

# Digitalisering in het energielandschap

Data, the world's most valuable resource



**TOPSECTOR ENERGIE**  
Empowering the new economy



# Digitalisering in het energielandschap

Hoe digitalisering onze energievoorziening transformeert, en welke kansen vandaag voor het grijpen liggen

Arash Aazami, Kamangir  
John Post, TKI Energie

Opdrachtgever: Topsector Energie

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Aanleiding</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>2. Inleiding</b> .....   | <b>4</b>  |
| 2.1 Disruptie en transformatie .....                                    | 4         |
| 2.2 Maatschappelijke ontwikkelingen .....                               | 5         |
| 2.3 Meer dan technologie alleen .....                                   | 6         |
| 2.4 Digitalisering energiesector specifiek .....                        | 8         |
| <b>3. Ontwikkeling van de energievraag</b> .....                        | <b>11</b> |
| 3.1 Het energie-aanbod in beeld .....                                   | 11        |
| 3.2 De energievraag in beeld .....                                      | 13        |
| <b>4. No-regret ontwikkelingen</b> .....                                | <b>15</b> |
| 4.1 Blockchain als technologie in energietransacties .....              | 15        |
| 4.2 Energiedata-disaggregatie .....                                     | 16        |
| 4.3 Private networks .....  | 16        |
| 4.4 Peer to peer smart grids .....                                      | 17        |
| 4.5 Cybersecurity .....   | 17        |
| 4.6 Real time energy pricing .....                                      | 18        |
| 4.7 High Density Carriers, systeemintegratie, interoperabiliteit .....  | 19        |
| 4.8 Brononafhankelijkheid, interoperabiliteit .....                     | 20        |
| 4.9 Software, algoritmes, controles en openheid .....                   | 21        |
| 4.10 Internet of Things, real time beheer en controle .....             | 22        |
| 4.11 Industry 4.0 .....   | 22        |
| <b>5. Randvoorwaarden</b> .....   | <b>24</b> |
| 5.1 Het grotere doel in beeld. Systematisch en stapsgewijs werken ..... | 24        |
| 5.2 De ethiek van techniek: AI en algoritmes .....                      | 24        |
| 5.3 Goed projectmanagement .....  | 25        |
| 5.4 Universele standaarden voor energie .....                           | 26        |
| 5.5 Juist gebruik van software en data .....                            | 26        |
| 5.6 Verbinden en versterken R&D .....                                   | 26        |
| 5.7 Human Capital Agenda .....  | 28        |
| 5.8 Regie en communicatie .....   | 28        |
| 5.9 Privacy en security .....   | 28        |
| 5.10 Common sense, gezond verstand, de vraag centraal .....             | 29        |
| 5.11 Leiden vanuit de toekomst .....                                    | 29        |
| <b>6. De volgende stappen</b> .....                                     | <b>30</b> |
| 6.1 Aanbevelingen .....   | 30        |
| 6.1.1 Digitalisering als gegeven .....                                  | 30        |
| 6.1.2 Geen pilots, maar schaalprojecten .....                           | 30        |
| 6.1.3 Investeren in groeigebieden .....                                 | 31        |
| 6.1.4 Marktmodel en referentiearchitectuur als middel .....             | 31        |
| 6.1.5 Interregionale samenwerking als katalysator .....                 | 31        |
| 6.1.6 Integratie als leidraad .....                                     | 31        |
| 6.1.7 Geen subsidies maar investeringen .....                           | 32        |
| 6.1.8 Energy Infrastructure Topology .....                              | 32        |
| <b>7. Nawoord</b> .....   | <b>33</b> |
| 7.1 Acties .....  | 34        |
| 7.2 Bio's auteurs en dankwoord .....                                    | 34        |
| 7.3 Over de schrijvers .....  | 35        |

## 1. Aanleiding

Veranderingen kunnen we teweeg brengen, of ondergaan. Zo ook met digitalisering: of wij er nou een plan voor hebben of niet, digitalisering heeft een blijvende invloed op onze levens. **Wij behoren tot de laatste generatie die ooit een wereld heeft gekend zonder internet.** Wij zijn de generatie die afscheid neemt van een uitsluitend analoge wereld. Met alle maatschappelijke en economische consequenties van dien. En in de vloed aan ontwikkelingen die de opkomst van nullen en enen teweegbrengt zijn wij zoekende. Op ieder bestuurlijk niveau wordt nu de vraag gesteld of -en hoe- digitalisering in de strategie, in het beleid verweven moet worden. De ontwikkelingen gaan sneller dan de bestaande structuren kunnen bijhouden. De digitale revolutie doorkruist iedere sector, iedere pijler waarop de samenleving is gebouwd. Hierin schuilt groot gevaar, maar ook even grote kansen. Welke gevaren en kansen zijn er voor de energievoorziening? Zorgt digitalisering ervoor dat we op heel nieuwe manieren met energie om zullen gaan? Nemen ICT-bedrijven de rol van onze energiebedrijven over? En welke keuzes hebben wij? Kunnen we een leiderschapspositie innemen in deze ontwikkelingen, of wachten we af wat er vanuit Brussel, of vanuit de markt wordt bepaald? Dit document tracht voor bovenstaande vragen duiding te vinden, en waar mogelijk antwoorden. Doel is om de lezer handvatten te bieden, een handelingskader, een kompas, waarmee genavigeerd kan worden in de richting van een door ons allemaal gewenste energie-toekomst.

### **Definities**

Technologie stelt de mensheid voortdurend in staat om op nieuwe manieren problemen op te lossen, te communiceren en hun dagelijkse leven te (be)leven. In dit document concentreren we ons op het begrip *digitaliseren*. Voor een goed begrip daarvan is het handig een aantal definities te geven van gebruikte termen.

### **Automatisering:**

Het gebruik van ICT om een bestaand proces te ondersteunen en de efficiëntie daarvan te verhogen. Betekent generiek een snellere manier om dingen te doen zonder menselijke interactie. Vaak toegepast in fabrieken (robots bij autofabricage), kantoren (ERP en CRM implementaties), maar ook benut in ons dagelijks gebruik wanneer we een telefoongesprek voeren of zelf in- en uitchecken.

### **Digitalisering:**

Digitalisering is de adoptie en toepassing van digitale technieken in de maatschappij, in onze huizen, bedrijven of organisaties. De integratie van OT (operationele technologie) en IT (informatie technologie) creëert niet slechts verbeteringen op hetgeen toch al gedaan wordt, maar ook volstrekt nieuwe mogelijkheden; Met alle potentie van waarde toevoeging. Maar ook met maatschappelijke, institutionele en ethische consequenties.

### **ICT**

Onderliggend aan beide ontwikkelingen is vanzelfsprekend ICT, Informatie en Communicatie Technologie. Het samenspel van de afzonderlijke onderdelen (hardware, software, netwerken en data) die automatiseren en digitaliseren mogelijk hebben gemaakt. En met name ten aanzien van digitalisering nog veel meer mogelijkheden zal gaan bieden.

## 2. Inleiding

De wereld verandert in een hoger tempo dan ons voorstellingsvermogen kan bevatten. Informatie technologie met zijn aanpalende aspecten is de drijvende kracht achter al deze ontwikkelingen; zo fundamenteel dat geen enkel onderdeel van onze maatschappij zich hieraan kan onttrekken. **Digitalisering is op zichzelf al verantwoordelijk voor iedere maatschappij-veranderende ontwikkeling van de afgelopen twintig jaar.**

Hoe we als mens en bedrijf met deze aarde omgaan, haar gebruiken en er de vruchten van kunnen plukken hangt grotendeels van onszelf af. Van onze verbeeldingskracht en ons vermogen te adapteren.

### 2.1 Disruptie en transformatie

Digitalisering heeft nu al grote impact op bedrijven en organisaties. We zien twee verschillende aspecten: digitale disruptie en digitale transformatie. Er is sprake van digitale disruptie als door het (deels) digitaal worden van een product of dienst het traditionele business model als sneeuw voor de zon verdwijnt. Een groot deel van de waarde, het surplus, verschuift dan naar de gebruiker of naar nieuwe spelers, die vaak de rol van tussenpersoon overbodig maken. Bekende voorbeelden hier zijn de media-industrie, telecombedrijven, de advertentiewereld en de reiswereld. Bij digitale transformatie gaat het vooral over de wijze waarop een bedrijf geleid wordt en hoe dit in de digitale wereld verandert. Bijvoorbeeld bij productontwikkeling en innovatieprocessen, nieuwe marketing en sales strategieën het invoeren van “agile” methodieken en het fundamenteel veranderen van de productie door gebruik te maken van 3D printing, IoT en robots. Dit alles leidt onvermijdelijk tot een veranderende economische cultuur.

Disruptie en transformatie zijn twee aspecten van digitalisering die om verschillende benaderingen vragen, maar vaak wel gelijktijdig moeten worden aangepakt, in een juiste balans. Een duidelijke stelling van Annet Aris<sup>1</sup>, docent digitale strategie aan INSEAD in Fontainebleau en columnist voor het Financiële Dagblad is dat de digitale transformatie vroeg of laat alle bedrijven gaat raken, zelfs die waarvan het business model niet verandert. Onze energiewereld wordt hier hard door geraakt.

Dit document biedt een handelingsperspectief voor de ontwikkeling van gegrond, krachtig en impactvol beleid ten aanzien van onderzoeks-, investerings- en beleidsagenda's voor wat betreft de digitalisering van ons energiesysteem. Welke keuzes er gemaakt dienen te worden en wat daarvan de consequenties zullen zijn. Veelal geeft de scope van door ons genoemde ontwikkelingen de contouren weer van ons energielandschap, één generatie na vandaag. Toch hebben wij getracht iedere grote, lange termijn-ontwikkeling terug te brengen tot een praktisch handelingsperspectief voor de komende 4 jaar. Dit document bouwt verder op de basis die is aangereikt in Kamangir's document “De energievraag in

---

<sup>1</sup> Disruptie of transformatie? That is the question – Annet Aris – Financieel Dagblad 11 november 2016: <https://fd.nl/morgen/1175027/disruptie-of-transformatie-that-is-the-question>

beeld” dat als afsluiting diende van de opdracht die voor het programma Commit2Data is uitgevoerd.

## 2.2 Maatschappelijke ontwikkelingen

Data spelen een cruciale rol in de fundamentele veranderingen die de wereld vandaag ondergaat. Beter gezegd: we beschikken over een nieuw instrumentarium waarmee de mensheid zich met grote stappen verder ontwikkelt. Dit instrumentarium bestaat uit sensoren, computers en netwerken, die sinds enkele decennia data genereren in exponentieel groeiende hoeveelheden. Deze –op zichzelf nog nietszeggende- data zijn waardevol zodra er intelligentie op wordt toegepast: algoritmes die ontworpen zijn om elementen uit de ene datastroom te verbinden met elementen uit andere databronnen. In algoritmiek schuilt de magie van vooruitgang. Algoritmiek stelt vragen, en algoritmiek maakt keuzes. Keuzes die wij vaak niet zelfstandig hadden kunnen verzinnen of uitvoeren. Bijvoorbeeld de keuze om onze koelkast aan te laten springen als de wind harder waait, of de accu uit onze Tesla te gebruiken als stroomvoorziening wanneer bewolking over onze zonnepanelen heentrekt en de mogelijkheid supply chains te verkorten, voorraden te verminderen, producten aan te passen en meer lokale productie mogelijk te maken. Algoritmiek stelt onze systemen, onze omgeving en onszelf in staat steeds slimmer te worden. **Data + algoritmiek = vooruitgang.** Het effect is –mits goed ontworpen- kennisvergroterend, democratiserend, decentraliserend, en opent deuren naar geheel nieuwe manieren voor waardecreatie.

