



De koolstofboekhouding van Nederland

Roel Delahaye

Redbad Mosterd

Inhoudsopgave

1. Aanleiding	3
2. Koolstofboekhouding CBS	4
2.1 Inleiding	4
2.2 Wat zijn de koolstofrekeningen?	4
2.3 Doel	6
3. Methode	7
3.1 Update huidige koolstofrekeningen	7
3.2 Verbetering van de bestaande koolstofrekeningen	7
3.3 Uitbreiding met koolstofvoorraden in de economie	8
3.4 Belangrijke aannames en keuzes	9
3.5 Relatie met andere koolstofcijfers	10
4. Resultaten	13
4.1 Koolstofrekeningen 2020	13
4.2 Indicatoren	17
4.3 Conclusies	21
4.4 Discussie en aanbevelingen	22
Referenties	24
Annex I: Samenstellen koolstof-Sankey	25
Annex II: Koolstofrekeningen 2020, in Mton koolstof	27
Annex III: Koolstofrekeningen economie 2020, in Mton koolstof	29
Annex IV: Brugtabel emissies naar atmosfeer 2020, in Mton koolstof	31

1. Aanleiding

Het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) en het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE) laten zien dat er een grote opgave ligt voor het verduurzamen van de energievoorziening en het gebruik van grondstoffen. Het verduurzamen van de koolstofketen kan specifiek bijdragen aan de klimaatopgave door het reduceren van CO₂-uitstoot en koolstofverwijdering uit de lucht door opslag in het milieu of de economie. In het NPE is aangekondigd dat het kabinet het fossiele koolstofgebruik voor zowel energetische als niet-energetische toepassingen wil minimaliseren richting 2050.

Om meer inzicht te krijgen in de koolstofstromen en voorraden, én de mogelijkheden die het verduurzamen van deze stromen en voorraden voor CO₂-reductie en koolstofverwijdering bieden, heeft het CBS in opdracht van het ministerie van IenW de koolstofboekhouding van Nederland in kaart gebracht. Uitgangspunt zijn de koolstofrekeningen die, binnen de Milieurekeningen, volgens internationale statistische richtlijnen zijn opgesteld (Lof et al, 2017; UN, 2021). Deze koolstofrekeningen worden uitgebreid met resultaten uit CBS-onderzoeken naar materiaalstromen en -voorraden binnen de economie.

2. Koolstofboekhouding CBS

2.1 Inleiding

Koolstof speelt een cruciale rol in het leven op aarde en is essentieel in natuurlijke en menselijke processen, zoals ademhaling, fotosynthese, voedselproductie en energieopwekking. Het is ook diep verweven met onze economie en dagelijkse producten, van brandstoffen tot voedsel en kleding. Sinds de industriële revolutie is de concentratie van koolstof in de atmosfeer, vooral in de vorm van koolstofdioxide, drastisch gestegen door het gebruik van fossiele brandstoffen. Dat leidt tot een versterkt broeikaseffect en wereldwijde klimaatveranderingen. Deze veranderingen bedreigen ecosystemen, biodiversiteit en de menselijke samenleving. Om de negatieve impact te beperken, is gedetailleerd inzicht in koolstofstromen en -voorraden essentieel. Het opstellen van koolstofrekeningen helpt bij het identificeren van emissiebronnen en opslagmogelijkheden. Ze brengen de volledige cyclus van koolstof op een consistente manier in kaart, waarbij zowel de stromen als de verschillende reservoirs van koolstof samenkomen.

De koolstofrekeningen zijn gebaseerd op het internationaal erkende standaardraamwerk van de Milieurekeningen (System of Environmental-Economic Accounting, (SEEA); UN, 2021). Dit raamwerk is ontwikkeld door een samenwerking van experts uit diverse internationale instellingen, zoals de VN, de OESO en het IMF, evenals nationale statistische bureaus. Het eenduidig opstellen van de koolstofrekeningen maakt dat de resultaten tussen landen vergeleken kunnen worden. Op dit moment is Nederland echter nog één van de weinige landen die daadwerkelijk de koolstofrekeningen volgens de SEEA-richtlijnen heeft geïmplementeerd. Doordat de koolstofrekeningen gebaseerd zijn op standaardstatistieken, die door alle EU-landen worden verzameld vanwege Europese verplichtingen, is het wel mogelijk voor andere landen om ook koolstofrekeningen op te stellen.

De koolstofrekeningen kunnen een rol spelen rondom de monitoring van het klimaatbeleid. Het huidige klimaatbeleid focust vooral op de uitstoot van broeikasgasemissies. In de koolstofrekeningen wordt de gehele koolstofcyclus in kaart gebracht, zodat ook de opslag van koolstof, door bijvoorbeeld ecosystemen, of het behoud van koolstof, door bijvoorbeeld recycling, in de economie op een consistente wijze wordt meegenomen. Deze benadering is door de Europese commissie al eens uiteengezet in een briefing over duurzame koolstofcycli¹.

Het CBS heeft, in samenwerking met de WUR, voor het laatst in 2021 de koolstofrekeningen van Nederland opgesteld voor het jaar 2018². Dit was in het kader van werk aan de Natuurlijk kapitaalrekeningen.

2.2 Wat zijn de koolstofrekeningen?

De koolstofrekeningen geven de stromen en voorraadveranderingen van koolstof weer als gevolg van menselijke activiteiten en natuurlijke processen door de hele keten, vanaf de oorsprong in de geosfeer en de biosfeer tot de door de mens veroorzaakte voorraden binnen de economie en de reststoffen naar het milieu, inclusief emissies naar de atmosfeer (UN, 2021). De structuur van deze koolstofrekeningen, zoals weergegeven in Figuur 2.1, laat een volledige weergave van de koolstofboekhouding zien. Deze is gebaseerd op de koolstofcyclus en houdt rekening met de aard van specifieke koolstofreservoirs. Iedere sfeer heeft voor een boekhoudperiode zowel begin- als

¹ [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733679/EPRS_BRI\(2022\)733679_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733679/EPRS_BRI(2022)733679_EN.pdf)

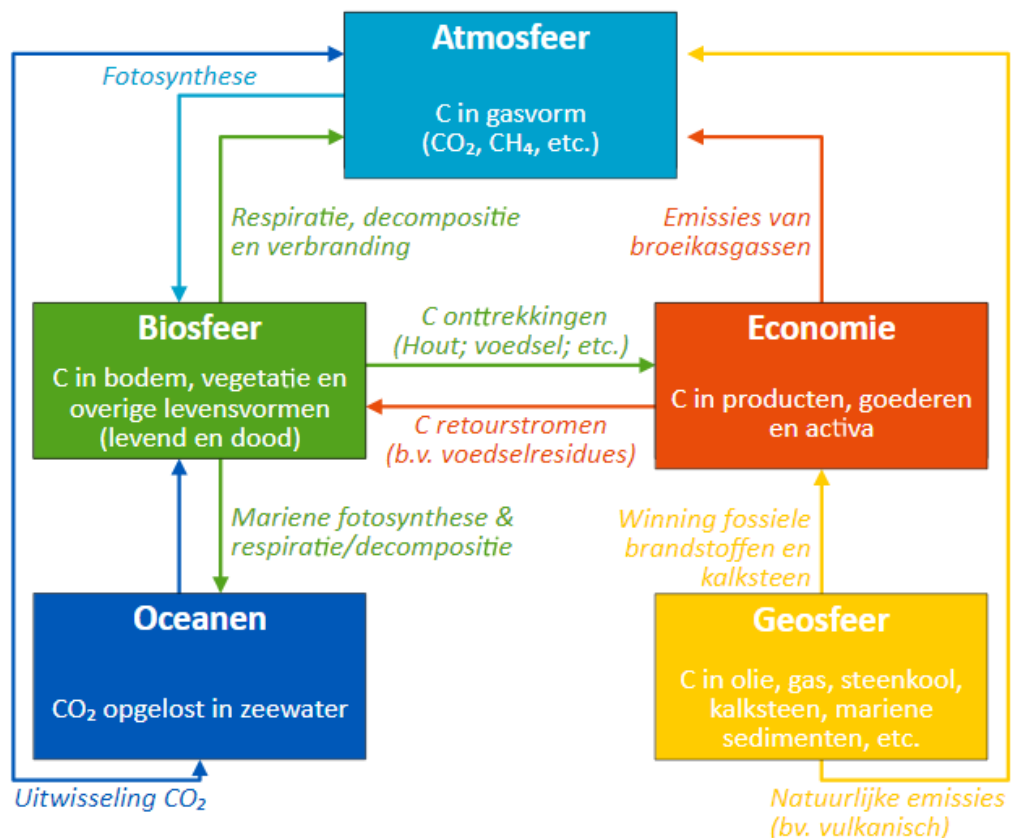
² <https://www.cbs.nl/en-gb/society/nature-and-environment/natural-capital/carbon-account>

eindvoorraden van koolstof, en laat de veranderingen zien als toename of afname van de voorraad.

In de koolstofrekeningen worden verschillende sferen geïntegreerd. Hieronder vallen de biosfeer (o.a. vegetatie, bodem), de atmosfeer (CO₂ en CH₄), de geosfeer (o.a. aardgas en steenkool), en de economie (o.a. duurzame consumptiegoederen en voorraden in gebouwen). Door deze diverse sferen te combineren, worden niet alleen de koolstofvoorraden en -stromen in kaart gebracht, maar kunnen ook verschillende beleidsterreinen met elkaar worden verbonden, waaronder de circulaire economie (CE), klimaatbeleid, economisch beleid, de biobased economy en beleid op het gebied van natuurlijk kapitaal.

Oceanen worden momenteel niet opgenomen in de koolstofrekeningen, omdat het moeilijk is om nauwkeurige data hierover te verkrijgen. Daarnaast zijn de oceanen geen onderdeel van de LULUCF-sector (Land Use, Land-Use Change, and Forestry) of andere internationale meetsystemen, en is de beleidsrelevantie minder duidelijk. In een vorig CBS-rapport over het natuurlijk kapitaal van de Noordzee wordt benadrukt dat de koolstofvastlegging in de Nederlandse Exclusieve Economische Zone erg onzeker is. Er bestaan verschillende schattingen over de koolstofvoorraden en vastlegging. De voorlopige uitkomst hier was dat de jaarlijkse vastlegging van koolstof erg laag was. In dit onderzoek is wel een eerste schatting van de koolstofvoorraad gedaan, waarbij het meeste koolstof is opgeslagen in zandige sedimenten (vanwege de grootte van het zandige oppervlak binnen de EEZ).

Figuur 2.1: Koolstofboekhouding van een land en de interacties tussen de reservoirs.



Alle waarden die in de koolstofrekeningen zijn opgenomen, vertegenwoordigen het gewicht van koolstof en worden uitgedrukt in megaton (Mton) koolstof. Bijvoorbeeld, de emissies van

methaan (CH₄) worden omgerekend naar hun koolstofgehalte. Methaan bestaat voor 75 procent uit koolstof, wat betekent dat in elke kilogram methaan ongeveer 750 gram koolstof aanwezig is. Voor kooldioxide (CO₂) ligt dit anders: slechts 27 procent van de massa van een CO₂-molecuul bestaat uit koolstof. Dit betekent dat in elke kilogram CO₂ ongeveer 270 gram koolstof aanwezig is.

