

Slimme keuzes voor een betaalbaar en robuust energiesysteem

Samenvattend document

Inhoud van dit document

1

Samenvatting – Samenvattend verhaal over de resultaten van de kwantificeringsfase en de bredere impact van systeeminterventies

2

Overzicht – Overzicht en implicaties van de resultaten van de kwantificeringsfase

Inhoud van dit document

- Samenvatting
- Overzicht

Hoofdboodschap | Slimme keuzes voor een betaalbaar en robuust energiesysteem

Aanleiding

De omslag naar een nieuw energiesysteem met groen gas, waterstof, warmte en elektriciteit is cruciaal voor een duurzame, CO2-neutrale toekomst en vermindert de afhankelijkheid van energie-import. Dit vraagt om grootschalige investeringen in het elektriciteitsnet. Omdat de maatschappelijke en economische voordelen van netuitbreiding onmiskenbaar zijn, ligt de nadruk voor netbeheerders in de praktijk op sneller bouwen. De aanzienlijke investeringen leiden echter tot hogere netkosten. Netbeheerders willen deze kosten beperken door investeringen zo doelmatig mogelijk te doen. Dit onderzoek onderzoekt hoe slimme ingrepen het rendement van netuitbreidingen kunnen maximaliseren, zodat de energietransitie voor iedereen zo betaalbaar en rendabel mogelijk blijft.

Maatregelen

Dit onderzoek kijkt naar vijf typen ingrepen:

- Flexibiliteit bij kleinverbruik
- Flexibiliteit bij grootverbruik
- Slimme locatiekeuze voor opwek, opslag en gebruik
- Verhoogde technische benutting van het netwerk
- Lokale conversie van wind op zee

Conclusies

- Extra beleid is nodig om de ontwikkeling van warmtenetten, groengasinsmenging, elektrolyzers voor waterstof en batterijen te versnellen. Als dit uitblijft, lopen we het risico op langdurige vertragingen van de ontwikkeling van deze technologieën op schaal, waardoor de kosten voor het elektriciteitsnet juist zullen stijgen.
- Slimme keuzes en optimaal gebruik van bestaande en nieuwe infrastructuur kunnen de benodigde investeringen in het elektriciteitsnet op land met ~€7-30 miljard verlagen. Dit maakt het ook mogelijk om op kortere termijn meer partijen aan het net aan te sluiten, wat de kosten per aansluiting verlaagt en economische groei stimuleert.
- Om deze besparing in investeringen te realiseren, is een snelle en goed gecoördineerde aanpak nodig. Dit vraagt direct om een gezamenlijke inspanning van overheid, netbeheerders, toezichthouders, consumenten en marktpartijen. Hoe eerder we beginnen, hoe groter het besparingspotentieel.
- Deze systeemverandering vraagt wat van consumenten en bedrijven. Hoewel veranderingen noodzakelijk zijn, is het belangrijk om dit zorgvuldig af te wegen en ondersteunende maatregelen te treffen zodat de energietransitie haalbaar en betaalbaar blijft voor iedereen.

Samenvatting | Naar een nieuw energiesysteem

Het nieuwe energiesysteem bestaat uit groen gas, waterstof, warmte en uit elektriciteit. Die elektriciteit is grotendeels afkomstig van hernieuwbare bronnen: zon en wind. Elektriciteit vormt de ruggengraat van het nieuwe energiesysteem. Om dit goed te laten werken, is uitbreiding van het stroomnet nodig

- Ondanks de voorspelling dat de totale energievraag af zal gaan nemen, zal de vraag naar stroom in ons land in de periode van 2025 tot 2040 ongeveer verdubbelen ten opzichte van het huidige verbruik. Dit betekent dat het netwerk flink moet worden uitgebreid. Volgens de huidige plannen is er een investeringsbehoefte van ongeveer €188 miljard tot 2040 – met zo'n €103 miljard voor uitbreidingen op land en €85 miljard voor het net op zee.
- Hoewel het verduurzamen en uitbreiden van energieopwekking en -transport kosten met zich meebrengt, is het essentieel voor economische groei, productiviteit en welvaart van Nederland. Dit zorgt voor lagere elektriciteitsprijzen voor het bedrijfsleven, stimuleert economische groei en maakt het mogelijk om tot €40 miljard BBP groei per jaar te realiseren door de congestiewachtrij aan te sluiten.
- Een duurzaam energiesysteem dat gericht is op maximale beschikbaarheid van elektriciteit, ook op momenten waarop de opwek uit hernieuwbare bronnen beperkt is, leidt tot een sterke toename van de transportbehoefte. De volatiliteit van hernieuwbare energie vraagt om flexibeler gebruik, zowel door grootverbruikers als door kleinverbruikers. Door vraag en aanbod beter op elkaar af te stemmen en lokaal te organiseren, kan de noodzaak voor grootschalige uitbreiding van het stroomnet deels worden beperkt.
- Naast netversterking is het belangrijk om integraal te kijken naar de meest effectieve energieoplossingen per sector. Slimme en gerichte inzet verlicht de druk op het elektriciteitsnet en maakt uitbreiding efficiënter en kosteneffectiever.
- Hogere investeringskosten zetten de betaalbaarheid van elektriciteit verder onder druk en benadrukken de noodzaak om maatregelen te vinden die deze kosten drukken, en daarmee de energieprijzen beperken. Een slimme combinatie van netuitbreiding, flexibiliteitsoplossingen en regionale energie-optimalisatie is essentieel om het energiesysteem doelmatig, toekomstbestendig en betaalbaar te houden.

Het nieuwe energiesysteem vraagt om nieuw gedrag en een systeemomslag. Om de energiekosten betaalbaar te houden, speelt iedereen een rol:

- Consumenten benutten lokaal opgewekte stroom, laden hun auto's en bufferen warmte wanneer er voldoende transportcapaciteit op het net is.
- Bedrijven investeren in flexibele oplossingen zoals waterstof en warmtebuffers, en kiezen strategisch voor locaties met weinig netbelasting, opdat de maatschappelijke voordelen het grootst zijn – daarmee dragen ze bij aan het systeem en aan de eigen competitieve positie door stroom te gebruiken wanneer de prijzen laag zijn.
- Overheid, netbeheerders en toezichthouder maken integrale ontwerpkeuzes waarbij infrastructuuruitbreiding enkel plaatsvindt op plekken waar de maatschappelijke waarde groot genoeg is; in afstemming met maatschappelijke, ruimtelijke inrichtingskeuzes.

Samenvatting | Scenario's voor aanvullende maatregelen

Dit rapport onderzoekt hoe aanvullende maatregelen de investeringskosten en netbelasting kunnen beperken. Om het baseline-scenario van de netbeheerders in de investeringsplannen te behalen is al additioneel beleid nodig vanuit de overheid, zoals de snelle uitrol van warmtenetten en de inzet van groen gas, conversietechnologieën en batterijen. Dit onderzoek richt zich op extra maatregelen en beleidsinterventies voor het elektriciteitsnet op land die het voor iedereen betaalbaarder kunnen houden.

Om te beoordelen hoe vergaande aanvullende maatregelen de betaalbaarheid kunnen bevorderen zijn vijf interventieclusters uitgewerkt:

- **Flexibiliteit bij kleinverbruik:** Stimuleren van flexibel energiegebruik en energiebesparing bij huishoudens en kleine bedrijven, en de uitrol van warmtenetten.
- **Flexibiliteit bij grootverbruik:** Stimuleren van flexibel energiegebruik en energiebesparing bij grote verbruikers, zoals industrie, logistiek en datacenters.
- **Slimme locatiekeuze:** Afstemming van opwek, energieopslag en (groot)verbruik op strategische locaties.
- **Verhoogde technische benutting:** Optimaal benutten van bestaande infrastructuur door zwaarder belasten en gebruik te maken van redundantie en flexibele contracten.
- **Lokale conversie van wind op zee:** Omzetten van windenergie op zee naar waterstof en warmte, zodat grote verbruikers van stroom dichtbij de opwek vestigen.

De interventieclusters zijn doorgerekend in vier scenario's:

- **Baseline:** bevat al ambitieuze systeeminterventies, zoals snelle realisatie van warmtenetten, groengasinsmenging, elektrolyzers voor waterstof en batterijen op de juiste locaties
- **Laag:** systeeminterventies die voornamelijk gericht zijn op prikkels, en op het uitbreiden van bestaande (ondersteunings-)mechanismes
- **Midden:** verhoogde 'sturing' en beleid, met beperkte maatschappelijke impact (e.g. met minimaal of geen comfortverlies en/of verhoogde risico's)
- **Hoog:** verregaande 'sturing' en energieplanologisch beleid om maximale betaalbaarheidsimpact te realiseren

De impact van deze aanvullende maatregelen is doorgerekend met modellen per netvlak van de netbeheerders. Voor laag- en middenspanningsnetten (LS/MS) zijn gedetailleerde berekeningen uitgevoerd, terwijl de effecten voor hoog- en extra-hoogspanningsnetten (HS/EHS) zijn gebaseerd op een combinatie van modellen en interne gegevens uit de investeringsplannen. De impact op EHS-net is zeer beperkt omdat EHS-lijnen grotendeels buiten de scope vallen doordat de transportvraag wordt veroorzaakt door EU-connectiviteit.

