

////////////////////////////////////

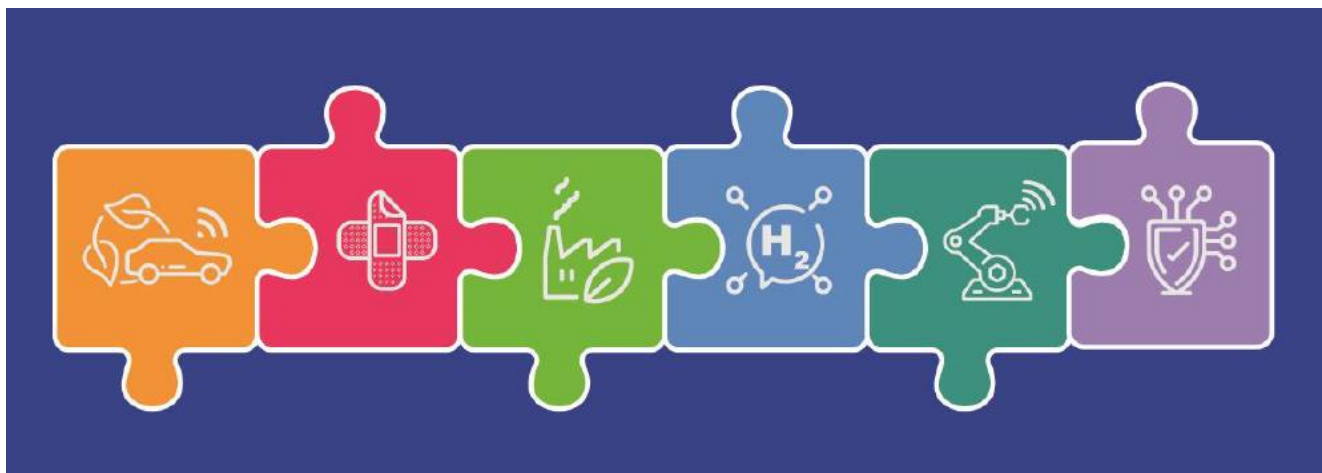
EXPERT-RAPPORT

STRATEGISCHE ANALYSE VAN DE WAARDEKETEN INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS (IIOT)

IN HET KADER VAN IPCEI
(IMPORTANT PROJECTS OF COMMON EUROPEAN INTEREST)

SEPTEMBER 2022

////////////////////////////////////



De Vlaamse Adviesraad voor Innoveren en Ondernemen (VARIO) adviseert de Vlaamse Regering en het Vlaams Parlement over het wetenschaps-, technologie-, innovatie-, industrie-, en ondernemersschapsbeleid. De raad doet dit zowel op eigen initiatief als op vraag. VARIO werd bij besluit opgericht door de Vlaamse Regering op 14 oktober 2016. VARIO werkt onafhankelijk van de Vlaamse Regering en de partijen in het werkveld. De voorzitter en de negen leden van VARIO zetelen in eigen naam:

Lieven Danneels (voorzitter)

Dirk Van Dyck (plaatsvervangend voorzitter)

Katrin Geyskens

Wim Haegeman

Johan Martens

Koen Vanhalst

Vanessa Vankerckhoven

Marc Van Sande

Reinhilde Veugelers

Het secretariaat is gevestigd in Brussel:

Koning Albert II-laan 35 bus 9

1030 Brussel

+32 (0)2 553 24 40

info@vario.be

www.vario.be

EXPERT-RAPPORT
STRATEGISCHE ANALYSE VAN DE WAARDEKETEN
INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS (IIOT)

IN HET KADER VAN IPCEI
(IMPORTANT PROJECTS OF COMMON EUROPEAN INTEREST)

SEPTEMBER 2022

INHOUD

CONTEXT	1
1. Vraag om advies	1
2. VARIO-Aanpak IPCEI-adviestraject	2
2.1 VARIO-advies 12: Strategische Verkenning IPCEI – deel I Waterstof	2
2.2 Experten rapporten: Strategische analyse waardeketens IIoT, Smart Health, CS en CCAV	3
2.3 VARIO-advies 22: Strategische verkenning IPCEI – deel II: afwegingskader om in te spelen op toekomstige opportuniteiten inzake IPCEI	4
IPCEI - Voor een goed begrip	5
EXPERT-RAPPORT	
Strategische Analyse van de waardeketen INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS.....	

CONTEXT

1. VRAAG OM ADVIES

Begin 2020 werd VARIO door toenmalig minister voor Economie en Innovatie Hilde Crevits om advies gevraagd inzake de *Important Projects of Common European Interest* (IPCEI's): *“Via de IPCEI-projecten wil de EU de lidstaten de mogelijkheid geven om de vorming van Europese waardeketens te stimuleren met steun voor O&O, maar ook voor de eerste uitrusting van pilootfabrieken. De EC heeft een achttal domeinen geïdentificeerd waarbinnen ze projecten wil stimuleren gaande van batterijen voor de elektrische auto over waterstof tot cybersecurity.*

Ik vraag nu aan VARIO om een strategische verkenning en analyse uit te voeren van de sterktes en opportuniteiten die er zich voor Vlaanderen stellen voor de verschillende mogelijke IPCEI's.

- *Waar hebben we uitmuntende onderzoekers?*
- *Waar zijn de bedrijven die een cruciale schakel kunnen worden in een nieuwe EU-waardeketen?*
- *Waar zitten risico's als we niet zouden meedoen?*

We gaan immers keuzes moeten maken op welke projecten we met onze kennisinstellingen en industrie prioritair willen inzetten. Een ding is vandaag duidelijk: we kunnen niet op alles inzetten. Onze middelen moeten we focussen en daarvoor hebben we de nodige onderbouwing nodig. VARIO kan daartoe een belangrijke insteek leveren.”

De acht domeinen waarnaar minister Crevits in haar adviesvraag refereert zijn: (1) Microelectronics, (2) Batteries, (3) Clean, connected and autonomous vehicles (CCAV), (4) Smart health, (5) Low CO₂ emissions industry, (6) Hydrogen technologies and systems, (7) Industrial internet of things (Industrial IoT) en (8) Cybersecurity (CS)

Deze vraag om advies bouwt verder op het politieke engagement voor IPCEI in het regeerakkoord 2019-2024 *“We hanteren een meer strategische aanpak van de Important Projects of Common European Interest (IPCEI), en voorzien hiervoor de nodige middelen.”*¹, en werd verder geëxpliciteerd in de beleidsnota Economie, Wetenschapsbeleid en Innovatie² van toenmalig Vlaams minister van Economie en Innovatie Hilde Crevits: *“Via IPCEI-projecten wil de EU de lidstaten stimuleren om middelen te bundelen in grote projecten die bijdragen aan de concurrentiekracht van de Unie. Europa voorziet de mogelijkheid tot een ruimere toekenning van staatssteun. We hanteren voor de IPCEI een Vlaamse strategische aanpak en ondersteunen voor Vlaanderen relevante projecten via de middelen voor innovatiebeleid. De deelname aan deze belangrijke projecten zorgt er immers voor dat Vlaamse bedrijven, en ook kmo's, kunnen aansluiten bij nieuwe Europese waardeketens voor toekomstgerichte innovaties. We willen van deze*

¹ Vlaamse Regering 2019-2024 regeerakkoord pp. 40. Oktober 2019

² Beleidsnota Economie, Wetenschapsbeleid en innovatie (2019-2024) ingediend door viceminister-president Hilde Crevits, Vlaams minister van Economie, Innovatie, Werk, Sociale Economie en Landbouw, pp. 19-20. 8 november 2019.

mogelijkheid gebruik maken om het economisch weefsel in Vlaanderen te versterken en bedrijven hier te verankeren. We volgen het Europees beleid op en werken een strategisch kader uit voor deelname aan IPCEI's op basis van toegevoegde waarde voor Vlaanderen. Een eerste IPCEI waaraan we zullen deelnemen is de uitbouw van een waardeketen voor batterijen."

2. VARIO-AANPAK IPCEI-ADVIESTRAJECT

De vraag om advies kwam net nadat eind 2019 de IPCEI-batterijen voor elektrische auto's was gestart, de eerste IPCEI waaraan België en Vlaanderen participeert. De vraag om advies was ingegeven vanuit de nood aan onderbouwing om geïnformeerd beslissingen over deelname aan mogelijke toekomstige IPCEI's te kunnen nemen. De mogelijkheid om IPCEI's op te zetten is op zich niets nieuws. De communicatie van de Europese Commissie dateert van 2014. M.b.t. high-performance computing and Big Data Enabled Applications werd reeds in 2017 gekeken naar de opties om een IPCEI op te zetten. Er werd toen echter beslist om dit niet te doen en een andere formule te kiezen voor de ondersteuning van dit initiatief.³ In december 2018 werd dan toch de eerste IPCEI gelanceerd; één rond micro-elektronica. België neemt evenwel geen deel aan deze IPCEI.

VARIO werd gevraagd een strategische analyse uit te voeren van de zes waardeketens die op 5 november 2019 door het *Strategic Forum on IPCEI* werden geïdentificeerd als potentiële toekomstige IPCEI's: (1) Clean, connected and autonomous vehicles (CCAV), (2) Smart health, (3) Low CO₂ emissions industry, (4) Hydrogen technologies and systems, (5) Industrial internet of things (Industrial IoT) en (6) Cybersecurity (CS).

Omdat ten tijde van de vraag om advies in het voorjaar van 2020 door de FOD Economie al een oproep werd gelanceerd voor het indienen van 'expressions of interest' voor een IPCEI 'Hydrogen Technologies and Systems' met juni 2020 als deadline, heeft VARIO prioriteit gegeven aan het in kaart brengen van de waterstofwaardeketen.

2.1 VARIO-advies 12: Strategische Verkenning IPCEI – deel I Waterstof

VARIO overhandigde haar advies 12 '[Strategische Verkenning IPCEI – deel I Waterstof](#)' in juli 2020 aan toenmalig Vlaams minister van Economie en Innovatie Hilde Crevits. Dit advies omvat een studie over de perspectieven voor een Vlaamse waterstofeconomie. Daaruit blijkt dat Vlaanderen alle troeven in huis heeft om een toonaangevende rol te spelen in Europa op het vlak van waterstof, mits de juiste ondersteuning. Ondertussen werden er ook reeds een aantal belangrijke stappen gezet:

- **13 november 2020:** In een mededeling aan de Vlaamse Regering stelt Hilde Crevits de Vlaamse Waterstofvisie 'Europese koploper via duurzame innovatie' voor. Met de opmaak van een Vlaamse Waterstofvisie geeft de Vlaamse Regering het startschot voor de uitrol van een waterstofbeleid en ook gehoor aan één van de aanbevelingen van VARIO.
- **17 juli 2020:** de Vlaamse Regering stemt in met deelname aan de IPCEI-waterstof en met een aantal bepalingen die een kader vormen voor deelname.
- **19 oktober 2021:** Vlaanderen selecteert 10 waterstof projecten voor de IPCEI waterstof van de Europese Commissie. De eerste reeks van 5 projecten wordt nu ter goedkeuring voorgelegd aan de Europese Commissie. De totale projectkost voor de 10 Vlaamse projecten bedraagt 1,025 miljard

³ https://eurohpc-ju.europa.eu/index_en

euro. Vlaanderen zelf maakt voor de 5 projecten in de eerste IPCEI golf een totaal budget van 106,3 miljoen euro vrij.

- **15 juli 2022:** de Europese Commissie keurt 5,4 miljard euro publieke steun van 15 lidstaten goed voor een IPCEI in Hydrogen Technology genaamd 'Hy2Tech'.⁴

2.2 Expert-rapporten: Strategische analyse waardeketens IIoT, Smart Health, CS en CCAV

Omwille van de grote workload heeft VARIO na het uitvoeren van de strategische analyse van de waardeketen m.b.t. waterstof beslist om de analyse van de volgende vier waardeketens te laten uitvoeren door externe experts.

1. Industrial IoT – Filip Vandamme (Long Gamma bv.)
2. Smart Health – Frank Boermeerster, Bart Collet en Koen Kas (Healthskouts)
3. Cybersecurity – Ulrich Seldeslachts (LSEC)
4. Clean, Connected and Autonomous Vehicles – Sam Maddalena (Absolute Sensing)

De analyse van de waardeketen 'Low Carbon emissions industry' werd in samenspraak met het kabinet Innovatie voorlopig on hold gezet omwille van de onderzoeksopdrachten die in het kader van deze problematiek al werden en nog worden uitbesteed.

- De externe experts hebben voor de opmaak van de onafhankelijke expert-rapporten een beroep gedaan op hun eigen expertise, desk research en interviews (een lijst met geconsulteerde partijen werd telkens toegevoegd in bijlage van elk rapport). Deze rapporten werden opgemaakt tussen december 2020 en december 2021. Vervolgens werd een validatieproces toegepast op de externe expert-rapporten, via een validatieworkshop (van anderhalf uur via teams) met een brede groep stakeholders/experts.
- De input van de validatieworkshop werd verwerkt in het expert-rapport door de VARIO-staf, en opnieuw gevalideerd door de stakeholders/experts die deelgenomen hebben aan de workshop.

Het resultaat zijn vier rapporten opgemaakt door externe experts, waarop de eindredactie is gebeurd door de VARIO-staf.

De VARIO-raadsleden benadrukken dat de rapporten de visie en aanbevelingen van de externe experts weergeven, aangevuld met informatie uit de validatieworkshop.

In voorliggende publicatie wordt het expert-rapport INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS voorgesteld.

⁴ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_22_4544

2.3. VARIO-advies 22: Strategische verkenning IPCEI – deel II: afwegingskader om in te spelen op toekomstige opportuniteiten inzake IPCEI

Tijdens de uitvoering van de strategische analyses van voormelde vier waardeketens door de experts in de loop van 2021, werd al snel duidelijk dat nog andere waardeketens circuleren als mogelijke IPCEI's. De confrontatie met de Covidcrisis en daaraan gekoppeld de onderbrekingen in de toeleveringsketens en het gebrek aan strategische autonomie in bepaalde sectoren, maakte andere waardeketens meer prioritair: 2^e IPCEI batterijen, 2^e IPCEI micro-elektronica, IPCEI next generation cloud infrastructure and services, IPCEI health...

Om goed voorbereid te kunnen inspelen op de onverwachte toekomstige opportuniteiten inzake IPCEI, besliste VARIO een afwegingskader voor IPCEI te ontwikkelen wat resulteerde in [VARIO-advies 22: 'Strategische verkenning IPCEI Deel II: IPCEI-afwegingskader'](#) (september 2021). In dit advies werden de informatie en de inzichten van de expert-rapporten m.b.t. de strategische analyse van de waardeketens gebundeld met de resultaten van bijkomende analyses uitgevoerd door de VARIO-staf (deskresearch, interviews en benchmarkanalyse).

In zijn advies 22 geeft VARIO aan dat het belangrijk is om eerst een duidelijk overkoepelend strategisch kader op te stellen, breder dan IPCEI. Het is tevens heel belangrijk om te kijken hoe IPCEI binnen het bestaande instrumentarium past – is IPCEI de beste keuze om een initiatief te ondersteunen? Een IPCEI-deelname moet volgens VARIO geanalyseerd worden aan de hand van het volgende afwegingskader:

Landen/regio perspectief:

- Sluit IPCEI aan bij de Vlaamse strategie en transities?
- Heeft Vlaanderen voldoende financiële draagkracht om aan te sluiten bij de IPCEI?
- Heeft de IPCEI voldoende impact voor Vlaanderen?

Bedrijfsperspectief:

- Hebben we bedrijven met unieke technologische expertise en innovatie?
- Hebben we voldoende kritische massa?
- Is er een marktfaal?
- Zijn onze bedrijven (en hun projecten) voldoende ingebed in een (internationaal) netwerk?
- Is er voldoende bereidheid om te (co-)investeren bij de Vlaamse bedrijven?

IPCEI - VOOR EEN GOED BEGRIP

Bij het lezen van de experten rapporten is het belangrijk om een goed begrip te hebben van wat IPCEI is. Daarom herhalen we in dit hoofdstuk een aantal elementen die belangrijk zijn en die reeds aan bod kwamen in het VARIO-advies 12 'Strategische verkenning IPCEI. Deel I: Waterstof' en VARIO-advies 22 'Strategische verkenning IPCEI. Deel II: afwegingskader. De invulling van IPCEI evolueert doorheen de tijd'⁵.

Waarvoor staat IPCEI?

'IPCEI's (Important Projects of Common European Interest) bieden een kans om het bestaande marktfalen te overwinnen en particuliere investeringen te stimuleren, er tegelijk voor zorgend dat het gelijke speelveld op de interne markt niet wordt verstoord.

Er zijn immers situaties waarin de markt alleen geen voldoende resultaten kan opleveren. Dit is het geval voor innovatieve, grensoverschrijdende, ambitieuze en complexe projecten, die een hoge mate van technologische, financiële of marktrisico's met zich meebrengen, coördinatie en samenwerking tussen meerdere marktdeelnemers binnen een waardeketen vereisen en positieve spill-over effecten genereren die verder reiken dan de investeerders. Deze projecten brengen vaak aanzienlijke risico's met zich mee, die particuliere investeerders niet zelf willen/kunnen dragen. Men spreekt dan van een marktfalen. In dergelijke gevallen kan overheidssteun van verschillende lidstaten die samenwerken noodzakelijk zijn om het marktfalen te ondervangen en de zgn. funding gap (zie sectie 3.3) te dichten.⁶ In het licht van de beschikbare O&O&I-capaciteit kan marktfalen evenwel een hinderpaal zijn voor het bereiken van optimale uitkomsten en kan het om een aantal redenen zoals positieve externaliteiten, imperfecte en asymmetrische informatie en netwerkfalen tot een ondoelmatige uitkomst leiden.⁷

'IPCEI is een 'initiatief' van de Europese Commissie. De notie van IPCEI is opgenomen onder Art. 107(3)(b) TFEU als onderdeel van de regels m.b.t. staatssteun. De mededeling betreffende de IPCEI's werd reeds goedgekeurd in 2014, maar werd tot voor kort slechts heel beperkt gebruikt. IPCEI is zelf geen steunkader en de EC voorziet geen financiële ondersteuning in de context van IPCEI's - het betreft een specifieke rechtsgrondslag voor de EC om staatssteun verenigbaar te verklaren met de interne markt. IPCEI betreft dus enkel de toelating aan de lidstaten om de beperking die Europa oplegt wat het percentage staatssteun aan de (private)actoren betreft, te overschrijden. Een onderneming kan financiering aanvragen voor verschillende deelprojecten van een IPCEI in verschillende lidstaten van de EU. De goedkeuring van de EC is nodig omdat er mogelijk grote marktversturende effecten zich kunnen voordoen'.⁸

⁵ 25 november 2021 was er een update van de mededeling betreffende IPCEI: [Nieuwe staatssteunregels voor Important Projects of Common European Interest | VLEVA](#)

⁶ Zie VARIO-advies 12 'Strategische verkenning Important Projects of Common European Interest (IPCEI). Deel I: Waterstof' pagina 12-13.

⁷ Mededeling van de commissie – kaderregeling betreffende staatssteun voor onderzoek, ontwikkeling en innovatie (2014/C 198/01) sectie 4.2.1 [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014XC0627\(01\)&from=NL](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014XC0627(01)&from=NL)

⁸ Zie VARIO-advies 12 'Strategische verkenning Important Projects of Common European Interest (IPCEI). Deel I: Waterstof' pagina 12-13.

Type IPCEI-projecten

Drie 'type' projecten zijn mogelijk⁹:

- **Art. 22. O&O&I-projecten:** *O&O&I-projecten moeten bijzonder innovatief zijn of qua O&O&I aanzienlijk toegevoegde waarde opleveren in het licht van de huidige stand van de techniek in de betrokken sector.*
- **Art. 23. First Industrial Deployment – FID:** *Projecten die een eerste industriële toepassingen omvatten, moeten de ontwikkeling mogelijk maken van een nieuw product of een nieuwe dienst met een sterke onderzoeks- en innovatiecomponent en/of ontwikkeling van een fundamenteel innovatief productieproces. Regelmatige bijwerkingen zonder innovatieve dimensie van bestaande faciliteiten en de ontwikkeling van nieuwe versies van bestaande producten kwalificeren niet als belangrijke projecten van gemeenschappelijk Europees belang. FID-projecten kunnen dus enkel in combinatie met een O&O-project.*
- **Art. 25. Infrastructuurprojecten in de sectoren milieu, energie, vervoer, gezondheid of digitalisering** *(voor zover ze niet onder art. 22 en 23 vallen) moeten hetzij van groot belang zijn voor de strategie van de Unie op het gebied van milieu, klimaat, energie (met inbegrip van de voorzieningszekerheid), vervoer, gezondheid, industrie of digitalisering, hetzij een aanzienlijke bijdrage leveren tot de interne markt, onder meer voor die specifieke sectoren, en kunnen na aanleg worden ondersteund tot zij volledig operationeel zijn.*

Voorwaarden voor IPCEI-projecten

'IPCEI' betreffen transnationale projecten van voor de EU strategisch belang. De projectsteun moet een duidelijke bijdrage leveren aan economische groei, banen en concurrentievermogen van de EU. Een IPCEI-project moet aan twee voorwaarden voldoen: (1) nut hebben voor de competitiviteit van de EU en (2) marktfalen opvangen. Projecten moeten aan de volgende voorwaarden voldoen¹⁰:

- *Bijdragen aan strategische EU-doelstellingen;*
- *Meerdere lidstaten moeten er bij betrokken zijn;*
- *De begunstigden ervan moeten ook voor particuliere financiering zorgen;*
- *Het project moet positieve overloopeffecten in de hele EU opleveren;*
- *Project moet bijzonder ambitieus zijn in termen van onderzoek en innovatie (d.w.z. moet verder gaan dan wat over het algemeen als 'state-of-the-art' in betrokken sector geldt.*

Het betreft dus geen massaproductie of commerciële activiteiten. Steun aan IPCEI-projecten kunnen marktversturende elementen omvatten. Daarom is het belangrijk dat aan bovenvermelde voorwaarden voldaan wordt.¹¹

⁹ Zie ook: Europese Commissie – mededeling van de commissie; Criteria voor de beoordeling van de verenigbaarheid met de interne markt van staatssteun ter bevordering van de verwezenlijking van belangrijke projecten van gemeenschappelijk Europees belang (2021) 8481 final). https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:c6681395-4ded-11ec-91ac-01aa75ed71a1.0007.02/DOC_1&format=PDF

¹⁰ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_19_6705

¹¹ Zie VARIO-advies 12 'Strategische verkenning Important Projects of Common European Interest (IPCEI). Deel I: Waterstof pagina 13-14.

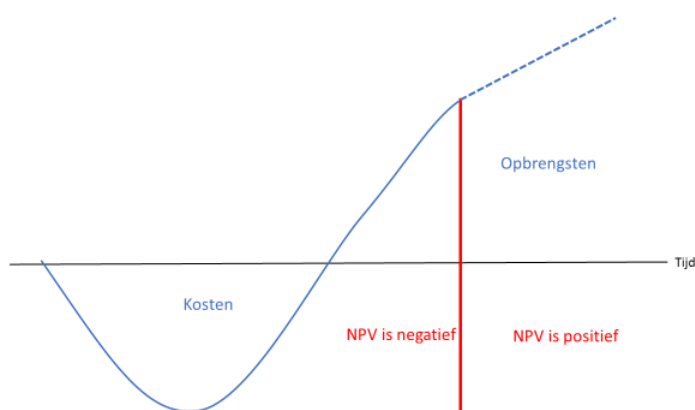
Cofinanciering en funding gap

De projectsteun ontvangen van de lidstaten vormt een aanvulling op de private investeringen die de bedrijven ondernemen; er wordt namelijk een zeer groot engagement voor cofinanciering gevraagd van de private actoren.

Er moet ook een zogenaamde 'funding gap'¹² (zie Figuur 1) zijn. Op het einde van het project mag dit nog niet winstgevend zijn; de projectkosten moeten ruimer zijn dan de inkomsten binnen een bepaalde tijdsperiode. M.a.w. er moet een negatieve NPV (net present value) of negatieve netto contante waarde zijn. De funding gap komt overeen met het verschil tussen de negatieve en positieve NPV waarbij de Europese Commissie de steun wenst te beperken tot wat minimaal vereist is om het project te laten doorgaan, dus om de negatieve NPV tot nul te brengen. Dit dient ter verantwoording voor de toelating voor hogere staatssteun door de lidstaten. De staatssteun van de lidstaten mag maximaal 100% van de funding gap omvatten¹³ (voor meer informatie hoe de IPCEI-maatregel ingevuld wordt door Vlaanderen verwijzen we graag naar sectie 3.6).

Bij het notificatieproces van de bedrijven bij de Europese Commissie voor deelname aan IPCEI (zie sectie 3.5) vormt de funding gap oefening een belangrijk onderdeel.

Figuur 1: Voorstelling funding gap



Spillover-effecten

Daarnaast is er ook de specifieke vereiste van spill-overs, met de bedoeling om een deel van de resultaten en kennis ruimer te delen met het ecosysteem en de maatschappij. De bedrijven krijgen de mogelijkheid voor een verruiming van staatssteun, maar hiertegenover staat een engagement voor een bredere disseminatie en deling van kennis. Bij het notificatieproces moeten bedrijven duidelijk de spillovers weergeven.

¹² proces IPCEI-Hydrogen en stavaza sep20 update maart21_EDC-MS (2).pdf

¹³ Zie VARIO-advies 12 'Strategische verkenning Important Projects of Common European Interest (IPCEI). Deel I: Waterstof' pagina 14

Meerwaarde van deelname aan IPCEI

In de context van de oproep rond de waterstof IPCEI werd door VLAIO het volgende gecommuniceerd¹⁴; *'Een deelname aan een IPCEI met notificatie is een interessante optie voor bedrijven bij:*

- *O&O&I-projecten met een omvang die ruimer is dan de maxima in de vrijstellingsverordening (20 miljoen euro steun per project bij onderzoek);*
- *Investerings in milieu, energie of transport met een omvang die ruimer is dan de maxima in de vrijstellingsverordening (15 miljoen euro steun per project bij milieuprojecten);*
- *FID gekoppeld aan een innovatietraject: mogelijkheid voor financiering activiteiten die niet steunbaar zijn in de klassieke staatsteunregels'.*

Het meest vernieuwende aspect van IPCEI is de mogelijkheid om FID te steunen bij projecten met een belangrijke innovatiecomponent. De andere twee types projecten - O&O&I-projecten en investeringen voor milieu, energie, vervoer, gezondheid of digitalisering - kunnen ook gesteund worden onder de gewone staatssteunregels. IPCEI laat wel een ruimere invulling toe maar de activiteiten zijn op zich niet verschillend van wat anders mogelijk is.¹⁵ Een andere belangrijke meerwaarde van een IPCEI-deelname is dat je als bedrijf deel uitmaakt van een strategische Europese waardeketen.

Er zijn echter ook een aantal specifieke vereisten verbonden aan een directe deelname aan IPCEI via notificatie. In sectie 3.3. werd reeds het belang voor spillover-effecten aangehaald. Hierbij is het expliciet de bedoeling om een deel van de resultaten en kennis ruimer te delen met het ecosysteem en de maatschappij. Voor investeringen voor milieu, energie, vervoer, gezondheid of digitalisering zijn ook non-exclusiviteit en toegang aan derden een vereiste. Daarnaast is de notificatie-procedure voor de bedrijven bij een IPCEI-deelname zeer veeleisend.¹⁶

Indirecte deelname (spillover groep)

IPCEI betreft grote uitdagende projecten met een hoog marktfalen en groot financieel risico. Deelname aan een IPCEI betreft een intensieve notificatie-procedure voor de bedrijven en vergt substantiële cofinanciering.

Om toch aan te sluiten bij het Europese netwerk en de strategische waardeketen zonder een notificatie-procedure te doorlopen kunnen bedrijven een indirecte deelname aan IPCEI overwegen. Activiteiten zoals O&O&I-projecten en milieu-, energie-, vervoer-, gezondheids- en digitaliseringsprojecten kunnen daarbij dan binnen het reguliere steunkader ondersteund worden (let wel, dit kan niet voor FID).

Procesverloop IPCEI

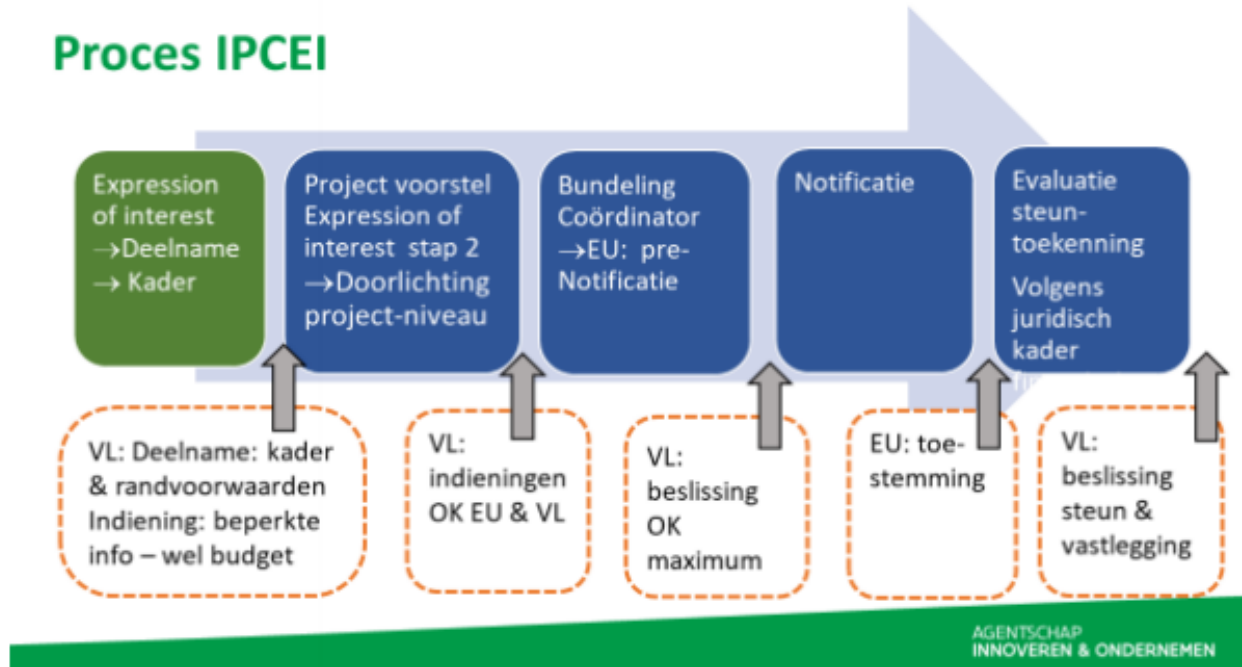
Het procesverloop van een IPCEI beschrijven is een moeilijke oefening, dit omdat er niet één vast procesverloop is. De lidstaten kunnen een aantal elementen binnen dit proces vrij invullen. In Figuur 2 wordt het procesverloop voor de IPCEI waterstof weergegeven. Voor een gedetailleerde beschrijving verwijzen we graag naar VARIO-advies 22.

¹⁴ Nota kader IPCEI: IPCEI en deelname Vlaanderen (07/03/2020) <https://www.vlaio.be/nl/media/1644>

¹⁵ Nota kader IPCEI: IPCEI en deelname Vlaanderen (07/03/2020) <https://www.vlaio.be/nl/media/1644>

¹⁶ Nota kader IPCEI: IPCEI en deelname Vlaanderen (07/03/2020) <https://www.vlaio.be/nl/media/1644>

Figuur 2: Procesverloop IPCEI waterstof (vanaf de OIB – EOII)



Bron: IPCEI-hydrogen: proces en stand van zaken (04/09/2020, update 07/03/2020)¹⁷

Beleids- en financieringslandschap Vlaanderen

De beleidsvoorbereidende rol van het departement EWI

Het departement EWI staat in om het IPCEI-verhaal in te bedden in het Vlaams industriebeleid (o.a. smart specialisation strategy). Daarbij is het belangrijk om te kijken wat subsidies aan één bedrijf (of een beperkt aantal bedrijven) kunnen bijdragen aan de bredere economie (spillover effecten).

Afhankelijk van het technologiedomein van de IPCEI kan het departement EWI hiervoor in overleg treden met de verticale departementen bv. MOW, OMG... Het departement EWI legt ook op Europees vlak de linken tussen de verschillende initiatieven; bv. Horizon Europe, SET¹⁸-plan enz. in de context van waterstof.

De beleidsuitvoerende rol van VLAIO

Zoals aangegeven zijn er drie type projecten mogelijk binnen IPCEI. De invulling van deze projecten aan de hand van instrumenten gebeurt door de lidstaten/regio's zelf. De steun vanuit Vlaanderen wordt (tot nu toe) **beperkt tot 50% van de funding gap voor alle projecttypes**. In de communicatie vanuit VLAIO wordt aangegeven dat 'voor verschillende IPCEI's de modaliteiten evenwel kunnen verschillen'¹⁹.

¹⁷ proces IPCEI-Hydrogen en stavaza sep20 update maart21_EDC-MS (1).pdf

¹⁸ Strategic Energy Technology Plan https://ec.europa.eu/energy/topics/technology-and-innovation/strategic-energy-technology-plan_en

¹⁹ Nota kader IPCEI: IPCEI en deelname Vlaanderen (07/03/2020) <https://www.vlaio.be/nl/media/1644>

- **Art 22. O&O&I-projecten:** Vlaanderen heeft beslist om tot maximaal 50% van de funding gap te subsidiëren. De beslissingen worden genomen door het Fonds voor Innoveren en Ondernemen bij VLAIO.
- **Art. 23. First Industrial Deployment (FID)-projecten:** Vlaanderen heeft beslist om een FID-project (in het kader van de IPCEI-hydrogen) te financieren aan de hand van een subsidie. Hiervoor is een beslissing van de Vlaamse Regering nodig.
- **Art. 25. Milieu-, energie-, of mobiliteitsprojecten:** Vlaanderen heeft beslist om een art. 25-project (in het kader van de IPCEI-hydrogen) te financieren aan de hand van een subsidie. Ook hiervoor is een beslissing van de Vlaamse Regering nodig.

Er wordt momenteel in opdracht van VLAIO een project uitgewerkt 'Realising the full potential of IPCEI Hydrogen for Flanders' recovery and transition'²⁰ waarbij nagegaan wordt hoe een deelname aan IPCEI maximaal kan ingezet worden voor de transformatie in Vlaanderen (het instrumentarium dat gebruikt wordt voor IPCEI komt hier ook aan bod).

Zoals reeds werd aangegeven is het belangrijk dat een FID-project gekoppeld is aan een O&O&I-project. Een FID-project zonder O&O&I-project kan niet (een O&O&I-project zonder FID-project kan eventueel wel maar geniet niet echt de voorkeur; omdat deze ook terecht kunnen in het reguliere O&O-steunkanaal). Milieu-, energie-, vervoer-, gezondheids- of digitaliseringsprojecten kunnen wel zonder O&O- of FID-project. Voor meer informatie over de modaliteiten in het kader van de waterstof-IPCEI verwijzen we graag naar de [VLAIO-communicatie](#)²¹.

Ook bij VLAIO wordt nagegaan wat subsidies aan één bedrijf/een beperkt aantal bedrijven kunnen bijdragen aan de bredere economie (spillover effecten). Voor de IPCEI-batterijen werden bijvoorbeeld ook harde valorisatie-eisen gezet door VLAIO.

Oorsprong Vlaamse middelen voor financiering IPCEI

De batterijen-IPCEI betreft een O&O&I-project in combinatie met FID-project. De projecten worden gefinancierd via reguliere middelen uit het Fonds voor Innoveren en Ondernemen.

De waterstof-IPCEI betreft zowel O&O&I-projecten, FID-projecten en milieu-projecten (art. 25-projecten), als combinaties ervan in eenzelfde project. Het is voorzien dat alle financiering vanuit de Europese relancemiddelen (RRF²²) komt.

De toekomstige IPCEI m.b.t. micro-elektronica ²³ en next generation cloud infrastructure and services²⁴ waarvoor in het voorjaar 2021 een EOI is gelanceerd bij FOD-economie zal enkel de combinatie O&O&I-projecten en FID-projecten omvatten (dus geen art. 25-projecten). Voor micro-elektronica zullen de middelen afkomstig zijn uit de (Europese) relancemiddelen, voor de IPCEI rond next generation cloud infrastructure and services is dit niet het geval.

Voor toekomstige IPCEI's is het onduidelijk van waar de mogelijke financiering zou komen.

²⁰ In het kader van het EU Technical Support Instrument.

