



Warmte uit de grond: energiezuinig met warmtepomp

Op een melkveebedrijf heb je met de verse melk van de koeien een constante bron van warmte. Samen met een buffer kun je deze warmte vrij eenvoudig gebruiken om de melkput of het kantoor te verwarmen.

Tekst: Willem van den Broek – Foto's: Willem van den Broek, leveranciers

In pluimvee- en varkensstallen worden steeds vaker warmtepompen gebruikt voor de verwarming. Deze installaties maken gebruik van de warmte die de dieren produceren. Een warmtepomp is ook op een melkveebedrijf goed toe te passen. Met melkkoeien heb je het grote voordeel dat er altijd restwarmte is. De melk van de koeien is immers zowel in de zomer als in de winter ongeveer 37 graden Celsius. Met een voorcoeler gebruik je al een gedeelte van die warmte uit de melk om bijvoorbeeld de melkmachine of tank te spoelen. De melk heeft dan echter nog steeds een resttemperatuur van ongeveer 20 graden Celsius. Ook deze restwarmte kun je nog nuttig gebruiken. In combinatie met een buffer, zoals een lange tylene slang in de mestkeldervloer of een bron met een leiding in een lus door het grondwater, is deze warmte te gebruiken voor de verwarming van de melkputvloer, de melk van de kalverdrinkautomaat of verwarming van het kantoor of zelfs het woonhuis.

Koelkast

Een warmtepomp is eigenlijk een omgekeerde koelkast. Net als een koelkast bestaat een warmtepomp uit een compressor, een condensor (het deel dat warm wordt), een verdamper (het deel dat koud wordt) en een expansieventiel. De condensor en verdamper zijn beide vergelijkbaar met een warmtewisselaar. Ze dragen de temperatuur over tussen twee vloeistoffen zonder deze met elkaar te mengen. In het systeem van de warmtepomp zit net als in een koelkast een vloeibaar koelmiddel. Dit koelmiddel zit in een gesloten systeem, staat onder druk en is daardoor

vloeibaar. Het heeft een kookpunt dat lager ligt dan de omgevingstemperatuur. Een compressor pompt de vloeistof rond en transporteert hierdoor de warmte. In het systeem zit een expansieventiel. Dit zorgt ervoor dat de druk achter het ventiel lager is dan in de rest van het systeem. Door de drukval verandert het kookpunt van het gas. De vloeistof gaat direct koken en verdampt, het verandert in een gas. Je kunt dit vergelijken met een gasfles. Hierin zit ook een vloeistof onder hoge druk, maar wanneer je de kraan opendraait, komt de vloeistof als een gas naar buiten. Het gas staat in de fles onder hoge druk en ontsnapt uit de fles waar de druk veel lager is. Hierdoor gaat de vloeistof koken. Het onttrekt daarbij zoveel warmte uit de omgeving dat er ijs ontstaat op de kraan. In de warmtepomp gebeurt hetzelfde. Achter het expansieventiel zit de verdamper. Door de drukval achter het expansieventiel onttrekt het gas veel warmte uit de omgeving. De verdamper zorgt ervoor dat het koelmiddel deze warmte uit de koelvloeistof van de collector haalt.

Achter de verdamper staat een compressor. Die zuigt het opgewarmde gas op en perst het samen. Bij het samenpersen door de compressor in het systeem stijgt naast de druk ook de temperatuur van het gas. In de condensor staat het koelmiddel deze warmte af aan het water van het verwarmingssysteem, het koelmiddel koelt af en wordt weer vloeibaar, het condenseert. Het vloeibare koelmiddel staat nog steeds onder hoge druk. De vloeistof gaat weer door het expansieventiel dat de druk verlaagt zodat de vloeistof weer gas wordt. De cirkel in het systeem is dan weer rond.

De compressor zorgt er dus voor dat de warmtepomp met de lage temperatuur die hij onttrekt, een hoge temperatuur af kan geven.

