

IO1-module

“Ontwerp voor de toekomst”

door Quarter Mediation



Substance of circular Economy concept as Efficacious
Determinant for the development of Successful entrepreneurship

2020-1-ES01-KA202-083137



Inhoud

Ontwerp voor de toekomst: Steden voor de toekomst - Intelligent en slim ontwerp	2
1. Inleiding	2
2. Energieneutrale gebouwen	4
2.1 Inleiding	4
2.2 Bouwmaterialen	6
2.3 Luchtstroom	7
2.4 Verlichting	9
2.5 Warmtepomp	10
3. Smart Grid	11
3.1 Inleiding	11
3.2 Internet van Dingen (Internet of Things)	13
3.3 Overgang naar Smart Grid	15
3.4 Microgrids	16
3.5 Energie-optimalisatie	17
3.6 Gedistribueerde energiebronnen	19
4. Circulaire economie	20
4.1 Inleiding	20
4.2 Cradle to Cradle	22
4.3 MVO Gids	24
5. Casestudy's	26
Casestudy nr.1: Energy Academy Building	26
Casestudy nr.2: EnTranCe	28
Casestudy nr.3: Climatex LifeCycle "Afval is gelijk aan voedsel"	29
6. Quiz	30
Referenties	32



Ontwerp voor de toekomst: Steden voor de toekomst - Intelligent en slim ontwerp

1. Inleiding

De *Stad van de Toekomst* is zo ontworpen dat alles - van het energienetwerk tot de architectuur zelf - met elkaar verbonden is en stadsactiviteiten worden uitgevoerd om de efficiëntie te verhogen en problemen met het milieu aan te pakken (met een focus op duurzaamheid), economie (met focus op circulaire economie) en samenleving. Ook bekend als een *Smart City (Slimme Stad)*, is het belangrijkste doel van de *Stad van de Toekomst* om de levenskwaliteit van haar inwoners te verbeteren en efficiënte oplossingen te bieden voor de economie, energiebeheer, gezondheidszorg, transport enz [1].

In 2014 schatten de Verenigde Naties dat in 2050 ongeveer 66% van de wereldbevolking in stedelijke gebieden zal wonen [2]. Bovendien verbruiken steden ongeveer 75% van de totale geproduceerde energie, wat bijna 80% van de wereldwijde broeikasgassen genereert [3], [4]. Dit betekent dat het ontwerpen van efficiënte steden van het grootste belang is voor onze toekomst, aangezien de bevolking blijft groeien, de verstedelijking toeneemt en de energiebronnen verslechteren.

Een *Smart City* heeft vier hoofdkenmerken: leefbaarheid, duurzaamheid, verstedelijking en slimheid. Bij het ontwerpen van de *Stad van de Toekomst* dienen deze kenmerken in balans te worden gehouden en tegelijkertijd hun effectiviteit te maximaliseren.

Om de vier kenmerken te realiseren, kan een *Smart City* worden gezien als gebouwd op vier pijlers. De eerste pijler, institutionele infrastructuur, integreert organisaties uit alle sectoren (publiek, civiel, privaat enz.) om te zorgen voor interoperabiliteit tussen diensten [4]. De tweede pijler, fysieke infrastructuur, zorgt ervoor dat alle middelen op een duurzame manier worden gebruikt om de operaties ook in de toekomst voort te zetten. De derde pijler, sociale infrastructuur, heeft tot doel de inwoners alles te bieden wat ze nodig hebben om hun potentieel te benutten en te laten groeien en een hoogwaardig leven te leiden. De vierde pijler, economische infrastructuur, maakt gebruik van concepten als circulaire economie, e-commerce en andere die de *Smart City* laten bloeien.

Aan het einde van deze module leer je:

- hoe de *Stad van de Toekomst* kan worden vormgegeven;
- welke elementen cruciaal zijn voor de *Stad van de Toekomst*;
- hoe interoperabiliteit tussen verschillende diensten kan worden verzekerd;
- hoe kunnen hulpbronnen op een duurzame manier worden gebruikt;
- hoe kan een duurzaam leven worden verzekerd;
- welke rol speelt circulaire economie in het ontwerp en de ontwikkeling van de *Stad van de Toekomst*.



Bron: <https://internetofbusiness.com/global-smart-city-platform-market/>



2. Energieneutrale gebouwen

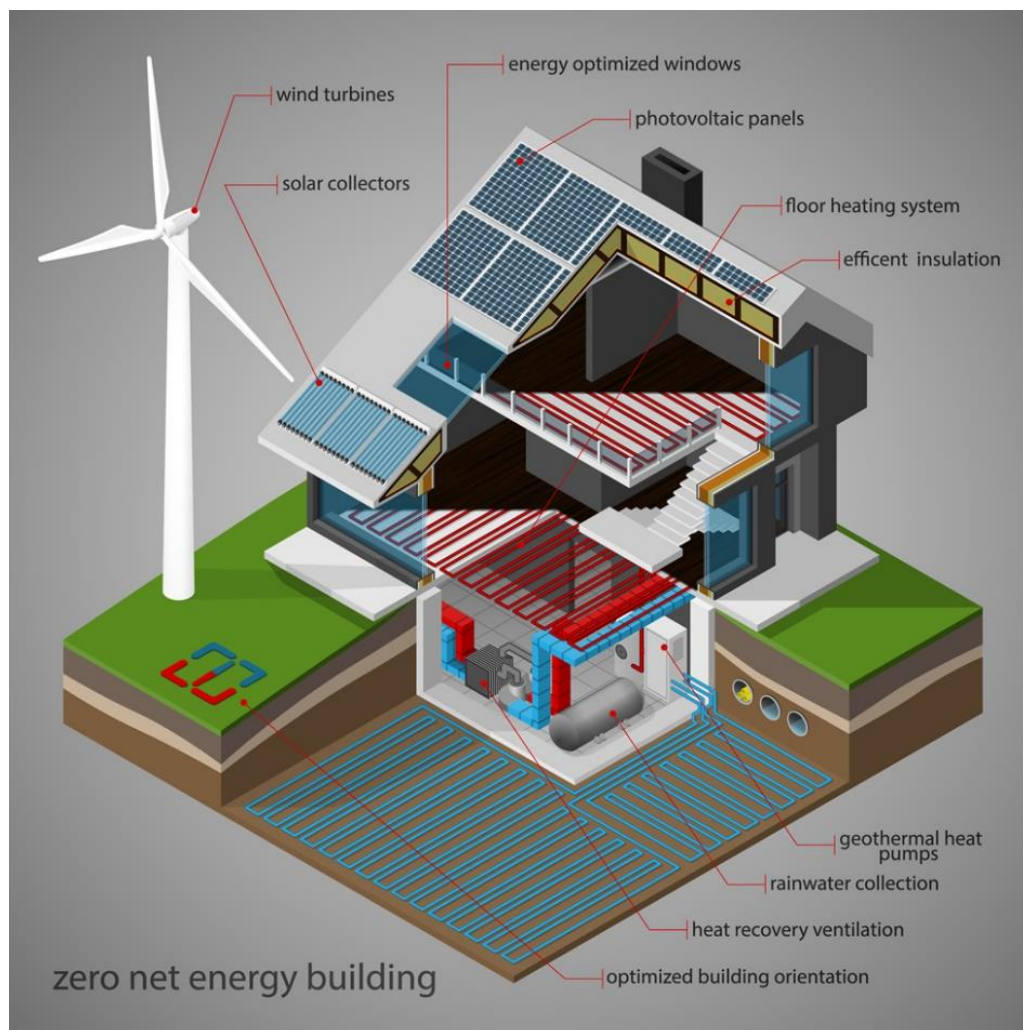
2.3 Inleiding

Energieneutrale gebouwen (of nul-netto-energiegebouwen) worden vertegenwoordigd door een constructie- en ontwerpmethodologie die als einddoel heeft om een energiezuinig gebouw te creëren dat is aangesloten op het elektriciteitsnet en in staat is om zijn eigen energie op te wekken om te compenseren voor de energievraag die het heeft. creëert [5], [6]. Dit betekent dat de energieneutrale gebouwen netto nul energieverbruik hebben, wat zich vertaalt in het feit dat de totale benodigde energie op jaarbasis bijna gelijk is aan de hoeveelheid hernieuwbare energie die ter plaatse of in de buurt wordt opgewekt.

Energieneutrale gebouwen maken efficiënt gebruik van duurzame energieopwekking om zoveel mogelijk energie te benutten als lokaal geproduceerd kan worden. Hoewel het moeilijk is om een volledig evenwicht te bereiken tussen de productie en het verbruik van energie, wordt dit een steeds meer haalbare doelstelling die in verschillende delen van de wereld steeds meer ingang vindt [7].

Eigenaren van commercieel vastgoed raken steeds meer geïnteresseerd in het opzetten van energieneutrale gebouwen om aan hun bedrijfsdoelstellingen te voldoen, terwijl de overheid op weg is naar energieneutrale bouwdoelstellingen als reactie op wettelijke verplichtingen [6].

Hoewel energieneutrale gebouwen het vaakst worden geassocieerd met commerciële gebouwen, kan elke constructie, inclusief woonhuizen, energieneutraal zijn, aangezien het principe schaalbaar is en relevant is voor bijna elk type constructie, of het nu gaat om een grote multifunctionele faciliteit of een kleine huis [6], [7]. Het concept kan zelfs worden gebruikt om steden en instellingen zonder nul te voltooien.



Bron: <https://www.energyintime.eu/nearly-zero-energy-standard-2050-eu-half-dream-half-reality/>

2.2 Bouwmaterialen

Voor het maken van bouwmaterialen en goederen zijn grondstoffen en energie nodig in de vorm van respectievelijk hout, steen, mineralen, chemicaliën en elektriciteit, olie, kolen, gas [8]. De productie en het transport van bouwmaterialen zijn nauw met elkaar verbonden en veroorzaken de uitstoot van broeikasgassen, die op hun beurt leiden tot gerelateerde milieugevolgen [8], [9].

Overmatig gebruik van energie-intensieve materialen en overexploitatie kunnen zowel energie als materiële hulpbronnen uitputten en schade toebrengen aan het milieu. Ook is het niet eenvoudig om aan de steeds toenemende vraag naar gebouwen te voldoen met uitsluitend energiezuinige traditionele materialen en bouwmethoden.

Daarom is er vraag naar bouwoplossingen die duurzaam, milieuvriendelijk en energiezuinig zijn. Om deze doelen te bereiken, is het meest efficiënte gebruik van beschikbare energiebronnen en grondstoffen vereist [8].

