

HEAT PIPES

White Paper



THE SAFEST CHOICE

TELEREX

INLEIDING

Warmte is en blijft een probleem binnen de elektronica en wordt door de miniaturisering alleen maar groter. Hoe gaat u bijvoorbeeld om met een hotspot midden op een printplaat die is ingebouwd in een zeer kleine behuizing? Conventionele koeling is in zo'n situatie vaak niet mogelijk. Heat pipe technologie kan hiervoor een oplossing bieden, zodat de warmte versneld van de ene naar de andere zijde kan getransporteerd worden.

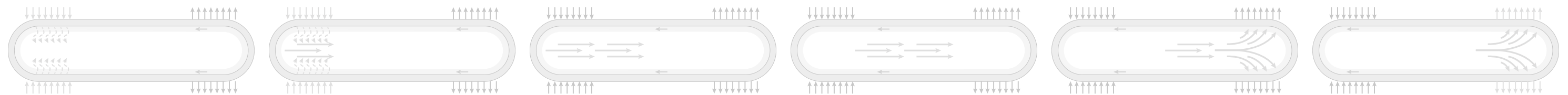
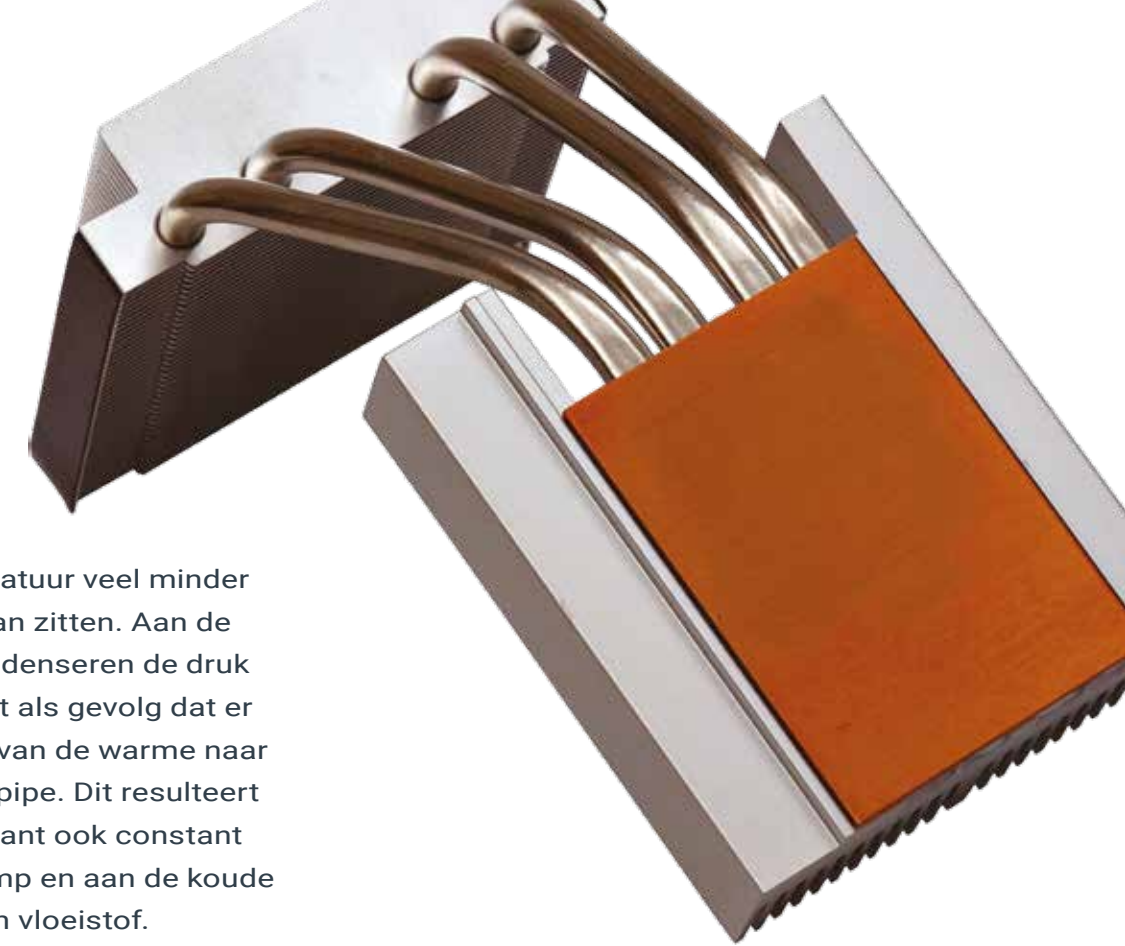
Heat pipes hebben hun oorsprong meer dan 50 jaar geleden en maken gebruik van natuurlijke fysica principes. De technologie heeft door de jaren heen steeds vaker maar ook een bredere weg naar diverse industriële toepassingen en compacte