²¹ VLAIO - Kader deelname Vlaanderen in IPCEI-hydrogen (17/07/2020)

²² Recovery and Resilience Facility https://ec.europa.eu/info/business-economy-euro/recovery-coronavirus/recovery-and-resilience-facility_en

²³ <https://economie.fgov.be/nl/themas/ondernemingen/projectoproepen/europese-ipcei-projecten/belangrijk-project-van-0>

²⁴ <https://economie.fgov.be/nl/themas/ondernemingen/projectoproepen/europese-ipcei-projecten/belangrijk-project-van-1>

Rol van de federale overheid

In sectie 4.5 wordt het procesverloop voor een IPCEI binnen België beschreven. Daar werd reeds in detail ingegaan op de coördinerende rol die FOD-economie (kmo, middenstand en energie) opneemt in dit (complexe) proces.

Voor de IPCEI waterstof werd een deel van de investeringsprojecten (art. 25) via de federale overheid ondersteund (FOD economie, kmo, middenstand en energie). Tevens was het bij de oproep tot EOI rond next generation cloud infrastructure and services in het voorjaar 2021 ook mogelijk om projecten in te dienen (O&O- en FID-projecten) die betrekking hebben op de federale bevoegdheden (FOD Beleid en Ondersteuning).

**ANALYSE VAN DE WAARDEKETEN INDUSTRIAL INTERNET
OF THINGS IN HET KADER VAN IPCEI (IMPORTANT
PROJECTS OF COMMON EUROPEAN INTEREST)**

SEPTEMBER 2022

Analyse uitgevoerd door Filip Vandamme Long Gamma bv
met aanvulling door de VARIO-staf op basis van
een validatieworkshop met externe experts

SITUERING

Filip Vandamme, Long Gamma bv, heeft in opdracht van VARIO een strategische analyse uitgevoerd van de waardeketen Industrial Internet of Things (IIoT) voor Vlaanderen. Daarbij werd gevraagd om een mapping te geven van de waardeketen, de actoren in deze waardeketen, een SWOT-analyse uit te voeren en een aantal aanbevelingen te formuleren.

De strategische analyse past in een groter geheel van *'een strategische verkenning en analyse van de sterktes en opportuniteiten die er zich voor Vlaanderen stellen voor de verschillende mogelijke Important Projects of Common European Interest (IPCEI's).'* De invalshoek van de oefening betreft desgevallend O&O&I-actoren actief in de IIoT-waardeketen. Voor deze analyse heeft Filip Vandamme deskresearch gedaan, een aantal interviews uitgevoerd (voor een lijst met geconsulteerde personen zie bijlage 1) en voortgebouwd op z'n expertise. Het resultaat is voorliggend onafhankelijk experten rapport (februari 2021).

VARIO heeft vervolgens een validatieworkshop georganiseerd (9 juli 2021, een lijst met deelnemers wordt opgenomen in bijlage 2). De input van de validatieworkshop werd verwerkt in voorliggend rapport.

IMPORTANT PROJECTS OF COMMON EUROPEAN INTEREST (IPCEI)

Industrial IoT (IIoT)

16 februari 2021

Filip Vandamme Long
Gamma bv

INHOUD

1.	Wat is Industrial IoT (IIoT)	5
1.1.	Definitie	5
1.2.	Strategische waardeketen	7
1.3.	Toepassingsdomeinen	10
1.4.	Technologische trends	13
1.5.	IoT marktpotentieel	14
2.	Technologische opportuniteiten voor Vlaanderen	17
2.1.	Inleiding	17
2.2.	Hardware: edge sensing & computing	18
2.3.	Software: AI	20
2.4.	Data: spaces en exchanges	23
3.	Vlaamse IIoT aanbieders: aanbieders en facilitatoren	27
3.1.	Aanbieders	27
3.2.	Facilitatoren	38
4.	Europese initiatieven	45
5.	SWOT-analyse	50
5.1.	Sterktes	50
5.2.	Zwaktes	51
5.3.	Opportunities	53
5.4.	Bedreigingen	54
6.	Aanbevelingen	55
	Bijlage 1: Lijst Geconsulteerde partijen Filip Vandamme	59
	Bijlage 2: Deelnemers validatieworkshop Industrial IoT georganiseerd door VARIO	61
	Bijlage 3: Europese waardeketen IIoT volgens het Strategic Forum on IPCEI.....	62
	Bijlage 3: Onderzoeksprogramma AI – Industrie 4.0 use case voorbeelden.....	63
	Bijlage 4: Resultaten FRIS-analyse	66

1. Wat is Industrial IoT (IIoT)

1.1. Definitie

Het Internet of Things (IoT) is niet één technologie, maar verwijst naar een netwerk van objecten (“things”) die data over zichzelf en/of gemeten via sensoren doorsturen. Deze data wordt lokaal of centraal geanalyseerd (mogelijks in combinatie met andere beschikbare informatie) en leidt tot inzichten en acties.

Deze definitie vergt de nodige toelichting:

- “objecten”: In de klassieke betekenis betreft dit hardware uitgerust met één of meerdere sensoren. Deze toestellen hebben één specifieke functie (nl. het meten en doorsturen van data) of zijn veel complexer, maar zijn wel steeds uitgerust met sensoren om data over hun eigen toestand of omgeving te meten en door te sturen. In een ruimere zin verwijzen dergelijke objecten ook naar niet-fysieke processen die data genereren.
- “lokaal of centraal”: Data kan doorgestuurd worden naar een centrale locatie (typisch in de cloud) of lokaal verwerkt en geanalyseerd worden. Hierbij wordt verwezen naar de “edge”, zijnde de plaats waar dit gebeurt vooraleer deze data in zijn originele of verwerkte vorm via het netwerk verstuurd wordt. De cloud is de (mogelijks uitbestede en gedistribueerde) IT-infrastructuur waarbinnen de dataverwerking gebeurt.
- “andere beschikbare informatie”: Dit kan historische meetdata zijn of alle andere informatie die relevant is voor de analyse en het verwerven van inzichten.
- “inzichten en acties”: In een IoT-context is het vaak belangrijk dat deze inzichten “actionable” zijn, wat betekent dat ze tot de juiste acties kunnen leiden, vaak onmiddellijk (in realtime) of uitgesteld.

Het Industrial Internet of Things (“IIoT”) is een onderdeel van IoT en verwijst naar industriële toepassingen, in tegenstelling tot toepassingen die gericht zijn op individuele consumenten (zoals toepassingen via smart watches en andere wearables). Dit betekent dat IIoT nog steeds vrij breed is en opgesplitst kan worden. Voor dit rapport werden vier domeinen weerhouden:

- Slimme industrie (ook wel industrie 4.0 genoemd)
- Transport en logistiek
- Slimme nutsinfrastructuur
- Slimme steden

De gebruikers van IIoT zijn daarom bedrijven (incl. nutsbedrijven en andere uitbaters van publieke infrastructuren) en overheden. Dit belet niet dat de finale belanghebbende een individu kan zijn, zoals de burger in het geval van slimme steden. Terwijl het in het laatste geval vooral om levenskwaliteit gaat (propere lucht, mobiliteit, etc.) is de drijfveer in een industriële context meestal de operationele efficiëntie en productiviteit. Economie en ecologie hoeven elkaar echter niet uit te sluiten: duurzame oplossingen zijn vaak op langere termijn ook de meest rendabele.

Input validatieworkshop:

Volgende opmerkingen werden geformuleerd m.b.t. de keuze van de vier toepassingsdomeinen (1) slimme industrie, (2) transport en logistiek, (3) slimme nutsinfrastructuur en (4) slimme steden:

- IIoT betreft toch hoofdzakelijk slimme industrie. Door andere toepassingsdomeinen op te nemen wordt de scope wel heel breed.
- Slimme steden – smart cities – zijn hier misschien minder relevant aangezien het Industrial IoT betreft.

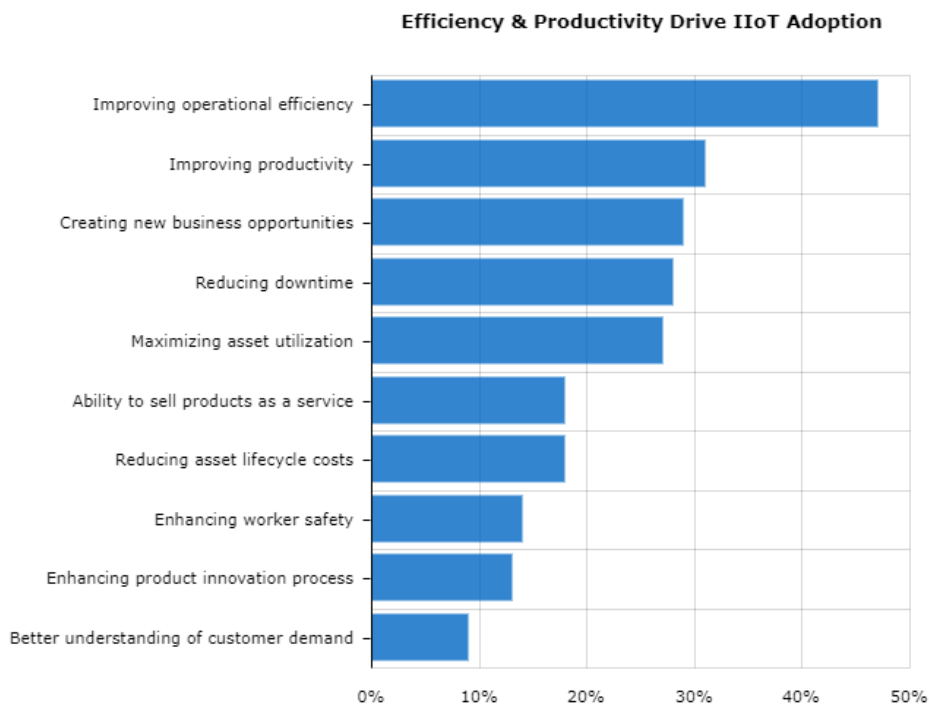
- Er wordt echter opgemerkt dat technologieën die van toepassing zijn voor slimme industrie vaak hetzelfde zijn als bij slimme steden. Het betreft beide een B2B-context waarin de activiteiten plaatsvinden.
- In het kader van IPCEI is het misschien beter de focus scherper te stellen en specifiek te focussen op Industrie 4.0.

IPCEI:

Een duidelijke definitie van IIoT is belangrijk om de focus te leggen. Een IPCEI in Vlaanderen is al geen evidentie wegens de eerder beperktere budgetten (in vergelijking met andere EU-landen). Als er een brede focus is m.b.t. de waardeketen, dan wordt het misschien nog moeilijker om – met een beperkter budget - een deelname aan IPCEI van Vlaanderen mogelijk te maken

Volgens een onderzoek van Morgan Stanley en Automation Magazine, weliswaar gericht op industrie 4.0, zijn operationele efficiëntie en productiviteit de belangrijkste drijfveren van IIoT:

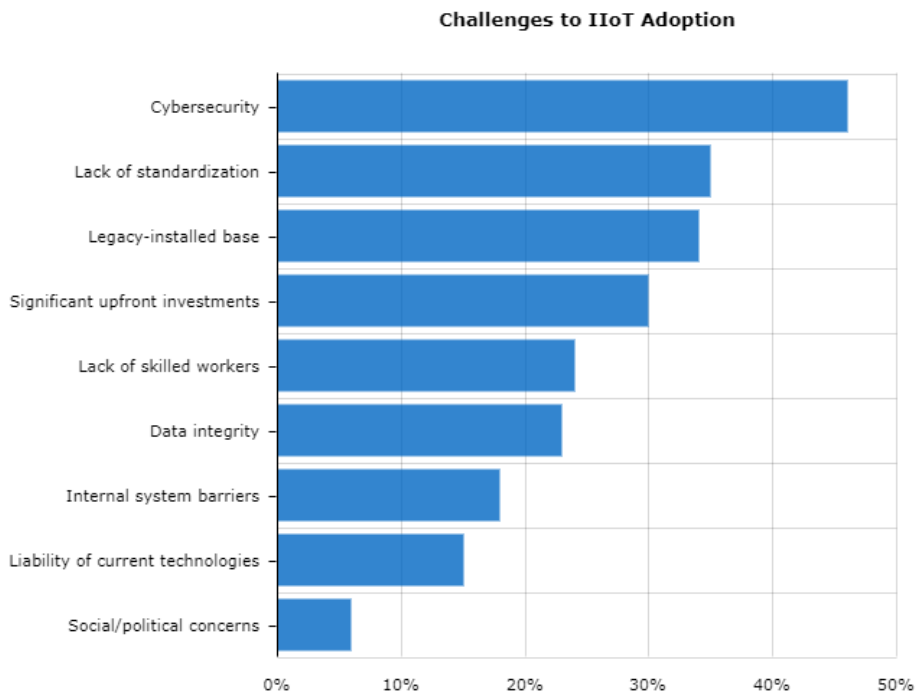
Figuur 1: IIoT drijfveren (Morgan Stanley en Automation Magazine)¹



De grootste uitdagingen zijn veiligheid (cybersecurity) en standaardisatie:

¹ <https://www.morganstanley.com/ideas/industrial-internet-of-things-and-automation-robotics>

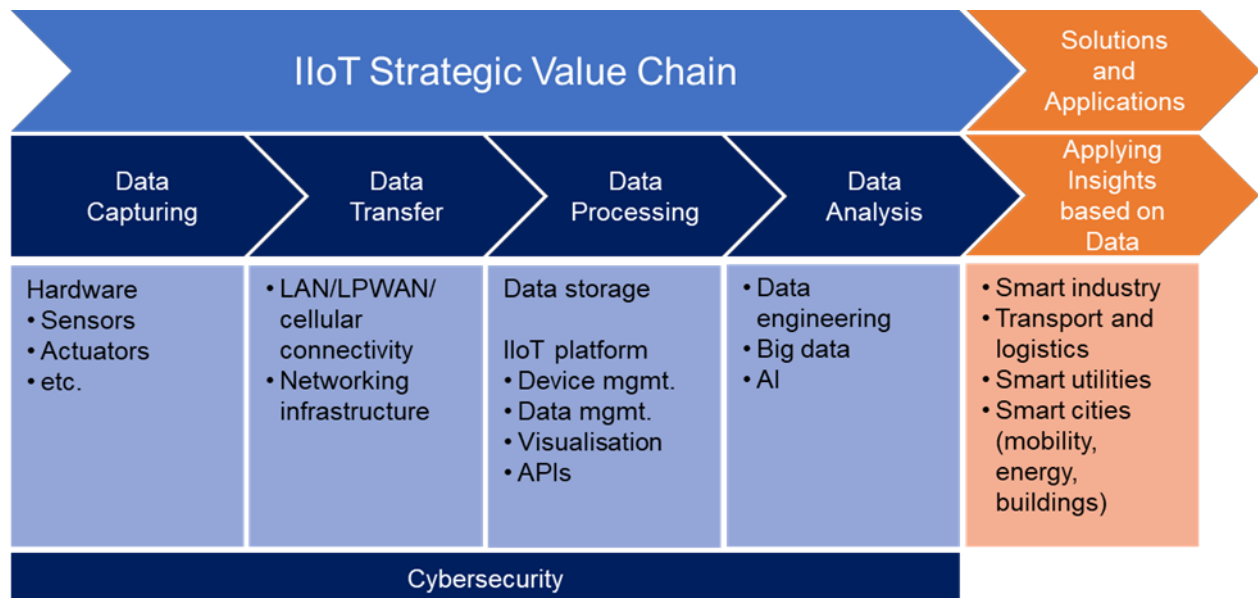
Figuur 2: IIoT uitdagingen (Morgan Stanley en Automation Magazine)²



1.2. Strategische waardeketen

Het Strategic Forum on IPCEI heeft een strategische analyse laten uitvoeren met als resultaat de volgende strategische waardeketen van IoT, en IIoT in het bijzonder:

Figuur 3: Strategische waardeketen (IDEA Consult – aangepast (zie voetnoot))³



In bijlage 3 wordt meer informatie m.b.t. de mapping van de Europese IIoT waardeketen opgenomen.

² <https://www.morganstanley.com/ideas/industrial-internet-of-things-and-automation-robotics>

³ Strategic value chain report - Industrial Internet of Things (IDEA Consult – in opdracht van het Strategic Forum on IPCEI). Bemerkt dat in de originele waardeketen cybersecurity enkel onder Data Processing vermeld werd. Ook de toepassingsdomeinen in de rechtse kolom werden gealigneerd met dit rapport.

Input validatieworkshop:

De voorstelling zoals overgenomen van de Europese waardeketen wordt als eerder beperkt en te lineair beoordeeld. De IIoT-waardeketen betreft eerder een circulair proces.

- De benadering van de IIoT waardeketen is door het Strategic Forum on IPCEI vrij klassiek en lineair; sensing, communicatie, verwerking, data analyse. In heel veel gevallen gaat de verwerking opschuiven naar vooraan in de keten, zoals Filip Vandamme terecht in de tekst beschrijft (edge AI). Dit zou in de figuur beter kunnen weergegeven worden door onder 'data capturing' ook software; embedded AI toe te voegen, met het oog op (i) het capteren van genoeg grote relevante en kwalitatieve data en (ii) het reeds al dan niet context-based AI on edge uit te voeren.
- In de figuur ligt de focus sterk op data en op toepassing. Hier moet ook nog een infrastructuur-component aan toegevoegd worden. In die zin wordt IT (informatietechnologie) en OT (operationele technologie) hier te sterk onderbelicht.
- De voorstelling kan misschien beter gebeuren aan de hand van een driehoek:
 - o Met data, infrastructuur en toepassingen als 'schakels'
 - o En veel interacties tussen de 'schakels'
- Er zijn ook heel veel verschillen per sector/toepassingsdomeinen qua noden. Dit heeft invloed op hoe IoT opgebouwd wordt bv. in logistiek is het aantal datapunten per uur anders dan in de industrie.
- De IIoT-waardeketen is complexer dan bv. deze rond batterijen en waterstof waar specifiek gefocust wordt op een bepaalde technologie. Dit maakt goede definities en afbakening heel belangrijk. Momenteel is er echter nog geen informatie over een 'Europese afbakening' van de IIoT-waardeketen omdat er nog geen concreet IPCEI-initiatief is. Via de mapping van de waardeketen kan gekeken worden waar Vlaanderen sterk staat en waar een mogelijke 'sturing' van de afbakening de Vlaamse bedrijven zou kunnen helpen.

Deze waardeketen is vrij complex, omwille van de brede waaier van technologieën, producten en diensten. Bepaalde aanbieders richten zich op specifieke functionaliteiten, andere vervullen de rol van integrator en willen een zo volledig mogelijke oplossing aanbieden. Enerzijds biedt dit opportuniteiten, maar anderzijds kunnen de complexiteit (inclusief een gebrek aan standaarden) en de operationele implementatierisico's de uitrol van dergelijke oplossingen ook vertragen. Een aantal functies verschuiven ook steeds meer naar links op onderstaande waardeketen en gebeuren dan lokaal op de zogenaamde 'edge'. Bemerkt dat de bescherming van data (cf. cybersecurity) hierbij cruciaal is, en dit langs de volledige waardeketen. Cybersecurity valt buiten de scope van dit rapport.⁴

Input validatieworkshop:

Vanuit het Strategic Forum on IPCEI werd **Cybersecurity** ook geïdentificeerd als een mogelijke toekomstige IPCEI. Deze waardeketen wordt daarom in een aparte analyse verder uitgediept.

De volgende bemerkingen werden hierbij gemaakt:

- Cybersecurity wordt in de Europese waardeketen enkel bij dataprocessing opgenomen. Dit is te beperkt; cybersecurity is belangrijk doorheen de waardeketen en integratie van de IIoT en Cybersecurity waardeketen is daarom belangrijk. In de voorstelling van de Vlaamse waardeketen wordt dan ook aangegeven dat cybersecurity doorheen de volledige waardeketen belangrijk is.
- Het is gevaarlijk om Cybersecurity als een apart item te bekijken (bv. los van IIoT, CCAV, smart health enz.). Er is namelijk het risico dat bedrijven dit ook blijven doen. Het is belangrijk dat bedrijven de boodschap krijgen en verstaan dat Cybersecurity en IIoT niet los van elkaar bekeken kunnen worden.

⁴ Cfr. Zie experten rapport m.b.t. de analyse van de waardeketen van Cybersecurity (in het kader van IPCEI).

1.2.1. Datacaptatie (“data capturing”)

Datacaptatie gebeurt via sensoren die elk één of meerdere parameters meten (temperatuur, vochtigheid, luchtdruk, trillingen, acceleratie, locatie, chemische samenstelling, etc.). Dankzij de evolutie van de halfgeleidertechnologie worden deze sensoren steeds compacter, betrouwbaarder en goedkoper. Afhankelijk van de marktgroottes kunnen specifieke sensoren voor één toepassing ontwikkeld worden, of bestaande (“off-the-shelf”) sensoren gebruikt worden. Naast sensoren die metingen doen, zijn er ook actuatoren, die via een controlesignaal een bepaalde actie ondernemen (bv. het openen of sluiten van een klep).

Soms kan uit meerdere sensortechnologieën gekozen worden. In het geval van locatie- en contextbepaling zijn dit satellietcommunicatie (GPS, Galileo, etc.), wifi, triangulatie tussen zendmasten, Bluetooth, RFID, ultra-wideband (UWB) radar, sonar, LIDAR en optische sensoren.

Belangrijk is “sensor fusion”, waarbij de data van meerdere sensoren gecombineerd wordt, bv. om de nauwkeurigheid van de locatiebepaling te verhogen.

1.2.2. Datatransfer (“data transferring”)

Data wordt verstuurd via netwerken die gebaseerd zijn op een brede waaier van netwerktechnologieën:

- Netwerken kunnen lokaal binnen een gebouw, bedrijfsterrein, etc. aangelegd worden of gebruik maken van een publieke netwerkdienst. In beide gevallen kunnen deze netwerken bedraad of draadloos zijn.
- Afhankelijk van de toepassing dient het netwerk een lage of hoge bandbreedte aan te bieden. Er is bijvoorbeeld een groot verschil tussen het doorsturen van één locatie per minuut en het continu streamen van bewegende beelden.
- Bijkomende vereisten qua vertraging, betrouwbaarheid en energie-efficiëntie bepalen verder welke technologieën in aanmerking komen. Zo is het aansturen van een autonoom voertuig zeer tijdskritisch en dient de vertraging minimaal te zijn. Betrouwbaarheid kan betekenen dat elk datapakket gegarandeerd moet aankomen, of ten minste opnieuw verstuurd wordt, indien het verloren gaat. Energie-efficiëntie is tenslotte zeer relevant indien de sensor afhankelijk is van een batterij die niet zomaar opgeladen of vervangen kan worden.

Men kan drie categorieën van draadloze netwerktechnologieën onderscheiden:

- LAN (local area network): wifi, Bluetooth, Zigbee, ultra-wideband (UWB)
- LPWAN (low power wide area network): Sigfox, LoRa, NB-IoT, LTE-M
- Cellulair: 2G/3G/4G/5G

Eenvoudigheidshalve kan men stellen dat LAN-technologieën enkel over korte afstanden werken. Over langere afstanden zijn LPWAN-technologieën zeer energie-efficiënt, maar ondersteunen ze slechts kleine datavolumes, terwijl cellulaire technologieën veel hogere datavolumes ondersteunen, maar meer energie vergen. LPWAN- en cellulaire netwerkdiensten worden typisch aangeboden door publieke netwerkoperatoren, die in het geval van virtuele operatoren niet over hun eigen infrastructuur beschikken. 5G biedt als meest recente cellulaire technologie een aantal belangrijke technologische voordelen, zoals hoge bandbreedte, weinig vertraging (“latency”) en de ondersteuning van honderdduizenden “things” per km². “Private 5G” maakt momenteel opgang als alternatief voor wifi binnen lokale netwerken.

Input validatieworkshop:

Er zijn ook andere manieren om draadloze netwerktechnologieën in te delen in categorieën. Afhankelijk van de applicatie zijn er andere manieren/assen om dit te bekijken die meer courant zijn onder de industrie, namelijk range, bandbreedte, latency, gebruik van het spectrum (licensed, unlicensed).

1.2.3. Dataverwerking (“data processing”)

De initiële verwerking van data kan lokaal (op de edge) of op afstand (in de cloud) gebeuren. Deze clouddienst is publiek op basis van gedeelde servers (uitgebaat door bedrijven zoals Amazon, Google en Microsoft), een private cloud op basis van een eigen serverinfrastructuur, of elk mogelijk tussenscenario. In het laatste geval heeft men bijvoorbeeld zijn eigen server binnen een gedeeld serverpark of wordt de server op het eigen bedrijfsterrein door een externe dienstenleverancier geïnstalleerd en uitgebaat.

Minstens even belangrijk is de keuze van het IoT-platform waarop de data geaggregeerd en verwerkt wordt. IoT-platformen vervullen meerdere functies, van device management (incl. diagnostics, firmware updates, etc.) over data management tot visualisatie en integratie met bedrijfsapplicaties. Bepaalde platformen, aangeboden door bedrijven zoals PTC (ThingWorx) en Siemens (MindSphere), zijn zeer breed inzetbaar, maar vergen uiteraard de nodige customisatie. Andere platformen zijn gericht op specifieke toepassingen.⁵

De recente trends op het vlak van de controle over cloudplatformen, en de eigendom en toegang tot data komen later in dit rapport aan bod. Technologieën zoals blockchain en regelgeving, bv. rond “data sovereignty”, bieden hiervoor oplossingen.

1.2.4. Data-analyse (“data analysis – data analytics”)

Hier betreden we het terrein van data engineering, big data en artificiële intelligentie (AI):

- Data engineering bereidt de data voor, om vervolgens via datawetenschap geanalyseerd te kunnen worden.
- Big data heeft betrekking op de verwerking van grote hoeveelheden gestructureerde of ongestructureerde data. Dit kan op basis van logica die niet per definitie intelligent is.
- AI daarentegen legt de lat een stuk hoger en laat zich door de menselijke intelligentie inspireren. AI en IoT worden hierbij samengetrokken tot “AIoT”. AI-modellen dienen al dan niet getraind te worden. Ze kunnen bijvoorbeeld gebaseerd zijn op vrij eenvoudige beslissingsbomen of neurale netwerken die veel minder transparant zijn. Dit betekent ook dat een audit op deze laatste systemen veel moeilijker is en er soms vragen gesteld worden over hun mogelijke vooringenomenheid (“bias”) bij het nemen van beslissingen. Net als de dataverwerking kan de data-analyse ten dele op de edge gebeuren.

Cruciaal bij zowel big data als AI is waardecreatie: hoe leidt de data-analyse tot “actionable” inzichten? Een grote uitdaging is hierbij de fragmentatie van data over verschillende locaties en systemen. Dergelijke silo’s verhinderen een holistische benadering en vormen vaak een grote struikelblok. De meeste projecten vertrekken namelijk niet van een wit blad. Data moet hierbij in de meest ruime zin geïnterpreteerd worden: het gaat niet alleen over actuele of historische IoT- meetdata, maar ook over OT-data in industriële omgevingen (waarover meer in de volgende sectie) en IT-data uit diverse databases, ERP- en CRM-applicaties, etc.

1.3. Toepassingsdomeinen

Zoals eerder vermeld richten we ons in dit rapport op vier toepassingsdomeinen (uiterst rechts in de eerder vermelde strategische waardeketen): slimme industrie, transport en logistiek, slimme nutsinfrastructuur en slimme steden. IIoT is namelijk geen toepassing, maar een combinatie van technologieën die meerdere toepassingen mogelijk maken. De IIoT-technologieën voor elk van deze vier toepassingsdomeinen zijn zeer gelijklopend.

Slimme industrie

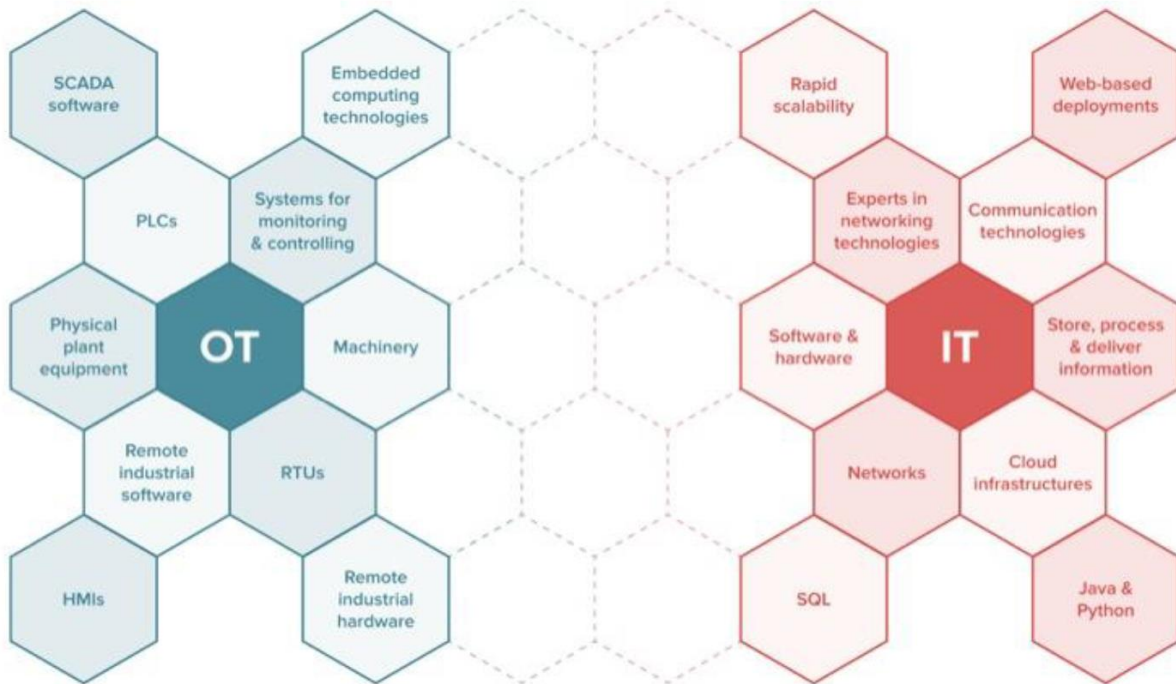
Slimme industrie en Industrie 4.0 worden meestal als synoniemen gebruikt. Hierbij wordt verwezen naar de digitale transformatie van productieprocessen. Automatisering en de koppeling van de fysieke en virtuele wereld zijn hierbij belangrijk. Steeds vaker bouwt men namelijk “digital twins”, virtuele

⁵ Tijdens de validatieworkshop werd opgemerkt dat ThingWorx en MindSphere IoT platformen zijn die minder/niet kmo-vriendelijk zijn (i.e. ze zijn duur). Er zijn ook andere, goedkopere, opties.

voorstellingen van een productieproces, gebouw, omgeving, etc., waarbij de werkelijke wereld gesimuleerd wordt. Digital twins worden vaak gevoed met reële meetdata, terwijl digital twins in de omgekeerde zin reële processen kunnen aansturen.

Industrie 4.0 wordt beschouwd als de convergentie van OT (operationele technologie) en IT (informatietechnologie).

Figuur 4: OT/IT convergentie



Bron: [Industrial Ethernet Book](#)

Men kan hierbij IIoT toepassen om verschillende redenen:

- Automatisering van bedrijfsprocessen, waarbij AI de menselijke operator kan ondersteunen in het maken van data-gedreven beslissingen.
- Optimalisatie van kwaliteit, productiviteit, energie-efficiëntie, etc., en dit zowel in realtime als op basis van periodieke analyses
- Voorspellend onderhoud op basis van meetdata i.p.v. preventief onderhoud op vaste tijdstippen

Bij uitbreiding kan men de voedingsindustrie, landbouw en veeteelt als een onderdeel van dit toepassingsdomein beschouwen. Hierbij wordt IIoT o.a. ingezet voor:

- Voorspellende analyse van de gezondheid van dieren via sensordata
- Optimaal gebruik van graaslanden en opvolging van dieren via track & trace
- Optimalisatie van productiviteit via autonome landbouwwerktuigen en “precisie landbouw”
- Geautomatiseerde landbouw via robots en “vertical farming”

Transport en logistiek

Hierbij wordt IIoT toegepast bij de opslag en transport van goederen, en dit zowel binnen bedrijven als tussen leveranciers en klanten. Zowel bij opslag als transport wil men weten waar en in welke toestand de goederen zich bevinden, en dit om verschillende redenen:

- Voorraad- en werkkapitaalbeheer
- Optimaal gebruik van bedrijfsactiva (zoals machines, herbruikbare verpakking en transportmiddelen)
- Efficiëntie en kwaliteitscontrole binnen de logistieke keten

- Voorspellend onderhoud
- Bestrijding van verlies, diefstal en fraude
- Opgvolging van compliance en service levels door leveranciers

Tijdens de recente coronapandemie is nog duidelijker geworden hoe kwetsbaar logistieke processen kunnen zijn binnen een economische context die steeds globaler en geïntegreerder is, zoals o.a. aangegeven door McKinsey⁶. Ook deze crisis biedt echter talrijke opportuniteiten om zich als bedrijf te professionaliseren en concurrentiëler te worden.

Slimme nutsinfrastructuur

Slimme nutsinfrastructuur (“smart grids”) heeft betrekking op de verdeling van water, gas en elektriciteit, en is iets breder dan slimme energie.

In het geval van elektriciteit heeft men het over “smart grids”, indien de verdeling niet meer unidirectioneel vanuit een elektriciteitscentrale gebeurt, maar steeds vaker multidirectioneel, waarbij de productie gedecentraliseerd is en zowel professionele als residentiële gebruikers vaak ook producent worden. Deze productie gebeurt dan bv. via eigen zonnepanelen, windenergie en warmtekrachtcentrales. Het nauwkeurig en realtime meten van productie(capaciteit) en verbruik, en de optimalisatie van vraag en aanbod, rekening houdend met statische of dynamische prijsmodellen, kan enkel mits performante IoT-oplossingen, incl. sensoren, communicatienetwerken en AI.

Louter op basis van slimme verbruiksmeters kan men reeds significante verbeteringen realiseren, aangezien men op elk ogenblik het verbruik kent, en vraag en aanbod kan optimaliseren. Slimme verbruiksmeters zijn uiteraard ook inzetbaar bij de verdeling van gas en water.

Slimme steden

In het geval van “slimme steden” gaat het over mobiliteit, energie en gebouwen. Het toepassen van technologie in één van deze drie domeinen maakt een stad echter niet zomaar “slim”. Er groeit een consensus dat steden een geïntegreerde aanpak moeten volgen, waarbij technologie de levenskwaliteit van hun inwoners moet verhogen of andere meerwaarde moet creëren voor hun inwoners, bezoekers en bedrijven. Qua levenskwaliteit betekent dit dat men een leefomgeving creëert die voldoet aan de volgende criteria:

- Efficiënte en duurzame mobiliteit: vaak via een multimodale aanpak⁷
- Hoge omgevingskwaliteit (cf. lucht en water)
- Energie-efficiënte en gezonde publieke en residentiële gebouwen
- Kosteneffectieve en hoogkwalitatieve publieke dienstverlening (administratie, afvalinzameling, publiek domein, etc.)
- Transparante communicatie (zelfs in realtime in het geval van mobiliteit en omgevingskwaliteit) over het effect van de genomen beslissingen

Voor steden biedt dit talrijke opportuniteiten, maar ook uitdagingen, indien men dit op een geïntegreerde manier wil aanpakken en geïsoleerde IT-silo’s wil vermijden.

Input validatieworkshop:

Het zou goed zijn om alle verzamelde data als open data beschikbaar te stellen voor zowel onderzoeksinstellingen als privébedrijven. Zo kunnen zij, gebaseerd op die data, dan nieuw toepassingen ontwikkelen. Er wordt verwezen naar het FIWARE-initiatief⁸.