Dit is anders dan CO₂-equivalenten (CO₂-eq), die worden gebruikt om de impact van verschillende broeikasgassen op het broeikaseffect te meten. CO₂-equivalenten drukken de bijdrage van een gas aan het broeikaseffect uit in verhouding tot kooldioxide, vaak door middel van het Global Warming Potential (GWP). Methaan heeft bijvoorbeeld een GWP van 28, wat betekent dat één kilogram methaan evenveel bijdraagt aan het broeikaseffect als 28 kilogram CO₂. Lachgas (N₂O) bevat geen koolstof, maar wordt toch uitgedrukt in CO₂-equivalenten vanwege zijn sterke broeikaseffect, met een GWP van ongeveer 265. Op een vergelijkbare manier wordt het koolstofequivalent van plastic, papier en andere producten berekend op basis van hun gemiddelde samenstelling. Dit houdt in dat per kilogram van deze producten wordt vastgesteld hoeveel koolstof ze bevatten, rekening houdend met hun typische (chemische) samenstelling. Meer over de koolstofgehalten is te vinden in hoofdstuk 3.

De term "koolstofrekeningen" wordt ook wel gebruikt voor de koolstofboekhouding van bedrijven. Bedrijven kunnen op deze manier hun broeikasgasemissies die gerelateerd zijn aan de geproduceerde producten, zowel direct als in de keten, bijhouden. De koolstofrekeningen uit dit project helpen bij het nemen van weloverwogen beslissingen over het verminderen van broeikasgasemissies en het vastleggen van koolstof op nationaal niveau. Hoewel beide vormen van koolstofboekhouding overlappen en hetzelfde doel lijken na te streven, zijn de synergiën en meerwaarde van beide benaderingen hier niet verder onderzocht.

2.3 Doel

Het doel van dit project is om een volledige koolstofboekhouding voor Nederland op te stellen door diverse statistieken te integreren. Het streven is om de koolstofboekhouding te kunnen inzetten om beleidsbeslissingen te ondersteunen, met als specifiek doel het verminderen van de koolstofconcentratie in de atmosfeer door zowel het terugdringen van de uitstoot als het vergroten van koolstofverwijdering.

3. Methode

3.1 Update huidige koolstofrekeningen

De standaard koolstofrekeningen, zoals beschreven in hoofdstuk 2, zijn in dit project geüpdatet met cijfers over 2020. Uitgebreide informatie over de toegepaste methode voor het opstellen van de koolstofrekeningen is te vinden in hoofdstuk 6 van de technische toelichting, die deel uitmaakt van een eerder door het CBS gepubliceerd rapport over de Natuurlijke kapitaalrekeningen (Berkel *et al.*, 2022).

Voor het bepalen van de stromen tussen de verschillende sferen en de koolstofvoorraden binnen die sferen worden diverse statistieken gebruikt. De koolstof in de economie wordt voornamelijk geschat door materiaalstromen uit de Materiaalmonitor (Delahaye, *et al.*, 2023³) om te zetten naar koolstof, met behulp van koolstofgehalten per kilogram van specifieke productgroepen. De producten worden zo met behulp van conversiefactoren omgezet naar koolstofinhoud, waarbij een duidelijk onderscheid wordt gemaakt tussen biobased en fossiele koolstof.

3.2 Verbetering van de bestaande koolstofrekeningen

In het huidige project zijn de standaard koolstofrekeningen verbeterd door de koolstofstromen binnen de economie preciezer vast te stellen. Er zijn diverse verbeteringen doorgevoerd om dit te realiseren.

Ten eerste zijn de koolstofgehalten van producten geoptimaliseerd. Voor fossiele brandstoffen en biomassa voor verbranding hebben we de officiële lijst met koolstofemissiefactoren van de RVO geraadpleegd. Daarnaast hebben we ook gebruik gemaakt van de Phyllis-database van ECN, die gedetailleerde informatie over de samenstelling van biomassa en afval biedt. Verder hebben we contact gehad met de Universiteit Utrecht, waar onderzoek wordt gedaan naar koolstofstromen in specifieke sectoren, met name de chemische industrie⁴. De inschattingen van de koolstofgehalten van goederengroepen zijn uitgewisseld en, waar relevant, overgenomen om verbeteringen door te voeren. Bovendien is er een analyse uitgevoerd op samengestelde producten, zoals meubels en gemengd afval. Op basis van de materiaalsamenstelling van deze producten is een verbeterde bepaling van de koolstofgehalten in deze goederengroepen ontwikkeld. Deskundigen van Wageningen University & Research (WUR) en het NOVA-instituut hebben een uitgebreide lijst met biobased gehalten per kilogram per product beschikbaar gesteld waarmee we een onderscheid gemaakt hebben tussen biobased en fossiele koolstof.

Ten tweede is de structuur van de verzamelde gegevens en de output verbeterd. De koolstofrekeningen zijn nu opgebouwd uit vijf hoofdtabellen: de biosfeer, de geosfeer, de atmosfeer, de economie, en een verzameltabel die de vier sferen samenbrengt. Voor de koolstofstromen in de economie wordt nu uitsluitend van de Materiaalmonitor uitgegaan. De Materiaalmonitor onderscheidt stromen van ongeveer 350 producten tussen 150 verschillende economische sectoren, inclusief de huishoudens. In de Materiaalmonitor wordt het aanbod en gebruik van producten aan elkaar gelijk gesteld door op de cijfers op elkaar af te stemmen. Deze inpassing wordt ook gedaan voor de input en output van sectoren. Voor de koolstofstromen is

³ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jiec.13365>

⁴ http://posters.geo.uu.nl/2023/Towards_Carbon_Circularity-GHG_Emissions_and_Carbon_Efficiency_Assessment_of_Dutch_DKR-350_Pyrolysis-Petrik_Genuino_Kramer_Shen-November2023.pdf

deze optimalisatie nu niet uitgevoerd vanwege de benodigde tijd en de beoogde focus op het macro-economisch perspectief.

De hoofdtabellen vormen de basis voor een Sankey-diagram. Waar de Sankey voorheen uitsluitend beschikbaar was voor de economie, is deze nu uitgebreid naar alle vier de sferen. Dit maakt het mogelijk om zowel de onderlinge samenhang als de relatieve groottes van de stromen tussen de sferen inzichtelijk te maken. Deze verbeteringen dragen bij aan een geïntegreerd overzicht, wat inzicht geeft voor het effectief aanpakken van vraagstukken rondom koolstof.

Ten derde is in dit project een eerste stap gezet in de ontwikkeling van kerncijfers voor beleidsmakers. De koolstofrekeningen helpen bij het identificeren van mogelijkheden om broeikasgasemissies effectief te verminderen en zo bij te dragen aan het tegengaan van klimaatverandering. Dit onderzoek verkent hoe de koolstofrekeningen beleidsmakers kunnen ondersteunen bij het vinden van effectieve beleidsinterventies.

3.3 Uitbreiding met koolstofvoorraden in de economie

Langdurige opslag van koolstof is cruciaal om emissies naar de atmosfeer te verminderen. Opslag vindt plaats in de biosfeer (bijvoorbeeld via vegetatie en bodem), de geosfeer (zoals oude aardgasvelden), en de economie (bijvoorbeeld in duurzame consumptiegoederen⁵ en gebouwen). De opslag van koolstof staat centraal in de overeenkomst van de Carbon Removals and Carbon Farming (CRCF) regulation die in 2024 door het Europese parlement is aangenomen. Hiermee is het eerste EU-brede vrijwillige kader voor de certificering van koolstofverwijdering, koolstoflandbouw en koolstofopslag in producten in heel Europa gecreëerd.

Koolstofvoorraden in de economie zijn nog niet eerder in kaart gebracht, maar zijn nieuw toegevoegd aan de standaard koolstofrekeningen in dit onderzoek. Deze uitbreiding is gebaseerd op een samenwerking tussen het CBS en het Centrum voor Milieuwetenschappen Leiden (CML) (Voet *et al.*, to be submitted). Onder het Circulaire Economie-programma van IenW hebben zij onderzoek gedaan naar de vastlegging van materialen, zoals beton in gebouwen en ijzer in auto's. In 2024 heeft het CBS alle projecten samengebracht in één Materiaalvoorradenmonitor, die inzicht biedt in de "urban mine" van Nederland en de toekomstige beschikbaarheid van secundaire materialen⁶.

De Materiaalvoorradenmonitor is een belangrijke basis voor het bepalen van koolstofvoorraden in dit project. Koolstofvoorraden worden, net als materiaalstromen, berekend met koolstofcoëfficiënten voor verschillende goederengroepen, zoals hout, asfalt en beton. Dit deel van het project is experimenteel, omdat de koppeling van voorraden aan de materiaalmonitor nog niet volledig is ontwikkeld. De voorraden zijn gecategoriseerd in groepen zoals huizen, meubels en elektronische apparaten, en verder opgesplitst in de materialen waaruit deze zijn samengesteld. Daarnaast zijn er enkele kapitaalgoederen, zoals caravans, treinen, plezierboten en airco's, die momenteel niet zijn meegenomen, maar mogelijk in de toekomst worden toegevoegd.

⁵ Met duurzame goederen bedoelen we goederen die langere tijd meegaan. Dit in tegenstelling tot niet-duurzame of verbruiksgoederen die binnen een jaar worden opgebruikt.

⁶ <https://www.cbs.nl/nl-nl/longread/aanvullende-statistische-diensten/2024/materiaalvoorradenmonitor>

3.4 Belangrijke aannames en keuzes

Bij het opstellen van de koolstofrekeningen zijn verschillende keuzes en aannames gemaakt om tot de resultaten te komen. Deze paragraaf licht enkele belangrijke keuzes en aannames toe, zodat de cijfers in de Sankey-diagrammen en tabellen gemakkelijker te interpreteren zijn voor de lezer van dit rapport.

- **Koolstofvoorraden in de Geosfeer:** De voorraden van aardgas en aardolie in de geosfeer omvatten uitsluitend maatschappelijk acceptabele en economisch rendabele winbare voorraden, en niet de volledige hoeveelheid koolstof in de grond. Steenkoolvoorraden, aardolie, kalksteen en aardgas dat momenteel niet meer gewonnen gaat worden, worden buiten beschouwing gelaten.
- **Koolstofvoorraden in de Biosfeer:** De koolstofvoorraad in de biosfeer omvat koolstof in levende biomassa (vegetatie) boven de grond en biogene koolstof in de bovenste 30 cm van de bodem. Deze voorraadschatting is gemaakt door de WUR in een eerder samenwerkingsproject (Natuurlijk kapitaalrekeningen). Deze cijfers zijn op een andere manier berekend dan binnen de LULUCF. Helaas is er vanuit de LULUCF (Land Use, Land-Use Change, and Forestry) geen schatting beschikbaar van de koolstofvoorraad in de biosfeer. Hierdoor is het niet mogelijk om de voorraadcijfers te koppelen aan dezelfde sectorale indeling als de koolstofstromen uit de LULUCF, zoals bijvoorbeeld de sector *Forest Land*. De tabel in Annex II geeft deze specifieke onderverdeling van de voorraad niet weer, maar het totaal van de koolstofvoorraad wordt wel vermeld.
- **Koolstofvoorraden in de Economie:** De koolstofvoorraad in de economie omvat koolstof die is opgeslagen in vaste activa en duurzame consumptiegoederen, zoals gebouwen, machines, apparaten en meubels. In dit kader worden fossiele brandstoffen die niet in hetzelfde kalenderjaar worden verbruikt, beschouwd als kortlopende voorraden en tellen ze niet mee als koolstofvoorraad. Bijvoorbeeld, diesel die aan het einde van 2020 wordt aangeschaft maar pas in het begin van 2021 wordt verbruikt, wordt in 2020 als een kortlopende voorraad gezien en niet als onderdeel van de koolstofvoorraad. Dit wordt verderop uitgebreider toegelicht, als het gaat om “overige mutaties”. Daarnaast is er een wettelijk verplichte voorraad van fossiele energiedragers die jaarlijks constant wordt aangehouden, maar deze strategische voorraad is eveneens niet opgenomen in de huidige voorraadcijfers. Dit project richt zich specifiek op langdurige voorraden in vaste activa en duurzame consumptiegoederen.
- **Koolstofvoorraden in de Atmosfeer:** Het is uitdagend om een exact voorraadcijfer voor de koolstofconcentratie in de Nederlandse atmosfeer te bepalen omdat de koolstof ook uit andere landen komt en niet direct aan Nederland kan worden gekoppeld. We bepalen de voorraden nu door de historische cumulatieve emissies van de Nederlandse economie sinds 1860 te ramen. Hierbij hebben we wel te maken met enkele beperkingen. De internationale zee- en luchtvaart, evenals de verbranding van biomassa, zijn uitgesloten, en we hebben alleen gegevens over CO₂-emissies, terwijl andere broeikasgassen zoals CH₄ niet zijn meegenomen. Data over andere broeikasgassen zijn niet beschikbaar voor de tijdreeks van voor 1990. Ook ontbreken gegevens over de koolstofvoorraad in de atmosfeer afkomstig uit de biosfeer (LULUCF-emissies) vanwege het gebrek aan historische data en expertise voor betrouwbare schattingen. Hierdoor zijn de voorraadcijfers waarschijnlijk een onderschatting van de koolstofvoorraad afkomstig uit Nederland sinds 1860. Voor meer details over de rekenmethoden voor de uitstoot, zie hoofdstuk 3.5.

