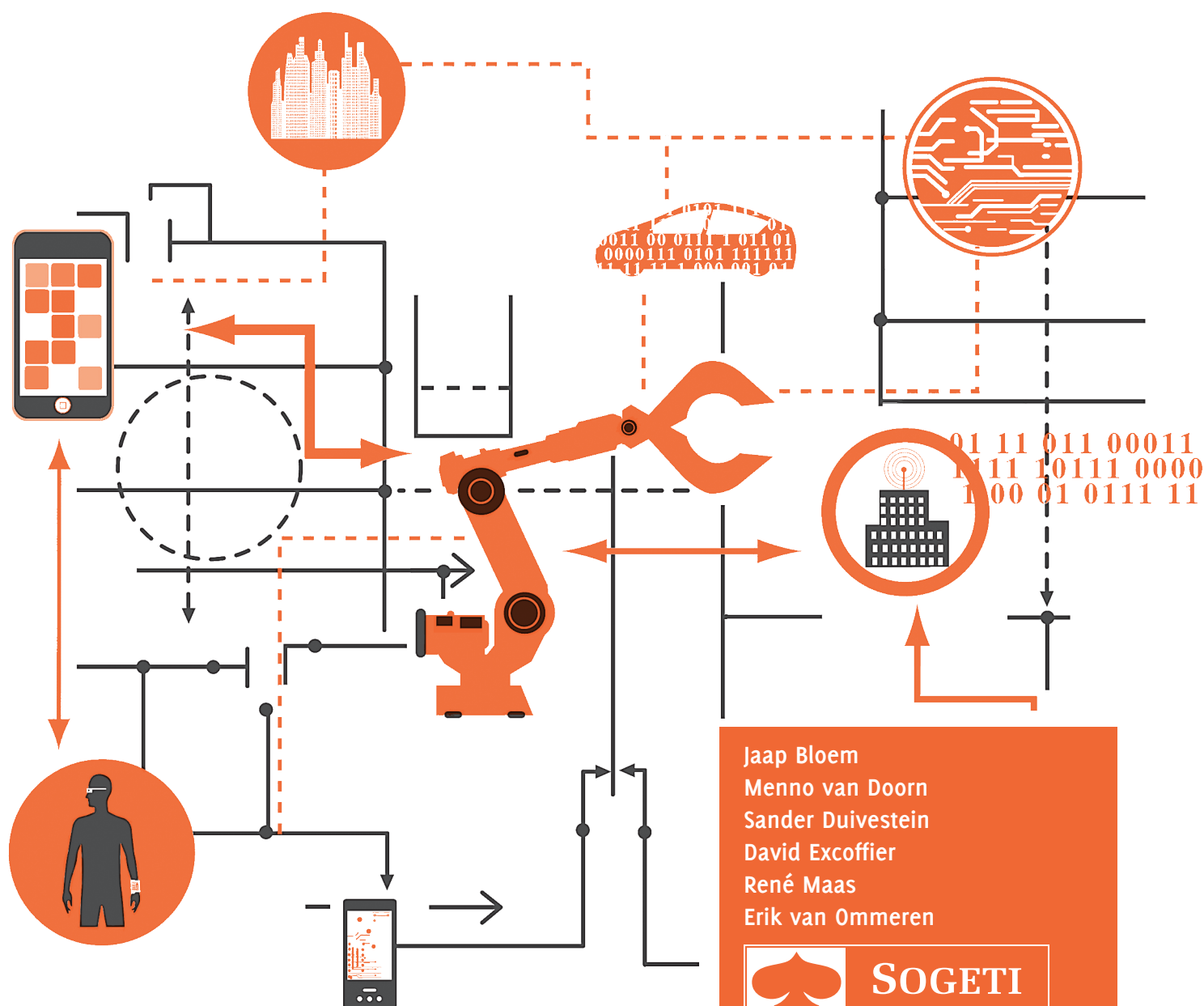


VINT onderzoeksnotitie ① van 4
VINT onderzoeksnotitie ② van 4
VINT onderzoeksnotitie ③ van 4
VINT onderzoeksnotitie ④ van 4

De Vierde Industriële Revolutie

Things als link tussen IT en OT



Jaap Bloem
Menno van Doorn
Sander Duivestijn
David Excoffier
René Maas
Erik van Ommeren



SOGETI

VINT | Vision • Inspiration • Navigation • Trends

vint.sogeti.com

vint@sogeti.com

Inhoud

	Vier nieuwe VINT-notities over digitale dingen	3
1	Digitale technologie verbindt blue en white collar	4
2	Een drievoudige winst	7
3	De Vierde Industriële Revolutie	11
4	Het huwelijk tussen IT, OT, internet en Things	16
5	De winst van M2M: machine-interactie als basis van snelheid en intelligentie	20
6	De winst van beter onderhoud: liefst Predictive Maintenance	25
7	De winst van engagement ofwel klantinteractie: mens en machine in Smart Factories en daarbuiten	28
8	Let goed op verlies van security	32
9	Samenvatting en conclusie	33
10	Drie aanbevelingen	36
	Literatuur en illustraties	38



Naamsvermelding-NietCommercieel-GelijkDelen 3.0
(CC BY-NC-SA 3.0)



Vier nieuwe VINT-notities over digitale dingen

Eind vorige eeuw begon het rond te zingen: ‘Er komen dingen op het internet.’ Vanwege de lange neus van innovatie, zoals Bill Buxton van Microsoft Research het zegt, werd het vijftien jaar later, maar nu gonst het ervan. In verschillende smaken en soorten claimen start-ups en gerenommeerde namen de doorbraak. Van de off-the-shelf sensorhardware van Arduino en Libelium tot McKinsey en IBM. Sinds mensenheugenis is de relatie tussen de mens, zijn artefacten en de wereld eromheen een hot item. Het verschil is dat we nu kunnen programmeren en alles kunnen opnemen in cyberfysieke systemen. Dat maakt het concreet: van smartphones en intelligente pillenpotjes in zorgketens tot aan de lifecycles van producten en diensten met de klant als middelpunt. Van *science fiction* naar *fact of life*.

Vanaf 2000 is de wereld een paar maal op de schop gegaan en de ontwikkelingen gaan steeds sneller. Sociale netwerken, Mobiele platforms en apps, geavanceerde Analytics en Big Data, Cloud en de kunstmatige intelligentie van IBM’s Watson. Bij elkaar is dat SMAC en nu zijn onze artefacten, onze Things, aan de beurt. SMACT (‘smacked’) is een daverende doorbraak. Innovatie duurt altijd net iets langer dan gedacht, maar miniaturisering, goedkope sensoren, smartphones in de broekzak van miljarden mensen, autonome systemen, betere batterijen, zelfrijdende auto’s en slimme software in de cloud laten er geen twijfel over bestaan: SMACT is nu al een voldongen feit. Aan dit megathema wijdt VINT vier nieuwe studies. *Things: internet van businesskansen* is de eerste verkenning. De tweede gaat over Empathic Computing in het licht van wat Google ‘Augmented Humanity’ noemt. Nummer drie, die voor u ligt, bekijkt de materie vanuit een industrieel perspectief.

Alles is terug te brengen tot de keten Human-to-Machine (H2M), Machine-to-Machine (M2M) en Machine-to-Human (M2H). In eenvoudige en complexe event- en procesketens. SMACT is de voortschrijdende realiteit van automatisering die steeds verder ingrijpt in het leven zelf. Maar Empathic Computing, slimme fabrieken en steden, kunstmatige intelligentie, smartphones, digitale surveillance enzovoort zijn niet zonder risico. Vandaar dat we naast de technologische maakbaarheid en de organisatorische uitvoerbaarheid ook aandacht besteden aan de economische haalbaarheid en de sociale wenselijkheid. Want bottomline is het niet zomaar een kwestie van slimme dingen maken – het gaat vooral om slimme dingen doen.

1 Digitale technologie verbindt blue en white collar

Overall waar we de handen uit de mouwen steken – op de fabrieksvloer, op het spoor, maar ook als we de was doen of tandenpoetsen – daar is een stille revolutie aan de gang. Dankzij internet, sensoren en embedded systems ontstaan compleet nieuwe mogelijkheden voor nieuwe combinaties van hoofd-, hand- en machinewerk. Deze nieuwe fase van wat we Pervasive Computing noemen, is direct de cliffhanger voor dit verhaal over de verregaande integratie van Informatie Technologie (IT) en Operationele Technologie (OT). Dit huwelijk, dat overigens vele vormen kent, levert een drievoudige winst op, die in deze notitie centraal staat: kostenreducties door Predictive Maintenance, snelheid en intelligentie dankzij Machine-to-Machine communicatie en verbeterde vormen van Human-Machine Interaction (HMI).

In deze ontwikkeling loopt de industrie voorop en dat wordt algemeen gezien als een vierde fase van de Industriële Revolutie. Ter illustratie schetste *Computerworld* het verschil tussen Boeing, dat bij de bouw van de Dreamliner veel gebruikmaakte van sensordata in de fabrieksoperatie, en de American-footballbond NFL, die pas aan het begin staat van sensortoepassingen, in dit geval op spelers, de bal en de helmen op het veld. Er zijn dus duidelijk verschillen in snelheid van toepassing – noem het volwasenheid – in de integratie van IT en OT.

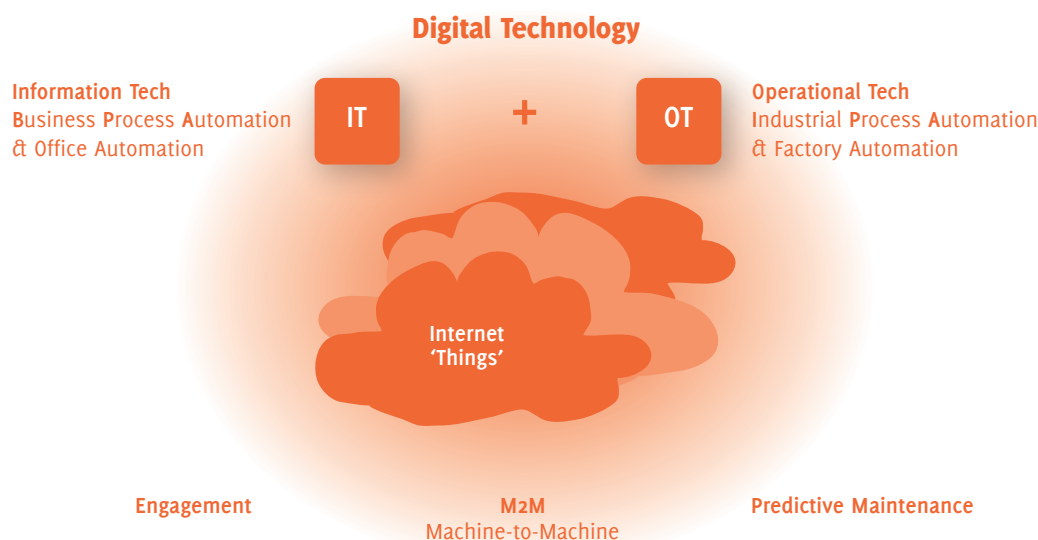
Industriegigant Duitsland heeft een strategisch programma, gericht op het jaar 2020, onder de naam *Industrie 4.0*. Ook in Amerika onderzoeken consortia de mogelijkheden van industriële doorontwikkeling op basis van end-to-end automatisering met internet als spil. Een voorbeeld is de Smart Manufacturing Leadership Coalition. De voorspelling dat ook in de industrie alles met alles verbonden zal worden, werd door Bosch-topman Siegfried Dasch gedaan in het *McKinsey Quarterly*-artikel 'The Internet of Things and the Future of Manufacturing'. Hij zei dat het bijzonder waarschijnlijk is dat de wereld van productie meer en meer genetwerkt wordt, tot het punt dat alles met alles in verbinding staat. Helmuth Ludwig, CEO van de Noord-Amerikaanse industrietak van Siemens, voorziet dezelfde doorbraak: van ontwerp tot onderhoud, upgrade en hergebruik, tussen producenten, dienstverleners en klanten. Op alle terreinen kunnen virtuele processen efficiency en effectiviteit vergroten:

'This is nothing less than a paradigm shift in industry: the real manufacturing world is converging with the digital manufacturing world to enable organizations to digitally plan and project the entire lifecycle of products and production facilities.'

IT en OT komen samen

5

Dit is de nieuwe tendens: Business Process Automation en kantoorautomatisering gaan samen met Industrial Process Automation en fabrieksautomatisering. Die integratie is al een tijdlang aan de gang. En omdat deze zich nu zo duidelijk aftekent, praten we samen met Gartner tegenwoordig over IT en OT: over *Information Technology* en *Operational Technology*, met internet als kern.



Dit is de versmelting van twee opzichzelfstaande historische economische ontwikkelingen – die van de geavanceerde informatietechnologie, met onder andere voorspellende data-analytics, smartphones en traditionele administratieve automatisering – en die van de indrukwekkende machinerie en automatisering waar vanaf de Industriële Revolutie aan is gebouwd. In de definitie van Gartner staat OT voor het volgende:

'Operational Technology (OT) is hardware and software that detects or causes a change through the direct monitoring and/or control of physical devices, processes and events in the enterprise.'

Volgens het Roadmap-rapport van de Europese Unie over de toekomst van de industrie ontstaat er een nieuw productieparadigma door de opkomst van cyberfysieke internetgebaseerde systemen. De toegevoegde waarde daarvan zit hem juist in de grensoverschrijdende capaciteiten voor zowel de industrie als andere economische sectoren. Het leidende paradigma is M2M: Machine-to-Machine communicatie tussen niet alleen grote machines in fabrieken, maar tussen alle denkbare apparaten, devices en systemen. Denk aan fleet management op basis van SIM-kaartjes, sensoren en gps.

Het oorspronkelijke idee achter het *Industriële Internet*, een term van General Electric, is dat aan alle machines en alle apparaten digitale technologie zal worden

toegevoegd. Met meer sensoren in de motoren van vliegtuigen, in treinen en in MRI-scanners wil GE de luchtvaart, het spoor en de zorg efficiënter en effectiever maken. Sector- en domeinoverschrijdend dus, met nieuwe verdienmodellen in het verschiët. GE berekent dat de luchtvaart hierdoor jaarlijks om te beginnen 2 miljard dollar kan besparen en de energiesector het dubbele. En door bijvoorbeeld de 1100 bedden in New York City's Mount Sinai Medical Center te voorzien van sensoren kunnen 10.000 extra patiënten worden verzorgd.

Dit grensverleggende Industriële Internet omvat machines, apparaten, devices en andere artefacten, inclusief de systemen en processen waar ze een rol in spelen. Al die dingen kunnen tegenwoordig met elkaar gaan praten dankzij digitale technologie. Vandaar dat productiemachines elkaar en ons het volgende kunnen vertellen:

- ♦ Ik zou 15 procent sneller kunnen werken als mijn voorraadbak altijd vol was geweest.
- ♦ Ik heb het afgelopen uur 25 onderdelen gemaakt, waarvan er 5 zijn afgekeurd.
- ♦ Ik zou mijn energieverbruik met 5 procent kunnen verminderen als ik in slaapstand zou staan tijdens het wachten.
- ♦ Ik sta al 30 minuten te wachten op productie.
- ♦ Het duurde 2 minuten langer voordat ik de juiste temperatuur bereikte, kun je dat checken?

