



TOPSECTOR ENERGIE

Innovatie voor een duurzame toekomst

Energy Hubs

Vitale knooppunten
in een energiesysteem

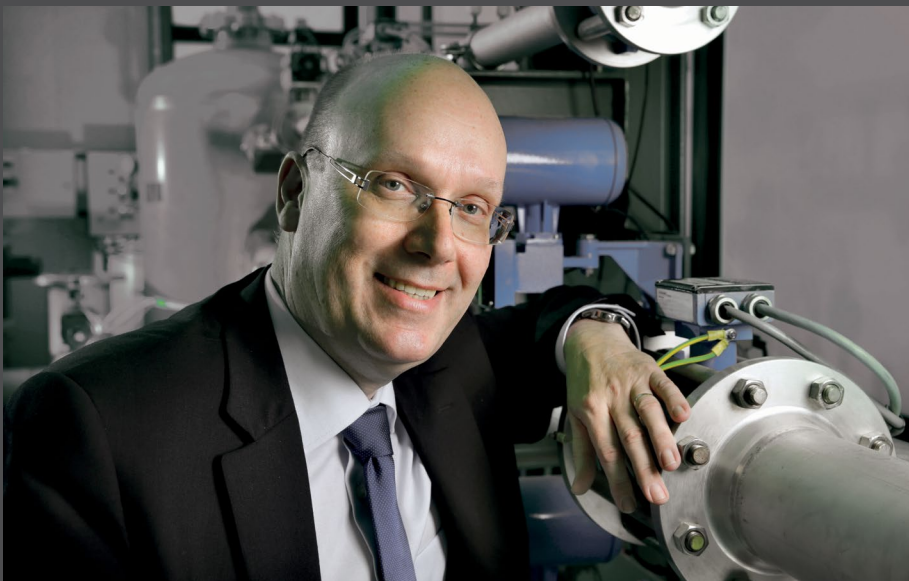


Voorwoord

De energietransitie is een zeer ingrijpende, wereldwijde en veelomvattende uitdaging die onze energievoorziening en ons energiesysteem fundamenteel gaat veranderen. Het huidige systeem is zeer stabiel, veilig en betaalbaar en dat willen we graag zo houden. Het toekomstige, duurzame, energiesysteem is een geïntegreerd systeem dat energie gebruikt afkomstig uit verschillende bronnen. Daarbij spelen zogenaamde 'Energy Hubs' een belangrijke rol. Dit zijn knooppunten waar deelsystemen van verschillende energiedragers interconnecten en energie uitwisselen. Energy Hubs hebben ook een belangrijke maatschappelijke en economische betekenis. In deze notitie delen we onze visie, beelden en ideeën over Energy Hubs. Daarmee willen we partijen die betrokken zijn bij, of belangstelling hebben voor, Energy Hubs inspireren en uitnodigen om hun kennis, inzichten, ervaren knelpunten en ontwikkelvragen te delen. Daarbij is het doel om te komen tot een nationaal ontwikkelprogramma voor Energy Hubs.

