

Melkveestal van morgen

Innovaties gericht op minder emissies

Abstract:

Auteur(s): Frits van der Schans – Eric van den Hengel

© CLM, mei 2021

CLM Onderzoek en Advies

Postbus:

Postbus 62
4100 AB Culemborg

Bezoekadres:

Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700
www.clm.nl

Inhoud

Voorwoord		3
Samenvatting	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.	
1 Inleiding		4
1.1	Achtergrond	4
1.2	Melkveehouderij in Nederland	5
1.3	Kringlooplandbouw – Natuurinclusieve Landbouw	5
1.4	Technische ontwikkelingen	6
1.5	Kaders voor de studie	7
2 Energie		8
2.1	Energiebesparende maatregelen	8
2.2	Zelf opwekken van elektriciteit	Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.
2.3	Elektrificatie voeren	9
2.4	Instrooien ligboxen, reinigen stallen en bewerken mest	10
2.5	Ijsbankkoeling	10
2.6	Overige	11
3 Mest		14
3.1	Dunne fractie	15
3.2	Dikke fractie	17
4 Kringloop- en natuurincl. landbouw		19
5 Stallen van de toekomst		21

Voorwoord

Melkveehouders zijn op zoek naar mogelijkheden om op hun bedrijf energie te besparen. Daartoe heeft CLM eerder bijeenkomsten met veehouders, leveranciers van melkmachines en bouwers van melkveestallen georganiseerd. Er kwamen diverse zinvolle suggesties naar voren en de wens bestond om op korte termijn toepasbare innovaties in kaart te brengen met impact op het vraagstuk 'energie en klimaat'. Voorbeelden van innovaties bieden ondernemers en ontwikkelaars nieuwe inzichten en inspiratie, en kan een impuls geven aan de vraag naar energiezuinige en klimaat-neutrale melkveestallen.

Er zijn tal van stalsystemen en technieken in ontwikkeling of beschikbaar om de (directe en indirecte) emissies van broeikasgassen te verminderen. Maar de in ontwikkeling zijnde stalsystemen en technieken zijn in veel gevallen onderhevig aan vertrouwelijkheid. Daarom zijn in deze rapportage slechts systemen en technieken genoemd en beschreven die veehouders nu al kunnen benutten bij hun ontwerp van een melkveestal voor de toekomst.

Een deel van de technieken levert niet alleen een vermindering van de uitstoot van broeikasgassen, maar ook van stikstof op. Daarbij kan door stapeling van technieken en stalvloeren de emissie zeer sterk verminderen. Nog steeds zijn technieken voorhanden die -bij toepassing op een deel van de bedrijven- leiden tot lagere kosten c.q. hogere rendementen. Deze technieken zou elke melkveehouder met enige investeringsruimte, niet mogen laten lopen. Maar veel technieken die emissie reduceren zijn kostbaar tot zeer kostbaar. In de overzichtstabel op pagina 22 zijn zij ingedeeld naar drie niveaus: 'Economy', 'Business' en 'Executive'. Welk van deze niveaus van emissiereductie een melkveehouder kiest, is sterk afhankelijk van zijn persoonlijke ambitie en situatie, en van de aan de melkveehouder geboden (financiele) prikkel.

1

Inleiding

1.1

Achtergrond

In de zoektocht naar energiebesparingsmogelijkheden voor melkveehouders organiseerde CLM bijeenkomsten met leveranciers van melkmachines en stallenbouwers. In die bijeenkomsten kwamen zinvolle suggesties naar voren en werd nadrukkelijk de wens geuit om innovaties in kaart te brengen die impact hebben op de vraagstukken van energie en klimaat en binnenkort in de praktijk zijn toe te passen. Goede voorbeelden daarvan bieden ondernemers en ontwikkelaars nieuwe inzichten en inspiratie, en kunnen bijdragen aan vragen vanuit de markt. Die vraag is tot op heden beperkt. Hierbij speelt onbekendheid van boeren met die innovaties en het daaruit voortvloeiende wantrouwen richting leveranciers; *'onbekend maakt onbemind'*. Verder uitwerking en mogelijk toekomstige praktijkvoorbeelden maken het instappen voor veehouders gemakkelijker. Daarbij is het belangrijk dat duidelijk is wat de innovaties opleveren voor de veehouder. Dat kan winst zijn op het gebied van dierenwelzijn of diergezondheid, minder energiekosten of meer ruimte om het bedrijf te ontwikkelen. Maar ook arbeidsverlichting of de mogelijkheid om te produceren voor een hoger marktsegment kunnen voordelen zijn.

RVO gaf CLM de opdracht om met deze studie, een uitwerking gericht op de melkveestal van morgen, aan de slag te gaan. Die melkveestal is ook in de toekomst onderdeel van een totaal melkveebedrijf. De ontwikkeling van de melkveehouderij als geheel en daarbinnen van individuele bedrijven in het bijzonder, zal een grote rol spelen hoe de melkveestal van morgen eruit ziet. En omdat ook in de toekomst de variatie tussen melkveebedrijven groot zal zijn, is het beter om te spreken over een melkveestal van morgen.

In deze studie beschrijven we als eerste in dit hoofdstuk de context waarbinnen de melkveehouderij zich ontwikkelt. Daarna worden in hoofdstuk 2 verschillende onderdelen van een melkveestal van morgen in meerdere opties nader uitgewerkt. Met die opties beschrijven en schetsen we een breder beeld van recente en nabije innovatieve ontwikkelingen voor melkveestallen. In hoofdstuk 3 volgt een complete schets van hoe een melkveestal er in de nabije toekomst uit kan zien en beschrijven we alle innovaties in samenhang. In hoofdstuk 4 ronden we af met een enkele overdenkingen en aanbevelingen.

1.2 Melkveehouderij in Nederland

In Nederland heeft de melkveehouderij zich in het verleden sterk ontwikkeld in gebieden met gronden die niet geschikt bleken voor akker- en tuinbouw. Daarbij kunnen we denken aan de veenweiden (met name Friesland, Noord- en Zuid-Holland en Utrecht) en de zware kleigronden (onder andere langs de grote rivieren). Niet voor niets waren decennialang de meeste melkkoeien in Nederland van de rassen FH (Fries-Hollands) en MRIJ (Maas, Rijn en IJssel). In andere gebieden stond de melkveehouderij ten dienste van de akker- en tuinbouw. Het melkvee werd bijgevoerd met gewasresten zoals bietenblad en erwtenstro en restanten van de levensmiddelenindustrie zoals bierbostel en (pers)pulp. Met het graanstro werden de dieren ingestrooid en gras werd deels in vruchtwisseling met de akker- en tuinbouwgewassen geteeld. In veel gevallen werden melkkoeien en jongvee (maar ook varkens en pluimvee) gehouden, tezamen met akker- en tuinbouw, op gemengde bedrijven.

