



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland



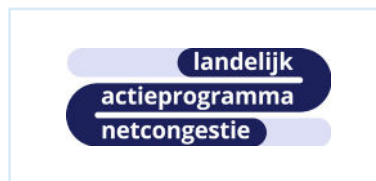
Flexibilisering van elektriciteitsverbruik door bedrijven en instellingen:

huidige status en beleidsacties

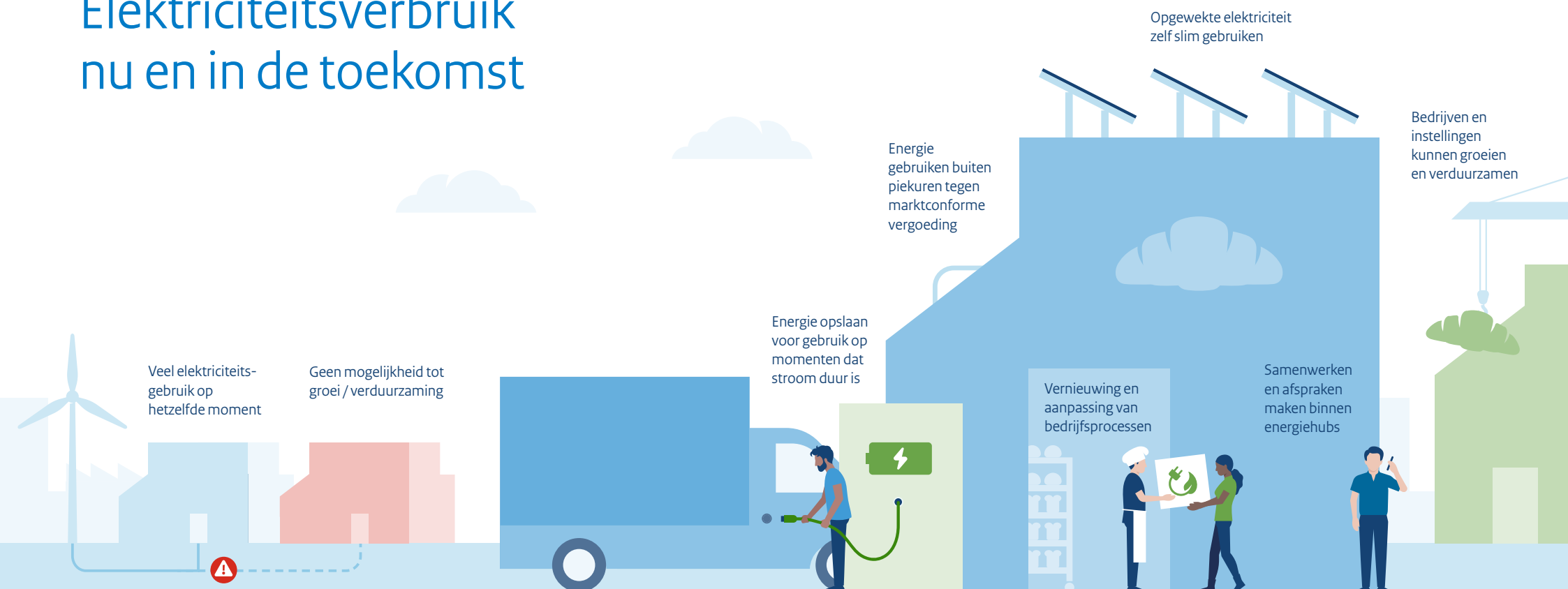
Mocht er naar aanleiding van deze rapportage nog vragen zijn, dan kan er contact worden opgenomen via info@rvo.nl

Uitgave februari 2025

Deze rapportage is opgesteld op verzoek van het Landelijk Actieprogramma Netcongestie en ontwikkeld door RVO in samenwerking met het Ministerie van Klimaat en Groene Groei



Elektriciteitsverbruik nu en in de toekomst



Nu: Een voller elektriciteitsnet → Toekomst: Betere benutting van netcapaciteit en flexibel elektriciteitsverbruik voor ondernemingen

De overheid werkt samen met o.a. netbeheerders en de Autoriteit Consument & Markt aan deze grote opgave

Wordt nu al aan gewerkt:

Subsidieregeling Flexibiliteit Elektriciteitsverbruik (Flex-e)

Flexibele contractvormen voor afspraken met netbeheerders

Variabele nettarieven

Op korte termijn mogelijk:

Sectorale aanpak

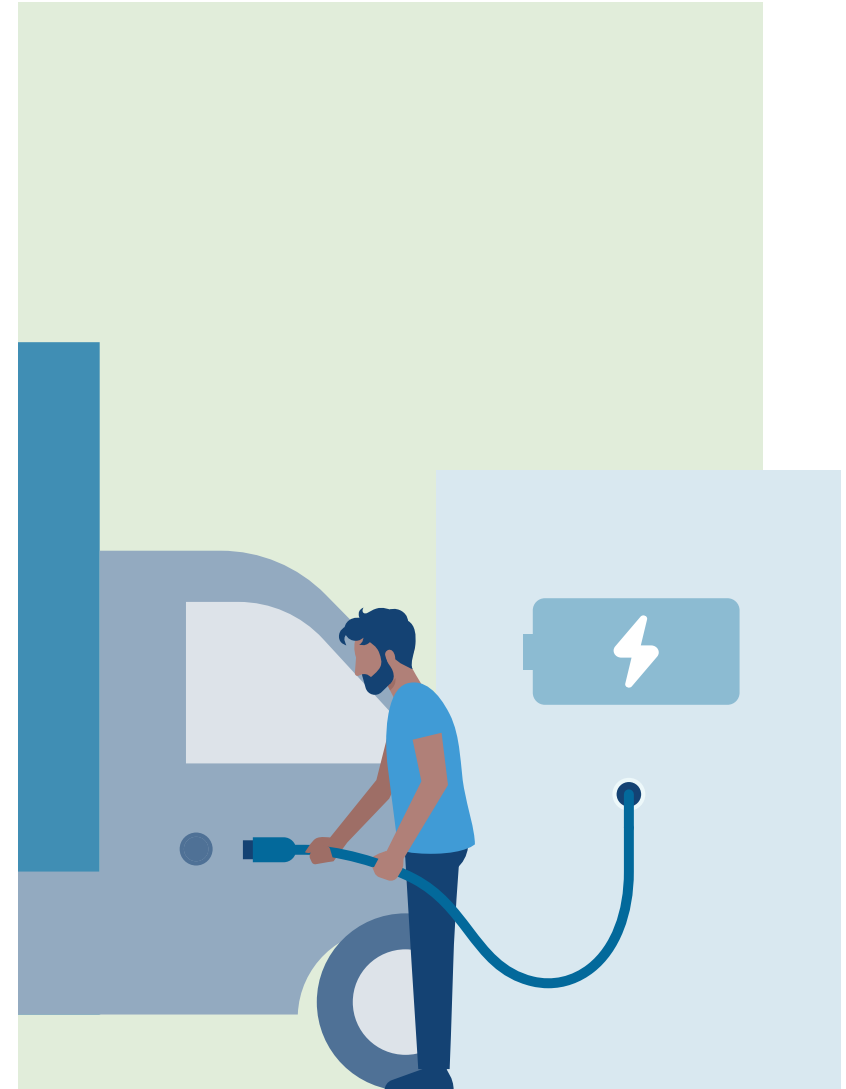
Monitoring ontwikkeling flexibiliteit

Kennisfunctie netcongestie

Managementsamenvatting

Flexibel elektriciteitsverbruik helpt bedrijven om toekomstbestendiger te worden in een CO₂-neutraal energiesysteem en kan een oplossing bieden voor bedrijven wanneer zij last hebben van het volle elektriciteitsnet (ook wel netcongestie genoemd). Het afvlakken van elektriciteitspieken door te verplaatsen naar momenten dat er nog wel ruimte is in het elektriciteitsnetwerk, en de inpassing van flexibele installaties, blijkt in de praktijk lastig en nog weinig benut. Deze rapportage heeft het doel om de kansen en knelpunten voor bedrijven en instellingen inzichtelijk te maken en schetst kortetermijn (beleids)acties om de knelpunten voor bedrijven en instellingen te helpen oplossen.

De rapportage is ontwikkeld op verzoek van het Landelijk Actieprogramma Netcongestie (LAN) door de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) in samenwerking met het ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG). De rapportage is tot stand gekomen met de medewerking van diverse brancheorganisaties en partners van het LAN. Medewerkers van deze organisaties hebben de verzamelde inzichten getoetst en hebben oplossingen aangedragen die de basis vormen van de lijst met nieuwe beleidsacties. Met een deel van deze acties is tijdens de publicatie van deze rapportage al een start gemaakt met de uitvoering binnen het LAN.



Het elektriciteitsnet wordt steeds voller

Op dit moment kan niet iedereen meteen de gewenste transportcapaciteit op een aansluiting krijgen. Het elektriciteitsnet heeft momenteel onvoldoende capaciteit om aan de vraag te voldoen. Dit komt onder andere door:

- de groeiende vraag naar transportcapaciteit, zowel voor invoeding (teruglevering) als afname (vraag);
- groter aandeel hernieuwbare elektriciteit productie en de daarmee gepaarde fluctuaties in de productie van elektriciteit;
- opwekking van de elektriciteit vindt vaak niet plaats op de locatie waar deze wordt verbruikt;
- een groot tekort aan technici dat in het komende decennium naar verwachting aanhoudt.

Hoewel netbeheerders intensief werken aan de uitbreiding van het netwerk, duurt de bouw daarvan meerdere jaren. Hierdoor is er steeds vaker sprake van transportschaarste en netcongestie, waarbij in het geval van congestie er in een specifiek gebied onvoldoende fysieke ruimte op het bestaande net is om aan de (toekomstige) vraag te voldoen. Ondertussen groeien bedrijven en instellingen in hun elektriciteitsverbruik, bijvoorbeeld vanwege uitbreidingsplannen of de overstap naar CO₂-vrije processen. Deze bedrijven hebben last van het tekort aan ruimte op het elektriciteitsnet: zij kunnen niet groeien of verduurzamen als daarvoor extra capaciteit benodigd is en kunnen daardoor in de wachtrij bij de netbeheerder belanden.

Flexibiliteit als sleutel tot toekomstbestendigheid

Door het tekort aan ruimte op het elektriciteitsnet lopen bedrijven en instellingen een reëel risico op hinder. Dit kan negatieve gevolgen hebben voor hun verdienvermogen, innovatieprojecten, verduurzamingsinspanningen en toekomstige uitbreidingsmogelijkheden.

Tegelijkertijd bewegen we naar een weersafhankelijk energiesysteem, waarin de beschikbaarheid van elektriciteit sterk zal fluctueren door variaties in zon en wind. Flexibel elektriciteitsverbruik biedt bedrijven de kans om toekomstbestendiger te worden in dit veranderde energiesysteem. Dit kan bijvoorbeeld door hun energieverbruik aan te passen aan het aanbod op dat moment (vraagsturing) of door het installeren van energieopslag. Zo kunnen bedrijven en instellingen inspelen op de beschikbaarheid van de netcapaciteit en de prijs van elektriciteit met een betere benutting van het bestaande elektriciteitsnet als effect. Afgelopen jaar zijn er nieuwe juridische contractvormen ontwikkeld om flexibeler gebruik van het net mogelijk te maken. In de praktijk blijkt het echter voor veel bedrijven moeilijk om effectief in te spelen op kansen voor flexibel elektriciteitsverbruik.

Dit is ook te zien in het huidig gecontracteerde volume van flexibel vermogen bij bedrijven en instellingen. Netbeheer Nederland (NBNL) rapporteert periodiek in de *Stand van de Uitvoering* over het aantal afgesloten contracten voor congestie-management, zoals 96 capaciteitsbeperkingscontracten (CBC) en 752 geregistreerde aansluitingen in GOPACS op 1 april 2024 (NBNL, juni 2024).

Deze cijfers laten zien dat het aantal afgesloten contracten voor flexibel vermogen nog beperkt is.

In een recente studie van Merosch en CE Delft is onderzoek gedaan naar het potentieel van flexibele contracten bij bedrijven. Voor 2030 is de schatting 2,2 tot 5,1 gigawatt (GW) met daarnaast groepscontracten van 3,7 tot 7,3 GW (CE Delft & Merosch, mei 2024). Hierbij is er overlap tussen de contractvormen en aandacht voor zowel opwek- als afnamecongestie. Dit laat zien dat er binnen Nederland wel veel potentie is voor flexibel vermogen, dat tot op de dag van vandaag nog niet volledig ontsloten is. Dit komt door knelpunten die bedrijven en instellingen ondervinden zoals beschreven in Hoofdstuk 3.

Afgesloten contracten

752

geregistreerde aansluitingen in GOPACS op 1 april 2024

96

capaciteitsbeperkingscontracten (CBC)



Potentieel voor flexibel vermogen

2,2 tot 5,1 GW

Flexibele contracten

3,7 tot 7,3 GW

Groepscontracten



Belangrijkste knelpunten voor bedrijven en instellingen bij flexibel elektriciteitsverbruik

Bedrijven en instellingen ervaren in de praktijk diverse uitdagingen om flexibel vermogen vrij te maken of toe te voegen. Dit belemmert de benutting ervan voor congestiemanagement. Enkele van deze knelpunten zijn:

- **Gebrek aan inzicht:** onvoldoende lange termijn inzicht in de frequentie en omvang van toekomstige flexibiliteitsbehoeften in het weersafhankelijke energiesysteem. Daarnaast hebben bedrijven en instellingen onvoldoende inzicht in hoe zij hun bedrijfsvoering kunnen aanpassen.
- **Onzekerheid:** onzekerheid over (financiële) kosten en baten maakt bedrijven terughoudend om investeringen te doen.
- **Technische complexiteit:** aanpassingen aan productieprocessen vormen technische uitdagingen, vooral in sterk gereguleerde of complexe productieomgevingen.
- **Versnipperde kennis:** gebrek aan een centrale bron van informatie over netcongestie en flexibiliteit, evenals een tekort aan relevante voorbeelden voor specifieke sectoren.
- **Langdurige processen:** lange doorlooptijden bij het contracteren en operationaliseren door maatwerkafspraken met netbeheerders.



Voorgestelde beleidsacties om in te spelen op de knelpunten voor bedrijven en instellingen

De bovengenoemde knelpunten belichten belangrijke barrières die bedrijven en instellingen kunnen ervaren bij het flexibiliseren van hun elektriciteitsverbruik. Om deze knelpunten te verminderen en het flexibele vermogen bij bedrijven en instellingen te vergroten, stellen RVO en ministerie van KGG, in opdracht van het LAN en in samenwerking met de brancheverenigingen, de volgende beleidsacties voor:

- **Sectorale aanpak:** ondersteuning van ondernemers bij het identificeren en realiseren van flexibel vermogen door middel van communicatie, kosten-batenanalyses en inzicht in sectorspecifieke flexibiliteitsmogelijkheden.
- **Kennisfunctie netcongestie:** opzetten van een centraal informatie- en contactpunt voor bedrijven en instellingen met vragen over netcongestie.
- **Inzicht in toekomstige flexibiliteitsbehoeften voor netcongestie:** verbetering van het inzicht in zowel de huidige als toekomstige behoefte aan flexibiliteit voor congestiemanagement.
- **Harmonisatie processen en werkwijzen regionale en landelijke netbeheerders:** standaardiseer processen, werkwijzen en terminologie om de communicatie en samenwerking te verbeteren.
- **Monitoring ontwikkeling flexibiliteit:** inventariseren en de doorontwikkeling van monitoringmiddelen is cruciaal om inzicht te krijgen in belemmeringen, kansen en stimulansen voor flexibel vermogen.
- **Inventarisatie en evaluatie van bestaande regelingen voor flexibiliteit:** inventarisatie en evaluatie van bestaande (financiële) regelingen die impact hebben op het ontsluiten van flexibiliteit.
- **Versterken van samenwerking tussen RVO en netbeheerders:** stimuleer samenwerking tussen organisaties met een uitvoerende taak om synergiemogelijkheden te benutten.

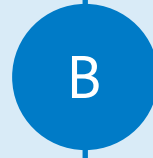
Deze rapportage benadrukt de cruciale rol van flexibiliteit binnen bedrijven en instellingen om de huidige netcongestie aan te pakken en hen voor te bereiden op het toekomstige energiesysteem. Flexibel vermogen is onmisbaar voor de energietransitie en biedt waardevolle kansen voor congestiemanagement en handelingsperspectief voor ondernemers in congestiegebieden. Deze rapportage heeft de rijksoverheid en de partners van het LAN als doelgroep. De informatie kan deze partijen helpen om de benodigde beleidsacties te definiëren en uit te voeren om flexibel elektriciteitsverbruik bij bedrijven en instellingen te vergroten. Deze beleidsacties ondersteunen bedrijven en instellingen bij het overwinnen van knelpunten, waardoor zij het elektriciteitsverbruik flexibeler kunnen maken en het bestaande elektriciteitsnetwerk beter kunnen benutten. Dit draagt ook direct bij aan een robuust, flexibel en duurzaam energiesysteem voor Nederland.

Deze rapportage biedt:



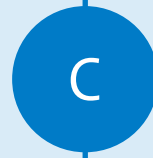
Hoofdstuk 2:

Een overzicht van de huidige situatie en toekomstige benodigde flexibiliteit in elektriciteitsverbruik door bedrijven en instellingen.



Hoofdstuk 3:

Een analyse van de knelpunten en kansen die bedrijven ervaren bij het flexibiliseren van hun elektriciteitsverbruik.



Hoofdstuk 4:

Beleidsacties om deze knelpunten weg te nemen en bedrijven te ondersteunen.



Bijlagen:

Verdere verdieping van de rapportage.



Inhoudsopgave

1	Introductie	9
	1.1 Aanleiding en doel	10
	1.2 Afbakening en aanpak	13
2	Inzet en mogelijkheden van flexibel vermogen	14
	2.1 Wat is flexibel vermogen?	15
	2.2 Hoe kunnen bedrijven en instellingen flexibel vermogen inzetten?	19
	2.3 Hoeveel flexibel vermogen is er beschikbaar en is er nodig?	21
3	Kansen en knelpunten	25
	3.1 Economisch	26
	3.2 Technisch	28
	3.3 Data	29
	3.4 Kennis en bewustwording	31
	3.5 Organisatorisch en regelgeving	32
4	Kansen en knelpunten die bedrijven en instellingen ondervinden bij het vergroten van flexibiliteit in Nederland	34
	Afkortingen en begrippenlijst	40
	Literatuurlijst	41
	Bijlagen	44



1

Introductie



1.1 Aanleiding en doel

Zoals besloten in het klimaatakkoord werken we samen aan een klimaat-neutraal Nederland, met als doel een reductie van 95% in de uitstoot van broeikasgassen in 2050 (Klimaatakkoord, juni 2019). Om dit te bereiken, gebruiken en produceren we steeds meer duurzame energie, en zorgt elektrificatie voor de uitfasering van fossiele brandstoffen. Dit vraagt om aanpassing en uitbreiding van onze energie-infrastructuur. Echter, de vraag naar transportcapaciteit op het elektriciteitsnet groeit sneller dan het net kan worden uitgebreid, waardoor netcongestie ontstaat. Dit belemmert ontwikkelingen op het gebied van economische groei, hernieuwbare energieopwekking, woningbouw en mobiliteit.

Het Landelijk Actieprogramma Netcongestie (LAN) is opgericht om de uitdagingen rondom netcongestie aan te pakken. Binnen dit programma werken netbeheerders, overheden en marktpartijen samen aan één gemeenschappelijk doel: zorgen voor toegang tot elektriciteit, zodat maatschappelijke doelen zoveel mogelijk worden gewaarborgd.

Actielijnen van het LAN:



Sneller bouwen aan het elektriciteitsnet



Beter benutten van het elektriciteitsnet



Slimmer inzicht

Deze rapportage maakt deel uit van de actielijn Beter Benutten van het elektriciteitsnet, waarin flexibiliteit een sleutelrol speelt. Flexibiliteit is essentieel om te voorkomen dat Nederland stilvalt tijdens de grootschalige verbouwing van het elektriciteitsnet. Het gebruik van het net zal ingrijpend moeten veranderen: van een traditioneel, permanent gebruik van het elektriciteitsnet naar een veel flexibeler gebruik. Dit is cruciaal in de overgang naar een weersafhankelijk energiesysteem, waarin de beschikbaarheid van elektriciteit sterk varieert door de wisselende aanwezigheid van zon en wind.

Flexibiliteit stelt netgebruikers in staat hun elektriciteitsverbruik af te stemmen op verschillende omstandigheden, zoals de beschikbaarheid van capaciteit van het elektriciteitsnet of economische redenen. Voor bedrijven en instellingen biedt dit niet alleen voordelen bij netcongestie, zoals de mogelijkheid om te blijven groeien en verduurzamen, maar ook economische kansen door flexibiliteit in te zetten op verschillende markten. Bovendien creëert de inzet van flexibiliteit meer ruimte op het netwerk voor andere gebruikers. Zo dragen bedrijven bij aan een efficiënter en toekomstbestendig energiesysteem. In hoofdstuk 2 gaan we dieper in op de verschillende vormen van flexibiliteit.

In eerdere communicatie over deze rapportage is verwezen naar de *Routekaart Flexibiliteit Bedrijven en Instellingen*. Tijdens het traject naar de totstandkoming van deze rapportage werd echter duidelijk dat er op dit moment nog onvoldoende gedetailleerd inzicht beschikbaar is om een duidelijke route uit te stippelen voor het ontsluiten en benutten van flexibiliteit bij bedrijven en instellingen. Daarom is besloten de titel te wijzigen naar *Flexibilisering van elektriciteitsverbruik door bedrijven en instellingen: huidige status en beleidsacties*.

Netcongestie en congestiemanagement

Zoals aangegeven, op verschillende locaties in Nederland is het elektriciteitsnet op piekmomenten overbelast, waardoor er onvoldoende transportcapaciteit beschikbaar is. De energietransitie, met een groeiend aandeel hernieuwbare elektriciteitsproductie, verandert de patronen in opwek en afname en vergroot de vraag naar transportcapaciteit, zowel voor invoeding (teruglevering) als afname (vraag). Dit leidt tot netcongestie, oftewel ‘filevorming’ op het elektriciteitsnet.

Er zijn twee soorten netcongestie met verschillende gevolgen voor gebruikers:

- **Opwek- of invoedingscongestie:** opwek installaties moeten langer wachten en worden mogelijk op een wachtlijst gezet voor het verkrijgen van transportcapaciteit om opgewekte elektriciteit op het net te kunnen zetten.
- **Afnamecongestie:** elektriciteitsgebruikers, zoals industriële bedrijven, laadinfrastructuur of nieuwe woonwijken, kunnen op een wachtlijst belanden om elektriciteit af te nemen.