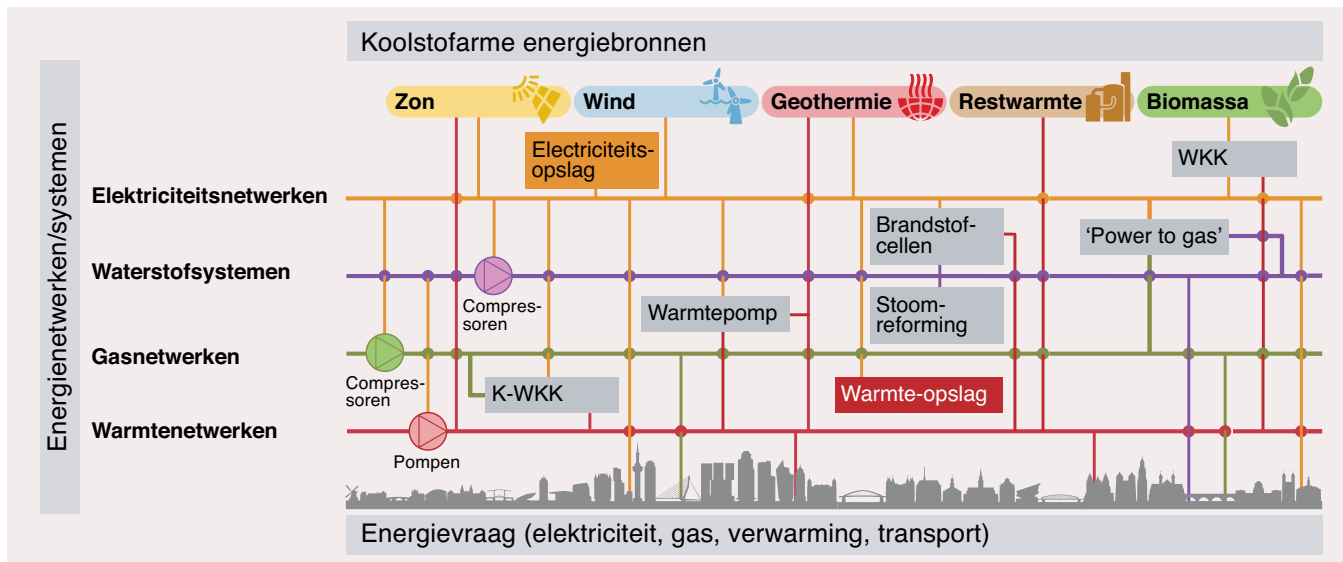
Mart van Bracht

Directeur Programma Systeemintegratie



Wat zijn Energy Hubs?

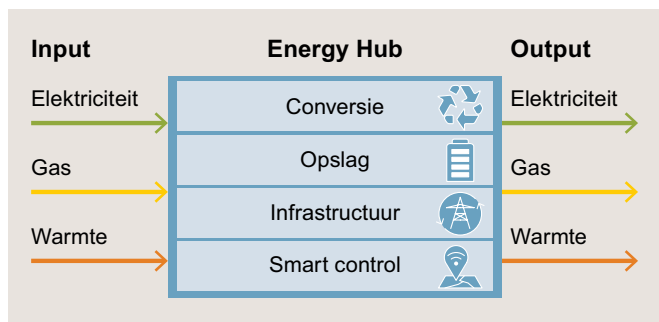
Het energiesysteem zal door de energietransitie een metamorfose ondergaan. Van een centraal gestuurd systeem, gebaseerd op fossiele brandstoffen met een gescheiden infrastructuur voor elektriciteit, gas en transportbrandstoffen, naar een duurzaam energiesysteem met enkele centrale en zeer vele gedistribueerde, decentrale opwekfaciliteiten. Deze nieuwe energievoorziening zal gebruikmaken van verschillende energiedragers en is, na een transitieperiode, uiteindelijk volledig duurzaam. Er is hierbij geen sprake meer van separate infrastructuur per energiedrager, maar van een geïntegreerd energiesysteem (zie Figuur 1).



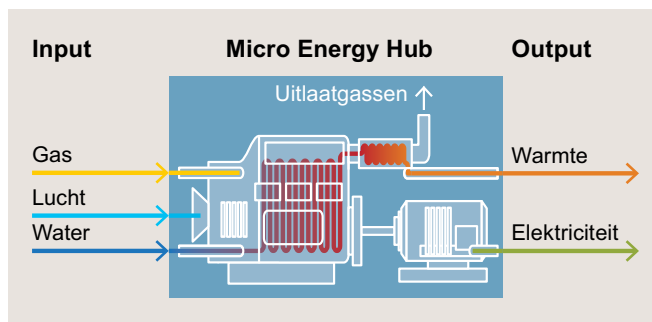
Figuur 1. Een geïntegreerd energiesysteem.

Een Energy Hub (zie Figuur 2) is een lokaal knooppunt in een geïntegreerd energiesysteem, waar het aanbod van een of meer energiedragers efficiënt, na een of meer conversie en/of opslagstappen, wordt afgestemd op de vraag naar energie. Een Energy Hub heeft een input en output functie met een of meer verschillende vormen van energie. Daarnaast beschikt een Energy Hub over energieconversie-, opslag- en/of netwerktechnologieën en een bepaalde vorm van intelligente (smart) control (zie Figuur 2). De smart control functie zorgt ervoor dat een Energy Hub efficiënt op de gewenste wijze kan functioneren. Digitalisering, waaronder algoritmes en AI, speelt hierbij een belangrijke rol.

