



ChannelConnect

**IMMERSION COOLING:
VAN NICHE NAAR
NOODZAKELIJKE STANDAARD**

Whitepaper / April 2025



INHOUDSOPGAVE

1.	Management summary	3
2.	Inleiding: waarom immersion cooling?	4
3.	De technologie: compact, modulair en stil	5
4.	Cijfers en trends: marktgroei, energieverbruik en use cases.....	7
5.	De kracht van de edge: nieuwe toepassingen, nieuwe locaties.....	11
6.	Inzichten van RNT Rausch en iXora	13
7.	Barrières en versnellers voor adoptie	16
8.	Conclusie: van pionier naar standaard.....	18
9.	Over dit rapport.....	19

Doelgroep en leeswijzer

Dit rapport is bedoeld voor IT-dienstverleners, datacenterbeheerders, cloudproviders, system integrators en andere organisaties die actief zijn in de IT-infrastructuurmarkt. Ook beleidsmakers en sustainability officers die zich bezighouden met energieverbruik en verduurzaming van datacenters kunnen relevante inzichten vinden.

De whitepaper biedt een combinatie van markttrends, technische achtergrondinformatie en praktijkinzichten over immersion cooling.

- In hoofdstukken 1 tot en met 3 schetsen we de algemene context, de problematiek rond traditionele koeling en de technologische innovatie achter immersion cooling.
- In hoofdstuk 4 presenteren we marktdata en groeicijfers, met grafieken en analyses.
- Hoofdstuk 5 kijkt vooruit naar nieuwe toepassingen in de edge-markt en de rol die immersion cooling hierin kan spelen.
- Hoofdstuk 6 behandelt praktijkervaringen van RNT Rausch en iXora, gebaseerd op real-world toepassingen en tests.
- In hoofdstuk 7 gaan we in op de barrières en versnellers die de adoptie van immersion cooling beïnvloeden.

Lezers die specifieke interesse hebben in marktontwikkelingen kunnen direct starten bij hoofdstuk 4, terwijl technische lezers ook baat hebben bij hoofdstuk 3 over de systeemopbouw.

1. MANAGEMENT SUMMARY

De datacenterindustrie staat voor fundamentele keuzes. De vraag naar rekenkracht explodeert, gedreven door AI, big data en cloudapplicaties, terwijl de beschikbaarheid van stroom en ruimte onder druk staat en duurzaamheidseisen steeds strenger worden. Tegelijkertijd raken traditionele koelsystemen hun grenzen: luchtkoeling is inefficiënt, neemt veel ruimte in en veroorzaakt extra slijtage aan hardware.

Immersion cooling - waarbij servers worden ondergedompeld in een diëlektrische vloeistof - biedt hiervoor een veelbelovend alternatief. De technologie maakt hogere vermogensdichtheden mogelijk, verlaagt het stroomverbruik aanzienlijk en verlengt de levensduur van IT-apparatuur.

De wereldwijde markt voor immersion cooling groeit dan ook snel. Volgens marktanalyses **stijgt de totale marktomvang** van circa 522 miljoen dollar in 2024 naar tot verwachting 12 miljard dollar in 2033. In Nederland groeit de markt zelfs met bijna 20% per jaar, mede aangejaagd door netcongestie, strengere duurzaamheidsregels en de sterke opkomst van edge computing.

Belangrijke voordelen van immersion cooling zijn onder andere:

- Verlaging van de Power Usage Effectiveness (PUE) naar waarden rond de 1,04 of lager
- Vermindering van het energieverbruik voor koeling tot 75%
- Verlenging van de levensduur van hardwarecomponenten met 40-100%
- Mogelijkheid tot hergebruik van restwarmte

iXora en RNT Rausch spelen hierin een sleutelrol met compacte, modulaire oplossingen die geschikt zijn voor zowel datacenters als edge-omgevingen.

In dit rapport brengen we de belangrijkste trends, cijfers, praktijkinzichten en marktpercepties rond immersion cooling in kaart. Het biedt IT-dienstverleners, datacenterbeheerders en besluitvormers concrete handvatten om te bepalen hoe en wanneer immersion cooling strategisch kan worden ingezet.

2. INLEIDING: WAAROM IMMERSION COOLING?

Datacenters vormen de ruggengraat van de digitale economie. Cloudtoepassingen, AI-workloads, videostreaming en data-analyse vereisen almaar krachtigere hardware — en dat brengt grote uitdagingen met zich mee.

Elke stijging van de rekenkracht leidt tot een toename van het energieverbruik en de warmteproductie. Traditionele luchtkoeling, waarbij warmte wordt afgevoerd via ventilatoren, airconditioning en geavanceerde luchtstromen, heeft fysieke en economische grenzen.

Lucht transporteert warmte veel minder efficiënt dan vloeistof, en vraagt om steeds meer energie en ruimte om koelsystemen draaiende te houden. Daarnaast veroorzaakt luchtcirculatie stofophoping, trillingen en slijtage, waardoor hardware sneller faalt.

Tegelijkertijd neemt de druk op verduurzaming fors toe. Overheden stellen strengere emissie-eisen, klanten eisen milieuvriendelijke IT, en de energieprijzen blijven stijgen. In Nederland leidt netcongestie zelfs tot stagnatie in nieuwe datacenterinitiatieven.

Organisaties worden zo geconfronteerd met een driedubbele uitdaging:

- Meer rekenkracht nodig
- Minder energie en ruimte beschikbaar
- Meer wet- en regelgeving omtrent verduurzamen

Radicaal alternatief

Immersion cooling biedt hiervoor een radicaal alternatief. Bij deze technologie worden servers ondergedompeld in een speciaal ontwikkelde diëlektrische vloeistof die geen stroom geleidt en warmte extreem efficiënt afvoert. Hierdoor zijn geen ventilatoren of airconditioning nodig en kan de infrastructuur aanzienlijk gereduceerd worden. De voordelen zijn direct zichtbaar: lager energieverbruik, hogere rackdichtheid, verlengde levensduur van hardware en minder operationele risico's.

Hoewel immersion cooling al langer bestaat, heeft recente technologische innovatie geleid tot:

- Betere vloeistoffen met langere levensduur
- Compactere, modulaire ontwerpen
- Lagere kosten per eenheid
- Grotere marktacceptatie, mede door de opkomst van AI en edge computing

In de komende hoofdstukken zoomen we verder in op de cijfers, markttrends, technische voordelen en praktijkervaringen rond immersion cooling.

