

# Hoe machines en installaties voorbereid worden op de verbinding met het Internet of Things, IoT

Build it in.



**Christian Zingg**  
**Stefan Selke**

1e editie

**EATON**

*Powering Business Worldwide*



## Inleiding

Het is nog maar enkele jaren geleden dat veldbussen met seriële protocollen zoals CAN en Profibus en centrale industriële besturingen de automatiseringswereld domineerden. Communicatieprotocollen die gebaseerd zijn op de overdracht van gegevenspakketten (Ethernet), net als PC-systemen in plaats van de gebruikelijke PLC-technologie, golden veelal als niet betrouwbaar genoeg om te worden gebruikt in kritieke industriële toepassingen. Vandaag de dag is de situatie volledig anders. In nieuw ontwikkelde machines en installaties worden vaak op ethernet gebaseerde veldbussystemen gebruikt omdat deze voldoende bandbreedte beschikbaar stellen om de alsmaar toenemende datahoeveelheden te kunnen bolwerken. Besturingsplossingen op basis van industrie-PC's zijn ook een constante geworden bij de opstelling van machines en installaties waar gegevensverwerking noodzakelijk is en zijn op het punt van bedrijfsveiligheid zeker net zo goed als klassieke PLC-sturingen. De automatiseringswereld is versmolten met de eerste generatie IT-technologie. Dit was een voorwaarde voor de volgende stap naar Industrie 4.0: het netwerk van intelligente componenten in het Internet of Things, (IoT – vaak wordt ook over het “Industrial Internet of Things” gesproken om het industriële karakter ervan te benadrukken; dit document beperkt zich echter tot de algemene term IoT).

De vierde industriële revolutie gaat ook gepaard met de aanpassing van IT-technologieën aan de industriële omgeving. Want vandaag de dag wordt deze vaak (weer) als nog niet geschikt beschouwd om als platform te fungeren voor de besturing van machines, installaties en processen. Statusgegevens van een machine naar een tablet of smartphone sturen, om deze informatie plaatsonafhankelijk beschikbaar te stellen, is al vaak de norm. Maar om een machine via een smartphone aan te sturen, zijn er op het vlak van veiligheid en toegangscontrole heel andere eisen. Hetzelfde geldt ook voor clouddiensten. Berichten dat persoonlijke gegevens van film-

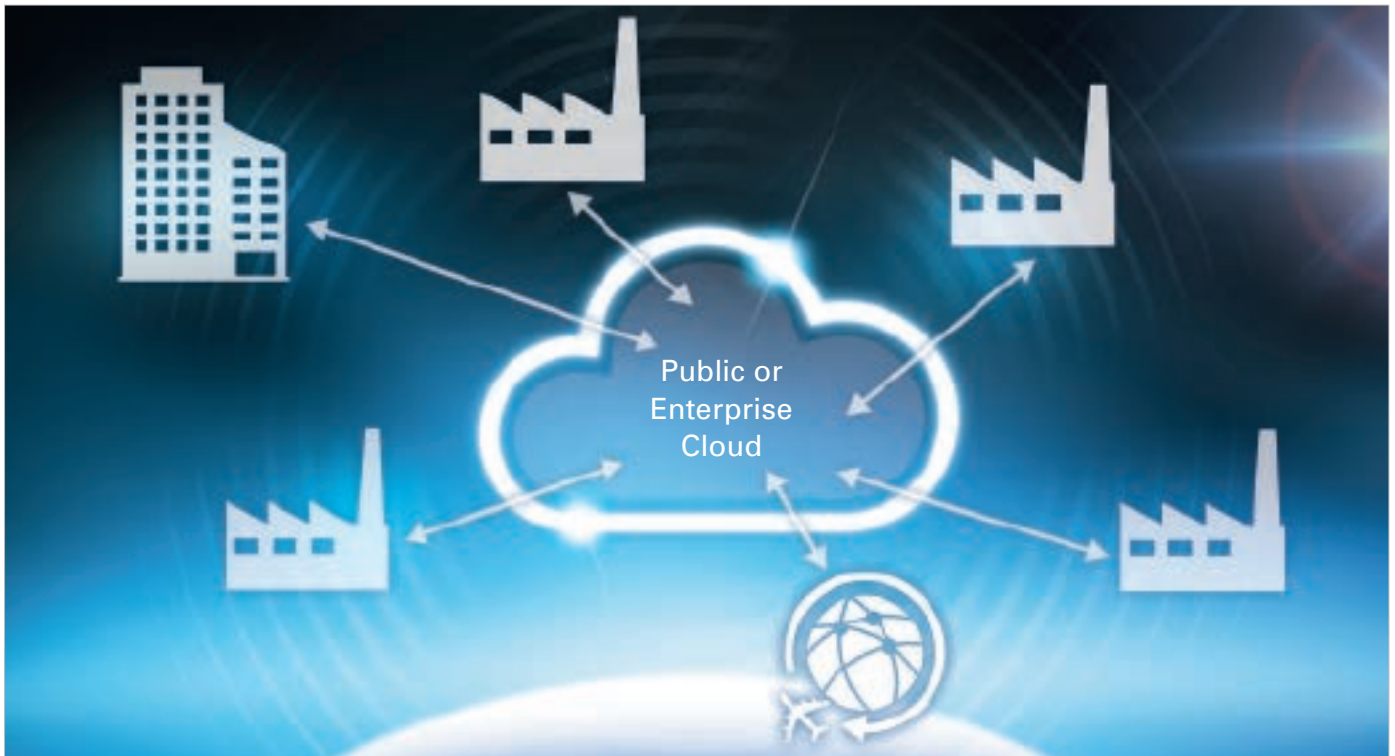
sterren van openbare cloud-servers werden gestolen, hebben er toe geleid dat het vertrouwen in de veiligheid van dergelijke technologieën blijvend is geschaad. Ook het feit dat inlichtingendiensten toegang zouden kunnen hebben tot de gegevens, heeft de negatieve gevoelens ten opzichte van dergelijke diensten nog verder versterkt. Bij de beoordeling of, en zo ja, welke clouddiensten in de industriële omgeving worden ingezet, geldt dus dat zowel het thema IT-beveiliging als ook de gegevensbescherming in acht moeten worden genomen.

Maar net als bij de eerste generatie van IT-producten zien veel innovatieve bedrijven vandaag de dag de uitdagingen van de nieuwe techniek ook als een kans voor de toekomst. Klassieke IT-dienstverleners zoals SAP horen hier net zo goed bij als bedrijven die traditioneel in de machine- en installatiebouw actief zijn en deels marktleider zijn in hun desbetreffende marktsegmenten. Ofwel werken ze er alleen of samen met anderen aan om de clouddiensten zo te verbeteren dat de nodige veiligheid en betrouwbaarheid voor het gebruik ervan in de industriële omgeving wordt bereikt.

Dergelijke clouddiensten worden in eerste instantie ingezet om productiemiddelen of zelfs hele productievestigingen in een netwerk onder te brengen. Daarbij onderscheidt men de horizontale en de verticale integratie:

- Het verticale “netwerk van autonome, zich al naargelang de omstandigheden zelf sturende, zichzelf configurerende kennisgebaseerde, sensorondersteunde en ruimtelijk verdeelde productiemiddelen”<sup>1</sup> is een basisvoorwaarde voor het creëren van de fabriek van de toekomst, de zogenaamde “smart factory”.