Samenvatting | Resultaten van de doorrekeningen

Aanvullende maatregelen kunnen de investeringskosten voor ons elektriciteitsnet tot 2040 met 7-30% verlagen. Wanneer alle maatregelen worden ingezet zorgen we met alle gebruikers, marktpartijen, ondernemers en netbeheerders voor:

- **Verminderde piekbelasting:** Door piekmomenten te verlagen en de bestaande infrastructuur beter te benutten, is minder nieuwe capaciteit nodig. In het meest verregaande scenario kan de groei van de piekvermogensvraag tot 60% worden teruggebracht, wat de investeringsopgave verder verlaagt. Dit kan leiden tot een besparing van zo'n 30% van de geplande investeringen op land (circa €103 miljard), waarbij ongeveer 20% wordt behaald in de laag- en middenspanningsnetten en 10% in de hoogspanningsnetten.
- **Versnelde aansluiting:** Door energieopwek en -verbruik nu al dichter op elkaar af te stemmen, kan de wachtrij voor nieuwe aansluitingen vóór 2030 aanzienlijk worden verkort, wat nieuwe economische kansen en toegevoegde waarde biedt.
- **Lagere tarieven en betere concurrentiepositie:** Deze maatregelen beperken de tariefstijgingen voor consumenten (tot wel 22 procentpunt) en voor industriële verbruikers (10-20 procentpunt). Op lange termijn versterkt dit bovendien de concurrentiepositie van Nederland.

De impact van de maatregelen is sterk afhankelijk van de mate van sturing. In lage scenario's is de impact beperkt (~7% kostenreductie van de ~€103 miljard op land), terwijl effectieve combinaties van verschillende typen maatregelen in hogere scenario's meer potentieel verzilveren (tot ~30%).

- **Flexibiliteit bij kleinverbruik:** Alleen financiële prikkels voor flexibiliteit leveren veel minder op (zo'n 5 keer minder) dan gecombineerd met actieve capaciteitssturing, waarbij technische maatregelen zoals slimme netten en demand response-technologieën ondersteunend ingezet worden. Dit vermindert piekbelasting en benut de infrastructuur efficiënter.
- **Flexibiliteit bij grootverbruik:** Alleen prikkels voor het laadgedrag van logistiek en beperkte compensaties voor flexibele industriële processen leveren veel minder besparing op (~4 keer minder) dan wanneer we actief sturen op de vraag naar energie in de logistiek en hogere compensaties bieden voor flexibele industriële energiegebruikers.
- **Slimme locatiekeuze:** Alleen het aanbieden van financiële prikkels middels locatiegebonden tarieven levert minder besparing op (~2 keer minder) dan actief sturen met energieplanologie op waar nieuwe energieproductie of -verbruik wordt gerealiseerd.
- **Verhoogde technische benutting:** Het beperkt verhogen van de belasting, zonder bredere benutting van de redundantie, levert minder besparing op (~4 keer minder) dan het structureel zwaarder belasten van assets (zoals kabels en transformatoren) in combinatie met het breder inzetten van redundantie in het MS-net.

Naarmate hogere scenario's meer investeringskosten besparen, neemt ook de impact op gebruikers toe. Striktere sturing op verbruik en locatie kan het gebruikerscomfort beperken, en een intensiever gebruikt elektriciteitsnet vergroot het risico op storingen en uitval. Dit vraagt om zorgvuldige afwegingen en mitigerende maatregelen te nemen ter ondersteuning van de consument en de industrie.

Samenvatting | Beleidsimplicaties voor een betaalbaar en robuust energiesysteem

Het realiseren van het potentieel van de voorgestelde maatregelen vereist een breed en goed afgestemd beleidskader. Tijdige en duidelijke keuzes zijn cruciaal om netuitbreidingen zo efficiënt mogelijk te maken en de betaalbaarheid van energie voor iedereen te waarborgen. Hierbij is een zorgvuldige afweging nodig tussen kostenvoordelen en de gevolgen voor gebruikers.

- **Flexibiliteit bij kleinverbruik:** Nieuwe nettarieven, capaciteitsbeheer van warmtepompen en laadpalen, en een efficiënter gebruik van zonnepanelen op daken helpen de piekbelasting te beperken. Dit kan tot 35% van de netuitbreidingskosten voor het laagspanningsnet besparen (tot 5% van totale netinvesteringskosten). Daarnaast spelen een versnelde uitrol van warmtenetten en betere isolatie-eisen een belangrijke rol.
- **Flexibiliteit bij grootverbruikers:** Om tot ~5% besparing van de totale investeringsopgave voor het net op land te realiseren, is beleid nodig om energiebehoeften van grootverbruikers, met name elektrische logistiek en industrie, flexibeler in te richten. Dit kan door de logistieke sector tijdsblokgebonden aan te sluiten en door bij industriële spelers in te zetten op bredere maatregelen zoals tariefdifferentiatie, CAPEX-subsidies en gerichte compensaties, waardoor bedrijven gestimuleerd worden om energiegebruik beter te spreiden.
- **Slimme locatiekeuze:** Om ongeveer 5% van de investeringskosten in het middenspanningsnet (MS) te besparen (ongeveer 3% van totale netinvesteringskosten) en tegelijkertijd het risico op hogere kosten voor het hoogspanningsnet (HS) te verminderen, is beleid nodig dat subsidieregelingen (zoals SDE++ en OWE), gedifferentieerde tarieven en energieplanologie combineert. Dit helpt om de locaties voor opslag, opwekking en verbruik optimaal af te stemmen en de transportvraag te beperken.
- **Verhoogde technische benutting:** Door bestaande netcapaciteit intensiever te gebruiken en ongebruikte capaciteit in het MS-net beter te benutten, kan ongeveer 5% van de totale netinvesteringskosten op land worden bespaard. Dit vereist prikkels en flexibiliteit voor netbeheerders, terwijl verhoogde storingsrisico's goed worden afgedekt.
- **Lokale conversie van wind op zee:** Om het risico op hogere netwerkinvesteringen te voorkomen, moet het beleid gericht zijn op het netoptimaal plaatsen van infrastructuur voor de omzetting van elektriciteit naar andere energiebronnen (zoals waterstof) nabij de aanlanding van de windparken op zee, via gerichte energieplanologie (het strategisch plannen van de locaties voor energieopwekking, -opslag en -verbruik).

Samenvatting | Urgentie

Er is snel beleid nodig om te kunnen besparen op de investeringsopgave en waardeverlies te voorkomen. Vertraging van beleid maakt dat een groot aandeel van de baten mogelijk niet kunnen worden gerealiseerd.

- **Directe voordelen:** Snelle actie kan ervoor zorgen dat de wachtrij voor nieuwe aansluitingen al vóór 2030 kan worden beïnvloed, wat op korte termijn al economische kansen voor de maatschappij creëert. De effectiviteit hiervan is echter direct afhankelijk van de snelheid waarmee het beleid wordt uitgevoerd.
- **Dubbele investeringen:** Met name bij warmtenetten en warmtepompen is het van belang om op wijkniveau tijdig de beste oplossing te coördineren. Als dit te lang op zich laat wachten, zijn de eerste investeringen al gedaan en kan dit leiden tot dubbele investeringen in een wijk (warmtenet én een verzaamd elektriciteitsnet voor warmtepompen).
- **Ingroei van maatregelen:** Maatregelen zijn effectiever als de nieuwe status quo nog niet is bereikt, oftewel in een vroeger stadium van de energietransitie. Bijvoorbeeld, locatiesturing is noodzakelijk om in te richten voordat de nieuwe asset zich vestigt, en alternatieve transportrechten zijn gemakkelijker af te sluiten met een nieuwe aansluiting dan bij een bestaande aansluiting.
- **Technische benutting:** Verhoogde belasting en het breder gebruik van redundantie is niet zonder risico. Wel kunnen ze op korte termijn vooral impact maken, omdat het toegepast wordt op bestaande netinfrastructuur. Vertraagde toepassing zou resulteren in minder aansluitingen op korte termijn, lagere economische baten en minder besparingen van MS- en HS-verzwarende op de middellange termijn.
- **Sneller bouwen:** Aangezien de economische en maatschappelijke voordelen van elektriciteitsinfrastructuur de kosten ruimschoots overtreffen, is het vooral van belang om de aanleg ervan te blijven versnellen. Daarom is het belangrijk om ook te kijken naar versnellingsmaatregelen die de netbeheerders in staat stellen om sneller te bouwen, zoals het inkorten van vergunningstrajecten.

Inhoud van dit document

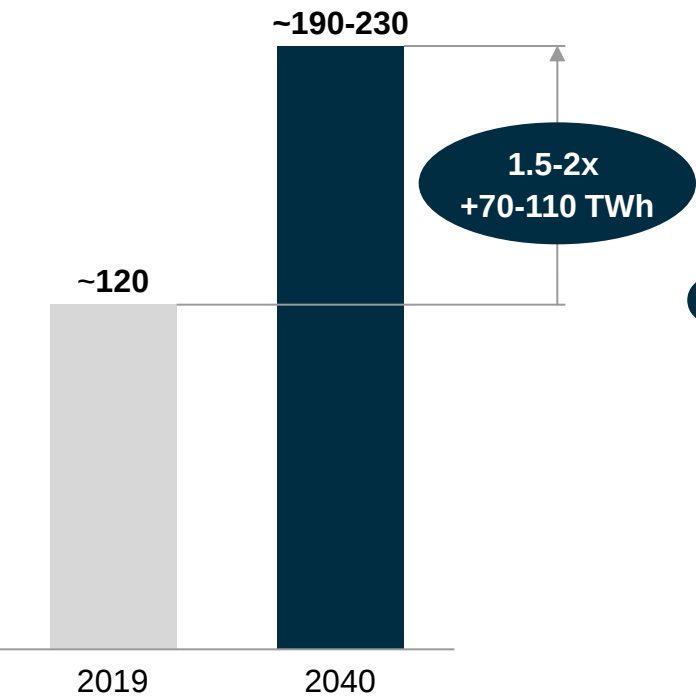
Samenvatting

➤ Overzicht

Baseline investeringsopgave | De toename van de piekvermogensvraag resulteert in een investeringsopgave op land van ~€103 Mld