Door mechanisering, specialisering, automatisering en schaalvergroting, niet alleen in de melkveehouderij maar ook bij de toeleverende en verwerkende industrieën werd het gemakkelijker om overal in Nederland melkvee te houden. Het regionaal georiënteerde en aan de bodemsoort gerelateerde karakter van de landbouw verdween, waardoor zowel de melkveehouderij als de akker- en tuinbouw vrijwel in geheel Nederland plaatsvond. Door een toename van extreme weersomstandigheden, met name langdurige, zware regenval en hoosbuien gedurende het groei- en oogstseizoen, zien boeren en tuinders zich steeds meer genoodzaakt om hun gewasteelten te heroverwegen.

1.3 Klimaat - Kringlooplandbouw – Natuurinclusieve Landbouw

Uitgangspunt van deze studie is de aandacht voor het vraagstuk rond energie en klimaat. Welke innovaties brengen de doelen die Nederland in het klimaatakkoord in Parijs heeft ondertekend dichterbij? Tegelijk kunnen innovaties niet los gezien worden van de ontwikkelingen en visie vanuit het ministerie, waarbij gestuurd wordt op kringlopen en natuurinclusieve landbouw. Juist een integrale aanpak maakt de slagingskans groter.

Met haar visie *'Landbouw, natuur en voedsel: waardevol en verbonden – Nederland als koploper in kringlooplandbouw'* heeft minister Schouten in 2018 een nieuw perspectief beschreven voor de ontwikkeling van de Nederlandse landbouw in de toekomst. Met het *'Realisatieplan Visie LNV – Op weg met nieuw perspectief'* is in 2019 de visie nader uitgewerkt, waarbij veel aandacht is gegeven aan natuurinclusieve landbouw. In de Kamerbrief *'Contouren toekomstig mestbeleid'* (d.d. 8 september 2020) beschrijft ministerie LNV de hoofdlijnen van het mestbeleid in de toekomst. In 2030 moeten alle melkveebedrijven volledig grondgebonden zijn, waarbij het belangrijk is te realiseren dat de term grondgebonden nog nader moeten worden ingevuld. Zo is nog niet duidelijk welke gronden -op welke afstand van de bedrijfsgebouwen- meetellen en op welke wijze de geproduceerde hoeveelheid mest op elk bedrijf wordt bepaald.

Met de hiervoor genoemde documenten lijkt de in de afgelopen jaren ingezette beleidslijn naar een natuurinclusieve, grondgebonden kringlooplandbouw behoorlijk stevig verankerd. Wij zien deze hoofdlijnen van het beleid als kader voor de melkveestapel van morgen. Dit zou betekenen dat in 2030 melkveebedrijven:

- alle dierlijke mest gebruiken op gronden die het bedrijf in gebruik heeft,
- gebruik maken van restproducten uit de levensmiddelenindustrie,
- op zware klei- en veengronden permanent grasland hebben, en

- op de overige gronden tijdelijk grasland hebben in rotatie met voedingsgewassen.

Daarnaast zal vanuit overheid en samenleving groeiende aandacht zijn voor (het verminderen van) de emissies van ammoniak en broeikasgassen, voor (het bevorderen van) het welzijn en de gezondheid van dieren en voor (het bevorderen van) biodiversiteit in de landbouw.

Binnen deze beleidsmatige context hebben we invulling gegeven aan de vraag om een melkveestal voor morgen (2030) te ontwikkelen.

1.4 Technische ontwikkelingen

De afgelopen 20 jaar is met de intrede van het automatisch melksysteem (de ‘melkrobot’) een nieuw tijdperk van mechanisering en automatisering aangebroken in de melkveehouderij. Het is nu technisch mogelijk om (volledig) geautomatiseerd koeien te melken, te voeren en te monitoren. Het goed functioneren en zelfs het managen van een melkveebedrijf is veel minder afhankelijk van de fysieke aanwezigheid van een melkveehouder. Dit geeft melkveehouders ruimte voor een sociaal leven. Gelijktijdig biedt dit verschillende mogelijkheden voor de bedrijfsontwikkeling. We beschrijven kort een drietal ontwikkelingsrichtingen van de melkveehouderij in de komende jaren.

Schaalvergroting op een locatie De vergroting van bedrijven vindt al sinds ‘mensenheugenis’ plaats, vanaf het moment dat technische instrumenten en apparaten hun intrede deden. In de melkveehouderij zorgden de introductie van de tractor, de melkmachine, de ligboxenstal, de melktank en nu dus de melkrobot (en voerrobot) voor versnelling van de schaalvergroting. Hierdoor is het mogelijk om op een melkveebedrijf, zeker als veel landwerk wordt uitbesteed aan een loonwerker, tot meer dan 100 melkkoeien per persoon (volledige arbeidskracht) te houden. Op veel bedrijven zijn 1½ tot 2 arbeidskrachten beschikbaar met de inzet van boer(in), partner en of bedrijfsopvolger. Op die bedrijven is een omvang van 150 tot 250 melkkoeien heel goed haalbaar. Een verdere groei van deze bedrijven is niet zozeer afhankelijk van de technische mogelijkheden en of de beschikbare arbeid, maar van de fysieke omstandigheden. Maken op het bedrijf het bouwblok en de gronden, zowel omvang als inrichting c.q. verkaveling, de uitbreiding van stallen en voeropslagen en de beweiding met meer melkkoeien mogelijk? En welke rol spelen op deze bedrijven de milieutechnische beperkingen, zoals de ligging ten opzichte van Natura2000-gebieden?

Schaalvergroting op meerdere locaties Nu het niet meer noodzakelijk is om dagdagelijks fysiek op een bedrijf aanwezig te zijn voor een goed management van een melkveebedrijf, is vergroting van melkveebedrijven ook mogelijk door de dieren op meerdere locaties te houden. Op steeds meer melkveebedrijven worden de melkkoeien op de ene en het jongvee op een andere locatie gehouden. De omvang van de melkvee- en of jongveebedrijven zijn dan afhankelijk van een optimale benutting van de resources, met name bedrijfsgebouwen, voeropslagen en gronden, op de verschillende locaties. Door te kiezen voor het houden van dieren op meerdere locaties, kunnen veehouders met sterke managementkwaliteiten en -ambities hierdoor hun melkveebedrijf verder in omvang laten groeien.