Recent onderzoek toont aan dat het vanuit maatschappelijk oogpunt kostenefficiënter is om oplossingen voor netcongestie te realiseren dan de hoge maatschappelijke kosten van onopgeloste netcongestie te accepteren (CE Delft & Merosch, mei 2024). Een belangrijke maatregel is de toepassing van **congestiemanagement**, waarmee overbelasting van het elektriciteitsnet actief wordt voorkomen (nadere toelichting in paragraaf 2.2).

Doel

Deze rapportage heeft de rijksoverheid, met name RVO en ministerie van KGG, en de partners van het LAN als doelgroep. De informatie kan deze partijen helpen om de benodigde beleidsacties te definiëren en uit te voeren om flexibel elektriciteitsverbruik bij bedrijven en instellingen te vergroten. Deze beleidsacties ondersteunen bedrijven en instellingen bij het overwinnen van knelpunten.

Concreet heeft de totstandkoming van deze rapportage geleid tot:

1

Inzicht in de ontwikkeling van flexibiliteit (H2):

Een overzicht van de verschillende typen flexibiliteit, het huidige aanbod, het toekomstige potentieel en relevante ontwikkelingen.



2

Analyse van kansen en knelpunten (H3):

Een diepgaande analyse van de kansen en knelpunten waarmee bedrijven en instellingen te maken hebben bij het vergroten van hun flexibiliteit.



3

Beleidsacties ter stimulering van flexibiliteit (H4):

Een overzicht van beleidsmaatregelen om flexibiliteit te bevorderen, inclusief een duidelijke toewijzing van verantwoordelijkheden aan specifieke actiehouders.



1.2 Afbakening en aanpak

Dit rapport richt zich op de knelpunten en oplossingsrichtingen voor flexibele afname van elektriciteit. De maatschappelijke impact van afnamecongestie is groter dan die van invoedingscongestie (Ecorys, juni 2024). Bovendien verloopt de toepassing van congestie-management bij invoeding al relatief goed en is dit minder complex dan bij afname.

De acties in deze rapportage zijn gericht op bedrijven en instellingen met een grootverbruik-aansluiting; een aansluiting groter dan 3x80 Ampère. In 2023 voerde het ministerie van Klimaat en Groene Groei (KGG) een literatuurstudie uit waarin bestaande rapportages over flexibel vermogen werden geanalyseerd. Deze studie vormt de basis voor deze rapportage en richtte zich op:

- Definities en concepten van flexibel vermogen.
- Economische, technische en beleidsmatige aspecten.
- Best practices uit binnen- en buitenland.

De knelpunten uit de literatuurstudie zijn in 2024 geactualiseerd en aangevuld met een inventarisatie van lopende maatregelen om deze knelpunten aan te pakken. Dit overzicht is getoetst bij brancheverenigingen (Energie Nederland, VEMW, NBNL, VNO-NCW, MKB Nederland, NVDE, Holland Solar & ESNL) en de Autoriteit Consument & Markt (ACM).

De verzamelde inzichten en bestaande maatregelen vormden de basis voor het opstellen van beleidsacties gericht op het vergroten van flexibel vermogen bij bedrijven en instellingen, waarbij collectieve oplossingen buiten beschouwing zijn gelaten. Deze rapportage is tot stand gekomen met de medewerking van diverse brancheorganisaties en partners van het Landelijk Actieprogramma Netcongestie. Medewerkers van deze organisaties hebben de verzamelde inzichten getoetst en hebben oplossingen aangedragen die de basis vormen van de lijst met nieuwe beleidsacties. Daarnaast zijn tijdens twee discussiesessies in het najaar van 2024 deze verder aangescherpt en zijn de verantwoordelijke actiehouders voor de specifieke acties vastgesteld. Met een deel van deze acties is tijdens de publicatie van deze rapportage al een start gemaakt met de uitvoering binnen het LAN.

Deze rapportage is het resultaat van dit uitgebreide proces en biedt een concrete basis voor verdere ontwikkeling en implementatie van flexibiliteitsoplossingen.



2

Inzet en mogelijkheden van flexibel vermogen

Dit hoofdstuk beschrijft wat flexibel vermogen precies inhoudt, hoe het kan worden toegepast, hoeveel ervan beschikbaar en gecontracteerd is en hoeveel nodig is om aan de groeiende behoeften te voldoen.



2.1 Wat is flexibel vermogen?

Flexibel vermogen is de capaciteit van energiebronnen of systemen om hun elektriciteitsverbruik of -productie flexibel aan te passen aan de vraag- en aanbodcondities. Op het elektriciteitsnet is de inzet van flexibel vermogen essentieel voor congestiemanagement. Netbeheerders kunnen flexibel vermogen inzetten om de betrouwbaarheid van het elektriciteitsnet te waarborgen tijdens periodes van netcongestie. Door snel te kunnen reageren op veranderingen in vraag en aanbod, kunnen netbeheerders pieken en dalen minimaliseren en overbelasting voorkomen.





Waarom zou een bedrijf of instelling flexibiliteit creëren of inzetten?

Voor bedrijven en instellingen is er aantal mogelijke redenen om flexibel vermogen in te zetten. Door het vrijmaken en inzetten van het flexibel vermogen is er meer groei mogelijk binnen de huidige aansluiting, kan er meer grip zijn op de aansluiting- en verbruikskosten en helpt het bedrijven minder afhankelijk te zijn van de ontwikkeling van infrastructuur.

Door het ontsluiten van flexibiliteit kan een ondernemer ruimte vrijspelen binnen zijn huidige aansluiting. Deze ruimte kan benut worden voor verdere groei of uitbreiding van de bedrijfsactiviteiten zonder te wachten op netverzwaringen. Daarnaast kunnen bedrijven en instellingen die zich in congestiegebied bevinden, het vrijgemaakte flexibel vermogen inzetten voor congestiemanagement.

Als een bedrijf of instelling (nog) geen last heeft van netcongestie kan het met zijn flexibele vermogen deelnemen aan verschillende elektriciteitsmarkten en -diensten. Deze worden beschreven in paragraaf 2.2. Bovendien zorgt het vrijmaken van flexibel vermogen ervoor dat ondernemers voorbereid zijn op de toekomst, aangezien naar verwachting de elektriciteitsprijzen vaker en meer zullen fluctueren. Bedrijven en instellingen kunnen dan sneller inspelen op marktontwikkelingen en hun inkoopstrategieën aanpassen om kosten te beheersen en hun veerkracht te vergroten.

Er zijn uiteraard meerdere knelpunten waarmee bedrijven en instellingen te maken kunnen krijgen waardoor zij niet investeren in de creatie van flexibel vermogen of hun bestaande flexibel vermogen niet ontsluiten en inzetten. Deze knelpunten worden, naast de kansen, verder toegelicht en weergegeven in hoofdstuk 3.

Wat zijn de verschillende vormen van flexibel vermogen?

Voor het ontsluiten van flexibel vermogen kan een bedrijf of instelling de volgende maatregelen nemen:

- energie besparen;
- aanbodsturing (bijvoorbeeld via curtailment van de eigen duurzame bronnen zoals zonne-energieinstallaties)
- op individueel niveau vraagsturing toepassen;
- energieopslag of conversie;
- collectieve oplossingen waarbij het vermogen of de kabel van een andere partij wordt gebruikt of gedeeld (zoals energiehubs, cable pooling en directe lijn).

De mate van complexiteit neemt hierin voor de ondernemer per optie toe.

Op systeemniveau kan daarnaast flexibel vermogen gecreëerd worden met interconnectoren en het inzetten van CO₂-vrij regelbaar vermogen. Interconnectoren maken het mogelijk om elektriciteit uit te wisselen tussen verschillende biedzones. Bij CO₂-vrij regelbaar vermogen kan gedacht worden aan grootschalige batterijopslag, waterstof- of waterkrachtcentrales. Naast het gebruik van CO₂-vrij vermogen kunnen ook processen die niet CO₂-vrij zijn worden ingezet voor het ontsluiten van flexibel vermogen, een voorbeeld hiervan is een warmtekraftkoppeling-installatie.

Gezien de focus van deze rapportage op afnamecongestie en het vergroten van flexibiliteit voor bedrijven en instellingen zijn de vormen van flexibel vermogen op systeemniveau buiten beschouwing gelaten. Daarnaast vinden de ontwikkelingen rondom energiehubs en groepstransportovereenkomsten (groeps-TO) respectievelijk plaats in het Stimuleringsprogramma Energiehubs en in de actielijn Beter Benutten Mogelijk Maken van het LAN. Ondertussen is ook de routekaart

‘Samenwerken in energiehubs’ gepubliceerd, waarin de huidige stand van zaken en de belangrijkste kansen en uitdagingen voor energiehubs op een rij zijn gezet (RVO, april 2024).

De ontwikkelingen hierin worden dus buiten beschouwing gelaten in deze rapportage. Daarnaast is er in juni 2023 een routekaart energieopslag gepubliceerd, de ontwikkelingen hierin worden ook grotendeels buiten beschouwing gelaten in deze rapportage (Rijksoverheid, juni 2023). Dit betekent dat er voor collectieve oplossingen en energieopslag geen additionele beleidsacties geformuleerd zijn. Hiermee ligt de focus van dit rapport hoofdzakelijk op vraagsturing.

Netgebruikers kunnen diverse vormen van flexibel vermogen combineren, zoals vraagsturing en energieopslag. De mate waarin ze deze inzetten ten opzichte van elkaar varieert afhankelijk van de situatie op het elektriciteitsnet, zoals vraag- en aanbodschommelingen, weersomstandigheden, of prijsfluctuaties op de energiemarkt.

Vraagsturing houdt in deze rapportage in dat bedrijven hun elektriciteitsafname van het collectieve elektriciteitsnet tijdelijk aanpassen, bijvoorbeeld als gevolg van prijsprikkels of op verzoek van de netbeheerder in geval van congestie of balanshandhaving. Voorbeelden van vraagsturing zijn bijvoorbeeld industriële vraagsturing en het slim laden van elektrische voertuigen.

Bij (industriële) vraagsturing kan flexibiliteit worden gecreëerd door aanpassingen in het productieproces of in de utiliteiten. Aanpassingen in de utiliteiten, zoals het gebruik van hybride installaties waarbij kan worden overgeschakeld naar een andere energiedrager¹, of energieopslag, zijn minder complex en risicovol voor bedrijven dan ingrepen in het kernproductieproces. Flexibiliteit in het productieproces kan worden gerealiseerd door het tijdelijk pauzeren of intensiveren van specifieke productieonderdelen, het afstemmen van opstart- en productiemomenten, het strategisch aanpassen van productievolumes, of het bufferen van (tussen)producten om pieken en dalen in energiegebruik op te vangen.

Energiebuffers kunnen installaties tijdelijk in hun energievraag voorzien (in plaats van dat de installaties gevoed worden vanuit het collectieve elektriciteitsnet) als de elektriciteitsprijzen hoog zijn en/of op momenten dat er veel behoefte is aan elektriciteit vanuit het elektriciteitsnet. Dat laatste is bijvoorbeeld het geval gedurende netcongestie. De energiebuffers kunnen daarentegen juist worden gevuld als er geen sprake is van congestie en/of gedurende periodes met een overschot aan elektriciteit. Industriële elektriciteits- en of warmtevraag kan in eerste instantie verminderd worden door energie te besparen en extra door de realisatie van een combinatie van opwek, verbruik en opslag achter de eigen aansluiting van de betreffende partij.

Een andere vorm van vraagsturing is het slim laden van elektrische voertuigen. Netgebruikers met elektrische voertuigen, zoals logistieke bedrijven, kunnen een piekvraag veroorzaken als ze veel voertuigen tegelijkertijd opladen. Om deze piekvraag te beheersen, kunnen deze gebruikers hun voertuigen verspreid in de tijd laden.

Hierbij stemmen ze de laadmomenten op elkaar af en verschuiven ze naar tijden waarop er meer elektriciteit beschikbaar is op het netwerk.

Daarnaast kunnen bedrijven en instellingen ook de energievraag in de tijd verschuiven, door verschuiving van productietijden, of door middel van **energieopslag**. Hierdoor kunnen ze op momenten flexibel vermogen vrijmaken.

Energieopslag kan worden onderverdeeld in drie categorieën (zie Figuur 1):

- elektriciteitsopslag;
- moleculenopslag;
- warmte- en koudeopslag.

Elektriciteitsopslag omvat alle vormen van energieopslag waar energie ingaat als elektriciteit en er weer uitkomt als elektriciteit. Voorbeelden hiervan zijn:

- elektrochemische opslag (zoals batterijen);
- de omzetting van elektriciteit naar potentiële energie (zoals in stuwmeren of perslucht);
- de omzetting van elektriciteit naar kinetische energie (zoals vliegwielen).

Voor bedrijven en instellingen met voldoende netaansluitingscapaciteit zijn batterijen zeer geschikt om schommelingen in de elektriciteitsproductie op te vangen. Daarnaast kunnen zij vehicle-to-grid (V2G)- technologie gebruiken. Bij V2G kunnen elektrische voertuigen energie opslaan en deze terugleveren aan het net tijdens piekuren of bij hoge energiekosten.

Moleculenopslag betreft energieopslagvormen waarbij energie wordt opgeslagen in moleculen, zoals waterstof en waterstofderivaten². Deze moleculen kunnen worden geproduceerd via processen zoals Power-to-Gas (P2G) of uit andere bronnen zoals restgassen. De geproduceerde en opgeslagen moleculen zijn bruikbaar voor verschillende doeleinden. Ze kunnen dienen als grondstof in industriële processen of voor de productie van warmte. Daarnaast kunnen deze moleculen ook worden omgezet in elektriciteit, bijvoorbeeld via brandstofcellen of verbranding.

De laatste van de drie energieopslagmethoden is warmte- en koudeopslag. Dit omvat alle vormen van energieopslag waarbij thermische energie wordt opgeslagen en later weer onttrokken. Warmteopslag kan met verschillende technieken. Voorbeelden zijn:

- warmte opslaan in water- of zoutoplossingen;
- het gebruik van faseovergangsmaterialen, zodat er een proces kan plaatsvinden waarbij een materiaal wisselt van fysieke toestand (fase) zoals van vast naar vloeibaar om warmte op te slaan of vrij te geven.
- warmte opslaan in vaste materialen zoals keramiek of beton.

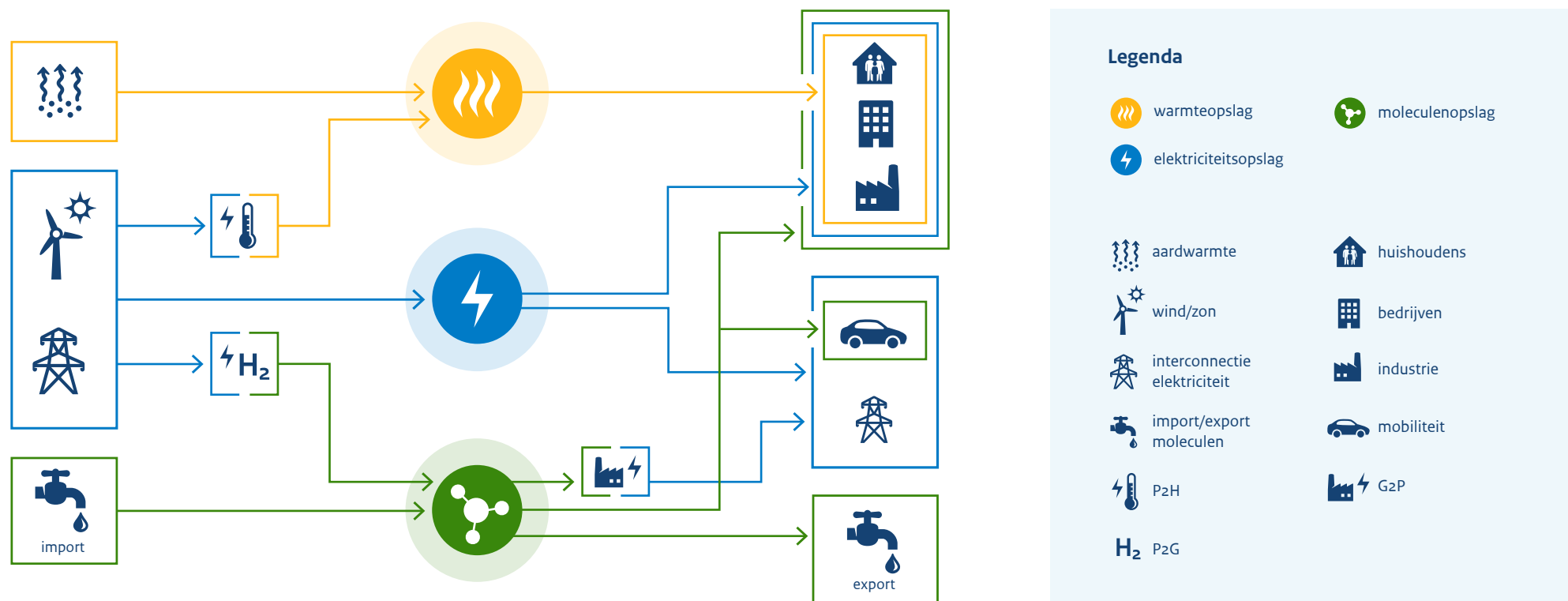
Bedrijven kunnen elektrische energie omzetten in warmte met technologieën zoals warmtepompen en e-boilers. Door warmteopslag kunnen zij hun energieverbruik optimaliseren en de efficiëntie verbeteren, wat vooral in industriële sectoren met een hoog warmteverbruik veel potentieel biedt.

Voor meer informatie over de verschillende vormen van energieopslag kan de routekaart energieopslag worden geraadpleegd (Rijksoverheid, juni 2023).

1. Dit kan bijvoorbeeld door een elektrische boiler in combinatie met een waterstof-/bio-/aardgasboiler in te zetten

2. **Waterstofderivaten** zijn chemische verbindingen die worden geproduceerd door waterstof te combineren met andere elementen of verbindingen; denk aan ammoniak, methanol en methaan.

Figuur 1: Versimpelde weergave energiesysteem met hernieuwbare energie en flexibiliteit (Rijksoverheid, juni 2023)



2.2 Hoe kunnen bedrijven en instellingen flexibel vermogen inzetten?

Bedrijven en instellingen kunnen de capaciteit die zij vrijmaken door flexibiliteit inzetten op verschillende markten en diensten, zoals de groothandelsmarkt, balanceringsmarkten en congestiemanagement. De prijsvorming op deze markten speelt een cruciale rol in hoe deze elkaar beïnvloeden en kan bepalen waar partijen hun flexibiliteit inzetten. Het is daardoor soms financieel aantrekkelijker voor bedrijven en instellingen om hun flexibiliteit op andere markten in te zetten dan voor congestiemanagement. Dit kan echter nadelige gevolgen hebben voor het oplossen van netcongestie, omdat lokaal benodigde flexibiliteit niet altijd beschikbaar is wanneer netbeheerders deze nodig hebben. Het doel van deze rapportage is daarom om nieuwe beleidsacties te formuleren om flexibiliteit van bedrijven en instellingen te vergroten en door met het inzetten van deze flexibiliteit de netcongestie te verminderen.



Er zijn grofweg drie markten en diensten waarop capaciteit kan worden ingezet:

1. **Groothandelsmarkten:** Op de groothandelsmarkten komen vraag en aanbod bij elkaar in de handelsperioden die variëren van enkele jaren voorafgaand aan levering tot de dag zelf. De handel vindt plaats op basis van energieprogramma's, waarbij de bedrijven verantwoordelijk zijn voor het balanceren van hun elektriciteitsverbruik. Prijsverschillen op markten zoals de day-ahead- en intradaymarkten stimuleren bedrijven om hun elektriciteitsgebruik af te stemmen op gunstige prijsmomenten. Dit bevordert efficiëntie en kostenbesparing.
2. **Balanceringsmarkten:** De balanceringsmarkten zijn essentieel om de balans tussen vraag en aanbod op landelijk niveau in real-time te handhaven. Onverwachte veranderingen in vraag en aanbod van elektriciteit kunnen leiden tot onbalans, wat gevolgen heeft voor de frequentie van het elektriciteitsnet. De landelijke hoogspanningsnetbeheerder TenneT koopt op verschillende balanceringsmarkten producten in om het net te balanceren:
 - a. Frequentiehandhaving (FCR): Voor snelle correcties in de netfrequentie.
 - b. Automatisch regelvermogen (aFRR): Voor automatische bijsturing van de balans.
 - c. Manueel noodvermogen (mFRR): Voor handmatige interventies bij grotere afwijkingen in de netfrequentie.
3. **Congestiemangement:** Congestiemangement biedt bedrijven en instellingen de mogelijkheid om bij te dragen aan het oplossen van lokale congestieproblemen op het elektriciteitsnet. Er zijn twee verschillende vormen van deelname mogelijk binnen congestiemangement:
 - a. Capaciteitsbeperkingscontracten (CBC), zowel van te voren vastgelegd als dagelijks afroepbaar.
 - b. Redispatch, zowel middels een contract als op vrijwillige basis intraday aanbieden van vermogen.

