



Groene bijmengverplichting Europese basisindustrie

Mogelijkheden en effecten



Committed to the Environment

Groene bijmengverplichting Europese basisindustrie

Mogelijkheden en effecten

Dit rapport is geschreven door:
Geert Warringa, Kris Manna, Koen van Dam

Delft, CE Delft, augustus 2025

Publicatienummer: 25.240258.160

Opdrachtgever: Ministerie van Klimaat en Groene Groei

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Geert Warringa (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

Inhoud

Inhoud 3

Samenvatting 5

Summary 9

1	Inleiding	13
	1.1 Aanleiding	13
	1.2 Doel	13
	1.3 Scope	13
	1.4 Aanpak	13
	1.5 Leeswijzer	14
2	Cement	15
	2.1 Omschrijving, producenten en milieu-impact	15
	2.2 Grijze productstromen en 'groene' alternatieven	19
	2.3 Huidig beleid	20
	2.4 Waar in de keten de norm opleggen?	21
	2.5 Meerwaarde ten opzichte van EU ETS	22
	2.6 Technische en praktische haalbaarheid	22
	2.7 Effecten op gelijk speelveld en strategische autonomie Europese industrie	24
	2.8 Conclusies	25
3	Staal	27
	3.1 Omschrijving, producenten en milieu-impact	27
	3.2 'Grijze' productstromen en 'groene' alternatieven	27
	3.3 Huidig beleid	29
	3.4 Waar in de keten de norm opleggen?	31
	3.5 Meerwaarde ten opzichte van EU ETS	32
	3.6 Technische en praktische haalbaarheid	34
	3.7 Effecten op gelijk speelveld en strategische autonomie Europese industrie	35
	3.8 Conclusies	35
4	Aluminium	36
	4.1 Omschrijving, producenten en milieu-impact	36
	4.2 Huidig beleid	37
	4.3 Grijze productstromen en groene alternatieven	38
	4.4 Waar in de keten de norm opleggen?	39
	4.5 Meerwaarde ten opzichte van EU ETS	40
	4.6 Technische en praktische haalbaarheid	41
	4.7 Effecten op gelijk speelveld en strategische autonomie Europese industrie	41
	4.8 Conclusies	42



5	Chemische industrie (inclusief plastics)	43
	5.1 Omschrijving, producenten en milieu-impact	43
	5.2 Grijze productstromen en ‘groene’ alternatieven	44
	5.3 Huidig beleid	45
	5.4 Waar in de keten de norm opleggen?	47
	5.5 Meerwaarde ten opzichte van EU ETS	48
	5.6 Technische en praktische haalbaarheid	50
	5.7 Effecten op gelijk speelveld en strategische autonomie Europese industrie	50
	5.8 Conclusies	50
6	Conclusies en aanbevelingen	51
	6.1 Conclusies	51
	6.2 Aanbevelingen	51
	Literatuurlijst	52

Samenvatting

Aanleiding

In november 2022 hebben de Kamerleden Dassen, Erkens, Bontenbal, Boucke en Grinwis een motie ingediend (Kamerstuk 32813 nr. 1128). Deze motie verzoekt de regering te onderzoeken wat de rol kan zijn van een bijmengverplichting van groene grondstoffen voor goederen die onder het Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) vallen en gebruikt worden in de chemische basisindustrie. Ook verzoekt de motie om in Europees verband gesprekken te starten over hoe een bijmengverplichting kan worden ingevoerd, en om met België en Duitsland te onderzoeken of een vrijwillige verplichting eerder kan worden vormgegeven. Het ministerie van KGG heeft CE Delft daarom gevraagd om de mogelijkheden en effecten van een groene bijmengverplichting op Europees niveau te onderzoeken. Het gaat om de productgroepen cement, staal, aluminium en chemische producten.

Doel

De mogelijkheden voor en de effecten van een bijmengverplichting van groene grondstoffen op bulkgoederen in de Europese basisindustrie worden in kaart gebracht. Bij de effecten gaat het om de strategische autonomie van Europa, de concurrentiepositie en de meerwaarde ten opzichte van EU ETS.

