

HET ABC VAN DE ENERGIE- INTEGRATIE

Veel gebruikte termen (met
hun definities) behorende bij
energiesysteemintegratie





Het ABC

van de energie-integratie

Veel gebruikte termen (met hun definities)
behorende bij energiesysteemintegratie

Joost Krebbekx	Maarten Afman	Hans Wiltink
Niki Lintmeijer	Sofia Cherif	
Peter Graafland		ISPT
Bert den Ouden	CE Delft	

Berenschot

September 2015



Inhoud

Voorwoord	7	Elektriciteit	14
ABC van energiesysteemintegratie en elektriciteit	9	Exergie	14
All-electric	9	Flexibiliteit	14
APX	9	Fluctuerende energiebronnen	15
Balans, balanshandhaving	9	Frequentiebalancerings	15
Betrouwbaarheid	11	Grootverbruik	15
BIPV	11	Hoogspanningsnet	15
Black out	11	Hybride systemen	15
Congestie	11	Installed base	16
COP (Coefficient of Performance)	12	Intermitterende energiebronnen	16
Day-ahead markt	12	Interconnectie	16
Decentrale energie	13	Kleinverbruik	17
Demand side management	13	Koperen plaat	17
Distributienet	13	Laagspanningsnet	17
Draaiende reserve (spinning reserve)	13	Landelijk net (landelijk hoogspanningsnet) ..	17
		LEN (Local Energy Network)	19
		Marktkoppeling	19
		Merit order	20

Must run	21	Spark spread en dark spread	27
Netbeheerder	22	Spotmarkt	27
'Over the Counter' (OTC) markt	22	Systeemintegratie	27
Power to X	22	Transmission System Operator (TSO)	28
Prijsduurkromme	23	Vollasturen	28
Prosumer	24	Volatiliteit	29
PV (photovoltaic/zon-PV)	24	WKK	29
Programmaverantwoordelijke (PV) partijen ...	24	Zeven kranen model	29
Onbalansmarkt	25		
Regel- en reservevermogen	26		
Regionaal net (distributienet)	26		
		Gebruikte bronnen	31

Voorwoord

In de afgelopen maanden is er een uniek project in Nederland uitgevoerd met de werktitel “Power-to-products” (P2P project). Dit project vond plaats op het snijvlak van de energiewereld, de proces-industrie en technologie-engineers. Een mooi voorbeeld van wat in het jargon ook wel eens een cross-over project genoemd wordt.

Aan dit traject deden de volgende partijen mee: DOW, Akzo Nobel, Avebe, Smurfit Kappa, Friesland-Campina, Eneco, DELTA Netwerkbedrijf, Enexis,

Tennet, Royal Haskoning DHV, Cofely, DWA, Zeeuwind, Siemens, FME, VNCI en Netbeheer Nederland, gefaciliteerd door Berenschot, CE Delft en ISPT.



Naast vijf concrete business cases en inhoudelijke interessante toekomstige ontwikkelingen op het gebied van, Demand Side management, energietechnologie, energiescenario's, prijsvoorspellingen en contractinnovaties, was er een belangrijke andere ontdekking in dit traject waar dan ook veel aandacht aan is besteed: de verschillende sectoren kennen elkaar niet of nauwelijks als het gaat om langetermijnbelangen en spreken elkaars taal niet, zodat vaak langs elkaar heen gecommuniceerd wordt.

Kortom: een belangrijke (bij)vangst van dit traject was voor ons het op een rijtje zetten van belangrijke begrippen in de energiewereld en het duiden van de betekenis daarvan, zodat vervolgprojecten en andere geïnteresseerden met de vruchten van dit project aan een vliegende start kunnen beginnen.

Dit overzicht legt de focus op begrippen die te maken hebben met de elektriciteitssector en elektrificatie in relatie tot energiesysteemintegratie. Begrippen uit de

gas-/warmtesector zijn binnen Power-to-Products minder aan de orde geweest en worden hierin dan ook buiten beschouwing gelaten.

De inhoud is voor rekening van de auteurs.

Berenschot	CE Delft	ISPT
<i>Utrecht</i>	<i>Delft</i>	<i>Amersfoort</i>

ABC van energiesysteemintegratie en elektriciteit

ALL-ELECTRIC

All-electric houdt in dat het energiesysteem van een huis of fabriek elektrisch werkt. Een onderdeel hiervan is dat er bijvoorbeeld ook elektrisch wordt verwarmd i.p.v. met conventionele brandstoffen zoals aargas.

APX

De Amsterdam Power Exchange (APX) is een elektriciteitsbeurs waarop erkende marktpartijen in elektriciteit handelen op de Day-ahead spotmarkt en Intraday markt. Op de APX wordt een belangrijk deel

van de handel met het buitenland afgewikkeld. De spotmarkten zijn via het Europese systeem de marktkoppeling verbonden met de markten van België, Duitsland, Frankrijk en tevens met Noorwegen en Engeland.