- **Koolstofcoëfficiënt van beton:** De koolstofcoëfficiënt van beton is gebaseerd op de chemische samenstelling van cement en beton. De coëfficiënten zijn ter controle voorgelegd aan experts waaronder experts van Imperial College London. De koolstofinhoud van beton varieert afhankelijk van het type en de gebruikte aggregaten. Beton absorbeert daarnaast gedurende zijn levensduur koolstof via carbonisatie, maar dit proces is momenteel buiten beschouwing gelaten gezien de technische complexiteit. Dit kan leiden tot een onderschatting van de koolstofvoorraad in bestaande gebouwen.
- **Definities internationale handel:** In de economische statistieken wordt er onderscheid gemaakt tussen export, doorvoer en wederuitvoer. Export betreft goederen die in Nederland zijn geproduceerd en naar het buitenland gaan, wederuitvoer omvat goederen, in Nederlands bezit, die kort in Nederland verblijven zonder bewerking en daarna worden doorverkocht, en doorvoer verwijst naar goederen, niet in Nederlands bezit, die Nederland binnenkomen en direct worden doorgevoerd naar een ander land. Doorvoer wordt uitgesloten in de koolstofrekeningen om de impact van de Nederlandse economie op koolstofemissies en -voorraden nauwkeuriger weer te geven.
- **Balanspost/Overige mutaties:** Kleine koolstofstromen, zoals het slijten van autoremblokken, koolstofverlies via het riool, opname van koolstof door het lichaam via voedsel, afvalstortingen en het gebruik van kortetermijnvoorraden (zoals aardgas en aardolie die binnen een jaar worden gebruikt), zijn niet apart opgenomen in de Sankey. Om de grafiek overzichtelijk te houden, zijn deze stromen, samen met eventuele statistische afwijkingen, samengevoegd in één balanspost. Deze balanspost komt overeen met de cijfers in de tabellen van de bijlage onder de regel "Overige mutaties."
- **Kort-cyclisch en duurzaam:** Aan kort-cyclisch of duurzaam is geen exacte tijdsbepaling, gekoppeld. In dit rapport verwijst kort-cyclisch naar de koolstofopslag en -emissies die optreden over een korte tijdsperiode, vaak binnen een jaar. In de context van gewassen wordt koolstof tijdelijk opgeslagen totdat de gewassen worden geoogst en gegeten, waarna de koolstof snel weer vrijkomt. Voor producten uit de economie geldt dat zij vaak binnen een jaar na productie worden gebruikt en in afvalstromen terechtkomen, waarbij de koolstof eveneens snel vrijkomt of wordt gerecycled. Kort-cyclische koolstof gaat dus over meer dan energetische toepassingen van biomassa. Indien opslag- en emissieperioden niet kort-cyclisch zijn wordt ernaar gerefereerd als duurzaam. Denk hierbij aan gebouwen en meubels, die over het algemeen langer dan een jaar in de economie blijven bestaan.

3.5 Relatie met andere koolstofcijfers

Nederland rapporteert jaarlijks haar nationale broeikasgasemissies, inclusief gedetailleerde gegevens over de koolstofopslag in landgebruik, landgebruiksverandering en bosbouwactiviteiten (LULUCF) op Nederlands grondgebied, via het Nationaal Inventaris Rapport (NIR) aan internationale organisaties zoals het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Het NIR bevat vooral uitleg en context over de gegevens die in de Common Reporting Format (CRF) tabellen worden gepresenteerd. Deze rapportages zijn cruciaal voor het monitoren van de voortgang richting wereldwijde klimaatdoelstellingen. In deze paragraaf wordt de relatie tussen de cijfers in het NIR en die in de koolstofrekeningen toegelicht.

3.5.1 LULUCF

LULUCF is een categorie in de klimaatrapportage die de uitstoot en opname van broeikasgassen door landgebruik en bosbouw omvat. In de koolstofrekeningen zijn de LULUCF-emissies geïmplementeerd in de biosfeerstromen en voor een deel in de economie. Normaliter worden deze als netto emissies gerapporteerd, de emissies minus de vastlegging. In de koolstofrekeningen zijn deze stromen losgekoppeld en zijn de bruto emissies en de vastlegging apart opgenomen in de tabellen en Sankey-diagram. De vastlegging en bruto emissies zijn onderverdeeld in LULUCF-sectoren. Aangezien 'Forest land' de meest relevante is voor dit project hebben wij deze in de tabellen in annex II apart weergegeven, de overige sectoren zijn samengevoegd.

Een van de sectoren is Harvested Wood Products (HWP), deze sector valt bij ons onder de economie en niet de biosfeer aangezien het kappen van hout en het verwerken daarvan economische activiteiten zijn. HWP verwijst naar houtproducten zoals in bouwmaterialen, meubels en papier, waarin koolstof is opgeslagen. In Nederland wordt de koolstofopslag in HWP berekend door de jaarlijkse hoeveelheid geoogst hout te monitoren, de levensduur van houtproducten in te schatten en rekening te houden met de eindbestemming van deze producten (recycling, verbranding of stortplaats). Deze gegevens worden gebruikt om de netto koolstofopslag in HWP te berekenen en de resultaten worden vervolgens geïnterpreteerd binnen de bredere LULUCF-rapportage.

Er is overlap tussen HWP en de koolstofrekeningen van het CBS, maar het CBS richt zich niet alleen op houtproducten, maar op alle goederen in de economie, wat de gegevens completer maakt. De cijfers van het CBS zijn gebaseerd op de Materiaalmonitor en focussen op het jaarlijkse aanbod en gebruik van materialen waaronder het gebruik van producten gemaakt van hout.

Kortom, er is overlap tussen LULUCF en de koolstofrekeningen, maar beiden hebben hun eigen methoden, bronnen en doelstellingen bij het verzamelen en rapporteren van koolstofgerelateerde gegevens.

3.5.2 UNFCCC-emissie cijfers

Naast de koolstofstromen in de biosfeer zijn er ook grote koolstofstromen vanuit de economie. De koolstofrekeningen bouwen voort op de cijfers uit de Materiaalmonitor, die zijn gebaseerd op nationale economische activiteiten. Hierbij worden emissiecijfers gebruikt die op sommige punten afwijken van die van de UNFCCC. De UNFCCC-cijfers worden wereldwijd gerapporteerd en zijn gestandaardiseerd om de uitstoot tussen landen vergelijkbaar te maken. Deze cijfers spelen een cruciale rol bij de internationale beleidsvorming rond klimaatverandering en bij het monitoren van mondiale klimaatdoelstellingen.

De Milieurekeningen van het CBS, waarop de koolstofrekeningen voor het grootste gedeelte zijn gebaseerd, richten zich echter op de emissies die voortkomen uit de activiteiten van Nederlandse ingezetenen. Ook dit is een internationaal erkend raamwerk dat vanuit Eurostat verplicht is om te maken voor alle lidstaten. Een belangrijk verschil is dat deze cijfers ook de uitstoot door Nederlands wegverkeer in het buitenland en door internationale luchtvaart en scheepvaart omvatten, ongeacht of deze in Nederland of elders plaatsvindt.

Een belangrijk tweede verschil tussen beide systemen zit in de manier waarop de verbranding van biomassa wordt behandeld. In de Milieurekeningen wordt CO₂-uitstoot door biomassa verbranding meegerekend, terwijl dit in de UNFCCC-cijfers apart wordt vermeld als een memo-item, zonder dat het meetelt in de totale CO₂-uitstoot. Andere broeikasgassen die vrijkomen bij

biomassaverbranding, zoals methaan en lachgas, worden wel meegenomen in beide rekenmethodes. Dit geldt zowel voor de Common Reporting Format (CRF) tabellen als de Common Reporting Tables (CRT). De CRF en het NIR bieden samen een compleet beeld van de broeikasgasemissies van een land. De CRF tabellen bevatten de emissiegegevens, terwijl het NIR de context en uitleg biedt over hoe deze gegevens zijn verzameld en berekend, en zorgt voor transparantie in de methodologieën en aannames.

Kortom, de cijfers uit de Milieurekeningen geven een vollediger beeld van de uitstoot en opname van koolstof dan de UNFCCC-gegevens. Ze zijn ook consistent met andere gebruikte bronnen, zoals de Materiaalmonitor.

De koolstofrekeningen gaan nog een stap verder. Ze bieden een sluitende balans van zowel de uitstoot van koolstof naar de atmosfeer als de opname ervan uit de atmosfeer. Dit betekent dat ze enkele bronnen omvatten die niet in de standaard broeikasgasregistraties zijn opgenomen, zoals de opname van CO₂ door landbouwgewassen, de uitstoot door ademhaling van mensen en vee, en de emissies door oxidatie van mest in de bodem. Deze emissies vallen buiten de Milieurekeningcijfers en de inventarisaties van de UNFCCC.

In bijlage IV is een brugtabel met de verschillende methodieken om emissies te berekenen gepresenteerd. Meer informatie over verschillende rekenkaders is te vinden op de website van het Compendium voor de Leefomgeving (CLO).⁷

⁷ <https://www.clo.nl/indicatoren/nl017023-verschillen-tussen-co2-emissietotalen-verklaard-1990-2021>

4. Resultaten

4.1 Koolstofrekeningen 2020

4.1.1 Database

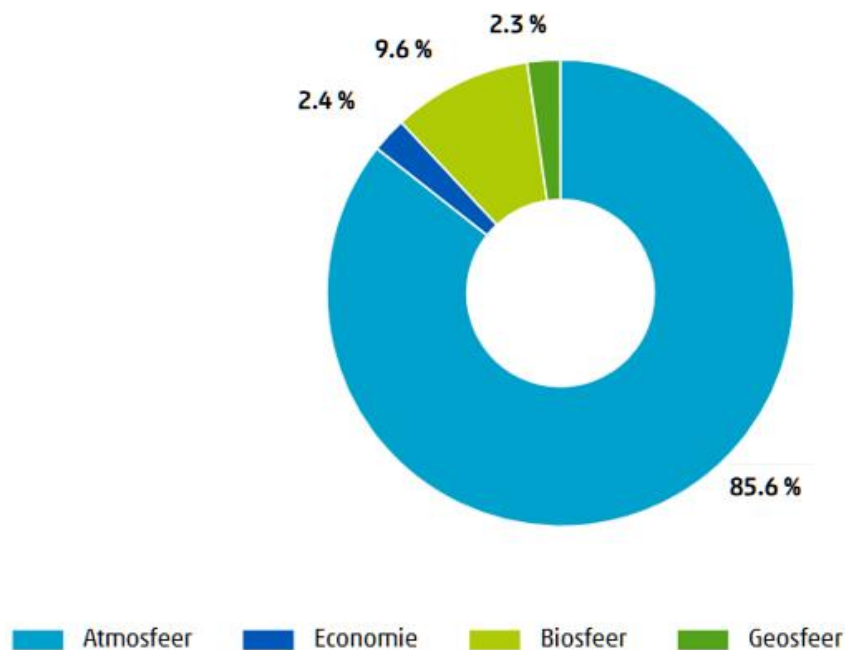
De koolstofrekeningen bestaan uit een tabellenset met daarin de koolstofvoorraden in de verschillende sferen en de koolstofstromen tussen de verschillende sferen. Deze tabellen zijn weergegeven in Annex II en III.