Hierbij onderscheiden we drie verschillende categorieën voor ‘groen’:

1. Gerecyclede grondstoffen (bijvoorbeeld schroot voor metalen, gerecyclede plastics, gerecycled cement).
2. Biobased grondstoffen (bijvoorbeeld bioplastics).
3. Grondstoffen die CO₂-arm zijn geproduceerd (bijvoorbeeld inzet waterstof bij staalproductie).

Aanpak

Om de hoofdvraag van het onderzoek te beantwoorden, hebben we een dossieranalyse uitgevoerd, gebruik gemaakt van de interne expertise van CE Delft en interviews afgenomen met de stakeholders. Ook hebben we een stakeholderbijeenkomst georganiseerd met de chemische industrie om inzichten op te doen.

Resultaten

De belangrijkste bevindingen zijn:

Er zijn veel verschillende groene alternatieven per productgroep. Daarmee zijn ook verschillende normen mogelijk.

Dit onderzoek toont dat er veel verschillende groene alternatieven mogelijk zijn voor de onderzochte productgroepen. Door het brede scala aan groene alternatieven zijn verschillende normen denkbaar, zoals een verplicht aandeel biobased of gerecycled materiaal, normen op procesniveau, eisen aan de duurzaamheid van de winning van grondstoffen of een maximale CO₂-norm.

Mogelijke groene alternatieven voor de onderzochte productgroepen zijn:

- bij cement gaat het om het gebruik van alternatieve materialen voor klinkers, nieuwe typen klinkers, verduurzamen van het energiegebruik, verhogen van de thermische efficiëntie, CCS, gerecycled cement en geopolymeren.
- Bij staal gaat het om staalproductie uit waterstof of aardgas in plaats van kolen, schrootrecycling, inzet van biokolen en CCS.
- Aluminiumproductie kan worden verduurzaamd door duurzame winning van bauxiet, inzet van groene elektriciteit, inerte anodes en biokoolanodes (nog niet marktrijp).
- In de chemische industrie zijn ook meerdere duurzame technieken mogelijk, zoals de inzet van bionafta, pyrolyse olie uit plastics en andere vormen van chemische recycling, CCS en elektrificatie.

Een techniek specifieke norm is waarschijnlijk alleen mogelijk in combinatie met verhandelbare rechten.

Voor alle productgroepen geldt dat de mogelijkheden voor duurzame alternatieven sterk afhankelijk kunnen zijn van de toepassing. Een voorbeeld is dat bijmenging van staalschroot sterk afhankelijk is van het gewenste kwaliteitsniveau van staal. Daar komt bij dat er naast technische belemmeringen ook juridische beperkingen kunnen gelden. Zo belemmeren technische normen op dit moment de inzet van duurzame alternatieven in beton bij veel toepassingen. Een norm zou daarom moeten worden gecombineerd met verhandelbare certificaten, zodat een producent die niet aan de norm kan voldoen rechten kan inkopen bij een concurrent die verder kan gaan dan de norm.

Een bijmengverplichting op het niveau van de basisindustrie heeft als nadeel dat er weglekeffecten kunnen optreden en concurrentienadelen voor de Europese industrie. Dit nadeel is nog groter bij een nationale norm.

Voor alle productgroepen in deze studie geldt dat deze internationaal worden verhandeld. Een bijmengverplichting op het niveau van de basisindustrie (begin van de keten) heeft hierdoor het nadeel dat het gelijke speelveld wordt verstoord met concurrenten buiten de EU. Dit probleem wordt groter naarmate de kosten voor duurzame alternatieven hoger zijn. Zo is de productie van biobased plastics of chemisch gerecyclede plastics meer dan een factor twee duurder dan virgin plastics (CE Delft, 2024b). Een norm voor de basisindustrie kan daarom zorgen voor verschuivingen van productie naar buiten de EU en emissie-reducties deels teniet doen.