Activiteiten naast de melkveehouderij Doordat het niet noodzakelijk is om continu fysiek beschikbaar en aanwezig te zijn op en voor het melkveebedrijf, is het gemakkelijker mogelijk om nevenactiviteiten te ontplooiën. Steeds meer melkveeouders kiezen ervoor om werkzaamheden op te pakken buiten het bedrijf. In het verleden werd dit vaak gezien als een teken van armoede; het was niet mogelijk om een volwaardig inkomen te verwerven met het melkveebedrijf. Maar de laatste jaren is het werken buiten de deur ook een bewuste keuze en geeft invulling aan de behoefte om aanwezige ambities en kwaliteiten te (kunnen) ontplooiën.

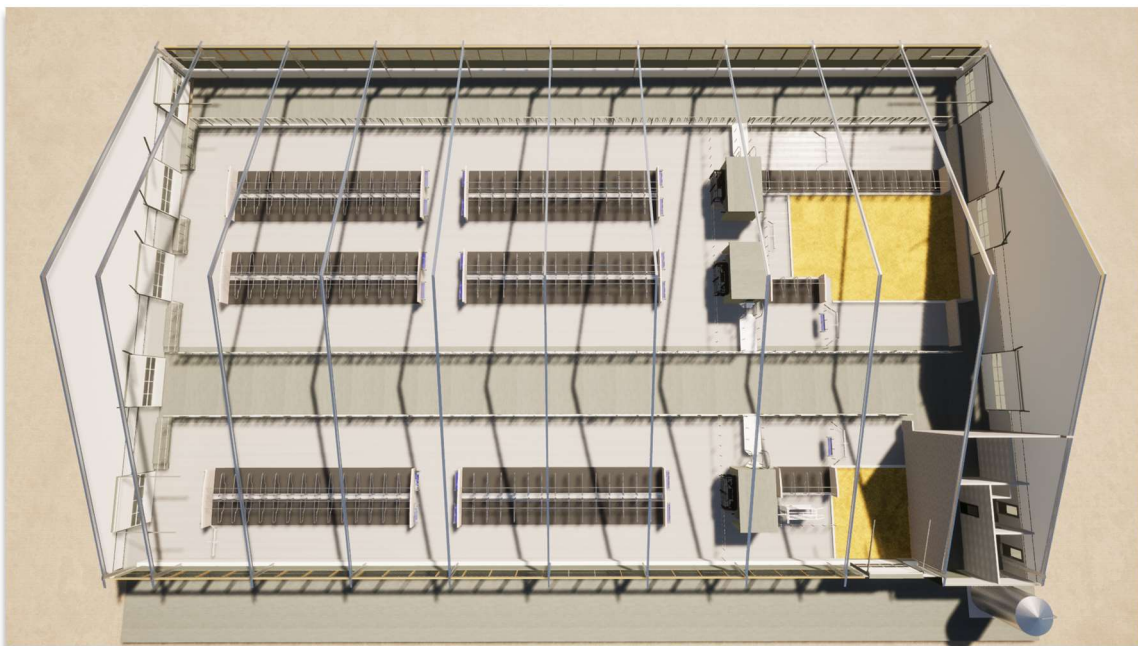
Een andere optie van activiteiten naast de melkveehouderij zijn nevenactiviteiten op het bedrijf. Die activiteiten kunnen liggen in de verwerking van melk en de huisverkoop van zuivelproducten. De afschaffing van de melkquotering en de toenemende vraag naar specifiek lokaal geproduceerde producten biedt in dichtbevolkte regio's mogelijkheden om met verwerking en verkoop meerwaarde te creëren. Naast deze vorm van 'verdieping' van het melkveebedrijf is er een groeiend aantal melkveehouders dat kiest voor verbreding van het bedrijf met verzorgende en educatieve activiteiten of verhuur van ruimten voor bijeenkomsten en of recreatie. Daarnaast vormen keuzes voor landschaps- en natuurbeheer, ook al zijn deze vaak nauw verweven of gekoppeld met het bedrijf, een nevengeschikte inkomensactiviteit van het primaire bedrijf.

1.5 Kaders voor de studie

Deze studie wil een melkveestal voor de toekomst presenteren. Binnen de hiervoor geschetste ontwikkelingen is een bedrijfsomvang 150 - 200 melkkoeien passend. Voor zo'n bedrijf beschrijven we een melkveestal met veel innovatieve technieken. Deze technieken zijn reeds beschikbaar of zullen in de komende jaren beschikbaar komen. Daarbij is wel oog gehouden op de kosten (zowel investering als exploitatie) en dus de betaalbaarheid van die technieken. Deze technieken zijn daardoor ook op veel andere melkveebedrijven toepasbaar. Dit betreft niet alleen grotere of kleinere bedrijven, maar ook bedrijven die meer of juist minder grondgebonden zijn of een meer natuurinclusieve bedrijfsvoering hebben.

Voor deze studie zijn de welzijnseisen uit de Maatlat Duurzame Veehouderij en de mogelijkheid voor weidegang als uitgangspunt genomen. In de stal is plaats voor melkgevende en droogstaande koeien, en hoog-drachtige vaarzen vanaf 22 maanden oud, en ook ruimte voor een afkalf en ziekenstal.

In de komende hoofdstukken worden onderdelen en specifieke technieken van een melkveestal voor de toekomst uitgewerkt.



Figuur 1 Basis lay-out van een stal voor 180 melkkoeien

2

Energie

De ambitie voor een stal van de toekomst is ‘energieneutraal’. Daarvoor zijn maatregelen door te voeren en technieken toe te passen om energie te besparen en om duurzame energie te produceren. Een aantal kansrijke technieken beschrijven we in dit hoofdstuk.

2.1 Energiebesparende maatregelen

Door een licht-doorlatend dak komt er een grote hoeveelheid daglicht in de stal. Daardoor is, met name op donkere dagen, veel minder kunstlicht nodig en dat levert een besparing in energiegebruik. Deze licht-doorlatende platen zijn geproduceerd met een infrarood-filter. Dat zorgt voor een minimale toetreding van warmte in de stal.



Figuur 2 Licht-doorlatende dakbedekking op de noordzijde van het staldak.

