

CPB Document

No 89

juni, 2005

Op zoek naar een onzichtbaar vangnet

Hoe geven we de publieke rol in leveringszekerheid vorm zonder de markt te verstoren?

Mark Lijesen, Gijsbert Zwart

Centraal Planbureau
Van Stolkweg 14
Postbus 80510
2508 GM Den Haag

Telefoon (070) 338 33 80
Telefax (070) 338 33 50
Internet www.cpb.nl

ISBN 90-5833-224-1

Korte samenvatting

Dit document geeft een economische beoordeling van enkele zogeheten vangnetopties. Het gaat daarbij om maatregelen die stroomuitval in Nederland moeten voorkomen, waarbij de werking van de elektriciteitsmarkt zo min mogelijk verstoord wordt. Uit de analyse komt naar voren dat alleen vangnetvermogen buiten de markt in staat is om de gewenste zekerheid te geven. Hierbij zet de netbeheerder vangnetvermogen alleen in wanneer alle andere mogelijkheden uitgeput zijn en het afschakelen van groepen gebruikers het enige alternatief is. Door het uit de markt halen ontstaat er schaarste en stijgt de prijs, waardoor er ruimte ontstaat voor investeringen. Bij de implementatie van het vangnet is er een uitruil tussen zekerheid voor de investeerders en de flexibiliteit van het instrument.

Steekwoorden: leveringszekerheid, elektriciteit

Abstract

This study provides an economic assessment of several options to provide a safety net for electricity production. The safety net is aimed at preventing black-outs, without disturbing the electricity market. Our analysis suggests that only if the safety net is placed outside the regular market, sufficient security is provided. In this case, the transmission system operator only deploys the safety net after all other options are exhausted and the next alternative would be to disconnect groups of users. By taking the capacity out of the market, prices increase, inducing new investments. When implementing the safety net, one should take into account the trade-off between certainty for investors and the flexibility of the instrument.

Key words: supply security, electricity.

A comprehensive summary is available from www.cpb.nl.

Inhoud

Korte samenvatting	3
Abstract	3
A comprehensive summary is available from www.cpb.nl .	3
Inhoud5	
Ten geleide	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	15
2 De elektriciteitsmarkt	17
2.1 Inleiding	17
2.2 De markt voor elektriciteit	17
2.3 Marktfalen	18
2.4 Prijsvorming en investeringsbeslissingen op de elektriciteitsmarkt	21
3 Beoordeling kandidaat vangnetmiddelen	25
3.1 Inleiding	25
3.2 Kandidaat vangnetmiddelen	25
3.3 Fysieke capaciteit versus afschakelbare vraag	27
3.4 Het effect van vangnetmiddelen buiten de markt	29
3.5 Het effect van vangnetmiddelen binnen de markt	30
3.6 Het effect van een toeslag op de onbalansprijs	33
4 Vormgevingsaspecten van vangnetvermogen buiten de markt	37
4.1 Inleiding	37
4.2 De onbalansprijs	37
4.3 Vangnetvermogen met langere afroeptermijn	40
4.4 De implementatie van een vangnet	42
5 Conclusies	45

Literatuur		47
Appendix	Wiskundige illustratie van prijszetting van vangnetvermogen	49

Ten geleide

Recente buitenlandse stroomonderbrekingen hebben onzekerheid gecreëerd of de geliberaliseerde elektriciteitsmarkt in staat is klanten het gevraagde niveau van betrouwbaarheid te leveren. Tegen deze achtergrond heeft de minister van Economische Zaken aan netbeheerder TenneT gevraagd voorstellen te doen voor het ontwerp van een zogeheten vangnet; een capaciteitsreserve, bedoeld om in laatste instantie te voorkomen dat gebruikers gedwongen moeten worden afgeschakeld. Het ministerie van Economische Zaken heeft het CPB gevraagd deze opties economisch tegen het licht te houden.

Het onderzoek is uitgevoerd door Mark Lijesen en Gijsbert Zwart, onder supervisie van Machiel Mulder, Marcel Canoy en Casper van Ewijk. Gedurende het project hebben Erik Sieders (Ministerie van Economische Zaken), Paul Giesberts (DTe), René Beune en Frank Nobel (TenneT) waardevolle bijdragen geleverd. Daarnaast heeft het projectteam kunnen profiteren van de resultaten van een workshop waaraan afgevaardigden van producenten en grote afnemers deelnamen. De verantwoordelijkheid voor de resultaten ligt vanzelfsprekend geheel bij het CPB.

F.J.H. Don
directeur

Samenvatting

Recente stroomonderbrekingen in landen als Zweden, Italië, het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten hebben tot de vrees geleid dat geliberaliseerde elektriciteitsmarkten niet zelf in staat zouden zijn voldoende leveringszekerheid te bieden. In verschillende landen werken overheden daarom aan beleid waarmee het risico van stroomuitval wordt verkleind.

In Nederland heeft de minister van Economische Zaken daarom aan de beheerder van het hoofdspanningsnet, TenneT, gevraagd voorstellen te doen voor het ontwerp van een zogeheten vangnet: een capaciteitsreserve waarmee gedwongen afschakeling van gebruikers kan worden voorkomen. Dit document analyseert de voorstellen van TenneT vanuit economisch perspectief, en beantwoordt daarbij de volgende vraag:

Welke van de door TenneT naar voren gebrachte kandidaat vangnetmiddelen kunnen de rol van vangnet het efficiëntst vervullen?

Kandidaat vangnetmiddelen

De landelijke netbeheerder, TenneT, heeft een groslijst opgesteld van kandidaat- vangnetmiddelen. Bij de beoordeling van de kandidaat vangnetmiddelen maken we onderscheid tussen vangnetvermogen *buiten* de markt (geen invloed van aanbieder op de prijsvorming), vangnetvermogen *binnen* de markt (wel invloed op de prijsvorming) en het instrument ‘toeslag op de onbalansprijs’.

De eerste twee vormen kunnen allebei op twee manieren worden gerealiseerd, namelijk door het aanhouden van fysieke productiecapaciteit, en door het contracteren van afschakelbare vraag. In de laatste variant verplicht een afnemer van elektriciteit zich om de afname van elektriciteit te stoppen wanneer TenneT daarom verzoekt ter voorkoming van stroomuitval. Waar de kosten van fysieke capaciteit liggen bij het niet gebruiken van een kapitaalgoed, zijn de kosten van afschakelbare vraag verbonden aan het niet langer zelf kunnen beslissen van de afnemer over het moment van afschakelen. Welke kosten hoger zijn, zal van geval tot geval verschillen.

Waarom een rol voor de overheid?

De legitimiteit voor overheidsingrijpen in de elektriciteitsmarkt komt voort uit mogelijk marktfalen. Een van de mogelijke vormen van marktfalen in de elektriciteitsmarkt is het optreden van congestie-externaliteiten. Dat wil zeggen dat stroomgebruikers de effecten van hun gebruik op de schaarste in de markt, ofwel congestie, niet bij hun beslissing betrekken. Deze externaliteiten doen zich voor als de elektriciteitsprijs de schaarste niet goed weergeeft.

De prijsvorming op de elektriciteitsmarkt, met hoge piekprijzen, kan er voor zorgen dat deze externaliteiten worden geïnternaliseerd. Een probleem bij die prijsvorming is wel dat een aanzienlijk deel van de afnemers de prijzen niet real-time waarneemt, waardoor deze afnemers hun vraag niet verminderen in reactie op piekprijzen. Het niet waarnemen van prijzen komt hetzij voort uit gebrekkige informatie, dan wel uit transactiekosten die aan het verkrijgen van die informatie zijn verbonden. Deze vorm van marktfalen leidt tot inefficiënte oplossingen, omdat gebruikers in tijden van (grote) schaarste, wanneer de real-time prijs hoger is dan hun betalingsbereidheid, toch stroom blijven gebruiken.

Deze inefficiëntie vormt echter geen bedreiging voor leveringszekerheid. Wanneer afnemers wel de hoge prijzen betalen die bij de schaarste hoort, bijvoorbeeld via de jaarlijkse afrekening, dan is het voor investeerders interessant is om te investeren in capaciteit om in de piekvraag te voorzien. Wel geldt dat het gebrek aan vraagrespons op korte termijn de markt kwetsbaarder maakt voor schokken aan de aanbodzijde, zoals de uitval van een centrale.

Een tweede vorm van marktfalen, een externaliteit, is dat een stroomuitval door gebrek aan productiecapaciteit ertoe kan leiden dat wel beschikbare centrales niet meer kunnen leveren aan het net, waardoor de uiteindelijke hoeveelheid niet te leveren elektriciteit groter wordt dan het oorspronkelijke tekort. Hierdoor zijn de totale kosten van het veroorzaken van een storing groter dan de kosten voor het bedrijf dat het tekort veroorzaakt. Producenten nemen deze kosten dus niet mee in hun afwegingen.

Naast dit marktfalen kan ook overheidsfalen, of het anticiperen van marktspelers op mogelijk overheidsfalen, een rol spelen. Wanneer producenten verwachten dat de overheid onder politieke druk in zal grijpen bij hoge piekprijzen, zullen ze in hun investeringsbeslissingen niet uitgaan van hoge piekprijzen. In dat geval investeren producenten niet alleen minder dan economisch optimaal is, maar ook onvoldoende om aan de piekvraag te kunnen voldoen

In hoeverre dit marktfalen en dit overheidsfalen ook daadwerkelijk leiden tot een verminderde leveringszekerheid is onduidelijk, omdat de ongereguleerde markt een te korte geschiedenis heeft om dit te beoordelen. Daarmee is de economische ratio achter overheidsingrijpen niet volledig zeker. Het politieke risico verbonden aan niet ingrijpen kan echter dermate groot zijn dat eventuele twijfel kan doorslaan in het voordeel van ingrijpen.

Vanuit de politieke wens om stroomuitval tegen te gaan, heeft de minister van Economische Zaken besloten dat de overheid beleid in moet zetten om uitval te voorkomen. Gegeven dat het belangrijkste marktfalen bestaat uit een externaliteit, is het internaliseren hiervan een logische oplossing. Het beboeten van de veroorzaker van stroomuitval is hierbij een voor de hand liggend instrument. Een dergelijke boete geeft een prikkel aan producenten om te zorgen voor

een hoger niveau van leveringszekerheid. Door dit decentraal te regelen worden producenten geprikkeld de efficiëntste oplossing hiervoor te kiezen. Aan het decentrale karakter zijn echter ook transactiekosten verbonden en bij een boetesysteem bestaat het risico dat ontwijkgedrag de efficiëntie van het systeem vermindert. Als alternatief geldt het zogenaamde vangnet, bestaande uit reservevermogen dat in tijden van nood door de netbeheerder ingeschakeld kan worden om stroomuitval te voorkomen. Een belangrijk uitgangspunt bij het instellen van een dergelijk vangnet is dat het de dagelijks gang van zaken op de elektriciteitsmarkt zo min mogelijk verstoort. Het vangnet moet als het ware onzichtbaar zijn, zodat marktpartijen niet anticiperen op het gebruik ervan.

Economische effecten van het hebben van een vangnet

Bij vangnetmiddelen buiten de markt contracteert TenneT reservecapaciteit of afschakelbare vraag en onttrekt deze daarmee aan de markt. De netbeheerder zet het vangnetvermogen alleen in wanneer alle andere mogelijkheden uitgeput zijn en het afschakelen van groepen gebruikers het enige alternatief is om het netwerk overeind te houden. Door het uit de markt halen neemt de schaarste toe en stijgt de elektriciteitsprijs, waardoor investeringen economisch aantrekkelijk worden. Deze investeringen leiden ertoe dat de hoeveelheid direct voor de markt beschikbaar vermogen groeit tot aan zijn evenwichtsniveau, waardoor de totale capaciteit (inclusief de uit de markt genomen reserve) toeneemt. Het buiten de markt plaatsen van vangnetcapaciteit verstoort de markt dus niet. Daar staat tegenover dat het hoge kosten met zich meebrengt, omdat de vangnetcapaciteit zelden gebruikt zal worden.

Dit nadeel is te ondervangen door producenten toe te staan de vangnetcapaciteit in te zetten op momenten dat het niet als vangnetcapaciteit nodig is. Dit is de genoemde tweede categorie vangnetvermogen *binnen* de markt. Bij dit instrument genereert de capaciteit opbrengsten, wat het systeem voor de netbeheerder minder kostbaar maakt. Deze inzet leidt tot een verlaging van de elektriciteitsprijs en verdringt daarmee aan de ene kant reguliere investeringen terwijl het aan de andere kant extra vraag uitlokt, waardoor het vangnet direct gevuld wordt en dus niet meer beschikbaar is om calamiteiten op te vangen. Het karakter van vangnetmiddelen binnen de markt leidt er bovendien toe dat vangnetcapaciteit niet altijd beschikbaar is, deze kan immers al op de markt zijn ingezet. Het aanhouden van vangnetvermogen binnen de markt heeft dus niet de gewenste effecten.

Een alternatief voor het contracteren van vangnetvermogen is het instellen van een toeslag op de onbalansprijs, de prijs die betaald wordt voor flexibel vermogen dat ingezet wordt om de systeembalans te herstellen wanneer een partij op de markt zijn verplichtingen niet nakomt. De achterliggende gedachte is dat de toeslag op de onbalansprijs een prikkel is om te voorkomen dat spelers op de elektriciteitsmarkt in onbalans raken, bijvoorbeeld door het zelf aanhouden

van reservevermogen. Deze vorm sluit aan bij de theoretisch optimale vorm van het internaliseren van externaliteiten.