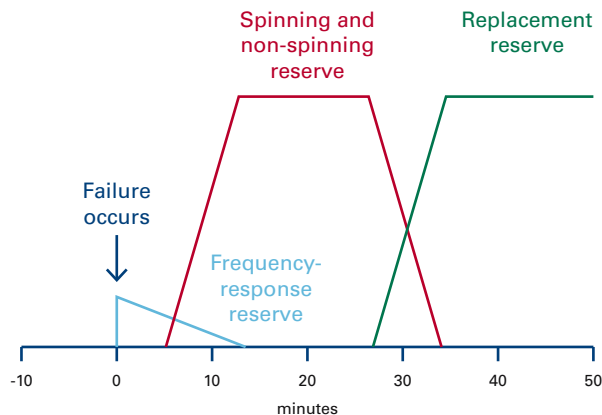
Zie ook: Zevenkranenmodel en Marktkoppeling

BALANS, BALANSHANDHAVING

TenneT is als de landelijke netbeheerder verantwoordelijk voor het bewaken, en waar nodig herstellen, van de balans tussen de vraag naar en aanbod van elektriciteit in het elektriciteitssysteem.

TenneT gebruikt hiervoor een aantal mechanismes en daarnaast is een belangrijke rol weggelegd voor de programmaverantwoordelijke partijen.

Voor balanshandhaving is op de meest korte tijdschaal (real time) *frequentiebalancering* van belang. Het Europese elektriciteitssysteem is ingericht op wisselspanning met een frequentie van 50 Herz. Het handhaven van de stabiliteit van deze frequentie is nodig om apparaten en installaties goed te laten werken. TenneT is voor het Nederlandse elektriciteitsnetwerk de verantwoordelijke voor het waarborgen van de frequentiestabiliteit. Voor het opvangen van frequentieslingeringen dient de *primaire reserve*, die volledig geautomatiseerd is. De omvang van deze reserve is circa 100 MW en wordt veelal middels centrales vanaf 5MW ingevuld.



De balans tussen vraag naar en aanbod van elektriciteit op een iets langere tijdschalen wordt gedaan via de markten voor regel-, reserve- en noodvermogen, de onbalansmarkt.

Zie ook: Programmaverantwoordelijke partijen; Onbalansmarkt.

BETROUWBAARHEID

De mate waarin het elektriciteitssysteem opereert en elektriciteit levert volgens de afspraken en verwachtingen. Maatstaven voor netbeheerders zijn de *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI), of de *Customer Average Interruption Duration Index* (CAIDI), maar er zijn nog veel meer.

BIPV

In BIPV (Building Integrated Photovoltaics) is de zon-PV technologie geïntegreerd (bouwkundige) elementen van het gebouw, zoals gevelbeplating of dak. Vaak op een esthetische of architectonisch verantwoorde wijze. BIPV neemt op dit moment een vlucht in Nederland omdat wij een dichte bebouwing kennen en welstand een belangrijke rol speelt.

Zie ook: PV (photovoltaic)

BLACK OUT

Een energie black-out is een ongeplande storingssituatie waarbij (een deel van) één of meerdere netten voor elektriciteit spanningsloos is. Vaak betreft het bij een blackout een grote storing in de wijkcentrale, kortsluiting of kabelbreuk. Het komt in Nederland betrekkelijk weinig voor.

Zie ook: Betrouwbaarheid

CONGESTIE

Congestie ontstaat als de gevraagde transportcapaciteit in (een onderdeel van) het elektriciteitsnet groter is of dreigt te worden dan de beschikbare capaciteit. Congestie kan optreden op verschillende segmenten van het net, bijvoorbeeld in de buurt van eindafnemers of op de interconnectoren. Congestie-management betreft systemen waarbij schaarse transportcapaciteit verdeeld wordt (door bijvoor-

beeld prijsprikkels) op het moment dat de congestie ontstaat.

COP (COEFFICIENT OF PERFORMANCE)

Dit getal geeft de verhouding weer tussen de hoeveelheid per tijdseenheid opgenomen energie en de resultante nuttige energie. Het is dus een maat voor de energie-efficiëntie van een bepaalde technologie. Hoe verder de COP boven de waarde 1 ligt, hoe beter. Bij een COP lager dan 1 dan raak je in principe energie kwijt. Bij onder andere warmtepompen wordt de COP wordt verder beïnvloed door in- en uitgaande temperatuur- en drukken. Als een warmtepomp of compressor naar een hoger verschil in temperatuur of druk moet opwerken dan wordt de COP lager.

DAY-AHEAD MARKT

De voornaamste handelsmarkt (beurs) voor elektriciteit, voor levering de volgende dag. Heet ook wel spotmarkt. In Nederland verzorgt de APX organisatie deze markt. Biedingen (vraag en aanbod) kunnen ingelegd worden tot 12:00 uur vóór de dag van levering. Om 12:00 uur sluit de beurs, worden alle biedingen (vraag en aanbod) naast elkaar gelegd en worden de prijzen bekend (voor ieder uur van de volgende dag geldt een aparte prijs). Bedrijven kunnen dus energie inkopen of verkopen voor ieder uur van de volgende dag. De dag loopt van 0-23:59 uur

Nadat de day ahead markt is gesloten kan nog worden gehandeld worden op de intradaymarkt. De day ahead markt is gekoppeld aan soortgelijke markten in omringende landen.

Zie ook: Zevenkranenmodel; Intradaymarkt; Marktkoppeling

DECENTRALE ENERGIE

Decentrale productie van energie vaak voor lokaal of eigen gebruik, bijv. door WKK bij tuinders en industrie, microWKK of zon-PV bij huishoudens.

