

Wegwijzer

Digitalisering in de koudetechniek



DATA

KUNSTMATIGE
INTELLIGENTIE

Digitalisering
in de
koudetechniek

Inleiding | Met de huidige sensortechnologieën en toegenomen mogelijkheden om data te verzamelen, te verdelen en te bewerken, is het vanzelfsprekender geworden om data meer te benutten en conceptueel onze systemen en werkwijzen daarop aan te passen. Door data (real time) op intelligente wijze te koppelen aan de besturing en monitoring van processen en installaties kan nog veel winst behaald worden. Eveneens brengt de implementatie van intelligentere vormen van automatisering een cultuurverandering teweeg die voortdurende innovatie en verbeteringen stimuleert. Denk hierbij aan de uitspraken van Johan Cruijff: “Je gaat het pas zien als je het doorhebt”, gecombineerd met “De waarheid is nooit precies zoals je denkt dat hij zou zijn”. Dit geldt op zijn minst ook voor een groot deel van de (biologische) omgevingen waarin koudetechniek wordt toegepast, zoals onder andere de agri- en horticultuur, voedingsmiddelenindustrie en farmacie.

Wegwijzer Digitalisering in de koudetechniek

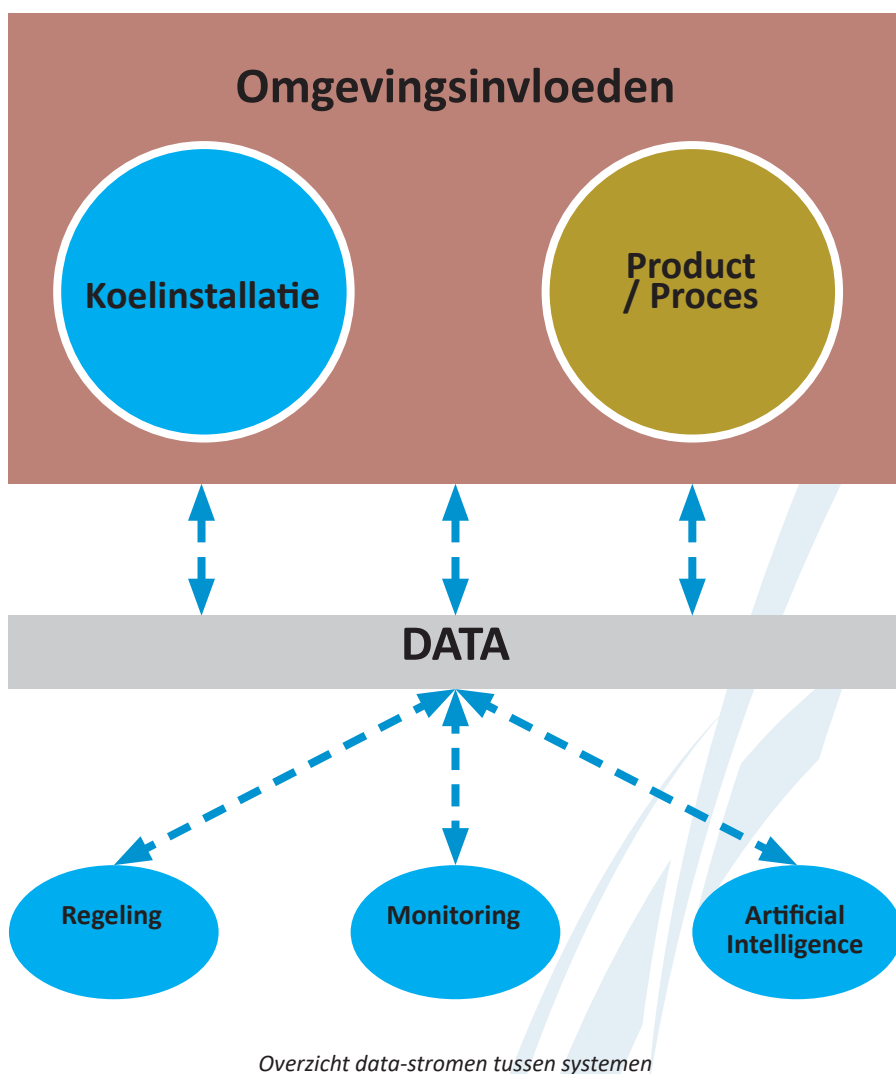
Waarom digitalisering en wat zijn de voordelen? |