⁶ <https://www.mckinsey.com/industries/advanced-electronics/our-insights/coronavirus-industrial-iot-in-challenging-times>

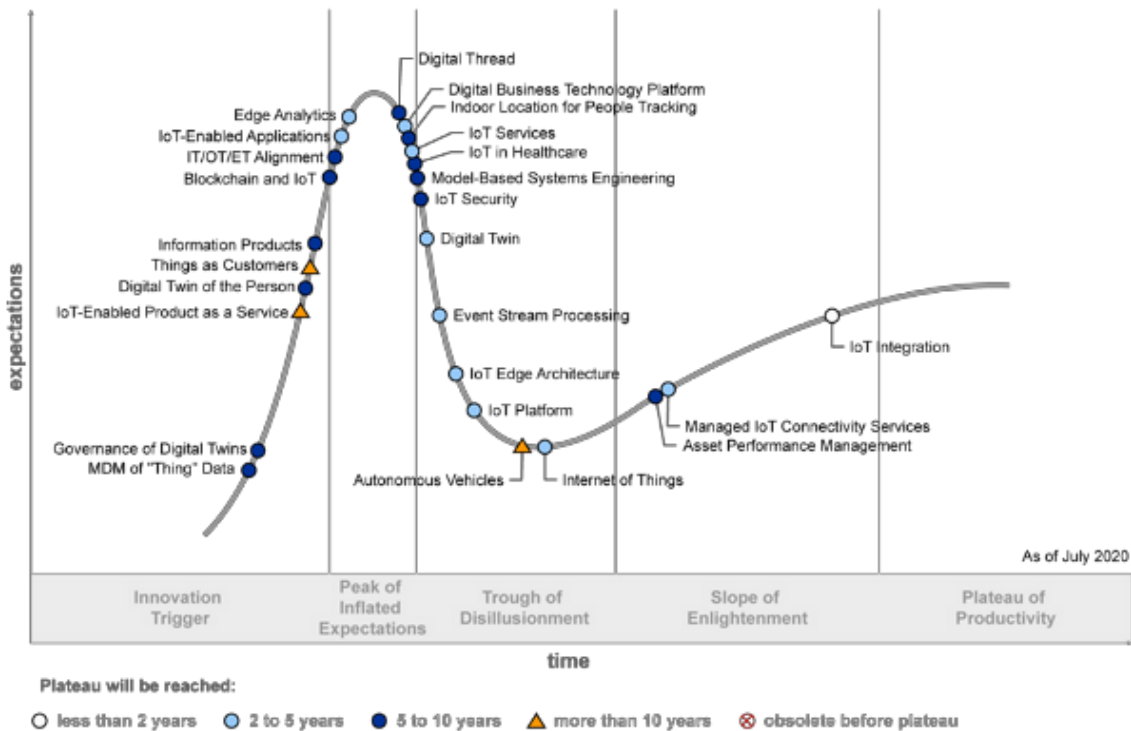
⁷ Cfr. Zie experten rapport m.b.t. de analyse van de waardeketen van Clean, Connected and Autonomous Vehicles (in het kader van IPCEI).

1.4. Technologische trends

Qua technologieën en toepassingen is IoT nog in volle evolutie. Dit wordt geïllustreerd door de Gartner Hype Cycle:

Figuur 5: IoT hype cycle 2020 (Gartner)⁹

Hype Cycle for the Internet of Things, 2020



Source: Gartner
ID: 441743

Gartner onderscheidt hierbij de volgende fasen:¹⁰

- Innovation trigger
- Peak of inflated expectations
- Trough of disillusionment
- Slope of enlightenment
- Plateau of productivity

Pas in de laatste fase ("plateau of productivity") is reeds 20% van de doelmarkt de technologie aan het implementeren.

Volgens Gartner zijn de volgende technologieën hierbij cruciaal voor de volgende 2-5 jaren:

- Digital twin
- Edge analytics en IoT edge architecture
- Event stream processing
- IoT platform
- Managed IoT connectivity services

⁹ <https://www.gartner.com/en/documents/3987602/hype-cycle-for-the-internet-of-things-2020>

¹⁰ <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>

Digital twin

De Gartner CIO Survey 2020 toont aan dat reeds 6% van de bedrijven digital twins geïmplementeerd hebben, terwijl 41% van de bedrijven verwachten dat ze dit zullen doen binnen de komende 3 jaren. Uitdagingen zijn hierbij het gebrek aan standaarden en een geïntegreerd kader voor data, analyse en security. Drijfveren zijn het verlagen van onderhoudskosten en het verhogen van de beschikbaarheid van machineparken in fabrieken, ziekenhuizen, nutsbedrijven, etc.

Edge analytics en IoT edge architecture

De “edge” wint snel aan belang. Gartner verwacht dat tegen 2023 50% van de data buiten het datacenter of de cloud gecreëerd en verwerkt zal worden, terwijl dit in 2019 slechts 10% was. De voordelen zijn hierbij snelle responstijden, betrouwbaarheid en lagere kosten (wegens lokale verwerking zonder de afhankelijkheid van een netwerk) en lokale filtering (waarbij enkel de noodzakelijke data voor centrale verwerking doorgestuurd wordt). Een dergelijke oplossing is wel complexer en mogelijk duurder.

Event stream processing

Event stream processing is de verwerking, in realtime of op een later tijdstip, van data die in een bepaalde volgorde, dus als een “stream”, binnenkomt.

IoT platform

Een IoT platform ondersteunt de dataverwerking en -analyse, terwijl het ook de infrastructuur beheert (incl. de edge), de link maakt met de bedrijfsapplicaties en waakt over de beveiliging van de data. Een platform kan lokaal, in de cloud of via een hybride tussenvorm, geïmplementeerd worden.

Managed IoT connectivity services

Deze diensten worden aangeboden door zowel operatoren met een eigen cellulair of LPWAN- netwerk (mobile network operator of MNO) als virtuele operatoren (mobile virtual network operator of MVNO).

1.5. IoT marktpotentieel

De globale marktvoorspellingen ogen alvast veelbelovend:

- McKinsey (2018-2023)¹¹: markt van IoT platformen (incl. dataverwerking en -analyse) in EMEA¹² groeit van 3,2 naar 9,1 miljard EUR (+23%/jaar)
- Fortune Business Insights (2019-2027)¹³: globale IoT-markt groeit van 251 miljard USD tot 1.463 miljard USD (+25%/jaar)

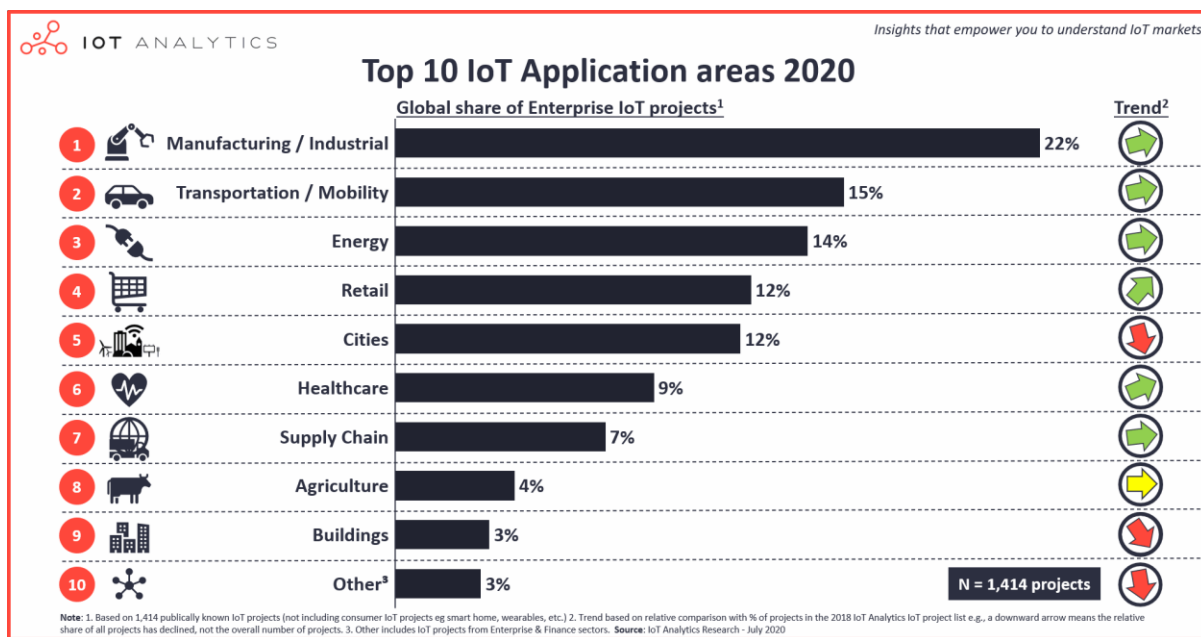
Voor dit rapport is de opsplitsing in functie van de toepassingen wellicht relevanter dan de absolute getallen. IoT Analytics analyseerde 1.414 IoT-projecten in 2020, met industrie 4.0 en transport/mobiliteit als de grootste segmenten:

¹¹ <https://www.mckinsey.com/industries/private-equity-and-principal-investors/our-insights/growing-opportunities-in-the-internet-of-things>

¹² EMEA = Europe, Middle East & Africa

¹³ <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/internet-of-things-iot-market-100307>

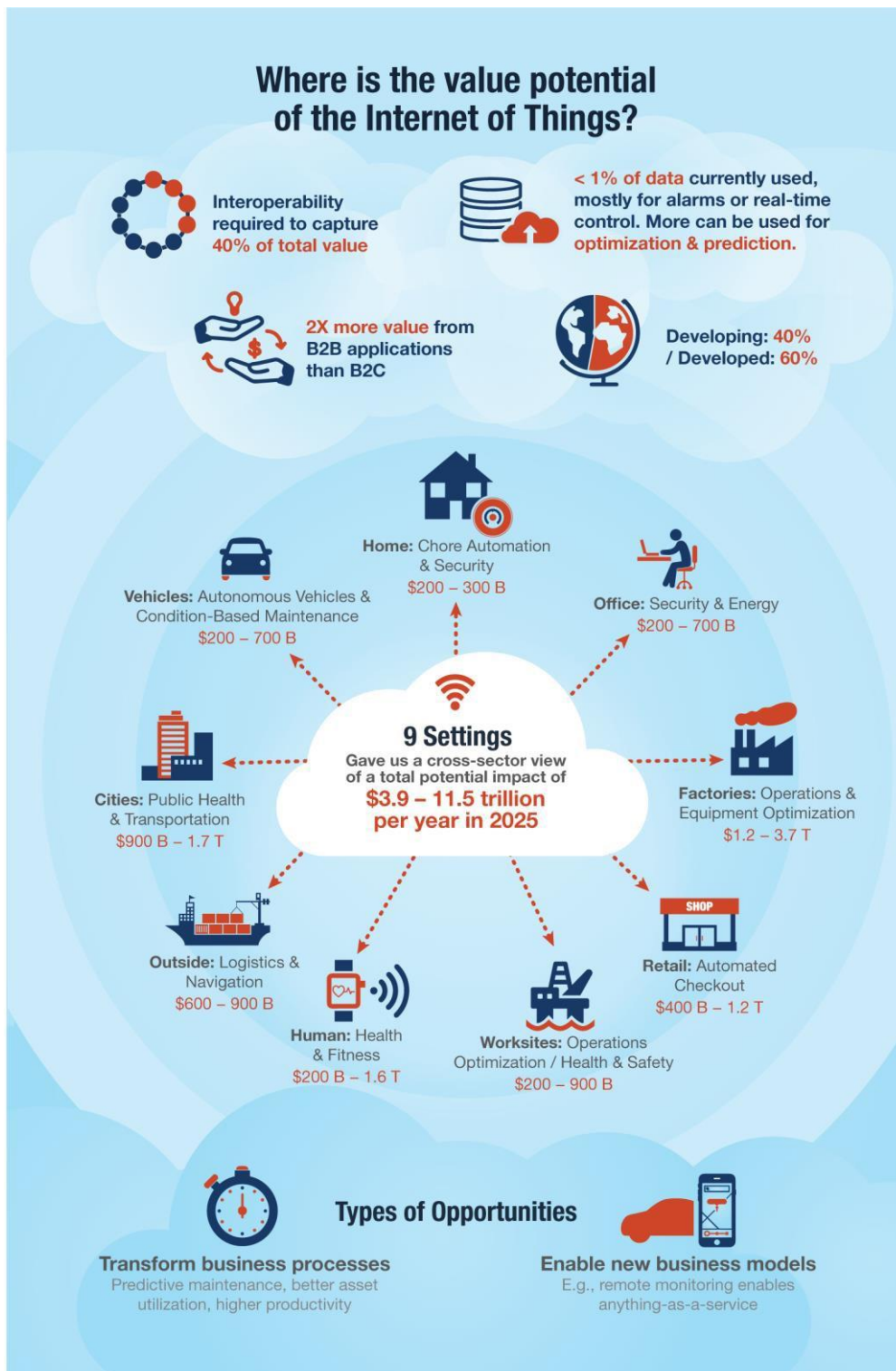
Figuur 6: Top 10 IoT toepassingen (IoT Analytics)¹⁴



McKinsey maakt de volgende voorspelling voor 2025, met Industrie 4.0 en slimme steden (incl. mobiliteit) als de grootste segmenten:

¹⁴ <https://iot-analytics.com/top-10-iot-applications-in-2020/>

Figuur 7: IoT in 2025 (McKinsey)¹⁵



¹⁵ <https://healthcare.mckinsey.com/unlocking-potential-internet-things/>

2. Technologische opportuniteiten voor Vlaanderen

2.1. Inleiding

In hoofdstuk 1 werd de IIoT-waardeketen toegelicht. Hieruit blijkt dat zowel de relevante technologieën als toepassingsdomeinen zeer divers zijn. Elk bedrijf dient voor zichzelf te beslissen wat zijn strategische focus en positionering zijn, zowel technologisch als commercieel. Voor een regio als Vlaanderen geldt dit ook. Elke industriële strategie dient gebaseerd te zijn op een eigen SWOT-analyse. In het geval van IIoT, bijvoorbeeld, kan het nooit de bedoeling zijn om elke schakel van de waardeketen in te vullen met eigen technologieën en producten. Het is evenmin realistisch om in elk toepassingsdomein even succesvol te zijn. Qua technologische focus moet men namelijk vertrekken van de expertise die reeds aanwezig is in de bedrijven en kennisinstellingen, de mate waarin deze op een internationale schaal differentiërend is, en de relevante in het licht van toekomstig marktpotentieel. Qua marktfocus zullen bedrijven (en KMO's in het bijzonder) zich in eerste instantie vooral richten op de lokale of regionale markt, gevolgd door het internationaal repliceren en opschalen van hun "succesverhalen". Aan de vraagkant spelen dus ook lokale bedrijven en overheden een cruciale rol bij de initiële validatie en uitrol van innovatieve oplossingen.

In dit rapport werd er daarom voor gekozen de technologische opportuniteiten zo concreet mogelijk te formuleren, en dit op basis van een analyse van het lokale ecosysteem en een vrij uitgebreide bevraging van bedrijven, kennisinstellingen en andere belangrijke actoren. Hierbij wordt verondersteld dat het veel zinvoller is om voldoende middelen te voorzien voor een beperkt aantal initiatieven, en hierbij de kans te verhogen om internationaal relevant te worden/blijven, dan zoveel mogelijk initiatieven te ondersteunen in de hoop dat een aantal succesvol worden. Na de analyse van het ecosysteem en de bevraging werden de volgende opportuniteiten geselecteerd:

- Hardware: edge sensing & computing
- Software: AI
- Data: infrastructuur, spaces en exchanges

Er zijn een aantal raakvlakken tussen deze drie opportuniteiten. Zo wordt AI steeds breder ingezet: van de "far edge" tot de cloud, zoals verder toegelicht zal worden. De rode draad door het verhaal is de manier waarop data omgezet wordt in "actionable" inzichten. IIoT-oplossingen zijn vaak zeer complex, aangezien de infrastructuur, de data en de verschillende stakeholders zeer heterogeen kunnen zijn. Complexiteit leidt echter tot opportuniteiten. Bij de meest succesvolle IIoT- implementaties verdwijnt de technologie bovendien naar de achtergrond, en primeren gebruiksgemak en waardecreatie. AI is hierbij vaak essentieel.

Uiteraard kunnen de selecteerde opportuniteiten niet los gezien worden van het bredere IIoT-kader, waarbij op Europees niveau gewerkt wordt aan overkoepelende initiatieven zoals GAIA-X, waarover later meer. IIoT-data moet namelijk op een veilige manier gedeeld kunnen worden, met respect voor "data sovereignty" en privacy. Een open architectuur op basis van standaarden moet hierbij vermijden dat bepaalde marktspelers, bv. leveranciers van clouddiensten, dominant worden. Verder is ook de beschikbaarheid van een performante communicatie-infrastructuur, o.a. op basis van 5G, essentieel.

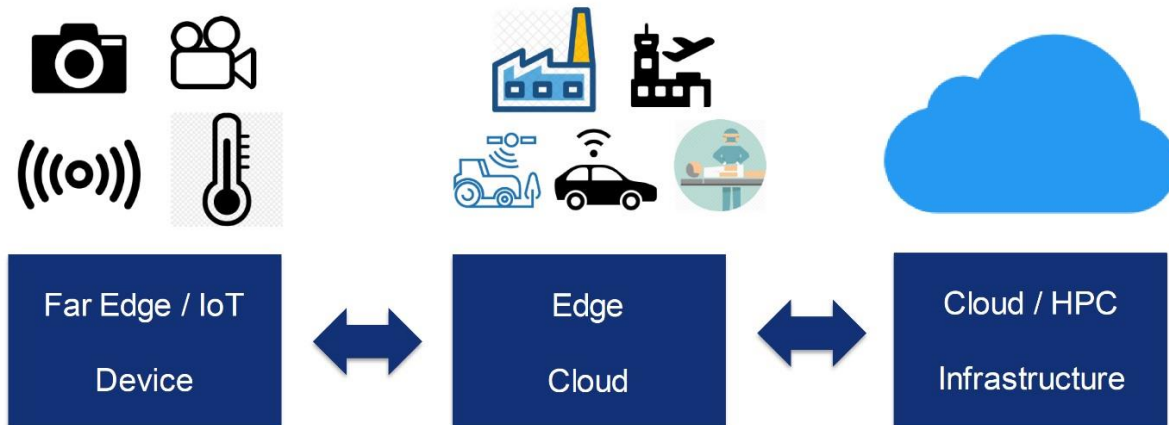
Input validatieworkshop:

Infrastructuur is één element. De laag onder de infrastructuur betreft bedrijven, transport en logistiek die werken met actionable data. De vraag is tweeledig: (1) wat wordt er met de data gedaan en (2) wat is de impact? Het tweede luik m.b.t. de impact voor de sector ontbreekt momenteel nog in de analyse. Hoe zal de sector slimmer en meer competitief worden?

2.2. Hardware: edge sensing & computing

“Edge” heeft geen eenduidige betekenis. Dit wordt geïllustreerd door onderstaande figuur van de Europese Commissie (DG Connect):

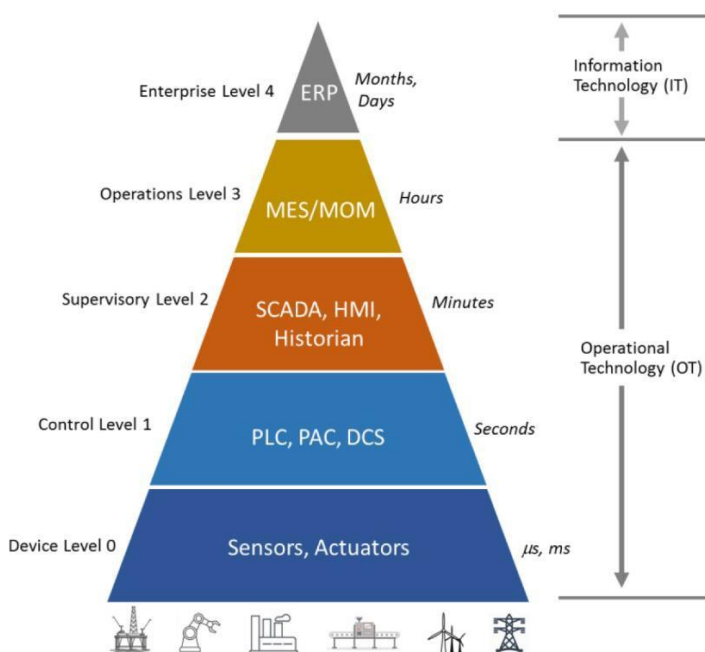
Figuur 8: Edge vs. cloud (DG Connect)¹⁶



“Far edge” verwijst hierbij naar de plaats waar de data gegenereerd wordt. Dit kan een afzonderlijke sensor zijn, maar b.v. ook een machine die sensoren bevat. De “edge” bevindt zich nog steeds op dezelfde locatie en kan b.v. een IoT gateway of lokale server zijn. Na de edge komt typisch de cloud. Een bedrijf kan echter zijn eigen netwerkinfrastructuur uitbouwen zonder gebruik te maken van publieke clouddiensten, zodat ook “cloud” meerdere betekenissen kan hebben. Soms wordt ook het begrip “fog computing” gehanteerd. Eenvoudigheidshalve kunnen we “fog computing” en “edge computing” als synoniemen beschouwen, weliswaar met uitsluiting van de “far edge”. Gemakshalve zal in dit rapport enkel verwezen worden naar de “edge”, zonder onderscheid tussen “edge” en “far edge”.

Om het groeiende belang van de cloud en de edge te illustreren, kunnen we verwijzen naar de evolutie binnen industriële automatisatie. Klassiek zagen we hier onderstaande piramide, zoals gevisualiseerd door Woodside Capital:

Figuur 9: Industrie 4.0 (Woodside Capital)¹⁷

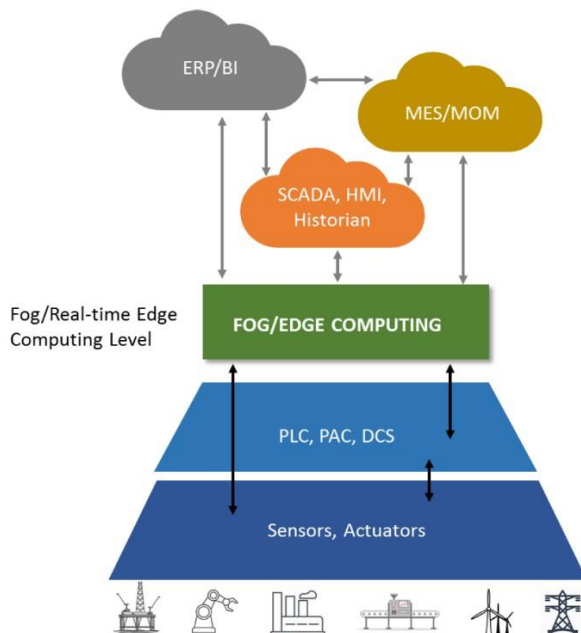


¹⁶ <https://www.ngiot.eu/wp-content/uploads/sites/26/2020/08/02-Riemenschneider-NGIoT-Session-11.pdf>

¹⁷ <https://woodsidecap.com/wcp-proudly-releases-industry-4-0-iiot-edge-fog-computing-report/>

In traditionele OT-omgevingen ontbreken vaak open standaarden en is er een “hiërarchische” uitwisseling van data van niveau 0 tot/met 4. Hoe lager het niveau, hoe tijdskritischer deze uitwisseling. De integratie tussen OT en IT heeft geleid tot het groeiende belang van het IP (Internet)-protocol en open standaarden. Ook de cloud werd hierbij steeds belangrijker. Dit wordt getoond op de volgende figuur:

Figuur 10: Industrie 4.0 incl. cloud (Woodside Capital)¹⁸



Cloudimplementaties maken lokale IT-systemen overbodig en kunnen bovendien als dienst door externe leveranciers aangeboden worden. De volledige dataverwerking in de cloud laten gebeuren is echter niet altijd mogelijk of wenselijk. Daarom kan dit ten dele op de edge gebeuren. Dit heeft de volgende voordelen:

- Vertraging (“latency”): sensordata hoeft niet meer voor verwerking over het netwerk gestuurd te worden, en ook feedback naar actuatoren voor het nemen van bepaalde acties kan sneller
- Bandbreedte: ontlasting van het netwerk, b.v. bij hoogfrequente metingen of video
- Veiligheid (“cybersecurity”): gevoelige informatie dient niet over het netwerk gestuurd te worden
- Betrouwbaarheid en autonomie: lagere gevoeligheid voor netwerkonderbrekingen, b.v. in kritische bedrijfsprocessen en autonome voertuigen
- Privacy: vooral belangrijk in het geval van persoonsgebonden informatie, die lokaal voorverwerkt kan worden en b.v. geanonimiseerd doorgestuurd kan worden

Hoewel de voorverwerking vrij eenvoudig kan zijn (b.v. de berekening van gemiddelden of “wat als” beslissingsbomen zoals het genereren van alarmen in het geval van het overschrijden van drempelwaarden) is er een trend naar steeds geavanceerdere AI. Hierover meer in de volgende sectie over AI.

In het edge device bevinden zich één of meerdere sensoren, in combinatie met hardware en software voor de (voor)verwerking en het doorsturen van de data. Afhankelijk van de vereiste rekenkracht en de noodzaak van energie-efficiëntie (b.v. in het geval van batterijvoeding) wordt gebruik gemaakt van geoptimaliseerde hardware zoals microcontrollers, meer flexibele microprocessors, grafische processoren of systems-on-chip (SoC’s) die integratie, rekenkracht en energie-efficiëntie combineren.

¹⁸ <https://woodsidecap.com/wcp-proudly-releases-industry-4-0-iiot-edge-fog-computing-report/>

Interessant is hierbij ook de evolutie van gesloten, embedded software naar meer open, flexibele oplossingen op basis van zogenaamde containers en microservices.

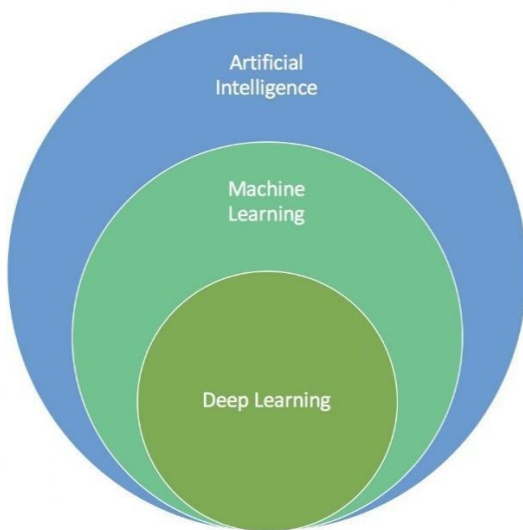
Sensoren meten een brede waaier van bronnen zoals licht, temperatuur, beweging, druk, chemische samenstelling, geluid en beeld. Dankzij de halfgeleidertechnologie worden sensoren steeds krachtiger en compacter. Een typisch voorbeeld zijn systemen die locatie en/of context bepalen op basis van radar, sonar, LIDAR, ultra-wideband (UWB), infrarood of optische camera's. In het geval van "sensor fusion" worden de signalen van meerdere sensoren bovendien gecombineerd. De gegenereerde datavolumes variëren hierbij zeer sterk tussen b.v. het periodiek doorsturen van de temperatuur en het realtime doorsturen van video- of LIDAR-beelden.

2.3. Software: AI

Hoewel IIoT software veel breder is dan AI, richten we ons hier specifiek op AI als opportuniteit voor Vlaanderen (naast b.v. cybersecurity en blockchain, beide buiten de scope van dit rapport).

Eenvoudigheidshalve kan men stellen dat AI een verzamelnaam is voor technologieën die intelligent gedrag vertonen. Zelfs eenvoudige "wat als" beslissingsbomen vallen hieronder, maar AI in de meer strikte zin verwijst naar "machine learning", waarbij systemen zelflerend zijn, of "deep learning" op basis van neurale netwerken, waarbij ze het gedrag van de menselijke hersenen nabootsen:

Figuur 11: AI classificatie (medium.com)¹⁹



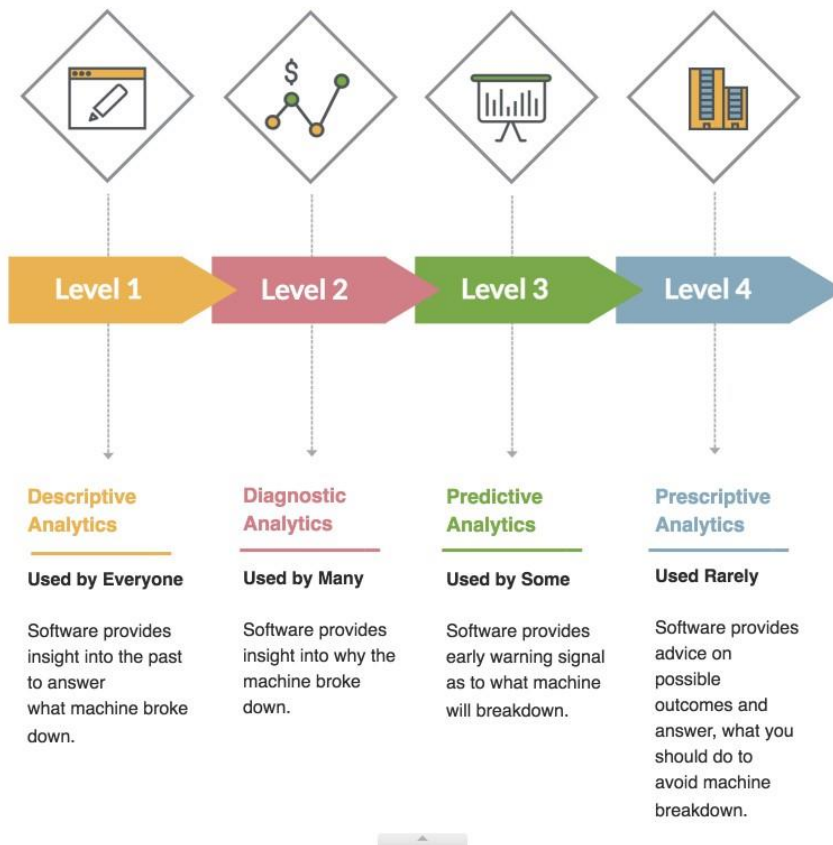
Hierbij moet het onderscheid gemaakt worden tussen niet-intelligente dataverwerking en AI, waarbij de nadruk ligt op het verwerven van "actionable" inzichten. Die inzichten kunnen leiden tot realtime acties via een feedback loop naar actuatoren, of verdere analyse, al dan niet in combinatie met historische data.

In het geval van industrie 4.0 wordt vaak onderstaand model gehanteerd, waarbij "prescriptive" verwijst naar de meest geavanceerde vorm van IoT analytics.

¹⁹ <https://medium.com/@richamotwani/machine-learning-learning-tracker-day-1-b22a098e5467>

Figuur 12: Data analytics maturity model (Humans & Software)²⁰

Data Analytics Maturity Model



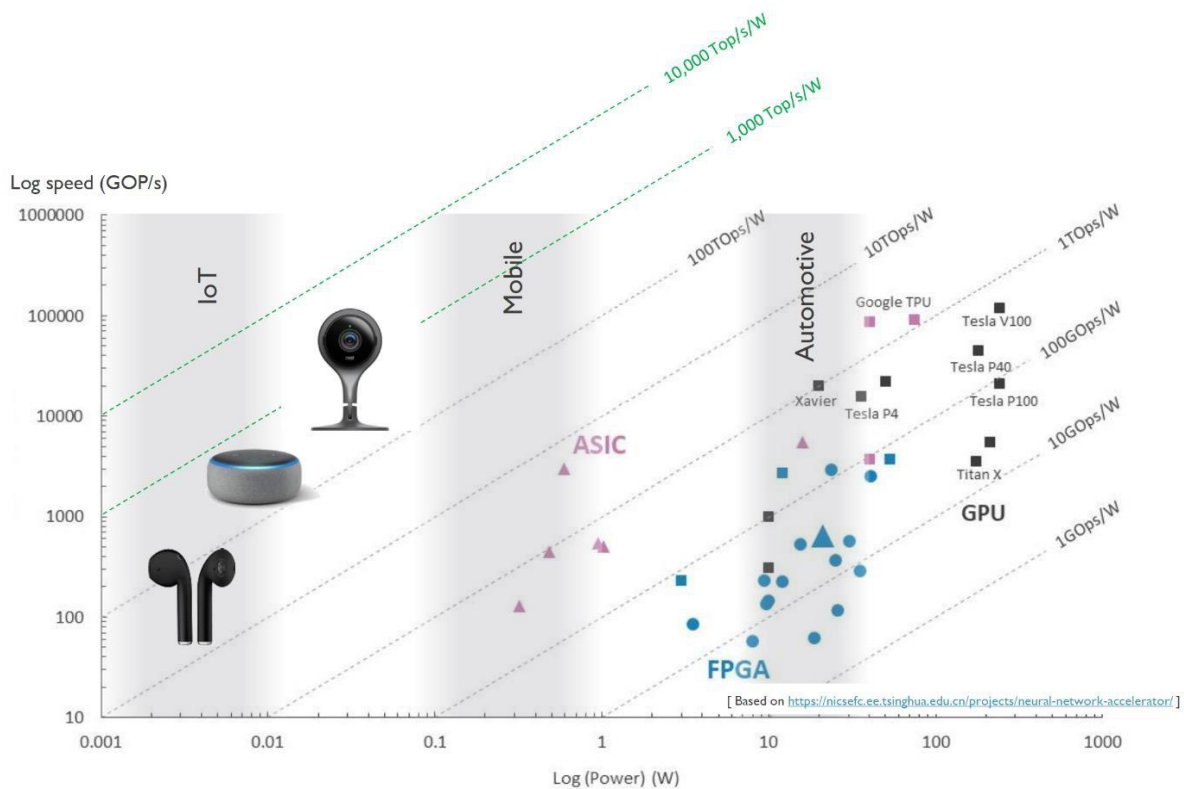
AI voor IIoT is gestart als servertoepassing, al dan niet in de cloud, maar evolueert nu naar de edge, omwille van de redenen die reeds eerder aangehaald werden: vertraging, bandbreedte, veiligheid, betrouwbaarheid/autonomie en privacy. Deze evolutie wordt o.a. versneld door de vooruitgang op het vlak van halfgeleidertechnologie en neurale netwerken. “Neuromorphic sensing”, waarop onderzoek gebeurt door instellingen zoals imec, laat zich hierbij inspireren door de neurowetenschap.

Voor edge AI biedt IoT de grootste uitdaging, aangezien het beschikbare vermogen in het geval van batterijvoeding de rekenkracht beperkt. Dit wordt geïllustreerd door onderstaande grafiek, waarbij IoT in de linkerbovenhoek qua energie-efficiëntie eisen stelt die nog niet ingelost worden door de bestaande ASIC, FPGA- en GPU-technologie²¹:

²⁰ <https://www.humans-software.com/>

²¹ ASIC = application-specific integrated circuit, FPGA = field programmable gate array, GPU = graphics processing unit

Figuur 13: Rekenkracht vs. vermogen (imec)²²



De ruimte voor innovatie is dus nog zeer groot. Edge AI is voor Vlaanderen een unieke opportuniteit, aangezien onze expertise op het vlak van halfgeleidertechnologie, cybersecurity en AI er samenkomen. De edge komt uitgebreid aan bod als een strategisch trend in de volgende recente Deloitte rapporten: Tech Trends 2021²³ en Technology, Media and Telecommunications Predictions 2021²⁴.

Binnen het Vlaamse Onderzoeksprogramma AI²⁵, als onderdeel van het Beleidsplan AI (cf. 3.2.1) wordt industrie 4.0 als belangrijke use case behandeld (cf. bijlage 4).

Een Vlaamse technologische focus op edge AI zou bovendien perfect passen binnen de huidige Europese strategie, die dit als een antwoord ziet op de Amerikaanse en Aziatische dominantie in clouddiensten, cloud AI en/of generieke hardware, zoals geïllustreerd door volgende figuur.

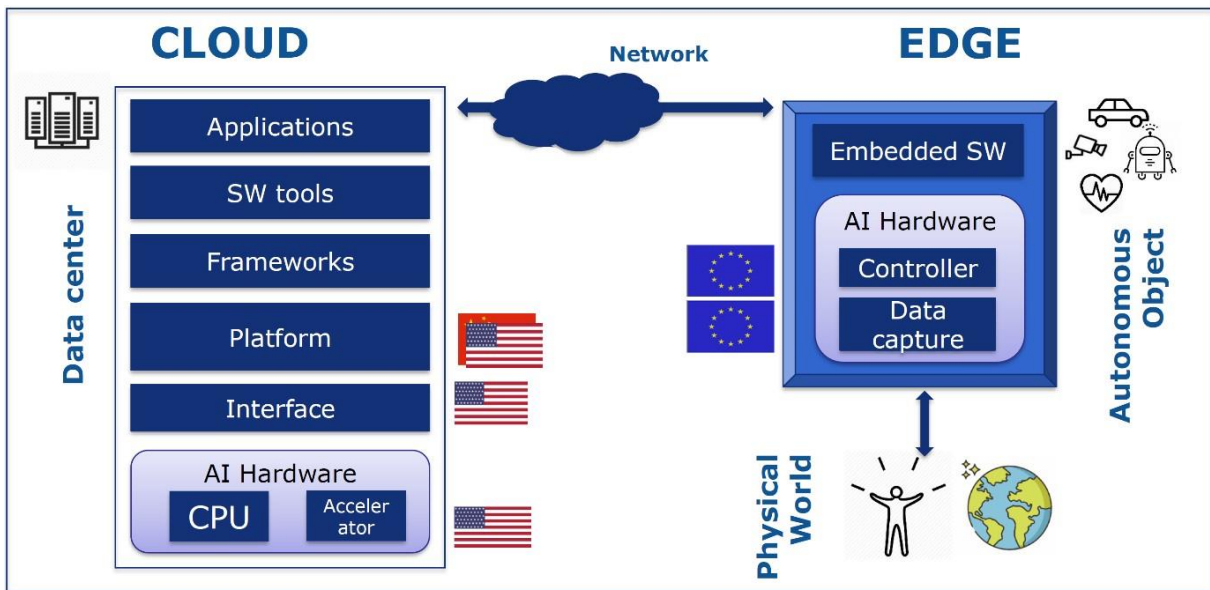
²² <https://www.insightz.io/content/16/4-enabling-technologies-that-will-change-the-face-of-IOT> (presentatie door Dr. Ir. Michaël Peeters, Director Connectivity, imec)

²³ <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends.html>

²⁴ <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/technology-media-and-telecom-predictions.html>

²⁵ <https://airesearchflanders.be/>

Figuur 14: Cloud vs. edge (DG Connect)²⁶



	Neural networks	Hardware	Power consumption	European technology	
CLOUD AI	Software	Generic	High	Low/Very Low	
EDGE AI	Soft/Hardware	Specific	Low / Very low	High	

Een belangrijke kanttekening hierbij is de energie-efficiëntie van edge-oplossingen, indien data lokaal verwerkt wordt op geoptimaliseerde hardware.