De stromen koolstof binnen de economie zijn berekend op basis van de Materiaalmonitor. Dit resulteert in een aanbod- en een gebruikstabel voor koolstof gespecificeerd naar ongeveer 150 economische sectoren en 350 producten. Dus de inkoop en verkoop per sector van producten omgezet naar koolstofinhoud kan uit de database worden afgeleid. Huishoudens, import en export zijn hier ook meegenomen. Voor biobased en fossiele koolstof is er elk een aparte aanbod- en gebruikstabel gemaakt. Cijfers over biobased en fossiele koolstof in de economie op het detailniveau van de Materiaalmonitor (de Materiaalmonitor in koolstof) zijn alleen op aanvraag beschikbaar.

4.1.2 Voorraden

Voor alle sferen is een schatting gemaakt van de koolstofvoorraad. Figuur 4.1 toont hoe deze voorraden zich tot elkaar verhouden. Het valt op dat de atmosfeer veruit de grootste hoeveelheid koolstof bevat, en dat de biosfeer ook een aanzienlijke voorraad heeft in vergelijking met de langdurige opslag van koolstof in de economie.

Figuur 4.1: Voorraad per sfeer in Nederland in Mton koolstof, 2020



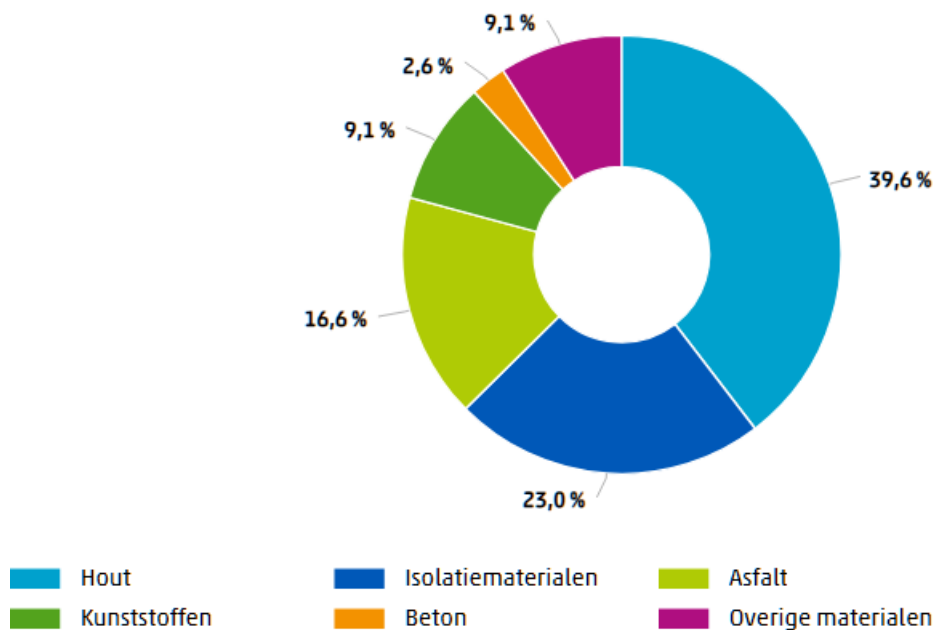
Wanneer we de voorraden in de economie analyseren, kunnen we deze opdelen naar de verschillende producten die koolstof bevatten. Een groot deel van deze voorraden is opgeslagen

in gebouwen, zowel in de residentiële als de utiliteitssector. Daarnaast is er vastlegging in de grond-, wegen- en waterbouwwerken, met name asfalt in de wegen. In vergelijking met gebouwen en infrastructuur is de opslag van koolstof in consumptiegoederen, machines en textiel relatief gering in de Nederlandse economie. Auto's en boten bevatten ook nog een deel koolstof, voornamelijk koolstof door het gebruik van kunststoffen en in mindere mate door biobased materialen, zoals textiel voor de bekleding.

Met name isolatiematerialen en hout spelen een belangrijke rol in het vastleggen van koolstof. In de brondata voor het bepalen van de economische voorraden wordt isolatiemateriaal niet verder uitgesplitst. Daarom we hebben onderzocht uit welke materialen isolatiemateriaal precies bestaat, waaronder steenwol, glaswol, EPS, XPS, polyurethaan, PIR en kleinere stromen zoals cellulose en kurk. Deze materialen hebben we samengevoegd tot één carboncoëfficiënt voor de hele groep isolatiematerialen. Dit brengt een mate van onzekerheid met zich mee.

De meest prominente materiaalgroep, gemeten in gewone kilogrammen, is zonder twijfel beton. In hoofdstuk 3.4 hebben we toegelicht dat het bepalen van de koolstofinhoud in beton een uitdagende taak is. In de huidige berekeningen is dit percentage laag ingeschat. Een kleine aanpassing in deze schatting kan echter een aanzienlijke impact hebben op de bepaling van de voorraden, gezien de enorme hoeveelheid beton die in onze economie aanwezig is. Bovendien hebben we in deze voorraadbepaling geen rekening gehouden met carbonisatie gedurende de levenscyclus van beton, omdat dit proces te complex is om adequaat te kwantificeren.

Figuur 4.2: Voorraad koolstof in de economie naar materiaalsoort, 2020



4.1.3 Visualisatie koolstofstromen

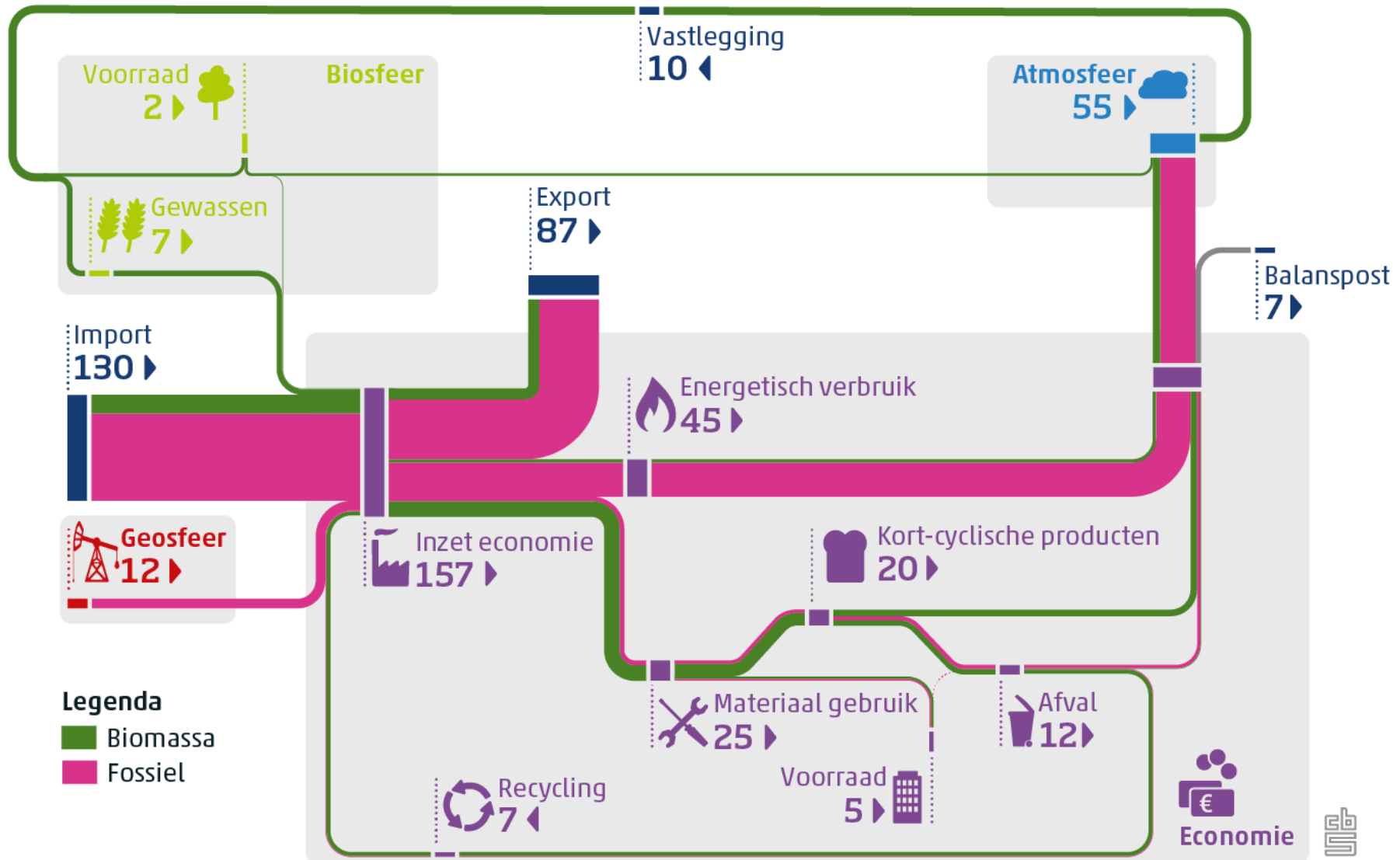
De uitgebreide dataset van de koolstofrekeningen is omgezet in een visualisatie (figuur 4.3). In de Sankey wordt de interactie weergegeven tussen de verschillende sferen uit figuur 2.1. De sferen zijn daarin afgebakend door grijs gearceerde blokken. De kleur van de tekst in zo'n blok geeft aan wat bij een bepaalde sfeer hoort: biosfeer is groen, atmosfeer is blauw, geosfeer is rood en de economie is paars. Tussen en binnen de sferen zijn de koolstofstromen met elkaar verbonden door, zogenaamde, knopen. Om de visualisatie overzichtelijk te houden is gekozen om alleen de meest beleidsrelevante stromen weer te geven. Wederuitvoer, invoer die zonder

veel bewerking direct weer wordt uitgevoerd, is daarom niet meegenomen. Fossiele koolstof wordt weergegeven door de roze stromen, biobased koolstof door de groene stromen. Koolstof in mineralen en metalen is zo klein dat deze stromen in de Sankey wegvallen.

Koolstofstromen die het economieblok ingaan komen vooral uit de import uit andere landen. Daarnaast komt een kleiner deel uit de geosfeer in de vorm van olie- en gaswinning, en uit de biosfeer in de vorm van in Nederland geoogste gewassen en hout. Koolstofstromen gaan met name de economie uit in de vorm van exportproducten en emissies naar de atmosfeer. Daarnaast is er nog een balanspost waarin met name statistische verschillen maar ook het gestorte afval zijn opgenomen zoals beschreven in hoofdstuk 3.4. De interactie tussen de atmosfeer en de biosfeer gaat twee kanten op: aan de ene kant wordt koolstof uit de atmosfeer vastgelegd in de biosfeer (bijvoorbeeld landbouwgewassen en hout), aan de andere kant stroomt er koolstof vanuit de biosfeer naar de atmosfeer (bijvoorbeeld emissies uit veengebieden).

