

SustainaWeekly

Acute fysieke risico's hebben een grotere impact in de nieuwe NGFS-scenario's

- ▶ **Economie:** De vierde jaargang van de klimaatscenario's van het *Network for Greening Financial Services* (NGFS) is recent gepubliceerd. Vergeleken met de vorige set bevatten de scenario's nu ook ongeordende elementen. Nieuwe scenario's communiceren de risico's van een gebrek aan coördinatie en de rol van gedragsaanpassing. Schattingen van acute fysieke risico's zijn groter en meer gedetailleerd.
- ▶ **Beleid:** De herziene en herschikte Richtlijn Energieprestaties van Gebouwen (EPBD) is gericht op het versnellen van de verbetering van de energie-efficiëntie - een van de sub-initiatieven onder de EPBD is de harmonisatie van energielabels/EPC. Door harmonisatie zullen de labels van Franse en Belgische gebouwen nauwelijks veranderen, ondanks de zwakkere kwaliteit van gebouwen in deze landen. Nederlandse woningen, met sterke labels nu, zouden een lagere beoordeling kunnen krijgen onder het harmonisatievoorstel.
- ▶ **Sector:** In onze SustainaWeekly van 20 november (zie [hier](#)) hebben we een gekeken naar technologieën en technieken voor het afvangen van koolstof. We richten ons nu op het transport van de afgevangen CO₂. Voor het transport van CO₂ is de staat belangrijk. CO₂ wordt voornamelijk getransporteerd via pijpleidingen, omdat dit een volwassen technologie is en andere transportmethoden nog niet volwassen genoeg zijn. Het risico op corrosie en het effect van onzuiverheden in CO₂ op de infrastructuur zijn de belangrijkste uitdagingen voor het transport van CO₂. Transportkosten kunnen aanzienlijk variëren.
- ▶ **ESG in cijfers:** In een vaste rubriek van deze publicatie, presenteren we een grafiekenboek over enkele van de belangrijkste indicatoren voor ESG-financiering en de energietransitie.

In november werd de vierde jaargang van de klimaatscenario's van het *Network for Greening Financial Services* (NGFS) gepubliceerd. In SustainaWeekly van deze week vergelijken we deze scenario's met de vorige set. Geordende scenario's bevatten nu ongeordende elementen. Nieuwe scenario's communiceren de risico's van een gebrek aan coördinatie en de rol van gedragsaanpassing. Schattingen van acute fysieke risico's zijn groter en meer gedetailleerd. In onze volgende notitie gaan we in op de herziene en herschikte Richtlijn Energieprestaties van Gebouwen (EPBD) om de potentiële impact te evalueren die deze kan hebben in de Europese bouwsector en meer specifiek voor groene obligatie-emittenten. Onze laatste analyse gaat verder waar onze analyse over koolstofafvang in het SustainaWeekly van 20 november ophield: hoe de afgevangen CO₂ te transporteren?

Nick Kounis, Head Financial Markets and Sustainability Research | nick.kounis@nl.abnamro.com

Impact acute fysieke risico's groter in nieuwe NGFS scenario's

Anke Martens - Senior Klimaateconoom | anke.martens@nl.abnamro.com

- ▶ In november zijn de vierde vintage klimaatscenario's van het Network for Greening Financial Services (NGFS) gepubliceerd
- ▶ Vergeleken met de vorige set bevatten de ordelijke NGFS scenario's nu ook wanordelijke elementen
- ▶ De nieuwe scenario's geven onder meer de risico's van gebrek aan coördinatie en de rol van gedragsaanpassing weer
- ▶ De impact van acute fysieke risico's is tevens groter en een stuk gedetailleerder

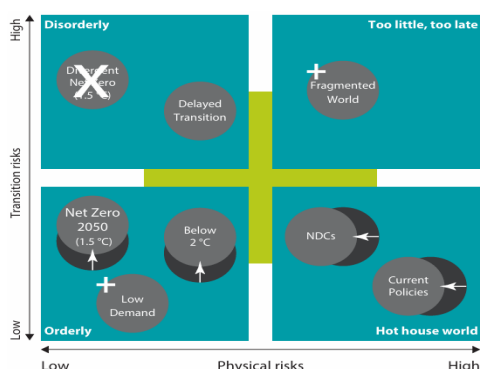
Op 7 november heeft het Network for Greening Financial Services (NGFS) de vierde van zijn klimaatscenario's gepubliceerd. Het is een update van de derde jaargang, die in september 2022 werd gepubliceerd. De scenario's zijn geactualiseerd om gerealiseerde ontwikkelingen & toezeggingen weer te geven. De scenario's zijn herzien en er zijn twee nieuwe scenario's toegevoegd, terwijl één scenario is stopgezet. Ook is er een aanvullende dekking van acute fysieke risico's, om meer gevaren en extra geografische en sectorale granulariteit op te nemen. In deze ronde is het gebruik van Carbon Dioxide Removal (CDR) methoden beperkt omdat deze technologieën minder beschikbaar zijn.

De scenario's laten zien dat er langzaam vooruitgang wordt geboekt bij het verlagen van de temperatuursresultaten. Vergeleken met de scenario's van vorig jaar zijn de temperatuursresultaten voor 2100 in elk scenario lager (met uitzondering van het scenario voor vertraagde overgang, dat ongewijzigd blijft). Het huidige beleid voor de wereld als geheel leidt nu tot 2,8°C vergeleken met 3,2° in de derde jaargangscenario's. De zogenoemde Nationally Determined Contributions (NDC's) – ofwel de nationaal vastgestelde doelstellingen – leiden nu tot 2,1°C, tegen 2,6°C vorig jaar. Dit is logisch, aangezien er het afgelopen jaar enige vooruitgang is geboekt, met name bij de implementatie van de NDC's in het huidige beleid. Een belangrijk voorbeeld zijn de Fit-for-55-plannen van de EU en de *Inflation Reduction Act* van de VS. De verschuivingen laten echter ook zien hoe langzaam de veranderingen gaan, terwijl er weer een jaar voorbij is.

Net Zero 2050 scenario heeft nu een aantal ongeordende elementen

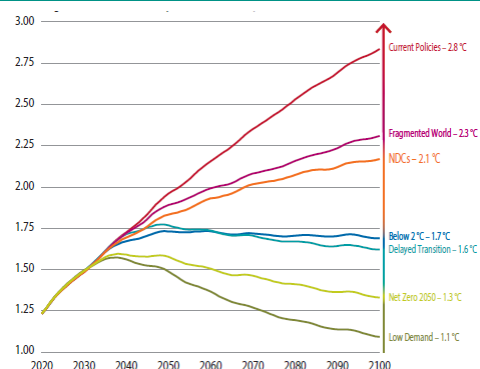
Het Net Zero 2050 -scenario was een 100% ordelijk transitie scenario in de set scenario's van vorig jaar. In de vierde jaargang hebben de geordende scenario's meer ongeordende elementen, als gevolg van vertragingen in het klimaatbeleid en de energiecrisis na de oorlog in Oekraïne. De koolstofprijs is hoger vergeleken met het vorige Net Zero 2050 scenario, als gevolg van de noodzaak om hetzelfde klimaatdoel te bereiken in een korter tijdsbestek. De energievraag is hoger vergeleken met het vorige scenario, wat een hoger uitgangspunt weerspiegelt. De energie-investeringen blijven achter bij wat nodig is in de periode tot 2030 en zijn dus vanaf 2030 veel hoger om de doelstelling voor 2050 te halen.