3. DE TECHNOLOGIE: COMPACT, MODULAIR EN FLUISTERSTIL

Immersion cooling is gebaseerd op een eenvoudige maar revolutionaire techniek: servers worden volledig ondergedompeld in een speciaal ontwikkelde diëlektrische vloeistof die de geproduceerde warmte direct afvoert.

Er zijn twee hoofdtypen systemen:

- **Single-phase immersion cooling:** De vloeistof blijft vloeibaar en transporteert warmte naar een warmtewisselaar of koeltoren.
- **Two-phase immersion cooling:** De vloeistof kookt bij een lage temperatuur, neemt warmte op en condenseert vervolgens opnieuw in een gesloten circuit.

In beide gevallen wordt warmte veel efficiënter afgevoerd dan bij luchtkoeling, en zijn geen ventilatoren of airconditioning nodig om servers op bedrijfstemperatuur te houden.

De voordelen van immersion cooling ten opzichte van traditionele koeling zijn onder andere:

- Verhoogde rackdichtheid (meer capaciteit op minder ruimte)
- Verlengde levensduur van hardwarecomponenten
- Minder stofophoping en trillingsschade
- Lagere operationele kosten en energieverbruik
- Stille werking, ideaal voor gevoelige omgevingen
- Kan toegepast worden in industriële omgevingen (>40 graden Celsius, vochtig, stoffig)

Innovaties van iXora: modulair en schaalbaar

Waar veel immersion cooling-oplossingen werken met grote tanks of volledige baden, heeft iXora gekozen voor een modulair ontwerp. Het systeem bestaat uit een chassis met cassettes waarin één tot vier servers worden ondergebracht, elk met eigen vloeistofcircuit en warmtewisselaar die in ieder standaard 19-inch server rack past.

Khaled Aziz (iXora):

“Wij merkten dat traditionele immersion cooling tanks vaak tot praktische en logistieke problemen leiden: ze zijn te zwaar voor verhoogde vloeren, moeilijk te onderhouden en vereisen ingrijpende installaties. Onze modulaire oplossing biedt juist maximale schaalbaarheid en flexibiliteit, en is eenvoudig toe te passen binnen bestaande omgevingen”

Door te werken met compacte modules kunnen bedrijven stapsgewijs uitbreiden en gemakkelijker onderhoud plegen. Ook kunnen defecte units eenvoudig worden vervangen zonder dat complete systemen stilgelegd hoeven te worden.

Vincent van der Linden (RNT Rausch):

“Met de modulaire aanpak kunnen we immersion cooling toepassen op plekken waar klassieke oplossingen simpelweg niet praktisch zijn, zoals offshore installaties of kleine edge-locaties. Ook kunnen we nu server en opslag oplossingen leveren op plaatsen waar helemaal geen datacenter faciliteiten zijn. We hebben alleen stroom en water toevoer en afvoer nodig.”

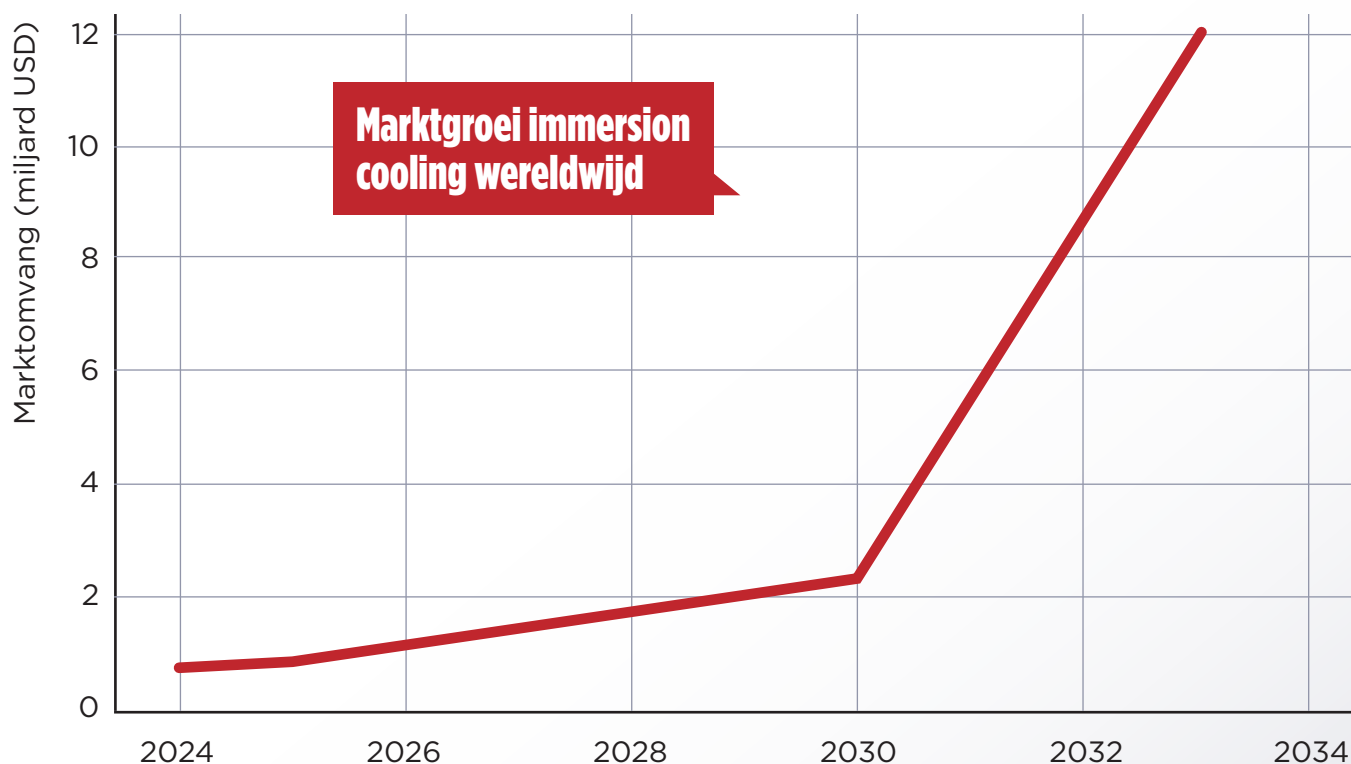
Met deze innovaties wordt immersion cooling toegankelijker gemaakt voor een bredere groep organisaties, zowel in traditionele datacenters als op nieuwe, uitdagende locaties.

4. CIJFERS EN TRENDS: MARKTGROEI, ENERGIEVERBRUIK EN USE CASES

De wereldwijde groei en technologische vooruitgang in immersion cooling zijn indrukwekkend. De combinatie van energiebesparing, verhoging van rackdichtheid en langere hardwarelevensduur zorgt ervoor dat steeds meer organisaties deze technologie serieus overwegen.