<sup>1</sup> Aanbevelingen inzake omzetting voor het toekomstproject Industrie 4.0. Eindverslag van de werkgroep Industrie 4.0



**Afbeelding 1: globale (smart factory) productiemiddelen worden horizontaal met eenheden in een netwerk ondergebracht, die inhoud resp. materialen, componenten of dergelijke leveren, evenals met eenheden die producten aanvragen (bijv. expeditieafdeling, klanten, distributiepartners, enz.).**

- Als dergelijke “smart factories” aansluitend in “bedrijfsverkoepelende productienetwerken” worden geïntegreerd, spreekt men van een horizontaal netwerk.

Doordat het enerzijds mogelijk is om informatie uit te wisselen tussen wereldwijde productievestigingen, maar anderzijds ook verkoopgegevens en leveringsketens, zullen ondernemingen in staat zijn om al hun bedrijfsprocessen efficiënter vorm te geven. Dat is bij wereldwijde concurrentie een duidelijk voordeel.

De werkwijze van het totale concept wordt bepaald door de mate waarin de desbetreffende machines en productiemiddelen in staat zijn om informatie beschikbaar te stellen over de eigen werkingstoestand en bezetting. Opdat de machines daartoe in staat zijn, is het noodzakelijk dat ook de in de machine gebruikte producten statusgegevens kunnen registreren en communiceren. Heel wat componenten, waarvan de functie via geïntegreerde microprocessors wordt gestuurd, zoals programmeerbare besturingen, servoaandrijvingen en frequentieregelaars, leveren dergelijke informatie reeds via hun veldbusaansluiting. Maar hoe zit het met eenvoudige aandrijvingen, softstarters of sensoren? Want alleen bij een consequente informatieketen over het hele productieproces heen kunnen bijv. kritieke machinestatusen worden herkend en kunnen stilstandtijden door proactief onderhoud worden vermeden, wat een positieve invloed heeft op de beschikbaarheid van de machine. Vanuit een dergelijke benadering kunnen de productieprocessen in realtime worden aangepast en kunnen productiecapaciteiten sneller en dynamischer worden gepland.

Om de processen te optimaliseren tot op het niveau van de eenvoudige sensoren en actuatoren zijn intelligente componenten noodzakelijk die de procesgegevens kunnen registreren en doorgeven. Door het gebruik van dergelijke producten stijgen de gegevenshoeveelheden binnen een

afzonderlijke machine echter aanzienlijk. In de context van een wereldwijd actief bedrijfsnetwerk neemt de te verwerken gegevenshoeveelheid exponentieel toe. Hier werd reeds een term voor gecreëerd: big data. Er zijn al dienstverleners die bedrijven helpen grip te krijgen op de grote datahoeveelheden. Het gevaar bestaat dat bedrijven zich meer gaan bezighouden met het opslaan of het transporteren van de gegevens, dan datgene te doen waarvoor de gegevens eigenlijk worden verzameld: ze analyseren.

Het is vaak efficiënter om de in sommige industrieën reeds wijdverbreide decentralisering in de automatiseringstechniek verder te ontwikkelen. Zo zijn bijvoorbeeld decentrale aandrijfsystemen niet meer weg te denken in de interne logistiek. Van de analyse van sensorinformatie tot de autonome wijziging van het motortoerental voeren decentraal geïnstalleerde aandrijfsystemen autonoom steeds complexere deelprocessen uit. Derhalve biedt de continue ontwikkeling van vandaag nog volledig centraal georganiseerde machines



**Afbeelding 2: verschillende onafhankelijke cyber-fysieke systemen zijn verticaal verbonden met een cyber-fysiek productiesysteem, dat met de smart factory cloud communiceert.**



en installaties naar gedistribueerde intelligentie in veel gevallen voordelen. De machinebouwer kan zo zijn ontwikkelingsinspanningen bij de voorbereiding en ook bij uitbreidingen vaak verminderen. Voor de eindgebruiker zijn er in veel gevallen voordelen bij het onderhoud.

Voor kleine en middelgrote machine- en systeembouwers betekent Industrie 4.0 een grote kans, maar is het ook een uitdaging: zelfs als de ontwikkelingsafdelingen van deze ondernemingen over omvattende knowhow op het vlak van IT beschikken, rijst de vraag in hoeverre het zinnig is om de eigen kerncompetenties te overschrijden om de eigen producten te integreren in Industrie 4.0. In zeer veel gevallen is het voldoende voor hen om in hun machines en installaties decentrale concepten om te zetten met bouwstenen die deelprocessen autonoom kunnen sturen en via een open communicatiestandaard proces- en statusgegevens beschikbaar stellen: deze bedrijven maken hun machines IoT-ready.

## Intelligente componenten – de basis van Industrie 4.0

De ontwikkeling van een nieuw machine- of installatieconcept begint meestal nog altijd op de klassieke manier: bij de centrale besturing. Na het ontwerp en de keuze van deze centrale (en vaak enige) intelligentie en de te gebruiken communicatiesystemen (veldbussen) wordt vervolgens begonnen met de programmering van de functies. Tijdens deze activiteit, en soms zelfs na afsluiting hiervan, worden de perifere componenten (motoraandrijving, sensoren enz.) erbij betrokken die zelf niet of nauwelijks over eigen intelligentie beschikken. Deze krijgen hun commando's vanuit de centrale sturing. Het Industrie 4.0-concept zet dit proces op zijn kop: "Flexibiliteit en herconfigureerbaarheid ... kunnen alleen worden bereikt als aan de productiesystemen, die vandaag uniek zijn, in de toekomst een stringente modulaire opbouw ten grondslag ligt en daaruit een systematisch hergebruik voortvloeit. ...Vanuit het oogpunt van de automatisering van de productie-installaties heeft het thema van de decentralisering een bijzondere betekenis."<sup>2</sup> Om dit doel van een consequente modulaire opbouw en decentralisering te bereiken, is het noodzakelijk dat eenvoudige componenten zoals frequentieregelaars, beveiligings-, schakel-, bedienings- en signaliseringscomponenten communicatievaardige apparaten worden die in staat zijn om, op grond van de omgevingsgegevens die hen ter beschikking staan, autonoom beslissingen te nemen. Ze worden intelligente componenten, "smart devices". In plaats van ergens aan het einde van het ontwikkelingsproces te worden geplaatst, vormen zij de eerste bouwstenen van een voor Industrie 4.0 ontworpen machine.

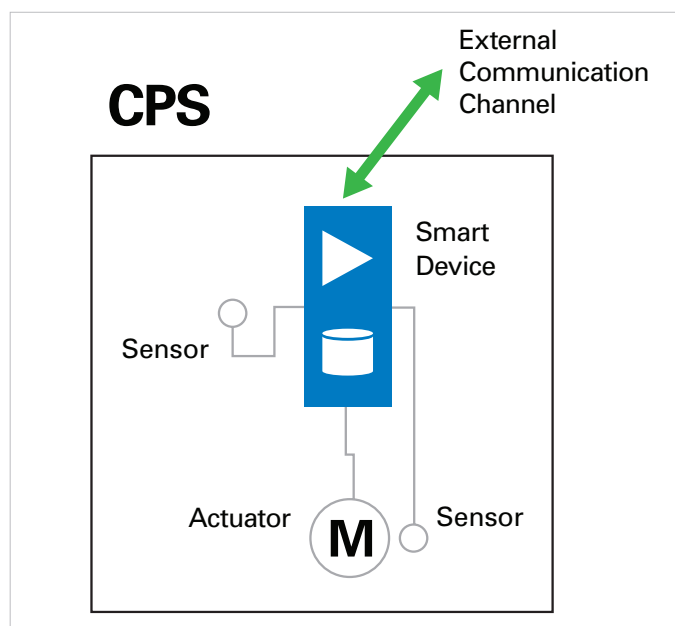
### Van smart device naar cyberfysiek systeem