NGFS-scenario's en veranderingen ten opzichte van fase III



Bron: NGFS. Positie is bij benadering, gebaseerd op een beoordeling van fysieke risico's en transitierisico's tot 2100

Temperatuurontwikkeling per scenario, °C



Bron: NGFS, MAGICC met REMIND emissie-inputs

Nieuwe scenario's laten de risico's van gebrek aan coördinatie en de potentiële rol van gedragsaanpassing zien

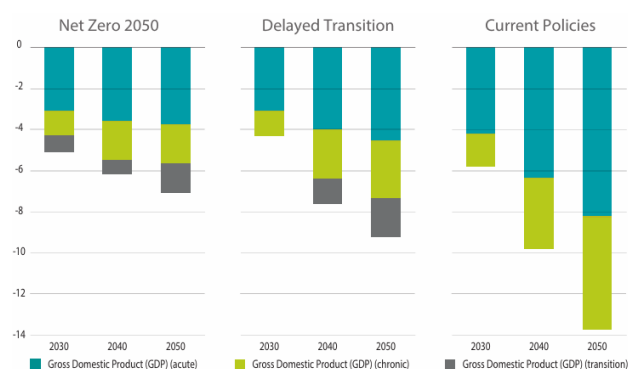
Eerdere versies van de NGFS-scenario's bevatten een scenario waarin Netto nul werd bereikt, maar op een wanordelijke en ongecoördineerde manier. Dit "Divergent Net Zero" scenario is in de nieuwe versie geschrapt "gezien de verminderde waarschijnlijkheid van een succesvolle ongecoördineerde transitie". In plaats daarvan is er een nieuw scenario in het voorheen lege "Too little, too late" kwadrant (zie figuur linksboven), waar zowel de fysieke risico's als de overgangsriscico's

hoog zijn. Het scenario “*Fragmented World*” gaat uit van een vertraagde en uiteenlopende ambitie op het gebied van klimaatbeleid wereldwijd, wat leidt tot verhoogde transitierisico's in sommige landen en hoge fysieke risico's overall vanwege de algehele ineffectiviteit van de transitie. Dit is een relevant scenario voor de EU. Als koploper in de transitie zou de EU één van de regio's zijn waar hoge transitierisico's en hoge fysieke risico's zouden samengaan. Het scenario gaat ook uit van uiteenlopende reductieambities per sector, zoals blijkt uit de verschillende koolstofprijzen voor transport en gebouwen in vergelijking met industrie en energievoorziening. De combinatie van deze niet op elkaar afgestemde inspanningen tussen landen en sectoren leidt tot nog hogere transitierisico's dan in het scenario “*Delayed Transition*”, waarin de transitierisico's worden getemperd door een efficiënte interregionale en intersectorale verdeling van de transitie-inspanningen. Het andere nieuwe scenario, “*Low Demand*”, is een ordelijk transitiescenario dat een lager temperatuurpad en een minder progressieve koolstofprijs combineert. Significante gedragsveranderingen in energieopwekkings- en verbruiksactiviteiten zijn het belangrijkste onderscheidende kenmerk van dit scenario en het is bedoeld om de rol van gedragsveranderingen te benadrukken.

Impact acute fysieke risico's groter en meer detail

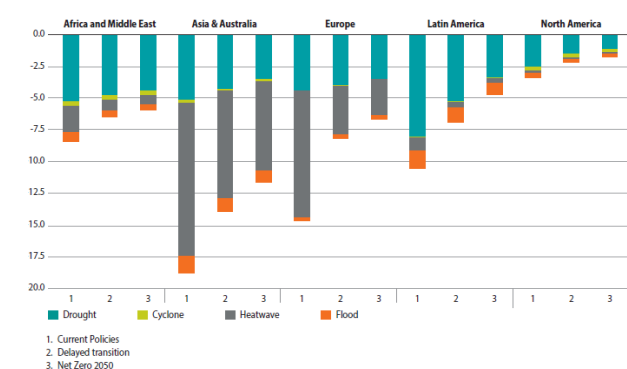
De modellering van acute fysieke risico's is uitgebreid met meer risico's en meer geografisch detail. In de vorige versie was er een beperkte incorporatie van acute fysieke risico's, en dit alleen op geaggregeerde wereldschaal. De vierde versie breidt de dekking uit van acute fysieke klimaatrisico's en specifieke gevaren, zoals hittegolven, droogte, overstromingen, natuurbranden en stormen, en hun impact op de macro-economie. Dit komt bovenop het chronische fysieke risico, namelijk de effecten van de trendmatige temperatuurverandering op bijvoorbeeld arbeids- en landbouwproductiviteit. De volgende grafiek (linksonder) toont de BBP-delta's voor 3 scenario's in vergelijking met een basisscenario. Dit basisscenario vertegenwoordigt een wereld zonder klimaatverandering. Uit de grafiek blijkt duidelijk dat klimaatverandering in elk plausibel scenario een negatieve impact heeft op het BBP, maar dat de omvang van de verliezen verschilt van scenario tot scenario. Net als in de vorige jaargang is het fysieke risico het meest relevante van de klimaatrisico's. En het belang ervan is toegenomen: het acute fysieke risico dat samenhangt met de vier gemodelleerde gevaren (cycloon, droogte, hittegolf, overstroming) leidt in het scenario “*Current Policy*” tegen 2050 naar schatting tot een bbp-verlies van 8%. Ter vergelijking: in fase 3 werden de totale verliezen van het BBP door acute risico's geschat op ongeveer 1,4% ten opzichte van het referentiescenario voor het scenario met huidig beleid in 2050.

Wereldwijd bbp-impact per klimaatrisicobron



Bron: NGFS. % verschil ten opzichte van het referentiescenario (hypothetisch scenario zonder transitie of fysiek risico)

Regionaal acuut bbp-impact per gevaar en scenario



Bron: NGFS. % verschil met referentiescenario (hypothetisch scenario zonder transitie of fysiek risico),

Hoewel de nieuwe cijfers de totale impact van fysieke risico's (chronisch en acuut samen) brengen op een wereldwijd BBP-verlies van bijna 14% voor de wereldeconomie tegen 2050 in het “*Current Policies*” scenario, is het goed om te beseffen dat deze schattingen waarschijnlijk nog steeds een onderschatting zijn. Er is geen rekening gehouden met tweede-ronde-effecten (massamigratie), potentiële omslagpunten (zoals bij permafrostdooi) en het feit dat de klimaatverandering momenteel sneller lijkt te gaan dan verwacht. Van de vier gevaren vormen droogte en hittegolven de grootste risicobronnen in de verschillende regio's. Meer geografisch detail laat zien dat Europa en Azië het meest blootgesteld zijn aan hittegolven, terwijl Afrika en Noord-Amerika het meest blootgesteld zijn aan droogte.