De volgende concepten vertegenwoordigen duurzame alternatieven voor bouwtechnologieën [8]:

- Behoud van energie,
- Minimalisering van materialen die een hoge energie-input vereisen,
- Minimalisering van transport en toename van het gebruik van lokale hulpbronnen en materialen,
- Optimale benutting van lokale vaardigheden en decentrale productie,
- Opname van industrieel afval in het productieproces van bouwmaterialen,
- Hergebruik en recycling van afval afkomstig van bouw,
- Gebruik van hernieuwbare energiebronnen.

Enkele voorbeelden van koolstofarme alternatieven voor bouwmaterialen en -technologieën vindt je hieronder [8], [9]:

- Gemengde cementen,
- Gestabiliseerde modderblokken voor metselwerk,
- Samengeperste vliegasblokken,
- Aangestampte aarden muren,
- Lage energie-intensiteit vloer- en daksystemen.



Bron: <https://www.engineeringforchange.org/news/building-sustainability-changing-the-way-we-look-at-construction-materials/>



2.3 Luchtstroom

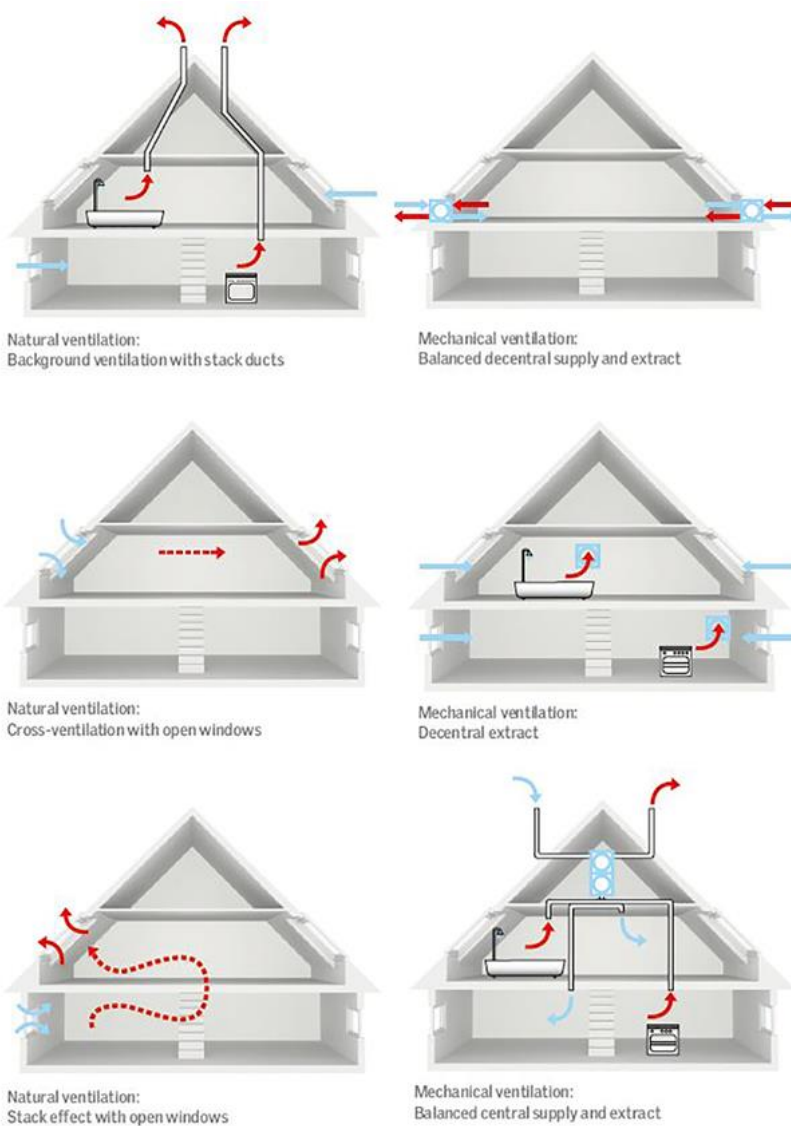
Gebouwen met natuurlijke ventilatie hebben het potentieel om aanzienlijke hoeveelheden koeling en elektrische energie voor ventilatoren te besparen [10]. Er zijn twee soorten luchtstromen in een energieneutraal gebouw: natuurlijke ventilatie en mechanische ventilatie.

Natuurlijke ventilatie maakt gebruik van natuurlijke krachten zoals temperatuur en wind om de luchtstroom en uitwisseling van lucht in een gebouw te vergemakkelijken. Mechanische ventilatie daarentegen maakt gebruik van elektrische ventilatoren om de luchtstroom in een gebouw te sturen en te regelen. Mechanische ventilatie kan zorgen voor een constante luchtstroom en luchtuitwisseling, ongeacht de weersomstandigheden, maar verbruikt elektrische energie en vereist een periodieke vervanging van ventilatiefilters, die een bron van vervuiling zijn. [10]–[12]

Als het gaat om luchtstroom en natuurlijke ventilatie in een energieneutraal gebouw, zijn er twee hoofdventilatieconcepten [13]:

1. Zorg voor voldoende luchtkwaliteit binnenshuis zonder het gebruik van elektriciteit om de luchtbeweging te vergemakkelijken,
2. Verbeter de luchtsnelheid overdag en hoge nachtventilatiesnelheden voor thermisch comfort in de zomer.

Het grootste nadeel is de terugwinning van winterwarmte uit warme binnenlucht. Het belangrijkste voordeel is echter de mogelijkheid om hoge ventilatiesnelheden te bereiken voor koeling in de zomer zonder elektriciteit te gebruiken, wat leidt tot meer energiebesparing [13].



Bron: <https://www.velux.com/what-we-do/research-and-knowledge/deic-basic-book/ventilation/ventilation-and-ventilation-systems?consent=none&ref-original=https%3A%2F%2Fwww.google.nl%2F>

2.4 Verlichting

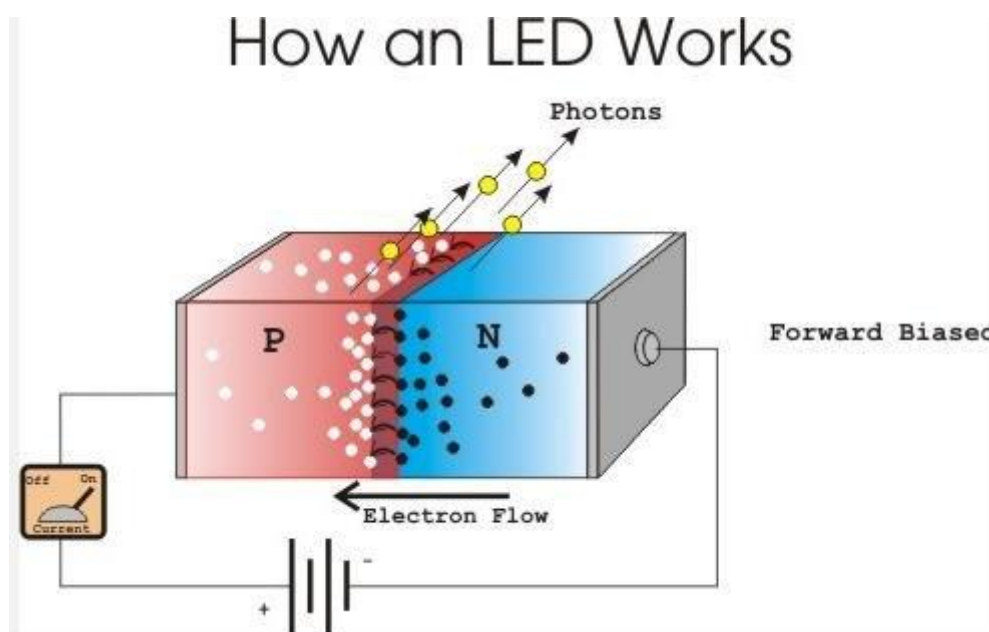
Natuurlijke verlichting moet worden gebruikt in alle energieneutrale gebouwontwerpen. Na het optimaliseren en maximaliseren van het verlichtingsniveau dat wordt bereikt door natuurlijk licht, moet taakverlichting worden toegevoegd in gebieden zoals keukenbladen, badkamers, kantoren enz.

Energie neutrale gebouwen maken zoveel mogelijk gebruik van natuurlijk licht door strategisch geplaatste ramen in woonruimtes. Als het gaat om kunstmatige verlichting, moet nieuwe en energiezuinige verlichting worden gebruikt die het energieverbruik kan verminderen [14].

Dit maakt lichtemitterende diodes (LED's) de beste keuze, omdat dit de meest efficiënte en duurzame lichtbronnen zijn die er zijn [15], [16]. Een ander voordeel van LED's – naast het feit dat ze energie besparen en verlichtingskosten verlagen – is het feit dat ze ook de blootstelling aan kwik verwijderen die optreedt bij het gebruik van fluorescentielampen [14].

De manier waarop LED's licht creëren, verschilt van die van andere verlichtingstechnologieën. In een traditionele gloeilamp wordt een wolframgloeidraad verwarmd door elektrische stroom totdat deze gloeit en licht uitstraalt [17]. In een fluorescentielamp drijft een elektrische stroom het gas aan om ultraviolette (UV) straling te genereren, die de fosforcoating in de glazen kap raakt en zichtbaar licht genereert [17].

Een LED is echter een halfgeleiderdiode, een apparaat dat alleen stroom in één richting laat stromen, opgebouwd uit een halfgeleidermateriaal dat is ontworpen om een positief-negatieve (PN) junctiestructuur te vormen [16], [17]. Zodra er een stroom op de P-N-overgang wordt aangelegd, bewegen de overtollige elektronen (die negatief geladen zijn) naar de positieve kant en de overtollige deeltjes van de positieve kant (bekend als "gaten") naar de negatieve kant. Bij de P-N-junctie werken de gaten en elektronen samen, waardoor energie vrijkomt in de vorm van licht [17].