Heat pipes zijn er in uiteenlopende soorten en maten. Er kan bijvoorbeeld worden gekozen uit verschillende diameters, lengtes en materialen. Ook voor de vloeistof in de heat pipe zijn er meerdere opties. In dit whitepaper leggen we o.a. uit wat de voordelen zijn van heat pipes, en waar u op moet letten bij de selectie van de juiste oplossing.

HOE WERKEN HEAT PIPES?

Het principe waarop de heat pipe is gebaseerd, is simpel. De basis wordt gevormd door een koperen buis die aan beide kanten afgesloten is. Voordat de buis geheel afgesloten wordt, is hij eerst luchtledig gemaakt en gevuld met een vloeistof. Omdat de buis luchtledig is, zal een deel van de vloeistof verdampen totdat de dampdruk in de buis zo hoog is geworden

Op de plek waar de warmtebron zit, verdampt de vloeistof waardoor de druk in de buis toeneemt. Aangezien de koude kant door het koellichaam een veel lagere temperatuur heeft, zal hier de damp weer condenseren omdat er bij de veel lagere temperatuur veel minder vloeistof in de dampfase kan zitten. Aan de koude kant zal door dit condenseren de druk in de buis lager worden met als gevolg dat er een dampstroom ontstaat van de warme naar de koude kant van de heat pipe. Dit resulteert er in dat er aan de warme kant ook constant vloeistof overgaat naar damp en aan de koude kant damp weer overgaat in vloeistof.

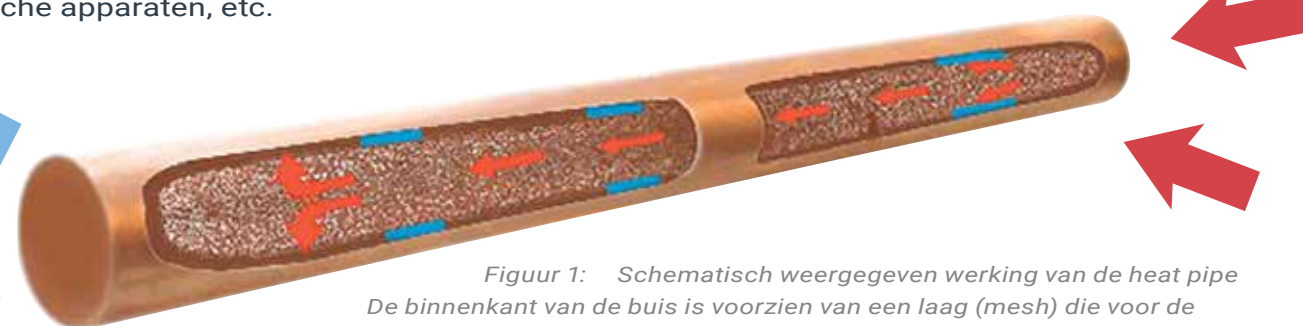


elektronische apparatuur gevonden. Denk daarbij aan notebooks, tablets en andere toepassingen waar de voordelen van passieve, energiezuinige koeling belangrijk zijn. Niettemin zijn er ook andere uitdagende toepassingen terug te vinden in o.a. de defensie, ruimte- en luchtvaart industrie, LED-verlichting, high power elektronika, medische apparaten, etc.