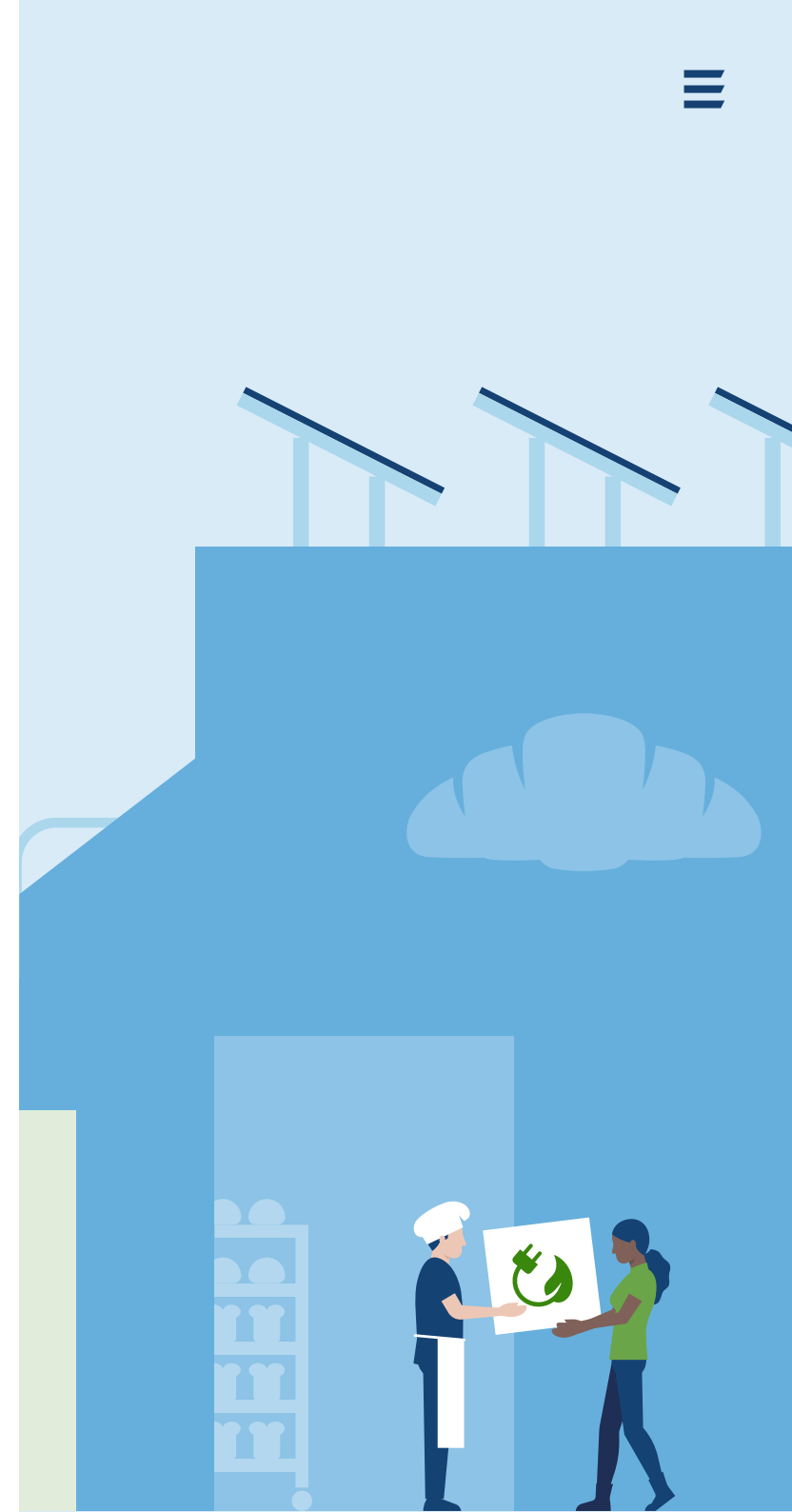
Congestiemangement stelt bedrijven en instellingen in staat hun elektriciteitsgebruik te verminderen of te verhogen tijdens piekmomenten en krijgen daarvoor een vergoeding voor de gemiste inkomsten. Daarnaast heeft de ACM maatregelen ingevoerd om congestie verder te verlichten. Een belangrijke maatregel is de verplichting voor bedrijven om hun beschikbare flexibiliteit te identificeren en aan te bieden voor congestiemangement (ACM, november 2024).

Meer details over deze markten en diensten zijn te vinden in Bijlage 2.



2.3 Hoeveel flexibel vermogen is er beschikbaar en is er nodig?

In deze paragraaf worden het benodigde, het huidig gecontracteerd en het potentieel van flexibel vermogen besproken.



Benodigd flexibel vermogen congestiemanagement

Recente cijfers van NBNL laten zien dat de wachtrijen voor een aansluiting op het elektriciteitsnet momenteel aanzienlijk zijn. Er staat een totaal van 6.845 MW voor afname in de regionale wachtrij en 11.121 MW in de landelijke wachtrij. Daarnaast staat er voor 4.066 MW in de wachtrij voor het invoeden van elektriciteit op het regionale net, en 10.562 MW voor op het landelijke net (Energie Beheer Nederland, januari 2025). Om het huidig gecontracteerd en potentieel flexibel vermogen in perspectief te kunnen zien is het echter ook van belang om te weten hoeveel flexibel vermogen er naar verwachting nodig is om succesvol congestiemanagement te kunnen inzetten in de gebieden waar congestie is afgekondigd voor afname.

Deze cijfers zijn nog maar beperkt beschikbaar. De provincies Flevoland, Gelderland en Utrecht (FGU-regio) zijn hierop deels een uitzondering. Hier heeft TenneT in samenwerking met de regionale netbeheerders een gedetailleerde analyse gedaan. Hieruit kwam naar voren dat er in 2029 475 MW aan flexibel vermogen nodig is om de autonome groei te kunnen faciliteren (excl. wachtrij), zie ook Liander (juni 2024). De wachtrij alleen al bij TenneT in deze provincies is 1311 MW (peildatum 14 januari 2025) (NBNL, januari 2025). Van het benodigd flexibel vermogen voor de komende jaren om de wachtrij te kunnen faciliteren, is net als bij de overige provincies nog geen gedetailleerde analyse beschikbaar.

Voor de ontwikkeling van flexibel vermogen helpt het om een duidelijk perspectief te schetsen over het benodigd flexibel vermogen voor o.a. congestiemanagement. Daarnaast is het voor bedrijven en instellingen die flexibiliteit willen gaan leveren ook van belang op welke tijdstippen het flexibel vermogen nodig is. Dit verschilt per congestiegebied en zal daarmee ook per gebied inzichtelijker gemaakt moeten worden.

Huidig gecontracteerd vermogen congestiemanagement

NBNL houdt het beschikbare flexibel vermogen voor congestiemanagement bij en rapporteert daarover periodiek in 'stand van de uitvoering'. Hierin staat voor de twee typen congestiemanagementcontracten aangegeven hoeveel contracten zijn afgesloten. Op peildatum 1 april 2024 waren dit 96 capaciteitsbeperkingscontracten (CBC) en 752 aansluitingen voor redispatch geregistreerd in GOPACS. Een registratie in GOPACS betekent echter niet dat bedrijven en instellingen ook een biedplichtcontract voor redispatch met de netbeheerders hebben afgesloten (NBNL, juni 2024).

In de 'stand van de uitvoering' is er nog geen onderscheid gemaakt tussen opwek en afname en is niet aangegeven wat het gecontracteerd flexibele vermogen (MW) is. In het eerste kwartaal 2025 wordt een update van deze rapportage verwacht. Hierin is deze opsplitsing wel opgenomen en wordt ook het vermogen weergegeven.

Wel hebben de netbeheerders aangegeven dat het huidig gecontracteerde vermogen om afnamecongestie op te lossen beperkt is en dat er nog maar weinig bedrijven een dergelijk contract hebben afgesloten met de netbeheerder. De resultaten van de zoektocht naar flexibel vermogen voor afnamecongestie in de regio Utrecht ondersteunen dit (Stedin, oktober 2024).

Potentieel

De afgelopen jaren zijn diverse onderzoeken uitgevoerd naar het theoretische, praktische en reeds benutte potentieel van flexibiliteit via (industriële) vraagsturing, opslag en groepscontracten. Over het algemeen tonen deze studies een aanzienlijke potentie voor flexibiliteit.

Een recente studie van Merosch en CE Delft, uitgevoerd in opdracht van RVO, bracht op basis van 49 casussen in kaart welke oplossingen ondernemers nu of op korte termijn kunnen toepassen bij netcongestie (CE Delft & Merosch, mei 2024). Op basis van deze analyse is het haalbare potentieel voor 2030 geschat, waarbij flexibiliteitsoplossingen kunnen bijdragen aan extra vermogen achter bestaande aansluitingen of het verminderen van de vraag naar nieuw transportvermogen.

De studie presenteert de potentie binnen verschillende contractvormen (zie figuur 2):

- **Flexibele contracten:** Een geschat potentieel van 2,2 tot 5,1 GW.
- **Groepscontracten:** Een geschat potentieel van 3,7 tot 7,3 GW.

De studie van Merosch en CE Delft benadrukt dat er overlap bestaat tussen de potenties van verschillende contractvormen. Daarnaast is in de analyse zowel opwek- als afnamecongestie meegenomen, waarbij flexibiliteit voor opwekcongestie eenvoudiger vindbaar en inzetbaar is.

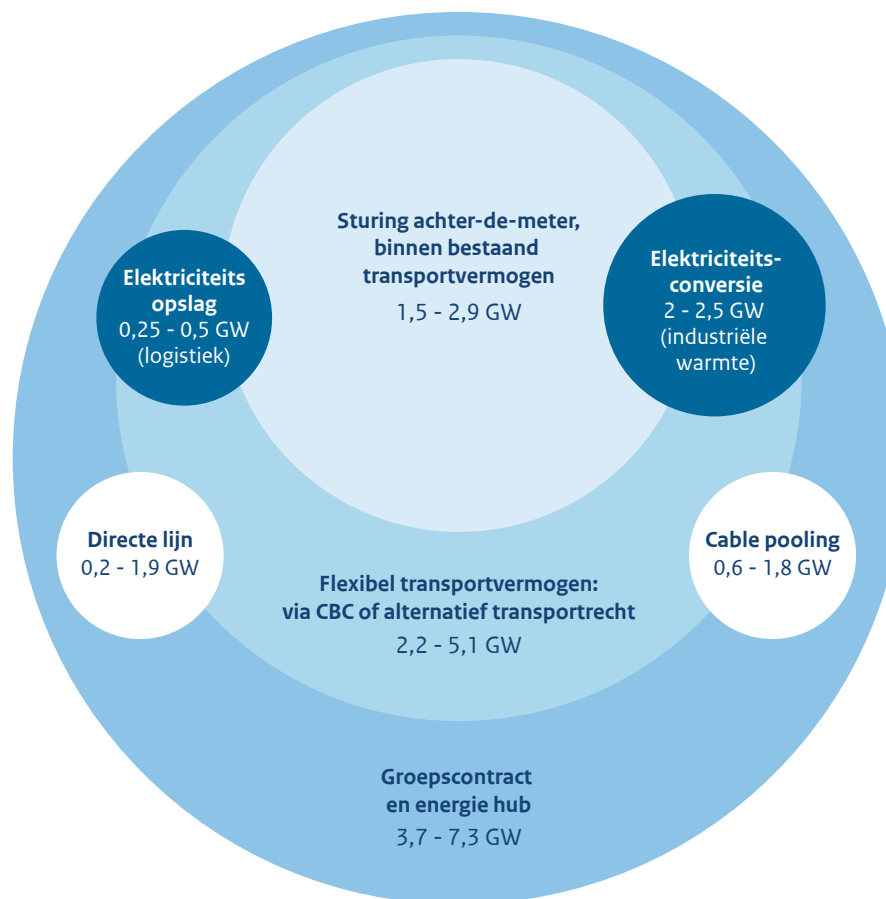
Studies naar de mogelijke bijdrage van industriële vraagsturing hebben deze eerder geschat op 3,4 GW (DNV-GL, oktober 2020; PwC, juli 2021), zonder specifieke inzet voor de congestiemanagement. In de monitor Leveringszekerheid van 2024 voorziet TenneT een totaal van 12,8 GW aan flexibiliteitsbronnen in het systeem, op basis van peiljaar 2022 waarin 2 GW flexibiliteit beschikbaar was (TenneT, 2024). Bestaande uit opwek, vraagsturing (alleen industrie), conversie en opslag over meerdere marktsegmenten. Alhoewel de bovengenoemde studies deels overlappen en op elkaar voortborduren geven ze geen eenduidig beeld. Het is niet altijd duidelijk of deze beelden nog actueel en compleet zijn en hoe zich deze tot elkaar verhouden. Een eerdere overzichtsstudie van TNO over flexibiliteit in het elektriciteitssysteem gaf ook aan dat de beelden voor 2030 al sterk uiteenlopen (TNO, 2023).

Dit rapport focust op het ontsluiten van flexibel vermogen om afnamecongestie tegen te gaan. De benoemde studies presenteren de potenties als totalen voor flexibiliteit aan zowel opwek- als afnamezijde. Om te ondersteunen bij de uitvoering en de beleidsacties aan te scherpen is het aan te bevelen om verder te onderzoeken wat het huidige en verwachte potentieel en de benodigde ondersteuning per sector is (CE Delft & Merosch, mei 2024). Voor een aantal sectoren bestaat al wel verdiepend inzicht. In bijlage 3 en 4 wordt er respectievelijk in gegaan op de huidig beschikbare kennis rondom bedrijven (exclusief industrie) en instellingen en de industrie.

Uit de recent gepubliceerde Cluster Energie Strategieën (CES 3.0) blijkt dat flexibiliteit, met uitzondering van het Noordzeekanaalgebied, nog weinig prioriteit krijgt binnen industriële clusters. In het Noordzeekanaalgebied is de verwachting dat circa 33% van het gecontracteerde vermogen (2,7 GW) in 2030 flexibel inzetbaar zal zijn via technologieën zoals elektrolyzers, e-boilers, warmtekrachtkoppeling-installaties en walstroomvoorzieningen. In de overige clusters wordt aangegeven dat de huidige structuren en regelgeving nog onvoldoende stimulansen bieden voor flexibiliteitsopties. Sommige opties worden door wet- en regelgeving vrijwel onmogelijk gemaakt, zoals het maken van afspraken over de volgorde waarin elektriciteitsaansluitingen worden toegekend. Vrijwel alle clusters benadrukken dat toezichthouders en netbeheerders aan zet zijn om mogelijkheden te creëren die het investeren in en toepassen van flexibiliteitsopties voor bedrijven aantrekkelijker maken (Planbureau voor de Leefomgeving, december 2024).

Kortom, hoewel er aanzienlijke potentie lijkt te zijn, is er behoefte aan aanvullend sectoraal inzicht en wordt het potentieel nog onvoldoende benut. Bedrijven ervaren diverse barrières bij het vergroten van flexibel vermogen. Het volgende hoofdstuk gaat verder in op deze knelpunten.

Figuur 2: Ingeschat flexpotentieel netcongestie-oplossingen in 2030. Dit zijn totale per oplossing, maar onderling is er een sterke overlap. Potentiëlen zijn niet optelbaar (CE Delft & Merosch, mei 2024).



Blik op de toekomst: Indicatieve doelstelling flexibiliteit

Op Europees niveau worden stappen gezet om flexibel vermogen beter te monitoren, ontsluiten en benutten in alle EU-lidstaten (Overheid, november 2024). In het kader van het EU Market Design-pakket zullen lidstaten mogelijk in 2025 een Indicatieve Nationale Doelstelling voor Niet-Fossiele Flexibiliteit moeten vaststellen, met specifieke aandacht voor bijdragen van energieopslag en vraagrespons. Het proces hiervoor bestaat uit de volgende stappen:

1

Flexibiliteitsanalyse en gegevensvereisten:

ENTSO-E en de EU DSO entity ontwikkelen uiterlijk 17 april 2025 een methodologie voor de analyse van flexibiliteitsbehoeften (ENTSO-E, november 2024).

- **Tweejaarlijks verslag:** De landelijke en regionale netbeheerders stellen een verslag op over de flexibiliteitsbehoeften op nationaal niveau voor een horizon van 5-10 jaar.

2

Beoordeling en publicatie: ACM beoordeelt het verslag en dient dit in bij de Europese Commissie. ACER (Agency for the Cooperation of Energy Regulators) publiceert binnen 12 maanden een rapport met aanbevelingen.

- **Vaststelling van de doelstelling:** Binnen zes maanden na het ACM-rapport zullen lidstaten mogelijk indicatieve doelstellingen voor niet-fossiele flexibiliteit moeten vaststellen en opnemen in hun nationale voortgangsverslagen.

Deze stappen zijn gericht op het verbeteren van inzicht in flexibiliteitsbehoeften en het vergroten van het beschikbare flexibel vermogen. Cruciaal hierbij is dat de ontwikkelde methodologie voor flexibiliteitsanalyses een onderscheid maakt tussen systeemflexibiliteit (balancing), die leveringszekerheid garandeert, en netwerkflexibiliteit (congestie-management), die specifiek gericht is op het aanpakken van netcongestie. Gezien de potentiële grote impact van deze verordening op flexibiliteit voor congestiemanagement is het essentieel om de ontwikkelingen nauwgezet te blijven volgen.

3

Kansen en knelpunten

Bedrijven en instellingen ondervinden kansen en knelpunten bij het vergroten van flexibiliteit in Nederland. De huidige inzet van flexibel vermogen vergeleken met het potentieel laat zien dat nog maar een klein deel van de potentie op dit moment wordt ontsloten. Daarom licht dit hoofdstuk de kansen en knelpunten toe die de verschillende partijen kunnen tegenkomen als zij flexibel vermogen willen ontsluiten en dit vermogen daadwerkelijk inzetten.

Hierbij zijn ze onderverdeeld in vijf categorieën:

- Economisch;
- Technisch;
- Data;
- Kennis en bewustwording;
- Organisatorisch en regelgeving.

De volgende paragrafen lichten deze kansen en knelpunten per categorie toe.



3.1 Economisch

Hoe groot het economisch voordeel is door te investeren in flexibel vermogen en dat te ontsluiten, hangt af van verschillende factoren:

- de hoeveelheid flexibel vermogen;
- het karakter van het flexibel vermogen (hoe snel, hoe lang en hoe vaak op en af kan worden geregeld);
- de markt waarop gehandeld wordt;
- het moment waarop gehandeld wordt;
- de tijdsduur vooraf waarop inzichtelijk wordt dat flexibiliteit ingezet kan of moet worden;
- de afspraken die gemaakt zijn met de partij die het flexibel vermogen 'inkoopt'.

Er zijn globaal twee manieren te onderscheiden om economisch voordeel te behalen met de inkoop of het handelen van elektriciteit.

De eerste manier is om elektriciteit te verhandelen op een van de handelsmarkten voor elektriciteit (groothandelsmarkt en balanceringsmarkt). Op de groothandelsmarkt kan elektriciteit door goede timing tegen relatief lage prijzen ingekocht worden. Op de balanceringsmarkt wordt flexibel vermogen aangeboden door biedingen; de netbeheerder beoordeelt deze en selecteert de beste bieding(en). Buiten deze markten kunnen bedrijven en instellingen ook nog meedoen aan congestiemanagement. Hierbij komt de prijs van flexibel vermogen tot stand middels

biedingen of tijdens (vertrouwelijke) onderhandelingen tussen bedrijf en netbeheerder over een maatwerkvergoeding. Het resultaat hiervan wordt vastgelegd in een contract (zie bijlage 2). De vergoeding is bedoeld om het gemiste inkomen te dekken.

De tweede manier om economisch voordeel te behalen is mogelijk vanaf april 2025. Bedrijven en instellingen kunnen korting krijgen op hun nettatarief door in te spelen op het alternatief transportrecht tijdsduurgebonden en tijdsblokgebonden die dan in werking treedt. Momenteel wordt onderzocht hoe de gehele tarievenstructuur dynamischer en locatieafhankelijker gemaakt kan worden.

Naast het verschuiven van de vraag in de tijd, kan het flexibel opereren van assets veranderingen in de piekvraag naar elektriciteit tweewegbrengen. Als een bedrijf of instelling de piekvraag kan afvlakken door bijvoorbeeld processen in serie in plaats van parallel aan elkaar op te starten, dan is een kleinere netaansluiting mogelijk voldoende. Dit resulteert in een besparing op het gebied van netkosten.

Het flexibel opereren van assets kan een strategisch voordeel bieden voor bedrijven. Door aanpassingen te doen in de bedrijfsvoering kunnen zij operationele (energie)kosten eenvoudiger beheersen. Sommige partijen kunnen met hun flexibele assets op verschillende marktsegmenten opereren.

Hiermee beperken zij risico's, bijvoorbeeld tegenvallende opbrengsten.

De mate waarin het economisch interessant is voor bedrijven om hun flexibel vermogen aan te bieden aan de markt, hangt naast de baten af van de mate waarin zij investeringen moeten doen om het flexibel vermogen te kunnen ontsluiten. Lage investeringskosten maken het aanbieden van flexibel vermogen financieel aantrekkelijker. De mate waarin overheden, instellingen of ondernemersverenigingen ondernemers (financieel) ondersteunen kan daaraan bijdragen (CE Delft & Merosch, mei 2024).

Economische onzekerheden en risico's hebben uiteraard impact op het aanbieden van flexibel vermogen door de aangesloten en op elk netvlak van het elektriciteitsnet. In Tabel 1 zijn deze economische knelpunten opgesomd.

Tabel 1: Knelpunten in de categorie economisch

Knelpunten	Remmend voor:		
	Bedrijven	Instellingen	Netbeheerders
1.1 Onzekerheid over hoe vaak, op welke momenten en hoeveel flexibiliteit nodig is tegen welke prijs op korte en lange termijn. Deze onzekerheid van de verdien capaciteit van flexibiliteit maakt het voor ondernemers lastig om een investeringsbesluit te rechtvaardigen en daarvoor financiering (intern of extern) te verkrijgen. De onzekerheid maakt het ook lastig om in te schatten in welke mate de verschillende marktsegmenten met elkaar concurreren.	●	●	
1.2 Risico op verzadiging van de handelsmarkten (al dan niet door lokale netverzwaring). Hierdoor daalt de verdien capaciteit van flexibele assets.	●	●	
1.3 Weinig inzicht in de verhouding tussen de baten van het inzetten van flexibele assets en de overige baten van het bedrijf.	●	●	
1.4 Weinig inzicht in hoe de baten van het inzetten van flexibele assets opwegen tegen de benodigde investerings- en operationele kosten. Hierdoor is het ook niet goed mogelijk is om te beoordelen wat de impact van de huidige financiële ondersteuning is en of er aanvullende ondersteuning nodig is.	●	●	
1.5 De prikkel om te investeren in flexibel vermogen varieert per branche en bedrijf. Voor sommige bedrijven bedragen de energiekosten slechts enkele procenten van de totale operationele kosten. Voor andere bedrijven kan dat oplopen tot boven de 10%. Bij hoge energiekosten en/of kleine winstmarges zal de interesse van een bedrijf in de verdien capaciteit van flexibiliteit navenant groter zijn.	●	●	
1.6 Het is onbekend of de financiële grens in de praktijk het gewenste effect heeft voor zowel netbeheerders als afnemers. De financiële grens is een gemiddeld jaarlijks bedrag dat de netbeheerder dient te besteden aan congestiemanagement in het congestiegebied.	●	●	●
1.7 In de huidige tariefstructuur wordt het nettatarief dat bedrijven en instellingen moeten betalen gebaseerd op de piekbelasting van een bedrijf ³ . Flexibele elektriciteitsafname – dat een energieprofiel met pieken en dalen impliceert – resulteert daardoor in hogere netkosten. Daarbovenop komt de aangekondigde jaarlijkse stijging van de nettarieven (TenneT, juli 2024).	●	●	

3. ACM is momenteel bezig met het nemen en ontwikkelen van maatregelen, waaronder aanpassingen in de tariefstructuur voor piekbelasting (ACM, november 2024). Dit betekent dat de tariefstructuur voor bedrijven en instellingen in de toekomst waarschijnlijk zal afwijken van de huidige beschrijving.