Open of gesloten

De koelvloeistof waarvan de warmtepomp de warmte onttrekt, is in de condensor 4 graden afgekoeld. Om dit weer op te warmen heb je een collector nodig. Je kunt hiervoor een bron boren waarmee je de temperatuur van de grond en grondwater gebruikt om het koelmiddel op te warmen. Het koelmiddel moet in de collector echter wel genoeg tijd krijgen om weer op te warmen. Je kunt dit bereiken met een dikke leiding met een grote doorlaat waardoor het koelmiddel een lage doorstroomsnelheid heeft of door een lang systeem. Verder heb je de keuze uit een open of gesloten bronsysteem. Een open bronsysteem maakt gebruik van minimaal twee verticale bronnen. Eén dient als bron voor het oppompen van grondwater, de andere voor het terugpompen van het water. De grond en het grondwater ertussen zorgen voor het opwarmen van het water. Om met een open bronsysteem te kunnen werken, moet de bron in een grondlaag uitkomen waar het grondwater zeer langzaam stroomt. Je moet hierbij denken aan enkele meters per jaar. Een gesloten bronsysteem werkt met een, zoals de naam al aangeeft, gesloten systeem. Je kunt hier ook weer gebruik maken van een bron. Hierin hangt echter een leiding, in de vorm van een lus. Het grondwater warmt het water in de leiding op. Om genoeg opwarmcapaciteit te krijgen moet je vaak gebruik maken van meerdere bronnen en meerdere lussen in een bron.



< Om het rendement van de warmtepomp te verhogen, kun je de voorcoeler aansluiten op de buffer van de warmtepomp.

Aan de stal van Jaap de Boer is op het eerste gezicht niets te zien. In de vloer van de mestkelder zit echter ruim 1.800 meter tylene slang.





De warmtepomp zelf kan gewoon binnen staan. Hij maakt weinig geluid en heeft het formaat van een kleine koelkast.

De slangen voor de collector kunnen ook in de grond. Het grondwater en het pakket grond bovenop zorgen voor de opwarming.



Bij het bouwen van een nieuwe stal is de derde oplossing een stuk goedkoper. Je legt een groot aantal meters tylene slang in de grond zoals bij vloerverwarming in een woonhuis. Of je legt deze slang net als De Boer in de vloer van de mestkelder van de stal. Hierdoor pomp je dan een koelvloeistof rond. De vloeistof neemt de warmte uit de grond en mest op en transporteert die naar de warmtepomp. De mest isoleert en verwarmt de slangen aan de bovenzijde, en het grondwater aan de onderzijde. Door de warmtewisselaar van de melkinstallatie op het systeem aan te sluiten, gebruik je ook de restwarmte hiervan weer om de temperatuur van de vloeistof te verhogen. “Het boren van diepe bronnen is een dure oplossing, maar geeft wel het meeste rendement per meter”, verteld Andries Reitsema van Remon Waterbehandeling, leverancier van dieptebronnen. Hij vertelt: “Elke 100 meter die je dieper boort met je bron stijgt de temperatuur drie graden Celsius, op 800 meter diepte is het water al 30 graden Celsius. De kosten voor het boren zijn voor melkveebedrijven, die relatief weinig warmte gebruiken, echter nog niet interessant.”

Energie
Een warmtepomp heeft het vermogen om

grote hoeveelheden energie op te nemen en weer af te staan. De afgekoelde vloeistof gaat terug in de grond, de temperatuur van het grondwater zorgt ervoor dat de vloeistof weer opwarmt. De compressor is elektrisch aangedreven en heeft daarbij relatief weinig energie nodig. De condensor geeft de ontstane warmte af aan het verwarmingssysteem. Hierdoor komt meer energie vrij dan dat je er aan elektriciteit in stopt. Van de 100 procent warmte die uit het systeem komt, dien je 20 tot 30 procent elektrische energie toe te voegen. De overige 70 tot 80 procent komen uit de warmte die je uit de bodem haalt. Het systeem heeft dus een hoog rendement. De efficiëntie van een warmtepomp druk je uit in Coëfficiënt of Performance (COP). Dit is de hoeveelheid energie die het systeem produceert in kW warmte, gedeeld door het verbruik van energie door het systeem. De meeste warmtepompen hebben COP's van 2,5 tot maximaal 5. Dit betekent dat elke eenheid energie die nodig is om het systeem aan te drijven, ongeveer 2,5 tot 5 eenheden geeft in de vorm van warmte.

