



WHITEPAPER

/Administration
/Human Resources
/Legal
/Accounting
/Marketing
/Publicity
/Promotion
/Research
/Business
/Development
/Engineering
/Manufacturing
/Planning

0010111010010111001011
1111010101001101010101
0100110101010101010101
1000110101010101010101
0001101010101010101010
0100110101010101010101
1000110101010101010101
0100110101010101010101
1000110101010101010101
1010001110101010101010
1010001110101010101010

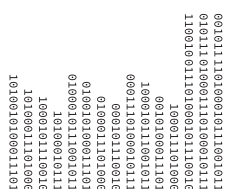
Digitale
Fabriek

Digitale Fabriek van de Toekomst

Naar meer economische waarde uit data

Inhoudsopgave

2 Inhoudsopgave	3 Inleiding	4 Fabriek van de Toekomst	8 Digitale Fabriek van de Toekomst
10 Blauwdruk van de Digitale Fabriek	18 Generic Value Propositions	22 Traceerbaarheid & Certificering	26 Planning & Sharing
30 Verzamelen en benutten van machinedata	36 Betrokken partijen	40 Bronnen	



Inleiding

DIGITALE FABRIEK VAN DE TOEKOMST

Dataficatie is het creëren van economische waarde uit data. De maakindustrie produceert veel data, die in potentie een grote economische waarde vertegenwoordigen. Het project “**Digitale Fabriek van de Toekomst**” (kortweg Digitale Fabriek) is gericht op het verzilveren van dat potentieel door de Brabantse maakindustrie. Het gaat dan om het verbeteren van prestaties van bestaande bedrijven, het ontwikkelen van nieuwe diensten en het aanpakken van maatschappelijke uitdagingen. Om zo van data een volwaardige productiefactor te maken.

De economische waarde van data kan door individuele bedrijven worden verzilverd, echt goud wordt het in de samenwerking tussen bedrijven binnen waardeketens. Die samenwerking kan worden versterkt door gegevens te delen. Het project houdt zich vooral bezig met de manier waarop data wordt verzameld en opgeslagen en hoe die data vervolgens op een slimme manier kan worden uitgewisseld en benut.

Het project is een gezamenlijke zoektocht naar data-gedreven innovaties. Het doel is een omgeving te realiseren waar is te zien wat een Digitale Fabriek is en hoe deze in de eigen situatie kan worden geïmplementeerd.

TWEE FASEN, TWEE WHITEPAPERS

Het project loopt van 2020-2022 en kent ruwweg twee fasen. Tijdens de eerste fase, tot september 2021, worden de *Blauwdruk voor de Digitale Fabriek* en enkele relevante industriële use cases uitgewerkt. De belangrijkste resultaten daarvan vindt u in dit whitepaper. Tijdens de tweede fase wordt met de blauwdruk en

de use cases in een test- en validatieomgeving geëxperimenteerd en worden enkele thema's nader uitgewerkt. Deze onderwerpen komen in een tweede whitepaper aan de orde.

INITIATIEFNEMERS

Het project Digitale Fabriek is een initiatief van ondernemers en kennisinstellingen in de maakindustrie in de Brainport-regio, met Brainport Industries in Eindhoven als penvoerder. Het projectbudget bedraagt circa € 3,7 miljoen, waarvan ongeveer € 1,5 miljoen subsidie van de provincie Noord-Brabant.

WAT KUNT U DOEN

De Digitale Fabriek nodigt partijen uit zich aan te sluiten bij de open innovatieve cultuur van de Fabriek van de Toekomst. Dit biedt bedrijven de mogelijkheid om nieuwe mensen en situaties te ontmoeten – een belangrijke sleutel tot innovatie.

Deze uitnodiging geldt met name voor mkb-maakbedrijven. Wij hopen dat dit whitepaper hen inspireert en activeert. Het project Digitale Fabriek is succesvol indien mkb-bedrijven daadwerkelijk met digitaliseren aan de slag gaan. Het succes is verder af te meten aan het aantal pilots en demo-cases op de Brainport Industries Campus.

Het project Digitale Fabriek omvat drie bouwstenen, zoals weergegeven in het schema hieronder. Over de test- en validatieomgeving zal bij de afronding van het project een tweede whitepaper verschijnen, de overige onderdelen zijn onderwerp voor dit whitepaper.



Fabriek van de Toekomst

FABRIEK VAN DE TOEKOMST

De Fabriek van de Toekomst, waarvan het project Digitale Fabriek deel uitmaakt, is een innovatieprogramma van Brainport Industries en de provincie Noord-Brabant, dat ontwikkelingen op het gebied van dataficatie in de Brainport-regio bundelt en coördineert. Deze ontwikkelingen hebben betrekking op Industrie 4.0, in Nederland ook wel Smart Industry genoemd.

ROADMAP 2021-2024

Voor het realiseren van de Fabriek van de Toekomst is een roadmap opgesteld. Het doel is kostenverlaging, kwaliteitsverbetering en een kortere time-to-market door samen slimmere productieprocessen te ontwikkelen en faciliteiten te delen. De focus ligt op de industrialisatie- en productiefasen van hightech producten en systemen (hoge mix, hoge complexiteit, laag volume).

SMART INDUSTRY

De Nederlandse overheid geeft via de "Smart Industry Implementatieagenda 2018-2021" een impuls aan ontwikkeling van nieuwe ICT en productietechnologie binnen de industrie.

Het innovatieprogramma Fabriek van de Toekomst profiteert van deze impuls met initiatieven die aansluiten bij de acht transformaties die binnen Smart Industry worden nagestreefd en die zijn gevisualiseerd in het zogenaamde Smart Industry-wiel (figuur 1).

VIER INNOVATIEDOMEINEN

De acht transformaties binnen de Smart Industry zijn op de Roadmap 2021-2024 in vier innovatiedomeinen gepositioneerd.

Smart Manufacturing

Inzet van nieuwe productietechnologieën; slimme assemblage en robotisering.

Smart Supply Network

Toepassing van kunstmatige intelligentie; slimme datadeling en slimme logistiek binnen de waardeketen.

Smart Working

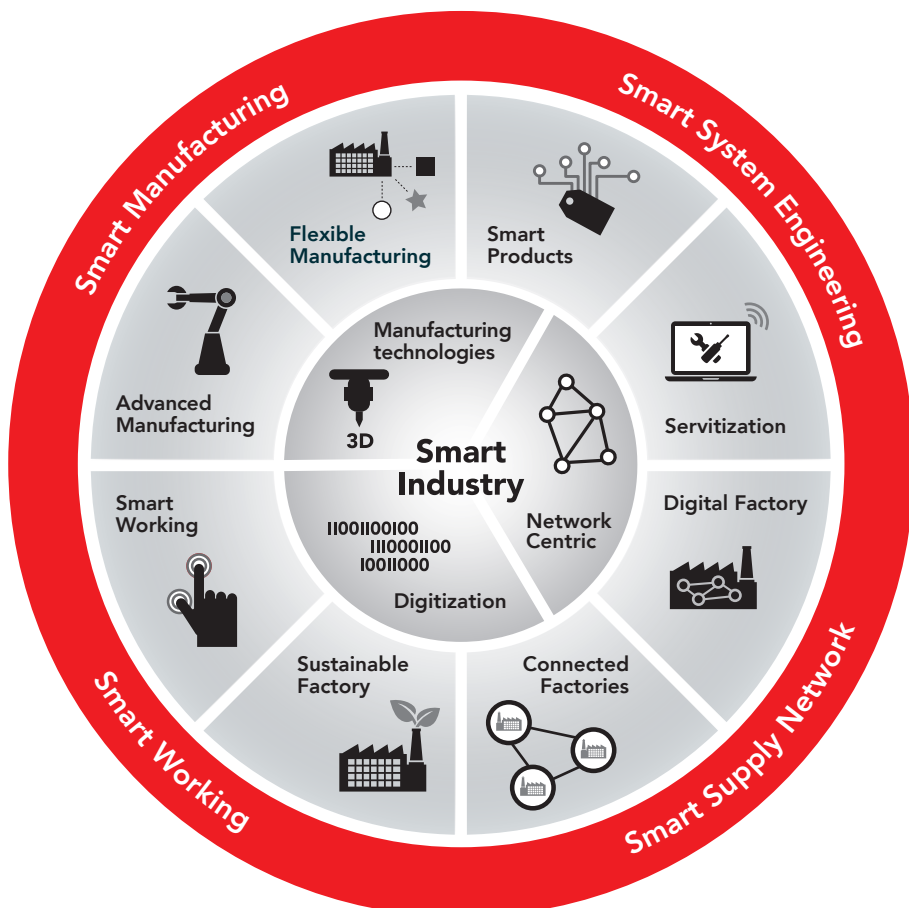
Optimalisatie van processen door digitalisering; training & onderwijs.

Smart System Engineering

Het digitaliseren en automatiseren van systeemontwikkeling; inzet van feilloze systemen en software updates.

De Digitale Fabriek heeft raakvlakken met alle vier domeinen: het is de enabler voor de Smart Industry.

Figuur 1
Smart Industry-wiel



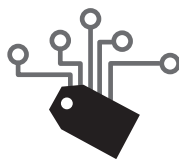
ACHT TRANSFORMATIES

Hieronder worden de acht transformaties binnen de Smart Industry kort gedeut.



Digital Factory

In digitale fabrieken zijn alle informatiestromen digitaal naadloos en veilig verbonden, zowel intern als door de keten. Deze transformatie is de enabler van de andere transformaties.



Smart Products

Producten verzamelen gegevens en communiceren met de omgeving, die daarop feedback geeft.



Servitization

Dienstverlening krijgt een steeds grote rol krijgt in het business-model van maakbedrijven, bijvoorbeeld bij onderhoud.



Sustainable Factory

Een duurzame fabriek werkt zo zuinig mogelijk met het oog op energie- en materiaalverbruik.



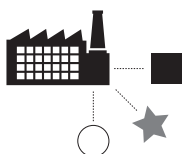
Smart Working

Bij slim werken helpt de technologie om zware, vieze en gevaarlijke klussen lichter, schoner en veiliger te maken, of om complexe handelingen foutloos uit te voeren.



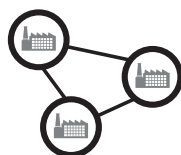
Advanced Manufacturing

Slim produceren is foutloos produceren omdat elke productiestap 100% wordt gecontroleerd.



Flexible Manufacturing

Bij flexibel produceren is een fabriek in staat om steeds andere producten te realiseren met de kortst mogelijke doorlooptijden.



Connected Factories

Bij een digitale keten zijn bedrijven in de hele waardeketen van toeleveranciers, dienstverleners en klanten digitaal verbonden.

PROJECTEN EN FIELDLABS

Aan de transformaties binnen de Smart Industry wordt in het kader van de Fabriek van de Toekomst door de volgende projecten en fieldlabs vorm gegeven.

Digitale Fabriek van de Toekomst

Dit project integreert data-gedreven innovaties die het delen van gegevens binnen de eigen complexe productieomgeving en in de keten mogelijk maken. Een betere inzet van data creëert de randvoorwaarden die de andere transformaties mogelijk maken.

High Tech Software Cluster

Dit cluster ontwikkelt software-gestuurde innovaties die de transformatie naar *Smart Products* bevorderen.

Data Value Center Smart Industry

Dit Smart Industry Competence Center ondersteunt onder andere de transformatie naar *Servitization*.

Circular Economy in Smart Industry (CESI)

Hier is de transformatie naar de *Sustainable Factory* belegd.