Bij veel koeltechnische vraagstukken kan gebruikmaking van de nieuwste technologieën dus nog veel bijdragen aan het maximaliseren van efficiency, het verbeteren van veiligheid, het reduceren van systeemstoringen en onderhoudskosten en het besparen op operationele kosten. Mede vanwege de toenemende mogelijkheden om tegen relatief lage kosten sensoren aan te schaffen met voldoende nauwkeurigheid (en bij voorkeur in draadloze uitvoering) en kleine afmetingen, kunnen zowel de te conditioneren producten als de proces-parameters worden bemeaten. Via algoritmen kan de ontvangen data worden gekoppeld aan slimmere bedrijfs- en regelstrategieën. Hierbij ontstaan dus prachtige mogelijkheden voor veel effectievere toepassingen van specialistische domeinkennis in Kunstmatige Intelligentie oplossingen, ook wel Artificial Intelligence (AI) genoemd.

Daarbij is het tevens mogelijk (en soms ook heel relevant) om data van buiten het beschouwde systeem te benutten, via IoT-oplossingen (Internet of Things). Hiermee zijn we dan daadwerkelijk terechtgekomen in Industry 4.0, een niet te vermijden ontwikkeling in de industriële wereld!

Ook belangrijk hierbij is de toenemende behoefte aan integratie van verschillende kennisdomeinen in de totale systeemopzet. Denk daarbij aan het koppelen van kennis van de te conditioneren producten aan de kennis van de conditionering en de kennis over de werking van installaties. Daarbij kan ook nog gebruik worden gemaakt van opgeslagen historische kennis en/of data van buiten de beschouwde systemen.

Daarnaast is uiteraard opslag van data eveneens een mogelijkheid om de proceskennis naar een hoger en meer gedetailleerd niveau te brengen. Dit vanwege het in food & pharma vereiste "tracking & tracing". Zo wordt de kennis in de keten beter gedeeld en kunnen oorzaken voor verliezen en schades helder worden gealloceerd resp. gereduceerd. Zo kunnen



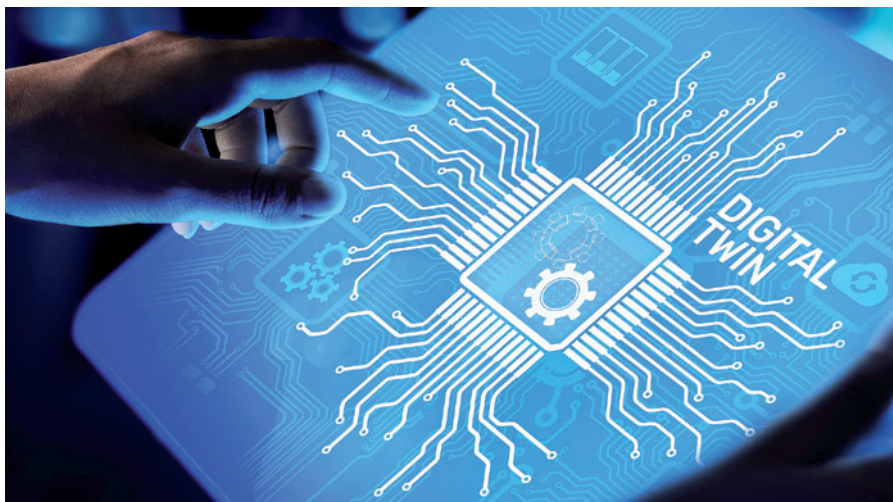
risico's worden gereduceerd en kunnen vanuit voorspellend vermogen besluitvormingen in de keten eerder en beter worden gefaciliteerd.

Ontwikkelingen en voorbeelden | De domeinspecialisten kunnen dankzij verbeterde databeschikbaarheid (zowel qua plaats, tijd, frequentie, nauwkeurigheid, historie etc.) een veel betere onderbouwing geven aan nog betere oplossingen. Ook zijn er nog andere en slimmere mogelijkheden om de data te benutten voor verbetering van inzichten en systeemkennis.