Enkele concrete aspecten hiervan, te danken aan de mogelijkheden die digitalisering biedt zijn:

- Van volume naar waarde, niet de hoeveelheid maar de waarde draagt bij aan maatschappelijke en economische groei
- Van asset naar service. Bezit maakt plaats voor gebruik. Ook data zelf zijn geen asset. In stilstand zijn data waardeloos. Pas wanneer er “flow” is ontstaat er waarde. Dat maakt data tot een resource bij uitstek.
- Van centraal naar decentraal. Klein is het nieuwe groot. De macht van grote instituties brokkelt af, terwijl kleine initiatieven steeds meer zorgen voor verandering. Ook, misschien zelfs juist, in de energiewereld omdat daar de algemene ontwikkelingen versterkt worden door de energietransitie zelf.
- Van schaars en prijzig naar overvloedig en gratis. We beschikken nu over technologieën die ons met hetzelfde gemak hernieuwbare bronnen laten gebruiken als dat wij met een druk op de knop gewend zijn geraakt om in onze fossiele energievraag te voorzien. Zoals Jeremy Rifkin voorspelde in zijn boek “de Derde Industriële Revolutie” drijft deze ontwikkeling de marginale productiekosten van energie onherroepelijk naar nul. De bron is immers onuitputtelijk.
- Van procedure-gedreven naar data-gedreven. Tot enkele decennia terug was een vooraf ontworpen procedure leidend voor het nemen van beslissingen. Nu raakt de procedure in toenemende mate ondergeschikt aan data.

Digitalisering met verregerende parameterisering en praktisch zero marginale kosten maakt het mogelijk om aangeboden diensten zo aan te passen aan individuele behoeften dat een generieke dienst als een maatpak wordt ervaren. Een specifiek voorbeeld binnen de energiesector hiervan zien we in 2011 toen het eerste energiebedrijf begon met de toepassing van de Path to Zero: algoritmes berekenen voor iedere gebruiker of, en wanneer de plaatsing van een zonnepaneel of led-lamp het best rendeert. Een simpel geautomatiseerd systeem schakelt de installateur in, optimaliseert de hoeveelheid handelingen die verricht moeten worden om zo effectief mogelijk energie te besparen, berekent automatisch wat het nieuwe maandbedrag van de energiegebruiker wordt, en voorspelt aan de hand van data uit verschillende bronnen op welk moment de gebruiker volledig energieonafhankelijk kan zijn. De gebruiker hoeft niets meer te doen dan te bepalen of het proces sneller of langzamer gaat, al naar gelang zijn maandbedrag. Dit alles maakte 's werelds eerste energiebedrijf dat meer verdient naarmate het minder hoeft te verkopen. Inmiddels passen steeds meer energiebedrijven deze methodologie toe, in veel gevallen zijn dit nieuwe, kleine spelers die niet de druk ervaren dat het bezit van assets op de balans met zich meebrengt Energy as a service.

### 2.3 Meer dan technologie alleen

De energietransitie kan niet simpelweg geduid worden met een technologische vervanging van niet-hernieuwbare joules door hernieuwbare joules. De transitie leunt op vier pijlers: technologie, economie, maatschappij en de instituties. Dit betekent dat naast zorg en aandacht voor de ontwikkeling van technologieën die het toekomstige energiesysteem dragen evenzoveel aandacht moet worden besteed aan de ontwikkeling van economisch, maatschappelijk en institutioneel draagvlak voor dit toekomstige, op hernieuwbare bronnen gebaseerde energiesysteem.

Om bovenstaande in context te plaatsen: Energie is het vermogen om arbeid te verrichten, om tastbare waarde te creëren, en is daarmee de drager van de reële economie. Alles wat wij aanraken, gebruiken en produceren komt tot stand middels een energiestroom. Alhoewel het populair is om energie als “low interest commodity” te afficheren, brengt ieder moment waarop energietoegang belemmerd wordt –een stroomstoring, geopolitieke onrust, en in grote delen van de wereld simpelweg schaarste- een andere waarheid aan het licht.

Energie is uitsluitend indirect waar te nemen. Dus niet de energie zelf, niet de intrinsieke eigenschappen van het vermogen, maar de omgeving waarin energie zich bevindt bepaalt of we al dan niet van een probleem kunnen spreken.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Naar “De Sociale kaart van Nederland”, Maarten Hajer en Wytske Versteeg.  
<http://dare.uva.nl/search?identifier=1377b2d9-f314-4dde-882c-170cbbc3df0d>



Hieruit volgt dat we de discussies over energie alleen begrijpen vanuit een sociale ordening, die bepaalt of iets goed of fout is, iets wel of geen probleem is. Dus als iemand iets zegt over de problemen van fossiele energie doet hij ook een uitspraak over hoe de omgeving, de maatschappij, de markt en de politiek er uit horen te zien.

De manier waarop een probleem wordt gedefinieerd is bij de energietransitie van groot belang. Probleemdefinities zijn van invloed op de oplossingsrichtingen die worden gezocht en daarmee op de manier waarop institutionele praktijken worden gestructureerd. Probleemdefinities kunnen nieuwe wegen openen maar brengen tegelijkertijd onvermijdelijke beperkingen met zich mee. Zaken die niet te verenigen zijn met de probleemdefinitie worden maar moeilijk opgemerkt.

Verandering van de natuur door menselijk handelen is al eeuwenlang een politiek beladen thema. In de tweede helft van de 20ste eeuw is daar echter een nieuw element bij gekomen: de instituties van de geïndustrialiseerde maatschappij zien zich geconfronteerd met de mogelijkheid om door besluitvorming het leven op de gehele planeet te vernietigen. De technologie creëert voortdurend wereldwijde, langdurige risico's zonder dat er instituties zijn die de risico's grens- en generatie-overschrijdend kunnen reguleren. De politiek heeft de risico's gelegitimeerd als onvermijdelijk element van de economische vooruitgang maar is niet meer in staat de gevaren te controleren en neemt steeds vaker haar toevlucht tot symboolpolitiek.

De wetenschap is niet altijd in staat antwoord te geven op de risicovraagstukken en kan daardoor evenmin gezaghebbend spreken. Kennis over energie en milieu vraagstukken is onvolledig en doorgaans onzeker. **Het gevolg is een georganiseerde onverantwoordelijkheid die de nieuwe risico's niet alleen fysiek, maar vooral ook sociaal explosief maakt.**

### **De zon als basisinkomen**

Alle energie is zonne-energie. Ook olie, kolen en gas zijn vormen van hoog-geconcentreerde, gedurende miljoenen jaren opgebouwde zonne-energie. Hoe directer wij zonlicht kunnen inzetten om in onze dagelijkse energiebehoefte te voorzien, hoe effectiever wij omgaan met de bronnen die wij tot onze beschikking hebben. Op dit ogenblik schijnt de zon –zonder er ooit een factuur voor te sturen- 1.400 maal de wereldwijde energieconsumptie op ons aardoppervlak.

We zouden kunnen stellen dat de zon al eeuwig in ons basisinkomen voorziet. We hebben deze bron van waarde alleen nooit leren gebruiken. Een georganiseerde verantwoordelijkheid die ons het kader biedt waarbinnen wij grens- en generatie-overschrijdend kunnen ontwikkelen, handelen en implementeren zou de gehele mensheid in staat stellen van haar eeuwige energiebron te profiteren.

Er zijn enorme technologische ontwikkelingen gaande zijn op het gebied van dunne film, cellen, modules en hybride systemen. Mede hierdoor bestaat een reële mogelijkheid om iedereen te laten profiteren van zonne-energie. Veel inspanning wordt gestoken om partijen enthousiast te maken, actief te ondersteunen bij hun plannen, te zoeken naar geschikte partners en samenwerkingsverbanden op vele niveaus.

Ook het eigendom van zonnepanelen, windmolens en zelfs warmtenetten democratiseert. Een bewoner van een appartement drie hoog achter kan nu gemakkelijk een belang nemen in een zonneweide elders, en zo toch in zijn energiebehoefte voorzien.

## **2.4 Digitalisering energiesector specifiek**

Het energiebedrijf van de toekomst heeft steeds meer kenmerken van wat wij tot op heden classificeren als een IT-bedrijf.

Waar de energiebedrijven die wij nu kennen meer en meer een rol van fysiek beheerder aannemen, zal de dienstverlening, het balanceren van vraag met een veelheid aan decentrale aanbieders uit alle gelederen van de samenleving, en de bijbehorende administratieve afhandeling een spel worden van sensoren, data en algoritmes. Nu al wordt de effectiviteit van een willekeurige windturbine substantieel bepaald door honderden algoritmes.

De digitalisering in de energiesector zien we vorm krijgen in de omniversele toe- en inpassing van duurzame energiebronnen en met name de implementaties van de smart grids, de intelligente energienetwerken. Data spelen een cruciale rol bij veranderende businessmodellen en marktmechanismen. Zeker niet alleen de huidige, gestructureerde energiegegevens, maar juist ook de ongestructureerde data afkomstig uit andere bronnen en andere sectoren; data uit sociale netwerken, weersinformatie, voorspellende analyses etc. brengen de data tot leven. Energiebedrijven en netbeheerders ontkomen er niet aan de stap te maken van procedure-gedreven besluiten naar data-gedreven besluiten. Onze energierekening zal dan hoger worden al naar gelang de hoeveelheid onbalans die wij veroorzaken, of juist lager worden als wij een balancerend effect hebben op de netspanning.

Dit betekent dat algoritmes gaan bepalen wanneer onze koelkast aanspringt, wanneer onze auto opgeladen wordt of juist terug levert, en ook wanneer onze verwarming een graadje kouder toestaat om ons tientallen euro's te besparen. In de energiesector zal het traditionele uitsluitend vraag gedreven top-down model vervangen worden door een vraag- en aanbod gedreven mechanisme voor opslag, conversie en directe aansluiting bij de handelsbeurs, de APX. Dit zijn elementen die onderdeel zijn van een evoluerend energiesysteem, maar ze schuren ook dicht aan tegen de transformatieve aspecten van de digitale revolutie.

De digitalisering van de energievoorziening heeft tevens grote consequenties voor de sociaal-economische kant van de energietransitie. Digitalisering herbergt namelijk het vermogen om te democratiseren. In de praktijk van afgelopen jaren is overduidelijk gebleken dat techniek en sociale innovatie niet los van elkaar kunnen worden gezien. Een nieuw energiesysteem maakt een nieuwe economie. Een nieuwe economie maakt een nieuwe cultuur.

Bij belangrijke projecten dient in samenhang aandacht te worden besteed aan de technologische, economische en de sociale kant, en vaak ook aan de institutionele aspecten. Een technisch goed project kan geheel falen door gebrek aan sociaal draagvlak. Zie bijvoorbeeld de "Not In My Back Yard-reflex" waar veel windturbineprojecten op stranden. In de praktijk zien we momenteel dat de gevestigde orde -de traditionele energiebedrijven en netbeheerders- moeite heeft om mee te komen. Moeite hebben ze met de opkomst van smart grids en smart energy management, moeite met een rap democratiserend energiesysteem, en moeite met de opkomst van nieuwe spelers met innovatieve of disruptieve proposities. Dit is niet alleen een gevolg van onvoldoende innovatiekracht, maar ook van het niet weten hoe hun toekomstige verdienmodel er uit kan gaan zien. Innovatieve, kleine ondernemingen –vaak met een kloppend IT-hart- lijken beter in staat de kansen die de energietransitie biedt te verzilveren. Zie bijvoorbeeld de opkomst van partijen als Vandebron en Bleeve.