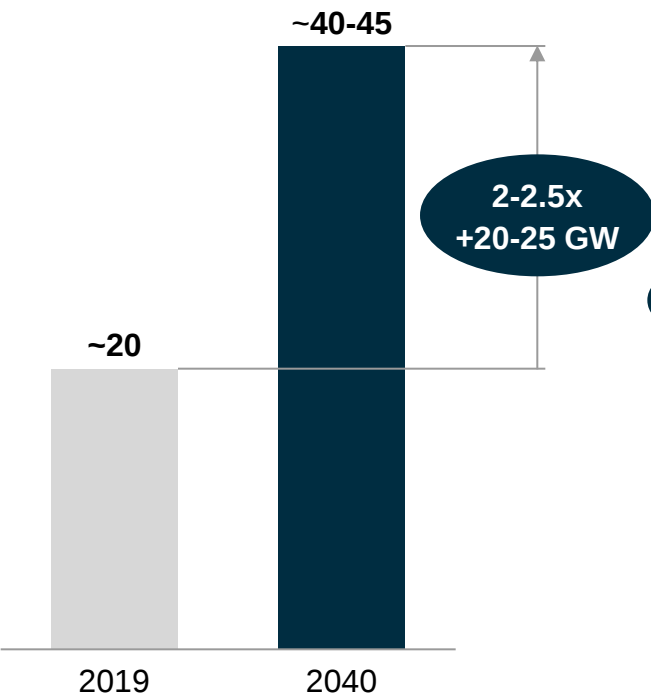
Basiselektriciteitsvraag neemt met factor 1.5-2 toe tot 2040 onder huidige netbenutting

Prognose basiselektriciteitsvraag¹ in 2040 vs referentiejaar 2019 (TWh)



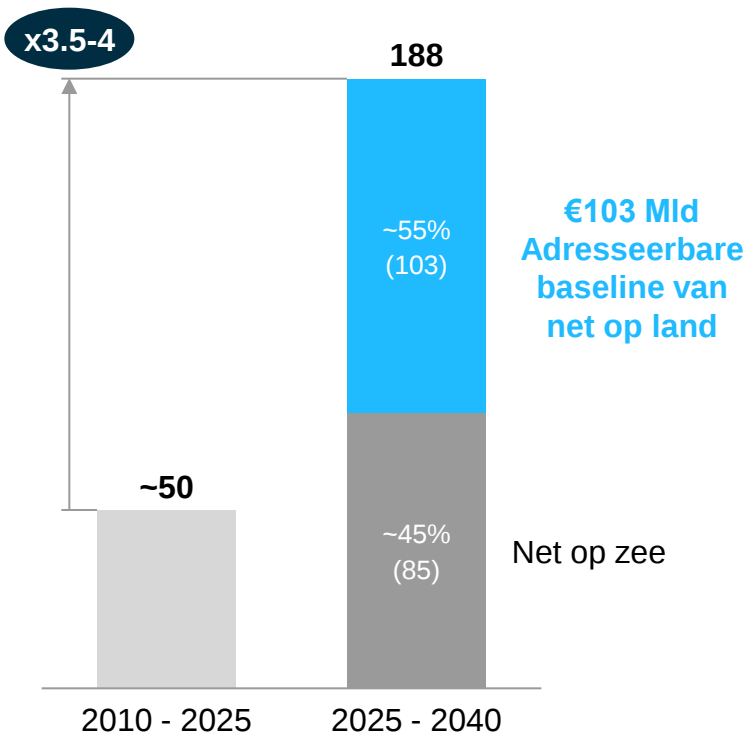
Piekvermogensvraag elektriciteit neemt met factor 2-2.5 toe tot 2040

Prognose piekvermogensvraag elektriciteit in 2040 vs. referentiejaar 2019 (GW, Nationaal Leiderschap scenario)²



~€103 Mld cumulatieve CAPEX voor vraag-gedreven netverzwaring (netvlakken op land)

Reële cumulatieve ('25-'40) CAPEX-opgave per netvlak



1. Exclusief flexibele elektriciteitsvraag. 2. Netbeheer Nederland Het energiesysteem van de toekomst: de II3050-scenario's; Bron: Strategy& FIEN+ rapport, PWC 2024; ACM; Netbeheer Nederland ii3050

Benodigde systeemomslag | Een systeemomslag, en vijf onderliggende interventieclusters', zijn nodig om een betaalbare transitie te realiseren

De benodigde systeemomslag voor een betaalbare transitie vergt...



Achter-de-meter consumptie en oplossingen voor piekgebruik voor consumenten:

Overtollige stroom van zon-op-dak wordt gebruikt voor EVs/warmtebuffers, en de teruglevering aan het transportnetwerk op verkeerde momenten wordt geminimaliseerd



Lokaal gebruik van energie in (regionale) industrie en andere bedrijvigheid:

Waardoor ook wind-op-zee lokaal geconsumeerd wordt ondersteund door flexibiliteit en conversie om de variabiliteit van het landelijk netwerk te houden en enkel de 'baseline' te transporteren



Lokale inpassing van flexibiliteit:

Aanpassen van hoeveelheid vraag aan de beschikbaarheid van hernieuwbare opwek (met afschakeling in het uiterste geval), resulterend in een lagere noodzaak tot verzwaring



Een 'fit-for-purpose' transportnetwerk:

Met een beperkte capaciteit voor de resterende transportvraag, waar voor incrementele verzwaringen een structurelere afweging gemaakt wordt tussen leveringszekerheid en kosten



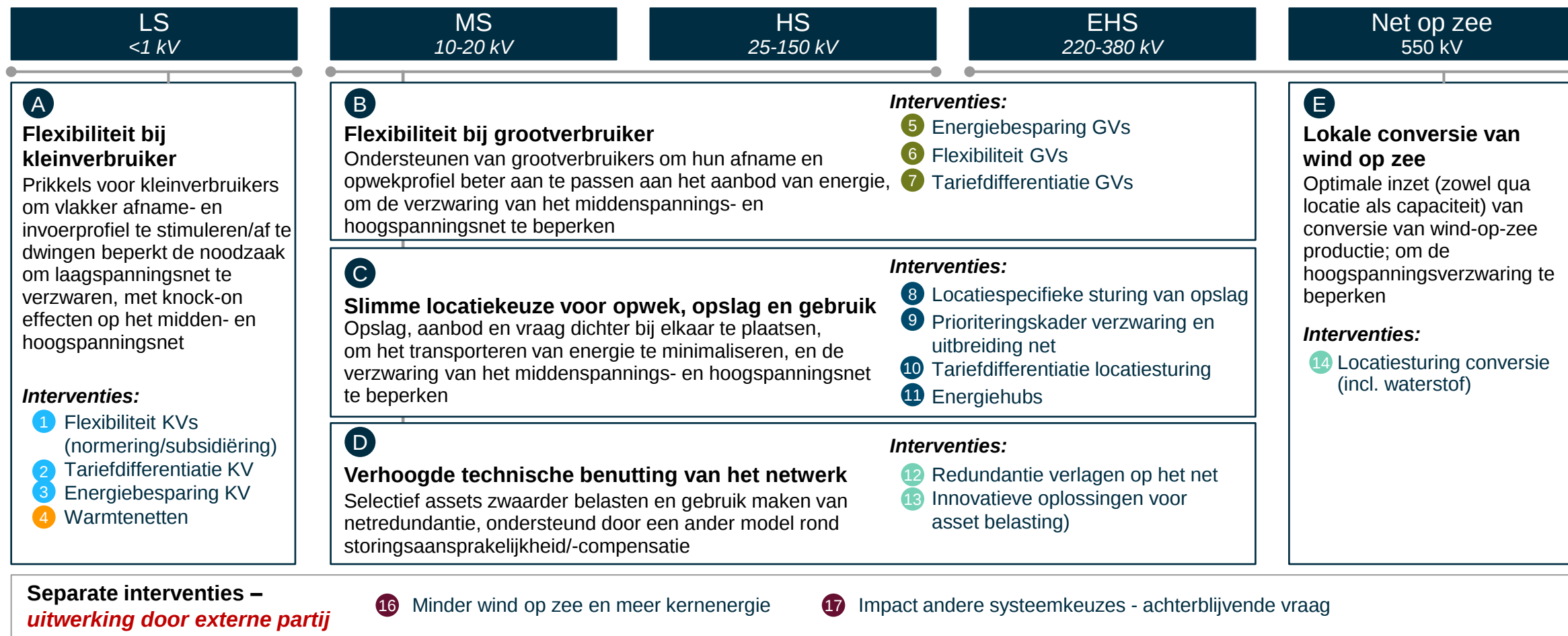
Gedragsverandering en energieverbruikinterventies:

Verhoogde bewustwording rond het energieverbruik bij klein- en grootverbruikers, ondersteund door sturing en inzicht van netbeheerders o.b.v. beschikbaarheid van het net