3.2 Technisch

De technische mogelijkheden om de flexibilisering te vergroten, variëren per branche, sector en bedrijfstype, als direct gevolg van verschillen in bedrijfsactiviteiten en processen. De basischemie heeft bijvoorbeeld andere technische opties en knelpunten dan het openbaar vervoer, datacenters of waterschappen. De energievraag van continubedrijven is doorgaans constant en minder stuurbaar, waardoor de focus bij deze bedrijven waarschijnlijk meer zal liggen op technieken voor efficiënte elektrificatie, energieopslag, diversificatie van energiedragers en opslag van energie in halffabricaten. Door processen en energiedragers met elkaar te koppelen, bijvoorbeeld via Power-to-Gas of Power-to-Heat, kan een bedrijf het energiegebruik ook beter organiseren. Dit biedt extra flexibiliteit, omdat bedrijven meerdere bronnen en technieken kunnen inzetten om hun elektriciteits- en energiebehoefte te balanceren.

Naast de kansen op technisch gebied zijn er verschillende knelpunten die bedrijven en instellingen belemmeren bij het opstellen en/of ontsluiten van hun flexibel vermogen. In Tabel 2 zijn deze technische knelpunten opgesomd.

Tabel 2: Knelpunten in de categorie technisch

Knelpunten	Remmend voor:		
	Bedrijven	Instellingen	Netbeheerders
2.1 Onzekerheid over welke technieken het beste passen in de bedrijfsvoering op de korte en lange termijn, bijvoorbeeld investeren in energie-efficiënte of flexibele assets (keuze warmtepomp versus e-boiler). Deze onzekerheid wordt o.a. gevoed door onvoldoende inzicht in de energiehuishouding.	●	●	
2.2 Bedrijven zien bedrijfscontinuïteit vaak als cruciaal, waardoor zij flexibiliteit in de energievoorziening als risicovol ervaren. Een gebrek aan (technische) kennis over de impact van het flexibel opereren van de processen of nutsvoorzieningen (ook wel utilities) kan een overweging zijn om geen flexibel vermogen te ontsluiten.	●	●	
2.3 De aanpassingen aan productieprocessen om flexibel vermogen mogelijk te maken, leiden tot aanzienlijke technische uitdagingen, vooral in sterk gereguleerde of complexe productieomgevingen zoals de chemische of farmaceutische industrie.	●	●	
2.4 De integratie van flexibele assets gaat regelmatig gepaard met aanpassingen aan bestaande infrastructuur binnen én buiten de poort van het bedrijf, waaronder een grotere netaansluiting.	●	●	●

3.3 Data

De inzet van data speelt een cruciale rol bij het vergroten van flexibiliteit binnen bedrijven en instellingen. De beschikbaarheid van (gedetailleerde) data biedt kansen om vraag- en aanbodprognoses te verbeteren, de bedrijfsvoering te optimaliseren en het flexibel vermogen efficiënter te benutten. Bedrijven en instellingen kunnen bijvoorbeeld gebruikmaken van voorspellende analyses om hun energieverbruik en -productie beter af te stemmen op marktomstandigheden. Daarnaast kunnen de netbeheerders data benutten in hun investeringsplannen en om inzicht te krijgen in de flexbehoeften.

Het belang van beschikbaarheid en toegankelijkheid van data voor de energietransitie is onderkend en heeft geleid tot internationale en nationale wet- en regelgeving. Voorbeelden hiervan zijn de Europese code Requirements for Generators, Netcode elektriciteit en de richtlijn hernieuwbare energie (RED III).

Er zijn verschillende initiatieven die het uitwisselen van data en gegevens faciliteren. Zo hebben de netbeheerders de landelijke capaciteitskaart ontwikkeld. Deze biedt meer transparantie en inzicht in de lokale netsituatie. De kaart toont de lokale congestiesituatie met behulp van kleuren. Sinds november 2024 is deze kaart uitgebreid met informatie van de regionale en nationale netbeheerders over de beschikbare en benodigde transport-capaciteit, het aantal partijen in de wachtrij en het aangevraagde vermogen.



De netbeheerders ontwikkelen de capaciteitskaart continu door. Een volgende update zal inzicht bieden in wanneer en hoeveel transportvermogen er bijkomt zodra netuitbreiding is afgerond. De capaciteitskaart biedt waardevolle inzichten voor aanvragers, gemeenten en vooral bedrijven en instellingen die plannen hebben voor zware of zwaardere aansluitingen, evenals producenten met grootschalige opwekplannen.

Daarnaast zijn er platformen om (gevoelige) informatie te delen tussen bedrijven, instellingen en netbeheerders. Zoals Energie Data Services Nederland (EDSN), een samenwerkingsplatform van de netbeheerders dat de informatieoverdracht tussen alle partijen binnen de energiemarkt standaardiseert en vereenvoudigt. EDSN werkt aan de optimalisatie van de IT-infrastructuur, dataregisters en applicaties voor wettelijk geregelde informatie- en data-uitwisseling. Dit draagt bij aan de verdere ontwikkeling van de energiemarkt en het oplossen van netcongestie. Dit wordt ondersteund door het markt-faciliteringsforum (MFF) en Beheerder Afsprakenstelsel (BAS). MFF bemiddelt tussen partijen om duidelijke afspraken te maken over welke data er gedeeld wordt en op welke manier. BAS ondersteunt MFF praktisch en bewaakt de implementatie en monitoring van de gemaakte afspraken binnen het MFF. Daarnaast bestaat Partners in Energie, een initiatief van alle regionale netbeheerders. Dit platform fungeert als centraal punt voor servicevragen over marktprocessen aan de regionale netbeheerders.

Ondanks de verschillende initiatieven en platformen zijn er knelpunten op het gebied van data die bedrijven, instellingen en netbeheerders remmen in het ontsluiten en gebruiken van flexibiliteit. Deze zijn in Tabel 3 toegelicht.

Tabel 3: Knelpunten in de categorie data

Knelpunten	Remmend voor:		
	Bedrijven	Instellingen	Netbeheerders
3.1 Privacy- en beveiligingsrisico's.	●	●	●
3.2 Kleine bedrijven hebben doorgaans alleen basisinzicht in hun energieverbruik. Hierdoor is het lastig om de mogelijkheden voor flexibiliteit te analyseren.	●		
3.3 Onzekerheid over de frequentie en de omvang van de flexibiliteitsvraag vanuit de netbeheerder(s) op de korte termijn.	●	●	
3.4 Onzekerheid over de frequentie en de omvang van de flexibiliteitsvraag vanuit de netbeheerder(s) op de lange termijn voor investeringsplannen.	●	●	
3.5 Onzekerheid over de hoeveelheid flexibiliteit benodigd voor het uitvoeren van congestiemanagement op de lange termijn. Hier moet ook rekening worden gehouden met de afhankelijkheden tussen het regionaal en nationaal elektriciteitsnet en de onzekerheden die gepaard gaan met de groeiprognozes van de energiebehoefte van bedrijven.			●
3.6 Verschil tussen de daadwerkelijke ontwikkeling van de transportvraag en de prognoses.			●
3.7 Onvoldoende zicht op het actuele en toekomstige beschikbare en benutte flex-potentieel zoals beschreven in paragraaf 2.3.	●	●	●
3.8 Een gebrek aan bekendheid met veilige platformen voor het delen van energiegegevens onder energiebedrijven, netbeheerders en andere partijen beperkt de benutting van flexibiliteit en vertraagt de voortgang van de energietransitie.	●	●	●

3.4 Kennis en bewustwording

Het vergroten van flexibiliteit binnen bedrijven en instellingen hangt sterk af van de beschikbare kennis en het bewustzijn in het bedrijf. In potentie kan het ontsluiten en benutten van flexibel vermogen aanzienlijke kansen bieden voor bedrijven en instellingen, vooral nu de markt voor flexibel vermogen zich snel ontwikkelt. Er zijn al meerdere bedrijven en instellingen die kansen zagen en deelnemen in deze markt. Inspiratie- en ervaringsverhalen van deze verhalen zijn bijvoorbeeld te vinden op www.verduurzamingindustrie.nl. Om deze stap te kunnen maken, hebben de ondernemers voldoende kennis en bewustwording gehad rond de mogelijkheden en voordelen van het ontsluiten en inzetten van flexibiliteit. Daarnaast kunnen bedrijven en instellingen ook gebruik maken van dienstverleners en aggregators om hen te helpen in het ontsluiten én inzetten van flexibel vermogen.

Ondanks dat er al meerdere partijen zijn die een rol spelen op de flexibiliteitsmarkt, is het zichtbaar dat er nog voldoende ruimte is om te groeien. Hiervoor moeten de knelpunten op het gebied van kennis en bewustwording goed bekend zijn om hier acties op te kunnen nemen. Een overzicht van de knelpunten en voor wie deze remmend zijn voor de ontwikkeling van flexibiliteit is te vinden in Tabel 4.

Tabel 4: Knelpunten in de categorie kennis en bewustwording

Knelpunten	Remmend voor:		
	Bedrijven	Instellingen	Netbeheerders
4.1 Energiebeheer behoort meestal niet tot de kernactiviteit van bedrijven en instellingen.	●	●	
4.2 Het is lastig om bedrijven die zelf geen last hebben van netcongestie te activeren om aan de slag met flexibiliteit, terwijl ze wel kunnen bijdragen aan de oplossing.	●	●	
4.3 Versnipperd aanbod van kennis en informatie over netcongestie en flexibiliteit. Door de hoeveelheid (nieuwe) wet- en regelgeving is het daarnaast ook lastig voor bedrijven en instellingen (waarvan energiebeheer niet de kerntaak is) een actueel overzicht te behouden en te kunnen implementeren.	●	●	●
4.4 Onvoldoende voorbeelden (best practices) voor bedrijven en instellingen in een bepaalde branche of sector. Hierdoor is er minder bewustzijn over zowel branche- en sectorspecifieke als algemene kansen voor flexibel vermogen.	●	●	
4.5 Grote diversiteit aan markten en diensten. Hierdoor kan het voor bedrijven en instellingen lastig zijn om te bepalen welk product het beste bij de bedrijfsvoering past op basis van wet- en regelgeving, technische vereisten en operationele verplichtingen.	●	●	
4.6 Vraag naar diensten van aggregatoren en andere dienstverleners in de energiebranche is beperkt. Dit kan wijzen op een gebrek aan bewustzijn, bewustwording en communicatie over de beschikbare mogelijkheden en voordelen.	●	●	
4.7 Er ontbreekt kennis bij netbeheerders over de specifieke kenmerken en dynamiek van bedrijven, instellingen, sectoren en productieprocessen. Dit belemmert een wederzijds begrip en maakt het lastig om gezamenlijk effectieve oplossingen te ontwikkelen voor flexibiliteit en netcongestie.	●	●	●

3.5 Organisatorisch en regelgeving

Het vrijmaken van flexibel vermogen wordt sterk beïnvloed door organisatorische aspecten bij bedrijven en instellingen alsmede wet- en regelgeving. Organisatorische aspecten beïnvloeden de wendbaarheid van een organisatie en hun vermogen tot samenwerking met andere organisaties. Tegelijkertijd kan nieuwe wet- en regelgeving mogelijkheden bieden voor meer innovatie en successen bij bedrijven en instellingen.

De ACM neemt allerlei maatregelen om netcongestie en de gevolgen van deze congestie te beperken. De ACM heeft recent een overzicht gepubliceerd met maatregelen die al deels in werking zijn, en deels in voorbereiding zijn (ACM, november 2024).

De maatregelen omvatten onder andere:

- Flexibele contracten zodat de afnemer (of een afnemer die wil uitbreiden) kan kiezen voor alternatieve transportrechten (contractvormen).
- Stimuleren van veranderingen van het verbruiksprofiel door middel van verschillen in tarieven.
- Regelgeving omtrent het transportrecht van aangeslotene, zoals maatschappelijk prioriteren en aansluittermijnen grootverbruik.
- Mogelijkheden om congestiemanagement toe te passen voor gecontracteerde vermogens met een transportcapaciteit van 1MW of hoger in gebieden waar sprake is van netcongestie.

Daarnaast werken de netbeheerders, ACM en het LAN aan aanvullende maatregelen en nieuwe contractvormen.



Verder is op 10 december 2024 de nieuwe Energiewet aangenomen door de Eerste Kamer (Eerste Kamer der Staten-Generaal, december 2024). De nieuwe Energiewet vervangt en moderniseert de huidige wetgeving. Bestaande regels worden verhelderd en versimpeld en onnodige verschillen tussen regels voor gas en elektriciteit verdwijnen. Daarnaast sluiten de nieuwe regels beter aan bij het energiesysteem van de toekomst en bieden meer mogelijkheden om problemen met het volle elektriciteitsnet aan te pakken.

Ook binnen de huidige wet- en regelgeving zijn er al meerdere ondernemers geweest die oplossingen hebben gevonden in netcongestiegebied, zoals recent onderzocht door CE Delft en Merosch (CE Delft & Merosch, mei 2024). Zij concludeerden dat de succesfactor voor deze projecten en oplossingen vaak ligt bij bereidwillige en standvastige ondernemers. Bij veel projecten waarin een individuele oplossing is gevonden, was het proactief handelen van ondernemers een cruciaal element.

Dit blijkt onder andere uit het vroegtijdig betrekken van geschikte (markt)partijen met de juiste kennis en expertise. Hierbij gaat het om technische expertise op het gebied van netwerkinfrastructuur, flexibiliteitstechnologieën en aansluitvereisten, gecombineerd met marktkennis over energietarieven, contractvormen en subsidies. Ook financiële kennis voor het ontwikkelen van businesscases, juridische kennis van regelgeving en contracten, en procesmanagement voor effectieve samenwerking en coördinatie zijn essentieel. Deze samenwerking kenmerkt zich door een gezamenlijke focus op kansen en mogelijkheden. Bij collectieve oplossingen, zoals energiehub, is duidelijke regievoering gedurende het proces de grootste succesfactor (CE Delft & Merosch, mei 2024). Ondanks de ontwikkelingen in wet- en regelgeving en de stappen die bedrijven en instellingen tot nu toe hebben genomen, zijn er knelpunten die de ontwikkeling van flexibiliteit kunnen hinderen bij deze partijen. Deze knelpunten op organisatorisch vlak en in de regelgeving zijn weergegeven in Tabel 5.

Tabel 5: Knelpunten in de categorie organisatorisch en regelgeving

Knelpunten	Remmend voor:		
	Bedrijven	Instellingen	Netbeheerders
5.1 Onvoldoende inzicht in de rol van (organisatie)gedrag bij het ontsluiten van flexibel vermogen.	●	●	●
5.2 Bedrijven en instellingen moeten voldoende kennis hebben om de juiste partijen in een vroeg stadium te kunnen betrekken bij het formuleren van hun plannen.	●	●	
5.3 Lange doorlooptijd van contracteren en operationaliseren van flexibiliteit onder andere door het benodigde maatwerk voor het afsluiten van contracten.	●	●	●
5.4 Bij alle partijen is er een tekort aan gekwalificeerd personeel, met name technici, en dit grote tekort zal naar verwachting het komende decennium aanhouden.	●	●	●
5.5 Veel productieprocessen zijn ontworpen met het hoogste belang voor de juiste kwaliteit, hoeveelheid en tijdigheid. Dit is ook te zien aan kritieke prestatie-indicatoren (KPI's) die vaak gerelateerd zijn aan productievolumes en productkwaliteit. KPI's gerelateerd aan een efficiënte en/of flexibele energiehuishouding wegen vaak minder zwaar of zijn afwezig. Hierdoor krijgen investeringen in flexibiliteit vaak een lagere prioriteit dan investeringen in productiefaciliteiten of uitbreiding daarvan.	●	●	
5.6 Er zijn op dit moment meerdere organisaties (bijvoorbeeld netbeheerders en RVO) met eigen taken in de uitvoering van het beleid voor flexibiliteit. Een goede samenwerking is benodigd om de steeds ruimere mogelijkheden in het beleid voor flexibiliteit te benutten.			●
5.7 Er is een gebrek aan uniformiteit in processen en terminologie tussen regionale en landelijke netbeheerders en regionale netbeheerders onderling. Dit kan het complexer maken voor de bedrijven en instellingen die op zoek zijn naar een geschikte oplossing en afspraken willen maken met netbeheerders.	●	●	●
5.8 Op dit moment komt de vrijgespeelde transportcapaciteit ter beschikking van de netbeheerder. Deze wordt verdeeld volgens het 'first come, first served'-principe waarbij het maatschappelijke prioriteringskader wordt meegenomen. Hierdoor heeft de netgebruiker zelf geen voordeel bij de door hem vrijgespeelde transportcapaciteit, tenzij hij vooraan in de wachtrij staat of zich als congestieverzachter kan laten prioriteren. Als dit niet het geval is, kan dit er voor zorgen dat er bedrijven en instellingen minder reden hebben om hun beschikbare flexibiliteit aan te bieden.	●	●	●

4

Beleidsacties voor stimuleren flexibiliteit



Aan de hand van de kansen en knelpunten die in hoofdstuk 3 zijn uitgesplitst en de huidige acties die in relatie tot deze rapportage relevant zijn, zoals beschreven in Bijlage 1, is er bekeken welke additionele beleidsacties benodigd zijn om flexibel elektriciteitsverbruik bij bedrijven en instellingen te vergroten.

In dit hoofdstuk zijn deze beleidsacties uitgeschreven en is ook de samenhang met andere ontwikkelingen weergegeven in Tabel 6. Tijdens de uitvoering van deze afzonderlijke beleidsacties moeten de benodigde stappen nog worden vastgesteld en worden beoordeeld op uitvoerbaarheid.

1 Sectorale aanpak

In deze aanpak worden acties en analyses per sector uitgevoerd, omdat er binnen sectoren vaak een hoge organisatiegraad is en doorgaans overeenkomsten bestaan in productieprocessen en -middelen. Hierbij zal intensief samengewerkt worden met brancheverenigingen. De aanpak wordt gefaseerd uitgerold, beginnend met startgesprekken om in kaart te brengen welke sectoren het meeste potentieel hebben en als eerste kunnen worden benaderd. Het doel is om ondernemers te ondersteunen bij het identificeren en realiseren van flexibel vermogen. Bij deze ondersteuning wordt ook aandacht besteed aan de 'no-regret'-benadering van flexibiliteit. In het toekomstige, weersafhankelijke energiesysteem is flexibiliteit essentieel voor het toekomstbestendig maken van bedrijven en instellingen.

De sectorale aanpak omvat vier kernelementen:

1. **Communicatie en bewustwording:** Het delen van informatie over netcongestie en best practices bevordert kennisdeling en creëert bewustzijn over zowel sectorspecifieke als

algemene kansen voor flexibel vermogen. Hierbij is het belangrijk ook aandacht te besteden aan (organisatie)gedrag. In veel bedrijven staan traditionele KPI's – zoals maximalisatie van productievolume per dag of per ploeg en energie-efficiëntie binnen productieprocessen – vaak haaks op de implementatie en het gebruik van flexibel vermogen.

Om flexibel vermogen effectief te benutten zijn aanpassingen in bedrijfsprocessen, organisatiestructuur en ontwerpfilosofie nodig. Denk aan het standaard 'inbouwen' van flexibiliteit in technologische ontwikkelingen en innovaties. Hiervoor is gedragsverandering nodig. Voor verdieping zie bijlage 4.

2. **Kosten-batenanalyse:** Onderzoek naar de kosten en baten van flexibiliteitsmaatregelen, bijvoorbeeld per productie-eenheid of handelsmarkt, waarbij zo mogelijk ook de maatschappelijke baten van flexibiliteit worden meegenomen. Dit maakt de afweging voor bedrijven inzichtelijker en kan helpen bij het bepalen van de toegevoegde waarde van flexibel vermogen ten opzichte van alternatieven.

3. **Sectorale flexpotentie:** Zoals blijkt uit de verdiepende analyses in bijlagen 3 en 4, verschillen de mogelijkheden voor flexibilisering sterk per sector. Dit onderstreept de noodzaak van een sectorale aanpak om de flexibilisering van de elektriciteitsvraag te bevorderen. De sectorale aanpak richt zich op het analyseren van het huidige en toekomstige flexibele vermogen per sector, vanuit een technisch perspectief, inclusief de inzet van buffers zoals warmteopslag, elektriciteitsopslag en moleculenopslag. Deze aanpak maakt het mogelijk om kansrijke bedrijven, sectoren en technieken te identificeren en gerichte stappen te zetten om flexibel vermogen te vergroten.

4. **Relatie met netbeheerders:** Het faciliteren van een nauwe samenwerking tussen netbeheerders en ondernemers, inclusief de uitwisseling van relevante data en het verlagen van drempels voor het aanbieden van flexibel vermogen. Door gestandaardiseerde stappenplannen en processen te ontwikkelen, kan flexibel vermogen eenvoudiger in kaart worden gebracht en ontsloten. Ook wordt gekeken naar sector overschrijdende kansen voor kennisdeling en samenwerking door de bevindingen op te nemen in de kennisfunctie netcongestie (Beleidsactie 2).

Nadat deze elementen in kaart zijn gebracht, kan er mogelijk gewerkt worden aan de ontwikkeling van sectorale richtbedragen voor congestiediensten, specifiek voor afnamecongestie. Deze richtbedragen, bijvoorbeeld op basis van techniek of installaties, versnellen het proces van afspraken maken tussen bedrijven en netbeheerders. Daarnaast kunnen sectorale inzichten samen met de Cluster Energie Strategieën (CES) worden toegepast om gerichte oplossingen te bieden voor regionale congestieproblemen.

2 Kennisfunctie netcongestie

De uitdagingen rondom netcongestie vragen om een gecentraliseerde aanpak voor kennisdeling. Momenteel is kennis vaak versnipperd, moeilijk vindbaar en niet altijd toegankelijk. Ondernemers, bedrijven en decentrale overheden hebben behoefte aan een centrale kennisfunctie, zoals bevestigd in de knelpuntenanalyse in hoofdstuk 3 en het onderzoek van AT Osborne (AT Osborne, oktober 2024). De door RVO opgezette kennisfunctie biedt deze ondersteuning door relevante informatie en expertise samen te brengen en toegankelijk te maken.

De kennisfunctie richt zich op drie hoofdbehoeften:

1. **Informeren:** Het publiceren van relevante informatie en het bieden van duidelijkheid over waar specifieke vragen gesteld kunnen worden.
2. **Gericht adviseren:** Advies op maat voor specifieke situaties en uitdagingen.
3. **Uitwisselen van best practices:** Het opzetten van een kennisgemeenschap waarin stakeholders ervaringen en kennis delen.

Waar de kennisfunctie mogelijk bij kan ondersteunen:

- **Flexibel elektriciteitsverbruik:** Praktische inzichten in hoe bedrijven hun energieverbruik flexibel kunnen maken.
- **Technische kennis:** Toegang tot informatie over technologieën die flexibiliteit en energiebesparing mogelijk maken.
- **Energiebesparing:** Tools en praktische tips om energie efficiënter te gebruiken.
- **Geschikte energiecontracten:** Wegwijs maken in contractopties die flexibiliteit ondersteunen.
- **Kennis en data:** Toegang tot informatie en data die relevant zijn voor netcongestie.
- **Gericht adviseren:** Advies afgestemd op specifieke behoeften.

