



Maatschappelijke kostprijs van netcongestie

Eindrapport

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
RVO

Rotterdam, 29 april 2024

Maatschappelijke kostprijs van netcongestie

Eindrapport

Opdrachtgever: Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Organisatie: RVO

Klankbordgroep: Autoriteit Consument en Markt (ACM), Netbeheer Nederland, Energie-Nederland, de Nederlandse Vereniging Duurzame Energie (NVDE), Alliander en VNO-NCW.

Second opinion: SEO

Rotterdam, 29 april 2024

Author:

Maurice Thijsen

Kurt Kreulen

Rogier Eldering

Menno van Benthem

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1 Introductie	9
1.1 Achtergrond en aanleiding	9
1.2 Doel van het onderzoek	11
1.3 Tot stand komen van het onderzoek.....	12
1.4 Leeswijzer	12
2 Scope en afbakening	13
2.1 Netcongestie	13
2.2 Maatschappelijke kostprijsposten	13
2.3 Netvlakken en economische activiteit	17
3 Methodologie	23
3.1 Bandbreedte van kostprijsposten benaderen	23
3.2 Verskil in bedrijfsprocessen: conventioneel en toekomstgericht	29
3.3 Kostprijsdoorsnede op netvlakken	32
3.4 Discussie van belangrijke assumpties	34
4 Resultaten	37
4.1 Kostprijspost 1: Gederfde toegevoegde waarde.....	37
4.2 Kostprijspost 2: Gederfde verduurzamingsbatens.....	40
4.3 Kostprijspost 3: Reductie van toegevoegde waarde	42
4.4 Kostprijspost 4: Gederfde hernieuwbare elektriciteitsopwekking	47
4.5 Overzicht van resultaten	47
5 Conclusie	49
6 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	58
Bijlage - Detailoverzicht resultaten	60
Relevante beleidsmaatregelen per sector kostprijspost 3	63

Samenvatting

Achtergrond en aanleiding

Het Nederlandse elektriciteitsnet is één van de betrouwbaarste netten van de wereld. Als gevolg van de energietransitie staat de kwaliteit van het net echter onder druk. Op steeds meer plaatsen op het Nederlandse elektriciteitsnet treedt netcongestie op. Een groot gedeelte van de gebruikers van het elektriciteitsnet krijgt niet te maken met netcongestie bij het voortzetten van bestaande activiteiten op gelijke voet. Zodra gebruikers activiteiten gaan uitbreiden of activiteiten gaan elektrificeren leidt dit tot een grotere elektriciteitsvraag en daarmee ook tot een grotere benodigde transportcapaciteit. Hierdoor wordt het elektriciteitsnet intensiever benut en ontstaat in een aantal gebieden netcongestie. In gebieden met netcongestie is vervolgens de benodigde transportcapaciteit voor verdere uitbreiding of elektrificatie niet meer beschikbaar.

Netcongestie kan de groei van (nieuwe) economische activiteiten belemmeren, processen stil leggen en ervoor zorgen dat projecten vertraging oplopen. Dit leidt mogelijk tot gederfde baten bij gebruikers van het elektriciteitsnet. Netbeheerders kunnen maatregelen en netinvesteringen nemen om netcongestie tegen te gaan.

Om de maatschappelijke efficiëntie van maatregelen en netinvesteringen te toetsen is het noodzakelijk om een gefundeerde schatting te kunnen maken van de gederfde maatschappelijke baten (de opportuniteitskosten) wanneer elektriciteit niet geleverd kan worden als gevolg van netcongestie. Dit onderzoek presenteert dan ook een eerste verkenning van de bandbreedte van maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie voor verschillende economische sectoren. De volgende hoofd- en deelvragen worden beantwoord:

Wat is de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie; wanneer één MWh elektriciteit niet geleverd kan worden als gevolg van netcongestie?

1. Hoe wordt de kostprijs voor bedrijvigheid afgebakend?
2. Zit er verschil in de kostprijs tussen bedrijvigheid en netvlakken?
3. Wat zijn de gevolgen van netcongestie op de kostprijs voor woningbouw?
4. Hoe verhoudt de kostprijs zich tot de financiële grens van ACM voor netbeheerders voor de toepassing van congestiemanagement?

Dit onderzoek is uitgezet door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en het ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Op verschillende momenten is het onderzoek afgestemd met een klankbordgroep bestaande uit afgevaardigden van de Autoriteit Consument en Markt (ACM), Netbeheer Nederland, Energie-Nederland, de Nederlandse Vereniging Duurzame Energie (NVDE), Alliander en VNO-NCW. Daarnaast is een second opinion op het onderzoek uitgevoerd door SEO.

Bij het gebruik van de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie dient de lezer rekening te houden met aantal kanttekeningen:

- Dit onderzoek kijkt naar de relatie tussen de maatschappelijke kostprijs en het niet kunnen leveren van één MWh aan de maatschappij als gevolg van netcongestie. Dit betekent dat we geen uitspraken doen over de omvang van netcongestie en de kans dat deze optreedt.
- De bruto kostprijs houdt geen rekening met substitutie of adaptatie. Wanneer hier wel rekening mee gehouden wordt, kan de netto kostprijs benaderd worden.
- De maatschappelijke effecten zijn niet alomvattend, deze kengetallen zijn geen directe maatstaf voor het maatschappelijk belang van de betreffende activiteit.
- Dit onderzoek veronderstelt dat iedere geconsumeerde MWh elektriciteit evenredig bijdraagt aan de toegevoegde waarde van de consument. In de realiteit ligt dit genuanceerder.

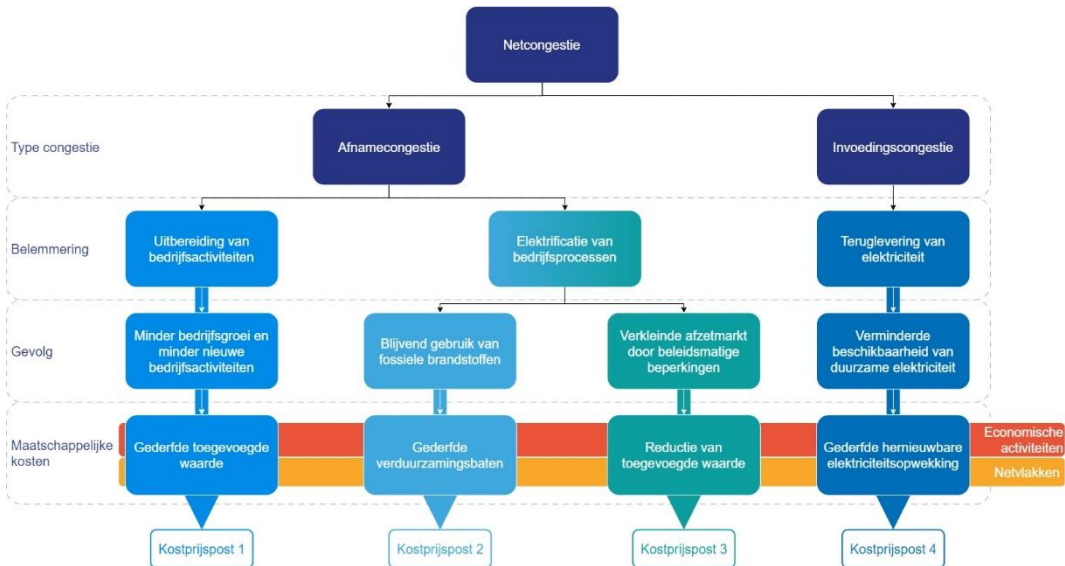
Resultaten en conclusie

In dit onderzoek geven we antwoord op vier deelvragen.

1. Hoe wordt de kostprijs voor bedrijvigheid afgebakend?

De kostprijs voor bedrijvigheid is op te delen naar vier kostprijsposten, zie figuur S.1. Drie kostprijsposten worden enkel ervaren bij uitbreiding of nieuwe economische activiteiten, namelijk: gedeerde toegevoegde waarde, gedeerde verduurzamingsbat en gedeerde hernieuwbare elektriciteitsopwekking. Kostprijspost 3 (reductie van toegevoegde waarde) betreft reeds bestaande activiteiten.

Figuur S. 1 Opbouw afbakening



2. Zit er verschil in de kostprijs tussen bedrijvigheid en netvlakken?

De sectorale verschillen van **kostprijspost 1 gedeerde toegevoegde waarde** worden grotendeels bepaald door het verschil in de energie-intensiteit van waardecreatie. Sectoren met een hoge energie-intensiteit (zoals de maakindustrie; vaak aangesloten op het hoogspanningsnet) hebben relatief meer elektriciteit nodig om dezelfde additionele toegevoegde waarde te generen dan sectoren met een lage energie-intensiteit (zoals de dienstensector; vaak aangesloten op het midden- of laagspanningsnet). Sectoren met een

lage energie-intensiteit ondervinden in dit onderzoek dan ook meer impact wanneer één MWh elektriciteit niet geleverd kan worden dan sectoren met een hoge energie-intensiteit; resulterend in een hogere kostprijs.

Kostprijs 2 presenteert de **gederfde verduurzamingsbaten** wanneer bedrijven niet kunnen verduurzamen als gevolg van netcongestie. De verschillen tussen sectoren en netvlakken worden verklaard door verschillen in de aard van de te elektrificeren energiemix. De kostprijs stijgt wanneer het CO₂-gehalte van het te elektrificeren energieverbruik toeneemt en/of wanneer de hoeveelheid elektriciteit die nodig is om te elektrificeren afneemt. Hogere kostprijzen duiden dus op een meer efficiënte CO₂-emissiereductie (meer emissiereductie met minder elektriciteit).

Bij **kostprijspost 3 reductie van toegevoegde waarde** zien we dat de industrie potentieel de hoogste economische impact ervaart. Deze sector ervaart de hoogste kosten van het niet kunnen elektrificeren, gecombineerd met een laag vermogen om netcongestie te omzeilen. Daartegenover staat de gebouwde omgeving, die waarschijnlijk de minste reductie van toegevoegde waarde ervaart. De gebouwde omgeving ervaart (relatief) weinig kosten als gevolg van het naleven van beleidsmaatregelen en kent een (relatief) hoog vermogen tot het nemen van substitutie- en/of adaptatiemaatregelen.

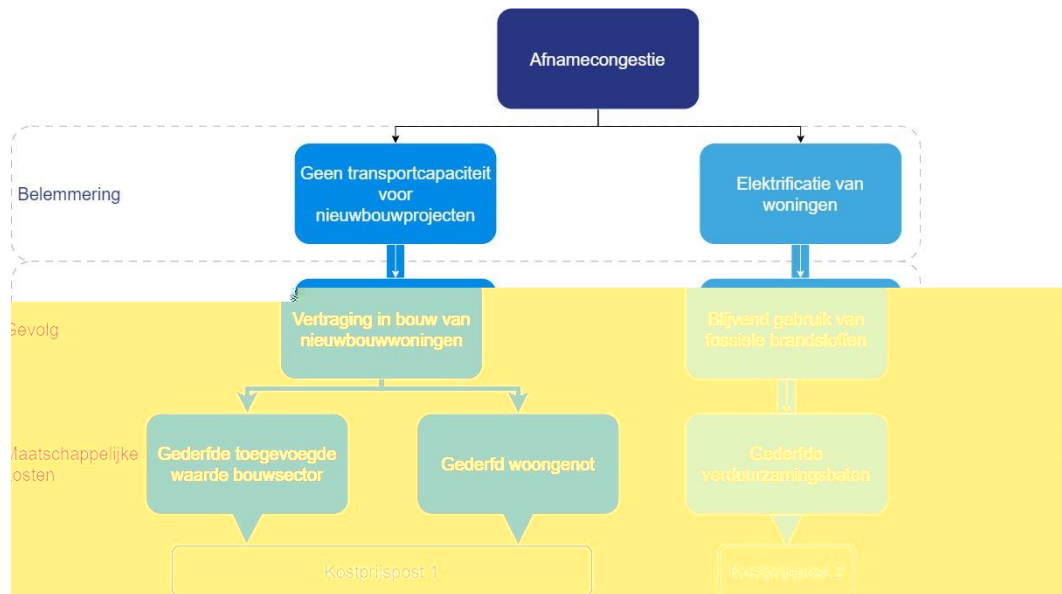
De ondergrens van de **kostprijspost 4 gederfde hernieuwbare elektriciteitsopwekking** wordt verklaard door de concurrentie die een producent van zonne- en/of windenergie ondervindt tijdens netcongestie. Op momenten dat wind- en zonne-energie voornamelijk met zichzelf concurreren, zal de verloren emissiereductie van één MWh netcongestie beperkt of zelfs afwezig zijn. Als de invoeding van zonne- en windenergie fossiele opwekking zou verdringen, zou dit een emissiewinst kunnen opleveren. De kosten die gepaard gaan met het niet kunnen vervangen van fossiele centrales specificeren de bovenkant van de kostprijsrange.

3. Wat zijn de gevolgen van netcongestie op de kostprijs voor woningbouw?

Netcongestie kan ertoe leiden dat de elektriciteit die nodig is voor de bouw van woningen en bijbehorende voorzieningen niet geleverd kan worden, waardoor woningbouwprojecten vertraging oplopen. Figuur S.2 geeft een overzicht van afbakening voor woningbouw.

De gevolgen van netcongestie voor de kostprijs bestaat uit drie delen. Het eerste deel betreft de gederfde toegevoegde waarde van de bouwsector, het tweede is het gederfde 'woongenot' van mensen die in de huizen hadden kunnen wonen die niet gebouwd zijn. Het derde deel betreft de gederfde verduurzamingsbaten doordat woningen niet kunnen elektrificeren.

Figuur S. 2 Opbouw afbakening woningbouw



4. Hoe verhoudt de kostprijs zich tot de financiële grens van ACM voor netbeheerders voor de toepassing van congestiemanagement?

Deze financiële grens van de ACM bedraagt 1,02 euro per MWh van de hoeveelheid elektriciteit die met de aanwezige transportcapaciteit kan worden getransporteerd in een congestiegebied gedurende de periode waarvoor het congestiegebied is aangewezen. De berekening (overigens niet door de ACM overgenomen) door de netbeheerders achter het voorstel van het congestiebudget omvat een financiële waardering voor de elektriciteit die door netcongestie niet geleverd kan worden; namelijk de groothandelsprijs voor elektriciteit. De door ons geschatte maatschappelijke bruto kostprijs voor netcongestie is (substantieel) hoger dan de groothandelsprijs voor elektriciteit. Dit komt doordat bedrijven economische waarde toevoegen op de elektriciteit die zij inkopen.

Dit betekent echter niet direct dat een hogere grenswaarde gerechtvaardigd is. Doordat de kosten die netbeheerders maken voor congestiemanagement via de nettarieven neerstrijken bij de netgebruikers, is het belangrijk dat we streven naar het oplossen van netcongestie op een manier die maximaal efficiënt is vanuit een maatschappelijk oogpunt. Er moet gezocht worden naar een grenswaarde die zorgt voor een optimale balans tussen de kosten en baten van congestiemanagement.

De bruto maatschappelijke kostprijs is waarschijnlijk een overschatting van een geschikte waardering voor elektriciteit in de grenswaarde. De netto maatschappelijke kostprijs van netcongestie zou mogelijk een geschikte waardering kunnen zijn bij het bepalen van de grenswaarde, aangezien deze rekening houdt met potentiële adaptatie- en substitutiemogelijkheden en daarmee een betere inschatting is van de netto (maatschappelijke waarde van het extra transport dat met congestiemanagement kan worden gefaciliteerd. Hiervoor is echter vervolgonderzoek voor nodig.

Hoofdvraag: Wat is de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie; wanneer één MWh elektriciteit niet geleverd kan worden als gevolg van netcongestie?

Tabel S.1 presenteert de resultaten van de verschillende kostprijsposten ter beantwoording van de hoofdvraag. De resultaten geven een bandbreedte van de kostprijs die de maatschappij ervaart wanneer er één MWh elektriciteit niet geleverd kan worden aan bedrijven als gevolg van netcongestie.

Het valt op dat kostprijspost 1 gemiddeld genomen hoger uitslaat dan de andere kostprijsposten. De maatschappelijke kosten (per eenheid energie) van deze post zijn gederfde toegevoegde waarde die ontstaat wanneer bedrijven activiteiten niet kunnen uitbreiden of woningen niet gebouwd kunnen worden als gevolg van netcongestie. Naarmate bedrijven een toekomstgericht bedrijfsproces inzetten (met geëlektrificeerde processen) in tegenstelling tot conventionele processen (met processen op fossiele energiedragers) kunnen de maatschappelijke kosten wederom hoger uitvallen. De omvang van deze kostenpost laat zien dat de impact van netcongestie substantieel kan zijn voor de Nederlandse economie.

Tabel S. 1 **Overzicht resultaten maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie**

Kostprijspost	Categorie	Minimum	Maximum	Gemiddelde	Mediaan
1. Gederfde toegevoegde waarde	Conventioneel	€ 0 per MWh	€ 14.340 per MWh	€ 3.499 per MWh ^I	€ 1.225 per MWh
1. Gederfde toegevoegde waarde	Toekomstgericht	€ 163 per MWh	€ 49.931 per MWh	€ 11.656 per MWh ^I	€ 2.482 per MWh
1. Gederfde toegevoegde waarde	Woningbouw	€ 594 per MWh ^{II}	€ 3.118 per MWh ^{II}	n.v.t. ^{II}	n.v.t. ^{II}
2. Gederfde verduurzamingsbatens	Bedrijven	€ 100 per MWh	€ 152 per MWh	€ 115 per MWh ^I	€ 105 per MWh
2. Gederfde verduurzamingsbatens	Woningbouw	€ 213 per MWh	€ 354 per MWh	€ 240 per MWh	n.v.t. ^{III}
3. Reductie van toegevoegde waarde	Bedrijven	n.v.t. ^{IV}			
4. Gederfde hernieuwbare elektriciteitsopwekking	Producenten	€ 0 per MWh	€ 121 per MWh	n.v.t. ^V	n.v.t. ^V

I = Dit betreffen gewogen gemiddelden (gewogen naar aandeel in het BBP in geval van kostprijspost 1, en naar aandeel in de totale CO₂-uitstoot in geval van kostprijspost 2). De ongewogen gemiddelden betreffen ongeveer 2,4 duizend euro per MWh voor kostprijspost 1 in het conventionele scenario, en ca. 7,8 duizend euro per MWh voor het toekomstgerichte scenario. Voor kostprijspost 2 is het ongewogen gemiddelde 110 euro per MWh.

II = Voor het schatten van de kostprijs voor woningbouw is besloten om als ondergrens de gemiste toegevoegde waarde van de sector Bouwnijverheid (SBI: F) te nemen. Als bovengrens is genomen het gederfde woongenot als gevolg van netcongestie (zie Toelichting I en III). Vanwege de aard van de conceptualisering van deze kostprijspost kunnen het gemiddelde en de mediaan niet worden berekend.

III = Om de onzekerheidsmarge rond de gemiddelde kostprijs van woningen met betrekking tot gederfde duurzaamheidsbatens te schatten, variëren we de efficiëntie waarmee een warmtepomp voorziet in de functionele warmtevraag van een woning (de zgn. *coëfficiënt of performance*). Bij gebrek aan informatie over de mediane COP van warmtepompen in Nederland, laten we deze statistiek buiten beschouwing.

IV = Kostprijspost 3 omvat kwalitatieve uitkomsten die niet in dit kwantitatieve overzicht zijn opgenomen.

V = Het gemiddelde en de mediaan kunnen niet worden vastgesteld voor deze kostprijspost i.v.m. ontbrekende data over de momenten waarop netcongestie precies plaatsvindt.

1 Introductie

1.1 Achtergrond en aanleiding

Betrouwbaarheid garanderen

Het Nederlandse elektriciteitsnet is één van de betrouwbaarste netten van de wereld. In 2022 had een klant gemiddeld 22,1 minuten geen elektriciteit, wat neerkomt op een betrouwbaarheid van meer dan 99,99%.¹ Netbeheerders en de overheid borgen de hoge kwaliteit van het net en bieden daarmee zekerheid in toegang tot elektriciteit aan afnemers.

Als gevolg van de energietransitie staat de kwaliteit van het net echter onder druk. Op steeds meer plaatsen op het Nederlandse elektriciteitsnet is de (verwachtte) transportvraag groter dan de transportcapaciteit; elektriciteit kan dan niet uit (invoedingscongestie) of naar (afnamecongestie) een bepaald gebied toe worden getransporteerd. In dergelijke gevallen is er sprake van netcongestie. Netcongestie kan op verschillende niveaus in het elektriciteitsnet (lokaal, regionaal en nationaal) en op verschillende type netelementen (stations, kabels) voorkomen. Daarnaast kan netcongestie zich voordoen aan zowel de afname- als de invoedingskant van het net.

Of, en wanneer, een gebruiker van het elektriciteitsnet geconfronteerd wordt met netcongestie is sterk afhankelijk van lokale omstandigheden. Een groot gedeelte van de huidige netgebruikers ondervindt geen hinder bij het voortzetten van al bestaande activiteiten. Zodra gebruikers activiteiten willen gaan uitbreiden of elektrificeren leidt dit tot een grotere elektriciteitsvraag en daarmee ook tot een grotere transportvraag. Doordat netbeheerders in gebieden met netcongestie op bepaalde momenten niet meer aan de vraag naar aanvullende transportcapaciteit kunnen voldoen (zonder de betrouwbaarheid van het net in het geding te brengen), ontstaan er wachtrijen van partijen die om (extra) transportcapaciteit vragen. Deze wachtrijen slinken pas wanneer er maatregelen worden genomen om de netcongestie te verminderen.

Netcongestie kan de groei van (nieuwe) economische activiteiten belemmeren, processen stil leggen en ervoor zorgen dat projecten vertraging oplopen. Ook kan dit invloed hebben op bepaalde beleidsdoelstellingen, zoals het productiedoel van 35 TWh aan duurzame elektriciteit in 2030. Dit leidt mogelijk tot gederfde baten bij gebruikers van het elektriciteitsnet. Netbeheerders kunnen maatregelen nemen om netcongestie tegen te gaan. Zo kunnen er bijv. verschillende vormen van congestiemanagement en/of netverzwaringen uitgevoerd worden. Om deze maatregelen toe te passen, moet de netbeheerder investeringen doen. De vraag is dan welk niveau van - en typen investeringen om netcongestie tegen te gaan redelijk is in het licht van het totaal aan gederfde (maatschappelijke) inkomsten die zich voordoen wanneer sprake is van netcongestie?

1 Betrouwbaarheid van elektriciteitsnetten in Nederland (Netbeheer Nederland, 2023) [Link](#)

Maatschappelijke bruto kostprijs

Om de maatschappelijke efficiëntie van maatregelen en netinvesteringen te toetsen is het noodzakelijk om een gefundeerde schatting te kunnen maken van de gedeerde maatschappelijke baten wanneer elektriciteit niet geleverd kan worden als gevolg van netcongestie aan de Nederlandse economie. In dit soort economisch vraagstukken worden gedeerde inkomsten als (opportuiniteits-)kosten beschouwd die partijen maken. Dit onderzoek presenteert dan ook de [maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie](#) voor verschillende economische sectoren, deze kostprijs geeft een indicatie van de [maatschappelijke bruto kosten per MWh niet geleverde elektriciteit aan bedrijvigheid als gevolg van netcongestie](#).

In dit onderzoek zijn een aantal zaken waar de lezer rekening mee dient te houden:

- [Netcongestie als kostprijs per eenheid elektriciteitsverbruik](#): Netcongestie is in essentie een capaciteitsprobleem waarbij het transporttekort wordt uitgedrukt in vermogen (MW). In dit onderzoek kijken we naar de effecten van netcongestie op de maatschappij. De beschikbare openbare data stellen ons in staat om de maatschappelijke effecten te koppelen aan het nationaal elektriciteitsverbruik (in MWh). Om deze redenen onderzoeken we de relatie tussen de maatschappelijke kostprijs en het niet kunnen leveren van één MWh aan de maatschappij als gevolg van netcongestie.

De gedachte hierbij is dat de transportcapaciteit (MW) de maatschappij in staat stelt om elektriciteit te verbruiken (MWh) voor het voeden van economische activiteiten. In dit onderzoek kijken we niet naar de relatie tussen het capaciteitsprobleem (in MW) en de hoeveelheid elektriciteit die hierdoor niet geleverd kan worden (in MWh), omdat wij niet beschikken over data met betrekking tot locatie en tijdsgebonden transportcapaciteiten. Dit betekent dat we geen uitspraken doen over de omvang van netcongestie en de kans dat deze optreedt. We geven alleen inzicht in de kosten waarmee een sector te maken krijgt als deze [één MWh elektriciteit niet ontvangt als gevolg van netcongestie](#); dit noemen we de kostprijs van netcongestie.

- [Bruto kostprijs houdt geen rekening met substitutie of adaptatie](#): Wij richten ons op het bepalen van de economische schade die de maatschappij ervaart als een bepaalde afnemer één MWh niet kan afnemen van het net als gevolg van netcongestie. Deze kostprijs zegt echter niets over de omvang van de netcongestie waaraan netgebruikers in werkelijkheid worden blootgesteld. Voordat het zo ver komt hebben netgebruikers de mogelijkheid te reageren op de aankondiging van netcongestie door hun activiteiten zo aan te passen dat zij minimaal hinder zullen ondervinden van de netcongestie. Het is economisch rationeel dergelijke stappen te nemen zolang de kosten van dergelijke aanpassingen lager zijn dan de kosten van blootstelling aan netcongestie. Dergelijke aanpassingen betreffen het verplaatsen van bedrijvigheid naar gebieden waar geen of minder netcongestie is, of het verlagen van diens elektriciteitsverbruik om zo minder afhankelijk te zijn van het net voor het produceren van goederen en diensten. Uiteindelijk kan de door ons gerapporteerde bruto kostprijs worden vermenigvuldigd met een indicatie van de omvang van de netcongestie waaraan bepaalde gebruikers worden blootgesteld om de kosten van netcongestie te schatten.