Bron: https://www.researchgate.net/figure/How-an-LED-Works-3-Figure-3-is-an-oblique-X-ray-micrograph-of-a-through-hole-white-LED_fig2_267920231

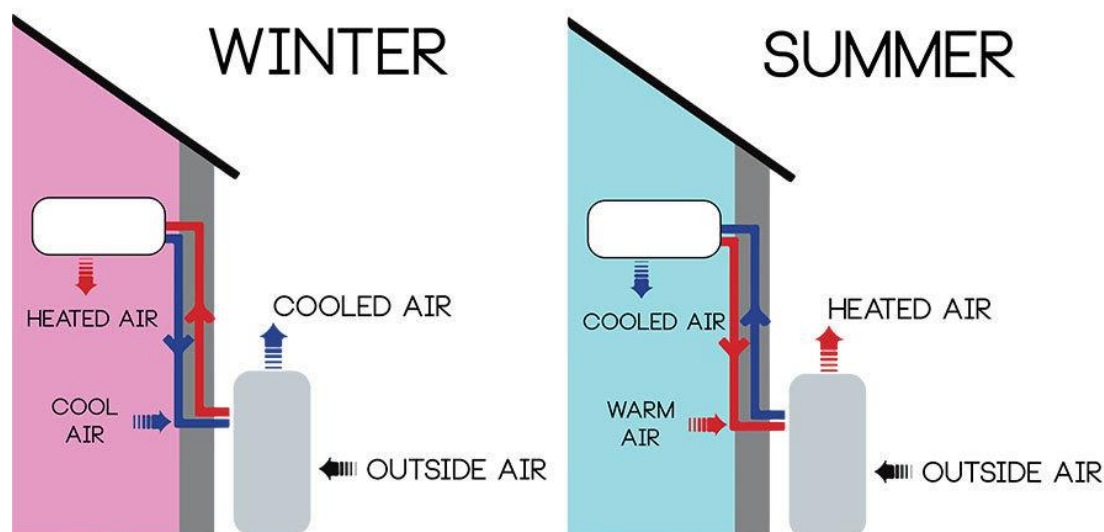
2.5 Warmtepomp

Warmtepompen zijn buitenunits die deel uitmaken van een verwarmings- en koelsysteem. Het is in staat om zowel een huis te verwarmen als te koelen. Een warmtepomp werkt door warmte uit de koude buitenlucht op te nemen en in de winter naar binnen te transporteren, en in de zomer door warmte uit het huis te halen en naar buiten te brengen. Warmtepompen werken op elektriciteit en geven – via een koelmiddel – warmte af voor comfort [18]. Ook, in tegenstelling tot ovens, die geen fossiele brandstoffen gebruiken voor verwarming, waardoor ze milieuvriendelijk en cruciaal zijn voor energieneutrale gebouwen.

Warmtepompsystemen vormen een kosteneffectieve manier om warmte terug te winnen uit verschillende bronnen, niet alleen in de residentiële sector, maar ook in de commerciële en industriële sectoren [19]. Met de stijging van de energiekosten spelen warmtepompen een sleutelrol bij energiebesparing en kostenreductie.

Geavanceerde cyclusontwerpen voor zowel door warmte als door werk aangedreven systemen, verbeterde cycluscomponenten (inclusief keuze van werkvloeistof) en het maximaliseren van het gebruik in een grotere verscheidenheid aan toepassingen waren de focus van recente ontwikkelingen in warmtepompsystemen [19].

In vergelijking met elektrische weerstandsverwarming zoals ovens en plintverwarmers, kan de huidige warmtepomp de verwarmingskosten tot 50% verlagen [20]. In de zomer ontvochtigen hoogrenderende warmtepompen beter dan typische centrale airconditioners, wat resulteert in een lager energieverbruik en meer comfort.



Bron: <https://riverreporter.com/stories/the-heat-pump-basics,41466>



3. Smart Grid

3.1 Inleiding

In de *Stad van de Toekomst* is het Smart Grid een vorm van digitale technologie die tweerichtingscommunicatie tussen klant en nutsbedrijf mogelijk maakt via de energietransmissielijnen [24]. Net als de manier waarop internet werkt, bestaat het Smart Grid uit onderling verbonden apparatuur, geautomatiseerde technologieën en computers die op het elektriciteitsnet samenwerken om zich aan te passen en te reageren op de vraag naar energie [24].

Het verhogen van de energie-efficiëntie en het versnellen van de productie van hernieuwbare energie is een van de topprioriteiten voor mensen en organisaties over de hele wereld [25]–[28]. Om dit doel te bereiken, speelt de implementatie van Smart Grid-systemen een belangrijke rol, aangezien deze niet noodzakelijk de vervanging van het bestaande netwerk inhouden, maar hardware- en software-elementen combineert om de werking van het huidige systeem aanzienlijk te verbeteren en tegelijkertijd de mogelijkheid om verder te upgraden [29]–[32].

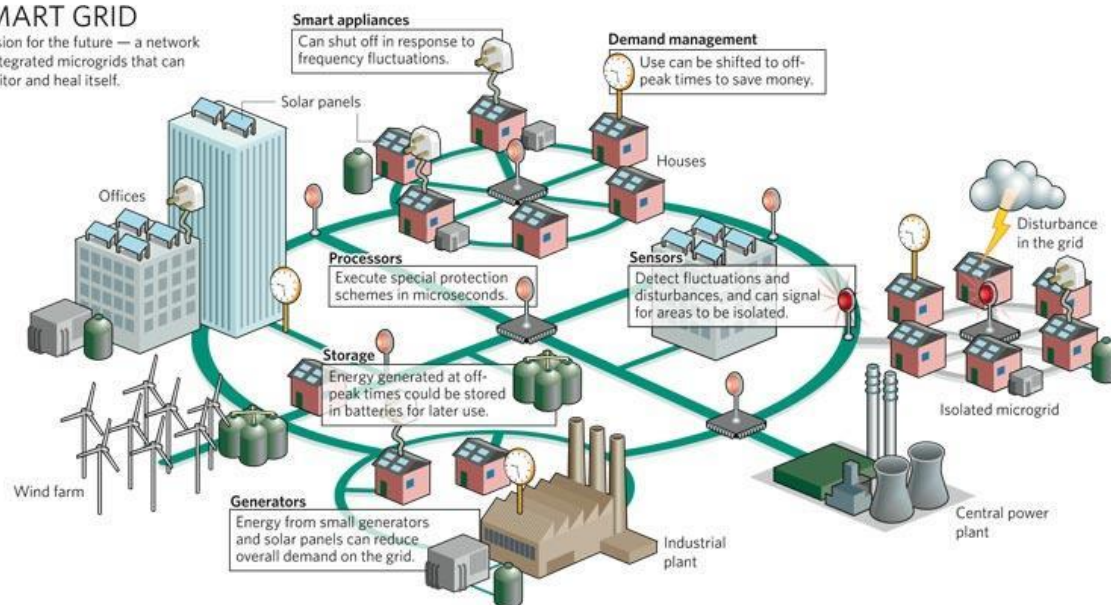
Smart Grids kunnen elektriciteit leveren met behulp van digitale technologie en kunnen ook hernieuwbare energie integreren, waardoor de consumenten hun verbruik tijdens piekuren kunnen verminderen door de hoeveelheid die van het netwerk wordt afgenomen aan te passen aan persoonlijke behoeften [25], [29]. Daarom kan Smart Grid-technologie een revolutie teweegbrengen in de industrie door het stroomverbruik tot 30% te verlagen, waardoor ook de noodzaak om nieuwe energiecentrales te bouwen wordt verminderd [33].

Omdat fossiele brandstoffen schadelijk zijn voor het milieu door niet alleen de lucht, maar ook de bodem, het water, de vegetatie en gebouwen te vervuilen, worden tegenwoordig steeds meer hernieuwbare energiebronnen zoals zonne- en windenergie gebruikt omdat ze milieuvriendelijk zijn in vergelijking met de conventionele energiebronnen [34]. Omdat hernieuwbare energiebronnen echter intermitterend zijn, zijn Smart Grids essentieel vanwege hun flexibiliteit, compatibiliteit met de bestaande infrastructuur, evenals veiligheid en hoge efficiëntie [33].

De implementatie van Smart Grid-systemen speelt een belangrijke rol omdat ze niet noodzakelijk de vervanging van het bestaande netwerk inhouden, maar het combineert hardware- en software-elementen om de werking van het huidige systeem aanzienlijk te verbeteren en biedt tegelijkertijd de mogelijkheid tot verdere upgrades [29]–[32].

SMART GRID

A vision for the future — a network of integrated microgrids that can monitor and heal itself.



Bron: <https://blog.phoenixcontact.com/marketing-sea/2017/04/smart-grids-how-automation-empowers-the-future-of-electricity/>



3.2 Internet van Dingen (Internet of Things)

Het Internet of Things (IoT), is een recent paradigma dat verwijst naar de miljarden fysieke objecten die aan het internet zijn gekoppeld en die gegevens over de hele wereld verzamelen en uitwisselen [35]. Het doel van het Internet of Things is om alledaagse voorwerpen te voorzien van microcontrollers en zenders waarmee ze met elkaar en met de gebruiker kunnen communiceren [36], [37].

In de stad van de toekomst kan het Internet of Things het beheer van conventionele openbare diensten zoals vervoer en parkeren, onderhoud van openbare ruimtes, sanitaire voorzieningen en veiligheid optimaliseren [37]. Het Internet of Things kan ook worden gebruikt om nieuwe diensten op te zetten, de transparantie van de overheid te verbeteren en burgers bewust te maken van de staat van hun stad [38].

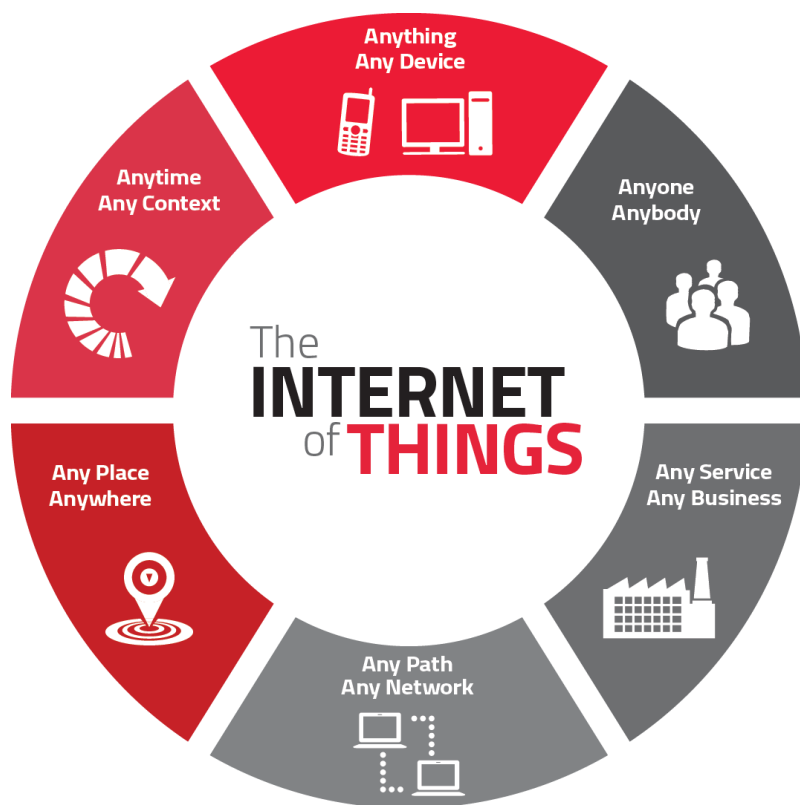
Het internet der dingen kan voordelen opleveren op drie belangrijke impactgebieden [39]:

- Vervoer,
- Burgers,
- Diensten.