De kennisfunctie voorziet niet alleen in de behoefte aan praktische informatie, maar stimuleert ook samenwerking tussen partijen. In een kennisgemeenschap kunnen bedrijven en overheden ervaringen en oplossingen delen. Hiermee werken zij samen aan een efficiënter en toekomstbestendig energiesysteem.

3 Inzicht in toekomstige flexibiliteitsbehoeften voor netcongestie

Nauwkeurig inzicht bieden in de (toekomstige) flexibiliteitsbehoeften voor congestiemanagement, met specifieke aandacht voor locatie, tijdstip en langetermijnperspectieven, is cruciaal voor investeringszekerheid. Dit stelt bedrijven en instellingen in staat vraag en aanbod beter op elkaar af te stemmen en ondersteunt hen bij weloverwogen investeringsbeslissingen, ondanks mogelijke schommelingen in de flexibiliteitsvraag.

Dit vereist specifieke informatie op lokaal netniveau (naast de hoogspanningsnetten ook de middenspanningsnetten), zoals de locaties en tijdstippen waarop flexibel vermogen nodig is. Energiesysteemmodellen aan de hand van de bestaande en toekomstige nettopologie kunnen hierbij een waardevol hulpmiddel zijn. Daarnaast is het belangrijk om een langetermijnperspectief te schetsen, met prognoses tot 10 jaar vooruit, zodat bedrijven en instellingen de zekerheid hebben die nodig is om investeringsbeslissingen te nemen.

Voor deze beleidsactie moeten de specifieke stappen nog worden uitgewerkt.

Mogelijke stappen zijn:

1. Gedetailleerde regionale flexibiliteitsprognoses ontwikkelen

- Doorontwikkeling van de huidige energiesysteemmodellen om toekomstige flexibiliteitsbehoeften op lokaal niveau (bijvoorbeeld per provincie of gemeente) beter te voorspellen.

2. Perspectieven voor de lange termijn bieden voor investeringszekerheid

- Ontwikkel prognoses voor de flexibiliteitsbehoefte tot 10 jaar vooruit, inclusief verschillende scenario's voor vraag- en aanbodontwikkeling.

3. Transparante communicatie en data-uitwisseling met stakeholders ondersteunen

- Ontwikkel een toegankelijk platform of een reeks rapporten waar bedrijven en instellingen toegang hebben tot relevante informatie over flexibiliteitsbehoeften.

4 Harmonisatie terminologie, werkwijzen en processen regionale en landelijk netbeheerders

Het gebrek aan uniformiteit in werkwijzen tussen regionale en landelijke netbeheerders vormt een belemmering voor een effectieve aanpak van netcongestie. Deze verschillen vertragen de ontwikkeling van flexibele oplossingen en kunnen zelfs leiden tot tegenstrijdige maatregelen, waarbij regionale oplossingen landelijke problemen mogelijk congestie verergeren of omgekeerd.

Om deze hindernissen weg te nemen is het essentieel om uniforme werkwijzen en gestandaardiseerde protocollen voor data-uitwisseling te ontwikkelen. Afstemming en uniformiteit in werkwijzen tussen netbeheerders zullen zorgen voor een consistente en effectieve aanpak, en creëren duidelijkheid over de mogelijkheden en beperkingen van flexibiliteit en de oplossingen voor netcongestie. Hiervoor kunnen verschillende stappen ondernomen worden, waaronder:

1. **Huidige terminologie, werkwijzen en processen inventariseren**
2. **Verschillen en knelpunten analyseren**
3. **Uniforme terminologie, werkwijzen en processen ontwikkelen**

Voor stappen 2 en 3 is het van belang om ondernemers of vertegenwoordigers die klant van de diensten zijn te betrekken. Zodat er geharmoniseerde diensten worden ontwikkeld die aansluiten op klantbehoeften.

5 Monitoring ontwikkeling flexibiliteit

De afgelopen jaren zijn diverse oplossingen en contracten ontwikkeld die nu beschikbaar zijn of binnenkort beschikbaar komen voor het ontsluiten van flexibiliteit. Naar aanleiding van deze ontwikkelingen zijn verschillende initiatieven gestart om het gebruik hiervan te monitoren. Om een actueel overzicht te verkrijgen, is het essentieel om de bestaande monitoringmiddelen voor flexibiliteit te inventariseren, door te ontwikkelen en te uniformeren. Deze doorontwikkeling kan aanvullend inzicht geven in de belemmeringen en kansen voor relevante maatregelen en stimulansen voor de ontwikkeling van flexibel vermogen.

Op dit moment werkt NBNL aan een dashboard met kernindicatoren voor o.a. flexibiliteit. Hiermee kan de voortgang van de ontwikkeling van flexibel vermogen, specifiek het aantal afgesloten congestiemanagement contracten en de ontwikkeling van wachtrijen gemonitord worden.

De eerste stap is een inventarisatie van de bestaande monitoringmiddelen voor flexibiliteit.

Aanvullende indicatoren en aanbevelingen voor de (door)ontwikkeling van een monitor flexibiliteit kunnen zijn:

1. Ontwikkelingen flexibel vermogen

- Totale hoeveelheid benodigde flexibel vermogen. En waar mogelijk de geografische en nettopologische spreiding hiervan
- Totale hoeveelheid ontsloten flexibel vermogen (in MW)
- Geografische spreiding van het ontsloten flexibel vermogen
- Groei van flexibel vermogen over de tijd
- Verdeling van flexibel vermogen naar opwek-, vraag- en opslagflexibiliteit

2. Deelnemende bedrijven en sectoren

- Verdeling van deelnemende bedrijven over verschillende sectoren
- Mate van participatie van MKB-bedrijven versus grote bedrijven

3. Technologische oplossingen voor flexibiliteit

- Aantal en typen geïmplementeerde (innovatieve) flexoplossingen
- Identificatie van de meest gebruikte technologieën binnen flexoplossingen

4. Kritische succesfactoren en barrières

- Belangrijkste succesfactoren voor de toepassing van flexibiliteit
- Aantal en soorten geïdentificeerde barrières
- Effectiviteit van maatregelen om barrières te verlagen

6 Inventarisatie en evaluatie van bestaande regelingen voor flexibiliteit

Er is nog onvoldoende informatie om te concluderen of de huidige (financiële) stimulering voor het ontsluiten van flexibiliteit voldoende is. Een inventarisatie en evaluatie van de bestaande (financiële) regelingen die impact hebben op het ontsluiten van flexibel vermogen is hiervoor nodig. Het betreft een beoordeling of regelingen voldoende stimulans bieden en/of in hoeverre ze ontsluiting van flexibiliteit mogelijk tegenwerken. Om een gedegen beoordeling te kunnen maken, zullen de resultaten van de sectorale aanpak (beleidsactie 1) benut worden en andere aanvullende onderzoeken. Dit zijn onderzoeken naar het gebruik van de bestaande regelingen door de afnemers in hun dagelijkse praktijk en de werking van bestaande regelingen in het aangekondigde beleid, met name in relatie tot nieuwe marktmechanismen. In de inventarisatie en evaluatie is het van belang om zowel de landelijke, provinciale als lokale regelingen mee te nemen.

Als er onvoldoende stimulans geboden wordt, dient onderzocht te worden of het nodig is huidige regelingen aan te passen of aanvullende (financiële) regelingen te realiseren. Op hoofdlijnen kan deze beleidsactie uit drie stappen bestaan:

1. Inventarisatie van bestaande (financiële) regelingen en benodigde aanvullende informatie voor de evaluatie
2. Evaluatie van de impact van deze regelingen, inclusief het inzicht in de toepassing van de gestimuleerde technieken door afnemers in hun dagelijkse praktijk
3. Formuleren van aanbevelingen voor aanpassing of uitbreiding van regelingen

7 Versterken van samenwerking tussen RVO en netbeheerders: gezamenlijke aanpak voor flexibiliteit

Met de groeiende beleidsontwikkelingen rond flexibiliteit wordt de implementatie steeds belangrijker. Regionale en landelijke netbeheerders, verantwoordelijk voor het elektriciteits- en gasnetwerk, en RVO, met haar kennis van bedrijfssectoren en subsidies, spelen hierin een cruciale rol.

Hoewel deze organisaties elkaar steeds vaker weten te vinden, zijn er nog meer mogelijkheden voor synergie. Een intensievere samenwerking kan leiden tot een effectievere aanpak van netcongestie en een toekomstbestendig energiesysteem. Een gezamenlijke verkenning van rollen, kennis en mogelijkheden is noodzakelijk om tot een gedeelde visie en afgestemde strategie te komen.

Drie mogelijke stappen naar versterkte samenwerking:

- **Inventarisatie van kennis en rollen:**
 - Breng taken en verantwoordelijkheden van RVO en netbeheerders in kaart.
 - Identificeer welke expertise en middelen complementair zijn, zoals sectorale kennis, subsidies en operationeel congestiemanagement.
- **Evaluatie en afstemming:**
 - Analyseer samenwerkingsmogelijkheden en bepaal wanneer nodig vervolgstappen.
 - Optimaliseer waar nodig de rolverdeling en werkprocessen.
- **Ontwikkeling implementatiestrategie:**
 - Formuleer een gedeelde visie en strategische aanpak opschaling flexibiliteitsoplossingen.

In tabel 6 zijn de bovenstaande beleidsacties opgenomen inclusief de samenhang met andere beleidsacties, huidige acties (bijlage 1) en de koppeling met de knelpunten uit hoofdstuk 3. Verder zijn in de tabel de prioritering en de actiehouder voor de beleidsactie benoemd.

Tabel 6: Overzicht van beleidsacties, inclusief de onderlinge samenhang, prioritering en de verantwoordelijke actiehouders

Beleidsactie	Samenhang Beleidsacties	Huidige acties (bijlage 1)	Knelpunten (H3)	Prioritering	Actiehouders
1 Sectorale aanpak	2 3 5 6	2. Stimuleren Energiehubs 3. Ondersteuningsprogramma netcongestie Bedrijfsleven 4. Subsidieregeling Flexibiliteit Elektriciteitsverbruik (Flex-e) 5. Bestuurlijk aanjager Slim met Stroom 9. Brede herziening tariefstructuur 10. Vervolgstudie maatschappelijke kosten netcongestie	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.7 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 3.2, 3.7 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 5.1, 5.5, 5.8	● Hoog (start Q1 2025)	KGG/RVO/NBNL/ VNO NCW
2 Kennisfunctie netcongestie	1 4 6 7	1. Wegwijzer voor ondernemers 3. Ondersteuningsprogramma netcongestie Bedrijfsleven	1.3, 1.4 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 3.1, 3.8 4.1, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 5.2	● Hoog (start Q1 2025)	KGG/RVO/VNO NCW
3 Inzicht in toekomstige flexibiliteitsbehoeften voor netcongestie	1	5. Bestuurlijk aanjager Slim met Stroom 6. Ontwikkelen kernindicatoren dashboard netcongestie 7. Doorontwikkeling landelijke capaciteitskaart 8. Bekostiging Elektriciteitsinfrastructuur 9. Brede herziening tariefstructuur 12. Landelijk kader Flextenders	1.1, 1.2, 1.4, 1.6 2.1 3.3, 3.4, 3.5, 3.6	● Hoog	NBNL
4 Harmonisatie terminologie, werkwijzen en processen regionale en landelijk netbeheerders	2	2. Stimuleren Energiehubs 6. Ontwikkelen kernindicatoren dashboard netcongestie 7. Doorontwikkeling landelijke capaciteitskaart 11. Groeps-TO 12. Landelijk kader Flextenders	5.7	● Hoog	NBNL
5 Monitoring ontwikkeling flexibiliteit	1	4. Subsidieregeling Flexibiliteit Elektriciteitsverbruik (Flex-e) 6. Ontwikkelen kernindicatoren dashboard netcongestie	2.1 3.7	● Midden	KGG/RVO/NBNL
6 Inventarisatie en evaluatie van bestaande regelingen voor flexibiliteit	2	2. Stimuleren Energiehubs 4. Subsidieregeling Flexibiliteit Elektriciteitsverbruik (Flex-e) 9. Brede herziening tariefstructuur 10. Vervolgstudie maatschappelijke kosten netcongestie	1.4 2.1, 2.3, 2.4	● Midden	KGG/RVO
7 Versterken van samenwerking tussen RVO en netbeheerders: gezamenlijke aanpak voor flexibiliteit	2	1. Wegwijzer voor ondernemers 3. Ondersteuningsprogramma netcongestie Bedrijfsleven	4.7 5.4, 5.6	● Midden	RVO/NBNL

Afkortingen en begrippenlijst

Term	Betekenis
ACM	Autoriteit Consument & Markt
Aggregator	Een aggregator verzamelt flexibiliteit bij bedrijven of huishoudens en biedt dit tegen een vergoeding namens deze partijen gezamenlijk aan bij een netbeheerder of leverancier
ATR	Alternatieven transportrechten
BRP	Balance Responsible Party
Cable Pooling	De aansluitingen van meerdere duurzame productie-installaties worden aan elkaar gekoppeld
CBC	Capaciteitsbeperkingscontract
CES	Cluster energiestrategie
Collectieve elektriciteitsnet	Gedeeld netwerk van elektriciteitsinfrastructuur dat stroom opwekt, transporteert en distribueert naar alle aangesloten gebruikers, zoals huishoudens, bedrijven en instellingen
Congestie-management	Het proces van het voorkomen en oplossen van overbelasting door vraag en aanbod van elektriciteit te balanceren
Continubedrijven	Bedrijven die 24 uur per dag, 7 dagen per week opereren, vaak met meerdere ploegen die elkaar afwisselen.
Conversie	Omzetten van elektriciteit naar andere energiedragers
CSP	Congestion Service Provider
Curtaiment	Verminderen van elektriciteitsproductie bij te veel opwek
Directe lijn	Verbinding tussen een productie-installatie en één of meer verbruikers van elektriciteit

Term	Betekenis
EDSN	Energie Data Services Nederland
ENTSO-E	European Network of Transmission System Operators for Electricity
FID	Final Investment Decision (definitieve investerings-beslissing)
GDS	Gesloten distributiesystemen
GOPACS	Congestieplatform van de Nederlandse netbeheerders
Groeps-TO	Groepstransportovereenkomst
Indirecte elektrificatie	Elektriciteit gebruiken om een andere energiebron, zoals groene waterstof, te vervaardigen. Deze energiebron wordt vervolgens ingezet als vervanging van fossiele brandstoffen.
Interconnectie	Verbinding tussen verschillende biedzones
KEV	Klimaat- en Energieverkenning
KGG (ministerie van)	Klimaat en Groene Groei (ministerie van)
LAN	Landelijk Actieprogramma Netcongestie
LNB	Landelijke netbeheerder (in de nieuwe Energiewet is de bewoording aangepast van netbeheerder naar systeembeheerder)
Maatschappelijk prioriteringskader	Met maatschappelijk prioriteren kunnen klanten op de wachtlijst, die binnen de door de ACM bepaalde maatschappelijke kaders vallen, voorrang krijgen bij het toewijzen van transportcapaciteit.
NBNL	Netbeheer Nederland

Term	Betekenis
Netcongestie	Netcongestie duidt op een situatie waarbij er meer behoefte aan elektriciteitstransport is dan het elektriciteitsnet op die locatie aankan. Netcongestie kan zowel voor afname als opwek optreden en kan op elke plek in het laag-, midden- en hoogspanningsnetwerk voorkomen.
Nettopologie	Structuur van het bestaande elektriciteitsnet
P2G	Power-to-Gas
P2H	Power-to-Heat
Private netten	Particuliere elektriciteitsnetten waarop verschillende zakelijke afnemers aangesloten zijn. Een voorbeeld hiervan is een groot windpark of zonnepark waarbij de eigenaar zelf een elektriciteitsnet heeft aangelegd. Dit soort private netten noemen we ook wel Gesloten Distributiesystemen.
RES	Regionale energiestrategie
RNB	Regionale netbeheerder (in de nieuwe Energiewet is de bewoording aangepast van netbeheerder naar systeembeheerder)
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
V2G	Vehicle-to-grid
WKK-installatie	Warmtekrachtkoppeling-installatie

Literatuurlijst

ACM. (april 2024). Codebesluit prioriteringsruimte bij transportverzoeken. Opgehaald van www.acm.nl/nl/publicaties/codebesluit-prioriteringsruimte-bij-transportverzoeken

ACM. (juli 2024). Codebesluit Alternatieve Transportrechten. Opgehaald van www.acm.nl/nl/publicaties/codebesluit-alternatieve-transportrechten

ACM. (juni 2024). Definitief besluit - Rotterdamse Elektrische Tram N.V. Opgehaald van www.acm.nl/system/files/documents/besluit-ontheffingsaanvraag-ret-openbare-versie.pdf.pdf

ACM. (november 2024). Overzicht en inzicht congestiemaatregelen ACM. Opgehaald van www.acm.nl/system/files/documents/overzicht-en-inzicht-congestiemaatregelen-acm.pdf

Agora Industry. (juni 2024). Direct electrification of industrial process heat. Opgehaald van www.agora-industry.org/publications/direct-electrification-of-industrial-process-heat

AT Osborne. (oktober 2024). AT Osborne onderzocht behoefte en invulling centrale 'kennisfunctie voor netcongestie'. Opgehaald van atosborne.nl/artikel/kennisfunctie-netcongestie-onderzoek/

BlueTerra Energy Experts i.o.v. Gasunie Transport Services. (november 2018 [intern gebruik]). Duurzame alternatieven voor aardgas in de industrie.

BlueTerra. (juli 2023). Factsheet glastuinbouw en het elektriciteitssysteem. Opgehaald van www.glastuinbouwnederland.nl/content/glastuinbouwnederland/docs/themas/Energie/Elektriciteitsmarkt/20230703_factsheet_glastuinbouw_en_het_elektriciteitssysteem.pdf

BlueTerra. (juni 2024). Marktpositie WKK voorjaar 2024. Opgehaald van www.kasalsenergiebron.nl/content/research/E23002_Barometer_rapportage_voorjaar_2024.pdf

CBS. (juni 2024). Statline tabel 83989NED. Opgehaald van CBS: www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/83989NED

CE Delft & Merosch. (mei 2024). Oplossingen voor netcongestie bij bedrijven. Praktijkvoorbeelden met toekomstig potentieel en kosten per oplossing. Opgehaald van www.rvo.nl/sites/default/files/2024-06/Rapport-RVO-CEdelft-Merosch-oplossingen-netcongestie-bedrijven-WCAG.pdf

DNV-GL. (oktober 2020). De mogelijke bijdrage van industriële vraagresponso aan leveringszekerheid. Opgehaald van www.dnv.nl/publicaties/de-mogelijke-bijdrage-van-industriële-vraagresponso-aan-leveringszekerheid-190655/

Ecorys. (juni 2024). Maatschappelijke kostprijs van netcongestie. Opgehaald van www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2024/06/25/studie-maatschappelijke-kosten-netcongestie

Eerste Kamer der Staten-Generaal. (december 2024). Kamer stemt in met Energiewet. Opgehaald van www.eerstekamer.nl/nieuws/20241210/kamer_stemt_in_met_energiewet

ElaadNL. (maart 2024). Unlocking EV smart charging to reduce grid congestion - lessons from the. Opgehaald van elaad.nl/wp-content/uploads/downloads/240610-Elaad-EV-smart-charging-full-report-vF10.pdf

Energie Beheer Nederland. (januari 2025). Infographic 2025 - Noodzaak voor versnelling en oorzaken van vertraging. Opgehaald van www.ebn.nl/feiten-en-cijfers/infographic/

ENTSO-E. (november 2024). Public Consultation on Flexibility Needs Assessment Methodology. Opgehaald van consultations.entsoe.eu/system-development/public-consultation-on-flexibility-needs-assessment/

Equans. (mei 2023). Proef naar effect van flexibel laden op netcapaciteit. Opgehaald van equans.nl/nieuws/proef-naar-effect-van-flexibel-laden-op-netcapaciteit/

Fastned. (oktober 2024). Fastned roept op tot lef bij het uitgeven van flexibel vermogen op het. Opgehaald van www.fastnedcharging.com/hq/nl/fastned-roept-op-tot-lef-bij-het-uitgeven-van-flexibel-vermogen-op-het-elektriciteitsnet

Glastuinbouw Nederland. (oktober 2024). Aardwarmte in de glastuinbouw. Opgehaald van www.glastuinbouwnederland.nl/publiek/home/glastuinbouw/wat-is-glastuinbouw/aardwarmte/

Glastuinbouw Nederland. (oktober 2024). Energievisie Glastuinbouw. Opgehaald van www.glastuinbouwnederland.nl/energie/energievisie-convenant/

Klimaatakkoord. (juni 2019). Klimaatakkoord. Opgehaald van www.klimaatakkoord.nl/documenten/publicaties/2019/06/28/klimaatakkoord

Liander. (2024). Wanneer bent u een congestieverzachter? Opgehaald van www.liander.nl/grootzakelijk/capaciteit-op-het-net/congestiemanagement/maatschappelijk-prioriteren/congestieverzachters

Liander. (juni 2024). Actieplan Netcongestie Flevopolder – Van probleem naar oplossingen samen met. Opgehaald van www.liander.nl/-/media/files/nieuws/20240630-actieplan-netcongestie-flevopolder--versie-10-4.pdf

NAL. (september 2024). Nationaal laadonderzoek 2024: EV-rijder wil slim laden. Opgehaald van www.agendalaadinfrastructuur.nl/nieuws/2884643.aspx

Nationaal Programma Verduurzaming Industrie. (september 2024). Cluster Energie Strategieën (CES). Opgehaald van www.verduurzamingindustrie.nl/energie-infra/ces/default.aspx

NBNL. (januari 2025). Capaciteitskaart. Opgehaald van capaciteitskaart.netbeheernederland.nl/

NBNL. (juni 2023). Het energiesysteem van de toekomst: de II3050-scenario's. Opgehaald van www.netbeheernederland.nl/publicatie/rapport-ii3050-scenarios

NBNL. (juni 2024). Stand van de uitvoering. Opgehaald van www.netbeheernederland.nl/publicatie/stand-van-de-uitvoering

Overheid. (november 2024). Wetsvoorstel ter implementatie van het EU Electricity Market Design-pakket. Opgehaald van www.internetconsultatie.nl/emdimplementatie/b1

PBL. (oktober 2024). Klimaat- en Energieverkenning 2024. Opgehaald van www.pbl.nl/publicaties/klimaat-en-energieverkenning-2024

