

Sustainaweekly

Het effect van klimaatverandering op de evenwichtsrente

- ▶ **Strategie thema:** Klimaatverandering en de reactie daarop zullen meerdere compenserende invloeden hebben op r^* , de neutrale of evenwichtsrente. Uit de theorie blijkt dat r^* wordt bepaald door drie factoren: (1) BBP/productiviteitsgroei, (2) demografie en (3) de voorkeur voor veilige activa. Stijgende temperaturen zullen leiden tot meer frequente en intense extreme weersomstandigheden die de vraag naar veilige activa zullen doen toenemen en een gevolg daarvan is een lagere r^* . De vooruitzichten voor r^* hangen af van de omvang van de transitie en van fysieke schokken.
- ▶ **Economie thema:** Dit is de tweede van een reeks van drie analyses over de elektriciteitssector. In de eerste analyse hebben wij gewezen op het verschil in de vraag naar elektriciteit in de OESO- en de opkomende markteconomieën. Naar verwachting zal de vraag naar elektriciteit in de toekomst, in verschillende scenario's, zowel in de OESO- als in de opkomende economieën toenemen als gevolg van de ontkoling en de energiezekerheid. Dit betekent een verschuiving ten opzichte van de afgelopen 10 jaar in de OESO, toen de vraag naar elektriciteit gelijk bleef.
- ▶ **Sector thema:** Binnen veel economische sectoren van de Nederlandse economie is de overgang naar een koolstofarme of koolstofvrije economie goed op gang gekomen. Maar sommige sectoren staan nog steeds voor een flinke opgave om de emissies te verminderen, terwijl voor een klein aantal andere sectoren het emissiereductietraject tot 2030 een haalbare optie is. De sectoren die verantwoordelijk zijn voor de meeste broeikasgasemissies staan voor de grote uitdaging om hun processen en producten koolstofvrij te maken. De overgang is vaak complex en stuit ook op vele obstakels.
- ▶ **ESG in cijfers:** In een vast onderdeel van onze *Weekly* presenteren we enkele grafieken met de belangrijkste indicatoren voor ESG-financiering en de energietransitie.

In deze editie van de SustainaWeekly beginnen we met het effect van klimaatverandering op de neutrale rentevoet. We vervolgen met de tweede van een reeks van drie notities over de elektriciteitssector. Vervolgens tonen wij aan dat de koolstofvrije overgang in de sector nog op genoeg obstakels stuit.

Veel leesplezier en, zoals altijd, laat het ons weten als je feedback hebt!

Nick Kounis, Hoofd Financial Markets & Sustainability Research | nick.kounis@nl.abnamro.com

Het effect van klimaatverandering op r^*

Amit Kara – Senior Econoom Sustainability | amit.kara@nl.abnamro.com

- ▶ Deze nota bespreekt de impact van klimaatverandering op de neutrale of evenwichtsrente (r^*). r^* is van groot belang voor het monetaire beleid, de prijzen van activa en het begrotingsbeleid
- ▶ r^* is een theoretisch concept en de maatstaf evolueert in de tijd. Uit de theorie blijkt dat r^* wordt bepaald door drie factoren: (1) groei van het bbp/productiviteit, (2) demografie en (3) de voorkeur voor veilige activa. r^* helpt ook om besparingen en investeringen in evenwicht te brengen
- ▶ De vooruitzichten voor r^* hangen af van de omvang van transitie en fysieke schokken. Er is een wisselwerking tussen fysieke en transitie risico's; de fysieke schokken zullen kleiner (groter) zijn als de regeringen een zinvolle (geringe) inspanning leveren om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. De onzekerheid rond het beleid kan een neerwaartse druk uitoefenen op r^*
- ▶ Stijgende temperaturen zullen leiden tot meer frequente en intense weersomstandigheden die de vraag naar veilige activa zullen doen toenemen en een gevolg daarvan is een lagere r^* . Het vooruitzicht van frequentere en intensere weersomstandigheden kan ook de investeringsuitgaven volledig ontmoedigen, waardoor de r^* opnieuw daalt en de zoektocht naar veilige activa verder wordt versterkt
- ▶ Een koolstofbelasting zal de vraag naar en de prijs van fossiele brandstoffen doen dalen. Deze aanpassing zal bijzonder pijnlijk zijn voor exporteurs van fossiele brandstoffen, die tijdens de overgang met een ongunstige ruilvoetschok zullen worden geconfronteerd. De schok zal gunstig zijn voor importerende landen. De mondiale r^* zal een evenwicht tussen deze twee effecten vertegenwoordigen
- ▶ r^* brengt gewenste investeringen in evenwicht met gewenste besparingen. Verwacht wordt dat de investeringen in mitigatie en aanpassing de komende 20-30 jaar jaarlijks met ongeveer 1-2% van het BBP zullen stijgen in een netto nul-scenario. Dit zal de vraag naar besparingen doen toenemen met opwaartse druk op r^*

The humans of the future will surely understand, knowing what they presumably will know about the history of their forebears on earth, that only in one, very brief era, lasting less than three centuries, did a significant number of their kins believe that planets and asteroids are inert. My ancestors were ecological refugees long before the term was invented.
Amitav Ghosh in The Great Derangement. Climate Change and the Unthinkable

In deze nota bespreken wij het effect van klimaatverandering op de neutrale of evenwichtsrente. De evenwichtsrente is het niveau van de reële korte rente wanneer de economie in evenwicht is, d.w.z. wanneer de economische activiteit op het potentiële niveau is en de inflatie op koers ligt. Het is ook het niveau waarop de besparingen gelijk zijn aan de investeringen. Economen noemen de evenwichtsrente r^* .

De evenwichtsrente is van groot belang voor centrale banken, regeringen en investeerders. Monetaire beleidsmakers bij centrale banken kalibreren het monetaire beleid voortdurend aan r^* . De beleidskoers is expansief wanneer de officiële beleidsrente onder de evenwichtsrente ligt en restrictief wanneer de beleidsrente boven de evenwichtsrente ligt. r^* is belangrijk voor het overheidsbeleid, vooral wanneer de rentevoet van de centrale bank aan de ondergrens ligt en de overheid moet ingrijpen met structurele hervormingen om de potentiële economische groei te verhogen of met een fiscale stimulans, zoals onlangs het geval was. En ten slotte is r^* van fundamenteel belang voor het rendement van activa omdat uiteindelijk alle activaprijzen worden afgezet tegen de risicovrije rente.

Wat drijft r^* ?

r^* is een theoretisch concept en het precieze niveau is onbekend. In feite is niet alleen het precieze niveau van r^* onbekend, het zou ook in de tijd variëren. Zo vertoont het evenwichtsperscentage in de geavanceerde economieën sinds de jaren tachtig een seculaire neerwaartse trend.

Er zijn vele verklaringen voor deze neerwaartse trend en in overeenstemming met de economische theorie kunnen zij in drie groepen worden ingedeeld: (1) economische groei, (2) demografie en (3) de toenemende voorkeur voor veilige activa. Deze

oorzaken zijn structureel in die zin dat zij zich geleidelijk in de tijd ontwikkelen. Een belangrijke reden voor de daling van de reële rente in de geavanceerde economieën sinds de jaren tachtig is bijvoorbeeld de tragere economische groei als gevolg van de lagere productiviteitsgroei in deze periode. Lage economische groei gaat gepaard met minder investeringen en dat vereist op zijn beurt minder besparingen, hetgeen resulteert in een daling van r^* omdat de evenwichtsrente helpt besparingen en investeringen in evenwicht te houden.

r^* wordt niet alleen beïnvloed door het gemiddelde tempo van de economische groei, maar ook door de volatiliteit van die groei en de scheefheid rond die groei. Voor alle duidelijkheid: het is de groei van de productiviteit/BBP en niet het niveau van de productiviteit/BBP die van belang is voor r^* . Bij wijze van intuïtie geven economische subjecten de voorkeur aan veiligheid en zijn zij bereid een premie te betalen voor activa die in alle resultaten hetzelfde veilige rendement bieden, vooral in perioden waarin de economische vooruitzichten volatiel zijn.

Om diezelfde reden zijn handelaren bereid een premie te betalen wanneer de scheefheid in de verdeling van de uitkomsten negatief is, d.w.z. dat de kans op een slechte uitkomst groter is dan de kans op een goede uitkomst.

Klimaatverandering en r^*

Klimaatverandering en klimaatveranderingsbeleid zijn belangrijk voor de productiviteitsgroei en de investeringsuitgaven. Hoge investeringsuitgaven zullen het BBP op korte termijn stimuleren en de productiecapaciteit van de economie op lange termijn ondersteunen. Het BBP zal ook minder volatiel zijn. Een hogere BBP-groei en een lagere volatiliteit van het BBP zullen resulteren in een hogere R^* .