De traditionele spelers zien en ervaren dit en doen er alles aan om hun positie veilig te stellen. Inclusief het opkopen van MKB-bedrijven die wél in staat zijn met nieuwe ideeën en modellen te komen. Zo daalde het gezamenlijke marktaandeel van Eneco, Nuon en Essent na de liberalisering tot ongeveer 80%, waarna nieuwe spelers die de status quo bedreigden - Greenchoice, Oxxio- werden opgekocht, of zelfs uit de eigen koker van de incumbents kwamen –EnergieDirect-. Dit verkleint de ruimte voor ideeën en modellen die we juist hard nodig hebben om de transitie te versnellen. Innovatieclusters leken tot voor kort een kansrijk concept om startups wél zelfstandig door te laten groeien. Maar in een aantal artikelen in het Financiële Dagblad (Boschma, 21 en 23 november 2016) over innovatieclusters wordt gesteld dat gewaakt dient te worden dat niet slechts enkele grote bedrijven profiteren van de aanwezige kennis, het gebundelde vermogen in die innovatieclusters. Juist de energietransitie is gediend bij activiteiten van kleine innovatieve bedrijven. De toekomst van die partijen overigens ook.

Zo zag het European Patent Office in 2015 dat 42% van alle windenergie-gerelateerde patenten zijn geregistreerd door 5 commerciële spelers. Deze mate van kennisconcentratie luidt wellicht een nieuwe golf van centralisatie in, terwijl het denkbaar is dat veel van deze partijen juist baat hebben bij het behouden van hun eigen status quo. Met andere woorden: **waar gepatenteerd wordt, wordt nog niet per se geïnnoveerd.**

Wellicht dat de Topsector Energie de vraag in hoeverre nieuwe spelers tot het ecosysteem zijn toegetreden -of kunnen toetreden- nog een keer moet stellen en beantwoorden, inclusief het benoemen van alle daarbij bijbehorende dilemma's.

De energietransitie is veel meer dan slechts een technische exercitie; we kunnen rustig spreken van een nieuwe orde in de energiewereld. Traditionele spelers zullen noodgedwongen veranderen, hun business model aanpassen, keuzes moeten maken. Als zij het niet doen, doen anderen het wel voor ze. De wereld is allang rijk aan bedrijven die succesvol zijn geworden met het waarmaken van de beloftes van andere, minder slagvaardige ondernemers. Indachtig de woorden van Annet Aris: digitale transformatie zal vroeg of laat alle bedrijven raken.

### 3. Ontwikkeling van de energievraag

Alhoewel de vorm van de energievraag sterk veranderd is in de afgelopen eeuw, is de behoefte die ermee vervuld wordt constant gebleven. We zien altijd vraag naar **licht, warmte, comfort, mobiliteit en productiviteit**. De manier waarop deze behoeften vervuld worden zijn echter radicaal verschoven. De eerste energierevolutie is gedreven door de opkomst van fossiele, hoog-geconcentreerde energiebronnen die ons middels stoommachines, brandstofmotoren en energiecentrales in staat stelden in een fractie van de eerder benodigde tijd in onze vraag te voorzien. De huidige energierevolutie wordt juist gekenmerkt door de verschuiving van centrale opwek uit niet-hernieuwbare bron naar decentrale opwek uit hernieuwbare bron. Deze energietransitie heeft enorme implicaties op ons energielandschap, op de manier waarop wij energie opwekken en transporteren, en zelfs op hoe wij met elkaar samenwerken, handelen, en waarde creëren.

#### 3.1 Het energie-aanbod in beeld

Wellicht de grootste verandering die de energietransitie voor ons in petto heeft is de radicale verschuiving van energiebronnen: alhoewel de energiedragers die wij gebruiken grofweg gelijk blijven –elektriciteit, warmte, high density carriers zoals gas etc.- zullen de bronnen waaruit deze dragers gevoed worden er heel anders uitzien. We zijn gewend geraakt aan het produceren van warmte uit kolen, elektriciteit uit gas, vloeibare energiedragers uit aardolie. En daarvoor komen bijvoorbeeld elektriciteit en warmte uit wind en zon in de plaats. Wij leven middenin het tijdperk waarin wij afscheid nemen van fossiele, niet-hernieuwbare bronnen, en hiervoor in de plaats energiebehoefte gaan vervullen door middel van hernieuwbare bronnen, energiebronnen die onuitputtelijk zijn, zelf gemakkelijk door mensen geproduceerd kunnen worden, en in veel gevallen decentraal opgewekt zullen worden.

| Category    | Resource / feedstock    | Potential (2050) | Consumption (PJ) | Electricity | Gas HDC | Liquid HDC | High Temp Heat | Low Temp Heat |
|-------------|-------------------------|------------------|------------------|-------------|---------|------------|----------------|---------------|
| Renewable   | Sun                     | 300              | 5,1              | x           |         |            |                | x             |
|             | Wind                    | 500              | 24,9             | x           |         |            |                |               |
|             | Geothermal heat         | 850              | 6,1              | x           |         |            | x              | x             |
|             | Water (land)            | 175              | 0,4              | x           |         |            |                |               |
|             | Water (Sea)             | 294              | 0                | x           |         |            |                | x             |
|             | Air temp Δ              | pm               |                  | 2           | x       |            |                | x             |
| Converted / | Biogas                  | 75               | 13               | x           | x       |            |                |               |
|             | Residual heat           | 100              | 9                |             |         |            |                | x             |
|             | Biomass feedstock waste | 40               | 80,1             | x           |         |            | x              |               |
| Non-renewal | Oil                     | 0                | 1206             | x           |         | x          |                |               |
|             | Coal                    | 0                | 485              | x           |         |            | x              |               |
|             | Natural gas             | 0                | 1200             | x           |         | x          | x              | x             |
|             | Nuclear                 | 0                | 43               | x           |         |            | x              |               |

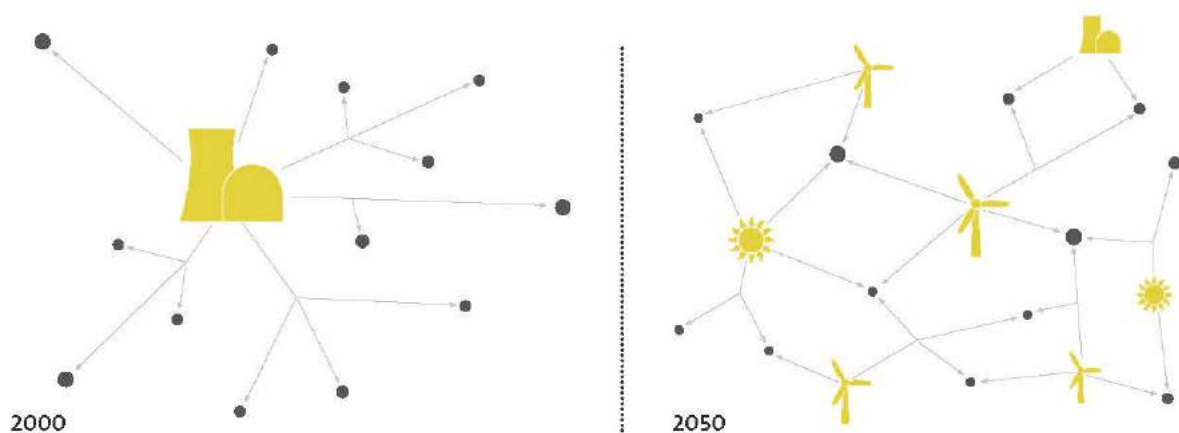
*figuur 1: hernieuwbare en niet-hernieuwbare bronnen naar energiedrager/infrastructuur  
Bron cijfers: CBS Nationale Energie Verkenning 2015, PBL, EWA, WUR – nadere kwantificering en interpretatie van bovenstaande zal volgen op onderhavig onderzoek*

De onuitputtelijkheid van bronnen als zon, wind en geothermie maakt dat de energieprijzen steeds verder het nulpunt zal benaderen. Energie tegen nul-marginale kosten. Dit betekent

overigens niet dat energie gratis zal zijn: er zullen altijd investeringen en navenante kosten gemoeid zijn met een energie-infrastructuur, en de assets waarmee de energie wordt opgewekt.

Hiermee wordt onze energie-infrastructuur onvermijdelijk op een nieuwe leest geschoeid: in plaats van eenrichtingsverkeer, wordt tweerichtingsverkeer leidend in ons energiesysteem. Iedere gebruiker, iedere machine die aan het energie-internet is gekoppeld kan in theorie namelijk zowel energie afnemen als energie opwekken en invoeden.

Net als bij het internet zal de meeste content gegenereerd worden door een veelheid aan gebruikers. Aanbieder en afnemer maken plaats voor de prosumer. De procesindustrie zal de vraag naar warmte blijven behouden, maar de bron verschuift. In plaats van warmte uit kolen zal een fabriek gebruik maken van warmte uit de bodem, uit waterstof, of zelfs uit afvalstromen van aanliggende bedrijven. De restwarmte uit de industrie zal vervolgens weer ingezet worden om huishoudens en het MKB van laag-temperatuur warmte te voorzien. Deze warmte kan op diens beurt weer ondergronds opgeslagen worden in een woonwijk om in de wintermaanden ingezet te worden, en kan verrijkt worden met warm water uit MKB-bedrijven in de omgeving, of een geothermische bron.



*figuur 2: Van centraal naar gedistribueerd: energie-infrastructuur in 2000 en in 2050 – Max Planck instituut*

Dit brengt twee belangrijke thema's aan de orde: interoperabiliteit en interconnectiviteit. Interoperabiliteit komt neer op het kunnen verdelen van energie over verschillende dragernetwerken: elektriciteit kan worden omgezet in warmte, in waterstof, in gas, en andersom. Interconnectiviteit betekent dat burens energie met elkaar kunnen delen, en dat netbeheerders op wijkniveau, en op termijn zelfs op apparaatniveau kunnen bepalen welke energiebehoefte er per moment bestaat, in welke vorm deze aangeboden moet worden, en of het energieverkeer van A naar B moet –er is meer vraag dan aanbod- of juist van B naar A –de zon schijnt harder dan de wijk op dat moment nodig heeft-.

Zo verandert ook de dynamiek tussen aanbieders van **energiedragers** –elektriciteit, warmte, high density carriers- en **energievragers** –procesindustrie, kantoor, MKB, huishouden, openbare ruimte-.

### 3.2 De energievraag in beeld

Wat is nou eigenlijk de vraag? In het document “de energievraag in beeld”<sup>3</sup> (Kamangir, 2016) is een analyse gemaakt van de verschillende energiebehoeften; de “vraag achter de vraag”. In plaats van de energievraag te duiden in kilowatturen of kubieke meters is een model ontwikkeld waarbinnen de behoeftenvervulling van de gebruiker wordt geduid. Hieruit komt voort dat alle energiegebruik van bovengenoemde “energievragers” in Nederland bestaat om vijf basisbehoeften te vervullen: **licht, warmte, comfort, mobiliteit en productiviteit**: de energievraag.