Marktgroei wereldwijd

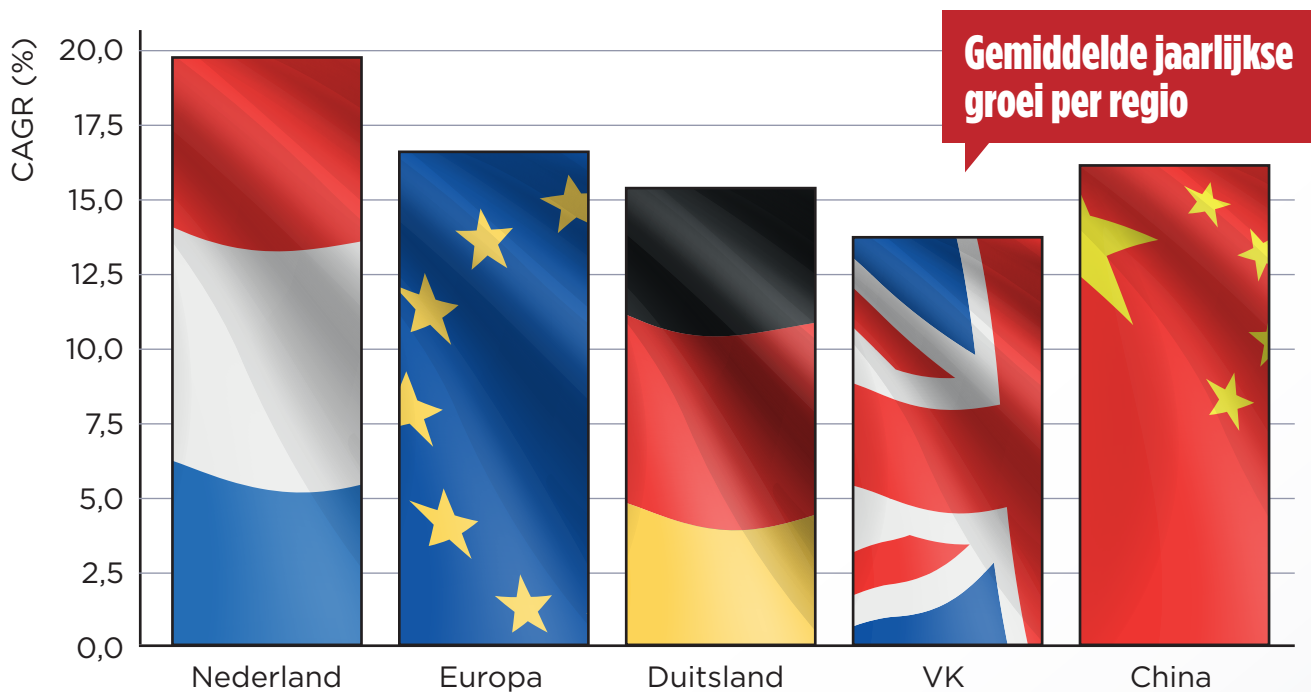
Figuur 1 toont de wereldwijde marktgroei voor immersion cooling tussen 2024 en 2033. De markt groeit van circa 522 miljoen dollar in 2024 tot naar verwachting 12 miljard dollar in 2033, gedreven door de groeiende behoefte aan duurzame IT-oplossingen en toenemende AI- en HPC-workloads.



Figuur 1

Groei per regio

Figuur 2 laat zien dat Nederland met een CAGR van 19,9% een van de snelstgroeiende markten in Europa is, gevolgd door China, Duitsland en het Verenigd Koninkrijk.

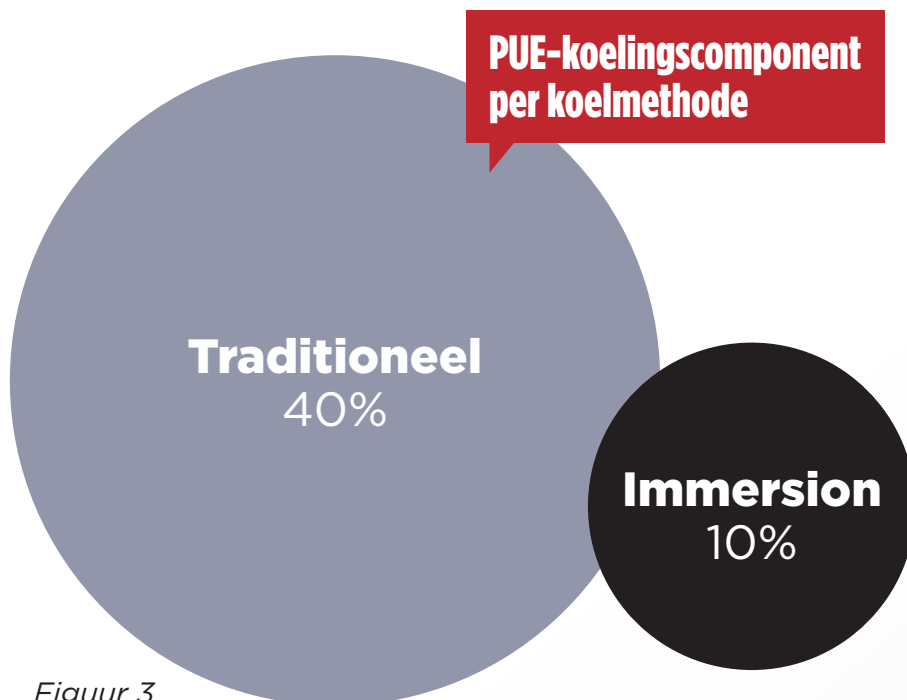


Figuur 2

Energie-efficiëntie en PUE-verbetering

Eén van de belangrijkste voordelen van immersion cooling is de verbetering van de Power Usage Effectiveness (PUE). Traditionele luchtkoelingsystemen wijten ongeveer 40% van hun PUE aan koeling, terwijl dit met immersion kan dalen naar slechts 10%.