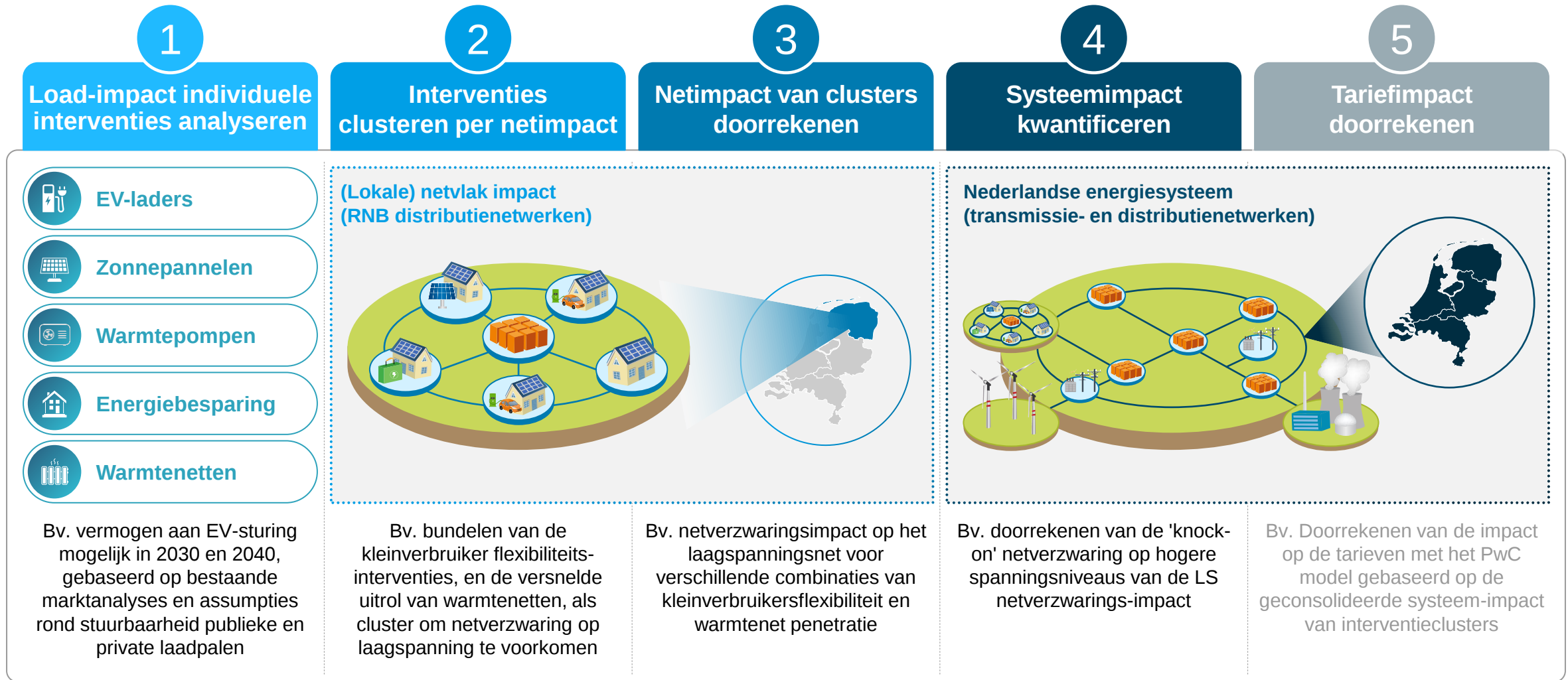
Om de systeemomslag te verwezenlijken zijn 5 'clusters' van systeeminterventies noodzakelijk

- A Flexibiliteit bij kleinverbruiker
- B Flexibiliteit bij grootverbruiker
- C Slimme locatiekeuze voor opwek, opslag en gebruik
- D Verhoogde technische benutting van het netwerk
- E Lokale conversie van wind op zee

Vijf interventieclusters | Om de benodigde systeemomslag te verwezenlijken zijn er vijf 'clusters' van systeeminterventies noodzakelijk



Methodologie | Inschattingen van de impact op de netverzwaring gebaseerd op rekenmodellen van individuele netbeheerders



Baseline interventies | De huidige investeringsplannen bevatten reeds ambitieuze systeeminterventies die aanvullend beleid vergen

Het 'baseline' scenario doet reeds beroep op ambitieuze systeeminterventies



Baseline aanname

Warmtenetten

Een target van 20% adoptiegraad tegen 2050



Benodigd beleid om baseline te bereiken

Doorvoeren warmtewet; concessiezones, opleverdata en extra kostensubsidies om een versnelde uitrol te realiseren

Groen gas

2 BCM target tegen 2030 vastgelegd in Klimaatakkoord



Stimuleren invoeding en locatie-specifieke afname

Opslag

Geoptimaliseerde locatieverdeling



Locatie-gebaseerde tarifiering en mogelijk planologisch beleid

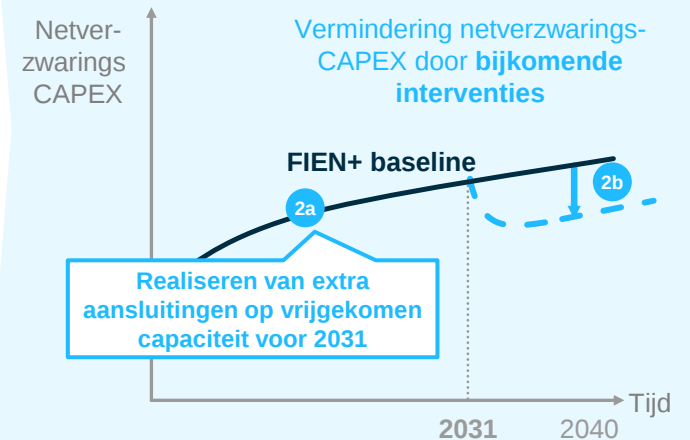
Opgesteld vermogen conversie

~27GW elektrolyse en power to heat in 2040 aan de kust



Subsidies om businesscase van elektrolyse sluitend te maken en sturend energieplanologiebeleid

Additional system interventions, on top of the baseline, lead to short-term customer connections and long-term reinforcement impact



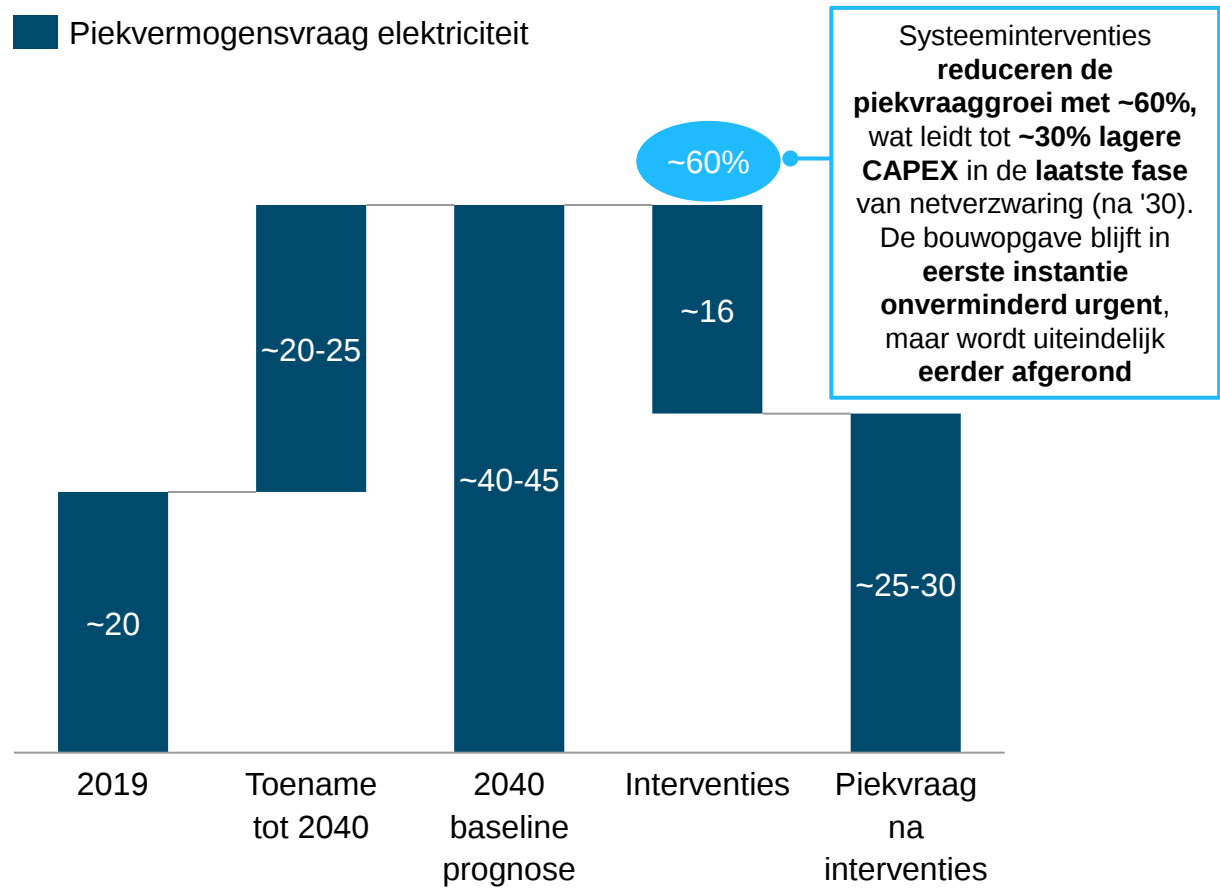
2a Verkleinen maakbaarheidsgat voor 2031

2b Effectieve betaalbaarheidsimpact

1a Behalen van baseline objectieven

Impact (I/III) | Interventies hebben het potentieel om de groei van de vermogensvraag tot ~60% te beperken

Reductie piekvermogensvraag 2040 als gevolg van interventies (GW, hoog scenario)



Enkele voorbeelden - Fysieke netverzwaringsimpact in 2040 als gevolg van interventies

A	Flexibiliteit bij kleinverbruik	~40%	MINDER KNELPUNTEN OP LS-NETTEN
B	Flexibiliteit bij grootverbruik	~15%	MINDER HS/MS-SUBSTATIONS UITBREIDINGEN (focus op afnameknelpunten)
C	Slimme locatiekeuze	~10%	MINDER HS/MS-SUBSTATIONS UITBREIDINGEN ¹ (focus op opwekknelpunten)
D	Verhoogde technische benutting	~20%	KM MINDER KABEL TE VERZWAREN OP MS-NET
	Knock-on effecten op MS-net	~20%	REDUCTIE PIEKVERMOGENSVRAAG MS-NET
	Knock-on effecten op HS/EHS-net	~22%	REDUCTIE PIEKVERMOGENSVRAAG HS-NET

1. Voor slimme locatiekeuze enkel effect voor opwek (scenario 1), gegeven optelbaarheid; CAPEX-impact vergeleken met gemiddeld capex kengetal voor HS/MS-substation, in realiteit verschillende type uitbreidingen; Note: Wind-op-zee cluster enkel downside risk; Bron: Strategy& FIEN+ rapport, PWC 2024; Netbeheer Nederland