Rockwell Automation, lid van de Smart Manufacturing Leadership Coalition, spreekt over '*IT-ready machines*': sensormachines die hun functioneren meten en daar in gewone mensentaal over vertellen aan fabriekssystemen, ERP-systemen en technisch en administratief personeel. Dit soort M2M-communicatie en de bijbehorende HMI's (Human-Machine Interfaces) is de kern van hoe een zogeheten Smart Factory kan werken. In de zware industrie, maar ook de voedingsindustrie, consumentengoederen en bijvoorbeeld hightech.

Niet alleen productiemachines en vliegtuigmotoren, ook alle apparaten thuis – van wasmachine en televisie tot tandenborstel, thermostaat en de auto die voor de deur staat – krijgen het vermogen om te gaan praten en ons dingen te vertellen, zoals:

- ♦ Vanochtend ben ik niet gebruikt, dus heeft iemand vergeten zijn tanden te poetsen (connected tandenborstel).
- ♦ Deze espressomachine heeft 500 koppen koffie gezet, maar is nog nooit ontkalkt (wifi-koffiemachine).
- ♦ Met 10 procent meer druk op de banden van deze auto kan 5 procent brandstofkosten worden bespaard (connected tyres).

2 Een drievoudige winst

7

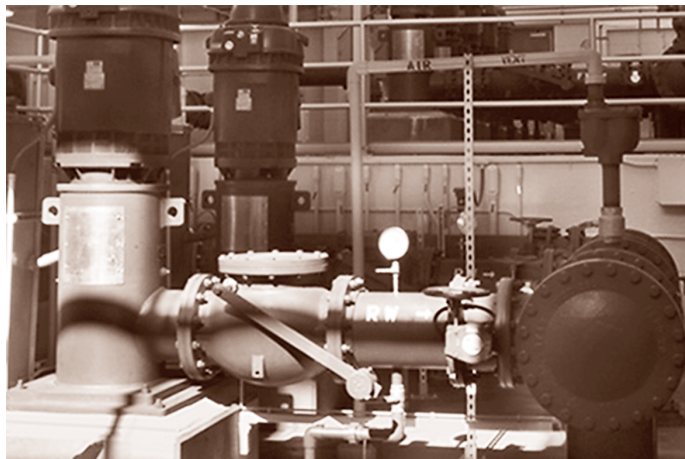
De industrie heeft drie hoofdredenen om aan machines en producten genetwerkte software toe te voegen in de klassieke industrieopdeling van ontwerp, productie, productondersteuning en services (met name Maintenance, Repair & Overhaul ofwel MRO). Genetwerkte software toegevoegd aan producten en machines maakt het mogelijk belangrijke winst te boeken op het terrein van:

1. *Machine-to-Machine* communicatie (M2M), waardoor mensenwerk kan worden gereduceerd en belangrijke bijdragen kunnen worden geleverd aan efficiency en veiligheid;
2. onderhoud, liefst *Predictive Maintenance* van machines en apparaten op basis van directe statusmeldingen en mogelijk ook reparatie op afstand;
3. *engagement* ofwel klantinteractie via het gebruik van producten door consumenten of professionals.

1. **Machine-to-Machine** communicatie realiseert van fabriekshallen tot veestallen veel extra efficiency en extra veiligheid. In ons eerste Things-rapport gaven we al een schets van het 'boerloze' bedrijf, waar koeien dankzij sensoren door voedermachines worden herkend en waar digitale sensorpillen in de maag van de koe een tweet verzenden als het dier vruchtbaar is. Dit is een van vele voorbeelden. Letterlijk genomen is Machine-to-Machine synoniem voor technologie die zonder menselijke tussenkomst communiceert. Moderne M2M-toepassingen gebruiken micro-elektronica en draadloze technologie waarmee embedded apparaten realtime data verzamelen en verspreiden. Zo kunnen straks tientallen miljarden verbindingen tot stand worden gebracht en in de lucht worden gehouden, waar dat maar gewenst is.

Een M2M-systeem gebruikt sensoren en metertjes in soorten en maten om 'events', van temperatuur tot voorraden, via een communicatienetwerk (vast, draadloos of hybride) aan te bieden aan applicatiesoftware die de ruwe data omzet in betekenisvolle informatie waar onmiddellijk actie op kan worden ondernomen. Met name telecombedrijven zien mogelijkheden hun diensten uit te breiden en een voet tussen de deur te krijgen in de operatie.

Een voorbeeld hiervan op macroschaal is een project van het district voor water en sanitaire reiniging in Parker, Colorado. Het gaat hier om een waterarm gebied dat het waterbedrijf optimaliseert door onder andere regensensoren en services aan te bieden aan zijn eindgebruikers (en zo werkt het waterbedrijf aan zogenaamde end-to-end oplossingen). Alle putten, pompen en pijpen in het systeem zijn met elkaar verbonden via een door software gecontroleerd watersysteem. Zo kunnen centraal op detailniveau zaken als mechanische, menselijke en natuurlijke bronnen worden geoptimaliseerd. De pompen communiceren ook onderling: ze sturen elkaar aan om de druk op het systeem te regelen.



Met het netwerk van duizenden sensoren monitort het district waterstromen, waterdruk, chemische parameters en lekken in een systeem dat ruim 55.000 klanten bedient. En de klanten kunnen hun irrigatieactiviteiten automatisch laten beheren door sensoren die onder andere de hoeveelheid regen bijhouden. Behalve de optimalisatie van pompen betekent deze geautomatiseerde operatie een veel duurzamer gebruik van het water.

2. Onderhoud en upgrades, liefst in de ultieme vorm van **Predictive Maintenance**, leveren extra betrouwbaarheid en snelheid op voor tal van apparaten: van genetwerkte espressomachines tot sensoren in motoren en turbines. Onder andere IBM kapitaliseert hierop, via geavanceerde analytics om de juiste beslissingen te kunnen nemen. Dat gebeurt bijvoorbeeld in de mijnbouw voor de graafmachines, een markt van jaarlijks 5.000 miljard dollar.

Door machines uit te rusten met sensoren kan de conditie worden gemeten. Een component kan nieuw zijn, maar door intensief gebruik toch al flink versleten. Dankzij de sensoren weet men welke handelingen machines hebben verricht en dat sommige machines bijvoorbeeld dagen achtereen voor zwaar werk zijn ingezet. Op basis van die informatie wordt dan het onderhoudsschema aangepast.



Voor bedrijven als Thiess, dat 700 mijnbouwmachines verhuurt en beheert, betekent een dag uitval een schadepost van 1,8 miljoen dollar. Sensoren sturen nu allerlei gebruiksdata via internet naar centrale systemen (zie M2M hiervoor), wat volgens calculaties van IBM zo'n 10 procent productiviteitswinst oplevert omdat bijtijds kan worden ingegrepen. Het doel is om *'Zero Unplanned Downtime & Peak Productivity'* te realiseren, door op te klimmen van Corrective Maintenance, ofwel reparaties, naar Predictive Maintenance, waarbij er significant minder systeemstops nodig zijn en er geen sneeuwbaaleffect van defecten optreedt waardoor systemen onherstelbaar beschadigd raken.

3. Bij **engagement** ofwel klantinteractie kunnen we denken aan de mogelijkheid om via allerlei huishoudelijke apparaten – koelkasten, tandenborstels, televisies, stofzuigers – gebruiksdata te delen om nieuwe waarde te creëren en dienstverlening vorm te geven. De klant kan de professionele werker zijn die in de operatie altijd up-to-date moet zijn en het liefst ondersteund wil worden met moderne schermdevices of Google Glass-achtige draagbare hulpmiddelen. Maar ook de eindconsument die graag de service verbeterd ziet in de diensten waar hij gebruik van wil maken, bijvoorbeeld via de combinatie van de digitale treinkaart van de reiziger (IT) en data uit het treinverkeer (OT).



Traffic For London (TFL) geeft de digitale Oyster Card uit in Engeland. Via kaartlezers krijgen reizigers daarmee pay-as-you-go-toegang tot treinen, metro's en bussen. Dankzij operationele systemen die treinstoringen melden, weet TFL of mensen te lang hebben moeten wachten. Door deze OT-gegevens te koppelen met de administratieve IT-systemen die de data van de kaartgebruikers bijhouden, kan TFL automatisch een vergoeding inboeken als er een tijdslimiet is overschreden, zonder aanvraagformulieren en bijbehorende tijd en kosten voor zowel de reiziger als de TFL-organisatie.

Voor de Londense metro hebben Microsoft en partners een bestaand netwerk van sensoren geïntegreerd met de Azure Intelligent Systems Service (AISS). Hierdoor is een tool ontstaan die het mogelijk maakt een kaart van het metronetwerk te bekijken inclusief *flags* voor apparatuur die moet worden nagekeken. Bij elkaar laten deze drie-

deling en voorbeelden goed zien dat we in de toekomst nog veel creativiteit mogen verwachten.

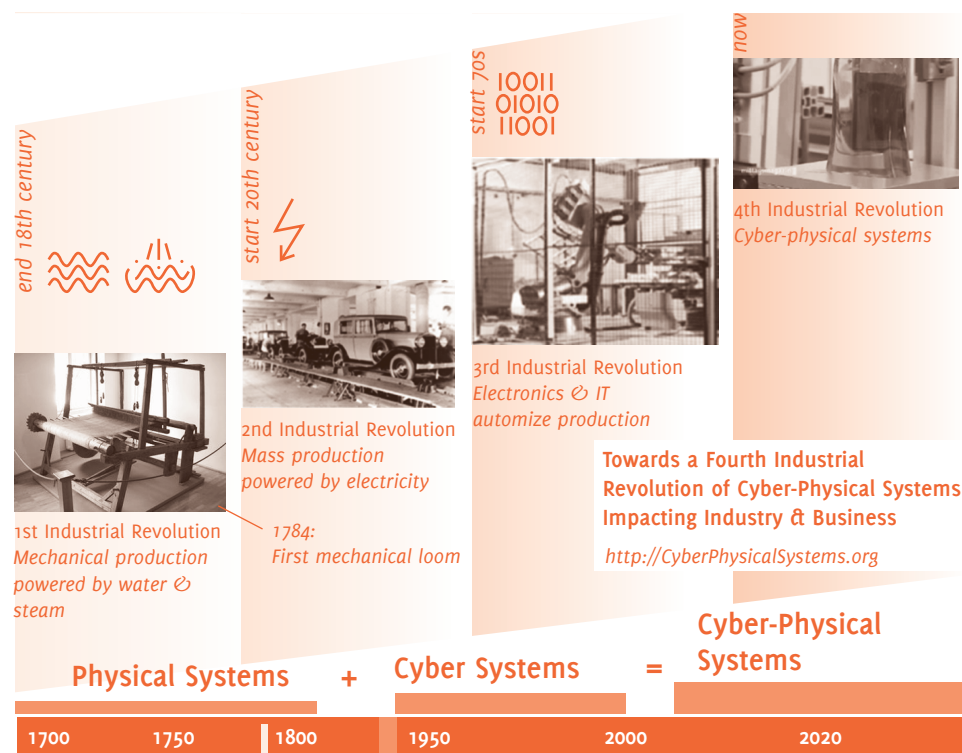
M2M, onderhoud, upgrades en klantinteractie: bij elkaar spreken we van een Vierde Industriële Revolutie, die de omvangrijke industriële, proces- en fabrieksautomatisering verder zal laten groeien. De totale omvang van deze automatiseringsmarkt bedraagt nu ruim 300 miljard dollar. De meest optimistische kijk op waarde die het industriële Internet of Things (IoT) kan opleveren voor de maakindustrie – de manufacturing – komt van Cisco. Niet geheel onverdacht vanwege eigen belangen in de markt, maar mogelijk richtinggevend als het gaat om de vraag waar de waarde valt te realiseren. Cisco schat de totale IoT-markt in op 14.400 miljard dollar in 2022. De manufacturing staat voor een aandeel van 27 procent in de boeken, ofwel 3.880 miljard dollar. Daarvan verwacht men 1.674 miljard dollar voordeel te realiseren door engagement van medewerkers en klanten. Een bedrag van 675 miljard dollar wordt ingeschat voor verbetering van asset management waar slimme maintenance een belangrijke rol speelt. En 1.539 miljard dollar wordt verwacht door allerlei andere vormen van verspilling te reduceren, zoals verspilling van tijd, voor een belangrijk deel gedreven door M2M-communicatie.

3 De Vierde Industriële Revolutie

11

De Industriële Revolutie is een begrip en een ontwikkeling die onze samenleving en economie grondig heeft veranderd. 'Ontwikkeling' lijkt misschien traag in de context van een revolutie, een fundamentele omwenteling, maar in elk geval vond er binnen een korte periode een grote verandering plaats. Industrieën kwamen op en namen de plaats in van de kleinschalige nijverheid. Textiel- en aardewerkfabrieken zagen als eerste het licht en een nieuwe infrastructuur van kanalen en spoorwegen maakte efficiënte distributie mogelijk. Het was de overgang van *industrious* naar *industrial* en tevens de start van de verdere bloei van beide.

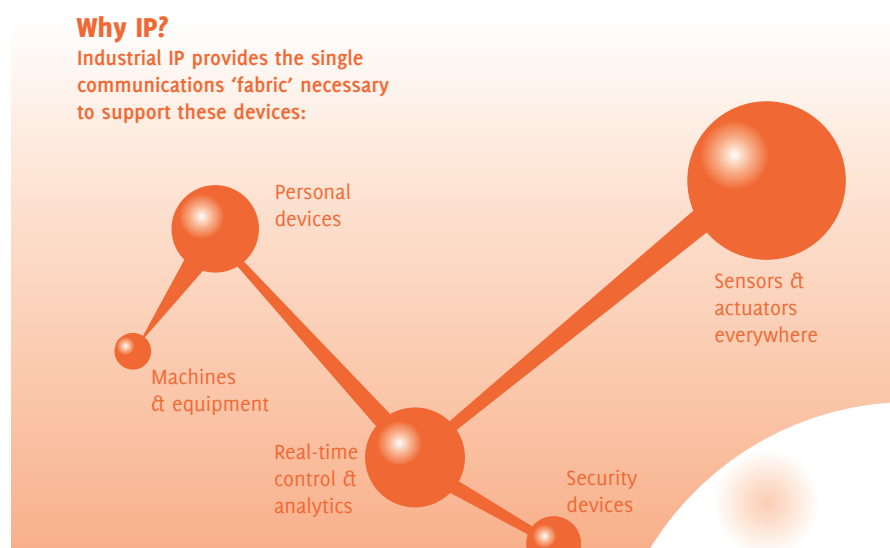
Vanaf het eerste mechanische weefgetouw uit 1784, precies 230 jaar geleden, onderscheiden we vier fasen in het doorlopende proces dat Industriële Revolutie heet. Zo kijken we er momenteel tegenaan. De eerste 'versnelling' vond plaats aan het einde van de 18^{de} eeuw: mechanische productie op basis van water en stoom. De Tweede Industriële Revolutie situeren we aan het begin van de 20^{ste} eeuw: de lopende band en massaproductie waarmee de namen van iconen als Henry Ford en Frederick Taylor verbonden zijn. Nummer drie is de digitale automatisering van productie met elektronica en IT.