Door het slim afstemmen van lokale vraag met het lokale aanbod van energie kunnen investeringen in infrastructuur, met name buiten de Energy Hub, beperkt worden. Daarnaast kunnen Energy Hubs door deze slimme afstemming en door opslag en conversiefaciliteiten, ook zorgen voor meer flexibiliteit in de energievoorziening. Beide eigenschappen leveren zo een belangrijke bijdrage aan het robuust en betaalbaar houden van het energiesysteem. Energy Hubs zijn er in vele vormen, met verschillende configuraties en groottes. Kleinschalige hubs, zoals het voorbeeld in Figuur 3 gebaseerd op een micro-WKK installatie, noemen we ‘micro-Energy Hubs’. Grootschalige Energy Hubs noemen we ‘macro-Energy Hubs.’ Macro-Energy Hubs kunnen op zichzelf weer bestaan uit verschillende microhubs.



Figuur 2. Het Energy Hub concept.



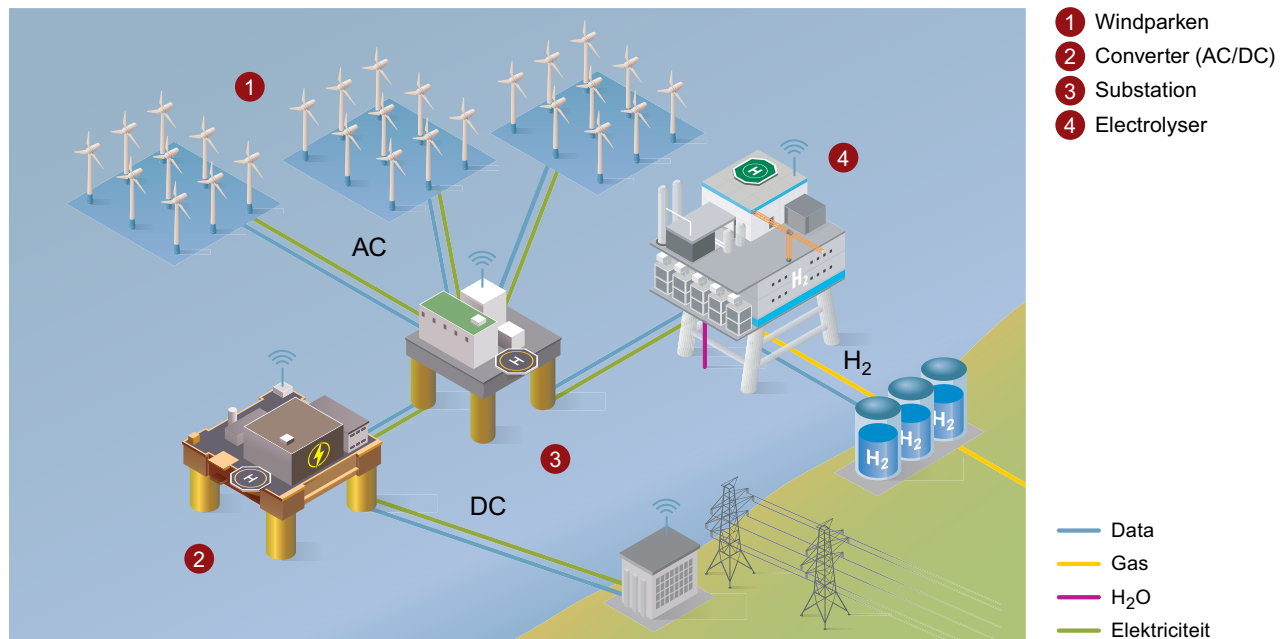
Figuur 3. Voorbeeld van een micro Energy Hub.

Voorbeelden van macro-Energy Hubs

Zoals hiervoor reeds benoemd zijn er vele vormen van macro-Energy Hubs denkbaar. Deze zijn afhankelijk van de locatie waar een hub wordt verlangd en het aanbod en de vraag naar energie. Hierna volgen enkele voorbeelden.

1. Offshore Energy Hub

Een offshore Energy Hub zet elektriciteit uit bijvoorbeeld windparken op een efficiënte wijze om in vormen van energie die passen bij de vraag. In het voorbeeld van Figuur 4 zijn dit waterstof en gelijkstroom.



Figuur 4. Visualisatie van een offshore Energy Hub.