Planbureau voor de Leefomgeving. (december 2024). Reflectie op Cluster Energiestrategieën 2024 (CES 3.0). Opgehaald van www.pbl.nl/system/files/document/2024-12/pbl-2024-reflectie-op-cluster-energiestrategieen-2024-ces30-5312.pdf

PwC. (juli 2021). Unlocking Industrial Demand Side Response. Opgehaald van netztransparenz.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Company/News/Dutch/2021/Unlocking_industrial_Demand_Side_Response.pdf

RET. (juli 2024). Doorbraak in slim gebruik van elektriciteitsnetten: RET mag net beschikbaar stellen voor. Opgehaald van corporate.ret.nl/nieuws/doorbraak-in-slim-gebruik-van-elektriciteitsnetten-ret-mag-net-beschikbaar-stellen-voor-laadpleinen

Rijksoverheid. (juni 2023). Routekaart Energieopslag. Opgehaald van www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2023/06/07/bijlage-1-routekaart-energieopslag

ROCC. (september 2024). Inventarisatie pilots OV-netten t.b.v. netcongestie. Opgehaald van www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-infrastructuur-en-waterstaat/documenten/rapporten/2024/09/10/inventarisatie-pilots-ov-netten-t-b-v-netcongestie

RVO. (april 2024). Routekaart energiehubs: gids voor de ontwikkeling van een energiehubs. Opgehaald van www.rvo.nl/nieuws/routekaart-energiehubs

RVO. (november 2024). Wegwijzer voor ondernemers: wat kunt u doen bij netcongestie? Opgehaald van www.rvo.nl/onderwerpen/netcongestie-en-opslag-van-energie/wegwijzer-netcongestie-ondernemers

Stedin. (oktober 2024). Nog weinig 'flexvermogen' om stroomgebruik te verlagen tijdens piek op stroomnet Utrecht. Opgehaald van www.stedin.net/over-stedin/pers-en-media/persberichten/nog-weinig-flexvermogen-om-stroomgebruik-te-verlagen-tijdens-piek-op-stroomnet-utrecht

STOWA. (november 2019). Slim malen, energie besparen?! Opgehaald van www.stowa.nl/publicaties/slim-malen-energie-besparen

TenneT. (2024). Balanceringsmarkten. Opgehaald van www.tennet.eu/nl/balanceringsmarkten

TenneT. (mei 2024). Monitor Leveringszekerheid 2024. Opgehaald van www.tennet.eu/nl/over-tennet/publicaties/rapport-monitoring-leveringszekerheid

TenneT. (juli 2024). Gezocht: extra 'stroomgeneratoren' om energietransitie mogelijk te maken. Opgehaald van www.tennet.eu/nl/nieuws/gezocht-extra-stroomgeneratoren-om-energieoverstroom-mogelijk-te-maken

TenneT. (juli 2024). Tienjaarsprognose voorspelt stijging transporttarieven vanaf 2027. Opgehaald van www.tennet.eu/nl/nieuws/tienjaarsprognose-voorspelt-stijging-transporttarieven-vanaf-2027

TKI Energie en Industrie, TNO, DNV en MSG Sustainable Strategies. (oktober 2021). Routekaart elektrificatie in de industrie. Opgehaald van <https://publications.tno.nl/publication/34638678/cKvXSU/TNO-2021-routekaart.pdf>

TNO. (2023). Flexibiliteit in het elektriciteitssysteem. Opgehaald van publications.tno.nl/publication/34640991/uj9mX5/TNO-2023-FlexibiliteitEnergienetwerk.pdf

TNO. (november 2024). De rol van slimme apparaten bij netcongestie op het laagspanningsnet. Opgehaald van www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2024/11/21/tno-de-rol-van-slimme-apparaten-bij-netcongestie-op-het-laagspanningsnet

Topsector. (november 2023). Kennis- en innovatieagenda op Lokaal Spoor. Opgehaald van topsectorenergie.nl/documents/924/Kennis-en_Innovatieagenda_Energie_op_Lokaal_Spoor_-_20240216_upQtWb3.pdf

Bijlagen

- Bijlage 1: Huidige acties om het netwerk beter te benutten
- Bijlage 2: Verdieping Nederlandse markten en contractvormen
- Bijlage 3: Verdieping flexibiliteit bij bedrijven (exclusief industrie) en instellingen
- Bijlage 4: Verdieping flexibiliteit van de industriële elektriciteitsvraag



6.1 Bijlage 1: Huidige acties om het netwerk beter te benutten

Dit overzicht laat zien welke acties al lopen die een duidelijke relatie hebben met de gedefinieerde beleidsacties in deze rapportage. Het is geen uitputtend overzicht van alle lopende acties rond flexibiliteit en netcongestie.

Tabel 8: Huidige acties die een duidelijke afhankelijkheid hebben met gedefinieerde beleidsacties

Huidige actie	Omschrijving	Knelpunten (H3)	Actielijn	Actiehouder	Status
1. Wegwijzer voor ondernemers	Aangezien sommige oplossingen bij netcongestie en flex- en congestiecontracten nieuw zijn en inhoudelijk complex, is het voor bedrijven lastig te bepalen welke oplossing(en) voor welke situatie de beste is. Om hierin te ondersteunen, is een beslisboom ontwikkeld, waarbij bedrijven vraag gestuurd naar de voor hen geschikte producten en oplossingen worden geleid. Deze beslisboom ondersteunt de communicatie en uitrol van de oplossingen en geeft bedrijven sneller inzicht in de voor hen geschikte mogelijkheden.	2.1 4.3, 4.5, 4.7 5.2, 5.6, 5.7	LAN - Beter Benutten Mogelijk Maken	KGG/RVO	De wegwijzer staat op de RVO-website (RVO, november 2024). Deze wordt doorlopend geüpdatet bij nieuwe informatie.
2. Stimuleren Energiehubs	Het Stimuleringsprogramma Energiehubs brengt versnelling aan in de ontwikkeling van lokale 'energiehubs', door de ontwikkeling ervan lokaal te ondersteunen, door kennis te ontwikkelen en uit te wisselen en door knelpunten waar nodig weg te nemen.	3.2, 3.8 4.2, 4.7 5.2, 5.4	LAN - Beter Benutten Bedrijven en Instellingen	KGG	Programma loopt. In 2025 ligt de focus op de rol van regionale partijen en het aanreiken van kennis en (juridische) producten. Er wordt onder andere gewerkt aan passende financieringsmogelijkheden, toegang tot data en aansprakelijkheid.
3. Ondersteuningsprogramma netcongestie Bedrijfsleven	Dit programma richt zich op ondernemers informeren over netcongestie en flexibiliteitsmaatregelen door het begrip over mogelijke maatregelen te vergroten. VNO NCW MKB-NL voert het programma uit en werkt hierbij samen met NBNL en het ministerie van KGG.	2.1, 2.2 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.6, 4.7 5.1, 5.2, 5.7	LAN – Beter Benutten Bedrijven en Instellingen	VNO NCW/ MKB-NL	Het programma loopt en gaat een nieuwe fase in waarin de focus ligt op inbrengen van feedback en ervaringen van ondernemers bij de beleidsmakers, communicatie richting bedrijven, een sectorale aanpak en energiehubs.
4. Subsidieregeling Flexibiliteit Elektriciteitsverbruik (Flex-e)	De subsidieregeling richt zich erop het flexibel vermogen bij bedrijven en instellingen te vergroten. De subsidieregeling kent drie onderdelen: a) flexibiliteitsscans, b) haalbaarheidsstudie voor flexibiliteitsmaatregelen en c) realiseren van flexibiliteitsmaatregelen. RVO werkt de subsidieregeling uit in samenwerking met het ministerie van KGG. Openstelling van de regeling staat gepland voor april 2025 en duurt tot eind 2026.	1.1, 1.2, 1.3 2.1 3.2 4.2, 4.6 5.4	LAN – Beter Benutten Bedrijven en Instellingen	KGG/RVO	Internetconsultatie voor de regeling heeft plaatsgevonden Q4 2024. De regeling gaat naar verwachting in Q2 2025 open met een budget van 55 miljoen.

Huidige actie	Omschrijving	Knelpunten (H3)	Actielijn	Actiehouder	Status
5. Bestuurlijk aanjager Slim met Stroom	De Bestuurlijk aanjager Slim met Stroom heeft doorbraaktafels georganiseerd op de thema's Energiehubs, wachtrijen en Financiële prikkels. Hierna wordt een onafhankelijk advies uitgebracht aan de minister. Er is ook een aanzet gemaakt voor congestiedeals met waterschappen, OV-partijen en datacenters.	4.7 5.9	LAN – Beter Benutten Bedrijven en Instellingen	KGG	Rapport is Q4 2024 gepubliceerd. De adviezen uit het rapport worden waar toepasselijk opgepakt binnen of buiten het LAN.
6. Ontwikkelen kernindicatoren dashboard netcongestie	De 'stand van uitvoering' van NBNL wordt uitgewerkt tot een dashboard met kernindicatoren voor o.a. flexibiliteit. Hiermee kan de voortgang van de ontwikkeling van flexibel vermogen, het aantal afgesloten congestiemanagement contracten en de ontwikkeling van wachtrijen gemonitord worden.	3.3, 3.6, 3.7 5.5	LAN- Slimmer Inzicht	NBNL	Het dashboard wordt naar verwachting in Q1 2025 gepubliceerd.
7. Doorontwikkeling landelijke capaciteitskaart	De landelijke capaciteitskaart met de situatie van de netcongestie situatie wordt verder (continu) doorontwikkeld. Er is een gebruikersgroep ingericht om de informatiebehoefte in kaart te brengen.	3.3, 3.4, 3.5, 3.6	LAN – LAN Slimmer Inzicht	NBNL	De laatste update is uitgevoerd in Q4 2024. Momenteel wordt gewerkt aan een functionaliteit om aan te geven wanneer er hoeveel transportvermogen bijkomt zodra netuitbreiding is afgerond.
8. Bekostiging Elektriciteits-infrastructuur	Het doel van dit onderzoek is om meer inzicht in en grip te krijgen op de omvang van de investeringen in de elektriciteitsinfrastructuur tussen nu en 2040, en de bekostiging en financiering ervan, zowel vanuit nationaal als Europees perspectief. Dit Interdepartementaal beleidsonderzoek (IBO) moet leiden tot concrete beleidsopties, die bijdragen aan onze concurrentiepositie en de betaalbaarheid.	1.7	Interdepartementaal beleidsonderzoek (IBO)	KGG	Dit rapport is naar verwachting in Q1 2025 klaar. Het gaat in op de investeringen, financiering, kostenverdeling, besluitvorming en bekostiging.
9. Brede herziening tariefstructuur	De ACM heeft een kader gepubliceerd voor herziening van de tariefstructuur. Mogelijkheden die hierin staan zijn o.a. verdere differentiatie van nettarieven op basis van moment en locatie en harmonisatie van tariefdragers op verschillende spanningsniveaus. De ACM onderzoekt deze aanpassingen, samen met netbeheerders en andere betrokken partijen.	1.1, 1.2, 1.7	LAN – Beter Benutten Mogelijk Maken	ACM	Lopend, continu proces. Vanaf 2025 zal een wijziging voor de nettarieven op het landelijke net ingaan, voor de regionale netten wordt dit nog onderzocht.
10. Vervolgstudie maatschappelijke kosten netcongestie	Vervolg uit routekaart energieopslag. Biedt inzicht in maatschappelijke kosten van netcongestie met inachtneming van mogelijkheden tot substitutie en adaptatie door bedrijven.	1.2, 1.4	Routekaart Energieopslag	KGG/RVO	Afbakening van het onderzoek wordt nog vastgesteld. De opdracht wordt naar verwachting Q1 2025 uitgezet.
11. Groeps-TO	Met de Groeps-TO willen netbeheerders de onderlinge uitwisseling van transportcapaciteit mogelijk maken. Als groep kunnen aangeslotenen daadwerkelijk vraag en aanbod op elkaar afstemmen en door de Groeps-TO ontstaat een (financiële) prikkel om het net beter te benutten.	1.5, 1.7 5.3	LAN – Beter Benutten Mogelijk Maken	NBNL	ACM buigt zich momenteel over het codevoorstel van de netbeheerders. Naar verwachting zal er medio 2025 een definitief codebesluit zijn waarna de netbeheerders kunnen beginnen met implementatie en uitrol.
12. Landelijk kader Flextenders	Om de transparantie van toekomstige flextenders te vergroten wordt gewerkt aan een landelijk kader voor Flextenders.	1.1 3.3	-	EnergieNederland	De verwachting is dat het landelijk kader begin 2025 gereed is.

6.2 Bijlage 2: Verdieping Nederlandse markten en contractvormen

De handel in elektriciteit in Nederland is georganiseerd in de groothandelsmarkt en balanceringsmarkten. Daarnaast is er ook nog congestiemanagement waar bedrijven en instellingen een vergoeding kunnen krijgen voor hun gemiste inkomen. Deze bijlage biedt een gedetailleerde toelichting op hoe deze markten functioneren en welke rol ze spelen in het afstemmen van vraag en aanbod, het waarborgen van netstabiliteit en het beheren van netcongestie. Daarnaast worden specifieke contractvormen en regelingen uitgebreid besproken, waarmee flexibiliteit en efficiënt netgebruik worden gestimuleerd in een energiesysteem in transitie.

Groothandelsmarkten

Via energiehandel komen vraag en aanbod bij elkaar in de handelsperioden van enkele jaren voorafgaand aan, tot de dag van realisatie van invoeding of afname. Deze handel leidt tot afstemming van invoeding en afname van elektriciteit op het net. Daarvoor wordt dagelijks een planning aangeleverd aan de landelijke netbeheerder, een zogenaamd energieprogramma of e-programma, waarin voor elke partij die elektriciteit invoedt op of afneemt van het elektriciteitsnet de dagplanning wordt vastgelegd. Deze dagplanning dient op kwartierbasis in balans te zijn. Elke partij met één of meer aansluitingen draagt daarvoor -programmaverantwoordelijkheid-, of besteedt deze uit aan een Balancing Responsible Party (BRP).

De energiehandel voor levering en balanceren van vraag en aanbod vindt met name plaats op de volgende markten:

- **De termijnmarkt**, waar tot enkele jaren voor realisatie producten met een leveringsperiode van een jaar, kwartaal, maand of week worden verhandeld.
- **Day-ahead markt**, waar vandaag wordt gehandeld en morgen geleverd. Deze markt werkt met blokken van een uur en heeft dus uurprijzen. De meeste handel vindt plaats op de day-aheadmarkt.
- **Intraday markt**, waar op dezelfde dag wordt gehandeld en geleverd. De intraday markt werkt met blokken van minimaal een kwartier en kan daarom kwartier-, halfuur- én uurprijzen hebben.

De huidige marktindeling voor elektriciteit stimuleert de inzet van flexibiliteit zowel aan de vraagzijde als aan de aanbodzijde, omdat prijzen op de day-ahead- en intradaymarkten variëren gedurende de dag. Dat stimuleert afnemers van elektriciteit om elektriciteit af te nemen op momenten met lage prijzen en het stimuleert aanbieders van elektriciteit om aan te bieden op momenten met hoge prijzen.

Balanceringsmarkten

De landelijke hoogspanningsnetbeheerder TenneT heeft de taak om de balans op het elektriciteitsnet te handhaven. Tennet houdt het op landelijk niveau en in real-time vraag naar en aanbod van elektriciteit in evenwicht. Afwijkingen van de energieprogramma's door afwijkingen van de voorspellingen (in vraag, maar ook door elektriciteitsproductie uit wind en zon), onverwachte uitval van productie-eenheden of uitval van netcomponenten leiden tot onbalans.

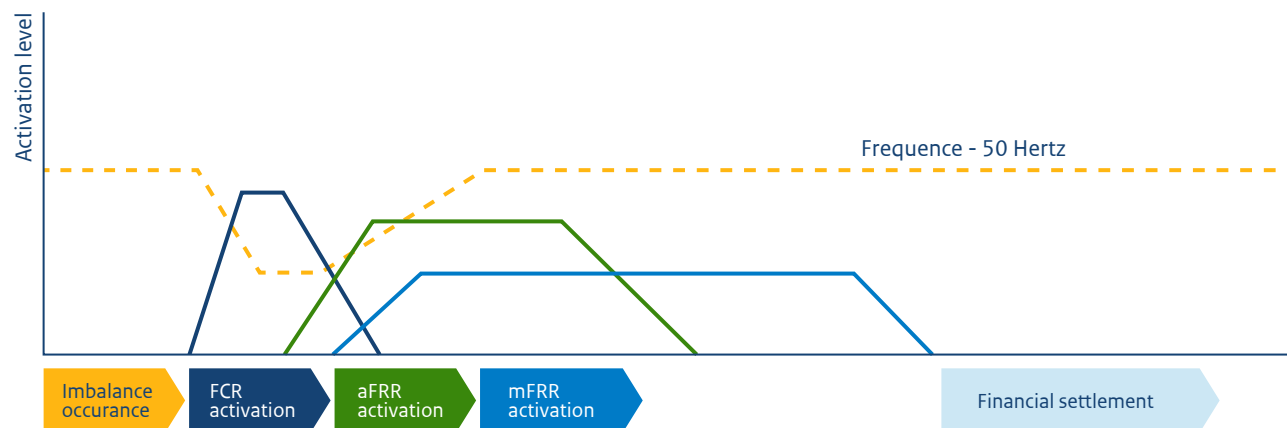
Tennet houdt de frequentie op het Nederlandse net op 50 Hertz. Onbalans kan leiden tot frequentieafwijking en uiteindelijk tot lokale of zelfs landelijke stroomuitval.

Tennet gebruikt de volgende vier producten/markten om het net in balans te houden:

- **Frequentiehandhaving (FCR)**, dit is de eerste verdedigingslinie die automatische aanpassingen levert om kleine afwijkingen in de netfrequentie direct te corrigeren. De partij die deze dienst levert moet het volledige vermogen binnen 30 seconden kunnen opstarten.
- **Regelvermogen (aFRR)**, deze reserve automatiseert het herstel van de balans in het elektriciteitsnet binnen enkele minuten na een verstoring. Als deze geactiveerd wordt door de netbeheerder moet het vermogen binnen 15 minuten volledig beschikbaar zijn.
- **Noodvermogen (mFRR)**, dit is een handmatig geactiveerde reserve die wordt ingezet voor langdurige onbalanssituaties en grotere verstoringen. Het bestuurbaar vermogen dient binnen 15 minuten volledig geactiveerd te kunnen worden voor minstens 75 minuten.
- **Onbalansmarkt (onbalansprijsystematiek)**, dit is een markt waar onbalansprijzen worden bepaald en partijen worden geprikkeld om productie en verbruik in realtime in evenwicht te brengen.

Balanceringsproducten van TenneT stimuleren flexibele vraag en flexibel aanbod van elektriciteit door op- en afregelen (via FCR, aFRR en mFRR) te belonen en door het veroorzaken van onbalans te beboeten (via de onbalansprijsystematiek). De verschillende balanceringsproducten en hun typische (relatieve) verloop in de tijd vanaf het moment dat onbalans begint, is weergegeven in Figuur 3.

Figuur 3: Overzicht van hoe de verschillende balanceringsmarkten (FCR, aFRR en mFRR) samenwerken om een verstoring in de netfrequentie te corrigeren (TenneT, 2024).



Congestiemanagement

De laatste dienst die van cruciaal belang is, is het verminderen van netcongestie. Netcongestie ontstaat als er meer elektriciteit wordt gevraagd of aangeboden dan de elektriciteitsinfrastructuur op die locatie aankan. Netcongestie is daarmee een lokaal probleem en vraagt daarmee ook om een lokale oplossing (flexibiliteit binnen het congestiegebied). Het is de verantwoordelijkheid van de netbeheerders om deze congestie te verminderen of te voorkomen. Dit gebeurt onder andere door de uitbreiding van het elektriciteitsnet (op de lange termijn) en door congestiemanagement (op de korte termijn). Met congestiemanagement kunnen netbeheerders grootzakelijke klanten vragen om tijdelijk minder elektriciteit te verbruiken of op te wekken, tegen een vergoeding. De vrijgekomen capaciteit kan de netbeheerder verdelen onder andere netgebruikers.

Er zijn verschillende manieren van congestiemanagement mogelijk. Een aantal hiervan verlopen via het congestie-managementplatform van de Nederlandse netbeheerders (GOPACS). De huidige contractvormen en diensten omvatten:

- **Redispatch:** Een redispatch bieding houdt in dat een aangeslotene aanbiedt om tegen een bepaalde vergoeding op een specifieke locatie op- of af te regelen dan volgens de prognose was voorzien. Voordat een aangeslotene dit kan aanbieden, moet hij aangesloten zijn bij een Congestion Service Provider (CSP) en moet zijn aansluiting hiervoor worden gekwalificeerd. De inzet van een CSP binnen congestiegebied wordt altijd gekoppeld aan een verzoek buiten het congestiegebied, om onbalans te voorkomen. Op deze manier verschuift redispatch vermogen van een locatie met beperkte capaciteit naar een locatie met voldoende capaciteit, waardoor fysieke netcongestie kan worden opgelost.

- **Capaciteitsbeperkingscontracten (CBC):** Een CBC houdt in dat een aangeslotene gedurende een bepaalde periode tot een beperkte capaciteit gebruikmaakt van zijn gecontracteerde transportvermogen (GTV). De aangeslotene maakt daarmee tijdelijk geen gebruik van een gedeelte van de GTV, tegen een vooraf met de netbeheerder overeengekomen vergoeding. Voor deze regeling wordt een contract afgesloten met de netbeheerder. Daarnaast moeten aangesloten hun aansluiting laten prekwalficeren. Verder kunnen aansluitingen kleiner dan 60 MW zich vrijwillig aansluiten bij een CSP, terwijl dit voor aansluiting van 60 MW of groter verplicht is.
- **Groeps capaciteitsbeperkingscontract (Groeps-CBC):** bij dit contract gaat een groep netgebruikers gezamenlijk een CBC aan met de netbeheerder. In dit geval vraagt de netbeheerder de groep als geheel tijdelijk, op door de netbeheerder gevraagde momenten, hun vraag naar transportcapaciteit te verlagen.

Buiten deze vormen van congestiemanagement heeft de ACM meerdere maatregelen genomen gerelateerd aan het verlichten van netcongestie. Enkele besluiten gaan over het invoeren van verplichte deelname, tariefprikkels, en nieuwe contractvormen voor het realiseren van efficiënt netgebruik. Deze besluiten resulteren in extra handelingsperspectief voor bedrijven en instellingen, binnen en buiten netcongestiegebieden.