2.4. Data: spaces en exchanges

Data is cruciaal voor IIoT, maar stelt ook heel wat uitdagingen:

- Historische vs. realtime data: het combineren van historische data die eerder opgeslagen en verwerkt werd, met data die in realtime gegenereerd wordt, is niet eenvoudig
- Gestructureerde vs. niet-gestructureerde data: vooral historische data is misschien wel beschikbaar, maar niet in een vorm die gemakkelijk consulteerbaar en combineerbaar is
- Eigendom en privacy: bedrijven, overheidsinstellingen, andere organisaties en burgers zijn elk eigenaar van hun specifieke data die dus niet vrij bruikbaar is; “data sovereignty” verwijst hierbij naar het recht om zelf te beslissen hoe deze data gebruikt wordt
- Authenticiteit: data wordt, soms moedwillig, aangepast en is dus niet authentiek
- Veiligheid: cybersecurity dient de toegang tot data te beschermen

Europe speelt een voortrekkersrol op het vlak van GDPR (General Data Protection Regulation), een juridisch kader met betrekking tot de opslag en verwerking van persoonsgegevens. Het dient hierbij weerwerk te bieden aan techgiganten zoals de GAFAA (Google, Apple, Facebook, Amazon en Alibaba). Dezelfde bedrijven zijn in bepaalde gevallen ook aanbieder van IIoT-clouddiensten, met als belangrijkste spelers Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform, IBM Watson en Cisco. Hierbij bieden ze niet alleen data-opslag aan, maar ook hardware, software en diensten langs de volledige IIoT-waardeketen: microcontrollers, gateways, device management, event processing, analytics,

²⁶ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/workshops-reference-testing-and-experimentation-facilities-artificial-intelligence-digital>

visualisatie, business intelligence en cybersecurity. De oplistings van deze bedrijven illustreert dan de marktdominantie vanuit de US in dit domein bijzonder sterk is.

De complexiteit van de IIoT-omgeving, en dus ook de dataverwerking, kan sterk variëren. In het geval van een machinepark op één productiesite, kan het volstaan deze machines lokaal te beheren en de data zelfs lokaal te verwerken. Vaak zal men deze data wel over het netwerk willen delen: binnen het bedrijf, met externe partners (b.v. voor voorspellend onderhoud) of met de aanbieders van clouddiensten. “Virtueel” kan men zich echter nog steeds binnen een gesloten omgeving bevinden. Het verhaal verandert binnen transport & logistiek of slimme nutsinfrastructuur, waarbij klanten en leveranciers betrokken zijn. Slimme steden gaan nog een stap verder, aangezien de publieke ruimte en de burger een belangrijke rol spelen. Hierbij stellen zich de volgende vragen:

- Waar wordt de data opgeslagen?
- Hoe wordt de data beheerd en gedeeld?
- Wat is het businessmodel?

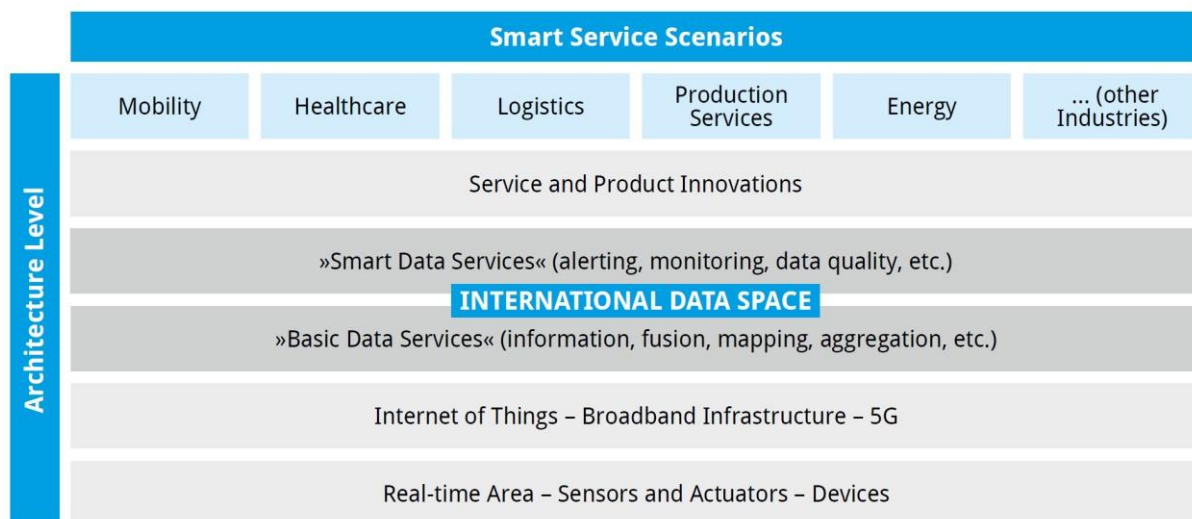
In dit rapport zullen we hierbij de volgende begrippen hanteren:

- Data space: dataconcept zonder centrale opslag; elke data space voorziet in specifieke data (b.v. opgesplitst per toepassingsdomein)
- Data exchange: plaats waar data uitgewisseld wordt; in het geval van een marktplaats (“market place”) gebeurt dit op basis van een betalend businessmodel, hoewel “exchange” soms als synoniem voor “market place” gebruikt wordt

Op internationaal vlak spelen twee organisaties hierbij een belangrijke rol: de IDSA²⁷ (International Data Spaces Association) en GAIA-X²⁸.

IDSA positioneert zich als volgt:

Figuur 15: IDSA architectuur²⁹



Data spaces verbinden de “basic data services” met de meer abstracte “smart data services” met respect voor de “data sovereignty” van de respectievelijke eigenaars van de data. De data-opslag kan hierbij ongewijzigd en dus gedistribueerd blijven, en dezelfde data kan deel uitmaken van meerdere data spaces. De aanbieders en gebruikers van de data, en eventuele tussenpersonen, spelen elk hun rol binnen de

²⁷ www.internationaldataspaces.org

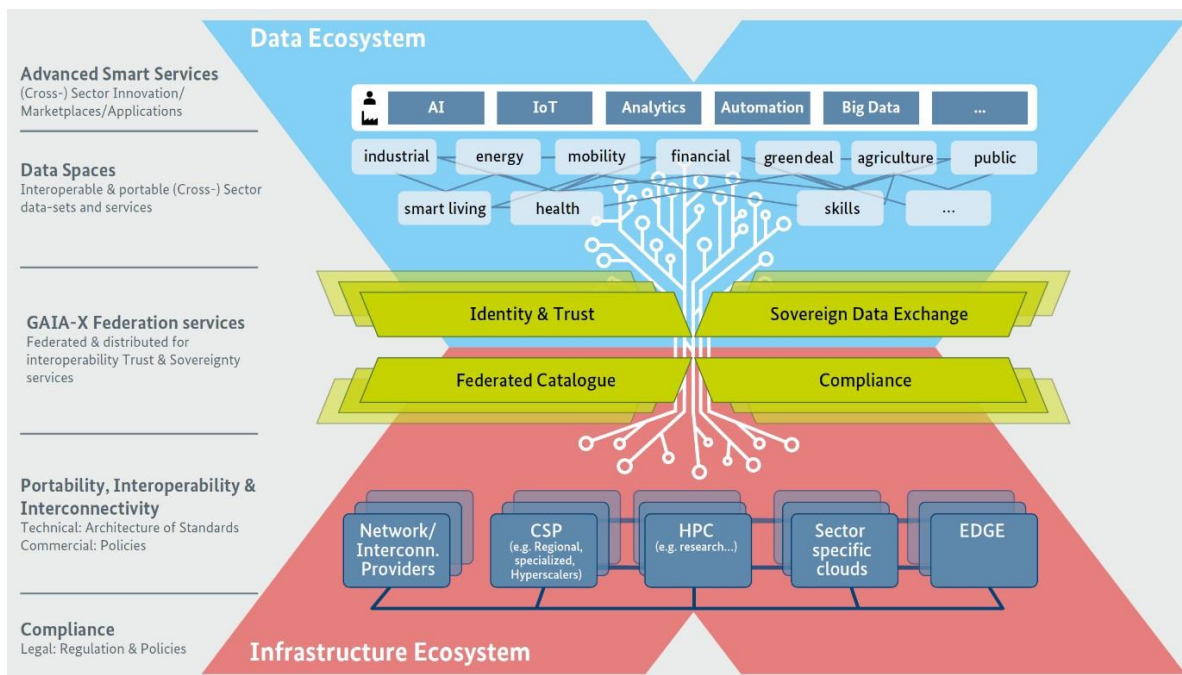
²⁸ www.data-infrastructure.eu

²⁹ <https://www.internationaldataspaces.org/wp-content/uploads/2019/03/IDS-Reference-Architecture-Model-3.0.pdf>

data space. Blockchain³⁰ is één van de manieren om hierbij de authenticiteit van de data te garanderen en biedt het specifieke voordeel dat dit op een gedecentraliseerde manier kan gebeuren.

Terwijl IDSA actief is sinds 2016, is het één van de stichtende leden van GAIA-X³¹, een belangrijk meer recent initiatief dat gebruik maakt van de IDSA architectuur en hiervan een concrete invulling is. GAIA-X ontwikkelt een Europese gefedereerde infrastructuur waarbij bestaande en nieuwe clouddiensten met elkaar verbonden worden. Onderstaande figuur toont de toekomstige GAIA-X architectuur, waarbij de GAIA-X “federated services” centraal in het groen aangeduid zijn.

Figuur 16: GAIA-X architectuur³²



De nationale “GAIA-X hubs” zijn het lokale aanspreekpunt en maken ook de brug met andere, complementaire initiatieven. Agoria heeft in november 2020 de Belgische GAIA-X hub gelanceerd³³.

De eerste GAIA-X demonstrator wordt eind 2021 verwacht. Ondertussen passen bepaalde bedrijven de IDSA-principes reeds toe, zoals BMW en Bosch, die diagnostische data uitwisselen:

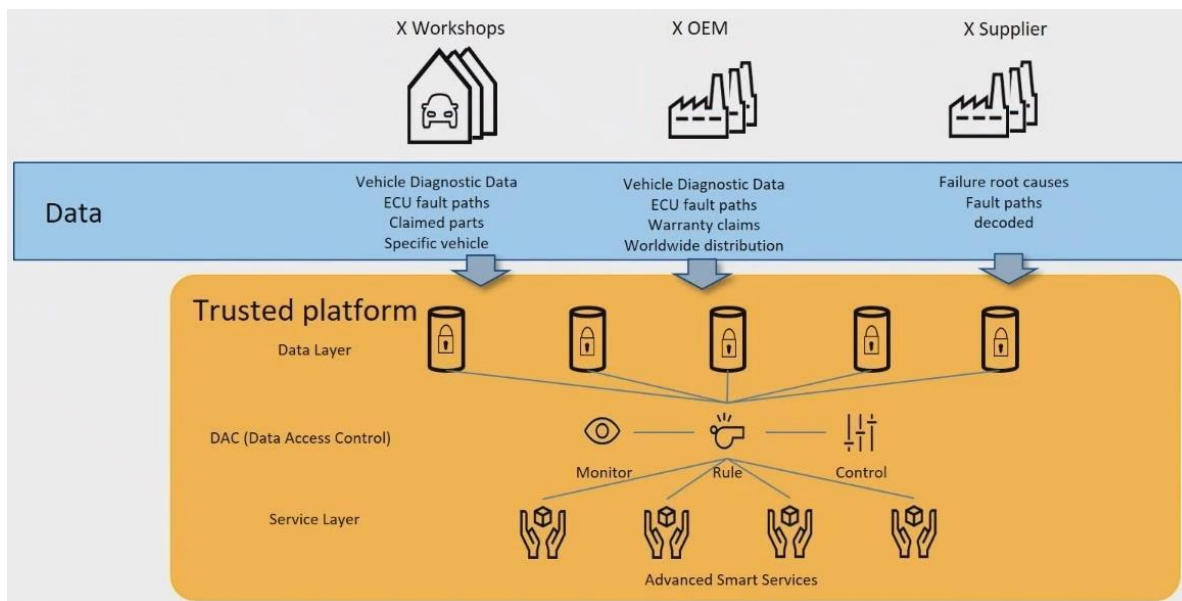
³⁰ Een blockchain kan beschouwd worden als een gedecentraliseerde verzameling van data, die opgeslagen wordt in de volgorde waarin de data toegevoegd wordt, en die vervolgens niet verwijderd of aangepast kan worden. De opgeslagen informatie kan betrekking hebben op betalingstransacties, afspraken tussen partijen, IoT-meetdata, of elke andere transactie of informatie. Partijen kunnen bovendien rechtstreeks met elkaar interageren (“peer-to-peer”) zonder centrale coördinatie.

³¹ <https://www.data-infrastructure.eu>

³² <https://www.data-infrastructure.eu/GAIA-X/Redaktion/EN/Publications/gaia-x-policy-rules-and-architecture-of-standards.html>

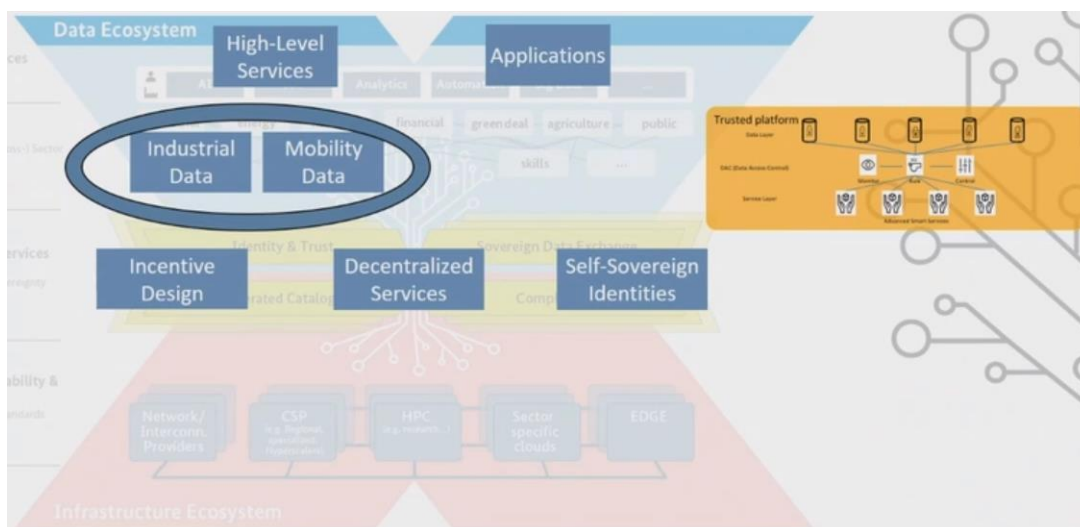
³³ <https://www.agoria.be/nl/Gaia-X-for-Belgium-wil-ecosystemen-rond-cloud-in-Belgie-verenigen>

Figuur 17: BMW-Bosch IDSA³⁴



De integratie in een GAIA-X-architectuur, incl. een “trusted platform” en diensten op basis van industriële en mobiliteitsdata, kan als volgt gebeuren:

Figuur 18: BMW-Bosch GAIA-X³⁵



We kunnen stellen dat in Vlaanderen projecten zoals Mobilidata (mobiliteit – cf. Hoofdstuk 3.2.1) en myCSN (clouddiensten voor steden en gemeenten – cf. hoofdstuk 3.1) reeds gebaseerd zijn op een aantal GAIA-X principes rond databeheer en -uitwisseling.

³⁴ GAIA-X Summit (18-19 november 2020) – “GAIA-X and the industry 4.0 sector” presentatie

³⁵ GAIA-X Summit (18-19 november 2020) – “GAIA-X and the industry 4.0 sector” presentatie

3. Vlaamse IIoT aanbieders: aanbieders en facilitatoren

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste actoren binnen het Vlaamse IIoT-ecosysteem, als aanbieder of facilitator. Tijdens de voorbereiding van dit rapport werden van hen 48 interviews afgenomen (cf. lijst in Bijlage 1).

3.1. Aanbieders

Onderstaand overzicht bevat 87 bedrijven die actief zijn in IIoT. **Enkel Vlaamse bedrijven en internationale bedrijven met een IIoT O&O-activiteit in Vlaanderen werden weerhouden. IT-dienstenbedrijven die geen eigen IIoT-producten ontwikkelen en bovendien in een brede waaier van toepassingsgebieden actief zijn, werden evenmin weerhouden. Dienstenbedrijven met een focus op IIoT, bv. als integrator of ontwikkelaar van oplossingen op maat, werden wel opgenomen. Omwille van de specifieke aandacht voor IIoT bevat het overzicht zeker niet alle Vlaamse bedrijven die actief zijn in data analytics. Zo is er bijvoorbeeld een vrij ruim aanbod van software voor energiemangement, die niet per se als onderdeel van een IIoT-oplossing aangeboden wordt. Het overzicht bevat evenmin een exhaustieve lijst van alle bedrijven die breed inzetbare halgeleider-technologie of -diensten aanbieden, en daarom logische partners bij de ontwikkeling van IIoT edge oplossingen. Netwerkoperatoren worden als afzonderlijke categorie onderaan vermeld.**

Voor elk bedrijf wordt vermeld waar het zich bevindt op de IIoT-waardeketen (captatie, transfer, verwerking en/of analyse), zoals toegelicht in Hoofdstuk 1.2. Integratoren worden als afzonderlijke categorie vermeld. Indien een bedrijf zijn eigen producten en diensten combineert met producten en diensten van derden om totaaloplossingen aan te bieden, werd gepoogd enkel de eigen producten en diensten aan te duiden. Dit geeft namelijk een beter beeld van de IIoT-expertise in de Vlaamse bedrijven. Bemerk tenslotte dat de vier schakels in de waardeketen vrij ruim zijn:

- Bedrijven met eigen sensoren en trackers zijn uiteraard actief in **datacaptatie**.
- Bedrijven actief in **datatransfer** volgens onderstaand overzicht hebben typisch expertise in draadloze communicatie, zoals LPWAN, Bluetooth, ultra-wideband en 5G.
- Bedrijven actief in **dataverwerking** hebben meestal een eigen platform, vaak met API's (Application Programming Interface) naar externe applicaties
- Indien ze eigen analytics software aanbieden (al dan niet in combinatie met AI), zijn ze ook actief in data-analyse. Deze **data-analyse** kan zowel op de edge als in de cloud gebeuren.

De volgende legende werd oegepast:

1 = datacaptatie

2 = datatransfer

3 = dataverwerking

4 = data-analyse

5 = integratie

* = geïnterviewd (cf. lijst in Bijlage 1).

Het overzicht geeft aan dat langs de volledige waardeketen Vlaamse bedrijven of lokale vestigingen van internationale bedrijven actief zijn. De SWOT-analyse en aanbevelingen later in dit rapport sluiten hierop aan. In een aantal domeinen (b.v. edge en AI) gebeurt er bovendien heel wat O&O in Vlaamse onderzoeksinstituten dat kan gecommmercialiseerd worden via bestaande en nieuwe bedrijven.

Tabel 1: Overzicht bedrijven actief in IIoT in Vlaanderen

Bedrijf	Activiteiten	1	2	3	4	5
<u>Accelleran</u>	Accelleran biedt LTE small cell hardware en mobiele netwerk software, met gebruik van microservice standaarden. De softwaretechnologie van Accelleran is hardware-onafhankelijk en laat mobile edge computing, virtualisatie en IoT toe. 5G behoort tot de mogelijkheden.		x			

<u>CimPro (*)</u>	CimPro digitaliseert en analyseert processen. Dit doen ze voor de waterketen, gebouwen en industrie met IoT en digitalisatie in een sleutelrol				X	X
<u>Collibra</u>	Collibra heeft een data intelligence platform, incl. data governance en privacy. Collibra bouwt hierbij een "system of record", waarbij gedistribueerde data via registratie en AI classificatie toegankelijk is.			X	X	
<u>COMmeto</u>	COMmeto bouwt software-architecturen voor de interconnectie van heterogene systemen en diensten.			X		
<u>CommuniThings</u>	CommuniThings heeft een smart parking IoT platform, in combinatie met LoRaWAN/NB-IoT sensoren (magnetisch, ultrasound en infrarood) in de weg of camera's met computervisie.	X	X	X	X	
<u>Condugo</u>	Condugo doet energy flow modelling van meterdata en creëert op die manier een "digital energy twins". Klanten zijn bedrijven en industrieparken.					X
<u>Control&Protection (*)</u>	Integrator van IoT oplossingen voor de industrie			X		X
<u>Creative Associates</u>	Creative Associates ontwikkelt custom IoT-hardware en -software voor meting, sturing en visualisatie. Het bedrijf heeft een eigen operating system.	X	X	X		
<u>Crodeon</u>	Crodeon bouwt intelligente end-to-end monitoringsystemen voor industrie, landbouw en onderzoek. Het biedt een alternatief voor een klassieke PLC-sturing in combinatie met een SCADA- systeem.	X	X	X		
<u>Daikin</u>	Daikin is een Japanse multinational en producent van verwarming- en koelingsystemen. In december 2020 werd aangekondigd dat het 140M EUR zal investeren in een Gents onderzoekscentrum. Daikin zal er vanaf eind 2023, o.a. in samenwerking met UGent, onderzoek verrichten op het vlak van nieuwe verwarmingstechnologieën, IoT en AI.	X	X	X	X	
<u>Data Minded</u>	Data Minded biedt data engineering oplossingen om feitelijke en voorspellende inzichten uit data te extraheren. Het richt zich op een brede waaier van sectoren, waaronder IoT.					X
<u>Databroker</u>	Databroker is een blockchain-gebaseerde, peer-to-peer marktplaats voor data. Het biedt ook een Platform-as-a-Service (PaaS) dienst, zodat klanten hun eigen marktplaats kunnen opzetten.			X		
<u>DataStories</u>	DataStories is een AI tool dat gebruikers op een intuïtieve manier begeleidt bij voorspellingen op basis van "augmented analytics".					X
<u>Dockflow</u>	Dockflow biedt een maritiem logistiek platform op basis van de verzameling, visualisatie en automatisering van data. Het transport wordt in realtime gevolgd, inclusief locatie en temperatuur van bederfbare waren.			X	X	

<u>dotOcean</u>	dotOcean ontwikkelt oplossingen voor autonome vaartuigen en het in kaart brengen van bodemsedimenten.	x	x	x	x		
<u>DPTechnics</u>	DPTechnics bouwt IoT-oplossingen, incl. eigen hardware en software, met gebruik van een geëncrypteerd IoT-platform, Bluetooth, LoRaWAN en CAN-bus.	x	x				
<u>Easics</u>	Easics is een chip design dienstenbedrijf met industrie 4.0 als één van de doelmarkten. Via embedded AI diensten brengt Easics AI dicht bij de sensor voor toepassingen zoals geautomatiseerde kwaliteitsinspectie en deep learning acceleratie via hardware.	x					
<u>Edgise</u>	Edgise behoort tot de Cronos-groep. Het is een project-gebaseerde edge AI expert. De hardware is off-the-shelf of FPGA-gebaseerd, indien de performantie dit vereist.	x		x	x		
<u>Ethernetics</u>	Ethernetics richt zich op energie-efficiëntie en voorspellend onderhoud voor bedrijven met een hoog stroomverbruik, zoals datacenters, en uptime- kritische bedrijven. De meettechnologie van Ethernetics kan geïntegreerd worden met bestaande systemen om verbanden te leggen tussen de datastromen	x	x	x	x		
<u>FactorySense</u>	Factorysense integreert de IoT-sensoren van VersaSense (zie elders in dit rapport) met het platform van Optimistik (optimistik.fr) om data analytics en dashboards voor KMO's in industrie 4.0 mogelijk te maken.						x
<u>Factry</u>	Factry Historian is een open data management platform om industriële data te verzamelen, op te slaan en te visualiseren, en Overall Equipment Effectiveness (OEE) te verbeteren.			x	x		
<u>Faktion</u>	Faktion ontwikkelt en productiseert AI-oplossingen. Het is actief in telecommunicatie, retail, transport & logistiek, finance en productie. Faktion is ook een incubator van AI ventures.						x
<u>Fifthplay</u>	De hardware en software van Fifthplay (onderdeel van Niko) voor slimme gebouwen worden ingezet in residentiële en KMO-toepassingen voor verlichting, sturing en energy management	x	x	x			
<u>FrontForce (*)</u>	Bedrijfskritische realtime totaaloplossingen die een antwoord bieden op complexe vraagstukken in de zoektocht naar digitale transformatie.	x					
<u>Geckomatics</u>	Geckomatics is een outdoor mobile mapping bedrijf. Het heeft een eigen camera en deep learning algoritmes voor objectherkenning en mapping ontwikkeld voor toepassingen in slimme steden.	x		x	x		
<u>Geodynamics</u>	Geodynamics biedt locatie-gebaseerde oplossingen voor tijdregistratie, activiteitenregistratie, track & trace van voertuigen, aanwezigheidsregistratie, fleet management, materiaalbeheer, gebouwbeheer en event tracking. De klanten bevinden zich in de bouw-, installatie-, transport- en publieke sector.			x	x		

<u>p2solutions</u>	p2solutions ontwikkelt custom IoT sensorhardware en visualisatiesoftware.	x		x		
<u>Pixelvision</u>	Pixelvision heeft intelligent video analytics technologie op basis van deep learning voor industrie 4.0, beveiliging en retail. Het is hierbij hardware agnostisch.					x
<u>Pozyx</u>	Pozyx heeft eigen hardware voor nauwkeurige indoor en outdoor localisatie op basis van ultra wideband (UWB) technologie en software voor de analyse van bewegingen en gedrag.	x	x	x	x	
<u>Qbus</u>	Qbus ontwikkelt hardware en software voor de verhoging van energie-efficiëntie in residentiële en commerciële gebouwen. Het integreert hierbij verlichting, verwarming/koeling, ventilatie, zonwering, audio en beveiliging.	x	x	x	x	
<u>Ram Mobile Data</u>	RAM (onderdeel van ABAX) biedt oplossingen voor het beheer van voertuigen, machines en gereedschap, incl. rittenregistratie, track & trace, tijdregistratie, materiaalbeheer, temperatuurregistratie, voertuigdelen en analytics). Het richt zich o.a. op de bouwsector, service- en installatiediensten, distributie en fleet management.				x	x
<u>Rmoni</u>	Rmoni richt zich op food, healthcare & pharma en koude keten logistiek met een quality management systeem voor registratie, realtime monitoring en rapportering. Het heeft hiervoor eigen hardware (sensoren, routers, gateways en thermometers) en een softwareplatform.	x	x	x	x	
<u>Robovision</u>	Robovision ontwikkelt computer vision software op basis van deep learning. Via hun platform kunnen klanten machine learning modellen bouwen, trainen en gebruiken. Het richt zich hierbij op productie, food & farm, healthcare en slimme steden.					x
<u>Rombit</u>	Rombit maakt industriële activiteiten veiliger en efficiënter. Het heeft hiervoor wearables, tracking anchors, een realtime monitoring & analytics platform en deep learning-gebaseerde computervisie software. De klanten van Rombit zijn actief in havens, terminals, logistiek, olie & gas, constructie en zware industrie.	x	x	x	x	
<u>Room40</u>	Room40 doet realtime anomaliedetectie op video, audio en social media data via de Nokia Scene Analytics technologie. Hierbij kan bovendien deep learning toegepast worden om de gedetecteerde anomalieën te analyseren en te begrijpen.					x
<u>Senhive</u>	Senhive is een remote sensing bedrijf dat hulpdiensten via live video en audio streaming ondersteunt, luchtruimtes beschermt via de detectie van drones en bosbranden detecteert. Het bedrijf ontwikkelt hiervoor technologie voor streaming, localisatie, sensor fusion, edge AI, etc.	x	x	x	x	

<u>Sensolus</u>	Sensolus biedt totaaloplossingen voor asset management en logistiek. Het heeft eigen draadloze trackers en sensoren, en een platform voor device management, analytics en integratie met businessapplicaties (ERP, BI, dashboards, etc.). Sensolus richt zich op logistiek, transport en waste management.	x	x	x	x		
<u>Sentiance</u>	Sentiance is een AI-bedrijf dat bewegingsdata omvormt in contextuele inzichten en gedragsveranderingstechnieken toepast voor de verbetering van veiligheid, mobiliteit en welzijn. Klanten zijn o.a. leveranciers van mobiliteitsdiensten, autoconstructeurs, verzekeringsmaatschappijen, en bedrijven die consumer journey mapping en personalisatie doen.				x	x	
<u>Siemens</u>	Siemens biedt een eigen IoT-platform, MindSphere. Verder heeft het eigen industrie 4.0 O&O- activiteiten in Vlaanderen, o.a. via de overname van LMS in 2012.	x	x	x	x		
<u>Sirus</u>	Sirus is een IT-consulting en software development bedrijf met een focus op IoT en data intelligence. Het is o.a. actief in productie, logistiek en slimme steden. Het werkt samen met Microsoft, Fiware (een open source platform met IoT-toepassingen in slimme industrie en steden) en OASC.						x
<u>Smappee</u>	Smappee biedt realtime en historische energiegegevens in een app en een dashboard. Via dynamic load balancing wordt het energieverbruik geoptimaliseerd. Het maakt tenslotte verbinding met IoT-platformen en -diensten.	x	x	x	x		
<u>SmartEnds</u>	SmartEnds ontwikkelt eigen draadloze vulgraadsensoren en software voor het management van vuilniscontainers, afvalwater- en olietanks en straatriolering. Het SmartEnds software platform biedt dashboards, automatisering, IoT-integratie en analytics/AI (incl. routeoptimalisatie voor vuilnisophaling).	x	x	x	x		
<u>SmartLog</u>	SmartLog heeft een remote monitoring en data analytics platform voor de industrie, verwarming/koeling/ventilatie en kritische omgevingen zoals klinische labo's en farmabedrijven. De toepassingen omvatten voorspellend onderhoud en de verhoging van de beschikbaarheid. Het platform biedt tevens API's naar externe applicaties.				x	x	
<u>Smartville</u>	Smartville is een samenwerking van Crescent, Ciral Schaubroeck, The Studio en Cegeka. Het is gespecialiseerd in het bouwen van IoT en slimme steden oplossingen voor lokale overheden en bedrijven.						x
<u>Strain2Data</u>	Strain2Data ontwikkelt slimme sensornetwerken op maat van de klant. AI-algoritmes maken voorspellend onderhoud mogelijk. Hierbij worden verscheidene parameters gemeten, zoals belasting, temperatuur en trillingen.				x	x	
<u>Suivo</u>	Het Suivo platform doet asset management van voertuigen, machines en gereedschap, en biedt o.a. tijdregistratie, track and trace, analyse van chauffeurgedrag, navigatie en veiligheid. De klanten zijn actief in transport, constructie, bustransport, publieke diensten & infrastructuur, productie, installatie en diensten, en publieke veiligheid.				x	x	

<u>Vintecc (*)</u>	Door middel van IoT en digital twins creëren van slimme en geconnecteerde machines.								X	
<u>Waylay</u>	Waylay heeft een IoT-platform voor OT/IT- integratie, rule engine automatisering, analytics en self-service KPI monitoring. Toepassingen situeren zich in productie, slimme energie, verwarming/koeling/ventilatie & gebouwen, en IT- bedrijven.								X	X
<u>Wireless Things</u>	Wireless Things (onderdeel van Wireless België) is een aanbieder van IoT-netwerkdiensten via LoRaWAN. Voorbeelden van toepassingen zijn slimme parkings, brand- en inbraakdetectie, track & trace van voertuigen, afvalbeheer, slimme verlichting en monitoring (leefmilieu, binnenklimaat, vloeistofniveaus, etc.).									X
<u>WMW</u>	WMW Hub is een platform voor datacollectie en application enablement, met toepassingen in slimme industrie, employee tracking, landbouw, logistiek, constructie en slimme steden. Naast de catalogus van off-the-shelf applicaties biedt het bedrijf ook een applicatiegenerator en applicatie API's aan.								X	X
<u>Xemex</u>	Xemex (onderdeel van de JHB Group) heeft zich gespecialiseerd in draadloze en bedrade smart metering oplossingen (elektriciteit, gas, water en thermisch). Samen met partners biedt het ook energy management oplossingen voor zonnepaneelinstallaties.								X	
<u>Xenomatrix</u>	Xenomatrix ontwikkelt solid state LIDAR-sensoren, b.v. voor voertuigen (rijassistentie en autonoom rijden), wegconstructie- en onderhoud (inspectie), mijnbouw & landbouw (inspectie en navigatie), industrie (autonoom haventransport, autonome logistiek en dronetransport) en spoorvervoer (inspectie, rijassistentie en autonoom rijden).								X	
<u>xyzt.ai</u>	xyzt.ai is een visual analytics tool voor locatiedata, met toepassingen in slimme transport (havens, zeevaart, luchtvaart en autonoom rijden), logistiek, retail en events. Via realtime en historische data worden bewegingen, patronen, anomalieën en incidenten gedetecteerd en geanalyseerd.									X
<u>Yazzoom</u>	Yazzoom is een expert in data analytics en industriële procescontrole. Via Yanomaly biedt het een industrie 4.0 software plugin voor anomaliedetectie en AI-gebaseerde analytics. Machine learning modellen worden ingezet voor het voorspellen van defecten (prognostics) or producteigenschappen (virtuele sensoren).									X
<u>Zensor</u>	Zensor biedt totaaloplossingen voor asset management. Het gebruikt hiervoor bestaande databronnen en off-the-shelf sensoren, visualiseert de data via dashboards en past machine learning toe voor anomaliedetectie en voorspellend onderhoud. Klanten zijn actief in productie, mijnbouw, remote site monitoring, infrastructuur en windenergie.								X	X
Totaal		39	29	62	59	11				

(*) Aangevuld met informatie van Agoria

Netwerkoperatoren

Zoals eerder gezegd bevat bovenstaand overzicht niet de operatoren.

- De grote mobiele operatoren Orange, Proximus en Telenet hebben elk een IIoT-aanbod op basis van LPWAN en 2G/3G/4G. Enkel Proximus test momenteel publieke 5G op beperkte schaal. Orange heeft een 5G pilootproject in de haven van Antwerpen.
- Engie M2M is de Sigfox operator voor België. Sigfox is één van de LPWAN-technologieën.
- Citymesh³⁶ heeft een beperkte licentie voor 5G en werkt ook samen met Cegeka voor publieke en private 5G.
- Fluvius zou in principe via haar eigen verlichtingspalen en infrastructuur IIoT-diensten kunnen faciliteren, maar dat is nog niet het geval. Volgens een gezamenlijk persbericht³⁷ (dd. 26 juni 2020) zouden Fluvius en Telenet wel de gesprekken gestart zijn over een glasvezelnetwerk-tot-in-de-woning ("Fiber-To-The-Home" of FTTH), maar dat is niet onmiddellijk relevant voor IIoT. Fluvius is overigens reeds actief via pilootprojecten in een aantal Vlaamse steden en gemeenten.
- Er is tenslotte Entropia³⁸, dat een zogenaamd "Critical IoT" netwerk uitbaat op basis van exclusief toegewezen frequenties. Hetzelfde netwerk ondersteunt TETRA Critical Voice-diensten.

Input validatieworkshop:

De lijst met 'aanbieders' werd besproken tijdens de validatieworkshop. Er werden een aantal opmerkingen geformuleerd m.b.t. de selectie van ondernemingen in bovenstaande lijst.