Rendement
Een warmtepomp heeft een rendement van 250 tot 500 procent tegenover een gasgestookte HR ketel met een rendement

van ongeveer 125 procent. Het rendement van de warmtepomp is sterk afhankelijk van het verschil tussen de temperatuur bij de condensor en de temperatuur bij de verdamper. Hoe groter deze sprong, des te meer vermogen de compressor gebruikt om het gas op te warmen. Bij een hogere temperatuur van de vloeistof uit de collector hoeft je minder energie toe te voegen om een hoge temperatuur te bereiken. De compressor kan het gas verwarmen van 5 tot ongeveer 65 graden Celsius. Een hoge temperatuur betekent een hogere compressie, waarbij veel meer vermogen nodig is. Om een fietsband tot een hogere druk op te kunnen pompen moet je immers op het laatst ook veel meer kracht met de fietspomp zetten dan wanneer je de band alleen maar vult met lucht. Hoe warmer je de uitgaande temperatuur wil hebben bij een gelijkblijvende temperatuur van de ingaande bron, hoe lager het rendement is van de warmtepomp. Daarom is de pomp uitermate geschikt als voeding voor een vloerverwarming. De temperatuur van een vloerverwarming hoeft namelijk niet warmer dan 35 tot 40 graden Celsius.

Toekomst
R&R systems uit Gemert (NB) installeerde

sinds 1997 al meer dan 1.500 warmtepompen waarvan ruim 800 in de agrarische sector. Eric van Houtum vertelt dat warmtepompen in combinatie met een koeldek-groenlabelsysteem in de varkenshouderij

al jaren naar tevredenheid werken. Het koeldeksysteem neemt voor de warmtepomp warmte op uit de mest en koelt daar tegelijkertijd de mest ook mee af. Dit geeft bij varkensstallen een flinke reductie van

ammoniakuitstoot. Van Houtum ziet hier met enige aanpassingen, zodat de mest te mixen is, ook een toekomst in voor de melkveehouderij. 

1.800 meter slang in de mestkeldervloer

Jaap de Boer (links op de foto) heeft samen met zijn neef een biologisch melkveebedrijf in Garminge (Dr). Hij melkt 165 koeien en heeft 160 hectare grond in gebruik waarvan een deel beheersland. Zijn neef verzorgt het jongvee op een bedrijf 20 km verderop. De Boer verplaatste zijn bedrijf een paar honderd meter omdat zijn oude bedrijf aan de rand van het dorp lag. Hier had hij geen mogelijkheid om verder uit te breiden. Om het nieuwe bedrijf, 500 meter van het oude vandaan, aan te sluiten op het aardgasnetwerk, zou De Boer 11.000 euro aan kosten hebben, exclusief gasmeter en aansluitkosten. Door de geïnstalleerde warmtepomp hoeft hij nu echter geen aardgas te gebruiken. Tijdens het bouwen van de nieuwe ligboxenstal legde de Boer ruim 1.800 meter tylene slang met een diameter van 32 mm in de putvloer. Door de slang met bindstrips aan de betonmatten te bevestigen, bleef de

investering van de warmtewisselaar in de grond beperkt tot de tylene slang en de manuren voor het leggen van de slangen. De slangen zijn gewoon in het beton gestort en hebben door de temperatuur van het grondwater aan de onderzijde en de mest bovenop een vrij constante temperatuur van 10 tot 11 graden Celsius. Het grote voordeel van de slangen in de put is volgens De Boer de geringe meerkosten van het systeem tijdens de bouw. Op de warmtepomp zit tevens een flinke subsidie. “Na de montage hebben we, nadat alle lucht uit het circuit was, alleen een keer de vloeistof bij moeten vullen. Het hele systeem vraagt verder bijna geen onderhoud”, vertelt de Boer. De warmtepomp staat in het woonhuis in de garage. “Als de pomp draait, dan hoor je die amper. De koelkast die ernaast staat maak meer herrie dan de pomp. Zelfs tijdens deze koude winter heeft het systeem



voldoende capaciteit. We hebben geen probleem gehad met verwarmen”, aldus De Boer.