De stal en de technische ruimten zijn voorzien van ioniserende ledverlichting. Met een sterkte van 150 tot 200 Lux worden deze ruimten verlicht. Deze ioniserende verlichting heeft aantoonbaar effect op de fijnstofconcentratie in stallen en verbetert daarmee de luchtkwaliteit. De *Heavy Duty* (HD) ionisatielampen zijn in staat een aanzienlijke hoeveelheid fijnstof (PM10) in veestallen weg te vangen en daarmee de fijn-stofemissie te reduceren. Op grond van zes metingen aan één leghennenstal, waarbij de relevante meetprotocollen zoveel mogelijk zijn gevolgd, bedraagt deze

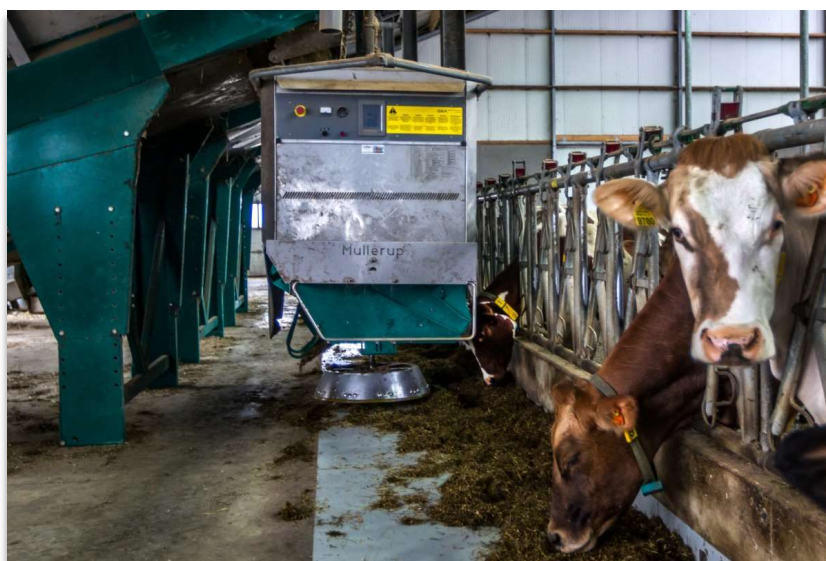
reductie gemiddeld 41%; een statistisch significant lagere emissie.¹ Aangenomen wordt dat deze ionisatielampen ook in melkveestallen effectief zijn.

2.2 Elektrificatie voeren

Een automatisch voersysteem verlaagt het totale energiegebruik op het bedrijf. Het verbruik van brandstof (dieselolie) voor het regulier voeren met een voermengwagen ligt bij zo'n 180 melkkoeien op ca. 25 liter per dag. Het equivalent van dit brandstofgebruik is omgerekend bijna 330 kWh per dag. De totale energieconsumptie van het automatische voersysteem bedraagt 95 kWh inclusief 2 liter brandstof (dieselolie) per dag om de voerbunkers te vullen. Hierdoor is kan het totale energiegebruik voor het voeren van de melkkoeien met ruim 70% verminderen.

Een vermindering van het brandstofgebruik met 23 liter per dag, betekent -uitgaande van een brandstofprijs van 85 cent per liter- een vermindering van de energiekosten met ca. 20 euro per dag (ruim 7.000 euro per jaar), ervan uitgaande dat gebruik wordt gemaakt van op het bedrijf opgewekte elektriciteit.

Door melkkoeien frequent geautomatiseerd te voeren, neemt de voerefficiëntie toe. Daarmee neemt de benutting van zowel het op het bedrijf geproduceerde als het aangekochte veevoer toe. Een betere voerbenutting zorgt voor lagere milieubelasting door de melkveehouderij en dat vermindert de footprint melk (zuivel) en rundvlees.



Figuur 6 Automatisch (geëlektrificeerd) voer verstrekken

Automatisch voeren vergt een forse investering in zowel de techniek als in aanpassingen van de stal en tijdelijke voeropslag (bunkers). Daarbij en daardoor is automatisch voeren op veel bedrijven, in bestaande stallen niet eenvoudig te realiseren. Maar bij de bouw van een nieuwe stal op een melkveebedrijf is, is automatische voeren zeker een goede mogelijkheid en haalbare optie.

¹ Bron: Wageningen UR Pilots naar de vermindering van fijnstofemissie uit pluimveestallen - Rapport 1217 <https://edepot.wur.nl/518047>

2.3

Instrooien ligboxen, reinigen stallen en bewerken mest

In een melkveestal van de toekomst zullen de nodige werkzaamheden moeten worden uitgevoerd waarbij energie wordt gebruikt. Daarvoor kan de op het bedrijf opgewekte energie worden gebruikt. Om die energie optimaal te benutten is afstemming van al die activiteiten belangrijk.

Het instrooien van de ligboxen (met een elektrische stroverdeler), het reinigen van de stallen (zoals het schuiven van de vloeren en spoelen van de goten) en het bewerken van de mest (zoals het scheiden van de mest, filteren van de urinefractie en mengen van de vaste mest) vindt alleen plaats bij daglicht. Door die activiteiten overdag te laten plaatsvinden en op elkaar af te stemmen (en daarbij ook het automatisch melken en voeren te betrekken), kan zoveel als mogelijk zonne-energie worden benut.

2.4

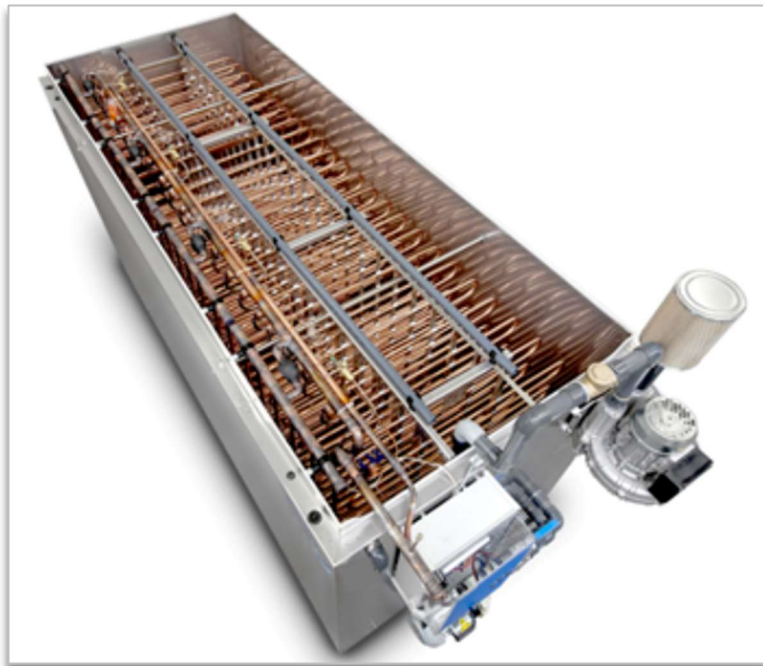
Ijsbankkoeling

De melkkoeling wordt uitgevoerd met een ijsbank koelsysteem. Met dit systeem fungeert het ijs als opslag voor energie zodat, gebruikmakend van een slimme aansturing, de op het bedrijf geproduceerde elektriciteit optimaal wordt benut op momenten met hoge productie en of lager gebruik.