Bij het opstellen van een lijst met ondernemingen hangt de selectie sterk af van de definitie die voor (I)IoT gebruikt wordt. Digitalisatie valt namelijk ook onder IoT maar wordt hier niet uitdrukkelijk mee opgenomen. Er worden 'hiaten' gedetecteerd m.b.t.:

- de 'reguliere IT-bedrijven'. Zij spelen wel degelijk een rol in het bredere IoT-gebeuren.
 - o Hardware bedrijven die ondersteuning bieden bij IIoT-ontwikkelingen (bv. [E.D.&A](#))
 - o Software bedrijven die software-ondersteuning ondersteunen (bv. [Essensium](#))
- Industriële automatisatie integratoren
- Bedrijven rond IoT radio's (bv. [Ekinops](#))

Veel IoT bedrijven zijn jonge bedrijven, start-ups en scale-ups. Er zijn echter ook grote(re) bedrijven die het geheel aanpakken zoals bv. [iDNA](#) en [Cegeka](#) (zie Tabel 1) die zelf geen product maken maar wel integratie doen.

IPCEI:

Tijdens de discussie wordt aangehaald dat de 'gedetecteerde hiaten' in het kader van IPCEI, mogelijks vooral belangrijke bedrijven zijn voor de spillovers. Als actoren in de waardeketen zouden zij mogelijks via subcontracting of dienstverleners kunnen aansluiten bij de IPCEI. Een direct deelname (m.b.t. O&O- en FID-projecten) lijkt iets minder waarschijnlijk. Er wordt geconcludeerd dat in het kader van mogelijke deelname aan IPCEI-projecten bovenstaande tabel wel een goed overzicht geeft.

- Wat wel nog ontbreekt in de tabel zijn de problem owners (machinebouwers, productiebedrijven en dergelijke) – de vraagzijde. Deze actoren staan echter ook in voor een groot deel van de innovaties. Dit betreft dan ondernemingen zoals Vandewiele, Picanol, Atlas Copco, ETAP enz.

³⁶ www.citymesh.com

³⁷ <https://press.telenet.be/fluvius-en-telenet-starten-gesprekken-over-de-realisatie-van-het-datanetwerk-van-de-toekomst>

³⁸ www.entropia.eu

3.2. Facilitatoren

3.2.1. Vlaamse overheid

VLAIO

Op Vlaams niveau speelt het Agentschap Innoveren & Ondernemen (VLAIO)³⁹ een sleutelrol via:

- Subsidies en financiering ter ondersteuning van bedrijven voor opleiding, advies, investeringen en O&O
- Subsidies aan kennisinstellingen, collectieve centra, onderzoekers, clusters, etc.

VLAIO voert bovendien een clusterbeleid op basis van twee type clusters: speerpuntclusters en innovatieve bedrijfsnetwerken (IBN's). Specifiek met betrekking tot IIoT zijn de volgende entiteiten relevant (zie Tabel 2):

- 2 speerpuntclusters: Flux50, VIL
- 4 innovatieve bedrijfsnetwerken: Digitising Manufacturing, IoT Value Chain – The Beacon, Smart Buildings in Use, en Smart Cities Vlaanderen – IoT for Society

Deze entiteiten worden verder nog toegelicht.

Via VLAIO investeert Vlaanderen ook nog in industrie 4.0-proeftuinen waar bedrijven gedurende drie jaar kunnen kennismaken met de nieuwste technologieën en concepten⁴⁰. Deze proeftuinen worden vermeld op de industrie 4.0 website⁴¹ van de Vlaamse overheid. Binnen het Beleidsplan AI (zie hieronder) staat VLAIO in voor de implementatie bij de bedrijven.

Input validatieworkshop:

EUREKA, Cornet en Interreg werden niet opgenomen in de opsomming terwijl deze wel belangrijk zijn voor de Vlaamse IIoT bedrijven. Binnen deze projecten nemen vooral bedrijven deel, maar ook kennisinstellingen (al dan niet in onderaanneming):

- Binnen EUREKA zijn er een aantal thematische clusters actief die jaarlijks calls organiseren om projecten in te dienen. Eurekaclusters zijn grote industriële netwerken die samenwerken rond bepaalde thema's. Vlaamse partners kunnen een beroep doen op steun van VLAIO in de vorm van een onderzoeksproject of een ontwikkelingsproject:
 - o ITEA richt zich tot de brede thematiek van software-intensieve systemen
 - o PENTA richt zich tot het domein van micro- en nanoelektronica en elektronische systemen
 - o CELTIC Next richt zich tot telecommunicatietechnieken, -systemen en -diensten

Daarnaast zijn er ook COOCK-projecten die werken rond IIoT.

Departement EWI

Het Departement Economie, Wetenschap & Innovatie (EWI)⁴² streeft naar excellentie in fundamenteel onderzoek, strategische kennisontwikkeling en de valorisatie van deze kennis. Dit gebeurt o.a. via 4 strategische onderzoekscentra (SOC's), waaronder imec en Flanders Make.

³⁹ <https://www.vlaio.be/nl>

⁴⁰ <https://www.vlaio.be/nl/andere-doelgroepen/industrie-40>

⁴¹ [Vlaanderen Industrie 4.0 | Dé hotspot voor innovatie in de maaksector \(industrie40vlaanderen.be\)](https://www.vlaanderen.be/industrie40)

⁴² www.ewi-vlaanderen.be

Vlaamse beleidsplannen AI en CS

Het Departement EWI besteedt specifieke aandacht aan o.a. AI, en dit via het Vlaams Beleidsplan Artificiële Intelligentie⁴³, en het Onderzoeksprogramma AI in het bijzonder⁴⁴. Het Vlaamse beleidsplan Artificiële intelligentie omvat drie luiken; (1) strategisch basisonderzoek, (2) gebruik AI door bedrijven stimuleren en (3) bewustmaking, opleiding en ethische omkadering. Het Vlaamse Onderzoeksprogramma AI staat voor strategisch basisonderzoek in AI: vraaggedreven onderzoek met toepassingen in o.a. Industrie 4.0. De technologische onderzoeksuitdagingen zijn: AI-driven data science, Real-time en energie-efficiënte AI in the edge, multi-actor en collaboratieve AI en human-like AI. Er is eveneens een Vlaams Beleidsplan Cybersecurity⁴⁵.

Digitaal Vlaanderen

Digitaal Vlaanderen⁴⁶ ondersteunt de overheden in Vlaanderen bij het in de markt zetten, digitaliseren en verbeteren van dienstverlening. In de Septemberverklaring 2020 van de Vlaamse regering⁴⁷ werd hierbij verwezen naar de intentie om een Vlaams datanutsbedrijf op te richten. Binnen dezelfde context wordt bestudeerd hoe bedrijven en burgers over hun eigen data kunnen beschikken, o.a. via de Solid-technologie⁴⁸.

Smart Flanders

Smart Flanders⁴⁹ is een ondersteuningsprogramma van de Vlaamse Overheid voor de digitale transitie van lokale overheden naar slimme steden. Er is een stuurgroep met afgevaardigden van o.a. de 13 centrumsteden, de Vlaamse Gemeenschapscommissie voor Brussel (VGC), de Vereniging van Vlaamse Steden en Gemeenten (VMSG) en het Kenniscentrum Vlaamse Steden (KCVS). Men zoekt naar manieren om (sensor)data optimaal in te zetten. Smart Flanders werkt bovendien aan een zogenaamde Vlaamse Open City Architectuur (VLOCA)⁵⁰. Imec en VITO ontwikkelen VLOCA in opdracht van het Agentschap Binnenlands Bestuur. De gedeelde visie over een open digitale architectuur moet leiden tot efficiëntere digitale oplossingen voor (lokale) besturen.

Mobilidata

Mobilidata⁵¹ is een programma van de Vlaamse overheid met ondersteuning van imec. Men wil weggebruikers in realtime informatie aanreiken om hen tijdens hun verplaatsing bij te staan zodat iedereen de meest efficiënte mobiliteitskeuze maakt. In het Mobilidata-programma werken publieke en private partijen samen aan de ontwikkeling van slimme datasystemen en vernieuwende apps.

3.2.2. Kennisinstellingen

De Vlaamse universiteiten doen heel wat onderzoek op het vlak van IIoT-technologieën, al dan niet in samenwerking met imec. Er is ook ID Lab⁵² waarin imec, UGent en Universiteit Antwerpen betrokken zijn. ID Lab heeft een eigen onderzoeksinfrastructuur en doet ook innovatieprojecten met bedrijven. De applicatiedomeinen van ID Lab omvatten o.a. productie, logistiek, energie, gebouwen, mobiliteit, steden, cloud en 5G.

In bijlage 5 worden de resultaten van een analyse van FRIS (Flanders Research Information Space) uitgevoerd door EWI opgenomen.

⁴³ <https://ewi-vlaanderen.be/onze-opdracht/excellerend-onderzoek/ai-voor-vlaanderen> en <https://www.vlaio.be/nl/andere-doelgroepen/vlaams-beleidsplan-artificiele-intelligentie>

⁴⁴ <https://airesearchflanders.be/>

⁴⁵ <https://www.vlaio.be/nl/andere-doelgroepen/vlaams-beleidsplan-cybersecurity>

⁴⁶ <https://www.vlaanderen.be/digitaal-vlaanderen>

⁴⁷ <https://www.vlaanderen.be/publicaties/septemberverklaring-van-de-vlaamse-regering-2020>

⁴⁸ <https://overheid.vlaanderen.be/solid-zet-vlaanderen-op-de-govtech-kaart>

⁴⁹ <https://smart.flanders.be/>

⁵⁰ <https://smart.flanders.be/vloca>

⁵¹ <https://mobilidata.be>

⁵² <https://idlab.technology/>

3.2.3. Strategische onderzoekscentra, speerpuntclusters en innovatieve bedrijfsnetwerken

Zoals eerder vermeld, telt Vlaanderen een aantal strategische onderzoekscentra (SOC's), speerpuntclusters en innovatieve bedrijfsnetwerken. De entiteiten relevant voor IIoT worden hieronder kort voorgesteld.

Tabel 2: Overzicht Strategische onderzoekscentra, speerpuntclusters en IBN's actief m.b.t. IIoT

SOC's	
<u>Flanders Make</u>	Flanders Make is het strategisch onderzoekscentrum (SOC) voor de maakindustrie. Het stimuleert open innovatie via hoogkwalitatief onderzoek. Daarnaast kunnen bedrijven met hen samenwerken rond een innovatie op maat. Tot slot biedt Flanders Make ook een uitgebreid aanbod aan test- en validatie infrastructuur voor het testen en valideren van producten en productie.
<u>Imec</u>	imec is het strategisch onderzoekscentrum (SOC) voor nano-elektronica en digitale technologie. imec heeft expertise op het vlak van artificiële intelligentie, smart products, IoT & draadloze technologie en chiptechnologie. Toepassingsdomeinen zijn slimme industrie, gezondheid, steden, onderwijs, energie en mobiliteit.
<u>VITO</u>	VITO is een Vlaamse onafhankelijke onderzoeksorganisatie op het gebied van cleantech en duurzame ontwikkeling. Remote sensing is één van de onderzoeksdomeinen.
Onderzoeksinstituut	
<u>ILVO (*)</u>	Het Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek (ILVO) is een onafhankelijk wetenschappelijk onderzoekscentrum van de Vlaamse overheid. Het krijgt van die overheid de opdracht mee te werken aan de verduurzaming van de landbouw, visserij en agrovoedingssector. (ILVO is heel actief in IIoT-toepassingen in landbouw)
Speerpuntclusters	
<u>Flux50</u>	Flux50 is een ledenorganisatie rond slimme energie. Flux50 faciliteert samenwerking tussen energie-, IT- en bouwbedrijven en coördineert living labs in 5 domeinen: energy harbors, microgrids, multi-energy solutions at district level, energy cloud platforms en intelligent renovation.
<u>VIL</u>	VIL wil de concurrentiepositie van de bedrijven in de logistieke sector verhogen door duurzame en innovatieve concepten en technologieën te implementeren. VIL zet in op 4 thema's: digitale transformatie, groene supply chains, hinterland connectie en last mile.
<u>Flanders Food (*)</u>	Flanders' FOOD is het innovatieplatform voor de Vlaamse agrovoedingsindustrie. Samen met de leden – bedrijven, onderzoeksinstellingen, verenigingen en federaties – vormen ze de speerpuntcluster agrifood, het netwerk voor innovatie in de agrovoedings-industrie.
IBN's	

<u>Digitising Manufacturing</u>	Het IBN Digitising Manufacturing richt tot innoverende maakbedrijven uit de technologische sector en meedenkende technologieaanbieders. Sirris is coördinator van het initiatief en voert de werking uit in nauwe samenwerking met Flanders Make en Agoria.
<u>Smart Buildings in Use</u>	Het IBN Smart Buildings in Use richt zich op het onderhoud en beheer van gebouwen. Dit gebeurt via de toepassing van performante software (FMIS, BIM), integratie van sensoren, Internet of Things (IoT), nieuwe business modellen (DBFM, product-dienst-systemen), etc.
<u>Smart Cities Vlaanderen</u>	Het IBN Smart Cities Vlaanderen is een ledenorganisatie volgens het quadruple helixmodel. Hierin werken bedrijven, kennisinstellingen, gemeenten en burgers samen aan de toekomst van smart cities. Binnen dit ecosysteem Smart Cities Vlaanderen zich specifiek op bedrijven die actief producten en diensten ontwikkelen.
<u>The Beacon</u>	Het IBN IoT Value Chain - The Beacon is een innovatiecommunity en -hub met een focus op AI en IoT voor slimme steden, mobiliteit, havens & logistiek, industrie en gebouwen. Het brengt techbedrijven, onderzoekers, innovators en burgers samen om te werken aan leefbaarheid en duurzaamheid.

(*) Aangevuld met informatie uit de validatieworkshop

3.2.4. Bedrijfsorganisaties, innovatienetwerken en innovatieprojecten

Verder zijn er nog een aantal bedrijfsorganisaties, innovatienetwerken en innovatieprojecten relevant voor IloT. Agoria en Sirris spelen elk een erg belangrijke rol, die veel breder is dan IloT.

Tabel 3: Overzicht bedrijfsorganisaties

<u>Agoria</u>	Agoria verenigt de Belgische technologiebedrijven en -organisaties. Het is opgebouwd rond expertisecentra, market-teams, industry-teams en beleidscellen. Agoria profileert zich als operator binnen het normatieve IoT-ecosysteem en ondersteunt verscheidene initiatieven die relevant zijn voor IloT. Zo is Agoria mede-initiatiefnemer van The Beacon, het Made Different actieplan, Factories of the Future en AI4Belgium.
<u>Sirris</u>	Sirris helpt bedrijven de juiste technologische keuzes te maken en hun innovatieprojecten met succes te realiseren. Het biedt individuele technologische ondersteuning, een hightech infrastructuur en een partnernetwerk, en inspiratie rond innovatie en technologie. Sirris is betrokken bij verscheidene elders in dit rapport vermelde projecten, zoals Made Different en het IBN Digitising Manufacturing.

Tabel 4: Innovatienetwerken en innovatieprojecten

<p><u>3IF.be</u></p>	<p>3IF ("Industrial IoT in Factories") ondersteunt Vlaamse productiebedrijven met expertise, ervaring en kennis. 3IF is hierbij een broker tussen vraag en aanbod (producten, (data)diensten en integratie). Use cases, referentiecasses en business cases worden verzameld en gedeeld. 3IF is eveneens betrokken bij FactorySense (factorysense.eu) in samenwerking met VersaSense en Optimistik.</p>
<p><u>AI4Belgium</u></p>	<p>AI 4 Belgium is een community-gedreven initiatief met als doelstellingen o.a. (1) beleidsondersteuning op het gebied van ethiek, regelgeving, vaardigheden en competenties, (2) EU-financiering verzamelen en EU- ecosystemen met elkaar verbinden, (3) concrete actievoorstellen voor opleiding in AI, en (3) bijdragen aan de invoering van AI-technologieën door de industrie.</p>
<p><u>AI4Growth (*)</u></p>	<p>AI4Growth is de gemeenschap van AI-stakeholders in Vlaanderen. De leden bestaan uit leveranciers van AI-technologieën, bedrijven 'on the outlook' voor AI-toepassingen en bedrijfs- of academische experts en talent.</p>
<p><u>DSP Valley</u></p>	<p>DSP Valley is een netwerk voor bedrijven actief rond elektronica-oplossingen en digitale technologieën voor slimme industrie, steden, gezondheid en mobiliteit. DSP Valley was betrokken bij de oprichting van Smart Cities Vlaanderen en is ook partner van o.a. Flux50 en The Beacon.</p>
<p><u>EnergyVille</u></p>	<p>EnergyVille is een samenwerking tussen de Belgische onderzoekspartners KU Leuven, VITO, imec en UHasselt voor onderzoek naar duurzame energie en intelligente energiesystemen. Het ontwikkelt de technologieën en kennis voor de transitie naar een energie-efficiënte, gedecarboniseerde en duurzame stedelijke omgeving.</p>
<p><u>Internet of Water</u></p>	<p>Internet of Water Flanders zal vanaf 2023 via een fijnmazig en hoogfrequent sensornetwerk over heel Vlaanderen continu indicatoren van waterkwaliteit meten. Zo krijgt men een nog beter beeld van de waterkwaliteit. De permanente datastromen openen de weg voor slimme toepassingen.</p>
<p><u>Made Different</u></p>	<p>Made Different wil bedrijven transformeren tot fabrieken van de toekomst via 7 sleuteltransformaties: advanced manufacturing technologies, integrated engineering, digital factory, human centered organisation, networked factory, eco factory en smart manufacturing.</p>
<p><u>OASC</u></p>	<p>Open & Agile Smart Cities (OASC) is een wereldwijd netwerk van steden en communities rond datagedreven "Minimal Interoperability Mechanisms". OASC vertegenwoordigt haar leden bij internationale instellingen, fora en standaardisatie-organisaties.</p>

(*) Aangevuld met informatie uit de validatieworkshop

Het Vlaamse beleidsplan Artificiële Intelligentie omvat drie luiken: (1) strategisch basisonderzoek, (2) gebruik AI door bedrijven stimuleren en (3) bewustmaking opleiding en ethische omkadering. Dit laatste punt omvat het kenniscentrum Data en Maatschappij en de Vlaamse AI-academie.⁵³

Tabel 5: Vlaams Beleidsplan AI

<p><u>Kenniscentrum Data & Maatschappij (*)</u></p>	<p>Kenniscentrum voor juridische, ethische en maatschappelijke aspecten van artificiële intelligentie en datatoepassingen.</p>
<p><u>Vlaamse AI-academie (*)</u></p>	<p>Bij de Vlaamse AI Academie, VAIA, is het mogelijk om als professional of onderzoeker bij te leren over artificiële intelligentie. Ze verzamelen en organiseren opleidingen die helpen om de mogelijkheden van AI te leren kennen of toe te passen. VAIA is een samenwerking tussen alle Vlaamse universiteiten en hogescholen.</p>

(*) Aangevuld met informatie uit de validatieworkshop

3.2.5. Steden

Een aantal Vlaamse steden zetten actief in op IoT als onderdeel van hun doelstelling om een slimme stad te worden. Hierbij is er wel een evolutie merkbaar van initiële pilootprojecten die de mogelijkheden van de technologie aantoonde, naar projecten die waarde voor de burger creëren.

Antwerpen

Antwerpen heeft vijf prioriteiten⁵⁴: (1) een doorgedreven digitalisering van haar werking en dienstverlening, (2) het faciliteren van een ecosysteem voor (digitale) innovatie, (3) het bevorderen van de samenwerking tussen de nieuwe economie en de bestaande sterkhouders (de haven, retail, petrochemie ...), (4) het creëren van toegevoegde waarde voor burgers, bedrijven, studenten en bezoekers in de stad, en (5) iedereen meekrijgen in het digitale verhaal. Vijf prioritaire thema's staan hierbij voorop: mobiliteit, veiligheid, efficiënt bestuur, slimme burgers en duurzaamheid.

Antwerpen is partner van imec in City of Things via de Smart Zone en proeftuinen⁵⁵, en Capital of Things⁵⁶. Het heeft ook een eigen open en digitaal platform, Antwerp City Platform-as-a-Service (ACPaaS)⁵⁷, een project met Digipolis. Via NxtPort⁵⁸ wordt tenslotte in de haven sterk ingezet op IIoT en data.

Gent

Via de beleidsnota 2020-2025⁵⁹ positioneert Gent zich als "meer dan een slimme stad". Het hanteert hierbij vier sporen: (1) samen durven en innoveren, (2) data als fundament, (3) technologie als slimme schakel en (4) een drempelloze dienstverlening. Om dit te realiseren zijn er zeven hefboomen: (1) technologie als hefboom voor een slimme stad met versterking van duurzame vooruitgang, (2) positionering als een aantrekkelijke stad voor digitale transformatie, (3) evolutie naar een open netwerkmodel en stimulering van vooruitgang in onze ecosystemen, (4) management van de door technologie veranderende rollen van de stad, (5) gebruiker centraal, (6) innovatiecultuur met balans tussen durf en stabiliteit, en (7) integratie van wendbare organisatievormen in onze organisatiestructuur.

⁵³ Aangevuld door de VARIO-staf op basis van informatie uit de validatieworkshop

⁵⁴ <https://www.digipolis.be/projecten/antwerpen-smart-city>

⁵⁵ <https://www.imeccityofthings.be/nl/projecten/smart-zone-programma>

⁵⁶ <https://www.imec-int.com/en/articles/antwerpen-bouwt-een-capital-of-things-uit>

⁵⁷ <https://acpaas.digipolis.be/nl/home>

⁵⁸ <https://www.nxtport.com/>

⁵⁹ <https://stad.gent/nl/over-gent-en-het-stadsbestuur/stadsbestuur/wat-doet-het-bestuur/meerjarenplan-en-beleidsnotas-2020-2025/beleidsnotas-2020-2025>

Anderen

In talrijke andere steden en gemeenten wordt IoT getest of toegepast. Voorbeelden zijn Brugge⁶⁰, s-Lim⁶¹ (met Genk, Hasselt en andere Limburgse steden en gemeenten), Kortrijk⁶², Leuven⁶³, Mechelen⁶⁴ en Roeselare⁶⁵.

⁶⁰ <https://www.brugge.be/smart-city-stad-brugge-wordt-actief-lid-van-open-agile-smart-cities>

⁶¹ <https://www.s-lim.be/>

⁶² <https://www.kortrijk.be/smart-cities>

⁶³ <https://www.leuven.be/smart-city><https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2020/12/10/nokia-provides-5g-ready-private-wireless-for-leuven-digital-city-pole-project/>

⁶⁴ <https://www.mechelen.be/duurzaam-en-innovatief-maken-slimme-wijk>

⁶⁵ <https://www.roeselare.be/nieuws/roeselare-wint-ageria-smart-city-award-met-project-effici-ntere-dienstverlening-dankzij-data>

4. EUROPESE INITIATIEVEN

Horizon 2020

Voor 2014-2021 werd bijna 200M EUR voorzien voor IoT-gerelateerde O&O&I. Security en privacy zijn hiervan belangrijke aspecten, maar vallen buiten de scope van dit rapport. De andere initiatieven worden hieronder opgelijst.

*IoT European Platform Initiative (IoT-EPI)*⁶⁶

Omwille van het belang van IoT-platformen werd in 2016 het IoT European Platform Initiative (IoT- EPI) gelanceerd. Via IoT-EPI werden 7 projecten gefinancierd:

- Inter-IoT: interoperabiliteit tussen IoT-platformen
- BIG IoT: web API voor smart object platformen
- AGILE: IoT- gateway op basis van open standaarden
- symbIoTe: abstractielaag voor een “unified view” en interoperabiliteit tussen IoT-platformen
- TagItSmart!: contextuele QR-codes
- VICINITY: discovery en classificatie van IoT-diensten
- bloTope: open innovatie ecosysteem voor connected smart objects

In BloTope zijn o.a. de Belgische partners Brussel Mobiliteit, het Centrum voor Informatica van het Brussels Gewest, IRISnet en IS-practice betrokken.

*Alliance for Internet of Things Innovation (AIOTI)*⁶⁷

In 2016 werd de Alliance for Internet of Things Innovation met de steun van de Europese Commissie opgericht. De AIOTI bouwt verder op het werk van de IoT European Research Cluster (IERC) en projecten gefinancierd door het Europese 7de Kaderprogramma (7th Framework Programme - FP7). AIOTI is zeer actief.

*Internet of Things Large-Scale Projects (LSP's)*⁶⁸

Via het IoT Large-Scale Projects worden de volgende domeinen ondersteund:

- ACTIVAGE: smart living voor ouderen
- IoF2020: smart farming en voedselveiligheid
- MONICA: wearables voor slimme ecosystemen
- SYNCHRONICITY: referentie-architectuur voor diensten in slimme steden
- AUTOPILOT: autonome voertuigen
- U4IoT: user engagement in IoT LSP's
- CREATE-IoT: kruisbestuiving tussen IoT LSP's

Bij SynchroniCity zijn de volgende Vlaamse partners betrokken: Stad Antwerpen, imec, European Network of Living Labs, Open & Agile Smart Cities (OASC) en Rombit.

H2020 partnership: ECSEL^{69,70}

Onder H2020 werden tevens een partnership relevant voor IIoT opgezet; Electronic Components and Systems for European Leadership (ECSEL). Het doel is om de elektronica-productiecapaciteit van Europa te stimuleren.

⁶⁶ <https://iot-epi.eu/>

⁶⁷ <https://aioti.eu/>

⁶⁸ <https://european-iot-pilots.eu/>

⁶⁹ [What we do ... and how | ECSEL Joint Undertaking](#)

⁷⁰ Aangevuld door de VARIO-staf op basis van informatie uit de validatieworkshop

Horizon Europe

Partnerships⁷¹

Net zoals onder H2020 zullen er ook onder Horizon Europe partnerships zijn. Met betrekking to IIoT zullen de partnerships zich situeren onder de koepel 'digital, industry and space'. Hieronder worden de kandidaat partnerschappen opgesomd.⁷²

- High Performance Computing
- Key Digital Technologies
- Smart Networks and Services
- Artificial Intelligence, data and robotics

Next Generation Internet

Na Horizon 2020 zal er onder Horizon Europe⁷³ (2021-2027) via het Next Generation Internet (NGI)⁷⁴ heel wat aandacht aan IoT besteed worden. Zo werd in 2018 het Next Generation Internet of Things (NGIoT)⁷⁵ opgericht. Terwijl Horizon Europe de nadruk legt op onderzoek en innovatie, als opvolger van Horizon 2020, is er ook het Digital Europe Programme⁷⁶ dat de Europese digitale competenties wil versterken en de brede toepassing van digitale technologieën wil faciliteren.

Digital Europe Programme

Het Digital Europe Programme wil Europa's digitale competenties versterken in de domeinen van high performance computing (minder relevant voor IIoT), data/AI en cybersecurity. Het wil bovendien de toepassing van deze technologieën in de volgende sectoren faciliteren: energie en omgeving, productie, landbouw en gezondheid. Digital Europe wil verder bouwen op Horizon 2020 en Horizon Europe innovaties die voldoende marktrijp en disruptief zijn. Dit programma is bijzonder relevant voor IIoT, omwille van de aandacht voor data/AI en cybersecurity. In het werkprogramma voor 2021-2022 zullen o.a. een gefedereerde cloudinfrastructuur, data spaces, (edge) AI en digital twins aan bod komen. De creatie van Testing and Experimentation Facilities (TEF's), bv. voor AI⁷⁷ en edge AI⁷⁸ in het bijzonder, is hiervan een onderdeel.

NGIoT

NGIoT (Next Generation IoT) heeft als doelstelling een "secure, safe, trusted and "human-centric" IoT research & innovation, development and deployment environment" te creëren. In de NGIoT roadmap⁷⁹ worden de volgende opportuniteiten voor IoT opgelijst:

⁷¹ Aangevuld door de VARIO-staf op basis van informatie uit de validatieworkshop

⁷² [Candidates for European Partnerships in digital, industry and space | European Commission \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/europe-investing-digital-digital-europe-programme)

⁷³ https://ec.europa.eu/info/horizon-europe_en

⁷⁴ <https://www.ngi.eu/>

⁷⁵ <https://www.ngiot.eu/>

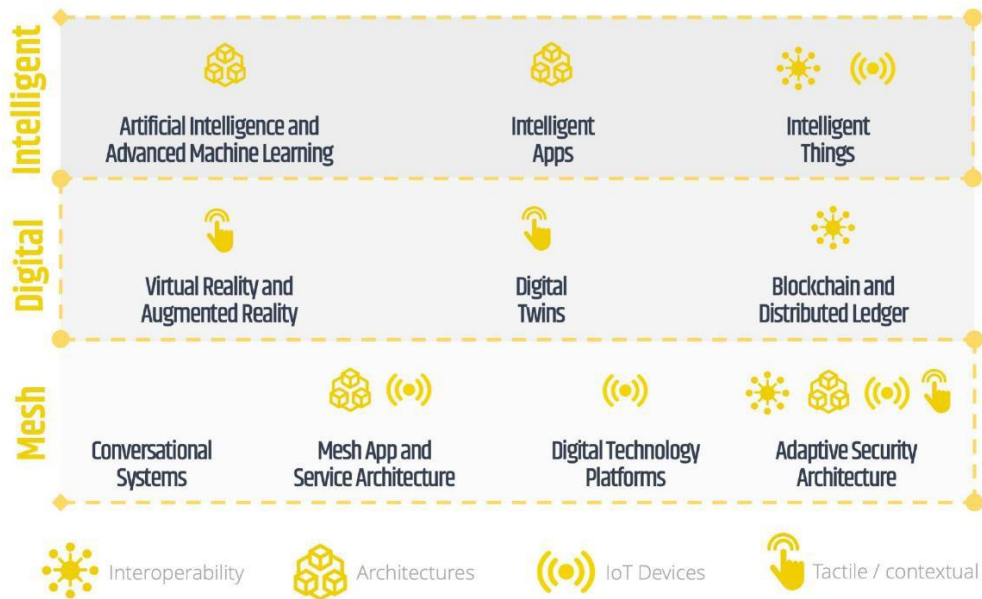
⁷⁶ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/europe-investing-digital-digital-europe-programme>

⁷⁷ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/workshops-reference-testing-and-experimentation-facilities-artificial-intelligence-digital>

⁷⁸ https://ec.europa.eu/information_society/newsroom/image/document/2020-19/200507_workshop_report_tef_edge_public_version_50D5372E-0FEC-8D05-E7F7B1E31DD0390F_66635.pdf

⁷⁹ <https://www.ngiot.eu/>

Figuur 19: IoT opportuniteiten (NGIoT)⁸⁰



5G wordt verder nog als key enabler vermeld. NGIoT baseert zich op 10 O&O&I “challenges”:

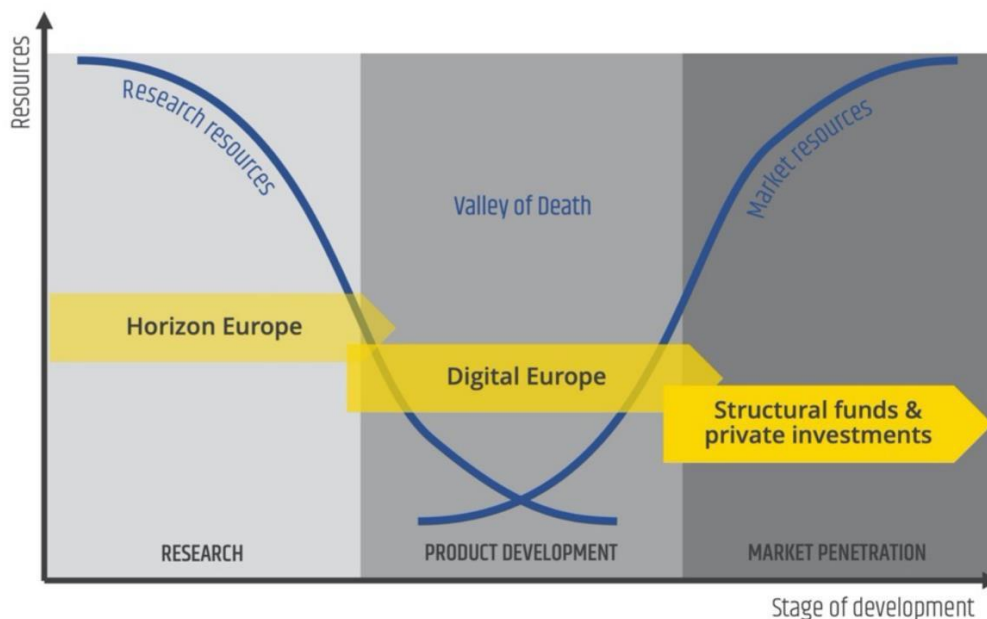
- R1: reliable, low-cost, sustainable and scalable IoT networks
- R2: next generation IoT data processing architectures
- R3: futureproof security and trust
- R4: IoT, processes, and data interoperability
- R5: IoT, citizens, privacy-by-design and ethics
- R6: real-time decision making for IoT
- R7: autonomous IoT solutions
- R8: human and sustainable development in the loop
- R9: IoT data sharing and monetisation enabling models and technologies
- R10: sustainable and biocompatible devices

Deze challenges werden uitgezet op een tijdslijn van 2021 tot/met 2027, als input voor de Horizon Europe en Digital Europe programma’s. Hierbij werd een mapping gemaakt op basis van maturiteit (onderzoek, innovatie en ontwikkeling).

NGIoT positioneert hierbij deze Horizon Europe en Digital Europe programma’s als volgt:

⁸⁰ <https://www.ngiot.eu/>

Figuur 20: Horizon 2020 / Digital Europe (NGIoT)



Bron: NGIoT⁸¹

Horizon Europe zal onderzoek en innovatie ondersteunen, terwijl Digital Europe en het Connecting Europe Facility⁸² de uitrol moeten faciliteren van mature technologieën met businesspotentieel die het resultaat zijn van Horizon Europe en eerdere Horizon 2020 programma's.

GAIA-X

GAIA-X kwam reeds aan bod in hoofdstuk 2.4. De doelstelling is de uitbouw van een Europese gefedereerde infrastructuur.

Nieuwe Digital Innovation Hubs (DIHs)

Binnen het Digital Europe Programme wil Europa Digital Innovation Hubs (DIHs)⁸³ creëren om de toepassing van AI, high-performance computing en cybersecurity te stimuleren. In Vlaanderen hebben de volgende instellingen zich bij de DIH community aangemeld⁸⁴: BlueHealth Innovation Center, Flanders Make, imec, Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek, KU Leuven, SIM- Flanders (Flam3D), Sirris, Tech Lane Ghent Science Park, Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf en 3IF.

Smart Networks and Services Partnership

Smart Networks and Services Partnership (SNS)⁸⁵ is een Horizon Europe programma dat technologieën en standaarden voor digitale infrastructuren, zoals het Next Generation Internet en slimme connectiviteit & diensten, wil ontwikkelen. Het Inception Impact Assessment⁸⁶ document lijkt aan te geven dat de focus momenteel vooral op 5G "and beyond" ligt.

⁸¹ <https://www.ngiot.eu/>

⁸² Transeuropese netwerken en infrastructuren in transport, telecommunicatie en energie: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/connecting-europe-facility-2021-2027-commission-launches-public-consultation-cef2-digital>

⁸³ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/edihs>

⁸⁴ <https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/digital-innovation-hubs-tool>

⁸⁵ <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/11899-Research-innovation-European-Partnership-for-smart-networks-and-services-Horizon-Europe-programme>

⁸⁶ <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/11899-Research-innovation-European-Partnership-for-smart-networks-and-services-Horizon-Europe-programme>

IPCEI's en Industrial Alliances

Microelectronics

Zoals o.a. vermeld in hoofdstuk 2.2, zijn Edge sensing & computing hardware belangrijke technologische IIoT componenten én opportuniteiten voor Europa en Vlaanderen. De eerste IPCEI on Microelectronics dateert van 2018 en wordt nu opgevolgd door een nieuwe IPCEI⁸⁷, met een focus op processoren en connectiviteit. Dit is o.a. relevant voor de IIoT edge en 5G. Deze IPCEI zal ondersteund worden door een Industrial Alliance on Microelectronics, met een initiële investering van 20-30 miljard EUR door de publieke en private sector.

Cloud and Data Processing

Er werd eveneens een European Alliance for Industrial Data and Cloud aangekondigd⁸⁸, met als ambitie om 10 miljard EUR te investeren in een Europese “federated cloud” (cf. GAIA-X). Binnen dezelfde context zijn er plannen voor een IPCEI on Cloud and Data Processing. Hierin wordt expliciet verwezen naar IoT⁸⁹.

Recovery and Resilience Facility – Scale-Up Flagship

Via de Recovery and Resilience Facility⁹⁰, zal de komende jaren 672,5 miljard EUR ter beschikking gesteld worden. Er werden zeven “Flagship areas” gedefinieerd, waarvan de Scale-Up Flagship⁹¹ zich richt op de industrial data cloud en krachtige, energie-efficiënte processoren.