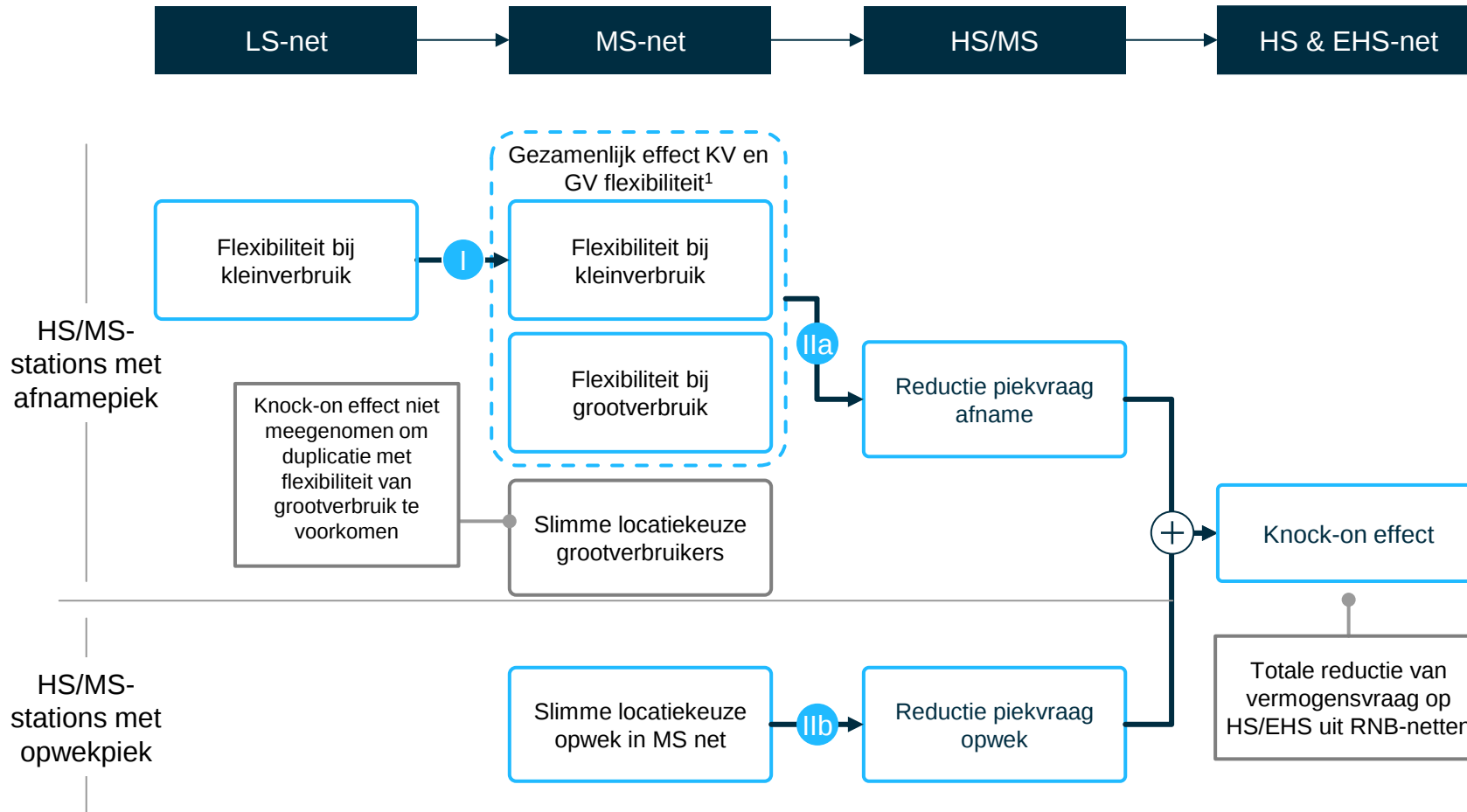
Impact (II/III) | Lage scenario's hebben een beperkte bruto impact (€6 Mld), terwijl hoge scenario's significant potentieel (€30 Mld) laten zien

Clusters	Bruto impact ¹	LS-net	MS-net	HS-net	2-5x meer potentieel in Hoog scenario
A Flexibiliteit bij kleinverbruik	€1-5 Mld	✓			Flexibiliteit bij kleinverbruik– ~5x meer potentieel Achter-de-meter flexibiliteit (zoals EV, warmtepompen, zon-op-dak) biedt ~5x meer potentieel dan alleen financiële prikkels omdat zo alle huishoudens gegarandeerd de piekvraag reduceren Flexibiliteit bij grootverbruik - ~4x meer potentieel Tijdsblokgebonden laden van logistiek en hoge compensatie voor industriële flexibiliteit levert ~4x meer impact omdat het voor meer bedrijven met meer vermogen economisch wordt om flexibiliteit te bieden Verhoogde benutting - ~4x meer potentieel Het belasten van assets boven de huidige limieten en breder gebruik van redundantiecapaciteit (op MS-net), maakt dat er meer vermogen op dezelfde assets kan worden aangesloten, en dit verlaagt het aantal noodzakelijke assetverzwaringen met ~4x meer Slimme locatiekeuze - ~2x meer potentieel Slimme keuze van locaties voor nieuw aangesloten vermogen (opwek en grootverbruik) beperkt benodigde verzwaringen ~2x sterker dan locatieprikkels via tarieven omdat meer grootverbruikers verplaatsen
B Flexibiliteit bij grootverbruik	€1-6 Mld		✓	✓	
C Slimme locatiekeuze	€1-3 Mld ²		✓	✓	
D Verhoogde technische benutting	€1-4 Mld		✓	✓	
E Lokale conversie van wind op zee	0 ³			✓	
F Knock-on impact <i>(detail volgende pagina)</i>	€3-13 Mld		✓	✓	
Totale impact	€7-30 Mld	✓	✓	✓	

1; Bruto impact versus de totale FIEN+ baseline van net op land (€103 Mld) zonder inachtneming van realisatiekosten; 2. Op HS/EHS-netvlakken is er voor slimme locatiekeuze een downside risico bij suboptimaal plaatsen of activeren van batterijen en datacenters; 3. Downside risico door potentieel miljardenverlies door verkeerde locatiekeuze van ~27 GW aan elektrolyzers, Power-to-Heat en WoZ, wat de transportvraag verhoogt; Bron: Strategy& FIEN+ rapport, PWC 2024; Netbeheer Nederland

Impact (III/III) - knock-on effecten | Vermogensreductie op lagere netvlakken draagt bij aan de piekcapaciteitsreductie op de hogere netvlakken

Reductie piekcapaciteitsvraag door knock-on effect in GW (exclusief directe impact op netvlak)



I Knock-on impact op MS

Capaciteitsreductie door flexibiliteit bij kleinverbruik leidt tot knock-on impact naar het MS-net, omdat hierdoor ook de piekvraag van LS/MS-stations op MS-net lager wordt. Dit resulteert in minder benodigde MS-verzwaring

II Knock-on impact op (E)HS

Ila Knock-on impact van gezamenlijk effect van flexibiliteit bij klein- en grootverbruik naar HS/EHS

Iib Knock-on impact van slimme locatiekeuze opwek op MS naar HS/EHS

De piekcapaciteitsreducties zijn optelbaar tussen opwek en afname, gezien dit aangrijpt op verschillende HS/MS-stations waar het de 'root cause' van verzwaring (afname of opwek) adresseert

De vermindering leidt tot minder piekcapaciteitsvraag op het HS/EHS-net, en daarmee tot een lagere investeringsopgave

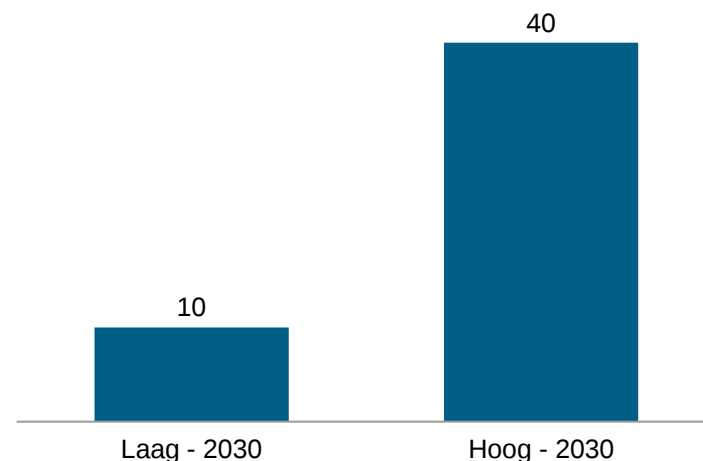
Maatschappelijke impact | Systeeminterventies kunnen zowel op de korte als lange termijn bredere maatschappelijke waarde creëren

1

Congestiewachtrij op de korte termijn (tegen 2030) versneld aansluiten

Voor 2030 hebben systeeminterventies het potentieel om de congestiewachtrij versneld op te lossen door vrijgekomen capaciteit (~5-6 GW, ~11 TWh) effectief te benutten. Dit creëert aanzienlijke economische waarde door nieuwe bedrijvigheid mogelijk te maken, met een geschatte bijdrage van ~€10-40 miljard in 2030 (~3-4% van het Nederlandse bbp)

Toegevoegde economische waarde in 2030 (€ Mld)

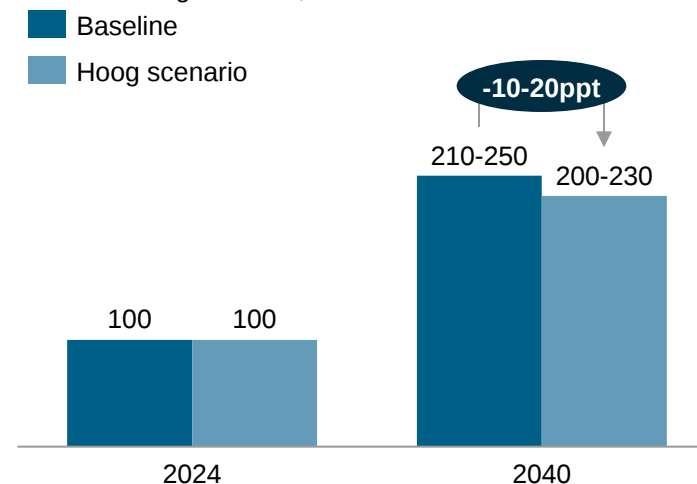


2

Beperken van de verwachte tariefstijgingen voor consumenten, incl. industriële spelers