Innovatie en Energy Hubs

Om de ontwikkeling van Energy Hubs te kunnen realiseren is op veel thema's innovatie nodig. Dit in de eerste plaats op systeemniveau. Waar in Nederland willen we Energy Hubs, bezien vanuit zowel een energievoorzieningsperspectief als vanuit andere economische en maatschappelijke behoeften? Welke integratieopties met andere hubs zijn hierbij nodig of gewenst? Andere collectieve kennisvragen zijn gericht op het ontwerpen van adequate businessmodellen die zowel collectieve als individuele systeemeisen ondersteunen en rekening houden met zowel publieke als private belangen. Tenslotte is het noodzakelijk te weten welke regelgeving de rol en het functioneren van Energy Hubs optimaal faciliteert. Voor het efficiënt functioneren van Energy Hubs is ook digitalisering van groot belang. Dit is nodig om de installaties op zichzelf en onderling adequaat te laten werken, voor energiemangement, voor administratieve en financiële transacties en voor monitoring en control. Ook hier zijn nog kennis- en innovatievragen, bijvoorbeeld wat betreft datamanagement en AI.

Daarnaast is er nog onderzoek en ontwikkeling nodig op specifieke onderdelen van Energy Hubs. Dit kunnen technische thema's zijn, maar ook economische (welke verdienmodellen zijn passend?), sociale (hoe zorgen we ervoor dat burgers en bedrijven Energy Hubs op een maatschappelijk gewenste wijze gebruiken?) en/of governance-gerelateerde (wat zijn de eigendomsverhoudingen en besluitvormingsprincipes?). Energy Hubs zijn opgebouwd met een combinatie van verschillende geïntegreerde technieken. Hierdoor zijn ze complex en vragen bovendien vaak kostbare investeringen. Ook hiervoor zijn innovaties nodig.

De Topsector Energie, Programma Systeemintegratie heeft als ambitie om deze innovaties te stimuleren, zodat de ontwikkeling van Energy Hubs wordt versneld.

