jaar gezien redelijk stabiel is.

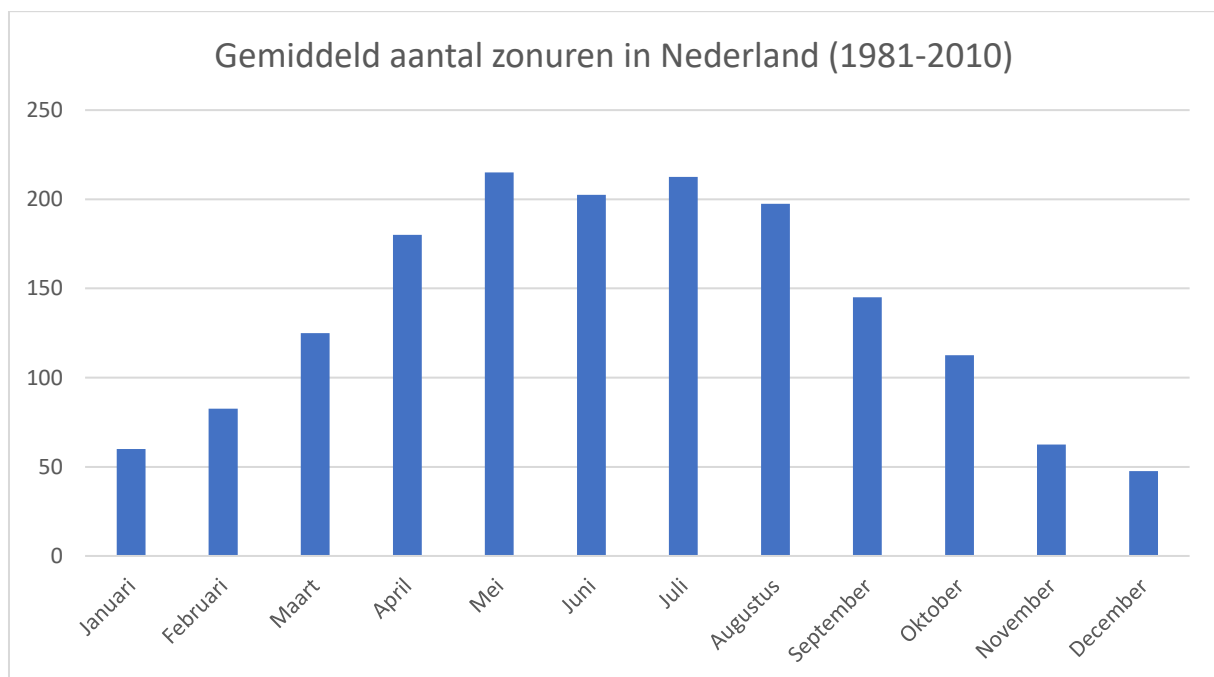
1.3 Opwekkingsprofiel zon en wind

De voorgaande paragraaf heeft de gebruiksprofielen op melkveehouderijbedrijven in beeld gebracht. De vraag is in hoeverre deze bedrijven voor dit gebruik direct de op het bedrijf geproduceerde duurzame elektriciteit kunnen benutten. In deze paragraaf worden daarom de opwekkingsprofielen van zon-PV systemen en een kleine windmolen beschreven.

Voor zon-PV systemen zijn de gemiddelde opwekkingsprofielen van praktijkbedrijven per dag (0:00-0:00 uur) van iedere maand en gemiddeld per jaar beschikbaar. Voor kleine windmolens zijn deze gegevens niet beschikbaar en wordt de opwekking van duurzame energie per maand weergegeven. Daarmee is het niet mogelijk om te laten zien in hoeverre het gebruik van elektriciteit op een melkveehouderijbedrijf en productie van met kleine windmolens geproduceerde duurzame elektriciteit in de tijd overeenkomen.

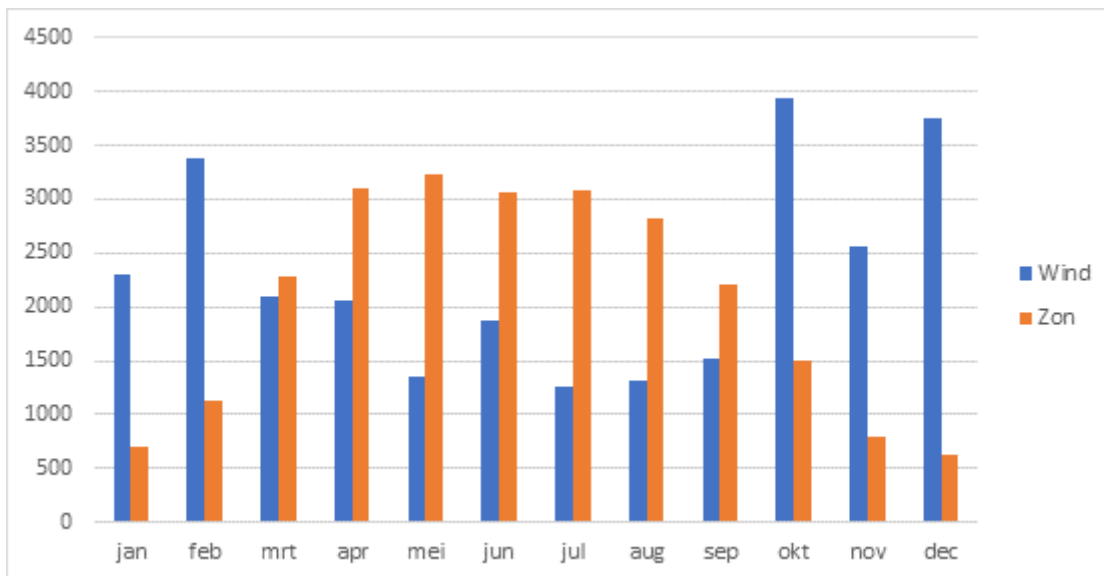
Zon-PV systemen leveren alleen overdag, wanneer de zon schijnt, elektriciteit. De gemiddelde opbrengst en het leveringsprofiel over de dag is afhankelijk van de opstelling van de zonnepanelen. Panelen in een zuid opstelling hebben de hoogste opbrengsten. Panelen in een oost-west opstelling hebben een lagere opbrengst, de zonnestroom komt verdeeld over meer uren beschikbaar. Vanwege de lagere opbrengst worden panelen zelden op het noorden geplaatst.

De productie van zonnepanelen is laag in de maanden november, december en januari. Dit zijn de maanden met gemiddeld gezien de minste zonuren (zie Figuur 8). Het grootste deel van de productie vindt in de maanden april t/m augustus plaats. Deze vijf maanden hebben 60% van de jaarlijkse zonuren.



Figuur 8: Gemiddeld aantal zonuren in Nederland in de periode 1981-2010 (Klimaatatlas KNMI).

In Figuur 9 is voor een bedrijf de productie van een zon-PV systeem naast de productie van een kleine windmolen gezet. De figuur laat zien dat de productie van de zonnepanelen het patroon volgt van het gemiddelde aantal zonuren in Nederland. De windmolen heeft een iets grilliger productieprofiel waarbij de herfst en wintermaanden een hogere productie laten zien. Beide systemen sluiten qua productieprofiel goed op elkaar aan. De maanden met weinig zon zijn windrijk en andersom. Met een combinatie van zonnepanelen en een windmolen ontstaat gemiddeld per maand een vrij vlak leveringspatroon van duurzame energie.



Figuur 9: Mogelijkheden van productie van elektriciteit met een combinatie van een zon-PV systeem en een kleine windmolen (bron LTO Noord).

1.4 Eigen gebruik

In deze paragraaf laten we aan de hand van gebruiks- en productieprofielen van vier melkveehouderijbedrijven zien hoe het gebruik van elektriciteit past bij de opwekking ervan op het eigen bedrijf met een zon-PV systeem.

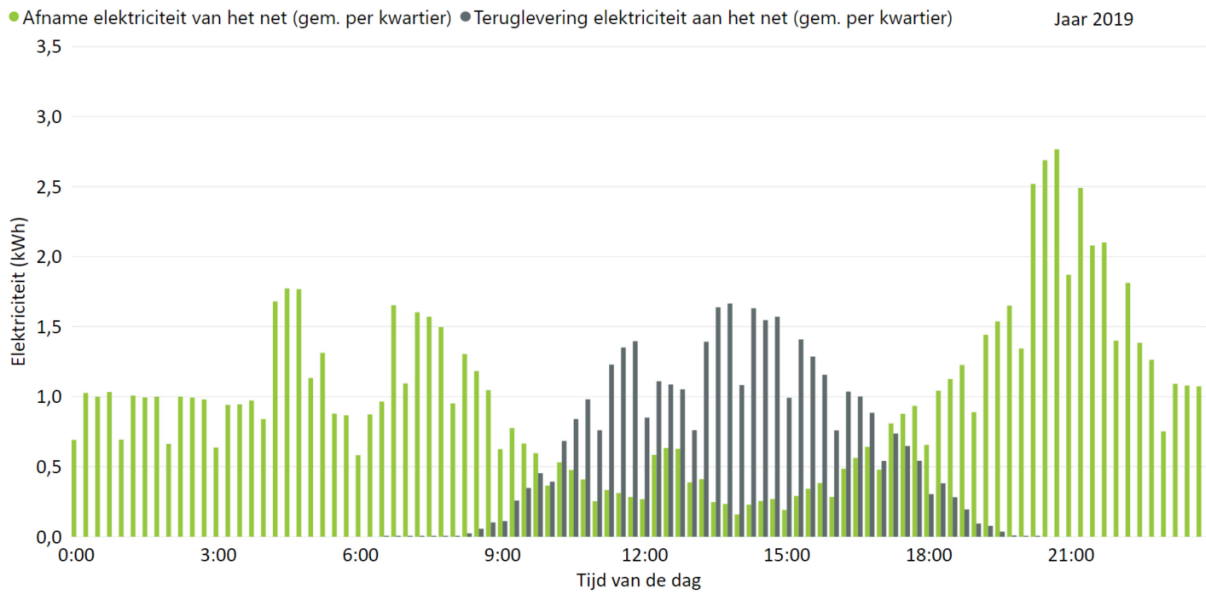
Figuren 10-13 tonen voor een één bedrijf, met een automatisch melksysteem, de afname van elektriciteit van het net en de hoeveelheid op het bedrijf duurzaam geproduceerde elektriciteit die teruggeleverd wordt aan het net.

Ook hier wordt voor één dag de gemiddelde hoeveelheid energie die elk kwartier wordt afgenomen van het elektriciteitsnet of teruggeleverd wordt aan het net, getoond. De hoeveelheid elektriciteit die direct op het bedrijf gebruikt wordt is niet zichtbaar omdat de grafieken gebaseerd zijn op de gegevens van de slimme meter. Deze registreert niet de productie van het zon-PV systeem op het bedrijf.

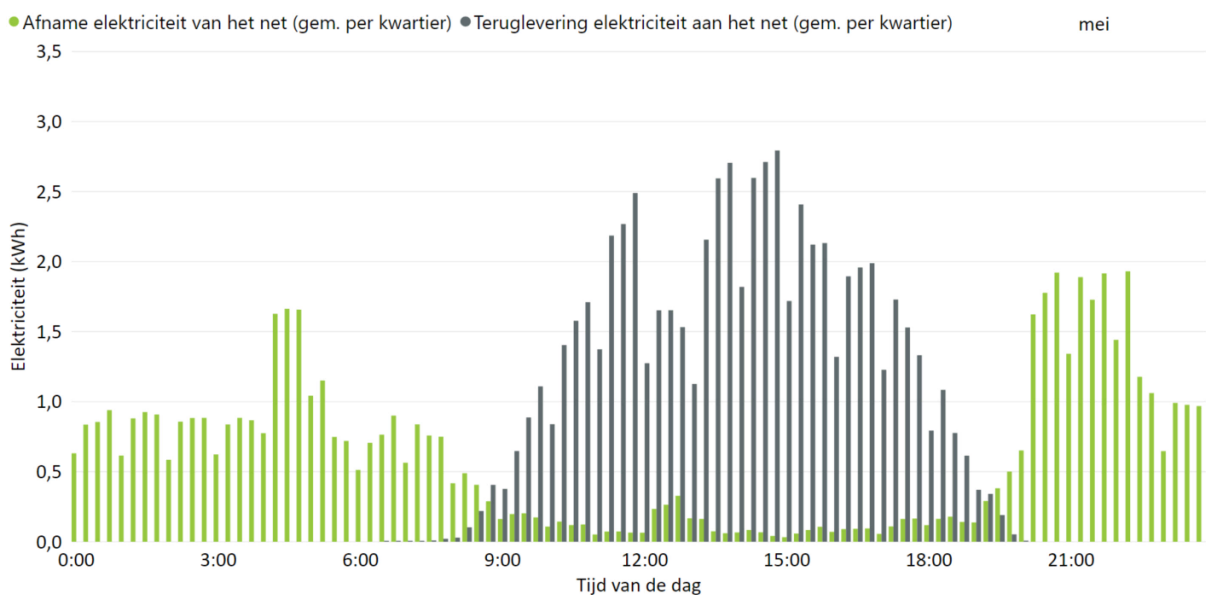
Naast de grafiek met het jaargemiddelde zijn de maandfiguren van de maanden mei en december weergegeven, de maanden met de meeste en de minste zonuren. Deze maanden tonen de extremen in de productie van duurzame elektriciteit. In bijlage 4 zijn alle maandfiguren voor dit bedrijf weergegeven.

De figuren laten zien dat er gemiddeld gezien op het bedrijf tussen 's morgen 9.00 uur en 's avonds 18.00 uur elektriciteit wordt teruggeleverd aan het net. Op dit bedrijf is dit 2 tot 6 kWh per uur (0,5 tot 1,5 kWh per kwartier). Zoals verwacht mag worden is de teruglevering in mei hoger (oplopend tot 8-10 kWh/uur) en in december nihil.