FutureTec

FutureTec (Education & Training) geeft invulling aan innovatief technisch onderwijs in de Brainport-regio, wat moet bijdragen aan de transformatie naar *Smart Working*.

Fieldlab K3D Addfab

Dit fieldlab brengt de industrialisatie van het 3D-metaalprinten, en daarmee *Advanced Manufacturing*, verder.

Fieldlab Multi Material 3D

Dit fieldlab zet zich in voor de ontwikkeling van multi-materiaal additive manufacturing met kunststoffen, een vorm van *Advanced Manufacturing*.

Fieldlab Advanced Manufacturing Logistics

Dit fieldlab richt zich op snellere levertijden en hogere productiviteit in de toeleverketen, en daarmee op *Flexible Manufacturing*.

Fieldlab Flexible Manufacturing

Dit fieldlab streeft naar flexibele en kwalitatief hoogwaardige klein-serieproductie tegen massaproductie-kosten, en dus naar *Flexible Manufacturing*.

Smart Connected Supplier Network

SCSN biedt een nieuwe datastandaard en technische infrastructuur die het delen van data in ketens veel efficiënter maakt en waarmee de transformatie naar *Connected Factories* wordt behartigd.

MIDDEN- EN KLEINBEDRIJF

De Fabriek van de Toekomst bevordert de acht transformaties door de mkb-maakindustrie in de Brainport-regio er zoveel mogelijk bij te betrekken.

CONTINUÏTEIT VIA EEN STICHTING

Om de datastandaard en infrastructuur te onderhouden en verder te ontwikkelen is de Stichting Smart Connected Supplier Network opgericht. Deze stichting wordt gefinancierd door maakbedrijven (gebruikers) en service providers. SCSN ondersteunt zo blijvend de uitwisseling van order-, logistieke, administratieve en technische data in klant-leverancier situaties. Een mogelijke ontwikkeling zou kunnen zijn om hier machinedata aan toe te voegen.

Digitale Fabriek van de Toekomst

HET IS ER TOCH ALLEMAAL AL!

Voor de Smart Industry is al veel beschikbaar. Robots zijn volop verkrijgbaar en we hebben het Internet of Things, zeker na de uitrol van het 5G-netwerk. We beschikken over software om die technologie draaiende te krijgen en er zijn oplossingen om data binnen ketens te delen. Maar de praktijk is spreekwoordelijk weerbarstig, ook op dit gebied. Zo zijn bedrijven en consultants vaak veel tijd kwijt om uit te zoeken hoe je valide data uit machines en processen krijgt en hoe je die vervolgens op verschillende plaatsen kunt benutten.

Dat is zelfs voor grotere bedrijven problematisch, dus zeker ook voor een grote groep mkb-maakbedrijven. Met als gevolg dat zij afzien van de inzet van slimme technologie of enorm worstelen met het toetsen en valideren van data en het op elkaar aansluiten van systemen. De beloften van Smart Industry worden zo niet gemakkelijk ingelost.

DIGITALE FABRIEK VAN DE TOEKOMST

Met het project Digitale Fabriek van de Toekomst worden stappen gezet om drempels bij het delen van data weg te nemen. Door op een handige manier bestaande standaarden voor datadeling in te zetten kan de digitalisering bij mkb-maakbedrijven worden versneld. Het project levert inspirerende use cases op en vertaalt deze naar praktische oplossingen die door andere bedrijven kunnen worden gebruikt. Met de oplossingen kunnen silo's binnen organisaties worden afgebroken en kan de samenwerking tussen organisaties worden bevorderd.

Individuele fabrieken en ketens vloeien in elkaar over, bijvoorbeeld waar bedrijven het onderhoud verzorgen van machines die bij andere bedrijven staan. Systemen werken daartoe samen via de cloud. Op de Brainport Industries Campus zien we dat bedrijven steeds nauwer met elkaar samenwerken en daarvoor data delen. Ditzelfde zien we binnen de gehele Brainport high-tech-regio.

Zonder datadeling geen samenwerking, zonder samenwerking geen competitiviteit.

VOCABULAIR VAN DE DIGITALE FABRIEK

- Architectuurlaag
- Cyber-Physical Production System
- Datahiërarchie
- Digital twin
- Industry 4.0
- Multi-agent System

Blauwdruk van de Digitale Fabriek

Het project Digitale Fabriek stelt de ontwikkeling van een blauwdruk voor datadeling binnen complexe productiebedrijven en in de keten centraal. Deze blauwdruk omvat (bestaande) standaarden, die afhankelijk van de specifieke situatie worden toegepast. Het project werkt aan nadere afspraken over de toepassing van deze standaarden, met name wat betreft de verdere uniformering van data-uitwisseling.

Cruciaal voor datadeling binnen de eigen organisatie is dat de betrokken afdelingen en systemen zich houden aan duidelijke afspraken over de structuur en het format van die data. Hetzelfde geldt voor organisaties in de keten.

- Deze afspraken zijn voor de Digitale Fabriek vastgelegd in een blauwdruk die zich richt op:
- Het verzamelen en benutten van data binnen één fabriek die daardoor steeds slimmer wordt en waarin apparaten en processen autonoom kunnen werken.
 - Het gecontroleerd delen van deze data in de keten met klanten, toeleveranciers en aanbieders van nieuwe diensten.

Aangezien beide zaken hand in hand gaan, is sprake van één blauwdruk, één data-infrastructuur.

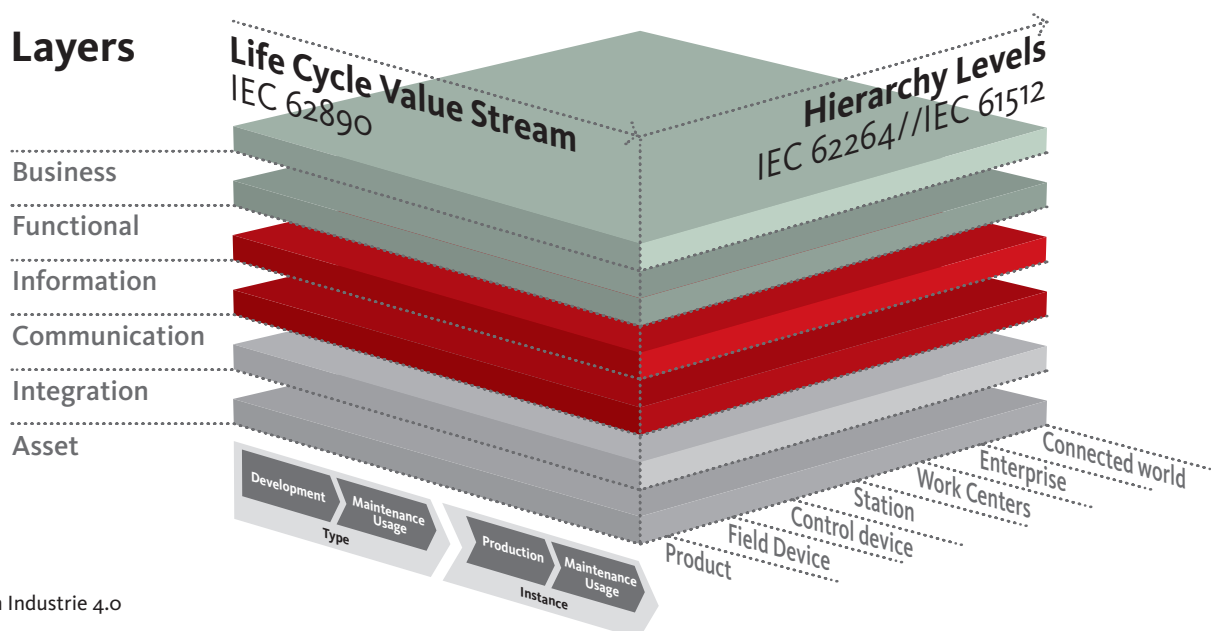
RAMI 4.0

Om die blauwdruk te kunnen beschrijven is gebruikgemaakt van een algemene standaard voor datadeling binnen en tussen bedrijven, te weten **RAMI 4.0**.

RAMI 4.0 staat voor Referenzarchitektur-Modell Industrie 4.0 (Reference Architectural Model for Industry 4.0) en werd ontwikkeld door het Platform Industrie 4.0, een initiatief van de Duitse overheid. Het is een overzicht van de meest relevante aspecten van Industrie 4.0, vastgelegd in de internationale standaard IEC PAS 63088:2017 van de International Electrotechnical Commission.

Het project Digitale Fabriek is op zoek naar open standaarden die breed door het mkb kunnen worden toegepast en die toekomstbestendig zijn, zodat ze ook kunnen worden gebruikt bij de installatie van nieuwe assets (machines), de ontwikkelingen van nieuwe producten en de samenwerking met nieuwe ketenpartners.

Figuur 2
RAMI 4.0-model,
Referenzarchitektur-Modell
Industrie 4.0.



Voor de Digitale Fabriek vormt RAMI 4.0 een ideale kapstok om een goed begrip te krijgen van de relevante technologieën, standaarden en use cases en deze vervolgens in een blauwdruk vast te leggen. **RAMI 4.0 is een model, dat open standaarden bundelt.**

Het RAMI 4.0-model omvat drie dimensies, te weten (zie figuur 2):

- Levenscyclus
- Architectuur (Layers)
- Hiërarchie.

LEVENSZYCLUS PRODUCT

RAMI 4.0 onderscheidt zowel voor het ontwerp van een product (machine) (*Type*, 'as designed') als voor specifiek exemplaren (*Instances*, 'as built') twee fasen:

- Type – Ontwikkeling
- Type – Onderhoud bij gebruik
- Instance – Productie
- Instance – Onderhoud bij gebruik.

Het ontwerp van een product (machine) bestaat doorgaans uit een 3D-ontwerp en een STEP-bestand (d.i. een 3D-bestandsformaat). Bij de productie van de onderdelen van dat product wordt dikwijls nog een CAM-programma toegepast, aangevuld met meetdata en certificaten die aantonen dat een specifiek exemplaar aan de kwaliteitseisen voldoet. Op die manier worden tijdens ontwerp, productie en gebruik van een product (machine) veel data gegenereerd.

Een aandachtspunt is de overdracht van de ontwikkelaar van een machine (OEM-er) aan het mkb-maakbedrijf, dat onderdelen zoals monoparts produceert.

Een ander aandachtspunt is hoe je het product 'as built' (en 'as maintained') in lijn houdt met het product 'as designed'. Het onderhoud bij gebruik van specifieke exemplaren kan namelijk leiden tot een wijziging van het ontwerp (Type). Wijziging van het ontwerp kan een upgrade van bestaande exemplaren (Instances) noodzakelijk maken.

De Digitale Fabriek houdt zich vooral bezig met de 'Instance', d.w.z. het fysieke product (machine).

ARCHITECTUUR (LAYERS)

RAMI 4.0 onderscheidt de volgende aspecten (architectuurlagen) gericht op open standaarden voor communicatie en integratieprotocollen:

- Business
- Functioneel
- Informatie
- Communicatie
- Integratie
- Asset.

Business

Dit betreft de organisatie en bedrijfsprocessen, waarbij de vraag wordt gesteld: wat is het waard? Uit een onderbouwde businesscase moet blijken of een bedrijf concurrerend is. De data die je voor die businesscase nodig hebt moet natuurlijk wel beschikbaar zijn. Voor dit aspect zijn de Generic Value Propositions relevant, die hieronder worden beschreven.

Functioneel

Dit betreft de functies van het product (machines), waarbij de vraag wordt gesteld: welke functionaliteit is nodig?