Momenteel staan we aan het begin van deze vierde stap. Deze wordt gekenmerkt door zogeheten cyberfysieke systemen (CPS): door de verregaande integratie van productie, verduurzaming en klantsatisfactie op basis van intelligente netwerksystemen en -processen.

Fabrieksvloeren wemelen al van internet-‘dingen’. Denk aan microprocessoren, de brains van digitale devices en systemen. Ze haken naadloos conventionele onderdelen aan, zoals I/O-modules. Maar de grote internetversnelling van de industrie komt van de explosieve groei van digitale devices uit andere disciplines. Videocamera's, RFID-lezers, tablets, toegangspasjes, enzovoort – al dit soort internetdevices dragen ertoe bij dat productie- en procesoperaties een steeds betere kwaliteit, efficiency, beveiliging en veiligheid bereiken.

Het is goed mogelijk om apparaten, machines, dingen, complete fabrieken en andere industriële omgevingen en processen aan te sluiten op internet. Met name IIPA, het Industrial IP Advantage-consortium (<http://www.industrial-ip.org>), opgericht in 2013, maakt zich hier sterk voor. Industrial IP is bedoeld om alle industriële netwerkinfrastructuren en applicaties te laten profiteren van end-to-end internetconnectiviteit. Naast ethernet gekoppeld aan Industrial IP is er ook het Common Industrial Protocol (CIP), gericht op unified communications.

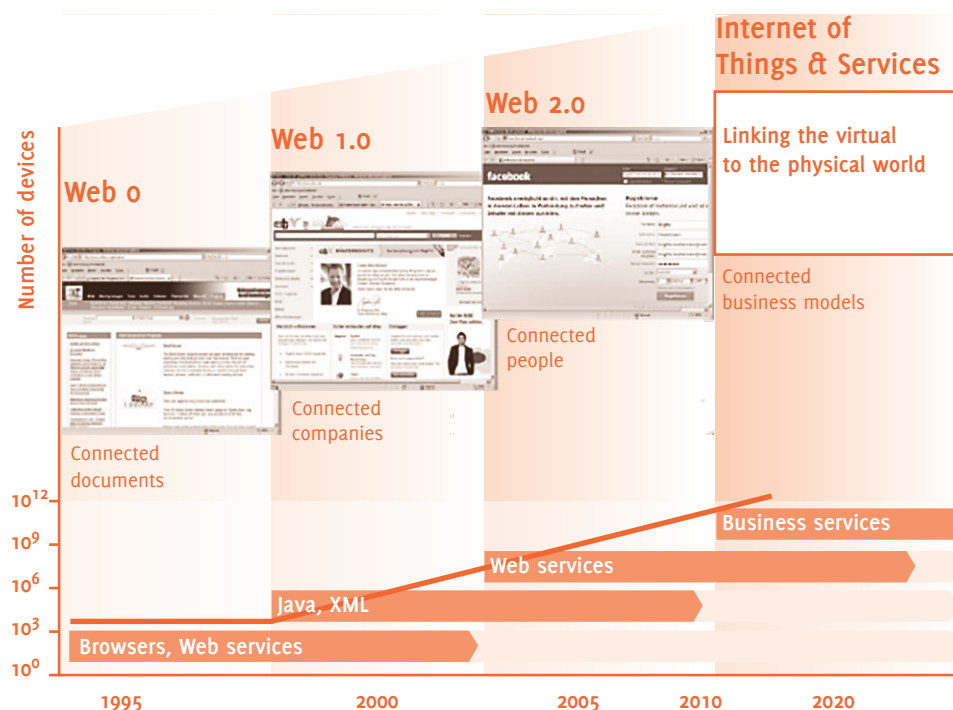


De grootste waarde van Industrial IP is de mogelijkheid om significant grotere informatiestromen vanuit productie- en aanpalende processen te verwerken en analyseren, zodat bedrijven flexibeler en innovatiever kunnen opereren.

Ondanks alle voordelen van internet zijn er in de wereld van de Industriële Automatisering nog genoeg aparte applicatienetwerken actief. Speciale netwerken in de lucht houden, inclusief de hardware die nodig is om ze met internet te kunnen laten

praten, kost veel tijd, geld en mensen. Alle drie nemen ze alleen maar toe – samen met de complexiteit van het complete netwerk – naarmate er meer internetdevices de industriële omgevingen binnenkomen. Eén enkel systeem – internet – lijkt veruit te prefereren, zeker uit oogpunt van schaalbaarheid en flexibiliteit.

Kijken we naar de voortschrijdende Industriële Revolutie vanuit het cyberfysieke internetperspectief, dan komen we tot deze vier stappen:



Het Internet of Things & Services is verantwoordelijk voor stap 4 die momenteel vorm begint te krijgen. Nieuwe businessservices worden nu ontwikkeld vanwege hun vermogen om de fysieke en de virtuele wereld aan elkaar te linken. Een romantischer voorstelling is die van een huwelijk en dan met name tussen de Operationele Technologie – van motoren die draaien tot mensen die worden vervoerd en brood dat wordt gemaakt – en de Informatie Technologie die onze businessprocessen ondersteunt.

Een nieuwe fase van robots en robotothings

Robots zijn momenteel alleen massaal aanwezig in de industrie, maar uit de productie zijn industriële robots dan ook niet meer weg te denken. Ze doen alles in termen van de drie d's: *dirty*, *dangerous* en *dull* werk. Robots doen dat onvermoeibaar en functioneren met ongekennde precisie en vaak ook kracht, wat van groot belang is voor de duurzaamheid en kwaliteit van de producten: van babyvoeding tot aan auto's. Wat dat betreft zijn robots beter dan de mens, net als al het andere niet-geautomatiseerde gereedschap dat we hebben uitgevonden: van de zaag tot aan de elektrische schroevendraaier en de pneumatische hamer.

Daar zit dus een cruciaal verschil met gewoon gereedschap: productierobots zijn onderdeel van de industriële automatisering. Meestal staan ze op de werkvloer in kooien of achter een hek. Dat moet veranderen, zo is de ambitie. Intelligente machines, die zelf kunnen leren, flexibel zijn en rekening houden met hun omgeving, moeten organisch kunnen samenwerken met menselijke collega's.

Momenteel evolueren de traditionele industrierobots tot assistenten van de mens. Conform de visie van de Vierde Industriële Revolutie is het de bedoeling dat intelligente machines en mensen gezamenlijk productietaken gaan verrichten. Sensoren, camera's en zelflerende software zijn daarbij onontbeerlijk. Leidraad is dat robots zich aan de mens moeten aanpassen en niet omgekeerd. Dat principe moet zelfs zover worden doorgevoerd dat de nieuwe generatie intelligente industrierobots leert van de menselijke medewerkers, die simpelweg handelingen kunnen voordoen.

In 1961 nam General Motors de eerste industrierobot in gebruik. Het eerste model van de Unimate woog 1,8 ton. Ruim een halve eeuw later, in 2013, werden er wereldwijd bijna 162.000 industriële robots verkocht en in 2015 zijn er meer dan 1,5 miljoen in bedrijf. Na 50 jaar klassieke industriërobotisering staan we nu aan het begin van een halve eeuw samenwerking met servicerobots. Tussen 2013 en 2016 worden er naar verwachting 95.000 van de nieuwe generatie verkocht ter waarde van 12,6 miljard euro.

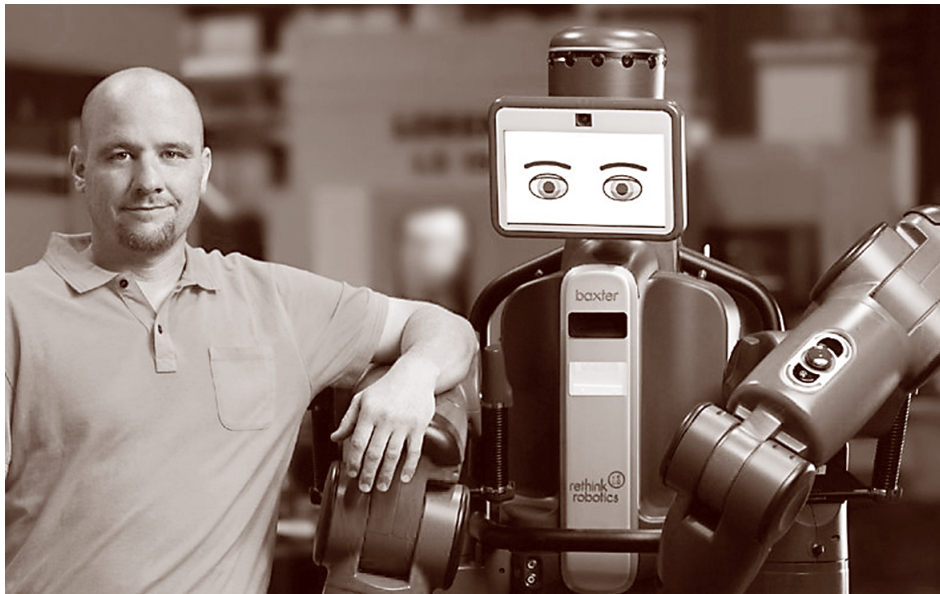
Het woord *robot* is van Tsjechische origine; het werd gebruikt in een sciencefiction-toneelstuk uit 1920 en duidt daar menselijke klonen aan, gemaakt om arbeid te verrichten. In mei 2014 zei Marieke Blom, hoofdeconoom van ING, dat de term robot wat de bank betreft elke besparing van menselijke arbeid aanduidt, met alle digitale technologie eromheen. Dat sluit aan bij de verbastering van het woord zoals in *bots* en *robocop*. Bots zijn via digitale netwerken met een bepaald doel verspreide stukjes software en een robocop is een humanoïde ofwel androïde politiesuperrobot. In het laatste geval vervaagt de grens tussen mens en machine en is onduidelijk aan welke kant de intelligentie precies zit.

Robots, intelligentie, automata, besparing van menselijke arbeid en tussenkomst via gereedschap, apparaten, machines, industriële automatisering en kantoorautomatisering zijn thema's van alle tijden. In het MIT-standaardwerk *Introduction to AI Robotics* wordt een intelligente robot gedefinieerd als *een mechanische creatuur die autonoom kan functioneren*. 'Mechanisch' verwijst naar het feit dat een robot is gebouwd, geconstrueerd; 'creatuur' wil zeggen dat het lijkt alsof een robot zijn eigen motivatie en besluitvormingsprocessen heeft; en 'autonoom functioneren' betekent dat een intelligente robot – conform de Industrie 4.0-visie – kan waarnemen en handelen, misschien over een tijdje zelfs redeneren. Bij elkaar gaat dat verder dan traditionele automatisering, die gericht is op de voorspelbare herhaling van handelingen, al worden die steeds complexer.

Eigenlijk is het nooit goed duidelijk geweest wat er precies met robots werd bedoeld. Centraal staat het feit dat de mens in robottoepassingen van verschillende aard bepaalde zintuiglijke, bewegings- en intelligentie kwaliteiten in superieure vorm uitbeest. Daar draait het om bij de doorontwikkeling van robotica – al dan niet humanoïde of androïde. Pakjes afleveren met drones, zoals onder meer Amazon dat voor ogen heeft, is een voorbeeld van een dagelijkse servicetoepassing.

In *Introduction to AI Robotics* worden de volgende vijf kwaliteiten van intelligente robots benadrukt: mobiliteit (benen, armen, nek, polsgewrichten), perceptie (zicht, gehoor, reuk en tastzin), controle via een digitaal centraal zenuwstelsel en een digitale hersenfunctie, energievoorziening en tot slot communicatie via stemgeluid, gebaren en gehoorfunctie. Onbemande voertuigen over land, in de lucht en onder water zijn belangrijke servicetoepassingen buiten het domein van industrierobots. Maar er zijn ook modulaire robots in ontwikkeling, die gezamenlijk in zwermen kunnen opereren.

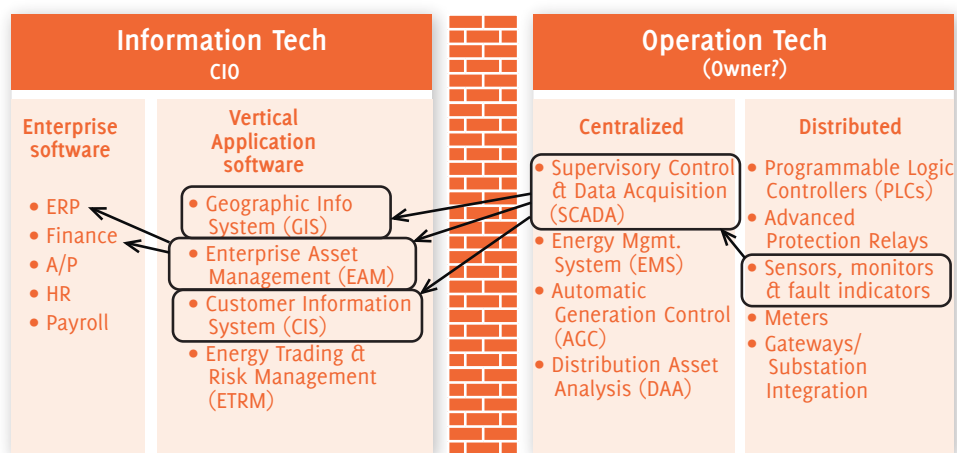
RoboEarth bouwt momenteel een internet voor robots en via Industrial IP Advantage komt het Internet of Things de industrie binnen. Het rechtvaardigt de conclusie dat intelligente robots en robotothings een vlucht zullen nemen en met de mens zullen samenwerken – in welke hoedanigheid ze zich in de toekomst ook mogen manifesteren: als zelfrijdende auto's, als SwarmBots of als Baxter van het bedrijf Rethink Robotics.