De ijsbank koelsysteem bouwt een ijsreserve op om grote hoeveelheden water met een temperatuur van 0,5 tot 1 graad Celsius te kunnen maken. Het koelen met

ijswater maakt het koelproces tot wel 50% sneller dan met een standaard systeem met directe koeling. Een snellere koeling komt ook de kwaliteit van de melk ten goede.

Met een ijsbank koelsysteem kan op een relatief klein oppervlak en volume veel energie worden opgeslagen. Het water waarmee de melk wordt gekoeld komt niet onder de 0,5 graad Celsius. Daardoor is er geen kans op bevriezing van de melk, ook niet als na leging van de melktank er bij automatisch melken (robot melken) in eerste instantie slechts een kleine hoeveelheden melk in de tank aanwezig is.



Figuur 7 Ijs-accumulator

2.5 Overige

De hiervoor genoemde technieken zijn vrijwel allemaal relatief nieuw, maar wel voldoende doorontwikkeld en beschikbaar om nu toe te kunnen passen. Technieken als terugwinning van warmte uit de melk ten behoeve van de bereiding van warm water bereiding en vacuümpompen met frequentieregulators, worden op veel bedrijven reeds toegepast. Deze technieken zullen ook in een melkveestal van de toekomst worden toegepast.



Figuur 8 Energiezuinige dwarsventilatoren (links) en ventilator met elektronisch geregelde gelijkstroom motor (rechts)

In de zomerperiode komen steeds vaker (extreem) hoge temperaturen voor in Nederland. Om te zorgen voor een goed leefklimaat voor de melkkoeien, plaatsen steeds meer melkveehouders ventilatoren in hun stallen. Uiteraard zorgen die ventilatoren voor een (aanzienlijk) energiegebruik. Door plaatsing van energiezuinige ventilatoren kan het energiegebruik sterk worden beperkt. En met het gebruik van ventilatoren met gelijkstroom motoren, is het mogelijk om de op het bedrijf duurzaam opgewekte elektriciteit efficiënt te gebruiken.

2.6 Zelf opwekken van elektriciteit

Een licht-doorlatend waterdicht zonnedak combineert de productie van elektriciteit met een normale toetreding van daglicht in de stal. Daarnaast kan met een kleine windmolen, hoogte 15 meter, elektriciteit worden opgewekt. Beide vormen van duurzame energie opwekking vullen elkaar goed aan. In de winter is er meer wind en in de zomer is er meer zon. Bij slecht weer waait het vaak en bij mooi weer schijnt juist weer de zon. De combinatie van wind en zon is ijzersterk en daar kunnen we niet omheen. Maar hoe komen we tot de juiste combinatie?

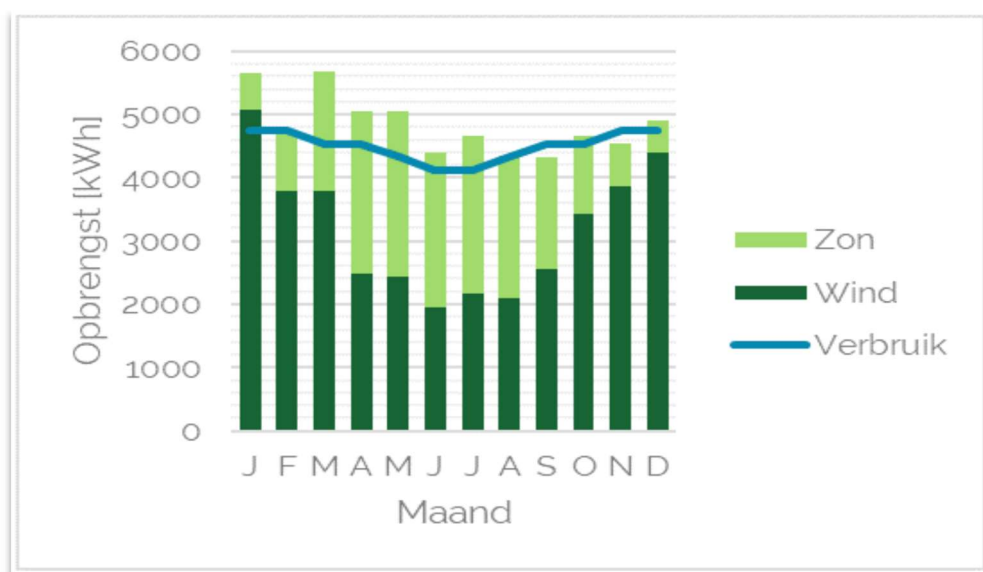


Figuur 3 Licht-doorlatend zonnedak op de zuidzijde van het staldak

Een te kleine windmolen moet namelijk gecompenseerd worden met extra zonnepanelen waardoor de verhouding uit balans raakt. De windmolen kan het winterverbruik niet meer aan en de zonnepanelen gaan te veel leveren in de zomer, mogelijk met extra netwerkkosten. De juiste combinatie wordt gevonden als de windmolen de stroombehoefte van de wintermaanden aan kan en de zonnepanelen het gat in de zomer opvullen. Zo wordt er, zonder extra netwerkkosten, op ieder moment voldoende stroom opgewekt en wordt de hoogste mate van zelfvoorziening bereikt. Theoretisch kan op deze wijze een melkveestal in de toekomst *off-grid* (zonder aansluiting op het elektriciteitsnet) functioneren. Vooralsnog is hiervoor batterij-opslag nodig voor momenten zonder wind en zon. Overigens geldt hier dat een continue elektriciteitsbehoefte een eerste stap is in de richting van zelfvoorziening. Daarvoor geldt dat een melkrobot weliswaar meer elektriciteit gebruikt, maar een veel gelijkmatigere elektriciteitsbehoefte heeft dan een traditionele melkmachine, waar tweemaal daags een piek in de elektriciteitsbehoefte ontstaat.



Figuur 4 Zonnepanelen én kleine windturbine op melkveebedrijf



Figuur 5 De combinatie van zon- en windenergie kan de energiebehoefte theoretisch grotendeels dekken.

Om de opgewekte elektriciteit optimaal te benutten, wordt gewerkt met boilers met extra capaciteit. Daardoor is 24/7 warm water beschikbaar, die zoveel als mogelijk is opgewekt met zonne-energie. Door deze over-dimensionering van de warm-watervoorziening is het beter mogelijk om *off-grid* te gaan.