Behalve dat in algoritmen met behulp van data een deel van de besturing en optimalisatie zou kunnen worden verzorgd, kan ook nog gekozen worden voor zogenaamde Digital Twin-oplossingen: dit is een virtuele weergave van een fysiek object of proces. Deze digital twin dient als digitale tegenhanger van het werkelijke object of proces. Door het leggen van verbindingen tussen het fysieke product en het virtuele product, zijn data van het fysieke product in het virtuele product in te brengen als informatie over het gedrag van het fysieke proces. Op deze wijze kunnen eventuele verbeteringen aan de fysieke omgeving

Wegwijzer Digitalisering in de koudetechniek

worden aangebracht. De verzamelde sensorgegevens en overige data kunnen dus worden gebruikt om in een “digitale tweeling” verbeteringen te traceren die in real-time bijgewerkt kunnen worden. De operator resp. domein-deskundige zou desgewenst via de digital twin ook nog “offline trials” kunnen uitvoeren, om risicoloos scenario’s te valideren of voortschrijdend inzicht te ontwikkelen. Een voorbeeld is het aansturen van een centrale koelinstallatie volgens “mogen/moeten”-afwegingen ten aanzien van aan- en uitschakelen van compressoren. Denk ook aan het bepalen van het aantal draaiuren en circulatieluchtdebieten van koelers in relatie tot afkoelingsstrategie en ontvochtigingsdoelstellingen voor de betreffende ruimte. Of anticiperend sturen op de glijdende verdampingstemperatuur in de centrale afscheider in relatie tot alle gevraagde koelerooppervlakte-temperaturen.



Een nog meer geavanceerde vorm van AI is het gebruikmaken van het zogenaamde Machine Learning concept. Dit houdt in dat een computer ontdekt hoe taken kunnen worden uitgevoerd zonder daarvoor expliciet te zijn geprogrammeerd. In plaats van de operator gaat hierbij de computer leren van de verstrekte gegevens en zelfstandig bepaalde taken uitvoeren. Met name voor meer geavanceerde taken en complexere systeemdynamiek

kan het voor een mens een uitdaging zijn om handmatig de benodigde algoritmen te maken, en effectiever blijken om de machine te helpen zijn eigen algoritme te ontwikkelen (ergo: trainen van zelflerend vermogen van de computer).

Machine Learning benaderingen zijn onder te verdelen in drie categorieën, afhankelijk van de aard van het “signaal” of “feedback” dat beschikbaar is voor het leersysteem:

- Begeleid leren: de computer krijgt voorbeeldinvoer en de gewenste uitgangen te zien, gegeven door een domein-expert als “leraar”. Het doel is om gekoppeld aan invoerdata de computer algemene regels te leren voor toewijzing van data aan uitgangen.
- Leren zonder toezicht: er worden geen labels gegeven aan het leeralgoritme, waardoor het op zichzelf functioneert om structuur te vinden in toewijzing

van data aan de invoer. Leren zonder toezicht kan een doel op zich zijn (het ontdekken van verborgen patronen in gegevens) of een middel om een gedefinieerd doel te bereiken.

- Versterkingsleren: een computerprogramma werkt samen met een dynamische omgeving waarin het een bepaald doel moet bereiken (zoals het regelen van een koelinstallatie of het optimaliseren van de supply chain). Terwijl het programma door de

probleemruimte navigeert, krijgt het programma feedback die toetst aan vooraf bepaalde hoofddoelen die het continu probeert te maximaliseren. Dit is veelal gebaseerd op Monte Carlo Tree Search (MCTS) als model.

Hoe zet je zelf stappen in AI?

Voor het kunnen uitwerken van een goede strategie is het belangrijk om met een inventarisatie te beginnen. Deze moet een zo volledig mogelijk overzicht bieden van de systemen én subsystemen, met daarin de data die van invloed moeten én kunnen zijn op het beschouwde product/de beschouwde processen en hun interacties. “Kunnen” is een belangrijke toevoeging in bovenstaande zin, gezien de eerder geciteerde uitspraken van Cruiff. Zo zit in de data die je maximaal probeert te verzamelen, altijd meer verborgen dan je in eerste instantie overziet resp. denkt te gaan benutten. Vaak volgt vanuit voortschrijdend inzicht later, dat de vanaf begin extra verkregen data plotseling alsnog toegevoegde waarde zou kunnen bieden (dus: heb je die niet, dan kun je niks meer).

Daarnaast is het relevant een goed beeld te hebben van de benodigde domeinkennis en gebruikersvoorwaarden om zo de uitwerking deskundig en binnen ambities van gebruikers uit te voeren. Het AI ontwerpproces is er echter ook bij gebaat dat deskundigen én gebruikers bereid zijn (vanuit voortschrijdend inzicht) hun oorspronkelijke en professionele grenzen af en toe te verleggen. Dit biedt extra (toekomstige) mogelijkheden in het te ontwikkelen concept.