Deze vijf behoeften bestaan bij vijf gebruikersgroepen: energie-intensieve industrieën, grootzakelijke gebruikers, mkb en kleinschalige productie, huishoudens en tot slot de openbare ruimte. Wanneer de energievraag wordt afgezet tegen de energievragers ontstaat een matrix van 25 velden. Deze geven inzicht in de energiebehoefte van de samenleving. In “De Energievraag in Beeld” is onderstaande matrix benut om inzicht te geven in de digitalisering van de energievraag. Dit alles dient nu als input voor de digitaliseringsagenda van de Topsector energie.

|              | Light | Heat | Productivity | Mobility | Comfort |
|--------------|-------|------|--------------|----------|---------|
| Industry     | x     | x    | x            | x        | x       |
| Office       | x     | x    | x            | x        | x       |
| SME          | x     | x    | x            | x        | x       |
| Household    | x     | x    |              | x        | x       |
| Public space | x     | x    |              |          | x       |

figuur 3: “Vraag vs. Gebruiker”<sup>4</sup>

Werken we bovenstaande tabel vervolgens uit op het snijvlak van energie en digitalisering ontstaat een beeld van de ontwikkelingen die iedere gebruiker in relatie tot diens energiebehoefte raken.

<sup>3</sup> De Energievraag in Beeld, Kamangir, te downloaden via <http://kamangir.eu/publications/>

<sup>4</sup> NB. De in dit document gebruikte tabellen (figuur 2 en figuur 4) zijn zo ontworpen dat deze het huidige aanbod aan markt en technologie overstijgen, en gaan uit van de functionele energiebehoefte per gebruikersgroep.

|              | Light                               | Heat                                       | Productivity                        | Mobility  | Comfort                                     |
|--------------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|---|---|
| Industry     | Smart lighting solutions            | Close-in networks, residual sources        | SCADA, energy aggregation           | Logistics planning  | Safety solutions                            |
| Office       | Data disaggregation, smart controls | Smart heating, smart controls              | Prosuming                           | Aggregation, electrification                                  | Connectivity, flexibility                   |
| SME          | Smart lighting, smart controls      | Smart heating, smart controls              | Prosuming, real time energy pricing | Electrification, aggregation                                  | Energy management systems, access solutions |
| Household    | Smart lighting, domotics            | Domotics, on-demand heating                | Prosuming, real-time energy pricing | Electrification, aggregation                                  | Domotics, IoT appliances                    |
| Public space | On-demand, smart controls           | Residual heat solutions, bi-directionality | Smart response systems              | Traffic flow systems, bi-directional charging infrastructures | Smart safety solutions                      |

figuur 4: “Vraag vs. Gebruiker in relatie tot digitaliseringsontwikkelingen”<sup>5</sup>

Bovenstaande figuur laat zien dat elke energievraag in elke gebruiksvorm geraakt wordt door digitalisering. In woningen passen we steeds meer domotica toe: slim meten en slim aansturen van apparaten. In de openbare ruimte willen we dat de lantaarnpaal alleen schijnt wanneer er ook verkeer is. In industrieën willen we produceren wanneer op windrijke dagen een overvloed aan hernieuwbare energie de energieprijzen omlaag stuwt.

In deze veelheid aan ontwikkelingen kan het moeilijk zijn om een keuze te maken. We kunnen immers niet alles tegelijk goed doen. De vraag rijst: waar moeten wij als eerste onze pijlen op richten? Welke ontwikkelingen kennen een korte implementatietijd en tegelijkertijd een hoog impactpotentieel?

Kamangir’s “De Energievraag in Beeld” doet een voorzet door een aantal no-regret ontwikkelingen te noemen. Ontwikkelingen die nu al de moeite waard zijn om op in te zetten. In het volgende hoofdstuk volgt een greep.



## 4. No-regret ontwikkelingen

Met welke technologische ontwikkelingen moeten wij rekening houden? Waar moeten we op dit ogenblik op inzetten? Uit eerdergenoemde studie komen een aantal “no-regret” ontwikkelrichtingen die de moeite waard zijn om aan een haalbaarheidsstudie of ontwikkeltraject te onderwerpen. Technologieën met een relatief hoog TRL-level (figuur 5), die zich lenen voor praktijkonderzoek en een lage drempel tot valoriseren door het bedrijfsleven kennen. Enkele van deze technologieën worden ook in figuur 4 genoemd omdat ze zo direct te maken hebben met digitalisering en data-gerelateerde ontwikkelingen.

Bij onze keuze hebben we ons gericht op technologieën die evident samenhangen met digitalisering. Zonder daarmee aan te geven dat andere technologieën dat niet hebben. Zoals Eelco Hoekstra, CEO Vopak op 30 december 2016 aangaf in het Financiële Dagblad **“zelfs een olietank draait op nullen en enen”**.

| Technology Readiness Levels (TRL) | Description   |
|-----------------------------------|---|
| TRL 1                             | Basic principles observed   |
| TRL 2                             | Technology concept and/or application formulated  |
| TRL 3                             | (Analytical and) Experimental proof of concept  |
| TRL 4                             | Technology validated in a laboratory environment  |
| TRL 5                             | Component and/or breadboard validation in a relevant environment (industrially relevant environment in case of key enabling technologies) |
| TRL 6                             | Technology demonstrated in relevant environment (industrially relevant environment in case of key enabling technologies)                  |
| TRL 7                             | System prototype demonstration in an operational environment  |
| TRL 8                             | Actual system completed and qualified (through test and demonstration)  |
| TRL 9                             | actual system proven in operational environment (competitive manufacturing in the case of key enabling technologies; or in space)         |

Figuur 5: TRL levels

### 4.1 Blockchain als technologie in energietransacties

Blockchain wordt meer en meer omarmd als de belofte voor een schoon en effectief post-transitie-energiesysteem in al zijn peer-to-peer complexiteit. Deze digitale cloud-based grootboekrekening kan potentieel bijzonder effectief zorgdragen voor de basis onder een werkende administratieve afhandeling van een veelheid aan tijdgebonden transacties. Blockchain kent meer mogelijkheden: bijvoorbeeld om op middenspanningsstation-niveau te kunnen achterhalen waar energie gelekt

wordt door bijvoorbeeld wietteelt. Dit alleen al bespaart potentieel een Terrawattuur per jaar (1% van alle elektriciteitsverbruik in Nederland) en 100 miljoen euro. De aangewezen partijen om hier concrete oplossingen in te ontwikkelen zijn infra-ontwikkelaars, blockchain-specialisten en kennisinstellingen zoals de TU's. De blockchain die het meest geschikt is om tijdgebonden energietransacties te valideren dient nog te worden ontwikkeld.

| <b>Blockchain als validatietechnologie in energietransacties</b> |              |                        |                                |                            |
|--|--------------|------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| TRL  | Infra-impact | Stakeholder acceptatie | Investing tot Proof of Concept | Incrementeel of disruptief |
| 5  | Low          | High                   | € 2 mn                         | Disruptief                 |
| Next steps: PPS vormen, technologie en deliverables definiëren   |              |                        |                                |                            |

## 4.2 Energiedata-disaggregatie

Het ontleden van energiedata vindt al een aantal jaar plaats door middel van hardware (Plugwise bijvoorbeeld). Nieuw is de ontwikkeling van disaggregatie oplossingen op basis van algoritmieken. Ipsum is hierin een in bekendheid en kwaliteit toenemend voorbeeld, dat reeds een nauwe samenwerking heeft met de UTwente en daar ook kantoor houdt, en een vlucht kan nemen wanneer marktpartijen zich achter deze werkwijze scharen. Deze technologie maakt de welbekende (al dan niet slimme) energiemeter overbodig. Algoritmieken neemt de rol van hardware over, en opent de deur naar een immens scala aan nog niet eerder verkende mogelijkheden.

| <b>Energiedata-disaggregatie</b>  |              |                        |                                |                            |
|---|--------------|------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| TRL   | Infra-impact | Stakeholder acceptatie | Investing tot Proof of Concept | Incrementeel of disruptief |
| 7   | Low          | Medium                 | € 2 mn                         | Incrementeel               |
| Next steps: PPS vormen, voortbouwen op reeds aanwezige kennisbasis, POC "meterloos meten" ontwikkelen, valorisatieplan definiëren |              |                        |                                |                            |

## 4.3 Private networks

De roep om eigen netbeheer bestaat bij grote industriële zones zoals de Rotterdamse haven. Het zowel kunnen opwekken als afnemen uit verschillende hernieuwbare en nog niet hernieuwbare bronnen, het kunnen invoeden van afvalwarmte in bijvoorbeeld de Zuid-Hollandse energie-infrastructuur wordt steeds belangrijker (op dit ogenblik loost de Rotterdamse haven tweemaal zoveel energie in de vorm van restwarmte (150PJ) als alle 1,6 miljoen Zuid-Hollandse huishoudens gebruiken in de vorm van aardgas (73PJ)). Ook wordt het in toenemende mate interessant voor bedrijven om onderling energie uit te wisselen. Partijen als Havenbedrijf Rotterdam en de daar actieve industrieën, smart grid-ontwikkelaars en hernieuwbare energieproducenten vinden in deze ontwikkeling een grote kans. Deze ontwikkeling is vergelijkbaar met de opkomst van Virtual Private Networks in de ICT en telecom twee decennia geleden.

### Private networks

|   |              |                        |                                  |                            |
|---|--------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| TRL   | Infra-impact | Stakeholder acceptatie | Investering tot Proof of Concept | Incrementeel of disruptief |
| 6   | High         | High                   | € 5 mn                           | Incrementeel               |
| Next steps: PPS vormen, strategie, architectuur en topologie bepalen, uitvoeren |              |                        |                                  |                            |

#### 4.4 Peer to peer smart grids

De mogelijkheid die geboden wordt om direct met anderen te handelen zonder de tussenkomst van een centrale autoriteit of instantie. “Smart infrastructures” steken op verschillende plaatsen de kop op. Partijen als Metabolic, Sustainer, WeDriveSolar en andere ontwikkelen in hoog tempo de nodige skills om een gebied al dan niet tijdelijk, snel en effectief van een slimme infrastructuur te voorzien. Integratie met storage, sensoriek, slimme energieverdeling en het balanceren van vraag en aanbod zijn hier integraal onderdeel van.

| Peer-to-peer smart grids   |              |                        |                                  |                            |
|--|--------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| TRL  | Infra-impact | Stakeholder acceptatie | Investering tot Proof of Concept | Incrementeel of disruptief |
| 6  | High         | Low                    | € 5 mn                           | Disruptief                 |
| Next steps: (Internationaal) field research, coalitie vormen, schaalprojecten op meerdere locaties |              |                        |                                  |                            |

#### 4.5 Cybersecurity

Geen economie zonder energie. Aan alles wat wij gebruiken, produceren of aanraken ligt een energiestroom ten grondslag. Zoals Alex Hern op 29 december jongstleden in The Guardian schreef “(...) most utilities are not even monitoring their network, let alone the smart meters. Utilities have to understand that with great power comes great responsibility”<sup>6</sup>. Een veilige en moeilijk doordringbare energie-infrastructuur dient hoog geagendeerd te worden. Iedere partij die een rol speelt in de energie-infrastructuur dient dan ook te investeren in begrip, kennis en ontwikkeling van een veilig energienetwerk. Partijen als FOX IT, Technolution en Soltegro staan klaar om hier samen met infra-partijen een gedegen invulling aan te geven. Duidelijkheid dient gecreëerd te worden om het eeuwige spanningsveld tussen collectieve veiligheid en individuele vrijheid tot een gedragen model te brengen.