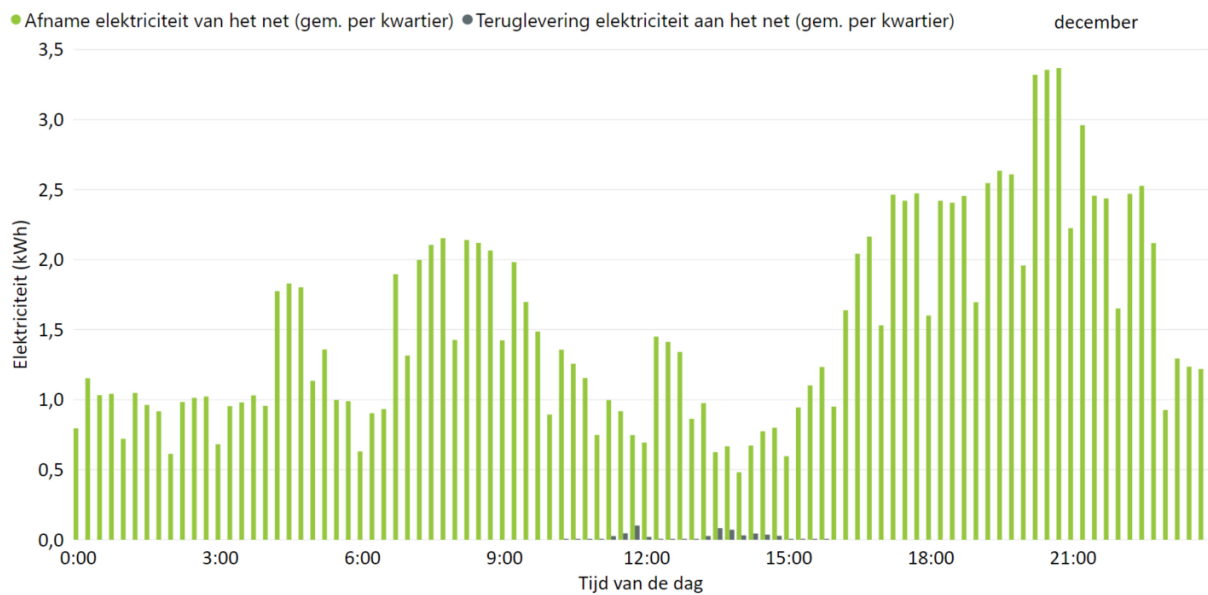
Deze teruggeleverde elektriciteit, gemiddeld 80 kWh per dag op dit bedrijf (zie Figuur 13), kan structureel ingezet worden voor andere activiteiten.



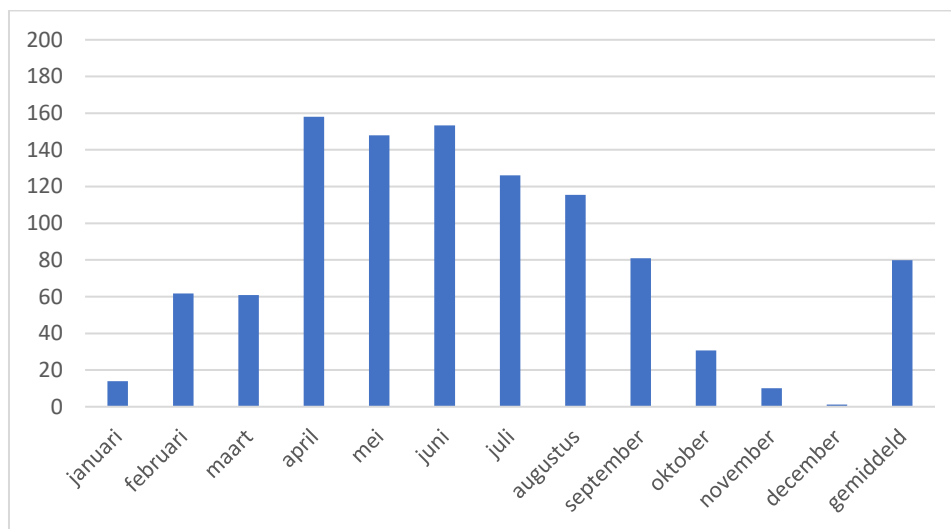
Figuur 10: Melkveehouderijbedrijf met 2 AMS-en (AMS-PV3) met een jaarproductie van 1.200.000 kg melk en een gebruik van ± 90 kWh/1.000 kg melk. Gemiddelde gebruik en teruglevering over het hele jaar (figuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur').



Figuur 11: Melkveehouderijbedrijf met 2 AMS-en (AMS-PV3) met een jaarproductie van 1.200.000 kg melk en een gebruik van ± 90 kWh/1.000 kg melk. Gemiddelde gebruik en teruglevering in de maand mei (figuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur').



Figuur 12: Melkveehouderijbedrijf met 2 AMS-en (AMS-PV3) met een jaarproductie van 1.200.000 kg melk en een gebruik van ± 90 kWh/1.000 kg melk. Gemiddelde gebruik en terug levering in de maand december (figuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur') .

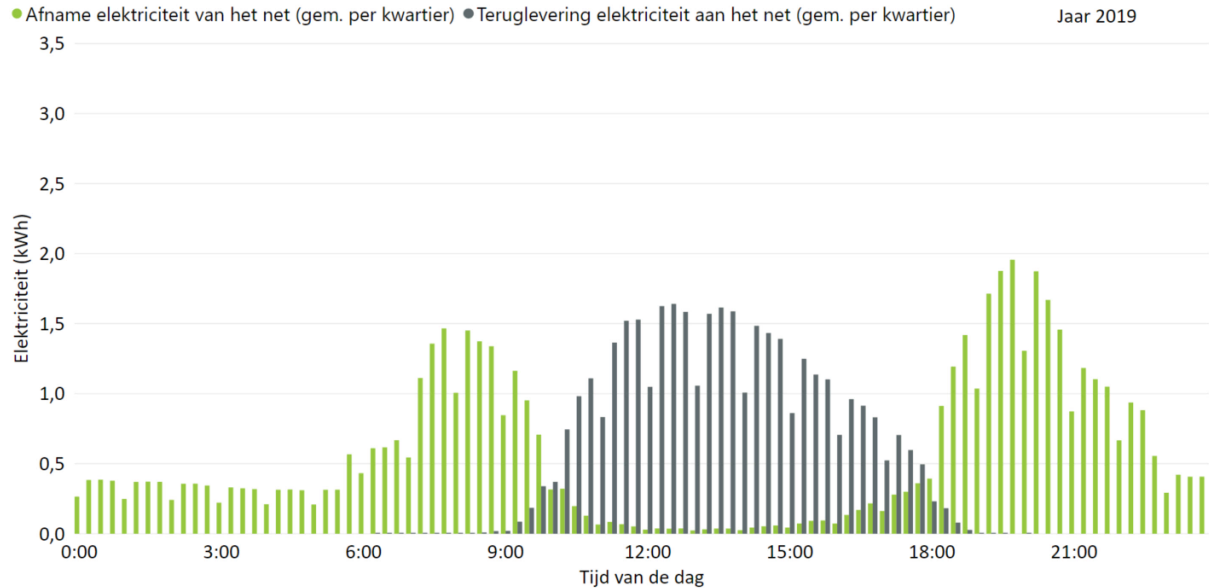


Figuur 13: Melkveehouderijbedrijf met 2 AMS-en (AMS-PV3) met een jaarproductie van 1.200.000 kg melk en een gebruik van ± 90 kWh/1.000 kg melk. Gemiddelde teruglevering van op het bedrijf geproduceerde zonnestroom aan het in (in kWh/ dag).

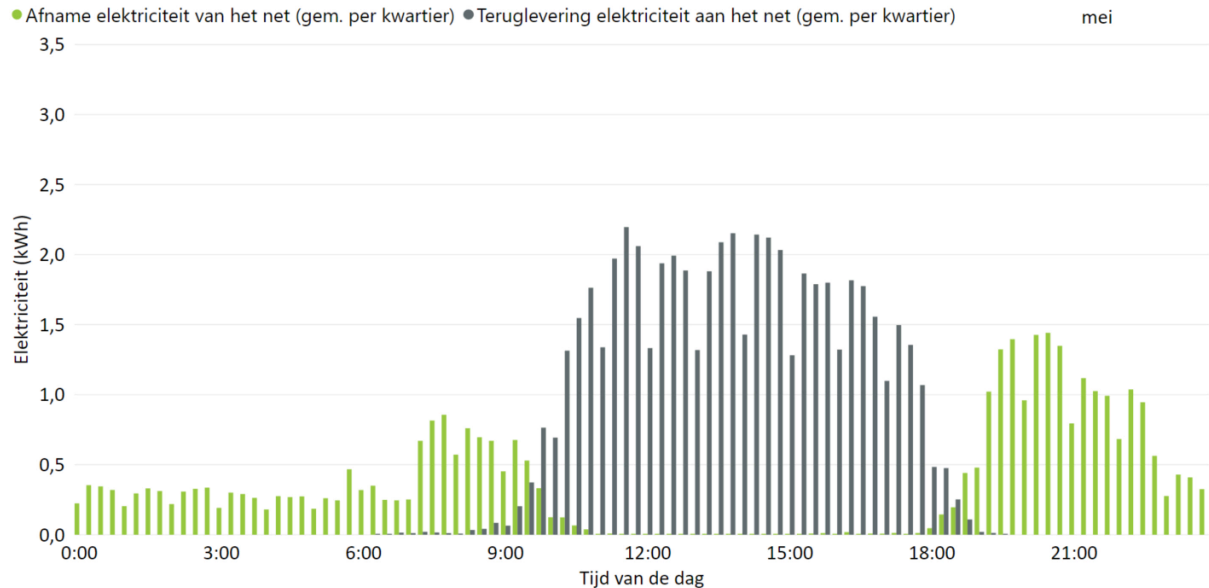
Figuren 14-22 zijn vergelijkbaar qua opzet, maar dan voor drie bedrijven met een traditioneel melksysteem. De figuren laten zien dat er gemiddeld gezien op de bedrijven tussen 's morgen 9.00 uur en 's avonds 18.00 uur elektriciteit wordt teruggeleverd aan het net. Op de bedrijven varieert dit ook van 2 tot 6 kWh per uur (0,5 tot 1,5 kWh per kwartier). Zoals verwacht mag worden is de teruglevering in mei hoger (oplopend tot 8-10 kWh/uur) en in december een stuk lager. De figuren laten zien dat op deze bedrijven, met traditionele melksystemen, ook in december overdag per saldo elektriciteit wordt teruggeleverd aan het net.

Deze teruggeleverde elektriciteit, gemiddeld 40-80 kWh per dag in 2019, kan op deze drie bedrijven (zie Figuur 22), structureel ingezet worden voor andere activiteiten. In 2020 zal de teruglevering hoger zijn omdat bedrijf TMS-PV5 eind mei 2019 het zon-PV systeem heeft uitgebreid en bedrijf TMS-PV6 het systeem in mei heeft aangelegd.

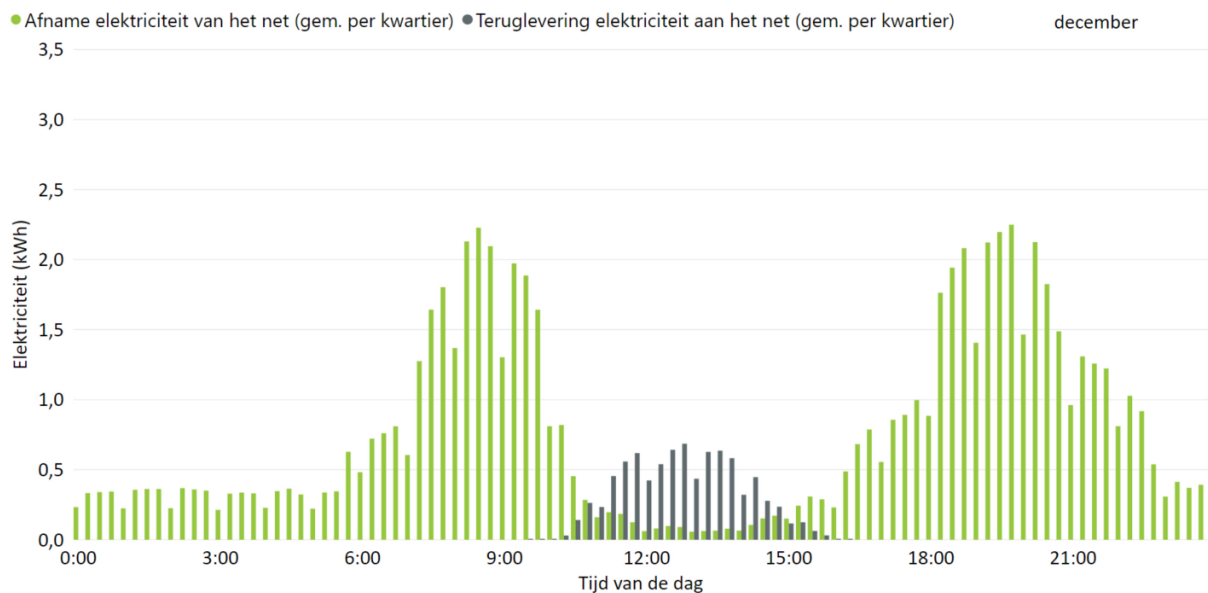
Op het eerste bedrijf (TMS-PV4, Figuren 14-16) is te zien dat de piek voor de ochtendmelking in mei rond de 0,5 kWh/kwartier ligt en in december tussen de 1,5 en 2. Voor de avondmelking is het verschil minder groot, in mei tussen de 1 en 1,5 en in december tussen de 1,5 en 2.



Figuur 14: Melkveehouderijbedrijf met een traditioneel melksysteem (TMS-PV4) met een jaarproductie van 1.200.000 kg melk en een gebruik van ± 51 kWh/1.000 kg melk. Gemiddelde gebruik en teruglevering over het hele jaar (figuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur').