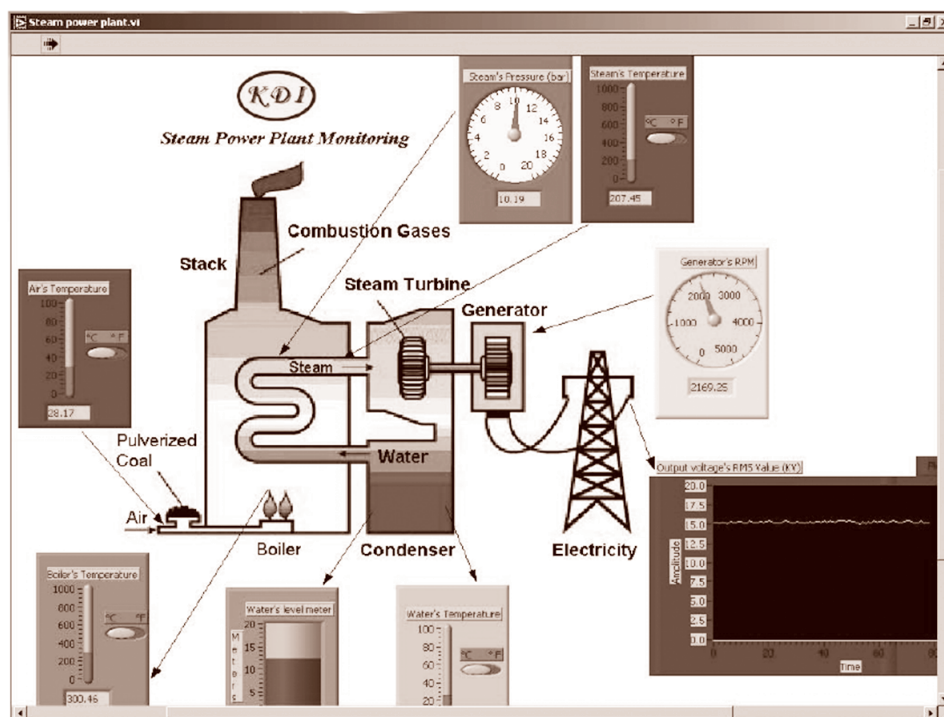
Bron: http://www.hizook.com/files/users/3/Baxter_Robot_from_RethinkRobotics_6.jpg

4 Het huwelijk tussen IT, OT, internet en Things

Traditioneel gezien worden de systemen, processen en mensen binnen IT en OT afzonderlijk van elkaar beheerd, gecontroleerd en aangestuurd. Het Internet of Things brengt verandering in deze onderlinge verhouding. Het versnelt de ontwikkeling dat operationele systemen direct in het verlengde komen te staan van informatiesystemen en omgekeerd. In de meeste organisaties staat er nog te veel een muur tussen de twee beoogde partners, dus relatietherapie is geboden. In het volgende schema voor een IT- en OT-operatie in de energiemarkt zien we de problemen terugkomen. Ook de vraag wie er eigenlijk verantwoordelijk is voor OT spreekt boekdelen.

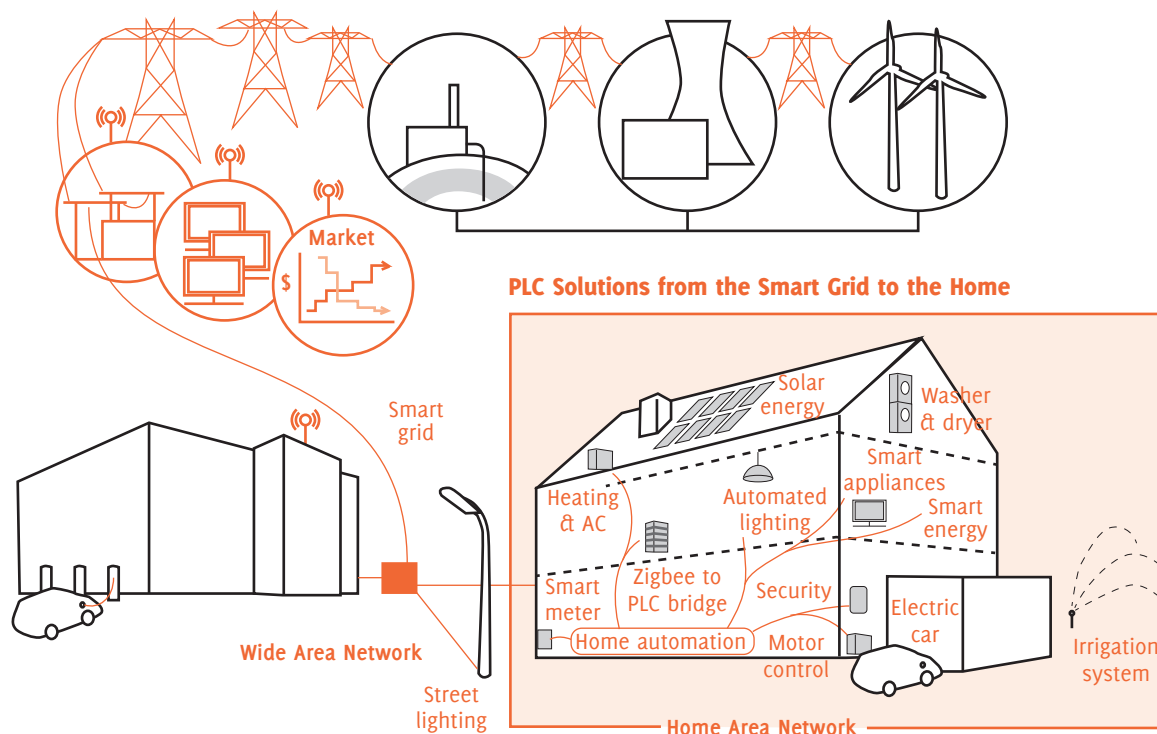


Als we de OT-kant van deze energiespeler tegen het licht houden, zien we een centraal controlecentrum waar de Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) plaatsvindt en de sensoren die onder andere de druk of temperatuur meten. SCADA betreft de meet- en regelkant van Industriële Automatisering en de inzichtelijke presentatie daarvan. Centraal staan de verzameling, verzending, verwerking en visualisering van meet- en regelsignalen, afkomstig van machines in een industriële omgeving. Dat is allemaal noodzakelijk om het netwerk van mensen, processen en machines goed te laten functioneren. In de volgende afbeelding zien we dat gevisualiseerd voor een stoomturbine.



Aan dit schermvoorbeeld is goed te zien dat SCADA al een paar decennia oud is. Voor de visionairs die de Vierde Industriële Revolutie in het vizier hebben, zo rond het jaar 2020, markeert SCADA en de toevoeging van internet de overgang van fase drie naar fase vier voor deze productiekant van de energiesector. Aan de distributiekant zien we energieleveranciers met eigen slimme thermostaten komen en slimme meters uitrollen.

Bekijken we het plaatje end-to-end, dan is duidelijk hoe verschillend deze werelden nu nog zijn. Aan de voorkant van de markt concurreert men met IT op het scherp van de snede en doen nieuwe spelers als Google (Nest) de intrede. De app op de iPhone die data binnenkrijgt van de slimme thermostaat lijkt in de verste verte niet op het SCADA-systeem van de fabrieksoperatie. Aan de productiekant kijkt men vooral naar nieuwe mogelijkheden van sensor-‘things’ om assets te beschermen en beter onderhoud te plegen of via M2M sneller te communiceren met de mensen op de werkvloer en in het veld, onder meer om de veiligheid te vergroten. Maar uiteindelijk sluit het smart grid de cirkel. Dan worden realtime data uit de consumptie en thuisproductie van energie (bijvoorbeeld zonnepanelen), in combinatie met data over de energie in de batterij van de elektrische auto, gekoppeld aan deze productiekant.



De end-to-end ecosystemen die in ontwikkeling zijn – van ontwerp en productie naar klantinteractie en geavanceerde Maintenance, Repair & Overhaul (MRO) – maken een toekomst mogelijk waarin apparaten, devices, dingen en machines voor professionals en particulieren zullen communiceren met centrale systemen, met elkaar en met gebruikers teneinde makers, dienstverleners, regelgevers en afnemers zo goed mogelijk van dienst te kunnen zijn. Met optimale functionaliteit en een optimale levensduur.

Huwelijksplannen maken

De Universiteit van Zuid-Australië deed een studie naar de convergentie, alignment en integratie van IT en OT. Een belangrijke conclusie is dat de integratie van IT en OT nooit de zelfstandige verantwoordelijkheid mag zijn voor de engineers. Of IT is alleen verantwoordelijk, of er is een gezamenlijke governance. Ook is er het uitdrukkelijke advies om vooral de hele bedrijfsvoering end-to-end centraal te stellen in het integratieproces. Hogere businessdoelen, hoe belangrijk ook, zoals security of legal issues, moeten niet aan het stuur van het integratieproces komen. De onderzoekers stellen deze vier stappen voor:

Eerst aan basisvoorwaarden voldoen

Organisaties moeten plannen voor convergentie ('pre convergence') als aan een aantal basisvoorwaarden is voldaan: algemeen geaccepteerde industriële standaarden zijn de norm en er moet een corporate visie zijn om de zakelijke behoeften en doelstellin-

gen te analyseren, meerdere scenario's de revue te laten passeren en een convergentie-strategie te ontwikkelen.

19

Consensus bereiken tussen business en IT

Organisaties moeten tot **convergentie** overgaan wanneer consensus bestaat tussen de business en de IT. Convergentie is bereikt wanneer alle hardware via een IP-adres benaderbaar is. Engineering en IT leveren input voor applicatieontwikkeling.

Een architectuur ontwerpen

De volgende stap na convergentie is die van **alignment**. Wanneer alle hardware via internet te benaderen is, moeten informatie en applicaties met elkaar in lijn worden gebracht. Het opstellen van een architectuur die het applicatie- en informatielandschap in kaart brengt, is hierbij een vereiste. Engineering en IT trekken samen op, met hulp van externe leveranciers.

Actie, zodra kostenbesparing of concurrentievoordeel een issue wordt

De laatste stap is die van alignment naar **integratie**. Ten behoeve van concurrentievoordeel en om kosten te besparen dient de geplande architectuur gerealiseerd te worden. Dit gebeurt door de diverse applicaties en informatiestructuren volgens plan te integreren.

Dat laatste, over kostenbesparing en concurrentievoordeel, is natuurlijk een open deur. We gaan er maar van uit dat de onderzoekers vooral willen benadrukken dat een goede voorbereiding een must is alvorens tot actie over te gaan. Iets wat men in de OT-wereld overigens veel meer gewend is dan in de meer opportunistische IT.

Het smart grid, zoals we eerder zagen, behelst dus een enorm programma waarvoor een goede samenwerking, visie en afstemming tussen IT en OT noodzakelijk is. Niet ieder initiatief is van deze proportie. Op kleinere schaal kunnen M2M-oplossingen al veel sneller soelaas bieden. Met name de telecomindustrie is hierin actief. Voor een smart-gridaanpak is M2M ook een voorwaarde. Maar omdat alle onderdelen van het grid met elkaar moeten kunnen praten, vraagt dat extra capaciteit: zegge een vertaalmachine die alle M2M-lijnen verbindt.

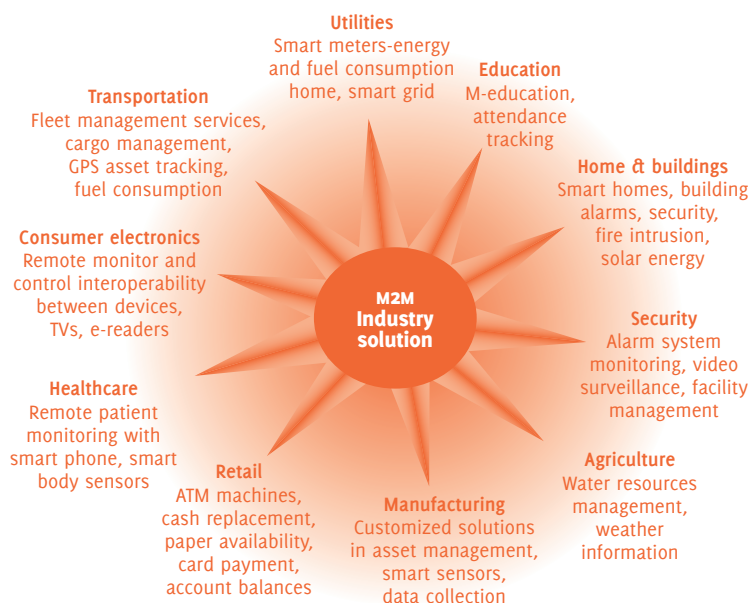
5 De winst van M2M: machine-interactie als basis van snelheid en intelligentie

Het leidende paradigma van elke automatisering is de beperking van menselijke tussenkomst door machines, apparaten en systemen. In onze tijd van micro-elektronica, sensoren en actuatoren en vaste en draadloze netwerken is M2M de gevleugelde term: Machine-to-Machine communicatie. Deze digitale interactie tussen en binnen machines en systemen is het cyberfysieke hart van deze Vierde Industriële Revolutie.

De *European Roadmap for Industrial Process Automation* uit 2013 definieert de M2M in de context van Human-Machine Interfacing. Logisch, want automatisering staat altijd in de context van Human-Machine Interaction.

Human-Machine Interface (HMI) and Machine to Machine Communication
 [...] Internet compatibility and open standards are expected to be key elements in the expansion of large-scale automation systems. Machine to machine communications (M2M) using Internet of Things (IoT) principles will form the Cyber-Physical Systems (CPS) of tomorrow; these systems are predicted to enable new automation paradigms and improve plant operations in terms of increased Overall Equipment Effectiveness (OEE).

M2M-applicaties kunnen gericht zijn op individuen, bedrijven, gemeenschappen en organisaties in publieke en private sectoren. In de volgende afbeelding ziet u een tiental gangbare toepassingsgebieden met voorbeelden van dienstverlening in verschillende sectoren, van het bijhouden van de geldvoorraad in pinapparaten tot nagaan of leerlingen inderdaad op school aanwezig zijn.



Behalve op industriële processen is M2M dus van toepassing op bedrijfsprocessen, en in feite op elk type proces waar digitaal genetwerkte 'dingen' met een functie een rol spelen. Andere voorbeelden dan machines en apparaten in fabrieken zijn smartphones en tablets voor professionals en particulieren, tandenborstels en lampen, auto's en energienetwerken, domotica en gebouwenbeheer, zorgnetwerken en verzekeringen, zonnepanelen en klimaatbeheersing, afvalverwerking en stadsverwarming, tuinbouwkassen en veeteelt, noem maar op. De procesketens in kwestie kunnen klein zijn of groot, simpel of complex, en ze functioneren in traditionele en innovatieve verbanden of binnen industriële productielijnen. Telecombedrijven zien een sleutelpositie voor zichzelf weggelegd vanwege de netwerken die ze beheren om M2M-oplossingen mogelijk te maken. Machina Research voorspelt dat er 12,5 miljard SIM-kaarten operationeel zullen zijn in 2020. In dat jaar zal M2M meer omzet genereren dan de hele mobiele telefoonindustrie bij elkaar, die nu 1,5 procent van het bbp vertegenwoordigt.