Bij een nationale norm is het nadelige effect nog groter dan bij een Europese norm, omdat bedrijven die in Nederland zijn gevestigd ook concurrentienadelen ondervinden van bedrijven binnen de Europese Unie. De mate waarin weglek plaatsvindt, is afhankelijk van de hoogte van de norm, de blootstelling aan internationale concurrentie en de technieken die worden verplicht, en kan dus substantieel zijn. Ter illustratie, in een eerdere studie van CE Delft is bijvoorbeeld becijferd dat de nationale norm voor plastics kan leiden tot productieverminderingen van 5 tot 18% van de Nederlandse plasticproducenten (CE Delft, 2024b). Het gaat hierbij weliswaar om plasticverwerkers (een schakel verder in de keten), maar het illustreert wel de blootstelling van de sector aan internationale concurrentie.

Een bijmengverplichting op het niveau van de basisindustrie, heeft voor broeikasgas-reductie een grote overlap met prikkels vanuit EU ETS

Alle sectoren die zijn onderzocht in deze studie vallen onder EU ETS. Binnen dit systeem worden geen nieuwe emissierechten meer uitgegeven in 2040. Een Europese bijmengverplichting op het niveau van de basisindustrie, die vanwege langdurige Europese beleidstrajecten waarschijnlijk niet voor 2035 ingevoerd zal kunnen worden, zal daarom vanuit klimaatperspectief meestal een beperkte toegevoegde waarde hebben op EU ETS.

Wel kan een verplichting ervoor zorgen dat de industrie verder verduurzaamt nadat CCS is toegepast, specifieke technieken stimuleren (zoals inzet pyrolyse-olie) of prikkels geven voor duurzame technieken met andere milieuwinst dan broeikasgasreductie, zoals duurzame winning van bauxiet voor aluminiumproducenten in de EU (in Nederland niet gevestigd).

Een Europese duurzame norm op productniveau leidt tot (veel) minder weglekeffecten en verstoring van het gelijke speelveld. Ook heeft een norm op productniveau meer toegevoegde waarde op EU ETS.

Een Europese bijmengverplichting op het niveau van producten (einde van de keten) heeft als voordeel dat deze ook van toepassing is op geïmporteerde producten van buiten de Europese Unie. Hierdoor is er veel minder kans op weglekeffecten en concurrentienadelen. Ook heeft zo'n norm meer toegevoegde waarde op het EU ETS, omdat duurzame producten niet alleen vanuit de aanbodkant worden gestimuleerd (door EU ETS), maar er ook vraag wordt afgedwongen bij de afnemers (door de productnorm). Daarnaast verplicht een productnorm producenten van buiten de EU om duurzamer te produceren voor de Europese markt. Het huidige CBAM ondervangt dat maar deels, omdat dit mechanisme niet op het niveau van eindproducten geldt. Op nationaal niveau is het juridisch niet mogelijk om verplichtingen op productniveau voor te schrijven. Dit is alleen in Europees verband mogelijk (CE Delft, Universiteit Utrecht en Tauw, nog te publiceren).

Een norm op productniveau is administratief complexer dan op het niveau van de basisindustrie

Een norm op het niveau van eindproducten is administratief complexer om vorm te geven dan een norm bij de basisindustrie. Het aantal partijen in de basisindustrie is vrij overzichtelijk (tientallen tot honderden producenten, variërend per productgroep), terwijl het bij een norm op productniveau om een veelvoud hiervan gaat. Ook moeten chain of custody certificaten worden opgezet die door de keten heen kunnen aantonen dat een product bestaat uit duurzame materialen en productiemethoden. Dit is complexer om vorm te geven, te administreren en te controleren dan een verplichting die wordt opgelegd aan spelers aan het begin van de keten. Hier staat tegenover dat een norm op productniveau leidt tot minder weglekeffecten, verstoring van het gelijke speelveld en ervoor zorgt dat duurzame technieken naast de aanbodkant ook vanuit de vraagkant worden gestimuleerd, waardoor de toegevoegde waarde op het EU ETS veel groter is (zie voorgaande punt).

Aanbevelingen

Sluit zoveel mogelijk aan bij lopende (Europese) beleidsinitiatieven om normering op productniveau verder uit te werken

Een norm op productniveau is praktisch en administratief complex, maar heeft veel voordelen ten opzichte van een norm bij de basisindustrie. We bevelen daarom aan om verplichtingen op productniveau in Europees verband verder uit te werken, en dus niet op nationaal niveau. Er zijn op Europees niveau al verschillende lopende ontwikkelingen. We bevelen aan om aan te sluiten bij deze ontwikkelingen en te onderzoeken of deze verder uitgebouwd kunnen worden.