Bij het ontwerpen van de architectuur voor het internet der dingen in de stad van de toekomst zijn er twee hoofdbenaderingen: [40]:

1. Evolutionaire benadering,
2. Schone lei-aanpak.

De evolutionaire benadering verwijst naar het aanbrengen van wijzigingen aan het huidige netwerk en het hergebruiken van zoveel mogelijk elementen uit de bestaande systemen. De schone lei-benadering verwijst echter naar de creatie en totale herconfiguratie van het netwerk zonder rekening te houden met de bestaande structuur. [39]

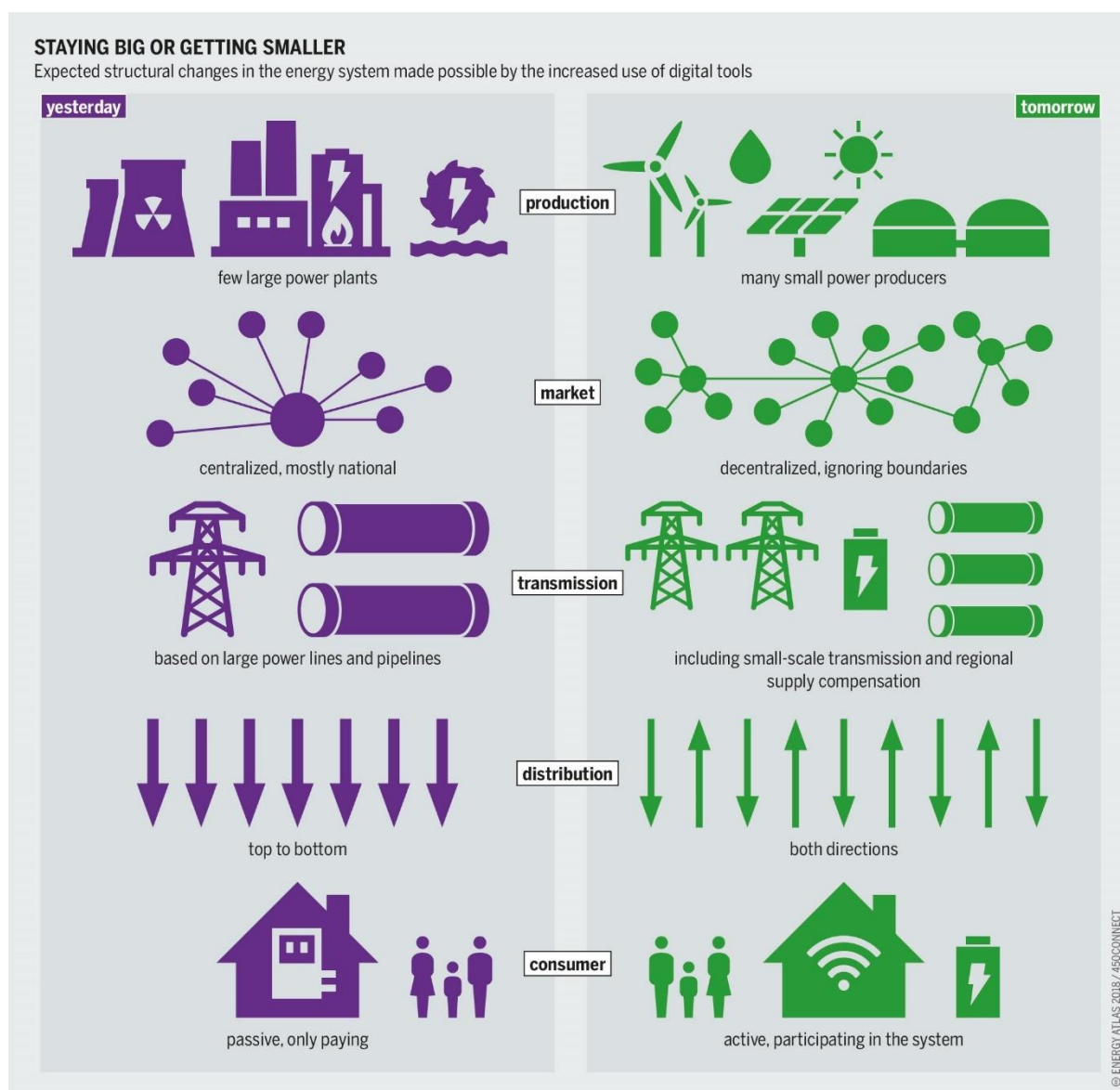


Bron: <http://comtech2.com/internet-of-things/>

3.3 Overgang naar Smart Grid

De stad van de toekomst is gebouwd op meerdere pijlers die een cruciale rol spelen in de transitie naar een duurzame stedelijke levensstijl, namelijk bestuur, transport, economie en energie [41].

Het creëren van een slimme stad van de toekomst is een natuurlijk resultaat dat voortkomt uit het slimme netwerk, waarbij de energie-infrastructuur een van de belangrijkste componenten is die een stad helpen om duurzaam te zijn en een schoner milieu voor haar bewoners te creëren [41]–[43].



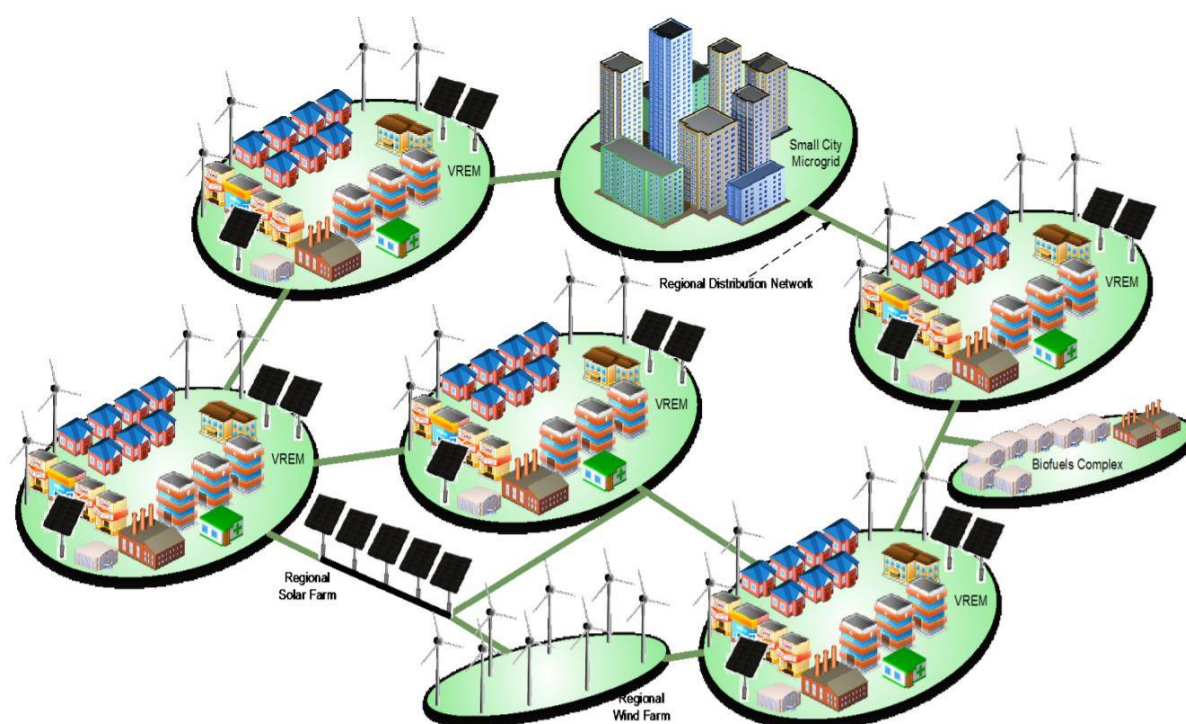
Bron: https://en.wikipedia.org/wiki/Smart_grid

3.4 Microgrids

Microgrids zijn een vorm van gedecentraliseerde en zelfvoorzienende energiesystemen die een relatief klein gebied ondersteunen, zoals wijken, ziekenhuiscomplexen en campussen [44], [45]. Microgrids worden aangedreven door een of meer soorten gedistribueerde energie, zoals wind- en zonnegeneratoren in combinatie met energieopslagfaciliteiten [45].

Traditionele netten verplaatsen elektriciteit vanuit een centraal punt over grote afstanden via transmissie- en distributielijnen, wat kan leiden tot een stroomverlies tussen 8 en 15% [45]. Microgrids daarentegen vermijden deze verspilling van energie door elektriciteit op te wekken dicht bij de verbruikers. Microgrids kunnen zich ook loskoppelen van het hoofdnetwerk en onafhankelijk werken. Zo kunnen zij hun verbruikers van stroom blijven voorzien in geval van stroomuitval door natuurrampen [45]. Bovendien hebben microgrids geavanceerde systeemcontrollers die toezicht houden op en beheren van alle afzonderlijke onderdelen, zoals generatoren en batterijen [45], [46].

Een van de belangrijkste kenmerken van een microgrid is flexibiliteit. Dit verwijst naar het feit dat het - door de geavanceerde systeemcontrollers - de toevoeging van nieuwe elementen zoals extra verbruikers, generatie- of opslageenheden aankan, zonder de systeembetrouwbaarheid te verliezen [31], [43], [47].



Bron: https://microgrid-symposiums.org/wp-content/uploads/2019/07/Americas1-X_Dobriansky_20190727.pdf



3.5 Energie-optimalisatie

Energieoptimalisatie verwijst naar hoe de energie wordt gebruikt om de voordelen voor mens en milieu te optimaliseren.

Toen het elektriciteitssysteem werd gebouwd, werd de betrouwbaarheid gegarandeerd door een overcapaciteit van het systeem en een energiestroom in één richting van de elektriciteitscentrales naar de consument [48]. Tegenwoordig heeft de toename van de bevolking en de vraag naar energie echter geleid tot een onstabiel en inefficiënt systeem [49].