Harmonisatie van EPC-labels doet meer met de Nederlandse woningvoorraad

Shanawaz Bhimji, CFA – Hoof Obligatieonderzoek | shanawaz.bhimji@nl.abnamro.com

- ▶ **De herziene en herschikte Richtlijn Energieprestaties van Gebouwen (EPBD) is gericht op het versnellen van de verbetering van de energie-efficiëntie - een van de sub-initiatieven onder de EPBD is de harmonisatie van energielabels/EPC.**
- ▶ **Door harmonisatie zullen de labels van Franse en Belgische gebouwen nauwelijks veranderen, ondanks de zwakkere kwaliteit van gebouwen in deze landen**
- ▶ **Nederlandse woningen, met sterke labels nu, zouden echter wel een lagere beoordeling kunnen krijgen onder het harmonisatievoorstel**

Twee weken geleden publiceerden we een eerste kijk op de herschikking van de 'Energy Performance Buildings Directive' (EPBD - zie [hier](#)), met een samenvatting van de belangrijkste actiepunten van deze herschikking, die noodzakelijk wordt geacht om de transitie in de gebouwde omgeving te versnellen en uiteindelijk zal bijdragen aan een grote vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. Een van de actiepunten in de herschikking van de EPBD is harmonisatie van energie labels, ook wel EPC's genoemd, aangezien de richtlijnen voor de minimale energie-intensiteit per energielabel aanzienlijk verschillen, zelfs in landen in Noordwest-Europa die dicht bij elkaar liggen. Het gebruik van EPC's is al vrij normaal in Europese landen, maar de normen en vereisten verschillen per land. Er zijn duidelijk grote verschillen tussen de landen wat betreft de intensiteitscriteria die worden toegepast. Zo zou een energie-intensiteit van minder dan 160 KWh pm2pj (= per vierkante meter per jaar) in Nederland momenteel in aanmerking komen voor een A-label, maar in Duitsland alleen voor een E-label. Het F-label in Duitsland zou een intensiteit van minder dan 200 KWh pm2pj vereisen, maar de Franse en Belgische F-labels zijn duidelijk meer gul, met een drempel die meer dan het dubbele bedraagt van wat in Duitsland wordt toegepast. Men zou misschien kunnen aanvoeren dat de meting in Frankrijk en België via de primaire energievraag (d.w.z. inclusief transmissieverliezen) een reden zou kunnen zijn voor het toestaan van hogere intensiteiten, maar er is slechts 8% transmissieverlies in elektriciteit en het verschil tussen primair en secundair gebruik voor verwarming in Duitsland, dat grotendeels betrekking heeft op aardgas, is 9%. Beide verschillen tonen aan dat de definitie van primair of eindgebruik niet de belangrijkste reden is achter de hogere toegestane intensiteiten in Frankrijk en België. Andere bronnen bevestigen ook een zwakkere kwaliteit van het gebouwenbestand in deze landen, zoals te zien is in de rechtergrafiek. Mochten België of Frankrijk er dan in slagen om grote stappen te zetten binnen hun huidige kader, zoals het verbeteren van hun voorraad met een F-label naar een C-label, dan zou de verbetering nog steeds zeer beperkt kunnen zijn vanuit EU-perspectief en tot ongewenste regionale verschillen in Europa kunnen leiden bij het terugdringen van de energie-intensiteit en daarmee ook de vooruitgang op EU-niveau beperken. Er is duidelijk harmonisatie nodig

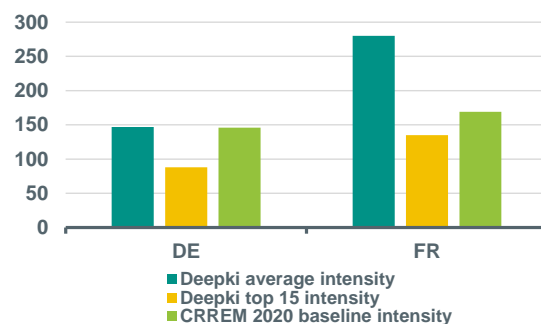
Hoge verschillen in intensiteit tussen buurlanden

	NL	DE	FR	BE-FL
Intensity calculation	Final-fossil fuel	Final energy	Primary energy	Primary energy
A++++	less than zero			
A+++	<50			
A++	<75			
A+	<105	<30		0
A	<160	<50	<50	<100
B	<190	<75	<90	<200
C	<250	<100	<150	<300
D	<290	<130	<230	<400
E	<335	<160	<330	<500
F	<380	<200	<450	>500
G	>380	<250	>450	
H		>250		

Bron: Diverse nationale bronnen, ABN AMRO Economisch Bureau, BE-FL = Vlaanderen, getallen staan voor KWh pm2pj

Andere bronnen bevestigen zwakkere kwaliteit van de Franse woningvoorraad

KWh sqmpa



Bron: Deepki, CRREM, ABN AMRO Economisch Bureau

Hoe werkt hamonisatie van energie labels

Om de vergelijkbaarheid tussen labels in de EU te verbeteren, worden de EPC's uiterlijk eind 2025 gebaseerd op een geharmoniseerde schaal van energieprestatieclassen. Deze energieprestatieclassen zullen worden herverdeeld van A (beste) tot G (slechtste). Woningen in label A moeten voldoen aan de nul-emissie gebouwnorm (ZEB; hieronder beschreven), terwijl gebouwen in label G overeenkomen met de 15% slechtst presterende gebouwen in het nationale gebouwenbestand op het moment van de invoering van de schaal. De overige klassen (B-F) hebben een gelijke bandbreedteverdeling van de energie-intensiteit van het verschil tussen de ZEB en de slechtste 15%.

Wat is een nul-emissie gebouw (ZEB)?

In het kader van de herziening van de EPBD wordt een nieuwe definitie van emissieloze gebouwen (Zero Emissions Building, ZEB) geïntroduceerd als norm voor alle nieuwe gebouwen vanaf 2027 en voor alle gerenoveerde gebouwen vanaf 2030. ZEB is een gebouw met een zeer hoge energieprestatie. Voor woongebouwen in Noordwest-Europa moet het totale jaarlijkse primaire energieverbruik minder zijn dan 60 KWh pm2pj. Het resterende energieverbruik moet volledig worden gedekt door hernieuwbare energiebronnen die ter plaatse worden opgewekt of lokaal worden geproduceerd.

Hoe maak je de geharmoniseerde EPC schaal? - Laten we Nederland als voorbeeld nemen

Eerste moeten we de slechtste 15% van de voorraad definiëren, qua energieintensiteit. Als we de bestaande EPC-verdeling gebruiken als representatieve steekproef van het Nederlandse gebouwenbestand, zit 4% in de G-labelgroep, 3% in de F-labelgroep, 5% in de E-labelgroep en 7% in de D-labelgroep. Bij elkaar opgeteld is dit 19% en komt de combinatie het dichtst in de buurt van de 'slechtste 15%'. De huidige energie-intensiteitsdrempel voor het D-label is 290 KWh pm2pj, dus het nieuwe G-label zou een hogere energie-intensiteitsdrempel hebben. Zoals uitgelegd in het kader hierboven, zou het nieuwe A-label overeenkomen met een intensiteit van minder dan 60KWh pm2pj. Vervolgens berekenen we gelijkmatig verdeelde energie-intensiteitsverdelingen tussen de 60 en 290 KWh pm2pj voor de resterende EPC-letters B tot en met F. Aangezien het verschil 230 KWh pm2pj is en we dat moeten verdelen over de 5 resterende letterklassen, betekent dit dat de energie-intensiteitsdrempels met 46KWh dalen voor elke letterklasse totdat we 60 KWh pm2pj bereiken. Om tot de nieuwe verdeling van de voorraad te komen, wijzen we de percentages op basis van hun huidige gebruik opnieuw toe aan de nieuwe klassen. De nieuwe D-drempel is bijvoorbeeld 198KWh pm2pj. De oude B's hadden een drempelwaarde van 190 KWh pm2pj, dus deze vertegenwoordigen momenteel 13% van het totale gebouwenbestand. Deze zouden dan in het nieuwe D-label vallen.