- **De maatschappelijke effecten zijn niet alomvattend:** De maatschappelijke bruto kostprijsgetallen die wij rapporteren hebben betrekking op de financieel-economische impact die ontstaat door netcongestie wanneer een bepaalde activiteit daarvan hinder ondervindt. Deze kengetallen zijn echter geen directe maatstaf voor het maatschappelijk belang van de betreffende activiteit. Met andere woorden, het maatschappelijk belang van een activiteit hoeft niet te correleren met de hoogte van de kostprijs die gepaard gaat met een eventuele blootstelling aan netcongestie. Er kan bijvoorbeeld een activiteit zijn die maatschappelijk gezien zeer belangrijk is, maar waarvan de maatschappelijke kostprijs als gevolg van netcongestie die we rapporteren relatief laag is. Dit komt doordat we de kostprijs van netcongestie baseren op economische indicatoren die, gezien hun aard en doel, niet alles omvatten wat nodig is om het maatschappelijk belang van een economische activiteit te duiden.

1.2 Doel van het onderzoek

Het is in het belang van de samenleving om de impact die netcongestie veroorzaakt tot een minimum te beperken. Daarbij helpt het om de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie zo in kaart te brengen. In dit onderzoek wordt een eerste verkenning gedaan naar de bandbreedte van de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie. Om de bandbreedte van de maatschappelijke bruto kostprijs van één MWh aan veroorzaakte netcongestie te onderzoeken, stellen we de volgende onderzoeksvragen en bijbehorende deelvragen:

Onderzoeksvraag

Wat is de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie; wanneer één MWh elektriciteit niet geleverd kan worden als gevolg van netcongestie?

Deelvragen

1. Hoe wordt de kostprijs voor bedrijvigheid afgebakend?
2. Zit er verschil in de kostprijs tussen bedrijvigheid en netvlakken?
3. Wat zijn de gevolgen van netcongestie op de kostprijs voor woningbouw?
4. Hoe verhoudt de kostprijs zich tot de financiële grens van ACM² voor netbeheerders voor de toepassing van congestiemanagement?

Het publieke debat over netcongestie wordt in toenemende mate gevoerd. Vragen over de mate en locatie van netcongestie, de impact op afnemers en de waarde van oplossingen voor netcongestie moeten daarbij beantwoord worden. Onderzoek naar de maatschappelijke kosten van netcongestie draagt bij aan het beantwoorden van deze vragen. Het onderzoek naar de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie is niet alomvattend, maar betreft een bouwsteen die bijdraagt aan het in kaart brengen van de totale absolute maatschappelijke

2 De Autoriteit Consument en Markt (ACM) heeft bepaald dat de netbeheerder op jaarlijkse basis 1,02 euro per MWh aan congestiemanagementdiensten (bijv. inkopen van flexibiliteit in de vorm van langetermijncontracten voor redispatch en de inzet van capaciteitsbeperkingen) dient te besteden voor hij tot het weigeren van nettoegang mag overgaan in een bepaald congestiegebied. Dit kengetal geldt als vuistregel bij het bepalen van het budget dat jaarlijks aan congestiemanagement moet worden besteed en varieert afhankelijk van de omvang van de netcongestie in een bepaald gebied (uitgedrukt in MWh, wat een functie is van de grootte van het knelpunt in MW en de lengte van de periode tot de geplande netuitbreiding in uren).

kosten van netcongestie. De maatschappelijke bruto kostprijs netcongestie schetst een beeld van de maatschappelijke impact wanneer een eenheid elektriciteit niet geleverd kan worden als gevolg van netcongestie. Om een compleet beeld te krijgen van de totale absolute maatschappelijke kosten van netcongestie is verder onderzoek nodig naar de locatie en omvang van de netcongestie, en het handelen van netgebruikers als reactie op netcongestie.

1.3 Tot stand komen van het onderzoek

Het onderzoek en de onderliggende analyses zijn uitgevoerd door Ecorys. Het onderzoek is uitgezet door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) en het ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Op verschillende momenten is het onderzoek afgestemd met een klankbordgroep bestaande uit afgevaardigden van de Autoriteit Consument en Markt (ACM), Netbeheer Nederland, Energie-Nederland, de Nederlandse Vereniging Duurzame Energie (NVDE), Alliander en VNO-NCW. Daarnaast is een second opinion op het onderzoek uitgevoerd door SEO.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 werken we de scope van het onderzoek nader uit en definiëren we de afbakening van de maatschappelijke bruto kostprijsposten. In hoofdstuk 3 beschrijven we de gehanteerde methodologie om de maatschappelijke bruto kostprijsposten in te schatten. Vervolgens presenteren we de resultaten van het onderzoek in hoofdstuk 4. Tot slot wordt in hoofdstuk 5 de bevindingen geconcludeerd en in hoofdstuk 6 de aanbevelingen voor vervolgonderzoek gepresenteerd.

Dat gezegd hebbende wensen wij u, de lezer, veel leesplezier.

2 Scope en afbakening

In dit hoofdstuk definiëren we de scope en afbakening van het onderzoek. Het doel van dit hoofdstuk is tweeledig; (i) om vast te stellen wat we verstaan onder bepaalde begrippen, en (ii) om te beschrijven wat onderdeel van het onderzoek uitmaakt en wat niet. In paragraaf 2.1 definiëren we wat wordt verstaan onder netcongestie. Vervolgens worden in paragraaf 2.2 de maatschappelijke kostprijsposten (als gevolg van netcongestie) afgebakend. De maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie presenteren we aan de hand van twee doorsnedes; de kostprijs per netvlak en per type economische activiteit. De netvlakken en de typen economische activiteiten die onderdeel zijn van deze studie worden nader toegelicht in paragraaf 2.3.

2.1 Netcongestie

Netcongestie treedt op wanneer de transportcapaciteit van het elektriciteitsnet te klein is om alle elektriciteit te transporteren die wordt voorzien in de nabije toekomst (op basis van de huidige belasting en de verwachte autonome groei). Netcongestie kan zich op twee manieren voordoen:

- Wanneer de belasting van het elektriciteitsnet door (voorspelde) vraag op een bepaald moment groter is dan dat de transportcapaciteit van het net toelaat spreken we van [afnamecongestie](#).
- Wanneer de belasting van het elektriciteitsnet door (voorspelde) aanbod van elektriciteit op een bepaald moment groter is dan de transportcapaciteit van het net spreken we van [invoedingscongestie](#). Invoedingscongestie komt vaak voor bij grootschalige productielocaties van hernieuwbare elektriciteit (grote wind- en zonneparken).

2.2 Maatschappelijke kostprijsposten

[Maatschappelijke kosten](#) zijn de kosten die een bepaalde activiteit of beslissing met zich meebrengt voor de samenleving. Ze hebben een negatieve impact op het welvaartspeil van de samenleving als geheel; dat wil zeggen dat het hele maatschappelijke collectief de kosten draagt (merk op dat deze kosten op verschillende manieren kunnen neerslaan op verschillende delen van de samenleving). Dit staat in tegenstelling tot [private kosten](#), waarbij de kosten gedragen worden door een deel van de samenleving, en waarbij altijd sprake is van (ten minste) een tegenpartij die deze als inkomsten verkrijgt (bv. een transactie in een winkel, of de betaling van belastingen).³

3 Verwante concepten die duiden hoe welvaart wordt gecreëerd en verdeeld in een samenleving zijn het consumentensurplus en producentensurplus. Consumentensurplus vertegenwoordigt het verschil tussen wat consumenten bereid zijn te betalen voor een goed of dienst en wat ze daadwerkelijk betalen op de markt. Producentensurplus vertegenwoordigt het verschil tussen de prijs die producenten bereid zijn te accepteren voor een goed of dienst en de werkelijke marktprijs. In een evenwichtssituatie op de markt, waar vraag en aanbod elkaar ontmoeten, wordt zowel het consumenten- als producentensurplus gemaximaliseerd. De som van het consumentensurplus en producentensurplus stelt het totale maatschappelijke welvaartsniveau voor. Netcongestie kan het consumentensurplus en/of producentensurplus op verschillende manieren doen afnemen, zonder een overdracht tussen beide (zie Methode); in dit geval is er een verlies

Naast het verschil in hoe sociale en private kosten ontstaan, is de reikwijdte van maatschappelijke kosten groter dan private kosten. Naast (het totaal van) private kosten bestaan maatschappelijke kosten namelijk ook uit externe kosten (externaliteit). Externe kosten zijn kosten die niet economisch gemonetariseerd worden, maar wel ten laste komen van de maatschappij. Een voorbeeld hiervan zijn milieukosten.

In dit onderzoek richten we ons op de maatschappelijke kosten wanneer één eenheid elektriciteit niet geleverd kan worden aan de maatschappij als gevolg van netcongestie (uitgedrukt in euro/MWh). *Dat wil zeggen dat wij ons richten op de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie (P)*. In theorie zou je de *maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie (P)* kunnen vermenigvuldigen met de *omvang van netcongestie (Q)* die in een jaar tijd plaats vindt om de totale maatschappelijke bruto kosten van netcongestie van het betreffende jaar te duiden (zie onderstaande formule). Echter, in dit onderzoek hebben we geen data beschikbaar over de jaarlijkse omvang (Q, in MWh) van netcongestie. Daarnaast dient met rekening mee te houden dat deze P en Q locatie- en tijdsafhankelijk zijn; er zijn dus niet één P en één Q representatief voor alle situaties.

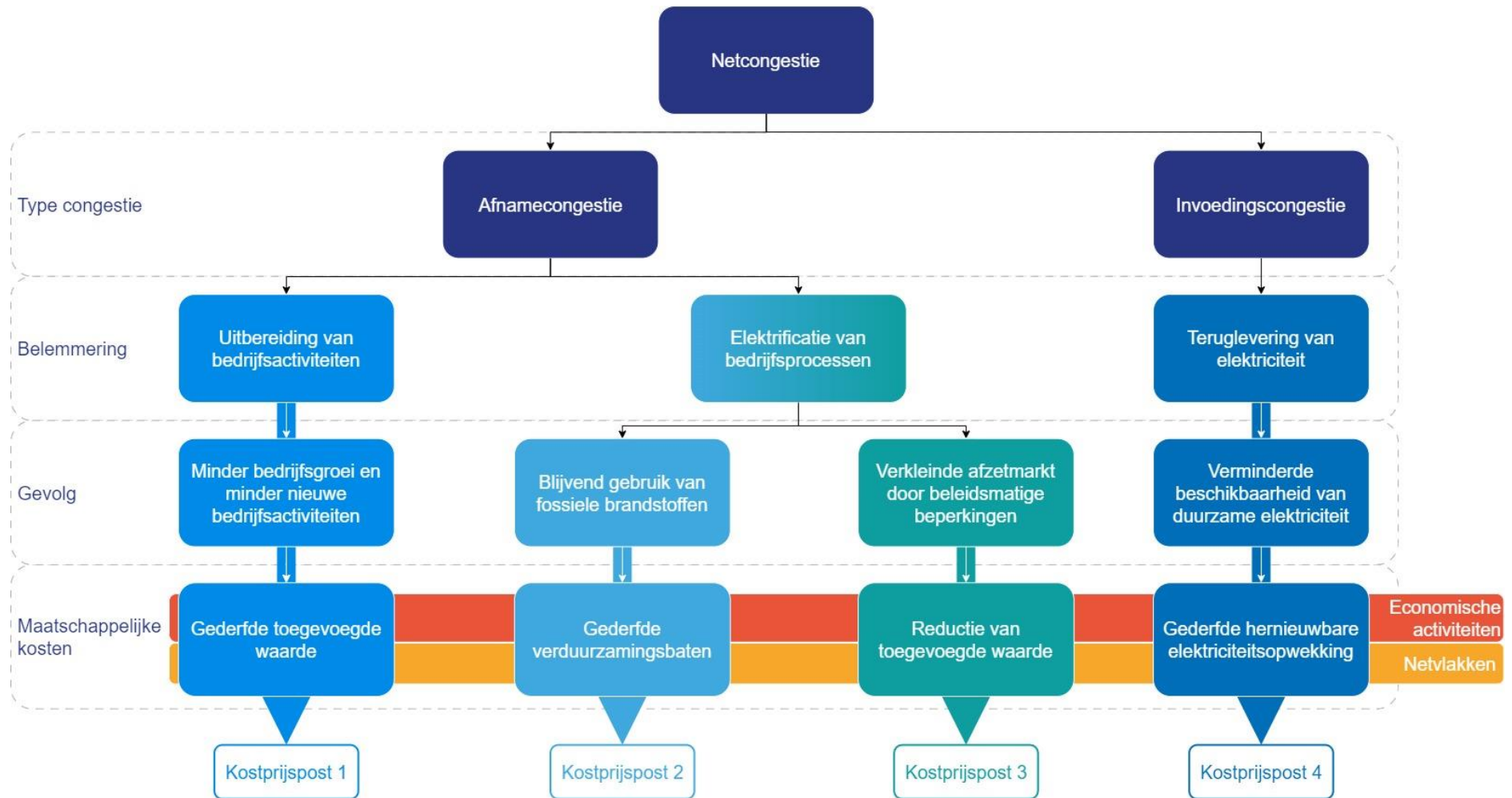
$$\text{Totale maatschappelijke bruto kosten van netcongestie} = P * Q$$

Bedrijven ondervinden op verschillende manieren beperkingen als gevolg van netcongestie. In figuur 2.1 geven we de opbouw van de maatschappelijke bruto kostprijs weer als gevolg van netcongestie. Aan iedere kostprijspost weiden we een sectie in het rapport. In paragrafen 2.2.1 tot en met 2.2.4 lichten we de kostprijsposten toe. Gezamenlijk geven de vier kostprijsposten een beeld van de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie. Figuur 2.2 geeft de opbouw weer voor de maatschappelijke bruto kostprijs voor woningbouw als gevolg van netcongestie.

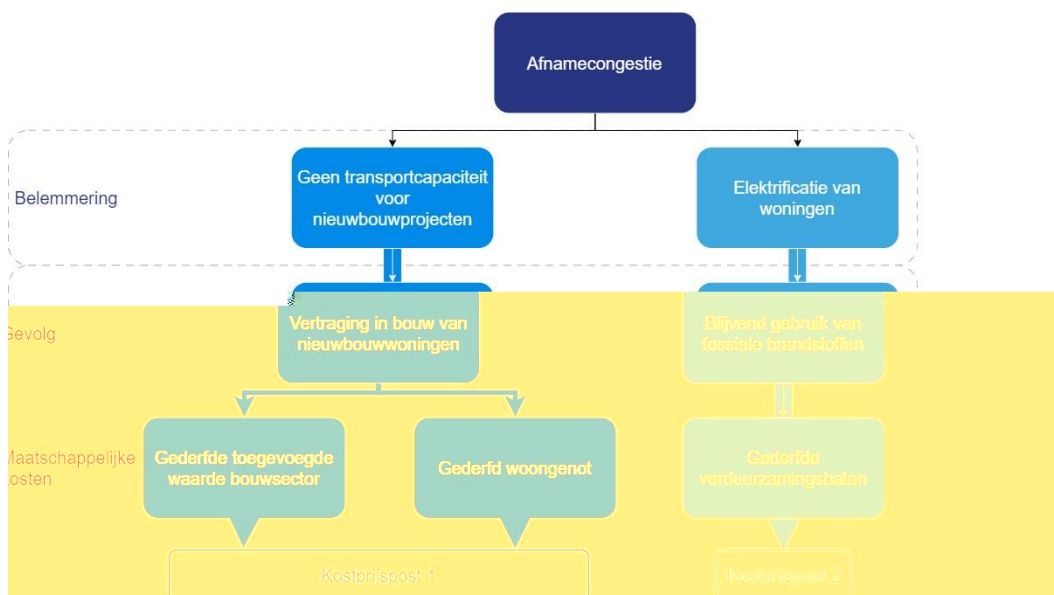
Belangrijk om te benoemen is dat de analyse naar kostprijsposten een eerste verkenning betreft. De kostprijsposten die gepresenteerd staan in figuur 2.1 en figuur 2.2 betreffen slechts selectie van alle denkbare maatschappelijke effecten van netcongestie. In het onderzoek is rekening gehouden met de belangrijkste effecten die direct verband houden met netcongestie. Naast deze directe effecten zijn er ook indirecte effecten zoals potentieel sociale (bijv. werkgelegenheid) en geografische (bijv. landgebruik) schade door netcongestie. Naast dat er slechts een selectie van maatschappelijke effecten zijn onderzocht, zijn de maatschappelijke kostprijsposten vastgesteld onder bepaalde aannames. De gevolgen van deze aannames, in combinatie met de gehanteerde methodieken om de kostprijsposten te ramen, staan nader uitgewerkt in paragraaf 3.4. In vervolgonderzoek kan een verdere verkenning van maatschappelijke effecten en een correctie voor de gehanteerde assumpties worden uitgevoerd worden om een completer en nauwkeuriger beeld te krijgen van de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie.

van totale maatschappelijke welvaart, d.w.z. maatschappelijke kosten. Netcongestie kan er op bepaalde manieren ook voor zorgen dat er surplus verschuift van consumenten naar producenten, of omgekeerd. In dat geval is er sprake van een welvaartsverschuiving, niet van maatschappelijke kosten. Dergelijke gevallen vallen daarom buiten de scope van deze studie. Netcongestie kan bijvoorbeeld leiden tot beperkingen in de levering van hernieuwbare elektriciteit, wat resulteert in hogere prijzen voor de consument. Als gevolg hiervan kan het consumentensurplus afnemen omdat consumenten meer moeten betalen voor elektriciteit dan ze bereid waren te betalen in een situatie zonder congestie. Omgekeerd heeft netcongestie in dit voorbeeld een positief effect op het producentensurplus omdat producenten kunnen profiteren van een hogere marktprijs dan het geval zou zijn zonder congestie.

Figuur 2.1 Opbouw afbakening



Figuur 2.2 Opbouw afbakening woningbouw



Kostprijspost 1: Gederfde toegevoegde waarde

Afnamecongestie beperkt de uitbreiding van economische activiteiten in een gebied. Bestaande bedrijven kunnen geen grotere netaansluiting krijgen op hun locatie vanwege congestie op het net, waardoor ze hun bedrijfsactiviteiten niet kunnen uitbreiden (ervan uitgaande dat de energie-efficiëntie van bedrijfsvoering gelijk blijft). Nieuwe bedrijven, die nog geen aansluiting hebben maar er wel een wensen, kunnen zich niet vestigen in een congestiegebied totdat de transportcapaciteit is verhoogd. Hierdoor ontstaat er een situatie waarin er sprake is van additionele toegevoegde waarde⁴ die niet gerealiseerd kan worden door een gebrek aan netcapaciteit. Deze kostprijspost gaat dus over het niet kunnen groeien van het huidige productieniveau door netcongestie.

Kostprijspost 2: Gederfde verduurzamingsbatan

Afnamecongestie beperkt bedrijven in het elektrificeren van hun bedrijfsprocessen in het gewenste tempo en op de gewenste schaal. Bedrijven zullen langer door gaan met het gebruik van fossiele brandstoffen omdat zij door netcongestie niet in staat zijn hun emissies te verminderen door middel van elektrificatie. Netcongestie raakt zo het vermogen van bedrijven om emissies te verminderen. De additionele emissiereductie (uitgedrukt in CO₂-equivalenten) die niet gerealiseerd kan worden vanwege netcongestie vormt een maatschappelijke kostprijspost.

Kostprijspost 3: Reductie van toegevoegde waarde

Bedrijven waarvan de huidige activiteiten grotendeels gebaseerd zijn op het gebruik van fossiele energie kunnen mogelijk een deel van de huidige toegevoegde waarde die ze genereren verliezen door netcongestie. Als dergelijke bedrijven door een steeds strenger klimaatbeleid en/of steeds hogere CO₂-prijzen gedwongen worden te elektrificeren, maar dit

4 Bruto toegevoegde waarde is de totale waarde die een bedrijf of een economische sector aan goederen en diensten heeft toegevoegd tijdens het productieproces, gemeten door de verkoopwaarde van de geproduceerde goederen en diensten minus de kosten van ingekochte grondstoffen en diensten. Het geeft de economische bijdrage van een entiteit aan en wordt vaak gebruikt als een indicator van de productiviteit en het economisch rendement.

niet kunnen doen door netcongestie, zal er productieverlies optreden met een bijbehorend verlies aan toegevoegde waarde. Een voorbeeld dat dit illustreert is een logistiek bedrijf dat, omdat het zijn wagenpark niet kan elektrificeren, de toegang tot binnensteden verliest door de invoering van milieuzones. In tegenstelling tot kostprijspost 1, waarbij het huidige productie-niveau behouden blijft, gaat het bij deze post om een afname van het huidige productieniveau.

Kostprijspost 4: Gederfde hernieuwbare elektriciteitsopwekking

Invoedingscongestie stelt een limiet aan de hoeveelheid elektriciteit die in een gebied kan worden opgewekt. Bedrijven die elektriciteit opwekken en (gedeeltelijk) willen terugleveren, kunnen dat niet doordat er te weinig transportcapaciteit is. Hierdoor wordt er minder additionele hernieuwbare elektriciteit opgewekt dan er potentieel aanwezig is; hernieuwbare aanbod dat, in potentie, het fossiele aanbod van elektriciteit had kunnen verdringen.

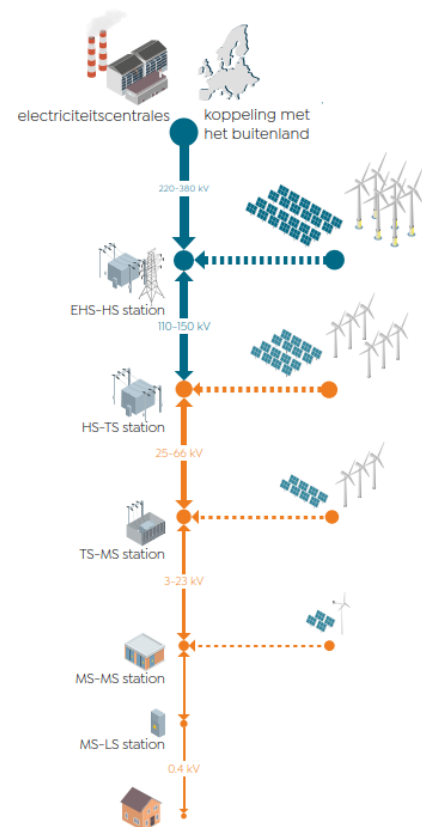
2.3 Netvlakken en economische activiteit

De maatschappelijke kosten als gevolg van netcongestie worden ervaren op specifieke locaties en door bepaalde actoren. Om enige duiding te geven over de locatie en actor dimensie van netcongestie presenteren we de maatschappelijke kosten aan de hand van twee doorsnedes; de kostprijs per netvlak en per type economische activiteit. Deze dwarsdoorsnedes kunnen dan worden gebruikt om de maatschappelijke kostprijs van netcongestie te bepalen wanneer deze optreedt op verschillende netvlakken en wanneer verschillende sectoren worden beïnvloed.

Netvlakken

Netcongestie kan zich voordoen op verschillende netvlakken (zie afbeelding), met als gevolg dat verschillende type gebruikers worden geraakt. Hogere netvlakken hebben doorgaans geen last van congestie op lagere netvlakken. Gebruikers die rechtstreeks zijn aangesloten op het hoogspanningsnet van TenneT hebben bijvoorbeeld geen last van congestie op het middenspanningsnet. Omgekeerd is dat wel het geval voor nieuwe aansluitingen of verzwaringen.

Hoe groter het elektriciteitsverbruik en de daarvoor benodigde netaansluiting, hoe hoger het spanningsniveau waarop een bedrijf wordt aangesloten. Om te bepalen op welk netvlak een bepaald type bedrijf waarschijnlijk het vaakst aangesloten is, kan worden gekeken naar het gemiddelde jaarlijkse energieverbruik van bedrijven in een specifieke sector en het type aansluiting dat gewoonlijk overeenkomt met die geschaalde verbruiksvolumes. Door te kijken welke sectoren het meest vertegenwoordigd zijn op elk netvlak, is het mogelijk om verschillen in de maatschappelijke kostprijs van netcongestie per netvlak in te schatten. Hierbij maken we in ieder geval onderscheid tussen de volgende drie spanningsniveaus



Bron: [Netbeheer Nederland](#)

(waarbij we willen aansluiten bij de technische definities die hiervoor door de netbeheerders worden gehanteerd):

1. elektrisch hoogspanningsnet (HS/EHS, spanningsniveau is 110-380kV);
2. elektrisch middenspanningsnet (MS/TS, spanningsniveau is 3-66kV);
3. elektrisch laagspanningsnet (LS, spanningsniveau is 230/400V).

Economische activiteit

Elke actor die elektriciteit verbruikt of opwekt kan hinder ondervinden van netcongestie. Hoeveel belemmeringen (en dus kosten) een actor ervaart, is o.a. afhankelijk van waarvoor de elektriciteit wordt gebruikt, de duur en regelmaat van congestie, en de mate waarin de netbeheerder congestie kan voorspellen. Zo zal de gedeerde toegevoegde waarde (kostprijspost 1) per MWh veroorzaakte netcongestie van een bedrijf in de dienstensector hoger zijn dan die van de maakindustrie. Dit komt doordat het elektriciteitsverbruik van een kantoor doorgaans significant lager is dan dat van een staalfabriek, waardoor er per eenheid energie meer waarde geproduceerd wordt (de energie-intensiteit van waardecreatie van de dienstensector is lager dan die van de maakindustrie). Aan de andere kant is de maatschappelijke kostprijs voor de gedeerde hernieuwbare elektriciteitsopwekking voor alle type bedrijven gelijk. De maatschappelijke waarde van hernieuwbare elektriciteit is namelijk voor beide type bedrijven hetzelfde; immers, de maatschappelijke waarde die wordt gehecht aan het besparen van een eenheid CO₂ maakt geen onderscheid naar actoren.