Daarom is in de *Stad van de Toekomst* een effectieve realtime administratie en monitoring van het net nodig. Dit kan worden bereikt via de volgende mechanismen en technologieën [48]:

- Slimme meting
- Slimme apparaten
- Respons aan de vraagzijde
- Dynamische realtime prijzen
- Efficiënt beheer van energiebronnen (conventioneel en hernieuwbaar)
- Efficiënt beheer van overtollig vermogen

Smart Grids kunnen efficiënt worden gebruikt door de apparaten die door elk huishouden worden gebruikt op elkaar af te stemmen en de piekbelastingen te beheren [50]. Een manier om dat te doen is door sensornetwerken te implementeren die te allen tijde met elkaar kunnen communiceren, samen met een ICT-stroombeheeralgoritme, in staat om vele soorten energienetwerken te besturen en te bewaken, zoals het webgebaseerde Smart Grid (of Smart Grid 2.0) [51]. Het gebruik van onderling verbonden sensornetwerken leidt tot het Internet of Energy-concept waarbij het net wordt beschouwd als een datacommunicatienetwerk dat bestaat uit thuisgebieden, buurtgebieden en wijdverbreide netwerken [52].



Bron: <https://www.kamstrup.com/en-en/electricity-solutions>

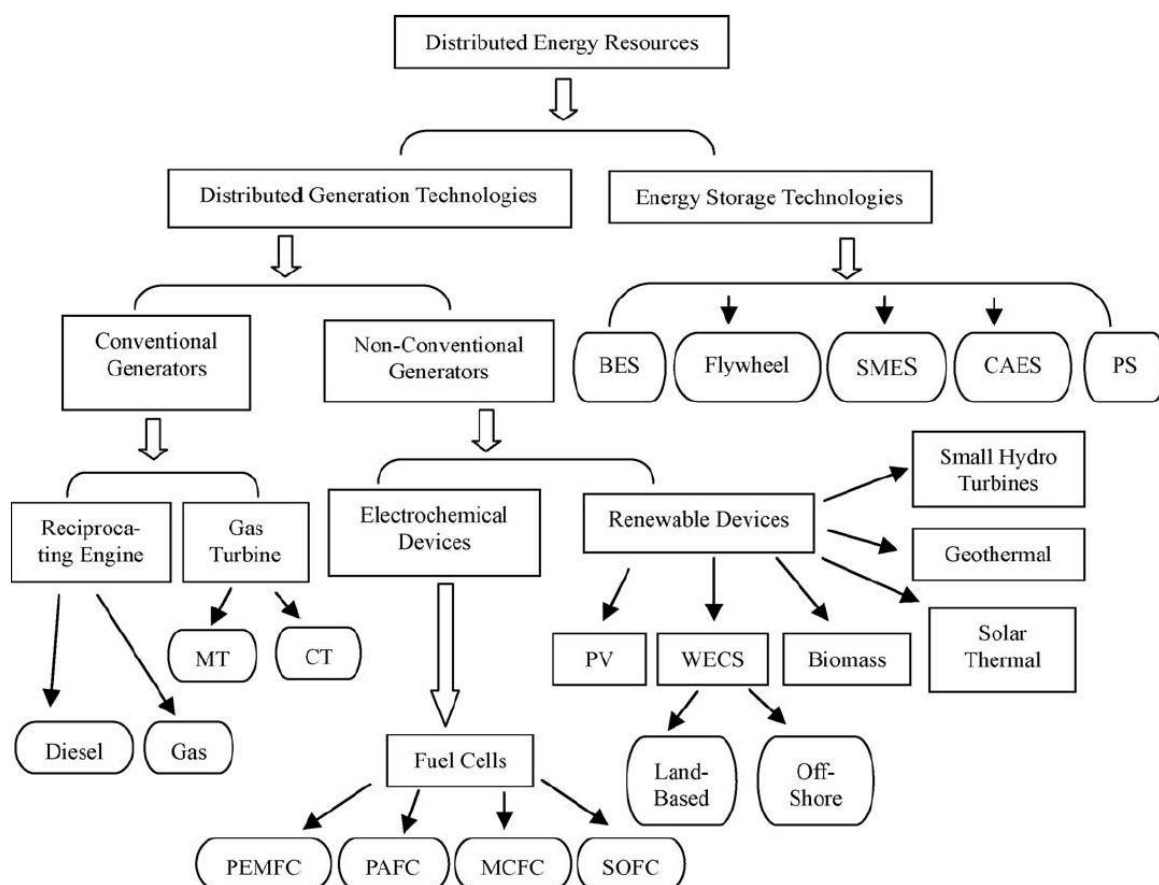
3.6 Gedistribueerde energiebronnen

Gedistribueerde energiebronnen zijn direct gekoppeld aan laag- en middenspanningsnetwerken voor stroomopwekking en bevatten stroomopwekkingseenheden, evenals technologieën voor energieopslag [53]. Ze zijn een kosteneffectief alternatief voor grote energiecentrales en hoogspanningstransmissielijnen, omdat ze energieonafhankelijkheid, hoge energie-efficiëntie en verhoogde systeembetrouwbaarheid bieden [54].

Gedistribueerde energiesystemen bieden flexibiliteit, nabijheid en netwerkcapaciteit om de uitdaging van duurzame ontwikkeling aan te gaan. De schaalbaarheid en het vermogen om verschillende technologieën en brandstoffen voor energieconversie te gebruiken, zijn ook gekoppeld aan de flexibiliteit van gedistribueerde energiesystemen [55].

De vier belangrijkste voordelen van het hebben van gedistribueerde energiebronnen zijn als volgt [53]:

- Hogere energie-efficiëntie
- Vermindering van de uitstoot van broeikasgassen
- Minimaliseren van gezondheidsrisico's
- Behoud van hulpbronnen



Bron: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032109002561>



4. Circulaire economie

4.1 Inleiding

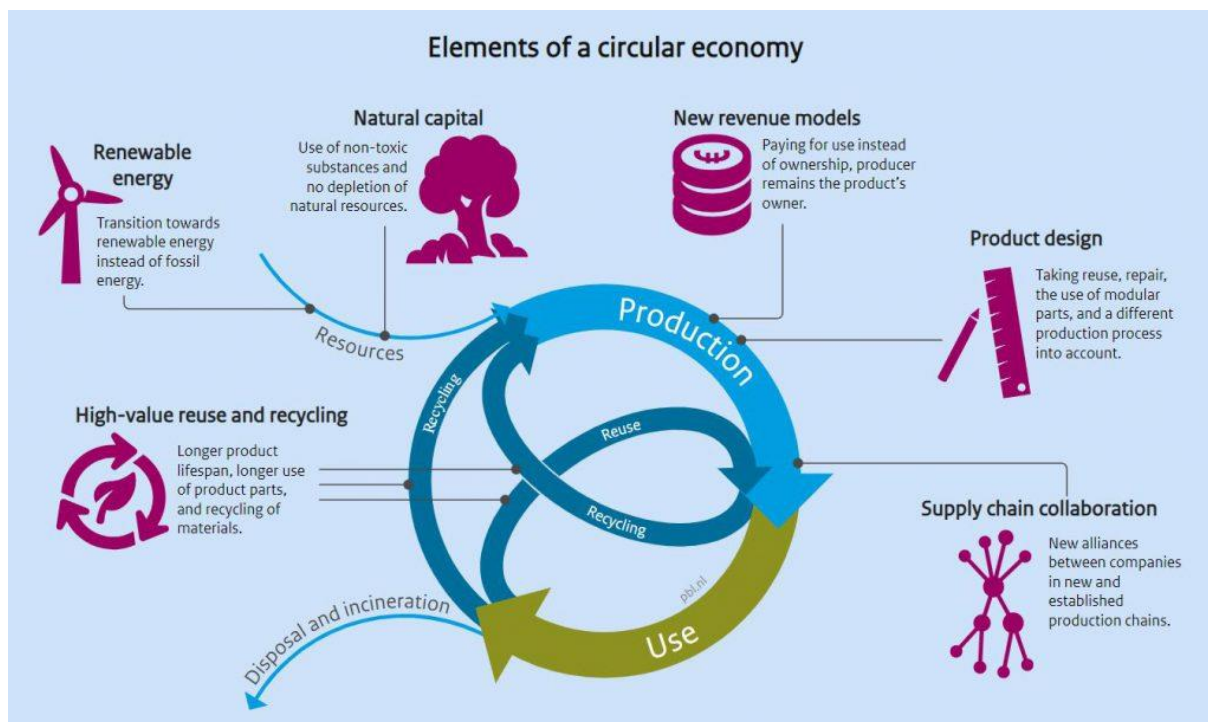
Circulaire economie onderzoekt de lineaire en open kenmerken van moderne economische systemen door in detail te beschrijven hoe natuurlijke hulpbronnen de economie beïnvloeden door inputs te leveren voor productie en consumptie en te functioneren als een put voor output in de vorm van afval [57]. Binnen dit concept wordt de planeet beschreven als een gesloten, circulair systeem met beperkte assimilatiecapaciteit, en wordt gesteld dat economie en milieu in harmonie naast elkaar moeten bestaan. [57], [58]. Dit concept wordt vaak beschreven als herstellend of regeneratief door intentie en ontwerp [59].

Circulaire economie is een populair concept dat wordt gepromoot door de EU, nationale regeringen en tal van bedrijven over de hele wereld en dat sinds de jaren zeventig langzaam aan momentum wint [60], [61]. Het belangrijkste probleem is echter dat de wetenschappelijke inhoud over dit onderwerp niet goed georganiseerd is, wat betekent dat de circulaire economie momenteel wordt gezien als een verzameling afzonderlijke ideeën uit verschillende velden, in plaats van een gevestigd wetenschappelijk concept [62]. Hoewel de woorden circulaire economie en duurzaamheid aan populariteit winnen onder academici, politici en zakenmensen, zijn de parallellen en verschillen tussen de twee ideeën nog steeds onduidelijk, de link wordt niet expliciet vermeld in de literatuur [59]. Dit vervormt hun conceptuele grenzen en beperkt het nut van het gebruik ervan in studie en praktijk.

De praktische toepassingen van circulaire economie zijn uitgegroeid tot verschillende aspecten en kenmerken die verband houden met industriële processen en economische systemen, zoals [58], [63]:

- efficiënt gebruik van hulpbronnen,
- afvalvermindering,
- schepping van werkgelegenheid op regionaal niveau,
- dematerialisatie van de industriële economie.

Het uiteindelijke doel van circulaire economie is het sluiten van kringlopen in de industrie en het verminderen van afval om hulpbronnen die het einde van hun leven hebben bereikt om te zetten in hulpbronnen voor anderen [63]. De transitie naar een Circular Economy-model leidt tot een stijging van de werkgelegenheidsgraad van circa 4% en een reductie van de uitstoot van broeikasgassen met circa 70% [63], [64].



Bron: <https://kenniskaarten.hetgroenebrein.nl/en/knowledge-map-circular-economy/what-is-the-definition-a-circular-economy/>



4.2 Cradle to Cradle

Cradle-to-Cradle kwam als een oplossing voor de transformatie van de menselijke industrie door middel van ecologisch intelligent ontwerp dat erop gericht was de negatieve milieueffecten aanzienlijk te verminderen.