Binnen de biosfeer en de economie worden verschillende koolstofstromen met elkaar verbonden met knopen. De knopen geven de verschillende stadia in de koolstofcyclus weer. In de biosfeer wordt onderscheid gemaakt tussen een knoop voor kort-cyclische koolstof in landbouwgewassen die binnen een jaar weer geoogst worden en koolstof dat de voorraad ingaat (maar op een gegeven moment ook weer de voorraad uitgaat) omdat het langere tijd wordt vastgelegd. Het economieblok is ook uitgewerkt met stromen en vastlegging van koolstof binnen de economie. Een deel van de koolstof dat in de economie wordt ingezet wordt als materiaal in Nederland geconsumeerd. Net als in de biosfeer is er een onderscheid gemaakt tussen kort-cyclische koolstof en koolstof dat de voorraad ingaat. Kort-cyclische koolstof binnen de economie is met name voedsel voor menselijke en dierlijke consumptie. Koolstof in de economisch voorraad (urban mine) zit vooral in gebouwen (bijvoorbeeld houten balken) en duurzame consumptiegoederen (bijvoorbeeld meubels). Aan het levenseinde van een product ontstaat er afval dat deels weer gerecycled wordt en waarvan de koolstof binnen de economie blijft.

Figuur 4.3 Koolstofboekhouding van Nederland, Mton koolstof 2020



Meer uitleg over de betekenis van de knopen en de stromen tussen de knopen in de Sankey is te vinden in de Annex. In de Annex is ook aangegeven welk van de stromen in de Sankey van goede of redelijke kwaliteit zijn, en welke stromen indirect zijn afgeleid.

4.2 Indicatoren

Op basis van de visualisatie in figuur 4.3 en de onderliggende data uit de tabellen kunnen beleidsrelevante indicatoren worden afgeleid. Dit wordt gedaan aan de hand van de beleidsthema's klimaat, koolstofafhankelijkheid en circulaire economie. In de laatste paragraaf wordt specifiek ingegaan op de inzet van koolstof in de economie naar soort toepassing, product en economische sector.

4.2.1 Klimaat

Om klimaatverandering tegen te gaan, moet de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer omlaag. In de koolstofrekeningen worden alle koolstofstromen en voorraden waargenomen, inclusief die van en naar de atmosfeer. Figuur 4.3 geeft inzicht in waar de mogelijkheden liggen om koolstof uit de atmosfeer te halen of te houden.

Figuur 4.3 laat zien dat er in 2020 bruto ongeveer 55 Mton koolstof in de atmosfeer terecht komt. Bijna alle (94 procent) toevoegingen aan de atmosfeer komen van antropogene broeikasgasemissies vanuit economische activiteiten, waarvan 82 procent afkomstig is van fossiele energiedragers. De jaarlijkse opname van koolstof uit de atmosfeer door de biosfeer is ongeveer 9,7 Mton. De netto koolstofemissies zijn daarmee zo'n 45 Mton koolstof.

Van de 9,7 Mton opname wordt ongeveer 7,4 Mton kort-cyclisch vastgelegd in landbouwgewassen. Het natuurlijke deel (2,3 Mton) dat langere tijd, bijvoorbeeld in bossen, wordt vastgelegd is maar een fractie van de totale uitstoot van koolstof naar de atmosfeer, als we ook de emissies uit economische activiteiten meenemen. De opname in de biosfeer is kleiner dan de jaarlijkse emissies uit de biosfeer, deze bedraagt namelijk 3,3 Mton. Dit zijn met name de emissies uit veengebieden. De netto emissies uit de biosfeer zijn hierdoor ongeveer 1 Mton koolstof. Dit zijn de netto emissies uit de LULUCF-rapportages van 2024, omgerekend naar koolstof.⁸ Maatregelen zoals het verhogen van de grondwaterstand in veengebieden kunnen daarom slechts tot een beperkte reductie van de emissies leiden. Extra opslag van koolstof in de biosfeer kan door meer bossen aan te planten. De extra ruimte die hier voor nodig is concurreert wel met ander ruimtegebruik zoals voor woningen, landbouw of hernieuwbare energie-installaties. Hout uit bos kan echter als duurzaam product in de economie worden opgeslagen, bijvoorbeeld voor de bouw van huizen, waardoor nieuw bos opnieuw koolstof kan opnemen. Uit figuur 4.3 kunnen indicatoren worden afgeleid over de vastlegging van koolstof in de economie. Jaarlijks wordt ongeveer 5 Mton koolstof vastgelegd in de economie uit binnenlandse productie en uit de import, waarvan 57 procent uit biomassa komt. Het gaat hier om vastlegging in gebouwen of aankopen van producten die langere tijd meegaan. De hoeveelheid koolstof die al in de voorraad in de Nederlandse economie in 2020 zit is ongeveer 70 Mton. De duur van koolstofvastlegging kan sterk variëren. In de economie wordt koolstof in meubels en gebouwen voor een middellange termijn vastgelegd voordat het weer in de afvalstromen terecht komt. Dit

⁸ <https://www.emissieregistratie.nl/documentatie/nir>

is anders dan bij kort-cyclische opslag, zoals bij gewassen, waarvan de koolstof vaak binnen een jaar weer vrijkomt.

Het huidige CCS-onderzoek in Nederland, zoals de Porthos- en Aramis-projecten, richt zich op het opslaan van CO₂ uit industriële processen en fossiele brandstoffen. Deze projecten voorkomen dat CO₂ in de atmosfeer terecht komt, maar dragen niet bij aan de daadwerkelijke verwijdering van CO₂ uit de lucht. In tegenstelling tot CCS, dat fossiele CO₂ opslaat, verwijdert koolstofverwijdering CO₂ die al in de atmosfeer aanwezig is, bijvoorbeeld door directe luchtvangst of natuurlijke processen. Hoewel CCS nu nog niet in koolstofrekeningen is opgenomen, kunnen toekomstige uitbreidingen en ontwikkelingen, zoals de SDE+-regeling en IPCC-ondersteuning van CCS, bijdragen aan bredere emissiereducties en de koolstofrekeningen beïnvloeden.

Gezien de grote bijdrage aan de totale uitstoot is het logisch dat het meeste klimaatbeleid zich richt op het verminderen van emissies vanuit de economie naar de atmosfeer, waarbij het Nederlandse energiebeleid een cruciale rol speelt. Daarnaast kan de circulaire economie ook bijdragen aan het terugdringen van deze emissies (zie paragraaf 4.2.3).

4.2.2 Economische afhankelijkheid

De Nederlandse economie is op een bepaalde manier afhankelijk van koolstof, omdat deze onmisbaar is in het productieproces, evenals in de energie- en voedselvoorziening. Voor fossiele koolstof geldt dit bijvoorbeeld voor de productie van plastics en brandstof. Voor biobased koolstof geldt dit bijvoorbeeld voor houten bouwmaterialen en veevoer. De afhankelijkheid van biobased koolstof speelt vooral voor duurzaam geproduceerde, dus zonder aantasting van ecosystemen, biomassa waarvan het aanbod beperkt is. Op dit moment kunnen we echter duurzaam en niet-duurzaam geproduceerde biobased koolstof niet onderscheiden. Bij het bepalen van de afhankelijkheid kijken we naar welk deel uit het buitenland komt en voor welk deel we door aanbod uit het binnenland zelfvoorzienend kunnen zijn. Daarbij worden twee vormen van economische afhankelijkheid onderscheiden: de afhankelijkheid van koolstof van het Nederlandse productieproces en de afhankelijkheid van koolstof van de binnenlandse consumptie.

Van de totale inzet van koolstof in het Nederlandse productieproces komt 82 procent uit het buitenland. De koolstof uit deze import bestaat voor 85 procent uit fossiele koolstof zoals in aardolie en aardgas. Deze koolstof wordt gebruikt voor energieopwekking, industriële productieprocessen en transport. Biobased koolstof komt voor 57 procent uit het buitenland. Deze koolstof zit met name in voedsel en veevoerproducten zoals granen en oliehoudende zaden. Een groot deel van de geïmporteerde koolstof wordt direct of indirect (voor energieopwekking) gebruikt om producten voor de export te maken. Dit toont de grote rol die koolstof speelt in de Nederlandse exportindustrie.

Nederland is voor 18 procent zelfvoorzienend. De Nederlandse geosfeer levert ongeveer 8 procent van de fossiele koolstof in de vorm van aardgas en aardolie. Deze bijdrage is de laatste jaren sterk afgenomen door het stoppen van de aardgaswinning in Groningen. Ook komt 6 procent van de koolstof uit de biosfeer, met name hout en landbouwgewassen. Tenslotte komt zo'n 4 procent van de koolstof door recycling opnieuw beschikbaar binnen de economie.

Naast de afhankelijkheid van de inzet van koolstof in de Nederlandse economie kunnen we ook naar de afhankelijkheid van de Nederlandse consumptiebehoefte kijken. Consumptie leiden we hier af als de totale input in de economie minus de export. Het totale energieverbruik nemen we

dus mee als consumptie. Dit doen we omdat we het energiegebruik voor binnenlandse consumptie niet eenvoudig kunnen afsplitsen van energieverbruik ten behoeve van het produceren van exportproducten.

Ongeveer 65 procent van de koolstof voor Nederlandse consumptie wordt gebruikt voor energieopwekking, waarvan 8 procent bestaat uit biomassa en 92 procent uit fossiele energiedragers. Deze koolstof komt vrij als emissies naar de atmosfeer. De overige 35 procent van de koolstof zit in producten bestemd voor binnenlandse consumptie. Dit kunnen kapitaalgoederen zijn zoals gebouwen of consumentenproducten zoals voedsel of meubels.

Om de afhankelijkheid van koolstof te verminderen zijn er verschillende strategieën mogelijk. Het verbeteren van de efficiëntie van koolstofgebruik en het beperken van de vraag naar koolstof zijn belangrijke mogelijkheden. EU-klimaat- en energiebeleidsmaatregelen richten zich op het verhogen van de energie-efficiëntie van gebouwen, transportmiddelen en industriële processen, en op het vervangen van fossiele brandstoffen door koolstofarme alternatieven zoals hernieuwbare energie en waterstof. Fossiele koolstof kan ook vervangen worden door (duurzaam geproduceerde) biobased alternatieven. Om meer ruimte te maken voor duurzaam geproduceerde biobased producten kan worden ingezet op een efficiëntere voedselketen. Tenslotte kan het gebruik van gerecyclede koolstofbronnen en levensduurverlenging van producten helpen om de vraag naar nieuwe koolstof uit externe bronnen te verminderen.

4.2.3 Circulaire economie

In deze paragraaf wordt de toepassing van de koolstofrekeningen voor het circulaire-economiebeleid uitgewerkt. Koolstofrekeningen kunnen materiaalstromen binnen de economie volgen, waardoor we kunnen zien waar koolstof terechtkomt: of het wordt opgeslagen in vaste activa, als afval vrijkomt, of opnieuw wordt ingezet als secundaire grondstof. De transitie naar een circulaire economie richt zich op het verminderen van materiaalgebruik en de bijbehorende milieueffecten, zoals broeikasgasuitstoot.