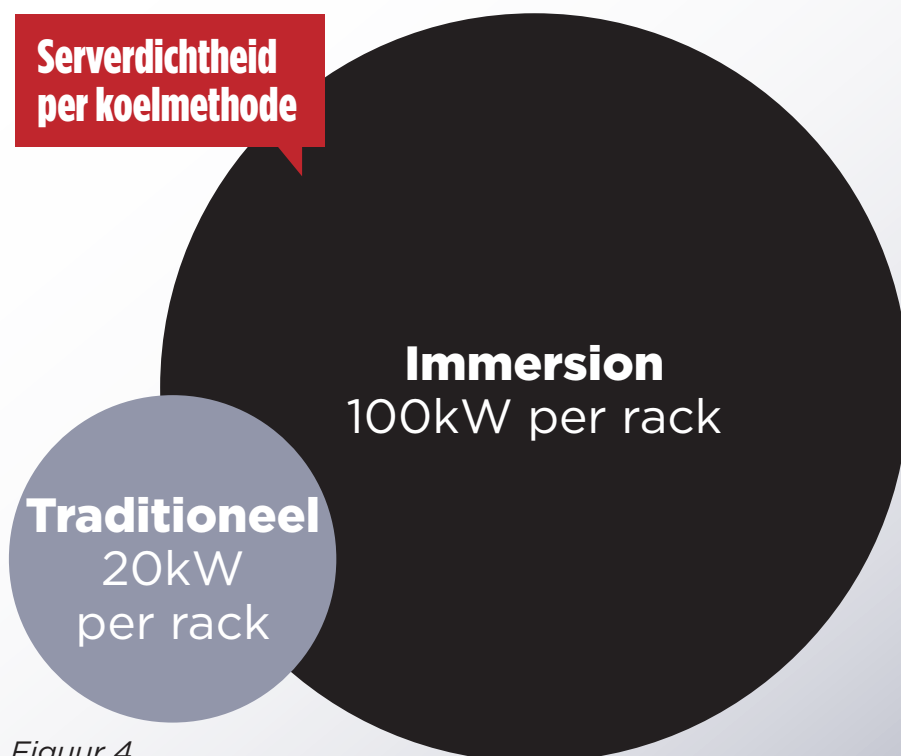
Figuur 3 vergelijkt het aandeel van koeling in de totale PUE tussen traditionele luchtkoeling en immersion cooling.



Figuur 3

Verhoging van de serverdichtheid

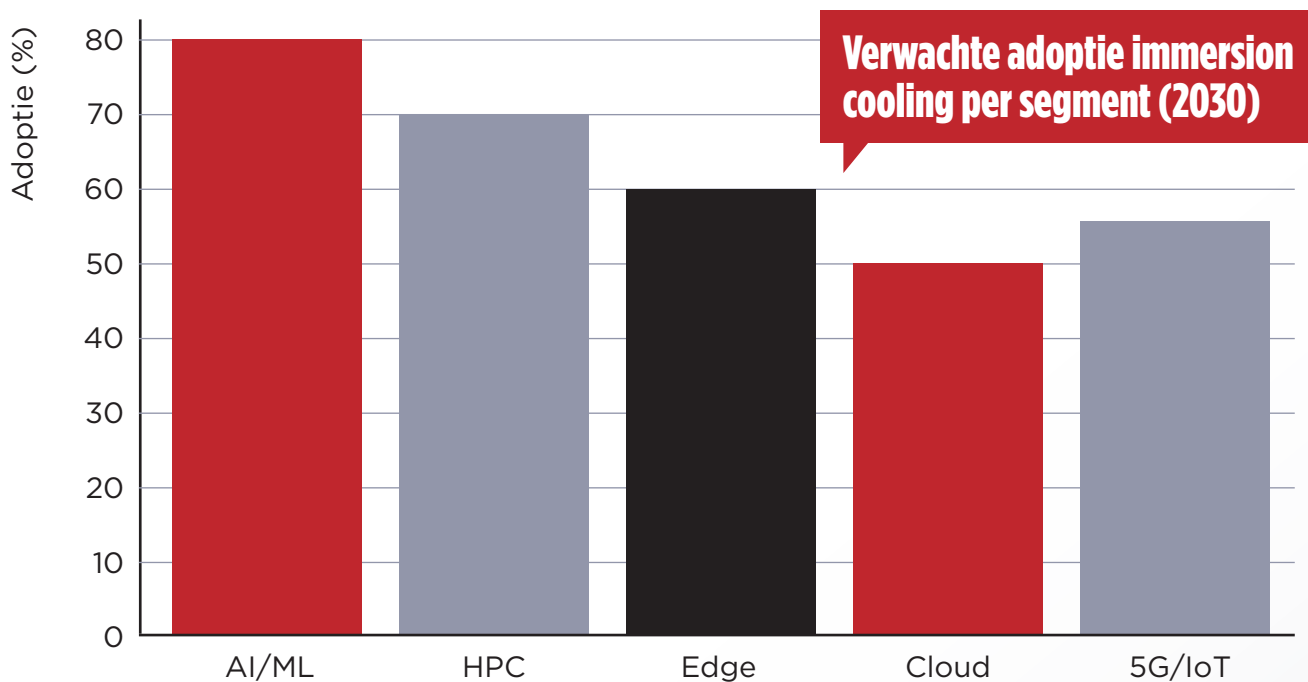
Figuur 4 laat zien hoe immersion cooling serverdichtheid drastisch verhoogt: van gemiddeld 20 kW per rack naar waarden boven de 100 kW per rack. Dit maakt compactere en efficiëntere datacenterontwerpen mogelijk.



Figuur 4

Verwachte adoptie per segment

Tot slot geeft figuur 5 de verwachte adoptie van immersion cooling per segment in 2030 weer. Vooral in AI/ML, HPC en edge computing zal de technologie dominant worden.



Figuur 5

Praktische toepassingen van immersion cooling

De eerste drie use cases zijn vandaag al relevant:

- **AI-trainingscentra:** Bedrijven die complexe AI-modellen trainen, zoals deep learning-algoritmes voor medische beeldanalyse of taalmodellen, gebruiken immersion cooling om hoge serverdichtheden te ondersteunen en energiekosten te beperken.
- **High Performance Computing (HPC):** Universiteiten en onderzoeksinstituten die grote simulaties uitvoeren (zoals klimaatmodellen of moleculaire dynamica) kiezen voor immersion cooling om de betrouwbaarheid en prestaties van hun clusters te verhogen.
- **Edge-locaties:** Op locaties zoals offshore windparken, productiefabrieken en televisiestudio's worden compacte immersion-systemen ingezet om servers betrouwbaar te koelen zonder luchtverplaatsing, trillingen of stofproblemen (zie hoofdstuk 5).