Fysieke schokken

Eén manier om de discussie te kaderen is via het prisma van fysieke schokken en transitie schokken. Fysieke schokken hebben betrekking op directe en indirecte risico's voor de economie die worden veroorzaakt door de opwarming van de aarde. Deze risico's kunnen chronisch of acuut zijn. Het chronische effect vloeit voort uit het effect dat stijgende temperaturen hebben op de arbeidsproductiviteit, het arbeidsaanbod, de totale factorproductiviteit en de kapitaalaccumulatie. Het merendeel van de recente klimaatliteratuur lijkt te suggereren dat de opwarming van de aarde eerder het productiviteitsniveau en het BBP zal doen dalen dan de groei ervan. Het effect van chronische fysieke schokken op r^* zal relatief klein zijn als, zoals studies suggereren, het effect op het groeipercentage van het BBP marginaal is.

Acute fysieke risico's hangen ook nauw samen met de temperatuur. Het BBP zal naar verwachting volatieler zijn, vooral in kleine economieën met een laag inkomen die dichtbevolkt zijn en gevoelig zijn voor extreme weersomstandigheden. Economieën met lage inkomens zijn ook kwetsbaarder omdat zij minder toegang hebben tot de technologie en de financiële middelen die nodig zijn om weerstand op te bouwen en de economie weer op te bouwen na een extreme weersgebeurtenis. Het citaat van Amitav Ghosh aan het begin van dit artikel belicht de kwetsbaarheid van de economie in één van die landen, Bangladesh. Uit studies blijkt namelijk dat door de opwarming van de aarde met 1,1 graad Celsius het landoppervlak en de bevolking al zijn verdubbeld, in het geval zij zijn blootgesteld aan extreme weersomstandigheden zoals overstromingen, misoogsten, hittegolven en droogte. Deze gebeurtenissen zullen alleen maar toenemen en mogelijk meer migratie en conflicten met zich meebrengen, waardoor het BBP volatieler wordt. De voorkeur voor veilige activa zal toenemen, waardoor een neerwaartse druk op r^* ontstaat.

Extreme weersomstandigheden kunnen ook de vraag naar investeringen doen toenemen, wat de r^* zal ondersteunen, maar er kan ook een scenario worden geschetst waarin de toegenomen frequentie van extreme weersomstandigheden de investeringsuitgaven afschrikt en in dat geval zou de r^* kunnen dalen. Landen met lage inkomens en beperkte toegang tot financiering en technologie zijn het meest kwetsbaar. Het gevolg van lage uitgaven voor mitigatie- en aanpassingsinvesteringen zou kunnen zijn dat de vraag naar risicoloze activa toeneemt.

Impact van fysieke en transitierisico's op r^* in de komende 20-30 jaar

Driving factor	Impact on r^*	Impact on r^* from physical risk	Impact on r^* of transition risk
GDP growth	Positive relationship. High growth, high r^*	Downwards, if global warming results in a reduction in GDP/productivity growth.	Investment spending on mitigation, adaptation and reconstruction could rise. This lifts r^* . The transition to net zero is negative/positive for fossil-fuel exporters/importers who suffer an adverse/favourable term-of-trade shock. r^* falls/rises
Risk			
Volatility	Negative relationship. High volatility, low r^* .	r^* likely to fall because of more frequent and more intense extreme weather events.	Higher spending on adaptation and mitigation lowers economic volatility, resulting in higher r^* . r^* likely to fall because the mitigation policy path is unknown
Negative skew	Negative relationship. Bigger skew, lower r^*	r^* likely to fall especially in low-income economies with limited access to technology and finance.	Higher spending on adaptation and mitigation lowers the chances of a negative skew resulting in higher r^* . r^* likely to fall because the mitigation policy path is unknown

Bron: ABN AMRO Economisch Bureau

Transitieschokken

Transitieschokken zijn de gevolgen voor de economie van veranderingen in klimaatbeleid en technologie. De literatuur over transitieschokken draait om prijsgebaseerd beleid zoals koolstofbelastingen en niet-prijsgebaseerd beleid zoals regelgeving, overheidsinvesteringen en stimulansen voor groene investeringen. Koolstofbelastingen zullen de effectieve prijs van koolstofintensieve brandstoffen zoals kolen, olie en gas verhogen ten opzichte van kernenergie en hernieuwbare energiebronnen. Als gevolg daarvan zal de vraag verschuiven van brandstoffen, met name brandstoffen met een hoog koolstofgehalte, naar brandstoffen met een laag koolstofgehalte. Het productieproces zal ook meer in de richting verschuiven van kapitaal en arbeid en minder richting energie. De onderliggende prijs van fossiele brandstoffen zal dalen door de lagere vraag. Lagere prijzen en een lagere vraag naar fossiele brandstoffen zullen een negatieve handelsschok veroorzaken voor brandstofexporteurs zoals landen in het Midden-Oosten, Canada, Noorwegen en Rusland. Anderzijds zullen importeurs van fossiele brandstoffen, zoals de EU, Japan, China en India, profiteren van de lagere prijs.

Zoals eerder besproken dient de evenwichtsrente ook om besparingen en investeringen met elkaar in evenwicht te brengen. De elektriciteitssector staat centraal in deze transitie en de investeringen in deze sector zullen de komende 15 jaar aanzienlijk moeten stijgen om netto nul te bereiken. De Energie Transitie Commissie is van mening dat een volledige transformatie van het energiesysteem nodig is om in 2050 netto nul te bereiken en dat zal 1-2% van het BBP per jaar kosten. Dit is de totale raming van de investeringen om de bestaande, op fossiele brandstoffen gebaseerde infrastructuur te vervangen/retrofiteren door schone energie. Voor deze analyse gaat het echter om de incrementele investeringen die moeten worden gedaan bovenop de reguliere investeringen in fossiele brandstoffen die zouden zijn gedaan in een scenario zonder klimaatverandering. McKinsey, de managementconsultant, schat dat de vereiste netto-investering ongeveer 1% van het BBP bedraagt. Dit investeringsbedrag is voor de meeste regeringen onbetaalbaar en daarom zal de particuliere sector een belangrijke rol moeten spelen bij de financiering en aanleg van de vereiste infrastructuur.

Daarbij komen nog de kosten van aanpassingsprojecten ter bescherming tegen de fysieke effecten van klimaatverandering. Dit omvat de verbetering van openbare infrastructuur zoals irrigatiesystemen, wegen, bruggen, gebouwen en de ontwikkeling van systemen voor vroegtijdige waarschuwing. Tegenover de uitgaven voor omschakeling en aanpassing moeten extra besparingen staan en de rente zal moeten stijgen om de particuliere en de openbare sector ertoe aan te zetten besparingen naar deze investeringsprojecten door te sluizen.

Conclusie

Klimaatverandering en de reactie daarop zullen meerdere compenserende invloeden op r^* genereren. Volgens de theorie zal r^* worden beïnvloed door de economische groei en de onzekerheid rond die groei. r^* werkt ook om besparingen en investeringen in evenwicht te brengen. Het totale effect zal afhangen van het evenwicht tussen deze krachten. Hogere uitgaven voor mitigatie- en aanpassingsinvesteringen zullen r^* verhogen en in die omstandigheden verwachten wij dat de vraag naar veilige activa zal afnemen, wat op zijn beurt ook r^* zal ondersteunen. Het omgekeerde is ook mogelijk - de investeringsuitgaven kunnen laag zijn en het risico voor de economie zal toenemen. Beide krachten zullen de r^* afremmen. Landen die fossiele brandstoffen uitvoeren zullen een inkomensverlies lijden door ongunstige ruilvoetschokken, terwijl de koopkracht van de importeurs van fossiele brandstoffen zal verbeteren door de gunstige ruilvoetschok. De mondiale r^* weerspiegelt een evenwicht tussen deze twee factoren.