C2C is een concept van totale recycling door middel van design. Het product is zo ontworpen dat de kosten van recycling lager zijn dan de kosten van het kopen van nieuw materiaal. Het is bij het begin een focus van een bedrijf om de concurrentiekracht te vergroten door de kosten te verlagen en een productgerichte benadering om te zetten in een serviceplatform. C2C is in wezen een circulair paradigma met een herontwerp van het product (dat een dienst wordt), een herontwerp van het productieplatform dat kan worden gerecycled, een herontwerp van het distributie- en herverwervingsnetwerk en de ontwikkeling van diensten met toegevoegde waarde die aan een virtueel product.

Circulaire economie is een concept van bedrijfsintegratie met als doel het afval van een bedrijf te hergebruiken als grondstof voor een ander. Het probleem met circulaire economie is dat het behoort tot het lineaire paradigma (versus het circulaire) dat van plan is een lineair proces af te sluiten met verschillende gespecialiseerde actoren die verantwoordelijk zijn voor recycling. In dit geval zullen bedrijven het product niet opnieuw ontwerpen om het product opnieuw te verwerven en alles te recyclen, maar zullen ze partnerschappen aangaan die voornamelijk resulteren in het vinden van aanvullende inkomsten uit het geproduceerde afval [65].

Er is veel vertrouwen dat Europa in de nabije toekomst te maken zal krijgen met ongekende negatieve milieueffecten zoals:

- Hoger risico op plotselinge overstromingen in het binnenland, verhoogde frequentie van kustoverstromingen en erosie als gevolg van stormen en zeespiegelstijging,
- De bergachtige regio's van Europa zullen te maken krijgen met het terugtrekken van gletsjers,
- Wintertoerisme wordt verminderd, samen met sneeuwbedekking,
- In scenario's met hoge emissies zal in 2080 tot 60% van de soorten verloren zijn gegaan,
- De beschikbaarheid van water, het waterkrachtpotentieel en de gewasproductiviteit in het algemeen zullen afnemen,
- Gezondheidsrisico's als gevolg van hittegolven en de frequentie van natuurbranden zullen naar verwachting ook toenemen.

Cradle-to-Cradle in plaats van Cradle-to-Grave is een wereldwijd erkende maatregel voor veiligere, duurzamere producten gemaakt voor de circulaire economie met een focus op het opnieuw maken van de manier waarop we dingen maken.

Cradle-to-Cradle – een holistisch, economisch, industrieel en sociaal raamwerk dat streeft naar het creëren van systemen die niet alleen efficiënt maar ook in wezen afvalvrij zijn – heeft een zeer inspirerend motto: “Wees goed voor mensen, planeet en winst in plaats van minder slecht .”



NUTRIENT METABOLISMS

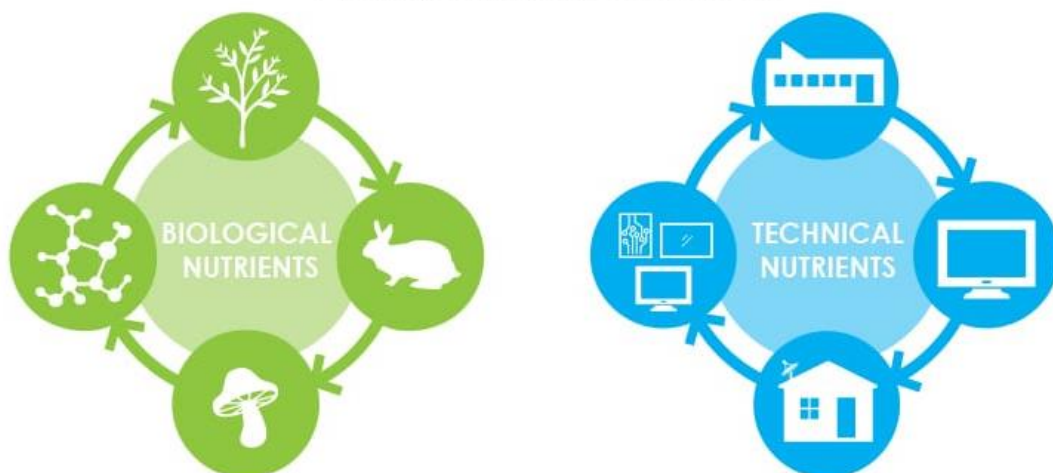


Diagram ©MBDC. Used with permission.

Bron: <https://mcdonough.com/cradle-to-cradle/>



4.3 MVO Gids

MVO Gids Noord Nederland is een ondernemersplatform en een bron van informatie en hulp voor start-ups en organisaties in Nederland die actief zijn in maatschappelijk verantwoord ondernemen en werken [66], [67]. Het belangrijkste doel van de MVO Gids-app is om bedrijven de kans te geven zichzelf te promoten op het gebied van duurzaamheid, en het kan organisaties die met lerende jongeren werken helpen om hen voor verschillende doeleinden aan te trekken en te betrekken bij ondernemerschapsonderwijs. Verder helpt de app bij de ontwikkeling van het duurzaamheidsbewustzijn en zien leden van werkgroepen meer kansen op duurzaamheid in hun organisatie [67].

De MVO Gids is ontwikkeld door de MVO Alliantie Noord-Nederland voor ondernemers, met als doel:

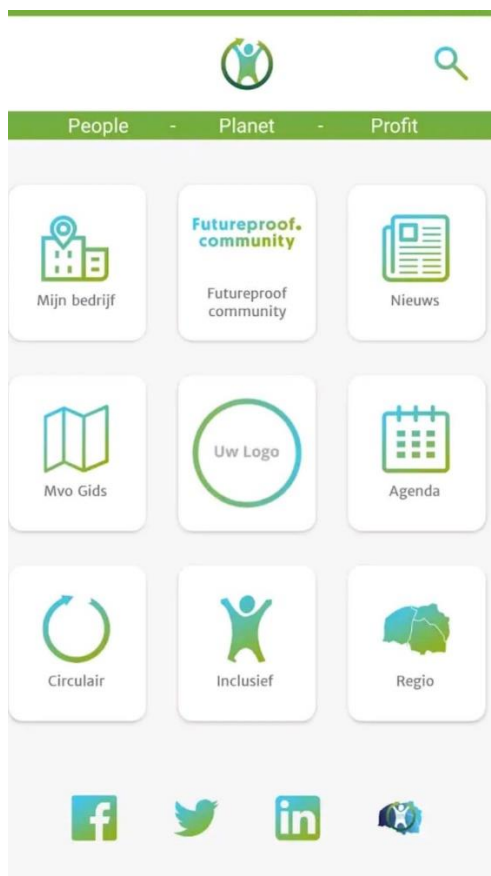
- vinden en verbinden,
- informatie over duurzaamheid ontsluiten,
- startende bedrijven spotten die actief bezig zijn met Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen,
- best practices van anderen als voorbeeld gebruiken,
- een overzicht krijgen van wie wat doet in het Noorden met betrekking tot duurzame ondernemersinitiatieven.

De belangrijkste voordelen voor bedrijven geregistreerd in de MVO Gids:

1. bedrijfsimago duurzamer maken,
2. marketing en communicatie MVO als verkoopargument,
3. informatie gebruiken bij aanbestedingen en aanbestedingen,
4. intern duurzaamheidsbewustzijn en trotse medewerkers,
5. genereer zaken via bedrijven in de directory,
6. netwerken versterken en uitbreiden,
7. gebruik maken van regionale gemeenschap met nationale blootstelling,
8. interactie met beroepsonderwijs,
9. makkelijker samenwerken met andere ondernemers,
10. ontwikkeling en innovatie in lijn met VN-doelen.

De kwaliteit van de MVO-gids wordt gegarandeerd doordat alleen bedrijven met een MVO-certificaat worden geaccepteerd [68]. Anderzijds, aangezien het MVO-certificaat een basiscertificaat is, kan het ook behaald worden door kleine organisaties en jonge start-ups. In Nederland worden de MVO-certificaten uitgereikt door de MVO-alliantie en zijn op te vragen via de webportal MVOgids.nl.

De good practice rond circulaire economie, sociaal ondernemerschap en de MVO gids-app kunnen om verschillende redenen helpen om een betere koppeling te maken tussen start-ups en ondernemerschapsonderwijs [66]. Allereerst is het idee van de app een goed hulpmiddel om informatie over andere bedrijven en ondernemersideeën te delen, en om via de mobiele telefoon bewustzijn te ontwikkelen over zakelijke kansen, een eenvoudig en alomtegenwoordig hulpmiddel dat deel uitmaakt van ons dagelijks leven. Als gevolg hiervan kunnen gebruikers leren over en geïnspireerd worden door de positieve waarden van deze bedrijven, die hun aard van sociaal ondernemerschap delen. Last but not least kan het idee van circulaire economie worden gebruikt om de doelgroep naar een groeiende en ecologische markt te trekken [67].



Bron: <https://play.google.com/store/apps/details?id=nl.appstones.mvo&hl=en&gl=US>



5. Casestudy's

Casestudy nr.1: Energy Academy Building

Energie is zowel in de wereldeconomie als in de Nederlandse economie een belangrijke industrie. Nederland behoort tot de acht grootste gasproducenten ter wereld en behoort tot de top twee van Europa [21]. Sinds de jaren vijftig staat energie in het hart van de economische ontwikkeling en op kennis gebaseerde bedrijvigheid in Noord-Nederland [21]. Op het gebied van gas, constante stroomvoorziening en de integratie van duurzame energie in de energiedistributieketen speelt de regio een leidende rol.

De Energy Academy Europe, een nieuw instituut in Nederland waar onderwijs, wetenschap en bedrijfsleven samenwerken op het gebied van energieonderzoek en -innovatie, streefde ernaar om voort te bouwen op deze sterke punten binnen bestaande bedrijfs- en kennisinfrastructuren om een internationale hotspot te worden op het gebied van ondernemerschap op het gebied van energie-educatie, innovatie en onderzoek. Het doel van de Energy Academy Europe is om een substantiële bijdrage te leveren aan de energietransitie om de transitie naar een meer duurzame energietoekomst te ondersteunen en te versnellen [21].

Het gebouw heeft een uniek ontwerp met een groot zonnedak om de principes van duurzame energie te realiseren. Het bijna 15.000 vierkante meter grote gebouw is in oktober 2016 opgeleverd op de Zernike Campus in Groningen en heeft de BREEAM-beoordeling 'Uitstekend' gekregen [22].