Informatie

Dit betreft de informatie die nodig is voor verdere toepassing, waarbij de vraag wordt gesteld: welke data heb ik nodig om de functionele doelstellingen te realiseren?

DIKW-HIËRARCHIE

De DIKW-hiërarchie geeft inzicht in de relatieve waarde van gegevens.

- Data
- Informatie
- Kennis
- Wijsheid.

Data omvat alle signalen die kunnen worden opgevangen. Informatie is een beschrijving van data – de semantische betekenis – en kan dienen als basis voor besluiten en acties. Kennis is het geheel van inzichten, concepten e.d. dat op basis van informatie gevormd wordt. Wijsheid is een inzicht om kennis voor een hoger doel aan te wenden. Voor de Digitale Fabrik kan in plaats van Wijsheid ook kunstmatige intelligentie gelezen worden.

Communicatie

Dit betreft de toegang tot data, waarbij de vraag wordt gesteld: hoe krijgen mijn klant of ik toegang tot gegevens? RAMI 4.0 onderscheidt verschillende niveaus van communicatie, zoals:

- Fysiek (wired/wireless)
- Data link (Ethernet, WiFi, GSM 4G)
- Network (IP, IPsec)
- Transport (UDP, TCP).

Daarbij volgt RAMI 4.0 het OSI-model, een gestandaardiseerd referentiemodel voor data-communicatiestandaarden, Open Systems Interconnection (ISO X.200). Het laat zien hoe RAMI 4.0 andere standaarden bundelt.

Integratie

Dit betreft de transitie van de echte naar de digitale wereld, waarbij de vraag wordt gesteld: welke onderdelen van mijn product zijn digitaal beschikbaar in het netwerk en welke zouden daaraan moeten worden toegevoegd? Voor het tot stand brengen van integratie moeten Application Programming Interfaces (API's) worden ontwikkeld.

Asset

Dit betreft de 'fysieke' dingen in de echte wereld (de andere niveaus zijn digitaal), waarbij de vraag wordt gesteld: hoe integreer ik mijn product met het proces om het in de 'virtuele wereld' te plaatsen? In het RAMI-model vormen Assets een breed begrip, het kan gaan om een product, een proces, een document of een mens. Bij de Digitale Fabrik gaat het vaak over een machine.

DATAHIËRARCHIE

De derde dimensie van het RAMI 4.0-model is de datahiërarchie en de systemen die worden ingezet.

- Product
- Field device
- Control device
- Station
- Work centers
- Enterprise
- Connected world.

Product

Dit is het fysieke object waarop de data betrekking heeft, de machine die geproduceerd wordt. Het gaat daarbij om statische, semi-statische en dynamische data. Statische data betreft de *nameplate* informatie van een machine die in principe niet wijzigt, zoals productiecapaciteit. Semi-statische data vind je bijvoorbeeld in periodieke inspectierapporten, revisies en configuraties. Dynamische data gaat over het gebruik en onderhoud van de machine, dit is data die voortdurend verandert. Hier ligt een verband met de levenscyclus in het RAMI 4.0-model. De statische data betreffen het *Type*, de semi-statische en dynamische data hebben betrekking op de *Instance*. Dit houdt in dat twee machines van hetzelfde *Type* (met dezelfde statische data) bij gebruik geheel verschillende dynamische data genereren.

Field device

Dit zijn de componenten in een *Station* die detecteren en aansturen, zoals sensoren, motoren en robots. Een *Field device* registreert data en verzorgt de data-uitwisseling. Het gaat bijvoorbeeld om sensordata, analysedata en alarmeringsdata.

Control device

Dit is het brein van de productie, de apparaten die daarvoor input/output-instructies ontvangen en verstrekken. Ze besturen de *Field devices*.

Station

Operators voeren met behulp van een *Station* daadwerkelijk de productie uit door dit proces real-time aan te sturen en te monitoren.

Work centers

Een verzameling *Stations* maakt gezamenlijk (een deel van) een product. Normaal voeren de

Stations in een *Work center* verschillende bewerkingen uit, boren of frezen. Het Manufacturing Execution System (MES) helpt besluitvormers om het totale productieproces in de *Work centers* te monitoren en optimaliseren.

Enterprise

Dit betreft de Enterprise Resource Planning (het ERP-systeem), waarmee naast productie andere bedrijfsprocessen, inclusief de financiële aspecten, worden beheerd. Binnen de RAMI-context is vooral de aansturing van en coördinatie tussen verschillende *Work centers* van belang, bijvoorbeeld ten aanzien van interne logistiek en de planning van toelieferingen en afleveringen.

Connected world

In deze categorie komen de andere niveaus samen en worden verbindingen gelegd naar leveranciers, klanten, dienstverleners en andere stakeholders in waardeketens en samenwerkingsverbanden.

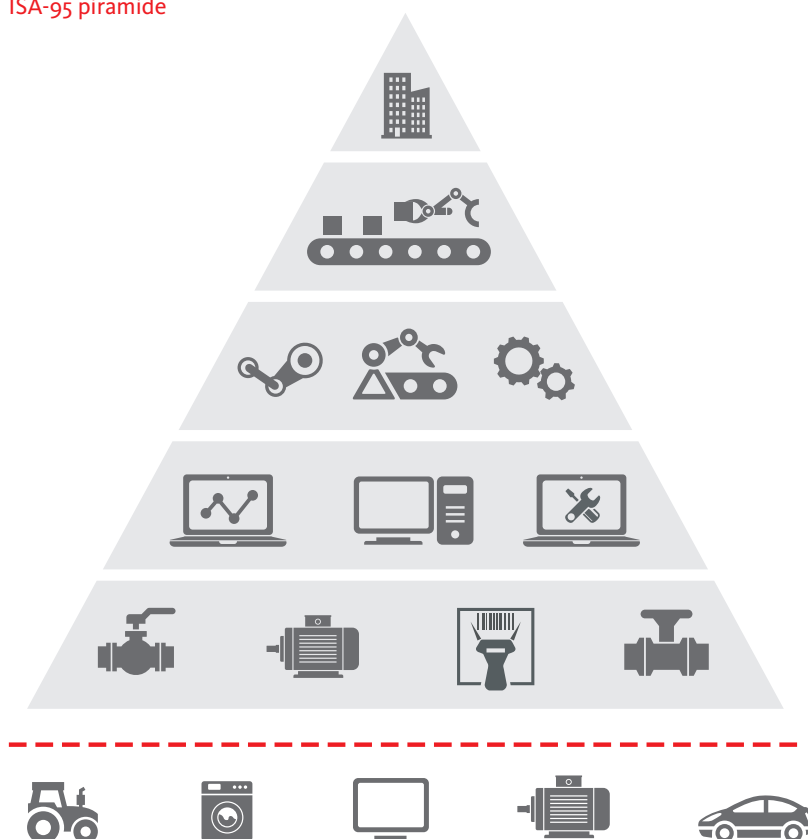
Een hoger niveau in de datahiërarchie omvat telkens de lagere niveaus. De *Connected world* omvat meerdere *Enterprises* (het bedrijf zelf, klanten, leveranciers), een *Enterprise* omvat meerdere *Work centers*, een *Work center* omvat meerdere *Stations*, enzovoort. Op elk niveau wordt bijgedragen aan het maken van het *Product*.

Van piramide naar netwerk

Tot voor kort volstond de zgn. ISA-95 piramide om de data in geautomatiseerde systemen te beschrijven. Deze piramide bestaat uit vijf lagen, met voor elke laag de typische systemen (zie figuur 3):

- o. Instrumentatie (sensoren & actuatoren)
 1. Procesbesturing (PLC)
 2. Visualisatie, procescontrole (SCADA/HMI)
 3. Productiebeheersing (MES)
 4. Bedrijfsleiding (ERP/PLM).

Figuur 3
ISA-95 piramide





Figuur 4
De piramide maakt plaats
voor een netwerk

Deze tamelijk rigide opbouw kan prima worden toegepast voor hoge productievolumes. We zien nu evenwel de intrede van meer ICT op de fabrieksvloer, waardoor de traditionele datahiërarchie vervaagt en er meer data beschikbaar komt. We zien machines die steeds slimmer worden en connected zijn, we zien digitale interfaces, sensoren en toepassingen van Industrial Internet of Things. Data wordt op allerlei manieren verzameld, met sensoren, *Control devices* of door een operator die met een tablet gegevens invoert. De piramide maakt dan ook plaats voor een netwerk, zoals gevisualiseerd in figuur 4.

Deze ontwikkeling is van belang voor de maakindustrie (high mix, low volume, high complexity). De data leent zich voor verschillende doelen, met name voor het inzichtelijk maken van de actuele situatie en optimalisatie. Via dashboards en door in te zoomen op specifieke stappen in het productieproces biedt dezelfde data zowel inzicht in de specifieke machine als in de overall productieplanning.

RAAMWERK VOOR STANDAARDEN

RAMI 4.0 is een raamwerk dat uiteenlopende standaarden aan elkaar relateert. Voorbeelden lopen uiteen van implementatie-standaarden als OPC UA en AAS tot aan een cloud-standaard als GAIA-X. Voor elke positie in de RAMI 4.0-kubus zijn één of meer standaarden van toepassing. Zo zijn voor de onderscheiden architectuurlagen verschillende standaarden aan de orde, zoals GAIA-X voor de *Communicatie*-laag. Tegelijkertijd kan een bepaalde standaard voor meerdere posities in de kubus van toepassing zijn. Data in de cloud kan worden gebruikt voor bepaalde prestatie-indicatoren, zoals Overall Equipment Effectiveness (OEE), een van de Generic Value Propositions (zie hieronder). Hierbij kan data van verschillende posities binnen de kubus in de berekening worden meegenomen.

Afhankelijk van hoe je naar de gedeelde data kijkt kun je dus een doorsnede van het RAMI 4.0-model maken. Zo ontdek je wat de aanbevolen standaarden zijn en hoe die samenhangen.

UNIFORMERING VAN STANDAARDEN

Voor de consumentenmarkt zijn specifieke normen beschikbaar. Zo zijn er standaardstekkers voor de tv en bestaat er een IP-beschermingsklasse voor elektrische apparatuur. Voor de maakindustrie zijn de standaarden minder duidelijk uitgewerkt, al wordt op dat punt wel voortgang geboekt en ontstaan er langzaam marktstandaarden. Enkele voorbeelden:

- Open Platform Communications (OPC UA): protocol voor machine communicatie
- Asset Administration Shell (AAS): model voor de manier waarop je met een ding kunt communiceren, ontwikkeld door het Duitse Plattform Industrie 4.0
- GAIA-X: norm voor veilige Europese cloud voorzieningen van de International Data Spaces Association.

GAIA-X

GAIA-X is een van de Europese initiatieven om de dominantie van de Verenigde Staten en China op het gebied van digitalisering te pareren. GAIA-X dient de datasoevereiniteit, beschikbaarheid van data en innovatie. GAIA-X wil een eenzijdige afhankelijkheid van grote niet-Europese platformaanbieders voorkomen. Daarnaast biedt GAIA-X garanties voor het betrouwbaar, veilig en transparant uitwisselen van data. Verder ondersteunt GAIA-X de digitale bedrijfsmodellen van het Europese bedrijfsleven.

Bij de koppeling van systemen (bijvoorbeeld tussen een machine en de cloud) is het essentieel dat dezelfde taal wordt gesproken. Daarbij fungeren zgn. naam-waardepaden als een soort telefoonnummers voor het dataverkeer: elk data-item (bijvoorbeeld stroomverbruik) heeft z'n eigen naam-waardepad. De standaarden schrijven wel voor dat je naam-waardepaden moet gebruiken, maar laat elke machinebouwer vrij in de exacte naamgeving.