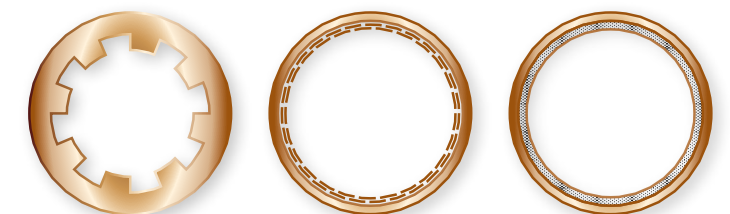
dat er bij de heersende temperatuur geen extra vloeistof meer kan verdampen. De buis wordt vervolgens gemonteerd tussen de plek waar de warmte ontstaat en een plek waar de warmte met behulp van een koellichaam naar de buitenlucht afgevoerd kan worden.

Aangezien het energie kost in de vorm van warmte om een vloeistof te laten verdampen en er energie vrij komt als een damp condenseert, zal er door de heat pipe warmte verplaatst worden. Doordat het veel energie kost om een vloeistof te laten verdampen, is de energiestroom zelfs in een vrij dunne

heat pipe behoorlijk hoog. Vele malen hoger zelfs dan via geleiding door een even dikke koperen staaf getransporteerd kan worden. Hiermee is de heat pipe dan ook een ideale warmtetransporteur voor de alsmaar kleiner wordende elektronika.



Figuur 1: Schematisch weergegeven werking van de heat pipe
De binnenkant van de buis is voorzien van een laag (mesh) die voor de capillaire werking zorgt. Overigens is het goed te weten dat de capillaire laag zeer gemakkelijk beschadigt als het buisje wordt gebogen of ingedeukt. Iets om rekening mee te houden.



Figuur 2:
Heat Pipe variaties: grooved, screen / mesh of sintered
Er zijn diverse lagen die voor een capillaire werking zorgen, elk met eigen voor- en nadelen. Voorbeeld: Sintered heatpipes worden gebruikt, wanneer de vloeistof tegen de zwaartekracht in moet worden verplaatst.

WAT ZIJN DE VOORDELEN?

Heat pipes bieden belangrijke voordelen boven andere transportmechanismen voor het verplaatsen van warmte. Enkele voorbeelden:

1: Heat pipes voeren warmte snel af

De circulatie in de heat pipe zorgt voor een snelle en zeer efficiënte verplaatsing van de warmte. Door de hoge thermische geleidbaarheid ($>3000 \text{ W/mK}$ versus koper 380 W/mK , aluminium $100\text{-}200 \text{ W/mK}$) leent het systeem zich dan ook uitstekend voor het snel afvoeren van veel warmte van het ene naar het andere punt. Dit kan grote voordelen hebben in situaties waarin sprake is van hotspots.

2: Heat pipes zijn ruimtebesparend

Doordat het veel energie kost om een vloeistof te verdampen, is de energiestroom zelfs in een vrij dunne heat pipe behoorlijk hoog.



Figuur 3: In een apparaat zoals een laptop wordt bijna altijd een sintered heatpipe toegepast, omdat niet is te garanderen dat de vloeistofstroom altijd horizontaal loopt.

Vele malen hoger zelfs dan de stroom die door een even dikke koperen staaf via geleiding kan worden getransporteerd. Zo is de heat pipe een ideale warmte transporteur voor de almaar kleiner wordende elektronica of industriële applicaties waar te weinig ruimte is voor een complete koeler.

3: Heat pipes vergroten het koeloppervlak

Met een vapor chamber kan het koelend oppervlak veel groter worden gemaakt. Bijvoorbeeld de onderdelen in een surface-mounted device (SMD) zijn zo klein dat ze warmte zeer moeilijk kunnen afstaan aan de omgeving. Dit kan worden opgelost door op het onderdeel een vapor chamber te plaatsen. Zo'n vapor chamber is in feite niets anders dan een heat pipe, maar dan bestaande uit een platte, doosvormige ruimte gevuld met vloeistof. Die vloeistof transporteert de warmte van het kleine onderdeel naar het veel grotere bovenzvlak.