Voorbeelden van systemen/subsystemen

- Model van rijpings-/afleef-gedrag van metabolisme (bijv. rijpende kaas, fruit) in parameters
- Klimatologische systeem (bijv. weerstations-parameters)
- Logistieke operationele dynamics (bijv. massastroom van product, deuropeningsfrequenties, bewaarduur, etc.)
- Economisch model van de koudeopslag (CAPEX-/OPEX-parameters)
- Energievoorwaarden en -kansen (Trias

Wegwijzer Digitalisering in de koudetechniek

Energetica, incl. warmteterugwinning, solar/wind, etc.)

Per genoemd systeem en subsysteem is verdieping noodzakelijk om een overzicht van parameters voor zinvolle data-acquisitie op te stellen en deze op de geldende, maar ook mogelijke relaties te ordenen. Een altijd interessante exercitie is hierna om van alle geïdentificeerde systemen en subsystemen de buffermogelijkheden te definiëren. Zo zijn robuustheid en redundancy van daaruit vaak eenvoudig in het concept te borgen, als “de slimme regeling bewegingsruimte vraagt” (“mogen/moeten-regeling” is een van de bekendste voorbeelden hiervan).

Voorbeelden van databronnen

- PLC/regeling van de koelinstallaties
- PLC/regeling van de overige installaties
- Data vanuit proces, zoals temperaturen, debietstromen, vermogensopname, etc.
- “Slimme” energiemeters van alle ingaande/opgewekte en uitgaande stromen (dus incl. water- en gasstromen)
- Weerstations
- SCADA-systeem van andere processen
- Gebouwbeheersystemen en toegangscontrole-systemen
- Draadloos zendende sensoren/recorders
- “Virtual sensing” en “smart sensors” toepassen
- (RFID- of Barcode-)informatie op productstromen

Daarnaast is het goed om vooral ook eens buiten de eigen sector te kijken naar toepassingen en gespecialiseerde leveranciers van IoT technologie. Zo zijn er in andere sectoren met een grotere eigen markt soms heel interessante en mogelijk tóch voor de koudetechniek passende oplossingen te vinden. Daarbij kan voor sommige sensorproducten gelden dat ook de gerelateerde software (code) dient te worden gedownload, voordat de sensor betrouwbaar ingezet kan worden. De opdrachtgever dient hiermee uiteraard akkoord te gaan.

Voorbeelden van bestaande projecten

In 2015 is door TNO en een aantal partners gepubliceerd over het uitgevoerde project Frisbee. De software is ontwikkeld om te kunnen sturen op drie bij diepvriesopslag geldende kernwaarden:

1. Bewaken van voedsel kwaliteit
2. Optimaliseren van voor opslag benodigde energiegebruik
3. De bij de opslag behorende GWP optimaliseren

Naast gebruik van gevalideerde kinetische modellen voor de productkwaliteit zijn als input voor anticipatievermogen ook weersberichten, kWh-tarieven en dynamiek in vrieshuistemperatuur gebruikt. De consumenten-versie van de software kan kosteloos worden gedownload. Daarnaast is ook een uitgebreidere versie beschikbaar voor verdere consultancy.

De Nederlandse Fruittelers Organisatie (NFO) heeft in 2021 samen met FME en het platform FRUITVOORUIT.nl het initiatief genomen voor het keten-integrale vervolgpriject ‘The Next Fruit 4.0’. In het project - waarbij de focus ligt op de peer - wordt gewerkt aan hightech en datamanagement toepassingen die bijdragen aan:

1. Verduurzaming van teelt en keten
2. Opbrengstmaximalisatie
3. Kostenminimalisatie

Praktisch betekent dit dat het project onder andere bijdraagt aan:

- Het verfijnen van de technologie voor precisiespuiten
- Sensortechnologie voor stress-, ziekte- en plaagdetectie en het monitoren van het gewas en het product (zowel vooroogst als naooogst)
- Cameratechnologie voor voorraadbakanalyses van appel en peer
- Doorontwikkeling van dataplatform voor presentatie van data en het maken van taakkaarten
- Grippers (voor de oogst van peer en voor snoei) ten behoeve van robots die in ontwikkeling zijn

- Beslissing-ondersteunende modellen gericht op teeltoptimalisatie, duurzame gewasbescherming en het voorkomen van verspilling van product tijdens bewaring

Algemene richtlijnen en adviezen

Een veel voorkomend aandachtspunt in het klantoverleg is beheer en eigendom van de verkregen data. Zéker voor ambachtelijke producten gelden vaak bijzondere (empirische) productie-data, die de producent onder alle omstandigheden in eigen beheer veilig wenst op te slaan resp. tegen verspreiding te beschermen. Dit kan ook gelden voor de specifieke data van de installatie, indien het koelproces ook onderdeel is van de “productiereceptuur”.