Zie ook: PV (photovoltaic); WKK

DEMAND SIDE MANAGEMENT

Het op- en afregelen van de elektriciteitsvraag en/of productie, bij een afnemer van energie, op grond van sturing, bijvoorbeeld financiële prikkels. Stel dat de elektriciteit goedkoop is op een bepaald moment, dan kan de gebruiker op dat moment meer afnemen (om direct te gebruiken; op te slaan, of om te zetten in een andere energievorm). Bij een hoge prijs van elektriciteit kan diezelfde afnemer juist besluiten om minder elektriciteit af te nemen, door bepaalde processen te stoppen of te temperen, of bijvoorbeeld naar een andere energiedrager over te stappen.

DISTRIBUTIENET

Zie ook: regionaal net

DRAAIENDE RESERVE (SPINNING RESERVE)

Een naam voor het regel-, reserve en noodvermogen dat wordt geleverd door centrales die draaiend gehouden worden om de balans tussen vraag naar en aanbod van elektriciteit in stand te houden. Dit zijn vaak fossiele centrales. Door de centrale niet op de maximale of minimale belasting (pieklast of minlast) te draaien, kan er op ieder moment meer en minder elektriciteit worden geproduceerd.

De mechanische energie van de draaiende turbine-generator vervult ook een belangrijke rol bij de frequentiestabiliteit.

ELEKTRICITEIT

Elektriciteit ontstaat als geladen deeltjes elkaar aantrekken en afstoten. Als elektrische ladingen bewegen, heet dat stroom: een energievorm die te transporteren is. Bij wisselspanning bewegen de deeltjes in een bepaalde frequentie op en neer, deze frequentie wordt uitgedrukt in Hertz (Hz). Elektriciteit wordt opgewekt door verbranding van fossiele brandstoffen (gas, steenkool, bruinkool, olie), met duurzame energiebronnen (wind, zon, biomassa, waterkracht, aardwarmte) en uit kernenergie. Elektriciteit is als energiedrager niet alleen een 'eindproduct' dat bij een eindafnemer wordt geconsumeerd voor een elektrische toepassing, maar kan ook omgezet worden in andere vormen van energie.

Zie ook: Power to X

EXERGIE

De mate waarin energie ook arbeid kan leveren. Elektrische energie heeft een hoge exergie: je kunt er veel mee. Een vorm van energie van lage exergie is 'restwarmte': je kunt er niet zoveel mee, het is warmte van lage kwaliteit. Met een elektrische warmtepomp wordt de exergie van de elektriciteit gebruikt om de exergie van omgevingswarmte te vergroten tot een nuttige temperatuurniveau, waar de geproduceerde warmte voor een proces of aandrijving gebruikt kan worden.

FLEXIBILITEIT

Dit kan slaan op het vermogen van een elektriciteitsproducent of -afnemer om de productie naar eigen wil op - of af te regelen, respectievelijk de vraag naar elektriciteit te vergroten of te verkleinen, en dit te doen reagerend op momenten van overschotten of schaarste van elektriciteit. Dit kan worden gestuurd

door bijvoorbeeld spotmarktprijzen of de markten voor regel-, en reserve vermogen, de onbalansmarkt. Het hele elektriciteitssysteem vraagt om een bepaalde mate van flexibiliteit om de systeembalans te handhaven. Als er meer fluctuerende energiebronnen in het systeem worden toegevoegd, dan wordt de vraag naar flexibiliteit van het hele systeem groter omdat er meer fluctuaties in het aanbod ontstaan.

FLUCTUERENDE ENERGIEBRONNEN

(ook wel: variabele of intermitterende energiebronnen of VRES - 'variable renewable energy resources')

In Nederland met name elektriciteit uit windenergie en zonne-energie. De fluctuaties ontstaan vaak door weerspatronen: er wordt meer stroom opgewekt als de wind harder waait of de zon meer schijnt.

Naast onregelmatige fluctuaties zijn er ook voorspelbare variaties: dag / nacht / seizoen patronen bij wind- en zonne-energie, het getij bij getijde-energie.

FREQUENTIEBALANCERING

Zie: Balanshandhaving

GROOTVERBRUIK

Aansluiting groter dan kleinverbruik, in Nederland meer dan 50 kW / 3x80A.

HOOGSPANNINGSNET

Elektriciteitsnet met een spanningsniveau vanaf 1 kV.

Zie: landelijk net

HYBRIDE SYSTEMEN

Hybride systemen kunnen op meerdere energiebronnen draaien. Dit betekent dat het systeem kan

switchen. Een voorbeeld is de hybride auto, die kan rijden op elektriciteit of benzine. Een ander goed voorbeeld is de hybride warmtepomp die warmte opwekt uit elektriciteit of gas. In de industrie kan ook de stoomvoorziening hybride zijn, bijvoorbeeld een WKK-installatie of stoomketel op gas en een ketel op elektriciteit. Hybride systemen kennen inherente flexibiliteit uit de mogelijkheid te kunnen wisselen tussen energiedragers.

INSTALLED BASE

Het aantal eenheden van een systeem of product dat momenteel in gebruik is. Bijvoorbeeld de installed base van WKK-installaties in Nederland.