⁸⁷ [Key Digital Technologies - The keys to our digital future - brochure | Shaping Europe's digital future \(europa.eu\)](#)

⁸⁸ <https://www.internetforum.eu/events/events/1032-cloud-computing-data-flows-and-internet-of-%20%20things.html>

⁸⁹ <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-12093-2020-INIT/en/pdf>

⁹⁰ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_20_1658

⁹¹ https://clustercollaboration.eu/sites/default/files/WYSIWYG_uploads/scale_up.pdf

5. SWOT-analyse

Op basis van het Vlaamse IIoT-ecosysteem en de belangrijkste opportuniteiten (zowel technologisch als applicatief) volgt hieronder een SWOT-analyse. De interviews met bedrijven, kennisinstellingen en andere organisaties waren hierbij een belangrijke inspiratiebron. Terwijl een aantal elementen specifiek betrekking hebben op IIoT, zijn andere meer generiek en zelfs toepasbaar op het algemene innovatiebeleid in Vlaanderen.

5.1. Sterktes

Technologische expertise in kennisinstellingen en/of bedrijven (halfgeleiders, draadloze communicatie, AI, cybersecurity)

Imec (met zijn universitaire partners) wordt algemeen erkend als een succesverhaal dat Vlaanderen op de kaart gezet heeft als een wereldspeler in halfgeleider technologie. Naast eigen onderzoek zet imec sterk in op samenwerking met lokale en internationale bedrijven en voert een actief beleid rond de creatie en ondersteuning van eigen spinoffs en externe start-ups. imec heeft bewezen dat lokale samenwerking en de bundeling van financiële middelen essentieel zijn voor het bereiken van kritische massa en de noodzakelijke schaalvoordelen om internationaal concurrentieel te zijn. Ook in telecommunicatie heeft Vlaanderen een aantal succesvolle bedrijven voortgebracht. Zoals eerder in dit rapport toegelicht, is de edge een cruciaal onderdeel van IIoT. Hierbij zijn er talrijke innovatie-opportunities op het vlak van sensoren, edge AI en draadloze communicatie. Sensor fusion en edge processing stellen hierbij grote eisen aan de beschikbare rekenkracht en energie-efficiëntie, wat een verregaande vorm van hardware integratie en optimalisatie vergt. Men kan terecht opmerken dat de halfgeleiderproductie zich ondertussen vooral buiten Europa, en met name in Azië, bevindt. Dat belet echter niet dat de ontwikkeling en integratie van deze (sub)componenten in eindproducten in Vlaanderen kan gebeuren.

Hoewel Vlaanderen (nog) niet als een wereldspeler op het vlak van AI beschouwd kan worden, is er heel wat potentieel binnen onze kennisinstellingen en zijn talrijke start-ups en scale-ups reeds actief in dit domein. AI is niet alleen relevant voor zeer diverse toepassingsdomeinen, maar zal ingezet worden langs de volledige IIoT-waardeketen (van edge tot cloud). AI is ook geen toekomstmuziek, aangezien de implementatie momenteel zeer snel gaat. Heel wat onderliggende technologieën zijn bovendien open source, wat vele toepassingen erg laagdrempelig maakt. Een succesvolle differentiatie zal afhangen van de volgende succesfactoren: (1) selectie van die toepassingen met het grootste marktpotentieel, (2) geïntegreerde hardware/software oplossingen in het geval van edge AI en (3) toegang tot grote hoeveelheden data om de modellen te trainen en de opgebouwde voorsprong te behouden.

Cybersecurity⁹² is geen onderdeel van dit rapport, maar het is evident dat Vlaanderen op dit vlak heel wat unieke expertise opgebouwd heeft, zowel binnen de kennisinstellingen als qua toepassingen in domeinen zoals de financiële sector. Databeheer gaat sowieso veel verder dan beveiliging, en is nauw verbonden met data governance en privacy. Het belang van technologieën zoals blockchain en nieuwe concepten zoals Solid⁹³ kan niet overschat worden.

Input validatieworkshop:

- In de analyse wordt aangegeven '... open source, wat vele toepassingen erg laagdrempelig maakt'. Er wordt opgemerkt dat het open source karakter niet doorslaggevend is om een toepassing laagdrempelig te maken.
- In de analyse wordt aangegeven dat een succesvolle differentiatie zal afhangen van een aantal succesfactoren. Er wordt opgemerkt dat differentiatie op zich niet de (enig) doelstelling lijkt.

⁹² Cfr Zie experten rapport m.b.t. de analyse van de waardeketen van Cybersecurity (in het kader van IPCEI).

⁹³ Solid (<https://inrupt.com/solid>) is een open source technologie die burgers en bedrijven toelaat om hun data in een eigen kluis op te slaan, en zelf te bepalen wie hiertoe toegang heeft. De data wordt dus ontkoppeld van de applicaties.

Een doelstelling is eerder om die zaken/activiteiten te doen die voor Vlaanderen belangrijk zijn.

- Een derde geïdentificeerde succesfactor betreft 'toegang tot grote hoeveelheden data om de modellen te trainen en de opgebouwde voorsprong te behouden. Hier wordt voorgesteld om meer te focussen op het ontwikkelen van data-efficiënte AI methodes; methodes die ook goede resultaten opleveren zonder grote hoeveelheden data. Vlaanderen is sterk in hybride AI methodes die data en kennis combineren, die leren en redeneren combineren.

Toonaangevende O&O-centra

Naast imec in halfgeleiderstechnologie heeft Vlaanderen nog andere toonaangevende O&O-centra, bv. VIB in biotech/life sciences. Binnen IIoT zijn er opportuniteiten om ook op andere manieren voldoende schaal en differentiatie te bereiken. Toonaangevend onderzoek is hierbij belangrijk, maar de samenwerking met bedrijven en de creatie van start-ups met het potentieel om door te groeien tot internationale scale-ups zijn minstens even belangrijk als onderdeel van een succesvolle industriële strategie.

Dynamisch start-up/scale-up/KMO-ecosysteem

Traditioneel is Vlaanderen een KMO-regio. Talrijke innovatieve start-ups zetten deze traditie voort. Een aanzienlijk aantal van deze start-ups is hierbij ontstaan vanuit universitair onderzoek. De doorgroei naar een internationale scale-up is echter veel minder evident. De beperkte lokale markt, het gebrek aan durfkapitaal voor scale-ups en de voorwaarden opgelegd door de overheid als klant (bv. balans, referenties, technische normen) worden nog steeds aangehaald als remmende factoren. Een ecosysteem dat nog onvoldoende volwassen is, en dus nog te weinig succesverhalen en seriële ondernemers kent, helpt evenmin.

Innovatiesteun door de overheid

De Vlaamse overheid is bijzonder actief op het vlak van innovatiesteun. Zo steunt VLAIO niet alleen de Vlaamse bedrijven via een brede waaier van subsidie-instrumenten, maar is er ook het innovatiebeleid rond de strategische onderzoekscentra (imec en Flanders Make) en clusters (speerpuntclusters en innovatieve bedrijfsnetwerken), naast diverse andere programma's rond industrie 4.0, AI, etc. Bedrijven ervaren de VLAIO-steun als zeer nuttig bij onderzoek rond innovatieve technologieën en samenwerkingsprojecten met kennisinstellingen en andere bedrijven. Bij de commercialisering en (internationale) opschaling wordt de overheid als minder zichtbaar ervaren, wat mede verklaard kan worden door de beperkingen m.b.t. toegestane staatssteun.

Input validatieworkshop:

- De sterkte is dat de meeste bedrijven internationaal actief zijn; ze hebben activiteiten/projecten buiten België. Er zijn dus reeds connecties naar bedrijven in andere landen. Bedrijven die hier ontstaan gaan heel snel naar het buitenland.
 - De meeste klanten van de IIoT bedrijven zijn internationaal en zo worden ook de ondernemingen internationaal mee opgenomen.

5.2. Zwaktes

Weinig grote bedrijven met lokale O&O en strategische beslissingscentra

Vlaanderen kent relatief weinig bedrijven die doorgegroeid zijn tot internationale wereldspelers en hierbij hun strategische onafhankelijkheid bewaard hebben (voorbeelden zijn bv. Barco, Materialise, X-fab, Melexis). Binnen het prille IIoT-ecosysteem is het hiervoor overigens nog te vroeg. Meer recent worden onze beste start-ups en scale-ups vaak ook vrij snel gefinancierd door buitenlandse investeerders of overgenomen door buitenlandse bedrijven. Zolang de O&O in Vlaanderen blijft, hoeft

dit niet dramatisch te zijn. Desalniettemin betekent dit meestal dat de strategische beslissingen verschuiven en de verdere opschaling en consolidatie van bepaalde sectoren niet meer vanuit Vlaanderen aangestuurd worden. De commerciële slagkracht en ervaring binnen dergelijke Vlaamse bedrijven, die ook de volgende start-ups en scale-ups ten goede zullen komen, worden hierdoor bovendien onvoldoende lokaal uitgebouwd.

Fragmentatie van de vele innovatie-initiatieven en middelen

Elke industriële strategie is een moeilijke evenwichtsoefening tussen spreiding en focus. Het clusterbeleid is één van de manieren om hierin keuzes te maken. Toch leeft het gevoel dat bepaalde middelen gespreid worden over teveel initiatieven en we daarom nooit de kritische massa bereiken om in specifieke technologieën en toepassingen te kunnen uitmunten. Voor een relatief kleine regio als Vlaanderen is dit des te relevanter. Zelfs binnen IIoT kan men zich de vraag stellen of elke stap binnen de waardeketen voor Vlaanderen voldoende potentieel heeft. Focus betekent niet dat men geen totaaloplossingen kan aanbieden en uitrollen, maar een succesvolle integratie van bestaande bouwblokken is vaak veel zinvoller dan elke component lokaal te willen specificeren en ontwikkelen.

Input validatieworkshop:

Een aantal actoren bevestigen de fragmentatie van de vele innovatie-initiatieven en middelen. IIoT komt meer expliciet op de agenda omdat het een essentieel element is in een goede uitvoering in de implementatie van industrie 4.0. De initiatieven zijn wat verspreid en maken deel uit van een project. Er zijn niet zoveel specifieke IIoT-projecten. De vraag is ook of dit nodig is? Is er voldoende kritische massa (actoren) die systematisch hierin kunnen optreden (zoals bv. Codit – Proximus, Telenet, Cegeka...)

- Wat zou de meerwaarde zijn van meer kritische massa – een gebundeld initiatief? Hoe kan je een brede impact genereren bij grote en kleine bedrijven en actoren in andere sectoren (door projecten te bundelen)?
- Er wordt besproken of fragmentatie de juiste term is. Het gaat erover dat de hefboom zwaar genoeg moet zijn om een hefboom te zijn. Als er te weinig middelen uitgetrokken worden dan is de hefboom mogelijks niet sterk genoeg. Ondernemingen zullen, in het kader van IPCEI, mogelijks kiezen om projecten in te dienen bij andere filialen in het buitenland. Landen zoals Duitsland en Frankrijk trekken hier veel meer middelen voor uit. Vlaanderen als kleine regio kan dat natuurlijk niet evenaren. Daarom wordt er geargumenteed om goed na te denken waarop er ingezet wordt en er voor te zorgen dat er een voldoende hefboom gecreëerd wordt.
- Hefboom creëren is net het doel van IPCEI. Minstens drie lidstaten moeten middelen bundelen om een waardeketen in Europa op poten te zetten of te versterken rond een bepaalde technologie. In de European Battery Alliance wordt via IPCEI gekeken om een waardeketen rond batterijcelproductie (die tot voor kort enkel in Azië, China, Korea, VS aanwezig was) dichter in de thuismarkt te installeren. Bundeling van de verschillende lidstaten moet hieraan bijdragen.
 - o Momenteel is er nog geen kennis over het bestaan van een alliance rond IIoT
- Ook het aspect van standaardisatie is hier heel belangrijk. De 'Industrial Automation Group' betreft allemaal bedrijven die hierin een belangrijke activiteit hebben en een dominante rol hebben. Maar dit betreft meestal buitenlandse bedrijven die in Vlaanderen enkel verkoopkanalen hebben.

Soms onduidelijke scheiding tussen onderzoek en commercialisatie

Onderzoekscentra en innovatie-initiatieven waarin de overheid betrokken is, spelen een cruciale rol bij het versterken van het lokale industriële ecosysteem. Vaak doen of financieren ze onderzoek dat pas op lange termijn zal renderen en/of onderhevig is aan aanzienlijke technologische en marktrisico's.

Contractonderzoek met (vaak grote buitenlandse) bedrijven zorgt niet alleen voor bijkomende inkomsten, maar verhoogt ook de marktrelevantie van dergelijk onderzoek.

Desalniettemin is het belangrijk de complementariteit tussen dergelijke onderzoekscentra en de lokale, vaak vrij kleine bedrijven te vrijwaren. Lokale bedrijven zijn vaak ook bezorgd over de intellectuele eigendomsrechten in het kader van gezamenlijke ontwikkelingen.

Gebrek aan schaal tijdens implementatie (slimme steden)

Vlaanderen heeft een aantal schaalnadelen, zoals reeds eerder aangehaald. Dit geldt ook voor de implementatie van IIoT. Bepaalde omgevingen lenen zich perfect voor de validatie en nieuwe IIoT-concepten. De Antwerpse haven is hiervan één van de beste voorbeelden dankzij de hoge concentratie van complexe procesindustrie en logistiek, waarvoor de ontwikkelde IIoT-oplossingen perfect exporteerbaar zijn. Slimme steden zijn helaas een tegenvoorbeeld, aangezien onze steden relatief klein zijn. De ontwikkeling van specifieke oplossingen voor één stad is dan zelden rendabel. Bovendien ontbreken de nodige technische standaarden, referentie-architecturen, standaard lastenboeken, etc. om dergelijke oplossingen in meerdere steden te kunnen uitrollen.

5.3. Opportuniteiten

Gerichte innovatiesteun (specifieke breed inzetbare technologieën, standaardisatie en referentieprojecten)

Als verstrekker van financiële middelen dient de overheid die technologische en toepassingsdomeinen te kiezen waarin Vlaanderen een toonaangevende internationale rol kan spelen. IIoT op zich is geen toepassing, maar een verzameling van onderliggende technologieën die de “hoger liggende” toepassingen mogelijk maken. Onze expertise op het vlak van halfgeleidertechnologie, AI en cybersecurity/databeheer kunnen perfect ingezet worden om een aantal essentiële bouwblokken binnen de IIoT-waardeketen te ontwikkelen en op die manier duurzame concurrentiële voordelen te creëren. Open source concepten, standaardisatie en partnerships moeten ervoor zorgen dat dergelijke bouwblokken op een schaalbare manier gecommercialiseerd kunnen worden.

De overheid dient tevens de schaalnadelen van de lokale markt weg te werken. Op het vlak van verkeersmobiliteit en slimme steden zijn respectievelijk Mobilidata en VLOCA hiervan perfecte recente voorbeelden. Een gelijkaardige opportuniteit dient zich aan met betrekking tot databeheer, waarbij het toekomstige Vlaamse datanutsbedrijf de ambitie heeft om publieke en privédata te ontsluiten. De beperkte schaal van Vlaanderen als “proeftuin” kan hierbij zelfs een voordeel zijn om bepaalde nieuwe concepten te ontwikkelen en als referentieproject internationaal te promoten.

Snellere lokale adoptie van innovatieve technologieën

De lokale markt is voor innovatieve bedrijven de eerste stap naar validatie en commercialisatie van hun producten. Overheidsopdrachten waarbij specifiek op innovatie ingezet wordt, is één manier. Het Programma Innovatieve Overheidsopdrachten (PIO)⁹⁴ biedt reeds een partieel antwoord, maar de administratieve vereenvoudiging en het doelgericht kiezen voor innovatieve technologieën op basis van specifieke Vlaamse expertise kunnen nog verder doorgedreven worden. Ook niet-overheidsbedrijven dienen open te staan voor innovatie. In die projecten waar de overheid als partner of co-financier betrokken is, kan het hierbij zeker het nodige gewicht in de schaal werpen.

Laagdrempelige samenwerking met onderzoekscentra

Start-ups, scale-ups en KMO's in het algemeen zijn vaak gebaat bij samenwerkingsprojecten met onderzoekscentra. Hierbij behouden ze bij voorkeur de strategische vrijheid met betrekking tot technologische keuzes en partnerships buiten de scope van het project. De vermarkting van de onderzoeksresultaten en de intellectuele eigendomsrechten hierop zijn eveneens belangrijk, opnieuw

⁹⁴ <https://innovatieveoverheidsopdrachten.be/>

omwille van hun strategische vrijheid, maar ook omwille van hun waardepropositie naar potentiële investeerders. Hierbij mag uiteraard geen afbreuk gedaan worden aan de bredere inzetbaarheid door het onderzoekscentrum van de ontwikkelde technologie, maar moet er wel een win-win situatie gecreëerd worden rond het toekomstige succes van de start-up, scale-up of KMO in kwestie.

Proof of Concept (PoC) projecten met duidelijk implementatietraject

Innovatieve kleine en grote bedrijven worden voortdurend gecontacteerd door potentiële klanten die hun oplossingen willen testen en valideren via een zogenaamde proof of concept (PoC). Deze bedrijven dienen een aantal kritische vragen te stellen, waarbij vooral duidelijk moet zijn dat na de PoC ook een implementatietraject volgt, indien de PoC voldoet aan een aantal vooraf gedefinieerde succescriteria. Idealiter gebeurt de implementatie met dezelfde partners die reeds bij de PoC betrokken waren, wat bv. bij openbare aanbestedingen niet altijd evident is.

Input validatieworkshop:

Het is belangrijk om te kijken wat er in de Europese context gebeurt. IPCEI betreft een samenwerking tussen verschillende landen. Mogelijks zijn er wel bedrijven in het buitenland waar er mee kan samengewerkt worden. Dat creëert opportuniteiten, zeker als je wil gaan naar een first industrial deployment. Het is belangrijk om een goed inzicht te hebben in hoe die internationale samenwerking van Vlaamse bedrijven verloopt.

- De mapping van de Europese waardeketen werd uitgevoerd in 2017-2018. Toen was deze waardeketen al breed 'gedefinieerd' en in voorliggend analyse-document is deze door de toevoeging van een aantal toepassingsgebieden buiten Industrie 4.0 nog breder geworden. Het is echter belangrijk om een focus te hebben, om de hefboom groter te kunnen maken.

5.4. Bedreigingen

Impact van Amerikaanse en Aziatische technologiebedrijven (cloud, AI, cybersecurity, halfgeleidertechnologie, etc.)

Amerikaanse en Aziatische technologiebedrijven hebben belangrijke schaalvoordelen, dankzij hun lokale/regionale markt, de overheid als financier of klant met een duidelijke strategische agenda, en een sterk uitgebouwde durfkapitaalsector. Op die manier kunnen ze vaak een concurrentiële voorsprong opbouwen die nog moeilijk te overbruggen is.

Onevenwicht tussen Europese en niet-Europese onderzoeksbudgetten

Op een Europese schaal lijken de ingezette middelen aanzienlijk, maar de besteding ervan is vaak nog te gefragmenteerd en daarom inefficiënt. Het risico is hierbij reëel dat de lat voor financiering lager ligt en de echte potentiële winnaars suboptimaal gesteund worden.

Verlies van een sterke onafhankelijke marktpositie in hardware

Vlaanderen heeft in het verleden een aantal succesvolle elektroniekbijbedrijven voortgebracht, zoals Alcatel Bell, Barco en Newtec. Door consolidatie, de hergroepering van activiteiten binnen internationale groepen, buitenlandse overnames, de sterke concurrentie vanuit Azië en een durfkapitaalsector met nogal wat reserves tegenover hardware, dreigen we deze positie te verliezen. Ook binnen IIoT is dit relevant, o.a. vanwege het belang van edgetechnologieën zoals 5G, UWB en LPWAN (NB-IoT, LTE-M, etc.).

6. Aanbevelingen

Op basis van bovenstaande SWOT-analyse kunnen de volgende aanbevelingen geformuleerd worden:

Selectie van specifieke technologische domeinen waarin O&O gestimuleerd wordt: edge technologieën (sensoren, draadloze communicatie en edge AI) en data analytics (data engineering, big data en AI)

Vlaanderen moet inzetten op die technologieën waarin het over voldoende (potentiële) technologische expertise beschikt en waarvan de toepassing in IIoT-producten en -diensten voor de aanbieders in duurzame concurrentiële voordelen zal resulteren. Qua hardware kunnen we hierbij voortbouwen op onze kennis en ervaring in halfgeleidertechnologie en telecommunicatie.

Vlaanderen beschikt hierbij bovendien over sterke ecosystemen, bv. rond Leuven. Qua software bevinden we ons echter op een kritisch punt, waarbij opleiding, O&O en commercialisatie moeten versneld worden in data engineering, big data en AI, en dit zowel op de edge als in de cloud. Aan de aanbodzijde zijn er reeds heel wat dienstenbedrijven die advies en/of oplossingen op maat aanbieden. De stap naar productisering, zowel qua softwareproducten, platformen, als “aaS”⁹⁵- diensten met recurrente omzet, hebben echter weinigen reeds gezet. Nochtans is dit essentieel voor de creatie van schaalbare businessmodellen die ook internationaal uitgerold kunnen worden. Cybersecurity⁹⁶ valt buiten de scope van dit rapport, maar is een bestaande competentie die relevant is voor IIoT en ongetwijfeld verder uitgebouwd kan worden.

Versnelde uitrol van een 5G-infrastructuur

Vlaanderen dreigt een belangrijke achterstand op te lopen in het uitrollen van een 5G-infrastructuur. 5G biedt een aantal belangrijke technologische voordelen, zoals hoge bandbreedte, weinig vertraging (“latency”) en de ondersteuning van honderdduizenden “things” per km². Het is zelfs noodzakelijk voor de implementatie op grote schaal van autonoom rijden⁹⁷ en andere (tijds)kritische toepassingen.

Coördinatie en opschaling van demonstratie- en testfaciliteiten en proeftuinen

Op vele plaatsen bevinden zich demonstratie- en testfaciliteiten en proeftuinen voor industrie 4.0, transport & logistiek, slimme nutsinfrastructuur en slimme steden. Per toepassingsdomein kunnen de vele gefragmenteerde initiatieven wellicht beter gecoördineerd en mogelijks gecombineerd worden. De vele Vlaamse beleidsniveaus en manieren om deze initiatieven financieel te ondersteunen werken in dit geval contraproductief. De financiële bijdragen die soms van de deelnemende bedrijven gevraagd worden, en de nood aan opvolginvesteringen om de infrastructuur up-to-date te houden, werken een succesvolle werking evenmin in de hand.

Stimulering van de toepassing van innovatieve technologieën via overheidsopdrachten, financiële hefboomen en aangepaste regelgeving

De overheid kan een actieve rol spelen bij het versneld toepassen van innovatieve oplossingen ontwikkeld door Vlaamse bedrijven. Het heeft hiervoor een aantal instrumenten in handen, naast de eerder vermelde proeftuinen. Via overheidsopdrachten kan het expliciet inzetten op nieuwe technologieën van lokale bedrijven en de gunningscriteria hiervoor aanpassen. Het heeft ook de nodige hefboomen bij niet-overheidsprojecten waar het financiële steun verleent. Via regelgeving kan het tenslotte een aantal drempels wegnemen voor technologieën die nog niet volledig gestandaardiseerd zijn of waarvoor de normen moeten aangepast worden.

Creatie van een “level playing field” voor kleine bedrijven bij innovatieprojecten en overheidsopdrachten

Het succes van een aantal grote kennis- en onderzoekinstellingen heeft er logischerwijze ook toe geleid dat deze instellingen in heel wat onderzoeksdomeinen en innovatieprojecten betrokken zijn, al dan niet

⁹⁵ “aaS” betekent “as-a-Service”: bv. IaaS (infrastructuur), PaaS (platform) en SaaS (software)

⁹⁶ Cfr. Zie experten rapport m.b.t. de analyse van de waardeketen van Cybersecurity (in het kader van IPCEI).

⁹⁷ Cfr. Zie experten rapport m.b.t. de analyse van de waardeketen van Clean, Connected and Autonomous Vehicles (in het kader van IPCEI).

met hun structurele partners. Hierbij moet erover gewaakt worden dat oplossingen die soms via lokale bedrijven reeds voorhanden zijn, niet opnieuw ontwikkeld worden en marktverstoring vermeden wordt.

In het geval van overheidsopdrachten is de drempel voor kleine bedrijven een gekend probleem. Kleine bedrijven hebben ontegensprekelijk een aantal nadelen: een minder sterke balans, minder referenties, beperkingen qua installatie en onderhoud, etc. Hun oplossingen zijn vaak ook gebaseerd op innovatieve technologieën die niet voldoen aan klassieke gunningscriteria. “aaS” prijsmodellen op basis van recurrente fees stoken vaak ook niet met meer klassieke CAPEX-benaderingen. Deze regels moeten dus versoepeld worden.

Sensibilisering van het bedrijfsleven rond het belang van data en de toepassingen

Aan de vraagzijde is het cruciaal dat Vlaamse bedrijven inzetten op data. Dit verhoogt niet alleen hun eigen concurrentiepositie, maar creëert ook markt voor lokale aanbieders die hun producten vervolgens kunnen exporteren. Actuele, en zeker historische, data wordt nog te vaak op een gefragmenteerde, ongestructureerde en niet-gestandaardiseerde manier opgeslagen. Realtime procesdata is soms zelfs ontoegankelijk (vanwege een verouderd machinepark). Het gestructureerd ontsluiten van deze data, zodat hierop ook big data en AI-analyse kunnen gebeuren, is een strategische keuze die nog te weinig bedrijven reeds gemaakt hebben.

Versneld inzetten op gestandaardiseerde datastructuren en -platformen

Naast sensibiliseren kan de overheid ook zelf inzetten op gestandaardiseerde datastructuren- en platformen. Dit creëert schaalvoordelen, verlaagt het risico op veroudering (“obsolescence”), en faciliteert dus de uitrol van innovatieve oplossingen. Bestaande voorbeelden zijn Mobilidata en VLOCA. Europese initiatieven zoals GAIA-X, die niet alleen voor standaardisering zorgen, maar ook de Europese afhankelijkheid van Amerikaanse en Aziatische technologieën en marktspelers beperken, moeten sterk omarmd worden.

Investing via de kennisinstellingen in een breder en dieper aanbod van opleidingen in datawetenschap en AI

Datawetenschappers en AI-experten worden een knelpuntberoep, indien niet volop in hun opleiding geïnvesteerd wordt. Doctoraal en postdoctoraal onderzoek zal tevens leiden tot meer spinoffs die de onderzoeksresultaten kunnen commercialiseren. In combinatie met andere start-ups, scale-ups, grotere bedrijven en innovatienetwerken kan dit leiden tot een AI-ecosysteem met voldoende kritische massa, technologisch niveau en commerciële slagkracht om internationaal concurrentieel te zijn. Opleiding en onderzoekssteun dienen echter op een gecoördineerde manier te gebeuren.

Opschaling van de bedragen geïnvesteerd per startup en scale-up via publieke en privé-investeringsfondsen

Niet uniek voor IIoT, maar even relevant als elders is de opschaling van succesvolle start-ups. Een aantal redenen liggen hieraan ten grondslag. In het geval van hardware bestaan er in vergelijking met software nogal wat reserves in de durfkapitaalsector, omwille van het hogere gepercipieerde risico (langere ontwikkelingstrajecten, risico op herontwikkelingen en terugroepacties), lagere winstmarges en een meer complexe logistieke keten (inkoop, assemblage, levering, installatie en onderhoud). Software is in se schaalbaarder, maar de lagere ontwikkelingsbarrière leidt vaak ook tot meer concurrentie. De “aaS” businessmodellen met hogere recurrente omzet vergen echter ook hogere initiële investeringen, aangezien de inkomsten meer gespreid zijn. Bij onderfinanciering is er dus een dubbel gevaar: startups blijven te lang een niet-schaalbaar dienstenbedrijf (via consulting, ontwikkeling op maat, etc.) en “aaS” start-ups groeien te traag om internationaal door te breken. Het Belgian Growth Fund⁹⁸, een zogenaamd dakfonds, is hierop een eerste antwoord, maar verdere opschaling is nodig.

⁹⁸ <https://belgiangrowthfund.be/>

Input validatieworkshop

Algemene opmerkingen m.b.t. aanbevelingen:

- Naast het inzetten op 'toegang tot grote hoeveelheden data' is ook het inzetten op data-efficiënte AI methodes belangrijk; methodes die ook goede resultaten opleveren zonder grote hoeveelheden data.
- Standaarden (of gebrek eraan) maken IIoT vaak uitdagend. Het probleem wordt aangehaald in de tekst. Er wordt voorgesteld om (meer) in te zetten/mee te werken aan initiatieven rond standaardisatie.
- Er wordt voorgesteld om bedrijven niet alleen te sensibiliseren in het ontsluiten van data om AI analyse op uit te voeren, maar om vooral te sensibiliseren en te ondersteunen in het zinvol en strategisch innoveren van producten, processen, business en vanuit die strategische keuzes te bepalen welke data er verzameld moet worden, welke analyses gemaakt en welke inzichten verworven.

Verder ontbreken er specifieke aanbevelingen m.b.t. een mogelijke deelname aan een IPCEI-IIoT.

Input validatieworkshop:

De leden van de validatieworkshop wensen te vervolledigen met volgende specifieke IPCEI-opmerkingen en -aanbevelingen:

IPCEI-opmerkingen:

- De zeer concrete toegevoegde waarde voor bedrijven ontbreekt nog in het document. Het gehele document is zeer technologisch georiënteerd. De vraag is waarom Vlaanderen aan een IPCEI zou deelnemen; wat brengt het aan jobs en toegevoegde waarde, aan mogelijkheden voor de regio?
- Hoe kan Vlaanderen als kleine regio met veel talent en mogelijkheden als lanceerplatform dienen voor mogelijkheden of industrieën die van technologieën gebruik maken?
- Bestaande IPCEI's zoals batterijen, microelektronica, waterstof zijn relatief goed gedefinieerde enabling technologies. In het geval IIoT betreft het een mogelijke IPCEI rond een systeemconcept Internet of Things. Dit maakt het nog belangrijker om de definiëring en scope scherp te zetten en te focussen.
- IPCEI's gaan niet alleen kijken wat technology push is of technologie ontwikkeling, maar ze gaan ook kijken waar in de markt er een probleem is. De bedoeling is net om dingen naar de markt te brengen. Vandaar die First Industrial Deployment. Het is belangrijk om te kijken naar de marktkant, de waarde voor de bedrijven. Uiteindelijk wordt er door IPCEI soms een markttoegang gecreëerd.
- Er is nood aan drie à vier bedrijven die zich achter een dergelijk (mogelijk) IPCEI initiatief zetten. Waar in de waardeketen hebben we bedrijven om dit voldoende sterk te kunnen positioneren? Als die er niet zijn is het waarschijnlijk moeilijk om het initiatief succesvol te maken in Vlaanderen. Op basis van bestaande instrumenten is het misschien ook mogelijk om goede dingen te realiseren.
 - o Cofinanciering is vaak een serieuze hindernis voor ondernemingen.

IPCEI-aanbevelingen:

- Het is belangrijk om versneld in de zetten op gestandaardiseerde data structuren en platformen. Als Vlaanderen niet deelneemt aan een IPCEI dan lopen bedrijven het risico dat de koppeling daarmee minder is of dat die gemist wordt.
- IPCEI kan een belangrijke rol spelen in de versnelde uitrol van 5G-infrastructuur

- IPCEI omvat First Industrial Development, een instrument voor de opschaling van start-ups. FID kan verder gaan dan de ondersteuning van een eerste proof of concept. Europa, maar zeker ook Vlaanderen heeft hier nood aan.
- Actionable data is zeer belangrijk in het kader van IIoT (en meer specifiek AI). Er is geen enkel instrument dat hierop inzet. Er is nood aan genoeg grote, kwalitatieve en redelijk representatieve data. Daar zitten steunmogelijkheden.

Zoals reeds eerder werd aangehaald is dit een IPCEI rond een systeem concept nl. industrial IoT (die anders is dan bv. batterijen). Hierbij is een goede definiëring van Industrial IoT belangrijk. Tevens wordt voorgesteld om de scope niet te breed te maken.

BIJLAGE 1: LIJST GECONSULTEERDE PARTIJEN FILIP VANDAMME

Er werden 48 interviews afgenomen (door Filip Vandamme), waarvan 35 met bedrijven en 13 met kennisinstellingen, innovatienetwerken en overheidsinstellingen.

Tabel 6: Lijst geconsulteerde partijen experten rapport IIOT door Filip Vandamme

Organisatie	Geïnterviewden
3IF.be	Ulrich Seldeslachts
Accelleran	Frederic Van Durme
Agoria	Alain Wayenberg
AllThingsTalk	Tom Casaer
Aloxy	Jan Coppens
BlooLoc	Ivo Vandeweerd
Bringme	Bart Vercoutere
Cegeka	Bruno Mommens
Collibra	Stijn Christiaens
Data Minded	Maikel Peeters
DataStories	Katya Vladislavleva
Deloitte	Tim Paridaens, Andy De Schrijver
Departement EWI	Simon Verschaeren
DSP Valley	Dieter Therssen, Mark De Colvenaer
Edgise	Nick Destrycker
Engie M2M	Dirk Indigne
Ethernetics	Robert Leune, Jan Dezutter, Gert De Spiegeleer
FIT	Filip De Weerd
Flanders Make	Dirk Torfs
Fluvius	Peter De Pauw
Fluvius	Dirk Costrop
Imec	Jan Adriaenssens
Imec	Kris Van de Voorde
Ixor	Peter Defreyne
Klarrio	Kurt Jonckheer, Dirk Van de Poel
Nokia	Emmanuelle Pierrard
Onderzoeksprogramma AI	Sabine Demey
Option	Eric Van Zele, Alain Van den Broeck
OQuila	Rebekka Van Acker
Pozyx	Samuel Van de Velde
Rmoni	Bart Meekers
Rombit	John Baekelmans
Sensolus	Kristoff Van Rattighe
Sentiance	Toon Vanparys
Siemens	Bart Demaegdt, Michel Van Cotthem
SmartEnds	Noman Ahmed
Stad Antwerpen	Dirk Diels

Stuurgroep AI	Filip Pintelon
The Beacon	Wim De Waele
The Beacon	Ronald Hermans
TrendMiner	Joan van de Wetering
Unitron Connect	Philippe Lataire, Jan Bogaert, Sammy Windels
Verhaert	Lieven Claeys
VersaSense	Nelson Matthys
VLAIO	Leo Van de Loock
Yazzoom	Jan Verhasselt
Zensor	Yves Van Ingelgem
Zero Friction	Wim Jacobs

BIJLAGE 2: DEELNEMERS VALIDATIEWORKSHOP INDUSTRIAL IOT GEORGANISEERD DOOR VARIO

Datum: 9 juli 2021, MS Teams

Deelnemers:

- De Colvenaer Mark (Kunigi)
- De Weerdts Filip (FIT Agency)
- Geelhand de Merxem Michaël (The Beacon)
- Gielis Stijn (Sirris)
- Guldix Johan (VOKA)
- Hristoskova Anna (Sirris)
- Michiels Christophe (Sirris)
- Somers Dieter (VOKA)
- Therssen Dieter (DSP Valley)
- Timmermans Jean-Marc (Agoria)
- Torfs Dirk (Flanders Make)
- Van de Voorde Kris (imec)
- Van de Loock Leo (VLAIO)
- Verlinden Eric (VIL)
- Wayenberg Alain (Agoria)

Schriftelijke feedback (zonder deelname aan workshop)

- Sabine Demey (imec)

VARIO-raadsleden:

- Raadsleden: Geyskens Katrin, Capricorn Partners

VARIO-staf:

- Raspoet Danielle, directeur
- Wastyn Annelies, senior beleidsadviseur

BIJLAGE 3: EUROPESE WAARDEKETEN IIOT VOLGENS HET STRATEGIC FORUM ON IPCEI

De Europese analyse van de strategische waardeketen IIoT (uitgevoerd door IDEA Consult in opdracht van het strategisch forum on IPCEI) focust op vier bouwblokken (zie ook Figuur 21):

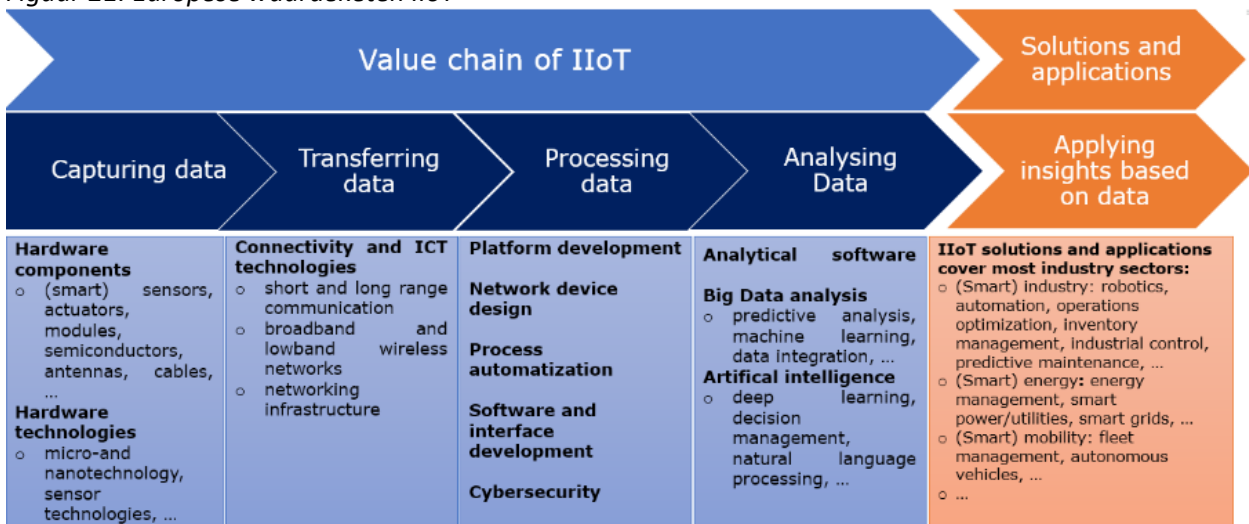
- Data capturing
- Data transfer
- Data processing
- Data analysis

De applicatie sectoren vormen hierbij de '5^e bouwblok'. IIoT technologieën worden over verschillende industrieën gebruikt zoals productie, landbouw, logistiek, olie en gas, transport, energie... IIoT oplossingen en applicaties dekken dus verschillende sectoren:

- (smart) industry
- (smart) energy
- (smart) mobility
- (smart) logistics

De focus binnen de Europese analyse van de waardeketen ligt op smart industry.