We hebben een eerste opzet gemaakt voor de geharmoniseerde schaal voor EPC's in onze eerder gekozen landen, zoals te zien is in de onderstaande grafiek.

EPC intensiteit na harmonisatie

	NL	DE	FR	BE - FL
New A	<60	<60	<60	<60
New B	<106	<98	<138	<148
New C	<152	<136	<216	<236
New D	<198	<174	<294	<324
New E	<244	<212	<372	<412
New F	<290	<250	<450	<500
New G	>290	>250	>450	>500

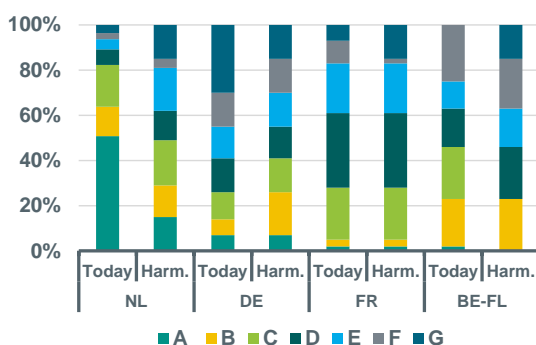
Bron: Diverse nationale bronnen, ABN AMRO Economisch Bureau, BE-FL = Vlaanderen, getallen staan voor KWh pm2pj

Nederlandse woningvoorraad glijdt naar een lagere EPC label

We tonen ook de verdeling van de voorraad voor- en na harmonisatie in de twee grafieken hieronder. De grootste verandering in de verdeling van het EPC-label na harmonisatie is duidelijk zichtbaar in de Nederlandse woningvoorraad, terwijl de verdeling in de andere landen ongeveer gelijk blijft. Dit is logisch, aangezien het A-label in Nederland momenteel te ruim gedefinieerd lijkt te zijn en veel woningen dit label hebben. Met een strengere definitie van het A-label, zoals voorgesteld in het kader van de harmonisatie/ZEB, zullen deze objecten lager gerangschikt worden. Aan de andere kant heeft Duitsland momenteel 17% van zijn woningvoorraad in een H-label en 29% in het gecombineerde H & G-label. Gezien de toepassing van een slechtste-15% zullen de oude H-labels het nieuwe G-label worden en zal de combinatie van H & G die we vandaag zien, uiteraard verdwijnen. Dit lijkt meer op een optische verbetering en een groot deel van de woningen in Duitsland zal nog steeds aan de onderkant van de schaal blijven na harmonisatie.

EPC verdeling voor- en na harmonisatie (1)

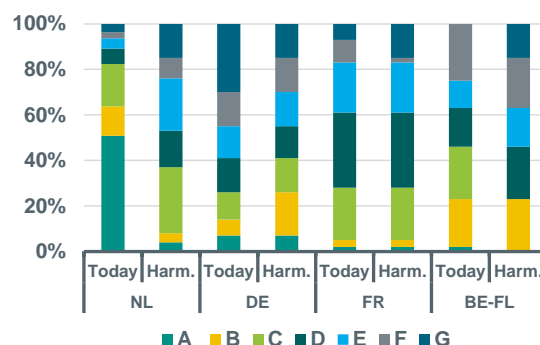
Distributie van woningvoorraad per label



Bron: Diverse nationale bronnen, ABN AMRO Economisch Bureau, Harm. = Geharmoniseerd, A today (=vandaag) bevat A t/m A++++ labels (relevant voor NL), G today (=vandaag) bevat G & H labels (relevant voor DE)

EPC verdeling voor- en na harmonisatie (2)

Distributie van woningvoorraad per label



Bron: Diverse nationale bronnen, ABN AMRO Economisch Bureau, Harm. = Geharmoniseerd, A today (=vandaag) bevat A t/m A++++ labels (relevant voor NL), G today (=vandaag) bevat G & H labels (relevant voor DE)

We tonen twee grafieken vanwege het verschil in de manier waarop energielabels in Nederland worden vastgelegd. De verdeling in de linker grafiek is gebaseerd op de NTA 8800 energielabels voor woningen. Deze populatie aan labels f heeft momenteel 1,4 miljoen waarnemingen (ondanks het feit dat NTA 8800 pas onlangs is geïntroduceerd) en maar liefst 16% van deze populatie zit in woningen met een intensiteit van minder dan 50 kWh psqm. De NTA 8800 weerspiegelt een stricte manier van het meten van de energie-intensiteit van gebouwen, in overeenstemming met EU-criteria, waaronder controle ter plaatse en metingen door professionele partijen.

In de rechter grafiek hebben we de verdeling toegepast op basis van alle Nederlandse geregistreerde EPC's voor woningen, die dan plotseling een lager aandeel van de huidige Nederlandse voorraad in het nieuwe A-label laat zien. De totale geregistreerde Nederlandse EPC's bevatten grotendeels waarnemingen gebaseerd op eenvoudige regels, d.w.z. zonder een goede beoordeling ter plaatse en vaak gebaseerd op eenvoudige vastgoedkenmerken. Het is daarom opmerkelijk dat de steekproef op basis van de strengere NTA 8800 methodologie een betere indruk geeft van de Nederlandse woningvoorraad, en gezien een ruime hoeveelheid aan NTA 8800 labels kan dit niet liggen in negatieve selectie doordat het bijvoorbeeld alleen labels betreft van woningen die al een enorme duurzaamheidsverbetering zijn ondergaan.

Gezien de lopende discussies tussen de Europese Commissie, de Raad en het Parlement zijn de resultaten die we tonen zeker niet vanzelfsprekend, maar ze kunnen wel een ruwe schets geven van wat er zou kunnen gebeuren als het huidige voorstel voor harmonisatie wordt aangenomen.