Op dit moment zijn er al voorbeelden van energieopslag in accu's op melkveebedrijven. Zo dragen relatief kleine accu's en batterijen in een elektrische shovel, trekker of machine bij aan de opslag van energie. En met een ijsbankkoeler kan op het bedrijf geproduceerde energie worden benut voor koude buffering ten behoeve van de koeling van de melk. Grootschalige energieopslag is ook mogelijk. Zo laten projecten als de 'fotonenboer' zien dat er in de praktijk al veel kan. Nadeel is wel de hoge investeringen die daarmee zijn gemoeid. Tenslotte kan energie worden opgeslagen in de vorm van waterstof. Op het proefstation van WUR in Lelystad wordt hiermee geëxperimenteerd in een vijfjarig project dat in 2020 is gestart. Ook hier geldt dat de techniek duur is en in Nederland op kleinere schaal nog niet beschikbaar. Mogelijk biedt dit kansen voor de toekomst, maar vooralsnog zeker niet op korte termijn.

Het terugverdienmodel van grootschalige energieopslag is op dit moment gericht op het bufferen van de opgewekte elektriciteit om deze op het juiste moment (bij een hoge prijs) aan de markt aan te kunnen bieden. Daarmee zijn bedrijven met deze grootschalige energieopslagen dus niet *off-grid*. Overigens is het de vraag of dat uiteindelijk wenselijk is. Juist met (grootschalige) energieopslagen kan de frequentie op het elektriciteitsnet stabiel worden gehouden.

3

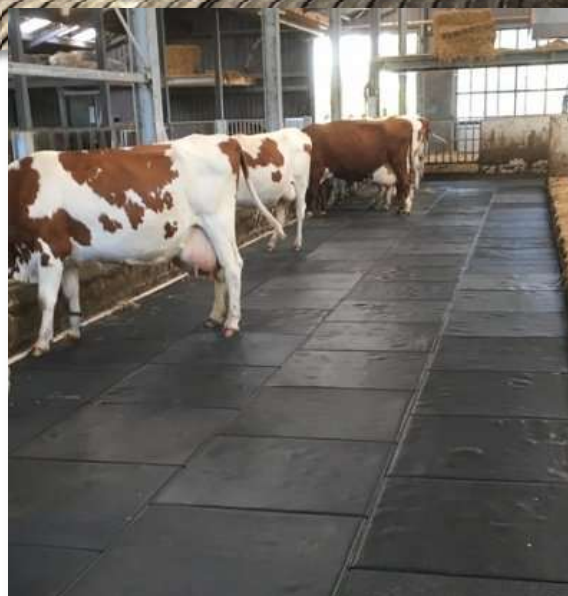
Mest

In de stal zijn mest en urine de basis van waaruit een aantal (milieu-)schadelijke stoffen ontstaan met enerzijds effect op het stalklimaat en anderzijds de emissie van onder andere ammoniak, methaan en geurstoffen. Om die emissies te verminderen is het nodig om op een andere wijze met mest en urine om te gaan. Door oog te hebben voor de bemestende waarde van de mest en urine, kan emissiebeperking worden gecombineerd met mestverwaarding. Kansrijke technieken die daaraan kunnen bijdragen, beschrijven we in dit hoofdstuk.



Figuur 9 Voorbeelden van vloeren voor primaire mestscheiding; linksboven G6-vloer (Swaans), rechtsboven V3-Groove vloer (V17 Agro) en rechts Zeraflex vloer.

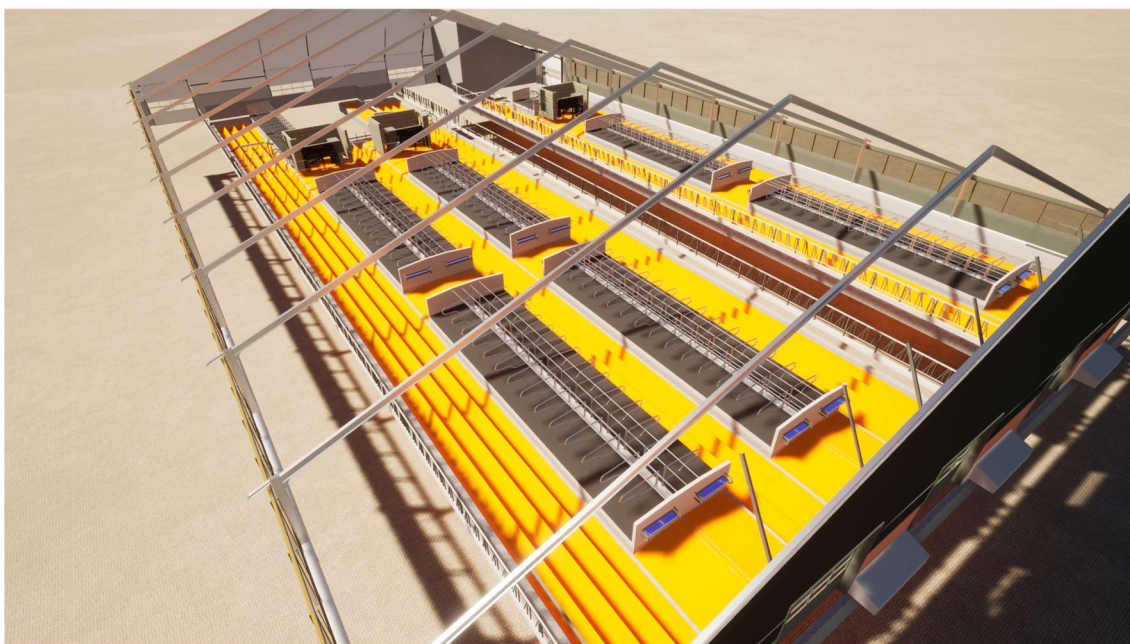
In een melkveeststal voor de toekomst zullen mest en urine (primair en/of secundair) worden gescheiden. Daardoor kunnen mest en urine - al dan niet na verdere bewerking - nog beter worden benut als meststof. De primaire mestscheiding vindt plaats door het toepassen van een vloer met daarin kleine afvoergaten voor de urinefractie. Hiervoor zijn momenteel verschillende vloeren beschikbaar. Te denken valt aan de G6 betonvloer (Swaans), Meadow+ (Proflex) en V3-Groove vloer (V17 Agro) en de Zeraflex vloer. De laatste



twee zorgen voor primaire scheiding van mest en urine en zijn uitgevoerd met een rubberen toplaag.

3.1 Dunne fractie

Onder de vloer wordt een ondiepe kelder aangebracht voorzien van spoelgoten om daarmee de oppervlakte te verkleinen en een snelle en vrijwel volledige afvoer van urine te bewerkstelligen. Deze urine is enigszins vervuult met feces. De dunne fractie wordt gebruikt om éénmaal daags alle spoelgoten te spoelen. Omdat de kelder zo goed als dicht is worden bij dit spoelen slechts een zeer beperkte hoeveelheid emissies verwacht.