Er zijn twee manieren om dit instrument vorm te geven, een waarbij de toeslag betaald wordt aan de aanbieder van balansvermogen en een waarbij de toeslag betaald wordt aan de netbeheerder. In het eerste geval zullen marktspelers anticiperen op de heffing door hun biedingen aan te passen. De markt zal dan ruimen tegen dezelfde prijzen als in een situatie zonder toeslag. In het tweede geval, dat meer op een heffing lijkt, wordt het voor spelers aantrekkelijk om de onbalansmarkt te mijden en bilateraal te handelen om de heffing te ontlopen. Een toeslag op de onbalansprijs leidt er dus niet toe dat een voor calamiteiten beschikbaar vangnetvermogen aangehouden wordt.

Uit het bovenstaande komt naar voren dat alleen vangnetvermogen buiten de markt in staat is om de gewenste zekerheid te geven. De 'onzichtbaarheid' van dit vangnet verkleint de kans dat marktpartijen reageren op het bestaan ervan, en het exclusieve karakter zorgt ervoor dat er geen verdringing optreedt.

Risico's van overheidsfalen

Gegeven de hierboven geformuleerde conclusie is het van belang aandacht te besteden aan de vormgeving van de inzet van het vangnet, in het bijzonder de prijs en de timing.

Op het moment dat het vangnetvermogen wordt ingezet ruimt de 'markt zonder vangnetvermogen' niet, en rijst de vraag wat op dat moment de prijs voor elektriciteit moet zijn. De momenten waarop vangnetvermogen wordt ingezet zijn extreme gevallen van schaarste, en de prijzen die dan tot stand komen bepalen de schaarste-inkomsten van de producenten. Het is daarom van belang dat de prijs juist op dat moment het schaarstesignaal goed doorgeeft aan de markt. Dit is het geval wanneer de onbalansprijs toeneemt met de hoeveelheid ingezet vermogen tot het niveau waar de onbalansprijs gelijk is aan de waarde van de elektriciteit voor de resterende afnemers, zodat het voor hen niet meer uitmaakt of zij de elektriciteit wel of niet ontvangen. Deze vorm van beprijzing komt bovendien dicht in de buurt van het internaliseren van de externe kosten van een black-out, de theoretisch optimale situatie.

Een andere vraag is of al het vangnetvermogen direct gereed moet zijn om ingezet te worden. Vermogen met een langere afroeptijd is goedkoper, maar vereist een beter getimede inzet. Door een grotere flexibiliteit brengt vermogen met een langere afroeptijd lagere kosten met zich mee. Tegenover deze lagere kosten staan de kosten die gepaard gaan met het herstellen van het ten onrechte afroepen van deze capaciteit.

Fasering

Er zijn redenen om terughoudend te zijn met het instrument vangnet. Zoals we hierboven zagen, kan de inzet van het vangnet de markt verstoren wanneer de prijs en de timing niet correct zijn. De eerdergenoemde onzekerheid rond het bestaan van significant marktfalen kan bovendien betekenen dat de markt ook zonder vangnet in staat blijkt te zorgen voor een voldoende niveau van leveringszekerheid. Recente investeringsvoornemens van producenten wijzen eveneens in die richting. Dit kan aanleiding zijn om de invoering van het vangnet uit te stellen. Ook na invoering blijft monitoring van het gebruik van het vangnet gewenst, aangevuld met indicatoren over de recente historische ontwikkeling van de reservecapaciteit en verwachte ontwikkelingen van vraag en te bouwen capaciteit in de nabije toekomst.

Voor de periode waarin het vangnet als nieuw instrument wordt ingevoerd, verdient het aanbeveling om klein te beginnen en de omvang van het vangnet geleidelijk te laten groeien. De achtergrond hiervan is dat, door de huidige situatie van overcapaciteit, het vangnet nog niet direct in volle omvang nodig is. Een geleidelijke ingroei kan dan helpen om de kosten van de leerperiode beperkt te houden. Bovendien is het van belang om zo duidelijk mogelijk te zijn over toekomstige plannen met het vangnet en om (afgezien van kostenbesparende leereffecten) zo min mogelijk tussentijdse wijzigingen toe te passen. Dit om te voorkomen dat producenten uit onzekerheid hun investeringen uitstellen. Het afsluiten van langlopende contracten past hierin, en helpt bovendien bij het overbruggen van de tijd tussen de investeringsbeslissing en het in gebruik nemen van de centrales.

1 Inleiding

De stap naar een vrije elektriciteitsmarkt heeft de capaciteitsplanning verschoven van centraal niveau naar de elektriciteitsproducenten. Beslissingen rond leveringszekerheid van elektriciteit zijn voornamelijk bij marktpartijen gelegd. Door diverse recente stroomonderbrekingen (in de VS, Canada, Italië, Griekenland en Denemarken) zijn er zorgen of de markt het gevraagde niveau van betrouwbaarheid zal leveren. Het is a-priori niet duidelijk in welke mate de markt in staat is het maatschappelijk gewenste niveau aan zekerheid te garanderen. Deze onzekerheid komt voort uit tekortkomingen in de huidige vormgeving van de markt. Het prijsmechanisme is minder effectief doordat een deel van consumenten de prijzen niet ‘real time’ waarneemt en dus het consumptiepatroon niet kan aanpassen op het moment van capaciteitsbeperkingen.

Tegen deze achtergrond heeft de minister van Economische Zaken aan netbeheerder TenneT gevraagd voorstellen te doen voor het ontwerp van een zogeheten vangnet; een capaciteitsreserve, bedoeld om in laatste instantie te voorkomen dat gebruikers gedwongen moeten worden afgeschakeld. Een belangrijk uitgangspunt bij het instellen van een dergelijk vangnet is dat het als het ware onzichtbaar is, zodat marktpartijen niet anticiperen op het gebruik ervan. Het ministerie van Economische Zaken heeft het CPB gevraagd de opties voor het vangnetontwerp economisch tegen het licht te houden. In een eerdere studie heeft het CPB reeds berekend welke orde van grootte dit vangnet idealiter zou moeten hebben.¹ In dit document kijken we naar de vormgeving van het vangnet. Daartoe beoordelen we enkele door TenneT voorgestelde kandidaat vangnetmiddelen.

De vraagstelling die we beantwoorden luidt:

Welke van de door TenneT naar voren gebrachte kandidaat vangnetmiddelen kunnen de rol van vangnet het efficiëntst vervullen?

Bij de beoordeling geldt in het bijzonder de vraag of de vangnetmiddelen leiden tot verdringing van reguliere capaciteit. Hierbij speelt vooral het effect op de prijsvorming in perioden van schaarste een rol. Het belang hiervan wordt onder andere benadrukt door Joskow and Tirole (2004), die constateren dat de scarcity rents, het deel van de marktprijs dat nodig is om nieuwe investeringen uit te bekostigen, zeer gevoelig zijn voor het gedrag van de netbeheerder. Om een inschatting te maken van mogelijk verdringing, kijken we naar de effecten van het contracteren van vangnetmiddelen op de prijsvorming en investeringsprikkel in de elektriciteitsmarkt. Daarnaast beschouwen we op welke wijze de marktprijs moet worden vastgesteld op de

¹ Lijesen en Vollaard, 2004.

momenten dat de markt niet meer ruimt en het vangnetvermogen moet worden ingezet. We besteden ook enige aandacht aan het invoeringstraject voor het vangnet.

In dit document bekijken we de voorgestelde vangnetmiddelen aan de hand van een grafische analyse van de effecten op het lange termijn evenwicht in de elektriciteitsmarkt. Daartoe beschrijven we eerst de relevante aspecten van de elektriciteitsmarkt in hoofdstuk 2, en schetsen we het analytisch kader. Hoofdstuk 3 bevat de feitelijke beoordeling van de vangnetmiddelen aan de hand van dat analytisch kader, gevolgd door een beschouwing over vormgevingsaspecten in hoofdstuk 4. Het slothoofdstuk bevat de conclusies.

2 De elektriciteitsmarkt

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk besteden we kort aandacht aan de werking van de elektriciteitsmarkt. Inzicht in die werking is nodig om een goed begrip te krijgen van de mechanismen die een rol spelen bij het ontwerp van een vangnetregeling. In de volgende paragraaf beschrijven we eerst de markt voor elektriciteit in Nederland, gevolgd door een beschouwing over mogelijke oorzaken van marktfalen. Paragraaf 2.4 geeft een analytisch kader voor prijsvorming en investeringsbeslissingen op de elektriciteitsmarkt.

2.2 De markt voor elektriciteit

In het dagelijks spraakgebruik spreken we, net als in het vervolg van dit document, gemakshalve van ‘de elektriciteitsmarkt’. In deze paragraaf gaan we in op de wijze waarop deze markt opgebouwd is, en op de vraag of en waarom overheidsingrijpen op deze markt noodzakelijk is.

We beginnen met een beknopte beschrijving van de deelmarkten waarop elektriciteit verhandeld wordt.² Elektriciteit wordt in Nederland hoofdzakelijk verkocht via bilaterale contracten tussen grote afnemers en handelaren, veelal producenten. Dit deel van de markt wordt aangeduid als de “Over The Counter (OTC)”-markt en bestaat uit standaardcontracten en maatwerk. Kleinverbruikers kennen een soortgelijke constructie, maar dan loopt de handel via retailers, die gestandaardiseerde contracten aanbieden. Ongeveer 15% van de elektriciteitsvraag wordt dagelijks verhandeld op de spotmarkt van de Amsterdam Power eXchange (APX). De spotmarkt is een zogenaamde day-ahead markt, dat wil zeggen dat de elektriciteit 24 uur voor levering verhandeld wordt. Nadat de spotmarkt gesloten is, is er nog ruimte om bilateraal te handelen, vrijwel tot aan het moment van levering. Dit deel van de markt wordt aangeduid als de intra-day markt.

Een belangrijk kenmerk van elektriciteit is dat het vrijwel niet opgeslagen kan worden, en dus geproduceerd en geleverd moet worden op het moment van consumptie. Met andere woorden, het systeem dient in balans te zijn. De landelijke netbeheerder, TenneT, is eindverantwoordelijk voor de systeembalans, en iedere marktspeeler (formeel: iedere programmaverantwoordelijke) is verantwoordelijk voor de balans van zijn levering: hij moet zorgen dat er net zo veel geproduceerd wordt als er afgenomen wordt. Dat laatste is niet altijd mogelijk, omdat een deel

² Naast de hier beschreven markten, zijn er ook markten voor futures. Die laten we hier onbesproken.

van de vraag moeilijk te voorspellen is, of omdat er soms door technische mankementen een deel van het aanbod wegvalt. In dat geval raakt de programmaverantwoordelijke in onbalans en heeft TenneT de taak deze onbalans op te heffen.

TenneT doet voor het opheffen van onbalans een beroep op het zogenaamde Regel- en ReserveVermogen (RRV), centrales die gereed staan om minder of extra te produceren en grote afnemers die af kunnen schakelen om onbalans op te heffen. Producenten en afnemers bieden deze centrales en afschakelbare vraag in op de biedladder RRV, waarbij de afroepvolgorde bepaald wordt door de prijs waartegen het vermogen is ingeboden. TenneT brengt vervolgens de kosten van het inschakelen in rekening bij de programmaverantwoordelijke die de onbalans veroorzaakt heeft. De onbalansmarkt (formeel onbalanssystematiek) is een single buyer markt waar zowel vragers als aanbieders van elektriciteit op aanbieden. Dit maakt de onbalansmarkt in essentie een gewone markt.

Tussen alle hierboven beschreven markten is arbitrage mogelijk. Aanbieders kunnen kiezen op welke (deel)markt ze hun elektriciteit aanbieden en afnemers kunnen hun eenmaal gekochte stroom weer ter verkoop aanbieden op iedere gewenste deelmarkt. Programma verantwoordelijken kunnen voorkomen dat ze een beroep op de onbalansmarkt moeten doen door tijdig in te kopen op de spotmarkt of de intra-daymarkt. De bijna perfecte arbitrage tussen markten leidt ertoe dat de elektriciteitsmarkt als één markt te beschouwen is en dat de prijzen van de deelmarkten onderling aan elkaar gerelateerd zijn. Vanwege de liquiditeit van de spotmarkt en de zichtbaarheid van de spotmarktprijs, geldt deze laatste als 'focal point' voor een groot deel van de prijzen, zij het dat onverwachte gebeurtenissen na sluiting van de spotmarkt ertoe kunnen leiden dat prijzen op de intra-day markt en de onbalansmarkt uit de pas lopen.

2.3 Marktfalen

Een belangrijke vraag is die naar de ratio achter overheidsingrijpen in de elektriciteitsmarkt. Zijn er aanwijzingen dat de markt zelf niet in staat is een adequaat niveau van leveringszekerheid te garanderen? Zo ja, welke vorm van marktfalen is er verantwoordelijk voor het niet bereiken van dit niveau?

Zoals we eerder aangaven, kan elektriciteit niet opgeslagen worden. Dat wordt door betrokkenen in de elektriciteitssector nogal eens als een uniek productkenmerk beschouwd, maar geldt feitelijk voor een heel scala aan diensten, waaronder vrijwel alle transportdiensten. Het daaruit voortvloeiende marktfalen is dan ook een oude bekende uit de transportwereld: congestie-externaliteiten. Congestie-externaliteiten ontstaan wanneer het gebruik van de

marginale consument de kwaliteit van het product van andere gebruikers beïnvloedt. Op transportnetwerken uit zich dit in de vorm van files, in de elektriciteitsmarkt in een verlaagde leveringszekerheid. In tegenstelling tot files op wegen gaat het hier niet om een bottleneck in de transportcapaciteit, maar in de productiecapaciteit.