Het is dus relevant om te kijken naar het type actor dat economische activiteiten ontplooit. Om de doorsnede van de maatschappelijke kosten van netcongestie naar economische activiteit te maken, worden economische actoren geclassificeerd aan de hand van de Standaard Bedrijfsindeling (SBI) codes op het niveau van de 2^{de} digit.⁵ In tabel 2.1 is een voorbeeld weergegeven van de uitsplitsing van economische sectoren naar de 2^{de} digit.

Tabel 2.1 Voorbeeld SBI code 2^{de} digit

SBI 1 ^e digit	SBI 2 ^{de} digit
A Landbouw, bosbouw en visserij	01 Landbouw
	02 Bosbouw
	03 Visserij

⁵ Kamer van Koophandel (2021). Overzicht standard bedrijfsindeling (SBI-codes) voor activiteiten. [Link](#)

Toelichting I: Netcongestie en woningbouw

Onderdeel van dit onderzoek is het bepalen van de maatschappelijke kosten van netcongestie in relatie tot woningbouw. Nederland kampt met een toenemend woningtekort, wat het belang van woningbouwprojecten benadrukt. Omdat woningbouw een specifieke benadering vergt binnen het onderzoek, wordt de analyse naar woningbouw los gerapporteerd in de blauwe toelichting boxen.

Netcongestie kan ertoe leiden dat de elektriciteit die nodig is voor de bouw van woningen en bijbehorende voorzieningen niet geleverd kan worden, waardoor woningbouwprojecten vertraging oplopen. Ook kan congestie op het laagspanningsnet ertoe leiden dat individuele woningen niet of slechts beperkt aangesloten kunnen worden op het elektriciteitsnet. Gevolg hiervan is dat ontwikkelaars pas overgaan tot het bouwen van woningen als netcongestie is verholpen.

De maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie t.a.v. woningbouw bestaat uit twee delen. Het eerste deel is gederfde toegevoegde waarde van de bouwsector (SBI 'F Bouwnijverheid'). Het tweede deel betreft het verloren 'woongenot' van mensen die in de huizen hadden kunnen wonen die niet gebouwd zijn als gevolg van netcongestie. Dit woongenot ligt besloten in de marktprijs die mensen betalen voor een woning, welke in de blauwe toelichting boxen van hoofdstuk 3 en 4 nader wordt uitgewerkt.

Toelichting II: Onderzoekresultaten in relatie tot de financiële grens van congestiemanagement

In 2022 heeft de ACM besloten dat netbeheerders per congestiegebied een bepaald budget moeten vaststellen voor de inkoop van congestiemanagementdiensten (hierna: congestiebudget) gedurende de periode dat er sprake is van netcongestie. Dit budget specificeert het totaalbedrag dat netbeheerders per jaar minimaal moeten uitgeven aan congestiemanagementdiensten voordat zij mogen overgaan op het weigeren van transportcapaciteit.

Hiermee wil de ACM de netbeheerders stimuleren om actief aan congestiemanagement te doen en tegelijkertijd de kosten in de hand te houden met het oog op het vinden van een welvaartsoptimum. De kosten voor congestiemanagement bestaan uit het inkopen van flexibiliteit in de vorm van: capaciteitsbeperkingscontracten en redispatch-producten. Aangezien de kosten die netbeheerders moeten maken om congestiemanagementdiensten aan te schaffen uiteindelijk via de nettarieven ten laste komen van de netgebruikers, is het wenselijk dat deze kosten in verhouding staan tot de (maatschappelijke) waarde van het extra transport dat ermee kan worden gefaciliteerd. De financiële grens kan dus worden opgevat als een ex ante bepaling van wat congestiemanagement in een bepaald gebied ongeveer 'mag' kosten. Deze bepaling is onder meer gebaseerd op prognoses van de duur en omvang van de netcongestie in een bepaald gebied. Momenteel wordt het congestiebudget bepaald aan de hand van de volgende formule (zie [link](#), p. 10):

$$\text{Aanwezige transportcapaciteit (MW)} * \text{congestieperiode (uren)} * 1,02 \left(\frac{\text{euro}}{\text{MWh}} \right) \\ = \text{congestiebudget}$$

De bovenstaande formule resulteert in een totaalbedrag voor de gehele congestieperiode. De factor 'aantal uren congestieperiode' verwijst naar alle uren waarvoor het congestiegebied bestaat, of m.a.w. alle uren vanaf het moment van vooraankondiging totdat de netuitbreiding voltooid is. Het gaat dus niet uitsluitend om de uren waarvoor daadwerkelijke fysieke congestie wordt verwacht (de zgn. piekuren).

Hoeveel congestiemanagementdiensten de netbeheerder met het congestiebudget kan inkopen (in termen van aantal MWh) en daarmee de hoeveelheid extra transport die met congestiemanagement gefaciliteerd kan worden, hangt uiteindelijk af van het spel van vraag en aanbod; wanneer congestiemanagementdiensten schaars zijn en de vraag ernaar groot, zal de prijs van deze diensten stijgen. Uiteindelijk zal de netbeheerder ervoor moeten zorgen dat hij het congestiebudget zo efficiënt en effectief mogelijk gebruikt – m.a.w. de netbeheerder zal bij het inkopen van congestiemanagementdiensten goed moeten kijken naar welke dienst de meest voordelige prijs per MWh aan 'opgeheven' of 'verholpen' netcongestie rapporteert alsook naar de omvang van de netcongestie die met een of meerdere diensten 'weggewerkt' kan worden.

Wat is de financiële waardering van een eenheid elektriciteit in de financiële grens?

Het congestiebudget in een congestiegebied wordt dus mede bepaald door het gebruik van een financiële factor van 1,02 euro per MWh (hierna: congestiefactor). De Netbeheerders hebben in aanloop naar het definitieve besluit van de ACM over de hoogte van de financiële grens hun voorstel voor de omvang van deze factor onderbouwd met een berekening voor de ACM (ACM, Codebesluit congestiemanagement – [link](#)). Ondanks dat de ACM deze berekening niet heeft overgenomen (zie hierna) gebruiken we deze onderbouwde berekening in dit onderzoek om de totstandkoming van de congestiefactor te onderzoeken. In het voorstel van de netbeheerders voor de hoogte van de congestiefactor ligt een monetaire waardering van elektriciteit besloten. De congestiefactor wordt door de netbeheerders berekend aan de hand van een

vermenigvuldiging van een prijscomponent (P), een volumecomponent (Q), en twee schaalfactoren, namelijk: 2,5% en 2,47.

- De prijscomponent betreft een jaarlijkse gemiddelde groothandelsprijs voor elektriciteit, welke door de netbeheerders op 50 euro per MWh gezet (zie [link](#)). Dit betreft de financiële waardering die wordt gegeven aan een eenheid elektriciteit bij het bepalen van het uiteindelijke congestiebudget.
- De volumecomponent betreft de (gemiddelde, historische) netbenutting van netelementen (in procenten). Deze wordt door de netbeheerders op 33% gezet (zie [link](#), p. 15).
- De factor 2,5% is afkomstig uit het [ontwerp codebesluit](#) van de ACM (randnummer 146). Deze factor betreft een gewenste opschaling van een financiële grenswaarde die aanvankelijk door netbeheerders werd voorgesteld aan de ACM. Waar deze factor van 2,5 van de ACM precies op gebaseerd is, is ons onbekend. Als reactie hierop presenteren de netbeheerders een berekening waarmee ze aantonen dat een bijkomende schaling van ca. 2,47 in hun ogen afdoende is (zie [link](#), p. 15); de ACM is hier vervolgens mee akkoord gegaan.

Wanneer we de berekening van de netbeheerders uitwerken komen we tot de huidige congestiefactor: $50 \text{ (euro per MWh)} * 33\% * 2,5\% * 2,47 \approx 1,02 \text{ euro per MWh}$. In de berekening van de netbeheerders gaan we er van uit dat met de volumecomponent (33%) en de factoren 2,5% en 2,47 een gedegen inschatting is gemaakt door de netbeheerders van de verwachte omvang van de congestie in een congestiegebied. Deze congestiefactor werd door de ACM als uitkomst voor de hoogte van de financiële grens redelijk geacht. De ACM heeft ter onderbouwing hiervan een eigen analyse gemaakt van de verwachte effecten van de hoogte van de financiële grens, waaronder de hoeveelheid verwachte extra transport, de financiële effecten voor de netbeheerders en afnemers en de maatschappelijke kosten voor congestie.

Dit onderzoek focust op het berekenen van de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie. Dit houdt in: *wat zijn de kosten voor de samenleving bij blootstelling aan één MWh netcongestie?* De maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie kan naast de prijscomponent geplaatst worden die gebruikt wordt bij de berekening van de congestiefactor. Ze pogen immers beide antwoord te geven op de vraag: *wat is een eenheid elektriciteit ons waard in termen van Euro?* Volgens het [Ontwerpbesluit Congestie management](#) van de ACM zou de maatschappelijke waarde van congestie management rekening moeten houden met zaken als "*de vermeden CO₂-emissies ten gevolge van extra invoeding van groene stroom en met de economische waarde van afname in een gebied*" (lid 145, p. 47). De ACM lijkt hiermee te doelen op een toets van de financiële grens in lijn met een waardering van een eenheid elektriciteit tegen de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie.

In het voorstel van de netbeheerders is de waardering van een eenheid elektriciteit (prijscomponent) in de berekening van de financiële grens gebaseerd op de gemiddelde jaarlijkse groothandelsprijs van elektriciteit. Als deze waardering zou worden gebaseerd op de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie, zou de congestiefactor, en daarmee het congestiebudget, hoger uitvallen. Dit komt met name doordat de economische waarde die gecreëerd wordt door bedrijven met het verbruik van elektriciteit doorgaans vele malen hoger is dan de marktprijs die ervoor betaald wordt door die bedrijven. Dit blijkt onder andere uit de prijs die verbruikers over het algemeen bereid zijn te betalen om een stroomonderbreking te voorkomen (ongeveer 68 duizend euro per MWh⁶).

Deze redenering geldt overigens voor een situatie van afnamecongestie; bij invoedingscongestie gaat het vooral om het mislopen van emissiereducties die gerealiseerd hadden kunnen worden met de invoeding van groene stroom. Wanneer een eenheid elektriciteit wordt gewaardeerd op basis van zijn potentieel om emissiereducties te bereiken, is de CO₂-prijs relevant; deze wijkt minder af van de groothandelsprijs van

elektriciteit dan wanneer gekeken wordt naar een waardering op basis van gedeelde toegevoegde waarde (zoals in het geval van afnamecongestie) en zal daarom minder impact hebben op de omvang van het congestiebudget wanneer deze opgenomen zou worden in de bepaling van de financiële grens.

6 Let wel: dit bedrag staat voor het gemiddelde bedrag dat Nederlandse consumenten bereid zijn te betalen om een stroomstoring te voorkomen die plaats zou vinden op een doordeweekse winteravond waarbij de omvang van de onderbreking 10% van het nationale verbruik op dat moment betreft, rekening houdend met o.a. een vooraankondiging van een dag en de afschakelvolgorde van de netbeheerders. Dit bedrag is dus op een andere manier tot stand gekomen dan de kostprijzen die wij rapporteren in deze studie; toch is de betalingsbereidheid die het vertegenwoordigt gerelateerd aan de economische schade van het niet kunnen ontvangen van een gewenste hoeveelheid stroom, iets waar dit onderzoek ook naar kijkt, maar dan vanuit een andere invalshoek, namelijk die van netcongestie. Voor alle details zie: *Ecorys (2022). Determining the 'Value of Lost Load' of Electricity in the Netherlands.* [Link](#)

3 Methodologie

Dit hoofdstuk beschrijft onze onderzoeksmethodologie. In paragraaf 3.1 wordt per kostprijspost beschreven welke stappen we nemen om tot een kwantificering van de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie te komen. Vervolgens wordt in paragraaf 3.2 beschreven hoe het onderzoek aannames maakt over de gebruikte energiemix onder huidige bedrijvigheid en toekomstige (geëlektrificeerde) bedrijvigheid. In paragraaf 3.3 uitgelegd hoe we de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie per netvlak presenteren. Tot slot wordt in paragraaf 3.4 een discussie gevoerd over de invloed van de aannames in de methodologie op de resultaten.

Om de maatschappelijke kostprijs van netcongestie te schatten, gebruiken we openbaar beschikbare databronnen (CBS). Om redenen die verband houden met de beschikbaarheid van data, hebben we ervoor gekozen om 2020 als referentiejaar te nemen. Dat wil zeggen dat data met betrekking tot bijvoorbeeld energieverbruik en toegevoegde waarde van economische sectoren afkomstig zijn uit dat jaar. Wanneer we afwijken van 2020 als peiljaar, wordt dit expliciet vermeld.

3.1 Bandbreedte van kostprijsposten benaderen

Kostprijspost 1: Gederfde toegevoegde waarde

Hoeveel additionele toegevoegde waarde in een bepaalde situatie niet gerealiseerd wordt vanwege netcongestie, hangt voor een belangrijk deel af van de energie-intensiteit van de geraakte productieprocessen. De energie-intensiteit verwijst naar de hoeveelheid energie die een bedrijf nodig heeft om een bepaalde hoeveelheid toegevoegde waarde te genereren. Bedrijven met een lage energie-intensiteit kunnen veel toegevoegde waarde creëren met relatief weinig energie; anders gezegd is de energie-efficiëntie van waardecreatie in dergelijke gevallen dus hoog. Bedrijven met een hoge energie-intensiteit hebben een groter energievolume nodig om dezelfde hoeveelheid toegevoegde waarde te genereren.

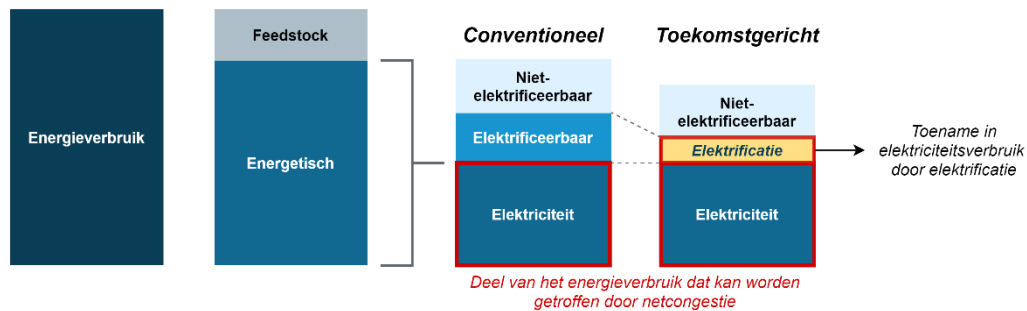
We kijken in deze analyse specifiek naar de hoeveelheid elektriciteit die een sector gebruikt om toegevoegde waarde te genereren; we gaan er namelijk van uit dat netcongestie alléén het elektriciteitsverbruik verhindert en het gebruik van andere energiedragers (zoals aardgas) ongemoeid laat. Ook maken we onderscheid tussen energetisch en non-energetisch gebruik van energiedragers, waarbij we geen aandacht besteden aan het non-energetisch gebruik (d.w.z. energieproducten die als *feedstock* dienen voor productieprocessen, zoals aardolie voor de fabricatie van plastics, of aardgas voor de productie van kunstmest).

De consumptie van elektriciteit valt altijd onder energetisch gebruik. Het gebruik van niet-elektrische energieproducten, zoals aardgas, kan onder *feedstock* of energetisch verbruik vallen, afhankelijk van de functie ervan in het desbetreffende bedrijfsproces. Wanneer de functie van een energieproduct is om een proces van energie te voorzien, dan valt de consumptie ervan onder energetisch verbruik.

Wanneer een nieuw bedrijf zich vestigt of een bestaand bedrijf zich uitbreidt met als doel om additionele toegevoegde waarde te creëren, kan dit gedaan worden op basis van een huidige of 'conventionele' energiemix of een meer 'toekomstgerichte' geëlektrificeerde energiemix. De energie-intensiteit van waardecreatie zal anders zijn voor een conventionele energiemix dan voor een geëlektrificeerde mix vanwege de relatief hoge efficiëntie waarmee elektriciteit omgezet kan worden in werk/output. Deze twee typen energiemixen (conventioneel versus toekomstgericht) vormen de basis voor het bepalen van de bandbreedte van deze kostprijspost. Sectie 3.2 "*Vershil in bedrijfsprocessen conventioneel en toekomstgericht*" geeft een gedetailleerde uitleg over de gehanteerde aannames die ten grondslag liggen aan deze twee scenario's.

De volgende figuur (3.1) geeft schematisch weer hoe het energieverbruik van een sector kan zijn opgebouwd voor de verschillende scenario's, en wat dit betekent voor het deel van het energieverbruik dat kan worden getroffen door netcongestie (zie rood omlijnende deel van het energetische verbruik). Netcongestie (aan de afnamekant) raakt alléén het **elektrische energetische energieverbruik** van een netgebruiker. De figuur laat zien dat we de gecreëerde toegevoegde waarde in Euro per MWh energetisch verbruik als basis gebruiken voor onze berekening. Vervolgens bepalen we welk aandeel daarvan toe te bedelen is aan het elektriciteitsverbruik om tot een schatting van deze kostprijspost te komen. Te zien is dat voor een toekomstgerichte energiemix het totale energetisch verbruik afneemt (door de efficiëntiewinsten die het gevolg zijn van elektrificatie), en dat het aandeel elektriciteit in de energiemix toeneemt. Het is daarom te verwachten dat de kostprijs van netcongestie hoger zal zijn voor een toekomstgerichte energiemix dan voor een conventionele energiemix.

Figuur 3.1 Elektrisch energetisch energieverbruik



We veronderstellen dat energieconsumptie lineair verband houdt met geproduceerde toegevoegde waarde. We nemen verder aan dat de hoeveelheid elektriciteit die nodig is om een eenheid toegevoegde waarde te genereren constant blijft voor de voortzetting en uitbreiding van economische activiteit (d.w.z. we veronderstellen een constante energie-intensiteit van productieprocessen over de tijd heen). We nemen ook aan dat de hoeveelheid gecreëerde toegevoegde waarde hetzelfde is voor elke MWh aan energetisch verbruik, ongeacht energiedrager⁷. Nog een belangrijke aanname is dat de uitbreiding van een bedrijf binnen een bepaalde sector gekenmerkt is door dezelfde energie-intensiteit als het gemiddelde van die sector. Als zodanig wordt deze kostprijspost bepaald door de jaarlijkse

⁷ Stel een bedrijf genereert 1 miljoen euro aan toegevoegde waarde op jaarbasis met een energetisch verbruik van 1.000 MWh, dan is de energetische efficiëntie van waardecreatie voor dat bedrijf 1.000 euro per MWh. Als blijkt dat het energetisch verbruik van dit bedrijf bestaat uit 250 MWh aardgas en 750 MWh elektriciteit, dan veronderstellen we dat dit bedrijf 750 euro aan toegevoegde waarde creëert per MWh aan geconsumeerde elektriciteit. Deze elektrische efficiëntie van waardecreatie staat voor ons gelijk aan de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie uitgedrukt als gemiste toegevoegde waarde als gevolg van netcongestie.

toegevoegde waarde (in euro) van een bedrijfssector te delen door diens jaarlijkse energetische elektriciteitsconsumptie (in MWh), voor beide scenario's:

$$MKPNC \text{ Post } 1 = \frac{\text{Jaarlijkse toegevoegde waarde}}{\text{Jaarlijks energetisch verbruik}} * \text{Aandeel elektriciteit}$$

Tabel 3.1 Benodigde data kostprijspost 1

Benodigde data	Peiljaar	Bron
Energieverbruik per energiedrager, per sector	2020	CBS, 2022
Energetisch versus niet-energetisch energieverbruik, per sector	2020	CBS, 2022
Productie- en inkomenscomponenten bbp per bedrijfstak	2020	CBS, 2023

Toelichting III: Verhinderde woningbouw door netcongestie

De ondergrens voor de maatschappelijke bruto **kostprijs** van netcongestie t.a.v. woningbouw bestaat uit de gedeerde toegevoegde waarde van de bouwsector (SBI 'F Bouwnijverheid'). Voor het definiëren van de bovengrens kijken we naar het gedeerde woongenot als gevolg van netcongestie. Onze redenering is als volgt: om wooncomfort/ woongenot uit een woning te halen is elektriciteit nodig. Netcongestie verhindert de groei van onze elektriciteitsvoorziening, waardoor de woningbouw wordt vertraagd of stopt en het woongenot in Nederland daardoor niet kan toenemen. Om het gedeerde woongenot te schatten verdisconteren we de waarde van de woning en delen we die door het elektriciteitsverbruik van de woning. Met deze relatie als uitgangspunt nemen we het woongenot dat wordt gegenereerd per MWh elektriciteit die wordt verbruikt in een (nieuwbouw)woning als basis voor de schatting van de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie voor de woonsector.

Voor het schatten van het woongenot gebruiken we de gemiddelde marktprijs van een nieuwbouwwoning. Deze marktprijs is een weerspiegeling van de waarde van een nieuwbouwwoning in de ogen van consumenten, waardoor het een valide indicator is van wat de samenleving bereid is te betalen voor het verkrijgen van woongenot. We veronderstellen een gemiddelde marktprijs van 417.540 euro voor een nieuw te bouwen woning ([CBS, 2023](#)).

We vertalen deze marktprijs in een jaarlijks kostengetal dat representatief is voor het bezit, gebruik en onderhoud van een woning gedurende de hele levensduur ervan. Dit doen we via het toepassen van de **Equivalent Annual Cost (EAC)** methode:

$$\text{Jaarlijks woongenot} = \frac{\text{Marktprijs} * \text{Discontovoet}}{1 - (1 + \text{Discontovoet})^{-n}}$$

Als discontovoet gebruiken we een maatschappelijke discontovoet van 2,25%⁸. We veronderstellen dat de gemiddelde levensduur van een woning 40 jaar betreft (n = 40), wat de mediaan betreft van een schatting die door de Belastingdienst⁹ wordt gepresenteerd voor (commercieel)vastgoed (30-50 jaar). Hierbij gaan we er van uit dat een woning na ongeveer 40 jaar grootschalige moet renoveren. Vervolgens delen we dit jaarlijkse woongenot, uitgedrukt in euro's, door het gemiddelde verwachte elektriciteitsverbruik van een nieuwbouwwoning om te komen tot een schatting van het ervaren woongenot uitgedrukt per eenheid verbruikte elektriciteit.

De maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie met betrekking tot het **niet kunnen realiseren van woongenot** wordt door ons berekend aan de hand van de volgende formule:

8 Ministerie van Financiën (2020). Rapport Werkgroep discontovoet 2020. [Link](#)

9 Belastingdienst (n.b.). Afschrijving bedrijfspand. [Link](#)

$$MBKPN_{woongenot} = \frac{\text{Jaarlijks woongenot uit nieuwbouwwoning}}{\text{Jaarlijks elektriciteitsverbruik nieuwbouwwoning}}$$

Kostprijspost 2: Gederfde verduurzamingsbaten

Voor de elektrificatie van de huidige bedrijfsactiviteit is (extra) capaciteit op het elektriciteitsnet een belangrijke vereiste. Bij gebrek aan netcapaciteit kunnen bedrijven gedwongen worden om fossiele energiedragers (aardgas, diesel, enz.) te blijven gebruiken. Hierdoor gaan potentiële emissiereducties verloren. We gaan ervan uit dat wanneer bedrijven elektrificeren, dit gebeurt met hernieuwbare elektriciteit (met een CO₂-emissiefactor van nul). Met deze aanname verkennen we de hoekpunten op met betrekking tot de bandbreedte van de maatschappelijke kostprijspost; de waarheid zal binnen deze bandbreedte liggen.

Het potentieel om een sector te verduurzamen met hernieuwbare elektriciteit is afhankelijk van de mate waarin het huidige verbruik van een sector wordt gekenmerkt door fossiele energiedragers (specifiek de fossiele energiedragers die zich lenen voor elektrificatie – zie Tabel 3.5). *Ceteris paribus*: hoe hoger het CO₂-gehalte van het elektrificeerbare fossiele energieverbruik van een sector, hoe hoger de maatschappelijke kostprijs zal zijn wanneer een dergelijke sector wordt getroffen door netcongestie.¹⁰ In de benadering van deze kostprijspost analyseren we de bandbreedte van het emissiereductie-potentieel tussen de huidige conventionele bedrijvigheid en de toekomstig gerichte (geëlektrificeerde) bedrijvigheid (zie ook Sectie 3.2 "Verschil in productieprocessen conventioneel en toekomstige bedrijvigheid").

De gederfde verduurzamingsbaten door netcongestie wordt bepaald door:

- De CO₂-uitstoot per energiedrager te berekenen op basis van kengetallen;
- Op basis van de energiemix van sectoren berekenen hoeveel emissiereductie elektrificatie kan opleveren (in gereduceerde emissies per MWh_{elektriciteit});
- Het verloren emissiereductiepotentieel vertalen naar kosten m.b.v. bekende CO₂-schaduwrijzen prijzen.¹¹

Tabel 3.2 Benodigde data kostprijspost 2

Benodigde data	Peiljaar	Bron
Energieverbruik per energiedrager, per sector	2020	CBS, 2022
Emissiefactor brandstoffen	2020	RVO, 2020
Schaduwrijzen van emissies	2020	Rijkswaterstaat, 2023

¹⁰ Een deel van de sectoren in economie vallen onder het EU ETS (Emission Trade System). Bij het niet kunnen elektrificeren in Nederland door netcongestie zouden minder emissierechten beschikbaar zijn in Europa, waardoor de verduurzaming potentieel elders kan plaats vinden. Vanuit een Europese perspectief zou een verschuiving van de locatie van de verduurzaming uitkomen op nul maatschappelijke kosten. Echter in dit onderzoek kijken we naar de maatschappelijke impact voor Nederland, met de Nederlandse klimaatdoelstellingen als uitgangspunt. Om deze redenen kijken we niet naar de maatschappelijke impact van verplaatsing van verduurzaming naar het buitenland.