De nieuwe structuur moet mensen aanmoedigen om samen te werken, ideeën te delen, creatief te zijn en energie te produceren. Het innovatieve ontwerp illustreert hoe een structuur het beste kan halen uit natuurlijke hulpbronnen zoals bodem, water, lucht en zonneschijn als een belangrijke energiebron. Het dak is bedekt met zonnepanelen die worden gebruikt om zonne-energie maximaal op te vangen. De zonnepanelen leveren niet alleen elektriciteit, maar zijn ook zo opgesteld dat ze een maximale natuurlijke verlichting garanderen. Deze buitenlaag geeft het gebouw een onderscheidende uitstraling en vestigt de aandacht op het revolutionaire energiemanagementsysteem van het gebouw [23].

De Energy Academy Europe is een plek voor ondernemers, professionals, studenten en onderzoekers uit Nederland en de rest van de wereld om samen te werken, te inspireren en – belangrijker nog – de ontwikkeling van een meer geschikte en duurzame internationale energievoorziening voor toekomstige generaties te stimuleren.



Bron: <https://www.pinterest.com/pin/409827634835087558/>

Casestudy nr.2: EnTranCe

Het Centre of Expertise Energy, of EnTranCe, is een initiatief uit Noord-Nederland dat helpt de transitie naar schone, duurzame en kosteneffectieve energie te versnellen. Het expertisecentrum brengt wetenschappers, studenten, ondernemers, bedrijven, overheden en maatschappelijke instellingen samen om hun kennis uit te wisselen en te werken aan doorbraken op het gebied van energietransitie en het versterken van de regionale kenniseconomie [56].

EnTranCe is een publiek-private samenwerking die open kennisuitwisseling mogelijk maakt. Hier wordt invulling gegeven aan de notie van open innovatie, waarbij innovatieve ideeën worden gedeeld met bedrijven, overheden en maatschappelijke organisaties. EnTranCe versnelt de energietransitie en verbetert de kenniseconomie in Noord-Nederland door innovatie te stimuleren.

Het energieonderzoek van EnTranCe richt zich primair op steden, wijken, buurten en bedrijven. Dit is het punt waarop grootschalige energieleveranciers en infrastructuur in aanvaring komen met kleinschalige, lokale energie-inspanningen om een soepele transitie naar een stabiele duurzame energiebron mogelijk te maken [56].



Bron: <https://nl.linkedin.com/company/entrance-centre-of-expertise-energy>



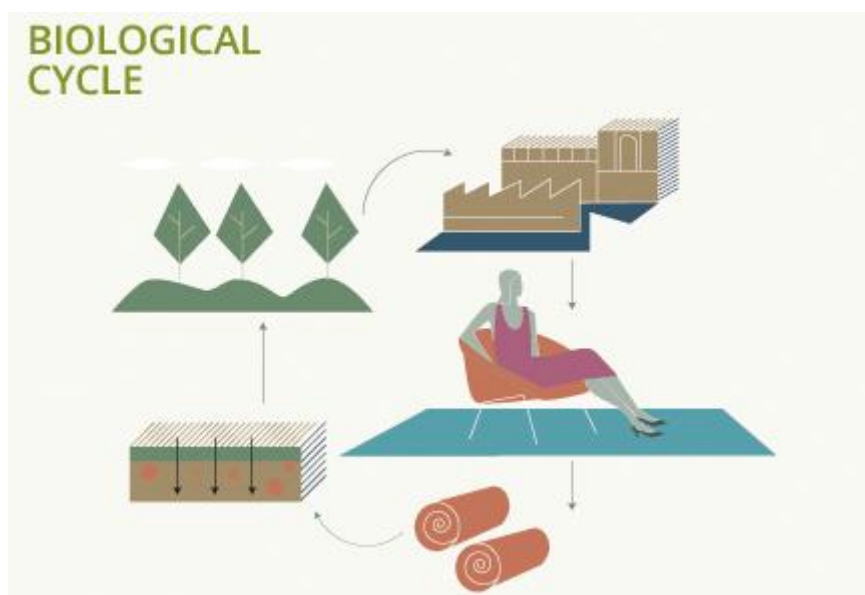
Casestudy nr.3: Climatex LifeCycle “Afval is gelijk aan voedsel”

Volgens het Cradle-to-Cradle-raamwerk moeten producten worden ontwikkeld om het milieu te regenereren als biologische voedingsstoffen of om industrieën nieuw leven in te blazen als technologische voedingsstoffen. Rohner Textil (nu eigendom van DesignTex) werkte samen met William McDonough en Michael Braungart om een volledig biologisch afbreekbare doek te maken die na gebruik in de tuin kan worden gebruikt [69].

Vanwege de problematische kleuren die in het product worden gebruikt, werden productresten vroeger geclassificeerd als gevaarlijk afval in Zwitserland. Met behulp van de Cradle-to-Cradle-filosofie van "afval is voedsel", zochten McDonough en Braungart naar materialen die "veilig genoeg waren om te eten" om in de stof te gebruiken [69]. Daarom eisten ze de volledige samenstelling van de componenten van leveranciers om hun gezondheidsniveau te bepalen. Als gevolg hiervan stemde slechts één leverancier (Ciba-Geigy) ermee in zijn eigen kleurstofsamenstellingen bekend te maken. Uit deze slechts 16 niet-toxische kleuren werden gekozen voor de herbouw van de stoffenlijn uit honderden geëvalueerde chemicaliën [69].

De stof die hieruit voortkwam, heet Climatex® LifeCycle™ en is volledig gemaakt van natuurlijke vezels zoals wol en ramee, evenals niet-toxische kleurstoffen. Wat betreft restjes, ze worden verpletterd tot een viltachtig materiaal en verkocht als mulch aan lokale boeren en tuiniers in plaats van naar de vuilstortplaats te gaan.

Climatex Lifecycle was in 2002 goed voor een derde van Rohner's \$8 miljoen aan inkomsten. Rohner Textil's afvalverwerkingskosten werden aanzienlijk verlaagd omdat hij niet langer hoefde te betalen om snijafval naar Spanje te vervoeren als gevaarlijk afval, of om ze te laten verbranden in een door Zwitserland goedgekeurde verbrandingsoven, of om ze te laten recyclen [69]. Door de kleurstoflijst te verkleinen en de vereiste voor kleurstoffiltratie te elimineren, werden de totale productiekosten verlaagd.



Bron: <https://www.climatex.com/en/sustainability/cradle-to-cradle/>



6. Quiz

1. Selecteer uit de onderstaande lijst het woord dat geen kenmerk van een Smart City vertegenwoordigt:
 - a. duurzaamheid
 - b. verstedelijking
 - c. empathie**
 - d. slimheid

2. Welke van de volgende is een ventilatieproces gerelateerd aan luchtstroom en natuurlijke ventilatie in een energieneutraal gebouw?
 - a. gebruik van hernieuwbare energiebronnen
 - b. zorgen voor een adequate luchtkwaliteit binnenshuis zonder het gebruik van elektriciteit om de luchtverplaatsing te vergemakkelijken**
 - c. hergebruik en recycling van afval afkomstig van de bouw
 - d. opnemng van industrieel afval in het productieproces van bouwmaterialen

3. De afkorting LED staat voor:
 - a. lineaire efficiënte diodes
 - b. lage energiedichtheid
 - c. label elementair design
 - d. lichtgevende dioden**

4. Welke van de volgende is geen voordeel van een Smart Grid?
 - a. kan elektriciteit leveren met behulp van digitale technologie
 - b. het volledig hervormen van het bestaande elektriciteitsnet is extreem duur en tijdrovend**
 - c. geeft de consumenten de mogelijkheid om hun energieverbruik tijdens piekuren te verminderen
 - d. maakt het mogelijk de hoeveelheid energie die van het netwerk wordt afgenomen aan te passen aan de persoonlijke behoeften

5. Wat is een slim apparaat?
 - a. apparaat dat kan uitschakelen als reactie op frequentieschommelingen**
 - b. apparaat dat speciale beschermingschema's in microseconden kan uitvoeren
 - c. apparaat dat fluctuaties en storingen detecteert en kan signaleren voor te isoleren gebieden
 - d. apparaat dat helpt geld te besparen



6. Voor welke van de onderstaande impactgebieden levert het internet der dingen geen directe voordelen op?

- a. vervoer
- b. burgers
- c. onderwijs**
- d. diensten

7. Traditionele rasters worden gedefinieerd als rasters die in staat zijn om:

- a. loskoppelen van het hoofdnet en zelfstandig draaien
- b. elektriciteit verplaatsen vanaf een centraal punt over grote afstanden, via transmissie- en distributielijnen die stroomverlies kunnen veroorzaken**
- c. vermijd energieverstopping door elektriciteit op te wekken dicht bij de gebruikers
- d. stroom blijven leveren aan hun consumenten in het geval van stroomuitval als gevolg van natuurrampen

8. Kies uit onderstaande lijst het aspect dat wel een praktische toepassing van Circulaire Economie vertegenwoordigt:

- a. creatie van computersoftware
- b. lokaal politiek debat
- c. afvalvermindering**
- d. efficiëntie van het schoolcurriculum

9. Het motto *“Wees goed voor mensen, planeet en winst in plaats van minder slecht”* hoort bij:

- a. Circulaire economie concept
- b. Cradle-to-Cradle-concept**
- c. Internet of Things-paradigma
- d. Smart Grid-technologie

10. Wat is geen doel van de MVO Gids ontwikkeld door de MVO Alliantie Noord-Nederland voor ondernemers??

- a. spot start-up bedrijven die actief bezig zijn met Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen
- b. helpen startende bedrijven bij het ontwerpen en schrijven van hun businessplan**
- c. ontsluit informatie over duurzaamheid
- d. krijg een overzicht van wie wat doet met betrekking tot duurzame ondernemersinitiatieven