De cijfers en trends maken duidelijk dat immersion cooling steeds vaker wordt ingezet in uiteenlopende toepassingen, van AI en HPC tot edge computing. Met name de opkomst van edge computing, waarbij rekenkracht naar de rand van het netwerk verschuift, creëert nieuwe kansen én nieuwe eisen voor koelingsoplossingen. In het volgende hoofdstuk zoomen we dieper in op de rol die immersion cooling kan spelen in deze snelgroeiende markt.

5. DE KRACHT VAN DE EDGE: NIEUWE TOEPASSINGEN, NIEUWE LOCATIES

De opkomst van edge computing verandert de eisen die aan IT-infrastructuren worden gesteld. Niet langer draait alles om gecentraliseerde, perfect geconditioneerde datacenters: steeds vaker moeten rekenkracht en dataopslag dicht bij de bron plaatsvinden - op locaties die lastig toegankelijk zijn en extreme omgevingsfactoren kennen.

In deze omgevingen biedt immersion cooling unieke voordelen:

- **Compact:** Systemen kunnen dichter op elkaar worden gebouwd zonder oververhitting.
- **Robuust:** Geen bewegende ventilatoren, geen stofproblemen, geen trillingsschade.
- **Energie-efficiënt:** Geen complexe airconditioning nodig; warmte kan direct worden afgevoerd via vloeistofkoeling.
- **Geluidsarm:** Essentieel voor gebruik in stille werkomgevingen zoals mediastudio's of medische locaties.

Vincent van der Linden (RNT Rausch):

“Juist in edge-omgevingen zie je dat klassieke luchtkoeling snel tegen grenzen aanloopt. Met gesloten immersion-oplossingen kunnen we zelfs in een industriële kas of een offshore platform servercapaciteit bieden zonder zorgen over koeling, stof, hitte of geluid.”

Khaled Aziz (iXora):

“Immersion biedt nieuwe mogelijkheden voor warmteterugwinning. Denk aan verwarmingssystemen voor gebouwen of glastuinbouw die gebruikmaken van de restwarmte van servers.”

Snelle groei van edge computing

De edge-markt groeit in rap tempo. Volgens IDC vindt inmiddels circa de helft van alle nieuwe IT-infrastructuur plaats buiten traditionele datacenters. Daarnaast wordt naar schatting 80% van alle data aan de rand van het netwerk gecreëerd en verwerkt. De investeringen in edge computing nemen jaarlijks toe met gemiddeld 15%.

Deze trend benadrukt de behoefte aan robuuste, compacte en energie-efficiënte koelingsoplossingen — een rol waarin immersion cooling uitstekend kan voorzien.

	Bron en context
80% van alle data zal in 2025 buiten traditionele datacenters worden gecreëerd en verwerkt.	IDC FutureScape 2023: Worldwide Datacenter 2025 Predictions.
Tegen 2025 zal 50% van de nieuwe IT-infrastructuur worden uitgerold naar edge-locaties.	IDC Edge Computing Forecast.
Investeringen in edge computing groeien gemiddeld met 15% per jaar tot 2027.	IDC Worldwide Edge Spending Guide.

Bron: IDC FutureScape en Worldwide Edge Spending Guide, geraadpleegd april 2025.

De verwachting is dat de vraag naar robuuste, efficiënte edge-oplossingen de komende jaren alleen maar verder zal toenemen, mede door de opkomst van AI, 5G en IoT-toepassingen.

6. INZICHTEN VAN RNT RAUSCH EN IXORA

De samenwerking tussen iXora en RNT Rausch ontstond uit een gedeelde visie: immersion cooling geschikt maken voor praktische, realistische IT-omgevingen. De bedrijven combineren modulaire hardware met robuuste, energie-efficiënte systemen die ook buiten het klassieke datacenter optimaal functioneren.

Vincent van der Linden (RNT Rausch):

“Wij leveren veel oplossingen voor edge-omgevingen zoals fabrieken, schepen en windparken. In die omstandigheden zijn trillingen, stof en beperkte ruimte grote uitdagingen. Met gesloten immersion-oplossingen kunnen we die problemen in één keer tackelen.”

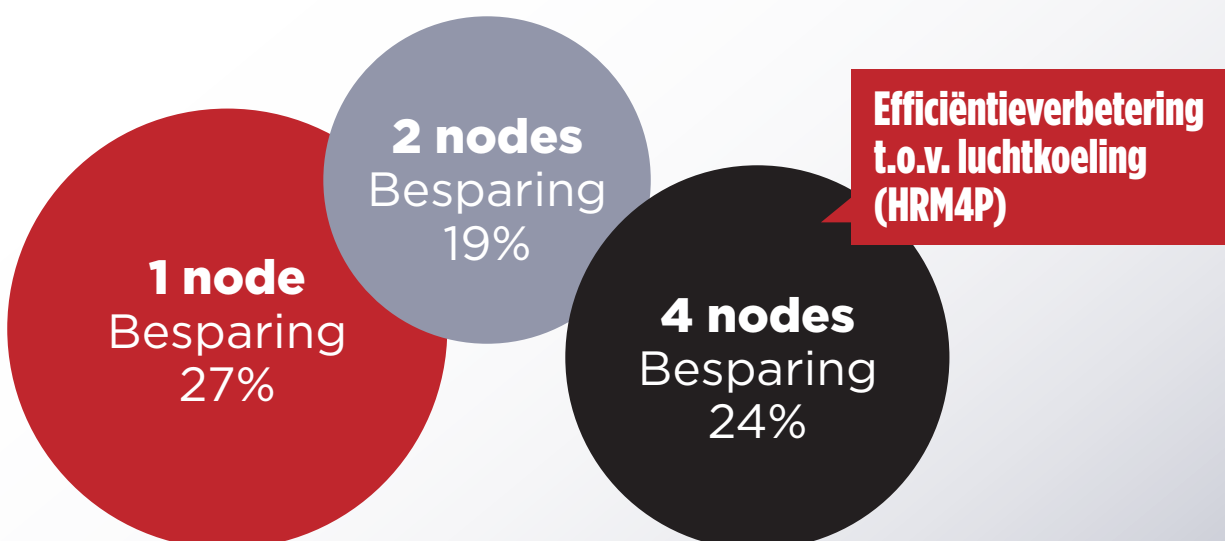
Khaled Aziz (iXora):

“Ons ontwerp richt zich op eenvoud en schaalbaarheid. Compacte cassettes, geen bewegende delen zoals ventilatoren, een vloeistof met lange levensduur en lekvrij en eenvoudig onderhoud van de individuele onderdelen. Daardoor is het systeem geschikt voor uiteenlopende toepassingen én makkelijk te beheren.”