Figuur 21: Europese waardeketen IIoT

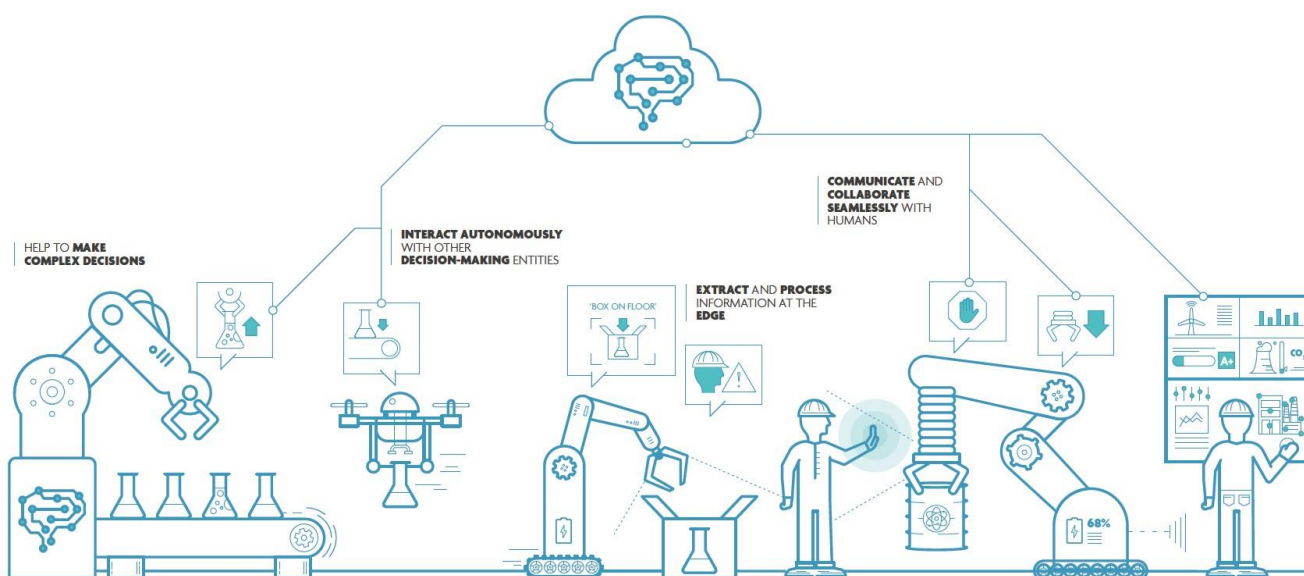


Bron: IDEA Consult – strategic value chain report – Industrial IoT (version 22th of March)

BIJLAGE 4: ONDERZOEKSPROGRAMMA AI – INDUSTRIE 4.0 USE CASE VOORBEELDEN

Binnen het Vlaamse Onderzoeksprogramma AI werden onderstaande use cases voor AI binnen Industrie 4.0 voorgesteld⁹⁹.

Figuur 22: Industrie 4.0 use cases (Onderzoeksprogramma AI)



⁹⁹ https://www.ewi-vlaanderen.be/sites/default/files/bestanden/presentatie_imec.pdf

Help to make complex decisions through data science

Today, our companies invest a lot of time in the design of complex physical systems. In **Industry 4.0**, active learning and AI-assisted data exploration will speed up those processes and make it cheaper to do simulations or experiments.

Operators, designers and plant managers can count on **hybrid analytics** to facilitate manufacturing processes such as real-time asset monitoring, process control and reliability management – often in the form of a **digital twin** of the factory. It's important that these actors have access to an overall AI-based system that they can trust and understand, and that helps them through automation and interactive guidance.

Interact autonomously with other decision-making entities

A **fleet** consists of interacting agents that are very similar but not identical – because they operate in other environments, are differently affected by wear and tear, etcetera. Such a fleet can consist of wireless networking nodes, hybrid vehicles, industrial machines, windmills, ...

AI systems can assist the management of such fleets by providing predictive maintenance. And if we go one step further, it should be possible to engineer a fleet to act as a body of autonomous decision-making entities that **jointly learn and optimize their performance**.

In some situations, various parties have their own goals but could benefit from cooperation. In such a **horizontal system**, real-time communication and collaboration lead to considerable optimizations.

Finally, in an **intelligent internet of intelligent things**, devices are able to take decisions on behalf of their users. In order for them to do this, they need to communicate with them, understand their goals and create a relationship of trust.

Deliver artificial intelligence to the edge

Our vision of the **factory of the future** is a floor filled with robots that are able to perform complex tasks like putting together an unfamiliar item on a conveyor belt in real time. Or a flexible assembly cell that consists of one or two mobots with 3D vision and sensing capabilities that drive around to pick up components and perform assembly operations – assisted by additional visual and cognitive sensors on the fixed infrastructure.

Science fiction? Not at all. But such **closed-loop robotic control systems** do require edge technologies such as high-resolution sensors (cameras, cognitive radars, LIDAR systems, ...) with proven low-latency processing.

Edge intelligence is also essential for **distributed predictive maintenance, condition monitoring and health awareness**. If high-frequency raw sensor data from a large number of machines and vehicles are processed locally, it reduces the need to communicate all the data to a central platform. That enables machine learning across a complex distributed network, where precise context-specific models are trained at lower levels and integrated and generalized at higher levels.

Finally, real-time and power-efficient edge technology is essential when machines and people work together. For instance, machines should be able to **continually measure and interpret the health and well-being** of operators, in order to optimize the operation speed and maintain general safety.

Communicate and collaborate seamlessly with humans

Will the factory of the future be a factory without humans? Not at all. On the contrary: AI will help **machines and humans to work together** in an industrial process that realizes the possibility of mass customization and personalization. We will encounter human-like AI in different forms:

- **operator support in the manufacturing industry** – Operators will work naturally and in real time with AI systems, thanks to speech recognition, sensors and visual aid through augmented or virtual reality. Of course, the AI systems have to be on a par with the humans in comprehension, interaction and complex reasoning. They need to know when to intervene, based on the operator's behavior, intent and cognitive load. And they have to offer humans complex and creative solutions by understanding problems and reflecting on them.
- **seamless human-machine interaction** – Cobots and humans will work together in dynamic environments. Within such mixed assembly cells, cobots need to understand human behavior, language and (implicit) intentions, flexibly interact and learn new skills. Also, they have to react fast to unforeseen human behavior or changes in the environment, to avoid obstructions and collisions.
- **complex control systems with minimal human input** – Humans should wholeheartedly entrust complex tasks to AI-enabled machinery. Ideally, they demonstrate or explain the task to the machine, which then fulfills it immediately and independently. Because of the trend towards mass customization, it's important that industrial machines are capable of quickly adapting to new tasks and even lifelong learning. More and more, the AI systems will be in the lead of operations, and humans will assist when needed.

BIJLAGE 5: RESULTATEN FRIS-ANALYSE

Om beter zicht te krijgen op het onderzoek dat aan onze kennisinstellingen gebeurt, heeft VARIO een beroep gedaan op het FRIS-team van het departement EWI, om dit in kaart te helpen brengen¹⁰⁰:

- Welke onderzoeksgroepen betrokken zijn bij onderzoek m.b.t. IIoT
- Om welke specialisatie(sub)domeinen het gaat;

Deze informatie (zie ook bijlage 3) werd verkregen op basis van de gegevens voor projecten en publicaties m.b.t. het onderzoek aan de universiteiten in de periode 2015-2021, aanwezig in FRIS op 8 februari 2021. Hoewel deze oefening een 'eerste, ruw' overzicht biedt, is dit niet exhaustief en moeten we enkele kanttekeningen maken bij de resultaten:

- Deze selectie kan ruis bevatten d.w.z. onderzoek dat wel de betreffende zoektermen bevat, maar eigenlijk geen betrekking heeft op onderzoek betreffende het thema
- Bepaalde stakeholders die relevant kunnen zijn m.b.t. dit onderzoek ontbreken in FRIS (bv. imec, VITO, de industrie...)
- Flanders Make levert momenteel nog geen projecten of publicaties aan, enkel onderzoeksgroepen

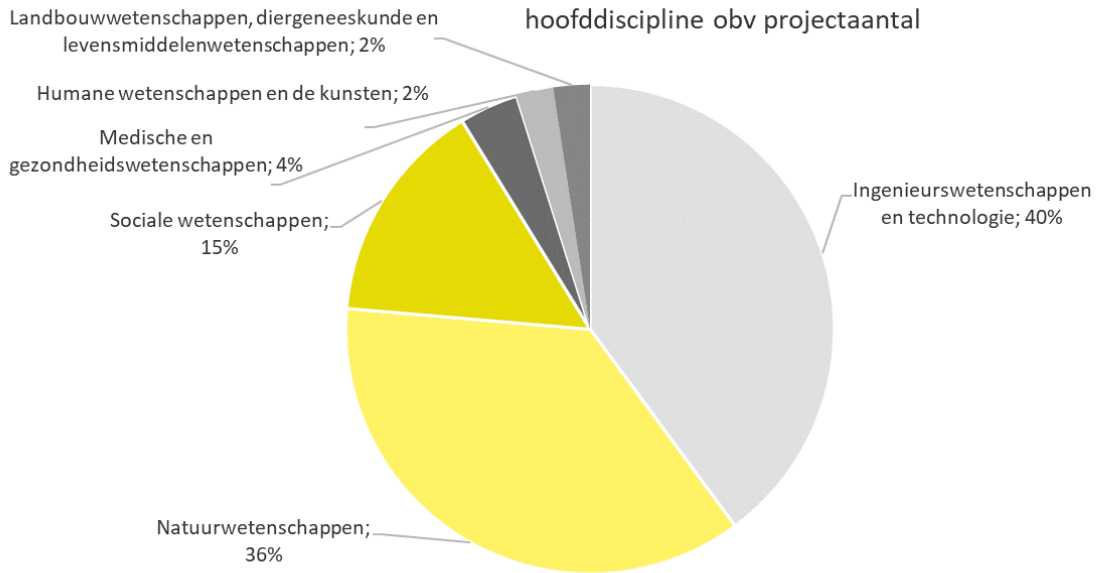
De zoekopdracht leverde rechtstreekse zoekhits op bij de volgende objecten:

- 25 onderzoeksgroepen bij de universiteiten (16), Flanders Make (6), LSEC (2) en hogescholen (1)
- 343 projecten bij de universiteiten (317), hogescholen (9), ILVO (5), FlandersFood (3), LSEC (2), SIRRIS (2), VIL (1), BILastechniek (1), Pack4Food (1) en VLIZ (1)
- 276 publicaties op bij de universiteiten (274), ILVO (1) en Departement Omgeving (1)

IIoT-onderzoek in Vlaanderen, gericht op de industrie situeert zich in hoofdzaak in de Ingenieurswetenschappen en technologie (40%) en de natuurwetenschappen (36%) (Figuur 23).

¹⁰⁰ Er werd daarbij gebruik gemaakt van de volgende zoektermen: Slimme industrie, smart industry, Industrie 4.0, industry 4.0, LPWAN, LoRa, Sigfox, NB-IoT, LTE-M, 5G, Ultra-wideband, ultra wideband, UWB, Big data, Deep learning, Artificiële intelligentie, artificial intelligence, Machine learning, Digital twin, Internet of Things, Slimme logistiek, smart logistics, Slimme netwerken, slimme infrastructuur, smart grid, Slimme stad, slimme steden, smart cit. " in combinatie met "industr, bedrijf, bedrijven, company, companies, enterprise

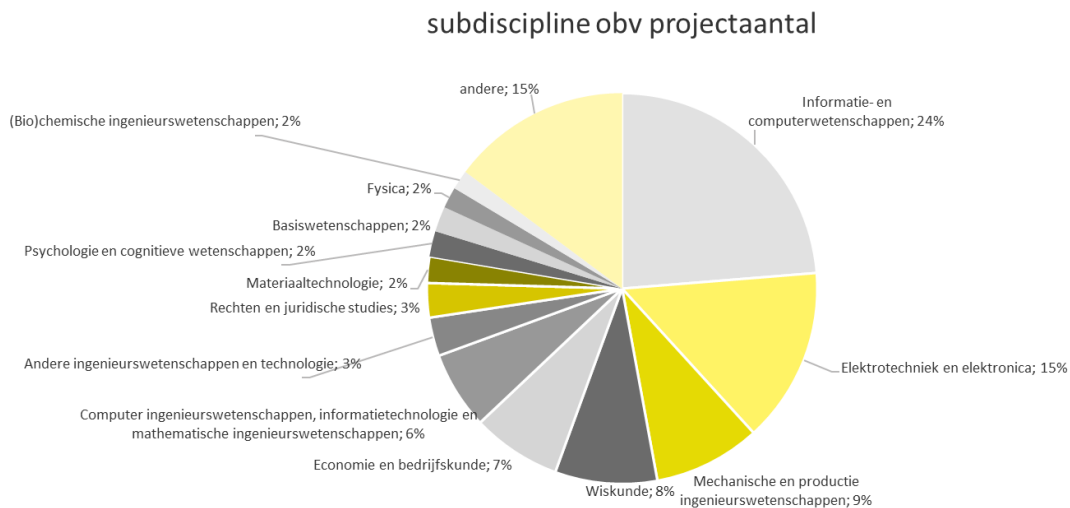
Figuur 23: Wetenschapsdisciplines bij IIoT onderzoek (o.b.v. 343 projecten)



Bron: FRIS-databank. Analyse uitgevoerd door het departement EWI

Bekijken we de disciplines meer in detail dan zien we dat IIoT onderzoek in Vlaanderen zich in hoofdzaak situeert in de subdomeinen van Informatie- en computerwetenschappen (24%), Elektrotechniek en elektronica (15%) en Mechanische en productie Ingenieurswetenschappen (9%) (Figuur 24).

Figuur 24: Wetenschapssubdisciplines bij IIoT onderzoek (o.b.v. 343 projecten)



Bron: FRIS-databank. Analyse uitgevoerd door het departement EWI



Onderzoek over Internet of Things (IoT) in Vlaanderen

Analyse op basis van FRIS (2015 – 2021)

08/02/2021

Pascale Dengis, team FRIS, EWI

Situering

- ▶ **VARIO wil graag voor de IPCEI waardeketens in kaart brengen welke onderzoeksgroepen in Vlaanderen betrokken zijn en in welke wetenschapsdisciplines die expertise vooral zit**
- ▶ **Het FRIS-team doet hiervoor een opzoeking in FRIS aan de hand van een aantal zoektermen.**

methodologie

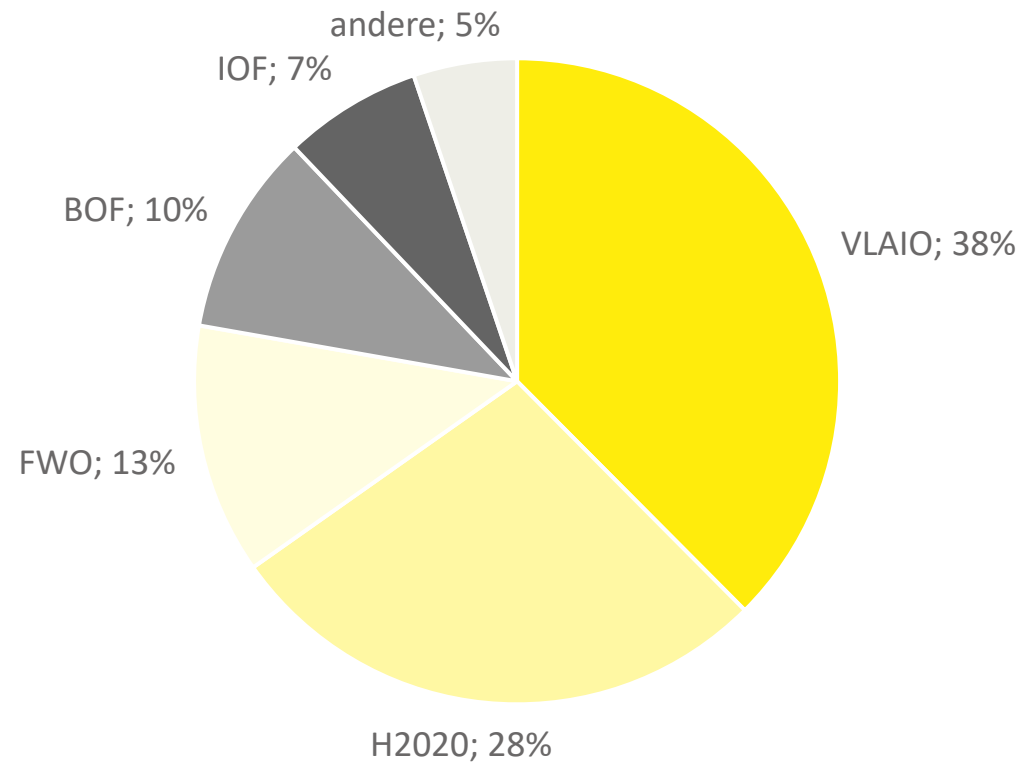
- ▶ **Data zoals beschikbaar in FRIS op 08/02/2021**
- ▶ **Gezocht met volgende zoektermen:** “Slimme industrie, smart industr, Industrie 4.0, industry 4.0, LPWAN, LoRa , Sigfox, NB-IoT, LTE-M, 5G , Ultra-wideband, ultra wideband, UWB , Big data, Deep learning, Artificiële intelligentie, artificial intelligence, Machine learning, Digital twin, Internet of Things, Slimme logistiek, smart logistics, Slimme netwerken, slimme infrastructuur, smart grid, Slimme stad, slimme steden, smart cit ”
in combinatie met “industr, bedrijf, bedrijven, company, companies, enterprise”
- ▶ **Bij Onderzoeksgroepen:**
Gezocht in naam, onderzoeksactiviteit, keywords en disciplines
- ▶ **Bij Projecten:**
Gezocht in titels, abstracts, acronyms, keywords en disciplines.
Startjaar: 2015-2021
- ▶ **Bij Publicaties:**
Gezocht in titels, abstracts, keywords en disciplines.
Publicatiejaar: 2015-2021

methodologie

De zoekopdracht leverde rechtstreekse zoekhits op bij de volgende objecten:

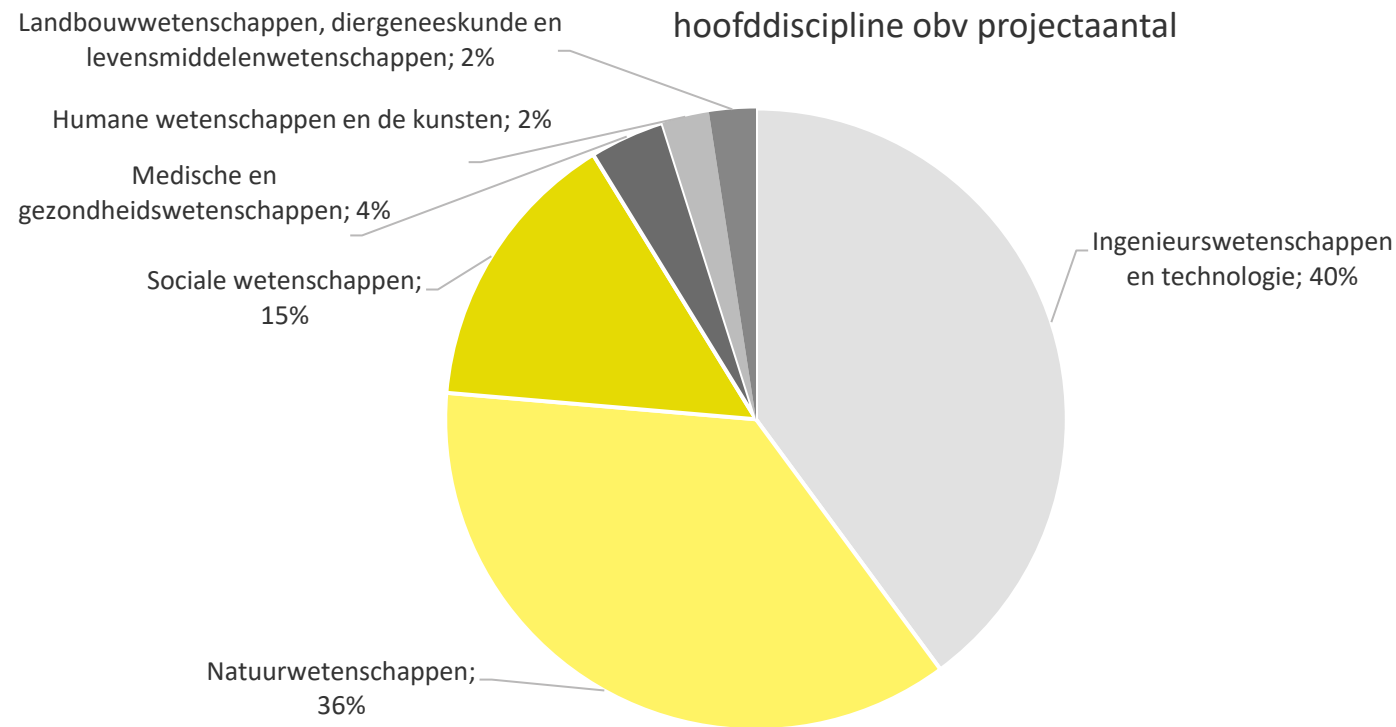
- ▶ **25 onderzoeksgroepen** bij de universiteiten (16), Flanders Make (6), LSEC (2) en hogescholen (1)
- ▶ **343 projecten** bij de universiteiten (317), hogescholen (9), ILVO (5), FlandersFood (3), LSEC (2), SIRRIS (2), VIL (1), BILastechniek (1), Pack4Food (1) en VLIZ (1)
- ▶ **276 publicaties** op bij de universiteiten (274), ILVO (1) en Departement Omgeving (1)
- ▶ Deze selectie kan ruis bevatten dwz onderzoek dat wel de betreffende zoektermen bevat, maar eigenlijk geen betrekking heeft op onderzoek betreffende het thema
- ▶ Bepaalde stakeholders die relevant kunnen zijn mbt dit onderzoek ontbreken in FRIS (bv. IMEC, de industrie...)
- ▶ Spelers zoals de hogescholen, FlandersFood, LSEC, SIRRIS, VIL, BILastechniek en Pack4Food leveren aan FRIS enkel die projecten aan die worden gefinancierd door VLAIO. De rest van hun onderzoeksportfolio ontbreekt in FRIS.
- ▶ Flanders Make levert momenteel nog geen projecten of publicaties aan, enkel onderzoeksgroepen

Budgetverdeling volgens financieringsbron (o.b.v. 343 projecten)



IoT-onderzoek in Vlaanderen, gericht op de industrie, is in hoofdzaak gefinancierd vanuit VLAIO (38%) en H2020 (28%).

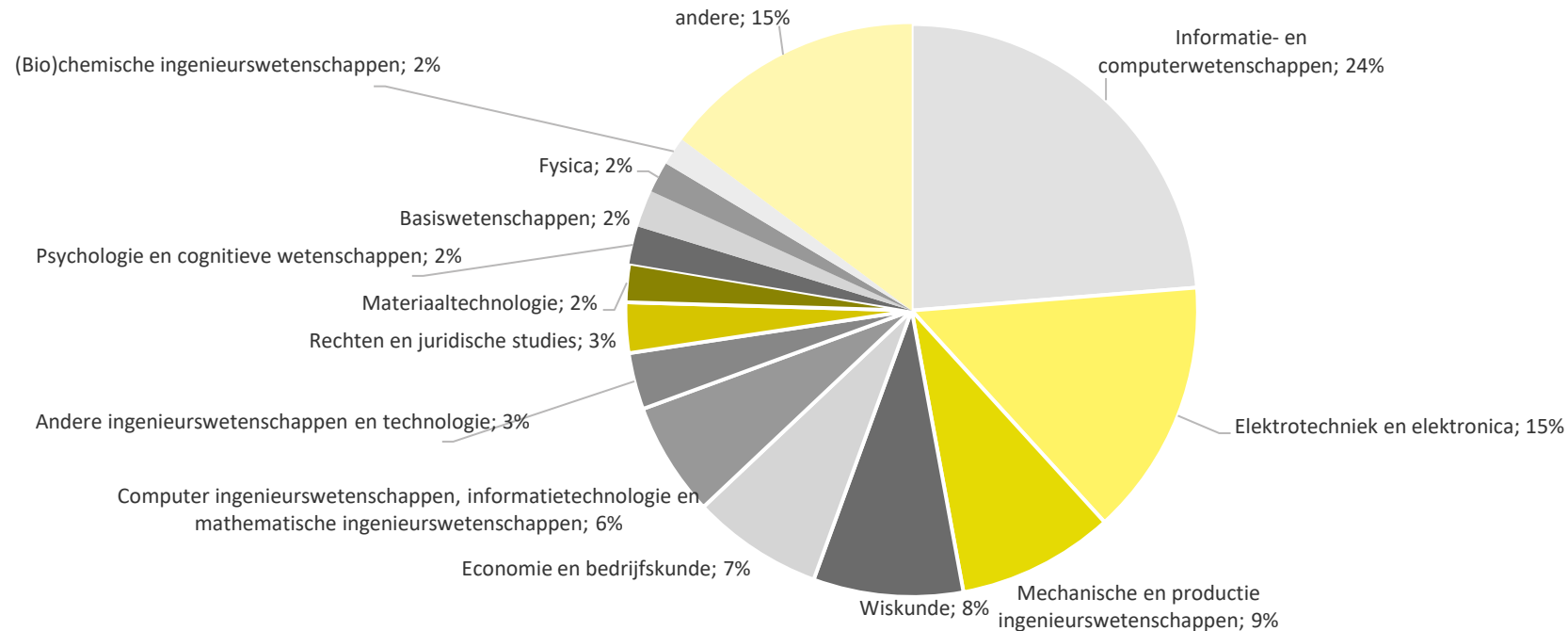
Wetenschapsdisciplines bij IoT onderzoek (o.b.v. 343 projecten)



IoT-onderzoek in Vlaanderen situeert zich in hoofdzaak in de Ingenieurswetenschappen en technologie (40%) en de natuurwetenschappen (36%).

Wetenschapssubdisciplines bij IoT onderzoek (o.b.v. 343 projecten)

subdiscipline obv projectaantal



Bekijken we de disciplines meer in detail dan zien we dat CCAV onderzoek in Vlaanderen zich in hoofdzaak situeert in de subdomeinen van Informatie- en computerwetenschappen (24%), Elektrotechniek en elektronica (15%) en Mechanische en productie Ingenieurswetenschappen (9%).

Verdeling over disciplines

Hoofddiscipline	Subdiscipline	# Projecten
Ingenieurswetenschappen en technologie	Elektrotechniek en elektronica	61
	Mechanische en productie ingenieurswetenschappen	36
	Computer ingenieurswetenschappen, informatietechnologie en mathematische ingenieurswetenschappen	29
	Materiaaltechnologie	9
	(Bio)chemische ingenieurswetenschappen	8
	Burgerlijke ingenieurswetenschappen en bouwkunde	5
	(Bio)medische ingenieurswetenschappen	7
	Andere ingenieurswetenschappen en technologie	12
	Biotechnologie, bio- en biosysteem ingenieurswetenschappen	6
	Natuurwetenschappen	Informatie- en computerwetenschappen
Fysica		9
Wiskunde		41
Biologische wetenschappen		5
Chemie		3
Aardwetenschappen		4
Milieuwetenschappen		3
Sociale wetenschappen	Economie en bedrijfskunde	30
	Psychologie en cognitieve wetenschappen	10
	Rechten en juridische studies	10
	Sociologie en antropologie	2
	Media en communicatie	3
	Pedagogische en onderwijswetenschappen	3
Medische en gezondheidswetenschappen	Basiswetenschappen	8
	Klinische wetenschappen	2
	Farmaceutische wetenschappen	1
	Translationele wetenschappen	4
	Gezondheidswetenschappen	2
Humane wetenschappen en de kunsten	Taal- en literatuurwetenschappen	5
	Filosofie, ethiek en religiestudies	1
	Kunsten	1
	Geschiedenis en archeologie	1
Landbouwwetenschappen, diergeneeskunde en levensmiddelenwetenschappen	Landbouw, bosbouw, visserij en aanverwante wetenschappen	4
	Veterinaire wetenschappen	1
	Andere landbouwwetenschappen, diergeneeskunde en levensmiddelenwetenschappen	3
Opgelet: de som van de projecten is meer dan het aantal projecten omdat 1 projecten meerdere projectdisciplines kan hebben		

Onderzoeksgroepen in detail

- ▶ In wat volgt worden een aantal onderzoeksgroepen meer in detail bekeken. Hierbij werden niet alle gevonden onderzoeksgroepen bekeken maar werden de meest relevante geselecteerd volgens een aantal criteria:
 - Onderzoeksgroepen met een zoekhit in de informatie van de onderzoeksgroep zelf
 - Onderzoeksgroepen met een zoekhit in de informatie van de projecten
 - Onderzoeksgroepen met een zoekhit in de informatie van de publicaties
- ▶ **De onderzoeksgroepen werden samengebracht, en dat leverde 350 unieke onderzoeksgroepen op**
 - Hierna worden de onderzoeksgroepen getoond met het hoogst aantal zoekhits (de zoekhits in organisatie, projecten en publicaties werden samengeteld)
 - Vervolgens werd voor een aantal van deze groepen een detailfiche opgemaakt
 - Er werd bijkomend detailfiche opgemaakt voor een aantal relevante groepen van Flanders Make

Onderzoeksgroepen met meeste zoekhits op IoT

Onderzoeksgroep	Instelling	Verantwoordelijke	Hit in Organisa	Hit in Projec	Hit in Publicat	Totaal
Vakgroep Informatietechnologie	UGent	Bart Dhoedt, Daniël De Zutter, Paul Lagasse	0	7	32	39
Gedistribueerde en Veilige Software (DistriNet)	KU Leuven	Wouter Joosen	0	6	25	31
Onderzoeksgroep Beleidsinformatica (LIRIS), Leuven	KU Leuven	Monique Snoeck	1	12	11	24
Internet Data Lab (IDLab)	UAntwerpen	Christian Blondia, Steven Latré	0	19	4	23
Dynamische Systemen, Signaalverwerking en Gegevensanalyse (STADIUS)	KU Leuven	Marc Moonen	1	15	6	22
Afdeling Informatica	KU Leuven		0	13	7	20
Telecommunicatie en Microgolven (TELEMIC)	KU Leuven	Guy Vandenbosch	0	11	8	19
Robotica, Automatisering en Mechatronica (RAM)	KU Leuven	Herman Bruyninckx	0	12	7	19
Declaratieve Talen en Artificiële Intelligentie (DTAI)	KU Leuven	Hendrik Blockeel	0	10	8	18
Computerbeveiliging en Industriële Cryptografie (COSIC)	KU Leuven	Bart Preneel	1	12	5	18
Industrieel Beleid / Verkeer en Infrastructuur (CIB)	KU Leuven	Chris Tampère	0	8	10	18
Maakprocessen en -Systemen (MaPS)	KU Leuven	Bert Lauwers, Joost Duflou	0	1	16	17
Onderzoekseenheid KU Leuven Centrum voor IT & IE Recht	KU Leuven	Maria-Christina Janssens	0	14	0	14
Vakgroep Elektromechanica, Systeem- en Metaalengineering	UGent	Jan Melkebeek, Luc Dupré	0	9	5	14
Vakgroep Industriële Systemen en Productontwerp	UGent	El-Houssaine Aghezaf, Hendrik Van Landeghem	0	2	10	12
Elektronische Circuits en Systemen (ECS)	KU Leuven	Wim Dehaene	0	6	5	11
<i>Afdeling Productietechnieken, Machinebouw en Automatisering*</i>	<i>KU Leuven</i>		<i>0</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
Mobiliteit, Logistiek en Automotive Technology Onderzoekscentrum	VU Brussel	Joeri Van Mierlo	1	2	7	10
Informatica en Toegepaste Informatica	VU Brussel	Ann Nowe	0	5	5	10
Vakgroep Elektronica en Informatiesystemen	UGent	Jean Van Campenhout, Koenraad De Bosschere, Rik Van de Walle	1	5	4	10
Beleidsinformatica	UHasselt	Koenraad VANHOOF	1	3	6	10

*: deze onderzoeksgroep is niet langer actief sinds 30/09/2019

objecten met zoekhit:

Onderzoeksgroep	0
Projecten	7
Publicaties	32

Hoofddisciplines: Ingenieurswetenschappen en technologie

Disciplines: Communicatietechnologie, Computer hardware, Multimedieverwerking

Trefwoorden: Informatietechnologie

De Vakgroep Informatietechnologie (INTEC) is onderverdeeld in verschillende onderzoeksgebieden:

Acoustics Design Electromagnetics Internet Based Communications Networks and Services Photonics Waves Wireless and Cable

Projecten met zoekhit:

Internet der Dieren: ontwerp en ontwikkeling van een geïntegreerd opvolgingssysteem voor de gezondheid en welzijn van melkkoeien (1/11/2020 - 31/10/2023)

Hiërarchisch redeneren: een efficiënte en schaalbare oplossing om beslissingen uit heterogene datastromen te extraheren (1/10/2020 - 30/09/2023)

InduFlexControl - Regelalgoritmen voor flexibiliteit in power-to-X en industriële processen (1/03/2020 - 31/08/2021)

SDR-gebaseerde industriële IoT: richting alomtegenwoordige draadloze connectiviteit (1/11/2019 - 31/10/2021)

Controleerbare en stijl-bewuste parafraseringstechnieken voor data-efficiënte constructie van conversationele agenten (1/08/2019 - 31/07/2023)

Denk klein: heroverwegen van de nood aan big data in draadloze netwerken (1/01/2019 - 31/12/2020)

Uitlezing met ultralaagvermogen van fotonische neuromorfe reservoir computing systemen (1/01/2018 - 31/12/2019)

Publicaties met zoekhit:

In-band network telemetry in industrial wireless sensor networks (2020)

Edge inference for UWB ranging error correction using autoencoders (2020)

Survey on wireless technology trade-offs for the industrial internet of things (2020)

Learning robots to grasp by demonstration (2020)

A dynamic dashboarding application for fleet monitoring using semantic web of things technologies (2020)

Experimental parameter optimization for adaptive LoRa modulation in body-centric applications (2020)

An artificial intelligence-based collaboration approach in industrial IoT manufacturing : key concepts, architectural extensions and potential applications (2020)

The integration of LwM2M and OPC UA : an interoperability approach for industrial IoT (2019)

Low-temperature processed thin films of second-order nonlinear optical materials for silicon nitride photonic integrated circuits (2019)

Learning to grasp arbitrary household objects from a single demonstration (2019)

Publicaties met zoekhit (vervolg):