Referentias

- [1] N. Z. Bawany and J. A. Shamsi, "Smart City Architecture: Vision and Challenges," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 6, no. 11, pp. 246–255, 2015.
- [2] United Nations, "World Urbanization Prospects," New York, 2014.
- [3] S. P. Mohanty, U. Choppali, and E. Kougianos, "Everything you wanted to know about smart cities: The internet of things is the backbone," *IEEE Consum. Electron. Mag.*, vol. 5, pp. 60–70, 2016.
- [4] B. N. Silvaa, M. Khanb, and K. Han, "Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 38, pp. 697–713, 2018.
- [5] Rockwool, "Net Zero Energy Building – A quick reference guide to energy-neutral, sustainable building," 2020. [Online]. Available: <https://www.rockwool.com/north-america/advice-and-inspiration/blog/net-zero-energy-building-a-quick-reference-guide-to-energy-neutral-sustainable-building/>.
- [6] K. Peterson, P. Torcellini, and R. Grant, "A Common Definition for Zero Energy Buildings," 2015.
- [7] P. Torcellin, S. Pless, M. Deru, and D. Crawley, "Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition," 2006.
- [8] B. V. V. Reddy, "Sustainable materials for low carbon buildings," *Int. J. Low-Carbon Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 175–181, 2009.
- [9] B. Brownell, "Sustainable Building Materials for Low Embodied Carbon," *Architect Magazine*, 2020. .
- [10] S. Alvarez, *Natural Ventilation in Buildings: A Design Handbook*. Earthscan, 1998.
- [11] Velux, "Ventilation and ventilation systems," *Velux*, 2021. .
- [12] P. Wargocki *et al.*, "Ventilation and health in non-industrial indoor environments: report from a European multidisciplinary scientific consensus meeting (EUROVEN)," *Indoor Air*, vol. 12, no. 2, pp. 113–128, 2002.
- [13] T. Schulze and U. Eicker, "Controlled natural ventilation for energy efficient buildings," *Energy Build.*, vol. 56, pp. 221–232, 2013.
- [14] S. Pimputkar, J. S. Speck, S. P. DenBaars, and S. Nakamura, "Prospects for LED lighting," *Nat. Photonics*, vol. 3, no. 4, pp. 180–182, 2009.
- [15] T. Q. Khan, P. Bodrogi, Q. T. Vinh, and H. Winkler, *LED Lighting: Technology and Perception*. John Wiley & Sons, 2015.
- [16] S. Cangeloso, *LED Lighting: A Primer to Lighting the Future*. O'Reilly Media, Inc., 2012.
- [17] B. Haldeman, W. A. Porter, and K. C. Ruppert, "Energy efficient homes: Introduction to LED lighting," *UF/IFAS*, vol. 2008, no. 5, 2008.
- [18] J. Cantor, *Heat Pumps for the Home*, 2nd ed. The Crowood Press, 2020.
- [19] K. J. Chua, S.K. Chou, and W.M. Yang, "Advances in heat pump systems: A review," *Appl. Energy*, vol. 8, no. 12, pp. 3611–3624, 2010.



- [20] U. S. D. of Energy, "Heat Pump Systems," *Energy Saver*. [Online]. Available: <https://www.energy.gov/energysaver/heat-pump-systems>.
- [21] "Energy Academy Europe," *Campus Groningen*, 2019. [Online]. Available: <https://campus.groningen.nl/excellent-research/top-instituten>.
- [22] R. McPartland, "What is BREEAM?," *NBS*, 2016. [Online]. Available: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-breeam>.
- [23] University of Groningen, "Energy Academy Europe," 2020. [Online]. Available: <https://www.rug.nl/groundbreakingwork/projects/ee/>.
- [24] F. P. Sioshansi, *Smart Grid: Integrating Renewable, Distributed and Efficient Energy*. Academic Press, 2012.
- [25] I. Solorio and H. Jörgens, *A Guide to EU Renewable Energy Policy*. Edward Elgar Publishing, 2017.
- [26] H. Geller, P. Harrington, A. H. Rosenfeld, S. Tanishima, and F. Unander, "Policies for increasing energy efficiency: Thirty years of experience in OECD countries," *Energy Policy*, vol. 34, no. 5, pp. 556–573, 2006.
- [27] K. Tanaka, "Review of policies and measures for energy efficiency in industry sector," *Energy Policy*, vol. 39, no. 10, pp. 6532–6550, 2011.
- [28] S. Bird and D. Hernández, "Policy options for the split incentive: Increasing energy efficiency for low-income renters," *Energy Policy*, vol. 48, pp. 506–514, 2012.
- [29] C. W. Gellings, *The Smart Grid: Enabling Energy Efficiency and Demand Response*. Fairmont Press, Inc., 2009.
- [30] S. M. Amin and B. F. Wollenberg, "Toward a smart grid: power delivery for the 21st century," *IEEE Power Energy Mag.*, vol. 3, no. 5, pp. 34–41, 2005.
- [31] H. Farhangi, "The path of the smart grid," *IEEE Power Energy Mag.*, vol. 8, no. 1, pp. 18–28, 2010.
- [32] X. Fang, S. Misra, G. Xue, and D. Yang, "Smart grid—The new and improved power grid: A survey," *IEEE Commun. Surv. tutorials*, vol. 14, no. 4, pp. 944–980, 2011.
- [33] Y. Zhang, W. Chen, and W. Gao, "A survey on the development status and challenges of smart grids in main driver countries," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 79, pp. 137–147, 2017.
- [34] J. H. Seinfeld and S. N. Pandis, *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change*, 3rd ed. John Wiley & Sons, 2016.
- [35] S. Ranger, "What is the IoT?," *ZDNet*, 2020. [Online]. Available: <https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/>.
- [36] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The internet of things: A survey," *Comput. networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787–2805, 2010.
- [37] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista, and M. Zorzi, "Internet of Things for Smart Cities," *IEEE Internet Things J.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–32, 2014.
- [38] D. Cuff, M. Hansen, and J. Kang, "Urban sensing: out of the woods," *Commun. ACM*, vol.



- 51, no. 3, pp. 24–33, 2008.
- [39] J. Jin, J. Gubbi, S. Marusic, and M. Palaniswami, “An information framework for creating a smart city through internet of things,” *IEEE Internet Things J.*, vol. 1, no. 2, pp. 112–121, 2014.
- [40] M. Conti *et al.*, “Research challenges towards the Future Internet,” *Comput. Commun.*, vol. 34, no. 18, pp. 2115–2134, 2011.
- [41] Q.-C. Zhong and T. Hornik, *Control of Power Inverters in Renewable Energy and Smart Grid Integration*. John Wiley & Sons, 2012.
- [42] T. Atasoy, H. E. Akinç, and Ö. Erçin, “An analysis on smart grid applications and grid integration of renewable energy systems in smart cities,” in *2015 International Conference on Renewable Energy Research and Applications (ICRERA)*, 2015.
- [43] P. Kalkal and V. K. Garg, “Transition from conventional to modern grids: Modern grid include microgrid and smartgrid,” in *2017 4th International Conference on Signal Processing, Computing and Control (ISPCC)*, 2017.
- [44] C. Sharmeela, P. Sivaraman, P. Sanjeevikumar, and J. B. Holm-Nielsen, *Microgrid Technologies*. John Wiley & Sons, 2021.
- [45] E. Wood, “What is a Microgrid?,” *Microgrid Knowledge*, 2020. [Online]. Available: <https://microgridknowledge.com/microgrid-defined/>.
- [46] N. Hatziargyriou, *Microgrids: Architectures and Control*. John Wiley & Sons, 2014.
- [47] R. H. Lasseter and P. Piagi, “Microgrid: a conceptual solution,” in *2004 IEEE 35th Annual Power Electronics Specialists Conference (IEEE Cat. No.04CH37551)*, 2004, pp. 4285–4290.
- [48] B. Panajotovic, M. Jankovic, and B. Odadzic, “ICT and smart grid,” in *2011 10th International Conference on Telecommunication in Modern Satellite Cable and Broadcasting Services (TELSIKS)*, 2011, vol. 1, pp. 118–121.
- [49] C. Feisst, D. Schlesinger, and W. Frye, “Smart grid: The role of electricity infrastructure in reducing greenhouse gas emissions,” 2008.
- [50] A. Mahmood *et al.*, “Home appliances coordination scheme for energy management (HACS4EM) using wireless sensor networks in smart grids,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 32, pp. 469–476, 2014.
- [51] N. Bui, A. P. Castellani, P. Casari, and M. Zorzi, “The internet of energy: a web-enabled smart grid system,” *IEEE Netw.*, vol. 26, no. 4, pp. 39–45, 2012.
- [52] E. Fadel *et al.*, “A survey on wireless sensor networks for smart grid,” *Comput. Commun.*, vol. 71, pp. 22–33, 2015.
- [53] M. F. Akorede, H. Hizam, and E. Pouresmaeil, “Distributed energy resources and benefits to the environment,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 14, no. 2, pp. 724–734, 2010.
- [54] B. L. Capehart, “Distributed Energy Resources (DER),” *Whole Building Design Guide*, 2016. .
- [55] K. Alanne and A. Saari, “Distributed energy generation and sustainable development,”



- Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 10, no. 6, pp. 539–558, 2006.
- [56] EnTranCe, “Centre of Expertise Energy,” 2021. [Online]. Available: <https://www.en-tran-ce.org/en/over-entrance/>.
- [57] H. Wiesmeth, *Implementing the Circular Economy for Sustainable Development*. Elsevier, 2020.
- [58] P. Lacy, J. Long, and W. Spindler, *The Circular Economy Handbook: Realizing the Circular Advantage*. Springer Nature, 2019.
- [59] M. Geissdoerfer, P. Savaget, N. M. Bocken, and E. J. Hultink, “The Circular Economy – A new sustainability paradigm?,” *J. Clean. Prod.*, vol. 143, pp. 757–768, 2017.
- [60] M. S. Andersen, “An introductory note on the environmental economics of the circular economy,” *Sustain. Sci.*, vol. 2, pp. 133–140, 2007.
- [61] P. Ghisellini, C. Cialani, and S. Ulgiati, “A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems,” *J. Clean. Prod.*, vol. 114, no. 15, pp. 11–32, 2016.
- [62] J. Korhonen, A. Honkasalo, and J. Seppälä, “Circular Economy: The Concept and its Limitations,” *Ecol. Econ.*, vol. 143, pp. 37–46, 2018.
- [63] W. R. Stahel, “The circular economy,” *Nature*, vol. 531, pp. 435–438, 2016.
- [64] M. Sillanpaa and C. Necibi, *The Circular Economy: Case Studies about the Transition from the Linear Economy*. Elsevier, 2019.
- [65] “The difference between circular economy and Cradle to Cradle (C2C),” *A Floresta Nova*, 2017. [Online]. Available: <https://aflorestanova.wordpress.com/2017/02/04/the-difference-between-circular-economy-and-cradle-to-cradle-c2c/>.
- [66] MVO Platform Noord, “MVO Gids,” *MVO Platform Noord*, 2021. [Online]. Available: <https://mvoplatfornnoord.nl/mvogids/>.
- [67] MVO Platform Noord, “MVO Platform Noord,” *MVO Platform Noord*, 2021. [Online]. Available: <https://mvoplatfornnoord.nl/over-ons/>.
- [68] MVO Platform Noord, “MVO Certificaat,” *MVO Platform Noord*, 2021. [Online]. Available: <https://mvoplatfornnoord.nl/mvo-certificaat-aanvragen/>.
- [69] MBDC, “Climatex® LifeCycle™: Waste Equals Food.”



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI



Centrum Wspierania
Edukacji
i Przedsiębiorczości



QUARTER MEDIATION



LUDOR
ENGINEERING



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

"The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein."

Project Number: 2020-1-ES01-KA202-083137