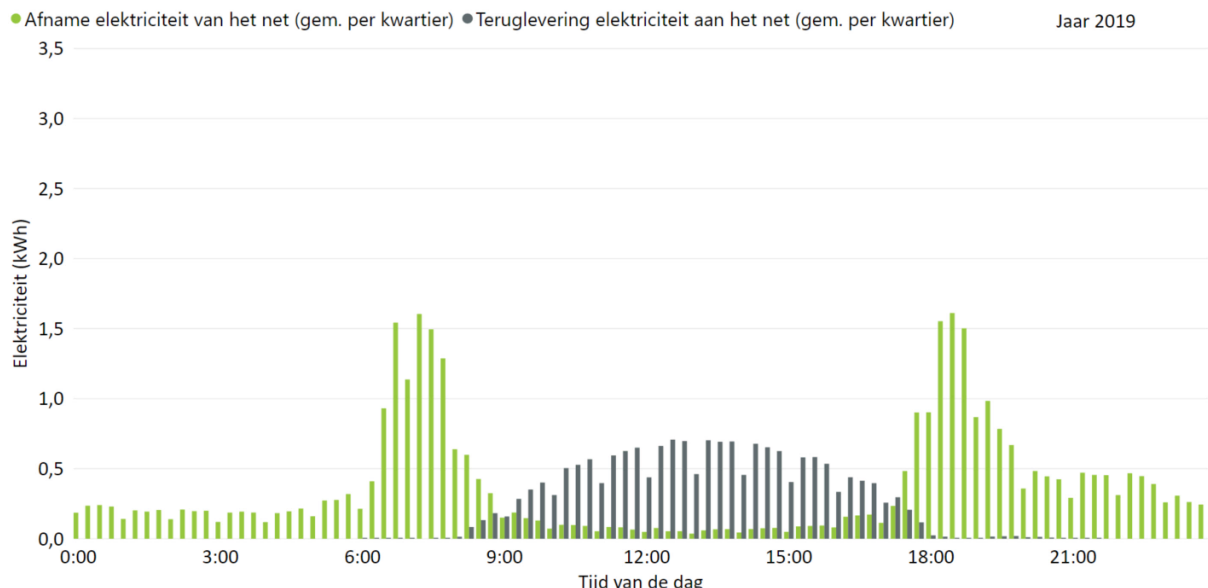


Figuur 15: Melkveehouderijbedrijf met een traditioneel melksysteem (TMS-PV4) met een jaarproductie van 1.200.000 kg melk en een gebruik van ± 51 kWh/1.000 kg melk. Gemiddelde gebruik en terug levering in de maand mei (figuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur').

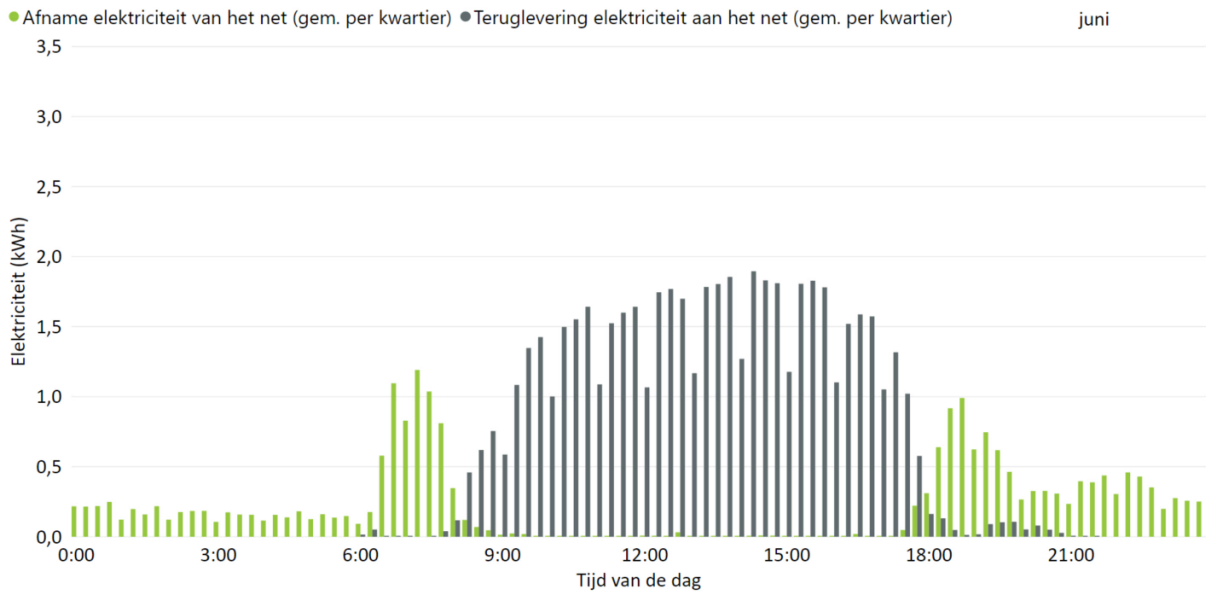


Figuur 16: Melkveehouderijbedrijf met een traditioneel melksysteem (TMS-PV4) met een jaarproductie van 1.200.000 kg melk en een gebruik van ± 51 kWh/1.000 kg melk. Gemiddelde gebruik en terug levering in de maand december (figuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur').

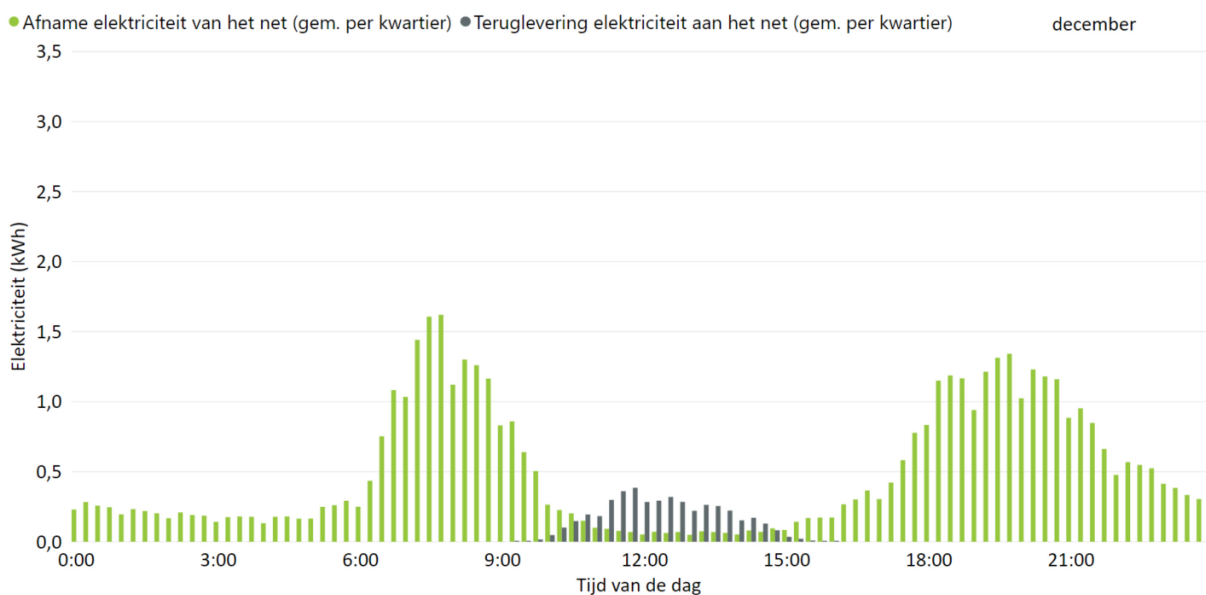
Het tweede bedrijf (TMS-PV5, Figuren 17-19) heeft zonnepanelen in de oost-, west- en zuidoriëntatie liggen. Eind mei zijn op dit bedrijf panelen in de oost-westoriëntatie bijgeplaatst. Daarom is van dit bedrijf de grafiek over de maand juni opgenomen. In juni wordt net na 6.00 uur de eerste stroom teruggeleverd aan het net. Rond 21.00 uur stopt de teruglevering. In juni wordt voor het melken en koelen (6:00-9:00 en 17.30-20.30 uur) op het bedrijf opgewekte zonnestroom gebruikt. Het kwartiergebruik zit maximaal rond de 1 kWh. In december ligt het gebruik duidelijk hoger, maximaal rond de 1,5 kWh. Op dit bedrijf worden door de ligging van de panelen beide pieken verlaagd.



Figuur 17: Melkveehouderijbedrijf met een traditioneel melksysteem (TMS-PV5) met een jaarproductie van 1.200.000 kg melk en een gebruik van ± 28 kWh/1.000 kg melk. Gemiddelde gebruik en teruglevering over het hele jaar (figuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur') .



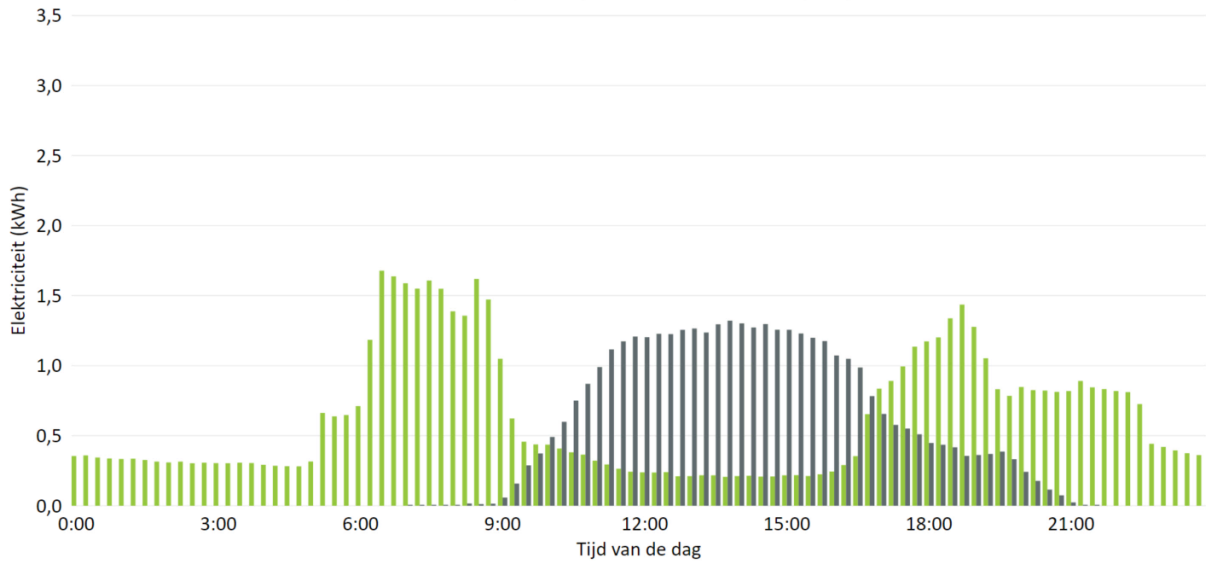
Figuur 18: Melkveehouderijbedrijf met een traditioneel melksysteem (TMS-PV5) met een jaarproductie van 1.200.000 kg melk en een gebruik van ± 28 kWh/1.000 kg melk. Gemiddelde gebruik en terug levering in de maand juni (figuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur').



Figuur 19: Melkveehouderijbedrijf met een traditioneel melksysteem (TMS-PV5) met een jaarproductie van 1.200.000 kg melk en een gebruik van ± 28 kWh/1.000 kg melk. Gemiddelde gebruik en terug levering in de maand december (figuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur').

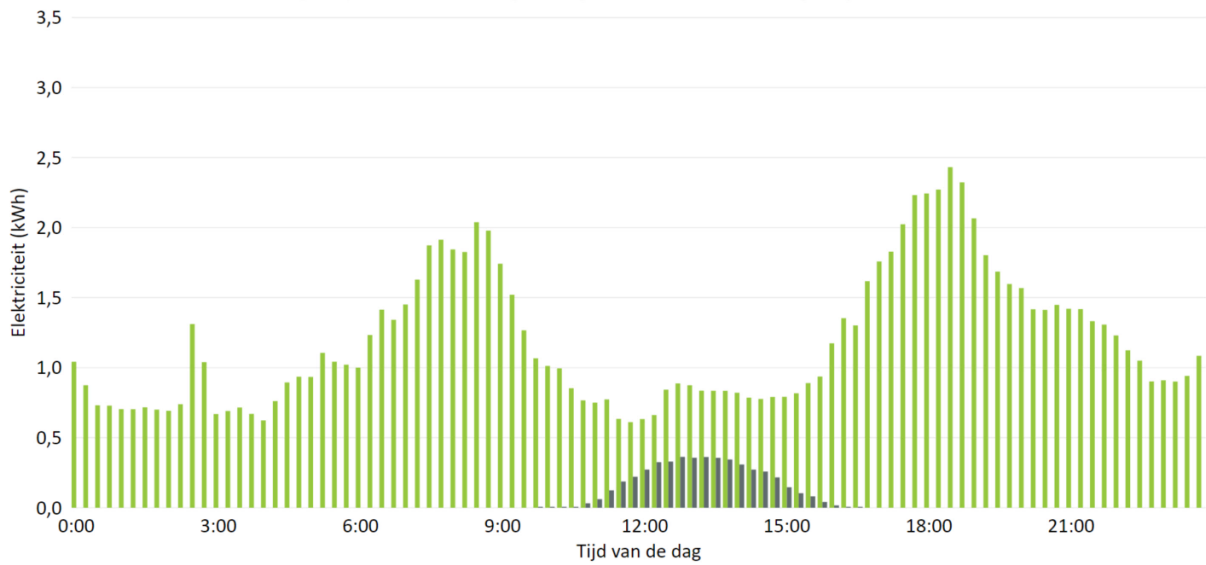
Het derde bedrijf (TMS-PV6, figuren 20-21) is een bedrijf met zonnepanelen op het westen. Op dit bedrijf wordt ook gemiddeld over het jaar gezien tussen 18.00 en 21.00 uur elektriciteit terug geleverd aan het net. Op dit bedrijf is de piek voor de avondmelking lager dan voor de ochtendmelking. Dat dit niet veroorzaakt wordt door het bedrijfssysteem laat de maandgrafiek over december zien. Deze toont dat het elektriciteitsverbruik 's avonds hoger is dan 's morgens.