Soms kan de machinebouwer de naam-waardepaden aan de gebruiker verstrekken. Beter zou het zijn als alle machinebouwers hetzelfde naam-waardepad voor een specifiek data-item gebruiken, dan weet je waar je het over hebt, ongeacht de machinebouwer. De Digitale Fabriek streeft ernaar standaardtoepassingen op één leest te schoeien, wat vervolgens als best practice kan gelden. Die is belangrijk, want als je de wijze van datadeling niet duidelijk definieert kun je bijvoorbeeld geen mooie dashboards voor verschillende machines bouwen – althans niet zonder bewerkelijke voorbereiding om ze ‘aan elkaar te knopen’. En zonder zo'n best practice ben je genoodzaakt het dashboard, telkens als er een nieuwe machine wordt geïnstalleerd, bij te werken.

De Digitale Fabriek onderzoekt de aansluiting bij ontwikkelingen in Duitsland, waar UMATI (Universal Machine Technology Interface) werkt aan open, gestandaardiseerde interfaces.

Dat dit alles bepaald niet eenvoudig is toont het voorbeeld van OPC UA aan, een protocol voor data-uitwisseling tussen machines. De praktijk is dat elke machinefabrikant daaraan z'n eigen invulling geeft. In dit streven naar *vendor lock* in zijn allerlei 'dialekten' van het protocol ontstaan, wat data-uitwisseling tussen machines van verschillende makelij ingewikkeld maakt – OPC UA als een nieuwe Toren van Babel. Aannemend dat terug naar de standaard onmogelijk is, biedt een zgn. *wrapper* een workaround. Dit is een stukje software dat data-uitwisseling tussen twee dialecten mogelijk maakt. De ontwikkeling van een universele wrapper maakt geen deel uit van het project Digitale Fabriek, elders wordt gewerkt aan de OPC UA FX, een nieuwe norm voor fabrieksautomatisering.

ALTERNATIEVE REFERENTIEMODELLEN

Naast RAMI 4.0 zijn er andere referentiemodellen die inzicht geven in het gebruik van data in een industriële context. Een voorbeeld is het **IoT World Forum Reference Model**. Dit model komt in grote lijnen overeen met de datahiërarchie van RAMI 4.0 en het OSI-model.

De internationale auto-industrie heeft een eigen referentiemodel ontwikkeld, **Automotive SPICE**. Evenals het RAMI 4.0-model heeft dit model een overwegend Duitse herkomst.

Binnen de auto-industrie is ook het architectuurmodel **Autosar** bekend, waarvan verschillende varianten te vinden zijn.

Als blauwdruk voor de Digitale Fabriek werd aan RAMI 4.0 de voorkeur gegeven, aangezien deze completer en generieker is.

INTERNATIONALE CONTEXT

De Digitale Fabriek is door deelname van Brainport Industries in een werkgroep betrokken bij de verdere ontwikkeling van het RAMI 4.0-model door het Plattform Industrie 4.0. Hiermee erkent het Plattform dat de Digitale Fabriek relatief ver gevorderd is met de implementatie van RAMI.

Daarnaast is de Digitale Fabriek aangehaakt bij de ontwikkeling van de cloud-standaard GAIA X. Brainport Industries en TNO zijn namelijk in de lead om de International Data Space voor Manufacturing te definiëren.

Verder vormt de Digitale Fabriek een showcase voor DIMOFAC, acroniem voor Digital Modular Factories. Dit is een Horizon 2020-project dat gericht is op het flexibeler maken van assemblage-lijnen in de maakindustrie met het oog op de snel veranderende marktvraag.

Kortom, ook internationaal telt de Digitale Fabriek mee.

Generic Value Propositions

De waarde van RAMI 4.0 als theoretisch model bewijst zich in de praktijk. Dat bewijs wordt geleverd aan de hand van de zgn. Generic Value Propositions. De Digitale Fabriek biedt negen Generic Value Propositions, negen beloften van wat digitalisering van de maakindustrie kan opleveren (het is mogelijk dat dit aantal nog wordt uitgebreid).

NEGEN GENERIC VALUE PROPOSITIONS

De negen Generic Value Propositions zijn gebundeld naar thema's, d.w.z. naar bedrijfsdoelen die ermee kunnen worden gerealiseerd.

BELANG VAN GENERIC VALUE PROPOSITIONS

Per Generic Value Proposition wordt het belang ervan kort gedeut.

Samenwerking in de supply chain door grotere transparantie

Machinebouwers zijn steeds meer afhankelijk van just-in-time levering van onderdelen. Optimalisatie is mogelijk als een bedrijf inzicht heeft in de planning en voorgang ten aanzien van onder meer productie en voorraden van leveranciers c.q. klanten. Dat inzicht kan worden gekregen door data op een veilige wijze uit te wisselen.

Vermindering van de administratieve lasten binnen het purchase-to-pay-proces

MKB-bedrijven spelen in de supply chains een cruciale rol, maar de data-uitwisseling en verwerking moet vaak nog handmatig gebeuren. Dit kan evenwel ook worden geautomatiseerd.

Gezamenlijk ontwerp en engineering met behulp van model-based design

Het uitwisselen van traditionele 2D-ontwerpen, inclusief documentatie, tussen klant en leverancier kan worden vervangen door 3D-ontwerpen, waarin alle nodige informatie is opgenomen.

Analyse van de Overall Equipment Effectiveness

Productiemiddelen vergen grote investeringen en moeten daarom efficiënt worden gebruikt. Dit gebruik kan worden geanalyseerd met metingen van beschikbaarheid, prestatie en kwaliteit. Machines kunnen voor dat doel de nodige data leveren.

Geautomatiseerde programmering van flexibele productielijnen

Een assemblagelijijn moet voor elke productiebatch opnieuw worden geconfigureerd, wat veel programmeerwerk met zich meebrengt. Het is mogelijk om het configureren met behulp van digitalisering te versnellen.

Samenwerking met klanten en partners in de keten	
1	Samenwerking in de supply chain door grotere transparantie
2	Vermindering van de administratieve lasten binnen het purchase-to-pay-proces
3	Gezamenlijk ontwerp en engineering met behulp van model-based design
Modulaire productie	
4	Analyse van de Overall Equipment Effectiveness (OEE)
5	Geautomatiseerde programmering van flexibele productielijnen
6	Smart Production Planning: van klantorder naar operatie
Verbetering van kwaliteit & verlaging onderhoudskosten	
7	Predictive Maintenance en het voorkomen van stilstand
8	Zero-defect manufacturing
9	Certificatie van producten of resultaten van processen op basis van meetgegevens

Smart Production Planning: van klantorder naar operatie

De vertaling van een order naar productie omvat onder meer de benodigde resources en de beschikbaarheid van machines. Het opstellen van een planning vergt vaak veel handwerk. Het is mogelijk om door automatisering tot een overall productieplanning te komen en flexibel in te spelen op veranderingen.

Predictive Maintenance en het voorkomen van stilstand

Machinebouwers gebruiken allerlei complexe machines. Op basis van data die deze machines genereren is het mogelijk inzicht te krijgen in de slijtage ervan en om storingen door tijdig onderhoud te voorkomen. Hier kan bij het onderhoud op worden ingespeeld.

Zero-defect manufacturing

Machinebouwers zien zich gesteld voor steeds hogere eisen, enerzijds ten aanzien van complexiteit en leverbetrouwbaarheid, anderzijds ten aanzien van afvalreductie. Het is dus zaak om feilloos te produceren. Met digitalisering is het mogelijk snel fouten in de productie op te sporen en corrigerende maatregelen te treffen.

Certificatie van producten of resultaten van processen op basis van meetgegevens

In een productieproces wordt vaak veel data verzameld en geanalyseerd. Data over procescondities maken het mogelijk de kwaliteit van de output te voorspellen. Zo kan de output zonder aanvullende testen voor levering worden vrijgegeven. Ook kan op die manier certificatie plaatsvinden.

GENERIC VALUE PROPOSITIONS EN RAMI 4.0

Aan de hand van de RAMI 4.0-kubus kan voor elk van de Generic Value Propositions worden geïnventariseerd welke standaarden er al zijn die toegepast kunnen worden. Kijken we naar de Architectuur (Layers) dan verschillen de Generic Value Propositions vooral in de *Informatie-* en *Functionele* lagen. In de *Integratie-* en *Communicatie-*lagen zien we juist veel overeenkomsten. Overigens bevinden de Generic Value Propositions zich in de *Business*-laag, zoals hierboven al is aangeduid.

DATA SCIENCE

Een data scientist houdt zich bezig met drie zaken:

- Domeinkennis (structuur)
- Wiskunde (statistiek)
- Programmeren (software).

Het belang van data science neemt toe vanwege de impact van informatietechnologie en de overvloed aan data. De Digitale Fabriek is bij uitstek een onderzoeksobject voor de data scientist.

USE CASES

Het RAMI 4.0-model vormde handvat voor een aantal use cases rond drie thema's, te weten:

- Traceerbaarheid & Certificering
- Planning & Sharing
- Verzamelen en benutten van machinedata.

De use cases bewijzen de praktijkwaarde van RAMI 4.0 als theoretisch model. In de tabel hieronder worden de uses cases opgesomd, met vermelding van (potentieel) relevante Generic Value Propositions.

De use cases worden in de volgende hoofdstukken per thema besproken.

BEDRIJF	USE CASE	RELEVANTE GENERIC VALUE PROPOSITIONS
TRACEERBAARHEID & CERTIFICERING		
Additive Industries	Certificering van metaal-geprinte onderdelen	8. Zero-defect manufacturing 9. Certificatie
ENGIE	Dynamische certificering van utilities	9. Certificatie
PLANNING & SHARING		
KMWE	Planning in een high mix, low volume omgeving	1. Samenwerking in de supply chain 2. Vermindering van administratieve lasten 5. Geautomatiseerde programmering 6. Smart Production Planning 7. Predictive Maintenance.
VERZAMELEN EN BENUTTEN VAN MACHINEDATA		
De Cromvoirtse	Digital Twin voor productielijn-simulaties	3. Gezamenlijk ontwerp en engineering 4. Analyse van de OEE 5. Geautomatiseerde programmering 6. Smart Production Planning 7. Predictive Maintenance 8. Zero-defect manufacturing (potentieel).
Neways	Easy MES: plug & play integratie van machines in productieparken	3. Gezamenlijk ontwerp en engineering (potentieel) 4. Analyse van de OEE (potentieel).
Omron	Data Science voor optimale machine efficiency	4. Analyse van de OEE 5. Geautomatiseerde programmering 6. Smart Production Planning 7. Predictive Maintenance.
Ijssel Technologie	Digital Shadow	4. Analyse van de OEE 5. Geautomatiseerde programmering 6. Smart Production Planning 7. Predictive Maintenance.

Traceerbaarheid & Certificering

In de Digitale Fabrik is het mogelijk om al tijdens het productieproces de kwaliteit te kunnen bepalen, zodat de producten zonder additionele testen kunnen worden vrijgegeven. Producten die niet aan de specificaties voldoen kunnen vroegtijdig worden gedetecteerd en uitgesorteerd. Deze mogelijkheid om de kwaliteit van producten te garanderen stelt de Digitale Fabrik in staat tot gevalideerde productcertificering. Tegelijkertijd kan het productieproces worden geoptimaliseerd op basis van parameters als materiaalgebruik en snelheid. Zo bespaart de Digitale Fabrik op productiekosten door beperking van afval en overtollige processtappen. Ook verlaagt het de vervolgschade bij de klanten als gevolg van verontreiniging van apparatuur of terugroepacties. Bovendien kan op administratieve kosten worden bespaard door de zgn. *chain of custody* te automatiseren. Dit betreft de chronologische (digitale) vastlegging van de documenten rond kwaliteit.