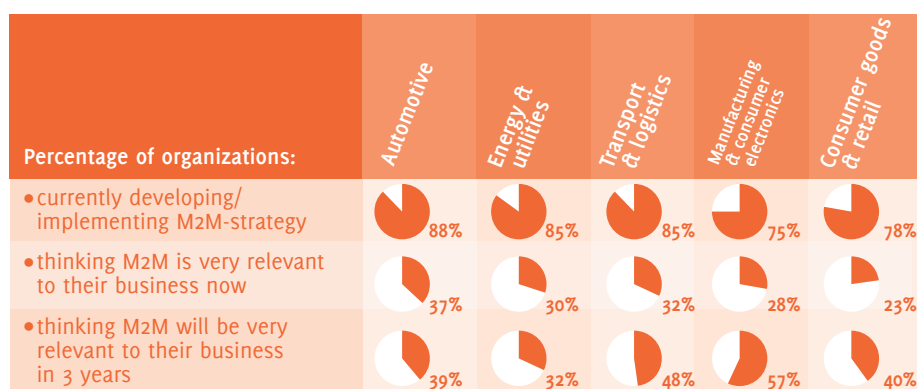
Deze M2M-toepassingen hebben via onderhoud en software-upgrades onmiddellijk betrekking op interactie met professionele en particuliere klanten en eindgebruikers. Denk onder meer aan fleet management, verkoopautomaten, slimme meters, medische apparatuur en zonnepanelen.



M2M-communicatie in auto's en andere apparaten dankzij de SIM-kaart

M2M trekt dus, niet verwonderlijk, momenteel wereldwijd de aandacht van bedrijven. Analysys Mason ontwikkelde in opdracht van Vodafone een M2M-barometer. Van alle deelnemers aan de M2M Adoption Barometer 2013 zei 78 procent dat M2M een centrale succesfactor voor hun business zal zijn. Wereldwijd voorop lopen de automobielenindustrie, de energie- en nutsbedrijven, de sector transport en logistiek, de consumentenelektronica en tot slot de retail. De groeiperspectieven voor 2014-2017 zijn veelbelovend, zoals de ambities over de genoemde sectoren in de volgende

illustratie laten zien. Ruim 80 procent is bezig een M2M-strategie te ontwikkelen of te implementeren.



M2M Barometer 2013

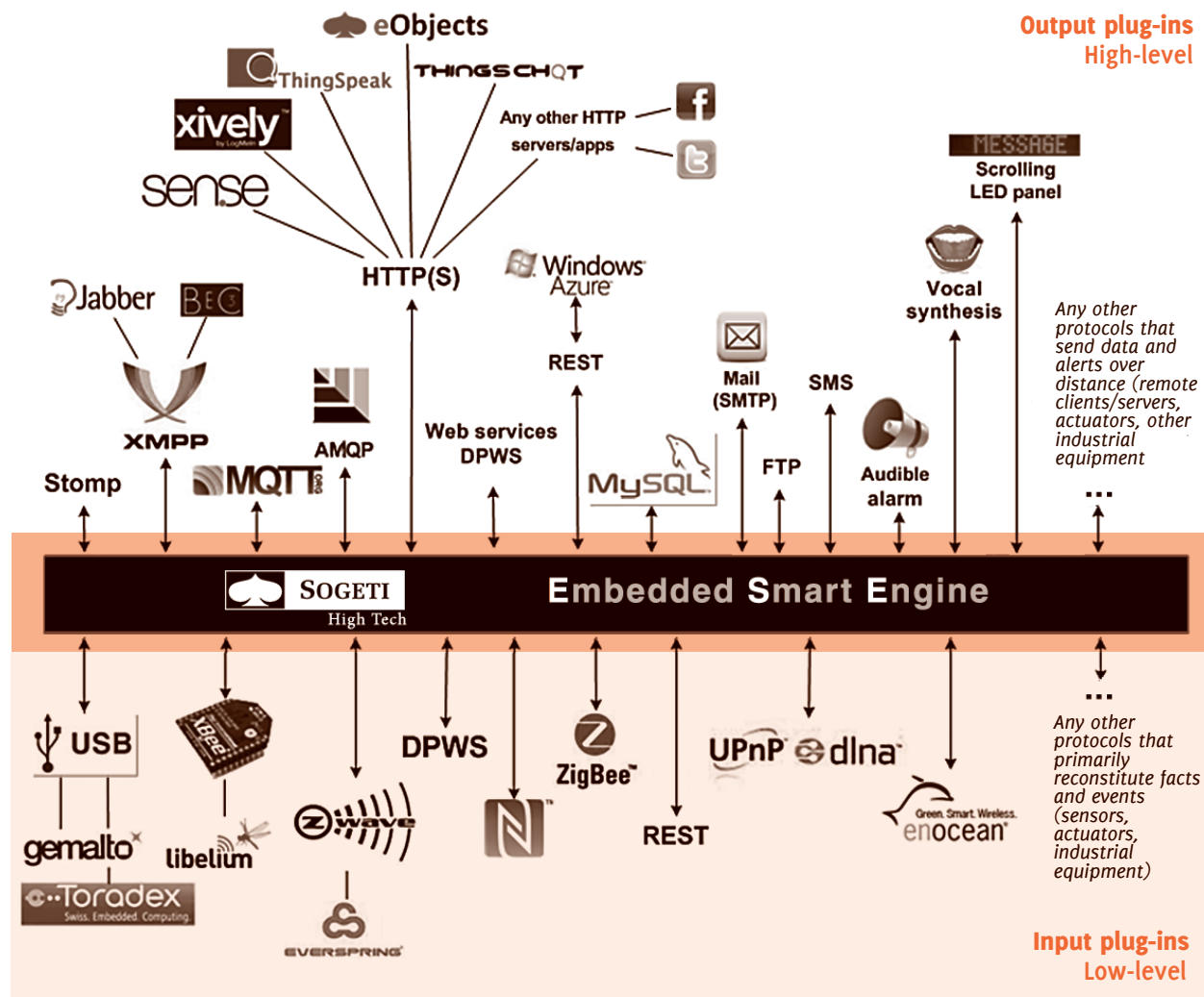
Bron: http://www.m2m-alliance.com/fileadmin/user_upload/pdf/2013/Whitepaper/A412-M2M_Circle_Research-130524-28-web.pdf

Grote en kleinere telecomproviders zoals Vodafone en Aleris hebben het voortouw genomen in de uitrol van M2M-netwerken. Dit is een vrij nieuwe business en behalve telco's zijn er ook andere spelers, in elkaar overlappende rollen, namelijk:

- ♦ *leveranciers van hardware en halfgeleiders*: zij leveren de spullen waar de data vandaan komen, zoals sensoren, gps-units, slimme meters, RFID-tags, videocamera's en smartcards;
- ♦ *communicatieserviceproviders*: zij zorgen voor de transmissie van data;
- ♦ *M2M-serviceproviders*: verticale nichespelers die specifieke M2M-analyseoplossingen bieden ten behoeve van besluitvorming;
- ♦ *system integrators*: zij leveren de expertise om systemen te integreren en kunnen waarde toevoegen met advanced analytics.

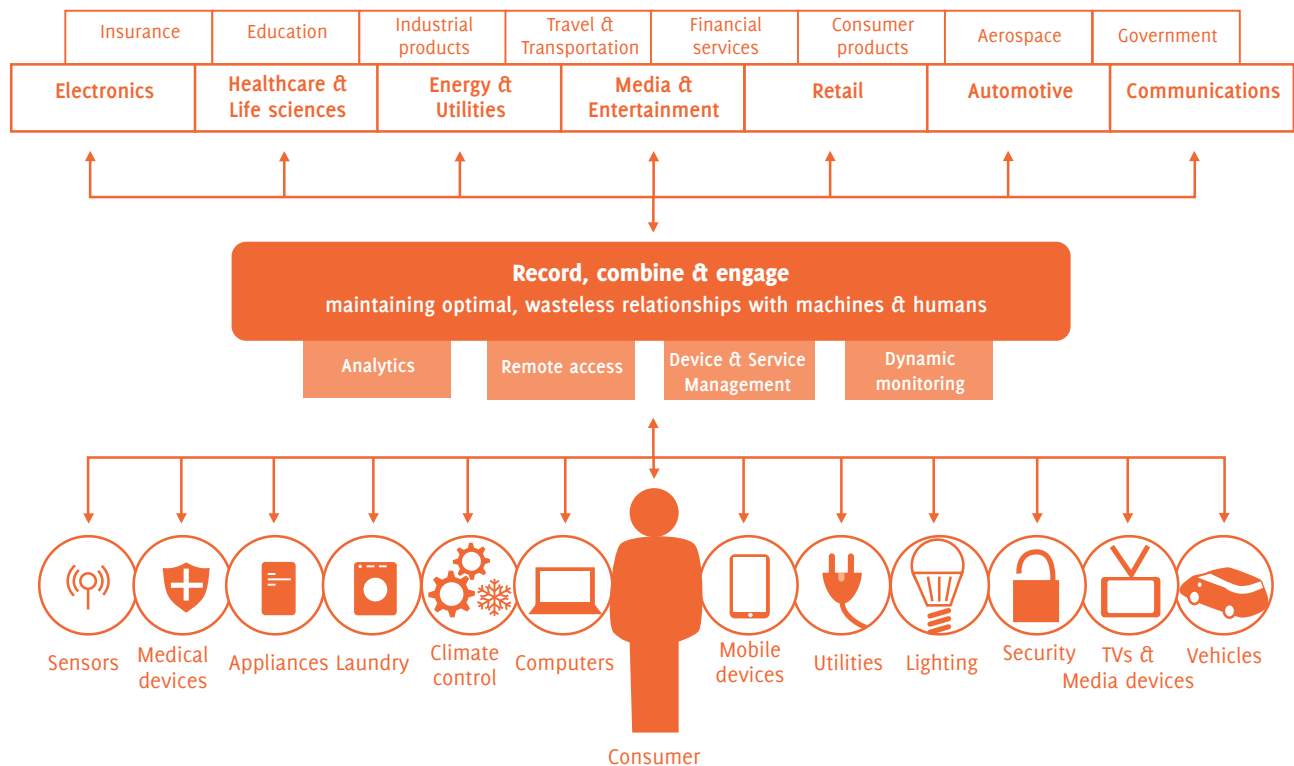
Om de belofte van het Internet of Everything waar te maken moet anything met anything kunnen communiceren. Inmiddels zijn er meer dan honderd communicatieprotocollen en dat maakt duidelijk dat dit niet vanzelfsprekend is.

Er worden oplossingen gebouwd om dit probleem te tackelen, zoals de 'slimme motor' in de volgende afbeelding.



In de onderste laag zien we de input plug-ins, in de bovenste laag de output plug-ins. De *Smart Engine* is de tussenschakel die alle communicatieprotocollen met elkaar verbindt. De machines waar deze input naartoe gezonden wordt, kunnen de *actuato-*ren zijn om de zaken in beweging te krijgen: een lamp die aan- of uitgaat, een e-mail die wordt verstuurd, een brug die open- en dichtgaat, een Twitter- of Facebook-update, een voice response, een alarm dat afgaat – het hele scala aan mogelijke output kan worden geregeld door een dergelijke integratietool.

Verpakt in een cloudoplossing leidt zo'n product tot de mogelijkheid om bijvoorbeeld een 'lean hospital' te realiseren. Als sensoren in bedden, medische apparatuur en wearables van verplegend personeel en artsen in een systeem met elkaar kunnen werken, dan kan uiteindelijk 'as-a-service' werkelijkheid worden. De volgende drielagen-architectuur geeft dat principe weer voor tal van verschillende sectoren.



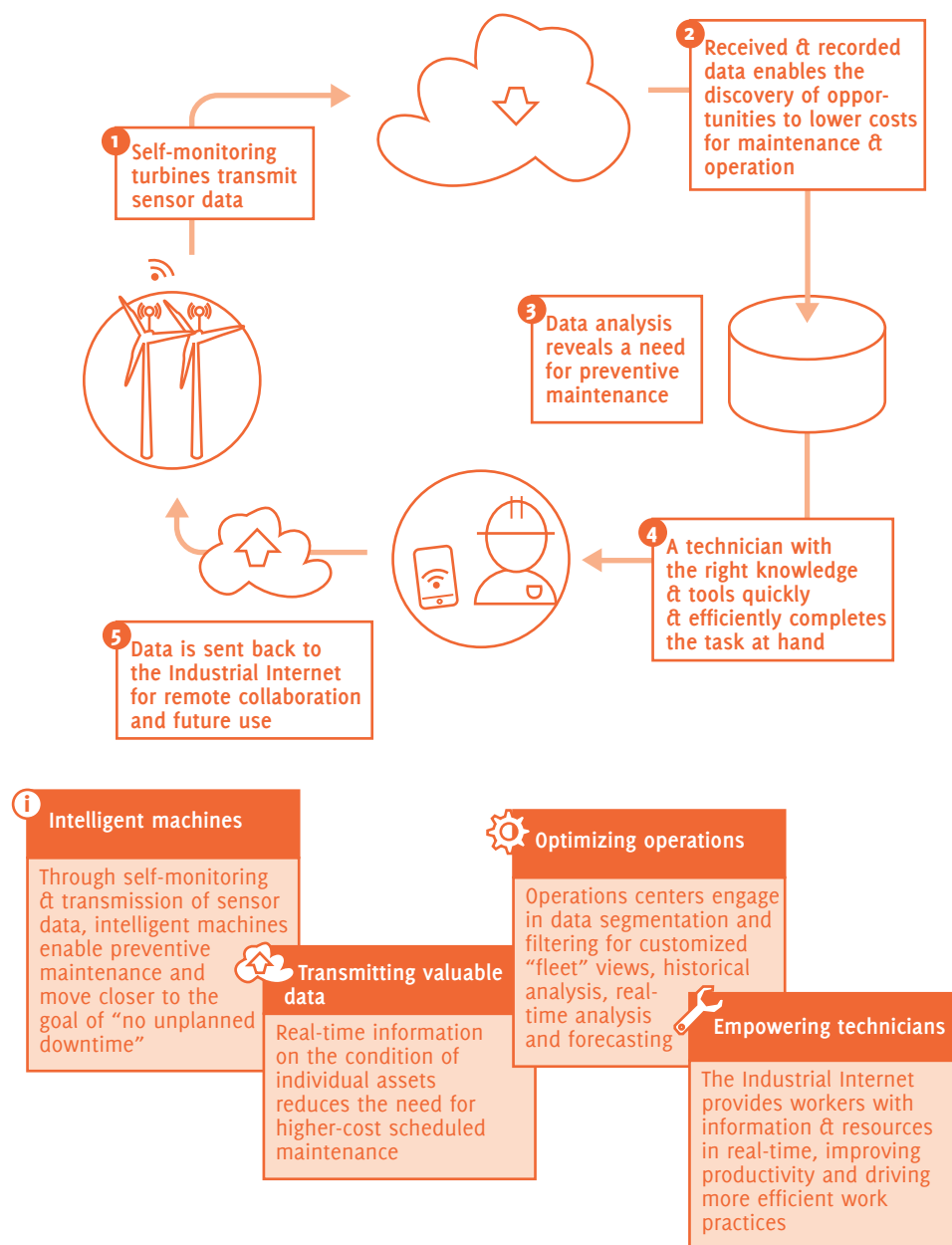
Bron: Martin Kienzle, IBM Research, 2013

Voortbouwend op M2M kunnen specifieke diensten zorgen voor lagere onderhoudskosten. Met name Predictive Maintenance levert veel op. Op alle terreinen waar kostbare assets beheerd worden, is het van belang zo weinig mogelijk productieverlies door uitval te hebben. Boven op de M2M-communicatie en de Things die de sensor-data leveren vraagt dat analytische capaciteiten. Meer intelligentie dus, en dat sluit goed aan bij de pitch van IBM: de wereld van het Internet of Things is *Instrumented, Interconnected & Intelligent*. Dat omschrijft precies de katalysatorfunctie van Things als link tussen IT en OT: de basis van een Vierde Industriële Revolutie.