Figuur 10 Model stal met opengewerkte kelder met spoelgoten



Figuur 11 Vullen van een mesttank met (geconcentreerde) dunne fractie vanuit opslagtank (links) en een innovatieve scheidingstechnologie (rechts).

De dunne fractie wordt met nieuwe technologie gezuiverd waardoor een fractie met ammoniumstikstof en kalium ontstaat. Met nieuwe technologie kan 80% van het water uit deze fractie worden gehaald waardoor een sterk geconcentreerde dunne fractie ontstaat. De geconcentreerde dunne fractie wordt opgeslagen in tanks en in het groeiseizoen emissiearm aangewend op het land met behulp van bijvoorbeeld een spaakwielbemester.



Figuur 12 Aanwenden van (geconcentreerde) dunne fractie met spaakwielbemester.

Het water dat uit de dunne fractie wordt gefilterd bevat geen ammonium. Dit water wordt deels gebruikt voor het spoelen van de loopvloer om de vloer schoner te krijgen. Daarmee wordt de ammoniakemissie van de stalvloer verder teruggedrongen. De rest van het ammonium vrije water wordt hergebruikt of uit het systeem verwijderd door op het land aan te brengen (verregenen) of te lozen op het oppervlaktewater.

Deze werkwijze zorgt ervoor dat de emissies van ammoniak, methaan, lachgas en andere rottingsgassen uit de kelder onder de stalvloer tot nul reduceren. De kelder blijft immers schoon.

3.2 Dikke fractie

De feces wordt samen met het strooisel uit de ligboxen met vaste mestschuiven uit de stal geschoven en achter de stal opgevangen in een mestkanaal. Vanuit dit kanaal wordt de stromest verzameld en uitgeperst met een mestpers. Daaruit ontstaan twee fracties; een vloeibare fractie ‘het darmvocht’ en een stapelbare fractie ‘de stromest’.

De stapelbare fractie kan worden aangevuld met bermmaaisel, slootmaaisel en andere schone structuurrijke organische reststromen. Dit mengsel wordt luchtdicht afgesloten opgeslagen en na toevoeging van bijvoorbeeld kalkhoudend Bokashimateriaal, gefermenteerd. Deze gefermenteerde dikke fractie wordt in het najaar als ruige mest uitgereden.



Figuur 13 Dik ingestrooide ligboxen met ca. 2 kg stro per dier per dag (links) en primaire scheiding urine en feces (rechts)

Het darmvocht wordt opgeslagen in een mestzak. Het methaan dat in deze zak wordt geproduceerd wordt opgevangen. Het is nog niet bekend of die hoeveelheid methaan voldoende is voor gebruik, bijvoorbeeld voor een kleine stroomgenerator, of dat dit methaan kan worden afgefakkeld. Hiervoor is nog onderzoek nodig.

De ligboxen worden volop ingestrooid. Door ruime hoeveelheden stro te gebruiken (meer dan 2 kg per koe per dag) en de ligboxen ruim te reinigen, blijven de ligboxen en het daarin gelegen stro relatief schoon. Daardoor zijn emissies vanuit de bedding in de ligboxen vrijwel uitgesloten. De kalf- en zorgkoeien liggen in een aparte ruimte met een relatief dun stropakket dat regelmatig (elke drie weken) wordt ververs. Daarmee wordt voorkomen dat in de afkalf- en ziekenstal een dikke laag fermenterende vaste mest ontstaat van waaruit lachgas en methaan ontstaan.

Met alle hiervoor genoemde maatregelen wordt de vorming van de broeikasgassen CO_2 , methaan (CH_4) en lachgas (N_2O), en van ammoniak (NH_3) gereduceerd en de emissie tot een minimum beperkt.

Over de vorming en emissie van methaan in melkveestallen is veel informatie beschikbaar en daarmee zijn de hiervoor genoemde technieken ontwikkeld. Zo is bekend dat goed gecontroleerde, aerobe compostering van vaste mest kan leiden tot een lagere methaanemissie. Maar gelijktijdig kan het ook leiden tot een toename van de emissie van lachgas. Vanwege de grote onbekendheid en

onzekerheid zijn in deze rapportage voor een melkveestal van de toekomst geen specifieke technologieën opgenomen die zijn gericht op een beperking van de methaanemissie vanuit stalsystemen. Lopende onderzoeken zouden meer aanknopingspunten moeten opleveren om ook op dit terrein innovaties op te pakken die kunnen bijdragen tot concrete handelingsperspectieven. Overigens is een belangrijke voorwaarde voor het in de markt kunnen zetten van deze innovaties dat fabrikanten, leveranciers en of veehouders worden gestimuleerd en geprikkeld.

4

Kringloop- en natuurincl. landbouw

Melkveehouders die zich sterk richten op het sluiten van de kringloop op het bedrijf en streven naar meer natuur en biodiversiteit op en nabij het bedrijf, hebben vaak een extensievere bedrijfsvoering en proberen een deel van het benodigde krachtvoer op het bedrijf te verbouwen. Daarvoor worden gewassen als voederbieten en verschillende soorten graan geteeld. De teelt van graan heeft meerdere positieve kanten voor de biodiversiteit.

In het graangewas worden veel minder gewasbeschermingsmiddelen gebruikt dan in maïs, en dat is direct positief voor de biodiversiteit; het bodem- en waterleven. Maar ook de teeltwijze van graan is, ten opzichte van maïs, positief voor de bodem en het bodemleven. Door het graanstro op het bedrijf te gebruiken en daarmee stromest te produceren, kan stromest worden gebruikt op zowel de akkers als het grasland. Op de bodem zorgt deze - eventueel gecomposteerde - stromest voor goede omstandigheden voor talloze insecten. En ook in de bodem, met op de akkers, draagt de organische stof in de stromest bij aan de voeding van de bodem en zorgt daarmee voor een rijker bodemleven.

Met een gebruik van 2 kg stro per koe per dag in de stal, wordt jaarlijks ruim 100 tot bijna 150 ton stro gebruikt in een stal met dik ingestrooide ligboxen. Zo wordt veel koolstof toegevoegd aan de feces wat zorgt voor een veel hogere C/N-verhouding in de mest. Dat komt de benutbaarheid van de mest ten goede. Als aan deze stromest - al dan niet na scheiden - ook nog biomassa zoals berm- of slootmaaisel wordt toegevoegd en het mengsel wordt gecomposteerd, neemt de benutbaarheid van de mest nog verder toe. Het effect van het gebruik van stro in een stalsysteem op een natuurinclusieve (kringloop) bedrijfsvoering is duidelijk. Maar, zoals in §3.2 aangegeven, zijn de effecten van het toevoegen van stro aan de feces (en urine) op de vorming van methaan en lachgas afhankelijk van de specifieke omstandigheden in de stal en de bedrijfsvoering.