Een selectie van maatregelen is als volgt:

- **Deelnameplicht:** In het geval van congestieproblematiek kan de netbeheerder grootverbruikers en producenten met een gecontracteerd vermogen van meer dan 1 megawatt verplichten bij te dragen aan congestiemanagement. De netbeheerder beoordeelt per congestiegebied wat er nodig is om overbelasting te voorkomen en bepaald op basis daarvan

vanaf welk vermogen (tussen de 1 megawatt en 60 megawatt) een verplichte bijdrage vereist is. De netbeheerder geeft bij de inzet van de deelnameplicht aan of de verplichting geldt voor invoeding of voor afname en welk congestie-managementproduct (redispatch of CBC) aangeboden moet worden door de aangeslotene. Na bekendmaking van de verplichting krijgen producenten en verbruikers de tijd om: 1) een Congestion Service Provider (CSP) aan te wijzen, 2) hun aansluiting te prekwalficeren voor congestie-management en 3) een aanbod te doen aan de netbeheerder. ACM verwacht dat aangeslotenen alle flexibiliteit aanbieden aan de netbeheerder.

Bedrijven en instellingen die een essentiële bijdrage leveren aan de vitale infrastructuur van Nederland, zoals elektriciteits-productie-eenheden en ziekenhuizen, zijn vrijgesteld van deze deelnameplicht. Deze maatregel is een uitbreiding van een eerdere verplichting die uitsluitend gold voor producenten en afnemers met een aansluiting van 60 MW of meer.

Netbeheerders kunnen de deelnameplicht inzetten in een congestiegebied voor marktpartijen of voor gesloten distributiesystemen (GDS'en met een aansluiting van 1 MW of hoger. Dit stelt de netbeheerder in staat om flexibiliteit binnen GDS'en, zoals het slim laden van elektrische voertuigen, in te zetten om transportschaarste op het publieke net te verlichten. GDS-beheerders zijn verplicht om vrijwillige biedingen van GDS-aangeslotenen te faciliteren wanneer een deelnameplicht geldt. Dit betreft alleen het invoeden van flexibiliteit en de verplichting om deel te nemen, waarbij het GDS zelf de vrijheid behoudt om te bepalen tegen welke prijs en met welke omvang (capaciteit) dit gebeurt.

- **Maatschappelijk prioriteren:** Op basis van het prioriteringskader kunnen netbeheerders in congestiegebied voortaan voorrang geven bij het toekennen van transportcapaciteit aan transportverzoeken die een groot algemeen belang dienen. Er zijn 3 prioriteringscategoriën: 1) zogenoemde congestie-verzachters, 2) veiligheid en 3) meerdere basisbehoeften. Congestie-verzachters zijn bedrijven die meer capaciteit op het elektriciteitsnet voor andere klanten creëren. Netbeheerders hebben op basis van de Netcode Elektriciteit hiervoor verschillende criteria opgesteld (Liander, 2024). Een voorbeeld van een van de criteria is dat het bedrijf of de instelling op de wachtlijst staat en een significante bijdrage kan leveren aan het verminderen van congestie. Wanneer het bedrijf de congestie niet verergert, maar ook niet vermindert, dan is het bedrijf geen congestieverzachter. Netbeheerders zijn vanaf 1 oktober 2024 verplicht om het prioriteringskader toe te passen in congestiegebieden (ACM, april 2024).
- **Alternatieve transportrechten (ATR):** Met alternatieve transportrechten wordt de beperkte ruimte op het elektriciteitsnet beter benut en wordt er meer ruimte gecreëerd voor andere aangeslotenen. Daarnaast is het voor de netbeheerder soms wel mogelijk een alternatief transportrecht te vergeven wanneer er geen ruimte is voor een vast transportrecht. Aangeslotenen die gebruik maken van een alternatief transportrecht betalen een lager nettatarief omdat zij met aangepast netgebruik bijdragen aan het verminderen of voorkomen van netcongestie (ACM, juli 2024). Er zijn recent twee nieuwe alternatieve transportrechten geïntroduceerd:

- **Tijdsduurgebonden transportrecht:** dit transportrecht geeft aangeslotene op het landelijke hoogspanningsnet recht op transport gedurende minimaal 85% van de uren op jaarbasis. De netbeheerder laat uiterlijk een dag van tevoren weten of er gedurende bepaalde uren geen gebruik kan worden gemaakt van het transportrecht. Het nettatarief voor deze vorm van transportrecht is ongeveer 50% lager dan bij het normale transportrecht. De landelijke netbeheerder kan vanaf 1 april 2025 deze contracten aanbieden, per 1 oktober 2025 is hij verplicht om dit transportrecht aan te bieden.
- **Tijdsblokgebonden transportrecht:** dit transportrecht geeft aangeslotene recht op transport binnen de met de regionale netbeheerder afgesproken tijdsblokken. De aangeslotene betaalt alleen nettarieven voor de gecontracteerde uren, hierdoor is het lager dan bij het normale transportrecht. Netbeheerders kunnen vanaf 1 april 2025 deze contracten aanbieden.

Time-of-use: grootverbruikers op het landelijke hoogspanningsnet verschuiven vrijwillig een (deel) van hun verbruik naar rustigere momenten. Aangeslotene die piekuren mijden betalen hierdoor een lager transporttarief dan aangeslotene die dat niet doen. De nieuwe tarievenstructuur voor het landelijke hoogspanningsnet is in werking per 1 januari 2025, voor regionale netten wordt het op dit moment voorbereid.

- **Inzet van regelbare opwek** (doorontwikkeling van de ‘Flextender’) om meer vermogen op knelpunten in het elektriciteitsnet te realiseren. Pieken in het hoogspanningsnet zijn vaak langdurig, waardoor de netbeheerder ze niet volledig met batterijen kan opvangen. Door tijdelijke inzet van regelbaar vermogen op lagere spanningsniveaus kan de netbeheerder congestie verminderen en structurele verduurzaming door elektrificatie faciliteren. Aangezien dit in de praktijk kan betekenen dat er extra elektriciteit wordt opgewekt met fossiele brandstoffen, moet de netbeheerder deze inzet beperken tot piekmomenten waarop het echt noodzakelijk is. Op dit moment gebruiken alleen de netbeheerders Stedin en TenneT in de provincie Utrecht regelbare opwek (TenneT, 4 juli 2024).

Daarnaast werkt ACM in samenwerking met het LAN en NBNL nog een flexibele contractvorm uit: de **groepstransportovereenkomst (groeps-TO)**. De groeps-TO is een contractvorm waarbij een groep netgebruikers gezamenlijk een contract aangaat waarbinnen zij hun vraag naar transportcapaciteit op continue basis beperken. De groep is er gezamenlijk verantwoordelijk voor om binnen de toegekende capaciteit te blijven. Middels deze contractvorm kunnen groepsleden elkaar helpen om pieken in de transportvraag af te vlakken en dalen in het gezamenlijke profiel op te vullen. Deze contractvorm zal naar verwachting in het eerste kwartaal van 2025 beschikbaar komen.

6.3 Bijlage 3: Verdieping flexibiliteit bij bedrijven (exclusief industrie) en instellingen

De mogelijkheden voor flexibiliteit zijn per bedrijf of instelling verschillend. Deze bijlage start met een toelichting op de sectorale aanpak vanuit het ministerie KGG. Vervolgens zijn diverse belangrijke ontwikkelingen voor flexibiliteit in enkele branches beschreven. Hierbij is in deze bijlage de focus op Rijkswaterstaat, waterschappen, elektriciteitsnetten openbaar vervoer, mobiliteit, gebouwde omgeving en glastuinbouw.

Het ministerie KGG stimuleert een structurele aanpak per (deel) sector voor vermindering van de netcongestie. Diverse sectoren hebben de noodzaak of de behoefte om te groeien in een tijd van netcongestie. De sector zoekt dan in samenwerking met netbeheerders naar flexibele oplossingen die bijvoorbeeld het specifieke elektriciteitsgebruiksprofiel van een sector biedt. Dit kan resulteren in een sectordeal tussen de sector, de netbeheerder en het ministerie van KGG. Er is gestart met de volgende sectoren: waterschappen, OV-netten, Rijksvastgoed en datacenters. Deze eerste trajecten zijn experimenteel.

KGG is samen met NBNL aan het bekijken in hoeverre een gestandaardiseerde werkwijze wenselijk en mogelijk is die het opschalen van sectordeals eenvoudiger maken. Over het algemeen gaat het om de volgende maatregelen voor flexibiliteit:

- Verlagen of spreiden van het eigen piekverbruik
- Tijdgebonden contracten
- Inzet van lokale opwek en/of opslag, onder voorwaarde dat deze inpassing leidt tot minder netcongestie

Rijkswaterstaat

Bij Rijkswaterstaat (RWS) lopen er verschillende pilotprojecten die kijken naar oplossingen voor netcongestie of de inzet van flex. Zo denkt de organisatie mee met de netbeheerders om te kijken hoe ze slim kunnen omgaan met netcongestie, bijvoorbeeld met rechtstreekse aansluitingen op bedrijventerreinen. Of over hoe de laadinfrastructuur van de toekomst en de koppeling met energie-opwek eruit zou kunnen zien. Gemiddeld zit er weinig ruimte tussen het gecontracteerd vermogen en piekvermogen op de eigen aansluitingen van RWS. Er zijn enkele locaties waar substantieel ruimte zit.

Dat hoge vermogen is dan vaak nodig in geval van calamiteiten of als een brug/sluis bediend moet worden. Op die laatste locaties kijkt RWS of het er laadvoorzieningen kan plaatsen. Daarnaast onderzoekt RWS op een aantal locaties of er een batterij kan komen.

Waterschappen

Verschiedende waterschappen zoeken naar mogelijkheden om netcongestie te verminderen. Zo kijken ze of ze onder normale omstandigheden meer flexibel de gemalen kunnen gebruiken ('slim malen'). Dit doen zij door gemalen zoveel mogelijk in te zetten buiten piekmomenten op het net en eigen opwek (zoals zonnepanelen) en opslag in te zetten, waardoor ze het net ontlasten.

Rioolwaterzuiveringinstallaties hebben een meer continu elektriciteitsafnamepatroon. Zij zoeken naar mogelijkheden in besparing, efficiëntie, juiste inpassing van hun eigen lokale duurzame opwek (uit vergisting van rioolslib, windturbines en zonnepanelen) en of ze kunnen bijdragen aan balanceren van het net. Kortom, een inzet van Rioolwaterzuiveringinstallaties als smart energyhubs. Het is nog onduidelijk hoe groot het potentieel hier is. Het kenniscentrum voor waterschappen STOWA spreekt in een rapport uit 2019 over 1.700 MWh opslag, bij een vermogen van 200 MW (STOWA, november 2019).

Op 5 november 2024 hebben de Unie van Waterschappen, NBNL, de minister van KGG en de Bestuurlijk aanjager Slim met stroom bestuurlijke afspraken gemaakt over de wijze waarop de toenemende elektriciteitsbehoefte van waterschappen kan worden geregeld en tegelijkertijd netcongestie kan worden verminderd. Deze afspraken zijn een bestuurlijk raamwerk dat lokale waterschappen en netbeheerders in 2025 invullen.

Elektriciteitsnetten openbaar vervoer (gemeentelijke vervoerders en ProRail)

Het slimmer omgaan met en beter benutten van elektriciteitsnetten voor het openbaar vervoer bieden kansen voor flexibiliteit. Deze netten worden niet volledig benut (vooral 's nachts niet), waardoor er mogelijkheden zijn om ze te gebruiken voor andere doeleinden. Het betreft dus parallelle benutting van al bestaande netcapaciteit bij de regionale netbeheerder voor zowel intern gebruik (bijvoorbeeld laadpalen voor eigen elektrische bussen) als extern gebruik (bijvoorbeeld laadpalen voor vrachtwagens en mobiliteit) (Topsector, november 2023). Het gebruiken van de restcapaciteit door externen is alleen toegestaan als de ACM hier toestemming voor geeft. Recent is dit voor het eerst gebeurd voor de RET, die in Rotterdam 2000 MWh per jaar zal leveren voor twee laadpleinen (ACM, juni 2024; RET, juli 2024).

Binnen de grote steden vindt een verkenning plaats naar de kansen voor kruisbestuiving tussen verschillende vervoerders (bus, tram, metro) en de wijze waarop het OV kan helpen de congestieproblematiek in de stad te verminderen, onder meer door bovenleidingen slim te gebruiken.

Het regionaal vervoer verkent welke kansen het laadprofiel van elektrische bussen (die overdag rijden en 's nachts laden) biedt voor het maken van afspraken tussen de sector en netbeheerders. Landelijk wordt verkend hoe de congestieproblemen van ProRail kunnen worden opgelost en welke kansen het elektriciteitsnet van ProRail biedt.

Andere manieren waarop openbaar vervoerselektriciteitsnetten netcongestie kunnen verminderen zijn: het toevoegen van lokale duurzame opwek zodat de elektriciteitsvraag uit het publieke net vermindert en het koppelen van netsecties waardoor belasting op tractiestations⁴ beter verspreid kan worden (ROCC, september 2024).

Momenteel lopen in heel het land pilots en zijn verschillende vervoerders op eigen initiatief bezig met projecten. Een overzicht van kansrijke pilots is beschikbaar (ROCC, september 2024). Aangezien veel ontwikkelingen nog in de pilotfase zitten en er geen landelijke coördinatie is, is het onduidelijk hoeveel potentie dit landelijk heeft.

De sectordeale Openbaar Vervoer-netten bevindt zich in de voorbereidende fase, waarbij de eerste gesprekken zijn afgerond. De doelstelling is om in 2025 een bestuurlijk akkoord te sluiten tussen OV partijen, netbeheerders en de ministeries van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en KGG.

Mobiliteit

Parallel aan de ontwikkelingen van het openbaar vervoer is de elektrificatie van de transport- en mobiliteitssector in volle gang. EV-batterijen bieden hierbij een aanzienlijk flexvermogen en kunnen worden ingezet om pieken te beheren en investeringen te vermijden.

Slim Laden' kan op meerdere manieren, bijvoorbeeld:

1. Gecontroleerd laden, waarbij laadbeslissingen afgestemd worden op de behoeften van het netwerk, bijvoorbeeld uitstellen tot een tijdstip waarop er geen congestie is.
2. Vehicle to grid (V2G), waarbij EV-batterijen extra netwerkcapaciteit leveren door te laden wanneer het netwerk overbelast is en te ontladen wanneer er behoefte is.

Consumenten en bedrijven gaan steeds meer gecontroleerd laden, voornamelijk op momenten dat de elektriciteit goedkoper is, er meer duurzame elektriciteit beschikbaar is of wanneer het minder druk is op het elektriciteitsnet (NAL, september 2024). Puur als oplossing voor netcongestie is de inzet nog beperkt, maar dit groeit. Er lopen proeven en verschillende regio's zetten hierop in bij nieuwe aanbestedingen (Equans, mei 2023). Er is een groot potentieel voor beide vormen van slim laden. Een studie van PWC laat zien dat tegen 2030 de piekbelasting van alle EV's kan dalen van 3 GW naar 1 GW waardoor het risico op (lokale) overbelasting van het elektriciteitsnet vermindert (ElaadNL, maart 2024). Binnen deze sector is er bovendien veel interesse om netcapaciteit beschikbaar te maken via capaciteitsbeperkende contracten. Zowel bij bedrijven met eigen wagenparken alsook de exploitanten van publieke snelladers (Fastned, oktober 2024). Tot slot is door netcongestie de inzet van stationaire batterijen veelvoorkomend bij laadinfrastructuur bij bedrijven en ook bij publieke laadlocaties.

4. OV-netten zijn meestal tractienetten. Een tractienet is gericht op het aandrijven van trein, metro, tram en trolleybus. Dit gebeurt in Nederland (op enkele uitzonderingen na) met gelijkstroom. Dit betekent dat in een tractieonderstation zowel de omzetting van middenspanning MS naar laagspanning LS (transformator) als omzetting van wisselstroom AC naar gelijkstroom DC plaatsvindt.

Gebouwde omgeving

Flexibiliteit in de gebouwde omgeving (waaronder zorg-instellingen/onderwijsinstellingen/kantoren) is onder meer mogelijk door:

- vraagsturing van slimme warmtepompen
- elektrisch (ont)laden van voertuigen
- slimme elektrische boilers
- de toepassing van (kleine) batterijen
- en de juiste inpassing van zonnepanelen.

Recent heeft TNO het potentieel aan flexibiliteit van warmtepompen en laadpalen – zonder verlies aan comfort – bij huishoudens in kaart gebracht. Dit verschilt per buurt en seizoen. Het potentieel van warmtepompen is in de winter veel groter, omdat mensen ze dan meer gebruiken en er dus meer sturing mogelijk is. Een belangrijke conclusie is dat voor het ontsluiten van flexibiliteit bij huishoudens communicatie tussen apparaten essentieel is. Een aanbeveling is om te gaan werken aan een softwareprotocol of -standaard waardoor ieder apparaat kan communiceren met ieder energiemanagementsysteem (TNO, november 2024).

Over het algemeen zal er bij onderwijsinstellingen en kantoren meer flexvermogen zijn dan in zorginstellingen, aangezien deze sectoren 's nachts gesloten zijn. De mogelijkheid bestaat dan om de capaciteit gedurende dit tijdsblok beschikbaar te stellen aan andere partijen. Denk bijvoorbeeld aan het laden van batterijen voor elektrische voertuigen.

In grote gebouwcomplexen (zoals bij ziekenhuizen en universiteiten) bestaat de energievoorziening vaak uit een aardgasgestookte warmtekrachtkoppeling (WKK)-installatie. Het is onbekend in hoeverre deze installaties een rol (kunnen) spelen op het gebied van flexibiliteit. Verder is het klimaatbeleid in de gebouwde omgeving gericht op het uitfasen van fossiele brandstoffen, zoals aardgas.

Als een WKK- installatie wordt vervangen door elektrisch gedreven installaties (zoals warmtepompen al dan niet in combinatie met warmte-koude opslag), vergt dit de nodige aandacht. Dit leidt namelijk in het algemeen tot een verhoging van de netbelasting. De vraag is dan of er vanwege netcongestie afdoende transportcapaciteit beschikbaar is.

Glastuinbouw

De energievoorziening van de glastuinbouw kenmerkt zich door de vele opgestelde WKK-installaties. Deze spelen al een essentiële rol bij het in balans houden van het elektriciteitsnet. De inzet van de WKK's verschuift steeds meer richting regelvermogen en noodvermogen (BlueTerra, juli 2023). Tegelijkertijd heeft de sector de ambitie om in 2040 klimaat-neutraal te zijn (Glastuinbouw Nederland, oktober 2024). Dit betekent dat glastuinders aardgasgestookte WKK's op termijn vervangen door alternatieven zoals bijvoorbeeld waterstof of groen-gasgestookte WKK's. Glastuinbouwbedrijven zetten steeds meer in op flexibiliteit in hun energievoorziening, bijvoorbeeld door batterijen en warmtebuffers op maat te vullen voor later gebruik (BlueTerra, juli 2023).

Ook zijn er zo'n 20 aardwarmteprojecten die warmte leveren aan de nabije omgeving aan bijvoorbeeld huizen, gebouwen en kassen (Glastuinbouw Nederland, oktober 2024). Uit recent onderzoek blijkt dat deze sector een beschikbaar potentieel van 2,8 GW invoedend en 1,8 GW aan vraagzijde heeft (BlueTerra, juni 2024).



6.4 Bijlage 4: Verdieping flexibiliteit van de industriële elektriciteitsvraag

Deze bijlage beschrijft de bijdrage die de industrie in de flexibilisering van de elektriciteitsvraag en daarmee vermindering van netcongestie kan en moet gaan spelen. Deze bijlage is als volgt opgebouwd:

- Rol van de industrie in het systeem van de toekomst
- Industriële flexibiliteit in een kader
- Focusbepaling
- Industriële potentieel elektrische flexibiliteit
- Sectorale aanpak
- Technische verkenning
- Noodzakelijke gedragsverandering

In deze bijlage worden onder de noemer industrie dezelfde sectoren meegenomen als de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2024 doet. In tabel 9 is een opsomming van de sectoren te vinden. Deze keuze is gemaakt om prognoses vanuit de KEV voor de industrie gemakkelijker te kunnen vergelijken met data van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). Onderstaande beschouwing over de industrie geldt in hoofdzaak ook voor de sector raffinaderijen.

Visie op industriële elektrische flexibiliteit

Rol van de industrie in het systeem van de toekomst

Elektrificatie is in de eerste plaats bedoeld als een van de hoofdroutes van de industrie voor emissiereductie. Parallel daaraan faciliteert industriële elektrificatie de noodzakelijke flexibilisering van de elektriciteitsvraag. Door een flexibel vraagpatroon te ontwikkelen kan de industrie een proactieve rol (gaan) vervullen in het verminderen van netcongestie en zich voorbereiden op het weersafhankelijke energiesysteem van de toekomst. Aangezien de industrie 30% (2023) tot 35% (2021) (zie tabel 10) van het totale Nederlandse elektriciteitsverbruik vertegenwoordigt, heeft zij een belangrijke rol hierin.

Zoals ook blijkt uit de CES 3.0 (Cluster Energiestrategie) is de huidige rol van de industrie in het leveren van flexibiliteit nog beperkt. Je zou de industrie als ‘volgend en meebewegend’ met de ontwikkelingen op de elektriciteitsmarkt en de transporttarieven kunnen noemen (Nationaal Programma Verduurzaming Industrie, september 2024). Een meer proactieve en faciliterende rol dient in nauwe samenwerking met de netbeheerders ontwikkeld te worden. Wederzijds inzicht in de behoefte van de netbeheerders en de mogelijkheden van de industrie is hierbij vereist. Het grootste deel van de industrie in Nederland is al lange tijd hier gevestigd, de zogenaamde brown field industrie. Bij deze bedrijven betreft flexibilisering het aanpassen van de (besturing van) processen en/of de utilities. Bij de green field industrie (de relatief nieuwe industrie) is flexibilisering onderdeel van het ontwerpproces van een fabriek of proces.

Tabel 9: Definitie van de industrie in de KEV 2024.