INTERMITTERENDE ENERGIEBRONNEN

Zie: Fluctuerende energiebronnen.

INTERCONNECTIE

Verbindingen over de landsgrenzen verzorgen de import, export en transit (doorvoer) van elektriciteit tussen verschillende landen. Elektriciteit kan niet onbeperkt tussen landen worden uitgewisseld. Er moet altijd worden nagegaan of de fysieke afhandeling, het daadwerkelijke transport, wel technisch mogelijk is. Hiervoor moet voldoende landsgrens-overschrijdende transportcapaciteit (ook wel interconnectiecapaciteit genoemd) beschikbaar zijn om levering mogelijk te maken.

Nederland heeft zeven landsgrensoverschrijdende verbindingen, met Duitsland, België, Noorwegen en Groot-Brittannië. Deze kabels zijn van groot belang voor de stabiliteit van de frequentie van het net maar ook de prijsvorming van de elektriciteit. Is immers bijvoorbeeld de prijs in Duitsland laag (omdat de zon daar hard schijnt), dan kan dus goedkope energie worden ingevoerd. De kabel van/naar Noorwe-

gen is van belang in verband met de elektriciteit uit waterkrachtcentrales en de mogelijkheid tot *pumped hydro*, een vorm van energie opslag door middel van waterkracht reservoirs.

Zie ook: Marktkoppeling

KLEINVERBRUIK

Een kleinverbruiksaansluiting is een aansluiting kleiner dan 50 kW (3x 80A).

KOPEREN PLAAT

Een ideaalbeeld waarbij het elektriciteitsnetwerk op geen enkele manier een beperking vormt voor het afwikkelen van de transacties van elektriciteitsproducenten en -consumenten. In de praktijk wordt dit ideaalbeeld benaderd door de netbeheerder verantwoordelijk te maken voor het oplossen van

transportbeperkingen waardoor marktpartijen geen rekening hoeven te houden met eventuele congestie.

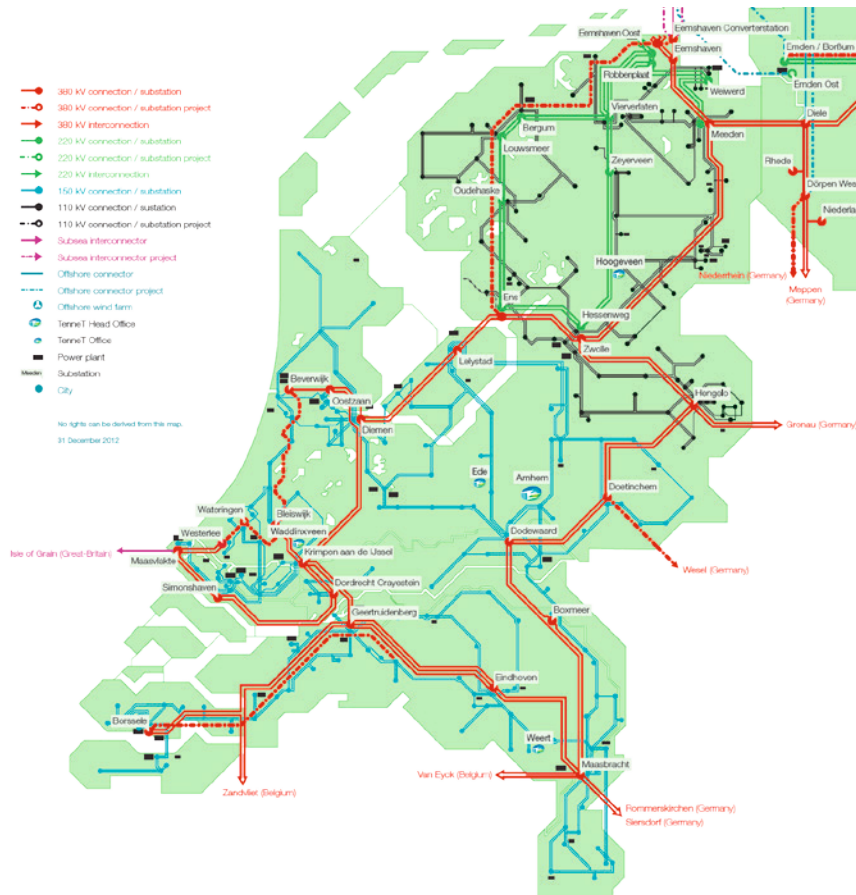
LAAGSPANNINGSNET

Het elektriciteitsnet op een spanningsniveau lager dan 1 kV, beheerd door een regionale netbeheerder, en bedoeld om kleinverbruikers (woningen en kleinbedrijf) aan te sluiten.

LANDELIJK NET (LANDELIJK HOOGSPANNINGSNET)

Het landelijk hoogspanningsnet bestaat uit netdelen van 110, 150, 220 en 380kV en wordt beheerd door TenneT. Het wordt ook wel transport-, transmissie- of koppelnet genoemd. Het transport met hoge spanning levert minder verlies van elektriciteit op en is vooral voordelig bij transport over grotere afstanden.

Bij 1 tot 50 kV spreken we in Nederland van middenspanning. Onder de 1 kV van laagspanning. Vanaf 220 kV heet het extra hoogspanning.