¹¹ Voor de CO₂ prijs gebruiken we prijsgegevens van RWS (2023), die voor 2015 een prijsbandbreedte van € 60 tot € 300 en voor 2030 van € 100 tot € 500 rapporteren. Om de CO₂-prijs in 2023 te berekenen, interpoleren we op basis van deze twee referentiejaar. We doen dit met behulp van een samengesteld jaarlijks groeipercentage (CAGR), waarbij we ervan uitgaan dat de CO₂ prijs zich ontwikkelt op basis van een constante groeifactor in de periode 2015 tot 2030. Vervolgens berekenen we het gemiddelde van de geïnterpoleerde prijsbandbreedte om uit te komen op een prijschatting van € 288,4 per ton CO₂ (gecorrigeerd voor inflatie).

Toelichting IV: Gederfde verduurzaming woningbouw door netcongestie

Om de gederfde CO₂-emissiereductie te bepalen die samenhangt met het niet kunnen verduurzamen van woningen door netcongestie, gaan we uit van de CO₂-besparing die gerealiseerd kan worden door de (functionele) warmtevraag¹² van een modale woning in Nederland te elektrificeren. Hiervoor gebruiken we kengetallen uit het **Vesta-MAIS model van PBL**. Wij veronderstellen de volgende bouwkenmerken van een modale woning in Nederland:

- Type: Rijwoning
- Energielabel: B
- Woonoppervlakte: 120m²
- Bouwjaar: 1975-1991

Verder gaan we uit van een (functionele) warmtevraag voor dit type woning van 38 GJ per jaar. Uitgaande van een typisch rendement van een hr-ketel van 93%, resulteert dit in een aardgasverbruik van 41 GJ per jaar, met een bijhorende uitstoot van 2,3 ton CO₂ (de emissiefactor van aardgas is 56,4 kgCO₂ per GJ¹³). Deze uitstoot wordt via de door ons gebruikte CO₂-prijs (zie voetnoot 11 van 288,4 euro per ton CO₂ vertaalt naar een maatschappelijk kostenbedrag van 658,7 euro per jaar per modale woning.

We veronderstellen dat de prestatiecoëfficiënt (COP) van een typische lucht-water warmtepomp 3,81 betreft. Het elektrificeren van de warmtevraag van een modale woning zorgt er als zodanig voor dat het energieverbruik daalt naar 10 GJ of 2,7 MWh per jaar. We gaan ervan uit dat de elektriciteit die gebruikt wordt om de woning te verwarmen geheel duurzaam is opgewekt; d.w.z. dat de CO₂-uitstoot van de geëlektrificeerde warmtevraag op nul wordt gezet.

De maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie met betrekking tot het *niet kunnen elektrificeren van de warmtevraag van woningen* wordt door ons berekend aan de hand van de volgende formule:

$$MBKPNC_{warmte} = \frac{\text{Huidige maatsch. kosten uitstoot warmtevraag van woning}}{\text{Energieverbruik geëlektrificeerde warmtevraag van woning}}$$

Kostprijspost 3: Reductie van toegevoegde waarde

De focus bij deze kostprijspost ligt op de status quo en hoe deze wordt beïnvloed wanneer bestaande bedrijven zich niet op adequate wijze kunnen aanpassen aan bepaalde (klimaat-) beleidsontwikkelingen.

We verzamelen de belangrijkste beleidsmatige ontwikkelingen en initiatieven om vervolgens te bepalen hoe deze impact hebben op het vermogen van bedrijven om hun huidige toegevoegde waarde te blijven genereren. Vragen die hierbij centraal staan zijn: welke beleidsontwikkelingen hebben invloed op welke sectoren? En hoe hindert netcongestie het vermogen van bedrijven hun huidige productieniveau op peil te houden gegeven deze beleidsontwikkelingen? Tegen welke additionele uitgaven lopen ze aan? Deze analyse is van kwalitatieve aard.

12 De behoefte aan warmte kan worden onderverdeeld in de behoefte naar ruimteverwarming, warm tapwater en koken. Dit noemen we de 'functionele vraag naar warmte'. De functionele warmtevraag moet worden begrepen als het deel nuttige energie dat daadwerkelijk wordt gebruikt voor verwarming, exclusief de energieverliezen in de verwarmingsinstallaties.

13 <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/03/Nederlandse-energiedragerlijst-versie-januari-2020.pdf>

Een beleidsmatige ontwikkeling is meegenomen als deze voldoet aan drie criteria:

1. Het is een normering of verplichting. Ondersteunende beleidsmaatregelen zoals subsidies vormen geen belemmering op bestaande bedrijfsvoering, terwijl een norm of verplichting dit wel kan zijn.
2. Het leidt tot verhoogde elektrificatie in de sector waarbij netcongestie levering- of afnameproblemen kan opleveren.
3. Als gevolg van de elektrificatie en netcongestie reduceert de bedrijvigheid van (een gedeelte van) de sector.

Tabel 3.3 Benodigde data kostprijspost 3

Benodigde data	Bron
Beleidsmatige ontwikkelingen en initiatieven voor elektrificatie per sector	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaat en Energieverkenning 2022 (PBL, 2022) • Klimaat en Energieverkenning 2023 (PBL, 2023) • Klimaatplan 2021-2030 (Ministerie van Economische Zaken, 2020)

Kostprijspost 4: Gederfde hernieuwbare elektriciteitsopwekking

Invoedingscongestie voorkomt dat additionele hernieuwbare elektriciteit het net op kan gaan om fossiele elektriciteit van het net te verdringen.¹⁴ Dit brengt maatschappelijke kosten met zich mee in de vorm van gederfde emissiereducties. Hierin onderscheiden we twee situaties met betrekking tot de invoeding van hernieuwbare elektriciteit, welke de bandbreedte schets van de kostprijspost.

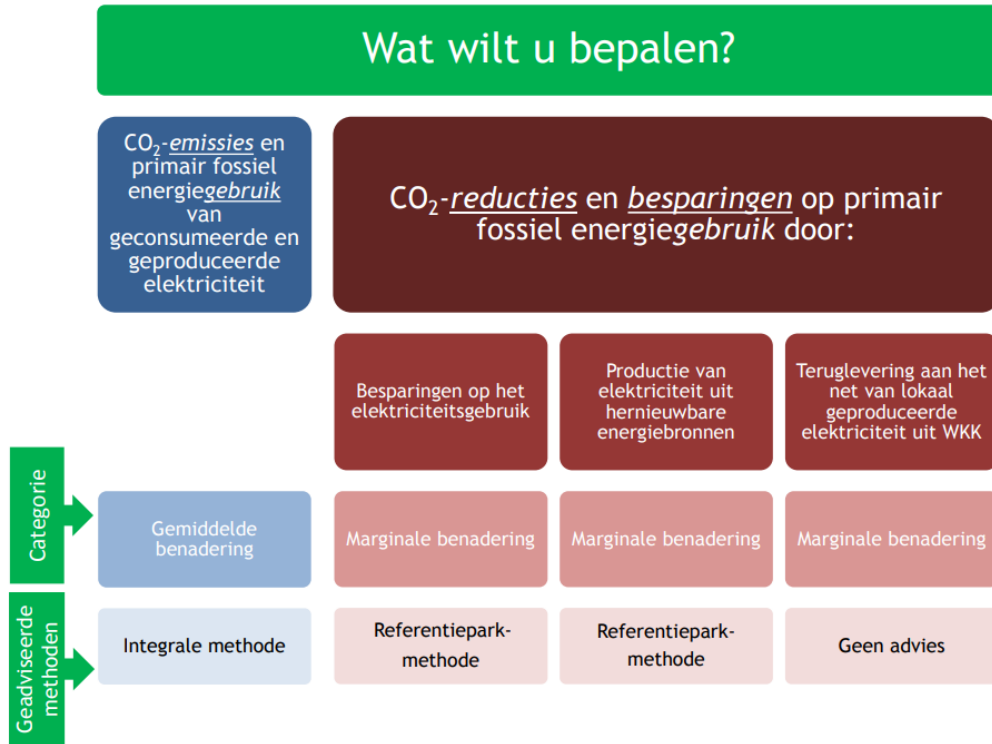
Ten tijde dat wind en zon vooral met zichzelf concurreren bij congestie zullen de verloren emissiereducties beperkt zijn. De ondergrens van deze kostprijsraming zal in dergelijke gevallen de 0 euro per MWh benaderen (wat kenmerkend zal zijn voor een situatie waarin er 100% hernieuwbare elektriciteit door het net stroomt, en er geen zon/wind meer aan kan worden toegevoegd). Een dergelijke situatie zal steeds vaker voorkomen naarmate het opgesteld vermogen aan wind/zon in onze energievoorziening toeneemt.¹⁵

Wat de bovengrens van deze kostprijsraming betreft, kijken we naar hoe wind/zonne-energie op de langere termijn leidt tot de verdringing van fossiele opwekkingscentrales. Vanuit dit perspectief bekeken zorgt invoedingscongestie ervoor dat de productie uit wind- en zonneparken afschakelt waardoor fossiele opwekkingscentrales langer dan gewenst operationeel blijven. Het verdringen van fossiele installaties uit de energievoorziening leidt tot CO₂-reducties. Voor het bepalen van deze CO₂-reducties gebruiken we de [referentiepark-methode](#) (zie volgende figuur). De referentieparkmethode gaat uit van de centrale elektriciteitsproductie bestaat uit aardgas, kolen en kernenergie, uitgezonderd die centrales waarbij de warmteproductie groter is dan 20% van de brandstofinzet (m.a.w. energiecentrales waarvan de primaire functie elektriciteitsopwekking is). Door de CO₂-emissiefactor bij deze referentiepark-methode af te zetten tegen de potentiële emissiebesparing die de invoeding van hernieuwbare elektriciteit bewerkstelligd, kunnen we de bovengrens van de kostenraming in schatten. Dit doen we met behulp van de CO₂-schaduwprijs (zie voetnoot 9).

¹⁴ De elektriciteitssector valt onder de EU ETS. Voetnoot 10 is ook van toepassing op Kostprijspost 4.

¹⁵ Naarmate de geïnstalleerde zon/windcapaciteit toeneemt, zal extra zon/wind steeds minder opleveren in termen van emissiereducties en marktprijsvoordelen voor consumenten.

Figuur 3.2 De referentiepark-methode



Bron: [RVO \(2012\)](#)

We berekenen deze maatschappelijke kostprijspost als volgt:

- Het emissiereductiepotentieel van één MWh hernieuwbare elektriciteit berekenen t.o.v. de huidige energiemix.
- Deze niet gerealiseerde emissiereductie vertalen naar kosten met behulp van CO₂-schaduwpreizen.

Tabel 3.4 Benodigde data kostprijspost 4

Benodigde data	Bron
Emissiefactor netstroom in Nederland	CBS, 2021
Schaduwpreizen van emissies	CPB & PBL, 2016

3.2 Verschil in bedrijfsprocessen: conventioneel en toekomstgericht

Het is belangrijk op te merken dat de mate waarin een bedrijfsproces of activiteit wordt aangedreven door elektriciteit (in plaats van andere energiedragers) bepaalt hoeveel impact wordt ervaren door netcongestie. Als een proces alleen wordt aangedreven door bijvoorbeeld aardgas, dan zal het geen last hebben van netcongestie. De **elektriciteitsintensiteit** van economische activiteiten is daarom in grote mate bepalend voor de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie.

De huidige bedrijfsprocessen maken nog steeds op grote schaal gebruik van aardgas, petroleum en diesel. In de toekomst, wanneer steeds meer bedrijven zullen moeten verduurzamen, zullen bedrijfsprocessen geëlektrificeerd worden. De elektriciteitsintensiteit van geëlektrificeerde bedrijfsprocessen is hoger dan die van conventionele bedrijfsprocessen, wat betekent dat geëlektrificeerde bedrijfsprocessen meer last hebben van netcongestie.

Wanneer bedrijven hun economische activiteiten uitbreiden dan kan dit door ze uit te breiden met behulp van conventionele energiedragers, of door processen toekomstbestendiger te ontwerpen namelijk door vergaande of volledige elektrificatie. Daarom wordt in de benadering van kostprijsposten 1 en 2 door ons rekening gehouden met twee scenario's om de bandbreedte te benaderen: *“Wat is de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie wanneer een bedrijf uitbreidt op basis van conventionele bedrijfsprocessen versus op basis van toekomstgerichte bedrijfsprocessen?”*

Wanneer fossiele energiedragers voor energetische doeleinden gebruikt worden nemen we aan dat zij potentieel geëlektrificeerd kunnen worden in toekomstige bedrijfsprocessen.¹⁶ Of een fossiele energiedrager inderdaad elektrificeerbaar is, hangt af van het type. Wij gaan ervan uit dat aardgas, benzine, diesel en LPG tot de groep elektrificeerbare fossiele energiedragers behoren tegen 2030. Het verbruik van biobased brandstoffen wordt door ons gezien als een hernieuwbare energiebron en valt daarom niet onder de groep energiedragers die geëlektrificeerd moeten worden om onze klimaatdoelstellingen te halen. We beschouwen energiebronnen zoals restgassen, (rest)warmte en stoom als bijproducten die vrijkomen bij de verbranding van andere energieproducten; om dubbeltellingen te voorkomen sluiten we deze uit van de groep energiedragers die geëlektrificeerd moeten worden. Tot slot sluiten we zware stookolie, kerosine en kolen uit van deze groep, omdat we ervan uitgaan dat deze energiebronnen, die worden gebruikt voor scheepvaart, luchtvaart en zware industrie, tegen 2030 niet geëlektrificeerd zullen zijn, maar (zo veel als mogelijk) vervangen zullen zijn door biobased en/of synthetische brandstoffen.

In de situatie van de toekomstige gerichte bedrijfsprocessen worden vergaande elektrificatie trends aangenomen. Of elektrificatie op korte termijn in zo'n vergaand stadium zal worden uitgerold blijft onzeker. Doordat we de conventionele bedrijvigheid afzetten ten opzichte van de toekomstige bedrijvigheid met vergaande elektrificatie, zoeken we de hoekpunten op van de bandbreedte van de maatschappelijke kostprijspost; de waarheid zal vermoedelijk binnen deze bandbreedte liggen.

We leiden het huidige energieverbruik van bedrijfsprocessen af uit het sectorale energieverbruik zoals gepresenteerd door het CBS. Vervolgens transformeren we het huidige energieverbruik naar een toekomstig elektriciteitsverbruik op basis van aannames over elektrificatietrends. Deze elektrificatietrends worden in de onderstaande tabel uitgelicht per energiedrager. In onze toekomstprojectie houden we rekening met de verschillende conversiefactoren tussen energiedragers; immers, één MWh aardgas, benzine of diesel is niet gelijkwaardig aan één MWh elektriciteit. Dit komt doordat bedrijfsprocessen op elektriciteit vaak een hogere efficiency hebben dan aardgas, benzine en/of diesel.

16 Elektrificatie is het proces waarbij een bepaalde activiteit wordt aangepast om elektriciteit te gebruiken in plaats van andere vormen van energie, zoals fossiele brandstoffen (bijvoorbeeld benzine, diesel, of aardgas). Het hoofddoel van elektrificatie is om het gebruik van elektrische energie te bevorderen vanwege de voordelen ervan, zoals verminderde milieupact (als de elektriciteit op duurzame wijze opgewekt wordt) en efficiëntie.

Tabel 3.5 Aannames m.b.t. elektrificatie van sectoraal energiegebruik

Kenmerk	Aardgas	Benzine	Diesel	LPG
Huidige trend	Aardgas wordt voornamelijk voor warmteprocessen gebruikt. Een aardgasgestookte ketel heeft een efficiency van ongeveer 90%. ¹⁷	Benzine wordt voornamelijk voor personentransport gebruikt. Een gemiddelde benzine personenauto heeft een efficiency van ongeveer 0,067 liter per km. ¹⁸	Diesel wordt voornamelijk voor goederentransport gebruikt. Een gemiddelde diesel vrachtwagen heeft een efficiency van ongeveer 0,25 liter per km. ¹⁹	LPG wordt voornamelijk voor personentransport gebruikt. Een gemiddelde benzine personenauto heeft een efficiency van ongeveer 0,068 liter per km. ²⁰
Vraag trend	Omvang van (finale) warmtevraag blijft gelijk aan huidige situatie.	Omvang van mobiliteitsvraag in (gereden km's) blijft gelijk aan huidige situatie.	Omvang van logistieke vraag (TEU-km) blijft gelijk aan huidige situatie.	Omvang van mobiliteitsvraag in (gereden km's) blijft gelijk aan huidige situatie.
Elektrificatietrend	We nemen aan dat wanneer bedrijven elektrificeren; 50% zal overstappen op een elektrische boiler (95% ²¹ efficiency) en de overige 50% op een (industriële) warmtepomp (efficiency 400% ²²)	Een elektrische personenauto vervangt de benzineauto en heeft een efficiency van ongeveer 0,19 kWh/km. ²³	Een elektrische vrachtwagen vervangt de diesel vrachtwagen en heeft een efficiency van ongeveer 1.5 kWh/km ¹⁹ .	Een elektrische personenauto vervangt de benzineauto en heeft een efficiency van ongeveer 0,19 kWh/km ²³ .
Transformatie kengetal	1 MWh aardgas = 0,59 MWh elektriciteit.	1 MWh Benzine = 0,32 MWh elektriciteit.	1 MWh Diesel = 0,6 MWh elektriciteit.	1 MWh LPG = 0,37 MWh elektriciteit.

Noot: energiedragers zoals kerosine, zware stookolie en kolen zijn niet meegenomen in de analyse omdat we ervan uitgaan dat de verduurzaming van de luchtvaart, scheepvaart en zware industrie via andere routes zal verlopen dan elektrificatie tot aan 2030 (we sluiten de verduurzaming van deze sectoren via de productie van waterstof tot aan 2030 uit). Ook energieproducten zoals raffinerijgas, stoom en/of heet water laten we buiten beschouwing omdat dit bijproducten zijn van primaire energiedragers en we zo dubbeltellingen voorkomen.

17 RVO (2016). Overzicht duurzame-energie technieken en restwarmte-uitwisseling voor de industrie. [Link](#)

18 Bovag (2022). [Link](#)

19 Mobilyze (2023). Factsheet Energieprijzen elektrische vrachtwagens. [Link](#)

20 WijkopenAutos|magazine. Lpg-modellen op de Nederlandse markt. [Link](#)

21 TNO (2018). Electric industrial boiler. [Link](#)

22 Ecorys (2021). Potential role of industrial heat pumps in greening Europe's industry.

23 EV-database (n.b.). Stroomverbruik van een elektrische auto. [Link](#)

Toelichting V: Huidige onderzoeksresultaten in relatie tot een maatschappelijke kosten-baten analyse (MKBA)

Dit onderzoek richt zich op het schatten van de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie (in EUR/MWh), en is dus géén inschatting van de totale absolute maatschappelijke kosten van netcongestie van een bepaald jaar zoals die met een maatschappelijke kosten- batenanalyse (MKBA) berekend zouden worden. Deze keuze is gemaakt omdat er voor dit onderzoek geen data beschikbaar is over de jaarlijkse omvang (Q, in MWh) van netcongestie.

Toch kunnen de kengetallen uit deze studie wél gebruikt worden om met een MKBA de absolute netto maatschappelijke kosten van netcongestie te berekenen alsook de opportuniteitskosten van het wel of niet investeren in het verhelpen van netcongestie.

Om problemen met overbelasting van het net aan te pakken, zijn investeringen nodig in maatregelen die deze netcongestie verminderen, zoals het uitbreiden van de netinfrastructuur of inkopen van flexibiliteitsdiensten bij netgebruikers. We kunnen deze investeringen vergelijken met een situatie waarin we ervoor kiezen om ze niet te doen. De beslissing om te investeren of niet brengt opportuniteitskosten met zich mee. Dit houdt in dat als we voor de ene optie kiezen, we de mogelijke voordelen van het kiezen voor een andere optie opgeven. De vraag is dus welke keuze het meest wenselijk is en de minste opportuniteitskosten met zich meebrengt. Een MKBA gebaseerd op de resultaten uit dit onderzoek kan ons hierover meer duidelijkheid geven.

Specifiek kan er (gebruikmakend van de kostprijs van netcongestie) bepaald worden wat de kosten zijn van niet investeren in netcongestie-mitigerende maatregelen. Andersom kan er dus ook bepaald worden wat de baten zijn van wél investeren in het mitigeren van netcongestie. Op die manier kan worden bepaald welke investeringskeuzes de maatschappij het meest ten goede komen.

3.3 Kostprijsdoorsnede op netvlakken

De volgende paragrafen beschrijven de door ons gehanteerde methode voor het koppelen van sectorale SBI-codes aan netvlakken, waarmee het mogelijk wordt om de maatschappelijke kostprijsposten uit te drukken voor verschillende netvlakken. Eerst leggen we uit welke type netaansluitingen er zijn en hoe deze gekoppeld zijn aan de verschillende netvlakken. Vervolgens leggen we uit welk type netaansluitingen het meest typerend is voor bedrijven in verschillende economische sectoren.

Type netaansluitingen en bijhorende netvlakken

Netaansluitingen verwijzen naar de manier waarop huizen, bedrijven en andere gebouwen zijn verbonden met het elektriciteitsnet. Netaansluitingen verschillen in de grootte van de elektriciteitsvolumes (capaciteit) die ze van het net naar de gebruiker kunnen transporteren. De Nederlandse toezichthouder (ACM) definieert verschillende aansluitcategorieën waarmee een verdeling wordt gemaakt in de aansluitcapaciteit. Aansluitcapaciteit wordt afgeleid van de hoeveelheid stroom die nodig is voor een aansluiting, waarvoor netgebruikers uiteindelijk betalen. Immers, hoe meer transportvermogen een klant nodig heeft, hoe groter de benodigde capaciteit van de aansluiting, wat meer kosten met zich meebrengt. De ACM presenteert zeven verschillende categorieën welke zijn aangegeven met de letter A, gevolgd door een

getal 1 t/m 7.²⁴ De volgende tabel laat zien hoe de aansluitcategorieën van de ACM zijn gekoppeld aan de verschillende netvlakken (zie kolom 'Deelmarkt'). De tabel laat ook zien welke vermogens (in kW) gemoeid zijn met de verschillende typen netaansluitingen.

Tabel 3.6 Koppeling aansluitcategorieën met netvlakken

Aansluit-categorie	Capaciteit ²⁵	Type	Ondergrens (kW)	Bovengrens (kW)	Deelmarkt	Net-beheerder
A.1 t/m A.2	1x6A t/m 60kVA	Klein-verbruikers	1	51	LS	DSO
A.3 t/m A.6	60kVA t/m 10MVA	Groot-verbruikers	51	8500	MS/TS	DSO
A.7	>10MVA	Industrie	8500	-	HS/EHS	TSO

Koppelen type netaansluitingen met economische activiteit

Om uiteindelijk te komen tot kengetallen waarmee de maatschappelijke kosten van netcongestie kunnen worden bepaald voor de verschillende netvlakken is het nodig de aansluitcategorieën te koppelen aan sectoren. Door het maximaal gevraagde transportvermogen van een gemiddeld bedrijf in een sector te schatten, kunnen we afleiden op welk netvlak een bepaalde sector het meest vertegenwoordigd is.

Het inschatten van het gemiddelde maximaal gevraagde transportvermogen per sector nemen we als basis het jaarlijks elektriciteitsgebruik van sectoren in Nederland (omwille van databeschikbaarheid nemen we 2020 als peiljaar).²⁶ Vervolgens delen we dit jaarlijkse elektriciteitsgebruik door het aantal bedrijven in een sector²⁷ waardoor we per sector een indicatie krijgen van het gemiddelde jaarlijkse elektriciteitsgebruik van een bedrijf.²⁸ Vervolgens delen we dit getal door 2.920 (aantal werkuren in een jaar²⁹) om een indicatie te krijgen van het gemiddelde elektriciteitsverbruik per uur van een typisch bedrijf voor elke sector. Aangezien de omvang van een netaansluiting wordt gekalibreerd aan de hand van het piekverbruik van een bepaalde gebruiker, moet het gemiddelde uurlijkse elektriciteitsverbruik worden opgeschaald zodat het representatief wordt voor de piek in het gemiddelde verbruiksprofiel. Om deze schaalfactor te bepalen gebruiken we de verbruiksprofielen die door

24 Zie bijv. https://www.netbeheernederland.nl/upload/Files/E01_-_Tarievencode_Elektriciteit_15.pdf voor een gedetailleerde technische omschrijving van de door de ACM gehanteerde aansluitcategorieën.