Bij smart devices denken velen in de eerste plaats aan elektronische, communicatievaardige mobiele apparaten zoals smartphones en tablets. Als men het begrip ruimer opvat, gaat het om objecten (uit het dagelijks leven), die sensorondersteunde informatie kunnen verwerken en in staat zijn om autonoom te communiceren. Als men dergelijke smart devices aanvult met sensoren en actuatoren worden ze een "ingebod systeem" (Embedded System) en ontstaan er "steeds autonomere systemen, die uitvoerig gegevens over hun omgeving registreren en hierop op verschillende manieren

kunnen reageren"<sup>3</sup>: de zogenaamde cyberfysieke systemen (CPS – Cyber Physical Systems). Dit zijn allereerst functionele eenheden, die door programmeerbaarheid, opslagcapaciteit, sensoren en communicatievaardigheid intelligent worden en daardoor "rechtstreeks of via het internet ... autonoom informatie uitwisselen, acties in werking stellen en elkaar onderling kunnen sturen"<sup>4</sup>. Het basiselement van een cyberfysiek systeem is de sensoriek, omdat beslissingen binnen processen moeten worden genomen op basis van informatie. De diepte van het informatieniveau is daarbij van doorslaggevend belang. Zo kan het feedbackcontact van een relais dat een motor aanstuurt bijvoorbeeld als eenvoudige basisinformatie worden beschouwd (er werd geschakeld). Als het relais als enige sensor voor de motorfunctie dient, dan ontbreken er echter belangrijke gegevens over het feit of de motor daadwerkelijk draait: loopt er stroom en zo ja, hoe groot is deze? De uitbreiding van het relais naar een motorstartercombinatie met geïntegreerde stroommeting levert veel meer gegevens op (motor draait, stroom, hoeveelheid x flow), die via een veldbusaansluiting of een intelligente bedrading kunnen worden doorgegeven. Maar kunnen we dan al spreken van een cyberfysiek systeem? Nee, want er ontbreekt een belangrijk aspect: de mogelijkheid om de gegevens decentraal te verwerken en indien nodig daar een actie uit af te leiden. Zonder deze functionele uitbreiding kunnen de stroomwaarden uitsluitend aan een centraal punt worden gecommuniceerd om ze te analyseren. Is dit continu en met een groot aantal motoren het geval, dan moet big data worden opgeslagen en verwerkt. Een dergelijk concept kan zinvol zijn als men er toch al voor heeft gekozen om de metagegevens van deze verstrekende gegevensverzameling te analyseren en men daarvoor de overeenkomstige specialisten, zoals gegevenswetenschappers en experts, voor virtuele gegevensverwerking ter beschikking heeft. Om uit voorzorg echter uitsluitend het juiste tijdstip voor een onderhoud te bepalen, zal het in de meeste gevallen volstaan om van het hierboven beschreven functie-

<sup>3</sup> Ibid.

<sup>4</sup> Ibid.



**Afbeelding 3: voorbeeld van een eenvoudig cyberfysiek systeem: een intelligent apparaat (smart device), dat over een geheugen en een processor beschikt alsook communicatievaardig is, vormt samen met de aangesloten sensoren en actuatoren een autonome functionele bouwsteen.**

<sup>2</sup> Aanbevelingen inzake omzetting voor het toekomstproject Industrie 4.0. Eindverslag van de werkgroep Industrie 4.0

model een volwaardig cyberfysiek systeem te maken. Een dergelijk cyberfysiek systeem is in staat om de stroomwaarden van de motor te interpreteren (bijv. te hoge motorstroom) en volgens de programmering de noodzakelijke acties op gang te brengen. Een dergelijke maatregel zou er bijvoorbeeld uit kunnen bestaan om contact op te nemen met een ander cyberfysiek systeem om de materiaaltoevoer voor het proces te reduceren (waarschuwing aan 'cyberfysiek systeem materiaaltoevoer'). Ook dit cyberfysieke systeem zou autonoom alle noodzakelijke acties op gang brengen die vereist zijn om de materiaaltoevoer te reduceren. Aansluitend zouden beide processen het resultaat controleren (motorstroom weer in het normale bereik). Een dergelijke omzetting brengt bovendien alle voordelen van de modulaire opbouw zoals hergebruik met zich mee, zonder de mogelijkheid op het genereren van big data in de weg te staan. Los van de autonome oplossing van het probleem, zouden de cyberfysieke systemen immers nog steeds de procesgegevens (indien nodig/op aanvraag) aan een centraal overkoepelend uitleessysteem kunnen doorgeven voor verdere verwerking.

Bijgevolg zijn dit de noodzakelijke bouwstenen van een cyberfysiek systeem: eigen rekenkracht, communicatievaardigheid alsook sensoriek en actuatoremechaniek. Zo ontstaat een (meestal mechatronische) modulaire decentrale, herbruikbare en functionele bouwsteen, die zijn taken volledig autonoom uitvoert.

### Uit cyberfysieke systemen vloeien cyberfysieke productiesystemen voort

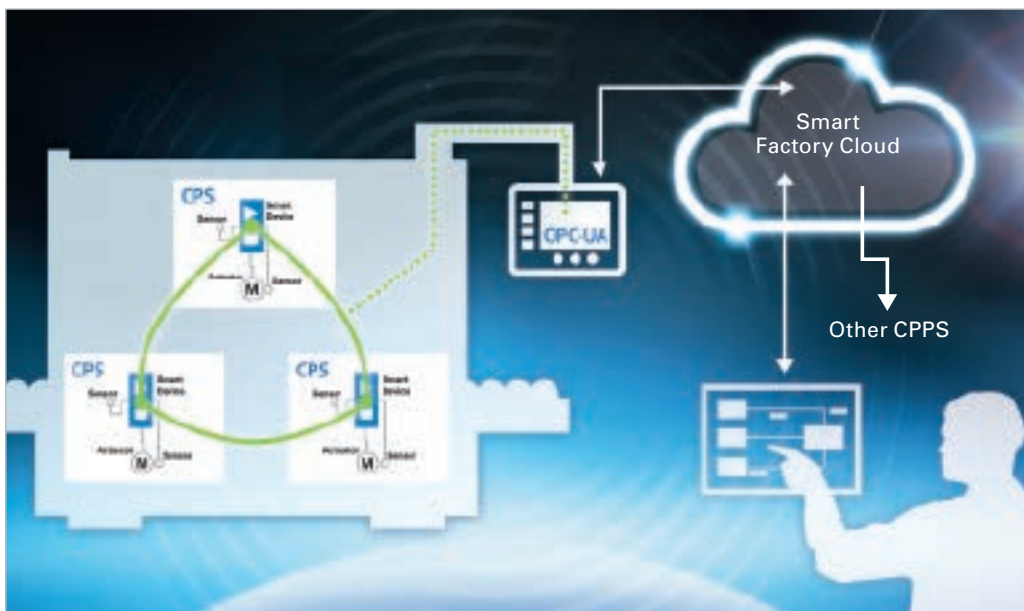
Elk cyberfysiek systeem is een autonoom object, dat als 'embedded system' kan worden geïntegreerd in een installatie of een machine. Zijn communicatievaardigheid kan zodanig worden uitgebreid, dat het via producentonafhankelijke communicatieprotocollen zoals OPC Unified Architecture (OPC-UA) – een industrieel M2M-communicatieprotocol – de machinegegevens niet alleen kan transporteren, maar deze ook in machinetaal semantisch kan beschrijven – en rechtstreeks als object in een IT-netwerk resp. via een cloud kan worden aangesproken. Er zijn al concepten, cyberfysieke systemen (resp. functiegroepen of afzonderlijke componenten, die nog geen volwaardige cyberfysieke systemen zijn) die via

cloudgebaseerde sturingen kunnen worden gecontroleerd. Een dergelijk concept staat evenwel lijnrecht tegenover het idee van decentralisering. Als de sturing in de cloud ook tijdgevoelige functies op zich neemt, dan wordt de complexiteit van het hele systeem groter. Het is immers van essentieel belang dat de cloud – onafhankelijk van zijn bezetting – zijn commando's bepalend, dus tijdelijk voorspelbaar, verdeelt. Bovendien wordt de besturingssoftware, die vaak de centrale knowhow van de machinebouwer vormt, in handen gegeven van een derde, namelijk de exploitant van de cloud.