Efficiëntieverbetering in de praktijk

In interne testen met het HRM4P-platform liet immersion cooling een aanzienlijke efficiëntieverbetering zien ten opzichte van traditionele luchtkoeling.

Figuur 6 toont de gemeten efficiëntieverbetering bij verschillende workloads.

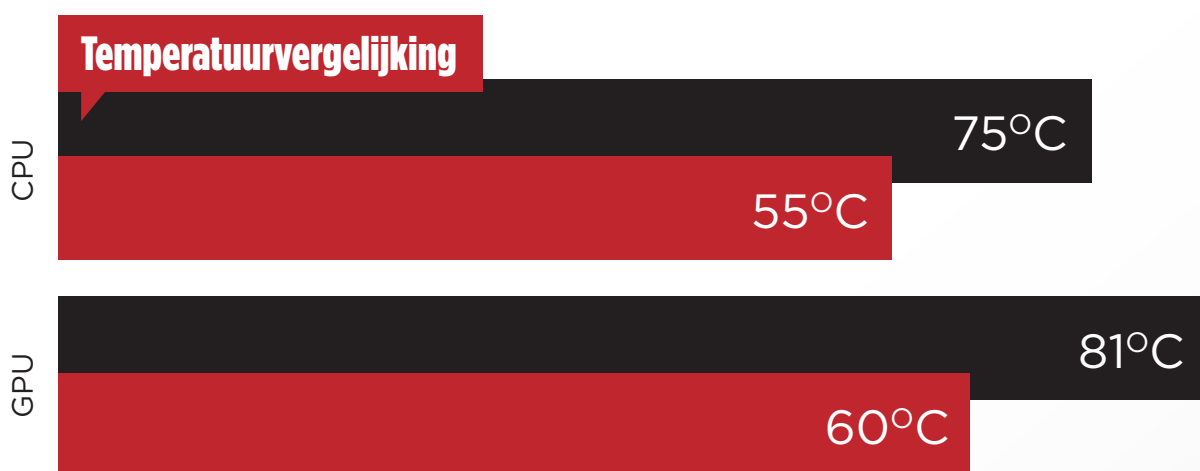


Figuur 6

Verlengen van de hardwarelevensduur

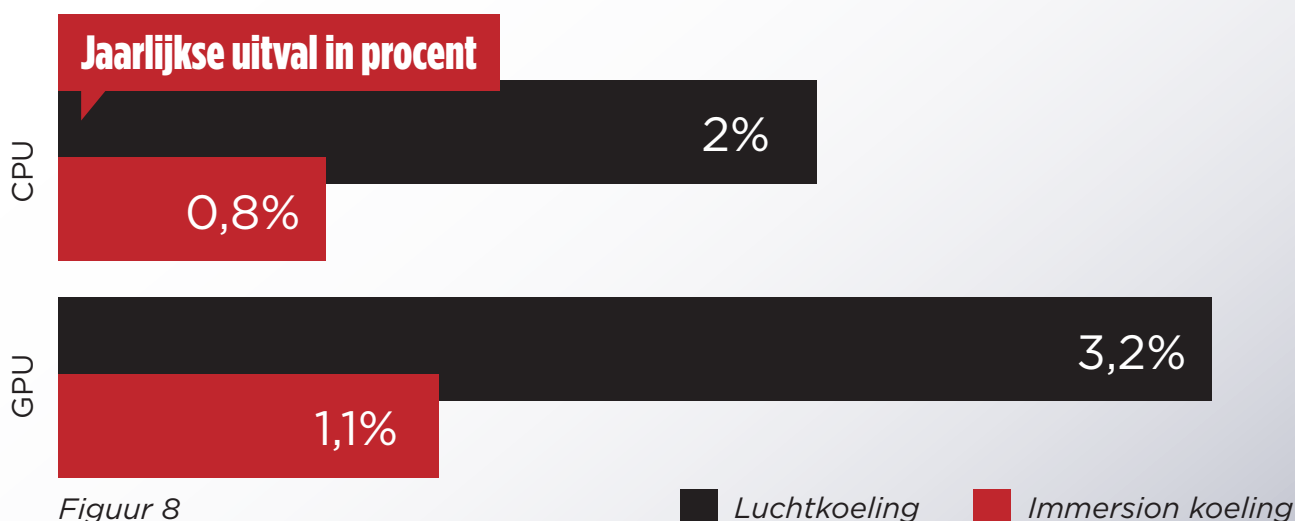
Naast energiebesparing biedt immersion cooling ook voordelen voor de hardware zelf. Drives, moederborden en voedingen blijven aanzienlijk koeler, trillingsvrij en stofvrij, wat hun levensduur aanzienlijk verlengt.

Figuur 7 toont de gemiddelde bedrijfstemperatuur van CPU's en GPU's bij luchtkoeling versus immersion cooling. Bij luchtkoeling ligt de temperatuur van CPU's en GPU's gemiddeld 20-25°C hoger dan bij immersion cooling. Die hogere temperatuur zorgt voor meer thermische stress en verhoogt het risico op uitval.



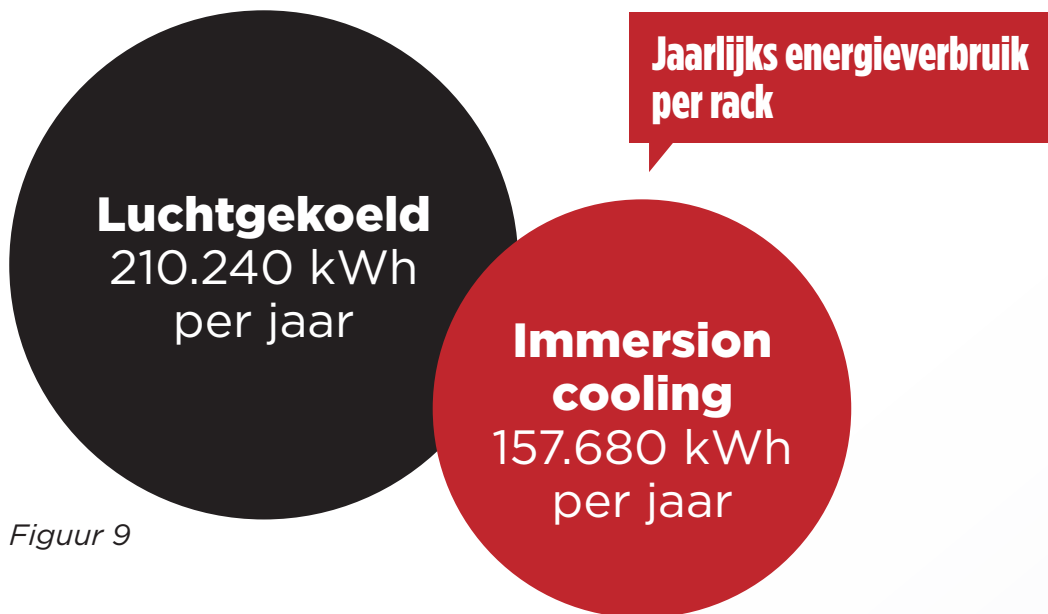
Figuur 7

Figuur 8 toont de jaarlijkse uitvalpercentages van CPU's en GPU's bij luchtkoeling versus immersion cooling. Immersion cooling vermindert de uitval met de helft of meer doordat componenten onder stabiele, koele omstandigheden blijven functioneren.