Bij externaliteiten denken economen al snel aan het beprijzen ervan, hetzij via zogeheten Pigouviaanse belastingen,³ hetzij via het instellen van (verhandelbare) eigendomsrechten. Als de externaliteiten, zoals bij congestie, zich alleen voordoen binnen de markt zelf, kan 'peak-load pricing' dezelfde rol spelen als Pigouviaanse belastingen. Schaarste wordt hiermee immers beprijsd en de marginale gebruiker betaalt een (soms aanzienlijke) opslag op de marginale kosten, waaruit investeringen in nieuwe capaciteit bekostigd worden. In de elektriciteitsmarkt vindt peak-load pricing al plaats, omdat het tijdstip van levering een productkenmerk is waarbij schaarste de prijs bepaalt.

Een andere mogelijke oorzaak van marktfalen is het gebrek aan informatie.⁴ Een grote groep afnemers, waaronder alle kleinverbruikers, neemt de prijzen niet real-time waar en kan daarom ook niet real-time reageren op de prijzen, terwijl die wel sterk kunnen fluctueren. Dit marktfalen leidt tot inefficiënte oplossingen, zoals consumenten die elektriciteit blijven afnemen op momenten dat de prijs hoger is dan hun waardering. Wel geldt dat het gebrek aan vraagresponso op korte termijn de markt kwetsbaarder maakt voor schokken aan de aanbodzijde, zoals de uitval van een centrale.

Het marktfalen hoeft om drie redenen niet noodzakelijkerwijs een bedreiging voor de leveringszekerheid te zijn. Ten eerste reageert een aanzienlijk deel van de afnemers wel op de prijzen. Als dit er genoeg zijn, ruimt de markt en blijft het licht aan. De tweede reden waarom het niet kunnen reageren van een deel van de afnemers op prijzen geen probleem hoeft te zijn, ligt in de waardering van niet geleverde elektriciteit, de value of lost load. Het is mogelijk dat kleingebruikers een lagere marginale value of lost load hebben dan de grote gebruikers. Dit impliceert dat op het moment dat de prijs dermate hoog stijgt dat alle wel op de prijzen reagerende afnemers afgeschakeld zijn, die prijs de value of lost load van alle gebruikers reeds overschreden heeft, zodat het niet leveren van elektriciteit economisch optimaal is. De prijs van elektriciteit is op dat moment immers hoger dan de marginale betalingsbereidheid van de

³ Bij Pigouviaanse belastingen is het belastingbedrag gerelateerd aan de externe kosten die de gebruiker veroorzaakt. Hierdoor neemt de gebruiker deze kosten mee in zijn afweging, waarmee de externe kosten geïnternaliseerd worden.

⁴ Dit gebrek aan informatie kan samenhangen met technische beperkingen of met hoge transactiekosten verbonden aan het verkrijgen van informatie.

afnemers, inclusief de afnemers die de prijs niet waarnemen. Wanneer zij de prijs wel zouden waarnemen, zouden ze vrijwillig hun vraag verminderd hebben.

Tot slot impliceert het niet kunnen reageren van een deel van de afnemers dat piekprijzen zeer hoog kunnen oplopen. Dat biedt vervolgens ruimte voor de financiering van reservecapaciteit, die bij deze hoge prijzen immers eerder rendabel zal zijn (Finon *et al*, 2004). Indien de verwachtingen van producenten op dit punt rationeel zijn, zal het gebrek aan reactie van consumenten dus niet leiden tot tekorten. In de verwachtingen van die producenten zit wel een mogelijke oorzaak van overheidsfalen. Extreme prijsspieken kunnen maatschappelijke onrust teweegbrengen en leiden tot politiek gemotiveerd ingrijpen in de prijsvorming. De overheid zou kunnen besluiten tot het instellen van een price cap of tot het afnemen van winsten uit hoge piekprijzen. Het risico bestaat dat producenten of hun financiers in hun investeringsplannen om deze reden niet uit durven gaan van zeer hoge piekprijzen en daarom minder investeren dan op basis van deze piekprijzen gerechtvaardigd zou zijn. Dit zou resulteren in zogenaamde business cycles, met perioden van hoge prijzen of zelfs tekorten als gevolg.⁵

Naast bovengenoemde overwegingen, noemen Joskow and Tirole (2004) nog een mogelijke oorzaak van marktfalen. Hun argument luidt dat een ineenstorting van het elektriciteitsstelsel ertoe leidt dat ook de nog wel beschikbare centrales niet meer ingezet kunnen worden en daardoor tot externe effecten leidt.⁶ Dit zogenaamde domino-effect, waarbij de ene centrale na de andere van het net losgeschakeld moet worden, veroorzaakte in 2003 een dagenlange storing in het Noordoosten van de VS en het Zuidoosten van Canada en speelde een belangrijke rol bij de Italiaanse nationale uitval in datzelfde jaar.⁷ Het internaliseren van deze externaliteit, door de veroorzaker van stroomuitval te beboeten, lijkt een logische oplossing. Een dergelijke boete prikkelt producenten om de leveringszekerheid te verhogen, waarbij de markt zelf de keuze wordt gelaten of ze dit doen door het aanhouden van meer reservecapaciteit of op andere manieren, bijvoorbeeld door het afsluiten van een ander type contracten met hun klanten. Het decentrale karakter kan er echter ook toe leiden dat efficiënte centrale pooling van reservecapaciteit uit beeld raakt of gepaard gaat met transactiekosten. Bovendien bestaat het risico van ontwijkgedrag, waarbij partijen de onbalansmarkt gaan proberen te vermijden, wat mogelijk de efficiëntie van het systeem vermindert.

Hierboven hebben we aangegeven dat er mogelijk marktfalen bestaat op de elektriciteitsmarkt, waarbij overigens niet zeker is of dit marktfalen zich ook zal manifesteren. Daarmee is de economische ratio achter overheidsingrijpen niet volledig zeker. Het politieke risico verbonden

⁵ Het risico van business cycles wordt onder andere ook genoemd door Ford (1999) en Stoft (2002).

⁶ De technische achtergrond hiervan is dat de frequentie van de stromen op het netwerk te ver gaan afwijken van die van de centrale, waardoor invoeding niet meer mogelijk is.

⁷ Zie AEG (2003) respectievelijk UCTE (2003).

aan niet ingrijpen is echter dermate groot dat eventuele twijfel doorslaat in het voordeel van ingrijpen. Bij de onzekerheid rond het bestaan van marktfalen past wel dat een vorm van overheidsingrijpen wordt gekozen die de gewone werking van de markt zo min mogelijk verstoort. Dit is dan ook een expliciet criterium bij de beoordeling van de kandidaat vangnetmiddelen.

2.4 Prijsvorming en investeringsbeslissingen op de elektriciteitsmarkt

Om de effecten van de vangnetmiddelen goed in kaart te brengen, is het van belang inzicht te hebben in de mechanismen die op de elektriciteitsmarkt zorgen voor de prijsvorming en in de factoren die bepalen of producenten investeren in nieuwe capaciteit. Deze paragraaf beoogt aan de hand van een eenvoudig grafisch voorbeeld deze mechanismen te beschrijven. Deze grafische beschrijving dient als basis voor de verdere analyse van de vangnetopties. Om de grafische analyse niet te zeer te belasten met details, negeren we hier het onderscheid tussen piek- en daluren. De grafische analyse betreft als het ware een gemiddelde situatie.

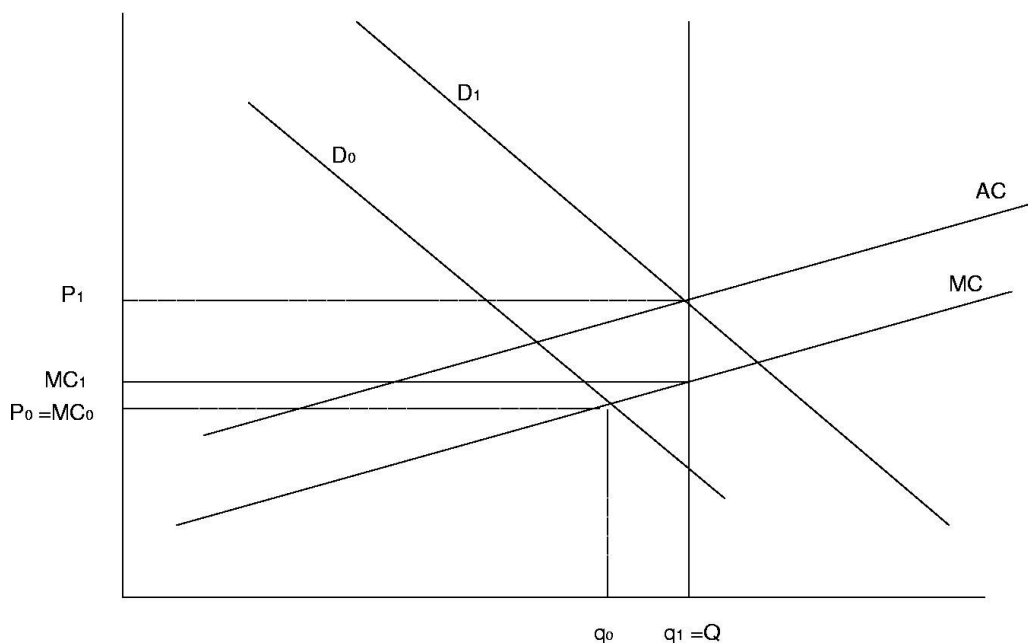
De elektriciteitsmarkt wordt gekenmerkt door relatief hoge vaste kosten. In markten met hoge vaste kosten speelt schaarste een rol in de financiering van investeringen. Hieronder beschrijven we kort hoe dat in zijn werk gaat.⁸ Voor investeringen is het nodig dat de prijs minimaal gelijk is aan de gemiddelde kosten. Wanneer dit niet het geval is, zullen investeringen geen winst genereren en dus niet interessant zijn voor ondernemers. In een markt met hoge vaste kosten moet er schaarste aan capaciteit bestaan om te zorgen dat de prijs gelijk is aan de gemiddelde kosten, omdat de prijs bij voldoende capaciteit op het lagere niveau van de marginale kosten ligt.

Onderstaande figuur illustreert de rol van schaarste aan de hand van twee mogelijke posities van de vraagcurve. Veronderstel een goed werkende markt, met hoge vaste kosten. Zolang er voldoende capaciteit is (situatie 0 in de grafiek), is de prijs gelijk aan de marginale kosten. De laatst ingezette eenheid verdient de vaste kosten dus niet terug en eenheden lager in de rangorde verdienen slechts een deel van hun vaste kosten terug.⁹ Wanneer de laatst ingezette eenheid de vaste kosten niet terugverdient, is investeren per definitie onrendabel en vinden geen investeringen plaats. In het lange termijn evenwicht (situatie 1 in de grafiek) is de markt krappert en bepaalt de capaciteit (Q) het marktevenwicht (q_I).

⁸ In de uitleg hier abstraheren we van het bestaan van marktmacht, omdat dit niet essentieel is voor de hier beschreven relatie. Een uitgebreidere uitleg is te vinden in Ten Cate en Lijesen (2004).

⁹ In het algemeen geldt dat hoe vlakker de marginale kostencurve en hoe hoger de vaste kosten, hoe kleiner de bijdrage per eenheid aan de dekking van de vaste kosten is.

Figuur 2.1 Schaarste als bron van inkomsten voor investeringen



Het evenwicht (p_0, q_0) geeft een situatie van (bijvoorbeeld historisch gegroeide) overcapaciteit weer. De prijs is gelijk aan de marginale kosten en er is geen prikkel voor producenten om de capaciteit te verhogen. Die prikkel ontstaat wel wanneer de vraag op een hoger niveau ligt, in de figuur weergegeven door vraagcurve D_1 . Door het hogere niveau van de vraag komt het marktevenwicht op een hoger niveau te liggen dan de capaciteit Q . Omdat het niet mogelijk is meer output te leveren dan de capaciteit toestaat, wordt exact de capaciteit geleverd en stijgt de prijs tot een niveau waarop de vraag gelijk is aan de capaciteit. De prijs stijgt daarmee boven de marginale kosten, zodat ruimte ontstaat om de vaste kosten te dekken en nieuwe investeringen te financieren.

Producenten zullen investeren in capaciteit zolang de prijs hoger dan of gelijk aan de gemiddelde kosten is. In het optimale niveau van capaciteit komt de prijs exact overeen met de gemiddelde kosten. De vertraging die met de investeringen gemoeid is, is hierbij ook nog een punt van belang. In de theoretische wereld dat alle marktpartijen exact kunnen voorzien welke gebeurtenis er op welk moment plaatsvindt, heeft die vertraging geen invloed. Marktpartijen weten immers exact wanneer een centrale nodig is en kunnen dus tijdig beginnen met de bouw ervan. Naarmate deze inzichten minder adequaat zijn, wordt de vertraging belangrijker en kunnen er perioden van tekorten of overschotten ontstaan.

In de rest van de analyse gaan we steeds uit van het lange-termijn-evenwicht, dat wil zeggen (p_1, q_1) . Dit uitgangspunt is duidelijk anders dan de huidige situatie van historisch gegroeide

overcapaciteit (p_0, q_0), en het is van belang voor een begrip van de analyse om te benadrukken dat het lange termijn evenwicht de basis is voor de analyse. Wanneer we uit zouden gaan van de huidige situatie, zouden we al te makkelijk autonome ontwikkelingen kunnen verwarren met door beleid in gang gezette ontwikkelingen.