Transport van Koolstofdioxide

Georgette Boele – Senior Economist Sustainability | georgette.boele@nl.abnamro.com

- ▶ **Voor het transport van CO₂ is de staat waarin het zich verkeert belangrijk**
- ▶ **Pijpleidingen zijn een volwassen technologie om CO₂ te transporteren, maar andere technologieën zijn niet volwassen genoeg**
- ▶ **Corrosiegevaar en het effect van verontreinigingen in CO₂ op de infrastructuur zijn de grootste uitdagingen bij het transport van CO₂**
- ▶ **De kosten van CO₂-transport variëren afhankelijk van de transportmethode, onshore/offshore, de schaal, de afstand tot CO₂-opslag, regionale verschillen, de CO₂-bron en de druk of zuivering voor transport.**

Inleiding

Het doel is om tegen 2050 netto nul te bereiken en binnen het koolstofbudget te blijven dat is afgestemd op een traject om onder de 2°C graad boven het pre-industriële niveau te blijven en inspanningen te leveren om de temperatuurstijging te beperken tot 1,5°C boven het pre-industriële niveau. Er zijn verschillende manieren om dit doel te bereiken. Ten eerste het beperken en verzachten van de uitstoot van CO₂ en andere broeikasgassen. Ten tweede, de uitstoot van verbranding opvangen. Ten derde, CO₂ en andere emissies uit de atmosfeer opvangen. Om het doel te bereiken is een combinatie van deze drie manieren nodig. In onze Sustainaweekly van 20 november zijn we dieper ingegaan op het afvangen van CO₂ (zie [hier](#)). We richtten ons op technologieën die emissies uit verbranding opvangen. Dit is de CC (carbon capture) van CCUS (carbon capture, utilisation and storage). In dit rapport richten we ons op het transport van CO₂. In toekomstige publicaties zullen we ons richten op hoe CO₂ op te slaan, hoe de afgevangen CO₂ te gebruiken en de technologieën die CO₂ en andere broeikasgassen uit de atmosfeer halen.

De toestanden van CO₂

Voor het transport van CO₂ is de toestand van CO₂ erg belangrijk. CO₂ gedraagt zich meestal als een gas in lucht bij standaard temperatuur en druk of als een vaste stof, droogijs genoemd, als het bevroren is. CO₂ in gasvormige toestand wordt getransporteerd bij bijna atmosferische druk en neemt zo'n groot volume in dat er zeer grote installaties nodig zijn. Gas neemt minder volume in als het wordt samengeperst en samengeperst gas wordt getransporteerd via pijpleidingen. Het verplaatsen van gas door pijpleidingen is gebaseerd op druk. Gas gaat van hoge druk naar lage druk. Door een gas tot hoge druk te comprimeren, kan het naar andere locaties stromen. Gas neemt minder volume in wanneer het wordt samengeperst en nog minder wanneer het vloeibaar, gestold of gehydrateerd is. Daarom wordt CO₂ vaak samengeperst en vloeibaar gemaakt tot superkritische toestand. Er is ook een mogelijkheid om CO₂ in vloeibare toestand te transporteren, mits aan de juiste temperatuur- en drukvoorwaarden wordt voldaan. Deze oplossing vereist een goede isolatie van de leidingen (meer hierover hieronder).

Toestanden van CO₂

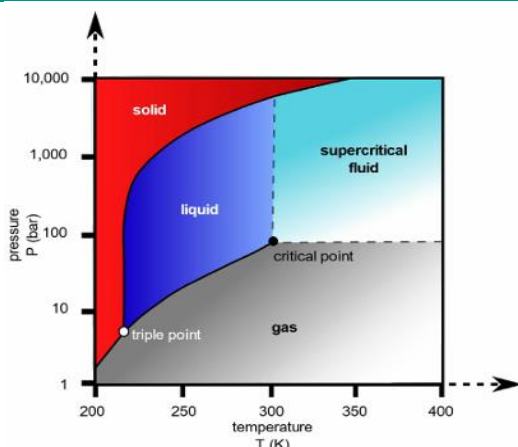


Fig. 1: Phase Diagram for Carbon Dioxide

Bron: National Renewable Energy Laboratory (NREL)

Superkritische toestand van CO₂

Superkritisch CO₂ is een toestand van CO₂ waarbij het gehouden wordt op of boven zijn kritische temperatuur en kritische druk (zie onderstaande grafiek). In superkritische toestand kan het eigenschappen aannemen die het midden zijn tussen een gas en een vloeistof; CO₂ heeft de dichtheid van een vloeistof maar met een viscositeit (dikte) van een gas. Het is een toestand waarbij er geen afzonderlijke vloeistof- en gasfasen bestaan. Dit gebeurt bij een druk hoger dan 74 bar en een temperatuur hoger dan 31°C (304 Kelvin, zie onderstaande grafiek).

Manieren om CO₂ te vervoeren

CO₂ kan worden getransporteerd via pijpleidingen, schepen, de weg en het spoor. CO₂ transporteren via pijpleidingen is een volwassen technologie. Het komt het meest voor en is minder duur. Het CO₂ is bij voorkeur droog en vrij van waterstofsulfide omdat corrosie aan de pijpleiding dan minimaal is. Transport van CO₂ via pijpleidingen over langere afstanden is het efficiëntst en voordeligst als het CO₂ zich in de dichte fase bevindt. De haalbaarheid van het hergebruik van aardgaspijpleidingen voor CO₂-transport is niet praktisch voor het transport van grote hoeveelheden CO₂ over lange afstanden. Dit komt doordat CO₂ een hogere druk nodig heeft dan aardgas om in vloeibare toestand te worden gehouden voor transport via pijpleidingen, en dus zijn er over het algemeen dikkere pijpleidingen nodig.

CO₂ kan ook als vloeistof worden vervoerd in schepen, tankwagens of treinen die CO₂ in geïsoleerde tanks vervoeren bij een temperatuur ver onder de omgevingstemperatuur en onder veel lagere druk. De gemiddelde LPG-tanker kan ongeveer 45.000 ton CO₂ vervoeren. Scheepvaart is een volwassen technologie voor vloeibaar aardgas (LNG) en vloeibaar petroleumgas (LPG), maar wordt momenteel niet op grote schaal gebruikt voor CO₂-transport. LPG-tankers zijn een betere toepassing voor CO₂-transport per schip dan LNG-tankers, omdat vloeibaar gemaakt CO₂ net als LPG onder verhoogde druk moet worden vervoerd, terwijl LNG onder atmosferische druk wordt vervoerd. LPG-tankers kunnen worden herbestemd voor CO₂-transport of transport voor twee doeleinden, maar in het algemeen kunnen tankers die specifiek zijn ontworpen voor CO₂-transport beter worden geoptimaliseerd voor maximale capaciteit en investeringskosten.

Uitdagingen voor CO₂-transport

Corrosie

Droge koolstofdioxide corrodeert het koolstofmangaanstaal dat doorgaans voor pijpleidingen wordt gebruikt niet, zolang de relatieve vochtigheid lager is dan 60%. Vochtig CO₂ daarentegen is zeer corrosief, dus een CO₂-pijpleiding zou in dit geval gemaakt moeten zijn van een corrosiebestendige legering, of aan de binnenkant bekleed moeten zijn met een legering of een continue polymeercoating. Sommige pijpleidingen zijn gemaakt van corrosiebestendige legeringen, hoewel de materiaalkosten vele malen hoger zijn dan die van koolstofmangaanstaal. De pijpleidingen (en de tanks) moeten dus vrij van corrosie worden gehouden. Dit probleem kan eenvoudig worden opgelost door zuivering, grondige dehydratie en het gebruik van corrosie onderdrukkend middel. Dehydratie van CO₂ houdt in dat het water uit de gasmengselstroom wordt verwijderd.