6 De winst van beter onderhoud: liefst Predictive Maintenance

25

De nieuwe manier van werken moet de omgang met industrieel gereedschap, medische apparaten en andere machines gaan veranderen. Denk bijvoorbeeld aan windturbines uitgerust met sensoren die data over hun operatie via M2M-communicatie naar de controlerende ingenieurs sturen. Data-analyses leiden tot preventieve onderhoudsmaatregelen, met name om dure ongeplande uitval tegen te gaan.

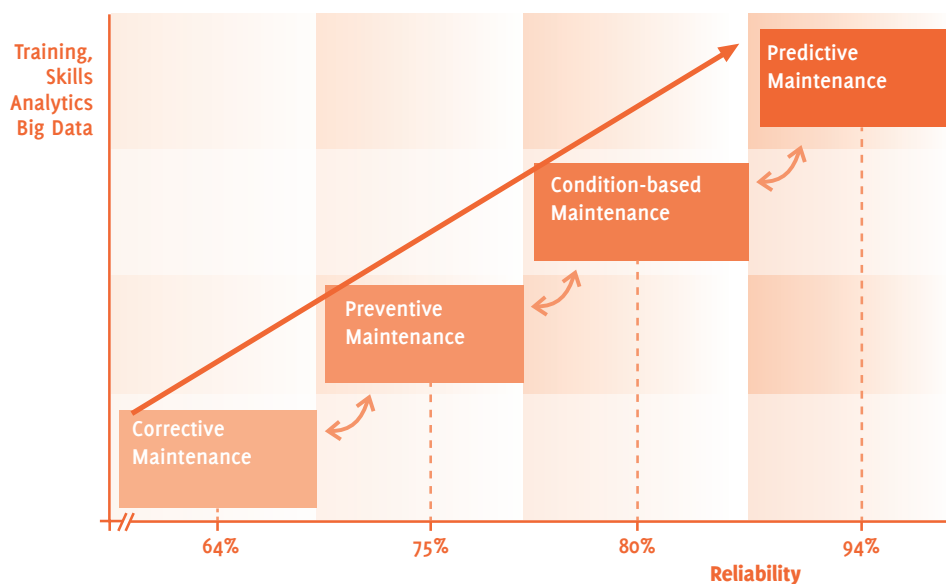


Bron: https://www.ge.com/sites/default/files/GE_IndustrialInternetatWork_WhitePaper_20131028.pdf

Data worden via het Industriële Internet terug naar de turbines gestuurd om 'remote collaboration' mogelijk te maken. De advanced analytics die nodig is om tot de juiste voorspellingen van uitval te komen, is in dit voorbeeld een black box. Over de noodzaak voor het ontwikkelen van nieuwe competenties op dit vlak schreven we eerder in ons boek *No More Secrets with Big Data Analytics*.



Overtuigend is de potentie van de verschillende vormen van onderhoud, van correctief onderhoud, dat uiteraard het minst betrouwbaar is omdat het pas plaatsvindt als er wat mis is gegaan in de operatie, tot Predictive Maintenance, dat de grootste winst oplevert. Dat maakt maar liefst 30 procent verschil uit in termen van betrouwbaarheid en beschikbaarheid: van 64 naar 94 procent.



Maar ook in bredere contexten is veel 'lean' winst te behalen met maintenance, monitoring en optimalisatie, zoals blijkt uit de volgende voorbeelden van IBM.

27

- ♦ Het Srinagarind Ziekenhuis in Thailand realiseerde een uptime van medische apparatuur van bijna 100 procent. De onderhoudskosten gingen met bijna 50 procent naar beneden door dure fouten in de operatie te voorkomen. Doorslaggevend voor deze winst waren de proactieve M2M-alerts van medische apparatuur waardoor in plaats van na gemiddeld 2 weken meldingen nu binnen 5 minuten binnen zijn.
- ♦ Volkswagen realiseerde een verbetering van 15 procent in de downtime van de machines in de fabrieken. Predictive analytics voorspelde het falen van bepaalde onderdelen die de uitval veroorzaakten.
- ♦ Olieraffinaderij Tarkreer uit Abu Dhabi was in staat haar preventieve onderhoud te verbeteren. Ongeplande downtime liep met 3 tot 5 procent terug. Door predictive asset management kon de onderdelenvoorraad met 10 tot 20 procent worden gereduceerd.

7 De winst van engagement ofwel klantinteractie: mens en machine in Smart Factories en daarbuiten

Behalve voor gezondheid, zorg en energie zijn er tegenwoordig talloze andere gemakstoepassingen voor consumenten en dienstverlenende professionals. Denk aan Connected Car-systemen, gericht op onderhoud en bestuurdersinformatie, en natuurlijk aan vederlichte digitale brillen. Daarmee kunnen we makkelijk de krant lezen, maar ze kunnen ook aangeven wat er moet gebeuren bij montage- en onderhoudswerkzaamheden. Ook kunnen ze bij chirurgische ingrepen andere specialisten laten meekijken. Zulke combinaties horen tot het *Internet of Things & Services*, zoals Bosch het noemt, en aan alle kanten is er een direct verband met de industrie.

De beste voorbeelden van engagement zijn toepassingen die via meten en regelen, onderhoud en software-upgrades onmiddellijk betrekking hebben op interactie met blue-collar werknemers of eindgebruikers. De Londense metro realiseerde een kostenreductie van 300 miljoen dollar en zegt nog eens 700 miljoen dollar te gaan besparen door een betere toegang tot OT-gegevens. De belangrijkste bijdrage kwam uit een nieuw IBM-systeem dat de engineers realtime toegang gaf tot informatie, waardoor zij veel efficiënter hun werkzaamheden kunnen plannen en uitvoeren. Een heel andere categorie van customer engagement treffen we in de hoek van de consumentenelektronica. Het succes dat Philips boekte met zijn Internet-of-Things-lamp, de Philips HUE, is wat dit betreft toonaangevend. De lampen zijn via een app op de smartphone te bedienen. Ontwikkelaars kunnen dankzij het vrijgeven van de Application Programming Interface (API) zelf de lampen aansturen op de manier die zij willen. Zo worden ook externe ontwikkelaars betrokken bij de verdere ontwikkeling van de producten van Philips. De businesscase is hier geen kostenreductie maar omzetverhoging, in eerste instantie door meer verkoop van de producten, maar Philips en andere bedrijven hebben ook 'dingen en services' op de markt gebracht. Wat deze twee op het oog zo verschillende voorbeelden met elkaar gemeen hebben is dat een nieuwe mens-machine-interface deze mogelijkheden heeft geschapen.

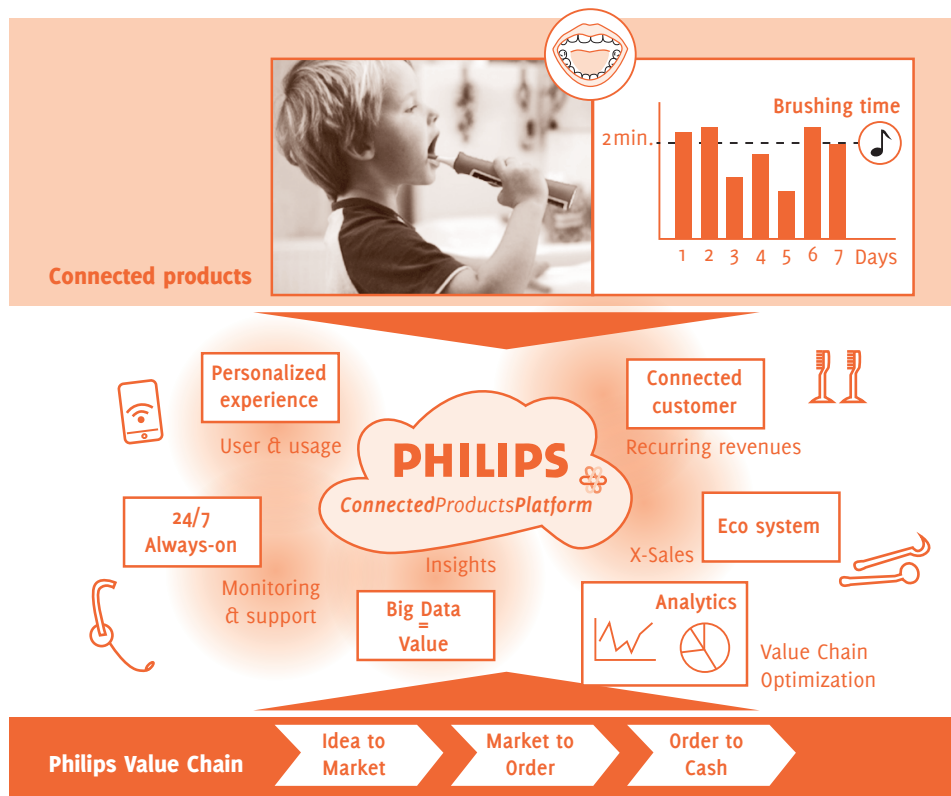
Ook hier staat het slechten van de muur tussen IT en OT weer op het programma. In dit verband memoreerden we de *European Roadmap for Industrial Process Automation* al, waarin Human-Machine Interaction (HMI) wordt gezien als onmisbare schakel voor efficiencydoorbraken. Hier volgen nog drie interessante HMI-highlights – engagement en collaboratie betreffend – uit de Fraunhofer-studie *Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0* (2013):

1. De Vierde Industriële Revolutie is meer dan cyberfysische systemen. Intelligente dataverwerking, -opslag en -distributie via artefacten en mensen vormt een centraal onderdeel.
2. Productie- en kenniswerkers zullen via hun IT- en OT-systemen steeds nauwer samenwerken.
3. Productiemedewerkers zullen zich meer bezighouden met elementen van productontwikkeling.

Als we het woord ‘productiemedewerkers’ vervangen door ‘consumenten’, geeft het exact weer wat er ten aanzien van de HUE-lamp gebeurt. En dan kan de interactie die Philips opbouwde met de consument weer een voorbode zijn van de nieuwe interacties tussen de blue-collar workers van de Londense metro en hun IT-afdeling. Bij Philips verliep het als volgt:

Normaliter weet een bedrijf niet hoe zijn producten worden aangewend, maar dankzij de internetverbinding weet Philips precies waar de HUE-lampen gebruikt worden en welke kleur favoriet is. Al een week na de introductie was duidelijk hoe de lampen verder konden worden verbeterd. Zo wilden de consumenten graag een API om de lichtbronnen stemgestuurd te kunnen regelen. De kopers van de lampen hebben nu hun eigen app-shop waarin ze nieuwe toepassingen kunnen ontwikkelen en delen met andere gebruikers. Dit platform is het begin van de samenwerking tussen IT en OT, die kan uitmonden in bijdragen aan het ontwerp van nieuwe lampen. Niet alleen aan de softwarekant (de app), maar ook aan de hardwarekant liggen mogelijkheden voor nauwere samenwerking. Een dergelijk connected klantenplatform is door Philips in de steigers gezet. Daarin zien we veel uit deze notitie terugkomen:

- ♦ het internetelement dat het de industrie mogelijk maakt 24/7 verbonden te zijn met haar klanten;
- ♦ de mogelijkheid de gebruikerservaring te verbeteren door verbeterde mens-machine-interactie;
- ♦ een M2M-verbinding van de gebruiker naar het platform;
- ♦ producten die onderdeel zijn van een end-to-end ecosysteem tussen de maker en de gebruiker van de producten (de consument) en de maker en de gebruiker van de data (de consument en de tandarts bijvoorbeeld);
- ♦ Big Data Analytics dat waarde toevoegt aan de data die op het platform worden gegenereerd.



Philips Customer Health Platform

VOORBEELD: Nooit meer uw koffers kwijt dankzij M2M Soepeler bagageproces en minder stress voor de passagier

Dankzij de eendrachtige M2M-samenwerking van KPN, Fast Track Company en Air France/KLM/Delta Airlines verloopt het bagageproces sinds het najaar van 2014 heel soepel en hebben passagiers minder stress. Twee innovaties zijn het resultaat: eTrack en eTag, die in combinatie en afzonderlijk inzetbaar zijn. Samsonite gaat allebei integreren in een limited edition koffer.

eTrack: u weet altijd waar uw bagage is

eTrack is een compact apparaatje dat de reiziger in zijn koffer of reistas legt. Zo is de locatie van de bagage altijd en waar ook ter wereld bekend op basis van gps en gsm. eTrack maakt gebruik van een gepatenteerde Auto Flight Mode, die voldoet aan alle internationale regels voor gsm en radiosignalen aan boord van vliegtuigen. Ook helpt eTrack diefstal te voorkomen doordat de reiziger zijn bagagestuk via Bluetooth kan koppelen aan zijn smartphone. Zodra bagage

en eigenaar van elkaar verwijderd raken, gaat er op de smartphone een alarm af. Ook is eenvoudig te controleren of de bagage nog geopend is geweest.

31

eTag: een sneller bagageproces

eTag is een elektronisch bagagelabel met twee e-ink displays dat al tijdens de online check-in kan worden voorzien van de juiste barcode met vluchtinformatie. Op die manier heeft een passagier behalve zijn instapkaart ook zijn bagagelabel vooraf geregeld. Dit vergroot de snelheid en efficiency van het bagageproces en verkort wachttijden bij de bagagedrop-off. De reiziger beschrijft de eTag via zijn eTrack, of direct via de eTrack-app. De passagiers- en vluchtinformatie wordt opgeslagen op een ingebouwde RFID-chip.



Zie ook: <https://www.youtube.com/watch?v=XFUHACwp8vA>

8 Let goed op verlies van security

Kijkend naar de convergerende werelden van IT en OT zien we niet alleen dat de kansen toenemen, ook de risico's lopen op. Beveiligingsexpert Bruce Schneier uitte zijn bedenkingen in *Wired*. Hij wijst erop dat de chips die nu op de markt komen, draaien op hardware en software die verouderd zijn. De makers van deze chips tonen weinig interesse om de chips up-to-date te houden, omdat ze zich concentreren op de ontwikkeling en productie van nieuwere versies. Het netwerk dat gebruikmaakt van deze chips, loopt dus een verhoogd risico wanneer zo'n chip of sensor aan het netwerk wordt toegevoegd. Met elke sensor, met elke (mini)computer die aan het netwerk wordt toegevoegd, neemt ook de veiligheid van het netwerk af. Robert Metcalfe, de oprichter van 3Com Corporation en bedenker van het ethernetprotocol, observeerde dat netwerken – van telefoons, computers of mensen – kwadratisch in waarde toenemen met elk nieuw knooppunt of met elke nieuwe gebruiker die aan het netwerk wordt toegevoegd. Een voorbeeld om de werking van deze zogenaamde Wet van Metcalfe uit te leggen, is de fax. Een dergelijk communicatieapparaat heeft geen nut wanneer er weinig personen gebruik van maken. Het Amerikaanse National Cybersecurity Center bouwde voort op de Wet van Metcalfe en publiceerde in 2008 een nieuw model ('The Economics of Networks and Cybersecurity') waarin behalve de winstpunten ook de kostenkant van cyber security en 'hacker economics' worden meegenomen.