25 Noot: In de aansluitcategorieën wordt gesproken over A (ampère), kVA (kilo voltampère) en MVA (mega voltampère). Tot de aansluitcategorie van 80A wordt er gesproken over klein verbruik of klein zakelijk verbruik en is de aansluitwaarde ook de aansluitcategorie. Voor deze aansluitingen wordt de capaciteit uitgedrukt als een combinatie van het aantal fasen en ampères (een standaard huisaansluiting is bijvoorbeeld 3x25A, wat staat voor een driefasige aansluiting met een capaciteit van 25A). Om tot een indicatie te komen van het maximale vermogen dat een dergelijke aansluiting transporteren kan is de volgende formule van toepassing: $\text{aantal fasen} * (\text{ampère} * \text{voltage})$. Voor een 3x25A aansluiting bedraagt het maximale transportvermogen dus $3 * 25 * 230 = 17.250W$ of ongeveer 17kW. Voor aansluitingen van groter dan 3x80A (kleinzakelijke aansluiting) wordt gesproken van een grootverbruikersaansluiting (of GV-aansluiting) en wordt het gecontracteerde vermogen de leidende factor in plaats van het beschermingsniveau. Dit heeft onder meer te maken met de netspanning, welke in de laagspanning altijd rond de 230/400V zal liggen, maar in de hoger gelegen netvlakken meerdere spanningsniveaus betreft.

26 <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/84450NED/table?ts=1686054129717>

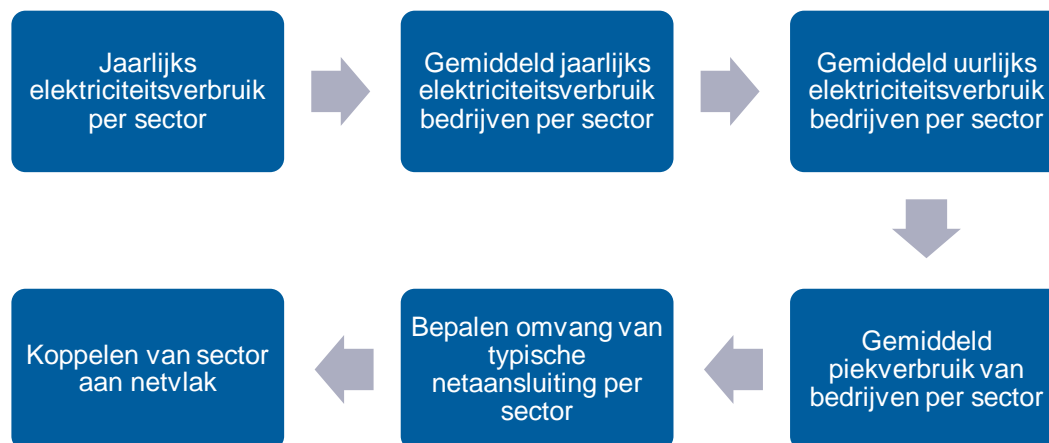
27 <https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/81589NED>

28 Voor huishoudens nemen we het totale jaarlijkse elektriciteitsverbruik van huishoudens in 2020 en delen dat door het aantal huishoudens in Nederland in datzelfde jaar.

29 8 uur * aantal werkdagen (gecorrigeerd voor vakantie). Deze aanname wordt gehanteerd voor alle sectoren. Het aggregatieniveau van de sectorindeling maakt het niet mogelijk om een indeling te maken voor (sub)sectoren die continue (24 uur) of op werkuren (8 uur) energie verbruiken. We nemen dus aan dat energieverbruik op werkuren het meest representatief is voor alle sectoren.

het MFFBAS gepubliceerd worden.³⁰ Op basis van deze gegevens blijkt dat de omvang van de piek in het totale Nederlandse uurlijkse elektriciteitsverbruik ongeveer 1,9x groter is dan het landelijk gemiddelde. Door het gemiddelde uurlijkse elektriciteitsverbruik per sector te vermenigvuldigen met deze schaalfactor verkrijgen we een indicatie per sector van wat gemiddeld genomen het maximaal gevraagde transportvermogen is van een bedrijf. Met deze informatie voltooien we de allocatie van sectoren aan netvlakken.³¹ De volgende figuur geeft de beweringsstappen op schematische wijze weer.

Figuur 3.3 **Beweringsstappen koppelen netaansluiting en netvlakken**



3.4 Discussie van belangrijke assumpties

Deze studie geeft een indicatie van de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie. Om de maatschappelijke bruto kostprijs te kunnen berekenen op basis van publiek beschikbare gegevens, moesten we een aantal aannames doen die tot gevolg hebben dat onze schattingen waarschijnlijk vertekend zijn in de richting van overschattingen. Ten eerste gaan we ervan uit dat bedrijven die geraakt worden door netcongestie geen acties ondernemen om hun elektriciteitsverbruik via het net te vervangen door andere manieren om elektriciteit te verkrijgen, bijvoorbeeld 'off-grid' oplossingen zoals generatoren en/of zonnepanelen (*substitutie*). Ten tweede gaan we ervan uit dat bedrijven die last hebben van netcongestie geen acties ondernemen om hun bedrijfsprocessen aan te passen zodat ze minder afhankelijk zijn van het elektriciteitsnet om toegevoegde waarde te creëren, bijvoorbeeld door verbruik te verschuiven in de tijd, de energie-efficiëntie van processen te verhogen en/of te vestigen op een andere locatie (*adaptatie*). Ten derde veronderstellen we dat iedere MWh evenredig bijdraagt aan het waardecreërend vermogen van bedrijven; m.a.w. wij houden geen rekening met de marginale productiviteit van elektriciteitsconsumptie (*marginaliteit*). Onderstaand verklaren we de impact van deze aannames op de resultaten in het onderzoek.

³⁰ <https://www.mffbas.nl/nieuws/verbruiksprofielen-elektriciteit-en-aardgas-2023-gepubliceerd/>

³¹ Als het gemiddelde maximaal gevraagde transportvermogen van een sector kleiner is dan 51kW dan wordt deze gekoppeld aan het laagspanningsnet, als deze groter is dan 51kW maar kleiner is dan 8500kW dan wordt deze aan het middenspanningsnet gekoppeld, en als deze groter is dan 8500kW dan wordt deze aan het hoogspanningsnet gekoppeld.

Substitutie en adaptatie

Samen zorgen de aannames van geen substitutie en adaptatie ervoor dat bedrijven in onze analyse maximaal worden getroffen door netcongestie, terwijl het in werkelijkheid waarschijnlijk is dat bedrijven maatregelen zullen nemen om de impact van netcongestie op hun activiteiten te minimaliseren. Om deze redenen spreken we in dit onderzoek over de maatschappelijke bruto kostprijs netcongestie (in tegenstelling tot netto). Vanuit deze aanname presenteren de resultaten uit dit onderzoek een overschatting. Het is immers aannemelijk dat bedrijven bereid zijn om bepaalde maatregelen te nemen die ervoor zorgen dat ze minder last hebben van netcongestie; het economisch rationeel is om dit te doen zolang de kosten van dergelijke maatregelen lager zijn dan de financiële schade die wordt geleden als gevolg van netcongestie, rekening houdend met de mate waarin bedrijven deze kosten kunnen doorberekenen aan hun klanten zonder afzetverlies.

Het is aannemelijk dat bedrijven die niet kapitaalintensief zijn over een hoger aanpassingsvermogen beschikken dan bedrijven die dat wel zijn. Zo zal de professionele dienstensector beter uitgerust zijn om netcongestie te omzeilen door middel van substitutie of aanpassing dan een kapitaalintensieve sector als de maakindustrie; het verplaatsen/aanpassen van bedrijfsprocessen is voor een bedrijf dat servicediensten aanbiedt immers makkelijker dan voor een bedrijf dat over grote en complexe fabrieksinstallaties beschikt. De omvang van de netcongestie waaraan de dienstensector wordt blootgesteld zal, *ceteris paribus*, dus relatief kleiner zijn dan voor de maakindustrie, wat **wel** van invloed is op de hoogte van de maatschappelijke kosten van netcongestie, maar **niet** op de hoogte van de maatschappelijke kostprijs van netcongestie (zie Toelichting V voor een omschrijving van het verschil tussen deze twee zaken).

Marginaliteit

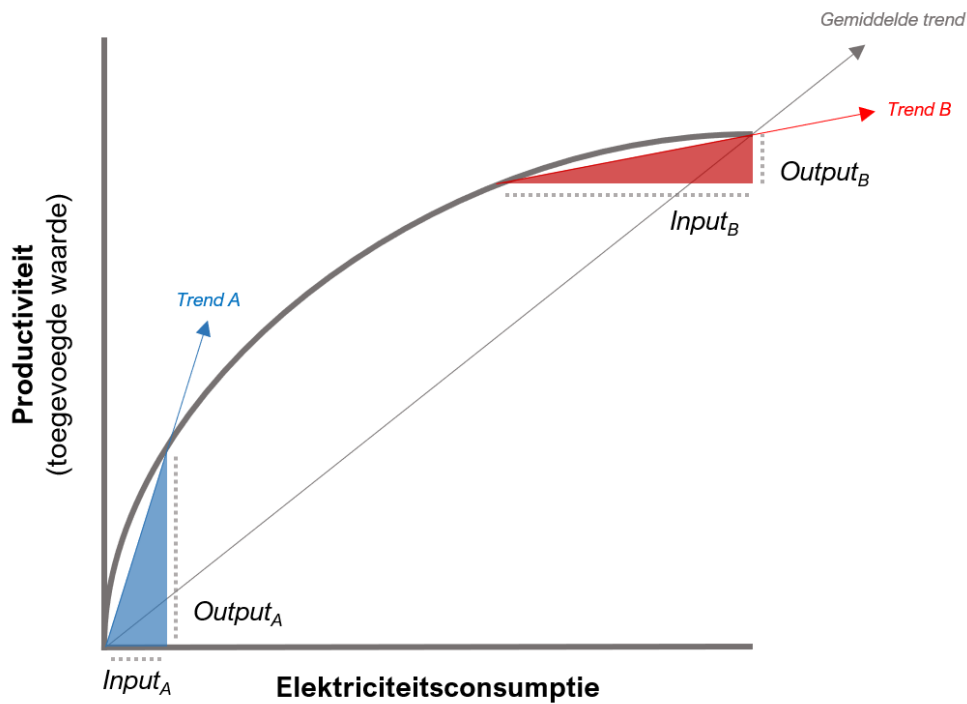
Wij veronderstellen dat iedere MWh aan geconsumeerde elektriciteit evenredig bijdraagt aan het waardecreërend vermogen van bedrijven (zie gemiddelde trend in volgende figuur). In werkelijkheid zal dit niet het geval zijn. Net als andere productiefactoren is de bijdrage van geconsumeerde elektriciteit aan het producerend vermogen van een bedrijf onderhevig aan de wet van afnemende marginale productiviteit.³² Dit economische principe stelt dat voordelen die worden behaald door een (lichte of marginale) verhoging van een productiefactor aan de inputzijde van een bedrijfsproces (in dit geval: elektriciteit) na een bepaald punt kunnen afvlakken of zelfs afnemen. Wanneer een bedrijf begint met het verhogen van zijn elektriciteitsverbruik, kan dit aanvankelijk leiden tot aanzienlijke productiviteitswinst. Het bedrijf kan bijvoorbeeld machines inschakelen, verlichting installeren en computers gebruiken om productieprocessen te verbeteren, waardoor de output wordt vergroot. Naarmate het elektriciteitsverbruik blijft toenemen, kunnen de extra productiviteitswinsten beginnen af te nemen. Dit gebeurt wanneer de extra kosten van het verhogen van het elektriciteitsverbruik niet langer worden gecompenseerd door een equivalente toename van de output. Bijvoorbeeld, overmatig gebruik van elektriciteit kan leiden tot oververhitting van apparatuur, verminderde levensduur van machines of verspilling van energie, wat resulteert in lagere totale additionele productiviteit.

32 Zie bijv. <https://www.investopedia.com/terms/l/law-diminishing-marginal-productivity.asp>

In feite betekent dit dat de kosten van netcongestie voor bedrijven variëren afhankelijk van de marginale productiviteit van de megawatturen elektriciteit die daardoor niet geconsumeerd kunnen worden. Hoe hoger (lager) deze marginale productiviteit, hoe hoger (lager) de toegevoegde waarde is die niet gegenereerd kan worden door netcongestie, en dus hoe hoger (lager) de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie. Omdat wij geen informatie hebben over de marginale productiviteit van elektriciteitsconsumptie voor verschillende sectoren veronderstellen we een lineaire relatie tussen elektriciteitsconsumptie en waardecreatie. Deze veronderstelling zorgt ervoor dat onze kostprijs-schattingen soms een onderschatting zijn (in geval van nieuwe bedrijfsprocessen), en soms een overschatting zijn (in geval van rijpere bedrijfsprocessen) van de daadwerkelijke kostprijs.

Situatie	Positie op productiecurve	Vertekening
(A) Nieuwe bedrijvigheid	Aan het begin	Onderschatting
(B) Rijpe bedrijvigheid	Aan het einde	Overschatting

Figuur 3.4 marginale productiviteit van elektriciteitsconsumptie



4 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten beschreven. In de paragrafen 4.1 t/m 4.4 wordt kostprijspost de hoogte van de maatschappelijke bruto kostprijs beschreven. Daarbij wordt nadere gereflecteerd op de betekenis van deze waarde. Tot slot wordt in paragraaf 4.5 een samenvattend overzicht gegeven van de resultaten.

4.1 Kostprijspost 1: Gederfde toegevoegde waarde

Bedrijvigheid

De volgende figuur laat voor verschillende sectoren³³ zien wat de hoeveelheid toegevoegde waarde is die niet additioneel gerealiseerd kan worden wanneer bedrijven worden blootgesteld aan netcongestie. De figuur toont ook hoe de kostprijs van netcongestie verandert wanneer uitgegaan wordt van elektrificatie van de energiemix van een sector; zie sectie 3.2 voor een uitleg over het verschil in de conventionele en toekomst gerichte bedrijfsprocessen. Te zien is dat de kostprijs van de sectoren stijgt door elektrificatie. Wat verder opvalt is dat de dienstverlenende sectoren over de breedte een hogere kostprijs rapporteren dan de maakindustrieën. De verklaring hiervoor is dat de dienstverlenend sectoren een lagere energie-intensiteit van waardecreatie hebben; d.w.z. dat ze relatief weinig elektriciteit nodig hebben om een bepaalde hoeveelheid toegevoegde waarde te genereren in de economie. De volgende tabel bevat enkele samenvattende statistieken.

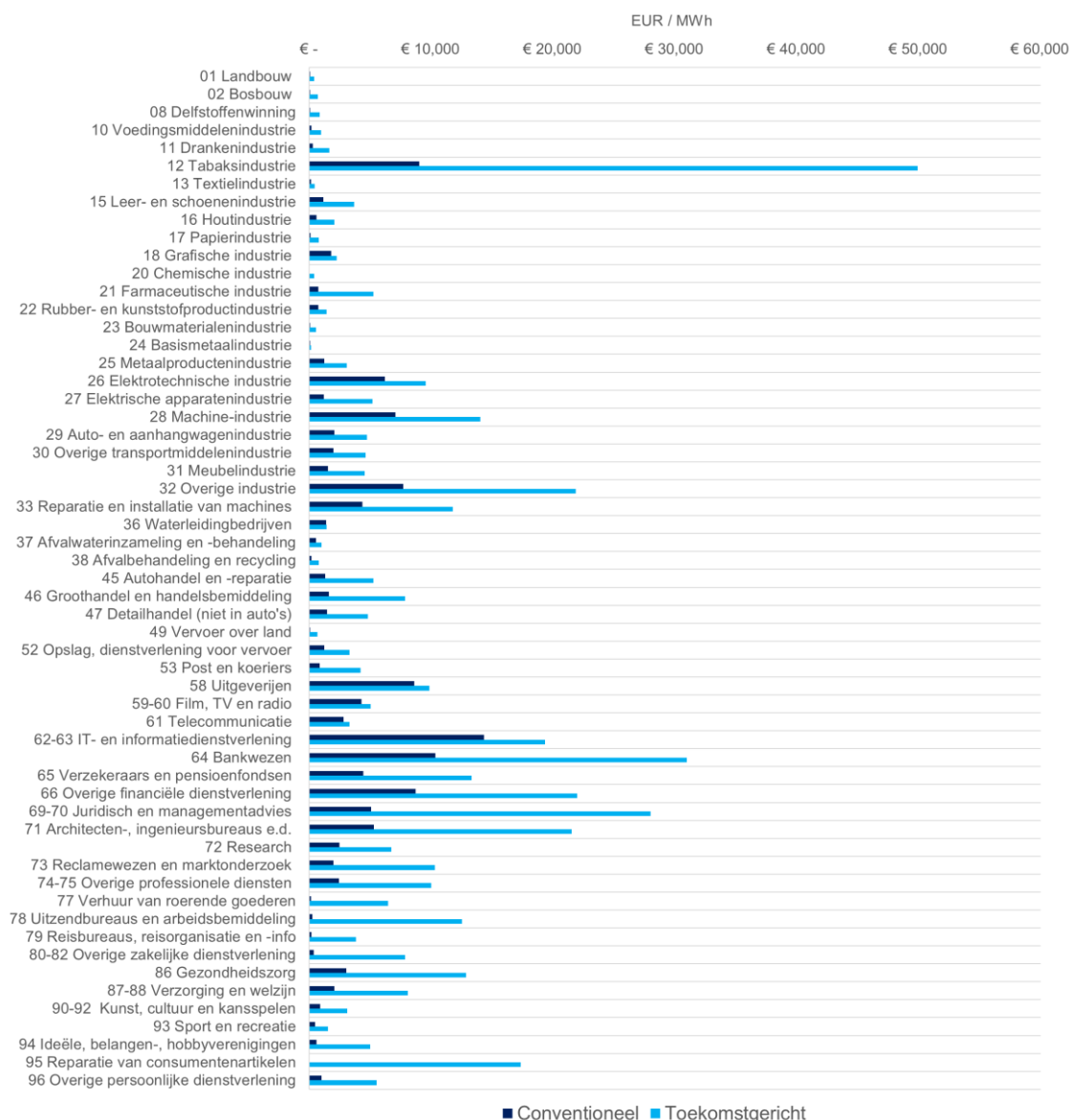
Tabel 4.1 Samenvattende statistieken maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie (post 1)

Statistiek	Conventionele bedrijvigheid	Toekomstige bedrijvigheid
Gemiddelde*	€ 3.499 per MWh	€ 11.656 per MWh
Minimum	€ 0 per MWh	€ 163 per MWh
Maximum	€ 14.340 per MWh	€ 49.931 per MWh

* = gewogen naar de relatieve omvang van de toegevoegde waarde van een sector; d.w.z. dat de kostprijs van sectoren die een relatief grote bijdrage leveren aan het BBP van Nederland zwaarder meewegen in de totstandkoming van het nationale gemiddelde.

33 Voor de sectoren 13-15 Textiel-, Kleding- en Leer- en schoenenindustrie, 37-39 Afvalwaterinzameling en -behandeling, Afvalbehandeling en recycling, Sanering en overig afvalbeheer zijn geen data beschikbaar over bruto toegevoegde waarde op het niveau van individuele sectoren. Daarom is voor deze sectoren door ons het sectorgroepgemiddelde (op niveau van de eerste SBI code) van de jaarlijkse bruto toegevoegde waarde gebruikt in de berekeningen. Daarnaast zijn enkel de sectoren meegenomen waarvan data beschikbaar is van zowel bruto toegevoegde waarde ([Link](#)), als energieverbruik opgesplitst naar energiedrager en type verbruik (energetisch versus niet-energetisch) ([Link](#)) of energieverbruik opgesplitst naar enkel energiedragers ([Link](#)). Voor de bedrijven waarvoor geen informatie beschikbaar is over het type verbruik van energiedragers (energetisch versus niet-energetisch) is aangenomen dat het verbruik van fossiele energiedragers volledig energetisch van aard is. Tot slot zijn de sectoren '3 Visserij', '50 Vervoer over water' en '51 Vervoer door de lucht' niet opgenomen in de analyse, omdat we ervan uitgaan dat het primaire energetische energieverbruik van de lucht- en de scheepvaart geen hinder ondervindt van netcongestie tot 2030; de kerosine die door de luchtvaart wordt verbruikt en de (zware) stookolie die door de scheepvaart wordt verbruikt, zullen volgens ons tegen die tijd ook niet zijn geëlektrificeerd.

Figuur 4.1 Maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie - gedeerde toegevoegde waarde



Woningbouw

In Toelichting III staat uitgelegd hoe wij het gemiddelde jaarlijkse woongenot dat uit een nieuwbouwwoning wordt gehaald vertaald hebben naar monetaire eenheden. Op basis van deze berekening schatten wij dit woongenot op ongeveer 16 duizend euro per jaar (15.941 euro om precies te zijn). Vervolgens delen we dit jaarlijkse woongenot, uitgedrukt in euro's, door het gemiddelde verwachte elektriciteitsverbruik van een nieuwbouwwoning om te komen tot een schatting van het ervaren woongenot uitgedrukt per eenheid verbruikte elektriciteit. We gaan ervan uit dat het energieverbruik van nieuwgebouwde huizen volledig geëlektrificeerd is, d.w.z. dat water- en ruimteverwarming gebeurt door middel van een elektrische lucht-water warmtepomp. Het gemiddelde jaarlijks elektriciteitsverbruik van een nieuwbouwwoning komt dan uit op 5.113 kWh³⁴. Het gedeerde woongenot als gevolg van netcongestie betreft dan 3.118 euro per MWh netcongestie. De ondergrens van de kostprijs

34 Als bron voor deze schatting maken wij gebruik van het Vesta-MAIS model van PBL (<https://www.pbl.nl/publicaties/functioneel-ontwerp-vesta-mais-50>)

voor woningbouw wordt door ons gedefinieerd aan de hand van de kostprijs voor de sector Bouwnijverheid (SBI: F), welke 594 euro per MWh bedraagt. De kostprijsrange voor woningbouw wordt daardoor **594 – 3.118 euro per MWh**.

Netvlakken

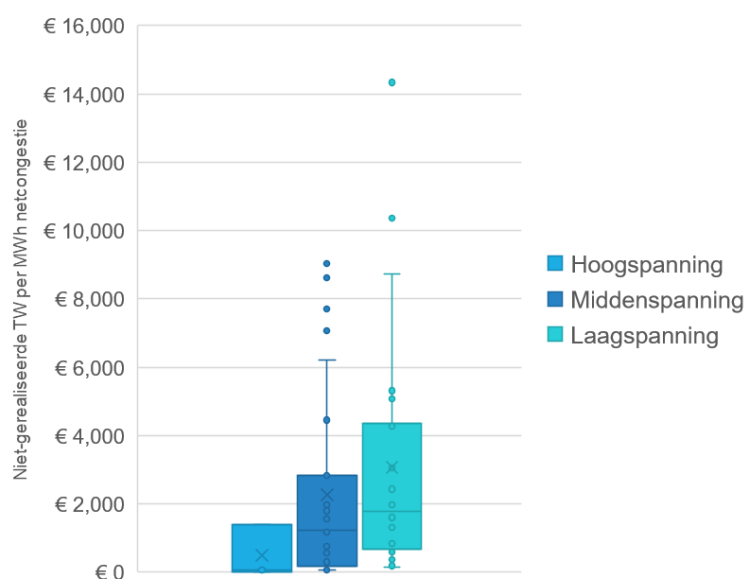
De volgende tabel laat zien hoe de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie (uitgedrukt als niet-gerealiseerde toegevoegde waarde in euro per MWh netcongestie) worden verdeeld als we de data segmenteren over de verschillende netvlakken. Het gaat hier specifiek om de maatschappelijke bruto kostprijs zoals die berekend is voor de conventionele energiemix (conventionele bedrijvigheid) van de verschillende sectoren.³⁵

Tabel 4.2 Samenvattende statistieken maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie (post 1) per netvlak

	Hoogspanning (HS/EHS)	Middenspanning (MS/TS)	Laagspanning (LS)
Mediaan	€ 72 per MWh	€ 1.217 per MWh	€ 1.793 per MWh
Min	€ 19 per MWh	€ 59 per MWh	€ 160 per MWh
Max	€ 1.392 per MWh	€ 9.039 per MWh	€ 14.340 per MWh

Volgende figuur laat zien hoe de sectorspecifieke kostgetallen zijn verdeeld over de verschillende netvlakken. De maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie valt over het algemeen hoger uit op het midden- en laagspanningsnet dan op het HS-net. De verklaring hiervoor is dat de zware industrie meestal is aangesloten op het hoogspanningsnet en de minder energie-intensieve sectoren (bv. de dienstensector) op het midden- en/of laagspanningsnet.

Figuur 4.2 Verdeling van maatschappelijk kostprijspost 1 (conventionele bedrijvigheid) over netvlakken



³⁵ We kiezen ervoor om de conventionele energiemix van sectoren te gebruiken voor de uitsnede over de netvlakken heen, omdat het schatten van aansluitcategorieën voor een geëlektrificeerde energiemix te veel onzekerheden met zich meebrengt.