LEN (LOCAL ENERGY NETWORK)

Een lokaal electriciteit net. Vaak zijn deze LEN's niet aangesloten is op het landelijk net. Dit wordt ook wel off grid genoemd. In rurale gebieden in Africa komen dit soort netwerken vaak voor.

MARKTKOPPELING

Marktkoppeling is een mechanisme waarmee wordt bedoeld dat de Nederlandse elektriciteitsmarkt is verbonden met de elektriciteitsmarkten van in omringende landen. Momenteel zijn dat die van de Centraal West Europese Regio (Duitsland, Luxemburg, België en Frankrijk), Noorwegen en Groot-Brittannië. Samen vormen deze een grotendeels geïntegreerde Noordwest-Europese day ahead markt. De marktkoppeling tussen de day ahead markten zorgt ervoor dat de grenscapaciteit altijd optimaal wordt gebruikt, en zorgt ervoor dat producenten en

afnemers in de verschillende landen elkaar optimaal weten te vinden. Marktkoppeling is in verschillende stappen door transmissiesysteembeheerders en elektriciteitsbeurzen geïmplementeerd en uitgebreid.

Marktkoppeling bereikt een maximalisering van het gebruik van interconnectiecapaciteit uit een gezamenlijke berekening van alle spotprijzen door de samenwerkende beurzen en transmissiesysteembeheerders.

De beurzen delen hun orderboeken (alle vraag- en aanbodbiedingen van alle marktdeelnemers), waarna de groothandelsprijzen en de grensoverschrijdende stromen voor alle uren van de volgende leveringsdag worden berekend op een geïntegreerde manier. Bij deze berekening worden de maximale waarden van de interconnectie zoals bepaald door de transmissiesysteembeheerders gebruikt. Deze berekenen de maximale toegestane interconnectie op een gecoördineerde manier uit de fysieke capaciteit van de

interconnectoren en de overeengekomen normen voor een veilige exploitatie van de netten.

Het eindresultaat is een systeem waarin de juiste hoeveelheden elektriciteit altijd in de juiste richting stromen, waardoor uiteindelijk op ieder moment wordt mogelijk gemaakt dat de meest concurrerende en competitieve opwekkers leveren aan de markt.

Koppeling van elektriciteitsmarkten leidt hiermee tot efficiënte prijsvorming, het meest optimale gebruik van de interconnectie, en draagt daardoor ook bij aan een gelijk Europees speelveld voor energie-intensieve industrieën.

Zie ook: APX, Day-ahead markt en Interconnectie

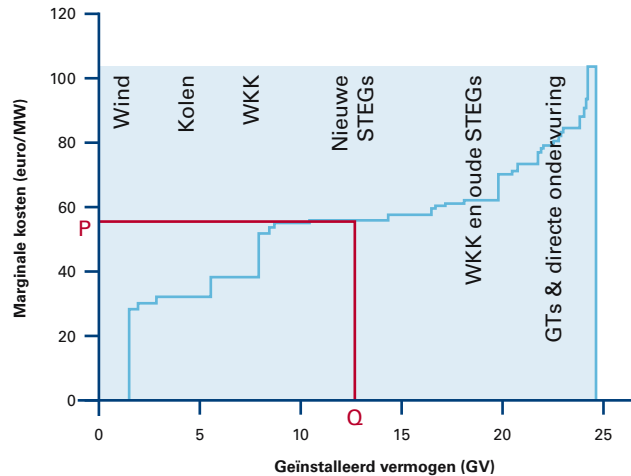
MERIT ORDER

Het merit order model is een manier om naar de technieken voor bijvoorbeeld de opwek van elektriciteit te kunnen kijken, en te begrijpen hoe prijsvorming op een elektriciteitsmarkt tot stand komt.

In de merit order worden de technieken gerangschikt in volgorde van opwekkingskosten, waarbij naar de marginale (variabele) kosten van de opwektechniek wordt gekeken. Ook wordt in de merit order weergegeven wat de beschikbare opwekkingscapaciteit is.

Dit model helpt om prijsvorming op de elektriciteitsmarkten te begrijpen. Door af te lezen welke centrale of techniek de marginale centrale is bij een gegeven elektriciteitsvraag, volgt een prijs. Marginale kosten beprijzing is namelijk een kenmerk van een efficiënt werkende markt met veel aanbieders.

De merit order is wel een sterk vereenvoudigd model om naar de marktprijzen te kijken omdat bijvoorbeeld must-run, start-/stop kosten, flexibiliteit, ramp rates et cetera niet zijn meegenomen, maar deze bepalen ook mede de prijsvorming.



MUST RUN

Must run betekent, bij elektriciteitscentrales, dat het al dan niet in bedrijf zijn niet beïnvloed wordt door de elektriciteitsmarkt. Dit kan zijn vanwege bijvoorbeeld een gekoppelde warmtevoorziening (WKK), of bijvoorbeeld het verwerken van procesgas uit productieprocessen. Deze eenheden zijn niet flexibel inzetbaar en moeten dus wel draaien.

Niet alleen centrales kunnen *must run* zijn, ook de vraag kan dat. Veel industriële productieprocessen worden bedreven op een wijze waarbij levering uit het primaire proces aan klanten moet worden gegarandeerd, ten aanzien van het betrekken van stoom of elektriciteit kennen deze processen vaak een *must run* karakter.