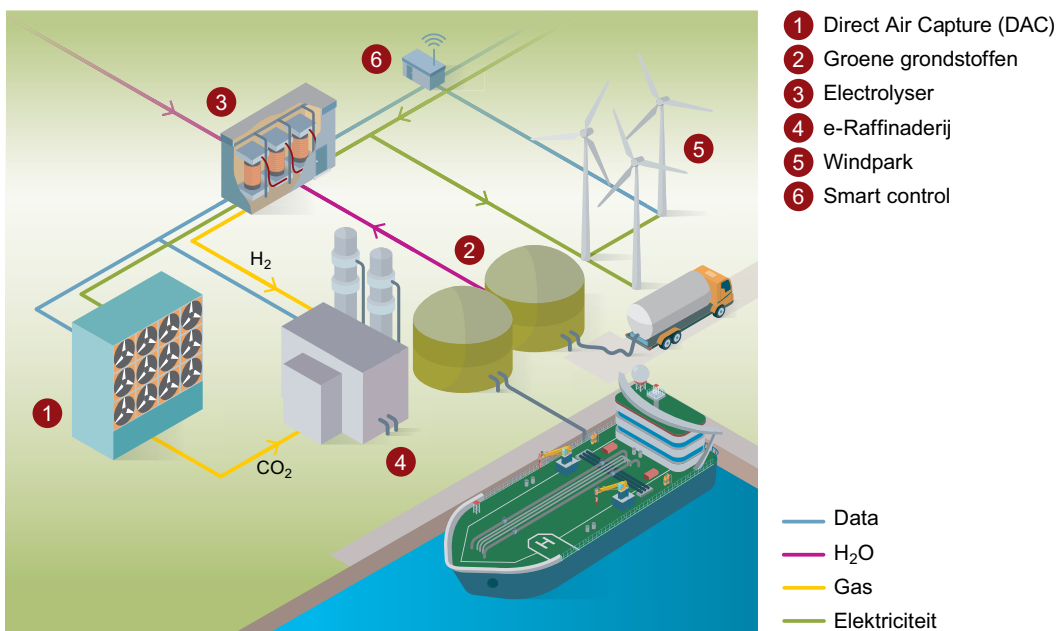


2. Industriële Energy Hub

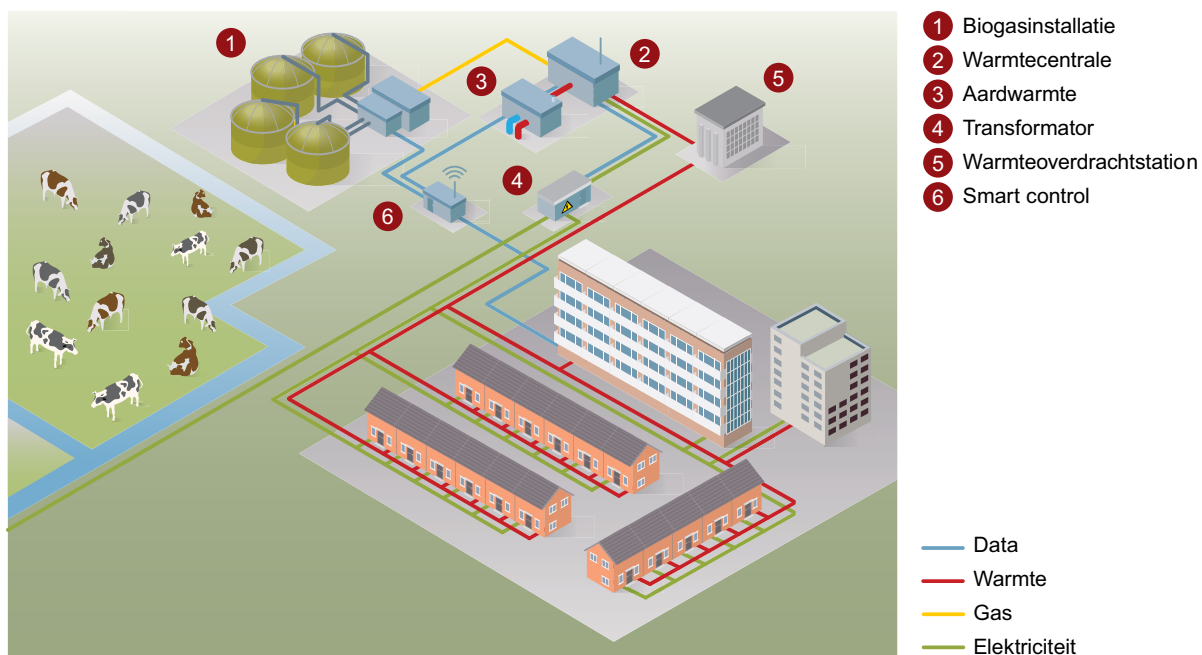
Een industriële Energy Hub zet energie, afkomstig uit een of meer verschillende bronnen, om in energiedragers die passen bij een industrieel productieproces en/of in nieuwe producten. In het voorbeeld van Figuur 5 wordt elektriciteit omgezet in groene waterstof. Deze wordt daarna gebruikt voor de productie van duurzame chemische grondstoffen, waarbij de benodigde koolstof, met een DAC-installatie (Direct Air Capture) uit de atmosfeer wordt gehaald.

3. Energy Hub op snijvlak platteland / gebouwde omgeving

Energy Hubs zijn ook van belang in het landelijk gebied en in de gebouwde omgeving. In het voorbeeld van Figuur 6 wordt biogas geproduceerd en opgeslagen en daarna middels een WKK installatie in een warmtecentrale omgezet in warmte en elektriciteit. De warmte wordt via een warmtenet geleverd aan een woonwijk. Dit net heeft aardwarmte als extra voeding. Ook deze Energy Hub heeft een smart control faciliteit en kan zo zorgen voor een flexibele energievoorziening.



Figuur 5. Visualisatie van een industriële Energy Hub.



Figuur 6. Visualisatie van een Energy Hub in het landelijk gebied.



4. Mobiliteit Energy Hub

Een mobiliteit Energy Hub zorgt voor een efficiënte levering van energie aan verschillende vervoersmodaliteiten. Het voorbeeld van Figuur 7 heeft een laadplein waar elektrische personenauto's worden geladen. Daarnaast is een laadstation beschikbaar voor batterij-elektrisch vrachtverkeer, inclusief bussen, en een vulpunt voor waterstof-elektrisch vervoer. Tenslotte heeft deze Energy Hub faciliteiten voor kleinschalig stadsvervoer ('last mile delivery'). Een elektrolyser zorgt voor de omzetting van lokaal beschikbare elektriciteit in waterstof. Opslag vindt plaats middels centrale batterijopslag en stand-alone waterstoftanks en in batterijen en waterstoftanks van voertuigen. Op deze wijze speelt deze Hub ook een belangrijke rol bij het leveren van flexibiliteit voor het in evenwicht houden van het energiesysteem, met daarin een centrale taak voor de smart control faciliteit. Het hiervoor weergegeven overzicht toont slechts enkele fictieve voorbeelden van macro-Energy Hubs. In de praktijk zullen vele verschillende varianten ontstaan. Denk hierbij aan Hubs voor de gebouwde omgeving, bedrijventerreinen, laadinfrastructuur voor binnenvaart enz.