De tegenovergestelde weg van de decentralisering, waarbij meerdere cyberfysieke systemen tot een volledige productie-groep worden samengevoegd, die dan een autonoom cyberfysiek productiesysteem (CPPS) vormen, lijkt niet alleen eenvoudiger te realiseren, maar brengt bovendien ook die voordelen van de modulaire opbouw en decentralisering met zich mee: binnen dit nieuwe productiesysteem wisselen de cyberfysieke systemen onderling alleen die gegevens uit die noodzakelijk zijn voor de processen in het gehele systeem en voor de instandhouding van de werking van het systeem. Alle andere gegevens, die voor hogere niveaus niet relevant zijn (en ook niet worden gevraagd), worden niet doorgegeven. Het resultaat: smart data in plaats van big data. Een machine gebouwd als CPPS wordt een proces dat, als producentonafhankelijk object, kan functioneren. Doordat de decentrale cyberfysieke systemen de gegevensverwerking binnen de machine autonoom afwickelen, wordt een centrale sturing steeds minder noodzakelijk – totdat deze op een dag overbodig wordt.

Een wezenlijk kenmerk van cyberfysieke systemen en cyberfysieke productiesystemen is de communicatievaardigheid op basis van open en wereldwijde standaarden. Binnen deze standaarden wordt het CPPS gewoonlijk als object gedefinieerd dat over bepaalde in- en uitgangsgrootheden beschikt en via producentonafhankelijke logaritmen functioneert. Zo wordt veiliggesteld dat alle CPPS die aan een bepaalde standaard onderworpen zijn, volgens vooraf vastgestelde regels functioneren, eenvoudig uitwisselbaar zijn en dat hun prestaties op wereldwijde platformen bruikbaar zijn.

Bij een volledige omzetting van de Industrie 4.0-filosofie verandert een totale productievestiging in een 'smart factory',



**Afbeelding 4: smart data.** Cyberfysieke systemen controleren onderling autonoom het proces. Alleen productiecommando's (bijv. een configuratiewijziging) of CPPS-informatie, die externe acties (bijv. proactief onderhoud) vereisen, worden via industriële communicatieprotocollen zoals OPC-UA tussen het CPPS en de smart factory controller uitgewisseld.



**Afbeelding 5: big data op aanvraag: het cyberfysiek productiesysteem is in staat alle ter beschikking staande informatie voor de big data-analyse beschikbaar te stellen. Deze gegevens kunnen voor het optimaliseren van de processen of voor 'customer driven innovati-on' worden gebruikt.**

die uit een of meerdere CPPS bestaat, die als objecten binnen de (lokale) cloud via gestandaardiseerde protocollen functioneren. De smart factory kan dan ook als object worden gedefinieerd om informatie, bijv. over zijn actuele bezetting en mogelijke extra capaciteit, binnen het bedrijfsnetwerk of zelfs op openbare platformen aan te bieden. Als invoergrootheden kunnen productie-opdrachten worden gegeven die geautomatiseerd over dezelfde, globaal gedefinieerde objectinterface worden bevestigd of geweigerd. Alle overige processen die binnen de 'smart factory' plaatsvinden (opslag van materialen, werkingssituatie van de afzonderlijke machines, enz.) zijn voor de opdrachtgever niet relevant. Dit vereenvoudigt niet alleen alle processen, maar biedt ook volledig nieuwe bedrijfsmodellen voor het werken met een 'smart factory' – onafhankelijk van het feit of deze nu binnen een concern ageert of de producten op de vrije markt aanbiedt. De fabriek verandert in een gedigitaliseerd object dat zijn prestaties en informatie over vrije capaciteit op daartoe geschikte IT-platformen deelt, zodat andere bedrijven deze informatie niet alleen kunnen zien, maar ook in hun eigen productieketen kunnen integreren. Onafhankelijk van het feit of het om openbare of concern-eigen cloudoplossingen gaat, gebeurt de eenvoudige integratie als de installaties en machines (CPPS) of zelfs de hele productievestiging (smart factor) IoT-ready zijn.

### Internet en cloud

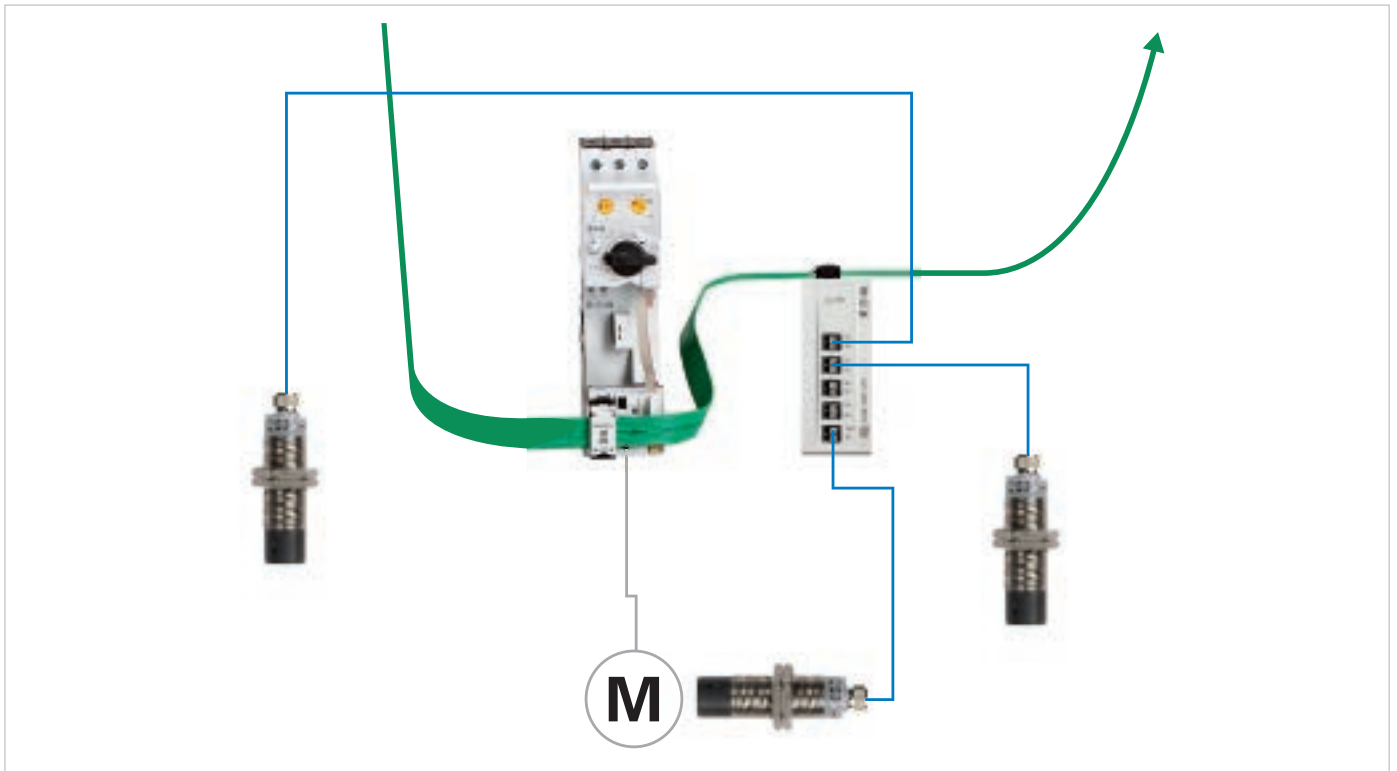
De cloud zorgt er niet alleen voor dat de noodzakelijke middelen voor gegevensopslag en -verwerking flexibel beschikbaar zijn, maar vormt ook de basis voor een horizontaal netwerk, ongeacht waar ter wereld de aangesloten bedrijven gevestigd zijn. Wat de toegangsrechten betreft, zijn er diverse mogelijkheden die kunnen worden aangepast aan de individuele behoeften. Indien een onderneming bijvoorbeeld meerdere vestigingen in het Industrie 4.0-concept wil integreren, dan kan de toegang uitsluitend aan de interne middelen worden verleend. In een