Onzuiverheid

Afgevangen CO₂ is nooit 100% zuiver. De zuiverheid hangt af van de aard van de brandstof (olie, aardgas of steenkool) en de afvangtechniek (naverbranding, oxyverbranding of voorverbranding). In het gasmengsel met CO₂ kunnen verschillende zware metalen worden aangetroffen. De aanwezigheid van bepaalde onzuiverheden in CO₂, zoals methaan en stikstof, kan leiden tot een verminderde capaciteit van pijpleidingen. Een hoger methaangehalte vereist namelijk een grotere pomp/compressie. De aanwezigheid van onzuiverheden verschuift de grens naar hogere werkdrukken om het CO₂ in de superkritische of dichte fase te houden. Bovendien kunnen de onzuiverheden de dichtheid van CO₂ verlagen, wat ook de opslagcapaciteit voor CO₂ verlaagt. Daarnaast hebben onzuiverheden in CO₂ invloed op het transport van pijpleidingen en de injectie in reservoirs voor *enhanced oil recovery* (EOR) en zoute geologische formaties. Water kan bijvoorbeeld leiden tot corrosie, terwijl hogere waterstofsulfideniveaus de minimale mengbaarheidsdruk (MMP) in EOR verlagen en kunnen leiden tot door waterstof veroorzaakte scheurvorming in de pijpleiding. Elke onzuiverheid heeft dus zijn eigen impact en een combinatie van onzuiverheden maakt de uitdaging alleen maar groter.

Infrastructure

According to the IEA transport and storage infrastructure, CO₂ is the backbone of the carbon management industry. Planned capacities for CO₂ transport and storage surged dramatically in the past year, with more than 370 Mt CO₂ of new annual storage capacity announced since January 2022, with similar capacities for connecting infrastructure. Based on the existing project pipeline, dedicated CO₂ storage capacity could reach over 420 Mt CO₂/yr by 2030, causing the balance between dedicated CO₂ storage supply and the planned demand based on capture capacities for 2030 to level globally. However, this is insufficient to meet the around 1200 Mt CO₂/yr by 2030 called for in the Net Zero Emissions (NZE) Scenario.

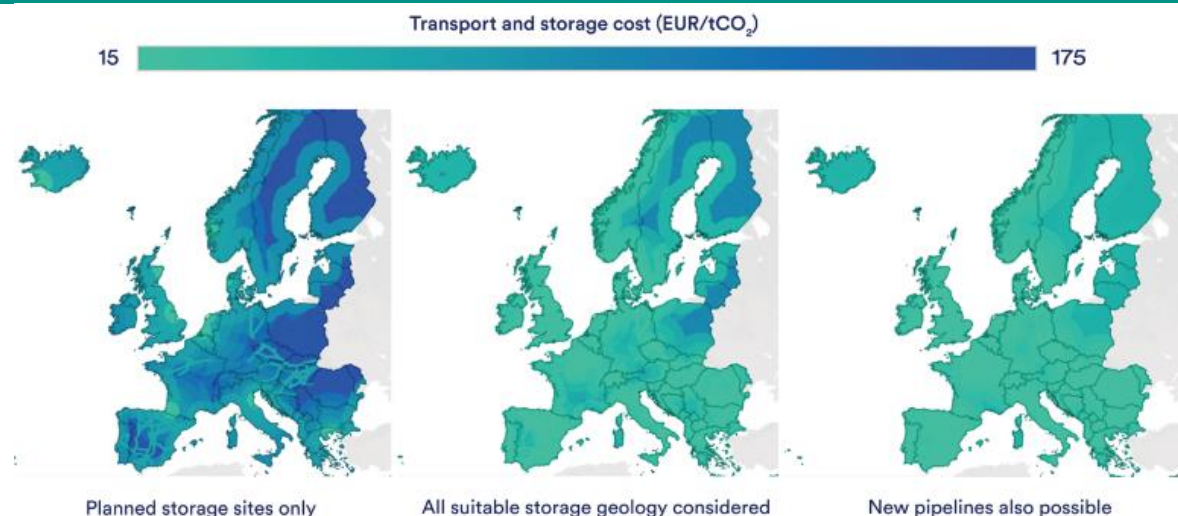
Infrastructuur

Volgens het IEA is de infrastructuur voor transport en opslag van CO₂ de ruggengraat van de koolstofbeheerindustrie. De geplande capaciteiten voor CO₂-transport en -opslag zijn het afgelopen jaar enorm toegenomen, met meer dan 370 Mt CO₂ aan nieuwe jaarlijkse opslagcapaciteit die is aangekondigd sinds januari 2022, met vergelijkbare capaciteiten voor aansluitende infrastructuur. Op basis van de bestaande projectpijplijn kan de capaciteit voor gespecialiseerde CO₂-opslag tegen 2030 oplopen tot meer dan 420 Mt CO₂/jaar, waardoor het evenwicht tussen het aanbod van gespecialiseerd CO₂-opslag en de geplande vraag op basis van afvangcapaciteit voor 2030 wereldwijd zal nivelleren. Dit is echter onvoldoende om tegen 2030 te voldoen aan de ongeveer 1200 Mt CO₂/jr waar in het NZE-scenario (Net Zero Emissions) om wordt gevraagd.

Kosten

De kosten van CO₂-transport variëren afhankelijk van de transportmethode (d.w.z. pijpleidingen versus schepen); of CO₂ onshore of offshore wordt getransporteerd; de schaal (hoeveelheid getransporteerd CO₂); de afstand tot CO₂-opslag; regionale verschillen; en de CO₂-bron en of en in welke mate deze onder druk wordt gezet of wordt gezuiverd voorafgaand aan transport. Pijpleidingen zijn over het algemeen de meest kosteneffectieve optie voor CO₂-transport in de meeste regio's, hoewel scheepvaart kosteneffectief kan zijn voor CO₂-transport over lange afstanden. Maar het is minder handig omdat er grote buffervorraden nodig zijn om schommelingen in de aanvoer op te vangen. Het bevindt zich momenteel in een ontwikkelingsfase. Volgens een studie gepubliceerd in het International Journal of Greenhouse Gas Control in juli 2021, is het praktische kostenbereik voor transport en opslag van CO₂ via pijpleidingen \$4 tot \$45/tCO₂. Voor de gecombineerde kosten van CO₂-transport per schip voor offshore-opslag liggen de schattingen tussen \$30 en \$64/tCO₂. De Clean Air Task Force heeft een schatting gemaakt (zie hier) voor de kosten van transport en opslag van CO₂ in Europa. De grafiek hieronder geeft een overzicht van hun bevindingen.