De CAPEX-reductie van interventieclusters resulteert in een verlaging van de nettarieven voor grootverbruikers, met een daling van 10-20ppt in 2040. Dit vermindert de prikkel voor herallocatie naar goedkopere regio's, waardoor de toegevoegde economische waarde van deze industrieën voor Nederland behouden blijft

Tariefevolucie voor industriële spelers op het HS- en MS-net in het hoog scenario, % t.o.v. 2024 baseline nettarif

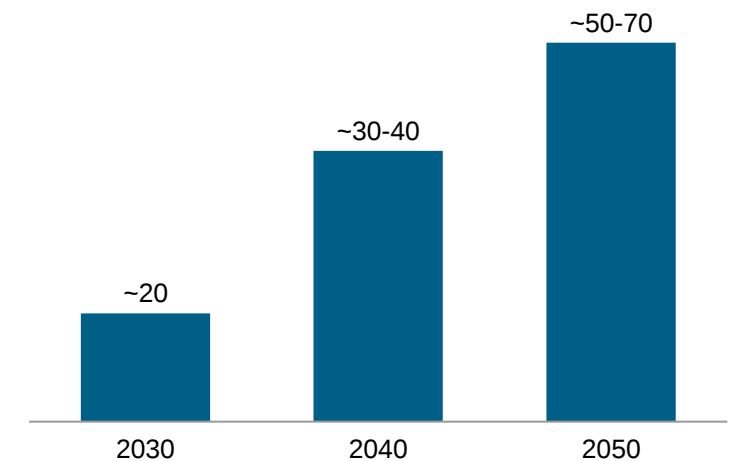


3

Competitieve positie als vestigingslocatie in Europa versterken op de lange termijn

Naast het dalen van de nettarieven door het implementeren van de interventieclusters, heeft Nederland een unieke kans om zijn competitieve positie als vestigingslocatie in Europa te versterken dankzij de grootschalige wind-op-zee opwek (~50-70 GW tegen 2050) en de bijbehorende lagere LCOE vs directe buurlanden, wat leidt tot ~10% competitievere elektriciteitskosten t.o.v. andere landen (m.n. DE)

Doelstellingen Rijksoverheid voor wind-op-zee in Nederland (GW)¹



Bredere impact | Om het potentieel te realiseren zijn significante investeringen en mitigerende maatregelen voor consumenten noodzakelijk

A Flexibiliteit bij kleinverbruik

Gerichte investeringen nodig om comfortverlies bij ingrijpende sturing te mitigeren

EV-laders

- Comfortverlies (voldaan aan laadvraag voor avondladen) door het sterk terugregelen van EV-laders
- Afhankelijk van EV en laadprofiel, kunnen meeste EV's volgeladen worden tegen de ochtend

Warmtepompen

- Geen comfortverlies bij hybride WP, die overschakelen op gas
- Terugregeling van all-e WP naar 50% tijdens piek (Hoog scenario) kan leiden tot afkoeling (1-2 °C), wat volledig kan gemitigeerd worden door bv. investering in buffervaten

B Flexibiliteit bij grootverbruik

Financiële compensatie voor flexibiliseren nodig om netverzwaring te voorkomen

Opportunitetskosten

- Eerste inschatting wijst erop dat de systeemwaarde van bespaarde netverzwaring opweegt tegen de publieke investeringen in de compensatie om flexibiliteit te ontsluiten
- Ontsluiten van flexibiliteit kent echter grote onzekerheden en vereist verder onderzoek
 - Compensaties kunnen stijgen door benodigde CAPEX-investeringen bij procesdisrupties, m.n. in grote industrieën met geïntegreerde processen
 - Bestaande investeringen met lange afschrijvingstermijnen bemoeilijken daarnaast de timing voor het ontsluiten van flexibiliteit

D Verhoogde technische benutting

Extra storingsrisico kan opgevangen worden door slim afschakelen van GV's

Storingsrisico

- Een verhoogde technische belastingsgrens kan leiden tot een verhoogd storingsrisico, wat kan leiden tot het mislopen van toegevoegde economische waarde
- Door het slim afschakelen van op MS aangesloten grootverbruik, kan de impact op beperkt worden (incl. Impact op bebouwde omgeving). De misgelopen toegevoegde waarde van de grootverbruikers dient wel gecompenseerd te worden

Verder onderzoek nodig naar investeringen in benodigde flexibiliteitscompensaties en storingsrisico – eerste inschattingen wijzen op €3-6 Mld (~10 tot 20% van de baten)

Urgentie (I/II) | Samenhangende implementatie van beleid vanaf 2025 cruciaal met 30% 'at risk' bij vertraagde implementatie

Clusters	Beleid nodig op korte termijn	Impact at stake
A Flexibiliteit bij kleinverbruik	• Toekennen van concessiezones voor warmtenetten • Protocollen om zon-op-dak en publieke EV-laders te flexibiliseren	~15%
B Flexibiliteit bij grootverbruik	• Alternatieve transportcontracten (met tariefkortingen) voor E-logistiek • Voldoende compensatie mechanismen en CAPEX subsidies voor het ontsluiten van flexibiliteit	~25%
C Slimme locatie-keuze	• Sturende energieplanologie voor nieuwe aansluitingen van opwek, opslag en grootverbruikers (incl. datacenters)	~35%
D Verhoogde technische benutting	• Toestaan van verhoogde belastingsgrenzen op assets en het breder gebruik van de MS-redundantie voor opwek en afname capaciteit	~75%
F Knock-on effecten	• Piekcapaciteit vanuit lagere netvlakken (LS/MS) dient tijdig verlaagd te worden om netverzwaring op hogere netvlakken (MS/HS) te vermijden	~30%
Totale impact at stake indien beleid pas wordt ingevoerd na 2030		~30%

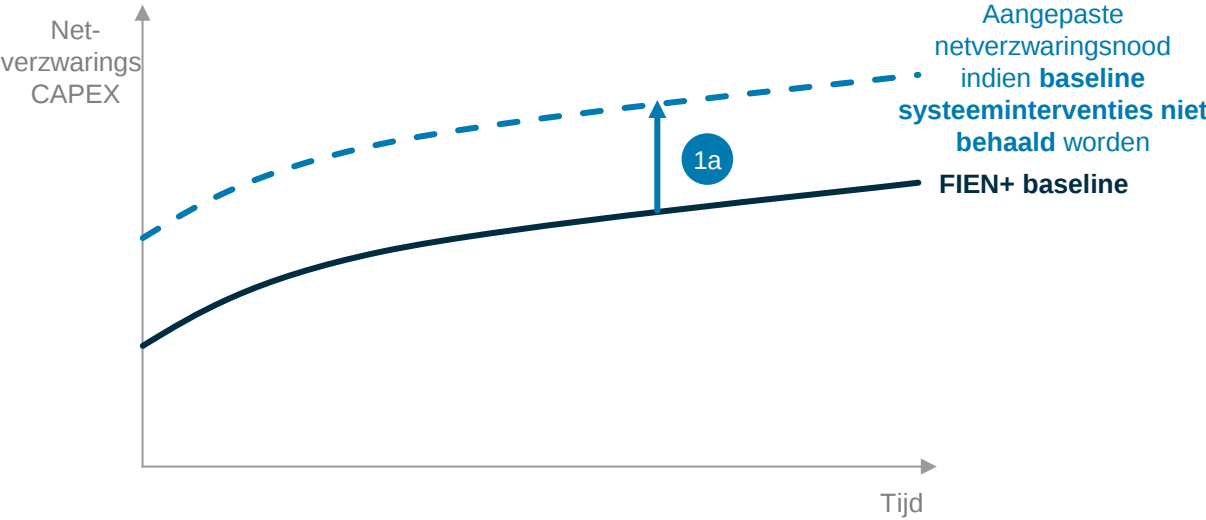
Urgentie (II/II) | 15 beleidsacties te nemen in 2025, zowel qua voorbereiding als implementatie, om de mogelijke impact te realiseren