tweede cloud kunnen dan ook toeleveranciers of klanten als objecten worden opgenomen. Bij de ontwikkeling van de systemen moet worden beslist of de cloudserver in de eigen IT-infrastructuur wordt geïntegreerd, of dat er een beroep wordt gedaan op externe aanbieders. Vooral bij gevoelige gegevens wordt er waarde aan gehecht om deze zo goed mogelijk te beveiligen tegen toegang van derden. Op dat vlak wordt het eigen bedrijfsnetwerk veelal nog als veiliger beschouwd dan de oplossingen van externe aanbieders. Maar bijna dagelijks komen er nieuwe aanbiedingen op de markt en steeds vaker gaat het hierbij om bedrijven die over jarenlange ervaring beschikken in de industrie. Zij kennen de eisen die in de industrie worden gesteld en spitsen hun producten daarop toe. Betrouwbaarheid en veiligheid hebben de allerhoogste prioriteit.

### De volgende stap: 'customer driven innovation'

Als het gelukt is om het over te dragen datavolume van de machines en processen tot het allernoodzakelijkste te reduceren door consequente decentralisering en door groepering van cyberfysieke systemen, kunnen de vrijgekomen capaciteiten in de communicatiekanalen en de centrale rekensystemen op een andere manier worden benut. Elk afzonderlijk cyberfysiek systeem kan zijn bedrijfs-, status- en prestatiegegevens bijna in realtime beschikbaar stellen. Deze informatie kan worden gebruikt om processen continu te optimaliseren en de efficiëntie van de productie te verhogen. Volgens een studie van het accountancybedrijf PricewaterhouseCoopers (PwC) rekenen bedrijven in Duitsland gemiddeld op een 3,3 procent hogere efficiëntie per jaar door Industrie 4.0. Tegelijkertijd zouden digitale oplossingen moeten helpen om de kosten jaarlijks met 2,6 procent te verlagen. Een belangrijke voorwaarde voor het bereiken van deze resultaten is de "verticale integratie" in hogere productieprocessen. Naast de vaardigheid om zichzelf te sturen, moeten de productiemiddelen ook in staat worden gesteld om zichzelf te configureren. Door deze flexibiliteitsverhoging moet





**Afbeelding 6: voorbeeld voor de integratie van een cyberfysiek systeem in een IP20-omgeving: een motorstarter met uitgebreide functionaliteit is met sensoren en actuatoren verbonden alsook rechtstreeks in een communicatiesysteem geïntegreerd.**

de productie van producten op maat in kleinere partijen of zelfs per stuk mogelijk zijn aan een kostprijs voor massaproductie, waarbij tegelijk minder middelen nodig worden.

Maar het Industrie 4.0-concept gaat veel verder dan dergelijke productiviteits- en efficiëntieverhogingen, want de integratie van de cyberfysieke productiesystemen in het Internet of Things opent nog veel meer mogelijkheden: zo zouden de verzamelde gegevens deels ook ter beschikking kunnen worden gesteld van de machineproducent. Enerzijds voor de controle van de functies en voor het opstarten van preventieve onderhoudsmaatregelen ('predictive maintenance'), hetgeen de machinebeschikbaarheid verhoogt. Anderzijds kan de machineproducent uit het gebruiksgedrag van de klant conclusies trekken over hoe het bestaande product verder kan worden verbeterd en hoe nieuwe producten kunnen worden geoptimaliseerd om te voldoen aan de daadwerkelijke behoeften van de klant. Dit scenario wordt ook wel aangeduid als 'customer driven innovation'.

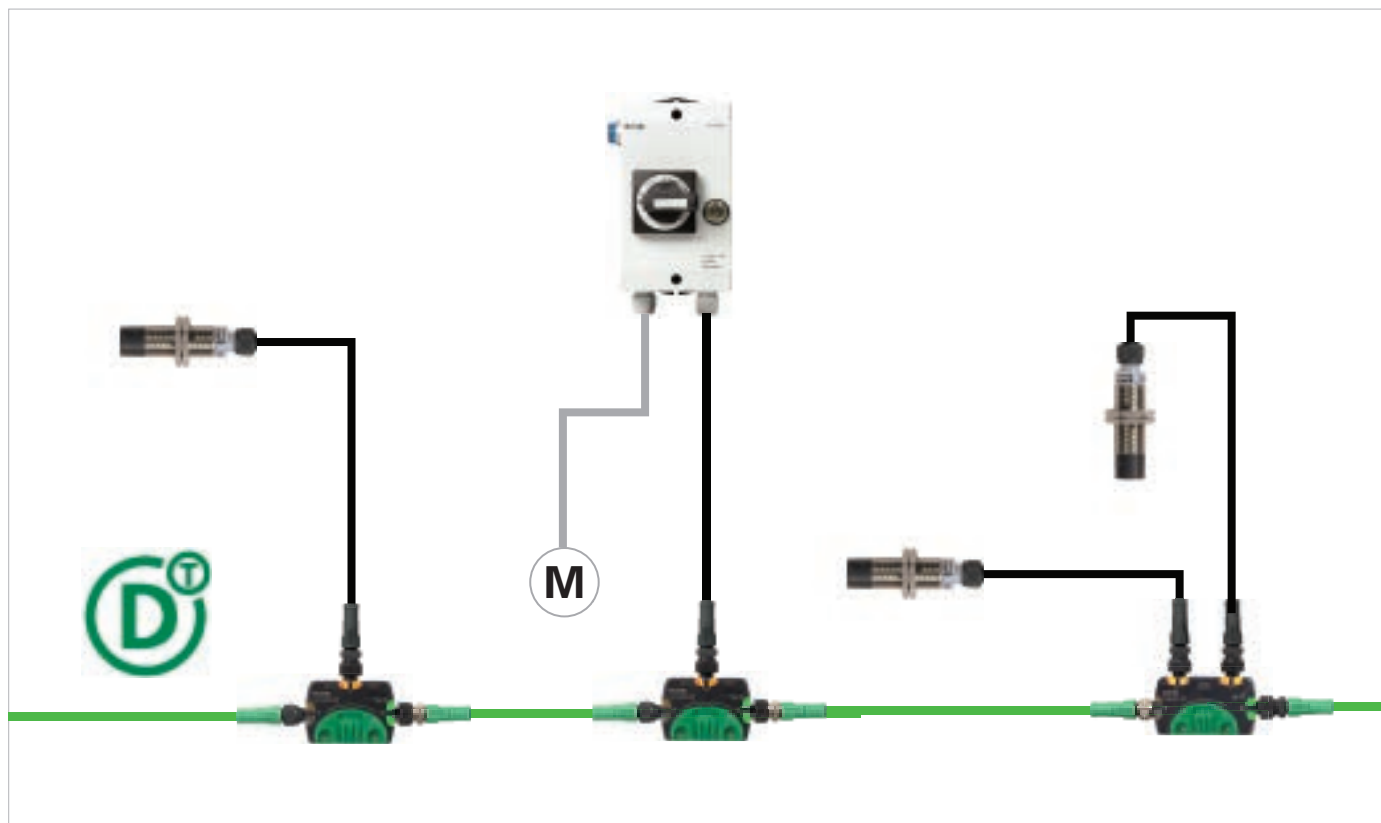
#### **Continuïteit van de engineering over de hele levenscyclus heen**