● Afname elektriciteit van het net (gem. per kwartier) ● Teruglevering elektriciteit aan het net (gem. per kwartier) Jaar 2019

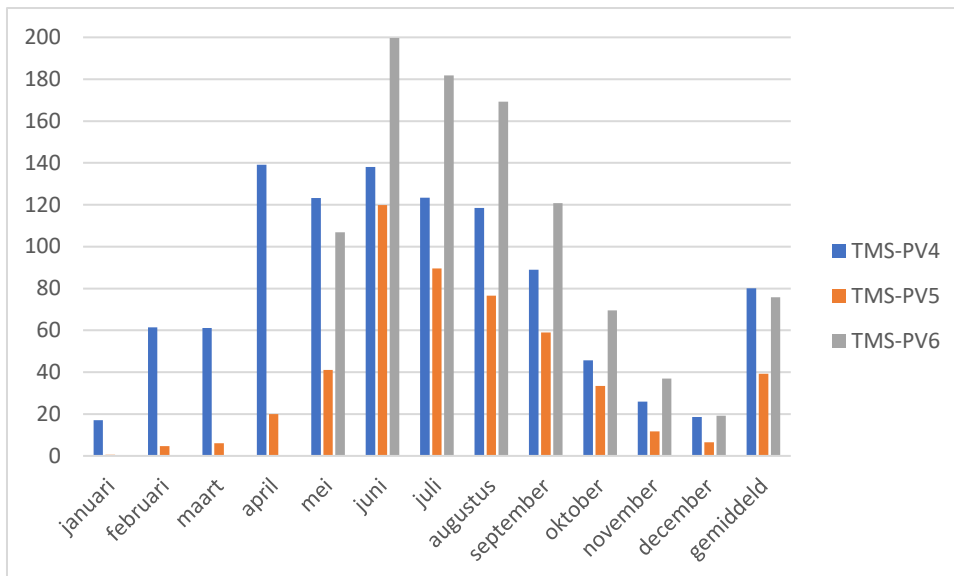


Figuur 20: Melkveehouderijbedrijf met een traditioneel melksysteem (TMS-PV6) met een jaarproductie van 1.300.000 kg melk en een gebruik van ± 45 kWh/1.000 kg melk. Gemiddelde gebruik en teruglevering over het hele jaar (figuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur').

● Afname elektriciteit van het net (gem. per kwartier) ● Teruglevering elektriciteit aan het net (gem. per kwartier) december



Figuur 21: Melkveehouderijbedrijf met een traditioneel melksysteem (TMS-PV6) met een jaarproductie van 1.300.000 kg melk en een gebruik van ± 45 kWh/1.000 kg melk. Gemiddelde gebruik en terug levering in de maand december (figuur van 'Uw Agrarisch Bouwadviseur').



Figuur 22: Gemiddelde teruglevering, op drie melkveehouderijbedrijven met een traditioneel melksysteem, van op het bedrijf geproduceerde zonnestroom (in kWh/ dag).

De voor het onderzoek beschikbare data bevatten geen gegevens van bedrijven met een traditioneel melksysteem en panelen alleen op het oosten of het zuiden.

Door middel van de ligging van de PV-panelen kan de productie in de ochtend (panelen op het oosten) of avond (panelen op het westen) verlengd worden. Het overgrote deel van de productie vindt overdag plaats tussen 10.00 en 18.00 uur.

Op bedrijven met een automatisch melksysteem wordt door het vlakke gebruikspatroon een groter deel van de op het bedrijf geproduceerde duurzame elektriciteit direct gebruikt.

1.5 Effect afschaffing salderingsregeling

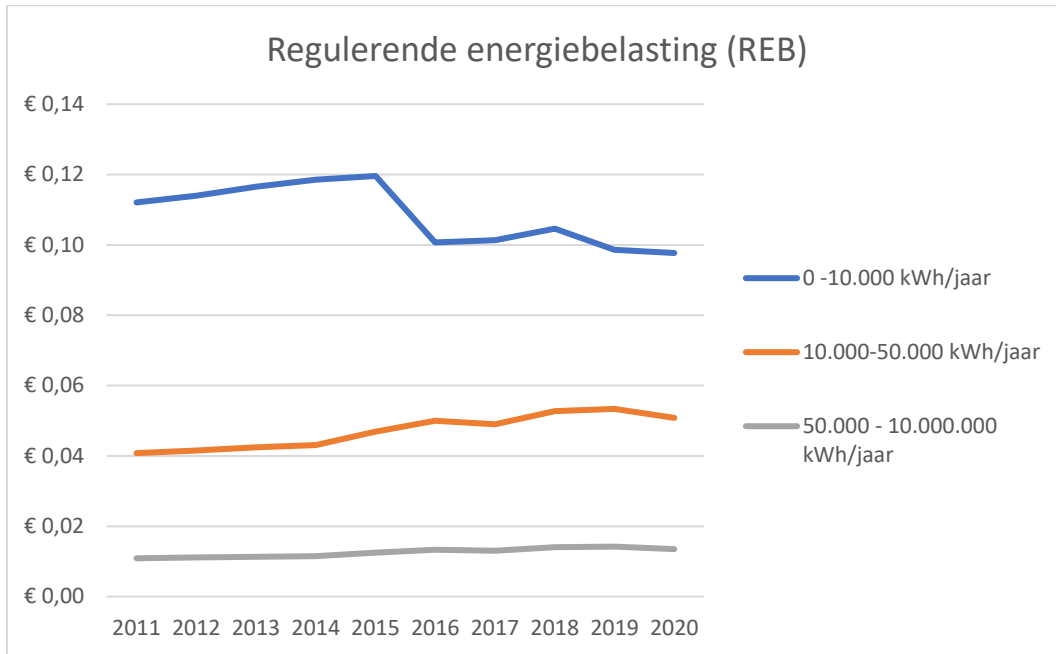
Duurzame elektriciteit die aan het net teruggeleverd wordt mag 'gesaldeerd' worden met elektriciteit die op een ander moment aan het net onttrokken wordt. Deze zogenaamde salderingsregeling zorgt ervoor dat het voor een bedrijf op dit moment niet uitmaakt hoe de geproduceerde elektriciteit wordt ingezet. Terugleveren aan het net is financieel gezien net zo aantrekkelijk als het directe gebruik op het bedrijf.

In de periode 2023-2030 wordt de salderingsregeling afgebouwd. Hiervoor is een voorstel aan de Tweede Kamer voorgelegd. In 2023 mag 91% van de aan het net teruggeleverde elektriciteit gesaldeerd worden. Dit deel wordt jaarlijks met 9% afgebouwd tot in 2030 nog 28% van de zonnestroom gesaldeerd worden. In 2031 mag niet meer gesaldeerd worden. Voor de elektriciteit die teruggeleverd wordt aan het net en die niet meer gesaldeerd wordt dient de leverancier een redelijke vergoeding te geven.

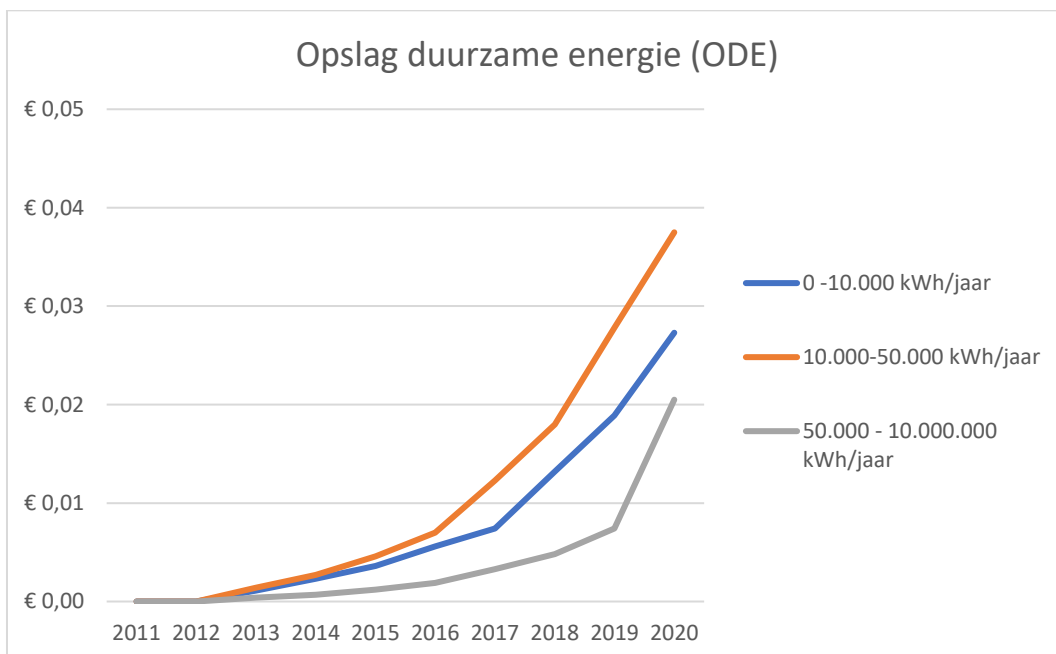
Terugleveren aan het net is dan veel minder interessant omdat de regulerende energiebelasting (REB) en de opslag voor duurzame energie (ODE) dan niet meer verrekend mogen worden met deze belastingen op elektriciteit die op een ander moment van het net afgenomen wordt. Na het eindigen van de salderingsregeling moet over alle elektriciteit die van het net wordt afgenomen REB en ODE betaald worden.

Onderstaande figuren tonen de ontwikkeling van de REB en ODE van 2011 tot en met 2020. Omdat het elektriciteitsgebruik op melkveehouderijbedrijven veel lager is dan 10.000.000 kWh/jaar zijn alleen de tarieven van de eerste drie schrijven opgenomen.

Naar aanleiding van de afspraken uit het klimaatakkoord zal aardgas de komende jaren zwaarder belast worden dan elektriciteit. De verwachting is dat de REB, vooral in de eerste schijf (0-10.000 kWh/jaar) zal gaan dalen. Daarnaast is aangekondigd dat de ODE in de derde (50.000-10.000.000 kWh) en vierde schijf ($\geq 10.000.000$ kWh) verder verhoogd wordt.



Figuur 23: Hoogte van de regulerende energiebelasting (€/kWh) in de periode 2011-2020 voor de eerste drie schijven van de belasting.



Figuur 24: Hoogte van de opslag duurzame energie (€/kWh) in de periode 2011-2020 voor de eerste drie schijven van de belasting.

Tabel 2 maakt het verschil in vergoeding duidelijk tussen de huidige situatie waarin alle teruggeleverde elektriciteit gesaldeerd kan worden en de toekomstige situatie waarbij de melkveehouder een redelijke terugleververgoeding ontvangt. Hierbij is aangenomen dat de kale

energieprijs, de REB en de ODE de komende jaren stabiel zijn en een redelijke terugleververgoeding 70% van de kale energieprijs is.

	Vergoeding voor aan het net geleverde elektriciteit (€)	verschil t.o.v. 100% saldering (€)
t/m 2022: 100% saldering	0,138	
2023: 91% saldering	0,129	0,009
2024: 82% saldering	0,120	0,019
2025: 73% saldering	0,110	0,028
2026: 64% saldering	0,101	0,037
2027: 55% saldering	0,092	0,046
2028: 46% saldering	0,083	0,056
2029: 37% saldering	0,073	0,065
2030: 28% saldering	0,064	0,074
vanaf 2031: 0% saldering	0,035	0,103

Tabel 2: Effect van afschaffing salderingsregeling op de vergoeding voor de teruggeleverde elektriciteit op een kleinverbruikersaansluiting. Uitgangpunt voor de berekening is dat de energiebelasting en de opslag voor duurzame energie voor de afnamecategorie 10.000-50.000 kWh/jaar verrekend wordt, de kale energieprijs 0,05 €ct (excl. BTW) is en de redelijke terugleververgoeding 70% van de kale energieprijs bedraagt.

Omdat de prijs voor de teruggeleverde elektriciteit gaat dalen wordt het interessanter om dit te benutten door meer processen te elektrificeren of door het op te slaan op het bedrijf. Gezien het prijsverschil, 0,1 €ct/kWh mogen hier investeringskosten tegenover staan.

In § 2.3.1 en 2.3.4 wordt dit doorgerekend voor ijsbankkoeling en het overschakelen van een gasboiler/geiser op een elektrische boiler.

2. Elektrificatie

In dit hoofdstuk gaan we in op verschillende soorten elektrische apparatuur waarbij diesel door elektriciteit wordt vervangen, of waarbij het elektriciteitsgebruik meer over de dag wordt verspreid zodat meer 'eigen' stroom kan worden gebruikt. Omdat van verschillende apparatuur niet heel veel informatie beschikbaar is, wordt in de meest genoemde omschrijvingen een specifiek merk vermeld. In sommige gevallen betekent dat dat er nog geen apparatuur van andere merken beschikbaar is, in andere gevallen is die er wel (of in ontwikkeling), maar is daar weinig of geen informatie over, of wilde de leverancier geen informatie prijsgeven.

2.1 Type apparatuur en gebruik

Afgelopen jaren zijn er elektrische 'nieuwkomers' verschenen zoals elektrische voersystemen en shovels. Daarnaast maken bekende systemen zoals elektrische boilers een comeback. We beschrijven in deze paragraaf de werking van vier apparaten, te weten elektrische boilers, elektrische voersystemen, elektrische shovel en ijsbankkoeling. Ook staan we stil bij het gebruik van elektriciteit t.o.v. diesel bij de genoemde apparatuur.

2.1.1 Elektrische boilers

Green Energy Smart boiler

De Green Energy Smart boiler van Itho Daalderop is een elektrische boiler die zelflerend is waardoor deze verwarmt op basis van de behoefte van de gebruiker. Tijdens de eerste week na de installatie herkent de boiler het verbruikersprofiel en kan het moment van verwarmen hierop aansluiten. Hiermee wordt energie bespaard doordat de stilstandsverliezen zich tot een minimum beperken.

Energiebesparing

De smartboiler is verkrijgbaar in vijf verschillende varianten: 30, 50, 80, 120 en 150 liter. Het vermogen van de boiler is 2500 W. Het verbruik is bij de 30 tot 80 liter variant ruim 1300 kWh en bij de 120 en 150 liter variant bijna 2700 kWh. Het verbruik van een vergelijkbare standaard boiler is ongeveer 1500 kWh en 3000 kWh. De smart energie boiler kost ± 50 euro meer dan de smart boiler, met een extra besparing van 2% per jaar is dit met 7,5 jaar terugverdiend. Daarnaast worden de zonnepanelen ook rendabeler omdat er meer stroom achter de meter kan worden gebruikt.