Vraag naar elektriciteit op keerpunt

Aggie van Huisseling – Econoom | aggie.van.huisseling@nl.abnamro.com

Amit Kara – Senior econoom | amit.kara@nl.abnamro.com

Jeannine van Reeken-van Wee – Econoom en data scientist | jeannine.van.reeken@nl.abnamro.com

- ▶ **De vraag naar elektriciteit is de afgelopen 10 jaar in de OESO-landen gelijk gebleven**
- ▶ **De komende jaren zal de vraag naar elektriciteit toenemen als gevolg van decarbonisatie en de priorisering van energiezekerheid**
- ▶ **In alle IEA- en NGFS-scenario's, maar vooral in het scenario 'Net-Zero tegen 2050', stijgt de elektriciteitsvraag**

Dit is de tweede van een reeks van drie publicaties over de elektriciteitssector. In de eerste publicatie ([hier](#) te vinden) hebben wij de elektriciteitsvraag in de afgelopen 10 jaar in de OESO-landen en de opkomende markten met elkaar vergeleken en wezen we op de uiteenlopende ontwikkeling van de vraag naar elektriciteit in de OESO-landen en de opkomende landen. In de OESO bleef de vraag naar elektriciteit de afgelopen 10 jaar gelijk, maar in de opkomende economieën steeg zij in dezelfde periode met ongeveer 25%. Er zijn twee belangrijke redenen voor dit verschil: efficiëntiewinsten in de OESO-landen en de verplaatsing van zware industrie naar de opkomende economieën. In deze publicatie bekijken we de vooruitzichten voor de toekomstige vraag naar elektriciteit en vergelijken we de hypothesen van twee bekende netto nul-scenario's: van de NGFS en het IEA.

De vraag naar elektriciteit zal toenemen door decarbonisatie en energiezekerheid

De hervorming van de elektriciteitssector is cruciaal voor de decarbonisatie. Zoals hieronder aan de hand van de IEA- en NGFS-scenario's wordt besproken, betekent dit onder meer een toename van de vraag naar elektriciteit en een omschakeling van de onderliggende bronnen die voor de productie ervan worden gebruikt. Zo heeft de EU in haar 'Fit for 55'-pakket als doel gesteld de uitstoot van broeikasgassen tegen 2030 met 55% te verminderen. Niet alleen regeringen hebben doelstellingen voor de vermindering van broeikasgasemissies vastgesteld, maar ook grote bedrijven hebben toezeggingen gedaan om hun impact op het milieu te beperken.

Daarnaast en in het licht van de potentiële deglobalisering, is energiezekerheid in veel regio's een prioriteit geworden. Voor de EU is dit momentum versterkt door de recente energiecrisis, wat heeft geleid tot het nieuwe REPowerEU-plan dat de algemene overgang van het blok naar schone energie ondersteunt en tegelijkertijd de afhankelijkheid van geïmporteerde energie vermindert (om bijvoorbeeld af te stappen van Russisch gas). Het nieuwe initiatief is niet alleen gericht op de gassector, maar ook op de transformatie van de elektriciteitssector – via een versnelde invoering van hernieuwbare energie, elektrificatie van eindtoepassingen en hernieuwbare waterstof. De elektrificatie van eindtoepassingen zal leiden tot een grotere vraag naar koolstofvrije elektriciteit (lees onze publicatie [hier](#)).

Hoewel de huidige energiecrisis het belang van energiezekerheid heeft benadrukt, zijn er grenzen aan directe elektrificatie op korte termijn. Met name voor bepaalde sectoren zoals het vervoer over lange afstand, waaronder de luchtvaart en de scheepvaart. Deze belemmeringen kunnen worden gemitigeerd door geschikte technologieën die momenteel worden ontwikkeld. Hoewel de energiecrisis dus niet heeft geleid tot een plotselinge overschakeling op alternatieve energiebronnen zonder fossiele brandstoffen, heeft zij wel een aantal verschuivingen op middellange tot lange termijn in gang gezet die de transitie zullen versnellen (zie onze publicatie [hier](#)). Wanneer deze fysieke beperkingen worden overwonnen, zullen de sectoren die hun afhankelijkheid van fossiele brandstoffen verminderen, een stijging van de vraag naar elektriciteit teweegbrengen.

De elektrificatie van sectoren zoals het vervoer zal de vraag naar elektriciteit doen toenemen, maar de vraag naar energie zal worden getemperd door de verbetering van de energie-efficiëntie als gevolg van nieuwe en verbeterde technologie. Een goed voorbeeld van energie-efficiëntie is de reactie van de Europese fabrikanten op de recente gascrisis. De industriële productie is opmerkelijk veerkrachtig gebleken ondanks een grote vermindering van de gasvoorziening, maar in de toekomst kan niet worden gerekend op een soortgelijke verbetering van de energie-efficiëntie. Met andere woorden, er zijn (op korte termijn) grenzen aan de toename van de energie-efficiëntie. Al met al verwachten wij dat de toegenomen vraag als gevolg van de elektrificatie groter zal zijn dan de vermindering van de vraag naar elektriciteit door efficiëntie, waardoor de totale vraag naar elektriciteit zal toenemen.

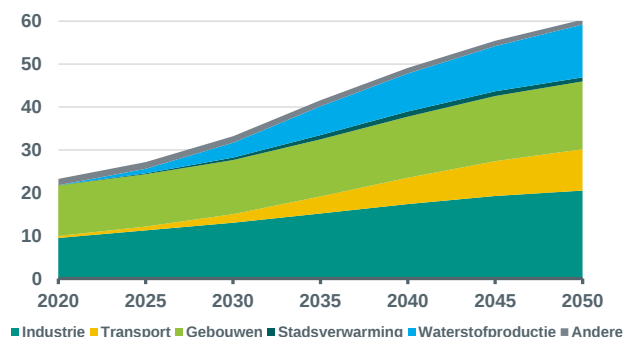
Nul-nul-scenario's voor 2050 om de toename van de elektriciteitsvraag te kwantificeren

In dit deel bespreken worden implicaties en aannames besproken voor de vraag naar elektriciteit, die gebruikt worden in twee bekende netto 'Net-Zero tegen 2050' (NZE) scenario's, die zijn ontworpen om te modelleren hoe de wereld netto nul-emissies van energie en industriële processen CO₂ kan bereiken tegen 2050. De scenario's vereisen aanzienlijke emissiereducties tegen 2030 om in overeenstemming te zijn met de in Parijs vastgelegde doelstelling van 1,5°C scenario's (zoals gedefinieerd door het [IEA](#)).

De vraag naar elektriciteit zal in beide scenario's sterk toenemen. In de onderstaande figuren is het elektriciteitsgebruik voor verschillende sectoren gevisualiseerd. Alle geven het eindgebruik van elektriciteit aan, behalve de waterstofvoorziening, die een secundaire bron is. Zoals uit de grafieken blijkt, verschilt het elektriciteitsverbruik voor de waterstofproductie aanzienlijk tussen de twee scenario's; de aannames voor de waterstofvoorziening staan in onderstaande tabel. De belangrijkste implicatie is dat het IEA ervan uitgaat dat bijna alle waterstofproductie koolstofarm is en dat de jaarlijkse productiecapaciteit voor waterstof bijna dubbel zo groot is als in het NGFS.

IEA: wereldvraag stijgt naar 60.377 TWh

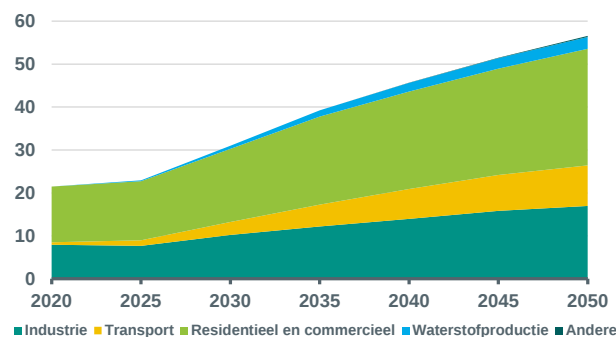
Wereld. Electriciteitsvraag in duizend TWh



Bron: IEA Net Zero tegen 2050, ABN AMRO Group Economics.

NGFS: wereldvraag stijgt naar 56.577 TWh

Wereld. Electriciteitsvraag in duizend TWh



Bron: NGFS fase 3 REMIND-MAGPIE 3,0-4,4, ABN AMRO Group Economics.

Om de methodologische verschillen en de aannames van de scenario's te illustreren, zetten wij deze in de onderstaande tabel tegenover elkaar.