Het is een goede gewoonte om in de ontwerpfase met de opdrachtgever/experts een overleg op basis van het Process Flow Diagram (PFD) te organiseren en een HAZOP los te laten op het totale ontwerp. Dit zou gecombineerd moeten worden met de resultaten van de HACCP-analyse, waar relevante aandachtspunten met data-gerelateerde oplossingen uit voort kunnen komen die het ontwikkelen van het AI-model kunnen ondersteunen en versterken.

Alhoewel tegenwoordig (zowel vanwege prijsniveau als qua “plug & play” toepasbaarheid) sensoren en instrumenten

Wegwijzer Digitalisering in de koudetechnieks

steeds eenvoudiger serieus overwogen kunnen worden, zal in elk ontwerp ook nagedacht moeten worden over de mogelijkheden voor permanente borging van de betrouwbaarheid van de datasignalen. Zowel in de operations-fase als in het reguliere onderhoud dienen hiertoe de nodige controle-loops en kalibratie-voorwaarden opgenomen te worden. En andersom: daar waar een geschikte sensor niet verkrijgbaar of echt toepasbaar is, kan soms via “virtual sensors” tóch de gewenste data worden gegenereerd op basis van een algoritme dat de andere data genereert tot het gewenste virtuele data-signaal.

Het genereren van meer en extra data biedt goede mogelijkheden om in overleg met de opdrachtgever ook te besluiten toekomstige experimenten in het project in te bouwen. Deze kunnen na het bereiken van de gedefinieerde Operational Efficiency vervolgens alsnog gaan leiden tot hogere productie en/of lagere OPEX-kosten. In het geval van een Digital Twin omgeving kunnen zelfs vrij risicoloos diverse experimenten worden gesimuleerd om het gewenste inzicht te verkrijgen. Zelfs kan op een zeker moment besloten worden andere relevante data te benutten, die buiten de locatie van de opdrachtgever wél beschikbaar zijn vanuit andere schakels in de keten, zowel vóór als na de beschouwde productie-omgeving van de klant.

Sensoren moeten uiteraard geschikt zijn voor de omgeving waarin ze worden ingezet, bijvoorbeeld ten aanzien van aspecten zoals explosieveiligheid, (spat) water, corrosieve vloeistoffen of luchtsamenstelling, EMC, systeemdrukken, etc. Normaal gesproken zouden echter deze selectiecriteria en aandachtspunten vanuit de HAZOP naar voren moeten komen.

Qua veiligheid en beveiliging gelden uiteraard dezelfde risico's en aandachtspunten als in “normaal computer gerelateerde platforms”. Eén daarvan is de dreiging van

ongeautoriseerde toegang tot de (besturings-)software en product-data. Hierbij kan het gaan om menselijke toegang of wijzigingen die opzettelijk of per ongeluk worden veroorzaakt door virusinfecties en andere softwarebedreigingen. Te allen tijde dient uiteraard bedrijfszekerheid/continuïteit van de betreffende installatie geen gevaar te kunnen lopen. Dit geldt ook voor voorzieningen om “onafhankelijk en ontkoppeld van het internet” de processen te kunnen laten doorlopen. Dit zal naar verwachting dan wellicht minder optimaal en met wel wat meer aandacht zijn. Dit zijn alle echter aandachtspunten die door Data scientists in elk project “standaard” altijd zorgvuldig zouden moeten worden afgewogen en ingebed, incl. alle overige aandachtspunten op het gebied van cyber security.

Meer informatie | Voor nadere informatie kunt u contact opnemen met de projectgroep KANS via innovatie@nvkl.nl.



Postbus 190, 2700 AD Zoetermeer
T 088 - 40 08 490
F 088 - 40 08 401
E info@nvkl.nl
www.nvkl.nl