De vraag rijst daarbij wel hoe de huidige situatie zich verhoudt tot het lange termijn evenwicht. Die vraag is moeilijk te beantwoorden, omdat de markt zich bevindt in een transitiefase van een centraal geregelde markt met aanzienlijke overcapaciteit naar een vrijere markt, waarin nog steeds een zekere mate van rationele overcapaciteit zal bestaan. In de afgelopen jaren is de bestaande overcapaciteit geleidelijk ingelopen door groei van de vraag zonder noemenswaardige groei van de capaciteit.¹⁰

In recente onderzoeken heeft TenneT (2004, 2005) geprobeerd in kaart te brengen wat de effecten van de te voorziene ontwikkelingen op de hoeveelheid reservecapaciteit zullen zijn, onder de aanname dat alleen de op dat moment geplande investeringen zouden worden uitgevoerd. De verschillen tussen deze twee studies geven aan hoe moeilijk het is om het gedrag van marktpartijen in deze transitiefase te voorspellen. In TenneT (2004) wordt nog een stijging van de importafhankelijkheid voorspeld, terwijl in TenneT (2005) de mogelijkheid van een omslag naar exportpotentieel genoemd wordt. Dit verschil is te verklaren uit recente aankondigingen van producenten Electrabel en Eneco en enkele grote industriële afnemers om hun productiecapaciteit uit te breiden.

¹⁰ Wel is er de afgelopen jaren nog geïnvesteerd in diverse kleinere projecten, meestal op het terrein van duurzame energie.

3 Beoordeling kandidaat vangnetmiddelen

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk gaan we in op de door Tennet voorgestelde vangnetmiddelen en beoordelen we deze aan de hand van hun effecten op de prijsvorming en investering.¹¹ Paragraaf 3.2 beschrijft de voorgestelde kandidaat vangnetmiddelen en categoriseert ze. Het vervolg van het hoofdstuk volgt in grote lijnen die categorisering. Na een bespreking van de keuze tussen fysieke capaciteit en afschakelbare vraag in paragraaf 3.3, gaan we in paragraaf 3.4 in op de effecten van vangnetvermogen buiten de markt. Paragraaf 3.5 gaat vervolgens in op de effecten van vangnetvermogen binnen de markt, gevolgd door een bespreking van de toeslag op de onbalansprijs.

3.2 Kandidaat vangnetmiddelen

Onder de kandidaat vangnetmiddelen bevinden zich drie bestaande producten (regelvermogen, reservevermogen en noodvermogen) die gebruikt worden om de balans op het Nederlandse net te handhaven. Daarnaast worden drie typen calamiteitvermogen onderscheiden, en een toeslag op de onbalansprijs, bedoeld om producenten te prikkelen om zelf meer capaciteit aan te houden. In deze paragraaf bespreken we ieder van de opties kort.

Regelvermogen en *reservevermogen (RRV)* worden in het huidige systeem dagelijks aan TenneT aangeboden in de vorm van bilaterale contracten en biedingen op de biedladder RRV. Deze biedingen worden ingezet voor het oplossen van transportbeperkingen (afroeptijd tot 36 uur) als voor het handhaven van de systeembalans (afroeptijd tot 15 minuten). Regelvermogen kan vanwege de korte afroeptijd alleen in de vorm van zogenaamde spinning reserve (overcapaciteit op draaiend productievermogen) geleverd worden.¹² TenneT onderscheidt vier varianten op reservevermogen:

- Draaiend, exclusief;
- Niet-draaiend, exclusief;
- Draaiend, niet-exclusief;
- Niet-draaiend, niet-exclusief.

¹¹ In enkele landen is al ervaring opgedaan met systemen die tot doel hebben de leveringszekerheid te bevorderen, en over deze ervaringen bestaat de nodige economische literatuur (zie bijvoorbeeld Hobs *et al.*, 2001; Stoft, 2000; Oren, 2000 and Vázquez *et al.*, 2002). Bij de analyses hier gaat het om varianten die afwijken van de in genoemde literatuur besproken systemen.

¹² Dit is een versimpelde weergave van regelvermogen. Het voert hier echter te ver om in te gaan op alle finesses van deze vorm van vermogen.

Met het onderscheid exclusief versus niet-exclusief doelt TenneT op de vraag wie de beslissing tot inzetten neemt. Bij exclusief vermogen is dit aan Tennenet, terwijl dit bij niet-exclusief vermogen aan de producent is.

Noodvermogen is op een gespecificeerde aansluiting aantoonbaar en exclusief beschikbaar voor inzet door TenneT, uitsluitend voor het handhaven van de systeembalans. Noodvermogen kan zowel als fysieke capaciteit worden aangeboden als in de vorm van afschakelbare vraag.

Calamiteitvermogen is erop gericht te voorkomen dat er belasting moet worden afgeschakeld en wordt dus alleen ingezet wanneer de markt niet meer ruimt. TenneT onderscheidt calamiteitvermogen van de 1^e categorie (afroeptijd tot 10 minuten) en calamiteitvermogen van de 2^e categorie (afroeptijd tot ca. 1 uur). Voor calamiteitvermogen van de 1^e categorie onderscheiden we voorts exclusief en niet-exclusief vermogen.

In beginsel is het bij alle hierboven genoemde vormen van vangnetvermogen zowel mogelijk om dit in te vullen door fysieke productiecapaciteit als met gecontracteerde afschakelbare vraag. Op dit onderscheid gaan we apart in.

Bij de beoordeling van de kandidaat vangnetmiddelen is het niet noodzakelijk ieder van de middelen afzonderlijk te bespreken, maar kunnen we ons beperken tot categorieën met vergelijkbare kenmerken. Daarbij is het noodzakelijk om te komen tot economisch homogene categorieën. Eerder in deze paragraaf noemden we het onderscheid tussen exclusief en niet-exclusief vangnetvermogen. Vanuit economisch perspectief is daarnaast een andere overweging van belang, namelijk of de aanbieder bij de inzet van het vangnetvermogen de marktprijs al dan niet beïnvloedt. Niet-exclusief vangnetvermogen doet dit per definitie, maar het omgekeerde is niet het geval. Exclusief vangnetvermogen dat ingezet wordt op grond van een economisch criterium (bijvoorbeeld inzet vanaf een bepaald prijsniveau) heeft ook invloed op de prijsvorming. Hier maken we daarom onderscheid tussen vangnetvermogen *buiten* de markt (geen invloed van aanbieder op de prijsvorming) en vangnetvermogen *binnen* de markt (wel invloed op de prijsvorming).

We merken op dat het exclusief gecontracteerde regel- en reservevermogen weliswaar exclusief zijn in de zin dat TenneT beslist over de inzet ervan, maar dat aanbieders dit vermogen aanbieden tegen inzetprijs. Hierdoor heeft de aanbieder invloed op de marktprijs op het moment van inzetten, waarmee het valt onder vangnetvermogen *binnen* de markt. Het instrument 'toeslag op de onbalansprijs' past in geen van beide categorieën, maar is eigenlijk bedoeld als prikkel om vangnetvermogen binnen de markt te stimuleren. Hieronder sommen we de kandidaat vangnetmiddelen op, gegroepeerd naar de hierboven beschreven categorisering.

Vangnetvermogen buiten de markt

- Noodvermogen;
- Calamiteitvermogen, 1e categorie, exclusief;
- Calamiteitvermogen, 2e categorie, exclusief.

Vangnetvermogen binnen de markt

- Regelvermogen;
- Reservevermogen:
 - Draaiend, exclusief;
 - Niet-draaiend, exclusief;
 - Draaiend, niet-exclusief;
 - Niet-draaiend, niet-exclusief.
- Calamiteitvermogen, 1e categorie, niet-exclusief

Toeslag op de onbalansprijs

3.3 Fysieke capaciteit versus afschakelbare vraag

Behalve door het aanbieden van fysieke capaciteit, kan vangnetvermogen ook worden aangehouden in de vorm van gecontracteerde afschakelbare vraag. Hierbij verplicht een afnemer van elektriciteit zich om, daartoe verzocht door TenneT, de afname van elektriciteit te stoppen wanneer een calamiteit dreigt.¹³ Deze optie heeft het voordeel dat hiervoor geen hoge kosten voor fysieke reservecapaciteit hoeven te worden gemaakt.

De keerzijde hiervan is echter dat de gebruiker niet langer zelf de mogelijkheid heeft om af te schakelen op de momenten dat TenneT daar niet om vraagt, zelfs als de marktprijs daartoe normaliter wel aanleiding zou geven. Dit impliceert dat de afnemer verplicht is elektriciteit af te blijven nemen, zelfs als dat leidt tot onrendabele productie door de afnemer. Hierin schuilt de prijs van afschakelbare vraag. De afnemer die met TenneT afsprekt een deel van zijn vraag beschikbaar te houden voor afschakeling door TenneT, zal vergoed willen worden voor de kosten die hij maakt wanneer de marktprijs hoger is dan de prijs waarbij de betreffende afnemer normaliter zou afschakelen.

¹³ De verplichting betreft een exclusief contract. Bij afschakelbare vraag kunnen ook niet-exclusieve contracten worden afgesloten. De effecten zijn dan vergelijkbaar met die van niet-exclusief gecontracteerde fysieke capaciteit.

We lichten dit toe aan de hand van een voorbeeld. Stel dat een grote industriële afnemer geen afschakelbare vraag aanbiedt, maar zelf de marktprijs in de gaten houdt. Wanneer die prijs hoog genoeg stijgt, wordt het voor de afnemer interessant om zijn eigen productieproces stil te leggen en geen elektriciteit meer te kopen of zijn reeds gecontracteerde elektriciteit te verkopen. Wanneer deze afnemer wel zijn afschakelbare vraag aanbiedt, heeft hij deze keuze niet meer, TenneT bepaalt nu immers het moment van afschakelen. Dat betekent dat de afnemer in een situatie kan komen dat de prijs hoger is dan de prijs waarbij de afnemer zelf af zou schakelen, maar hij, door zijn contractuele verplichting om afschakelbare vraag beschikbaar te houden, er niet voor kan kiezen om af te schakelen. Hierdoor leidt de afnemer verlies, hetzij door het voort moeten zetten van een verlieslatend productieproces, hetzij door het mislopen van een kans om de reeds ingekochte elektriciteit winstgevend te verkopen. Omgekeerd kan het gebeuren dat TenneT besluit af te schakelen op een moment dat de elektriciteitsprijs lager is dan de prijs waarbij de afnemer zelf af zou schakelen. Hierdoor zal de afnemer zijn eigen, rendabele, productie stil moeten leggen. Bij het afsluiten van een contract voor afschakelbare vraag zal de afnemer zijn verwachting over deze verliezen mee laten wegen in het bepalen van de prijs van het contract.

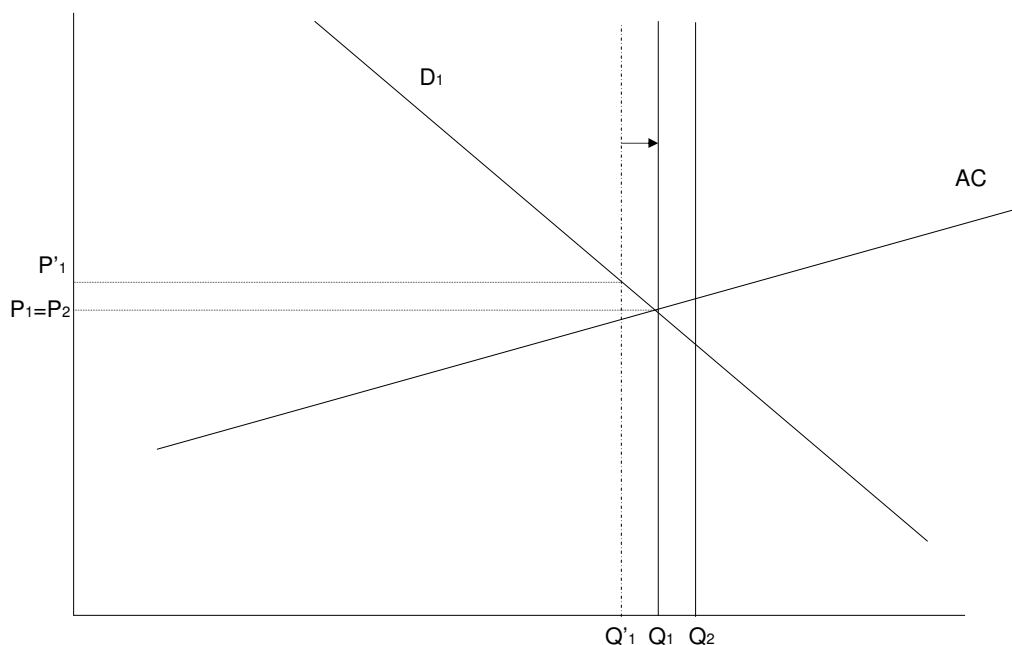
Of de kosten van het aanhouden van fysieke vraag hoger of lager zijn dan de kosten van het aanhouden van fysieke capaciteit is niet op voorhand te zeggen en hangt af van een groot aantal factoren, veelal specifiek voor de individuele afnemer.

Naast de bovengenoemde overwegingen, valt ook nog op te merken dat het contracteren van afschakelbare vraag ertoe leidt dat de totale vraag minder sterk zal reageren op prijsveranderingen. De gecontracteerde afschakelbare vraag heeft die mogelijkheid immers niet meer. De verminderde vraagelasticiteit leidt er aan de ene kant toe dat de vraagrespons in tijden van schaarste minder sterk zal zijn. Daar staat tegenover dat de verminderde prijselasticiteit bij schaarste leidt tot hogere prijzen, waardoor het rendabel wordt voor producenten om extra capaciteit aan te houden. Op korte termijn neemt de marktmacht van producenten hierdoor toe. Het netto effect in termen van leveringszekerheid is vermoedelijk verwaarloosbaar, omdat producenten in hun capaciteitsplanning de vraagrespons of het gebrek daaraan meenemen in hun overwegingen.