Transport- en opslagkosten (EUR/tCO₂)

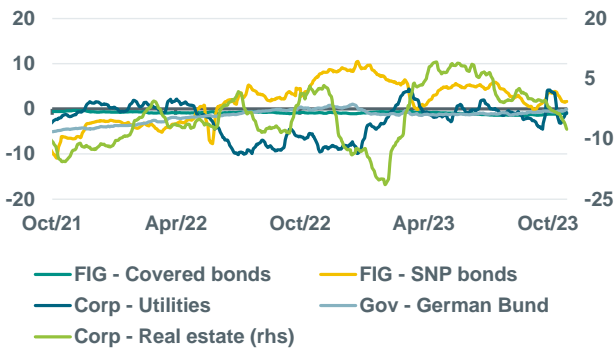


Bron: Clean Air Task Force

ESG in figures

ABN AMRO Secondary Greenium Indicator

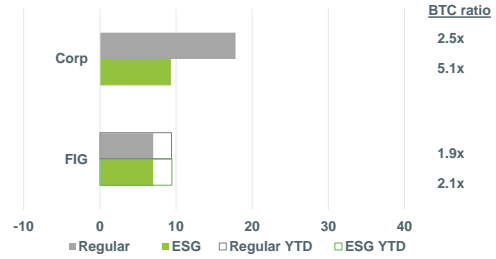
Delta (green I-spread – regular I-spread)



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

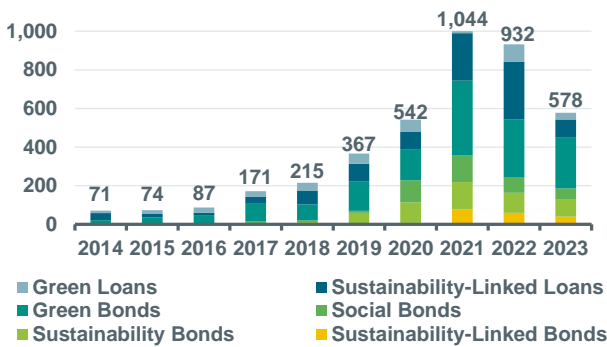
NIP in bps



Note: Data until 11-10-23. BTC = Bid-to-cover orderbook ratio. Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Sustainable debt market overview

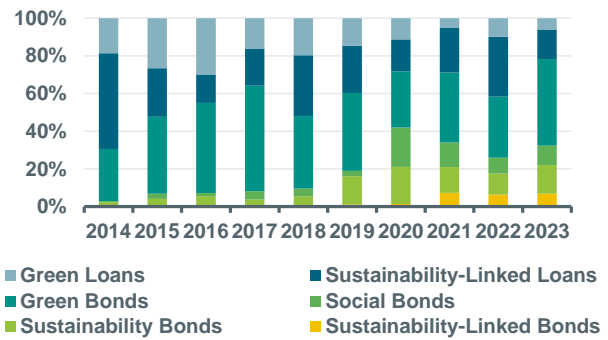
EUR bn



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Breakdown of sustainable debt by type

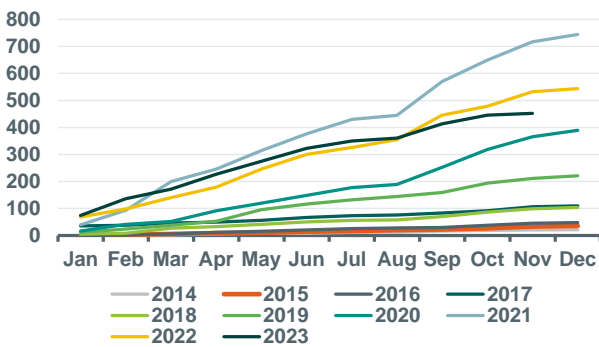
% of total



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

YTD ESG bond issuance

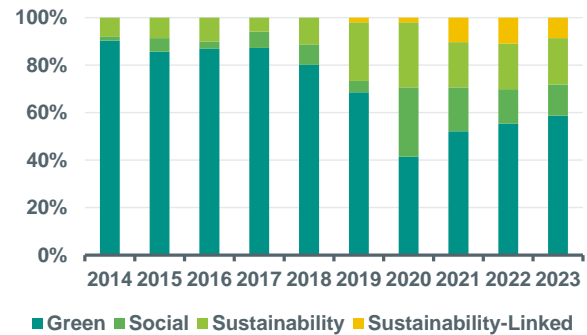
EUR bn (cumulative)



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

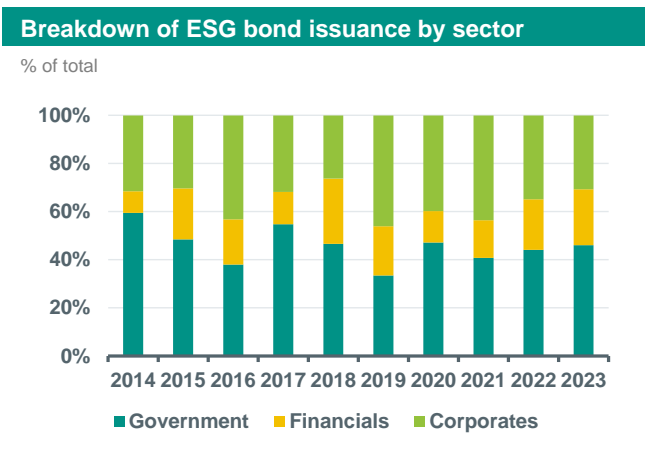
Breakdown of ESG bond issuance by type

% of total

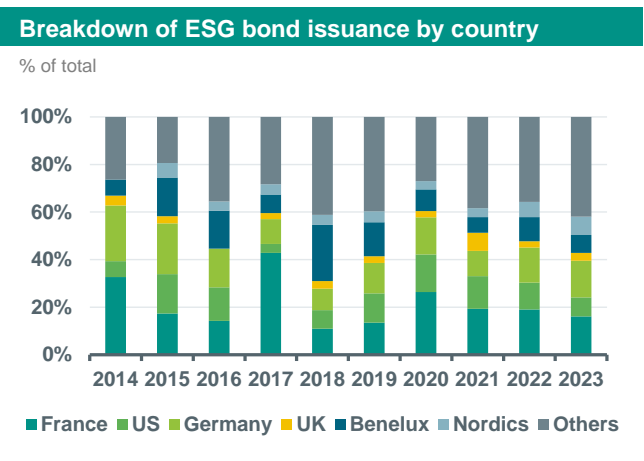


Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

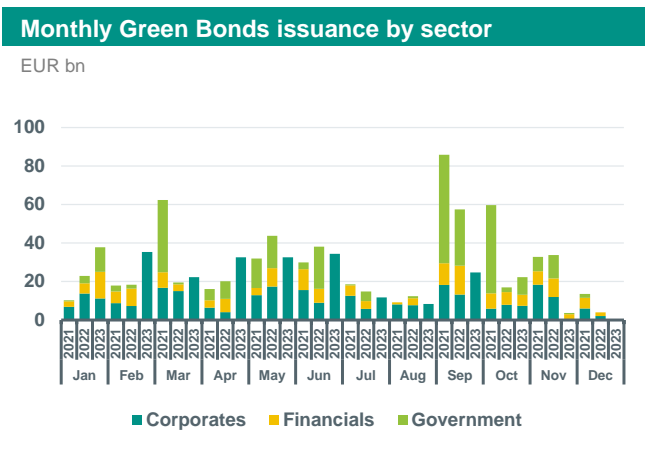
Figures hereby presented take into account only issuances larger than EUR 250m and in the following currencies: EUR, USD and GBP.