Variabele	IEA	NGFS
BBP-groei	Mondiaal bbp: 45% groter in 2023 dan in 2020 Meer dan twee keer zo groot in 2050	In de 'counterfactual' zonder schade zou het mondiale bbp toenemen van 77003,11 miljard US\$2010/jaar in 2020 tot 143051,09 miljard US\$2010/jaar in 2050, een toename van 86%. De bbp-afwijking is vooral het gevolg van overgangs-, chronische en acute risico's. De bbp-afwijking hiervan bedraagt -3% in 2030 en -4,2% in 2050.
Wereldbevolking	7,8 miljard mensen in 2020 Stijgt naar 8,55 miljard in 2030 En naar 9,8 miljard in 2050	7,8 miljard mensen in 2020 Stijgt naar 8,5 miljard in 2030 En naar 9,4 miljard in 2050.
Totaal energieverbruik	Tussen 2025 en 2050 daalt totale eindverbruik gemiddeld met iets minder dan 1% per jaar tot 340 EJ.	Totaal energieverbruik verondersteld op: 427,32 EJ/jaar in 2020; 396,9 EJ/jr in 2030; 367,77 EJ/jaar in 2050.
Aandeel van elektriciteit in het totale energieverbruik	In 2050 wordt aangenomen dat het staat op 340 EJ. Het aandeel van elektriciteit in het mondiale eindenergieverbruik: 20% in 2020 26% in 2030 50% in 2050.	Electriciteitsverbruik verondersteld op: 77,33 EJ/jaar in 2020, aandeel van 18%; 108,93 EJ/jaar in 2030, aandeel van 27.5%; 193,73 EJ/jaar in 2050, aandeel van 53%.
Waterstof	In 2050 wordt een productie van 528 MT H ₂ gerealiseerd 520 MT H ₂ hiervan is koolstofarm Hiervoor is 14.500 TWh elektriciteit nodig. In EJ is dit een productiecapaciteit van 75,43 EJ	Verwacht een productie van 36,83 EJ/jaar in 2050.
Investeringsen	Tussen 2016-2020, gemiddelde investeringen in energie was wereldwijd 2 biljoen dollar per jaar. Verwacht: 5 biljoen dollar in 2030 4,5 biljoen dollar in 2050. In termen van totale jaarlijkse kapitaalinvesteringen: 2,5% van het mondiale BBP tussen 2016-2020 4,5% in 2030 2,5% in 2050	Investeringsen in de energiesector: 1,2 biljoen US\$2010/jaar voor 2020; 3,4 biljoen US\$2010/jaar voor 2030; 2,4 biljoen US\$2010/jaar voor 2050.
Emissies	CO ₂ emissies dalen tot ongeveer 21 Gt CO ₂ in 2030 en tot net-nul in 2050.	De CO ₂ -uitstoot daalt van 42,5 in 2020 tot 23,4 Gt in 2030 en 2,4 Gt CO ₂ /jaar in 2050.
CO₂ prijzen	Voor geavanceerde economieën, gemiddeld 130 USD per ton (tCO ₂) in 2030 en 250 USD per tCO ₂ in 2050. Voor de BRICS-landen 200 USD/tCO ₂ in 2050. En voor andere opkomende landen en ontwikkelingslanden tot 55 USD/tCO ₂ in 2050.	De koolstofprijs bedraagt 9,73 US\$2010/t CO ₂ in 2020 en 451,24 US\$2010/t CO ₂ in 2050.

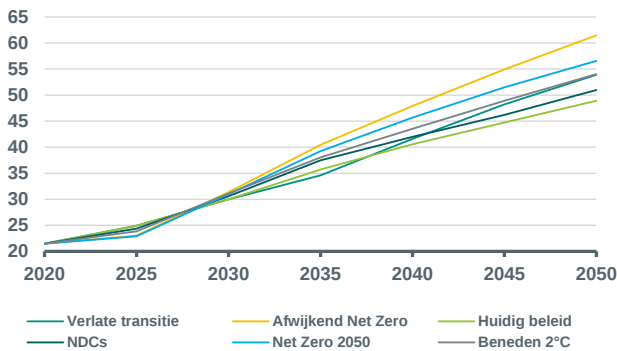
* Bronnen: [IEA](#) en [NGFS](#)

De vraag naar elektriciteit zal in alle scenario's toenemen

Aangezien de NZE-scenario's ambitieuze trajecten zijn, illustreren wij in dit deel dat de wereldwijde vraag naar elektriciteit ook zal stijgen in de andere scenario's die de NGFS in haar derde fase heeft uiteengezet. De vraag naar elektriciteit zal in alle scenario's aanzienlijk stijgen, zoals blijkt uit onderstaande figuur. De gegevens vertegenwoordigen de som van de eindvraag naar elektriciteit en het elektriciteitsgebruik bij de productie van waterstof (een secundaire stap).

Electriciteitsvraag stijgt in alle NGFS-scenario's

Wereld. Vraag in duizend TWh¹



Bron: NGFS fase 3 REMIND-MAGPIE 3,0-4,4, ABN AMRO Economisch Bureau

Hieruit blijkt dat zelfs in het scenario met de laagste ambitie (d.w.z. het huidige beleid) de elektriciteitsvraag stijgt van 21.503 TWh in 2020 tot 48.927 TWh in 2050. Het afwijkende netto nul-scenario, het scenario met de hoogste ambitie, laat een stijging van de elektriciteitsvraag zien tot 61.488 TWh in 2050. Dit is nog steeds minder mondiale elektriciteitsvraag dan het IEA in zijn NZE-scenario aangeeft.

Vergroening van de elektriciteitsopwekking en belemmeringen voor elektrificatie

Zoals wij hierboven hebben uiteengezet, zal de vraag naar elektriciteit in alle scenario's toenemen. Dit is een verschuiving ten opzichte van de afgelopen tien jaar in de OESO, waar de vraag naar elektriciteit gelijk bleef. Wil het elektrificatieproces de CO₂ emissie-intensiteit verlagen, dan moeten de bronnen die voor de elektriciteitsproductie worden gebruikt, worden gedecarboniseerd, naast de overschakeling van het gebruik van fossiele brandstoffen op elektriciteit. Het IEA verwacht bijvoorbeeld dat de twee belangrijkste bronnen in 2050 zon-PV (33%) en wind (35%) zullen zijn. Om deze overgang mogelijk te maken zijn grote investeringen in de energiesector nodig. Volgens de aannames in het IEA Net-Zero scenario, stijgen gemiddelde investeringen in energie naar 5 biljoen dollar in 2030 en 4,5 biljoen dollar in 2050. Het NGFS Net-Zero scenario gaat uit van investeringen in de energiesector van 3,4 biljoen US\$2010/jaar in 2030 en 2,4 biljoen US\$2010/jaar in 2050.

Deze decarbonisatie van de elektriciteitsproductie in combinatie met de groeiende vraag naar elektriciteit zal leiden tot 'intermittency problemen'. Deze problemen en hun oplossingen worden besproken in het derde en laatste deel van onze driedelige publicatie over elektriciteit.

¹ NDCs staat voor 'Nationally Determined Contributions'

Koolstofvrije transitie in sectoren kent nog genoeg obstakels

Casper Burgering – Economic Transition Economist | casper.burgering@nl.abnamro.com

- ▶ De meeste sectoren moeten meer dan helft aan BKG reduceren
- ▶ Decarbonisatietechnieken zijn breed beschikbaar, maar vergen veel (publiek & private) investeringen
- ▶ De decarbonisatie-uitdaging vraagt om efficiëncyslagen, innovatiekracht en positief overheidsbeleid

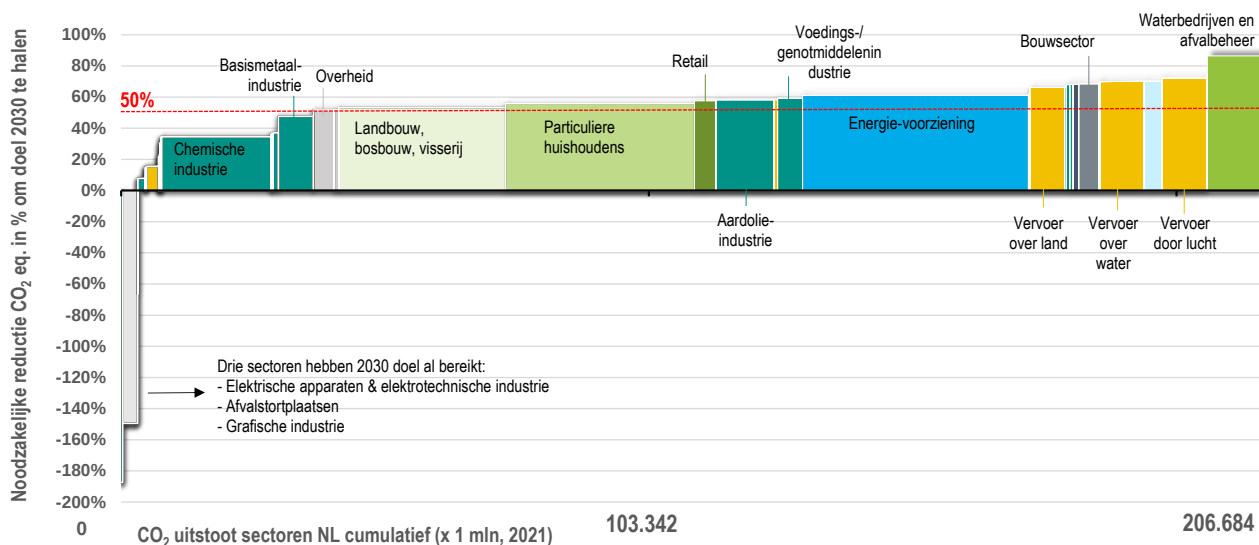
Binnen veel van de economische sectoren van de Nederlandse economie is de transitie naar een koolstofarme of –vrije manier van werken inmiddels in volle gang. Maar in sommige sectoren moet nog erg veel emissiereductiewerk verzet moet worden, terwijl voor een klein aantal andere sectoren geldt dat het emissiereductiepad richting 2030 een haalbare optie is. De sectoren die verantwoordelijk zijn de meeste uitstoot van broeikasgassen (BKG), staan voor een grote uitdaging om hun processen en producten koolstofarm te maken. De transitie is vaak complex en kent ook veel obstakels.