Koolstofrekeningen bieden inzicht in de bijdrage van de circulaire economie aan klimaatdoelen, bijvoorbeeld door cijfers te verstrekken over gerecyclede koolstof en koolstof die in de economie wordt vastgelegd. Dit inzicht sluit aan bij het Nationaal Programma Circulaire Economie (NPCE), dat vier strategieën voor circulariteit onderscheidt: vermindering van grondstoffengebruik, substitutie van grondstoffen, verlenging van de levensduur van producten en hoogwaardige verwerking. Door deze strategieën toe te passen, kunnen de koolstofstromen en -voorraden in de economie worden beïnvloed. Minder gebruik van grondstoffen kan de koolstofinvoer in de economie verminderen, terwijl substitutie kan zorgen voor een verschuiving van fossiele naar biobased koolstof. Het verlengen van de levensduur van producten houdt koolstof langer in de economische kringloop, en hoogwaardige verwerking verhoogt de efficiëntie van het gebruik van secundaire materialen.

Zoals in paragraaf 4.2.2 aangegeven, gebruikt de industrie koolstof om producten te maken. Circulaire-economiestrategieën zoals "reduce" en "refuse" boven aan de R-ladder kunnen productieprocessen efficiënter maken, zodat dezelfde toegevoegde waarde wordt gecreëerd met minder grondstoffen (Kishna en Prins, 2024). Substitutie van fossiele koolstof voor secundaire of biobased koolstof is een andere strategie. Meer gebruik van biobased materialen kan de koolstofopslag in de economie verhogen en tegelijkertijd het gebruik van fossiele koolstof verminderen, bijvoorbeeld door meer houtbouw in plaats van beton te gebruiken. R-strategieën zoals "repair" en "refurbishment" verlengen de levensduur van goederen, waardoor koolstof

langer in de economische kringloop blijft en minder snel als afval wordt afgevoerd. Dit betekent dat er minder snel nieuwe producten gemaakt hoeven te worden.

Een klein deel van de koolstof stroomt als afval weer uit de economische voorraad. Het meeste afval komt uit producten die kort-cyclisch worden gebruikt. Van de totale koolstof in afval dat in Nederland vrijkomt wordt ruim de helft gerecycled en opnieuw ingezet in het productieproces als secundaire grondstof. De rest komt in de atmosfeer terecht door afvalverbranding en een klein deel wordt gestort⁹. De secundaire grondstoffen die uit het binnenland worden teruggewonnen, vormen slechts 4 procent van de totale koolstof die in de economie wordt gebruikt. Het grootste deel van de secundaire koolstof is biobased (78 procent) en bestaat uit plantaardig afval dat in de veevoerindustrie wordt ingezet en papierafval voor de papierindustrie. Het fossiele koolstofdeel bestaat voornamelijk uit plasticafval dat wordt ingezet in de kunststofindustrie. De mogelijkheid om meer te recyclen, en dus het aandeel secundaire inzet uit binnenlands aanbod te verhogen, is beperkt door het al hoge recyclingpercentage. Een hoogwaardige inzet van secundaire grondstoffen kan echter nog steeds bijdragen aan minder primair grondstoffengebruik, energiebesparing en emissiereductie. Bij hoogwaardige inzet wordt de functie van het materiaal meer behouden waardoor er minder energie nodig is om van een end-of-life product weer een gelijkwaardig product te maken. Zo lijkt afvalhout nog nauwelijks te worden ingezet in de bouwsector.

4.2.4 Koolstofstromen per sector en product

In de voorgaande paragrafen hebben we de koolstofstromen en -voorraden in Nederland vanuit een macro-economisch perspectief besproken. Dit hoofdstuk gaat dieper in op specifieke sectoren en goederengroepen die relevant kunnen zijn voor de transitie naar een duurzame koolstofketen. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van gedetailleerde gegevens uit de koolstofmateriaalmonitor.

De eerste stap in deze analyse betreft het verkennen van de verschillende toepassingen van koolstof. Het uitgangspunt hierbij is een methodiek die het CBS, in opdracht van IenW, heeft ontwikkeld voor een onderzoek naar biograndstoffen (Delahaye et al., 2023). In dit onderzoek zijn de goederengroepen uit de materiaalmonitor gecategoriseerd op basis van hun toepassingen. Deze toepassingen zijn onderverdeeld in drie hoofdgroepen: energie, materiaal en voedsel.

De inzet van koolstof als materiaal bestaat voor 23 procent uit biobased bronnen en voor 76 procent uit fossiele bronnen. Minder dan 1 procent komt uit minerale bronnen. Biomassa wordt voornamelijk toegepast in de papier- en houtindustrie, waar vooral (afval)papier en (afval)hout worden gebruikt, en in de (petro-)chemische industrie, waarbij oliën en vetten een belangrijke rol spelen.

De chemische industrie speelt een grote rol in het gebruik van fossiele koolstof voor niet-energetische toepassingen, zoals materialen. Om de transitie van fossiele naar biobased koolstof binnen de chemische sector te versnellen, heeft de Europese Commissie zich ten doel gesteld dat tegen 2030 minimaal 20 procent van het koolstofgebruik voor chemische en kunststofproducten afkomstig moet zijn van duurzame, niet-fossiele bronnen.¹⁰ Momenteel bestaat ongeveer 96 procent van het koolstofgebruik in de Nederlandse chemie uit fossiele bronnen, en 4 procent uit biobased koolstof.

⁹ Om de Sankey overzichtelijk te houden is de koolstof in het gestorte afval niet als aparte stroom maar als onderdeel van de overige mutatie (balanspost) meegenomen.

¹⁰ [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733679/EPRS_BRI\(2022\)733679_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/733679/EPRS_BRI(2022)733679_EN.pdf)

Een andere belangrijke stroom betreft koolstofopslag in producten en kapitaal, zoals in meubels en gebouwen. In 2020 een groot deel van de koolstofopslag in de economie plaats in de bouwsector, met ongeveer 1,4 Mton koolstof. Hiervan is ongeveer de helft biobased (met name hout) en de rest afkomstig van overige materialen, met name fossiele kunststof. Het gebruik van hout in de bouwsector draagt bij aan langdurige koolstofopslag, bijvoorbeeld in houten raamwerken, deuren en vloeren. De belangstelling voor houtbouw groeit, bijvoorbeeld Metropoolregio Amsterdam streeft naar 20 procent houtbouw in 2025 en 50 procent in 2050, ondersteund door de Green Deal Convenant Houtbouw.¹¹¹²

Een recente scenariostudie van Witteveen en Bos toont echter aan dat de groei van houtbouw beperkt kan zijn in de grond-, water- en wegenbouwsector. Dit is te wijten aan de blijvende behoefte aan beton voor specifieke toepassingen zoals wegen, klinkers en funderingen. Er zijn echter meer mogelijkheden voor substitutie in de burger- en utiliteitsbouw, hoewel beton nog steeds essentieel blijft voor funderingen, en de substituties complexer zijn voor appartementsgebouwen.¹³ Uit eerdere gegevens blijkt dat houtbouw momenteel ongeveer 1,5-2 procent van de bestaande bouwvoorraad uitmaakt. Hoewel minerale bouwmaterialen zoals beton een aanzienlijk deel van de voorraad in kilogrammen vertegenwoordigen, hebben ze een laag koolstofpercentage. Dit maakt hout een belangrijker component van de koolstofvoorraad in de economie, zoals weergegeven in Figuur 4.2.

4.3 Conclusies

- Met behulp van een internationaal vastgesteld raamwerk (UN *et al.*, 2021) voor koolstofrekeningen kunnen verschillende CBS-statistieken geïntegreerd worden tot een volledige koolstofboekhouding, met koolstofstromen en -voorraden voor Nederland.
- De koolstofrekeningen en de afgeleide indicatoren bieden inzicht in aanknopingspunten op verschillende beleidsterreinen, met als doel de koolstofconcentratie in de atmosfeer te verminderen.

Klimaat

- Het overgrote deel van de emissies naar de atmosfeer komt door verbranding van energiedragers voor economische activiteiten en door huishoudens. Een kleiner deel komt uit de verbranding van afval. Daarnaast komt een klein deel uit de biosfeer in de vorm van emissies uit veengebieden.
- De jaarlijkse langdurige opslag van koolstof uit de atmosfeer in de biosfeer is gering in vergelijking met de totale emissies naar de atmosfeer, inclusief uit economische activiteiten. Een aanzienlijk deel van deze koolstofopslag in de biosfeer bestaat ook nog eens uit kort-cyclische biomassa, zoals gewassen.
- Opslag van koolstof in de economie vindt plaats in de vorm koolstof verwerkt in gebouwen en duurzame producten. Opgeslagen biobased koolstof kan een bijdrage leveren aan het verminderen van koolstof in de atmosfeer. De opslag van koolstof in de economie is gering ten opzichte van de totale uitstoot naar de atmosfeer.

Afhankelijkheid

¹¹ [Houtbouw - metropoolregioamsterdam](#)

¹² [Convenant-Green-Deal-Houtbouw-MRA.pdf \(metropoolregioamsterdam.nl\)](#)

¹³ [Scenariostudie grondstoffenwinning | Rapport | Rijksoverheid.nl](#)

- Nederland is voor het merendeel afhankelijk van de import van koolstof voor productieprocessen. Slechts 18 procent van de koolstof komt uit binnenlandse bronnen, zoals de geosfeer, biosfeer en recycling.
- Het overgrote deel van de inzet van koolstof in de Nederlandse economie komt uit fossiele bronnen.
- Van alle koolstof voor het binnenlandse gebruik wordt tweederde als energiedrager ingezet.
- Van alle inzet van koolstof in de Nederlandse economie gaat ruim de helft als exportproduct weer het land uit.

Circulaire economie

- Circulaire-economiestrategieën uit de R-ladder kunnen bijdragen aan vermindering van het gebruik van (fossiele) koolstof en dus de afhankelijkheid daarvan. Het gaat om efficiënter grondstoffengebruik, substitutie door biobased materialen, verlenging van de levensduur en hoogwaardige verwerking van secundaire grondstoffen.
- Op dit moment is de inzet van biobased koolstof, ter vervanging van fossiele koolstof, voor materiaaltoepassingen nog klein.
- De groeipotentie van de hoeveelheid koolstof die via recycling in de economie beschikbaar blijft is beperkt omdat een groot deel van het afval al gerecycled wordt. Hoogwaardiger recyclen heeft potentie om, indirect, het fossiele koolstofgebruik te verminderen.

Sector en productniveau

- De inzet van fossiele koolstof is zeer dominant bij energieverbruik, waarbij ongeveer 95 procent van de koolstof die wordt gebruikt voor energieopwekking afkomstig is uit fossiele energiedragers. Biobased koolstof wordt het meest ingezet voor voedsel en veevoer (65 procent) en voor 23 procent voor materialen.
- Wat betreft materiaalgebruik is het aandeel fossiele koolstof ongeveer driekwart van het totaal. De rest van het materiaalgebruik bestaat bijna allemaal uit biobased koolstof.
- Zowel de chemie als de bouwsector zetten relatief veel koolstof in voor de productie van materialen. De inzet in de chemie is grotendeels fossiele koolstof, terwijl in de bouw bijna de helft van de koolstofinzet biobased is. Met name in de bouwsector en de chemie bestaan er substitutiemogelijkheden.

4.4 Discussie en aanbevelingen

4.4.1 Macro-economisch perspectief, onzekerheden in de cijfers

De koolstofrekeningen bieden, vanuit macro-economisch perspectief, zicht op de grote koolstofstromen en voorraden. Deze cijfers zijn vooral nuttig voor een totaaloverzicht en de samenhang tussen de verschillende stromen en voorraden. Naarmate er echter verder wordt ingezoomd op specifieke sectoren en producten worden de onzekerheden in de cijfers steeds groter.