2.1.2 Elektrische voersystemen

Automatisch voersysteem

De Lely Vector, een automatisch voersysteem, bestaat uit een voerkeuken en een meng & voer robot. De voerkeuken moet om de 2 á 3 dagen gevuld worden, afhankelijk van de grootte van de voerkeuken. Een grijper stelt het voorgeprogrammeerde rantsoen samen uit de voerblokken en/of -balen en plaatst deze in de voer mengrobot. Deze mengt het en vervolgens rijdt de robot naar de stal waar het voer gedoseerd wordt gevoerd aan de groep koeien waar het voor bedoeld is. Via een app wordt de ondernemer op de hoogte gehouden van het voeren. Doordat de ondernemer zelf niet hoeft te voeren kan er eenvoudig vaker op een dag gevoerd worden.



Voordelen bedrijfsvoering

Koe gezondheid: er kunnen positieve effecten optreden op pens- en klauwgezondheid door betere beschikbaarheid van voer. Dat kan leiden tot een hogere melkproductie.

Meer inzicht: een managementsysteem is gekoppeld aan de Lely Vector en levert inzicht in het rendement van de voerstrategie. Via een app kan de ondernemer aanpassingen doorvoeren.

Tijdsbesparing: het automatiseren van voeren bespaart de ondernemer veel tijd. De ondernemer hoeft nog maar 1 keer in de drie dagen de voerkeuken te vullen. De gemiddelde tijdsbesparing is ruim 400 uur, dit levert dus besparing in loonkosten en/of meer flexibiliteit op voor de ondernemer. Voor aanschaf is MIA/VAMIL mogelijk.

Elektrisch aangedreven voermengwagen

Er zijn verschillende elektrisch aangedreven voermengwagens op de markt. Reesink Agri heeft samen met Motrac Industrie de KUHN MoRe E voermengwagen ontwikkeld. De MoRe E unit is te monteren op alle direct lossende Profile DL en DS modellen met inhoud van 9 tot en met 34 m³, zowel nieuwe modellen als gebruikte modellen. In de unit bevindt zich een elektromotor en een lithium batterij. De voermengwagen is op afstand te bedienen.



Voordelen bedrijfsvoering

De voermengwagen kan door één voertuig geladen en gelost worden. Dit bespaart veel kosten op brandstof doordat er geen trekker met een hoog toerental hoeft de mengen. Omdat er geen tweede trekker aanwezig hoeft te zijn, bespaart dit ook op onderhoud, afschrijving en verzekering. Voor aanschaf is MIA/VAMIL mogelijk.

2.1.3 Elektrische shovel

Elektrische shovel

Het marktaandeel van de elektrische minishovel is nu nog beperkt. Dat verandert snel. Fabrikanten moeten aan Fase V emissienormen voldoen, waardoor nieuwe modellen met dieselmotoren duurder worden. Het prijsverschil met elektrisch aangedreven shovels krimpt. Beschikbare modellen variëren

van 1,4 tot 2,4 ton met kiplast van 700 tot 1.500 kilo. Daarbij geldt dat een elektro-variant zwaarder is dankzij de accu en niet vergelijkbaar is met de dieselvrsie. Prijzen variëren van een krappe €30.000, voor de Chinese Eurotrac, tot ruim €50.000 voor gevestigde merken als Weidemann, Kramer en Schäffer. Moet de shovel een kuilhapper of boxenstrooier aandrijven, dan is de accu zo leeg. Een zwaarder accupakket is vaak wel leverbaar, maar vergt een snellader. Per fabrikant wisselt het accuvermogen sterk. Het is belangrijk om daarop te letten.

Elektrisch rijden vraagt gewenning. Na het omdraaien van de sleutel blijft het stil. Vanuit stilstand is altijd 100 procent van het vermogen beschikbaar. Dat maakt de shovel sterk. Fabrikanten bouwen het accupakket in bestaande modellen. De rest blijft bekende techniek. De actieradius wordt mede bepaald door de rijstijl en varieert van 2 tot 5 uur. Sommige shovels leveren de remenergie terug aan de accu. Slimme software bewaakt de temperatuur en piekbelastingen. In extreme gevallen regelt de accu zichzelf terug.

De elektrische variant is grofweg een kwart duurder dan de dieselluitvoering. De techniek kent minder draaiende delen en het onderhoud is nihil. Fabrikanten schatten dat de onderhoudskosten op de gehele levensduur wel 40% lager kunnen zijn. Dat is uiteraard nog niet bewezen. In de toekomst kan de accu ook als tussenopslag dienen voor zelf opgewekte stroom. Soms kan dat nu ook al, maar je verliest de fabrieksgarantie.

Voordelen bedrijfsvoering

Meest genoemde voordeel is dat de shovel sneller is en sterker en bovendien altijd stil. Niet alleen de kostenbesparing kan doorslag geven maar ook de neveneffecten kunnen hiervoor zorgen. Ook zijn de onderhoudskosten doorgaans lager.

Voor aanschaf is MIA/VAMIL mogelijk (wanneer de shovel overwegend buiten gebruikt wordt!) en in sommige provincies kan een aanvraag voor POP3-subsidie worden ingediend.

2.1.4 IJswaterkoeling

Sinds de jaren '60 bestaat de techniek van ijswaterkoeling. Door middel van een ijsaccumulator wordt er een ijsreserve opgebouwd met daar rond ijswater op een temperatuur tussen de 0,5 en 1 graden. Deze techniek wordt veelal toegepast op bedrijven die hoge eisen stellen aan de kwaliteit van de melk zoals kaasmakers. Ook neemt de toepassing ervan op bedrijven die met automatische melksystemen werken toe omdat het snel afkoelen van de melk met ijswater problemen met de zuurtegraad vet voorkomt. Daarnaast is deze manier van koelen in opkomst op grotere bedrijven omdat het toelaat om grote hoeveelheden melk in korte tijd te koelen..



Voordelen bedrijfsvoering

Met ijswaterkoeling kan op een klein oppervlakte veel energie opgeslagen worden. Doordat de melk snel gekoeld wordt, wordt de kwaliteit altijd gewaarborgd. IJswaterkoelsystemen zijn eenvoudiger af te stellen dan traditionele koelsystemen.

2.2 Inpassing eigen stroomopwekking

In deze paragraaf beschrijven we de inpassing van de apparatuur in de eigen energieopwekking. Een hoger percentage benutting van eigen energie levert een besparing op als op termijn de

salderingsregeling wordt afgeschaft. Daarnaast kan een bedrijf in bepaalde gevallen toe met een kleinere elektriciteitsaansluiting. Door meer eigen energie te gebruiken kan tenslotte op inkoop van energie bespaard worden en is in Nederland minder buffercapaciteit nodig van fossielgestookte energiecentrales.

2.2.1 Elektrische boilers

De Smartboiler geeft door middel van een app inzicht in het energieverbruik en geeft door middel van pushberichten slimme bespaartips. Ook geeft de app aan wanneer en hoe vaak de boiler wordt geactiveerd. Door hier slim op in te spelen kan de Green Energie Smartboiler overschotten in het elektriciteitsnet op vangen en het net ontlasten. Door de combinatie van de boiler en de app kan er tot 12% energie worden bespaard.

Op melkveehouderijbedrijven is er elke drie dagen, wanneer de melktank gereinigd wordt, extra warm water nodig. De boiler capaciteit moet hierop afgestemd zijn maar deze capaciteit wordt niet dagelijks benut. Met 'slimme' boilers kan hierop beter ingespeeld worden.

2.2.2 Elektrische voersystemen

Voor een automatisch voersysteem of een elektrische aangedreven voermengwagen is er in combinatie met duurzame energieopwekking door middel van zonnepanelen en/of wind een grote overlap mogelijk met het moment van opwekken en het verbruik. Hierdoor wordt het energienet ontlast en is er, na afschaffing van de salderingsregeling, een beter verdienmodel voor de zonnepanelen en/of windmolen.

2.2.3 Elektrische shovel

Ook voor een elektrische shovel geldt dat het opladen kan gebeuren op een tijdstip dat er voldoende eigen duurzame energie wordt opgewekt, waardoor het percentage eigen gebruik hiervan omhoog kan worden gebracht.

Om gebruikt te kunnen maken van duurzame elektriciteit van zonnepanelen is het nodig om de shovel snel op te kunnen laden.

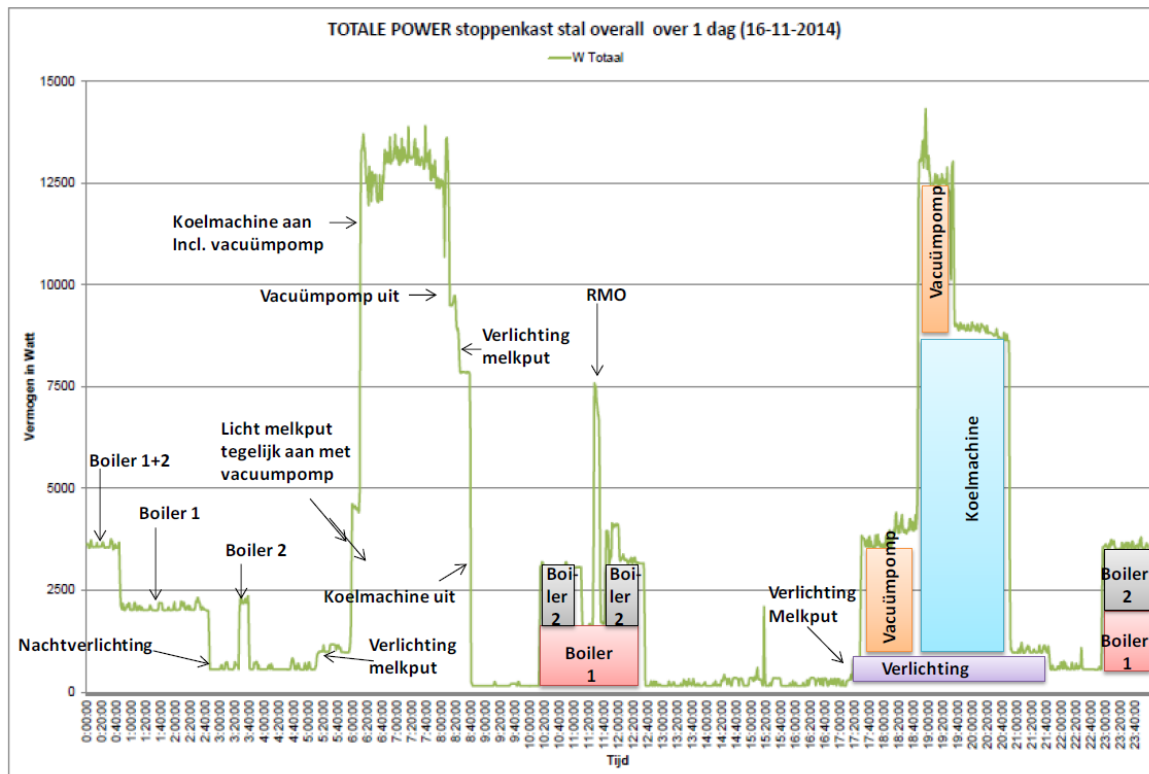
2.2.4 IJswaterkoeling

Het systeem van ijswaterkoeling is bij uitstek geschikt voor het opvangen van pieken in elektriciteitsgebruik op het bedrijf en het benutten van eigen energieproductie doordat het energiegebruik voor het koelen verplaatst kan worden.

Doordat het koelsysteem een buffer kan opbouwen tot twee melkbeurten kan er op een slimme manier met energie omgegaan worden. In Figuur 21 is het verbruikersprofiel op een melkveehouderijbedrijf weergegeven dat twee keer per dag met een traditioneel melksysteem melkt. In de figuur is ingekleurd wanneer welke apparatuur energie gebruikt. Het gebruik van de koelmachine kan verplaatst worden waardoor er overdag voldoende ijs wordt gemaakt om de melk van de avond en ochtend melking te koelen.

Het systeem kan op alle verschillende grootten van melktanks toegepast worden. Voor melktanks tot 15.000 liter heeft Fullwood een melktank met een geïntegreerde ijsaccumulator. Dit bespaart kosten op de installatie en op de ruimte.

Naast ijswaterkoeling heeft DeLaval een systeem waarin met glycol gekoeld wordt. Ook hier gelden de voordelen die gelden voor ijswaterkoeling.



Figuur 25: Energieprofiel van een melkveehouderijbedrijf (uit Energie&Landbouw: modelbedrijven rapport WPR 784).

2.3 Besparing diesel en gas

In deze paragraaf wordt de besparing op fossiele brandstoffen en daarmee verband houdende uitstoot van CO₂ beschreven wanneer boilers, voermengsystemen en shovels op elektriciteit draaien. Vervanging van fossiele brandstoffen levert met name (en soms alleen) besparing van uitstoot op als sprake is van vervanging door duurzaam opgewekte elektriciteit.

Er zijn weinig gegevens beschikbaar over het gebruik van diesel of elektriciteit van deze apparatuur. De in deze paragraaf gebruikte gegevens zijn afkomstig van enkele praktijkbedrijven of gebaseerd op in de praktijk gebruikte kengetallen.

2.3.1 Elektrische boilers

Een melkveehouderijbedrijf met een jaarproductie van 1.000.000 kg melk gebruikt in een optimale situatie 500 m³ aardgas voor het maken van warmwater. Wanneer dit bedrijf overgaat op een elektrische boiler dan gebruik deze in een optimale situatie 3.000 kWh (3 kWh/1.000 kg melk, zie § 1.1).

Tabel 3 laat zien dat door het direct benutten van op het bedrijf geproduceerde duurzame elektriciteit, na afschaffing van de salderingsregeling, enkele honderden euro's per jaar bespaard kunnen worden. Vanaf het benutten van 37% eigen geproduceerde duurzame elektriciteit is het financieel aantrekkelijk om over te stappen van een gas- op een elektrische boiler voor een bedrijf met een zon-PV systeem.