Decarbonisatie-curve 2030

Decarbonisatie is een term die wordt gebruikt voor het verwijderen of verminderen van de uitstoot van met name koolstofdioxide (CO₂). Het koolstofvrij maken van processen en activiteiten geldt voor bijna alle sectoren in de Nederlandse economie. Om inzichtelijk te krijgen hoe de Nederlandse economie er in dit verband voor staat, hebben we een decarbonisatie-curve gemaakt. De decarbonisatie-curve maakt niet alleen inzichtelijk voor hoeveel CO₂ een individuele sector verantwoordelijk is (horizontale as in onderstaande figuur), maar ook hoeveel CO₂ minimaal nog moet worden gereduceerd tot aan 2030 door die sectoren, ten opzichte van het huidige niveau (verticale as in onderstaande figuur).

Decarbonisatie-curve 2030: meeste sectoren moeten meer dan helft aan BKG reduceren

(breedte van een blok is de hoeveelheid BKG-uitstoot, hoogte van een blok is het minimale BKG-reductie% om 2030 doel te halen)



Bron: CBS, ABN AMRO Economisch Bureau

Donkergroene blokken zijn industriële sectoren, oranje blokken betreft transportsectoren, licht grijze blokken betreft overheid en nutsbedrijven; bij de overige kleuren betreft het individuele sectoren

In sommige sectoren zijn afzonderlijke sectorafspraken gemaakt over het emissiereductiepad richting 2030 en 2050. Omwille van de eenvoud en vergelijkbaarheid hebben we in deze analyse rekening met een reductie van BKG van 60% van het niveau van 1990 (hier kortweg het 2030-doel genoemd). Dit is in navolging van de ambities en het klimaatdoel van Kabinet Rutte IV. Want uiteindelijk moet de hele Nederlandse economie dit niveau nastreven en hebben we daarom alle economische sectoren hetzelfde reductiedoel gegeven.

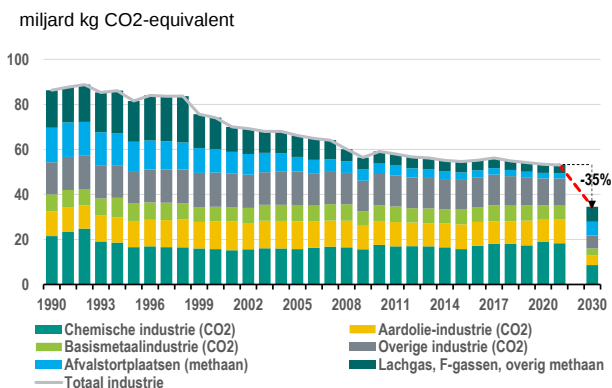
De figuur brengt een paar opvallende zaken aan het licht. Zo zijn vier grote subsectoren verantwoordelijk voor het grootste deel van de uitstoot van BKG. Dit betreft achtereenvolgens: de energievoorziening, de landbouw, de industrie en de transportsector. Ook de particuliere huishoudens dragen met een aandeel van zo'n 15% in de totale uitstoot van BKG flink bij. Verder hebben een drietal sectoren het 2030-doel al ruimschoots bereikt en moeten een vijftal sectoren tot aan 2030 slechts minder dan 25% van het huidige niveau van de uitstoot van BKG verminderen. Het lijkt een haalbare optie, maar kan soms nog een behoorlijk complex proces blijken. Verder staan de meeste sectoren (>60%) nog voor de immense opgave om meer dan 50% van het huidige niveau van de BKG uitstoot te verminderen.

In het Klimaatakkoord uit 2019 worden vijf verschillende klimaatsectoren onderscheiden, die de totale emissies van BKG van Nederland in beeld brengen. De klimaatsectoren zijn achtereenvolgens (met tussen haakjes het aandeel in de totale emissies van BKG): de industrie (32%), de sector elektriciteit (19%), de sector mobiliteit (18%, waaronder binnenlands verkeer en vervoer), de landbouw (16%) en de gebouwde omgeving (15%, vanwege aardgasverbruik).

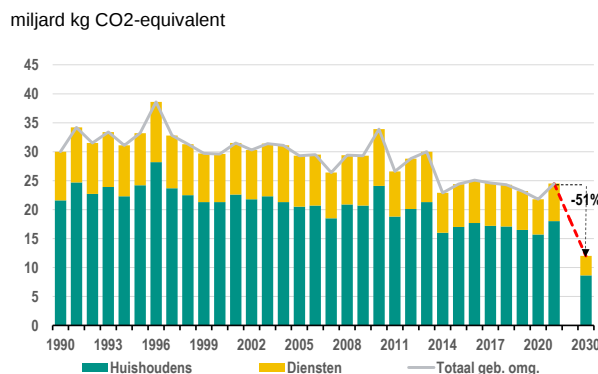
In de industrie hebben drie subsectoren een nadrukkelijk aandeel: de chemische industrie, de aardolie-industrie en de basismetaalindustrie. Deze drie subsectoren zijn gezamenlijk verantwoordelijk voor ruim 65% van de totale industriële uitstoot in 2021 (volgens IPCC-data). De totale industrie moet tot aan 2030 nog zo'n 35% van het huidige niveau van de uitstoot van BKG verminderen. Dit is circa 4% per jaar. Op het eerste oog lijkt dit geen schier onmogelijke opgave. Per saldo is het echter in sommige gevallen nog complex om een goede business case te maken voor emissiereductie. Accurate data over doorlooptijden, de nodige investeringen (zowel privaat als publiek), de onderhouds- en operationele kosten, terugverdientijden en mogelijke subsidieregelingen zijn onmisbaar in het opbouwen van een sluitende business case.

In de gebouwde omgeving moet vanaf het 2021 niveau van de emissies van BKG zo'n 51% minimaal verminderd worden om het 2030-doel te bereiken. In de totale uitstoot van de gebouwde omgeving hebben woningen een aandeel van circa 70%. De publieke en commerciële dienstverlening zijn goed voor 30%. Vrijwel elke energiebesparende maatregel in de gebouwde omgeving heeft invloed op elke sector van de Nederlandse economie. De bulk van de emissiereductie moet gehaald worden met klimaatneutrale maatregelen in de bestaande gebouwen en dit maakt de transitie naar koolstofarme gebouwen traag. De uitdaging is hierbij vooral om bestaande eigenaren, gebruikers en bewoners van gebouwen te overtuigen van de noodzaak van meer energie-efficiency.