Een optie om toch te flexibiliseren is bij WKK's om de capaciteit voor stoomproductie uit conventionele gas- en elektrische ketels te vergroten, zodanig dat

de elektriciteit- en warmteproductie uit de WKK kan worden verminderd, afhankelijk van de *spark spread*.

NETBEHEERDER

Netbeheerders zijn gereguleerde bedrijven die het transport of de distributie van elektriciteit en/of gas verzorgen. Er is in iedere regio – naast de landelijke netbeheerder – altijd maar één regionale netbeheerder voor een energiedrager. Het kan wel zijn dat de netbeheerder voor elektriciteit een ander is dan die voor elektriciteit en/of warmte. In Nederland beheeren DELTA Netwerkbedrijf, Enexis, Liander, Stedin, Westland Infra, Endinet, Rendo en Cogas de regionale netten voor elektriciteit.

De landelijke netbeheerders zijn TenneT (voor elektriciteit) en Gasunie (voor gas).

Netbeheerders worden gereguleerd door de toezichthouder ACM (Autoriteit Consument en Markt).

‘OVER THE COUNTER’ (OTC) MARKT

De OTC-markt wordt ook wel de termijnmarkt genoemd. Op deze markt komen transacties tot stand die niet via de beurs gaan, dit zijn vaak lange-termijncontracten. Het gaat om onderlinge contracten, ook wel genoemd bilaterale contracten, tussen bijvoorbeeld een afnemer; leverancier; en/of handelaren (brokers).

POWER TO X

Power to X : Heat / Pressure / Chemicals / Products / Gas / Hydrogen / Methane etc.

Power to X is een term waarbij de X voor een bepaald energieproduct of commodity staat die met de inzet van elektriciteit kan worden gemaakt. Deze technieken worden een speciale rol in de energietransitie toebedeeld. Het idee is namelijk dat elektriciteit op

een relatief duurzame wijze wordt geproduceerd (met wind-, zonne-, waterkracht-, getijde-, of biomassa-energie bijvoorbeeld), en dat deze duurzame elektriciteit dan wordt gebruikt voor het maken van (hoogwaardige) warmte/stoom, druk, koude, chemische grondstoffen, gassen (zoals waterstof), et cetera. Deze andere energiedragers, grondstoffen, producten zijn hiermee inherent duurzaam (net zo duurzaam als de gebruikte energie en eventuele andere hulp/grondstoffen).

Een subgroep van Power to X - technieken is van speciaal belang omdat deze technieken op een flexibele wijze kunnen worden ingezet, zodat deze opties een goede bouwsteen zijn van een energiesysteem waarin periodiek grote “overschotten” van duurzame elektriciteit hun weg moeten vinden naar een nuttige toepassing. Dit is bijvoorbeeld het geval in een energiesysteem waarin het opgesteld vermogen van wind- en zonne-energie de piekvraag overstijgt, zoals

bijvoorbeeld Denemarken, waar al veel capaciteit voor Power2Heat is.

Power2Products is ook de naam van het project dat in 2015 is uitgevoerd in een groot consortium door Berenschot, CE Delft en ISPT, waarin met industriebedrijven business cases voor Power to X zijn gemaakt. In dit project is ook een “staalkaart” van Power to X technieken ontworpen, waar de meest relevante technieken met hun technische karakteristieken en TRL niveau op staan.

PRIJSDUURKROMME

Een durkromme van de elektriciteitsprijzen: grafiek waarbij de prijs verticaal staat en de waarden gesorteerd en aflopend worden weergegeven. De grafiek wordt gebruikt om te zien hoe vaak in een periode een bepaalde electriciteitsprijs voorkomt of gaat voorkomen. Dit kunnen dagprijzen, uurprijzen en kwartierprijzen zijn. Door de toekomstige verande-

ringen in het energiesysteem zullen prijsduurkrommes flink gaan wijzigen. Er zijn allerlei modellen om toekomstige prijsduurkromme te berekenen. Naast duurkrommen zijn ook andere visualisaties van prijzen van belang voor een goed begrip, bijvoorbeeld de prijs door het jaar heen, de gemiddelde prijzen over de dag, etc.

PROSUMER

Een consument die zowel elektriciteit afneemt als produceert. Een voorbeeld zijn consumenten met zonnepanelen en industrie met eigen WKK centrales, die daarmee zelf produceren.

PV (PHOTOVOLTAIC/ZON-PV)

Met deze term worden zonnecellen aangeduid. Foto-nen zijn immers de energiedragers die door middel van halfgeleidende materialen en het fotonvoltaïsche effect worden omgezet in spanning (Volts). Zo zet-

ten we zonne-energie om in elektriciteit. Rendementen en prijzen van verschillende soorten zonnecellen kunnen nog verschillen. De laatste jaren zijn de PV-panelen, ofwel zonnepanelen, sterk in prijs gedaald. Zonnecellen worden nog steeds beter en goedkoper.

PROGRAMMAVERANTWOORDELIJKE (PV) PARTIJEN

Programmaverantwoordelijkheid is de verantwoordelijkheid van afnemers en vergunninghouders om programma's voor productie, transport en verbruik van elektriciteit op te stellen voor de netbeheerders en zich overeenkomstig deze programma's te gedragen.