Een gebruik van 3.000 kWh per jaar betekent gemiddeld een gebruik van 8 kWh per dag. Aangegeven is dat op de in deze rapportage beschreven melkveehouderijbedrijven gemiddeld structureel 40-80 kWh zonnestroom beschikbaar is. Dit is voldoende om in het gebruik van een elektrische boiler te voorzien. Op een bedrijf dat jaarlijks 1.200.000 kg melk produceert is dat ongeveer 10 kWh/dag.

	500 m ³ aardgas	3000 kWh	3000 kWh, 37% eigen elektriciteit	3000 kWh, 50% eigen elektriciteit	3000 kWh, 100% eigen elektriciteit
100% saldering	€ 300	€ 414	€ 414	€ 414	€ 414
0% saldering			€ 300	€ 260	€ 105

Tabel 3: Variabele energiekosten (€/per jaar) voor de warmwatervoorziening op een bedrijf met een traditioneel melksysteem met een jaarverbruik van 1.000.000 kg melk in een optimale situatie, uitgaande van een aardgasprijs van 0,60 €/m³ (excl. BTW en incl. REB en ODE), een elektriciteitsprijs van 0,138 €/kWh voor elektriciteit die van het net wordt afgenomen en 0,138 (100% saldering) 0,035 (0% saldering) €/kWh voor de elektriciteit die teruggeleverd wordt aan het net.

2.3.2 Elektrische voersystemen

Het diesel- en elektriciteitsgebruik voor voermengen is afhankelijk van de mengcyclus, oftewel hoe vaak, hoe lang en hoeveel er wordt gemengd. Daarnaast speelt bij het dieselgebruik het vermogen en en type trekker die ingezet wordt een rol.

Onderstaande rekenvoorbeelden die gebaseerd zijn op cijfers van enkele praktijkbedrijven geven dan ook alleen een indicatie van de mogelijkheden om op het gebruik van diesel te besparen door te elektrificeren.

Automatisch voersysteem

Bij een gewone voermengwagen zorgt een draaiende trekker ervoor dat het voer gemengd wordt en is er een trekker of shovel nodig om te vullen. Bij automatisch voeren wordt eens in de 2 á 3 dagen de voerkeuken gevuld. Voor twee bedrijven (A en B) zijn het gebruik van diesel en elektriciteit vergeleken en zijn de energiekosten naast elkaar gezet.

In geld uitgedrukt bespaarde dit op moment van monitoring bij bedrijf A bijna € 5000,- per jaar en bij bedrijf B bijna €3.000,- per jaar. Na afschaffing van de salderingsregeling is dit voordeel op bedrijven die zelf duurzame elektriciteit opwekken ongeveer € 700,- per jaar hoger.

	Bedrijf A		Bedrijf B	
dieselgebruik	5.811 liter/jaar	€ 5.811,-	3.728 liter/jaar	€ 3.728,-
Elektriciteitsgebruik 100% saldering	8.030 kWh/jaar	€ 1.108,-	7.760 kWh/jaar	€ 1.070,-
Elektriciteitsgebruik 0% saldering	8.030 kWh/jaar	€ 281,-	7.760 kWh/jaar	€ 272,-

Tabel 4: Energiegebruik en -kosten op twee melkveehouderijbedrijven voor een met een tractor aangedreven voermengwagen en een automatisch voersysteem, uitgaande van een dieselprijs van € 1,- per liter en een elektriciteitsprijs van 0,138 €/kWh (100% saldering) en 0,035 €/kWh (0% saldering).

Een gebruik van 8.000 kWh per jaar betekent gemiddeld een gebruik van 22 kWh per dag. Metingen aan een automatisch voersysteem, uitgevoerd in door provincie Utrecht ondersteunde studiegroepen, toonden eveneens een gebruik van 22 kWh/dag over een periode van 10 maanden (gegevens van T. Verhoef, PPP Agro Advies).

Een gebruik van ruim 20 kWh/dag is op veel melkveehouderijbedrijven een groot deel van het jaar in te vullen met de duurzame elektriciteit die gemiddeld per dag wordt teruggeleverd aan het net (zie Figuren 13 en 22).

Elektrisch aangedreven voermengwagens

Als vuistregel wordt voor een voermengwagen vaak uitgegaan van een dieselgebruik van 14 liter per dag, oftewel 5.110 liter per jaar. Voor het gebruik van de elektrische voermengwagen wordt als vuistregel vaak uitgegaan van 20 kWh per dag oftewel 7.300 kWh per jaar.

	Bedrijf C	
Dieselgebruik	5.110 liter/jaar	€ 5.110,-
Elektriciteitsgebruik 100% saldering	7.300 kWh/jaar	€ 1.007,-
Elektriciteitsgebruik 0% saldering	7.300 kWh/jaar	€ 255,-

Tabel 5: Energiegebruik en -kosten op een melkveehouderijbedrijf voor een met een tractor aangedreven voermengwagen en een elektrisch aangedreven voermengwagen, uitgaande van een dieselprijs van € 1,- per liter en een elektriciteitsprijs van 0,138 €/kWh (100% saldering) en 0,035 €/kWh (0% saldering).

Een elektrisch voermengen levert een besparing op het brandstofgebruik op van ± €4.000,- per jaar. Als de elektrische voermengwagen €30.000,- meer kost dan hetzelfde type zonder elektrische aandrijving (en met een extra tractor) dan is de extra investering in ruim 7 jaar terugverdiend. Metingen aan het dieselgebruik op melkveehouderijbedrijven, uitgevoerd in door provincie Utrecht ondersteunde studiegroepen, toonden op één bedrijf dat een jaar lang zorgvuldig het gebruik heeft gemeten een gebruik van 4,5 (zomer) tot 9 (winter) liter per dag (gegevens van T. Verhoef, PPP Agro Advies). Dit laat zien dat het gebruik, afhankelijk van de omstandigheden, flink kan variëren.

2.3.3 Elektrische shovel

Onderstaand bedrijf heeft een trekker met kuilhapper vervangen door een elektrische shovel met kuilhapper. Dit bedrijf schat in hiermee op jaarbasis 7.000 liter diesel te besparen. Het elektriciteitsgebruik van de shovel is ruim 10.000 kWh/jaar.

Op dit bedrijf loopt de besparing op de brandstofkosten op tot € 5.500,-. Daarnaast zijn de kosten voor onderhoud voor de elektrische shovel lager. Op dit bedrijf lag dit in de orde van grootte van € 1.500,- per jaar.

	Bedrijf D	
Dieselgebruik	7.000 liter/jaar	€ 7.000,-
Elektriciteitsgebruik 100% saldering	10.500 kWh/jaar	€ 1.449,-
Elektriciteitsgebruik 0% saldering	10.500 kWh/jaar	€ 368,-

Tabel 6: Energiegebruik en -kosten voor een shovel op een melkveebedrijf.

Een gebruik van bijna 30 kWh/dag is op veel melkveehouderijbedrijven een groot deel van het jaar in te vullen met de duurzame elektriciteit die gemiddeld per dag wordt teruggeleverd aan het net (zie Figuren 13 en 22).

Zelfs in combinatie met een elektrische boiler en een automatisch voermengsysteem.

2.3.4 IJswaterkoeling

Bij ijswaterkoeling wordt geen diesel of aardgas bespaard. IJswaterkoeling biedt de mogelijkheid het elektriciteitsgebruik te verschuiven en daardoor het directe gebruik van op het bedrijf geproduceerde elektriciteit te verhogen.

Onderstaand wordt hiervoor een rekenvoorbeeld gegeven voor een bedrijf met een traditioneel melksysteem en een zon-PV systeem.

Uitgangpunten:

Situatie waarin het energiegebruik voor koeling 'optimaal' is

- Verbruik voor standaard koeling bedraagt 4 kWh/1.000 kg melk (zie Figuur 1)
- De koelmachine draait grotendeels op stroom uit het net, benut voor 10% van het gebruik zonnestroom
- Verbruik voor ijsbankkoeling is 10% hoger dan voor standaardkoeling
- Ijsbankkoeling benut voor 80% zonnestroom
- Bedrijf produceert jaarlijks 1.000.000 kg melk
- Bedrijf produceert bijna genoeg zonnestroom, neemt nu nog jaarlijks 10.000 kWh van het net af.

Situatie waarin het energiegebruik voor koeling 'gemiddeld' is

- Verbruik voor standaard koeling bedraagt 10 kWh/1.000 kg melk (zie Figuur 1)
- Overige voorwaarden zijn identiek

	Verbruik (kWh/jaar)	Extra energiekosten onder de salderingsregeling	Jaarlijkse energiekosten na afschaffing salderingsregeling
Verbruik standaard koelmachine (kWh/jaar) in optimale situatie	4.000		€ 512
Verbruik ijsbankkoeling (kWh/jaar) in optimale situatie	4.400	€ 55	€ 245
Verbruik standaard koelmachine (kWh/jaar) gemiddeld	10.000		€ 1.280
Verbruik ijsbankkoeling (kWh/jaar) gemiddeld	11.000	€ 138	€ 612

Tabel 7: Verschil in jaarlijkse energiekosten voor ijsbankkoeling op een bedrijf dat netto 10.000 kWh elektriciteit van het net afneemt en voor het overige deel zelf met zonnepanelen duurzame elektriciteit produceert (zie tabel 2 voor de gehanteerde elektriciteitsprijzen).

Met de huidige salderingsregeling zijn de jaarlijkse energiekosten 10% hoger vanwege het 10% hogere gebruik. Na afschaffing van de salderingsregeling bedragen de jaarlijkse elektriciteitskosten voor ijsbankkoeling ongeveer de helft van de kosten voor een standaardkoelmachine op een bedrijf met een zon-PV systeem.

Ijsbankkoeling kost in een nieuwbouwsituatie (of bij vervanging van melktank en koelsysteem) ongeveer € 6.000,- extra. Deze investering is met besparingen op de elektriciteitskosten op een bedrijf (1.000.000 kg melk/jaar) met een zon PV-systeem bij een gemiddeld gebruik voor koeling na ongeveer 10 jaar terugverdiend. Op grotere bedrijven daalt de terugverdientijd omdat de meerkosten voor ijsbankkoeling tot een bedrijfsomvang van 2.000.000 kg melk min of meer constant is. Voor een bedrijf dat jaarlijks 2.000.000 kg melk produceert ligt de terugverdientijd rond de 5 jaar.

2.4 CO₂ uitstoot elektriciteit en diesel

In dit rapport wordt in beeld gebracht welke mogelijkheden er zijn om de hoeveelheid duurzame elektriciteit die op een melkveehouderijbedrijf wordt geproduceerd direct te benutten. Van de op het melkveehouderijbedrijf geproduceerde zonne-energie wordt een groot deel weer ingevoerd in het net.

Het direct benutten van op het bedrijf geproduceerde duurzame elektriciteit is interessant omdat:

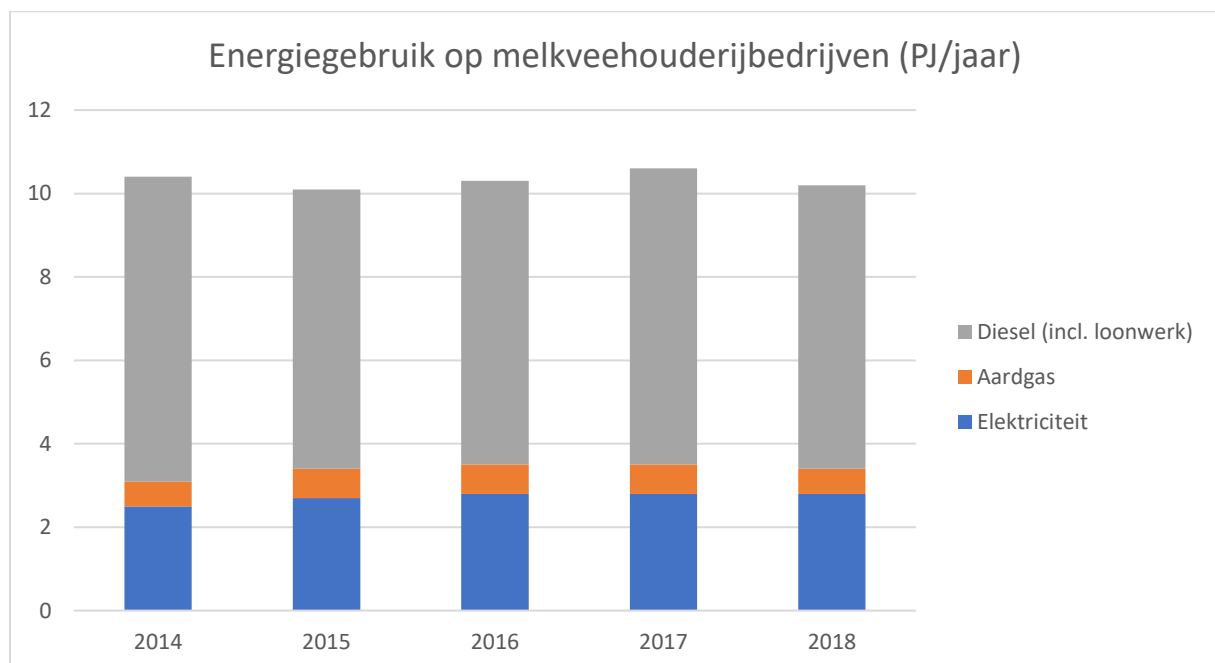
- na afschaffing van de salderingsregeling deze elektriciteit goedkoop door de melkveehouder benut kan worden;
- het elektriciteitsnet hiermee ontlast wordt;
- verliezen verbonden aan het transport van elektriciteit worden beperkt.

De laatste twee voordelen zijn geen voordelen voor de melkveehouder maar voor de BV Nederland.

Het belangrijkste voordeel van het benutten van de duurzame elektriciteit is natuurlijk het beperken van het gebruik van fossiele brandstof want daarmee wordt CO₂ bespaard.