Hoe groot het risico om gehackt te worden is in IT/OT-systemen bleek uit het schadelijke computerprogramma Stuxnet, dat wist door te dringen tot het computernetwerk van diverse verrijkingscentrales in Iran, en recentelijk deed ook Heartbleed, een gat in het SSL-beveiligingsprotocol, wereldwijd alle alarmbellen rinkelen. Via deze bug is het mogelijk het geheugen van computers uit te lezen en beveiligingssleutels te stelen.

Problemen hoeven niet alleen aan de kant van met het internet verbonden 'dingen' op te treden. Ook mensen laten steken vallen. Een interessant voorbeeld hiervan is het bedrijf Target, dat de gegevens van miljoenen creditcards verloor doordat hackers het account kraakten van een monteur van airconditioners. Dit account gaf toegang tot het netwerk van Target waarmee de monteur op afstand de desbetreffende apparaten kon beheren. De schade loopt in de honderden miljoenen dollars: 200 miljoen dollar voor de banken die 21,8 miljoen nieuwe creditcards moesten aanmaken, 100 miljoen dollar voor het versneld upgraden van de systemen van Target en een winstdaling van 46 procent in het laatste kwartaal van 2013 omdat klanten minder vertrouwen hadden.

9 Samenvatting en conclusie

33

De overgang van onze vorige Things-notitie over wearables naar deze notitie lijkt op het eerste gezicht aanzienlijk. De Fitbits, smartwatches en slimme pillen lijken in eerste instantie een compleet andere wereld dan het fabriekswerk, de procesindustrie of het monitoren van gasleidingen. Maar beide houden de conditie van 'assets' nauwgezet in de gaten: van het menselijk lichaam en machines tot infrastructuur. De context waarbinnen die mogelijkheden zich zullen ontwikkelen verschilt echter enorm. Ziekenhuizen, producenten van landbouwmachines en eigenaren van treinen en rails zullen daarom allemaal hun eigen plan moeten trekken. Op vele fabrieksvloeren zijn embedded systemen al vele jaren gemeengoed en kijkt men nu naar verdere integratie met hogerliggende IT-systemen of naar verslimming met robots. Ziekenhuizen zijn bezig zich voor te bereiden op totale connectiviteit en investeren in infrastructuur en standaardisatie om 'things-ready' te worden. Voor al die sectoren betekent de integratie van IT en OT net weer wat anders en heeft men andere competenties in huis om dat doel te realiseren.

De Industriële Revolutie 4.0

Als we de industriebespiegelingen van onder andere de Duitse overheid, General Electric, IBM en McKinsey serieus nemen, dan staan we dus aan de vooravond van een grote omwenteling. De wereld van machines en apparaten, artefacten en bijbehorende processen krijgt een enorme internetimpuls, waardoor de mens-machine-interactie sterk verandert. In het proces van de Industriële Revolutie zagen we die verhoudingen al eerder een paar keer op de schop gaan. Of dit nu net zo'n grote stap zal worden als bijvoorbeeld die van de stoommachines naar de massaproductie van Henry Ford, zullen we pas achteraf kunnen vaststellen. Maar er is voldoende aanleiding om deze ontwikkeling te plaatsen in het verlengde van het revolutionaire industriële verleden.

Het gebruik van het woord 'revolutie' in combinatie met 'industrie' is inmiddels onderdeel van ons cultureel erfgoed en behoeft weinig uitleg. De industriële verwoorvenheden zijn zo groot en talrijk dat hun impact nauwelijks overschat kan worden. Denk maar eens aan de apparaten in huis, zoals de wasmachine en stofzuiger, aan de treinen en auto's om ons te vervoeren of aan de geavanceerde voedingsindustrie of farmaceutische industrie. Nieuwe kansen hangen nauw samen met de verdere ver-internetting van de fysieke wereld: vliegtuigmotoren, locomotieven, bussen, gebouwen, tandenborstels, verlichting, postsortermachines, zonnepanelen, en ga zo maar door. Niet alleen krijgen ze een netwerkverbinding met de digitale wereld, ook worden ze uitgerust met betere capaciteiten om waar te nemen en te registreren.

Het Internet of Things speelt hierin een cruciale rol. Als matchmaker tussen de Informatie Technologie (IT) en de Operationele Technologie (OT) beschikt het IoT over capaciteiten die beide partners aanspreken. De operationele machinewereld wordt dankzij 'things' menselijker en bovendien zijn sensoren daar al meer ingeburgerd. De IT-wereld komt dankzij 'things' meer in de operatie te staan en de kansen om waarde toe te voegen 'where the action is' liggen voor het oprapen: namelijk in de dage-

lijkse omgang met apparaten en fysieke producten. In deze notitie kijken we naar de drie hoofdredenen van de maak- en de procesindustrie om aan het IoT-avontuur te beginnen:

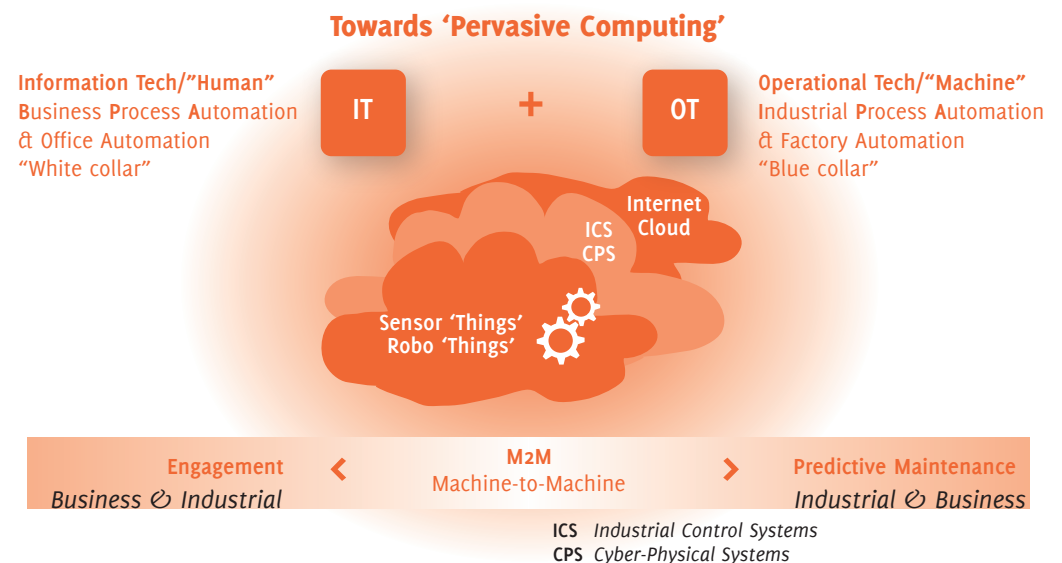
1. de winst van machine-interactie (M2M) als basis van snelheid en intelligentie;
2. de winst van beter onderhoud: liefst Predictive Maintenance;
3. de winst van engagement ofwel klantinteractie: mens en machine in Smart Factories en daarbuiten.

Alles op de fabrieksvloer en alles wat de fabriek verlaat uitrusten met sensoren en internetconnectie biedt voordelen voor de gebruiker en uiteraard ook voor de achterliggende industrie. En waar de internetconnectie niet af-fabriek geregeld is, duiken met name de telecomproviders met hun SIM-kaarten in de markt van de M2M-diensten: van posttassen tot ziekenhuisbedden.

In getallen uitgedrukt is de impact enorm. McKinsey spiegelt een pad voor tot het jaar 2025, waarin duizenden miljarden te winnen en te besparen zijn. De industrie is ingeboekt voor een derde van de totale impact, met verbeteringen in onderhoud die de kosten van de operatie moeten drukken. In de voorbeelden van Predictive Maintenance die we gaven, zien we enorme besparingen in onderhoud en inzet van kostbare assets. M2M levert de noodzakelijke schakel voor nieuwe diensten. En customer engagement kan zowel leiden tot verdere kostenreductie in industriële processen als tot omzetverhoging via consumentenelektronica.

Het huwelijk van IT en OT moet meer zijn dan verstand alleen

Dankzij de kantoorautomatisering, de automatisering van bedrijfsprocessen, de apps en de smartphones en de wearable computers is het veel eenvoudiger om een verband te leggen met de industriële procesautomatisering en de automatisering van fabricageprocessen. Dat huwelijk levert tal van nieuwe kansen op en als centrale spil brengt het Internet of Things alles in onze wereld dichterbij elkaar.



Het huwelijk tussen deze twee biedt tal van nieuwe kansen. Maar vanzelfsprekend is het allemaal niet. Engineering en IT spreken verschillende talen en van een gelukkig huwelijk is nog lang geen sprake. Qua karakter zijn IT en OT nogal verschillend. IT heeft in tegenstelling tot OT meestal een functionele baas, de CIO, en ze houdt zich bezig met de marktkant in plaats van met machines. Het is de wereld van de kantoor-automatisering, mainframes, businessprocessen, toetsenborden en desktops, maar in toenemende mate ook de wereld van de iPads en smartphones, de cloud en de wearables. OT is veel meer incidentgedreven, de technologie is er ingebed, ze wordt gerund door engineers en houdt zich bezig met de control van machines.

De Universiteit van Zuid-Australië heeft een uitgebreide Delphi-studie gewijd aan het vraagstuk van IT-OT-integratie. Het advies uit dit onderzoek luidt dat de engineers niet de eindverantwoordelijken mogen zijn van het integratietraject. Bovendien dient dat traject planmatig in vier stappen te worden doorlopen. Dit stappenplan stelt een logische volgorde voor en benadrukt de keuze voor de juiste standaarden, wat in de OT-wereld een complexe zaak is. Dat ‘alles met alles’ moet kunnen gaan praten, een van de onderdelen van de noodzakelijke standaardisering, kan worden opgelost met de servicebus die wij introduceerden als de ‘Smart Engine’. Deze slimme motor kan overweg met de vele communicatieprotocollen die alle denkbare sensor-things gebruiken. De vertaalslag naar de IT-kant kan worden gemaakt via zo’n engine, die vervolgens de gewenste output levert: een e-mail, een alarm dat afgaat, een twitterbericht of een database-entry.

Uit de comfortzones

Om de IT-OT-versmelting te laten slagen is in eerste instantie een verandering nodig van de mindset: de informatieoriëntatie van de twee vakgebieden. De engineers zouden plannen om andere dingen met hun technologie te doen kunnen ervaren als afbreuk aan het streven naar 100 procent uptime. Ook de IT’ers zullen uit hun comfortzone moeten treden. Weg vanachter hun businessdashboards met kwartaalcijfers en op naar de fabrieksvloer, het werkveld buiten of de huiskamer van de consument. Op naar de plekken waar de actie plaatsvindt en er een verschil kan worden gemaakt in beleving en snelheid, en kwaliteit van de besluitvorming.

10 Drie aanbevelingen

In deze blue-en-white-collar-samenwerking hebben internet-‘things’ een verbindende functie. De vereiste versmelting tussen verschillende bedrijfsonderdelen en culturen is naast een technische operatie vooral een activiteit aan de ‘zachte kant’ van de organisatie. Randvoorwaardelijk voor succes in IT/OT is om mensen fysiek en mentaal bij elkaar te brengen. Langs deze weg zullen eerst de opgetrokken muren moeten worden afgebroken. Hier volgen drie andere aanbevelingen om deze integratie sneller te laten verlopen.

A Zet IT-OT-integratie op uw digitale transformatieagenda

Gegeven het feit dat vrijwel iedere organisatie een digitaal transformatieproject heeft lopen, ligt het voor de hand om de beoogde IT-OT-versmelting hierin een plek te geven. Het realiseren van deze ‘totale connectiviteit’ vereist aandacht en kennis uit verschillende disciplines, van connectiviteit, infrastructuur, standaardisatie, werkprocessen en risk management tot human resources en marketing. Het gremium van strategen, plannenmakers en portfoliomanagers heeft het vermogen de middelen te alloceren om de gestelde doelen te realiseren. Daar hoort ook een nieuw vocabulaire bij. Naast B2B en B2C hebben we het nu ook over M2M, en over de overbrugging van afstanden door complete ketens heen. Een zogenaamde end-to-end (E2E) koppeling is nodig voor deze digitale acceleratie. Uiteraard zullen afhankelijk van de aard van de organisatie uw IT-OT-activiteiten een andere lading krijgen:

- de data uit werkprocessen via wearable technologie koppelen aan productiesystemen, zoals die van groothandels, ziekenhuizen en energieleveranciers;
- standaardisatie van de data en de communicatieprotocollen voor de ‘things-ready-ness’ en realisatie van totale connectiviteit;
- het gebruik van apparaten en machines volgen om beter onderhoud te kunnen plegen, zoals in de procesindustrie, de machine-industrie en de consumentenelektronica;
- nieuwe Human-Machine Interfaces en Interaction die data uit de operatie beter toegankelijk maken voor gebruikers: blue collar, white collar en consumenten.

De grote gemene deler voor deze digitale transformaties is de verbinding van hardware, software en services met data en digitale content. Betekenisvolle slimme oplossingen kunnen dan worden gebouwd met gebruik van advanced analytics. Dat betekent dat er hard moet worden gewerkt aan nieuwe digitale capabilities, zoals:

- governance: aansturing van de digitale transformatie onder de verantwoordelijkheid van de businessoperatie en niet onder die van de CFO;
- de integratie van mensen en culturen, wat vroeger vanuit de IT ‘business alignment’ heette, maar nu ook andere disciplines zoals R&D en design betreft – de zachte kant van de integratie dus: mensen mentaal en fysiek bij elkaar brengen;
- de afstemming met stakeholders in de verschillende kanalen, zoals serviceleveranciers als het om klantinteractie gaat of nieuwe gebruikersgroepen van de data in grotere ecosystemen;

- ♦ nieuwe architecturen die cyberfysieke componenten eenvoudiger als bouwblokken kunnen omzetten in services, mogelijk in samenwerking met partners.