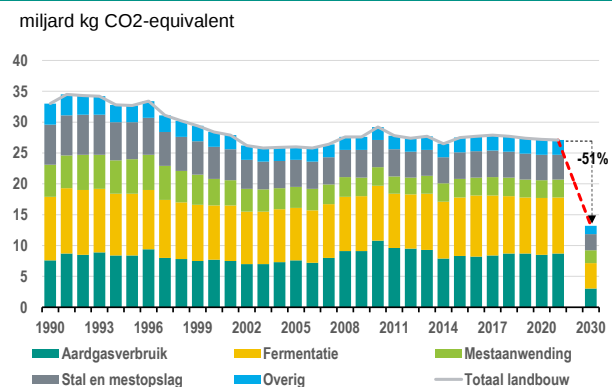
NL emissies BKG industrie en 2030 doel



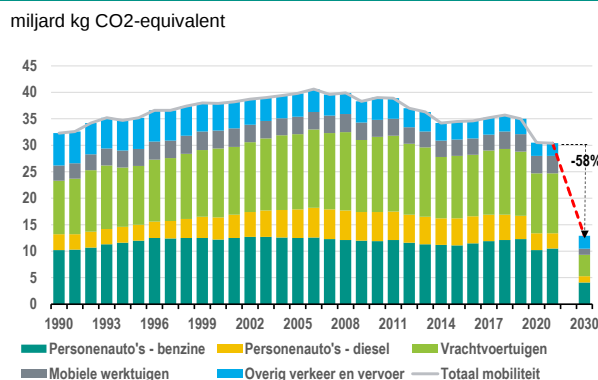
NL emissies gebouwde omgeving en 2030 doel



NL emissies BKG landbouw en 2030 doel



NL emissies BKG mobiliteit en 2030 doel



Bron: CBS, ABN AMRO Economisch Bureau

Bron: CBS, ABN AMRO Economisch Bureau

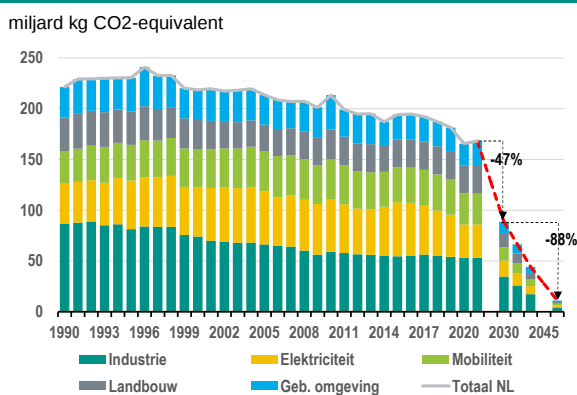
Ook de landbouw moet nog 51% van het 2021 niveau van de uitstoot aan BKG verminderen. Het is de sector die het meest wordt blootgesteld aan klimaatveranderingen en daar direct de gevolgen van ondervindt. Deze primaire productiesector is met zijn activiteiten in hoge mate afhankelijk van de natuurlijke omgeving. Veranderingen in de gemiddelde temperatuur en neerslagpatronen, evenals intensere en extremere weersomstandigheden, vormen een grote uitdaging voor de sector. In de landbouw komt de bulk van de emissies van BKG uit het gasverbruik en de fermentatie. Aardgasverbruik veroorzaakt 32% van de broeikasgasuitstoot door de landbouw (vooral CO₂), waarbij vooral de verwarming van kassen een relatief hoog aandeel heeft. Bij fermentatie betreft het vooral de uitstoot van methaan, wat vooral door het verteringsproces van gras komt.

bij koeien. De verduurzaming in de landbouw zet zich door. Momenteel is de sector al koploper op het gebied de inzet van technieken voor duurzame energieproductie zoals zonnepanelen, geothermie, biomassa centrales, windmolens, restwarmtebenutting en mestvergisters op grotere schaal.

De mobiliteitsector heeft de langste weg te gaan in emissiereductie tot aan 2030. In het emissiereductiepad hebben benzine auto's en vrachtovertuigen een groot aandeel. Met gericht overheidsbeleid zal deze transitie vorm worden gegeven. Zo moeten vanaf 2030 alle nieuwe personenauto's emissievrije voertuigen zijn. Daarmee wordt het investeren in een dekkende laadinfrastructuur (batterij of brandstofcel) op wegen en in havens de komende jaren van cruciaal belang.

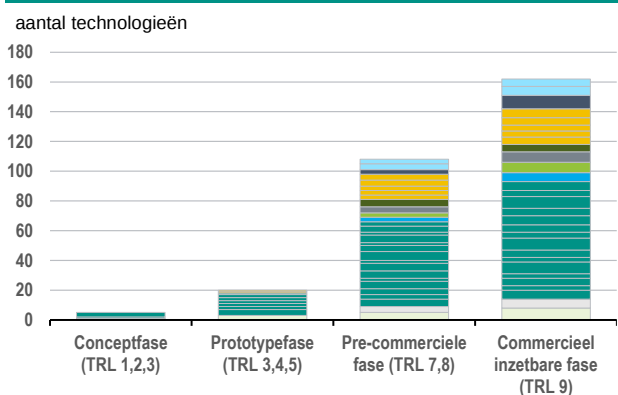
Tot aan 2050 is dus voor de Nederlandse economie nog een lange BKG-reductieweg te gaan. Momenteel zijn veel decarbonisatietechnieken breed beschikbaar in veel sectoren ([zie ook onze publicatie met decarbonisatietechnieken](#)). Een aantal van deze technieken vergen veel investeringen. Niet alleen in de techniek zelf, maar bijvoorbeeld ook in de infrastructuur. Een goede aansluiting op het elektriciteitsnetwerk met voldoende capaciteit is bijvoorbeeld een randvoorwaarde. Hierin heeft de overheid een belangrijke rol.

NL emissies BKG naar klimaatsectoren (IPCC) en doelen



Bron: CBS, ABN AMRO Economisch Bureau

Decarbonisatie-opties naar TRL



Bron: CBS, ABN AMRO Economisch Bureau

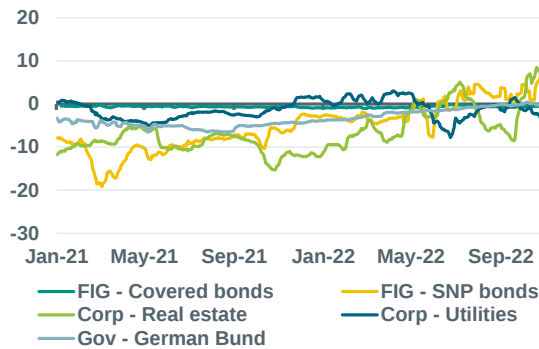
Het koolstofvrij maken van processen en activiteiten kent over het algemeen vier voordelen (naar Changwoo Chung et al, in Energy Research & Social Science, februari 2023). Het levert energie- en koolstofbesparingen op (1) en tegelijkertijd ook kostenbesparingen (2). Daarnaast brengt decarbonisatie andere milieuvordelen (3) en werkt decarbonisatie in de ene sector door in andere sectoren (4). Een energie-efficiëntiemaatregel kan bijvoorbeeld het energie- en brandstofverbruik van veel processen verminderen. Het zorgt vaak voor kosten- en financiële besparingen. Bovendien kunnen veel decarbonisatie-opties andere positieve milieuvordelen opleveren, zoals waterbesparing, besparing van grondstoffen en hulpbronnen en een verbetering van de luchtkwaliteit. Tot slot hebben koolstofarme ambities in de ene sector impact op de andere sectoren. Zo wordt ammoniak – gemaakt in de chemische industrie – veel gebruikt voor de productie van meststoffen die weer door de landbouw worden ingezet. Het decarboniseren van de productie van ammoniak heeft zo voor een deel ook een positieve invloed het koolstofvrij maken van de landbouw.

Decarbonisatie kan op meerdere manieren worden bereikt en de *best practice* decarbonisatietechniek verschilt sterk per sector. Voor bedrijven in de ene sector is overschakelen naar hernieuwbare energiebronnen of vervanging van brandstoffen het meest kansrijk, terwijl bedrijven in andere sectoren meer ecologische winst halen met elektrificeren en efficiencymaatregelen. Aan de hand van de 'Technical Readiness Level' krijgen we inzicht in welke technieken nog in de kinderschoenen staan en welke wasdom hebben bereikt. De schalen in de TRL-systeematiek geven de fase weer waarin een nieuwe decarbonisatie- of emissiereductie-techniek zich bevindt. Hierbij staat fase 1 voor de start van de ontwikkeling en het ontdekken. En fase 9 staat voor de commerciële gereedheid van de techniek. Opvallend genoeg staan er in de commerciële inzetbare fase ruim voldoende technieken geplot, terwijl de pijplijn aan nieuwe technieken in vanuit fase 1 weinig gevuld is. Het komt erop neer dat de decarbonisatie-uitdaging alleen gehaald kan worden met genoeg efficiencylagen in sectoren, voldoende innovatiekracht en stimulerend overheidsbeleid

ESG in figures

ABN AMRO Secondary Greenium Indicator

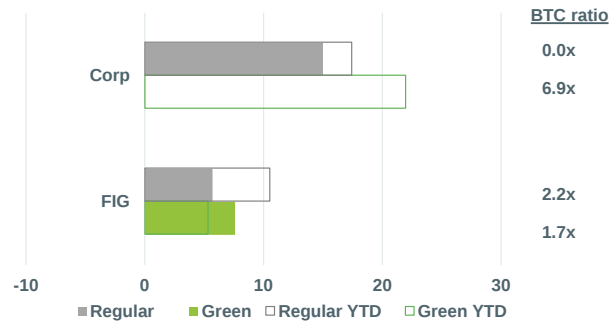
Delta (green I-spread – regular I-spread)