4: Heat pipes zijn energiezuinig

Een groot voordeel. Een heat pipe gebruikt geen extra energie om warmte af te voeren, zoals ventilators of thermo-elektrische (Peltier) elementen dat wel doen.

5: Lange levensduur en onderhoudsvrij

Heat pipes slijten niet. Ze functioneren zonder afhankelijkheid van een externe energiebron (de fysica werking start bij temperatuurverschil tussen punt A en B) en hebben geen bewegende onderdelen of een pomp. Zolang de afdichting in stand en de capillaire laag intact blijven, gaan ze levenslang mee.

WAAR MOET U OP LETTEN?

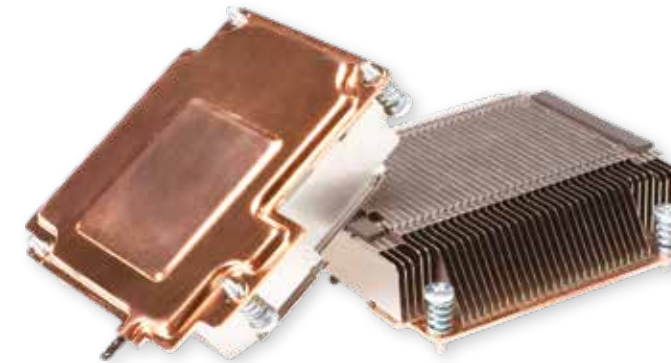
Vaak worden heat pipes in een klantspecifieke configuratie of uitvoering geleverd, alsook geïntegreerd in heat sinks of aggregaten. Grootte, vorm en gebruikte materialen (o.a. vloeistof, wick structure, etc.) zijn afhankelijk van de applicatie en de fysieke ruimte, koelingsbehoefte (Watt), thermische weerstanden en budgettaire grenzen.

Bij de selectie van de juiste heat pipe moet een groot aantal factoren worden overwogen, zoals de meest geschikte vloeistof en de te verkiezen bouwwijze van de heat pipe.

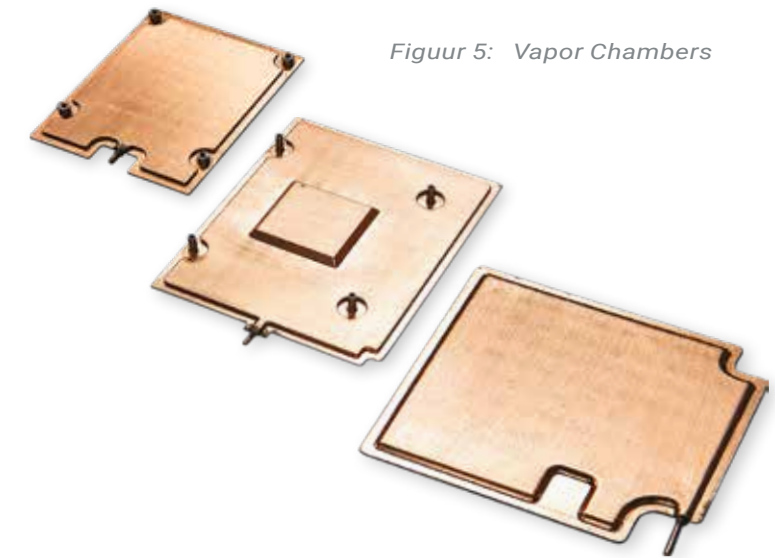
Verlijmen met epoxylijm levert een veel hogere thermische weerstand dan een soldeerverbinding. Het is belangrijk de complete toepassing te begrijpen, zodat alle cumulatieve thermische overgangen (weerstanden) inzichtelijk zijn.



De vloeistof bepaalt het temperatuurbereik waarbinnen de heat pipe kan werken. Als de heat pipe is gevuld met water, dan is de ondergrens 0°C . Bij een lagere temperatuur bevriest het water en is er geen sprake meer van een stroming. Ook mag het koude



Figuur 4: Vapor Chamber - Heat Sink Assembly



Figuur 5: Vapor Chambers

uiteinde nooit zo warm worden dat de vloeistof niet meer condenseert. Wordt de heat pipe gevuld met bijvoorbeeld methanol, dan gelden geheel andere waarden. Zo blijft methanol vloeibaar bij een temperatuur tot -30°C . In functie van de toepassing zijn oriëntatie dient ook de juiste wick structuur gekozen te worden. Denk maar aan de capillaire limieten, dit in relatie naar graviteit en/of drukvallen.