De Digitale Fabrik kan op basis van voorspellingen van de kwaliteit van de processen automatisch certificaten voor geleverde producten aanmaken. Dit vereist een algoritme waarmee duidelijk wordt hoe productieparameters, processen en omgevingsfactoren en hun interactie de kwaliteit van de producten beïnvloeden. Zo'n algoritme is in feite een digital twin van de fabriek.

Use cases

In het project Digitale Fabrik werden methodes ontwikkeld om data uit verschillende bronnen real-time te verzamelen en samen te voegen. Verder is gewerkt aan het opbouwen van een digital twin. Daarbij werd via twee use cases praktijkervaring opgedaan met traceerbaarheid en het automatisch certificeren van producten en diensten. Het betreft hier **Additive Industries** en **ENGIE**. De volgende stap is de uitwerking van deze use cases in een vorm die voor andere mkb-maakbedrijven toepasbaar is.

USE CASE ADDITIVE INDUSTRIES / CERTIFICERING VAN METAAL-GEPRINTE ONDERDELEN

Additive Industries is een leverancier van hoogwaardige 3D-metaalprinters die worden toegepast voor vliegtuig- en autobouw, medische technologie en hightech apparaten. De kwaliteit van de 3D-geprinte producten is kritisch, bijvoorbeeld een vliegtuigonderdeel mag niet bezwijken. Het bedrijf ontwikkelt daarbij onder andere een online data platform voor de 3D-printers.

Ambitie

Het langetermijndoel van Additive Industries is om de kwaliteit van de geprinte producten te kunnen voorspellen, om zo te kunnen vaststellen of het product aan de specificaties voldoet. Voor de korte termijn wil het bedrijf toe naar predictive maintenance.

Ontwikkelingen

De use case van Additive Industries heeft betrekking op de industriële 3D-metaalprinter MetalFAB1, een zgn. laser powder bed fusion printer, geschikt voor grotere bouwvolumes.

De recoater is het component dat in een heen-en-weer gaande beweging laagjes metaalpoeder aanbrengt op het procesvlak van de machine. Per laag wordt een deel van het metaalpoeder in de vorm van de doorsnede van het te maken product aan elkaar gesmolten. Soms ontstaan daarbij artefacten in de opbouw van het product, die laag voor laag groeien totdat ze boven de hoogte van het poeder bed (typisch 20 tot 100 micron) uitsteken. Het gevolg is dat deze artefacten een obstructie vormen voor de heen-en-weer gaande beweging van die recoater die daardoor vast kan lopen. Zo'n storing vereist onderhoud én heeft impact op de kwaliteit van het eindproduct.

De machine genereert tijdens het printen een grote hoeveelheid data en in de use case gaat Additive Industries na of die data is te verwerken tot een voorspelling. Voor de recoater werd een algoritme gedefinieerd van de relatie tussen data van de bewegingssensor en een storing. Een afwijking in het koppel van de servomotor die de recoater aandrijft blijkt een mogelijk voorspellende factor voor het blokkeren van de recoater.

> *Vervolg use case Additive Industries*

Het algoritme voor de recoater is in feite een digital twin. Een digital twin hoeft dus niet per se betrekking te hebben op een hele fabriek of een hele machine, het kan net zo goed de digitale representatie zijn van één component, zoals in deze use case.

Het is aangetoond dat met het algoritme een storing van de recoater kan worden voorspeld, zodat actie kan worden genomen voordat de recoater vastloopt (predictive maintenance).

Uiteindelijk is het de visie van Additive Industries om het algoritme uit te breiden met informatie van andere systeemcomponenten om zodoende de kwaliteit van het eindproduct te voorspellen, wat automatische certificering mogelijk maakt.

Vooruitzichten

Tot nu lag de focus bij detectie en voorspelling van storingen op een beperkte dataset. Het is nu zaak om het algoritme ook op andere materialen (legeringen) en configuraties toe te passen. Wanneer de detectie robuust functioneert in verschillende bedrijfscondities kan op basis van dat algoritme een oplossing geboden worden. Daarbij zal er een ontwikkeling zijn naar de mate van autonomie, in hoeverre een machine zonder menselijke tussenkomst zelf een actie kan nemen.

Het meest eenvoudige is een notificatie richting de operator voordat het probleem zich voordoet. Die kan de printjob pauzeren en het ene product dat de storing dreigt te veroorzaken uit de batch verwijderen, waarna de rest van batch wordt voltooid. Een meer geavanceerde mitigatie is dat het systeem dit zelf doet zonder tussenkomst van de operator.

Additive Industries beoogt de implementatie van het detectie-algoritme zo generiek mogelijk op te zetten, zodat het in de toekomst eenvoudig is use cases voor andere machinecomponenten toe te voegen. Een belangrijke bron van informatie hierbij is het online data platform dat het bedrijf aanbiedt en voortdurend ontwikkelt. Doordat een groot gedeelte van de installed base aan 3D-metaalprinters hiermee verbonden is kan relevante machine data van verschillende componenten worden gebruikt om algoritmen te trainen en valideren. Dit alles is onderwerp van vervolgonderzoek door studenten van JADS.

Op de Brainport Industries Campus is een 3D-metaalprinter van Additive Industries geïnstalleerd en het is de bedoeling dat deze wordt opgenomen in de test- en validatieomgeving van het project Digitale Fabriek.

USE CASE ENGIE / DYNAMISCHE CERTIFICERING VAN UTILITIES

ENGIE is onder meer Nederlands marktleider in de technische dienstverlening. De use case betreft utilities die aan Brainport Industries Campus worden geleverd, meer in het bijzonder aan de huurders op die campus. ENGIE garandeert de conditie van de ruimtes in termen van licht, warmte en koeling.

Ambitie

ENGIE wil meer efficiëntie en transparantie realiseren bij het monitoren en bewaken van die conditie. Het automatisch genereren van certificaten is een onderdeel van deze ontwikkeling. Daarbij is de overeengekomen kwaliteit geleverd indien bepaalde parameters worden bereikt, waarna het certificaat voor die levering kan worden uitgegeven. Het is niet langer nodig de kwaliteit steekproefsgewijs vast te stellen.

Ontwikkelingen

De use case wijst uit dat eerst forse stappen moeten worden gezet op het gebied van traceerbaarheid (transparantie) van data voordat je kunt overgegaan op automatische certificering. En dat begint met het onder ogen zien van de problemen die aan sensoren kleven. Sensoren leveren de data waarmee wordt vastgesteld of de gegarandeerde conditie daadwerkelijk is gerealiseerd, of bijvoorbeeld de temperatuur inderdaad tussen 20 en 22 graden was.

Het eerste probleem betreft de aanwezigheid van sensoren in de bestaande gebouwen. Er is slechts zelden een business-case voor het bijplaatsen van sensoren vanwege de kosten die gepaard gaan met de installatie. Voor (semi) continue

> *Vervolg use case ENGIE*

conditiemetingen, op basis waarvan installaties worden aangestuurd, wordt de voorkeur gegeven aan bedrade sensoren, zodat draadloze systemen als LoRa en 5G minder geschikt zijn.

Het tweede probleem betreft de voortdurende controle op de werking van sensoren. Vaak is sprake van een incrementele meting en worden metingen doorgegeven op basis van *change of value*. Als er geen signaal is, is er dan sprake van geen verandering of van een defecte sensor? Dat valt alleen vast te stellen door de sensor opnieuw te valideren.

Overigens is de *change of value* een ontwerpkeuze: hoe vaak wordt een meting doorgegeven (hoeveel seconden of minuten) en bij welke verandering (bijvoorbeeld hoeveel graden).

Een derde probleem vormt de grote hoeveelheid data die het meten van de condities in een gebouwencomplex genereert. Dit vergt een moderne, veilige ICT-omgeving. Daarbij komt nog de complexiteit van de situatie. Denk aan de diversiteit van gebouwen, waar veranderingen slecht worden gedocumenteerd. Dit geldt zeker bij oude gebouwen, maar in de

praktijk komt een nieuw gebouw *as built* al niet meer overeen met het ontwerp. Dit vraagt discipline ten aanzien van Management of Change. Het managen van sensoren is derhalve een multidisciplinaire activiteit, die ertoe moet leiden dat sensoren op een betrouwbare manier valide metingen doen.

De gecollecteerde sensorinformatie moet na verwerking via dashboards aan klanten worden gepresenteerd. De use case richt zich op de kwaliteit van de datastroom en de dataverwerking. Alleen 'gekalibreerde' algoritmes zijn geschikt om het 'verbruik' in rekening te brengen. Er moet dus sprake zijn van *algorithm compliance*.

Vooruitzichten

De transparantie van data is nog niet volledig gerealiseerd. Het is zaak om de rapportage op orde te hebben en om daarmee het vertrouwen van de klanten winnen. Pas daarna kan het proces van automatische certificering worden ingegaan.

DE USE CASES EN DE BLAUWDRIJK VAN DE DIGITALE FABRIEK

Additive Industries wil het eigen algoritme voor de recoater toetsen in de test- en validatie-omgeving van het project Digitale Fabriek. Het RAMI 4.0-model biedt handvatten voor de use case die vooral betrekking heeft op de levensfase *Instance – Onderhoud bij gebruik* en op de architectuurlaag *Asset*. Als de recoater vaak vastloopt kan dat feedback opleveren naar de fase *Type – Onderhoud bij gebruik*.

Wat betreft het RAMI 4.0-model richt de ENGIE use case zich vooral op de architectuurlagen *Asset* en *Informatie*, aangezien het erom gaat de juiste (valide) data over verbruik uit het systeem te verkrijgen. Daarbij moet in aanmerking worden genomen dat certificering nog moet worden ontwikkeld, waarbij andere architectuurlagen in beeld komen.

Planning & Sharing

In de Digitale Fabriek is het mogelijk om fluctuaties in de orderportefeuille op te vangen, doorlooptijden te verkorten en de voorraadkosten te verlagen door productieplanningen keten-breed te synchroniseren en logistieke en productiecapaciteit onderling te verdelen. Daartoe integreert de Digitale Fabriek de planningen voor materialen, tools, personeel, productie en voorraden in één model. Dat model ontleent ook z'n kracht aan het delen van de data van meerdere bedrijven. Deze data kunnen worden geïntegreerd in één masterplanning en worden gebruikt voor simulatie en optimalisatie.

In de Digitale Fabriek toont een dashboard de impact van de masterplanning op KPI's, zoals benutting van machines, voorraden, onderhanden werk en doorlooptijden.

Om dit te realiseren moeten nieuwe technologieën worden ontwikkeld en toegepast in twee verwante systemen. Ten eerste is dat het **multi-agent system**. Iedere een entiteit in de fabriek kan worden gerepresenteerd door middel van een *agent*, een autonoom stukje software. Voorbeelden zijn een machine, automatisch geleide voertuig (AGV), inspectiestation of voorbereidingsstation. In termen van het RAMI 4.0-model representeert het multi-agent system het collectief van Assets in combinatie met de *Integratie*-laag.

Ten tweede is dat het **Cyber-Physical Production System**, waarin de fabriek (de *Assets*) wordt gecombineerd met haar digital twin. Dit systeem heeft twee dimensies: *horizontaal* communiceren machines onderling; *verticaal* omvat het systeem de productieplanning in al z'n aspecten. Multi-agent en Cyber-Physical Production Systems vormen een Siamese tweeling.