De meeste energieleveranciers zijn ook een PV partij. Je kunt alleen handelen op de energiebeurs als PV partij of via een PV partij. Het energieprogramma (E-programma) wordt dagelijks opgesteld en ingediend, waarbij de PV-partij zo goed mogelijke

voorspellingen maakt van de elektriciteitsvraag van haar afnemers, en er voor zorgt dat de corresponderende hoeveelheid elektriciteit is ingekocht. De PV-partij koopt meestal een deel van de elektriciteit al lang van tevoren in, en een ander deel op de spotmarkt(en).

In de praktijk verlopen de daadwerkelijke productie en/of het verbruik niet altijd precies volgens de afspraken, hetgeen leidt tot onbalans. Daarom is een systeem nodig om de verschillen tussen transacties en werkelijkheid te verrekenen. TenneT stelt de verschillen vast en zorgt voor de verrekening.

ONBALANSMARKT

Onbalansmarkt is de term voor het stelsel van markten en reguleringen waarmee de balans tussen vraag en aanbod op ieder moment wordt gegarandeerd. Dit omvat de markten voor regel- en reservevermogen en de onbalansprijsystematiek, met het real time

systeembalans signaal. TenneT is als landelijke net-beheerder verantwoordelijk voor de onbalansmarkt.

Marktdeelnemers kunnen biedingen in de markten voor regel- en reservevermogen doen voor op- en afregelend vermogen. De biedingen worden per kwartier samengevoegd tot een biedprijsladder. De gemiddelde onbalans van het kwartier geeft de onbalansprijs. Het is ook mogelijk om te reageren op het systeembalans signaal, dat van minuut tot minuut varieert, dit heet passief regelen.

De onbalansmarkt is belangrijk voor de real time balanshandhaving en is de markt waar voor diverse flexibele energietechnieken een stuk winst is te behalen.

Zie ook: Zevenkranenmodel

Zie ook: Balans

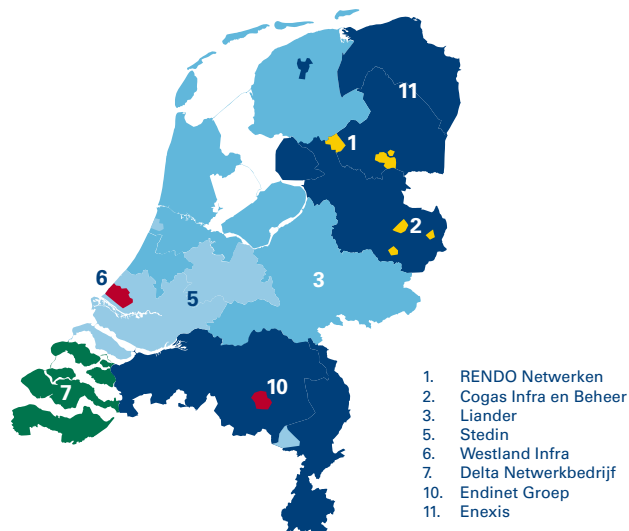
REGEL- EN RESERVEVERMOGEN

Zie: Draaiende reserve

REGIONAAL NET (DISTRIBUTIENET)

Netten van regionale netbeheerders voor de distributie van elektriciteit (op verschillende spanningsniveaus: van laag- tot en met hoogspanning). Deze distributienetten omvatten ook transformatorstations (hoofdstations en onderstations) om de elektriciteit van en naar het landelijke transportnet te kunnen omzetten.

Kleine en middelgrote afnemers, windparken, industrieën, tuinders, decentrale opwek zoals WKK's en grote utiliteitsbedrijven zijn over het algemeen aangesloten op regionale netten. De grote industrieën, elektriciteitscentrales en bijvoorbeeld offshore windparken zijn direct aangesloten op het landelijke net van TenneT.



In Nederland beheren DELTA Netwerkbedrijf, Enexis, Liander, Stedin, Westland Infra, Endinet, Rendo en Cogas de distributienetten voor elektriciteit.

SPARK SPREAD EN DARK SPREAD

Het begrip spark spread wordt veelvuldig gehanteerd en heeft betrekking op de opbrengst van een MWh elektriciteit (eenheid geproduceerde elektriciteit) minus de kosten die gemaakt worden voor het gas dat nodig is om deze eenheid elektriciteit op te wekken. In de praktijk is dit een belangrijk gegeven omdat dit het verdienpotentieel van een elektriciteitscentrale weergeeft: uit de spread dienen de variabele kosten per draaiuur opgebracht te worden (en de kosten voor CO₂). De spark spread slaat op gascentrales en WKK. De dark spread slaat op kolencentrales.

Rekenvoorbeeld:

Bij een gasprijs van 20 €/MWh een rendement van 50% en een stroomprijs van 45 €/MWh is de spark spread $45 - 20/50\% = 5$ €/MWh. Als de gasprijs echter 30 €/MWh is, en de stroomprijs is nog steeds 45 €/MWh, dan is de spark spread $45 - 30/50\% =$

-15 €/MWh, de spark spread kan dus negatief zijn. Als de spark spread negatief is staan gascentrales meestal stil.