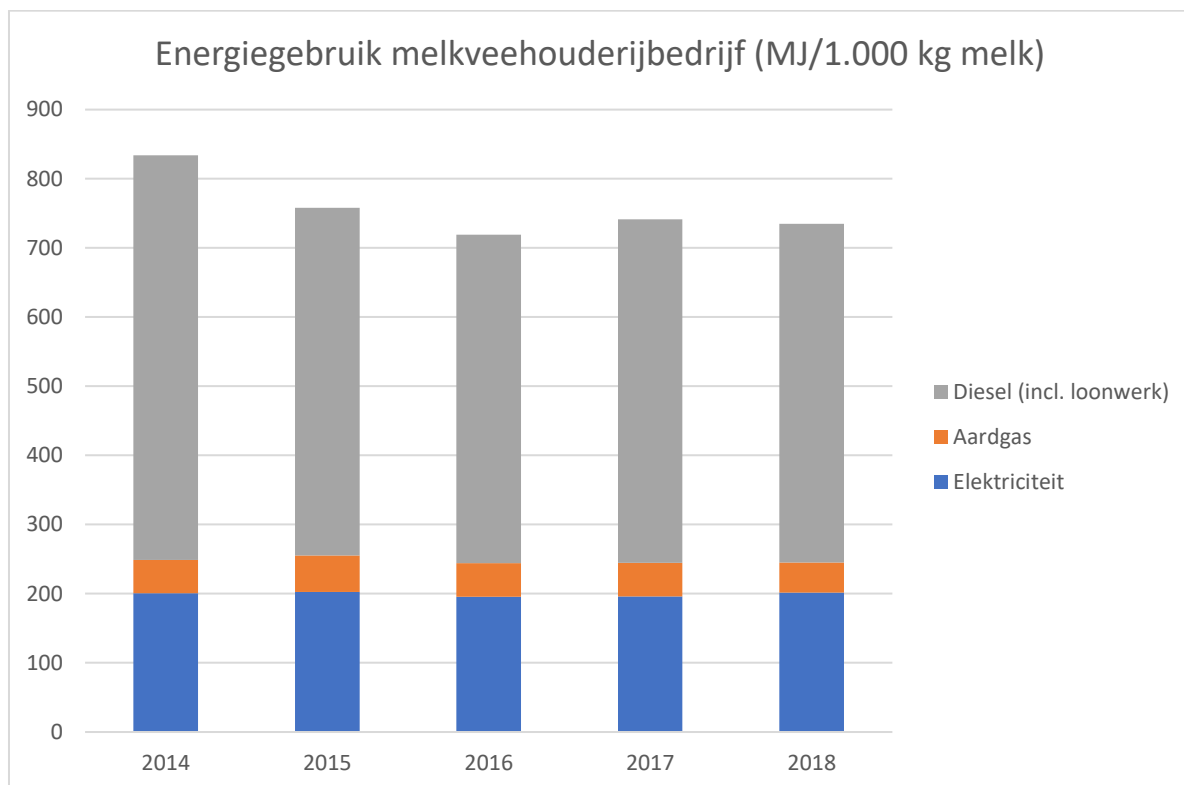
De voorgaande paragrafen hebben laten zien dat er weinig gemeten wordt aan het gebruik van diesel en elektriciteit op melkveehouderijbedrijven. Om toch een indruk te geven van de mogelijke CO₂-reductie door elektrificatie is gerekend met de cijfers uit de sectorrapportage die jaarlijks door de zuivel wordt uitgebracht.

In de sectorrapportage 2018 wordt het gebruik van energie (in PJ) op melkveehouderijbedrijven weergegeven, onderverdeeld naar het gebruik van diesel, aardgas en elektriciteit (zie Figuur 22). Het energiegebruik komt voor bijna 70% voor rekening van diesel. Het aardgasgebruik is beperkt, ruim 6%. Het resterende gebruik ruim 26% bestaat uit elektriciteit.



Figuur 26: Totaal energiegebruik op melkveehouderijbedrijven in Nederland (Sectorrapportages Duurzame Zuivelketen, Prestaties in beeld van 2014 t/m 2018).

Omdat de melkproductie van jaar tot jaar varieert toont Figuur 23 het gemiddelde gebruik in MJ per 1.000 kg melk.

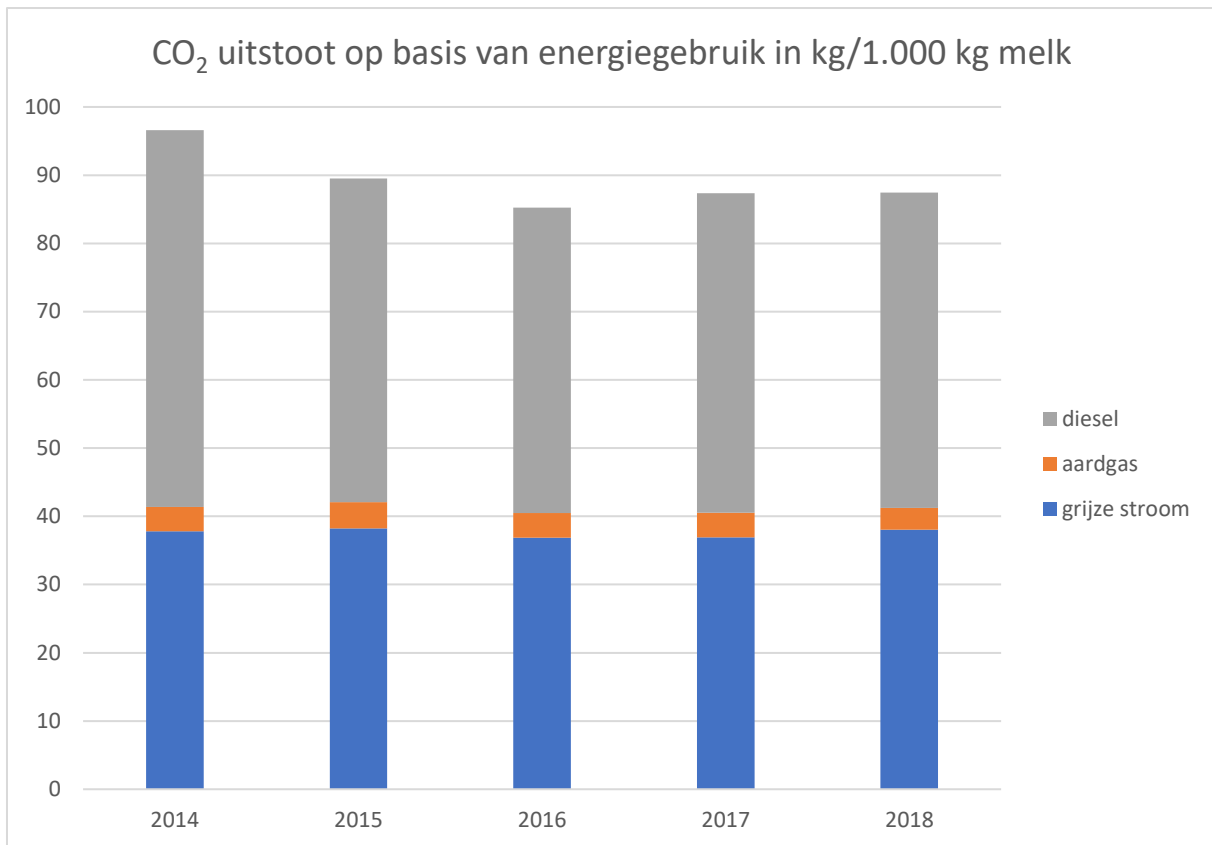


Figuur 27: het gemiddelde energiegebruik in MJ per 1.000 kg melk.

Op basis van het bovenstaande gebruik kan de uitstoot van CO₂ worden berekend (zie Figuur 28). Hierbij zijn de emissiefactoren toegepast die in de sectorrapportage gebruikt zijn en is ervan uitgegaan dat er alleen grijze stroom wordt gebruikt. In Tabel 8 zijn de gehanteerde emissiefactoren weergegeven.

Energiebron	CO ₂ uitstoot kg CO ₂ eq./MJ
Elektriciteit (grijze stroom)	0,18861
Elektriciteit (groene stroom)	0,0073
Aardgas	0,0737
Diesel	0,0943

Tabel 8: CO₂ emissie factoren uit de sectorrapportage 2018 van de Duurzame Zuivelketen voor diverse energiebronnen.



Figuur 28: de gemiddelde broeikasgasemissie uit fossiele brandstoffen in kg CO₂ per 1.000 kg melk

Ongeveer 70% van het energiegebruik in MJ heeft betrekking op diesel. Wat CO₂-uitstoot betreft komt bijna 54% voor rekening van diesel. De CO₂ uitstoot van diesel is per J de helft van die van grijze elektriciteit.

Omdat het lastig is om het gebruik van energie in J te duiden onderstaand een tabel waarin de energiedichtheid van de verschillende energiebronnen is weergegeven in MJ en kWh.

Energiebron	Energie-inhoud in MJ	Energie-inhoud in kWh
Elektriciteit (1 kWh)	3,6	1
Aardgas (m ³)	31,7	8,8
Diesel (liter)	36	10

Tabel 9: energiedichtheid van fossiele brandstoffen in MJ en kWh.

Het is niet zo dat voor het verrichten van 'taken' met diesel, aardgas of elektriciteit eenzelfde hoeveelheid energie (in J) nodig is. Hier kunnen grote verschillen tussen zitten.

Een melkveehouderijbedrijf met een jaarproductie van 1.000.000 kg melk gebruikt in een optimale situatie 500 m³ aardgas voor het maken van warmwater. Wanneer dit bedrijf overgaat op een elektrische boiler dan gebruik deze in een optimale situatie 3.000 kWh (3 kWh/1.000 kg melk, zie § 1.1).

De CO₂ uitstoot van 500 m³ aardgas is $500 \times 31,7 \times 0,0737 = 1.168$ kg CO₂ eq. De uitstoot van 3.000 kWh grijze stroom is $3.000 \times 3,6 \times 0,18861 = 2.037$ kg CO₂ eq. Benut de boiler alleen groene stroom dan is de uitstoot een stuk lager, $4.400 \times 3,6 \times 0,0073 = 116$ kg CO₂ eq.

Een CO₂ uitstoot van 1.168 kg kan met grijze stroom alleen gerealiseerd worden wanneer een elektrische boiler minder dan 1.720 kWh verbruikt, bijna de helft van het gebruik in een optimale situatie (3.000 kWh).

Wordt er een mix van grijze en groene stroom gebruikt en is 3000 kWh nodig om warm water te maken, dan is de CO₂ uitstoot pas lager wanneer er meer dan 45% groene stroom wordt gebruikt. Omdat op praktijkbedrijven het gebruik vaak hoger is, is een hoger aandeel groene stroom nodig om de CO₂ uitstoot niet te laten toenemen door het elektrificeren van de warmwatervoorziening.

In Tabel 10 is een vergelijkbare berekening uitgevoerd voor het elektrificeren van het voermengen of een shovel.

	Dieselgebruik voor vergelijkbare werkzaamheden (l/jaar)	CO ₂ -uitstoot (kg/jaar)	elektriciteitsgebruik (kWh/jaar)	CO ₂ uitstoot grijze stroom (kg/jaar)	CO ₂ uitstoot groene stroom (kg/jaar)
automatisch voersysteem A	5.811	19.539	8.030	5.452	211
automatisch voersysteem B	3.728	12.535	7.760	5.269	204
elektrische voermengwagen	5.110	17.182	7.300	4.957	192
automatisch voersysteem bedrijf Utrecht	2.550	8.574	7.300	4.957	192
elektrische shovel	7.000	23.537	12.000	8.148	315

Tabel 10: Verlaging CO₂ uitstoot door het elektrificeren van taken op melkveehouderijbedrijven.

Verwacht mag worden dat de CO₂ uitstoot van grijze elektriciteit de komende jaren gaat dalen door aanpassing van de energiemix die elektriciteitscentrales zullen inzetten.

Elektrificatie is vanuit CO₂ reductie gezien bij vervanging van aardgas alleen interessant wanneer voor de boiler grotendeels met groene elektriciteit wordt gevoed. Het elektrificeren van apparatuur die normaliter met diesel wordt aangedreven leidt al tot een forse reductie van de CO₂ uitstoot wanneer hiervoor grijze stroom wordt ingezet. De reductie loopt op tot zo'n 80% wanneer de werkzaamheden met groene stroom worden uitgevoerd.

3. Ervaringen

3.1 Afwegingen voor aanschaf

In deze paragraaf beschrijven we wat de afwegingen zijn van veehouders om de apparatuur aan te schaffen. Hiervoor hebben we voor elk apparaat-type 3-4 veehouders gesproken. Het betreft dus een indicatie van afwegingen, we claimen daarmee niet uitputtend te zijn, maar wel een redelijk beeld te geven van de praktijk.

Elektrische boilers worden, in tegenstelling tot de andere apparatuur, al jarenlang standaard en naar tevredenheid toegepast op melkveehouderijbedrijven. Op meer dan de helft van de melkveehouderijbedrijven hangen een of meer elektrische boilers (benchmarkcijfers energiescan zuivel). In het verleden hebben melkveehouders vanuit kostenoverwegingen de overstap van elektrisch naar gas gemaakt. Aardgas was goedkoper dan elektriciteit. Daarnaast is de warmwatervoorziening op aardgas flexibeler omdat in een kortere tijd een grotere hoeveelheid water opgewarmd kan worden. Vooral op grotere melkveehouderijbedrijven is dit een voordeel. Gezien de brede toepassing hebben we melkveehouders niet bevraagd op hun ervaringen met een elektrische boiler.

3.1.1 Elektrische voersystemen

Voor ervaring met een automatisch voersysteem spraken we vier veehouders. Allen hadden een Lely Vector aangeschaft. Reden voor aanschaf van een automatisch voersysteem die door alle veehouders genoemd werd was arbeidsbesparing. Dat gaat in sommige gevallen samen met nieuwbouw. Belangrijke andere overweging die door enkelen genoemd werd, was energie/dieselbesparing, al was de precieze omvang van de besparing tevoren niet duidelijk. Tenslotte werd ook investering om minder belasting te betalen als argument genoemd. Bovengenoemde argumenten waren ook de belangrijkste meerwaarde ten opzichte van andere (traditionele) voersystemen. De meeste veehouders gingen in gesprek met meerdere leveranciers om een goede afweging te maken. Daarbij speelde vaak ook de gebruikskosten een rol. De aanschafkosten waren hoger, maar daar staan minder kosten voor energie en arbeid tegenover.