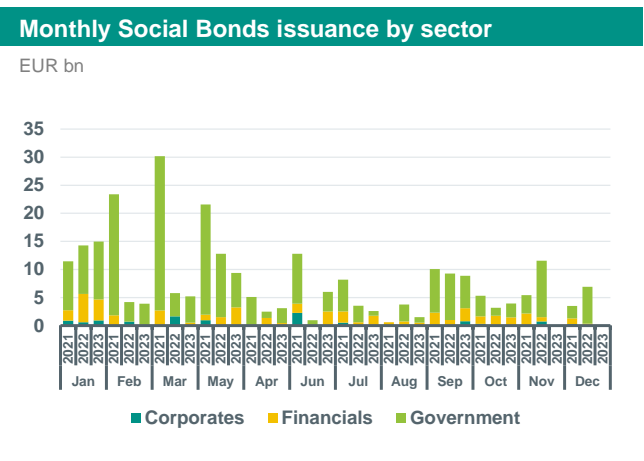
Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics



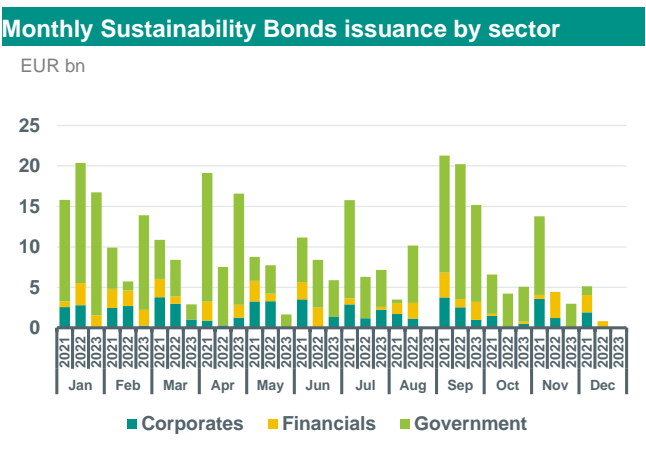
Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics



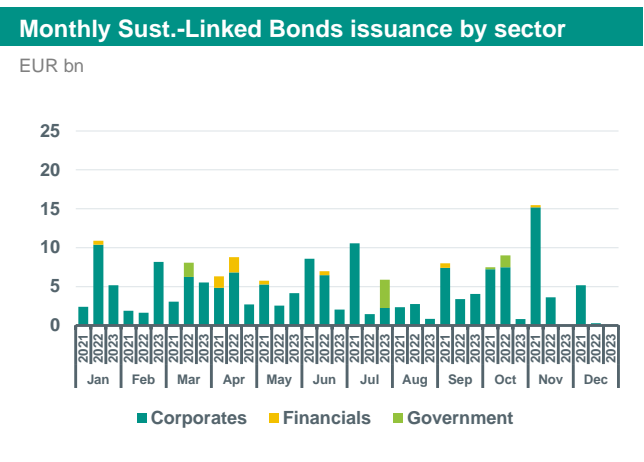
Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

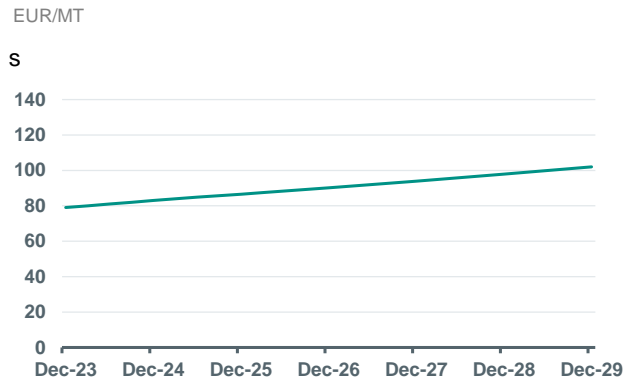
Figures hereby presented take into account only issuances larger than EUR 250m and in the following currencies: EUR, USD and GBP.

Carbon contract current prices (EU Allowance)



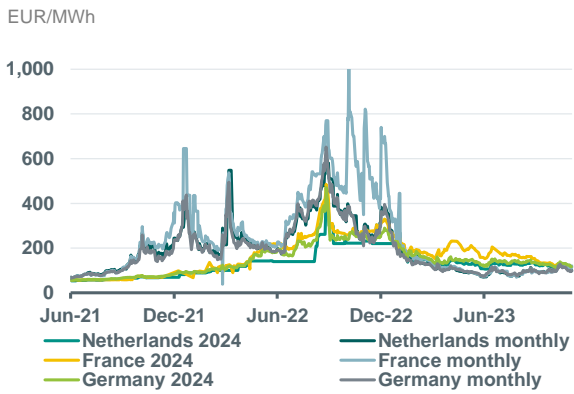
Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Carbon contract futures curve (EU Allowance)



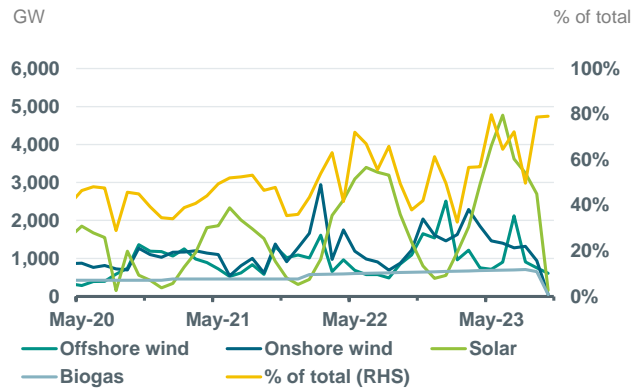
Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Electricity power prices (monthly & cal+1 contracts)



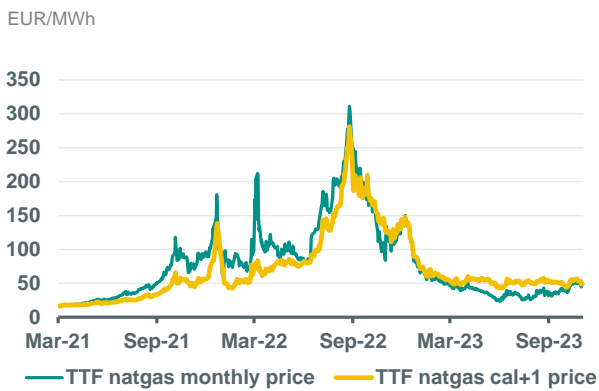
Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics. Note: 2024 contracts refer to cal+1

Electricity generation from renewable sources (NL)



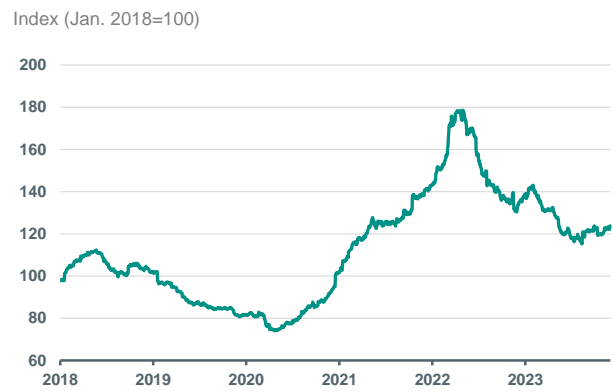
Source: Energieopwek (Klimaat-akkoord), ABN AMRO Group Economics

TTF Natgas prices



Source: Bloomberg, ABN AMRO Group Economics

Transition Commodities Price Index



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.