Het cyber-physical system deelt op basis van een algoritme taken uit aan de agents. Door in dit algoritme machine learning en kunstmatige intelligentie toe te passen kan het productieproces efficiënter worden. Zo kan onderbezetting beter worden benut. Ook biedt het systeem rapportages, bijvoorbeeld over OEE en kwali-

teit, en kan het input leveren voor Root Cause Analyses. Minder goede prestaties kunnen een onderhoudsbehoefte voorspellen.

Door in het Cyber-Physical Production System machinedata te gebruiken is een nieuwe manier van productieplanning mogelijk. Zo zou het systeem in staat moeten zijn om adequaat te reageren op storingen door van het verleden te leren hoe het in de toekomst beter kan aansturen. Daarmee wordt het systeem zelflerend en autonoom. Zo ontstaat vanuit de Digitale Fabriek de volgende innovatie: een Autonome Fabriek. Dit is een innovatie die aan de hele maakindustrie een boost kan geven.

Dit beeld van de Digitale Fabriek is nog toekomstdenken. Voorlopig vraagt de ontwikkeling van het systeem nog de nodige aandacht van het project Digitale Fabriek (en wil men de mens in de loop houden). Er is immers in de praktijk nog veel handmatige invoer en het is niet altijd duidelijk waarom bepaalde planningskeuzes worden gemaakt. Bij de orderverwerking en de productie wordt weliswaar al veel data verzameld, maar die is in veel gevallen slecht of niet gekoppeld. Daarbij speelt ook een rol dat een Cyber-Physical Production System niet kant-en-klaar op de plank ligt, elk algoritme om de productie automatisch aan te sturen moet apart worden geprogrammeerd. Verder moeten de agents geschikt worden gemaakt om aan de digital twin te kunnen worden gekoppeld.

Aan de Technische Universiteit Eindhoven wordt een Cyber-Physical Production System ontwikkeld als een generiek concept, dus niet alleen voor de use case (zie hieronder); het is een vorm van precompetitief onderzoek. Het RAMI 4.0-model geeft structuur aan het realiseren van dit concept. De universiteit verricht pionierswerk, want voorzover bekend wordt de Digitale Fabriek nergens anders op deze manier ontwikkeld.

CYBER-PHYSICAL PRODUCTION SYSTEM

Binnen het Cyber-Physical Production System vindt op drie niveaus data-uitwisseling plaats:

- *Shop Floor Control*: stuurt de agent aan (uitvoering taken)
- *Global Control Unit*: stuurt de fabriek aan (planning taken)
- *ERP-systeem*: stuurt de hele onderneming aan; maakt geen deel uit van de digital twin.

Op het niveau van de *Shop Floor Control* werkt het systeem (zie kader) optimaal als een bepaalde taak automatisch wordt toegekend aan de machine, die daarvoor daadwerkelijk beschikbaar is. Bij de ontwikkeling van het algoritme wordt daarom ook de veilingtheorie toegepast: het systeem 'schrijft een taak uit', de verschillende machines in het multi-agent system 'doen een bieding', waarna de taak wordt toegekend aan de 'hoogste bidder'. Het algoritme is generiek in de zin dat het tamelijk eenvoudig is om een extra machine (agent) toe te voegen en het algoritme kan – met enkele aanpassingen – bij verschillende bedrijven worden toegepast.

Op het niveau van de *Global Control Unit* werkt het systeem optimaal als taken automatisch over een langere periode kunnen worden ingepland, rekening houdend met onder meer omsteltijden.

Het concept van het Cyber-Physical Production System zal worden gebouwd, getest en gevalideerd in de test- en validatieomgeving van de Digitale Fabriek.

Use case

Het ontwikkelen van het Cyber-Physical Production System gaat in kleine stappen en dit geldt des te meer voor het demonstreren ervan. In het project Digitale Fabriek is nagegaan welke data in welke vorm beschikbaar is en hoe deze data kan worden geïntegreerd. Ook is naar dashboards gekeken. Daarbij is via een use case praktijkervaring opgedaan met planning & sharing, namelijk bij **KMWE**. De volgende stap is de uitwerking van deze use case in een vorm die voor andere mkb-maakbedrijven toepasbaar is.

USE CASE KMWE / PLANNING IN EEN HIGH MIX, LOW VOLUME OMGEVING

KMWE levert complexe, functioneel kritische componenten en hoogwaardig (clean room) geassembleerde mechatronische modules aan de medische sector, de halfgeleiderindustrie, industriële automatisering en de luchtvaartindustrie.

Ambitie

De hoge complexiteit van de producten brengt met zich mee dat steeds hogere eisen aan de productieplanning worden gesteld. De use case is erop gericht een bijdrage te leveren aan geïntegreerde systemen voor de toeleverketen, zodat in de planning meerdere aspecten kunnen worden opgenomen. Daarbij wordt in eerste instantie gekeken naar de verwerking van de interne status van orders en voorraden.

De use case heeft betrekking op de planning voor de shop floor van **KMWE** op de Brainport Industries Campus, waar bewerkingen als frezen en assemblage plaatsvinden. De planning omvat de zgn. 5M's: mens, machine, methode, materiaal en management. Voor een geïntegreerde planning is het nodig verschillende applicaties te koppelen. **KMWE** gebruikt het ERP-systeem Glovia van Fujitsu Glovia en het planningsprogramma ISTOS van DMG Mori.

Ontwikkeling

KMWE is nog niet toe aan de toepassing van Cyber-Physical Production Systems. De aandacht richt zich eerst op de interface tussen de shopfloor-planningsmethode en de overall

> *Vervolg use case KMWE*

planningstool. Dat bleek op zich al een ingewikkelde opgave door een verschil in planningsmethodiek. ISTOS plant voorwaarts, terwijl voor de shopfloor achterwaarts gepland moet worden. Bij voorwaarts plannen start de planning wanneer de order wordt ontvangen en wordt de eerst mogelijke leverdatum berekend; bij achterwaarts plannen wordt de laatste activiteit als eerste gepland en wordt berekend wanneer een order moet starten.

Bovendien speelt een rol dat KMWE oude en nieuwe DMG-machines in gebruik heeft, terwijl voor een goede data-uitwisseling de nieuwste software nodig is (die idealiter ook voor niet-DMG-machines geschikt is). Nu het koppelen al lastig blijkt te zijn, is KMWE nog ver verwijderd van het automatisch verdelen van taken over machines.

Op basis van onderzoek door studenten van Technische Universiteit Eindhoven en Fontys kan worden geconcludeerd dat het eenvoudiger is om taken (automatisch) te verdelen naarmate het productievolume minder schommelingen kent. De planners van KMWE streven dan ook naar een vlakke planning, maar die is in deze dynamische omgeving zelden haalbaar. In theorie zijn daarvoor ruime veiligheidsvoorraden noodzakelijk, maar dit is vanwege de complexe eindproducten van KMWE geen optie.

Als een soort bijvangst van het project beschikt KMWE nu over het “OEE PowerBI Dashboard”, waarin data uit verschillende bronnen is samengebracht, in eerste instantie in een

Excel-bestand, inmiddels in robuuster opzet. Het dashboard toont informatie over de storingen en beschikbaarheid van machines. Dit dashboard is een digitale weergave van de fysieke Assets, waarbij het mooie is dat je simulaties kunt uitvoeren door storingen in een goed lopend productieproces in te brengen.

Vooruitzichten

KMWE heeft veel nieuwe inzichten gekregen in de mogelijkheden van de Digitale Fabriek. Toch moet er nog werk worden verzet voordat algoritmes zijn ontwikkeld om de planning van de shopfloor te automatiseren. KMWE zoekt daarvoor de samenwerking met Fujitsu Glovia en DMG Mori. Een Cyber-Physical Production System is toekomstmuziek, maar de klanken zijn mooi genoeg om de inspanningen voort te zetten. Daarbij zal KMWE een beroep blijven doen op studenten.

Op dit moment is alleen KMWE als groot maakbedrijf op Brainport Industries Campus gevestigd. Uit oogpunt van ‘planning & sharing’ is het interessant dat dit wordt uitgebreid naar een multi-company campus waar resources als AGV’s en machines worden gedeeld. Door digital twins te verbinden kan de overall planning van deze resources worden geoptimaliseerd.

DE USE CASE EN DE BLAUWDruk VAN DE DIGITALE FABRIEK

Het RAMI 4.0-model helpt bij het structureren en standaardiseren van de problematiek waarmee KMWE wordt geconfronteerd. Toch vormt het nog een uitdaging om het model op alle aspecten van de eigen situatie te kunnen ‘plakken’.

Verzamelen en benutten van machinedata

In de Digitale Fabriek is het mogelijk om kleinere series tegen lagere kapitaalkosten te produceren door met simulaties de configuratie van productielijnen te optimaliseren. De inzetbaarheid en beheersbaarheid van hele machineparken kan worden verbeterd door machinedata te combineren.

Het is dan wel van belang dat de data gestandaardiseerd wordt of dat een methode gevonden wordt waarmee data gestandaardiseerd uit machines kan worden gehaald. De configuratie van machines wordt beschreven met statische, semi-statische en dynamische data. Standaardisatie is van belang vanwege de verschillende fasen waarin data van toepassing is:

- Voor aanschaf: de benodigde capaciteit bepalen en de productielijn optimaal configureren
- Bij ingebruikname: nieuwe machines snel integreren
- Tijdens productie: het productieproces managen
- Bij onderhoud: onderhoud optimaliseren en ongeplande downtime reduceren.

Door de machinedata in te zetten is het mogelijk het aandeel van de kapitaalkosten in de productiekosten te verlagen.

Bij de data-uitwisseling is het RAMI 4.0-model behulpzaam, met name de Architectuurlagen. Het gaat dan om de *Assets*, *Integratie*, *Communicatie* en *Informatie*. De use cases voegen daar hun *Business*-laag aan toe. Vooral de *Communicatie*-laag stelt bedrijven voor problemen, want er is een scala aan technologieën (op de problematiek rond standaardisatie van protocollen is hiervoor ingegaan).

Use cases

In vier use cases wordt praktijkervaring opgedaan met het verzamelen en benutten van machinedata. Het betreft **De Cromvoirtse**, **Neways**, **Omron**, en **IJssel Technologie**.

De volgende stap is de uitwerking van deze use cases in een vorm die voor andere mkb-maakbedrijven toepasbaar is.

USE CASE DE CROMVOIRTSE / DIGITAL TWIN VOOR PRODUCTIELIJN-SIMULATIES

De Cromvoirtse is een vooraanstaande metaalbewerker, die een breed scala aan bewerkingen als snijden, zagen en kanten van plaatmetaal aanbiedt.

Ambitie

De kracht van De Cromvoirtse zit in razendsnelle levering, maar snel is niet snel genoeg. Want het wringt dat een product met een *touch time* van een luttele vijf minuten een levertijd van twee dagen vraagt. Het doel is een halvering van de levertijd door beter inzicht in de processen. Dat vereist een optimale planning van de machines.

Het bedrijf wil een systeem ontwikkelen om een order te kunnen simuleren. Dit levert inzicht in de doorlooptijden en het moment dat het product gereed is. Bovendien kan daarmee worden nagegaan wat het betekent als er een

machine wordt vervangen of toegevoegd – we hebben het dan over een investeringsplanningstool. Dit inzicht moet het doel – halvering van levertijden – binnen het bereik brengen.