Samenvattend kunnen we stellen dat zowel fysieke capaciteit als afschakelbare vraag ingezet kunnen worden als vangnet. Waar de kosten van fysieke capaciteit liggen bij het niet gebruiken van een kostbaar kapitaalgoed, zijn de kosten van afschakelbare vraag verbonden aan het niet langer zelf kunnen beslissen van de afnemer over het moment van afschakelen. Welke kosten hoger zijn, zal van geval tot geval verschillen.

3.4 Het effect van vangnetmiddelen buiten de markt

In deze paragraaf gaan we in op het effect van vangnetmiddelen buiten de markt op de investeringen en de prijsvorming in de elektriciteitsmarkt. Dit is op een soortgelijke manier te illustreren als we in paragraaf 2.4 hebben gedaan. Veronderstel dat we vanuit het lange termijn evenwicht (Q_1) de capaciteit terugbrengen naar Q'_1 door een deel ervan buiten de markt te reserveren als vangnetcapaciteit, zoals onderstaande figuur weergeeft.



Het vangnetvermogen ($Q_1 - Q'_1$) wordt buiten de markt geplaatst. De netbeheerder zet het vangnetvermogen alleen in wanneer alle andere mogelijkheden uitgeput zijn. Door het uit de markt halen ontstaat er schaarste en stijgt de prijs naar P'_1 , waardoor deze boven gemiddelde kosten komt te liggen en er ruimte ontstaat voor investeringen. Deze investeringen leiden ertoe dat de hoeveelheid voor de markt beschikbaar vermogen groeit tot aan zijn oorspronkelijke niveau, waar de prijs gelijk is aan de gemiddeld kosten. Het tempo waarin die groei plaatsvindt, en dus de periode van verhoogde schaarste, hangt af van de mate waarin de producenten in staat zijn ontwikkelingen te voorzien. Hoe beter zij dit kunnen, hoe beter zij de timing van de investering af kunnen stemmen. De totale hoeveelheid capaciteit, inclusief vangnet, is nu gestegen tot Q_2 en per saldo is het vermogen dus met het vangnetvermogen uitgebreid. Tegenover de zekerheid die deze manier om vangnetvermogen te reserveren biedt, staat dat het betreffende vermogen een groot deel van de tijd niet ingezet is, hetgeen een kostbare oplossing is.

We kunnen het beeld verscherpen door de systematiek te bekijken vanuit de optiek van een aanbieder van productiecapaciteit. Veronderstel, net als we hierboven deden, dat de marginale productie eenheid van deze individuele aanbieder exact zijn gemiddelde kosten terugverdient. Er is dan geen prikkel om meer te investeren, omdat de volgende eenheid minder zou verdienen dan de gemiddelde kosten en dus verlies zou leiden. Op dat moment besluit TenneT een bepaalde hoeveelheid capaciteit buiten de markt in te kopen. Voor de individuele producent is dit aantrekkelijk als zijn marginale centrale op die manier meer (netto) inkomsten genereert dan in de markt.

Laten we veronderstellen dat de producent besluit zelf geen vangnetvermogen aan te bieden, maar andere producenten wel. Omdat een deel van de bestaande capaciteit buiten de markt geplaatst is, ontstaat er schaarste en stijgt de marktprijs. De marginale eenheid van de producent uit het voorbeeld maakt nu dus winst, en een extra eenheid zou dat ook doen. Het is dus interessant voor de producent om te investeren in een nieuwe centrale tot aan het punt waar investeren in meer capaciteit niet langer winstgevend is.

Dit effect wordt versterkt wanneer de producent wel besluit vangnetvermogen aan te bieden, en dat TenneT dit vermogen inkoopt en buiten de markt plaatst. Het ligt voor de hand dat de producent zijn minst kostenefficiënte productie-eenheid hiervoor gebruikt. Met de andere eenheden kan hij immers meer winst genereren op de reguliere markt. De producent biedt nu minder capaciteit aan dan in de uitgangssituatie de kostprijs van zijn marginale eenheid is lager. Samen met de gestegen marktprijs leidt dit tot de mogelijkheid om winstgevendende investeringen in nieuwe capaciteit te doen.

Uit bovenstaande analyse komt naar voren dat het buiten de markt plaatsen van vangnetcapaciteit de markt niet verstoort. Daar staat tegenover dat het, anders dan in noodgevallen, niet inzetten van deze capaciteit hoge kosten met zich meebrengt.

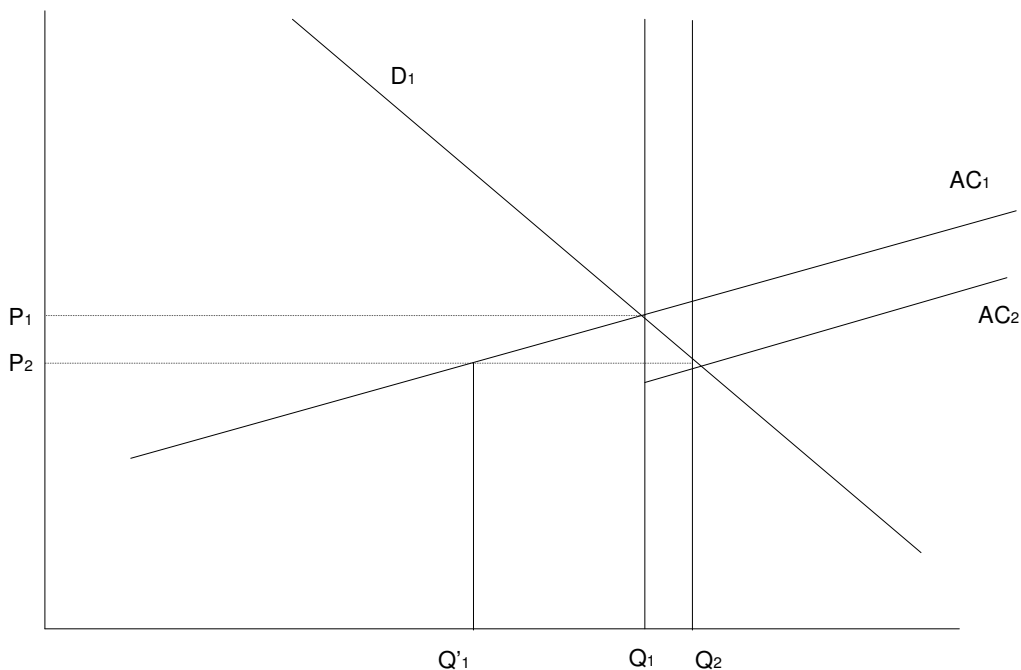
3.5 Het effect van vangnetmiddelen binnen de markt

Het hierboven geschetste nadeel is te ondervangen door producenten toe te staan de vangnetcapaciteit in te zetten op momenten dat het niet als vangnetcapaciteit nodig is. Hierdoor kan de betreffende capaciteit inkomsten genereren, wat het systeem voor de netbeheerder minder kostbaar maakt. Het karakter van vangnetmiddelen binnen de markt leidt ertoe dat vangnetcapaciteit niet altijd beschikbaar is, deze kan immers al op de markt zijn ingezet. De achterliggende gedachte is dat het inzetten van de vangnetcapaciteit op de reguliere of onbalansmarkt ertoe leidt dat er geen of minder vangnetvermogen buiten de markt nodig is. De maatregel krijgt hiermee eerder een subsidiekarakter dan het karakter van het opzijzetten van

fysieke capaciteit. Dit maakt het systeem vergelijkbaar met capaciteitsbetalingen, waarbij de subsidie niet geldt voor de gehele capaciteit, maar alleen voor het gedeelte dat tot het vangnetvermogen wordt gerekend.

Een bekend probleem bij capaciteitsbetalingen is verdringing van gesubsidieerd vermogen door vermogen dat anders door marktpartijen gerealiseerd zou worden. Bovendien wordt de subsidie, via een verlaging van de schaarste, vertaald in een lagere prijs, waardoor de vraag gestimuleerd wordt. Deze theoretische inzichten (zie bijvoorbeeld Lijesen (2004), Oren (2000)) worden bevestigd door ervaringen in Spanje en Engeland & Wales, waar de capaciteitsbetalingen inmiddels weer afgeschaft zijn. De vraag dringt zich op in hoeverre dit probleem zich voordoet bij vangnetvermogen binnen de markt.

Het antwoord op die vraag is mede afhankelijk van de vormgeving van de optie. Veronderstel dat er een vormgeving bestaat die zodanig is dat de opbrengsten van reguliere inzet van vangnetvermogen volledig afgeroomd worden. Dit is bijvoorbeeld te bereiken door in de subsidiemethode in te bouwen dat de subsidie vanaf een bepaald niveau aan productie terugbetaald wordt. Een dergelijk mechanisme zou ervoor kunnen zorgen dat eenheden die rendabel ingezet kunnen worden op reguliere markten geen subsidie ontvangen.



Zonder in te gaan op de exacte vormgeving, gaan we er voor de analyse vanuit dat het mogelijk is om de subsidie zodanig vorm te geven dat alleen capaciteit boven het lange termijn evenwicht gesubsidieerd wordt. We geven de subsidie weer in ons analytisch kader door een verlaging van de gemiddelde kosten voor eenheden boven het lange termijn evenwicht.

Door de daling van de kosten na subsidie wordt het rendabel om de capaciteit uit te breiden naar Q_2 , het capaciteitsniveau waar de gesubsidieerde eenheden het niet gesubsidieerde deel van de kosten kunnen terugverdienen ($p_2 = ac_2$). Deze uitbreiding leidt er echter toe dat de prijzen dalen tot p_2 , waardoor een deel van de reguliere capaciteit niet langer rendabel is. Hun gemiddelde kosten liggen immers nog op ac_1 , terwijl ze prijs p_2 ontvangen voor hun productie. Alle eenheden tussen Q'_1 en Q_1 worden hierdoor in eerste instantie onrendabel. Producenten zullen het capaciteitsniveau terug schroeven totdat de marginale eenheid weer rendabel is, waardoor de totale capaciteit inclusief vangnet tussen Q_1 en Q_2 komt te liggen.¹⁴

Ook wanneer er sprake is van verdringing, is het mogelijk om, door meer te contracteren, netto een even groot vangnet creëren. Om toch op een totaal niveau van Q_2 uit te komen, moeten de eenheden tussen Q'_1 en Q_1 in de figuur dus eveneens gesubsidieerd worden. Uit de figuur valt echter ook af te lezen dat de prijsdaling ertoe leidt dat de vraag eveneens toeneemt tot Q_2 . Dit betekent dat er weliswaar een vangnet gecreëerd is, maar dat dit vangnet direct gevuld wordt, en dus niet beschikbaar is om calamiteiten te ondervangen. Hiermee is deze vorm ongeschikt als vangnetvermogen.

Daarnaast dienen we rekening te houden met het gegeven dat het contracteren van een grotere hoeveelheid vangnetvermogen, nodig vanwege de verdringing, leidt tot hogere uitvoeringskosten, zowel voor de netbeheerder als voor de producenten. Bovendien leidt het grotere aantal te controleren parameters tot een grotere kans op overheidsfalen. Om het hier beschreven systeem succesvol uit te voeren moet ten minste worden bepaald hoe veel subsidie gegeven wordt en bij welk productieniveau de subsidie volledig afgebouwd moet zijn. Eventuele extra parameters hangen af van de verdere vormgeving. Als algemene regel geldt dat een verfijndere vormgeving meer sturingsmogelijkheden biedt, maar ook de kans op overheidsfalen vergroot.

Laten we, net als in de voorgaande paragraaf, de situatie eens bekijken vanuit de optiek van een individuele producent. Net als in dat eerdere voorbeeld verdient de marginale productie eenheid van deze individuele aanbieder exact zijn gemiddelde kosten, en is er geen prikkel om meer te investeren, omdat de volgende eenheid verlies zou leiden. Vanuit die uitgangspositie besluit TenneT een bepaalde hoeveelheid capaciteit binnen de markt in te kopen.

¹⁴ Het optimum is in de figuur te vinden door het lijnenpaar Q_1 - Q_2 naar links te schuiven totdat het kruispunt van de lijnen AC_1 en Q_1 op dezelfde hoogte (prijs) komt te liggen als het kruispunt van de lijnen AC_2 en Q_2 .

Het is voor de producent aantrekkelijk om zijn marginale eenheden aan te bieden, omdat daar geen kosten aan verbonden zijn. Indien de eenheden door inzet in markt voldoende kunnen verdienen om hun gemiddelde kosten goed te maken, ontvangen de eenheden geen subsidie. Indien de eenheden niet in staat blijken hun eigen kosten goed te maken, worden deze kosten deels gesubsidieerd. De kosten van voorheen niet winstgevendende eenheden worden gesubsidieerd, waardoor investeren interessant wordt en de producent in eerste instantie bereid is te investeren tot het niveau waarop hij de gesubsidieerde kosten terugverdient. Omdat alle producenten dit doen, neemt de schaarste echter af en dalen de prijzen. De gedaalde prijzen hebben zowel invloed op de gesubsidieerde eenheden als op de voorheen nog net rendabele eenheden. Die laatste worden nu onrendabel, waardoor de prikkel om te investeren fors afneemt, tenzij deze eenheden ook gesubsidieerd worden. Indien dat laatste niet het geval is, zal de producent besluiten om ofwel bestaande eenheden uit bedrijf te nemen, ofwel geplande investeringen uit te stellen totdat de schaarste in de markt weer voldoende is toegenomen, zodat de prijs hoog genoeg is om de kosten van een nieuwe eenheid terug te verdienen.

De conclusie van deze paragraaf luidt dat het aanhouden van vangnetvermogen binnen de markt niet de gewenste effecten heeft. Het leidt tot een verlaging van de prijs en verdringt daarmee aan de ene kant reguliere investeringen terwijl het aan de andere kant extra vraag uitlokt, waardoor het vangnet direct gevuld wordt en dus niet meer beschikbaar is om calamiteiten op te vangen.