Bedrijven in de proces- en verwerkingsindustrie die hun productieketen willen overschakelen naar het Industrie 4.0-concept, zijn aangewezen op machines en installaties die Industrie 4.0-ready, respectievelijk IoT-ready zijn. Voorwaarde daarvoor is dat de machines autonome cyberfysieke productiesystemen zijn, die de installatiebouwer als digitaal object in het cloudlandschap van zijn smart factory kan integreren via gestandaardiseerde interfaces. Daardoor zullen machinebouwers, die hun producten consequent volgens Industrie 4.0 willen ontwikkelen, op de markt niet langer op zoek gaan naar sensoren en actuatoren, maar naar (intelligente) smart devices, die de noodzakelijke communicatie- en rekenprestaties al hebben geïntegreerd, om zich tot cyberfysieke systemen te laten uitbouwen. Want pas door continuïteit tot aan de

eenvoudige aandrijving kunnen bij de ontwikkeling en productie de volledige synergetische effecten worden bereikt.

Complexere apparaten in de automatiseringstechniek beschikken doorgaans over een eigen elektronica waarmee aan deze eisen kan worden voldaan. Frequentieregelaars en servoaandrijvingen leveren bijvoorbeeld een groot spectrum aan motorgegevens, kunnen via praktisch alle veldbussystemen communiceren en beschikken vaak reeds over extern bruikbare opslag- en verwerkingscapaciteiten. Daarmee voldoen ze aan alle voorwaarden van een smart device. Ook veel eenvoudige componenten zoals schakelapparatuur, motorstarters, Variabele Speed Starters, sensoren of actuatoren zijn reeds in staat om al meer data dan vroeger te leveren. Deels kunnen zij via veldbusaansluitingen of intelligente bedrading in een netwerk worden geïntegreerd om de informatie door te kunnen geven. De stap van schakelapparatuur naar smart device – met eigen elektronica en rekenvermogen – is echter groot en er rijst snel de vraag van de rendabiliteit. Voor een consequente oplossing, die het mogelijk maakt om alle voordelen van de modulaire opbouw en decentralisering te benutten en tegelijkertijd economisch interessant is, worden dus innovatieve oplossingen gevraagd. Door de combinatie van schakelapparatuur, die procesgegevens kan leveren, en intelligente verbindingssystemen op apparaatniveau is het vandaag al mogelijk om het decentrale proces zelfs voor eenvoudige componenten consequent om te zetten. En dat niet alleen: de componenten kunnen zelfs probleemloos als autonome, productonafhankelijke cyberfysieke systemen worden beheerd via wereldwijde communicatiestandaarden zoals OPC-UA en in Industrie 4.0-omgevingen worden geïntegreerd.

De compacte hoofdbesturing van het bedradingssysteem neemt momenteel nog de functie van de OPC-UA-server op zich alsook de sturing van de aangesloten devices. De stap totdat de aansluitingsmodule van deze intelligente bedrading in



**Afbeelding 7: voorbeeld voor de integratie van een cyberfysiek systeem in een IP65-omgeving: motorstarters, sensoren en actuatoren vormen een herbruikbare functionele eenheid. Er zijn dus voordelen voor de planning en de service.**

staat is om de processorkracht en de opslagcapaciteit voor de uitvoering van autonome programma-algoritmen ter beschikking te stellen en dus de aangesloten apparaten tot volwaardige smart devices te maken, is slechts een kwestie van tijd.

Want de voordelen van een dergelijke oplossing zijn duidelijk: onafhankelijk van het feit of eenvoudige componenten zoals regelapparatuur en beveiligingsinrichtingen of reeds intelligente apparaten zoals frequentieregelaars worden aangesloten, kunnen deze smart devices bij de engineering uniform en consequent worden behandeld. De smart devices hebben voor de verbinding met de sturing bovendien geen dure point-to-point bedrading nodig en ook geen dure veldbusaansluiting. Meerdere smart devices kunnen logisch tot een cyberfysiek systeem worden gecombineerd, dat via de controle-eenheid van het intelligente bedradingssysteem direct in de communicatieomgeving van de machine, resp. van de cyberfysieke productiesystemen, kan worden geïntegreerd. Deze logische cyberfysieke systemen zijn eenvoudig te dupliceren en op andere plaatsen van de machine te hergebruiken. Ook de door de smart devices in het cyberfysieke systeem geregistreerde gegevens kunnen eenvoudig worden overgedragen naar de cloud.

### Motorbeveiliging met meerwaarde

Een voorbeeld van hoe een apparaat met een dergelijke technologie een smart device kan worden, is de elektronische motorbeveiligingsschakelaar PKE of de Variabele Speed Starters DE1 van Eaton. Met de interface naar het intelligente bedradingssysteem SmartWire-DT en in combinatie met andere (smart) devices zoals sensoren en actuatoren wordt de schakelaar in een handomdraai een cyberfysiek systeem. Thans kunnen de PKE en de DE1, via hun elektronica, gegevens zoals motorstroom, motorbelasting, overbelasting evenals verschillende statusgegevens verzamelen en via het intelligente bedradingssysteem doorgeven. Dit is echter op

zich onvoldoende om aan alle eisen van een smart device te voldoen. Als de aansluitingsmodule van het intelligente bedradingssysteem echter met een ASIC van de laatste generatie is uitgerust, dan is integratie in het Internet of Things (IoT) mogelijk. De bouwsteen kan de door de motorbeveiligingscomponenten, zoals een Variabele Speed Starter, beschikbaar gestelde gegevens niet alleen analyseren, maar stelt ook voldoende opslag- en rekencapaciteit ter beschikking om de gegevens te analyseren, te interpreteren en autonome beslissingen te nemen, bijv. om het toerental van de aangesloten motor te verlagen. In combinatie met meer sensoren ontstaat een cyberfysiek systeem, bijv. "transportmodule", dat dan in staat is om autonoom een communicatie op te bouwen met een ander cyberfysiek systeem. Men verkrijgt de eerste bouwstenen van een consequent modulair en decentraal opgebouwde installatie.