#### Cybersecurity

<sup>6</sup> “Smart electricity meters can be dangerously insecure”, The Guardian, 29 december 2016  
<https://www.theguardian.com/technology/2016/dec/29/smart-electricity-meters-dangerously-insecure-hackers>

| TRL  | Infra-impact | Stakeholder acceptatie | Investering tot Proof of Concept | Incrementeel of disruptief |
|--|--------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 7  | Medium       | Low                    | € 5 mn                           | Incrementeel               |
| Next steps: "Security by Design principes voor een veilige én resiliënte energie-infrastructuur" definiëren, coalitie vormen, voortbouwen op huidige opdrachten, regulatorisch kader ontwikkelen |              |                        |                                  |                            |

## 4.6 Real time energy pricing

Waar grootverbruikers al jaren bij energieleveranciers vragen om steeds flexibelere energiecontracten, die in toenemende mate gebruik maken van de spotmarkt (APX) in plaats van de forward-markt (Endex), gaan nu ook steeds meer kleinverbruikers –gedreven door toenemend prosumertisme– flexibel om met hun energiebehoefte. Dit vraagt om een steeds directere verbinding tussen de netbeheerder en de gebruiker, dan wel diens apparaten. Alliander neemt hierin een voortouw met R.E.X./EXE. Ook LombXnet bereidt de weg. Een uitdaging komt voort uit de "verzuiling" van onze energiesector. Real time energy pricing kan alleen maar werken als de momentane waardering van productie en gebruik over de gehele keten worden gefaciliteerd. Een grote boost kan gegeven worden door een nieuw marktmodel dat directe prijsvorming tussen vrager en aanbieder faciliteert.

Tennet en de verschillende regionale netbeheerders, de DSO's, vervullen een rol als balanceerder van het energienet. Hiervoor wordt energieproductiecapaciteit gepland: allocatie, en aan de hand van verschillen tussen voorspelde vraag en werkelijke vraag wordt programmaverantwoordelijkheid gevoerd. De energiemarkt is dynamisch en slaapt nooit. 24 uur per dag, 7 dagen per week is het zaak om het evenwicht tussen vraag en aanbod zo nauwkeurig mogelijk te bewaren. Lukt dit – bijvoorbeeld met elektriciteit– niet, dan verandert direct de spanning op het elektriciteitsnet.

Op dit ogenblik wordt de balanceerfunctie vervuld tussen enkele tientallen grote aanbieders van energie aan de ene kant, de centrales, en miljoenen afnemers aan de andere kant. Een deel van de benodigde capaciteit wordt op dit ogenblik tevens geleverd door al dan niet gesubsidieerde, veelal grootschalige energieproducenten die de taak hebben om de netspanning binnen een bepaalde bandbreedte te houden. Hierin vindt een grote verschuiving plaats. Het aantal producenten groeit drastisch door de opkomst van hernieuwbare energie: windturbines, zonnepanelen en meer. Hiermee wordt ruim baan gemaakt voor gedigitaliseerde systemen die een veelheid aan aanbieders en afnemers vanuit verschillende bronnen en over meerdere dragers met elkaar in overeenstemming houden.

De flexibiliteitsmarkt zal worden bevolkt door aggregators, aanbieders van energieopslag, en een grote hoeveelheid prosumenten, die al dan niet bewust deelnemen aan het energie-speelveld. Nieuwe aanbieders, nieuwe modellen en nieuwe incentives.

Alhoewel de hier geschetste ontwikkelingen logisch lijken, en de beweging naar een dergelijke nieuwe, vrije markt onontkoombaar is, ligt er tegelijkertijd een enorme uitdaging in het managen van de belangen van bestaande marktpartijen die deels overbodig worden vanwege bovengenoemde ontwikkelingen. Dit maakt de bereidheid van betrokken partijen, publiek en privaat, lager dan wanneer wij met de kennis van vandaag in een "greenfield" situatie gevraagd zouden worden de

contouren van een nieuw te ontwikkelen energiesysteem te tekenen.

USEF ( <https://www.usef.energy/> ) is een breed gedragen initiatief dat naast een marktmodel voor het verhandelen van energie flexibiliteit ook de architectuur, ook de regels en gereedschappen biedt om dit effectief en efficiënt te implementeren.

In Olivier Ongkiehong's "Robuuste elementen voor een energievisie 2050" wordt opgesomd uit welke deel-energiesystemen ons landschap zal moeten bestaan om aan de klimaatdoelstellingen zoals tijdens COP21 in Parijs overeengekomen te voldoen. Vanuit de Topsector Energie wordt hier onder de noemer "systeemintegratie uitgebreid aandacht aan besteed, in samenwerking met een veelheid aan markt- en publieke partijen.

| <b>Capaciteitsmarkt, flexibiliteitsmarkt, real-time energy pricing</b>   |              |                        |                                  |                            |
|--|--------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| TRL  | Infra-impact | Stakeholder acceptatie | Investering tot Proof of Concept | Incrementeel of disruptief |
| 4-7  | High         | varieert per onderdeel | € 10 mn                          | Disruptief                 |
| Next steps: Design principles voor een nieuwe marktinrichting definiëren. Beleidskaders formuleren, nieuwe marktmodellen ontwikkelen. Schaalprojecten uitvoeren, USEF uitnutten. |              |                        |                                  |                            |

#### 4.7 High Density Carriers, systeemintegratie, interoperabiliteit

Om in de toekomst een duurzaam, betrouwbaar en betaalbaar energiesysteem te blijven houden wordt het slim sturen van energiestromen steeds belangrijker. Systeemintegratie. Energienetten moeten beter worden benut en duurzame energieproductie moet worden afgestemd op het energiegebruik, waardoor energieopslag steeds belangrijker wordt, overal in het systeem.

De belangrijkste energiedragers van dit moment zijn warmte, elektriciteit en high density carriers zoals gassen en vloeistoffen. In opkomst zien we waterstof en ammoniak, die voornamelijk in de industrie en transport een grote rol kunnen gaan spelen. Nu is het zo dat vanwege grootschalige energieproductie uit hernieuwbare bron de marktprijs van elektriciteit in Duitsland, Spanje en Denemarken regelmatig onder het nulpunt zakt. Er wordt dus energie op de markt gebracht tegen een negatieve prijs. Dit is uiteraard ongewenst voor de aanbieder, maar heeft ook congestie op het elektriciteitsnet tot gevolg, waardoor het voltage stijgt, met potentieel bijzonder vervelende gevolgen. In plaats van de markt dan "dicht te zetten", voor zover überhaupt mogelijk, dient zich een andere optie aan: op momenten dat het aanbod van hernieuwbare elektriciteit de vraag overstijgt kan het surplus namelijk omgezet worden in warmte. Warmte die vervolgens opgeslagen wordt, en terug wordt omgezet in de energiedrager die op dat moment gewenst wordt wanneer de omgekeerde situatie zich voordoet, namelijk wanneer de vraag het aanbod overstijgt. Deze power-to-heat en heat-to-power-conversies zijn bijzonder interessant. Wel vereisen ze eerst een integratie van de dragernetten voor elektriciteit en warmte.

Als decentrale technologie voor energieopslag kan waterstof veel meer bieden dan wat we nu hebben. Zo werkt een bedrijf als Ennology aan de 'H2 Urban Fast Charger', een veilige technologie die het mogelijk gaat maken om thuis je fuel cell (waterstof-) voertuig snel te kunnen laden. De productie van waterstof wordt afgestemd op het fluctuerende duurzame energieaanbod en op het gebruik van het waterstof voertuig. Doordat de Ennology 'H2 Urban Fast Charger' 24/7 is verbonden met het energienetwerk is de potentie als energieopslagbron enorm.

Een logische regio waar deze ontwikkeling gedragen kan worden is Zuid-Holland: de aldaar aanwezige combinatie van een toenemend productiepotentieel aan hernieuwbare energie uit wind (op zee en op land) en zon, industriële restwarmte (150 PJ ofwel bijna tweemaal de warmtebehoefte van de 1,6 miljoen Zuid-Hollandse huishoudens) en het aanwezige geothermiepotentieel plaatst de plannen voor een warmterotonde in een nieuw perspectief

De design-principles voor een schaalbare, houdbare en adaptieve infrastructuur dienen nog gedefinieerd te worden. Kamangir heeft in dit licht voor de provincie Zuid-Holland een scenariostudie<sup>7</sup> uitgevoerd waarbinnen een "Island-scenario" is ontwikkeld: als uitgangspunt is genomen het regionaal beschikbare energiepotentieel uit verschillende hernieuwbare bronnen. Praktijkuitwerking kan in de Rotterdamse haven of bijvoorbeeld op Voorne-Putten plaatsvinden.

| <b>Waterstof, Power-to-Heat, decentrale energieopslag, kortom: systeemintegratie</b>  |              |                        |                                |                            |
|---|--------------|------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| TRL   | Infra-impact | Stakeholder acceptatie | Investing tot Proof of Concept | Incrementeel of disruptief |
| 5   | High         | Medium                 | € 10 mn                        | Disruptief                 |
| Next steps: Definiëren infrastructure design principles, "virtual island" deployment, ontwikkelen coalitie, uitvoeren schaalproject(en) |              |                        |                                |                            |

## 4.8 Brononafhankelijkheid, interoperabiliteit

Iedere op de infrastructuur aangesloten energiegebruiker krijgt de mogelijkheid om energie af te nemen en in te voeden. Dit tweerichtings-karakter biedt gebruikers de mogelijkheid hun productiesurplus aan elektriciteit, of hun eigen restwarmte, in te brengen in het energiesysteem. Of deze energie wordt geproduceerd door wind, zon, een bijproduct van hun eigen productieproces is of afkomstig is uit een warmteput, of zelfs een ons nog onbekende energiebron doet er niet toe. Alle energie is in principe welkom, onafhankelijk van het tijdstip of de plaats waar de gebruiker zich bevindt, de hoeveelheid of de locatie van de te ontsluiten bronnen. Het maatschappelijke draagvlak bepaalt dan primair op welke bronnen wordt ingezet: democratisch. Met data-driven demand management kan substantieel bespaard worden op de aanleg van de nodige infrastructuur (er hoeft niet preventief te worden overgedimensioneerd). Vraag en aanbod worden geautomatiseerd op elkaar afgestemd.

<sup>7</sup> Kamangir's rapport "Van Volume naar Waarde" is hier te vinden: <http://kamangir.eu/publications>

Buiten de scope van dit rapport, maar evenwel van groot belang: brononafhankelijkheid, real-time energy pricing en een effectieve flexibiliteitsmarkt kunnen alleen maar bestaan bij het omarmen van universele energie-standaarden. De invoering van dit element alleen al is een monsterklus, maar wel een waar wij niet langer mee dienen te wachten.

| Brononafhankelijkheid |              |                        |                                  |                            |
|-----------------------|--------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| TRL                   | Infra-impact | Stakeholder acceptatie | Investering tot Proof of Concept | Incrementeel of disruptief |
| 3                     | High         | Medium                 | € 5 mn                           | Disruptief                 |

## 4.9 Software, algoritmes, controles en openheid

Ons energiesysteem, en al diens elementen, dienen waardeerbaar, meetbaar, auditable te zijn. De samenleving is het meest gebaat bij duidelijke standaarden, duidelijke handelingskaders, duidelijk langetermijnbeleid. Deze kaders stellen ons als gebruiker in staat om wat uiteindelijk ook de energiedragers, -bronnen, -gebruikers en –aanbieders worden, gezamenlijk waarde te creëren, gezamenlijk te investeren, gezamenlijk door te ontwikkelen aan de vooruitgang van ons energiesysteem: de drager van onze reële economie. Essentieel is het bepalen van eenvoudige, eenduidige en niet aan interpretatie onderhevige standaarden, te zorgen dat fysieke en virtuele transacties transparant, meetbaar, waardeerbaar en auditable zijn. Software, algoritmes worden ingezet om oordelen te geven. Wil dat op een juiste manier gebeuren dan moeten er aan voorwaarden worden voldaan. Een ervan is het vergroten van “data-savvy” in de energiesector. Ja, het energiebedrijf van de toekomst is een IT-bedrijf, maar ook ja: dat IT-bedrijf kan best nu nog als energiebedrijf bekend staan.