3.6 Het effect van een toeslag op de onbalansprijs

Een alternatief voor het contracteren van vangnetvermogen zou wellicht zijn het instellen van een toeslag op de onbalansprijs (bijvoorbeeld door het verhogen van de zogenaamde prikkelcomponent gehanteerd door TenneT, wellicht afhankelijk van de hoeveelheid ingezet vermogen). In eerste instantie wordt hierdoor, ceteris paribus, immers de onbalansprijs hoger. Aangezien prijzen in de verschillende elektriciteitsmarkten gemiddeld (en in verwachting) in evenwicht aan elkaar gelijk zijn, zou dit tevens betekenen dat elektriciteitsprijzen over de gehele linie zouden toenemen, wat zich zou kunnen vertalen in een hoger investeringsniveau.

De toeslag kan op twee manieren worden vormgegeven. De simpelste vorm is er een waarbij de veroorzaker van onbalans meer betaalt én de aanbieder van balansvermogen meer ontvangt. Een andere mogelijkheid is dat de veroorzaker weliswaar meer betaalt, maar de aanbieder van balansvermogen niet meer ontvangt. De inkomsten zouden in zo een systeem door TenneT worden teruggesluisd naar de markt, bijvoorbeeld door een verlaging van het systeemdiensttarief. We bespreken de methodiek eerst voor de eerstgenoemde vorm aan de hand van een eenvoudig voorbeeld.

Veronderstel dat een producent en een consument overeenkomen om een product te verhandelen voor de prijs van 100 euro. Vervolgens stelt de overheid dat de consument 10 euro extra moet betalen en de producent 10 euro extra moet ontvangen. De logische reactie voor beide partijen is dan om de prijs vast te stellen op 90 euro voor overheidsingrijpen, wat neerkomt op een prijs van 100 euro na overheidsingrijpen, exact de prijs die ze zonder ingrijpen waren overeengekomen. Het netto effect van de toeslag is dan nihil.

Bij een eenzijdige toeslag, vergelijkbaar met de huidige prikkelcomponent op de onbalansprijs, is dat minder vanzelfsprekend. Het is te verwachten dat een verhoging van onbalansprijs via een dergelijke prikkelcomponent met name zal leiden tot een lagere vraag in de onbalansmarkt, doordat marktdeelnemers minder geneigd zullen zijn om in onbalans te geraken. De onbalansmarkt kan bijvoorbeeld gemeden worden door partijen met productievermogen door een groter deel van de eigen portefeuille individueel in reserve te houden (en dus niet als regelvermogen aan te bieden op de onbalansmarkt). Bij aanwezigheid van een toeslag in de vorm van de huidige prikkelcomponent is het immers minder snel efficiënt om eigen regelvermogen aan te bieden aan TenneT voor het regelen van onbalans: in geval van een onbalans in de eigen portefeuille betaalt men dan de opregelprijs plus prikkelcomponent, en ontvangt men slechts de opregelprijs over het afgeroepen vermogen.

Het netto-effect van een dergelijke toeslag zal zijn dat men sterker zal leunen op de overige markten, en dat, door dalende inkomsten uit opregelvermogen, aanbieders tevens zullen migreren van de onbalansmarkt naar bijvoorbeeld de intra-day markt. De hogere kosten voor balancerings via de onbalansmarkt leiden derhalve tot een verplaatsing van handel naar andere markten, waar de opslag niet geldt. De onbalans toeslag wordt daardoor niet één op één vertaald in een toeslag op de elektriciteitsprijs. Het is zelfs mogelijk dat de prijzen (exclusief toeslag) op de onbalansmarkt zullen dalen, als producenten hiermee proberen te voorkomen dat vragers naar overige markten uitwijken. Het uiteindelijke effect van de toeslag op investeringen in reservecapaciteit zal te verwaarlozen zijn.

Wel kan, doordat de mogelijkheden voor gecoördineerde marktruiming in de onbalansmarkt afnemen en producenten meer in eigen portefeuille balanceren, de kostenefficiëntie van het oplossen van onbalans afnemen, en bestaat het risico dat het (vrijwillig) aanbod aan regelvermogen afneemt. Een mogelijke reden voor meer investeringen zou kunnen liggen in deze inefficiëntie van het oplossen van onbalans. Indien we de mogelijkheden voor handel verkleinen, wordt immers het aanhouden van vermogen om de eigen onbalans op te vangen aantrekkelijker. De mate van inefficiëntie, en het effect op investeringen, kan echter niet goed voorspeld worden. Te verwachten valt dat marktpartijen op termijn zullen zoeken naar mogelijkheden om buiten de onbalansmarkt om regelcapaciteit centraal te verhandelen. Hoe

groter de omvang van de geschetste efficiëntieverliezen, hoe aantrekkelijker het is om te investeren in een handelssysteem dat de inefficiënties opheft.

In deze paragraaf hebben we laten zien dat een toeslag op de onbalansprijs er niet toe leidt dat een voor calamiteiten beschikbaar vangnetvermogen aangehouden wordt. Ofwel anticiperen spelers op de heffing en zal de markt ruimen, waarbij eventuele biedingen aangepast worden zodat vragers en aanbieders dezelfde prijzen betalen en ontvangen, ofwel mijden spelers de onbalansmarkt om de heffing te ontlopen.¹⁵

¹⁵ Deze algemene conclusie geldt ook voor complexere vormen van een opslag op de onbalansprijs.

4 Vormgevingsaspecten van vangnetvermogen buiten de markt

4.1 Inleiding

In het vorige hoofdstuk concludeerden we dat het buiten de markt houden van vangnetvermogen wenselijk is om het beoogde doel van het vangnet te vervullen. De vervolgvraag is hoe dit instrument verder ingevuld moet worden. In de volgende paragraaf gaan we in op de vraag wat de prijszetting in de elektriciteitsmarkt dient te zijn in die situaties waarin (door TenneT) besloten wordt om vangnetvermogen in te zetten. Paragraaf 4.3 gaat vervolgens in op de mogelijkheid om vangnetvermogen aan te houden met een langere afroeptermijn en in paragraaf 4.4 gaan we in op enkele vragen rond de implementatie.

4.2 De onbalansprijs

In deze paragraaf beargumenteren we ten eerste dat het effect van het vangnet, in termen van resulterende opgestelde capaciteit, toeneemt naarmate de elektriciteitsprijs (in de onbalansverrekening) bij inzet van vangnetvermogen toeneemt. Met andere woorden, hoe lager de onbalansprijs op momenten dat vangnetvermogen wordt ingezet, des te groter het verdringingseffect op het reguliere, niet-vangnet, vermogen.

Ten tweede rijst de vraag hoe een efficiënte prijszetting op de onbalansmarkt eruit zou zien op het moment dat er vangnetvermogen wordt ingezet. We benadrukken hier dat het niet gaat om de prijs waartegen het vangnetvermogen zelf wordt ingezet, maar om de onbalansprijs op het moment dat er vangnetvermogen wordt ingezet. Hier merken we op dat uit efficiëntieoverwegingen het gunstig is om de invloed op de (onbalans)prijs af te laten hangen van de mate waarin het vangnetvermogen wordt benut. Bij lage benutting ligt de resulterende onbalansprijs dan dicht bij het hoogst afgeroepen bod in de regel- en reservemarkt, bij hoge benutting stijgt de onbalansprijs richting de afschakelwaarde van de vraag.

Het contracteren van vangnetvermogen dient te leiden tot een grotere hoeveelheid opgesteld vermogen (dan in de evenwichtssituatie zonder dit vangnetvermogen), opdat daardoor de kans op onderbrekingen (onvrijwillige afschakeling) afneemt. Van belang bij de beoordeling van het effect op investeringen en afschakelkans is wat het effect op de marktprijzen zal zijn in die (wellicht zeldzame) situaties waarin dit vangnetvermogen daadwerkelijk zal worden ingezet om afschakeling te vermijden.

Het uitgangspunt bij de ontwikkeling van de vangnetregeling is dat er een zekere kleine waarschijnlijkheid is dat op enig moment in de toekomst een tekort kan ontstaan, waarbij een

gedwongen afschakeling alleen kan worden voorkomen door inzet van het vangnetvermogen. Op een dergelijk moment ruimt de 'markt zonder vangnetvermogen' dus niet, en rijst de vraag wat op dat moment de prijs voor elektriciteit zal zijn (dit is de onbalansprijs die programmaverantwoordelijken met een tekort op dat moment voor hun afname van TenneT betalen). De vaststelling van deze prijs zal van invloed zijn op de inkomsten van alle producenten, ofwel omdat zij op dat moment direct (op)regelvermogen leveren aan TenneT, en dus een vergoeding krijgen voor geleverde energie, ofwel omdat de verwachting van deze prijs in de spot- en termijnprijzen op de overige markten voor elektriciteit waar zij als (netto) aanbieder actief zijn gereflecteerd wordt.

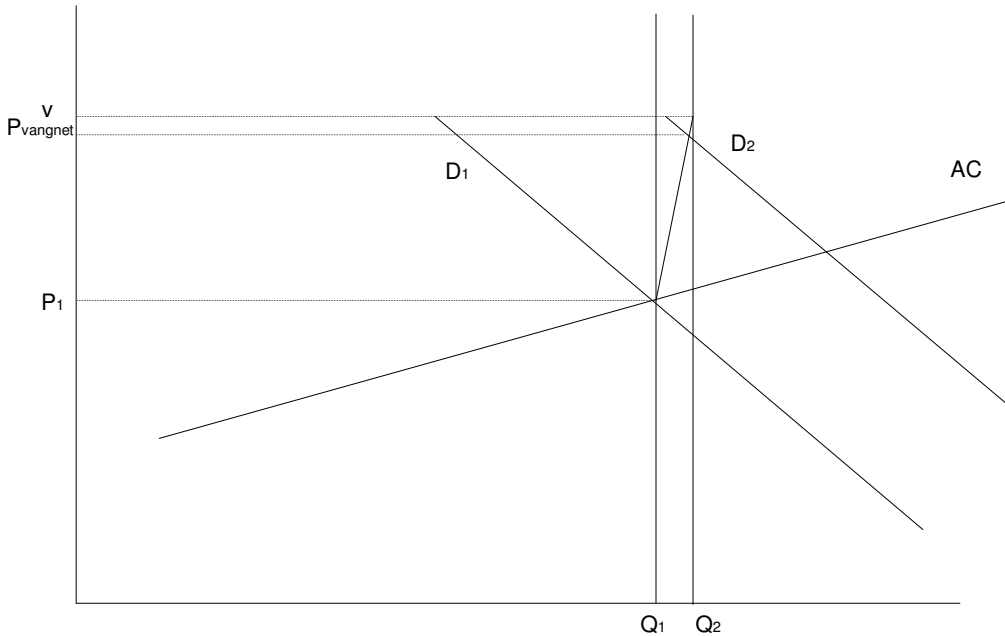
Eerder hebben we gezien dat marktpartijen zullen investeren, mits zij de kosten van die investeringen in perioden van schaarste kunnen terugverdienen. De momenten waarop vangnetvermogen wordt ingezet zijn extreme gevallen van dergelijke perioden van schaarste. De prijzen die dan tot stand komen bepalen de schaarste-inkomsten van de producenten. De prijsstelling voor ingezet vangnetvermogen heeft zodoende invloed op het (evenwichts)niveau van het reguliere (niet-vangnet) opgestelde vermogen.

Figuur 3.1 geeft weer wat de effecten op de prijs zijn indien op geen enkel moment vangnetvermogen wordt ingezet. In dat geval resulteert een schaarsteprijs, P_f , die bepaald wordt door de mate van reactie van de vraag naar elektriciteit op de prijs (de vraag neemt af naarmate de prijs stijgt).

In de elektriciteitsmarkt bestaat een deel van deze vraagreactie, in laatste instantie, uit gedwongen afschakeling van vraag. Indien op korte termijn aanbod (inclusief vangnetvermogen) en vrijwillige vraagreductie niet in balans kunnen worden gebracht, zal uiteindelijk vraag worden afgeschakeld. Een eerste belangrijke observatie is dat efficiëntie van investeringsprikkels in dat geval verlangt dat de (onbalans)prijs gelijk zal moeten worden aan de waarde van die afgeschakelde vraag, ofwel de zogenaamde *outage costs*. Deze kosten van niet-leverantie van energie aan (onvrijwillig) afgeschakelde afnemers komen overeen met het gederfde 'nut' van het consumeren van elektriciteit. Aangezien onvrijwillige afschakeling noodzakelijkerwijs (door technische en informatiebeperkingen) geen onderscheid kan maken tussen afnemers, zal het effect op het totale afnemersnut bepaald worden door het gemiddelde gederfde nut (per afgeschakelde MWh) van de afgeschakelde afnemers (zie ook Joskow and Tirole (2004)).

Het vangnetmechanisme dient om de kans op een dergelijke situatie van afschakeling te verkleinen. Wat verandert er nu in Figuur 3.1 wanneer, ter voorkoming van gedwongen afschakeling van vraag vangnetvermogen wordt ingezet? Hieronder presenteren we een

aangepaste versie van die figuur, waarin we in beeld brengen hoe de onbalansprijs zich ontwikkelt tijdens de inzet van vangnetvermogen.



De aanbodscurve in de figuur wordt dan verlengd boven niveau Q_1 , in de figuur weergegeven door het steile lijnstuk tussen Q_1 en Q_2 . Het snijpunt daarvan met de vraagcurve bepaalt het optimale niveau van $p_{vangnet}$, de gekozen onbalansprijs die vigeert bij inzet van vangnetmiddelen. Indien dit snijpunt bereikt wordt bij een capaciteit kleiner dan de totale capaciteit Q_2 , zoals in de figuur, wordt de prijs gelijk aan $p_{vangnet}$. Is ook het vangnet onvoldoende, dan zal opnieuw de vraag afnemen tot een waarde Q_2 . Wanneer dit afschakeling tot gevolg heeft, zal dit (dienen te) leiden tot een onbalansprijs gelijk aan de outage cost, v .