De voordelen van dit concept zijn duidelijk: afwijkingen van de motorstroom van de normwaarde worden meteen vastgesteld – en dit zonder extra inspanningen of kosten voor extra meettechniek. Stijgende waarden kunnen op slijtage duiden en helpen om preventieve onderhoudswerkzaamheden in te plannen. Bij toepassingen met pompen kan door het dalen van de stroom bijvoorbeeld droogloop worden herkend. Dankzij de capaciteit om overbelasting als analoge grootheid te kunnen registreren, is het zelfs mogelijk om een hogere productiviteit te bereiken. Want met behulp van deze gegevens kan de belastingsstatus van de motor worden vastgesteld en geanalyseerd. In het geval van een dreigende overbelasting kunnen in de machine of installatie tegenmaatregelen worden genomen die voorkomen dat de beveiligingsschakelaar de aandrijving zou stopzetten. Anderzijds kan de belading van een transportband, door rekening te houden met de belastingsstatus van de motoren bij verschillende klimatologische omstandigheden, zo



worden geoptimaliseerd dat de installatie steeds de maximale productieprestatie levert, zonder de betrokken componenten te overbelasten. In een dergelijk scenario leidt het gebruik van een smart device tot een veiligere werking en een hogere beschikbaarheid bij gelijktijdige maximale bezetting.

Gegevens over het geïnstalleerde apparaattype of de ingestelde overbelastingstroom maken het bovendien mogelijk de correcte installatie te controleren. Op deze manier kan bijvoorbeeld statusgebaseerd onderhoud als onderdeel van Industrie 4.0 kostenefficiënt en eenvoudig worden uitgevoerd. Waar traditionele motorbeveiligingsschakelaars uitsluitend informatie leveren indien er een overbelasting of een kortsluiting is, levert de elektronische motorstarter bij afschakeling gedetailleerde informatie over de oorzaak – en bij integratie van de machine in een cloud kan deze informatie vanuit praktisch elke plaats ter wereld worden geraadpleegd.

### **Componenten worden cyberfysieke systemen – in de besturingskast en in de periferie**

De toepassing van het intelligente verbindings- en communicatiesysteem SmartWire-DT is niet alleen beperkt tot gebruik in de besturingskast. Met behulp van I/O-modules met beschermingsgraad IP67 kan dit systeem naadloos worden uitgebreid naar de periferie. Vooral als het decentrale concept ook consequent in de periferie wordt omgezet, biedt de intelligente bedrading duidelijke voordelen: max. 99 deelnemers kunnen op een leiding van 600 m eenvoudig en snel als smart devices geconfigureerd worden. Motorstarters, softstarters, frequentieregelaars, vermogensschakelaars, kabel- en foutstroom-veiligheidsschakelaars tot aan bedienings- en signaleringsapparaten, met een hogere beschermingsgraad of eenzelfde kleine behuizing, kunnen in de periferie worden geplaatst, waar ze samen met de motor een cyberfysiek systeem vormen.

Het resultaat hiervan is een aanzienlijke meerwaarde tijdens de volledige levenscyclus van de installatie: bij de engineering kunnen logische eenheden beter en eenvoudiger in het ontwerp worden opgenomen. Lengtes van kabels – vooral van cruciaal belang bij frequentieregelaars – kunnen kort worden gehouden. Tijdens de inbedrijfname hoeft er geen rekening te worden gehouden met stappen tussen een centrale besturingskast en de motor, respectievelijk de eigenlijke toepassing. Dit is ook een voordeel bij onderhoudswerkzaamheden. Evenals in een besturingskast ontstaan er eenvoudigweg cyberfysieke systemen uit de synergie van krachtige componenten en het intelligente bedradingssysteem – en wel zonder systeembreuk. De cyberfysieke systemen in de besturingskast en in de periferie worden namelijk op dezelfde wijze geprogrammeerd, hebben dezelfde eigenschappen en kunnen net zo eenvoudig worden geïntegreerd en bediend. Zowel voor de ontwikkelaar alsook voor de gebruiker is het systeem transparant, of het cyberfysieke systeem resp. smart device nu in de besturingskast dan wel in de periferie is geïnstalleerd.

De echte pluspunten van decentraal gestructureerde installaties komen pas tot uiting bij uitbreidingen en op het moment dat ze de systematiek van Industrie 4.0 volgen. Of de uitbreiding tijdens de eerste inbedrijfname of pas tijdens de latere werking plaatsvindt, maakt hierbij geen verschil. Er treden geen problemen meer op door plaatsgebrek in de besturingskast, want alle belangrijke sensoren en actuatoren bevinden zich in de periferie. Bijkomende I/O-modules voor een centrale PLC zijn niet nodig. De stroomvoorziening dient te worden gecontroleerd en eventueel uitgebreid. Zolang het systeem het aantal van 99 deelnemers en 600 m lengte per

streng niet overschrijdt, zijn uitbreidingen via plug-and-play mogelijk. Tijd en kosten voor engineering en stilstandtijden zijn minimaal.

## **Conclusie**

Het thema Industrie 4.0 komt voor in een groot aantal brochures en reclamemateriaal van machine- en systeembouwers en van de toeleveringsindustrie. Maar zo uiteenlopend als al deze bedrijven zijn, zo uiteenlopend zijn ook de interpretaties over hoe de filosofie van Industrie 4.0 in de praktijk kan worden omgezet. Ook op de vraag in hoeverre knowhow in de IT-infrastructuur en clouddiensten wordt opgebouwd, eventueel verder dan de eigen kerncompetenties, geeft elk bedrijf een ander antwoord.

Eaton heeft zich tot doel gesteld om machine- en systeembouwers te helpen bij het IoT-ready maken van hun machines. Daartoe ontwikkelt het bedrijf componenten, systemen en oplossingen die alle klanten in staat stellen om de basisprincipes van Industrie 4.0 in hun producten op te nemen – onafhankelijk van het feit of het om een kleine, compacte machine of een complete, complexe installatie gaat.

Een basisprincipe dat hierbij van toepassing is, is de consequente decentralisatie. Dit vormt met name een uitdaging voor degenen die tot nu toe klassiek met centrale sturing werkten. In enkele branches, zoals de hierboven vermelde interne logistiek, zijn de voordelen van een decentrale installatiestructuur al langer bekend. In andere industrieën, vooral ook in de machinebouw, staat dit concept vaak nog in de kinderschoenen – ook omdat tot nu toe vaak de juiste technologie ontbrak. Vanzelfsprekend zijn er ook met klassieke, centraal gestuurde machines mogelijkheden tot integratie van Industrie 4.0. Door gebrek aan continuïteit blijven dergelijke oplossingen echter omslachtig en worden veel voordelen die het Internet of Things ook reeds in de ontwerpfase van de machine zou kunnen bieden, niet benut. Degenen die over cyberfysieke systemen en dus over decentralisatie nadenken en deze toepassen, zullen hier al snel de voordelen van ondervinden.

Met de combinatie van krachtige schakelapparatuur en intelligente bedrading biedt Eaton vandaag de dag al alle voorwaarden voor de toepassingen met smart devices. Via intelligente netwerkkoppelingen kunnen deze smart devices als objecten worden geïntegreerd in de producentonafhankelijke OPC-UA standaard. Dit functioneert zowel voor componenten in de besturingskast als in de periferie.

Eaton beperkt zich echter niet tot het leveren van de hardware. De onderneming stelt zich als centrale taak om machine- en systeembouwers van midden- en kleinbedrijven te helpen bij het IoT-ready te maken van hun producten. In het kader van zijn 'Authorized Lean Solution Partner'-programma werkt Eaton met een netwerk van applicatiespecialisten om klanten oplossingen te kunnen bieden die verder gaan dan componenten en verbindingstechniek. Het netwerk omvat vakgebieden als automatiserings-, besturings- en aandrijvingstechniek via bediening op afstand, onderhoud op afstand, cloud- en SCADA-systemen tot hydraulische oplossingen. Daarnaast heeft de onderneming met zijn 'Value Added Services' diensten ontwikkeld om klanten onder andere ook bedienings- en behuizingconcepten op maat te kunnen aanbieden. Deze diensten worden geleidelijk uitgebreid met opleidingen die geschikt zijn voor ingenieurs en voor automatiseringsspecialisten. Zo beschikt de machine- en systeembouwer over uitgebreide mogelijkheden om het concept van Industrie 4.0-geschiede en IoT-ready oplossingen om te zetten in innovatieve nieuwe machines of installaties.