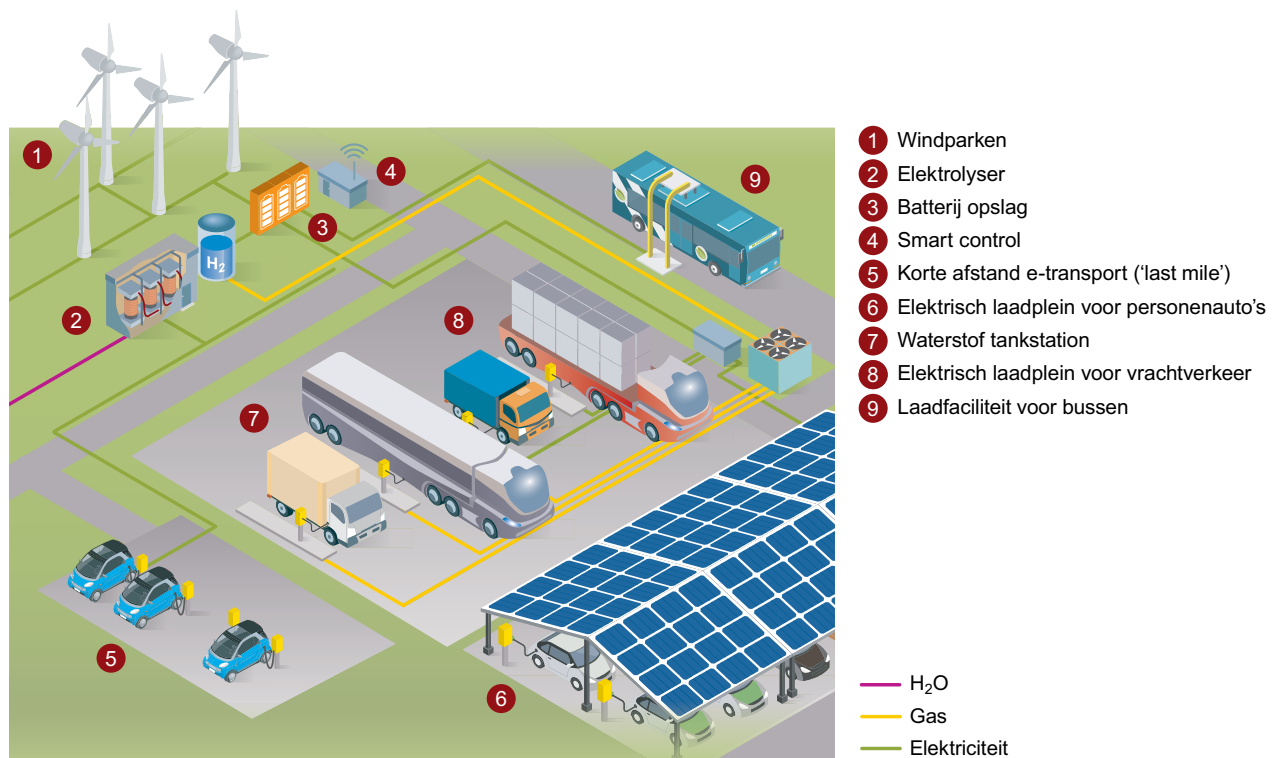
Alle hiervoor genoemde voorbeelden hebben naast faciliteiten voor het aanbieden van energie in specifieke vormen en hoeveelheden, ook mogelijkheden om het energiesysteem extra flexibel te maken. Dit zit hem in mogelijkheden voor opslag en conversie van energie en in smart control voor bijvoorbeeld 'Demand-Response' mogelijkheden.

Wat is systeemintegratie?

Systeemintegratie in het kader van de energietransitie betekent het op een gecoördineerde wijze integreren van ketens van verschillende energiedragers en gebruikssectoren tot één duurzaam, betrouwbaar, betaalbaar en veilig energiesysteem, met een breed maatschappelijk draagvlak. Deze integratie gaat niet alleen om technische, maar ook om economische, sociaal-maatschappelijke en juridische factoren.