SBI-code	Sectorbeschrijving
08	Delfstoffenwinning (geen olie en gas)
10	Voedingsmiddelenindustrie
11	Drankenindustrie
12	Tabaksindustrie
13	Textielindustrie
14	Kledingindustrie
15	Leer- en schoenenindustrie
16	Houtindustrie
17	Papierindustrie
18	Grafische industrie
20	Chemische industrie
21	Farmaceutische industrie
22	Rubber- en kunststofproductindustrie
23	Bouwmaterialenindustrie
25	Metaalproductenindustrie
26	Elektrotechnische industrie
27	Elektrische apparatenindustrie
28	Machine-industrie
29	Auto- en aanhangwagenindustrie
30	Overige transportmiddelenindustrie
31	Meubelindustrie
32	Overige industrie
F	Bouwnijverheid
	Hoogovens

Industriële elektrische flexibiliteit in een kader

Om de huidige en toekomstige industriële elektrische flexibiliteit in een kader te plaatsen is in tabel 10 een doorkijkje gegeven voor heden, 2030, 2035 en 2050. De getallen in de kolommen heden, prognose 2030 en prognose 2035 voor het totaal en industrieel elektriciteitsverbruik betreffen het finaal energetisch elektriciteitsverbruik plus het eigen verbruik voor de hoogovens. De data voor het huidige totale en industriële elektriciteitsverbruik is afkomstig uit de CBS-database. De prognoses voor 2030 en 2035 zijn gebaseerd op de KEV 2024, aangezien deze het meest rekening houdt met het

voorgenomen beleid. De prognoses voor 2050 zijn gebaseerd op de II3050 (Integrale energiesysteemverkenning 2030-2050) en de routekaart elektrificatie in de industrie. De II3050 neemt naast de sectoren die de KEV 2024 tot de industrie rekent (zie tabel 9) ook de raffinagesector, de kunstmestsector en datacenters & ICT mee (NBNI, juni 2023). De routekaart elektrificatie telt de raffinagesector ook mee en geeft daarnaast een prognose voor indirecte elektrificatie. Figuur 4 laat zien hoe het huidige theoretische flexibele potentieel is opgebouwd; dit bestaat voornamelijk uit de sectoren chemie, metaal en food.

Tabel 10: Overzicht huidig en geprognosticeerd totaal en industrieel elektriciteitsgebruik in Nederland en potentieel industrieel flexibel vermogen (x = geen opgave)

	Eenheid	Heden	Prognose 2030	Prognose 2035	Prognose 2050
Totaal elektriciteitsverbruik	TWh	107 ⁵ (2021) 102 ⁶ (2023)	123-134 ⁷ (2024)	137-154 ⁸ (2024)	269-433 ⁹ (2023)
Industrieel elektriciteitsverbruik	TWh	35 ¹⁰ (2021) 32 ¹¹ (2023)	43-49 ¹² (2024)	47-55 ¹³ (2024)	115-165 ¹⁴ (2018) 71,5-139,5 ¹⁵ (2023)
Theoretisch industrieel flexibel potentieel ¹⁶	GW _e	3,4	x	x	x
Benut industrieel flexibel potentieel ^{17,18}	GW _e	0,7	1,9	x	x

5. (CBS, 2024) – jaartal 2021.

6. (CBS, 2024) – jaartal 2023.

7. (PBL, oktober 2024).

8. (PBL, oktober 2024).

9. (NBNI, juni 2023). Naast de sectoren in Tabel 8 zijn de raffinagesector, kunstmestsector, en datacenters en ICT meegenomen.

10. (CBS, 2024) - jaartal 2021.

11. (CBS, 2024) - jaartal 2023.

12. (PBL, oktober 2024).

13. (PBL, oktober 2024).

14. (TKI Energie en Industrie, TNO, DNV en MSG Sustainable Strategies, oktober 2021). Cijfers zijn incl. prognose voor indirecte elektrificatie.

Gebaseerd op CBS-data uit 2018. Naast de sectoren in Tabel 8 is de raffinagesector meegenomen.

15. (NBNI, juni 2023). Naast de sectoren in Tabel 8 zijn de raffinagesector, kunstmestsector, en datacenters en ICT meegenomen.

16. (DNV-GL, oktober 2020) en (PwC, juli 2021).

17. Exclusief balansmarkt.

18. (DNV-GL, oktober 2020) en (PwC, juli 2021).

Figuur 4: Opbouw huidige industrieel flexibel potentieel in Nederland (PwC, juli 2021)



Industrieel energieverbruik en flexibiliteit

Focusbepaling

De Nederlandse industrie is bezig met een verduurzamings-opgave die onder meer sterk ingrijpt op de energiemix die zij gebruikt voor de productieprocessen. De Nederlandse industrie is verantwoordelijk voor circa 30% van het totale finale energieverbruik in Nederland plus het eigen verbruik van de hoogovens (2023). In de 2023 was 75,8% van het finale elektriciteits- en warmtegebruik voor de productieprocessen van de industrie (inclusief het eigen verbruik van de hoogovens) gekoppeld aan de inzet van warmte (CBS, 2024). Het resterende deel is te koppelen aan het gebruik van elektriciteit: in 2021 was dit 23,1% en in 2023 was dit 24,2% (CBS, 2024). Op sectorniveau kan deze verhouding tussen warmte en elektriciteitsverbruik uiteraard sterk variëren.

De industrie wekt het grootste deel van haar warmtebehoefte momenteel op door verbranding van fossiele brandstoffen, zoals aardgas en industriële restgassen. Een kleine zestig (ETS) bedrijven zijn verantwoordelijk voor circa 75% van het (fossiele) energieverbruik van de industrie. Op twee bedrijven na kennen al deze bedrijven een continu productieproces en daardoor ook een continue energievraag. De meeste van de continubedrijven bevinden zich in de vijf grote industrieclusters in Nederland.

Op basis van deze gegevens betekent dit voor netcongestie twee dingen:

- Op de korte termijn is in theorie maximaal 25% van het industriële energieverbruik voor flexibiliteit beschikbaar.
- Op de iets langere termijn ligt er een grote behoefte om de warmteproductie te verduurzamen via directe of indirecte inzet van elektriciteit.

Omdat de energievraag van continubedrijven minder stuurbaar is (veel constante energievraag), zullen andere flexibiliserings-oplossingen gezocht moeten worden dan bij de niet-continue bedrijven. Het potentieel voor industriële flexibiliteit van de kleinere industriële bedrijven - al dan niet continu - moet daarbij niet uit het oog worden verloren. Deze bedrijven vertegenwoordigen circa 25% van het industriële energieverbruik en hebben naar verwachting een groter flexibel potentieel dan de grote continubedrijven. Dit zal bij de sectorale uitwerking boven water dienen te komen.

Een belangrijk punt van aandacht is dat de (industriële) doelstelling om de energie-efficiëntie te verbeteren en de CO₂-emissie te verminderen op gespannen voet kan staan met het vergroten van de industriële flexibiliteit van de elektriciteitsvraag. Aandacht voor mogelijk conflicterende doelstellingen vanuit verschillende beleidsterreinen is relevant.

Industrieel potentieel elektrische flexibiliteit

Naar het industriële flexibele potentieel zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd. De huidige studies naar het actuele en toekomstige industriële flexibele potentieel (ook wel Industrial Demand Side Response genoemd) zijn gedateerd (2020, 2021). Opvallend is dat in alle studies de glastuinbouw niet benoemd wordt. Zoals beschreven in bijlage 3 heeft deze sector een praktisch beschikbaar potentieel van 2,8 GW invoedend en 1,8 GW aan vraagzijde (BlueTerra, juli 2023). De getalsmatige onderbouwing van de meeste onderzoeken is niet publiekelijk bekend. In de huidige onderzoeken wordt het totale flexibele potentieel gepresenteerd; een onderbouwing van het potentieel dat ten gunste kan komen per handelsmarkt ontbreekt momenteel.

Een update van het huidige en toekomstige industriële flexibele potentieel, en de huidige en verwachte benuttingsgraad van deze potentie, inclusief het potentieel van de glastuinbouw is noodzakelijk. Doel hiervan is het theoretisch en praktisch potentieel te actualiseren en het ontbrekende potentieel aan te vullen. Het door SmartEn aangekondigde rapport (verwacht vanaf Q2-2025) zou hierin een actualisering en verdiepingsslag kunnen geven. Deze studie neemt de verwachte elektrificatie-routes voor verschillende soorten industrieën (bijvoorbeeld staal, papier, chemie, datacenters, etc.) voor 2030 als uitgangspunt.

Sectorale aanpak

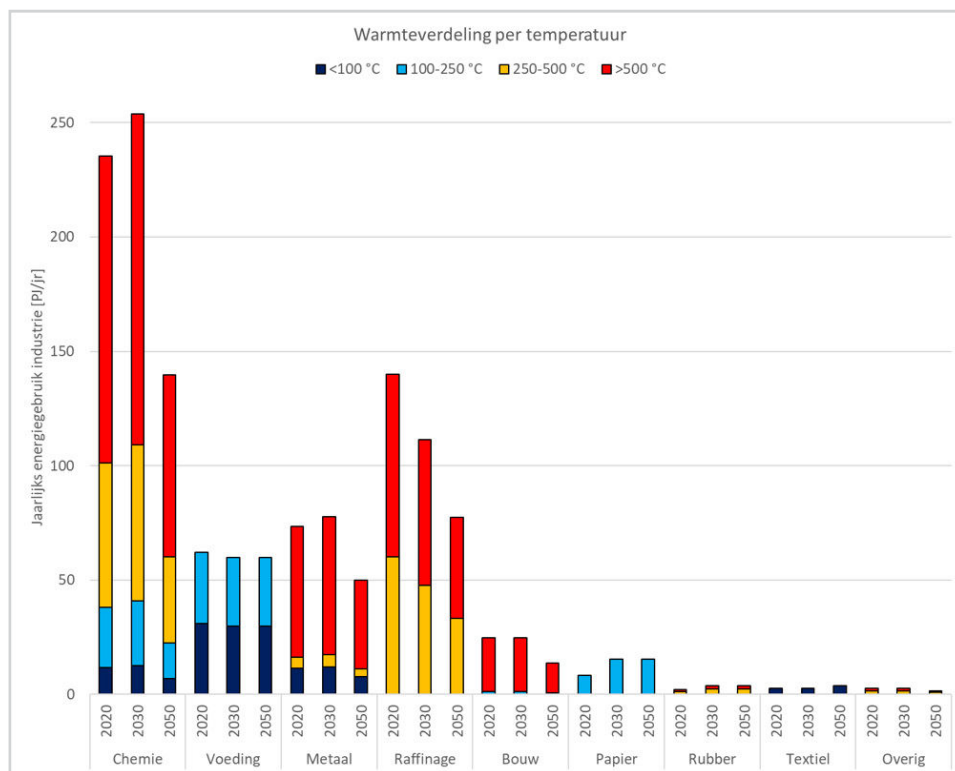
Nut en noodzaak van sectorale benadering

De mogelijkheden voor flexibilisering verschillen sterk per sector. De specifieke proceskennis die binnen een sector beschikbaar is (onder andere door kennisbundeling in expertisecentra en opgestelde routekaarten voor verduurzaming en elektrificatie), helpt het flexibiliserings-potentieel te ontwikkelen en in kaart te brengen. Tevens hebben energie-intensieve bedrijven c.q. sectoren vaak een grotere investeringsbereidheid dan andere bedrijven c.q. sectoren, omdat zij een groter verdienpotentieel hebben. Dit rechtvaardigt een sectorale aanpak van de industrie flexibilisering van de elektriciteitsvraag. Door vervolgens cross-sectoraal te werken is sprake van kruisbestuiving en kunnen de voorlopers kennis en ervaring overdragen aan de volgers. Hierin kunnen kennisinstituten als de universiteiten en hogescholen, uitvoeringsorganisaties en brancheverenigingen een belangrijke rol vervullen.

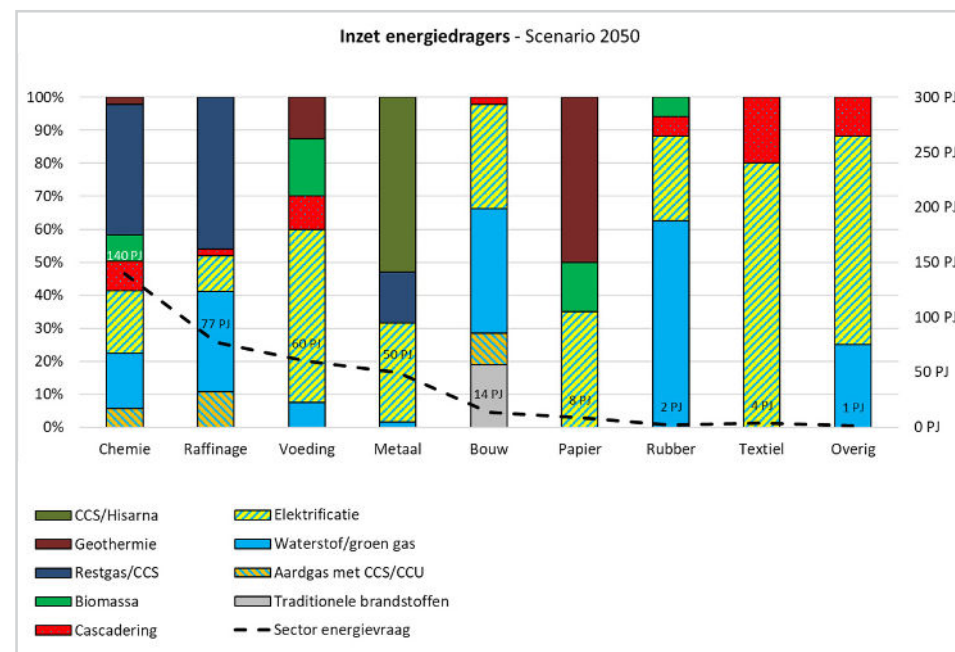
Sectorale analyse warmtevraag

Verduurzamen van proceswarmte is een dominant vraagstuk in de industrie. Het temperatuurniveau van de warmte is bepalend voor welke technologie zij kan gebruiken en in welke mate elektrificatie van de warmte mogelijk is. Elektrificatie kan in principe elk warmtevragend proces voorzien van het gewenste temperatuurniveau. Elektrificatie van de industriële warmtevraag is onder andere om die reden een belangrijke ontwikkeling in het kader van verduurzaming en flexibilisering. In onderstaande figuren 5 en 6 is de warmtevraag per temperatuurniveau per sector voor 2020, 2030 en 2050 in beeld gebracht.

Figuur 5: Warmtevraag verdeling per sector en per temperatuurniveau 2020-2030-2050 (BlueTerra Energy Experts i.o.v. Gasunie Transport Services, november 2018 [intern gebruik]).



Figuur 6: Inzet warmtedragers – scenario 2050 (BlueTerra Energy Experts i.o.v. Gasunie Transport Services, november 2018 [intern gebruik]).



Sectorale aandachtspunten

Hieronder worden enkele aandachtspunten genoemd die de sectorale benadering ondersteunen:

- Voor specifieke processen met zeer hoge temperaturen, zoals chemische kraakprocessen en processen in de metaalindustrie, is nog geen uitontwikkelde geëlektrificeerde technologie op grote(re) schaal beschikbaar. Deze technologie wordt volgend decennium verwacht (Agora Industry, juni 2024). Tot zolang is 'slechts' overbruggingstechnologie (zoals een E-boiler in plaats van een hoge temperatuur warmtepomp) en 'end of pipe' oplossingen, zoals CO₂-afvang, voor deze bedrijven c.q. sectoren beschikbaar teneinde de duurzaamheidsdoelstellingen voor 2030 te kunnen realiseren.
- Een andere groep bedrijven met zeer hoge proces-temperaturen, zoals de glas- en steenwolfabrieken en de keramische sector, staat voor de keuze tot (gedeeltelijke) herinvestering van de bestaande ovens. Het temperatuur-niveau dat deze sector nodig heeft (>1.000 °C) laat een beperkt aantal energiedragers c.q. conversietechnieken toe. De te nemen investeringsbeslissingen hebben impact op de komende decennia, aangezien ovens een levensduur hebben van 8 tot 15 jaar voor een glas- en steenwoloven tot 50 jaar voor een keramische oven. Waterstof is nog niet beschikbaar c.q. betaalbaar, en de nodige netcapaciteit voor elektrificatie is de eerste 5-10 jaar niet realiseerbaar. Het financiële (CAPEX) risico van een keuze is groot.
- Bedrijven met continue processen hebben vaak minder mogelijkheden om de energievraag van het proces te variëren dan bedrijven die niet volcontinu produceren. Dit vraagt een andere aanpak, ook op clusterniveau, omdat bij bedrijven met continue processen vaak een gezamenlijke warmtekrachtinstallatie (veelal STEG) zorgdraagt voor elektra- en warmteopwekking. De 'vroegere' gecentraliseerde gecombineerde opwekking staat in deze tijd vaak de verduurzaming en flexibilisering in de weg, zowel technisch

als contractueel. Bij continubedrijven zal de oplossing meer in efficiënte elektrificatietechnieken, hybride oplossingen, slimme inzet van (duurzame) opwekking 'achter de meter', energieopslag en alternatieve energiedragers als waterstof of ammoniak gezocht moeten worden.

- Een goed uitwerkte energieroutekaart (energietransitieplan) helpt bedrijven om het risico van overinvestering in 'concurrerende' technologie (bijvoorbeeld in zowel WKK als in warmtepompen investeren) of het risico van desinvestering te vermijden. In het opstellen van routekaarten vervullen de sectorale expertisecentra vaak een sleutelrol.

Technische verkenning

Het huidige industriële elektriciteitsverbruik vindt vooral plaats in de toepassing van kracht (aandrijvingen). Verder heeft een aantal sectoren een relatief hoog elektriciteitsverbruik. Dit geldt bijvoorbeeld voor de metaalsector voor het smelten van metalen, zoals gietijzer (inductieovens) en schroot (Electric Arc Furnace). Ook gebruikt de industrie elektriciteit voor elektrolyse en chemische reductie (zoals bij chloorproductie, galvaniseren en zinkproductie).

In het kader van de energietransitie wordt de warmtevraag de laatste jaren steeds vaker geëlektrificeerd met behulp van e-boilers, compressiewarmtepompen en open warmtepompen, ofwel Mechanische Damp Recompressie (MDR). Het economische zwaartepunt van de e-boiler (zonder additionele warmteopslag) ligt op de operationele kosten (OPEX). Het verdienmodel van de hybride e-boiler leent zich daarom goed voor flexibele inzet, zoals inzet bij lage elektriciteitsprijzen en op de onbalansmarkt. De e-boiler wordt om die reden doorgaans als flexibele utiliteit geplaatst in hybride opstelling met bestaande (of soms nieuwe) fossiele warmteproductie, vaak met stoom als warmtedrager. Doorn de inzet van hybride technieken wordt het achter

liggende productieproces van het bedrijf niet of minder beïnvloed door flexibel elektriciteitsverbruik.

Compressiewarmtepompen hebben vaak een meer verweven constructie met de warmtehuishouding van het productieproces, omdat ze gebruik maken van restwarmte uit het proces. Een warmtepompsysteem is qua kapitaalinvestering (CAPEX) aanzienlijk duurder dan een e-boiler van vergelijkbare capaciteit. De operationele kosten van een warmtepomp zijn echter per eenheid warmte aanzienlijk lager dan van een E-boiler. Deze elementen geven de warmtepomp een voorkeur voor inzet als warmtebasislast en niet als flexibele warmteopwekker.

De warmtedrager voor industriële processen is vaak het medium stoom of thermische olie tussen de 100 °C en 400 °C en via directe ondervuring vanaf 300 °C tot maximaal 2.000 °C. Ook warmteopslag is over een groot deel van dit temperatuurbereik (tot circa 2.000 °C) mogelijk. Bij directe ondervuring zorgen branders voor warmteoverdracht middels straling en convectie. Voor convectie is het warmtemedium rookgas. Uitgaande van de huidige stand van de techniek zullen branders in het kader van elektrificatie en flexibilisering worden vervangen door vormen van weerstandsverwarming of plasmabranders, waarmee direct een efficiëntieslag van 10% tot 30% gemaakt kan worden door het wegvallen van de rookgasverliezen. Deze elektrische vervangers voor branders kunnen o.a. ingezet worden bij glas- en steenwolovens, waar deze technologie beschikbaar of op korte termijn te ontwikkelen is, en of bij kraakfornuizen, waar de technologie naar verwachting voor 2035 beschikbaar is). In veel van deze gevallen wordt de warmteoverdracht dan bepaald door thermische geleiding, waardoor hete lucht als warmtedrager nodig is, opslag van warmte geen alternatief is en buffering alleen elektrisch kan plaatsvinden hetgeen momenteel kapitaalintensief is.

Veel van de aankomende vormen van elektrificatie zullen net als de warmtepomp kapitaalintensief en/of sterk verbonden zijn met het primaire productieproces. Naar verwachting zal dit om economische, technische en operationele redenen resulteren in continu processen, die vervolgens ‘basislast’ (niet flexibel) elektriciteit vragen. Om in het ontwerp van deze processen en installaties de benodigde flexibiliteit te incorporeren, zullen door de procestechnoloog eisen gesteld moeten worden aan de regelbaarheid en flexibiliteit van de processen en utilities. De netbeheerder zal in overleg met de procestechnoloog het gewenste karakter en de gewenste hoeveelheid flexibel vermogen en de waarde daarvan moeten benoemen.

Flexibiliteit kan in principe ook gevonden worden indien de (tussen)producten van het proces kunnen worden gebufferd (opgeslagen), of als warmte of koude in het (tussen)product of een externe opslagunit kan worden opgeslagen. Hiervoor is wel een eventuele buffering van binnenkomende grondstoffen of halffabricaten nodig, waarover afspraken in de keten moeten worden gemaakt. Voor de meeste sectoren zal dit resulteren in de nodige bedrijfseconomische en organisatorische uitdagingen.

Gedragsverandering

Flexibilisering van ons energie- en elektriciteitssysteem heeft impact op alle deelnemers in de keten. Vanuit een situatie waarin altijd voldoende (transport)vermogen beschikbaar is, gaan we naar een systeem waarin aanbod en vraag slim op elkaar worden afgestemd en waarbij van de beschikbare transportcapaciteit optimaal gebruik wordt gemaakt. In dit kader zijn de aandachtspunten o.a.:

- Het van meet af aan ‘inbouwen’ van flexibiliteit in technologische ontwikkelingen en innovaties. Denk hierbij aan nieuwe procestechnologie, maar ook aan energie-conversietechnologieën.
- Het veranderen van de filosofie en gewoontes m.b.t. de bedrijfsvoering van bedrijven. In plaats van ‘zoveel mogelijk en zo constant mogelijk produceren’ wordt het belangrijker om het ‘meebewegen’ met de elektriciteitsmarkt als uitgangspunt te nemen.
- Het uitwisselen van ideeën, concepten en ervaringen tussen sectoren en bedrijven.
- Het samenwerken in bedrijvenclusters die qua elektriciteitsverbruik en/of -aanbod complementair zijn, en gezamenlijk meer kunnen doen dan ieder bedrijf afzonderlijk (bijvoorbeeld continubedrijf in combinatie met opweklocatie van duurzame energie en laadpark voor elektrisch transport).
- Het inbedden van bovenstaande elementen in de opleidingsinstituten en kenniscentra.

Dit is een uitgave van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Prinses Beatrixlaan 2 | 2595 AL Den Haag

Postbus 93144 | 2509 AC Den Haag

www.rvo.nl

© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | februari 2025

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen.

Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.