Interventieclusters	Benodigde beleidsacties in 2025 om impact potentieel te realiseren, zowel voorbereiding als implementatie			
A Flexibiliteit bij kleinverbruik	1 Warmtenetten Invoering van de WCW ¹ die uitrol warmtenetten ondersteunt; Uitwerken van subsidiëeringskader voor investeringen; Identificatie van concessiezones en implementatieplan incl. opleverdata en verantwoordelijke partijen	2 KV-tariefstelsel Ontwikkeling van kleinverbruiker tariefstelsel door ACM (voor invoering in 2028)	3 Energiebesparing onderzoek Kosten-baten-analyse door onderzoek naar de impact op netverzwaring, investeringen en maatschappij (voor invoering in 2027)	4 Netbewust laden Ontwikkeling van terugregelstandaarden voor publieke en private EV-laders, en implementatie in concessies van publieke EV-laders
	5 Non-firm ATO's, bredere compensatie en hernieuwde opwek achter de meter Invoering van alternatieve non-firm- en tijdsblokgebonden contracten om flexibele grootverbruikers te activeren; verhoging van vergoedingen, volumes en looptijden van compensatie-structuren om meer deelname te stimuleren; ontwikkeling van subsidiekader voor RES achter de meter om decentrale opwek en afname aan te moedigen	6 Energiebesparingsplicht Invoering van strengere isolatie-eisen voor gebouwen; verlenging van de terugverdientijd voor verduurzamingsmaatregelen om investeringen aantrekkelijker te maken; introductie van een verplichte energie-efficiëntiecheck om verspilling te signaleren en verduurzaming te versnellen		
C Slimme locatiekeuze	7 Capaciteits/overbelastingsanalyse Gedetailleerde analyse van stationbelasting zodat de optimale locatie van opwek-assets, grootverbruikers en batterijen kan geïdentificeerd worden	8 Uitbreiding subsidiëeringskaders Uitbreiding van SDE++ en OWE met locatiecriteria zodat opwek, GV, opslag en conversie-assets optimaal ingespast worden binnen het netwerk (invoering in 2026)	9 Energieplanologisch beleid Uitwerking van energieplanologisch beleid door lokale overheden gebaseerd op gedetailleerde analyse, met RNBs in adviesrol (invoering in 2026)	10 Integrale tariefstructuur Uitwerking van hogere tarieven voor locaties met weinig vrije capaciteit (mogelijk toegepast op aansluitingstarief en transporttarief; invoering in 2026)
	11 Uitbreiden N-1 wetgevend kader Vorbereiding van een uitgebreid N-1 wetgevend kader opgenomen in Energiewet dat netbeheerders toestaat redundantie breder in te zetten voor afname capaciteit, met invoering gepland voor 2026	12 Zwaardere asset belasting aanmoedigen Vorbereiding van ondersteunende maatregelen om netbeheerders te stimuleren transparantie te bieden in de huidige belasting van assets en deze belasting te verhogen op locaties met beschikbare capaciteit, met implementatie gepland voor 2026	13 Storingscompensatiestructuur opzetten Herevaluatie van aansprakelijkheid van de netbeheerders voor storingen (bv. door het opzetten van een storingsfonds om economische schade door storingen op te vangen), met invoering van nieuwe storingscompensatiestructuur in 2026	
D Verhoogde technische benutting				
E Lokale conversie wind op zee	14 Identificatie optimale locaties Onderzoek naar geschikte locaties voor conversie-assets op basis van aanlandingsgebieden voor wind-op-zee	15 Uitbreiding subsidiëeringskaders en financiële ondersteuning conversie WoZ Verankering van locatie-eisen voor elektrolyzers bij (OWE)-subsidies (KGG) en korting/vrijstelling op nettarieven (netbeheerders), ondersteuning van projecten (OWE, SDE++, IPCEI) en maatwerkafspraken en ander beleid om de industriële vraag naar waterstof te stimuleren		

Bijlagen

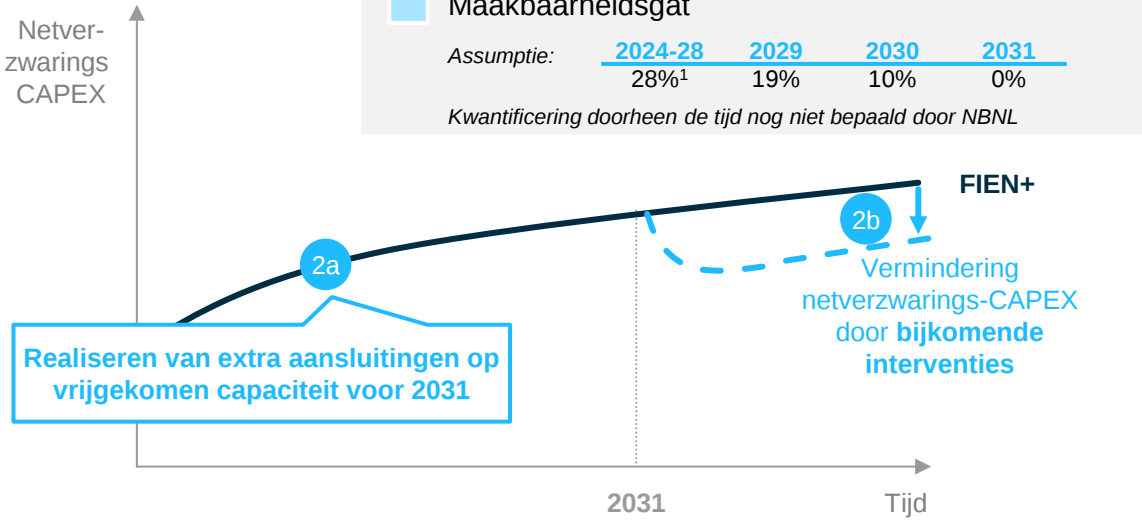
Baseline interventies (I/II) | De huidige investeringsplannen bevatten reeds ambitieuze systeeminterventies die aanvullend beleid vergen

1 Baseline contributie (FIEN+, IPs 2024)



1a Behalen van baseline objectieven
Bijvoorbeeld: Binnen de cluster *Flexibiliteit bij kleinverbruik*, wordt de adoptiegraad van warmtenetten als input meegenomen, om zo de ambitieuze baseline targets (20% adoptiegraad van warmtenetten) te behalen

2 Additionele interventies



2a Dichten maakbaarheidsgat voor 2031
Bijvoorbeeld: Binnen *Verhoogde technische benutting*, zal de benodigde CAPEX-verzwarings verlagen en het maakbaarheids-gat (deels) dichten indien de belastingsgraad verhoogt

2b Effectieve betaalbaarheidsimpact
Bijvoorbeeld: Stuurbaarheid van apparaten achter de meter kan, bovenop andere interventies, de betaalbaarheid effectief verbeteren na 2031, wanneer het maakbaarheidsgat waarschijnlijk grotendeels is gedicht

Indien maakbaarheidsgat gedicht

Baseline interventies (II/II) | De huidige investeringsplannen bevatten reeds ambitieuze systeeminterventies die aanvullend beleid vergen

	1	2
	Baseline contributie (FIEN+ / IPs 2024)	Additionele interventies
	Focus op meest materiële interventies opgenomen in de baseline	Additionele impact op netverzwarrings-CAPEX bovenop baseline contributie
A	Flexibiliteit bij kleinverbruik	Stuurbaarheid: PV, EV-laders (publiek en privaat) en WP Energiebesparingsmaatregelen: Strengere maatregelen Warmtenetten: Verhoogde penetratie naar 2050 toe
B	Flexibiliteit bij grootverbruik	Piekreductie: additionele non-firm/flexibele aandelen in geprojecteerde vraagprofielen logistiek, datacenters en industrie, zowel op het MS- als op het EHS/HS-net
C	Slimme locatiekeuze	Opwek: sturen van nieuwe aansluitingen en afwijzen van verzwarringsaanvragen op het MS-net waar deze niet passen Grootverbruikers: sturen van nieuwe aansluitingen / afwijzen van verzwarringsaanvragen op het MS-net
D	Verhoogde technische benutting	Redundantie verlaging + zwaardere belasting assets: technische belastingsgrens optrekken voor normale en storingssituaties voor lijnen, kabels en de transformatoren in MS- en HS-net; en redundantie op het MS-net verlagen
E	Lokale conversie wind op zee	Downside risk/impact: neerwaarts risico van het uitblijven van slimme locatiekeuze van conversie, of mismatch tussen gerealiseerde volumes van conversie en stroomaanbod (WoZ) en vraag (e/H2-vraag industrie)

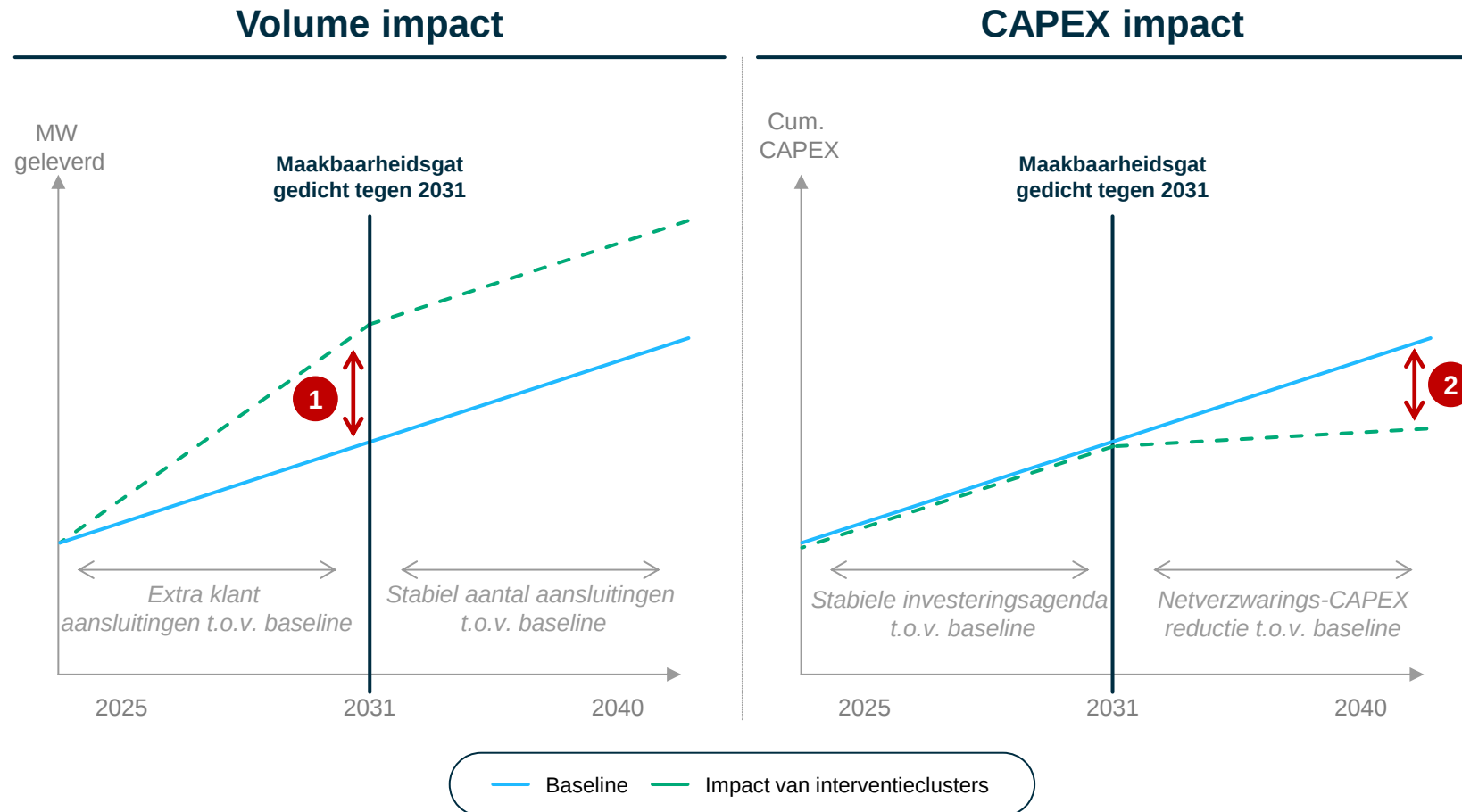
1. Additionele capaciteit van datacenters (volgens prognose van TenneT IP26) kan nog geoptimaliseerd worden adhv additionele interventies;
 Bron: FIEN+ rapport Strategy&, PWC 2024