Wie een heat pipe inzet in zijn product, moet een goede thermische analyse uitvoeren om te komen tot een oplossing die correct is gedimensioneerd en is gevuld met de juiste vloeistof die hoort bij het temperatuurbereik waarbinnen het apparaat wordt gebruikt. Deze analyse kan grotendeels met de computer worden uitgevoerd. Er is software beschikbaar waarmee een heat pipe compleet kan worden doorgerekend. Het gebruik van de software vraagt wel enige kennis van de totale warmteproblematiek en de eigenschappen van de diverse heat pipes.

AFGELEIDE VORMEN HEAT PIPES

Afgeleiden van heat pipes zijn o.a. pulsating heat pipes, ThermoSyphons (zie kader), en vapor chambers. Laatstgenoemde (low profile kamer) wordt direct op de hotspot geplaatst, waar de hitte de vloeistof omzet in damp, die zich vervolgens door het hele inwendige verspreidt en condenseert tegen het veel grotere, koelere oppervlak van de vapor chamber. Daarna stroomt de condens terug naar de warmtebron via de capillaire structuur van de binnenwand. Ideaal voor heatspreading applicaties.

Een ander voorbeeld is de ThermoSyphon, een passieve closed loop-koeloplossing. Bouwvorm en afmetingen worden aangepast aan het productontwerp en de constante circulatie van warme damp en koude vloeistof zorgt voor maximale warmteafvoer bij minimaal ruimtegebruik.

De ThermoSyphon werkt met zwaartekracht, maar aangepaste ontwerpen werken ook in andere richtingen. Dit is ideaal voor koelingen met hoge warmte vermogens.



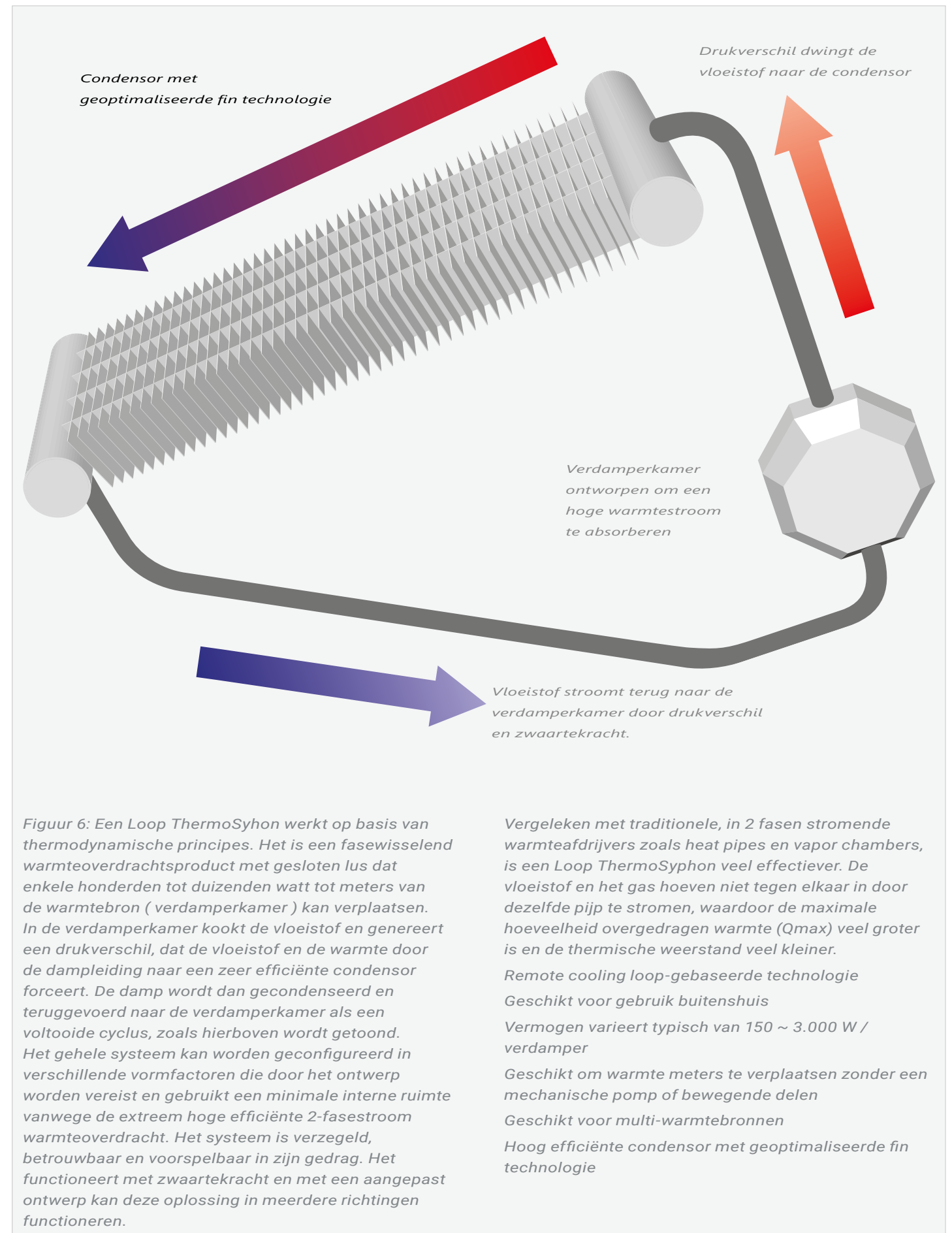
Gespecialiseerde leveranciers zoals Telerex hebben de expertise en geavanceerde apparatuur in huis om de beste thermische oplossing te dimensioneren en de meest kosten efficiënte produktoplossing te leveren.