## Intelligent, IoT-ready hydraulisch aggregaat

In samenwerking met de Zwitserse Solution Partner ATP Hydrauliek AG heeft Eaton een intelligent, in de cloud geïntegreerd hydraulisch aggregaat ontwikkeld, dat duidelijk maakt hoe de Eaton-technologie machinebouwers helpt om IoT-ready systemen te bouwen die betrouwbaarder, veiliger en efficiënter functioneren, die tegelijkertijd een tijds- en kostenbesparing opleveren. Het met behulp van SmartWire-DT en intelligente apparaten in een netwerk opgenomen aggregaat maakt het mogelijk om drie verschillende elektrische aansturingvarianten te vergelijken op het punt van dynamiek, energieverbruik en totale bedrijfskosten.

De overwegende meerderheid van de hedendaagse hydraulische aggregaten werkt met een constant toerental van motor en pomp. De druk en de volumestroom worden geregeld via de hydraulische kleppen. Voor deze oplossingen zijn de investeringen nog te overzien. Daartegenover staat het relatief hoge energieverbruik, want het hydraulische aggregaat wordt op de maximaal noodzakelijke druk en volumestroom ingesteld en levert deze prestatie ook als dit niet direct noodzakelijk is.

Tegenover de eenvoudige opbouw van een systeem met een constant toerental staat als high-end-oplossing de vierkwadranten-aandrijving. De hydraulische eenheid functioneert daarbij als pomp en als hydraulische motor. Het toerental wordt door servo-aandrijving vastgelegd. Een dergelijk hydraulisch aggregaat is veel energie-efficiënter dan een systeem met een constant toerental. Een rechtstreeks aandrijvingsstelsel kan slechts één proces regelen. Als het hydraulische systeem voor meerdere verschillende

processen wordt ingezet, dan is hiervoor een overeenkomstig aantal hydraulische aggregaten noodzakelijk. Voor dit systeem zijn derhalve hoge investeringen vereist.

Met een toerentalgeregelde aandrijving voor de hoofdpomp – bijv. een asynchrone motor van de energie-efficiëntieklasse IE2 tot IE4 – kan de energie-efficiëntie tegen minimale kosten aanzienlijk worden verhoogd. Als de pomp afhankelijk van het proces en de daadwerkelijk vereiste prestatie wordt bediend, wordt er alleen maar energie verbruikt als het systeem ook werkelijk vermogen vereist (Power on Demand). Door deze structuur kunnen er meerdere parallele processen worden voorzien, waarbij de verschillende actuatoren aangestuurd kunnen worden door stuur-, proportionele of servokleppen. Voor de toerentalregeling is ofwel een Variabele Speed Starters of een frequentieregelaar geschikt. Deze systeemarchitectuur is geschikt voor veel industriële toepassingen en kan een aanzienlijk hogere kosten- en energie-efficiëntie bewerkstelligen.

Vandaag de dag kan het hydraulische systeem reeds worden aangesloten op het internet en de cloud, zodat de energie- en bedrijfsgegevens te allen tijde en vanuit elke plaats – bijvoorbeeld via een smartphone of tablet – wereldwijd toegankelijk zijn.

Het project toont aan dat met relatief kleine investeringen snel hoge energiebesparingen kunnen worden bereikt met toerentalvariabele pompaandrijvingen in hydraulische aggregaten. In de praktijk werd reeds een reductie van het energieverbruik tot 70 procent behaald. Bovendien laat Eaton hiermee een concept zien waarmee machine- en systeembouwers met gebruik van intelligente componenten, die informatie verzamelen, analyseren en beheren, reeds vandaag de dag hun systemen IoT-ready kunnen maken.

## Pilot project: SmartWire-DT met OPC-UA

De gegevensuitwisselingsstandaard OPC-Unified Architecture (OPC-UA) is ontstaan uit specificaties die samenwerkende producenten, gebruikers, onderzoeksinstituten en consortia hebben vastgesteld om veilige informatie-uitwisseling in heterogene systemen mogelijk te maken. Vandaag de dag geldt OPC-UA als een veilige, betrouwbare, producent- en platformafhankelijke communicatiestandaard op de markt, die gegevensuitwisseling mogelijk maakt tussen producten met verschillende besturingssystemen en van verschillende producenten.

Momenteel onderzoekt Eaton de mogelijkheden en meerwaarde voor machine- en systeembouwers van een verbinding van het SmartWire-DT-netwerk en de hierin geïntegreerde componenten met de OPC-UA. In het kader van deze werkzaamheden heeft Eaton een 'Factory of the Future'-project opgestart dat een procesinstallatie met verschillende machines omvat. De toegang tot de in de perifere apparaten verzamelde en decentraal verwerkte informatie is hier via OPC-UA niet meer uitsluitend mogelijk via de sturing, maar de gegevens staan nu ook direct op alle andere niveaus van de automatiseringspiramide ter beschikking. De resultaten van dit onderzoek worden waarschijnlijk eind 2016 gepubliceerd.

## SmartWire-DT – de volgende generatie

Het intelligente verbidings- en communicatiesysteem SmartWire-DT is sinds de marktintroductie in 2009 wereldwijd een succes in tal van toepassingen in de meest uiteenlopende sectoren. Tegelijkertijd heeft Eaton zijn waaier aan componenten die direct in het netwerk geïntegreerd kunnen worden, voortdurend uitgebreid. Nu werkt de onderneming voor energiebeheer aan de volgende generatie: met de ASIC 2 bevat de bouwsteen naast de hoofdprocessor voor de communicatiesturing een tweede processor voor de decentrale gegevensverwerking. Met het beschikbare geheugen kunnen dan autonome programmeringscycli worden opgeslagen. Zo wordt er een consequente omzetting van smart devices ook voor eenvoudige componenten mogelijk.

Bij Eaton worden we gedreven door de uitdaging om een wereld die meer vraagt, van energie te voorzien. Met meer dan 100 jaar ervaring in energimanagement beschikken we over de expertise om verder te kijken dan vandaag. Van grensverleggende producten tot kant-en-klare ontwerp- en engineeringdiensten – over de hele wereld rekenen belangrijke sectoren op Eaton.

Wij bieden bedrijven betrouwbare, efficiënte en veilige oplossingen voor energimanagement. Naast onze persoonlijke service, ondersteuning en krachtige ideeën, leveren wij vandaag oplossingen voor de behoeften van morgen. Follow the charge met Eaton. Ga naar [www.eaton.nl/electrical](http://www.eaton.nl/electrical).



Om een verkoper bij Eaton of een lokale distributeur/agent te vinden, kunt u terecht op [www.eaton.nl/contact](http://www.eaton.nl/contact)

**Eaton Industries (Netherlands) B.V.**  
Ambacht 6  
5301 KW Zaltbommel

**Eaton Industries Belgium bvba-sprl**  
Industrialaan 1  
B-1702 Groot-Bijgaarden

© 2016 by Eaton Corporation  
Alle rechten voorbehouden  
Publicate nr. WP120004NL  
ip november 2016

Eaton is een gedeponeerd handelsmerk van de Eaton Corporation.

Alle andere handelsmerken zijn eigendom van hun respectievelijke eigenaren.

Volg ons op de sociale media voor het laatste productnieuws en supportinformatie.



**EATON**

Powering Business Worldwide