Het scheiden van de mest en - na toevoegen van biomassa – composteren, zorgt voor verschillende type mest met specifieke kwaliteiten. Vaste organische-stofrijke mest kan in het najaar bovengronds worden aangewend. Deze mest draagt op akkers bij aan het organische-stofgehalte van de bodem en het bodemleven, en op grasland aan meer insecten en weidevogels. Daarmee zorgt de vaste stoffrijke mest voor meer biodiversiteit. De dunne, urine(rijke)fractie bevat relatief veel stikstof die direct is te benutten door het gewas en daarmee uitermate geschikt voor op het grasland.

Het gebruik van stro in een melkveestal, in combinatie met de teelt van graan en het voeren van het graan aan de koeien draagt bij aan het sluiten van kringlopen en aan natuurinclusieve landbouw. Zo kan een (ammoniak)emissiearme melkveestal met het gebruik van stro in de ligboxen en met mestbewerking op het bedrijf bijdragen aan natuurinclusieve kringloopbedrijven.

Een melkveebedrijf in de toekomst biedt daarnaast ook ruimte aan nestkasten voor vogels en erfbepanting. Die ruimten liggen buiten de stal en komen dan ook niet expliciet aan de orde in deze studie.

5

Stallen van de toekomst

Dé melkveestal voor de toekomst bestaat niet, er zijn meerdere mogelijkheden en opties. De keuze voor de maatregelen en technieken die een melkveehouder wil toepassen zijn afhankelijk van meerdere factoren. Belangrijk zijn eisen die overheden stellen ten aanzien van de maximale (ammoniak)emissie van de stal. Daarnaast zullen melkveehouders ook hun ervaringen uit het verleden en hun voorkeuren voor bepaalde technieken mee laten wegen. Tot slot spelen ook de kosten van een stal een belangrijke rol. Dat betreft zeker niet alleen de initiële investeringskosten, maar ook de exploitatiekosten van de stal.

Daar waar het gaat om het thema klimaat zijn de maatregelen in het algemeen beperkt tot energiebesparing en duurzame energieopwekking. Weinig aandacht is er momenteel nog voor het reduceren van ‘overige broeikasgassen’. Er zijn geen wettelijke verplichtingen en er is ook geen prikkel op bedrijven om er mee aan de slag te gaan, anders dan eventuele eisen die afnemende melkverwerkers stellen. Voor zover er maatregelen bekend zijn waar veehouders mee aan de slag kunnen werken die doorgaans kostprijsverhogend.

Voor zover het reductie van methaanemissie betreft wordt momenteel vooral gekeken naar dichte vloeren en dagontmesting om methaanemissie uit de kelder te reduceren. Vooralsnog zijn geen andere methaan-emissiearme stalsystemen concreet in beeld. Wel richten partijen zich op het aanpassen van de voeding van het melkvee c.q. op een andere rantsoensamenstelling. Ook kunnen methaan-reducerende stoffen aan het rantsoen of de mest worden toegevoegd. Die maatregelen staan evenwel los van het stalsysteem en zijn daarom niet nader uitgewerkt voor ‘de Melkveestal van Morgen’.

Alle in dit rapport genoemde maatregelen en technieken, geselecteerd op basis van toepasbaarheid in stallen die ruimte bieden aan circa 150 tot 200 melkkoeien, zijn op de volgende pagina in een overzicht geplaatst.

		Economy	Business	Executive
Energie besparende technieken				
Vacuümpomp met frequentieregeling				
Warmte terugwinning				
Zonnepanelen (gangbaar)				
Zonneboiler				
Kleine windturbine				
Energiezuinige dwarsventilatoren				
IJsbankkoeling				
Ventilatoren met gelijkstroom motoren				
Elektrisch mixen mest				
Geautomatiseerd voeren (voerrobot)				
Elektrificeren mechanisatie				
Emissiereducerende technieken *				
Betonvloer voor primaire scheiding van urine en feces	HCl W3, Swaans G6	40-50%		
Gietasfaltvloer voor primaire mestscheiding	Farm Balance vloer		40-50%	
Rubberen / kunststof toplaag / vloer voor primaire mestscheiding	Proflex Meadow floor, V17 Agro V3 vloer			40-50%
Ondiepe kelder voor gieropvang		0%		
Ondiepe kelder met V-vormige goten voor snelle gierafvoer			10%	
Ondiepe kelder met V-vormige goten en nanocoating voor snelle gierafvoer door spoelen				15%
Beluchten urine				nnb
Ureaseremmer ('ad-on-technologie' verwachte EXTRA reductie op roosters en emissiearme vloeren) **		35%	35%	35%
Bouwkundige zaken				
Vezelcement dakbedekking				
Geïsoleerde dakbedekking				
Light Roof (noordzijde) en conventionele solar panelen				
Light Roof (noordzijde) en lichtdoorlatende waterdichte solar dak				
* Genoemde reductiepercentages zijn indicatief; voor een hogere reductie moeten technieken worden gecombineerd.				
** Gebruik van een ureaseremmer is een managementmaatregel, maar vanwege de hiervoor noodzakelijke installatie is deze techniek wel opgenomen.				

Figuur 14 Technieken voor toepassing in Melkveestal van Morgen

Technieken als energiezuinige ventilatoren, ijsbankkoeling, zonnepanelen en emissiearme stalvloer kunnen naast elkaar in één stal op een bedrijf worden toegepast. Als dat gebeurt dan zullen effecten van die technieken op de emissies van ammoniak en of broeikasgassen 'stapelen'. Bij andere technieken, bijvoorbeeld de verschillende emissiearme vloeren, is een keuze tussen de verschillende varianten noodzakelijk. Afhankelijk van de gemaakte keuze heeft de stal dan een hogere of lagere emissie. De hoogte van de effecten (en van de kosten) van de verschillende technieken lopen uiteen. Van de technieken die emissies verminderen de effecten in globale zin kwantitatief weergegeven in het overzicht.

In bovenstaand overzicht zijn de technieken en bouwkundige aspecten de technieken ingedeeld in een drietal niveaus: 'Economy', 'Business' en 'Executive'. Grofweg komt die indeling erop neer dat het relatief laaghangende fruit met de 'Economy line' wordt geplukt. En voor de 'Executive line' zullen melkveehouders kiezen als er reden is om te streven naar een maximale reductie van de emissies en of als de betreffende ondernemer de voorkeur geeft aan een duurdere, verdergaande optie.