Een probleem ontstaat wanneer bestaande marktpartijen middels verticale integratie proberen grip op de markt te behouden, en veelal wordt hier geslotenheid voor ingezet: de black box. Het mag niet zo zijn dat de keuze voor een thermostaat al dan niet bedoeld een lock-in doet ontstaan die leidt tot een voorkeurspositie voor een hardware- of energieleverancier, of de diensten van een DSO. Het kan evenwel ook niet zo zijn dat een markt ondemocratisch gereguleerd wordt vanuit een black box.

Omdat energie net als data pas iets waard is als er “flow” is, en flow alleen maar bestaat bij wederzijdse acceptatie verdienen “open” ontwikkelingen speciale aandacht. Een mooi voorbeeld hiervan is de zorgvuldig ontwikkelde cultuur bij CERN, die geleid heeft tot vele wereldveranderende ontwikkelingen zoals de ontdekking van het Higgs-Boson deeltje, de uitvinding van het touchscreen en de vastlegging van de standaard voor het WWW, ons internet. CERN hanteert al sinds de oprichting in 1954 een cultuur van open ontwikkeling: open data, open hardware, open software.

| Software, algoritmes en controles  |              |                        |                                  |                            |
|--|--------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| TRL  | Infra-impact | Stakeholder acceptatie | Investering tot Proof of Concept | Incrementeel of disruptief |
| varieert   | high         | varieert               | € 3 mn                           | Beide                      |
| Next steps: programma ontwikkelen voor IT-based innovatie in het energiedomein. Aansluiten bij ontwikkelingen t.b.v. praktijkgericht onderzoek |              |                        |                                  |                            |

#### 4.10 Internet of Things, real time beheer en controle

Apparaten die ooit op zichzelf stonden, leveren nu waardevolle informatie doordat ze zijn uitgerust met intelligentie en internet. Dit beperkt zich niet tot b.v. Smart Watches in de consumentenwereld. Maar juist in de energiewereld, over de hele keten van productie, netwerk en consumptie, zal IoT enorme consequenties hebben voor de kwaliteit, tijdigheid en effectiviteit van acties.

IoT maakt het mogelijk om realtime te meten, waarbij het mogelijk wordt om proactief in te grijpen als de situatie daarom vraagt. Of het nu gaat om 'just in time maintenance' het optimaliseren van industriële processen (zie industry 4.0), de vliegroutes van ganzen (windparken), een gebouw-beheeromgeving of de werking van een smart grid; de wens van een robuust, voorspelbaar, beheer(s)baar en resiliënt energiesysteem kan hierdoor gerealiseerd worden.

| IoT beheer en controle   |              |                        |                                  |                            |
|--|--------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| TRL  | Infra-impact | Stakeholder acceptatie | Investering tot Proof of Concept | Incrementeel of disruptief |
| varieert   | high         | varieert               | € 4 mn                           | Beide                      |
| Next steps: programma ontwikkelen voor IoT-based beheer binnen energiedomein. Bv bij windparken of lokale smart grids implementaties. Aansluiten bij ontwikkelingen t.b.v. praktijkgericht onderzoek |              |                        |                                  |                            |

#### 4.11 Industry 4.0

Een aantal van de in dit hoofdstuk behandelde technologieën zijn ingrediënten om de maakindustrie verder te innoveren. Deze beweging wordt aangeduid als Industry 4.0; de digitalisering en data gebruik in manufacturing technologieën. Cyber physical systems, machine learning, sensoren en the Internet of things and cloud computing zijn cruciale elementen daarbij. Niet alleen de kernprocessen van de industrie maar ook waardeketen, onderhoud en training zullen veranderen. We spreken dan ook over een Connected Factory.



Industry 4.0 is een verzamelterm voor vele beloften waaronder verhoogde flexibiliteit, verhoogde mate van product customization, kostenreductie, energiereductie, value chain beheer. Machine learning stelt ons in staat nieuwe dingen te doen zoals de analyse van taal als product-kwaliteit indicatie. Bots (intelligente sensoren) hebben het in zich om zichzelf te calibreren, diagnosticeren en zelfs te configureren zodat er autonome decentrale proces aansturing ontstaat. De verhoogde tracing en tracking van individuele producten en grondstoffen over de gehele (circulaire) waardeketen geeft nieuwe mogelijkheden waarbij het product zelf een bron van informatie wordt over gebruik, verkoop, transport etc. Hiermee wordt de gehele supply chain geraakt, van voorraden en opslag tot sales en marketing. De ideale integratie van operationele en informatie technologie (IT/OT integratie). Augmented en Mixed reality zullen extra informatie toevoegen aan realiteit aanbieden ten behoeve van onderhoud, remote assistance, design van process equipment en gebouwde omgeving, educatie die in overzichtelijke onderdelen afhankelijk van tijd, plaats en omstandigheden wordt aangeboden;

Maar ook de rol van de grote industriebedrijven zelf verdient grote aandacht. De vaak enorme hoeveelheden energie die benut kunnen worden op de flexibiliteitsmarkt; hoe kunnen die bedrijven mee-ademen op de weerstromen? Gaan ze dat zelf doen of benutten zij nieuwe spelers, nieuwe kanalen? En hou de volgtijdelijkheid in de gaten: wie is de eigenaar, wie doet er wat aan en wie gaat er voor betalen?

Vaak is er de perceptie dat met het gebruik van Industry 4.0 oplossingen de issues van cyber security en de kwetsbaarheid analyse te groot zijn om een daadwerkelijk een stap te maken, daarbij is ICT historisch geen geïntegreerde competentie , zodat er extra awareness programma nodig zijn.

| <b>Industry 4.0</b>  |              |                        |                                  |                            |
|--|--------------|------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| TRL  | Infra-impact | Stakeholder acceptatie | Investering tot Proof of Concept | Incrementeel of disruptief |
| varieert   | high         | varieert               | € n.n.b.                         | Beide                      |
| Next steps: overleg met TKI-I en ISPT om tot juiste prioriteiten en keuzes te komen. |              |                        |                                  |                            |

## 5. Randvoorwaarden

In dit document hebben we ons tot nu toe voornamelijk gericht op de functionele aspecten. Gegeven de breedte en complexiteit van de gevolgen van digitalisering op de energie-industrie ontkomen we er niet aan ook een aantal niet-functionele aspecten te benoemen onder de kop randvoorwaarden. Technologische ontwikkeling zonder inbedding in maatschappij en economie herbergt een dreiging van technocratie. Bovenstaande ontwikkelingen en no-regrets zullen hun doel missen als ze niet in de context worden uitgevoerd van een tri-transitie: technologisch, economisch en sociaal-maatschappelijk. Ze geven de grenzen aan die men tijdens het uitvoeren van het proces niet mag overschrijden en vormen zo een kader waarbinnen het proces plaats kan vinden.

### 5.1 Het grotere doel in beeld. Systematisch en stapsgewijs werken

Een van de kernelementen aan de basis van een gedragen transitie is een breed maatschappelijk draagvlak. Hiervoor is dialoog nodig, en een narratief dat deze dialoog ondersteunt. Kortweg: **na het “waarom” van de energietransitie moeten we een beeld schetsen van het “waarheen”**: het energielandschap van de toekomst, en een taal, de terminologie, het lexicon ontwikkelen die hieraan ten dienste staat. Dit alles zonder te vervallen in jargon. Dit alles in communicatie op basis van gelijkwaardigheid van iedere speler in het energielandschap: gebruiker, aanbieder, facilitator, verbinder.

**Na het “waarom” van de energietransitie moeten we een beeld schetsen van het “waarheen.”**

### 5.2 De ethiek van techniek: AI en algoritmes

AI (Artificial Intelligence), software en algoritmes krijgen een steeds grotere invloed op ons leven. Zo bepalen algoritmes inmiddels onder andere hoeveel geld iemand kan lenen bij een bank, welke informatie wel of niet mag worden ingezien, welke advertenties we krijgen voorgeschoteld, wat de criteria zijn bij een miss world verkiezing en welk nieuws we krijgen voorgeschoteld. Veelal bestaat de aanname dat AI agents en machine learning neutrale processen zijn. Dit klopt niet. De algoritmes die hierachter schuilgaan zijn immers ontworpen door computerprogrammeurs, die allen eigen waarden hanteren. Deze waarden helpen uiteindelijk het digitale tijdperk te definiëren. Maar wie bepaalt welke waarden juist zijn en op welke manier zij invloed hebben op de ontwikkeling van AI? De aandacht hiervoor kan niet groot genoeg zijn. Wij hebben het nu opgenomen als randvoorwaarde maar eigenlijk meandert dit ethische element door het hele document heen.

**We moeten ons zorgen gaan maken over het verlies van menselijke vrijheid dat kan plaatsvinden wanneer steeds meer technologie wordt toegepast in publieke ruimte en infrastructuur.**

**Kunstmatige intelligentie (AI):**

Parapluterm voor alle technieken waarmee computers menselijke intelligentie nabootsen aan de hand van logica, als-dan-regels, beslisbomen en machine learning.

**Machine Learning:**

De vorm van AI waarbij computers worden getraind door statische analyse van ervaringsgegevens en/of historische data.

**Kunstmatige neurale netwerken:**

Netwerken, opgebouwd uit softwarematige eenheden of “neuronen”, die de werking van biologische neuronenv nabootsen.

**Deep learning:**

Een subset van machine learning waarbij meerlaagse (diepe) neurale netwerken worden blootgesteld aan grote dataverzamelingen. De software is in staat om zelfstandig patronen in de data te herkennen en taken uit te voeren, zoals spraak- geur- en beeldherkenning.

### 5.3 Goed projectmanagement

Een onvoldoende ontwerp leidt bijna altijd tot vertraging, overschrijding van budgetten en ongewenste compromissen met toenemende complexiteit en ontevreden stakeholders als gevolg. Dat betekent echter lang niet altijd dat het gemakkelijk is deze factoren te veranderen in de gewenste richting. Ook in een lerende cultuur zullen een aantal basis project management kwaliteiten en -eisen beschikbaar en afdwingbaar dienen te zijn. Leer uit projecten, documenteer, maak niet steeds dezelfde fouten en heb de moed ook anderen te laten leren van de eerder gemaakte fouten. De uitvoeringsmethodiek kan gebaseerd worden op een “agile” manier van werken. Dat betekent dat er niet gewerkt moet worden op basis van hiërarchie, maar op basis van uitvoeringscapaciteiten vanuit een lerende cultuur. Verschillende methodieken zoals bijvoorbeeld “Scrum” zijn hiervoor geschikt en beschikbaar.

**Een goed ontwerp alvorens wordt gestart met de uitvoering kost wellicht meer tijd, maar vergroot de kans op een succesvolle oplevering aanzienlijk. Design thinking.**

## 5.4 Universele standaarden voor energie

Het welslagen van een sterk gedistribueerd “internet of energy” valt of staat met de invoering en acceptatie van standaarden voor interconnectiviteit en interoperabiliteit. Tot aan het niveau van energienota’s voor de eindgebruiker vertraagt een gebrek aan standaarden de transitie naar een inclusief, veerkrachtig en op hernieuwbare bronnen gebaseerd energiesysteem. We hanteren op dit ogenblik maar liefst vier verschillende afrekenstandaarden voor energie (KWh, joule, m3, liter). De volumetrische standaarden (m3, liter) zijn afgedwongen door de –veelal fossiele- drager, niet de leverancier of gebruiker. Hierdoor is een heldere dialoog en dito handelingsperspectief ten aanzien van energiesystemen nagenoeg onmogelijk. Laat staan de moeilijkheden die optreden naarmate ons energiesysteem verder digitaliseert. Net als dat het internet functioneert dankzij heldere standaarden als “http”, “TCP/IP” en “HTML” heeft ook ons energiesysteem heldere standaarden nodig. Brononafhankelijkheid, real-time energy pricing en een effectieve flexibiliteitsmarkt kunnen –zoals eerder gezegd- alleen maar bestaan bij het omarmen van universele energiestandaarden. De invoering van een standaard alleen al is geen kleine taak, en niet voor de snelle impact; maar wél een waar wij niet langer mee dienen te wachten.