Scenario's interventieclusters | Om scenario impact te realiseren dient er een set aan beleidsinstrumenten geïmplementeerd te worden

Scenario's

	Laag	Midden	Hoog	Beleidsinstrumenten	
A	Flexibiliteit bij kleinverbruik	- Gebruik van prikkels om private EV-laders en warmtepompen te sturen - Aanvullende actieve sturing op publieke EV-laders Lagere penetratie warmtenetten, vs. de baseline ambitie (20%)	Actieve sturing van publieke EV-laders en achter de meter (incl. private EV-laders, warmtepompen en zon-op-dak), met beperkte impact consumentcomfort - Baseline penetratie warmtenetten (20%) - Verhoogde energiebesparingseisen	Actieve sturing van publieke EV-laders en achter de meter (incl. private EV-laders, warmtepompen en zon-op-dak), met impact consumentcomfort - Hogere penetratie warmtenetten (30%) - Verhoogde energiebesparingseisen	- KGG / ACM ontwikkelt financiële prikkels - ACM kent sturingsmandaat toe aan netbeheerders/externe partij - KGG en lokale overheden versnellen en coördineren uitrol van warmtenetten - VRO verscherpt energiebesparingseisen - KGG/Netbeheerder stimuleert flex (ATR, flextenders, CAPEX-subsidie) - ACM introduceert tarieven gedifferentieerd in de tijd - ODs handhaven energiebesparingsplicht - KGG stuurt opslag achter de meter met subsidies (bv. SDE++) - ACM introduceert tarieven gedifferentieerd naar locatie - KGG/lokale overheden versterken sturende beleid op energieplanologie - ACM herevalueert storingscriteria als criteria voor netbeheerder compensatie - KGG/ACM dekt toenemende aansprakelijkheid van netbeheerders af - ACM breidt scope afschakelplannen en non-firm contractvormen uit - KGG/lokale overheid stuurt op locaties elektrolyse met energieplanologie - KGG/VRO maakt OWE-subsidie voor elektrolyse conditioneel op gebruik van enkel elektriciteitsoverschotten van lokale bron¹
B	Flexibiliteit bij grootverbruik	- Lage compensatie ontsluit beperkte flexibilisering GVs in enkele sectoren Vrijwillig netbewust laden logistiek (gebaseerd op prikkels) - Geen additionele energiebesparing utiliteit	- Meer compensatie ontsluit flexibilisering GVs in verschillende sectoren Verplicht ongegarandeerd laden logistiek (groot aandeel non-firm) Additionele energiebesparing utiliteit	- Hoge compensatie ontsluit flexibilisering GVs tot 20% in alle industriële sectoren Verplicht tijdsgebonden laden logistiek (uitschakelen op de piekuren) Additionele energiebesparing utiliteit	
C	Slimme locatiekeuze	Scenario 1 - Slimme locatiekeuze voor opwek: - Stuurbare assetcategorieën - Nieuwe aansluitingen en verzwaringsaanvragen Scenario 2 - Slimme locatiekeuze voor grootverbruik: - Stuurbare grootverbruikscategorieën - Nieuwe aansluitingen en verzwaringsaanvragen			
D	Verhoogde technische benutting	Algemene verhoging van belastingsgrens van MS- en HS-assets gebaseerd op hoger technisch belastingspotentieel assets met minimale storingsimpact	Verhogen van belastingsgrens MS- en HS-assets gedifferentieerd overheen locaties (lage storingskans: belasting 'Hoog' scen., hoge storingskans: belasting 'Laag' scen.) en lagere redundantie op MS-net	Algemene verhoging van technische belastingsgrens van MS- en HS-assets gebaseerd op lagere redundantie op MS-net en hogere technische belasting assets, leidend tot verhoogde storingskans	
E	Lokale conversie wind op zee	Sensitiviteit locatie: neerwaards risico verzwaringsvraag wanneer dezelfde conversie (elektrolyse/power-to-heat) wordt gerealiseerd op in-land locaties, waardoor het transportvraag opdrijft	Sensitiviteit volume: neerwaards risico op systeemkosten wanneer stimuleringsbeleid leidt tot realisatie van WoZ- en conversievermogen waar geen (economische) vraag voor bestaat	Baseline: realisatie ambities van WoZ en conversie (elektrolyse/power-to-heat) aan de kust, en in gelijke tred met lokale economische vraag naar groene elektronen en H2, om zo aanbodoverschotten te voorkomen	

Impact – Volume vs. capex | Op korte termijn kan de wachtrij versneld aangesloten worden door de vrijgekomen piekcapaciteit



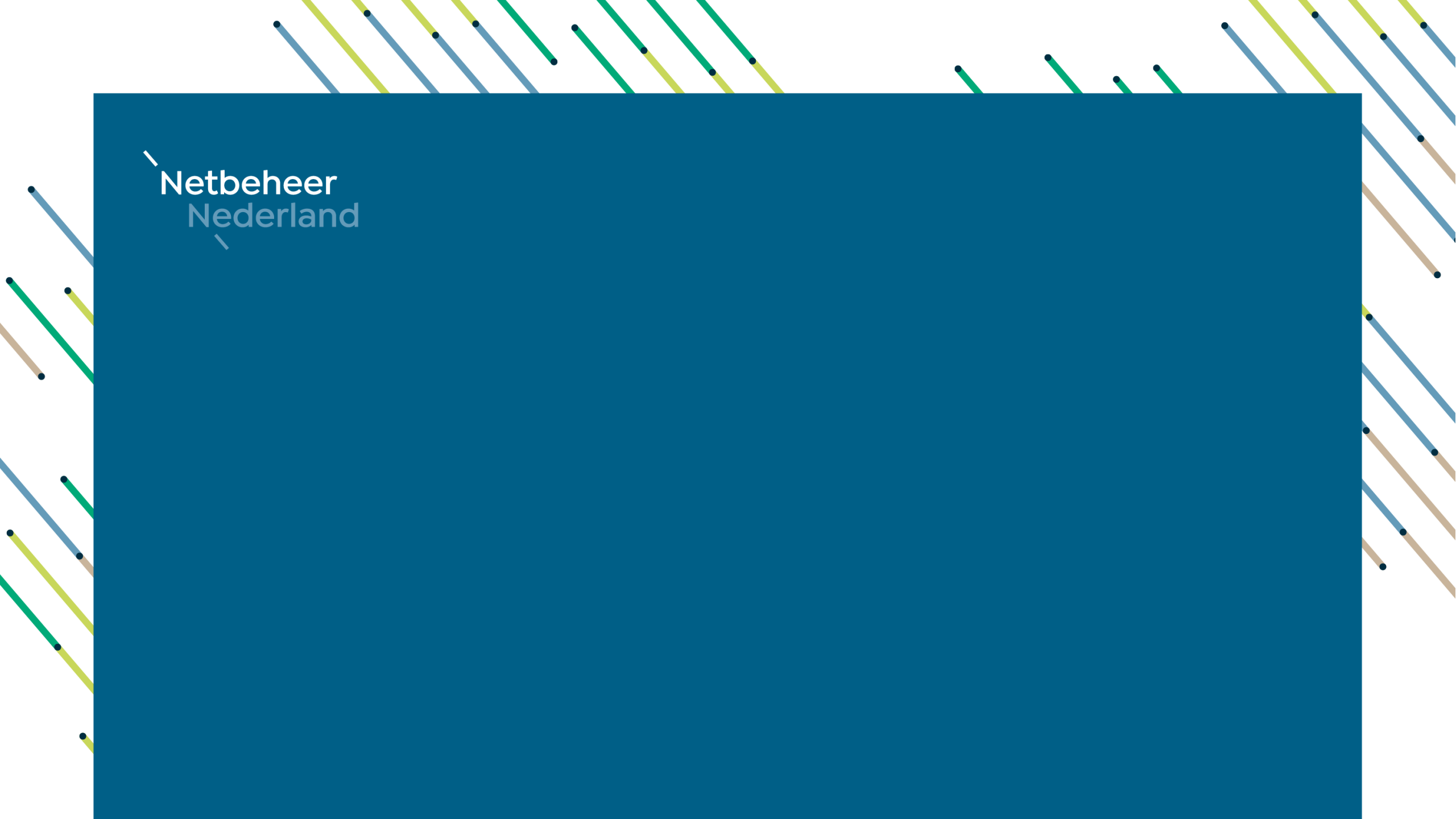
Interventies zorgen, over de netvlakken heen, voor het reduceren van de piekvraag of het ontsluiten van meer capaciteit op het net. De impact verschilt voor de periode tot '31 en na '31

1 Volume impact tot 2031

Voor 2031, dragen de interventies voornamelijk bij het dichten van het maakbaarheidsgat door meer klanten aansluitingen te realiseren, hierdoor kunnen de netkosten over een groter volume verspreid worden en daalt het nettatarief

2 CAPEX impact vanaf 2031

Na 2031, zorgen de interventies voor het vermijden van netverzwaring door eenzelfde aantal klanten aansluitingen te realiseren met een verminderde netverzwaring met een directe impact op daling van nettarieven



Netbeheer
Nederland