4.2 Kostprijspost 2: Gederfde verduurzamingsbaten

Bedrijvigheid

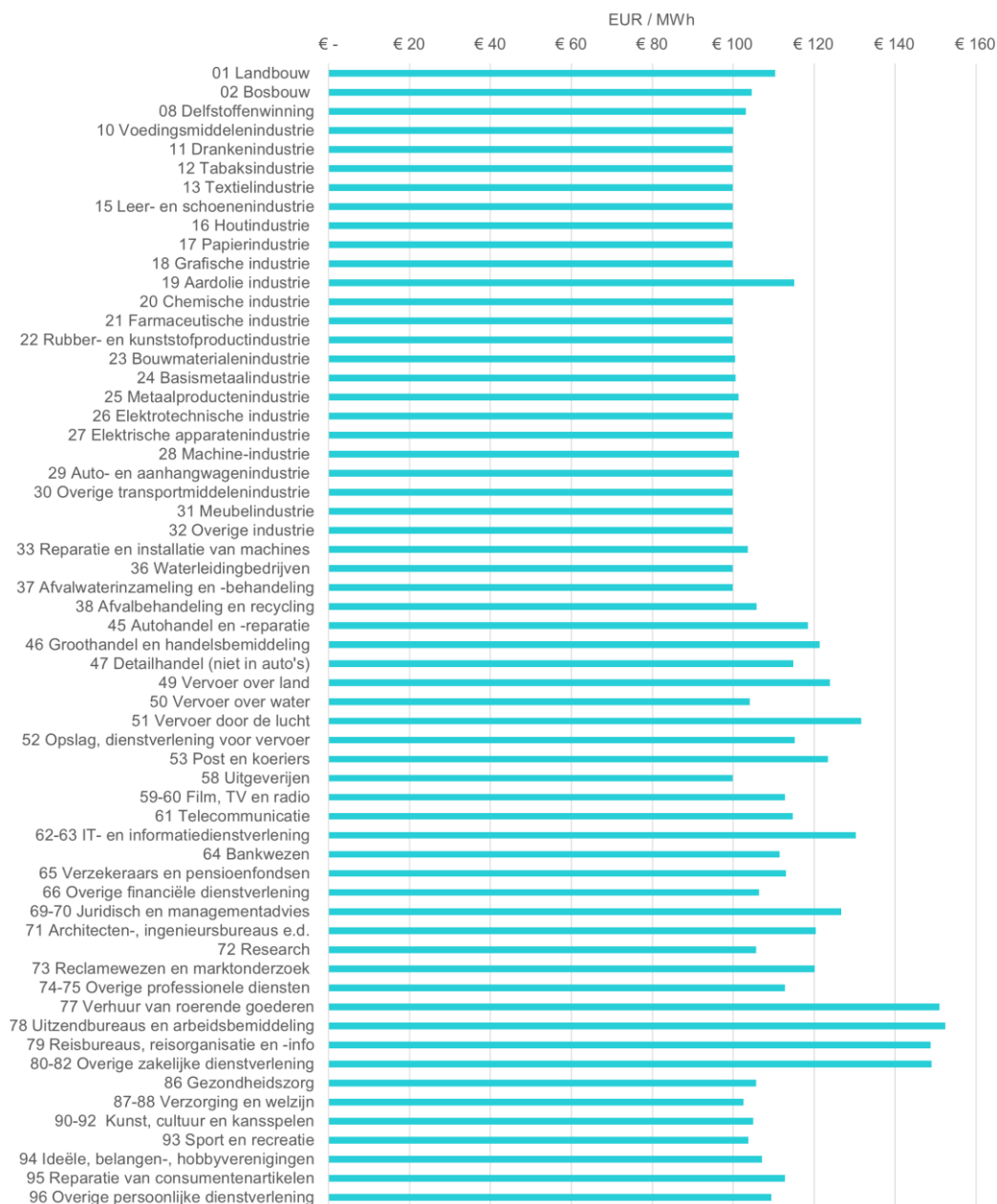
De volgende figuur laat voor verschillende sectoren zien wat de maatschappelijke impact is van de CO₂-emissiereductie die niet additioneel gerealiseerd kan worden wanneer bedrijven worden blootgesteld aan netcongestie. Deze tweede kostprijspost stijgt wanneer het CO₂-gehalte van het te elektrificeren energieverbruik toeneemt en/of wanneer de hoeveelheid elektriciteit die nodig is om te elektrificeren afneemt. Hogere kostprijzen duiden dus op een meer efficiënte CO₂-emissiereductie (meer emissiereductie met minder elektriciteit).

In de volgende figuur valt op dat er minder spreiding is in de resultaten dan het geval is voor kostprijspost 1. Te zien is dat de dienstverlenende sectoren 77-82 over het algemeen een hogere kostprijs laten zien dan anderen sectoren. Dit betekent dat er bij deze sectoren sprake is van een relatief hoge CO₂-winst per MWh aan elektrificatie; dit valt te verklaren doordat deze dienstensectoren relatief hoog transport gerelateerd energieverbruik laten zien (brandstofconsumptie), wat efficiënter te elektrificeren is dan de relatief hoge warmtevraag (aardgasverbruik) van de industrie. Let wel de hoogte van de kostprijs niets zegt over de omvang van de CO₂-emissiereductie die door elektrificatie plaats zou kunnen vinden. De industriële sectoren kunnen doorgaans een grotere CO₂-winst behalen door te elektrificeren dan de dienstensectoren omdat hun energieverbruik een stuk groter is. Bij het berekenen van een steekproefgemiddelde voor deze kostprijspost is het daarom relevant om te werken met een gewogen gemiddelde, welke rekening houdt met het relatieve gewicht van een sector in termen van CO₂-winst die door elektrificatie kan worden behaald.³⁶ Het gewogen gemiddelde van de steekproef ligt rond de **115 euro per MWh**.³⁷ De min-max bandbreedte betreft **100 – 152 euro per MWh**. De mediaan betreft 105 euro per MWh.

36 Stel je economie voor met twee sectoren: A en B. De kostprijs van A is 100 euro per MWh, waar een CO₂-winst van 100.000 kgCO₂ onderligt (dit betekent dat er sprake moet zijn van een elektrificatiepotentieel van 1 GWh). De kostprijs van B is 200 euro per MWh, waar een CO₂-winst van 10.000 kgCO₂ onderligt (dit betekent dat er sprake moet zijn van een elektrificatiepotentieel van 50 MWh). Hoewel sector B een hogere kostprijs rapporteert, rapporteert sector A een hogere CO₂-winst. De kostprijs van sector A weegt daarom zwaarder mee dan die van sector B in de totstandkoming van een nationaal gemiddelde. Het gemiddelde is dus niet 150 euro per MWh, maar ca. 109 euro per MWh.

37 Het ongewogen gemiddelde betreft ca. 110 euro per MWh.

Figuur 4.3 Maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie – gedeerde verduurzamingsbaten



Woningbouw

Zoals omschreven staat in Toelichting IV bedragen de maatschappelijke kosten die verband houden met de CO₂-uitstoot van de functionele warmtevraag van een typische Nederlandse woning ongeveer 659 euro per jaar. Een nieuwbouwwoning met een geëlektrificeerde warmtevraag verbruikt ongeveer 2,7 MWh per jaar aan elektriciteit. Wanneer deze elektriciteit volledig duurzaam wordt opgewekt, kan dus voor elke MWh verbruikte elektriciteit 240 euro aan maatschappelijke schade worden weggenomen. We schatten de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie voor het niet kunnen realiseren van de CO₂-emissiereductie die gepaard gaat met het elektrificeren van de warmtevraag van een gemiddelde Nederlandse woning dus op **240 euro per MWh netcongestie**. Het valt op dat deze kostprijs ruim 2x hoger ligt dan die voor bedrijven. Wij maken hieruit op dat de baten bij de verduurzaming (via elektrificeren) van woningen harder worden geraakt door netcongestie. Dit kan verklaard

worden doordat de efficiency van de elektrificatie van woningen (residentiële warmtepompen) hoger is dan die van bedrijven (mix van industriële warmtepompen en elektroboiler). Let wel dat dit niets zegt over de absolute omvang van de verduurzaming als uitgedrukt in aantal CO₂-eq.

Om een idee te krijgen van de gevoeligheid van deze kostprijspost schatting voor de gemaakte aannames, variëren we de aanname ten aanzien van het rendement waarmee een elektrische warmtepomp voorziet in de functionele warmtevraag van een typische woning in Nederland; de zogenaamde coëfficiënt of performance (COP)³⁸. Wanneer we deze COP variëren krijgen we een onzekerheidsrange van 213 – 354 euro per MWh. Vervolganalyse zou dieper kunnen ingaan op het variëren van de rest van de onderliggende parameters om tot een meer verfijnde onzekerheidsrange te komen. Gezien de reikwijdte en aanpak van deze studie achten we de gerapporteerde range als voldoende informatief.

4.3 Kostprijspost 3: Reductie van toegevoegde waarde

Kostprijspost 3 is door ons ingedeeld naar de bedrijfssectoren die met de sectortafels zijn geïntroduceerd. Bij deze sectortafels hebben organisaties en bedrijven samen afspraken gemaakt die leiden tot het Klimaatakkoord. Sindsdien wordt deze sectorindeling veel gebruikt door de overheid bij het opstellen en uitvoeren van klimaatbeleid.³⁹

De potentiële reductie van toegevoegde waarde voor bedrijven wordt bepaald door twee elementen (zie tabel 4.2): (i) de kosten die bedrijven maken voor het naleven van klimaatbeleid⁴⁰ als netcongestie elektrificatie verhinderd en (ii) het vermogen van bedrijven om netcongestie te mitigeren door substitutie- of adaptatiemaatregelen te nemen.

Elke sector is beoordeeld op een schaal van '+' tot '+++'. Eén plus staat voor weinig extra kosten voor een bedrijf of een laag substituuat en adaptief vermogen, drie plusjes staat voor hoge extra kosten of een hoog substituuat en adaptief vermogen. De beoordeling van een sector is niet absoluut, maar relatief ten opzichte van de andere sectoren.

38 We veronderstellen dat een relatief inefficiënte warmtepomp een jaarlijkse gemiddelde van 3,39 als COP heeft (luchtwarmtepomp, typische woning met energielabel C), en dat een relatief efficiënte warmtepomp een COP laat zien van 5,63 (bodemwarmtepomp, typische woning met energielabel A). Deze COP schattingen komen uit het Vesta-MAIS model van PBL.

39 Er zijn vijf sectortafels opgezet: elektriciteit, industrie, gebouwde omgeving, landgebruik en landbouw en mobiliteit. De sector elektriciteit is afwijkend van de andere vier, omdat het de enige is die primair toegevoegde waarde creëert met de productie van elektriciteit in plaats van met de consumptie ervan. Deze sector ondervindt dan ook geen afnamecongestie en wordt buiten beschouwing gelaten.

40 Appendix 6.2 geeft overzicht van de relevante beleidsmaatregelen die elektrificatie van de betreffende sector dwangmatig versnellen en daarmee afnamecongestie in de hand kunnen werken.

Tabel 4.3 Potentiële reductie in toegevoegde waarde als gevolg van netcongestie

	Industrie	Gebouwde omgeving	Landbouw en landgebruik	Mobiliteit
Kosten als gevolg naleven beleidsmaatregelen	+++	+	+ ⁴¹	++
Vermogen tot nemen substitutie- en/of adaptatiemaatregelen	+	+++	+	+++

Tabel 4.3 laat zien dat de industrie potentieel de grootste vermindering in toegevoegde waarde ervaart als gevolg van de combinatie netcongestie en klimaatbeleid. Deze sector ervaart de hoogste kosten (wanneer niet kan worden geëlektrificeerd), in combinatie met een laag vermogen om netcongestie te omzeilen.

Daartegenover staat de gebouwde omgeving, die waarschijnlijk de minste reductie van toegevoegde waarde ervaart. De gebouwde omgeving ervaart weinig kosten als gevolg van het naleven van beleidsmaatregelen en kent een hoog vermogen tot het nemen van substitutie- en/of adaptatiemaatregelen.

Tussen de industrie en de gebouwde omgeving bevinden zich landbouw en landgebruik, en mobiliteit. Bij beide sectoren zal de reductie van toegevoegde waarde niet extreem maar wel aanwezig zijn, om verschillende redenen. Landbouw en landgebruik ervaart weinig kosten, maar heeft een laag vermogen netcongestie te vermijden wanneer het zich voordoet. Een noemenswaardige uitzondering in de landbouwsector is de glastuinbouw, die met significante kosten te maken kunnen krijgen. De mobiliteit ervaart ook significante kosten, maar is relatief goed uitgerust om netcongestie te omzeilen wanneer het zich voordoet.

De volgende paragrafen gaan dieper in op hoe de beoordeling in tabel 4.3 tot stand is gekomen.

4.3.1 Industrie

De industriesector bestaat uit alle goederen producerende bedrijven, inclusief de olie- en gaswinning, bouwnijverheid en transport en distributie van energie. De industriesector kenmerkt zich door energie-intensieve bedrijfsprocessen. De energie in deze processen wordt hoofdzakelijk gebruikt voor warmteopwekking en is grotendeels afkomstig uit fossiele bronnen. Elektrificatie is één van de mogelijke alternatieven voor warmteproductie. Het is per productieproces afhankelijk of elektrificatie een reëel alternatief is.

Kosten als gevolg van beleidsmaatregelen

Het klimaatbeleid voor de industrie richt zich voornamelijk op normeringen over CO₂-emissies, zonder vast te leggen hoe bedrijven deze moeten realiseren. Hiervoor worden drie instrumenten ingezet: (i) een emissiehandelsstelsel, (ii) een CO₂-heffing en (iii) de energiebelasting. Deze instrumenten stimuleren het gebruik van duurzame energie en ontmoedigen het verbruik van fossiele brandstoffen.

41 '+' voor de landbouwsector in zijn geheel. Voor specifiek de glastuinbouw '++' vanwege het hoge aardgasverbruik van deze sector.

Wanneer de industrie niet kan elektrificeren door congestie van de afname, worden ze geconfronteerd met extra kosten in de vorm van CO₂-handelscertificaten, CO₂-heffingen en energiebelastingen op hun verbruik van fossiele brandstoffen. Gezien het hoge gemiddelde energieverbruik van de industrie kunnen deze kosten snel oplopen.

Vermogen tot substitutie en adaptatie

De industrie heeft een zeer beperkt vermogen om substitutie toe te passen om afnamecongestie te voorkomen. Niet elk productieproces is geschikt voor alle alternatieven voor fossiele brandstoffen, en aanpassingen aan het productieproces en de faciliteiten vereisen grote investeringen.

De industrie kan zich ook niet gemakkelijk verplaatsen. Zo stellen wet- en regelgeving grenzen aan schadelijke emissies, zijn industriële bedrijven in grote mate afhankelijk van geschikte infrastructuur en de nabijheid van ketenpartners en maken ze gebruik van kapitaalintensieve activa. De industrie heeft echter wel mogelijkheden om bedrijfsactiviteiten in de tijd te verschuiven. Een fabriek kan bijvoorbeeld gaan produceren als er een overschot aan transportcapaciteit is en het productieproces stoppen als er een tekort is. Deze flexibele vraag kan worden gebruikt om te reageren op onevenwichtigheden op het net en zo blootstelling aan netcongestie te verminderen.

4.3.2 Gebouwde omgeving

De gebouwde omgeving omvat alle huishoudens en bedrijven in de dienstensector. Deze sector is energie-extensief. Het verbruik van fossiele brandstoffen in deze sector is voornamelijk in de vorm van aardgas voor verwarmingsdoeleinden. Daarnaast wordt elektriciteit gebruikt voor verwarming en algemeen gebruik zoals verlichting en huishoudelijke apparaten.

Kosten als gevolg van beleidsmaatregelen

Voor de gebouwde omgeving zijn enerzijds richtlijnen opgesteld voor de minimale energieprestatie van gebouwen. De energieprestatie van een gebouw kan worden verhoogd door de (fossiele) energievraag te reduceren of zelf hernieuwbare energie op te wekken. Anderzijds zijn er financiële stimuleringsmaatregelen gepland om het gebruik van aardgas te ontmoedigen. Zo zijn er plannen voor een nieuw emissiehandelssysteem en een verhoging van de belasting op aardgas. Dit beleid in combinatie met netcongestie kan twee effecten hebben op de toegevoegde waarde van de gebouwde omgeving. Ten eerste kunnen er boetes worden opgelegd door bijvoorbeeld de Inspectie Leefomgeving en Transport voor het overschrijden van de richtlijnen voor energieprestaties. De hoogte van de boetes en de mate van tolerantie is onbekend. Ten tweede krijgt de sector te maken met hogere kosten voor aardgasgebruik door een verhoogde energiebelasting en opslag voor het emissiehandelssysteem.

Deze potentiële kosten zullen waarschijnlijk geen grote impact hebben. De duurzaamheidsopgave en het aantal gebouwen is de komende jaren immers zeer groot. Dit kan effectieve handhaving van de beleidsmaatregelen ondermijnen. Daarnaast verbruikt een bedrijf of huishouden in de gebouwde omgeving relatief weinig energie, waardoor de hogere kosten van aanhoudend aardgasverbruik beperkt zullen zijn.

Vermogen tot substitutie en adaptatie

Het substitutie- en adaptatievermogen van de gebouwde omgeving is betrekkelijk hoog. Deze sector ondervindt nog weinig hinder van afnamecongestie. Individuele bedrijven en huishoudens zijn aangesloten op het laagspanningsnet, waar de effecten van netcongestie vooralsnog laag zijn. Hierdoor is er nog ruimte om het aardgasverbruik te vervangen door elektriciteit. Naast substitutiemogelijkheden heeft de dienstensector ook een aanpassingspotentieel. Vergeleken met andere sectoren is de dienstensector flexibel in de locatie van zijn bedrijfsactiviteiten. Bedrijven kunnen relatief gemakkelijk (in tegenstelling tot bijvoorbeeld een fabriek met grootschalige productielijnen) verhuizen en werknemers kunnen doorgaans makkelijker op afstand werken.

4.3.3 Landbouw en landgebruik

De sector landbouw en landgebruik bestaan uit alle bedrijven die actief zijn in landgebruik van Nederland, zoals bos, bouwland, grasland, wetlands en bebouwing. Binnen landbouw en landgebruik bestaan grote verschillen in de energie-intensiteit van de bedrijven. Zo zijn bedrijven in de akkerbouw, bosbouw, grondgebonden tuinbouw en veeteelt energie-extensief. De glastuinbouw is daarentegen zeer energie-intensief. In de glastuinbouw wordt aardgas gebruikt om de kassen te verwarmen en om elektriciteit op te wekken voor verlichting via warmtekrachtkoppelingen (WKK's).

Kosten als gevolg van beleidsmaatregelen

Het klimaatbeleid voor de landbouw is vooral gericht op de glastuinbouw. Zo worden glastuinders mogelijk verplicht een elektrisch alternatief voor verwarming te installeren zodra ze hun aardgasinstallatie vervangen. Oogsten kunnen tegenvallen wanneer er als gevolg van afnamecongestie onvoldoende elektriciteit beschikbaar is om in de optimale temperaturen en verlichting te voorzien. De gevolgen van het niet naleven van deze verplichting zijn nog onbekend.

In de tussentijd krijgen glastuinders mogelijk te maken met hogere operationele kosten als gevolg van verhoogde energiebelasting op aardgas en een CO₂-emissieheffing.

Voor de landbouwsector als geheel zal de vermindering van de toegevoegde waarde gering zijn. De meeste bedrijven gebruiken betrekkelijk weinig aardgas en zijn al grotendeels geëlektrificeerd, dus ze zullen weinig extra kosten ervaren door de combinatie beleidsmaatregelen en netcongestie. Specifiek voor glastuinders kunnen de kosten echter wel significant toenemen omdat zij over zulke energie-intensieve bedrijfsprocessen beschikken.

Vermogen tot substitutie en adaptatie

Bedrijven in de landbouw en landgebruik sector hebben beperkte mogelijkheden om substitutie toe te passen om afnamecongestie te omzeilen. Voor zowel landbouwbedrijven die al geëlektrificeerd zijn als landbouwbedrijven die aardgas gebruiken, zijn er naast geothermie weinig alternatieven beschikbaar.

Ook het adaptief vermogen van de sector is laag. Het hoge landgebruik en het landgebonden karakter van de bedrijfsvoering zorgt voor weinig flexibiliteit om bedrijfsprocessen te verplaatsen. Wel zijn er mogelijkheden voor bedrijven om door de dag heen flexibel om te gaan met hun bedrijfsprocessen. Zo hebben glastuinders enige speling in de temperatuur in

de temperatuur van hun kassen en kunnen ze ervoor kiezen vroeger of later op de dag te verwarmen om zo afnamepieken te omzeilen.

4.3.4 Mobiliteit

De sector Mobiliteit omvat alle vervoersbewegingen en vervoersmodaliteiten in Nederland en de energie die daarvoor nodig is. De mobiliteitssector kent verschillende soorten energiedragers. Zo is wegvervoer hoofdzakelijk afhankelijk van benzine, diesel en een groeiend aandeel elektriciteit. Railvervoer is al verregaand geëlektrificeerd, terwijl scheep- en luchtvaart nog grotendeels afhankelijk zijn van fossiele brandstoffen.

Kosten als gevolg van beleidsmaatregelen

De mobiliteitssector krijgt te maken met een breed scala aan (voorgenomen) beleidsmaatregelen die een afname van toegevoegde waarde tot gevolg kunnen hebben. Op zichzelf staand hebben deze maatregelen vermoedelijk maar beperkte impact. Echter gecombineerd kunnen deze maatregelen de bedrijfsvoering op verschillende manier raken.

Allereerst kunnen de operationele kosten verhoogd worden door financiële prikkels om het gebruik van fossiele brandstoffen duurder te maken. Zo wordt voorgenomen om een emissiehandelssysteem voor brandstoffen te introduceren, de motorrijtuigbelasting te verhogen en de BPM-vrijstelling af te schaffen.

Daarnaast kan de afzetmarkt van logistieke bedrijven verkleind worden door de introductie van zero-emissiezones in 29 gemeentes. Hiermee mogen bedrijven met vervuilende voertuigen bepaalde gebieden niet in met mogelijke omzetting tot gevolg. Een alternatief is om ontheffingen aan te schaffen wat leidt tot hogere operationele kosten.

Als laatst worden verschillende CO₂-emissie normeringen voorzien voor binnenvaartschepen, bestelauto's en zware bedrijfsvoertuigen. Ook moeten nieuw verkochte auto's in de EU vanaf 2035 volledig elektrisch zijn. Het is niet bekend wat de gevolgen zijn van het niet naleven van deze normeringen, maar boetes of versnelde investeringen kunnen het gevolg zijn.

Vermogen tot substitutie en adaptatie

Het substituu- en adaptief vermogen van de mobiliteit is misschien wel het hoogste van alle sectoren. Zo zijn alternatieve brandstoffen volop in ontwikkeling. Zowel biobrandstoffen als kunstmatige varianten (RFNBO's – [renewable fuels of non-biological origin](#)). Deze brandstoffen zijn niet voor alle modaliteiten geschikt, maar hebben wel het effect dat de energiebehoefte van de sector door verschillende brandstoffen ingevuld kan worden. Om die reden verwachten wij dat niet elke modaliteit afhankelijk zal worden van elektriciteit.

Bovendien zijn mobiliteitsbedrijven tot op zekere hoogte flexibel wat betreft locatie en tijd. Vervoersbedrijven zijn bij voorkeur centraal gelegen in hun verzorgingsgebied met gemakkelijke toegang tot verkeersaders. Ze zijn echter niet gebonden aan specifieke locaties en kunnen gebieden kiezen waar geen of minder sprake is van netcongestie. Daar komt nog extra flexibiliteit bij door de timing en laadcapaciteit in de loop van de tijd te verschuiven. Veel logistieke bedrijven kunnen ervoor kiezen om hun voertuigen op te laden op momenten dat er geen netcongestie is. Met de toepassing van smart-charging en gecombineerde laadpleinen

op een enkele netaansluiting kunnen deze bedrijven de congestie bij de afname omzeilen en deze zelf helpen oplossen met de vehicle-to-grid toepassingen.

Toelichting VI: De economische impact van netcongestie wordt bepaald door de kostprijs én het aanpassingsvermogen van bedrijven

In deze studie rapporteren we de kostprijs van netcongestie als indicatie van de economische impact die wordt veroorzaakt wanneer economische activiteiten worden blootgesteld aan één MWh netcongestie. Bedrijven zijn echter inventief en passen zich aan. Wanneer er netcongestie optreedt, zullen ze ervoor zorgen dat ze er zo weinig mogelijk aan worden blootgesteld. Vaak is substituu en adaptief handelen belastend voor bedrijven, in tegenstelling tot de situatie waarbij er voldoende transportcapaciteit beschikbaar is. Er zijn vele verschillende maatregelen en bijbehorende impact die bedrijven hierdoor kunnen ervaren. Het kan bijv. betekenen dat bedrijven moeten investeren in technologieën zoals batterijen, wat een kostenverhogend effect heeft. Ook kan nemen van maatregelen invloed hebben op het toekomstig groeivermogen van het bedrijf.

Het vermogen van bedrijven om netcongestie te omzeilen en de bijbehorende impact varieert en hangt grotendeels af van de locatie en tijdgebondenheid van hun activiteiten. Het is dus niet juist om uitspraken te doen over de impact van netcongestie op een sector op basis van de kostprijs alleen - de waarschijnlijkheid van blootstelling en het vermogen om netcongestie te omzeilen zijn cruciale factoren waarmee ook rekening moet worden gehouden om deze impact te duiden. Daarnaast is het ook belangrijk te beseffen dat economische impact niet noodzakelijkerwijs gecorreleerd is met maatschappelijke impact - aangezien deze laatste breder is dan alleen financiële overwegingen.

4.4 Kostprijspost 4: Gederfde hernieuwbare elektriciteitsopwekking

De emissiefactor van Nederlandse elektriciteit, gebaseerd op de referentieparkmethode, wordt geschat op 0,42 kgCO₂ per kWh in 2020 (zie [CBS, 2021](#)). De potentiële emissiereductie die samenhangt met de invoeding van hernieuwbare elektriciteit wordt door ons geschat op 0 - 0,42 kgCO₂ per kWh opgewekte hernieuwbare elektriciteit. Met behulp van onze CO₂-prijs (zie voetnoot 9) vertaalt deze bandbreedte zich naar een maatschappelijke bruto kostprijs **0 - 121 euro per MWh** wanneer sprake is van het niet kunnen realiseren van emissiereducties via de opwek van additionele hernieuwbare elektriciteit door netcongestie. Waar de kostprijs precies ligt binnen deze bandbreedte is afhankelijk van het moment van invoeden; wanneer de kostprijs van invoedingscongestie wordt bemonsterd in een situatie waarin praktisch alle elektriciteit op het net wordt geproduceerd door wind/zon, dan neigt de kostprijs – m.b.t. tot gederfde CO₂-emissiereducties - naar nul. Als de kostprijs een indicatie moeten geven van de gederfde CO₂-emissiereducties als gevolg van het onvermogen om fossiele opwekkingsinstallaties uit te faseren vanwege netcongestie, neigt ze naar de bovengrens van 121 euro per MWh netcongestie (zie Sectie 3.1 voor een uitleg van hoe deze bandbreedte tot stand is gekomen).