SPOTMARKT

Handelsmarkt voor elektriciteit of gas op de korte termijn, waarmee veelal de day-ahead markt bedoeld wordt.

Zie ook: Day-ahead markt en APX

SYSTEEMINTEGRATIE

De integratie van deelsystemen in een overkoepelend systeem. In de context van het onderzoeksprogramma van de Topsector Energie de vraag of de energietransitie kan worden versterkt en versneld door op het niveau van het hele energiesysteem interacties en te zoeken naar integrale oplossingen.

TRANSMISSION SYSTEM OPERATOR (TSO)

Transmissie en systeembeheerder elektriciteit: in Nederland TenneT. Beheert het transportnet van elektriciteit en is systeemverantwoordelijke, d.w.z. eindverantwoordelijke voor de balanshandhaving op het elektriciteitsnet.

Zie ook: Balanshandhaving.

VOLLASTUREN

Het aantal vollasturen is de totale hoeveelheid jaarlijkse energie geproduceerd door een apparaat, gedeeld door het maximale vermogen. Voor een centrale die 100% van de tijd draait is dit aantal 8760 uur per jaar. De meeste centrales draaien uiteraard minder, en dan is het aantal vollasturen lager. Een hoog aantal vollasturen is meestal economisch gunstig omdat de kapitaalkosten over meer uren kunnen worden verdeeld.

Ook voor generatoren van duurzame energie, zoals *zonnepanelen* en *windturbines*, kan het nuttig zijn de opbrengst weer te geven in vollasturen omdat daarmee verschillende technieken met elkaar te vergelijken zijn. Bij generatoren die bijvoorbeeld op fossiele brandstof werken, is de energetische opbrengst alleen afhankelijk van het nominale vermogen en de lengte van de periode dat de generator werkt. Bij windmolens en zonnepanelen is de opbrengst ook afhankelijk van de hoeveelheid wind of zon die in die periode te verwachten is. In Nederland en België rekent men voor zonnepanelen met gemiddeld 850 vollasturen per jaar. Een zonnepaneel van 0,1 kWp wekt per jaar dus zo'n 85 kWh op. Voor windmolens is het aantal vollasturen sterk afhankelijk van de locatie, bijv. ca 2500 voor wind op land, of 3800 voor wind op zee.

VOLATILITEIT

Volatiliteit drukt de mate van prijsfluctuaties uit. Een lagere volatiliteit betekent meer zekerheid over de hoogte van de prijs en draagt bij aan het vertrouwen in de prijsvorming op de energiemarkt. Spreiding geeft de mate aan waarin bied- en laatprijzen (vraag en aanbod) elkaar naderen.

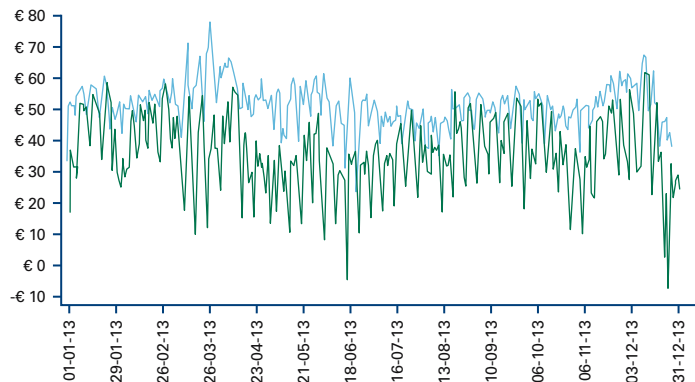
WKK

Warmte-kracht koppeling: het gelijktijdig opwekken van nuttig toepasbare warmte en kracht (elektriciteit) om een hogere totaalefficiëcy te bewerkstelligen dan als warmte en kracht afzonderlijk uit brandstoffen worden opgewekt.

ZEVEN KRANEN MODEL

Management model van Berenschot wat de business scope van bedrijven (jaren, seizoenen, maanden, week, dagen, uren kwartieren tot milliseconden) verbindt met de verschillende mogelijke energiemarkten waarop energie ingekocht en verhandeld kan worden. Vaak hebben bedrijven lange termijn contracten. De kunst is om bij toenemende volatiliteit juist verschillende scopes te combineren, op verschillende markten te gaan acteren en dat dan tot de laagste energiekosten te brengen.

The year 2013 in daily detail: daily average wholesale prices in Germany and in the Netherlands



> 1 jaar

LT capaciteitsplanning



Q 1/4

Seizoensplanning



5/7 dgn

Week/weekend



24 hrs

Dag/nacht



1 hrs

Balancering



0,25 hrs

Fijnbalancering



< 1 sec

Frequentiebalancering

Gebruikte bronnen

De meeste definities zijn beschreven uit eigen ervaringen, waarbij gedeeltelijk gebruik gemaakt is van diverse openbare bronnen.

Berenschot Groep B.V.
Europalaan 40
3526 KS Utrecht
T +31 (0)30 291 69 16
E contact@berenschot.nl
www.berenschot.nl

CE Delft
Oude Delft 180
2611 HH Delft
www.ce.nl

ISPT
Groen van Prinstererlaan 37
3818 JN Amersfoort
The Netherlands
www.ipst.eu