- Modeling equipment hierarchy and costs for ICT solutions (2019)
- Testbed for warehouse automation experiments using mobile AGVs and drones (2019)
- Impact of polarization diversity in massive MIMO for industry 4.0 (2019)
- Subset reasoning for event-based systems (2019)
- Low overhead, fine-grained end-to-end monitoring of wireless networks using in-band telemetry (2019)
- Experimental performance evaluation of NB-IoT (2019)
- An efficient genetic method for multi-objective continuous production scheduling in industrial internet of things (2019)
- [DC] self-adaptive technologies for immersive trainings (2019)
- Hybrid schedule management in 6TiSCH networks : the coexistence of determinism and flexibility (2018)
- Light-weight integration and interoperation of localization systems in IoT (2018)
- Scheduling framework for distributed intrusion detection systems over heterogeneous network architectures (2018)
- An efficient genetic algorithm for large-scale planning of dense and robust industrial wireless networks (2018)
- An efficient genetic algorithm for large-scale transmit power control of dense and robust wireless networks in harsh industrial environments (2018)
- Intelligent TDMA heuristic scheduling by taking into account physical layer interference for an industrial IoT environment (2018)
- Enabling virtual reality for the tactile internet: hurdles and opportunities (2018)
- LoRa indoor coverage and performance in an industrial environment : case study (2017)
- Sub-GHz LPWAN network coexistence, management and virtualization : an overview and open research challenges (2017)
- Integrating labor awareness to energy-efficient production scheduling under real-time electricity pricing : an empirical study (2017)
- Interoperability for industrial cyber-physical systems : an approach for legacy systems (2017)
- Distributed service orchestration : eventually consistent cloud operation and integration (2016)
- Accessible user interface support for multi-device ubiquitous applications: architectural modifiability considerations (2016)
- Supporting development and management of smart office applications: a DYAMAND case study (2015)



Gedistribueerde en Veilige Software (DistriNet)

Wouter Joosen

# objecten met zoekhit:	
Onderzoeksgroep	0
Projecten	6
Publicaties	25

Hoofddisciplines: Natuurwetenschappen
Disciplines: Distributed computing
Trefwoorden: software

Gedistribueerde en Veilige Software (DistriNet)

Projecten met zoekhit:

Op weg naar een betrouwbaar containerplatform en orkestratiekader (16/12/2020 - 16/12/2024)

ReSOS: besturingssysteem met gecontroleerd gebruik van systeembronnen (1/10/2020 - 30/09/2022)

Applicatie gedreven ontwikkeling van IoT ecosystemen (21/11/2017 - 31/12/2021)

Software-gebaseerd vertrouwde computerarchitectuur voor IoT-apparaten met beperkte middelen (1/10/2016 - 8/01/2021)

Systeem-niveau hardware ontwerptechnieken voor EM Resilience: een noodzaak voor veilige en betrouwbare programmeerbare elektronica (12/09/2016 - 18/09/2020)

Software technologieën voor multi-tenant internet of things platformen (10/08/2015 - 15/04/2019)

Publicaties met zoekhit:

Software-based Trusted Computing Architecture for Resource-constrained Internet of Things Devices (2021)

Advancing Control Flow Error Detection Techniques for Embedded Software using Automated Implementation and Fault Injection (2020)

Automated Configuration of NoSQL Performance and Scalability Tactics for Data-Intensive Applications (2020)

DNS Abuse and Active Authentication: Applications of Machine Learning in Cyber Security (2020)

System-level hardware-based design techniques for EM Resilience: a necessity for safe and reliable programmable electronics (2020)

Threat and Risk Management Framework for eHealth IoT Applications (2020)

Applications of Blockchains in the Internet of Things: A Comprehensive Survey (2019)

Control Flow Errors in an Industry 4.0 Setup: a Preliminary Study (2019)

Software Technologies for Multi-Tenant Internet of Things Platforms (2019)

Towards Deeply Reconfigurable, Long-life Internet of Things Platforms (2019)

Generating inductive shape predicates for runtime checking and formal verification (2018)



Gedistribueerde en Veilige Software (DistriNet) - vervolg

Wouter Joosen

Publicaties met zoekhit (vervolg):

- Internet of Things: A survey on the security of IoT frameworks (2018)
- Polyglot CerberOS: Resource Security, Interoperability and Multi-Tenancy for IoT Services on a Multilingual Platform (2018)
- Robust digital twin compositions for Industry 4.0 smart manufacturing systems (2018)
- slimIoT: Scalable lightweight attestation protocol for the Internet of Things (2018)
- Special Issue: Big Data for Context-Aware Applications and Intelligent Environments (2018)
- Authentic execution of distributed event-driven applications with a small TCB (2017)
- Identity management for cyber-physical production workflows and individualized manufacturing in Industry 4.0 (2017)
- Object-NoSQL database mappers: a benchmark study on the performance overhead (2017)
- Policy reconciliation for access control in dynamic cross-enterprise collaborations (2017)
- S μ V - the Security MicroVisor: a virtualisation-based security middleware for the Internet of Things (2017)
- The intelligent industry of the future: A survey on emerging trends, research challenges and opportunities in Industry 4.0 (2017)
- Trustworthy data-driven networked production for customer-centric plants (2017)
- Data protection compliance regulations and implications for smart factories of the future (2016)
- μ PnP-Mesh: the plug-and-play mesh network for the internet of things (2015)



Onderzoeksgroep Beleidsinformatica (LIRIS), Leuven

Monique Snoeck

# objecten met zoekhit:		Hoofddisciplines: Natuurwetenschappen, Sociale wetenschappen
Onderzoeksgroep	1	Disciplines: Artificiële intelligentie, Cognitieve wetenschappen en intelligente systemen, Informatiesystemen, Informatiewetenschappen, Management, Onderwijskunde, Toegepaste wiskunde
Projecten	12	Trefwoorden: Beleidsinformatica
Publicaties	11	

De Onderzoeksgroep Beleidsinformatica, Leuven, coördineert onderzoek op vlak van informatie technologie, informatiesystemen en hun beheer binnen organisaties. Dit onderzoek heeft betrekking op fundamenteel onderzoek vragen rond het gebruik van informatietechnologie en informatiesystemen in organisaties (concepten, modellen, generische methodes, tools en technieken), toegepast onderzoek dat het fundamenteel onderzoek verder toespits naar specifieke toepassingsdomeinen, en onderzoek rond het gebruik en de impact van informatiesystemen in de maatschappij. Belangrijke onderzoekstopics zijn: analyse, modelering en architectuur van informatiesystemen, knowledge discovery, data and process mining; architectuur en infrastructuur; business data, bedrijfsprocessen, services, bedrijfsregels, decision management; informatie en IS strategie.

Projecten met zoekhit:

Analytics architectuur, prescriptieve analytics en organisationeel leren voor intelligente organisaties (19/10/2020 - 30/09/2022)

ANUBIS: geAligneerde online en multilevel gebruiker en entiteit (1/10/2020 - 31/12/2023)

Business Analytics – Data Science (21/09/2020 - 21/09/2024)

Machine learning voor de analyse van fraude (27/08/2020 - 27/08/2024)

Open Automatische Generatie van Beslissingsmodellen voor Gestructureerd en Gestandaardiseerd Online Advies (ODESSA) (17/08/2020 - 17/08/2024)

Theorie, algoritmes en tools voor generieke oplossingen van kennisintensieve bedrijfstoepassingen op basis van formele specificaties (1/10/2019 - 30/09/2023)

Open Automatische Generatie van Beslissingsmodellen voor Gestructureerd en Gestandaardiseerd Online Advies (ODESSA) (1/10/2019 - 30/09/2021)

Developing an architecture for effective feedback in a smart learning environment. (30/09/2016 - 4/12/2020)

Burgerparticipatie in e-Government: Ontwikkeling van managementinstrumenten (7/09/2016 - 21/11/2019)

COMPACT: Compliant Predictieve Actuariële Modellen (1/10/2015 - 30/09/2019)

Gevorderde Trace Clustering Technieken voor Bedrijfsprocessen (22/09/2015 - 22/09/2019)

Measuring user engagement in various domains (25/02/2015 - 21/10/2019)

Publicaties met zoekhit:

A Robust profit measure for binary classification model evaluation (2018)

Time series for early churn detection: using similarity based classification for dynamic networks (2018)



Onderzoeksgroep Beleidsinformatica (LIRIS), Leuven - vervolg

Monique Snoeck

Publicaties met zoekhit (vervolg):

A new transferred feature selection algorithm for customer identification (2017)

Defining analytics maturity indicators: a survey approach (2017)

Is your company ready for HR analytics? (2017)

Social network analytics for churn prediction in telco: model building, evaluation and network architecture (2017)

De uitdaging die Big Data heet: pijnpunten en richtlijnen bij integratie van Big Data-analytics (2016)

Transformational issues of big data and analytics in networked business (2016)

Domain knowledge based segmentation of online banking customers (2015)

Identifying next relevant variables for segmentation by using feature selection approaches (2015)

Christian Blondia, Steven Latré

objecten met zoekhit:

Onderzoeksgroep

0

Projecten

19

Publicaties

4

Hoofddisciplines: Ingenieurswetenschappen en technologie, Natuurwetenschappen

Disciplines: Andere computer ingenieurswetenschappen, informatietechnologie en wiskunde

Trefwoorden: AD-HOCNETWERKEN, DRAADLOZE NETWERKEN, MEDIUMTOEGANGSCONTROLE, MOBIELE NETWERKEN, OPVOERING/PERFORMANCE ANALYSE, VERKEERSMANAGEMENT

IDLab voert fundamenteel en toegepast onderzoek uit op internettechnologieën en data science. IDLab is een gezamenlijk onderzoeksinitiatief tussen de Universiteit Antwerpen en de Universiteit Gent. Binnen Antwerpen focust IDLab (85 leden) zich specifiek op draadloze netwerken (in samenwerking met Gent) en gedistribueerde intelligentie. IDLab heeft een unieke onderzoeksinfrastructuur die wordt gebruikt in tal van nationale en internationale samenwerkingsverbanden. IDLab werkt samen met vele universiteiten en onderzoekscentra over de hele wereld en ontwikkelt samen geavanceerde technologieën met de industrie (R & D-centra van internationale bedrijven, de belangrijkste innoverende grote bedrijven en KMO's van Vlaanderen, evenals tal van ambitieuze startups). IDLab is een kernonderzoeksgroep van imec en een aanzienlijk deel van de onderzoeksactiviteiten van IDLab is ingebed in de Universiteit van Antwerpen. Meer specifiek is het onderzoek naar draadloze netwerken een gezamenlijke activiteit tussen de Universiteit Antwerpen en de Universiteit van Gent. IDLab is de integratie van de voormalige onderzoeksgroepen DSLab, IBCN en MOSAIC en telt ongeveer 300 leden (40 hoogleraren, 50 postdocs, 200 onderzoekers, 15 ondersteunende personeelsleden). De professors geven een breed scala aan cursussen.

Projecten met zoekhit:

Scalable and Secure Data Sharing (MOZAIK). (1/04/2021 - 31/03/2025)

Slimme thermische netten. (1/10/2020 - 30/09/2022)

IMEC-Real-time data ondersteunde process ontwikkeling en productie voor chemische toepassingen (DAP2CHEM) (1/10/2020 - 30/09/2022)

Op leren gebaseerde voorstellingen voor de automatisering van hyperspectrale microscopische beeldvorming en predictief onderhoud (1/09/2020 - 31/08/2024)

IMEC-Next generation connectivity for enhanced, safe & efficient transport & logistics (5G-Blueprint). (1/09/2020 - 31/08/2023)

IMEC- Volgende generatie connectiviteitsoplossingen voor verbeterde, veilige en efficiënte transport en logistiek (5G-Blueprint) (1/09/2020 - 31/08/2023)

IoSA (Internet der Kleine Dieren): Geminiaturiseerde contact loggers voor kleine dieren. (1/09/2020 - 31/08/2021)

Multi modaal transfer learning door zelf supervisie voor real-time mapping van de omgeving (1/09/2020 - 31/08/2024)

Zelflokalisatie van draadloze sensornetwerken gebruik makend van contextinformatie. (1/07/2020 - 31/12/2020)

Vlaams AI programma (1/07/2019 - 31/12/2020)

IMEC-5G-Mobix. (1/01/2019 - 31/10/2021)

IMEC-5G-Mobix. (1/01/2019 - 31/10/2021)

Logistieke IoT binnen de scheepsvaart. (1/01/2019 - 31/12/2020)

Grootstedelijkheid, Slimme Steden, Mobiliteit & Logistiek. (6/08/2018 - 31/12/2020)

Positie monitoring van manuele ventielen. (1/12/2017 - 30/11/2018)

Intelligente Hoge Densiteit en Lange Afstand IoT netwerken (IDEAL-IoT). (1/04/2017 - 31/03/2021)

SeRGlo. (1/10/2016 - 30/09/2018)

IOF Valorisatie IDLab Antwerpen. (1/10/2016 - 30/09/2018)

De Slimme Stad (1/05/2016 - 30/04/2020)

Publicaties met zoekhit:

Simulating 6TiSCH networks (2019)

A distributed density optimized scheduling function for IEEE 802.15.4e TSCH networks (2018)

Adaptive probabilistic model using angle of arrival estimation for IoT indoor localization (2017)

Sub-GHz LPWAN network coexistence, management and virtualization (2017)



Dynamische Systemen, Signaalverwerking en Gegevensanalyse (STADIUS)

Marc Moonen

objecten met zoekhit:

Onderzoeksgroep	1
Projecten	15
Publicaties	6

Hoofddisciplines: Ingenieurswetenschappen en technologie, Natuurwetenschappen

Disciplines: Andere informatie- en computerwetenschappen, Biologische systeemtechnologie, Computerarchitectuur en -netwerken, Computertheorie, Controlesystemen, robotica en automatisatie, Informatiesystemen, Informatiewetenschappen, Mechatronica en robotica, Modelling, Ontwerptheorieën en -methoden, Programmeertalen, Scientific computing, Signaalverwerking, Theoretische informatica, Toegepaste wiskunde, Visual computing

Trefwoorden: Automatisatie, Bio-informatica, Data-analyse, Machine-leren, Numerieke lineaire en multi-lineaire algebra, Signaalverwerking, systeem theorie

Het Stadius Center for Dynamical Systems, Signal Processing, and Data Analytics (STADIUS) verricht academisch onderzoek met een klemtoon op zogenaamde mathematical engineering, waarbij wiskundige technieken aangewend worden uit de numerieke lineaire en multi-lineaire algebra, statistiek en optimalisatie, voor toepassingen van dynamische systemen en regeltechniek, signaalverwerking, gegevensmodellering en -analyse. STADIUS heeft een erkende expertise in diverse toepassingsdomeinen, gaande van industriële automatisatie, audio- en spraakverwerking, digitale communicatie, biomedische signaal- en gegevensverwerking en bio-informatica.

Projecten met zoekhit:

Geïntegreerd leren en optimaliseren voor de volgende generatie slimme industriële controlesystemen (1/01/2021 - 31/12/2025)

Terug naar de basis van datagedreven dynamische systeemidentificatie (1/01/2021 - 31/12/2025)

AI-based Model Fusion (5/10/2020 - 5/10/2024)

Speltheoretische benaderingen en algoritmes voor interagerende dynamische systemen (5/10/2020 - 5/10/2024)

Speltheoretische benaderingen en algoritmes voor interagerende dynamische systemen (5/10/2020 - 5/10/2024)

Fundamenten van Betrouwbare AI - Integreren van Redeneren, Leren en Optimaliseren (1/09/2020 - 31/08/2023)

Een kader voor de ontwikkeling van beslissingsondersteunende systemen (6/01/2020 - 6/01/2024)

Next-generation pathologie door MILAN: multiplex immunohistochemie en geavanceerde beeldanalyse (1/01/2020 - 31/12/2021)

Privacy beschermende AI (22/11/2019 - 22/11/2023)

Eindgebruiker interpreteerbaarheid voor complexe machinaal geleerde modellen (11/10/2019 - 11/10/2023)

Machine learning grootboek orkestratie voor drug discovery (1/06/2019 - 31/05/2022)

Integratie van magnetische resonantie SPectroscopie en multimodale beeldvorming voor onderzoek en onderwijs in geneeskunde (1/01/2019 - 31/12/2022)

Betekenisvolle integratie van gegevens, analytics en services (1/11/2016 - 29/02/2020)

Newton-type operator splitsingsmethoden voor real-time optimalisatie van cyberphysical systemen (1/10/2015 - 30/09/2017)

nD: Multidimensionele dynamische systemen, (multi-)lineaire numerieke algoritmen en tensor data. (1/10/2015 - 30/09/2021)



Dynamische Systemen, Signaalverwerking en Gegevensanalyse (STADIUS) - vervolg

Marc Moonen

Publicaties met zoekhit:

Time Series Clustering (2021)

Fast semi-supervised discriminant analysis for binary classification of large data sets (2019)

Contactless acoustic based indoor monitoring systems: a study on different acoustic models and learning strategies (2019)

Translational AI and Deep Learning in Diagnostic Pathology (2019)

A FULLY AUTOMATED PIPELINE FOR CLASSIFICATION TASKS WITH AN APPLICATION TO REMOTE SENSING (2016)

LS-SVM based spectral clustering and regression for predicting maintenance of industrial machines (2015)



Afdeling Informatica

objecten met zoekhit:

Onderzoeksgroep

0

Projecten

13

Publicaties

7

Hoofddisciplines: Natuurwetenschappen

Disciplines: Andere informatie- en computerwetenschappen, Computerarchitectuur en -netwerken, Distributed computing, Informatiesystemen, Informatiewetenschappen, Programmeertalen, Scientific computing, Theoretische informatica, Toegepaste wiskunde, Visual computing

Trefwoorden: Artificiële intelligentie, Informatica, Programmeren

Afdeling Informatica

Projecten met zoekhit:

Kunstmatige intelligentie zonder vooroordeel. (1/01/2020 - 31/12/2023)

Actief zwak gesuperviseerde anomaliedetectie voor relationele data (1/10/2019 - 9/09/2023)

Theorie, algoritmes en tools voor generieke oplossingen van kennisintensieve
bedrijfstoeepassingen op basis van formele specificaties (1/10/2019 - 30/09/2023)

Ontwerpen van softwarerichtlijnen en testspecificaties voor niet-functionele vereisten in
veiligheidskritische autonome systemen (8/05/2019 - 8/05/2023)

Schaalbare, interpreteerbare en versatiele modellen voor relationele data: ontwerp, inductie en
inferentie (21/09/2018 - 21/09/2022)

Big data om wereldwijde verstoring van de Grapevine aangedreven industrieën mogelijk te
maken (1/01/2018 - 31/12/2020)

DAME: een platform voor benaderingen van diep leren voor multilinguale tekstverwerking
(1/10/2017 - 30/09/2019)

De toepassing van machinaal leren op sensor data van fysieke activiteit (12/07/2017 -
12/07/2021)

Verificatie-engineering voor veiligheid en beveiliging van kritieke dynamische industriële
toepassingen (1/01/2017 - 31/12/2019)

Een beveiligingsarchitectuur voor het Internet of Things (1/01/2016 - 31/12/2019)

Acties voor uitmuntendheid in Slimme Cyber-Physical systeem-applicaties door exploitatie van
Big Data in het kader van productiecontrole en logistiek (1/01/2016 - 31/12/2018)

Beveiliging en privacy voor cyber-fysische systemen en het Internet van de Dingen (1/10/2015 -

30/09/2021)

Software technologieën voor multi-tenant internet of things platformen (10/08/2015 -
15/04/2019)

Publicaties met zoekhit:

Software Technologies for Multi-Tenant Internet of Things Platforms (2019)

Polyglot CerberOS: Resource Security, Interoperability and Multi-Tenancy for IoT Services on a
Multilingual Platform (2018)

Introduction to the thematic issue on Intelligent systems, applications and environments for the
industry of the future (2017)

S μ V - the Security MicroVisor: a virtualisation-based security middleware for the Internet of
Things (2017)

The KB paradigm and its application to interactive configuration (2017)

VirtualIdentity: Privacy Preserving User Profiling (2016)

μ PnP-Mesh: the plug-and-play mesh network for the internet of things (2015)



Telecommunicatie en Microgolven (TELEMIC)

Guy Vandenbosch

# objecten met zoekhit:		Hoofddisciplines: Ingenieurswetenschappen en technologie
Onderzoeksgroep	0	Disciplines: Communicatie, Communicatietechnologie, Nanotechnologie, Ontwerptheorieën en –methoden
Projecten	11	Trefwoorden: Antennas, HF, MMIC, Microstrip antennas, Microwave circuits, Microwave power, Microwaves, Telecommunication
Publicaties	8	

TELEMIC = TELECOMMUNICATIE EN MICROGOLVEN Microgolfantennes: analyse en ontwerp van microstrip-antennes en -reeksen met een aantal verschillende numerieke modellen. Toepassingen in radar- en satellietcommunicatiesystemen. Antennemetingen en meettechnieken. Microgolfcircuits: MICs en MMICs voor telecommunicatiesystemen (bijvoorbeeld satelliet- en mobiele communicatie). Studie en ontwerp van versterkers, geluidsarme circuits, mixers, multipliers, oscillatoren, faseverschuivers, schakelaars, actieve antennes, high-Tc supergeleidende circuits. Radiopropagatie: modellering en simulatie van radiopropagatie in HF-, VHF- en UHF-frequentiebanden. Studie van telecommunicatiesystemen. Draadloze ATM.

Projecten met zoekhit:

Het NASCERE-project lanceert een (gezamenlijke) doctoraatsbeurs getiteld: Study of Medium-Sized Multi-band Antenna Arrays for 5G Communications (11/01/2021 - 11/01/2025)
Veerkrachtige interactieve toepassingen door hyperdiversiteit in energiezuinige radioweaves-technologie (1/01/2021 - 30/06/2024)
Data gedreven antenne selectie en gedistribueerde verwerking voor cellvrije architecturen (12/11/2020 - 12/11/2024)
Beheersing van veiligheidsrisicos in Industrie 4.0 (1/10/2020 - 30/09/2022)
NextPerception - Volgende generatie slimme perceptiesensoren en gedistribueerde intelligentie voor proactieve menselijke monitoring in gezondheids-, welzijns- en autosystemen (1/05/2020 - 30/04/2023)
Millimeter-wave netwerken en detectie voor meer dan 5G (1/11/2019 - 31/10/2023)
Draadloze communicatie aan hoge datasnelheid en zonder vermogen door backscattering naar grote hoeveelheden antennes (1/01/2018 - 31/12/2021)
Systeem-niveau hardware ontwerptechnieken voor EM Resilience: een noodzaak voor veilige en betrouwbare programmeerbare elektronica (12/09/2016 - 18/09/2020)
Silicium-gebaseerde Ka-band massieve MIMO-antennesystemen voor nieuwe

telecommunicatiediensten (1/09/2016 - 31/08/2020)

Signaal, circuit en antenne co-ontwerp van stabiele ultra-breedband draadloze systemen voor het Internet of Things (1/01/2016 - 31/12/2019)

Evaluatie van alternatieve verticale transistors voor 3D NAND toepassingen (1/12/2015 - 7/06/2019)

Publicaties met zoekhit:

Time Series Clustering (2021)

Fast semi-supervised discriminant analysis for binary classification of large data sets (2019)

Contactless acoustic based indoor monitoring systems: a study on different acoustic models and learning strategies (2019)

Translational AI and Deep Learning in Diagnostic Pathology (2019)

A FULLY AUTOMATED PIPELINE FOR CLASSIFICATION TASKS WITH AN APPLICATION TO REMOTE SENSING (2016)

LS-SVM based spectral clustering and regression for predicting maintenance of industrial machines (2015)

Nog enkele detailfiches

▶ Flanders Make:

- De beschrijving van een aantal onderzoeksgroepen van Flanders Make gaf een zoekhit
- Deze instelling levert nog geen projecten of publicaties aan. Vandaar ook geen zoekhits in die objecten.

objecten met zoekhit:

Onderzoeksgroep

1

Projecten

0

Publicaties

0

Hoofddiscipline: Humane wetenschappen en de kunsten, Ingenieurswetenschappen en technologie, Natuurwetenschappen

Disciplines: Akoestiek, geluid en trillingsgerelateerde ingenieurskunde, Analoge en digitale signaalverwerking, Audio- en spraakverwerking, Automatisatie en controlesystemen, Automatisering, feedbackcontrole en robotica, Bewegingsplanning en -controle, Coderingstools en -technieken, testen en debuggen, Computer aided engineering, simulatie en design, Computerarchitectuur en -organisatie, Control engineering, Digitaal geïntegreerde circuits, Draadloze communicatie- en positioneringssystemen, Elektronisch circuit- en systeembetrouwbaarheid, Elektronisch design, Embedded systems, Field- en servicerobotica, Fysieke systeemmodellering, Geluid, Input-, output- en data-apparatuur, Intelligente voertuigen, Mobiele en gedistribueerde robotica, Modellering en simulatie, Motion capturing, Prestatie-evaluatie, testing en simulatie van betrouwbaarheid, Robotica en automatische controle, Robotsysteemarchitecturen en -programmering, Sensoren, estimatoren en actuatoren, Signaalverwerking, Signalen en systemen, Slimme sensoren, Software en data-acquisitie, Software engineering, Systeemtheorie, -modellering en -identificatie, Taalontwerp, -constructies en -eigenschappen, Taalprocessoren

Trefwoorden: Adaptive systems, Co-simulation techniques, Contract Based Design, Digital Twins, Efficient Sensitivity Analysis techniques, Fault injection, Frames, In-air 3D sonar, Incremental

The Flanders Make AnSyMo/CoSys core lab has three research priorities:

1. Design and Testing for Cyber-Physical Systems:

ensure that autonomously operating machines adhere to the appropriate safety standards, focused on methods and tools for a cost-effective design process (profs. De Meulenaere, Denil, De Meyer, Vangheluwe)

2. Adaptive, Optimal Embedded Control:

boost control efficiency by integrating the use of available system models into the control design process (and sometimes) resulting controllers; (profs. Denil, Steckel, De Meulenaere)

3. Industrial sensing, signal processing and actuation; monitor moving machines to enable autonomous navigation (prof. Steckel)

There are a lot of touchpoints between the priorities 1 and 2, and priorities 2 and 3.

Expertise in Design and Testing includes the development of methods and tools for: Modelling and Simulation · Embedded Systems Design · Software and embedded systems testing · Co-simulation Expertise in Adaptive, Optimal Embedded Control includes the development of methods and tools for: Long term autonomy · Run-time adaptivity · Embedded control architectures · Embedded platform (co-)simulation · Model-less autonomous vehicle control, in driving and flying vehicles Expertise in industrial sensing and signal processing includes: Long wavelength based environment perception (Sonar, Radar) · Sensor fusion · Autonomous vehicle control Acoustic Condition monitoring

objecten met zoekhit:

Onderzoeksgroep

1

Projecten

0

Publicaties

0

Hoofddiscipline: Ingenieurswetenschappen en technologie, Sociale wetenschappen

Disciplines: Automatisatie en controlesystemen, Automobielingenieurskunde, Batterijtechnologie, Bewegingsplanning en -controle, Computer aided engineering, simulatie en design, Control engineering, Controlesystemen, robotica en automatisatie, Elektrische energietechniek, Elektrische machines en transformatoren, Energieconversie, Energieopslag, Energieopwekkings-, conversie- en opslagtechniek, Fysieke systeemmodellering, Hybride voertuigen, Infrastructuur, transport en mobiliteitsingenieurswetenschappen, Innovatie en technologiemanagement, Intelligente voertuigen, Kinematica en dynamica, Mechanische aandrijfsystemen, Mechatronica en robotica, Mobiele en gedistribueerde robotica, Modellering en simulatie, Numerieke modellering en design, Ontwerptheorieën en -methoden, Robotica en automatische controle, Robotsysteemarchitecturen en -programmering, Sensoren, estimatoren en actuatoren, Signalen en systemen, Software en data-acquisitie, Thermodynamische processen, Tribologie, Vloeistofmechanica en -dynamica, Warmteoverdracht

Trefwoorden: Autonomous motion products, Energy- and cost-efficient drivetrains and electrification, Fast, highly accurate systems, Modular interacting systems (incl. swarm), Remote connected

Many companies in Flanders work around products with a motion component such as vehicles and machines. We apply this competence to help them develop new 'future-proof' products which are smart, automatically adapt to the environment to provide optimal performance, and use digital, Industry 4.0 technology. The focus is on the architecture and the validation of systems, as well as the combination of autonomy and automation (autonomation) for professional applications. For businesses, this leads to improved, better-performing products that last longer and deliver better quality. more: <https://www.flandersmake.be/en/research/motion-products>

# objecten met zoekhit:	
Onderzoeksgroep	1
Projecten	0
Publicaties	0

Hoofddiscipline: Ingenieurswetenschappen en technologie

Disciplines: Andere ingenieurswetenschappen en technologie, Automatisering, feedbackcontrole en robotica, Automobielingenieurskunde, Bewegingsplanning en -controle, Composieten en hybride materialen, Control engineering, Controlesystemen, robotica en automatisatie, Datavisualisatie en beeldvorming, Fotodetectoren, optische sensoren en zonnecellen, Fotonica, licht en verlichting, Kinematica en dynamica, Lucht- en ruimtevaartsingenieurskunde, Materialenwetenschappen en -techniek, Mechanica, Mechatronica en robotica, Microfabricage en -productie, Ontwerptheorieën en -methoden, Productie automatisering, Productietechnieken, Scientific computing, Sensoren, biosensoren en slimme sensoren, Signaalverwerking, Veiligheidsingenieurswetenschappen

Trefwoorden: designing mechatronic systems, incorporate condition, process monitoring, technology for developing flexible, automated production lines, testing mechatronic systems, zero-defect, zero-machine downtime

Mass production is giving way to customised production. Production environments must be able to produce in a highly modular fashion, at the lowest possible operational cost and without any machine downtime. Customers expect zero-defect products and total flexibility. Moreover, systems are becoming increasingly autonomous. Examples include fruit-picking robots, autonomous vehicles in logistics, unmanned patrol boats, and many others. Sensors play a major role in these areas. However, it doesn't end with measuring. Data must be interpreted and applied in robust, self-learning measuring and knowledge instruments to improve mechatronic systems. Artificial intelligence plays a major role in these areas. This is the only way in which we will be able to develop intelligent products and highly effective production environments – smart products and smart factories that are characteristic of Industry 4.0 – necessary to remain competitive in Flanders. More: <https://www.flandersmake.be/en/research/decision-control>

objecten met zoekhit:

Onderzoeksgroep

1

Projecten

0

Publicaties

0

Hoofddiscipline: Ingenieurswetenschappen en technologie

Disciplines: Andere mechanische en productie ingenieurswetenschappen, Communicatie, Communicatietechnologie, Computer aided engineering, simulatie en design, Computergeïntegreerde productie, Controlesystemen, robotica en automatisatie, Fysieke systeemmodellering, Human-centered en life-like robotica, Interactieve en intelligente systemen, Logistiek en supply chain management, Lucht- en ruimtevaartingenieurskunde, Mechatronica en robotica, Mobiele en gedistribueerde robotica, Multimedieverwerking, Numerieke modellering en design, Ontwerptheorieën en -methoden, Planning van het productieproces, Productie automatisering, Productiebeheer, Productieprocessen, -methoden en -technologieën, Productiesystemen, Productietechnieken, Productontwikkeling, Robotica en automatische controle, Robotmanipulatie en interfaces, Robotstructuren, Robotsysteemarchitecturen en -programmering, Scientific computing, Sensoren, estimatoren en actuatoren

Trefwoorden: Industry 4.0, connected factory, flexible, hybrid workplaces, lean manufacturing, mass customisation, paperless, reduce the number of tasks without added value, wellbeing of operators

We support businesses in their digital transformation to become ‘factories for the future’. To satisfy increasing demand for quality, personalised products at the cost price of mass production, and taking into account high wage costs as well as the ageing population in Western Europe, we’re focused on getting smart machines and people to work together. To achieve this, we perform research into flexible assembly units that can cope with multiple product variations. People continue to play a key role in the modern production environment, but are supported by robots for specific tasks. This interaction is a must for any factory that wants to survive tomorrow and ensure the work continues to be manageable. more: <https://www.flandersmake.be/en/research/flexible-assembly>

# objecten met zoekhit:	
Onderzoeksgroep	1
Projecten	0
Publicaties	0

Hoofddiscipline: Ingenieurswetenschappen en technologie, Sociale wetenschappen

Disciplines: Automatisatie en controlesystemen, Elektrische energietechniek, Hybride voertuigen, Innovatie en technologiemanagement

Trefwoorden: Accurate and advanced SoX (SoC, SoH, SoE, SoP, SoF) estimation (BMS software), Advanced battery balancing circuits (BMS hardware), Advanced cooling systems and thermal management, Advanced simulation platform (Digital Twin of vehicles), Charging infrastructure, Co-design optimization framework for vehicle drivetrains, Connected and Autonomous Vehicles, Design, modeling and fast virtual prototyping, Digital Twin platform for vehicle drivetrains, ECO driving, ECO routing, ECO charging, ECO comfort, ECO energy management strategies for fleets, Electric and Hybrid Vehicles, Electrical Energy Storage (battery, supercapacitor, Li-cap, etc.), Energy management strategies (ECMS, MPC, ANN, real-time capable), Integration of emerging power switch technology (SiC, GaN), Machine learning algorithms for predictive control & maintenance, Multi-actuator systems, Open vehicle platform for component and subsystem testing in the loop (connected, IoT), Power Electronics Converters (DC/DC, DC/AC, AC/DC, MLC, ZSI), Power module in the loop testing, Prototyping for proof-of-concepts and battery assembly optimization (Pilot-line with dry room), Prototyping for vehicle and machine applications, Reliability and failure mechanisms assessment, Testing and characterization of cell, module and pack, Testing and characterization of vehicle propulsion systems (vehicle-in-the-loop testing), Thermal and electrochemical characterization of cell, Thermal characterization and testing

The Flanders Make MOBI (Mobility, Logistics and Automotive Technology Research Centre) core lab provides strong competences on:

- Power Electronics (w/wo emerging technologies) systems;

- Electrical energy storage;

- Electric & hybrid vehicles, connected vehicles and autonomous vehicles toward efficient drivetrains with low TCO (Total Cost of Ownership).

MOBI has a leading position in electromobility, thanks to its experience of over 40 years in alternative fuels, electric, hybrid and fuel cell vehicles R&D. The lab is equipped with state-of-the-art infrastructure and models for: the testing, development and design of components - batteries, supercapacitors, power converters -, vehicle powertrains, and inductive and conductive charging infrastructure. The testing and development of vehicles and its components.

The Battery Innovation Centre is the largest academic battery lab in Belgium with multiple battery cells, module & pack simulation, testing and characterization solutions, test cells prototyping for proof-of-concepts and battery assembly optimization (Pilot-line with dry room). It covers Lithium-ion as well as new generation technologies (Solid state, Li Metal, Li Sulphur, etc.), upscaling (from coin to pouch cell), 2nd life, standardization, etc.

objecten met zoekhit:

Onderzoeksgroep

1

Projecten

0

Publicaties

0

Hoofddiscipline: Ingenieurswetenschappen en technologie

Disciplines: Computergeïntegreerde productie, Human-centered en life-like robotica, Interactieve en intelligente systemen, Mobiele en gedistribueerde robotica, Planning van het productieproces, Productie automatisering, Productieprocessen, -methoden en -technologieën, Productiesystemen, Robotica en automatische controle, Robotmanipulatie en interfaces, Robotsysteemarchitecturen en -programming

Trefwoorden: Cobots, Digital Work Instructions, Digital twin of assembly processes, Industrial IoT, Industry 4.0, Operator ergonomics, Robot programming, adhesive curing & debonding

The goal of the FlandersMake ProductionS core lab isto develop solutions for flexible manufacturing systems enabling theindustry 4.0 promise of mass customisation.We design, buildand validate innovative, industrially relevant, solutions within the following technology domains:

- Flexiblemanufacturing system architectures enabled by the reconfigurable interaction betweenmulti-vendor industrial automation solutions, robotic systems and humanoperators.
- SmartRobotic Systems featuringintuitive, skill-based programming capability and safe human-robotcollaboration
- OperatorInformation Systems featuringbi-directional interaction with the operator including digital workinstructions, IoT-enabled performance dashboarding and ergonomics monitoring
- Joiningtechnology for circular (dis)assembly including fast adhesive curing & debondingand digital twins of assembly processes

With a fast-growing team of 25+highly-skilled researchers with a mix of industrial andacademic background we participate in subsidized, collective research projectsand offer bilateral contract research services. Our technology is validated up to Technology ReadynessLevel TRL-7 by means of a high-end research infrastructure including anindustrially relevant assembly/disassembly line, various robot and cobotsystems, AR/VR equipment, a mobile demonstration lab and a unique validationlab for Joining Technologies.

Meer informatie

info@fris.vlaanderen.be

Tel. 02/553 59 80

<https://researchportal.be/nl/contact>

FRIS-programma manager: Ils De Bal

Data-analyse: Pascale Dengis

Brochure:

https://www.ewi-vlaanderen.be/sites/default/files/bestanden/fris_het_vlaamse_onderzoeksportaal.pdf