Het is nu duidelijk dat een lagere onbalansprijs tijdens de inzet van het vangnet $p_{vangnet}$ zal leiden tot een lagere prikkel tot investeren in vermogen. In de appendix tonen we aan dat een hogere onbalansprijs tijdens de inzet van het vangnet dan ook leidt tot een lagere kans op afschakeling, en dat, vice versa, indien de verhouding tussen deze prijs en de outage cost voldoende klein wordt, de kans op afschakeling volledig onafhankelijk wordt van de hoeveelheid gecontracteerd vangnetvermogen $Q_2 - Q_1$. In dit geval verdringt het vangnetvermogen een gelijke hoeveelheid marktvermogen, en is het vangnet dus nutteloos.

In het algemeen concluderen we dus dat de mate van verdringing van marktvermogen door vangnetvermogen afneemt naarmate de onbalansprijs bij inzet van vangnetvermogen toeneemt.

De vraag rijst vervolgens of het optimaal is om de prijs direct bij inzet van vangnetvermogen te laten stijgen naar de kosten van afschakeling v . Het antwoord hierop is nee, zo blijkt uit een analyse uit Joskow and Tirole (2004): vanuit efficiëntieoverwegingen is het voordeliger om de onbalansprijs te laten afhangen van de hoeveelheid vangnetvermogen die wordt ingezet. Bij de eerste megawatturen die door vangnetvermogen worden geproduceerd ligt de onbalansprijs net boven de hoogste biedprijs, terwijl de prijs toeneemt naarmate verder op de vangnetreserve wordt ingeteerd, zoals ook het steile lijnstuk tussen Q_1 en Q_2 in de figuur suggereert.

Dit kunnen we als volgt begrijpen. We merken op dat het vangnetvermogen functioneert als een verzekering tegen gedwongen afschakeling. Wanneer het aanwezige (snel opregelbare) marktvermogen vrijwel is opgebruikt, neemt de kans toe dat, door een volgende uitval van productievermogen of door een vraagfluctuatie, de markt niet meer kan ruimen, en er afgeschakeld moet worden in afwezigheid van vangnetvermogen. Hoe groter de voorraad aan vangnetvermogen, hoe lager de kans dat door zo'n gebeurtenis er toch nog moet worden afgeschakeld. Vice versa geldt dat naarmate er meer wordt ingeteerd op vangnetvermogen, de kans op afschakeling toeneemt.

De totale waarde van de gehele voorraad aan vangnetvermogen op enig moment is gelijk aan de door dit vangnet vermeden verwachte schade door afschakeling. De waarde van de eerstvolgende MW aan vangnetvermogen, op het moment dat deze wordt aangesproken, is dan gelijk aan de marginale waarde van het vangnet vermogen. Deze marginale waarde is kleiner naarmate er nog meer vangnetvermogen over is: de kans op uitval wordt dan immers verkleind.

Optimale prijsstelling op de onbalansmarkt tijdens de inzet van vangnet vermogen betekent dus dat de onbalansprijs dient toe te nemen naarmate de hoeveelheid ingezet vermogen toeneemt. Hiermee wordt ook de theoretisch optimale situatie van het internaliseren van de externaliteit benaderd. De stijging van de prijs bij het niet meer ruimen van de markt vormt een boete voor degenen die op dat moment een beroep doen op de onbalansmarkt en daarmee in feite medeveroorzaker zijn van de ontstane situatie. Een dergelijke manier van beprijzen geeft dus, naast de juiste prikkels voor investeerders, ook de juiste prikkels voor producenten om te voorkomen dat ze in perioden van grote schaarste in onbalans raken.

4.3 Vangnetvermogen met langere afroeptermijn

Een van de productspecificaties van het vangnetvermogen betreft de afroeptijd van dit vermogen. Het grootste deel van de acties die TenneT onderneemt om de balans te handhaven speelt zich af op tijdschalen kleiner dan een kwartier: het betreft hier met name de inzet van regelvermogen. Dit type vermogen heeft een zeer korte afroeptijd (seconden), en inzet van dit vermogen kan dus op zeer korte tijdschalen gevarieerd worden, al naar gelang de actuele

balanssituatie van het systeem. Er is hier dan ook sprake van slechts een beperkte interrelatie tussen inzet van vermogen door de markt (op basis van prijsprikkels) en inzet van vermogen door TenneT. Partijen kunnen op deze korte termijn immers geen energietransacties met elkaar aangaan. (Een geringe mate van interrelatie tussen acties van TenneT en producenten op deze korte termijn treedt op door het ‘meeregelen’ door producenten: het vergroten van productie op basis van de actuele systeemmonbalans, en dus de verwachte onbalansprijzen).

Naarmate de afroeptijd van beschikbaar vermogen toeneemt, wordt ook de interactie tussen de gedecentraliseerde inzetbeslissingen door marktspelers, en de centrale inzetbeslissingen door TenneT, groter. De achterliggende gedachte binnen het Nederlandse elektriciteitssysteem is dat productiebeslissingen voor zover mogelijk decentraal genomen worden. Centrale aansturing geschiedt slechts ten behoeve van de zeer korte termijn balanshandhaving. Op deze korte termijn worden decentrale productiebeslissingen geacht inefficiënt (of onmogelijk) te zijn, door coördinatiebeperkingen.

Het gebruiken van vangnetvermogen met afroeptijden langer dan een kwartier kan dus het bezwaar oproepen dat op deze wijze de grens tussen centraal gecoördineerde inzet en decentrale inzetbeslissingen door marktpartijen vervaagt. Indien TenneT immers, naar aanleiding van een productieprobleem dat tot gedwongen afschakeling zou kunnen leiden, vermogen afroept om na een periode van een uur energie te leveren, dan bestaat het risico dat marktpartijen op dat moment inmiddels zelfstandig reeds de balans hebben hersteld en voldoende regelvermogen hebben vrijgemaakt. Het door TenneT afgeroepen vangnetvermogen creëert dan een onbalans, in plaats van de onbalans te verhelpen.

Deze onzekerheid hoeft vanuit economisch oogpunt niet noodzakelijk een reden te zijn om af te zien van het gebruik van vangnetmiddelen met langere afroeptermijnen (van bijvoorbeeld een uur). Enerzijds zijn er kosten verbonden aan het ‘verkeerd’ afroepen van langere termijn vangnetvermogen: het moeten corrigeren van het overschot aan ingezet vangnetvermogen door het afroepen van afregelvermogen uit de markt, en het mogelijk afgeven van onjuiste prijssignalen in de onbalansmarkt (marktverstoring). Dit laatste kan overigens goeddeels vermeden worden door de onbalansprijs vast te stellen en te gebruiken die zou gelden zonder de (overbodige) inzet van het vangnetvermogen.

Hiertegenover staat echter dat de kosten van het contracteren van langere-afroeptijd vangnetvermogen aanmerkelijk lager kunnen zijn dan voor korte-afroeptijdvermogen (er komt hiervoor immers een grotere hoeveelheid vermogen in aanmerking). De balans moet derhalve gezocht worden tussen deze twee afwegingen. De keus wordt in sterke mate bepaald door de vraag in welke mate de systeembeheerder op inzetmomenten de waarschijnlijkheid in kan

schatten of een balansprobleem zich gedurende langere tijd (> een uur) zal voordoen, dan wel of een probleem op die langere termijn een grotere urgentie zal bereiken.

Mogelijk kan voor deze afweging deels worden uitgegaan van historische inzet van noodvermogen. Zo blijkt uit inzet van noodvermogen in 2003 en 2004 dat van de 28 maal dat tot inzet van noodvermogen is overgegaan, deze inzet gedurende 14 van deze voorvallen minstens 2 uur lang duurde, en in alle gevallen tenminste 3 kwartier aanhield, hoewel niet gedurende de gehele periode eenzelfde hoeveelheid vermogen werd ingezet.

4.4 De implementatie van een vangnet

De analyses in deze studie gaan, net als die in Lijesen en Vollaard (2004) steeds uit van het lange termijn evenwicht. Omdat dit evenwicht nog niet bereikt is, rijst de vraag hoe de weg naar de uiteindelijke situatie het best bereikt kan worden. Hierbij spelen drie vragen een rol. Ten eerste is dit de vraag in hoeverre er vanaf het begin behoefte is aan de volledige omvang van het vangnet. De tweede factor die een rol speelt betreft de transitieperiode, die mogelijk gepaard gaat met aanloopkosten. Als derde noemen we de rol van duidelijkheid voor investeerders.

In de huidige situatie rond de elektriciteitsmarkt is er sprake van een historisch gegroeide overcapaciteit. Dit impliceert een geringere noodzaak voor een vangnet. De ruim bemeten capaciteit kan immers in staat worden geacht fluctuaties in de vraag op te vangen. Hoewel op dit moment niet exact te becijferen is hoe veel minder vangnet dit vergt, valt hieruit te concluderen dat het geen kwaad kan om de invoering van het vangnet geleidelijk plaats te laten vinden.

Bij het invoeren van een nieuw beleidsinstrument zullen de reguleringsparameters veelal op basis van beperkte informatie worden vastgesteld. Terwijl het beleid uitgevoerd wordt, ontstaan leereffecten en kunnen de parameters bijgesteld worden. Dit impliceert dat overheidsfalen groter is in het begin van de implementatiefase en geleidelijk krimpt door leereffecten. Daar staat tegenover dat lock-in effecten juist kunnen leiden tot groeiend overheidsfalen. De leereffecten pleiten ervoor om een maatregel in eerste instantie op betrekkelijk kleine schaal in te voeren en geleidelijk in omvang te laten toenemen. Hiermee blijven de kosten van de leerperiode beperkt.

Investerings in productiecapaciteit hebben in de regel een lange termijn karakter. Onzekerheid over toekomstig overheidsbeleid kan ertoe leiden dat dergelijke investeringen uitgesteld worden of zelfs helemaal niet plaatsvinden. Dat pleit ervoor om zo duidelijk mogelijk te zijn over toekomstige plannen met het vangnet en om (afgezien van kostenbesparende leereffecten) zo min mogelijk tussentijdse wijzigingen toe te passen.

Daarnaast speelt een rol dat het enige tijd kost voordat investeringsbeslissingen omgezet worden in fysieke capaciteit. Dat betekent ook dat er enige tijd zit tussen het geven van investeringsprikkels en de effecten daarvan. Dit, in combinatie met de gewenste vroege duidelijkheid, pleit er voor om in een vroeg stadium contracten te sluiten die pas na enkele jaren uitgevoerd worden, en meer in het algemeen om in een deel van het vangnet te voorzien door langlopende contracten.

Een laatste punt van aandacht betreft de monitoring van het vangnet. In paragraaf 2.3 gaven we al aan dat het marktfalen in de elektriciteitsmarkt met onzekerheden omgeven is. Dat kan betekenen dat de markt ook zonder vangnet in staat blijkt te zorgen voor een voldoende niveau van leveringszekerheid. Indien dat het geval is, zal een goed vormgegeven vangnet de markt hierin niet in de weg zitten, maar staan er tegenover de kosten van het vangnet geen baten. Het verdient dus aanbeveling te blijven monitoren of de noodzaak voor een vangnet bestaat.

De meest voor de hand liggende wijze om nut en noodzaak van het vangnet te monitoren, is te kijken naar het gebruik ervan. Heel eenvoudig gesteld, wanneer een vangnet nooit gebruikt wordt, is dit een aanwijzing dat het overbodig is. Voordat we het schijnbaar overbodige vangnet verwijderen, moeten we ons natuurlijk wel vergewissen dat het tot dan toe niet gebruiken ervan geen andere oorzaken kent. Daarom moeten we de monitoring aanvullen met indicatoren over de recente historische ontwikkeling van de reservecapaciteit en verwachte ontwikkelingen van vraag en te bouwen capaciteit in de nabije toekomst. Wanneer we dan constateren dat het vangnet al geruime tijd (zeg, vijf jaar) niet gebruikt is én de aanvullende gegevens geen aanleiding geven om te veronderstellen dat daarin verandering gaat komen, dan kunnen we concluderen dat de markt het zonder vangnet af kan.

5 Conclusies

In deze studie beschrijven we een analyse van de door TenneT voorgestelde kandidaat vangnetmiddelen en hun effecten op prijzen en investeringen. In algemene zin geldt dat de aanwezigheid van een vangnet het risico met zich meedraagt dat spelers in hun gedrag rekening houden met die aanwezigheid. De kunst is om door vormgeving, het vangnet als het ware zo onzichtbaar mogelijk te laten zijn, zodat het gedrag van marktpartijen zo min mogelijk beïnvloed wordt.

De eerste algemene conclusie uit onze analyse is dat vangnetvermogen buiten de markt vanuit economisch perspectief superieur is aan vangnetvermogen binnen de markt. Verdringing van bestaande capaciteit leidt ertoe dat het initiële kostenvoordeel van de variant binnen de markt verloren gaat. Bovendien wordt de ontstane ruimte in de capaciteit ingevuld door een vraagreactie op de lagere prijzen.

Het heffen van een toeslag op de onbalansprijs biedt evenmin soelaas. Uitwijkreacties naar andere markten en het verlagen van de prijs exclusief toeslag zullen het effect van de toeslag grotendeels of geheel teniet doen. Mogelijk zal er wel enig effect uitgaan van een verminderde efficiëntie die het gevolg is van uitwijkgedrag van een centrale markt naar bilaterale handel. Dit zou er toe kunnen leiden dat producenten meer reservevermogen aanhouden om geen beroep te hoeven doen op anderen. Indien de omvang van deze efficiëntieverliezen groot is, ligt het echter voor de hand dat er een geformaliseerde centrale markt ontstaat buiten de onbalansmarkt om.