Figuur 8

Figuur 9 toont een vergelijking van het jaarlijkse energieverbruik per rack bij luchtkoeling en immersion cooling. Uitgaande van een gemiddeld verbruik van 24 kW per rack, is het energieverbruik bij traditionele luchtkoeling circa 210.240 kWh per jaar, tegenover 157.680 kWh bij immersion cooling. Dit betekent een energiebesparing van meer dan 25% per rack.



Figuur 9

Bij luchtkoeling komt een rack jaarlijks neer op bijna 59 ton CO₂-uitstoot, tegenover 44 ton bij immersion cooling. Dat betekent een besparing van 14,7 ton CO₂ per rack per jaar. Dit komt overeen met:

- 350.000 km elektrisch rijden
- Het jaarverbruik van 23 elektrische auto's
- Ongeveer 9 retourvluchten Amsterdam–New York
- De jaarlijkse CO₂-opname van 735 bomen

7. BARRIÈRES EN VERSNELLERS VOOR ADOPTIE

Hoewel immersion cooling als technologie volwassen is, ervaren veel organisaties nog barrières om daadwerkelijk te adopteren. Belangrijke obstakels zijn onder andere gevestigde belangen in traditionele koelsystemen en het feit dat veel datacenters hun verdienmodel hebben gebaseerd op hoog energieverbruik.

Vincent van der Linden (RNT Rausch):

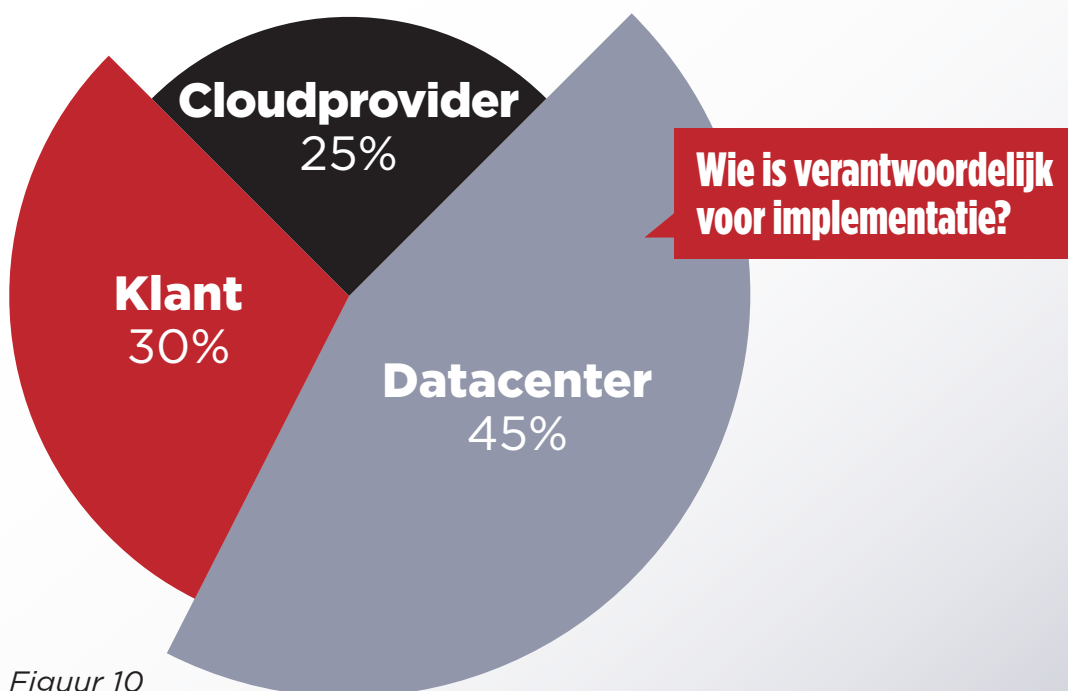
“Datacenters worden vaak afgerekend op PUE, maar dat cijfer houdt geen rekening met de inefficiëntie binnen de servers zelf. Verhoog je de luchttemperatuur, dan daalt je PUE, maar gaan je serverventilatoren harder draaien en verbruik je alsnog meer stroom.”

Khaled Aziz (iXora):

“Veel organisaties realiseren zich nog onvoldoende dat hogere temperaturen de levensduur van hun hardware aanzienlijk kunnen verkorten. Bij immersion cooling behoud je stabiliteit, ook als de omgevingstemperatuur stijgt.”

Verantwoordelijkheid voor implementatie

Een belangrijke vraag bij de adoptie van immersion cooling is: wie moet de verantwoordelijkheid nemen? Figuur 10 laat zien hoe de markt deze verantwoordelijkheden inschat: klanten, datacenters en cloudproviders spelen elk een rol.