4.5 Overzicht van resultaten

De volgende tabel presenteert de resultaten van de verschillende kostprijsposten. De resultaten geven een bandbreedte van de kostprijs die de maatschappij ervaart wanneer er

één MWh elektriciteit niet geleverd kan worden aan bedrijven en huishoudens als gevolg van netcongestie.

Het valt op dat kostprijspost 1 gemiddeld genomen hoger uitslaat dan kostprijspost 2 en 4. De reden hiervoor is dat kostprijspost 1 gebaseerd is op een waardering van elektriciteit op basis van de bruto toegevoegde waarde die ermee wordt gegenereerd door bedrijven (voor woningbouw is de marktwaarde van nieuwbouwwoningen gebruikt).

Tabel 4.4 **Overzicht resultaten maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie**

Kostprijspost	Categorie	Minimum	Maximum	Gemiddelde	Mediaan
1. Gederfde toegevoegde waarde	Conventioneel	€ 0 per MWh	€ 14.340 per MWh	€ 3.499 per MWh ^I	€ 1.225 per MWh
1. Gederfde toegevoegde waarde	Toekomstgericht	€ 163 per MWh	€ 49.931 per MWh	€ 11.656 per MWh ^I	€ 2.482 per MWh
1. Gederfde toegevoegde waarde	Woningbouw	€ 594 per MWh ^{II}	€ 3.118 per MWh ^{II}	n.v.t. ^{II}	n.v.t. ^{II}
2. Gederfde verduurzamingsbaten	Bedrijven	€ 100 per MWh	€ 152 per MWh	€ 115 per MWh ^I	€ 105 per MWh
2. Gederfde verduurzamingsbaten	Woningbouw	€ 213 per MWh	€ 354 per MWh	€ 240 per MWh	n.v.t. ^{III}
3. Reductie van toegevoegde waarde	Bedrijven	n.v.t. ^{IV}			
4. Gederfde hernieuwbare elektriciteitsopwekking	Producenten	€ 0 per MWh	€ 121 per MWh	n.v.t. ^V	n.v.t. ^V

I = Dit betreffen gewogen gemiddelden (gewogen naar aandeel in het BBP in geval van kostprijspost 1, en naar aandeel in de totale CO₂-uitstoot in geval van kostprijspost 2). De ongewogen gemiddelden betreffen ongeveer 2,4 duizend euro per MWh voor kostprijspost 1 in het conventionele scenario, en ca. 7,8 duizend euro per MWh voor het toekomstgerichte scenario. Voor kostprijspost 2 is het ongewogen gemiddelde 110 euro per MWh.

II = Voor het schatten van de kostprijs voor woningbouw is besloten om als ondergrens de gemiste toegevoegde waarde van de sector Bouwnijverheid (SBI: F) te nemen. Als bovengrens is genomen het gederfde woongenot als gevolg van netcongestie (zie Toelichting I en III). Vanwege de aard van de conceptualisering van deze kostprijspost kunnen het gemiddelde en de mediaan niet worden berekend.

III = Om de onzekerheidsmarge rond de gemiddelde kostprijs van woningen met betrekking tot gederfde duurzaamheidsbaten te schatten, variëren we de efficiëntie waarmee een warmtepomp voorziet in de functionele warmtevraag van een woning (de zgn. *coëfficiënt of performance*). Bij gebrek aan informatie over de mediane COP van warmtepompen in Nederland, laten we deze statistiek buiten beschouwing.

IV = Kostprijspost 3 omvat kwalitatieve uitkomsten die niet in dit kwantitatieve overzicht zijn opgenomen.

V = Het gemiddelde en de mediaan kunnen niet worden vastgesteld voor deze kostprijspost i.v.m. ontbrekende data over de momenten waarop netcongestie precies plaatsvindt.

5 Conclusie

Netcongestie kan de groei van economische activiteiten belemmeren, processen stil leggen en projecten vertragen. Dit alles leidt tot maatschappelijke kosten. Om de maatschappelijke efficiëntie van maatregelen tegen netcongestie (zoals bijvoorbeeld congestiemanagement of netinvesteringen) te toetsen, is het noodzakelijk om een onderbouwde schatting te kunnen maken van de maatschappelijke kosten die zich voordoen wanneer elektriciteit niet geleverd kan worden als gevolg van netcongestie. Om deze redenen formuleren we de volgende onderzoeksvraag:

Wat is de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie; wanneer één MWh elektriciteit niet geleverd kan worden als gevolg van netcongestie?

Wij onderzoeken de **maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie** voor verschillende typen bedrijvigheid. Bij de interpretatie van deze term dient de lezer de volgende zaken rekening mee te houden:

- Netcongestie is in essentie een capaciteitsprobleem waarbij het transporttekort wordt uitgedrukt in vermogen (MW). In dit onderzoek kijken we naar de gedeerde baten die voortkomen uit het niet kunnen verbruiken (MWh) als gevolg van het transport tekort (MW).
- De bruto kostprijs houdt geen rekening met substitutie of adaptatie van gebruikers (netto). Het niet acteren op netcongestie betreft echter de laatste stap op een lange lijst aan alternatieven die de gebruiker heeft voordat deze met mogelijke kosten geconfronteerd wordt.
- De maatschappelijke effecten die worden meegenomen in de benadering van de kostprijs zijn niet alomvattend. Dit komt doordat we de kostprijs van netcongestie baseren op economische indicatoren die, gezien hun aard en doel, niet alles omvatten wat nodig is om het maatschappelijk belang van een economische activiteit te duiden.

Wat valt er onder de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie?

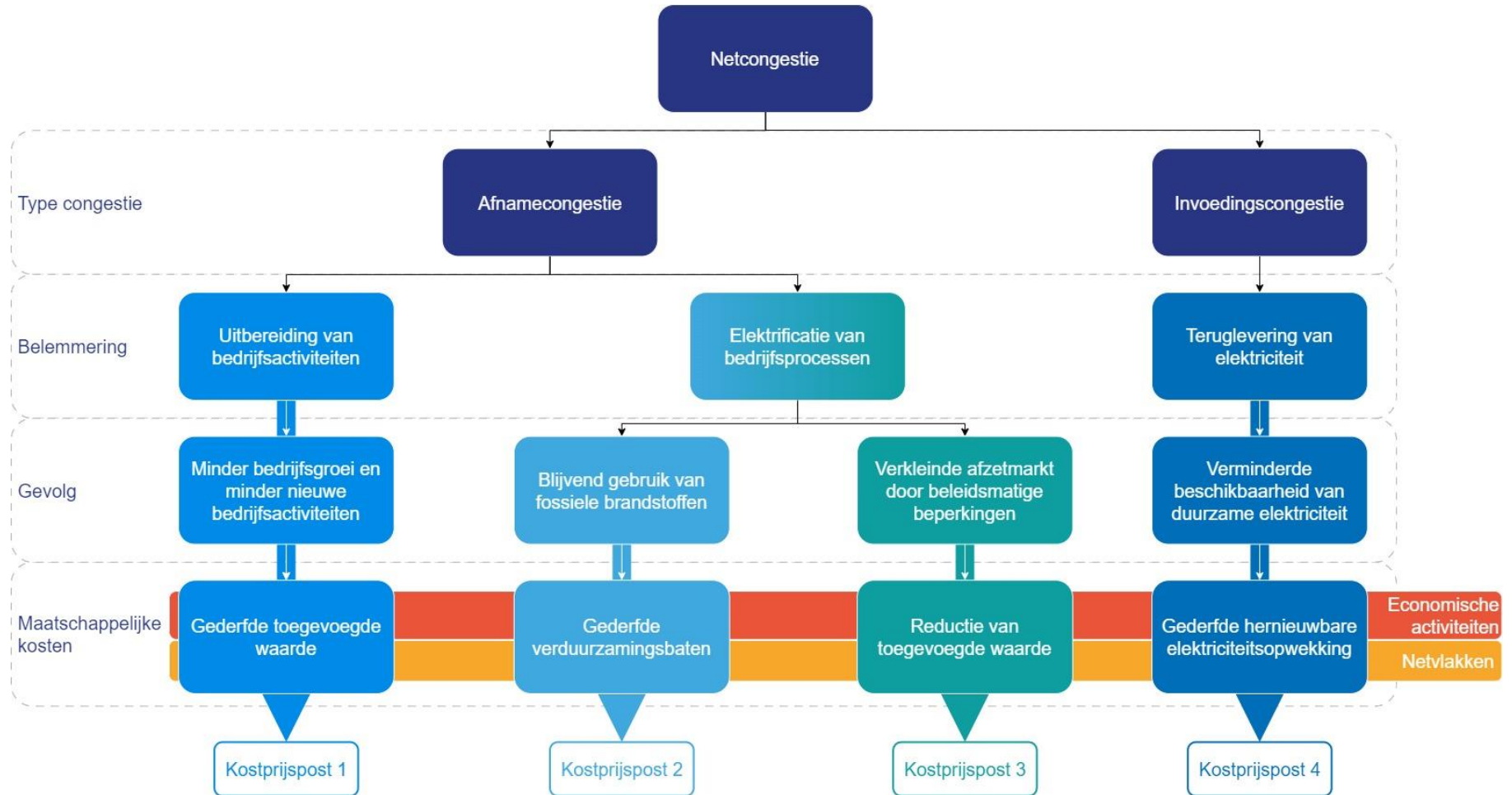
Netcongestie treedt op wanneer de transportcapaciteit van het elektriciteitsnet te klein is om alle elektriciteit te transporteren die wordt voorzien in de nabije toekomst (op basis van de huidige belastingen en de verwachte autonome groei). Netcongestie kan zich op twee manieren voordoen:

- Wanneer de belasting van het elektriciteitsnet door vraag op een bepaald moment groter is dan dat de transportcapaciteit van het net toelaat spreken we van **afnamecongestie**.
- Wanneer de belasting van het elektriciteitsnet door het aanbod van elektriciteit op een bepaald moment groter is dan de transportcapaciteit van het net spreken we van **invoedingscongestie**.

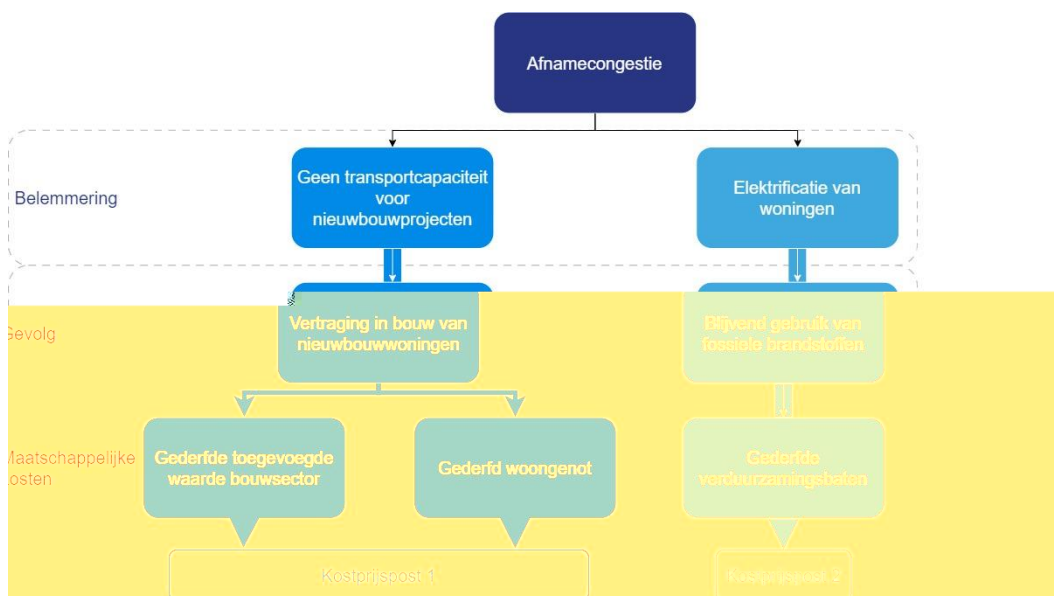
Maatschappelijke kosten zijn de gedeerde baten en kosten die een bepaalde activiteit of beslissing met zich meebrengt voor de samenleving. Ze hebben een negatieve impact op het welvaartspeil van de samenleving als geheel; dat wil zeggen dat het hele maatschappelijke collectief de kosten draagt (merk op dat deze kosten op verschillende manieren kunnen neerslaan op verschillende delen van de samenleving). De maatschappelijke bruto kostprijs betreft de maatschappelijke kosten wanneer één MWh elektriciteit niet geleverd kan worden als gevolg van netcongestie.

Bedrijven ondervinden op verschillende manieren beperkingen als gevolg van netcongestie. De gevolgen hebben invloed op het productie- en het verduurzamingsvermogen van bedrijven. De maatschappelijk kostprijs kan opgebouwd worden in vier kostprijsposten, welke nader zijn uitgewerkt in figuur 5.1. Figuur 5.2 geeft de maatschappelijk kostprijs weer voor woningbouw als gevolg van netcongestie.

Figuur 5.1 Opbouw afbakening



Figuur 5.2 Opbouw afbakening woningbouw



Een eerste verkenning naar de maatschappelijke bruto kostprijs netcongestie

Belangrijk om te benoemen is dat de resultaten in de rapportage een eerste verkenning betreft van de maatschappelijke bruto kostprijs voor netcongestie. De kostprijsposten gepresenteerd in figuur 5.1 betreffen een slechts selectie van de maatschappelijke effecten, namelijk de gedeelde van economische waarde en gedeelde milieubaten als gevolg van netcongestie. Naast deze effecten zijn er ook potentieel sociale (bijv. werkgelegenheid) en geografische (bijv. landgebruik) effecten die worden beïnvloed door netcongestie.

Naast dat een selectie van maatschappelijke effecten zijn onderzocht, zijn de maatschappelijke kostprijsposten vastgesteld onder verschillende aannames; zoals o.a. over het ontbreken van substitutie en adaptatie mogelijkheden en over de marginale productie efficiëntie bij elektriciteitsconsumptie. In vervolgonderzoek dient een nadere verkenning van maatschappelijke effecten, en een correctie voor de gehanteerde assumpties, uitgevoerd worden om een completer (en netto) beeld te krijgen van de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie.

De gevolgen van netcongestie zijn substantieel voor de groei en aanpassingsvermogen van de Nederlandse economie

Kostprijs 1 presenteert de gedeelde toegevoegde waarde wanneer bedrijven niet kunnen groeien als gevolg van netcongestie. Kijkend naar de kostprijs zien we dat de sectorale verschillen grotendeels bepaald worden door het verschillen in de energie-intensiteit van waardecreatie. Kostprijspost 1 heeft een brede bandbreedte, van 0 euro per MWh tot 49.931 euro per MWh, afhankelijk van de sector en de manier waarop een sector gaat uitbreiden (conventionele of toekomstig bedrijvigheid). Sectoren met een hoge energie-intensiteit (zoals de maakindustrie; vaak aangesloten op het HS-net) hebben relatief meer elektriciteit nodig om dezelfde additionele toegevoegde waarde te generen voor de economie dan sectoren met een lage energie-intensiteit (zoals de dienstensector; vaak aangesloten op het LS-net). Sectoren met een lage energie-intensiteit ondervinden dan ook meer impact wanneer één MWh elektriciteit niet geleverd kan worden dan sectoren met een hoge energie-intensiteit.

Kostprijs 2 presenteert de gedeelde verduurzamingsbaten wanneer bedrijven niet kunnen verduurzamen als gevolg van netcongestie. In deze kostprijspost zien we dat verschillen tussen sectoren worden verklaard door verschillen in de aard van de te elektrificeren energiemix. Kostprijspost 2 heeft een kleinere bandbreedte van 100 euro per MWh tot 152 euro per MWh, afhankelijk van de te elektrificeren energiemix per sector. Specifiek stijgt de kostprijs wanneer het CO₂-gehalte van het te elektrificeren energieverbruik toeneemt en/of wanneer de hoeveelheid elektriciteit die nodig is om te elektrificeren afneemt.

Kostprijs 3 presenteert de reductie van (huidige gerealiseerde) toegevoegde waarde als gevolg van netcongestie in combinatie met (klimaat-)beleidsmaatregelen. Bij deze kostprijspost zien we dat de industrie potentieel de hoogste economische impact ervaart. Deze sector ervaart de hoogste kosten van het niet kunnen elektrificeren, gecombineerd met een laag vermogen om netcongestie te omzeilen. Daartegenover staat de gebouwde omgeving, die in staat is om netcongestie relatief eenvoudig te omzeilen en weinig kosten ervaart als gevolg van beleidsmaatregelen in het geval zij toch wordt blootgesteld aan netcongestie.

Kostprijspost 4 presenteert de gedeelde hernieuwbare elektriciteitsopwekking als gevolg van netcongestie en richt zich daarom op invoedingscongestie. Deze kostprijspost heeft een bandbreedte van 0 euro per MWh tot 121 euro per MWh, afhankelijk van welke elektriciteitsproductie wordt verdrongen door de producten van hernieuwbare elektriciteitsopwekking. De ondergrens van de gerapporteerde kostprijsrange wordt verklaard door de concurrentie die een producent van zonne- en/of windenergie ondervindt tijdens netcongestie. Op momenten dat wind- en zonne-energie voornamelijk met zichzelf concurreren, zal de verloren emissiereductie van één MWh netcongestie beperkt of zelfs afwezig zijn. Als de invoeding van zonne- en windenergie fossiele opwekking zou verdringen, zou dit een aanzienlijke emissiewinst kunnen opleveren. Vanuit dit perspectief zorgt invoedingscongestie ervoor dat fossiele opwekkingsinstallaties langer dan gewenst operationeel blijven. De kosten die gepaard gaan met het niet kunnen vervangen van fossiele centrales specificeren de bovenkant van de kostprijsrange.

Alomvattend kan gesteld worden dat kostprijspost 1 hoger uitlaat dan de andere kostprijsposten. De maatschappelijke kosten (per eenheid energie) van deze post zijn gedeelde toegevoegde waarde die ontstaat wanneer bedrijven activiteiten niet kunnen uitbreiden als gevolg van netcongestie. Naarmate bedrijven een toekomstgericht bedrijfsproces inzetten (met geëlektrificeerde processen) in tegenstelling tot conventionele processen (met processen op fossiele energiedragers) kunnen de maatschappelijke kosten wederom hoger uitvallen. De omvang van deze kostenpost laat zien dat de impact van netcongestie substantieel kan zijn voor de Nederlandse economie.

Wat zijn de gevolgen van netcongestie voor woningbouw?

Nederland kampt met een toenemend woningtekort, wat het belang van woningbouwprojecten benadrukt. Netcongestie kan ertoe leiden dat de elektriciteit die nodig is voor de bouw van woningen en bijbehorende voorzieningen niet geleverd kan worden, waardoor woningbouwprojecten vertraging oplopen.

De maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie t.a.v. woningbouw (overeenkomstig met kostprijspost 1) bestaat uit twee delen. Het eerste deel is betreft gedeelde toegevoegde

waarde van de bouwsector (SBI 'F Bouwnijverheid'). Echter, de kostprijs van de bouw van een woning vertegenwoordigt niet de gehele waarde die wij toekennen aan een woning. Het tweede deel betreft het gedeelde 'woongenot' van mensen die in de huizen hadden kunnen wonen die niet gebouwd zijn als gevolg van netcongestie. Dit woongenot ligt besloten in de marktprijs die mensen betalen voor een woning. De kostprijsrange die wij rapporteren voor woningbouw bedraagt als zodanig 594 tot 3.118 euro per MWh netcongestie.

Ook kijken we naar de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie t.a.v. de verduurzaming van woningbouw. Deze post is vastgesteld onder de aanname dat bestaande woningen via een elektrische luchtwater-warmtepomp verduurzamen. De kostprijs van de gedeelde verduurzamingsbaten worden geschat op 240 euro per MWh netcongestie.

Wat zegt de maatschappelijke bruto kostprijs van netcongestie over de financiële grenswaarde voor congestiemanagement?

Vanuit een maatschappelijk oogpunt zijn de kosten die netbeheerders mogen maken in verband met het inkopen van congestiemanagementdiensten niet zo hoog dat ze maatschappelijk niet te rechtvaardigen zijn⁴², maar ook niet zo laag dat ze zorgen voor ineffectief congestiemanagement. De ACM heeft daarom in 2022 besloten dat de netbeheerders jaarlijks een bepaald totaalbedrag aan congestiemanagementdiensten dienen te besteden per congestiegebied voordat zij over mogen gaan op het weigeren van transportcapaciteit.

Netbeheerders hebben de omvang van de congestiefactor onderbouwd met een berekening voor de ACM. Deze onderbouwde berekening gebruiken we in dit onderzoek om de totstandkoming van de congestiefactor te onderzoeken. In de totstandkoming van de congestiefactor ligt een monetaire waardering van elektriciteit besloten. De berekening die achter de bepaling van dit congestiebudget schuilt omvat een waardering van de elektriciteit die door netcongestie niet geleverd kan worden. Voor deze waardering wordt de jaarlijkse gemiddelde groothandelsprijs voor elektriciteit gebruikt (ongeveer 50 euro per MWh). De door ons geschatte maatschappelijke bruto kostprijs voor netcongestie is (substantieel) hoger dan de groothandelsprijs voor elektriciteit. Dit komt met name doordat bedrijven economische waarde toevoegen op de elektriciteit die zij inkopen.

Ondanks het feit dat de kostprijzen die we rapporteren substantieel hoger zijn dan de elektriciteitsprijs die gebruikt is bij het opstellen van de financiële grens, betekent dit niet direct dat een hogere grenswaarde gerechtvaardigd is.⁴³ Omdat de kosten die netbeheerders maken voor congestiemanagement uiteindelijk via de nettarieven neerstrijken op alle netgebruikers (en dus niet alleen op de netgebruikers die individueel voordeel hebben bij de toepassing van extra congestiemanagement) is het belangrijk dat we streven naar het oplossen van netcongestie op een manier die maximaal efficiënt is vanuit een maatschappelijk oogpunt (waarmee ook de betaalbaarheid van elektriciteit in algemene zin ten goede komt).

42 Geld dat wordt uitgegeven aan congestiemanagementdiensten leidt er bijvoorbeeld enerzijds toe dat er ruimte vrijkomt op het net voor partij A (maatschappelijke baten), maar anderzijds dat partij B capaciteit moet inleveren (maatschappelijke kosten). Dit effect zal over het algemeen netto positief zijn, omdat congestiemanagement leidt tot een betere benutting van de totale capaciteit van het net, maar er is een grens aan de hoeveelheid extra welvaart die bereikt kan worden met een hogere financiële grens voor congestiemanagement.

43 In feite vertellen de kostprijzen die we rapporteren wat het theoretische maximum is van de economische waarde van elektriciteit. Het gebruik van deze kostprijzen bij het bepalen van het congestiebudget zou leiden tot een theoretisch maximaal toegestaan bedrag; maar het is zeer waarschijnlijk dat dit niet het maatschappelijk optimale bedrag is om uit te geven aan congestiemanagement.

Met andere woorden, er moet gezocht worden naar een grenswaarde die zorgt voor een optimale balans tussen de kosten en baten van congestiemanagement. Wat het uiteindelijk mag kosten om netcongestie op te lossen, hangt af van welke partijen eraan worden blootgesteld en voor hoe lang; iets wat de sectorale verschillen in gerapporteerde kostprijzen onderschrijven. Het is ook belangrijk om rekening te houden met volumes bij het afwegen van kosten en baten: stel dat de netbeheerder 10 MWh kan wegregelen op jaarlijkse basis waardoor een klant kan worden aangesloten die vervolgens jaarlijks 100 MWh verbruikt, dan kan de aankoopprijs van congestiemanagement, theoretisch gezien, tot 10x hoger liggen dan de bruto maatschappelijke kostprijs van netcongestie voordat het maatschappelijk rendement omslaat in verlies.⁴⁴ Redenerend vanuit het evenredigheidsprincipe (*stricto sensu*) zouden de kosten van congestiemaatregelen te allen tijde in redelijke verhouding moeten staan tot de voordelen die worden behaald door het opheffen van netcongestie⁴⁵; uiteraard geldt, hoe lager de kosten vis-à-vis de gerealiseerde baten, hoe beter.

Door een grens te definiëren die in de loop van de tijd voorzichtig naar boven kan worden afgesteld, kan worden afgetast wat de dynamiek is tussen de kosten en baten van congestiemanagement. Op het moment dat de baten van congestiemanagement sneller toenemen dan de kosten, is dat een signaal om de grens voorzichtig verder te verhogen; zodra er een omslagpunt bereikt wordt waarbij de gewonnen baten minder snel toenemen dan de gemaakte kosten, is dat een signaal om verdere verhoging van de grens voorzichtig af te remmen. Het afstellen van de financiële grens gebeurt overigens altijd binnen de technische grenzen van het energiesysteem⁴⁶, dit om veiligheid en betrouwbaarheid van het net te borgen. Zodra deze technische grens is bereikt, wordt de aanbesteding van congestiemanagementdiensten stopgezet, waardoor het wijzigen van de financiële grens geen effect meer heeft.