Note: Secondary Greenium indicator for Corp and FIG considers at least five pairs of bonds from the same issuer and same maturity year (except for Corp real estate, where only 3 pairs were identified). German Bund takes into account the 2030s and 2031s green and regular bonds. Delta refers to the 5-day moving average between green and regular I-spread. Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

ABN AMRO Weekly Primary Greenium Indicator

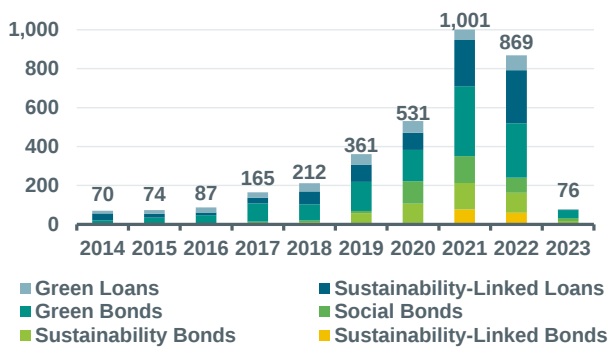
NIP in bps



Note: Data until 26-1-23. BTC = Bid-to-cover orderbook ratio. Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Sustainable debt market overview

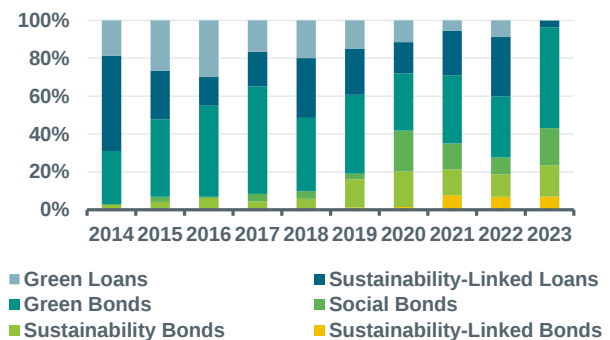
EUR bn



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Breakdown of sustainable debt by type

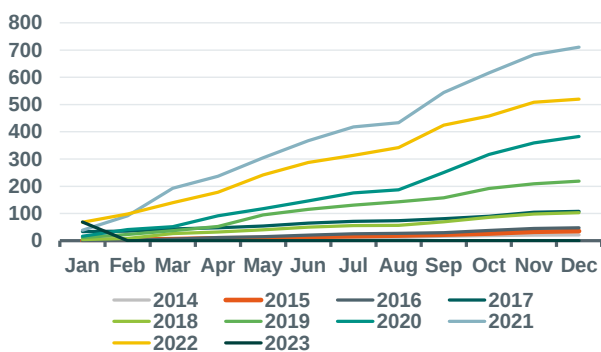
% of total



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

YTD ESG bond issuance

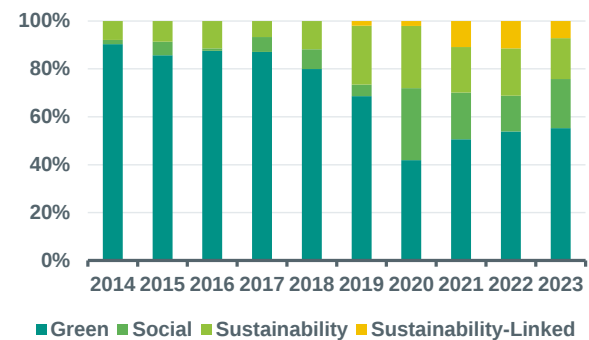
EUR bn (cumulative)



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Breakdown of ESG bond issuance by type

% of total

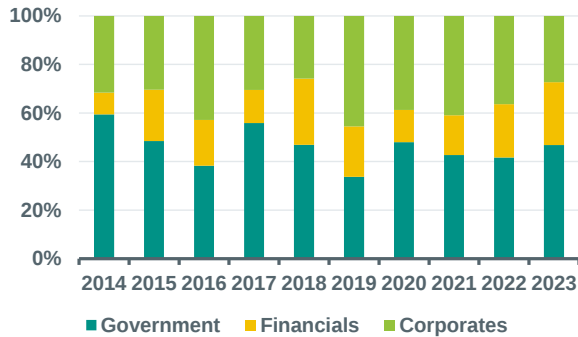


Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Figures hereby presented take into account only issuances larger than EUR 250m and in the following currencies: EUR, USD and GBP.

Breakdown of ESG bond issuance by sector

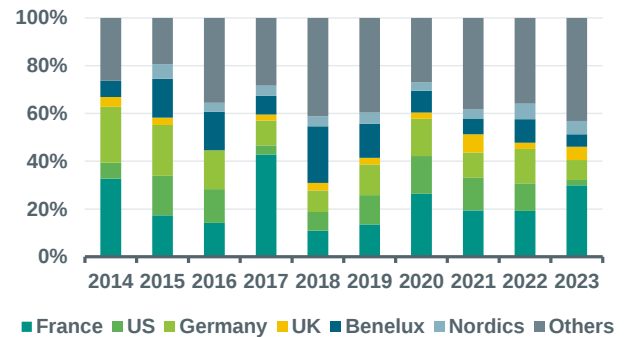
% of total



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Breakdown of ESG bond issuance by country

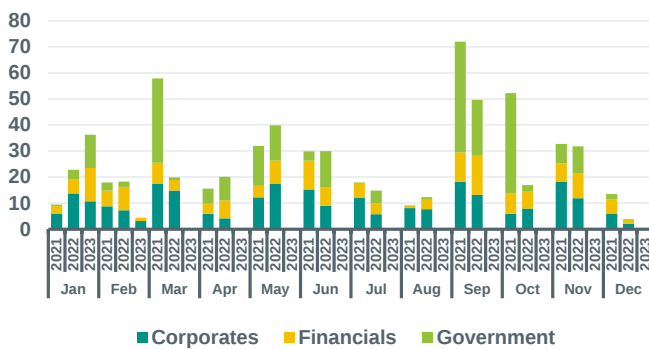
% of total



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Monthly Green Bonds issuance by sector

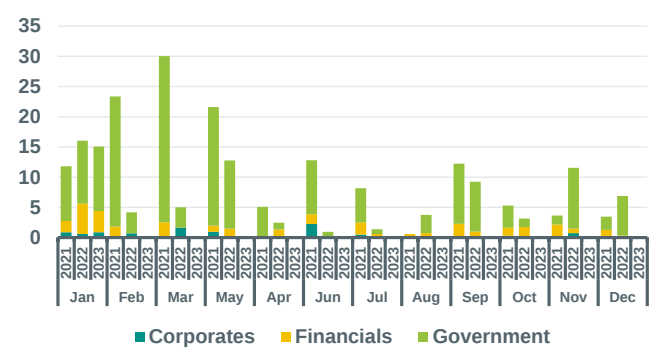
EUR bn



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Monthly Social Bonds issuance by sector

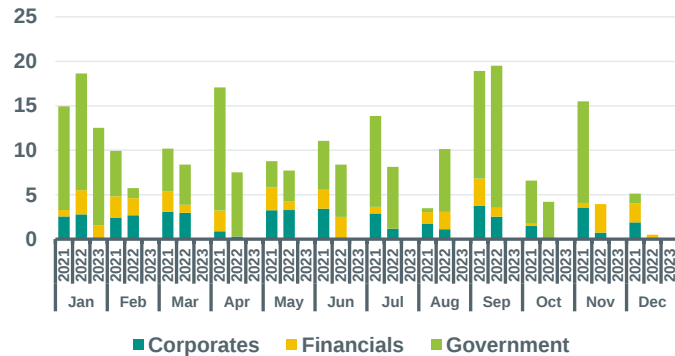
EUR bn



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Monthly Sustainability Bonds issuance by sector

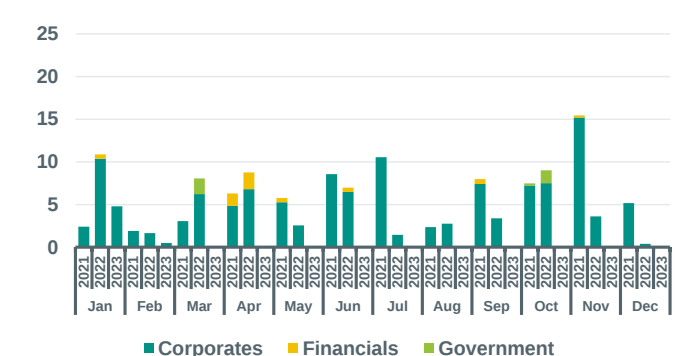
EUR bn



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Monthly Sust.-Linked Bonds issuance by sector

EUR bn



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Figures hereby presented take into account only issuances larger than EUR 250m and in the following currencies: EUR, USD and GBP.