37

B Kijk met telecom-ogen naar de operatie

Een inspirerend vertrekpunt om IT en OT bij elkaar te brengen is om uw organisatie te bekijken door een telecombril. Overbruggen van tijd en afstand door machineprotocollen (M2M) wordt met verve vanuit de telecomsector gepromoot. Onder meer AT&T voorziet zelfs een grotere markt dan de bestaande van mobiele telefonie. De afstanden die dienen te worden overbrugd, kunnen bijvoorbeeld betrekking hebben op de afstand tussen de fabriek en de producten thuis of tussen de professionals in het veld en de assets waarmee ze te maken hebben: spoor, treinen, water- en gasleidingen, enzovoort. Leidende vragen kunnen zijn:

- ♦ Welke mogelijkheden ziet u ontstaan door afstanden te overbruggen tussen mensen en machines, andere artefacten en processen?
- ♦ Van welke activiteiten in uw organisatie heeft u (nog) geen operationele data en hoe zouden sensoren die operationele data leveren in IT-systemen kunnen worden geïntegreerd?
- ♦ Hoe zouden moderne IT-middelen zoals iPads, smartphones en wearables, gekoppeld aan deze operationele systemen, waarde kunnen toevoegen aan consument en/of professional?

Uiteraard kunnen de voorbeelden uit deze en onze eerste twee Things-notities ter inspiratie dienen om het creatieve proces op gang te brengen. Van de kantoorstoelen met sensoren die de bezetting van verdiepingen en kamers bijhouden, tot de Nissan Nismo die de hartslag koppelt aan het rijgedrag van de automobilist en de vele andere mogelijkheden die we in onze notities schetsen.

C Stel een nieuw IT-OT-vakgebied in

De muur tussen IT en OT loopt niet alleen door de organisatie, maar ook dwars door opleidingen en trainingen heen. Om versnelling te realiseren in het nieuwe toepassingsgebied is toevoeging van IT-OT-kennis aan het curriculum noodzakelijk, maar zoals bekend loopt elke educatie vaak achter op de praktijk. Vanuit de engineeringkant zijn er al initiatieven als 'Towards 21st-Century Cyber-Physical Systems Education', dat wordt gesponsord door de Amerikaanse National Science Foundation. Hun aspiratie is om een multidisciplinaire opleiding te ontwikkelen, cross-domain, die moet leiden tot niets minder dan CPS-fluency van het hele Amerikaanse werkvolk. Ook aan de IT-kant gaan er stemmen op voor nieuwe vakgebieden. In *Harvard Business Review* werd onlangs nog een pleidooi gehouden voor een nieuwe 'physiolitics'-insteek: een combinatie van bewegingsleer uit wearable computers en analytics. Natuurlijk kennen we al masters in onder meer human-machine communication, telematica, mechatronica en embedded systems engineering. Een werkelijke cross-over van domeinen, met specifieke IoT-kennis als brug tussen deze werelden, zou een waardevolle en uiterst welkome toevoeging zijn: een digitale-machine-en-mens-gedragswetenschap waarin thema's als design thinking, cyber security, privacy, consumentenpsychologie en arbeidsrecht samenkomen, maar ook de energie-efficiency van embedded systemen en natuurlijk lean productie en processen.

Literatuur en illustraties

- Analysys Mason (2013): 'The M2M adoption barometer 2013', http://www.m2m-alliance.com/fileadmin/user_upload/pdf/2013/Whitepaper/A412-M2M_Circle_Research-130524-28-web.pdf
- ASSOCHAM India & PwC (2013): 'M2M Technologies', http://www.assocham.org/arb/Paper_M2M_Technologies.pdf
- Beckström, R. (2008): 'The Economics Of Networks And Cybersecurity', NSCS, https://www.unibw.de/infosecur/documents/published_documents/beckstroem_economics
- Bosch (2013): 'Industry 4.0 – Technology for the Fourth Industrial Revolution', http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/First_German-Indian_Workshop/Ferber_Indo-German_Workshop_2013-03.pdf
- CNBC (2014): 'Philips: How the Internet of Things Could Affect Healthcare', <http://www.cnn.com/id/101358718>
- Computerworld (april 2014): '4 things to do now to get ready for the Internet of Things', http://www.computerworld.com/s/article/9247616/4_things_to_do_now_to_get_ready_for_the_Internet_of_Things
- Credit Suisse (2012): 'Global Industrial Automation', https://doc.research-and-analytics.csfb.com/docView?language=ENG&source=emfromsendlink&format=PDF&document_id=994715241&extdocid=994715241_1_eng_pdf&serialid=hDabUewpvOqQcRiLxK7rxlQJZZ8TPLDrYHs47S97OOI%3d
- Cyber-Physical Systems (2014): <http://cyberphysicalsystems.org>
- Eisen, M.B. (2014): 'The Internet of Things Is Wildly Insecure – And Often Unpatchable', Wired Magazine, <http://www.wired.com/2014/01/theres-no-good-way-to-patch-the-internet-of-things-and-thats-a-huge-problem/>
- Emerson Process Management (2012): 'Move to Zero Unplanned Downtime', <http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Central%20Web%20Documents/SurfaceMiningBrief.pdf>
- FastCompany (2014): 'The World's Top 10 Most Innovative Companies in the Internet of Things: 1. Google NEST 2. Philips 3. Quirky', <http://www.fastcompany.com/most-innovative-companies/2014/industry/the-internet-of-things>
- FLSmidth (2013): 'Maintenance Systems', <http://www.flsmidth.com/en-US/Industries/Categories/Services/Operation+and+Maintenance+and+Solutions/Maintenance+Systems>
- Fraunhofer IAO (2013): 'Produktionsarbeit der Zukunft-Industrie 4.0', <http://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/forschungsthemen/Wissenschaftsjahr/2014-die-digitale-gesellschaft/Produktionsarbeit-der-Zukunft-Industrie-4.0.pdf>
- Freescale Semiconductor (2013): 'Machine-to-Machine (M2M) Gateway: Trusted and Connected Intelligence', http://cache.freescalse.com/files/32bit/doc/white_paper/M2MGATEWAYWP.pdf
- Future Travel Experience (2014): 'Air France-KLM: 'Our new permanent bag tag and tracking device can benefit the entire industry'', <http://www.futuretravelexperience.com/2014/03/air-france-klm-new-permanent-bag-tag-and-tracking-device-can-benefit-the-entire-industry/>
- Gartner IT Glossary: Operational Technology (OT) <http://www.gartner.com/it-glossary/operational-technology-ot>
- Gartner (2011): 'Gartner Says the Worlds of IT and Operational Technology Are Converging', <http://www.gartner.com/newsroom/id/1590814>
- General Electric (2013): '14 New GE Industrial Internet Technologies Move Machines Closer to Zero Unplanned Downtime', <http://www.gereports.com/post/74545272057/14-new-ge-industrial-internet-technologies-move>
- General Electric (2013): 'The Industrial Internet @Work', https://www.ge.com/sites/default/files/GE_IndustrialInternetatWork_WhitePaper_20131028.pdf
- General Electric (2014): 'Introducing the Industrial Internet', <https://www.ge.com/stories/industrial-internet>
- General Electric (2014): 'Predictivity: Powerful Outcomes with Big Data Analytics', <http://www.gesoftware.com/predictivity>
- German Federal Ministry of Education and Research (2013): 'Project of the Future: Industry 4.0', <http://www.bmbf.de/en/19955.php>
- GreenMonk (2014): 'Internet of Things connected Philips Hue bulbs review', <http://greenmonk.net/2014/02/20/internet-things-connected-philips-hue-bulbs-review/>
- Harvard Business School (2014): 'Technology and Operations Management (TOM)', <http://www.hbs.edu/faculty/units/tom/Pages/default.aspx>
- HEC Paris (2014): 'Operations Management & Information technology', <http://www.hec.edu/Faculty-Research/Operations-Management-Information-Technology>
- IBM (2014): 'Systems of Engagement & the Enterprise', <http://www-01.ibm.com/software/ebusiness/jstart/systemsofengagement/>
- IHS Technology (2014): 'The Fourth Industrial Revolution Brings Challenges to Big Data', <http://press.ihs.com/press-release/design-supply-chain/fourth-industrial-revolution-brings-challenges-big-data>
- Industrial IP Advantage (2014): 'Industrial IP Advantage', <http://www.industrialip.org/>
- Industrial IP Advantage (2014): 'Industrial IP Advantage', <http://www.rockwellautomation.com/products-technologies/network-technology/industrial-ip-advantage.page>
- IndustryWeek (2013): 'The Dawn of the Smart Factory', <http://www.industryweek.com/technology/dawn-smart-factory>

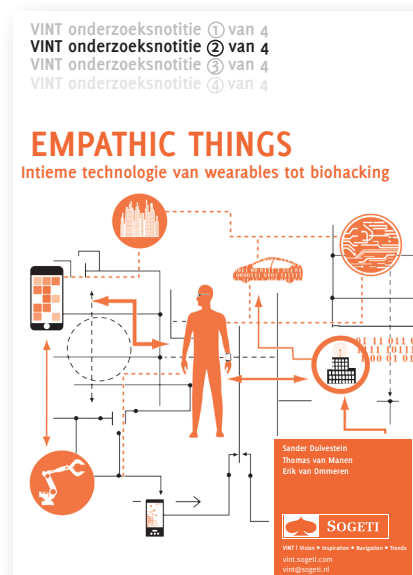
- IndustryWeek (2014): 'Industrial IP: Connect the Internet of Things', <http://www.industryweek.com/rockwell-automation-connected-industrial-enterprise/industrial-ip-connect-internet-things>
- INSEAD (2014): 'Technology & Operations management (TOM)', <http://www.insead.edu/facultyresearch/areas/tom/>
- McKinsey (2013): 'Disruptive Technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy', http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/disruptive_technologies
- McKinsey (2014): 'Disruptive Technologies Insight and Publications', http://www.mckinsey.com/insights/high_tech_telecoms_internet/disruptive_technologies
- McKinsey Quarterly (2010): 'The Internet of Things', http://www.mckinsey.com/insights/high_tech_telecoms_internet/the_internet_of_things
- McKinsey Quarterly (2013) The Internet of Things and the future of manufacturing http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/the_internet_of_things_and_the_future_of_manufacturing
- Murphy, R.R. (2000): 'Introduction to AI Robotics', <http://newplans.net/RDB/Introduction%20to%20AI%20Robotics%20-%20Murphy%20R.R.pdf>
- Murphy, R.R. (2000): Slideset Introduction to AI Robotics <http://www2.hawaii.edu/~reed/ics606/lectures/o8Roboticsintro.pdf>
- Nanyang Business School (2014): 'Information Technology & Operations Management', http://www.nbs.ntu.edu.sg/Faculty_Research/Academic_Divisions/IT_%20Operations_Management/Pages/Home.aspx
- NYU Stern (2014): 'Management of Technology and Operations', <http://www.stern.nyu.edu/AcademicAffairs/Specializations/ManagementofTechnologyandOperations/>
- OpenSSL.org (2014): 'The Heartbleed Bug', <http://heartbleed.com/>
- Philips (2013): 'Jeroen Tas on How to Integrate the Internet of Things into Your Business Model', <http://vint.sogeti.com/jeroen-tas-cio-phillips-integrate-internet-things-business-model/>
- Philips (2014): 'How the Internet of Things empowers us all', <http://www.philips.com/e/innovationmatters/blog/how-the-internet-of-things-empowers-us-all.html>
- Philips (2014): 'Philips connected retail lighting system', http://www.newscenter.philips.com/pwc_nc/main/standard/resources/lighting/press/2014/Euroshop2014/Philips-Connected-retail-lighting-system-infographic.png
- Plattform Industrie 4.0 (2013): 'Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0', http://www.bmbf.de/pubRD/Umsetzungsempfehlungen_Industrie4_o.pdf
- ProcessIT.EU (2013): 'European Roadmap for Industrial Process Automation', http://www.processit.eu/Content/Files/Roadmap%20for%20IPA_130613.pdf
- Rockwell Automation (2012): 'Future Trends in Industrial Networking', http://www.rockwellautomation.com/resources/downloads/rockwellautomation/pdf/events/automation-fair/2012/tech-sessions/t33_future-trends-in-industrial-networking.pdf
- Rockwell Automation (2013): 'EtherNet/IP Fully Harness the Power of Industrial IP', <http://www.industrial-ip.org/en/industrial-ip/ethernet-ip/ethernetip-fully-harness-the-power-of-industrial-ip>
- Rockwell Automation (2013): 'How Industrial IP Supports Network Connectivity', <http://www.rockwellautomation.com/rockwellautomation/news/the-journal/article/industrial-ip.page>
- Rockwell Automation (2013): 'Industrial Automation and the Internet of Things', <http://blog.emea.rockwellautomation.com/2013/09/04/industrial-automation-and-the-internet-of-things/#.UzKZVSaPjxA>
- Rockwell Automation (2014): 'CIP over 6LoWPAN – Expand CIP to IPv6-based Field Wireless Network', http://www.odva.org/Portals/o/Library/Annual%20Meeting%202014/2014_ODVA_Conference_Xu_Brooks_Yu_Brandt_CIP_over_6LoWPAN_FINAL.pdf
- Rockwell Automation & Cisco (2011): 'Guidelines for Designing an IT-Ready Machine', http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/enet-wp024_-en-p.pdf
- Sacco, A. (2013): 'Cybersecurity Expert and CIO: Internet of Things is 'Scary as Hell'', CIO Magazine, <http://www.cio.in/feature/cybersecurity-expert-and-cio-internet-things-scary-hell>
- Siemens (2013): 'Industrie 4.0 – The Fourth Industrial Revolution', <https://www.youtube.com/watch?v=HPRURtORnis>
- Sjostrom, A. (2014): 'Philips proves Internet of Things isn't just for startups', <http://andreassjostrom.com/philips-proves-internet-of-things-isnt-just-for-startups>
- Smart Manufacturing Leadership Coalition (2014): <https://smartmanufacturingcoalition.org/>
- Sogeti VINT (2013): 'Things – Internet of Business Opportunities', <http://vint.sogeti.com> Stanford University (2014): 'Operations, Information & Technology (OIT)', <https://www.gsb.stanford.edu/programs/phd/academic-experience/fields/operations-information-technology>
- Sogeti VINT (2014): 'Empathic Computing. Intimate Computing from Wearables to Biohacking', <http://vint.sogeti.com>
- Tung, L. (2014): 'Target hackers hit air-conditioning firm first as a way in', ZDNet, <http://www.zdnet.com/target-hackers-hit-air-conditioning-firm-first-as-a-way-in-7000026041/>
- University of South Australia (2013): 'Convergence, alignment and integration of Operational and Information Technologies in organisations with Engineering Asset Management functions', <http://sim.unisa.edu.au/OTandIT.pdf>
- VentureBeat (2013): 'Be like Gillette: Why software is the razor blade of hardware companies', <http://venturebeat.com/2013/10/31/be-like-gillette-why-software-is-the-razor-blade-of-hardware-companies/>
- de Vries, J. (2008): 'The Industrious Revolution: Consumer Behavior and the Household Economy, 1650 to the Present', http://books.google.nl/books?id=CMhg4FcRU_oC

Meer onderzoek van VINT

Beschikbaar als PDF: **No More Secrets with Big Data Analytics** (206 blz.)
en onze laatste twee onderzoeksnotities: **THINGS – internet van business-**
kansen (36 blz.) en **EMPATHIC THINGS – intieme technologie van wearables**
tot biohacking (44 blz.).



<http://vint.sogeti.com/downloads>



VINT | Vision • Inspiration • Navigation • Trends