Onder technische factoren verstaan we de gehele keten van opwek, transport, conversie, opslag en gebruik van verschillende vormen van energie. Economische factoren omvatten marktmodellen, business cases en financieringsvormen enz. Onder sociaal-maatschappelijke factoren wordt onder andere verstaan: ruimtelijke inrichting, besluitvormingsprocessen en menselijk gedrag. Juridische factoren tenslotte zijn wet- en regelgeving, inclusief het onderliggende vergunningen- en normenkader.

Dit geïntegreerde energiesysteem kent verschillende ruimte- en tijdschalen; van lokaal tot Noordwest Europese schaal en van seconden tot enkele decennia.



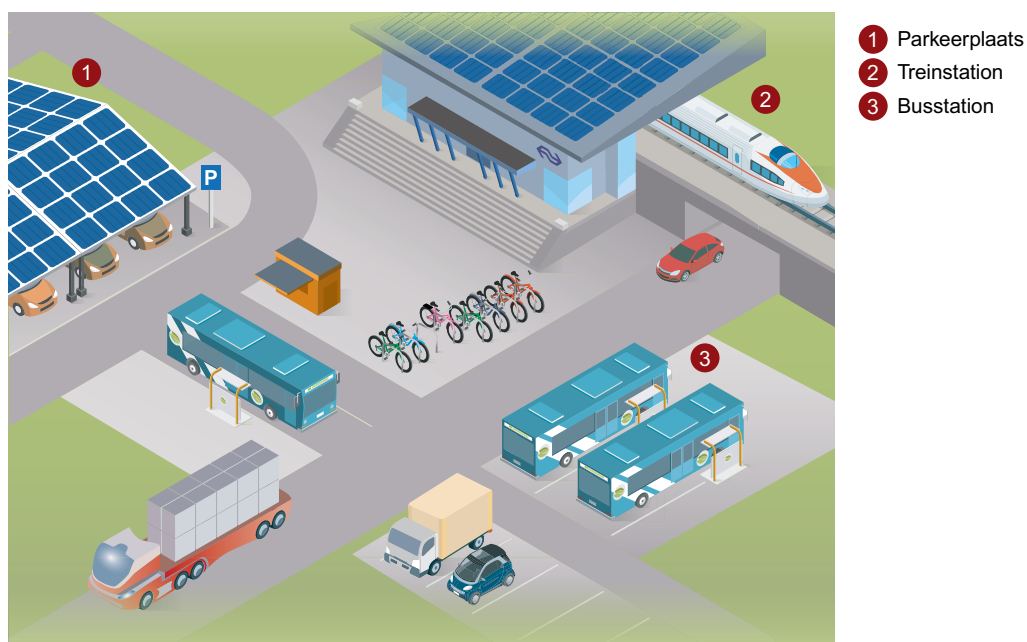
Figuur 7. Visualisatie van een mobiliteit Energy Hub.



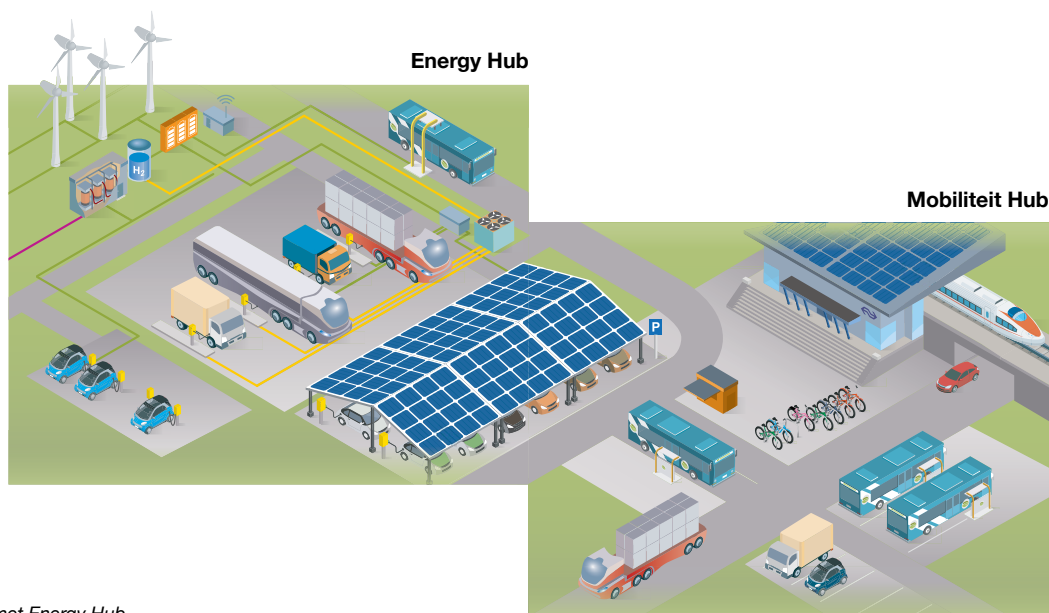
Verbondenheid Energy Hubs met andere systeemknooppunten