**De geschiedenis bewijst dat de jaren na invoering van een universele standaard (metrisch, volumetrisch, elektrisch, digitaal) gekenmerkt worden door een grote versnelling van ontwikkeling en vooruitgang.**

## 5.5 Juist gebruik van software en data

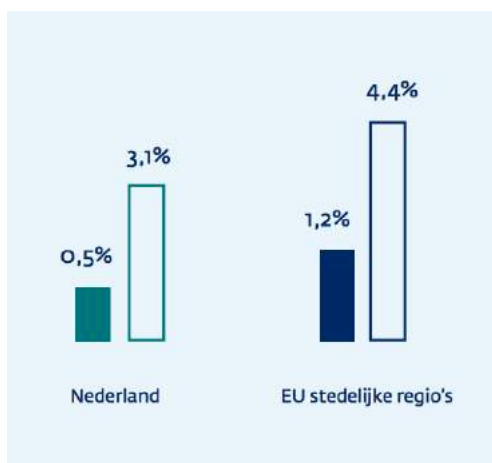
Meer data betekent niet automatisch meer kapitaal. Maar de juiste data versnellen processen, vergroot de effectiviteit, verbetert de efficiency en geeft bovenal meer inzicht en dus de mogelijkheid hele business modellen te veranderen. Juist gebruik van data creëert nieuwe diensten en producten, software-gebaseerd en derhalve met zeer lage marginale kosten.

**Data dienen te worden gezien als een resource, niet als een asset.**

## 5.6 Verbinden en versterken R&D

Overheid, Ondernemerschap en Onderzoek. Alle drie zijn in Nederland sterk ontwikkeld. En toch lijkt het telkens moeilijk om de verbinding te vinden en te bestendigen. Zoek naar manieren om kennis- en innovatieontwikkeling te verenigen met beleid enerzijds, en ondernemerschap anderzijds.

Cruciaal is het slaan van bruggen tussen onderzoek, ontwikkeling en valorisatie. Uit de Erasmus Concurrentie en Innovatie Monitor 2016, gepubliceerd 24 november 2016, <sup>8</sup>blijkt dat bedrijven in Nederland in de afgelopen 10 jaar nog nooit zo weinig geld hebben uitgegeven aan onderzoek en ontwikkeling van nieuwe producten en diensten. Dit jaar (2016) gemiddeld een wel heel magere 2,1%. Dat moet veel beter kunnen. Tegen 2020 zullen bedrijven het grootste deel van hun R&D uitgaven hebben verschoven van producten naar software en diensten (2016 Global Innovation 1000 Study, PwC<sup>9</sup>). Een rol van de overheid kan zijn om in plaats van de geijkte subsidies revolverende fondsen te ontwikkelen van waaruit rente-arme leningen worden verstrekt om zo onderzoek & ontwikkeling – innovatie- te stimuleren. **R&D zet geld om in kennis. Met die kennis kan een bedrijf innovatiever worden, transformeren en die kennis weer gaan omzetten in waarde.**



*Figuur 6: Werkgelegenheid high-tech industrie/kennis-intensieve diensten In high-tech industrie als percentage van de totale werkgelegenheid 2014 – in doorzichtige balk: Werkgelegenheid in kennis-intensieve diensten als percentage van de totale werkgelegenheid 2014*

*Bron: CBS/Eurostat*

<sup>8</sup> De ERASMUS CONCURRENTIE EN INNOVATIE MONITOR 2016:

[https://www.rsm.nl/fileadmin/Images\\_NEW/PDF/Rapport\\_Erasmus\\_Concurrentie\\_en\\_Innovatie\\_Monitor\\_2016.pdf](https://www.rsm.nl/fileadmin/Images_NEW/PDF/Rapport_Erasmus_Concurrentie_en_Innovatie_Monitor_2016.pdf)

<sup>9</sup> De 2016 Global Innovation 1000 Study: <http://www.strategyand.pwc.com/innovation1000>

## 5.7 Human Capital Agenda

Human capital is een kritische succesfactor om de topsectoren economisch te laten groeien. De topsectoren willen onderling en met partners – zoals bedrijven, kennisinstellingen, onderwijsinstellingen, overheden, maatschappelijke- en brancheorganisaties, regionale netwerken, samenwerken aan Human Capital vraagstukken. Op alle niveaus. Samenwerking met het WO, TUD op een gebied als quantum computing tot het uitrusten van MS/LS stations met Raspberry pi voor blockchain mogelijkheden; een typisch vraagstuk voor praktijkgericht onderwijs. Het verdient aanbeveling om aansluiting te vinden bij de huidige opkomst van (inmiddels 133 waarvan 15 specifiek op gebied van energie) Centres of Expertise die vanuit de HBO's en MBO's geïnitieerd worden.<sup>10</sup>

**PWC voorspelt in een rapport dat binnen afzienbare tijd 47% van de banen in de energiesector zullen zijn geautomatiseerd.<sup>11</sup>**

## 5.8 Regie en communicatie

Energietransitie is geen onderwerp waar de mens in de straat warm voor loopt. Het zou bijzonder helpen als de noodzaak en de vorm van die transitie onder de aandacht zou worden gebracht. Op een manier die te vergelijken is met die waarop Winsemius natuur en milieu centraal wist te stellen. Dat vereist de opstelling van een decor waartegen de acties die noodzakelijk zijn worden uitgevoerd. Met daarbij een regisseur, en de juiste communicatiemiddelen die voor de overtuiging gaan zorgen. Van het milieu als institutioneel probleem naar de energietransitie als institutionele oplossing.

**Regie, een krachtig narratief en een gedragen beeld van “waarheen” in het licht van de energietransitie stelt ons in staat onze acties dienstbaar te stellen aan een hoger maatschappelijk en ecologisch doel.**

## 5.9 Privacy en security

Hierover is en wordt al heel veel geschreven. We gaan niet pretenderen dat wij dat allemaal beter gaan doen. Maar het is goed om te beseffen dat de energievoorziening een vitale infrastructuur is, met veel ICT die geïmplementeerd is zonder een security by design-basis en vaak met relatief weinig ICT kennis. Hierdoor is het een dankbaar doelwit voor hackers. Kunnen we met heel veel inspanning de illusie najagen dat we alle aanvallen kunnen voorkomen, of moeten we maar accepteren dat er altijd aanvallen zullen zijn en dat we ons moeten concentreren op het beperken van de gevolgen daarvan (het creëren van resilience). Vanzelfsprekend daarbij is het respecteren van de individuele vrijheid, de privacy, bij het implementeren van regels en tooling om de collectieve veiligheid te optimaliseren.

---

<sup>10</sup> Centres of Expertise: <http://www.publiekprivaatsamenwerken.nl/wie-zijn-wij>

<sup>11</sup> How a new generation of robots is transforming manufacturing: <https://www.pwc.com/us/en/industrial-products/assets/industrial-robot-trends-in-manufacturing-report.pdf>

**IK heb niets te verbergen zeg je? WIJ hebben veel te beschermen!**

## 5.10 Common sense, gezond verstand, de vraag centraal

Common sense is de laatste jaren de rug toegekeerd door velen die onder de indruk zijn van de schijnbaar enorme expertise waarmee deskundigen ons dagelijks leven overspoelen. We zijn gedurende de laatste generaties aangemoedigd om in ieder geval één ding maar niet meer te doen: *jezelf een vraag stellen*. Vragen stel je aan een deskundige. Hun antwoord wordt te vaak klakkeloos overgenomen. Belangrijker dan het antwoord is het omarmen van een cultuur waarin het stellen van de vraag centraal staat. Zelfstandig onderzoek naar de waarheid. Een dialoog waarin op basis van gelijkwaardigheid vragen worden gesteld leidt niet alleen tot het vergroten van individuele kennis en inzicht, maar vooral tot het vergroten van collectieve kennis en inzicht, en staat daarmee aan de basis van vooruitgang. Misschien is het wel zo dat digitalisering ons hierin een nieuwe weg wijst.

**Durf te vertrouwen op je eigen inzicht en overtuiging.**

## 5.11 Leiden vanuit de toekomst

In plaats van strategie en beleid te bepalen aan de hand van de –veelal suboptimale- realiteiten van vandaag, loont het om methodologieën te omarmen en waar nodig te ontwikkelen die ons in staat stellen te leiden vanuit een gewenst toekomstbeeld. Backcasting is een noodzaak om te komen tot goede energieplanning. In plaats van de situatie van vandaag als uitgangspunt te nemen, loont het om eerst een beeld te schetsen van het energielandschap van de toekomst. Kamangir's methodologie "Consultative Scoping" kan hiervoor worden ingezet. Door eerst met een brede vertegenwoordiging aan expertise vast te stellen wat in ieder geval elementen worden van onze energie-toekomst, de "onontkenbaarheden". En op basis daarvan, geholpen door de grote hoeveelheden data die ons ter beschikking staan, scenario's te ontwikkelen, en deze vervolgens met elkaar samen te brengen tot een gezamenlijk gedragen ontwikkelrichting, kan een duidelijk handelingskader geschetst worden voor wat betreft ons gezamenlijke energielandschap. Door dit energielandschap als uitgangspunt te nemen en van daaruit terug te redeneren wordt duidelijk welke rollen er te vervullen zijn, welke richting er leidend is voor te ontwikkelen onderzoeks- en ontwikkelagenda's, investeringsagenda's, beleidskaders en welke kansen er zijn voor ondernemers. Kamangir's methodologie "Consultative Scoping" kan hiervoor worden ingezet.

**Een toekomst die ons niet overkomt, maar een toekomst die wij zelf maken, vanuit een duidelijk en wenkend handelingsperspectief.**

## 6. De volgende stappen

Met wie kunnen wij bovenstaande no-regret ontwikkelingen implementeren? Welke partijen kunnen aan de basis staan van succesvolle publiek-private samenwerkingen? Bovenstaande no-regrets vertegenwoordigen meer dan een opsomming, meer dan een winkelwagentje vol losse feitjes. Het is een keuze uit vele waarheden, gebaseerd op één criterium – digitalisering-, die vorm gaan geven aan de energietransitie. Transparantie bij de onvermijdelijke keuzes, de verdere ontwikkeling van die technologieën is noodzakelijk. Maar hoe pak je dat aan? Transparantie bereik je niet simpelweg door iedereen met zoveel mogelijk feiten en cijfers te overladen. Transparantie bereik je ook niet door iedereen om zijn mening te vragen. **Transparantie vereist allereerst inzicht, gevolgd door selectie van hoe en wat je voorlegt, en de verbanden die je legt naar de toekomst.** Keuzes over de energietransitie onttrekken zich aan bijna alle Nederlanders, terwijl deze transitie hun leven en dat van hun kinderen meer zal beïnvloeden dan een referendum over Oekraïne, of een Brexit, of zelfs de “kwantitatieve verruiming” die nu vanuit de Europese Centrale Bank ons financiële stelsel regisseert. Alles wat wij produceren, gebruiken, aanraken komt tot stand middels een energiestroom. Energie vormt het fundament van onze reële economie, de economie van al hetgeen tastbaar is. Energie wordt een van de belangrijkste onderwerpen in de kabinetsformatie, doordat het niet gaat om consumptieve uitgaven maar om investeringen in de toekomstige economie. Dat vereist een zo volledig mogelijke, transparante afweging. Energie is een mijnenveld van halve waarheden en sterke opinies – en feitenvrij pluralisme ligt op de loer (*Louise Fresco NRC 28 december 2016*).