Vangnetmiddelen buiten de markt (noodvermogen en de exclusieve vormen van calamiteitvermogen) zijn de meest effectieve middelen om een vangnet te creëren. Er zijn geen economische gronden op basis waarvan een voorkeur voor de nood- of calamiteitvermogen kan worden uitgesproken.¹⁶ Evenmin valt er op voorhand een voorkeur uit te spreken voor fysieke capaciteit versus afschakelbare vraag. Het ligt voor de hand om, door veiling van de contracten, de markt te laten bepalen welke optie het meest kosteneffectief is.

Vangnetmiddelen buiten de markt worden pas ingezet op het moment dat de in de onbalansmarkt aangeboden capaciteit volledig benut is. Dit impliceert dat de onbalansprijs vanaf dat moment gefixeerd wordt op het hoogste bod van die biedcurve. Dit is niet efficiënt, omdat daarmee het signaal van een tekort niet wordt doorgegeven via het prijsmechanisme. Uit onze theoretische analyse komt naar voren dat de onbalansprijs dient te stijgen naarmate een groter deel van het vangnet ingezet wordt. In het extreme geval dat het vangnet volledig in

¹⁶ Mogelijk zijn er wel technische gronden om een verhouding tussen 1e en 2e categorie calamiteitvermogen op te baseren.

gebruik is, moet de onbalansprijs gelijk zijn aan de value of lost load, omdat gebruikers bij die prijs indifferent zijn tussen elektriciteit kopen en afschakelen.

De laatste conclusie uit onze analyse betreft het invoeringstraject. Gezien de huidige situatie van overcapaciteit en het risico dat het overheidsfalen in het begin groter zal zijn dan na een eerste leerperiode lijkt het verstandig om op kleine schaal te beginnen en de omvang geleidelijk uit te breiden. Wel verdient het, vanuit het oogpunt van zekerheid rond investeringen, aanbeveling om direct duidelijk te communiceren hoe groot het vangnet in de nabije toekomst zal zijn. Het zo vroeg mogelijk afsluiten van lange termijn contracten kan hier deel van uitmaken. Het monitoren van het gebruik van het vangnet, aangevuld met gegevens over de recente historische ontwikkeling van de reservecapaciteit en verwachte ontwikkelingen van vraag en te bouwen capaciteit in de nabije toekomst, moet de vraag beantwoorden of het vangnet blijvend nodig is.

Literatuur

AEG, 2003, Northeast Blackout Likely to reduce US Earnings by \$6.4 Billion, AEG Working paper 2003-2.

Finon, D., T.A. Johnsen en A. Midttun, 2004, Changes when electricity markets face the investment phase, *Energy policy*, 32, pp. 1355-62.

Ford, A., 1999, Cycles in competitive electricity markets: a simulation study of the Western United States, *Energy Policy*, vol. 27, pp. 637–658.

Hobs, B.F., J. Iñón and M. Kahal, 2001, *A review of issues concerning electric power capacity markets*, research report, The Johns Hopkins University, Baltimore, MD.

Joskow, P.L. and J. Tirole, 2004, Reliability and Competitive Electricity Markets, National Bureau of Economic Research, NBER Working Paper 10472.

Lijesen, M.G., Increasing the reliability of electricity production: a cost-benefit analysis, CPB Document 52.

Lijesen, M.G. and B. Vollaard, 2004, Capacity to spare? A cost-benefit approach to optimal spare capacity in electricity production, CPB Document 60.

Oren, S.S. (2000):Capacity payments and supply adequacy in competitive electricity markets, VII Symposium of specialists in electric operational and expansion planning, May 2000, Curitiba, Brazil.

Stoft, S., 2000, PJM's Capacity market in a Price-Spike World, Power working paper PWP-077, www.ucei.org.

Stoft, S., 2002, *Power system economics*, IEEE Press, Piscataway NY.

Ten Cate, A. and M.G. Lijesen, The Elmar model: output and capacity in imperfectly competitive electricity markets, CPB Memorandum 94.

TenneT, 2004, Rapport Monitoring Leveringszekerheid 2003-2011, TenneT, Arnhem.

TenneT, 2005, Rapport Monitoring Leveringszekerheid 2004-2012, TenneT, Arnhem.

UCTE, 2003, Interim Report of the Investigation Committee on the 28 September 2003
Blackout in Italy, UCTE.

Vázquez, C., M. Rivier, I.J. Pérez-Arriaga, 2002, A market approach to long-term security of
supply, *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 17(2), pp. 349-57.

Appendix Wiskundige illustratie van prijszetting van vangnetvermogen

In deze appendix lichten we de tekst in paragraaf 4.2 toe, over de prijszetting bij vangnet van vangnetvermogen, in een wiskundige formulering. Laten we om de gedachten te bepalen een eenvoudig voorbeeld beschouwen, waarin we (vrijwillige) vraagresponso buiten beschouwing laten, en een competitieve markt voor (investerings in) elektriciteitsproductievermogen aannemen, met voor de eenvoud slechts twee typen eenheden: basislasteenheden met lage marginale kosten (en hoge kapitaalkosten) en pieklasteenheden met hogere marginale kosten en lagere kapitaalkosten. Verder heeft de systeembeheerder een hoeveelheid vangnetvermogen, ter grootte $\Delta = Q_2 - Q_1$ tot zijn beschikking, die deze in geval van dreigende vraagafschakeling kan inzetten.

Een investeerder in een piekcentrale zal capaciteit bouwen voor zover hij verwacht uit de marktprijzen tijdens inzet van zijn vermogen de investeringskosten F terug te verdienen. In een competitieve markt zijn prijzen in de piekperiodes gelijk aan de marginale kosten van de piekeenheden, tenzij de vraag groter is dan de totale opgestelde productiecapaciteit, zoals geïllustreerd in de hoofdttekst. In dat laatste geval kunnen zich twee situaties voordoen:

- De systeembeheerder is genoodzaakt een deel van het vangnetvermogen in te zetten, en voorkomt daarmee onvrijwillige afschakeling. De marktprijs wordt door de systeembeheerder vastgesteld op waarde $p_{vangnet}$.
- Al het vangnetvermogen wordt ingezet, maar dit is onvoldoende om het tekort op te vangen, en een deel van de vraag wordt afgeschakeld. De marktprijs wordt nu vastgesteld op v , de waarde die consumenten hechten aan het verbruik van elektriciteit (vergelijk de outage costs uit Lijesen en Vollaard (2004)).

In deze markt zal de investeerder in de piekeenheid dus slechts geld verdienen in die situaties waarbij de vraag groter is dan het opgestelde marktvermogen. Er geldt in evenwicht:

$F = p_{vangnet}[\text{verwachting inzet vangnetvermogen, zonder afschakeling}] + v[\text{verwachting afschakeling}]$ (zie ook vergelijking 5.1 in Lijesen en Vollaard (2004)).

De verwachte waardes in deze vergelijking hangen af van de waarschijnlijkheid dat verschillende vraagniveaus Q zich zullen voordoen, en van de grootte van het totaal opgesteld vermogen Q_1 . Precies in de periodes waarin $Q > Q_1$ en $Q < Q_2$ zal zich situatie 1 voordoen, waarbij de prijs gelijk is aan $p_{vangnet}$, terwijl wanneer $Q > Q_2$, afschakeling plaatsvindt en de prijs stijgt naar waarde v . Laten we de waarschijnlijkheidsdichtheid van de waarde van de

vraag, Q , weergeven met de functie $f(Q)$. Dan kunnen we bovenstaande vergelijking weergeven als

$$F = p_{vangnet} \cdot \int_{Q_1}^{Q_2} f(Q) dQ + v \cdot \int_{Q_2}^{\infty} f(Q) dQ .$$

Deze vergelijking bepaalt de evenwichtswaarde voor de totale marktcapaciteit Q_I (exclusief het vangnetvermogen Δ). Indien we deze evenwichtswaarde (waarvoor bovenstaande vergelijking kloppend is) aangeven met Q_I^* dan vinden we hieruit bovendien voor de resulterende kans op afschakeling:

$$\text{Kans op afschakeling} = \int_{Q_1^* + \Delta}^{\infty} f(Q) dQ .$$

Om dit wat concreter te maken kunnen we een eenvoudige verdeling voor de vraag Q invullen: we nemen aan dat de waarschijnlijkheidsdichtheid f voor grote vraag exponentieel afneemt, ofwel:

$$f(Q) \propto \exp(-\alpha Q) \text{ voor grote waarden van } Q .$$

Invullen levert dan:

$$\exp(-\alpha Q_1^*) \propto \frac{\alpha F}{p_{vangnet} \cdot (1 - e^{-\alpha \Delta}) + v \cdot e^{-\alpha \Delta}} ,$$

voor de gerealiseerde evenwichtswaarde voor de capaciteit Q_I , en

$$\text{Kans op afschakeling} = \frac{e^{-\alpha \Delta} \cdot F}{p_{vangnet} \cdot (1 - e^{-\alpha \Delta}) + v \cdot e^{-\alpha \Delta}} .$$

Wat kunnen we nu uit dit voorbeeld leren? Ten eerste zien we dat de kans op afschakeling evenredig is met de kapitaalskosten van piekvermogen, zoals te verwachten viel: indien investeren duurder wordt (F groter), zal de totale hoeveelheid opgestelde capaciteit afnemen, en zal de kans op onvrijwillige afschakeling daardoor groter worden. Wat betreft $p_{vangnet}$ zien we dat hoe groter deze gekozen wordt, hoe groter de evenwichtswaarde voor capaciteit wordt, en hoe kleiner de kans op een black out. Aan de andere kant, indien $p_{vangnet}$ een kleine waarde aanneemt ten opzichte van de kosten van een onderbreking v , dan zien we dat de kans op een black out, in de limiet dat $p_{vangnet} / v$ naar nul neigt, geheel onafhankelijk wordt van de hoeveelheid vangnetvermogen Δ ! De maatregel sorteert in dat geval dus geen enkel effect, aangezien de toegevoegde hoeveelheid vangnetvermogen aanleiding geeft tot een evenredige afname van de hoeveelheid marktvermogen. Marktspelers anticiperen immers dat hun te verwachten rendement gedempt wordt door de inzet van vangnetvermogen wanneer er krapte in de markt ontstaat.

Is dit nu reden om de onbalansprijs zo hoog mogelijk te zetten? Zoals aangegeven in de hoofdttekst, is het efficiënter om de prijsstelling van het vangnetvermogen af te laten hangen van de hoeveelheid vangnetvermogen die gebruikt wordt. Naarmate verder ingeteerd wordt, dient de marktprijs (voor onbalans) sterker te stijgen. Ook dit kan wiskundig toegelicht worden.

Beschouw ter illustratie hiervan het volgende model: laat op enig moment de kansverdeling van het vraag overschot q gegeven zijn door de functie $f(q)$. q meet dus in hoeverre de vraag uit zal stijgen boven het in de markt beschikbare aanbod: bij $q = 0$ geldt dat het aanbod juist genoeg is om aan de vraag te voldoen, bij $q < 0$ is er geen probleem, en bij $q > 0$ moet er vangnetvermogen worden ingezet om afschakeling te voorkomen. Verder nemen we aan dat in geval van afschakeling een schade $s(a)$ wordt opgelopen, die een functie is van de hoeveelheid last die moet worden afgeschakeld, a . Bij ontbreken van vangnetvermogen kan een vraagoverschot alleen worden opgevangen door afschakeling, in dat geval geldt dus

$$a = q \text{ voor } q > 0,$$

$$a = 0 \text{ voor } q < 0.$$

Laten we verder aannemen afschakeling zowel een vaste schade met zich meebrengt (bijvoorbeeld door de kans dat het gehele systeem uitvalt), en een schade evenredig met de hoeveelheid afschakeling:

$$s(a) = s_0 + s_1 a.$$

De totale verwachte schade zonder enig (resterend) vangnet is dan gelijk aan

$$\text{Verwachte schade}(\text{geen vangnet}) = \int_0^{\infty} f(q)s(q) dq.$$

Indien er echter een vangnet ter grootte Δ voorhanden is, wordt de totale verwachte schade gereduceerd: de hoeveelheid afschakeling neemt namelijk af met het vangnetvolume (of anders gezegd: q mag stijgen tot de waarde Δ voordat afschakeling noodzakelijk is, lagere vraagoverschotten worden immers opgevangen door het vangnetvermogen). De verwachte schade bij aanwezigheid van een vangnet Δ is dus

$$\text{Verwachte schade}(\text{vangnet } \Delta) = \int_{\Delta}^{\infty} f(q)s(q - \Delta) dq.$$

De totale waarde van het vangnet is dan gelijk aan de (verwachte) vermeden schade door het vangnet, het verschil tussen de bovenstaande twee uitdrukkingen. We zijn nu echter vooral geïnteresseerd in de *marginale* waarde van een hoeveelheid vangnetvermogen: gegeven dat er nog een hoeveelheid Δ aan vangnetvermogen over is, wat is dan de waarde van een MW aan

additioneel vangnetvermogen? Het antwoord wordt gevonden door de totale waarde van het vangnet te differentiëren naar Δ , en levert

$$\text{Marginale vangnetwaarde} = s_0 f(\Delta) + s_1 \int_{\Delta}^{\infty} f(q) dq .$$

Aangezien normaal gesproken f afneemt in q zal naarmate het vangnetvolume Δ afneemt, de marginale vangnetwaarde toenemen: hoe meer wordt ingeteerd op het vermogen, hoe hoger de prijs die betaald dient te worden voor het verder interen op het vangnet.