In een Energy Hub interacteert het energiesysteem met mobiliteit, logistieke, industriële en andere relevante ketens. Door deze slim te integreren ontstaan vele win-win situaties. Denkbaar zijn synergievoordelen vanuit technisch, infra-structureel, ruimtelijk, economisch en gebruikersperspectief. De mobiliteit Energy Hub in Figuur 7 zou kunnen worden geïntegreerd met een Mobiliteit Hub (zie Figuur 8), bijvoorbeeld aan de rand van een stad. Deze integratie is verbeeld in Figuur 9.

Automobilisten kunnen hier overstappen op openbaar vervoer, terwijl hun elektrische auto op een laadplein wordt opgeladen. Vrachtverkeer kan hier haar vracht overladen in duurzame kleinschalige voertuigen, die de vracht naar de exacte plaats van bestemming in een stad brengen ('last mile transport' én tevens hun batterijen en tanks vullen met elektriciteit en/of brandstoffen. Deze Hub heeft hierdoor een dubbele functie: laagdrempelige toegang tot verschillende transport en vervoersmogelijkheden en een bijdrage leveren aan een efficiënte en flexibele energievoorziening.



Figuur 8. Mobiliteit Hub.

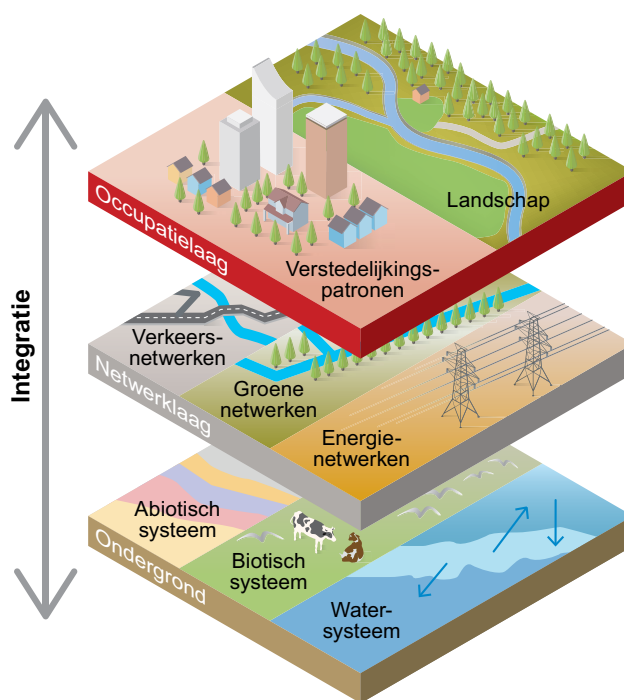


Figuur 9. Integratie Mobiliteit Hub met Energy Hub.



Het belang van Energy Hubs

Energy Hubs zijn de ‘toegangspoorten’ tot energie en op deze wijze bepalend voor economische en ruimtelijke ontwikkelingen. Door het slim integreren van meerdere functies, krijgen Energy Hubs een brede economische en maatschappelijke rol. De omgeving van Energy Hubs worden daarbij aantrekkelijk als vestigingslocatie voor bedrijven of om te wonen. Het kiezen van locaties voor Energy Hubs vraagt dan ook een integrale aanpak en planning, waarbij naast energie verschillende andere functies worden meegenomen (zie Figuur 10). Energy Hubs kunnen zowel bij het publieke en/of het private domein behoren. Waar hierbij de optimale grens ligt, is onderwerp van nader onderzoek.



Figuur 10. Meerlagenmodel ruimtelijke inrichting.



Systeemintegratie draagt ertoe bij dat het nieuwe energiesysteem niet alleen duurzaam wordt, maar ook betrouwbaar, veilig en betaalbaar blijft.

Colofon

Dit is een uitgave van Topsector Energie – Systeemintegratie

December 2021
Versie 2

www.topsectorenergie.nl/systeemintegratie