De belangrijkste beleidsinstrumenten zijn de Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) (EC, 2024) en de Packaging and Packaging Waste Regulation (PPWR) (EC, 2025b), waarin duurzame verplichtingen op productniveau worden voorgesteld. Ook in de End of Life Vehicles Regulation (ELV) (EC, 2000) is een voorstel gedaan voor een verplicht aandeel plastic recycleert in nieuwe auto's. Er loopt een traject naar de inzet van schroot in auto's.

Het 'European Steel and Metals Action Plan' (European Commission, 2025) geeft aan dat zij in Q4 2026 een haalbaarheidsstudie over een bijmengverplichting van recycled aluminium en staal zullen presenteren, binnen de 'End-of-life Vehicle Regulation (EC, 2023a). Ook zullen zij in Q4 2026 een bijmengverplichting van gerecycled aluminium in bouwmaterialen presenteren in de 'Circular Economy act' (European Commission, 2025). Bij de normering op productniveau kan ook gebruik worden gemaakt van de eisen die zijn opgenomen in de EU Taxonomy Directive, waarin al kwantitatieve CO₂-uitstootwaarden zijn uitgewerkt voor productieprocessen van cement, staal, aluminium en chemische producten om te voldoen aan het criterium 'groen' bij het verkrijgen van gunstige financieringsvoorwaarden (EU 2021/2039) (EC, 2021a). Deze uitstootwaarden zouden wellicht ook gebruikt kunnen worden voor het uitwerken van een verplicht aandeel duurzaam geproduceerde materialen in eindproducten.

Onderzoek de mogelijkheden voor normering in het kader van duurzaam inkopen.

Een andere mogelijkheid om verduurzaming op productniveau te stimuleren is het opleggen van normen in het kader van duurzaam inkopen. Zo is Rijkswaterstaat de grootste afnemer van beton (en dus ook cement) in Nederland. Hiermee kan de overheid voor een substantieel deel van de markt een normering opleggen, zeker als overheden van verschillende landen samenwerken. In het Nationale Programma Circulaire Economie is al opgenomen dat een verplichting voor hoogwaardig gerecycled beton wordt onderzocht. Hier wordt al aan gewerkt in het kader van een wetswijziging met een verplichting tot duurzame inkoop bij publieke opdrachtgevers. Het gaat om het gebruik van de zogenaamde Milieukosten Indicator (MKI) met minimeisen aan de duurzaamheid van beton, staal en asfalt bij aanbestedingen van de overheid.

Onderzoek op nationaal niveau de mogelijkheden van andere beleidsinstrumenten dan normeringen om verduurzaming op productniveau te stimuleren

Alhoewel het op nationaal niveau juridisch niet mogelijk is om verplichtingen op productniveau voor te schrijven, zijn nationaal niveau wel andere instrumenten mogelijk. Lidstaten kunnen bijvoorbeeld belastingen heffen op eindproducten en duurzame varianten uitzonderen, of tariefdifferentiatie invoeren in het kader van uitgebreide producentenverantwoordelijkheid zodat producenten die duurzame producten op de markt brengen een lagere afvalbeheerbijdrage hoeven te betalen (zie bijvoorbeeld de tariefdifferentiatie van de producentenorganisatie Verpact). Hiermee wordt verduurzaming op productniveau gestimuleerd zonder dat dit leidt tot weglekeffecten. Dit beleid heeft ook een duidelijke toegevoegde waarde ten opzichte van EU ETS, aangezien er naast het stimuleren van duurzaam aanbod (EU ETS) ook meer vraag is naar duurzame producten vanuit de merkeigenaren.

Summary

Background

In November 2022, a motion was submitted to the Lower House by MPs Dassen, Erkens, Bontenbal, Boucke and Grinwis (Parliamentary Document 32813 no. 1128). This motion urges the government to investigate the potential role of a mandatory blending obligation for green raw materials for goods used in the basic chemical industry that fall under the Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM). The motion also urges the European Union to start discussions on how a blending obligation can be introduced and to investigate together with Belgium and Germany whether a voluntary obligation can be established at an earlier stage. To this end, the Ministry of Climate Policy and Green Growth (Ministerie van Klimaat en Groene Groei, KGG) has commissioned CE Delft to investigate the feasibility and impact of a green blending obligation at European level. This concerns the cement, steel, aluminium and chemical product groups.