Ontwikkeling

De Cromvoirtse beschikt over zo'n dertig machines van verschillende typen en merken, waarvan ongeveer de helft CNC-machines. Sommige leveren bruikbare data, andere leveren onbruikbare of onbetrouwbare data. Weer andere machines leveren überhaupt geen data, daar moet de gereedmelding handmatig gedaan worden. Bij handmatige registratie moet worden opgemerkt dat dit niet altijd feilloos is. Alleen dat is al een reden om registraties te automatiseren. Het effect daarvan is dat er minder hoge opleidingseisen aan nieuw personeel kunnen worden gesteld.

> *Vervolg use case De Cromvoirtse*

De ordersimulatietool is in feite een digital twin van de productielijn. Daarvoor wordt een ontwerp gemaakt.

Ondertussen spelen bij De Cromvoirtse twee andere ontwikkelingen, namelijk ketenintegratie en tagging. Wat betreft ketenintegratie werkt het bedrijf aan de implementatie van de standaardoplossing die in het Smart Connected Supplier Network is ontwikkeld voor het optimaliseren van de data-uitwisseling tussen leveranciers én klanten. Ten tweede heeft een stagiaire een haalbaarheidsstudie verricht naar tagging, voor het automatisch doorgeven van gereedmeldingen. Dat gaat nu nog met veel papierwerk gepaard. In eerste instantie werd de oplossing gezocht in Ultra Wide Band (UWB), maar na overleg met het High Tech Software Cluster is 5G in beeld gekomen.

Bovendien heeft De Cromvoirtse door studenten onderzoek laten verrichten naar de het robotiseren van een kantbank en de logistieke indeling van de productiehal. Wat het robotiseren betreft heeft het bedrijf ervaring opgedaan in het Fieldlab Flexible Manufacturing. Daaraan heeft het bedrijf de ambitie ontleend om een robot in o minuten razendsnel in plaats van vier uur te programmeren – een stuk ambitieuzer dan halvering van levertijden.

Vooruitzichten

De Cromvoirtse zou zeer geholpen zijn met een partner die kan helpen om de digital twin te bouwen. Het bedrijf realiseert zich dat daarna een eigen medewerker verantwoordelijk moet zijn voor het onderhoud.

USE CASE NEWAYS / EASY MES: PLUG & PLAY INTEGRATIE VAN MACHINES IN PRODUCTIEPARKEN

Neways Electronics International te Son beschikt over zo'n 20 productielijnen op verschillende locaties in Europa, elk met 6 à 10 machines, voor de automatische serieproductie van elektronische printplaten. De machines zijn van verschillende makelij en leeftijden. De data-input betreft recepten en instructies, de output heeft betrekking op de uitvoering. De lijnen lijken op elkaar en daarom is bij de use case gekozen voor slechts een ervan, met vijf machines.

Ambitie

Neways heeft als doel om de verzamelde machinedata op drie manieren te benutten:

1. Traceability: het vastleggen van de relatie tussen een geproduceerde printplaat en de componenten waaruit deze is opgebouwd
2. Analyses van de producten, met name bij kwaliteitsproblemen
3. Statistic process control, zodat je in het productieproces kunt ingrijpen voordat het fout gaat.

Bij voorkeur is het mogelijk om nieuwe machines op een snelle manier op het data warehouse aan te sluiten en in het Manufacturing Execution System te integreren; dat kost nu soms maanden.

Ontwikkeling

Het probleem is dat de machines data in verschillende formats opleveren. Voordat die data gebruikt kan worden is het nodig dat die wordt verzameld, vertaald en genormaliseerd naar één format. Daarvoor ontbreekt een universele methode. Studenten van Fontys bouwden een simulator, een rudimentaire digital twin, die de data-productie van twee merken machines representeert. Deze simulator is in staat om de data te verzamelen, te vertalen en te normaliseren. De herhaalde ontwikkeling van vertaalsoftware per individuele machine is nogal prijzig en daarom zou Neways graag een software-ondersteunde vertaling willen.

Vooruitzichten

Neways wil niet afhankelijk zijn van één machinebouwer en zo blijft het probleem rond uniforme data onopgelost. Neways is voornemens om een nieuwe groep Fontys-studenten opdracht te geven een semi-automatische vertaalmachine te ontwikkelen. Daarbij vestigt het bedrijf de hoop op de mogelijkheden die machine learning en kunstmatige intelligentie bieden.

USE CASE OMRON / DATA SCIENCE VOOR OPTIMALE MACHINE EFFICIENCY

Omron vervult in het project Digitale Fabriek een dubbelrol. Aan de ene kant is het een ontwikkelaar van elektronische componenten, van sensoren, industriële pc's (edge controllers) tot robots, die gebruikt kunnen worden om fabrieken te digitaliseren. Aan de andere kant beschikt over het bedrijf in 's Hertogenbosch over een dertigtal assemblagelijnen die in potentie voor digitalisering in aanmerking komen. Omron ontwikkelt dus componenten voor het digitaliseren van de eigen machines (en die van andere bedrijven).

Ambitie

Omron wil een assemblagelijijn waarop elektronische componenten, deels handmatig, worden geproduceerd, volledig digitaliseren. Dit moet leiden tot inzicht in de performance van de lijn, automatische proces- en kwaliteitscontrole en predictive maintenance, en uiteindelijk tot een hogere efficiëntie van de lijn. Ook wil Omron een blauwdruk ontwikkelen voor het digitaliseren van alle assemblagelijnen.

Ontwikkeling

Al voordat het project begon was een stap gezet met een van de machines in de assemblagelijijn, te weten de *pin stitcher*, die volledig automatisch een onderdeel van het product in elkaar zet. Deze machine leverde al 58 signalen die echter onbenut bleven. Omron plaatste een zelf ontwikkeld device, de Omron AI Controller in deze machine. Deze component is in staat om de signalen iedere milliseconde te loggen en daarin real-time patronen te herkennen. Een ingebouwd algoritme vergelijkt de metingen (*features*) met bepaalde grenswaarden. Bij overschrijding wordt een slecht product terzijde gelegd of ontvangt een onderhoudsmedewerker per e-mail een waarschuwingmelding.

Dit laatste heeft zich inmiddels in de praktijk bewezen! Het is echter nog niet gelukt om slechte van goede onderdelen te onderscheiden; de 58 signalen bleken daarvoor onvoldoende relevant.

In het project heeft Omron zich gericht op machinedata waarmee de OEE (Operational Equipment Efficiency) kan worden verbeterd op basis van anomalie-detectie in de productie. Om recht te doen aan de invloed van de operators op de efficiëntie werd de ratio aangepast naar ORE: Operational Resource Efficiency.

Omron realiseert zich dat oplossingen voor het digitaliseren van de ene machine niet zomaar naar een andere machine kunnen worden gekopieerd. Om dat makkelijker te maken, oriënteert het bedrijf zich op de Asset Administration Shell (AAS), het raamwerk voor het delen van data dat aansluit op het RAMI 4.0-model, met name de *Integratie*-laag. D.w.z. dat een AAS fungeert als standaardisatie-laag om alle data te centraliseren en in één formaat te kunnen uitwisselen. Voor de demomachine van Omron op de Brainport Industries Campus wordt momenteel een AAS-model uitgewerkt; een tijdrovende klus, mede doordat is gebleken dat Omron op dit gebied een van de pioniers is.

Vooruitzichten

Om voor de pin stitcher automatische kwaliteitscontrole mogelijk te maken is een ander ontwerp van die machine nodig, zodat relevante metingen kunnen worden verricht. Wellicht is daarvoor nodig de pneumatische aandrijving te vervangen door servomotoren. Dat automatische kwaliteitscontrole bij de Omron-vestiging in Italië wél blijkt te werken bij de bestaande productie van relais, geeft vertrouwen.

Omron rekent erop het AAS-model voor de machine op de BIC uiteindelijk te kunnen toepassen voor andere machines en te kunnen opschalen naar de assemblagelijnen. Het doel is dat machines op basis van de machinedata 'weten' wat er aan de hand is en vervolgens de juiste actie nemen. Zo kan de performance van machines worden verbeterd en wordt een volgende stap gezet op het gebied van Flexible Manufacturing. Hier komen AAS en ORE weer bij elkaar!

Omron heeft geleerd om bij de basis (de machine) te beginnen, voordat gedacht kan worden aan het digitaliseren van een assemblagelijijn en uiteindelijk een hele fabriek. Ook leerde Omron dat het belangrijk is dat slimme technologie, zoals de Omron AI Controller, bij voorkeur in de (bestaande) machine wordt in- of bijgebouwd, zodat de data daar verwerkt wordt. Idealiter wordt daarmee meteen AAS ingebouwd. Het ontwerpen van een nieuwe machine biedt kansen om relevante machinedata te verkrijgen.

Omron adviseert om klein te beginnen, met een duidelijke probleemstelling en een afgebakend doel. In de praktijk is dat lastig genoeg.

USE CASE IJssel TECHNOLOGIE / DIGITAL SHADOW

IJssel Technologie levert slimme, innovatieve oplossingen voor de industrie. De use case heeft betrekking op de onderhouds-werkzaamheden die het bedrijf verricht voor Tata Steel. Dit betreft het smeren, inspectie on site en depot repair van rollers van de productie-installaties van de staalproducent. Een deel van de revisiewerkzaamheden verricht IJssel zelf en een deel wordt uitbesteed. Het gaat om circa 3.000 rollen per jaar.

Ambitie

IJssel wil voor elke rol, die zij in onderhoud hebben, een unieke digital twin ontwikkelen. Daarmee wordt de rol volledig beschreven: type, gebruiks- en onderhoudshistorie, enz., oftewel alle denkbare statische, semi-statische en dynamische informatie over aanschaf, montage, gebruik en onderhoud – een 360 graden-view op de *Assets*. Met behulp van die digital twins kan het toekomstig onderhoud optimaal worden ingepland, waarbij wordt toegewerkt naar condition based maintenance. Ook de staalproductie kan met de digital twins beter worden aangestuurd. Voor het 'vullen' van de digital twins is data van Tata Steel en de contractors nodig; de tijd dat die informatie per e-mail verstrekt kan worden ligt achter ons.

Ontwikkeling

Voor het ontwikkelen van unieke digital twins per rol maakt IJssel gebruik van een Asset Administration Shell (AAS). Om de digital twins te ontwikkelen moet de data van IJssel, Tata Steel en de contractors in het AAS-systeem worden opgenomen. Daarbij zijn enkele complicaties aan de orde.

Ten eerste moet de data-uitwisseling tussen de betreffende partijen (via de cloud) worden opgezet. Aangezien het concurrentiegevoelige data betreft moet die data-uitwisseling veilig verlopen, wat eisen stelt aan de cloud-omgeving waarin dit plaatsvindt.

Ten tweede is aan de orde dat de data zich bij verschillende partijen bevindt. Concreet: een deel van de data over de rollen bevindt zich in de digital twin van de betreffende walsmachine. De digital twins van de rollen werken dus met kopieën van een deel van de data in andere digital twins. Door IJssel wordt dit hybride systeem een *digital shadow* genoemd, vandaar de titel van deze use case.

Een derde complicatie is dat sommige contractors geen toegang tot alle (vertrouwelijke) data mogen krijgen. In de digital twin is die toegang dus strikt gedefinieerd met behulp van instellingen van het AAS-raamwerk.