Onzekerheden in de cijfers kunnen verschillende oorzaken hebben. Enerzijds komt dit doordat gegevens over koolstofstromen uit verschillende bronnen komen of alleen indirect kunnen worden afgeleid. Dit zorgt ervoor dat data niet altijd goed op elkaar aansluiten. Op dit punt kan een verbeterslag worden gemaakt door de koolstofmateriaalmonitor in balans te brengen. De koolstofrekeningen zijn gebaseerd op de Materiaalmonitor, die het aanbod en gebruik van materialen in kilogram voor de Nederlandse economie beschrijft. In de Materiaalmonitor

brengen we, na de integratie van alle databronnen, dit aanbod en gebruik in balans met een zogenaamde inpassingslag. Bij de omzetting van de Materiaalmonitor naar koolstof met behulp van conversiefactoren ontstaan er nieuwe aanbod- en gebruikstabellen in koolstof. Deze tabellen zijn niet automatisch in balans, omdat elke goederengroep afzonderlijk met specifieke conversiefactoren is omgezet. In dit project is de inpassingslag voor koolstof niet uitgevoerd omdat het proces tijdsintensief is en de focus hier op het macro-verhaal ligt. De impact van een dergelijke inpassing op de kwaliteit van de cijfers is lastig in te schatten maar we raden aan de balans wel te maken om zo de cijfers beter te kunnen inzetten voor beleidsdoeleinden.

Anderzijds kunnen onzekerheden in de data worden verkleind door micro-data in te zetten. Een voorbeeld hiervan is de nieuwe CBS-enquête waarin chemische bedrijven wordt gevraagd naar het inzetten van biomassa voor materialen (ter vervanging van fossiele grondstoffen). Gedetailleerdere micro-cijfers kunnen de nuances van individuele koolstofstromen beter weergeven. We raden aan om, in samenwerking met andere kennisinstellingen, micro-data die elders al verzameld worden in te zetten in het macro-raamwerk van de koolstofrekeningen.

Bij het maken van de koolstofrekeningen, met name het deel binnen de economie, zijn verschillende keuzes en aannames gemaakt (zie hoofdstuk 3.4) die misschien anders of beter kunnen. Dit gaat dan, bijvoorbeeld, over de coëfficiënten die zijn ingezet om alles om te rekenen naar koolstof. Maar ook heel specifiek over het onderscheid tussen afval afkomstig van kortcyclische producten of van producten met een langere levensduur. Dit onderscheid kan bijvoorbeeld voor plastic niet goed gemaakt worden. Op basis van gedetailleerde informatie en de kennis van experts kan de kwaliteit beter worden gemaakt. Experts zouden een oordeel kunnen geven over de keuzes en aannames die zijn gemaakt in de verschillende onderdelen van de koolstofrekeningen.

4.4.2 Tijdreeks

Het opstellen van een tijdreeks voor de koolstofrekeningen kan nieuwe waardevolle inzichten opleveren. Door veranderingen in de koolstofbalans over meerdere jaren te volgen, kunnen we beter begrijpen hoe beleidsinterventies en andere factoren op lange termijn invloed hebben. Omdat wij een macrobenadering hanteren, moeten de veranderingen wel substantieel zijn om zichtbaar te worden. Voor specifieke producten of opkomende technologieën zijn micro-data nodig om een transitie te volgen. Wij raden aan om te onderzoeken waar de verandering van koolstofstromen in de tijd waardevolle inzichten kan geven.

Het zou ook waardevol zijn als de koolstofrekeningen gebruikt zouden kunnen worden als basis voor scenario's om veranderingen in koolstofstromen, en de consequenties daarvan voor de voorraden, in de toekomst te voorspellen. De scenario's kunnen dan gebaseerd worden op verschillende beleidsopties. Omdat het CBS niet doet aan toekomstvoorspellingen zou samenwerking gezocht kunnen worden met een andere kennisinstelling.

Referenties

Berkel van, J., Blom, C., Bogaart, P., Driessen, C., Hein, L., Horlings, E., Jong de, R., Jongh, L., Lof, M., Mosterd, R. en Schenau, S. (2022) *Natural Capital Accounting in the Netherlands - Technical report 2022*. Statistics Netherlands en Wageningen University. Netherlands. <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatschappij/natuur-en-milieu/natuurlijk-kapitaal/technische-toelichting>

Delahaye, R., Tunn V., Tukker, A. (2022) *Developing a material flow monitor for the Netherlands from national statistical data*. Journal of Industrial Ecology, vol. 27. is. 2, pag. 408-422. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jiec.13365>

Delahaye R., Linders, MJ., Mosterd, R. en Blom, C. (2023) *Inventarisatie monitoring biograndstoffen*. CBS, Den Haag. <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2023/40/inventarisatie-monitoring-biograndstoffen>

Kishna, M. en Prins, AG. (2024) *Monitoring van circulariteitsstrategieën – Uitgangspunt voor toepassingen bij het PBL*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving. https://www.pbl.nl/system/files/document/2024-05/PBL-2024_Monitoring_van_circulariteitsstrategie%C3%ABn_4469.pdf

Lof, M., Schenau, S., Jong de, R., Remme, R., Graveland, C. en Hein, L. (2017) *The SEEA EEA carbon accounts for the Netherlands*. Statistics Netherlands en Wageningen University. Netherlands. <https://www.cbs.nl/en-gb/background/2017/45/the-seea-eea-carbon-account-for-the-netherlands>

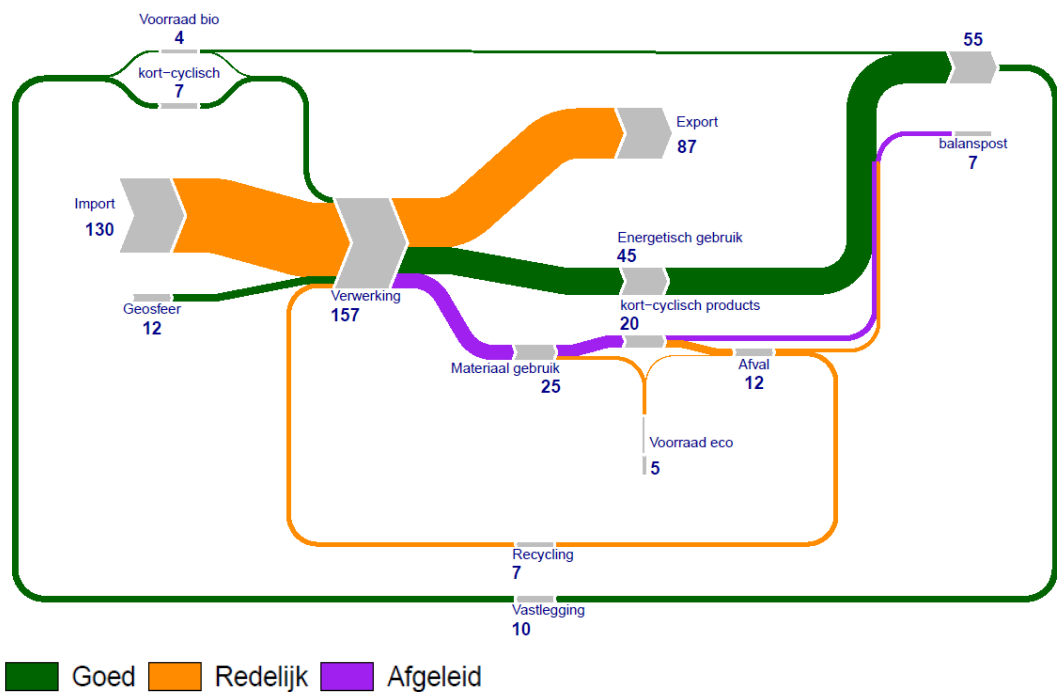
UN, EC, FAO, OECD, World Bank, (2021) *System of environmental-economic accounting, Ecosystem Accounting*. United Nations, USA. <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>

Voet van der E., Oorschot van, J., Verhagen, T., Oers van, L., Straalen, V., Tunn, V., Kersten, K. en Delahaye, R. (to be submitted) *The Urban Mine of the Netherlands: the material basis for a circular economy*.

Annex I: Samenstellen koolstof-Sankey

De koolstof-Sankey is afgeleid uit de cijfers in de achtergrondtabellen (Annex II en III) en de koolstofmateriaalmonitor. De kwaliteit van deze cijfers varieert omdat ze afkomstig zijn uit verschillende databronnen. Daarnaast worden sommige stromen afgeleid om de balans tussen in- en uitstromen te behouden. In deze annex wordt uitgelegd wat de verschillende stromen in de Sankey voorstellen, hoe de kwaliteit van de data beoordeeld wordt en hoe bepaalde cijfers zijn afgeleid. Figuur I toont de Sankey met een indicatie van de datakwaliteit: groene stromen hebben een goede kwaliteit, oranje stromen een redelijke, en paarse stromen zijn afgeleid van andere stromen. Hieronder wordt op elk onderdeel van de Sankey in meer detail ingegaan.

Figuur I, Indicatie van de kwaliteit van de verschillende koolstofstromen uit de koolstofrekeningen.



Import en export: Import van producten en afval voor de inzet in de binnenlandse Nederlandse economie. Export van producten en afval uit de binnenlandse productie. Wederuitvoer is niet meegenomen. De import in koolstof is bepaald door elk geïmporteerd product om te rekenen naar koolstof. De datakwaliteit is redelijk maar niet goed vanwege: 1) de onzekerheden in de omrekeningsfactoren van kilo product naar kilo koolstof en 2) de onzekerheden in het aandeel biobased voor samengestelde producten en afval.

Geosfeer: Uit de geosfeer vindt winning van delfstoffen in Nederland plaats. Hierover is goede brondata beschikbaar met name uit de energiestatistieken.

Biosfeer: De biosfeer komt de winning van hout, vis, de oogst aan landbouwgewassen en de emissies naar de lucht. De biosfeer neemt ook koolstof op uit de atmosfeer. Hierover is goede brondata beschikbaar dat met name in het kader van de LULUCF wordt verzameld.

Energetisch: Koolstof dat vrijkomt uit verbrandingsprocessen die toe te wijzen zijn aan de Nederlandse economie. Hierover is goede brondata beschikbaar dat met name in het kader van de emissieregistratie wordt verzameld.

Economie: Materiaal gebruik: Dit is het materiaal, exclusief energetisch verbruik, dat in Nederland wordt gebruikt. Het gaat om de consumptie van goederen door huishoudens en investeringen door bedrijven. Het materiaalgebruik is afgeleid uit: import plus input geosfeer plus input biosfeer plus recycling minus export minus energetisch verbruik.

Economie: Voorraad: In de economische voorraad bestaat uit de vastlegging van materialen in investeringen en duurzame consumptiegoederen. Aan het einde van de levensduur stroomt afval de voorraad weer uit. De datakwaliteit is redelijk omdat het nog niet goed mogelijk is een onderscheid te maken tussen afval dat uit de voorraden of van kort-cyclische producten komt. Daarnaast zijn, net als bij de import en export, productgroepen omgerekend naar koolstof aan de hand van omrekeningsfactoren waar een onzekerheid in zit.

Economie: Kort-cyclisch: Kort-cyclisch zijn materialen met een korte levensduur. Dit is met name voedsel voor mens en dier. Maar ook kunstmest valt hieronder. De stroom van materiaalgebruik naar kort-cyclisch wordt afgeleid als de hoeveelheid materiaal gebruik minus de stroom naar de voorraad. Er komen twee materiaalstromen uit kort-cyclisch vrij: een stroom naar de atmosfeer en een stroom naar afval. De stroom naar afval wordt bepaald als de hoeveelheid afval die in Nederland vrijkomt minus het afval dat uit de voorraden komt. De biobased koolstofstroom van kort-cyclisch naar de atmosfeer wordt berekend door de stroom van kort-cyclisch naar afval af te trekken van de stroom die kort-cyclisch in gaat.