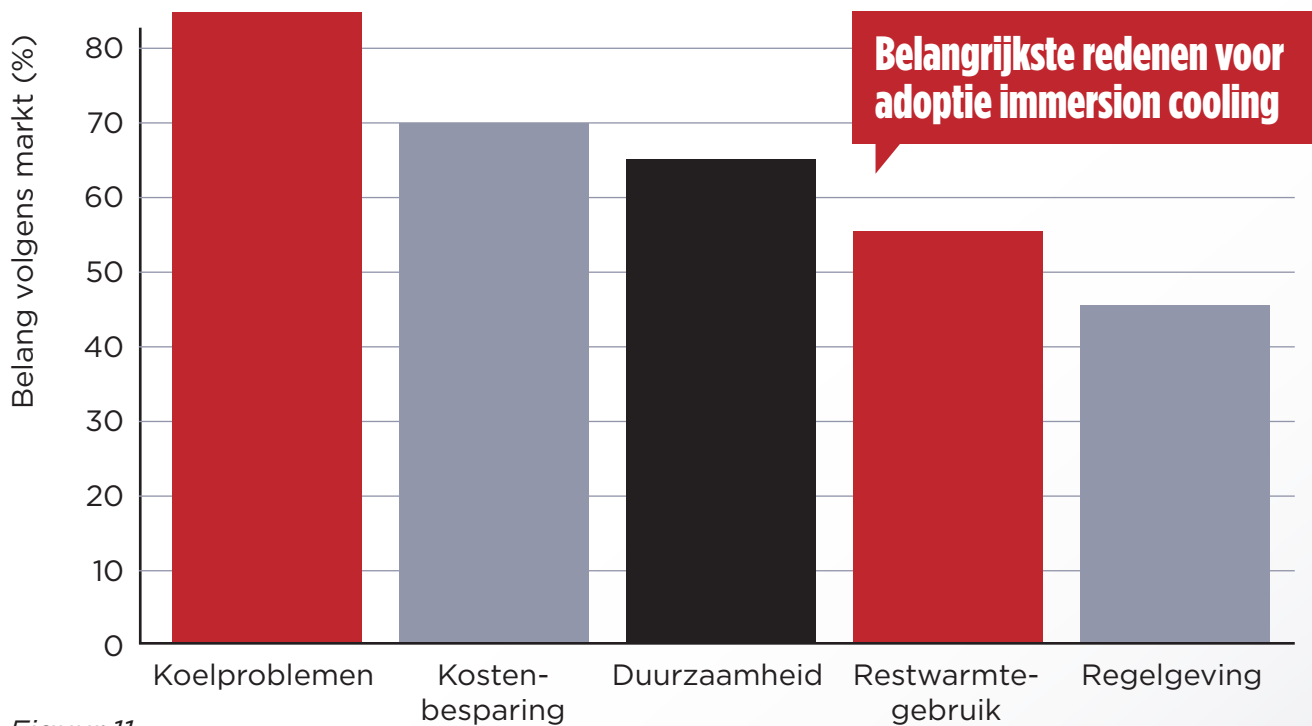


Figuur 10

Belangrijkste drijfveren voor adoptie

Tegelijkertijd zijn er krachtige motieven die de toepassing van immersion cooling versnellen. Kostenbesparing, duurzaamheidsdoelen, wet- en regelgeving en de mogelijkheid om restwarmte nuttig te gebruiken spelen allemaal een rol.

Figuur 11 toont welke motieven organisaties het belangrijkste vinden bij hun beslissing om immersion cooling toe te passen.



Figuur 11

8. CONCLUSIE: VAN PIONIER NAAR STANDAARD

Immersion cooling ontwikkelt zich snel van een niche-oplossing tot een volwaardige, toekomstbestendige technologie binnen de datacenterwereld. De combinatie van technologische voordelen - hogere energiebesparing, verhoogde serverdichtheid, langere hardwarelevensduur en robuustheid in extreme omgevingen - maakt het steeds aantrekkelijker voor zowel traditionele datacenters als edge-locaties.

De markttrends ondersteunen deze ontwikkeling: de wereldwijde adoptie van immersion cooling groeit stevig, en de verwachte toename van edge computing creëert nieuwe toepassingsgebieden waar traditionele koelingstechnieken tekortschieten.

Daarnaast maken maatschappelijke druk op verduurzaming, stijgende energiekosten en strengere regelgeving het voor organisaties noodzakelijk om te investeren in efficiëntere, duurzamere IT-infrastructuren.

Vincent van der Linden (RNT Rausch):

“De technologische case voor immersion cooling is rond. Wat nu volgt is bewustwording en versnelling in de markt.”

Voor organisaties die hun energieverbruik willen verlagen, de betrouwbaarheid van hun IT-omgevingen willen verhogen en voorbereid willen zijn op de explosieve groei van AI, edge en dataverwerking, biedt immersion cooling een bewezen route naar toekomstbestendige infrastructuren.

9. OVER DIT RAPPORT

Dit rapport is samengesteld door [ChannelConnect](#) in samenwerking met externe experts en marktpartijen, waaronder [RNT Rausch](#) en [iXora](#). De whitepaper is gebaseerd op een combinatie van marktanalyse, praktijkmetingen en expertinterviews die zijn uitgevoerd in het eerste en tweede kwartaal van 2025.

De in het rapport opgenomen cijfers, grafieken en inzichten zijn ontleend aan bronnen zoals IDC, Allied Market Research, Perplexity.ai, en ook aan interne documenten van RNT Rausch en iXora.

Hoewel bij het samenstellen van dit rapport uiterste zorgvuldigheid is betracht, kunnen aan de inhoud geen rechten worden ontleend. ChannelConnect en de betrokken partijen aanvaarden geen aansprakelijkheid voor eventuele onjuistheden of onvolledigheden.

Voor meer informatie over deze publicatie of voor vragen over immersion cooling kun je contact opnemen met ChannelConnect.

***RNT Rausch** is een Duitse technologiepionier met meer dan 25 jaar ervaring in de hightech server- en opslagindustrie. Het bedrijf is gespecialiseerd in het ontwerpen en bouwen van gepersonaliseerde server- en opslagoplossingen die zijn afgestemd op specifieke zakelijke behoeften. RNT Rausch werkt samen met toonaangevende technologiepartners zoals AMD, Cloudian, Intel en Seagate en iXora om hoogwaardige oplossingen te leveren. Het bedrijf bedient een breed scala aan partners en haar klanten, waaronder mkb's, datacenters en serviceproviders wereldwijd.*

***iXora** is een Nederlandse producent van immersion cooling-oplossingen, gespecialiseerd in het energie-efficiënt koelen van high-performance IT-infrastructuren. Het bedrijf combineert diepgaande technische kennis met een sterke focus op duurzaamheid, waardoor het organisaties helpt hun energieverbruik en ecologische voetafdruk aanzienlijk te verlagen. In samenwerking met gerenommeerde technologiepartners en integrators zoals RNT Rausch maakt iXora zijn oplossing breed inzetbaar binnen datacenters, ondernemingen en onderzoeksinstellingen. Het hoofdkantoor van iXora is gevestigd in Nederland. Van daaruit ondersteunt het klanten in heel Europa en daarbuiten.*

***ChannelConnect** is hét kennis- en informatieplatform voor IT-dienstverleners, resellers, distributeurs en vendoren in Nederland. Wij bieden actuele informatie over technologie, marktontwikkelingen en businesskansen in de ICT-sector. Met whitepapers, expertinterviews, nieuwsartikelen en partnercontent ondersteunt ChannelConnect organisaties bij het maken van strategische keuzes en het versterken van hun marktpositie.*