De netto maatschappelijke kostprijs van netcongestie zou mogelijk een geschikte grenswaarde kunnen zijn, in tegenstelling tot de gerapporteerde bruto maatschappelijke kostprijzen. De netto kostprijs omvat een bredere reflectie van maatschappelijke ontwikkelingen en houdt rekening met potentiële adaptatie- en substitutiemogelijkheden. Naar de netto maatschappelijke kostprijs van netcongestie is echter vervolgonderzoek nodig. Met de kostprijzen die we in dit onderzoek rapporteren, hopen we een beter inzicht te geven in de maatschappelijke kosten en baten van congestiemanagement, met als doel de investeringen en uitgaven van netbeheerders om netcongestie te bestrijden vanuit maatschappelijk perspectief effectiever te maken.

44 Veronderstel een inkoopprijs van congestiemanagementdiensten die 3.000 per MWh betreft en een maatschappelijke kostprijs van netcongestie van 300 per MWh dan $10 \text{ MWh} * 3.000 \text{ Euro/MWh} = 100 \text{ MWh} * 300 \text{ Euro/MWh} = 30.000 \text{ euro}$ uitgegeven aan congestiemanagementdiensten maar vervolgens ook weer terugverdient via gerealiseerde toegevoegde waarde.

45 Daarbij kan op basis van het veroorzakersprincipe beargumenteerd worden dat partijen die meer netcongestie veroorzaken, een grotere bijdrage zouden moeten leveren aan het bekostigen van congestiemanagement. Het inbouwen van dergelijke prijsprikkels via bijv. nettarieven zou er in het geval van afnamecongestie voor kunnen zorgen dat partijen die relatief veel verbruiken tijdens piekuren aangemoedigd worden om hun verbruik op dat moment te verminderen, en worden partijen wier verbruik minder gebonden is aan momenten van piekbelasting beloond en aangemoedigd om zoveel mogelijk buiten de piekuren te (blijven) verbruiken. Het is overigens geen uitgemaakte zaak dat een dergelijke sturing van het gedrag van netgebruikers via de nettarieven hoort te verlopen.

46 Codebesluit ACM 2022, randnummer 171 en verder (zie [Link](#))

De maatschappelijke bruto kostprijs vertelt niet het hele verhaal

De maatschappelijke bruto kostprijs geeft een schatting van de impact voor de maatschappij wanneer er een eenheid elektriciteit niet geleverd kan worden als gevolg van netcongestie (P; prijs). De maatschappelijke bruto kostprijs houdt geen rekening met de omvang en de momenten waarop netcongestie plaatsvindt (Q; kwantiteit). Deze kenmerken zijn belangrijk om de daadwerkelijke absolute kosten ($P \cdot Q$) van netcongestie vast te stellen. Dit onderzoek dient als startpunt voor vervolgonderzoek.

We zien bijvoorbeeld dat de kostprijspost 1 lager is voor industriële sectoren dan voor dienstensectoren. De industriële sectoren hebben een grotere energievraag en ervaren meer risico op netcongestie. Daarnaast is de dienstensector ook beter uitgerust om netcongestie te omzeilen. Voor de absolute maatschappelijke kosten verwachten we daarom dat industriële sectoren meer economische impact ondervinden van netcongestie dan dienstensectoren. De relatieve verschillen in de maatschappelijke bruto kostprijs tussen sectoren zijn naar waarschijnlijkheid anders dan de relatieve verschillen in maatschappelijke kosten tussen sectoren. De indicatieve berekening onderstaand schetst dit effect voor kostprijspost 1.

Voorbeeldberekening:

Een kantoor actief in de 'Reclamewezen en marktonderzoek' sector wil gaan uitbreiden met een nieuw kantoor van 500 m². Het verwachte elektriciteitsverbruik van dit nieuwe kantoor wordt geschat op 27,5 MWh per jaar als gevolg van netcongestie kan het nieuwe kantoor geen netaansluiting krijgen. De maatschappelijke bruto kostprijs voor gederfde toegevoegde waarde (kostprijspost 1) voor de sector betreft (gemiddeld) 1.983 Eur/MWh. De gederfde toegevoegde waarde als gevolg van netcongestie betreft dan ongeveer 55.000 euro per jaar.

Een fabriek actief in de voedingsmiddelensector wil gaan uitbreiden met een nieuwe productielijn. Het verwachte elektriciteitsverbruik van de nieuwe productielijn wordt geschat op 500 MWh per jaar. Als gevolg van netcongestie kan de fabriek geen uitbreiding van de netaansluiting krijgen. De maatschappelijke bruto kostprijs voor gederfde toegevoegde waarde (kostprijspost 1) voor de betreffende sector betreft (gemiddeld) 186 EUR/MWh. De gederfde toegevoegde waarde als gevolg van netcongestie betreft dan 93.000 euro per jaar.

Uit bovenstaande berekening blijkt dat de omvang van de kostprijs niet in overeenstemming is met de omvang van de verloren toegevoegde waarde. De reclame- en marktonderzoek sector heeft een aanzienlijk hogere kostprijs dan de voedingsmiddelensector. Door het verschil in de absolute hoeveelheid elektriciteit die nodig is voor de uitbreiding, is uiteindelijk de gederfde toegevoegde waarde groter in het geval van de fabriek groter dan van het kantoor. Daarnaast heeft het kantoor ook meer mogelijkheden om netcongestie te omzeilen. Het nieuwe kantoor kan bijvoorbeeld gemakkelijker uitwijken naar een andere locatie waar geen of minder sprake is van netcongestie, terwijl dit niet of minder makkelijk mogelijk is bij het uitbreiden van een productielijn in een fabriek.

Een vervolgstudie moet bepalen in welke mate en op welke momenten er sectorspecifiek netcongestie optreedt. Hiervoor zijn gegevens nodig van de netbeheerders. Een vervolgstudie moet ook bepalen welke substitutie- en adaptatiemogelijkheden elke sector heeft om netcongestie te omzeilen. Dit is nodig om de netto maatschappelijke kosten te kunnen bepalen. Als de maatschappelijke kosten van de substitutie- of adaptatiemaatregel lager zijn dan de maatschappelijke kosten van netcongestie (netto positief resultaat), kan worden geconcludeerd dat het nemen van dit type maatregel maatschappelijk gezien gunstig is. Met

verder onderzoek naar deze twee onderwerpen kan een completer beeld van de maatschappelijke kosten van netcongestie worden gegeven.

6 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Op verschillende plekken in de rapportage worden assumpties van het onderzoek toegelicht. Daarbij wordt benodigde vervolgonderzoek aangedragen om voor de assumpties te kunnen corrigeren. In de hoofdstuk wordt een overzicht gepresenteerd voor alle aanbevelingen voor vervolgonderzoek. Hiervoor maken we onderscheid in aanbevelingen met betrekking tot de scope van het onderzoek, de methodologische aannames en het gebruik van het resultaat.

Het verbreden van de scope van het onderzoek

- Het resultaat van het onderzoek omvat de bruto maatschappelijke kostprijs. Om een compleet beeld te krijgen van de netto maatschappelijk kostprijs dient rekening gehouden te worden met substitutie en adaptatie maatregelen. Bepaalde sectoren hebben bijv. mogelijkheden om flexibel gebruik te maken van het elektriciteitsnet, andere sectoren mogelijk niet. Vervolgonderzoek moet per sector of type bedrijvigheid vaststellen welke substitutie- en adaptatiemaatregelen bedrijven tot beschikking hebben in tijden van netcongestie. De substitutie- en adaptatiemaatregelen geven een indicatie van (een deel) van de schade die voorkomen kan worden in tijden van netcongestie. Door de bruto maatschappelijke kostprijs te corrigeren met deze indicatie kan de netto maatschappelijke kostprijs vastgesteld worden.
- In dit onderzoek is een selectie van de maatschappelijke effecten die het gevolg zijn van netcongestie onderzocht. In het onderzoek is rekening gehouden met de belangrijkste effecten die direct verband houden met netcongestie. Naast deze directe effecten zijn er ook indirecte effecten zoals potentieel sociale (bijv. werkgelegenheid) en geografische (bijv. landgebruik) schade door netcongestie. In vervolgonderzoek kan de scope van de maatschappelijke effecten vergroot worden om een completer beeld te krijgen van de maatschappelijke impact van netcongestie.

Corrigeren van methodologische aannames

- Dit onderzoek veronderstelt dat iedere geconsumeerde MWh elektriciteit evenredig bijdraagt aan de toegevoegde waarde van een bedrijf. In de realiteit ligt dit genuanceerder en kan mogelijk per sector verschillen. In vervolgonderzoek dient de marginale waarde creatie per sector of type bedrijvigheid vastgesteld te worden, om precies vast te kunnen stellen welke waarde (of schade) bedrijven ervaren bij marginaal verbruik (of niet kunnen verbruiken) van elektriciteit.
- In dit onderzoek zijn scenario's verondersteld over de energiemix van conventionele en toekomstgerichte bedrijfsprocessen. Onder het scenario conventionele bedrijfsprocessen wordt de huidige energiemix van sectoren verondersteld. Onder het scenario toekomstgericht bedrijfsprocessen wordt verondersteld dat het energieverbruik van de energiedragers aardgas, benzine, diesel en LPG te elektrificeren is. De mate waarin bedrijven daadwerkelijk elektrificeren heeft impact op de omvang van de schade die zij ervaren op moment van netcongestie. In vervolgonderzoek dient per sector of type bedrijvigheid nader vastgesteld te worden hoe de energiemix van nieuwe bedrijvigheid zich ontwikkeld.

Gebruik van het resultaat

- Dit onderzoek kijkt naar de relatie tussen de maatschappelijke kostprijs (P) en het niet kunnen leveren van één MWh aan de maatschappij als gevolg van netcongestie. De (netto) maatschappelijke kostprijs houdt geen rekening met de omvang, de locatie en de momenten waarop netcongestie plaatsvindt (Q ; kwantiteit). Deze kenmerken zijn belangrijk om de daadwerkelijke absolute kosten ($P \cdot Q$) van netcongestie vast te stellen. De (netto) maatschappelijke kostprijs dient als startpunt voor potentieel vervolgonderzoek naar de absolute kosten of schade als gevolg van netcongestie.
- In tijden van netcongestie is het interessant om af te wegen welke keuze of optie het meest wenselijk is en de minste opportuniteitskosten met zich meebrengt. Een maatschappelijke kosten- batenanalyse (MKBA) gebaseerd op de resultaten uit dit onderzoek kan ons hierover meer duidelijkheid geven. Specifiek kan er (gebruikmakend van de maatschappelijke kostprijs van netcongestie) bepaald worden wat de kosten zijn van niet investeren in netcongestie-mitigerende maatregelen. Andersom kan er dus ook bepaald worden wat de baten zijn van wél investeren in het mitigeren van netcongestie. Een vervolgonderzoek met een MKBA geeft inzicht in welke investeringskeuzes de maatschappij het meest ten goede komen.

Bijlage - Detailoverzicht resultaten

Sectoren	Eur/MWh	Eur/MWh	Eur/MWh	mln. Eur/jaar	tCO ₂ /jaar
	Kostprijspost 1 (conventioneel)	Kostprijspost 1 (toekomstgericht)	Kostprijspost 2	Bruto toegevoegde waarde	CO ₂ -uitstoot
01 Landbouw	€ 63	€ 393	€ 110	€ 12.280	3.398.150
02 Bosbouw	€ 72	€ 718	€ 105	€ 169	65.260
08 Delfstoffenwinning	€ 81	€ 854	€ 103	€ 462	93.460
10 Voedingsmiddelenindustrie	€ 187	€ 978	€ 100	€ 12.971	2.127.890
11 Drankenindustrie	€ 297	€ 1.636	€ 100	€ 1.321	135.360
12 Tabaksindustrie	€ 9.039	€ 49.931	€ 100	€ 3.013	11.280
13 Textielindustrie*	€ 130	€ 466	€ 100	€ 326	107.160
15 Leer- en schoenenindustrie*	€ 1.172	€ 3.696	€ 100	€ 326	11.280
16 Houtindustrie	€ 611	€ 2.053	€ 100	€ 1.273	16.920
17 Papierindustrie	€ 124	€ 800	€ 100	€ 2.180	366.600
18 Grafische industrie	€ 1.798	€ 2.244	€ 100	€ 1.180	28.200
20 Chemische industrie	€ 19	€ 422	€ 100	€ 9.795	3.442.010
21 Farmaceutische industrie	€ 741	€ 5.282	€ 100	€ 2.881	107.160
22 Rubber- en kunststofproductindustrie	€ 764	€ 1.427	€ 100	€ 3.207	191.760
23 Bouwmaterialenindustrie	€ 59	€ 548	€ 100	€ 2.347	1.100.600
24 Basismetalaalindustrie	€ 72	€ 163	€ 101	€ 1.749	668.160
25 Metaalproductenindustrie	€ 1.225	€ 3.097	€ 101	€ 7.489	312.840
26 Elektrotechnische industrie	€ 6.205	€ 9.570	€ 100	€ 4.102	28.200
27 Elektrische apparatenindustrie	€ 1.217	€ 5.196	€ 100	€ 3.449	124.080

Sectoren	Eur/MWh	Eur/MWh	Eur/MWh	mln. Eur/jaar	tCO ₂ /jaar
	Kostprijspost 1 (conventioneel)	Kostprijspost 1 (toekomstgericht)	Kostprijspost 2	Bruto toegevoegde waarde	CO ₂ -uitstoot
28 Machine-industrie	€ 7.060	€ 14.026	€ 101	€ 14.602	97.490
29 Auto- en aanhangwagenindustrie	€ 2.081	€ 4.725	€ 100	€ 2.684	62.040
30 Overige transportmiddelenindustrie	€ 1.985	€ 4.613	€ 100	€ 1.551	39.480
31 Meubelindustrie	€ 1.550	€ 4.546	€ 100	€ 1.476	45.120
32 Overige industrie	€ 7.706	€ 21.862	€ 100	€ 3.853	22.560
33 Reparatie en installatie van machines	€ 4.369	€ 11.790	€ 104	€ 3.641	41.090
36 Waterleidingbedrijven	€ 1.392	€ 1.442	€ 100	€ 1.045	5.640
37 Afvalwaterinzameling en -behandeling*	€ 559	€ 1.031	€ 100	€ 1.108	11.280
38 Afvalbehandeling en recycling*	€ 194	€ 777	€ 106	€ 1.108	132.130
45 Autohandel en -reparatie	€ 1.314	€ 5.263	€ 118	€ 9.538	390.870
46 Groothandel en handelsbemiddeling	€ 1.604	€ 7.864	€ 121	€ 63.722	1.994.750
47 Detailhandel (niet in auto's)	€ 1.467	€ 4.816	€ 115	€ 29.754	1.133.060
49 Vervoer over land	€ 74	€ 678	€ 124	€ 11.456	5.462.630
52 Opslag, dienstverlening voor vervoer	€ 1.227	€ 3.309	€ 115	€ 12.307	586.590
53 Post en koeriers	€ 847	€ 4.223	€ 123	€ 2.307	138.610
58 Uitgeverijen	€ 8.613	€ 9.845	€ 100	€ 2.895	5.640
59-60 Film, TV en radio	€ 4.277	€ 5.040	€ 113	€ 2.406	12.890
61 Telecommunicatie	€ 2.830	€ 3.295	€ 115	€ 7.783	55.640
62-63 IT- en informatiedienstverlening	€ 14.340	€ 19.355	€ 130	€ 26.021	67.770
64 Bankwezen	€ 10.360	€ 30.982	€ 111	€ 31.572	168.430
65 Verzekeraars en pensioenfondsen	€ 4.452	€ 13.315	€ 113	€ 7.026	87.060
66 Overige financiële dienstverlening	€ 8.733	€ 21.976	€ 106	€ 7.763	48.340

Sectoren	Eur/MWh	Eur/MWh	Eur/MWh	mln. Eur/jaar	tCO ₂ /jaar
	Kostprijspost 1 (conventioneel)	Kostprijspost 1 (toekomstgericht)	Kostprijspost 2	Bruto toegevoegde waarde	CO ₂ -uitstoot
69-70 Juridisch en managementadvies	€ 5.077	€ 28.017	€ 127	€ 38.617	361.360
71 Architecten-, ingenieursbureaus e.d.	€ 5.312	€ 21.532	€ 120	€ 11.083	110.470
72 Research	€ 2.481	€ 6.738	€ 106	€ 2.490	53.980
73 Reclamewezen en marktonderzoek	€ 1.983	€ 10.319	€ 120	€ 3.569	86.250
74-75 Overige professionele diensten	€ 2.433	€ 10.017	€ 113	€ 3.650	77.340
77 Verhuur van roerende goederen	€ 160	€ 6.463	€ 151	€ 7.819	575.060
78 Uitzendbureaus en arbeidsbemiddeling	€ 270	€ 12.539	€ 152	€ 21.258	822.260
79 Reisbureaus, reisorganisatie en -info	€ 190	€ 3.855	€ 149	€ 1.915	213.220
80-82 Overige zakelijke dienstverlening	€ 364	€ 7.861	€ 149	€ 12.380	684.870
86 Gezondheidszorg	€ 3.049	€ 12.874	€ 106	€ 34.051	521.480
87-88 Verzorging en welzijn	€ 2.071	€ 8.074	€ 103	€ 31.516	716.420
90-92 Kunst, cultuur en kansspelen	€ 889	€ 3.139	€ 105	€ 3.248	184.500
93 Sport en recreatie	€ 489	€ 1.558	€ 104	€ 1.904	199.810
94 Ideële, belangen-, hobbyverenigingen	€ 599	€ 5.009	€ 107	€ 4.026	215.970
95 Reparatie van consumentenartikelen	€ -	€ 17.360	€ 113	€ 572	12.890
96 Overige persoonlijke dienstverlening	€ 1.019	€ 5.539	€ 109	€ 3.185	133.790

* = toegevoegde waarde is niet beschikbaar op niveau van 2^e SBI code, en is dus afgeleid van de sectorgroep op niveau van 1^e SBI code.

Relevante beleidsmaatregelen per sector kostprijspost 3

Elektriciteit

Het klimaatbeleid is gericht op het verminderen van het aandeel van fossiele brandstoffen in het energiesysteem en het bevorderen van hernieuwbare alternatieven. Fossiele brandstoffen worden onder andere ontmoedigd door:

- Europees emissiehandelssysteem ETS. Bedrijven met een grote CO₂-emissie zijn verplicht om emissierechten aan te schaffen. Elk jaar neemt de totale hoeveelheid emissierechten af wat een prijsopdrijvend effect heeft.
- Verbod op kolen voor elektriciteitsproductie in 2030.
- (Voorgenomen) Een minimumprijs stellen voor CO₂-emissies in de elektriciteitssector. Deze loopt op van 51,70 euro per ton CO₂ in 2024 tot 71,10 euro per ton CO₂ in 2030.⁴⁷

Aan de andere kant worden hernieuwbare bronnen gestimuleerd door onder andere:

- Subsidiëren van hernieuwbare energiebronnen, met bijvoorbeeld de SDE++.
- Onderzoeken van kernenergie als optie.
- Bijmengverplichting van CO₂-neutrale energiedrager in gascentrales en het gasnet, zoals bijvoorbeeld groen gas.
- Ontwikkeling van windparken op zee.

Industrie

Europees emissiehandelssysteem ETS. Bedrijven met een grote CO₂-emissie zijn verplicht om emissierechten aan te schaffen. Elk jaar neemt de totale hoeveelheid emissierechten af wat een prijsopdrijvend effect heeft. In 2022 nemen ongeveer 290 Nederlandse bedrijven deel aan het ETS, allen in de industriector.⁴⁸

- **CO₂-heffing.** Vanaf 2021 betalen bedrijven met een grote CO₂-emissie een heffing voor hun uitstoot. Jaarlijks neemt de hoogte van de heffing toe en nemen de hoeveelheid vrijstellingen af. Het kabinet is voornemens om de heffing eenmalig extra te verhogen, de looptijd van regeling met twee jaar te verlengen en vrijgekomen vrijstellingen als gevolg van maatwerkafspraken te laten vervallen.
- **(Voorgenomen) Aanpassen energiebelasting.** Het kabinet is voornemens om de energiebelasting voor aardgas minder degressief te maken, waardoor het belastingvoordeel op grootverbruik afneemt. Tegelijkertijd zou de belasting op grootverbruik van elektriciteit verlaagd worden.
- **(Voorgenomen) Normering fossiele warmte-opwek.** Bedrijven worden verplicht om een elektrisch alternatief te implementeren (zoals warmtepompen) wanneer ze hun fossiele installatie uitbreiden, vervangen of nieuw plaatsen. Deze maatregel is nog niet uitgewerkt.

Gebouwde omgeving

Veel beleidsmaatregelen voor de gebouwde omgeving richten zich op het verlagen van het totale energieverbruik in combinatie met het verhogen van het aandeel elektriciteit in het resterende energieverbruik. Hiervoor zijn verschillende normeringen ingesteld en zijn energielabels ontwikkeld, om snel een inschatting te kunnen maken van de duurzaamheid van een pand. De maatregelen voor panden die leiden tot elektrificatie zijn:

⁴⁷ Ministerie van Financiën (2023). Plannen kabinet om minimum CO₂-prijs te verhogen. [Link](#)

⁴⁸ Nederlandse Emissieautoriteit keert 38,8 miljoen emissierechten uit aan Nederlandse bedrijven (NWA, 2022)

- Uutfasering van labels E, F en G voor woningen (per 2029) en utiliteitsbouw (per 2027). Deze gebouwen moeten dan ten minste label D hebben. Een beter label is te halen door je energieverbruik te verlagen door bijvoorbeeld isolatie en het verlagen van (of stoppen met) je aardgasgebruik.
- Eisen energieprestatie van gebouwen (EPBD). De EPBD is een Europese richtlijn ter verbetering van energieprestaties van gebouwen. De EPBD schrijft onder andere voor dat in 2030 al de nieuwbouw alleen nog hernieuwbare energie mag gebruiken. Voor nieuwe overheidsgebouwen geldt dit vanaf 2027.
- BENG: De BENG richtlijn (Bijna EnergieNeutraal Gebouwen) is de uitwerking van de EPBD in Nederland. De BENG-2 eis schrijft voor dat nieuwbouw op dit moment nog bijna al zijn energie uit hernieuwbare bronnen moet halen. In overeenstemming met de EPBD gaat dat naar alle energie in 2027 en 2030 voor respectievelijk nieuwe overheidsgebouwen en alle nieuwbouw.
- (Voorgenomen) ETS-2. De ETS-2 is een emissiehandelssysteem, vergelijkbaar met de ETS, dat geldt voor de gebouwde omgeving en transportsector.
- (Voorgenomen) De energiebelasting op aardgas wordt verhoogd en op elektriciteit verlaagd.
- (Voorgenomen) Woningen, kantoren, winkels en scholen worden vanaf 2026 verplicht een (hybride) warmtepomp te installeren bij het vervangen van een cv-ketel.

Landgebruik en landbouw

Beleidsmaatregelen op het gebied van energie in de landbouw en landgebruik richten zich hoofdzakelijk op het energieverbruik van de glastuinbouw. Ze richten zich op het verlagen van aardgasgebruik en het stimuleren van het gebruik van elektriciteit.

- (Voorgenomen) Normering fossiele warmte-opwek. Bedrijven worden verplicht om een elektrisch alternatief te implementeren (zoals warmtepompen) wanneer ze hun fossiele installatie uitbreiden, vervangen of nieuw plaatsen. Deze maatregel is nog niet uitgewerkt.
- (Voorgenomen) Aanpassen energiebelasting. De glastuinbouw wordt op drie manieren gestimuleerd om duurzame energiebronnen te gebruiken via de energiebelasting.
- Eerst worden de tarieven van de energiebelasting op aardgas verhoogd. Daarnaast gaan glastuinders jaarlijks over een steeds groter gedeelte van hun aardgasgebruik energiebelasting betalen. Als laatst wordt de CO₂-emissieheffing voor de glastuinbouwsector omgezet naar een individueel systeem.

Mobiliteit

Het klimaatbeleid voor Mobiliteit stimuleert enerzijds het gebruik van schonere voertuigen en herbruikbare brandstoffen. Anderzijds ontmoedigt het beleid het gebruik van fossiele brandstoffen. De volgende maatregelen zijn relevant:

- (Voorgenomen) ETS-2. De ETS-2 is een emissiehandelssysteem, vergelijkbaar met de ETS, dat geldt voor de gebouwde omgeving en transportsector.
- Zero-emissiezone. 29 grote gemeentes in Nederland stellen een Zero-emissiezone in. In deze zones worden vanaf 2025 alleen emissievrije bestel- en vrachtauto's toegelaten.
- (Voorgenomen) Normeringen voor CO₂-emissies. Verschillende voertuigen worden op nationaal of Europees niveau genormeerd op hun CO₂-emissies. Zo dienen binnenvaartschepen in 2030 label B te hebben en wordt de normering voor bestelauto's en zware bedrijfsvoertuigen aangescherpt.

- (Voorgenomen) **Betalen naar gebruik.** Bij 'betalen naar gebruik' wordt de hoogte van de motorrijtuigbelasting gebaseerd op het aantal gereden kilometers in plaats van een vast bedrag.
- **Financiële prikkels logistieke sector.** De logistieke sector wordt met verschillende financiële prikkels gestimuleerd om over te stappen op duurzamere voertuigen. Zo wordt de BPM-vrijstelling op bestelauto's voor ondernemers afgeschaft in 2025 en krijgen emissievrije vrachtwagens (voornemens) korting op de vrachtwagenheffing.
- (Voorgenomen) **Vanaf 2035 mogen nieuw verkochte auto's in de EU alleen maar elektrisch zijn.**



P.O. Box 4175
3006 AD Rotterdam
The Netherlands

Watermanweg 44
3067 GG Rotterdam
The Netherlands

T +31 (0)10 453 88 00
F +31 (0)10 453 07 68
E netherlands@ecorys.com

Registration no. 24316726

W www.ecorys.nl