Balanspost: Deze balanspost is geïntroduceerd om de afgeleide koolstofstromen van de economie naar de atmosfeer te laten aansluiten bij de registraties van koolstofstromen die in de atmosfeer komen. Deze balanspost is, met name, toegevoegd om statistische verschillen weg te werken. Deze statistische verschillen ontstaan doordat verschillende databronnen bij elkaar zijn genomen die niet precies op elkaar aansluiten. Daarnaast zitten in de balanspost ook kleine stromen zoals het slijten van autoremblokken, koolstofverlies via het riool, opname van koolstof door het lichaam, gestort afval en het gebruik van kortetermijnvoorraden.

Afval: Dit is het afval dat in Nederland vrijkomt. Import en export van afval zijn hier niet meegenomen. De internationale handel van afval zijn meegenomen bij de import en export van producten.

Annex II: Koolstofrekeningen 2020, in Mton koolstof

Mton C	Geosfeer			Biosfeer			Economie				Atmosfeer	Totaal
	Ruwe aardolie	Aardgas	Totaal geosfeer	Forest land	Overige biosfeer	Totaal biosfeer	Kort-cyclisch	Vaste activa, duurzame consumptiegoederen	Afval	Totaal economie	Totaal atmosfeer	Totaal
Beginvoorraad	22	84	105	onb.	onb.	370	0	70	0	70	3224	3769
Toevoegingen aan voorraad	0,1	0	0	1,2	8,5	9,7	210	10	16	237	55	302
Natuurlijke toename				1,2	1,1	2,3					3,3	
Gereguleerde toename					7,4	7,4	20			20	52	
Nieuwe ontdekkingen			0									
Herwaarderingen naar boven	0,1		0									
Herindelingen							6,7	2,9	11	21		
Import							184	7,4	4,6	195		
Verminderingen in voorraad	0,6	18	18	1,4	10	12	210	5,0	16,0	231	9,7	271
Natuurlijke afname				0,6	2,7	3,3					2,3	
Gereguleerde afname	0,6	12	12	0,9	7,4	8,3	50		2,6	52	7,4	
Herwaarderingen naar beneden		5,9	5,9									
Herindelingen							14	0	6,7	21		
Export							143	5,0	4,0	152		
Overige mutaties*							3,6		2,7	6,3		
Netto koolstofbalans	-0,5	-18	-18	-0,2	-1,6	-1,8	0	5,3	0	5,3	45	31
Eindvoorraad	21	66	87	onb.	onb.	368	0	76	0	76	3269	3800

*De overige mutaties vormen een restpost en omvatten koolstofafvoer via het riool, opname in het lichaam, afvalstortplaatsen, kortetermijnvoorraden en statistische afwijkingen.

Deze tabel laat zien hoe vier sferen van de koolstofrekeningen met elkaar verbonden zijn. Elke sfeer heeft een eigen detailniveau, behalve de atmosfeer. Waar mogelijk is er een beginvoorraad vastgesteld (1 januari 2020), en daarna zijn er toevoegingen en verminderingen. De eindvoorraad (31 januari 2020) is de beginbalans plus de toevoegingen en min de verminderingen. Hieronder worden de verschillende stromen toegelicht. De kleuren in de tabel laten zien waar de belangrijkste interacties tussen of binnen de sferen zitten. Grijs vlakken betekent dat de combinatie van rij en kolom niet voor kan komen.

Natuurlijke toename/afname: Dit gebeurt alleen in de biosfeer, omdat daar natuurlijke processen plaatsvinden. De toename komt doordat koolstof uit de atmosfeer wordt vastgelegd in bomen en planten (donkerblauwe kleur). De afname gebeurt door emissies uit de biosfeer, bijvoorbeeld uit veengebieden (lichtblauwe kleur). Een toename van koolstof in de biosfeer betekent in deze gevallen een afname in de atmosfeer.

Gereguleerde toename/afname: Dit zijn koolstofstromen die ontstaan door menselijk handelen. Een gereguleerde toename is bijvoorbeeld koolstof die door gewassen wordt opgenomen uit de atmosfeer (bruine kleur). Mensen beïnvloeden dit door gewassen te planten. In de economie ontstaat een gereguleerde toename door de winning van aardgas, aardolie, hout, vis en gewassen, die uit andere sferen worden gehaald (groene cellen). Gewassen worden kort-cyclisch behandeld in de koolstofrekeningen: we nemen aan dat er evenveel koolstof wordt opgenomen door gewassen als dat er wordt geoogst in een jaar. Een belangrijke gereguleerde afname is het verbranden van energiebronnen in de economie, waarbij koolstof vrijkomt en naar de atmosfeer stroomt (oranje cellen).

Nieuwe ontdekkingen: In 2020 waren er geen nieuwe ontdekkingen van bijvoorbeeld aardgas- of olievelden.

Herwaarderingen naar boven/beneden: Soms wordt de voorraad aangepast door nieuwe informatie. Dit kan betekenen dat eerdere schattingen moeten worden aangepast om de tijdreeks kloppend te houden. Door de stopzetting van gaswinning uit het Groningenveld is de economisch winbare hoeveelheid bijvoorbeeld verlaagd, wat de voorraad in de geosfeer omlaag brengt.

Herindelingen: Herindelingen gebeuren wanneer koolstof binnen een sfeer voor een ander doel wordt gebruikt. Dit is te zien in de economie (gele cellen), bijvoorbeeld als afval gerecycled wordt en als nieuwe grondstof terugkomt in de economie. Het omzetten van grondstoffen in duurzame goederen betekent dat kort-cyclische producten worden vervangen door langdurige opslag.

Overige mutaties: Dit zijn kleine koolstofstromen, zoals het slijten van autoblokken, koolstofverlies via het riool, of het gebruik van voorraden zoals aardgas en olie die binnen een jaar opgaan. Om de tabel overzichtelijk te houden, zijn deze samengevoegd onder "Overige mutaties". Deze post is afgeleid als het verschil tussen de toevoegingen en verminderingen in de kolommen Kort-cyclisch en afval.

Netto koolstofbalans: Dit is het verschil tussen de toenames en verminderingen binnen een kolom. Het geeft aan hoeveel de voorraad binnen een jaar is veranderd.

Annex III: Koolstofrekeningen economie 2020, in Mton koolstof

<i>Mton C</i>	Kortcyclisch				Vaste activa en duurzame consumptiegoederen				Afval				Totaal
	Biomassa	Fossiel	Metaal	Mineraal	Biomassa	Fossiel	Metaal	Mineraal	Biomassa	Fossiel	Metaal	Mineraal	
Beginbalans					31	34	3	3					70
Toename van voorraad													
Buiten de economie													
Extractie uit geosfeer		12		0									
Extractie uit de biosfeer	8,3												
<i>w.v. Landb. gewassen</i>	7,4												
<i>w.v. hout</i>	0,9												
<i>w.v. vis</i>	0,0												
Binnen de economie													
Productie duurz. cons. goederen					1,3	1,5	0,1	0,1					
Gerecyclede producten	5,2	1,4	0,0	0,0									
Aanbod afval									6,5	4,9	0,0	0,0	
Import uit buitenland													
Import	27	157	0,0	0,2	3,2	4,0	0,2	0,0	3,4	1,1	0,1	0,0	
Vermindering van voorraad													
Buiten de economie													
Emissies naar atmosfeer	7,6	42							1,7	0,9			
<i>w.v. uit de economie</i>	3,7	42							1,7	0,9			
<i>w.v. ademhaling mens en dier</i>	3,9												
Emissies naar biosfeer	0,3												
<i>w.v. water</i>													
<i>w.v. bodem (mest)</i>	0,3												
Binnen de economie													
Productie duurz. cons. goederen	1,3	1,5	0,1	0,1									
Gerecyclede producten									5,2	1,4	0,0	0,0	
Productie afval	6,4	4,8	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0					
Overige mutaties*	5,2	-1,6	-0,08	0,08					-0,2	2,9	0,0	0,0	
Export naar het buitenland													
Export	11	71	0,0	0,0	0,6	1,6	0,1	0,0	2,1	0,6	0,0	0,0	
Wederuitvoer naar het buitenland													
Wederuitvoer	8,4	53,1	0,0	0,0	0,8	1,8	0,1	0,0	1,0	0,2	0,0	0,0	
Netto koolstofbalans	0	0	0	0	2,9	2,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0
Eindbalans					34	36	3	3					75

*De overige mutaties vormen een restpost en omvatten koolstofafvoer via het riool, opname in het lichaam, afvalstortplaatsen, kortetermijnvoorraden en statistische afwijkingen.

Deze tabel geeft een overzicht van de koolstofstromen en -voorraden in de economie. Waar mogelijk is een beginvoorraad vastgesteld op 1 januari 2020, gevolgd door toevoegingen en verminderingen die uiteindelijk leiden tot een eindvoorraad op 31 december 2020. De eindvoorraad wordt berekend door de beginvoorraad op te tellen bij het verschil tussen de toevoegingen en verminderingen (de netto koolstofbalans). Hieronder worden de verschillende stromen kort toegelicht. De kleuren in de tabel laten de belangrijkste interacties tussen of binnen de sferen zien. Grijs vlakken geven aan dat een bepaalde combinatie van rij en kolom niet voorkomt. Eerst worden de drie hoofdgroepen (kolommen) beschreven, gevolgd door de mutaties in de rijen.

Kort-cyclisch: Dit betreft producten en grondstoffen die binnen een jaar weer worden gebruikt, zoals gewassen, verpakkingen, energiedragers en producten die binnen een jaar afval worden. In deze kolommen zijn geen voorraden geregistreerd. Korte termijnvoorraden die niet binnen een kalenderjaar worden ingezet, vallen onder "overige mutaties." De begin- en eindbalans in deze koolstofrekeningen zijn bedoeld voor lange termijnvoorraden.

Vaste activa en duurzame consumptiegoederen: Dit zijn de lange termijnvoorraden in de economie, zoals meubels, gebouwen en plastic producten met een levensduur van meer dan een jaar. Hier worden de voorraden van deze duurzame goederen in de economie geregistreerd.

Afval: Deze kolom toont de afvalstromen in de economie. Afval is belangrijk in de circulaire economie, omdat hier zichtbaar is hoeveel afval we produceren, importeren en als grondstof terugbrengen in de economie.

Buiten de economie: Dit betreft alles wat we uit andere sferen halen, zoals de extractie van aardgas en aardolie (geosfeer), en gewassen, hout en vis (biosfeer). Verminderingen in de voorraad worden vooral veroorzaakt door emissies bij het verbranden van energiedragers, waarbij koolstof vrijkomt in de atmosfeer. Ook zijn er emissies die bijvoorbeeld via meststoffen naar de bodem (biosfeer) verdwijnen.

Binnen de economie: Er zijn ook stromen binnen de economie tussen de drie hoofdgroepen. Recycling is een stroom van afval naar kort-cyclische producten en grondstoffen. Afval en de productie van duurzame consumptiegoederen vormen uitgaande stromen. Duurzame consumptiegoederen worden toegevoegd aan de kolom met vaste activa.

Import/Export: Dit betreft de internationale handel van koolstofhoudende goederen. Wederuitvoer en export zijn apart vermeld. Doorvoer is niet opgenomen in de koolstofrekeningen, omdat dit niet relevant is voor de nationale balans.

Netto koolstofbalans: Dit is het verschil tussen de toenames en verminderingen binnen een kolom. Het geeft aan hoeveel de voorraad binnen een jaar is veranderd. De toevoegingen komen uit de binnenlandse productie en een deel uit de import. De verminderingen gaan via afvalstromen en de export.

Annex IV: Brugtabel emissies naar atmosfeer 2020, in Mton koolstof