3.1.2 Elektrische shovel

Voor de aanschaf van een elektrische shovel spraken we twee veehouders die er één hadden aangeschaft; daarnaast spraken we nog een veehouder die zelf een elektrische shovel bouwde. Reden voor aanschaf was het gebruik van eigen zonne-energie, waarmee diesel kan worden bespaard. In combinatie met goede verhalen over onderhoudskosten en restwaarde en de mogelijkheid voor MIA/VAMIL aftrek en in sommige gevallen een mogelijke POP3-subsidie was het een aantrekkelijke investering.

3.1.3 IJswaterkoeling

Voor de ervaringen met de aanschaf en het gebruik van ijswaterkoeling spraken we twee veehouders.

Redenen voor aanschaf waren het beter gebruik van eigen opgewekte zonne-energie, waardoor een minder zware aansluiting nodig was. Daarnaast was ook het sneller koelen een voordeel dat bij de afwegingen een rol speelde. Overigens werd opgemerkt dat het systeem zich wellicht niet direct terugverdient, zolang er nog sprake is van saldering. Wel is het een stap in de richting waar het in de toekomst heen zal gaan. Daarbij is de investering in een melktank en koelsysteem niet iets wat men regelmatig doet: het is een investering voor een heel lange periode. Dit was voor één van de

veehouders de doorslaggevende reden om er toch nu, ondanks de salderingsregeling, mee aan de slag te gaan.

Eén van de veehouders kwam het systeem vooral in het buitenland tegen, de ander hoorde erover op de radio. Deze laatste moest in Nederland nogal zoeken naar een leverancier die het wilde leveren. Niet alle leveranciers waren even enthousiast.

Ervaring qua kosten is dat het koelsysteem bij aanschaf duurder is dan een traditioneel systeem. De besparing zit hem in het benutten van eigen opgewekte energie.

3.2 Inpassing in de bedrijfsvoering

In deze paragraaf beschrijven we wat de ervaringen van veehouders zijn met de verschillende apparatuur op het bedrijf. Voor deze ervaringen hebben we net als in §3.1 (dezelfde) veehouders gesproken, voor elk apparaat-type 2-3 veehouders. Ook hier gaat het dus om een indruk van ervaringen, waarbij we de intentie hebben om een redelijk beeld te geven van de praktijk.

De melkveehouders die wij spraken hadden elektrische voersystemen vanuit andere overwegingen aangeschaft dan een elektrische shovel of ijsbankkoeling. Bij de laatste twee speelde het benutten van eigen zonnestroom en het verduurzamen van het energiegebruik een veel grotere rol.

3.2.1 Elektrische voersystemen

Voor ervaring met een automatisch voersysteem spraken we vier veehouders. Allen hadden een Lely Vector aangeschaft. Allen zijn tevreden tot zeer tevreden met de aanschaf. De verwachtingen die ze tevoren hadden komen uit, dus tijd- en kostenbesparing. Wel wordt aangegeven dat in het begin veel op eigen ervaring moet worden uitgevoerd; niet elke voervertegenwoordiger had ervaring met het systeem. Ook wat betreft storingen betreft zijn de veehouders tevreden. Genoemd wordt dat onderhoudskosten of oplossen van storingen soms prijzig is, maar één van de geënquêteerden geeft ook eerlijk aan dat 9 van de 10 storingen door een eigen fout veroorzaakt worden. Ervaring van één van de anderen is dat het systeem betrouwbaar is. Zij hadden destijds een prototype, dat inmiddels al 8 jaar goed werkt.

Voor het energiegebruik geven ze allen aan tevreden tot zeer tevreden te zijn. Eén veehouder geeft aan dat de energiekosten 3 euro per dag bedragen, los van het vullen van de keuken. Het gaat daarbij om 150 melkkoeien (incl. droge koeien).

Alle geënquêteerden geven aan waarschijnlijk dezelfde keuze te maken als ze nu zouden moeten kiezen. Eén negatief punt wordt genoemd en dat is het ontbreken van de mogelijkheid om een lasagnekuil te maken, waardoor nu meer issues met broei op een bedrijf voorkomen.

Als tips voor collega-veehouders wordt aangegeven dat aanschaf het overwegen waard is. Wel moet het bij je passen, denk aan automatisering, data-analyse; er kunnen storingen optreden. Maar uiteindelijk bespaart het een hoop werk en daarmee kosten.

3.2.2 Elektrische shovel

Voor de aanschaf van een elektrische shovel spraken we twee veehouders die er één hadden aangeschaft. De geënquêteerde veehouders waren tevreden over het apparaat. Ze gaven aan dat de shovel snel reageert en makkelijk laadt. Hij is stabiel tijdens het werken en kan goed over ruig terrein rijden. Het is daarnaast een genot om mee te rijden, het rijdt muisstil en geeft geen uitlaatgassen. De accuduur is voldoende. Als men opnieuw voor de keuze stond zouden ze waarschijnlijk dezelfde keuze maken. Wel wordt aangegeven dat de subsidieregeling erg omslachtig en onzeker was, hetgeen voor de veehouders een risico was. Zonder subsidie is aanschaf minder aantrekkelijk.

Mooie tip voor collega-veehouders is: 'ga eens proefrijden; het zal je blij verrassen'. Voor leveranciers kregen we als tips mee: zorg voor een beschikbaar demomodel. Bouw een gps-tracker in om het risico op/bij diefstal te verkleinen en zorg voor kennis over subsidiemogelijkheden.

Alle veehouders zijn tevreden over het energiegebruik. Een van de veehouders gebruikt de machine voornamelijk voor het voeren van de koeien en denkt daarmee jaarlijks zo'n 3000 liter dieselolie te besparen. 'Voor 2 liter dieselolie per dag voer ik alle koeien en houd ik ook nog mijn erf schoon.'

Over ervaring met een elektrische shovel verscheen eerder een tweetal artikelen op agroenergiek.nl:

- <https://agroenergiek.nl/nieuws/elektrische-mini-shovels-geruisloos-over-het-erf>
- <https://agroenergiek.nl/nieuws/energie-voorloper-enthousiast-over-elektrische-shovel>

3.2.3 IJswaterkoeling

Voor de ervaringen met de aanschaf en het gebruik van ijswaterkoeling spraken we twee veehouders. Beiden zijn (heel) tevreden over de aanschaf; de verwachtingen worden waargemaakt. Ze zouden ook zeker dezelfde keuze maken als ze opnieuw zouden moeten kiezen. Beide bedrijven meten niet het elektriciteitsgebruik van de koelmachine en kunnen niet aangeven welk deel van het gebruik met eigen geproduceerde zonnestroom plaatsvindt.

Als tip naar collega-veehouders wordt aangegeven dat ze zich vooral goed moeten oriënteren op wat er bij hun bedrijf past. Alleen bij eigen zonnepanelen is het systeem een toevoeging om kosten te besparen. Tegelijkertijd zou dit best het systeem van de toekomst kunnen worden.

Tenslotte wordt nog opgemerkt dat een veehouder zich moet realiseren dat er af en toe water bijgevuld moet worden.

4. Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

1. Melkveehouderijbedrijven leveren gemiddeld over het jaar gezien een groot deel van de op het bedrijf geproduceerde duurzame elektriciteit terug aan het net. Op de bedrijven waarvan gegevens zijn meegenomen in deze rapportage werd gemiddeld 40-80 kWh per dag teruggeleverd. Dat was 46 tot 66% van de op het bedrijf geproduceerde zonnestroom. Deze bedrijven produceerden jaarlijks minder elektriciteit dan ze gebruiken. De bedrijven waren voor 59 tot 79% elektriciteitsneutraal. Zolang sprake is van saldering zijn hieraan geen negatieve financiële consequenties verbonden. Daarmee is er ook geen stimulans om een groter deel van de eigen geproduceerde stroom zelf te gebruiken, terwijl daarmee het elektriciteitsnet zou kunnen worden ontlast.
2. Het tempo waarin de salderingsregeling wordt afgeschaft leidt ertoe dat investeringen t.b.v. het verschuiven van het elektriciteitsgebruik voorlopig nog niet interessant zijn tenzij deze op een andere wijze worden ondersteund door bijvoorbeeld een EIA of MIA/VAMIL.
3. Het directe gebruik van op het bedrijf geproduceerde duurzame elektriciteit kan met bestaande apparatuur al flink verhoogd worden. Deze apparatuur is vooralsnog echter nog duurder in de aanschaf. Uitzondering hierop is de elektrische boiler.
4. Het 'terugverdienen' van de investeringen in het elektrificeren van de bedrijfsvoering gaat sneller voor apparatuur waarmee de overstap van diesel naar elektriciteit wordt gemaakt. Dat heeft te maken met relatief hoge kosten voor deze energiebron. Ook wordt aangegeven dat de onderhoudskosten voor elektrische apparatuur lager is dan voor de dieselvarianten.
5. De omvang van de financiële besparingen door het verschuiven van het elektriciteitsgebruik in de tijd (en daarmee het verhogen van het gebruik van eigen opgewekte energie) is, ook na afschaffing van de salderingsregeling, beperkt. IJsbankkoeling, een techniek die het moment van het gebruik van elektriciteit verschuift, levert qua energiegebruikskosten pas een gering voordeel op na afschaffing van de salderingsregeling.
6. Hetzelfde geldt, qua energiegebruikskosten, voor het vervangen van een gasboiler door een elektrische boiler.
7. Gezien de hoge CO₂ uitstoot van 'grijze stroom' t.o.v. aardgas is elektrificeren alleen uit het oogpunt van het verlagen CO₂ uitstoot interessant wanneer een groot deel van het stroomgebruik daadwerkelijk groen is.
8. Het elektrificeren van werkzaamheden die voorheen met diesel werden uitgevoerd, leidt altijd tot CO₂ reductie. Ook wanneer hiervoor grijze stroom wordt ingezet. Wordt hiervoor op het bedrijf geproduceerde groene stroom ingezet dan zijn besparingen tot 80% mogelijk.
9. Het moment waarop nieuwe apparatuur wordt aangeschaft is bepalend. Dan kan het meest kosteneffectief geïnvesteerd worden in het elektrificeren van de bedrijfsvoering of het verschuiven van het gebruik over de dag. Dit vraagt een lange termijnvisie van de melkveehouder op de meest wenselijke energiemix op het bedrijf.
10. Voor veel melkveehouders zijn investeringskosten doorslaggevend bij de aanschaf van apparatuur, terwijl de kosten van onderhoud en energiegebruik tussen apparatuur sterk verschillen. Total Cost of Ownership (TCO) wordt bij de aanschaf vaak nog niet in beeld gebracht. Juist voor het elektrificeren van de bedrijfsvoering is het van belang deze TCO's te kennen en tegen elkaar af te zetten.

11. De TCO is in de praktijk vaak moeilijk te bepalen, aangezien leveranciers maar zeer beperkt informatie (kunnen) verstrekken over nieuwe elektrische apparatuur of dieselvarianten en ook melkveehouders het gebruik van de eigen apparatuur niet goed in beeld hebben.
12. Er zijn beperkt meetgegevens beschikbaar over het gebruik van energie op een melkveehouderijbedrijf. Meer informatie over het gebruik van verschillende apparaten is nodig om beter in beeld te brengen in welke situatie en voor welk type melkveehouderijbedrijf elektrificatie interessant is.
13. Apparatuur waarmee saldering wordt beperkt, zonder dat daarvoor een milieubelastende accu nodig is, is economisch het minst interessant, terwijl de bijdrage aan efficiënte (groene) energie inzet juist hoog is.

Aanbevelingen

1. Investeer in het in kaart brengen van het energiegebruik van apparatuur die geëlektrificeerd kan worden door middel van metingen. Meet zowel het elektriciteitsgebruik als het energiegebruik van de gangbare uitvoering (diesel of aardgas) en breng voor beide de onderhoudskosten in beeld. Meer en betrouwbaardere metingen zijn nodig om de voordelen van elektrificeren van de bedrijfsvoering onder de aandacht te brengen.
2. Elektrificatie zou bij aanschaf van nieuwe apparatuur meer aandacht verdienen, in combinatie met kennis over de Total Cost of Ownership van deze apparatuur. Stimuleren of verplicht stellen van een energiegebruikslabel voor apparatuur zou daarbij helpen.
3. Bij de aanschaf van nieuwe apparatuur kan het meest kosteneffectief geïnvesteerd worden in het elektrificeren van de bedrijfsvoering of het verschuiven van het elektriciteitsgebruik over de dag. Dit vraagt een lange termijnvisie van de melkveehouder op de meest wenselijke energiemix op het bedrijf. Melkveehouders worden beperkt gestimuleerd om hierop voor te sorteren. Hiervoor is vanuit de overheid en de zuivelsector meer aandacht nodig voor het vergroenen van het directe gebruik van energie op een melkveehouderijbedrijf.
4. Aanschaf van elektrische apparatuur die het verplaatsen van het gebruik mogelijk maakt is in veel gevallen pas milieutechnisch voordelig als daarvoor gebruik gemaakt wordt van duurzame energie. Het is daarom aan te bevelen om EIA voor die elektrische apparatuur alleen toe te kennen als de investering wordt gecombineerd met duurzaam opgewekte energie.
5. Gezien het feit dat een deel van de elektrische apparatuur zoals een ijswaterkoeling nog niet economisch aantrekkelijk is, maar een bijdrage levert aan ontlasting van het elektriciteitsnet en minder benodigde 'backupcapaciteit' die doorgaans bestaat uit centrales die grijze stroom leveren, verdient het aanbeveling om ook deze investeringen in aanmerking te laten komen voor EIA voor bedrijven die zelf duurzame energie produceren.
6. Apparatuur die bijdraagt aan vermindering van de saldering, zonder dat gebruik gemaakt wordt van een accusysteem verdient meer aandacht en stimulering, aangezien met deze apparatuur minder buffercapaciteit op het elektriciteitsnet nodig is, zonder dat gebruik gemaakt wordt van milieubelastende stoffen.