Carbon contract current prices (EU Allowance)

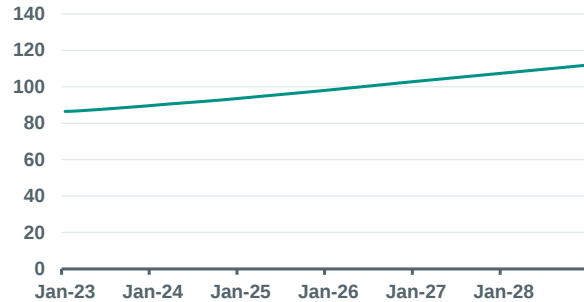
EUR/MT



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Carbon contract future prices (EU Allowance)

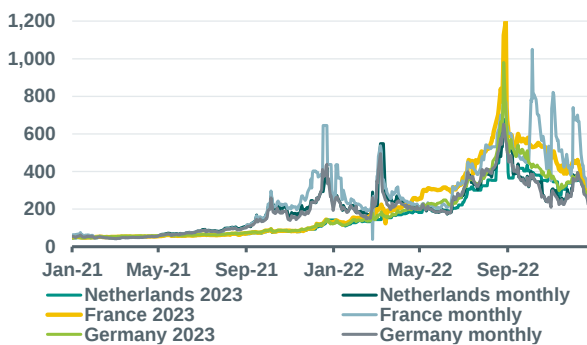
EUR/MT



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Electricity power prices (monthly & cal+1 contracts)

EUR/MWh

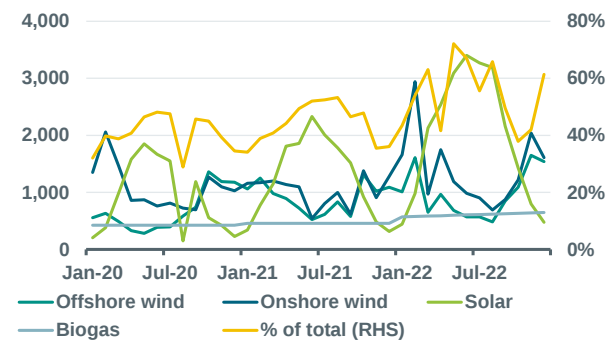


Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics. Note: 2023 contracts refer to cal+1

Electricity generation from renewable sources (NL)

GW

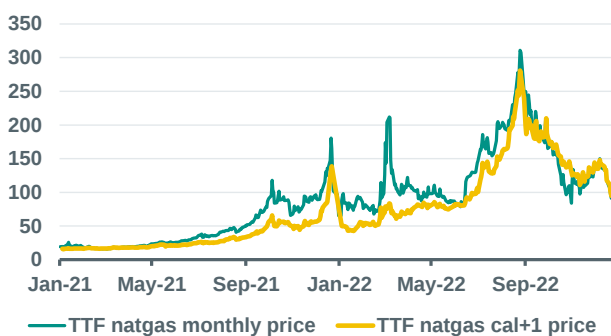
% of total



Source: Energieopwek (Klimaat-akkoord), ABN AMRO Group Economics

TTF Natgas prices

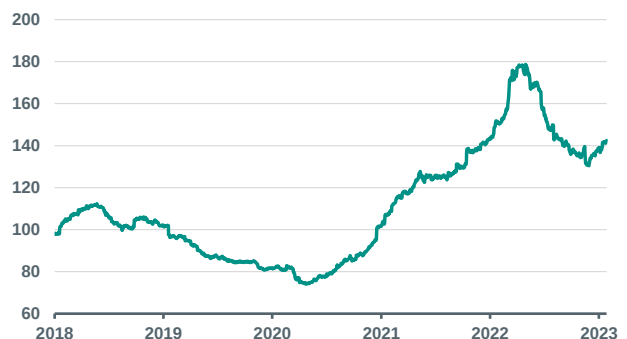
EUR/MWh



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Transition Commodities Price Index

Index (Jan. 2018=100)



Note: Average price trend of 'transition' commodities, such as: corn, sugar, aluminium, copper, nickel, zinc, cobalt, lead, lithium, manganese, gallium, indium, tellurium, steel, steel scrap, chromium, vanadium, molybdenum, silver and titanium. Source: Refinitiv, ABN AMRO Group Economics

DISCLAIMER

ABN AMRO Bank
Gustav Mahlerlaan 10 (visiting address)
P.O. Box 283
1000 EA Amsterdam
The Netherlands

This material has been generated and produced by a Fixed Income Strategist ("Strategists"). Strategists prepare and produce trade commentary, trade ideas, and other analysis to support the Fixed Income sales and trading desks. The information in these reports has been obtained or derived from public available sources; ABN AMRO Bank NV makes no representations as to its accuracy or completeness. The analysis of the Strategists is subject to change and subsequent analysis may be inconsistent with information previously provided to you. Strategists are not part of any department conducting 'Investment Research' and do not have a direct reporting line to the Head of Fixed Income Trading or the Head of Fixed Income Sales. The view of the Strategists may differ (materially) from the views of the Fixed Income Trading and sales desks or from the view of the Departments conducting 'Investment Research' or other divisions

This marketing communication has been prepared by ABN AMRO Bank N.V. or an affiliated company ('ABN AMRO') and for the purposes of Directive 2004/39/EC has not been prepared in accordance with the legal and regulatory requirements designed to promote the independence of research. As such regulatory restrictions on ABN AMRO dealing in any financial instruments mentioned in this marketing communication at any time before it is distributed to you do not apply.

This marketing communication is for your private information only and does not constitute an analysis of all potentially material issues nor does it constitute an offer to buy or sell any investment. Prior to entering into any transaction with ABN AMRO, you should consider the relevance of the information contained herein to your decision given your own investment objectives, experience, financial and operational resources and any other relevant circumstances. Views expressed herein are not intended to be and should not be viewed as advice or as a recommendation. You should take independent advice on issues that are of concern to you.

Neither ABN AMRO nor other persons shall be liable for any direct, indirect, special, incidental, consequential, punitive or exemplary damages, including lost profits arising in any way from the information contained in this communication.

Any views or opinions expressed herein might conflict with investment research produced by ABN AMRO.

ABN AMRO and its affiliated companies may from time to time have long or short positions in, buy or sell (on a principal basis or otherwise), make markets in the securities or derivatives of, and provide or have provided, investment banking, commercial banking or other services to any company or issuer named herein.

Any price(s) or value(s) are provided as of the date or time indicated and no representation is made that any trade can be executed at these prices or values. In addition, ABN AMRO has no obligation to update any information contained herein.

This marketing communication is not intended for distribution to retail clients under any circumstances.

This presentation is not intended for distribution to, or use by any person or entity in any jurisdiction where such distribution or use would be contrary to local law or regulation. In particular, this presentation must not be distributed to any person in the United States or to or for the account of any "US persons" as defined in Regulation S of the United States Securities Act of 1933, as amended.

CONFLICTS OF INTEREST/ DISCLOSURES

This report contains the views, opinions and recommendations of ABN AMRO (AA) strategists. Strategists routinely consult with AA sales and trading desk personnel regarding market information including, but not limited to, pricing, spread levels and trading activity of a specific fixed income security or financial instrument, sector or other asset class. AA is a primary dealer for the Dutch state and is a recognized dealer for the German state. To the extent that this report contains trade ideas based on macro views of economic market conditions or relative value, it may differ from the fundamental credit opinions and recommendations contained in credit sector or company research reports and from the views and opinions of other departments of AA and its affiliates. Trading desks may trade, or have traded, as principal on the basis of the research analyst(s) views and reports. In addition, strategists receive compensation based, in part, on the quality and accuracy of their analysis, client feedback, trading desk and firm revenues and competitive factors. As a general matter, AA and/or its affiliates normally make a market and trade as principal in securities discussed in marketing communications.

ABN AMRO is authorised by De Nederlandsche Bank and regulated by the Financial Services Authority; regulated by the AFM for the conduct of business in the Netherlands and the Financial Services Authority for the conduct of UK business.

Copyright 2023 ABN AMRO. All rights reserved. This communication is for the use of intended recipients only and the contents may not be reproduced, redistributed, or copied in whole or in part for any purpose without ABN AMRO's prior express consent.