### 6.1 Aanbevelingen

#### 6.1.1 Digitalisering als gegeven

Digitalisering is niet een onderwerp dat af en toe bij projecten en initiatieven aangestipt moet worden, maar dient benoemd te worden als cruciaal element, waar de juiste competenties voor geselecteerd en ingezet worden. Het energiebedrijf van de toekomst is een IT-bedrijf.

#### 6.1.2 Geen pilots, maar schaalprojecten

Alhoewel ons toekomstige energiesysteem gebaat is bij fundamenteel onderzoek op lage TRL niveaus: quantum computing, fotonica, nanotechnologie, bestaat nu in toenemende mate de noodzaak om substantiële impact te genereren. Waar pilots in de regel een concept al dan niet bewijzen, dienen deze plaats te maken voor projecten die bij bewezen positieve impact snel grootschalig uitgerold kunnen worden. Schaalbaar ontwerpen van veelbelovende projecten is cruciaal om daar invulling aan te kunnen geven.



### 6.1.3 Investeren in groeigebieden

Investerings vanuit de topsector energie dienen plaats te vinden op basis van de mogelijkheid om nieuwe PPS'en te creëren of bestaande uit te bouwen. Dus niet standaard denken in termen van nieuwe product-/dienst-/marktcombinaties. Immers, deze leiden maar al te makkelijk tot commodities, die dan weer door anderen makkelijk te kopiëren zijn tegen lagere kosten. Zo zal de Return on Investment de neiging krijgen steeds verder te dalen: ontwaarding.

### 6.1.4 Marktmodel en referentiearchitectuur als middel

De afzonderlijke initiatieven voor architectuurontwikkeling dienen wij binnen en voor de sector zodanig te stroomlijnen en ondersteunen dat deze meer resultaat en effect kunnen bereiken. Een referentiearchitectuur is natuurlijk geen doel op zich. Het beoogt een instrument te zijn dat behulpzaam is bij het ontwikkelen van een energiesector-specifieke architectuur. Daarom is een referentiearchitectuur in essentie neutraal ten aanzien van technologiekeuzes. Een zorgvuldig ontwikkelde referentiearchitectuur zorgt voor uniformering, kennisdeling en sturing van de markt. Dit alles maakt de bereidheid van betrokken partijen, publiek en privaat, hoger dan wanneer wij met de kennis van vandaag in een "greenfield" situatie gevraagd zouden worden de contouren van een nieuw te ontwikkelen energiesysteem te tekenen. USEF ( <https://www.usef.energy/> ) is een breed gedragen initiatief dat naast een marktmodel voor het verhandelen van energie flexibiliteit ook de architectuur, ook de regels en gereedschappen biedt om dit effectief en efficiënt te implementeren.

### 6.1.5 Interregionale samenwerking als katalysator

Inzetten op internationale, regionale samenwerking biedt extra mogelijkheden voor bedrijf, onderzoeker en overheid om samen te werken in duurzame projecten. Zo stimuleert en financiert INTERREG de samenwerking in Europa voor meer innovatiekracht en een beter milieu. Vanuit de Europese Commissie wordt nu hard gewerkt aan een clean energy directive voor 2030. Het verdient aanbeveling op hierop aan te haken en vanuit Nederlands' positie als industriële hub voor Europa bij te dragen aan een economisch wenselijk duurzaam perspectief voor de ontwikkeling van dit directief.

### 6.1.6 Integratie als leidraad

Het blijven denken in kolommen, de concentratie op de afzonderlijke elementen werkt belemmerend. Er dient veel meer integraal en multidisciplinair gedacht en gewerkt worden. Integratie van huizen met zon, integratie van gebouwen in omgeving, integratie van

elektrisch vervoer in vraag en aanbod, integratie van wit- en bruingoed om tot sturing te komen. Energie is de drager van de reële economie. Er is geen sector energie-onafhankelijk. Energie is dus, net als digitalisering, veel meer een horizontaal sector- en maatschappij-overschrijdend element dan een verticale zuil die op zichzelf, onafhankelijk ontwikkeld kan worden.

#### 6.1.7 Geen subsidies maar investeringen

Een rol van de overheid kan zijn om in plaats van de geijkte subsidies revolverende fondsen te ontwikkelen van waaruit rente-arme leningen worden verstrekt om zo onderzoek & ontwikkeling –innovatie- te stimuleren.

#### 6.1.8 Energy Infrastructure Topology

In een wereld met vele energiebronnen, veel verschillende en fluctuerende vraag, verdergaande opschaling, verschillende aggregators, verschillende algoritmes met verschillende uitkomsten en bovenal een toenemende vraag naar flexibiliteit is een duidelijke topologie van het energiesysteem een voorwaarde om een gemeenschappelijk beeld te kunnen scheppen. En zo te voorkomen dat de verschillende dienstverleners elkaar danig in de weg gaan zitten. Net zoals wij binnen een decennium afscheid hebben genomen van plaatsgebonden e-mail boxes (POP3) en het web-based IMAP hebben omarmd. Kortom, hoe koppel je een dienst aan een specifieke locatie voor flexibiliteit?

## 7. Nawoord

Dit rapport is niets meer of minder dan een eerste overzicht van de criteria, de mogelijkheden, kansen en barrières die we kunnen onderscheiden bij de onvermijdelijke digitalisering van ons energiesysteem. Wij hebben elementen benoemd waarvan wij geloven dat die gehanteerd dienen te worden op de route naar een nieuw, duurzaam, effectief en betaalbaar energiesysteem. Gebaseerd op onze eigen kennis en inzichten als onafhankelijk adviesbureau. Wel spreekt uit dit document één lobby waar wij ons actief en openlijk voor inzetten: de toekomst.

Daarbij moeten we ons wel realiseren dat onze doelstellingen, hoe nauwkeurig wij ze ook omschrijven, moving targets zijn in een dynamische omgeving. De digitalisering gaat snel, ontplooit nieuwe mogelijkheden, zowel technisch, sociaal-cultureel, als economisch en zal de maatschappelijke orde op vele manieren raken. Dit betekent dat dit geen eindrapport is of kan zijn: het is adaptief van aard en dient te worden onderhouden. Verdieping en verbreding is nodig. Kort aangegeven ontwikkelingen in dit rapport werken wij graag nader uit, in samenwerkingen.

### **In ieder geval stellen wij de volgende acties voor:**

1. Dit rapport dient periodiek geüpdatet te worden op basis van nieuwe inzichten, technologieën, samenwerkingen, en maatschappelijke ontwikkelingen
2. Doorrekenen en kwantificeren van de maatschappelijke, economische en technologische impacts per no-regret ontwikkeling
3. Beleidsstrategie, investeringsstrategie en valorisatiestrategie ontwikkelen per no-regret ontwikkeling
4. Nadere uitwerking en invulling van de in dit document gebruikte tabellen
5. Ontwikkeling van publiek-private samenwerkingen per genoemde no-regret ontwikkeling
6. Afstemming met en leveren van input aan de TKI's van de Topsector Energie ter nadere invulling en uitwerking van hun respectievelijke Kennis- en InnovatieAgenda's en Kennis Innovatie Contracten
7. Periodieke synchronisatie met de coördinator van de Human Capital Agenda van de Topsector Energie
8. Periodieke synchronisatie met het programma Systeemintegratie van de Topsector Energie
9. Periodieke synchronisatie met het programma MVI-E van de Topsector Energie
10. Afstemming met Topteam en secretaris Topsector Energie
11. Afstemming met directie ICT en Regeldruk van het Ministerie van Economische Zaken
12. Uitwerking van bovenstaande no-regret technologieën en aanbevelingen in valoriseerbare schaalprojecten

13. Aansluiting vinden op andere (interregionale) agenda's, de Clean Energy Directive 2030 van de Europese Commissie, programma's die vanuit IRENA ontwikkeld worden, de Florence School of Regulation en andere, meer nationale gremia zoals het Platform Bèta Techniek en Nederland ICT, en Energie Innovatiefonds van de Provincie Zuid-Holland
14. Leveren van input voor calls vanuit Commit2data en andere programma's

Wij zijn er van overtuigd dat de aanzetten in dit rapport daartoe een hele goede basis vormen.

## 7.1 Bio's auteurs en dankwoord

*"You can never change things by fighting the existing reality. To change something, build a new model that makes the existing model obsolete."* Deze gevleugelde uitspraak van Richard Buckminster Fuller geeft een leitmotiv voor de taak die voor ons ligt. Het bouwen van zo'n nieuw model is geen prestatie van enkele individuen, maar van actieve en voortdurende eigenbelang-overschrijdende dialoog van mensen met uiteenlopende insteek, kennis en ideeën.

Hoewel alleen de schrijvers verantwoordelijk zijn voor de tekst in dit document, was het schrijven niet mogelijk geweest zonder de inbreng van anderen. Allereerst van Ed Buddenbaum, die zich niet alleen als gedreven en resultaatgerichte opdrachtgever heeft opgesteld, maar ons voortdurend heeft gevoed met kritische vragen, sterke ideeën en waardevol voortschrijdend inzicht.

## 7.2 Over de schrijvers



### Arash Aazami

Arash (1977, half Perzisch, half Nederlands, opgegroeid in Niger) is *logician in residence* en oprichter van Kamangir. Hij studeerde jazz gitaar aan het conservatorium. Eind jaren '90 musiceerde hij in de Silicon Valley en werd aangestoken met het technologievirus. Zo koos hij op 22-jarige leeftijd voor het ondernemerschap. In 2006 belandde Arash in de energiesector. Hij leidde een energiebedrijf, en legde zich toe op het ontwikkelen van radicaal nieuwe, logische businessmodellen. In 2010 richtte hij 's werelds eerste energieonafhankelijkheidsbedrijf op: meer verdienen naarmate er minder verkocht wordt. Hij oogstte internationale aandacht toen zijn werk door MIT bekroond werd. In 2015 richtte Arash Kamangir op om context te geven aan de energietransitie, en de hiervoor nodige strategieën en innovatiepaden te ontwikkelen. Arash droomt van een wereld met energietoegang voor ieder mens, en van gitaren.



### John Post

John (1946) heeft diepgaande kennis en ervaring in ICT, Informatie en Communicatie Technologie. Van 2008 tot 2012 was hij Chief Technology Officer, CTO van IBM Benelux. Van 2011 tot 2013 was hij directeur van Green IT Amsterdam. Momenteel werkt hij voor de Topsector Energie. Eerst als bestuurslid van de TKI Switch2Smartgrids, nu als programmadirecteur in de TKI Energie. Zijn kennisgebied is intelligente energienetwerken, smart grids, waarbij zijn ICT kennis van grote waarde blijkt. Daarnaast en daarbij hebben de sociale en institutionele aspecten van de energietransitie zijn bijzondere aandacht.





Dit is een uitgave van Topsector Energie  
Meer informatie: [www.topsectorenergie.nl](http://www.topsectorenergie.nl)  
Productie: RVO.nl in opdracht van Topsector Energie  
Publicatienummer: RVO-053-1701/RP-DUZA  
Juni 2017

*Deze publicatie is met grote zorgvuldigheid samengesteld. Er kunnen geen rechten worden ontleend. Topsector Energie / RVO.nl zijn niet aansprakelijk voor de gevolgen van het gebruik ervan.*