Vooruitzichten

IJssel bevindt zich in een experimenteel stadium (de duct-tape-fase), waarbij een beroep wordt gedaan op TNO voor ondersteuning. Zo werkt het bedrijf aan een digital twin voor de rollen in een machine die bij Tata Steel nog in gebruik moet worden genomen. IJssel vervult hier een pioniersrol. IJssel is ervan overtuigd dat de Blauwdruk van de Digital Fabriek kan worden toegepast en dat de digital shadows toegevoegde waarde hebben. Of zoals Frank Sinatra ooit zong: "Here comes the party for my shadow and me".

CYBERSECURITY

Gedurende de looptijd van het project Digitale Fabriek werd het internationale bedrijfsleven opgeschud door aanvallen met gijzelsoftware, die vooral van de Russische organisatie REvil afkomstig leken. Het is een waarschuwing voor de Digitale Fabriek.

In dit verband heeft Fontys Hogescholen onlangs een onderzoek uitgevoerd naar de kwetsbaarheden van de Asset Administration Shell. Dit is toegepast op een realistisch *toy example*: een ophaalbrug die door middel van het AAS-raamwerk was gedefinieerd. Fontys onderwierp de brug aan een aanval van *ethical hackers*.

De conclusie was dat AAS een **medium risk** vormt. Dit betekent dat AAS bij toepassing in de Digitale Fabriek zorgvuldig ingericht moet worden (en dat een vervolgonderzoek wenselijk is).

Let op, naast gijzelsoftware zijn er andere digitale bedreigingen, zoals virussen!

DE USE CASES EN DE BLAUWDRIJK VAN DE DIGITALE FABRIEK

Het blijkt dat de toepassing van het RAMI 4.0-model voor het verzamelen en benutten van machinedata bij de betreffende bedrijven stap-voor-stap verloopt. Het vergt een investering in studie, interpretatie, uitwerking en benutting van open standaarden. Wie écht interesse heeft, komt nu al een eind. Anderen zijn geholpen bij een externe partij die van wanten weet. Als het systeem eenmaal is ingericht moet er in elk bedrijf iemand zijn die het onderhoudt – een digital twin is nooit af. Verder zou een machinebouwer een waardevolle bijdrage aan de Digitale Fabriek kunnen leveren.

TESTEN, ONTWIKKELEN EN VALIDEREN

Op de Brainport Industries Campus wordt een test- en validatieomgeving (TVO) ingericht. Hier komen theorie en praktijk samen. In de TVO wordt het RAMI 4.0-model concreet gebruikt bij de digitalisatie van productieprocessen. Enkele van de uses cases worden in de TVO verder uitgewerkt.

De TVO fungeert uiteindelijk als een demonstratie van de Digitale Fabriek voor andere bedrijven. Doel is om de waarde van de Digitale Fabriek te bewijzen door de impact ervan op de negen Generic Value Propositions (GVP's) aan te tonen.

Binnen het project Digitale Fabriek worden drie thema's nader uitgewerkt ten behoeven van de TVO, te weten:

- Factory Planning Dashboard
- OEE Dashboard
- Data-enabling (AAS).

De TVO, de GVP's en de drie thema's vormen de onderwerpen van een tweede whitepaper over de Digitale Fabriek, dat eind 2022 zal verschijnen.

Betrokken
partijen

DIGITALE FABRIEK VAN DE TOEKOMST

Het project “Digitale Fabriek” is een project van ondernemers en kennisinstellingen in de maakindustrie in de Brainport-regio, met Brainport Industries in Eindhoven als pen-voerder; het wordt gesubsidieerd door de provincie Noord-Brabant.

Blauwdruk voor de Digitale fabriek

De werkpakketten “Blauwdrukken voor de keten en de fabriek” werden grotendeels door TNO uitgevoerd.

Traceerbaarheid & Certificering

De volgende partijen waren bij het werkpakket “Traceerbaarheid & Certificering” betrokken:

- Jheronimus Academy of Data Science JADS
- ENGIE
- Additive Industries.

Planning & Sharing

De volgende partijen waren bij het werkpakket “Planning & Sharing” betrokken:

- Technische Universiteit Eindhoven
- KMWE
- Fujitsu Glovia
- DGM Mori.

Verzamelen en benutten van machinedata

De volgende partijen waren bij het werkpakket “Verzamelen en benutten van machinedata” betrokken:

- PDM
- Fontys
- De Cromvoirtse
- Omron
- Neways Electronics International
- IJssel Technologie
- Itility.

Gelieerde partnerorganisaties

Bij het project Digitale Fabriek waren ook de volgende partijen betrokken:

- Data Value Center Smart Industry
- Brabantse Ontwikkelings Maatschappij
- Cyber Weerbaarheid Centrum.

PARTNERS

De partijen in het project Digitale Fabriek stellen zich hieronder in alfabetische volgorde kort voor.

Additive Industries

Additive Industries is een fabrikant van 3D metaalprinters voor hoogwaardige metalen onderdelen. De metaalprintsysteem zijn specifiek gericht op high-end en veeleisende markten, zoals de lucht- en ruimtevaart, auto's, energie en hightechapparatuur. De systemen worden gekenmerkt door grote bouwvolumes, robuustheid en productiviteit.

Brainport Industries

Brainport Industries is een coöperatie van hightech toeleveranciers rond projecten op het gebied van technologie, markt en mens om de innovatiekracht van de leden te versterken. Doel is de professionaliteit te verhogen en de concurrentiekracht te vergroten, met name in het domein high mix, low volume, high complexity. Op Brainport Industries Campus wordt de Digitale Fabriek gefaciliteerd.

De Cromvoirtse

De Cromvoirtse is een industrieleider in de levering van topkwaliteit plaatmetaal. Het bedrijf biedt een breed scala aan bewerkingen, waaronder snijden, zagen en kanten. De kracht zit in snelle levering en hoge kwaliteit. Het ultieme doel is een uiterst effectief productieproces, zodat de klanten zich kunnen focussen op hun eigen productie.

DMG Mori

Als onderdeel van een wereldwijde verkoop- en servicenetwerk biedt DMG Mori in Nederland uitgebreide oplossingen voor de individuele behoeften van klanten. DMG MORI verenigt Duitse en Japanse traditie, precisie en technologisch leiderschap in de bouw van gereedschap-machines.

ENGIE

ENGIE Nederland onder meer marktleider in de technische dienstverlening, waar ruim 5700 medewerkers werken aan technische, innovatieve én digitale oplossingen. Van integrale duurzame gebiedsontwikkeling tot energiezuinige, slimme gebouwen en van betrouwbare opwekking en levering van aardwarmte of waterstof tot innovatie oplossingen voor elektrisch rijden.

Fontys Hogescholen

Fontys is een onderwijsinstelling met een aanbod in bijna alle sectoren. Naast onderwijs is praktijkgericht onderzoek binnen Fontys belangrijk om haar ambities te realiseren. Voor de digitale fabriek werken de lectoraten Operational Excellence, Robotica & Mechatronica, Big data en High Tech Embedded Software met elkaar samen.

Fujitsu Glovia

Fujitsu GLOVIA is een toonaangevende innovator van ERP-oplossingen in de maakindustrie. Het bedrijf ondersteunt fabrikanten en assemblagebedrijven om hun bedrijfsprocessen te beheren en te optimaliseren. Het bedrijf biedt schaalbare oplossingen aan single-locatie fabrikanten en multinationale, meertalige, multi-currency bedrijven.

IJssel Technologie

IJssel is specialist in Smart Industry: slimme, innovatieve oplossingen voor de industrie. Op alle niveaus is IJssel gesprekspartner, van bedrijfskundige tot engineer en monteur. Aan de hand van het IJssel-model wordt de organisatie zo ingericht dat continu verbeteren de basis wordt voor alle bedrijfsprocessen.

Itility

Itility maakt bedrijven digitaal. Itility zorgt ervoor dat IT snel, standaard en schaalbaar is en bedrijven slimmer maakt. Itility zit dicht bij de klanten om de slimme functionaliteit waar zij naar op zoek zijn te definiëren en implementeren. Altijd volgens de gedachte dat systemen professioneel, schaalbaar en beschikbaar moeten zijn.

JADS

De Jheronimus Academy of Data Science (JADS) is een samenwerkingsverband van de Technische Universiteit Eindhoven en de Universiteit van Tilburg. JADS houdt zich bezig met onderwijs en onderzoek op het gebied van data science en betreft daarbij het bedrijfsleven.

KMWE

KMWE Group is een internationale toeleverancier voor de medische sector, de halfgeleiderindustrie, industriële automatisering en de luchtvaartindustrie. KMWE telt circa 600 medewerkers. KMWE levert complexe, functioneel kritische componenten en hoogwaardig (clean room) geassembleerde mechatronische modules.

Neways Electronics International

Neways biedt haar klanten maatwerkoplossingen voor de gehele productlevenscyclus van zowel elektronische componenten als complete (box-build) elektronische besturingssystemen. Van idee tot ontwikkeling, productie, reparatie en service. Producten van Neways worden onder meer toegepast in de sectoren Semiconductor, Medical, Automotive en Industrial.

Omron

Omron Nederland is een technologieleverancier in industriële automatisering, gezondheidszorg en elektronische componenten.

PDM

PDM is een expertisebureau dat producten en productie-omgevingen innoveert en optimaliseert. PDM is een product-, design- en industrialisatiepartner voor de hightech industrie en daarnaast zijn maintenance, turnarounds, production en operations en performance optimalisatie de belangrijkste kennis- en ervaringsgebieden in de procesindustrie.

Technische Universiteit Eindhoven

Technische Universiteit Eindhoven (TU/e) is een technische universiteit, dat zich richt op onderwijs, onderzoek en valorisatie. In het High Tech Systems Center (HTSC) brengt TU/e multidisciplinaire onderzoeksactiviteiten op het gebied van complexe hightech mechatronische systemen samen.

TNO

De Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO) is een onafhankelijke onderzoeksorganisatie. De missie van TNO is mensen en kennis verbinden om innovaties te creëren die de concurrentiekracht van bedrijven en het welzijn van de samenleving duurzaam versterken. TNO werkt samen met partners en richt onder andere op Industrie en ICT.

Bronnen

Meer informatie de Digitale Fabriek en thema's die daarmee samenhangen is online beschikbaar.

Smart Industry

www.smartindustry.nl

Informatie met betrekking tot heel Nederland.

Fabriek van de Toekomst

www.fabriekvandetoeekomst.com

Programma-informatie van Brainport Industries.

Smart Connected Supplier Network SCSN

<https://smart-connected.nl>

Standaard en infrastructuur voor data-uitwisseling.

Data Value Center Smart Industry

<https://smartindustry.nl/competence-centers/data-value-center-smart-industry-dvc-si>

Competence Center voor Smart Industry.

Plattform Industrie 4.0

www.plattform-i40.de

Informatie over RAMI 4.0 en AAS.

The International Operability Standard

www.opcfoundation.org

Informatie over OPC UA.

DIMOFAC, Digital Modular Factories

www.dimofac.eu

Flexibele assemblagelijnen in de maakindustrie.

Brainport Industries



© September 2021
Brainport Industries
Digitale Fabriek van de Toekomst
www.brainportindustries.nl



Brainport Industries
Campus

Het project Digitale Fabriek wordt mede met financiële steun van de provincie Noord-Brabant gerealiseerd.

Provincie Noord-Brabant

1011100010100101
0001110000101
010011010001
11101000101
11010011010010
11010011010010
00011100001
010011010001
111010001010001
101110001010001
00011100001
01001101000111110011
11101000111000111010
11010011010001111000

Digitale Fabriek

ONDERDEEL VAN

FACTORY of the
FUTURE
innovation program

POWERED BY

Provincie Noord-Brabant



Brainport Industries
Campus



Brainport
Industries