Dit kan zijn bij het assisteren van de juiste thermische berekeningen, het thermisch simuleren, het vinden van de juiste heat pipe voor uw applicatie, prototyping, lab testing, massa productie, etc. En de totale thermische 'assembly' inclusief de koelelementen kan volledig op maat worden gemaakt, dit perfect geoptimaliseerd voor de toepassing.

Wilt u meer weten over ons aanbod op het gebied van heat pipes? Uw contactpersoon bij Telerex informeert u graag over de mogelijkheden.

Dit is een whitepaper van Telerex, een onderdeel van de Eight Lakes Group.

Auteur: Patrick Casteleyn
Product Manager Thermal Management



OVER TELEREX

Telerex importeert en distribueert elektronische en elektromechanische producten binnen de Benelux. Met ruim 60 medewerkers en kantoren in Antwerpen en Breda biedt Telerex bouwstenen voor de Original Electronic Manufacturing (OEM) markt. Telerex blinkt uit in het adviseren van haar klanten over de juiste componenten voor het creëren van het optimale eindproduct. Tegelijkertijd vereenvoudigt Telerex de supply chain met zijn wereldwijde inkoopnetwerk, planning en tijdige levering.

Telerex is onderdeel van de internationaal opererende Eight Lakes group. Met activiteiten in België, Nederland, Frankrijk, Taiwan, Denemarken, Zweden en Noorwegen, een jaaromzet van meer dan 170 miljoen euro en meer dan 320 medewerkers, streeft de Eight Lakes group ernaar de voorkeursleverancier te zijn van producten en oplossingen voor de industriële en professionele markten in Europa. Het hoofdkantoor van de groep is gevestigd op het bedrijventerrein Minervum in Breda, Nederland.

Telerex nv
Uilenbaan 90
B-2160 WOMMELGEM
België
T +32 (0)3 326 40 00

Telerex Nederland B.V.
Minervum 7139
4817 ZN BREDA
Nederland
T +31 (0)76 578 20 00

EIGHT^{GROUP}
MEMBER OF LAKES

V-2023-05-24-nl