Purpose

We analysed the feasibility and impact of a mandatory blending requirement for green raw materials in bulk goods in the European basic industry. The impact involves the strategic autonomy and competitive position of Europe and the added value compared to the EU ETS.

In this context, we distinguish between three different categories of 'green':

4. Recycled raw materials (e.g. scrap metal, recycled plastics, recycled cement).
5. Biobased raw materials (e.g. bioplastics).
6. Raw materials that have been produced with low CO₂ emissions (e.g. use of hydrogen in steel production).

Approach

To address the main research question, we conducted a file analysis, drew on CE Delft's internal expertise and interviewed stakeholders. We also organised a stakeholder meeting with the chemical industry to gather insight.

Results

The main findings are:

There are many different green alternatives for each product group. This also makes different standards possible.

This study shows that there are many different green alternatives available for the product groups studied. Due to the wide range of green alternatives, various standards are conceivable, such as a mandatory share of biobased or recycled material, standards at the process level, requirements for the sustainability of raw material extraction or a maximum CO₂ standard.

Possible green alternatives for the product groups studied are:

- For cement, this involves the use of alternative clinker materials, developing new types of clinkers, improving energy efficiency, increasing thermal efficiency, implementing carbon capture and storage (CCS), recycling cement and utilizing geopolymers.
- For steel, this involves steel production using hydrogen or natural gas instead of coal, increasing scrap recycling, employing bio-coal and implementing CCS.
- Aluminium production can be made more sustainable by employing sustainable bauxite extraction methods, utilizing green electricity and implementing inert anode and biochar anode technology (not yet market-ready).
- Several sustainable techniques are also feasible in the chemical industry, such as the use of bio-naphtha, pyrolysis oil from plastics and other forms of chemical recycling, CCS and electrification.

It is likely that a technology-specific standard will only be feasible in combination with tradable rights.

In all product groups, the options for sustainable alternatives may be highly dependent on the application. One such example is that the addition of steel scrap is highly dependent on the desired quality level of the steel. In addition, there may be legal restrictions as well as technical barriers. Current technical standards often impede the adoption of sustainable concrete alternatives in many applications. A standard should therefore be combined with tradable certificates, so that a producer that is unable to meet the standard can purchase rights from a competitor that can exceed the standard.

A blending obligation at basic industry level may lead to leakage effects and competitive disadvantages for European industry. This disadvantage is more pronounced in the case of a national standard.

All product groups in this study are traded internationally. A blending obligation at the basic industry level (start of the chain) therefore has the disadvantage of distorting the level playing field with competitors outside the EU. This issue becomes more significant as the costs of sustainable alternatives increase. For example, the production of biobased plastics or chemically recycled plastics is more than twice as expensive as virgin plastics. (CE Delft, 2024b). A standard for basic industries could therefore lead to production shifting to outside the EU and partially negate emission reductions as a result.

A national standard has an even larger adverse effect than a European standard, as companies based in the Netherlands are also subject to a competitive disadvantage from companies within the European Union. The extent of leakage may be substantial, depending on the level of the standard, the exposure to international competition and the techniques that are made mandatory. By way of illustration, an earlier study by CE Delft calculated that a national standard for plastics could lead to a reduction in production by Dutch plastic producers of between 5% and 18%. (CE Delft, 2024b). Although this study concerns plastic processors (one link further down the chain), it illustrates the sector's exposure to international competition.

A blending obligation at basic industry level overlaps significantly with incentives of the European Union Emissions Trading System (EU ETS) in terms of greenhouse gas reduction.

All sectors analysed in this study are covered by the EU ETS. Under this system, no new emission allowances will be issued in 2040. Due to lengthy European policy processes, a European blending obligation at basic industry level is unlikely to be introduced before 2035 and will therefore generally have limited added value for the EU ETS from a climate perspective.

Nevertheless, a mandatory requirement could ensure that the industry continues to become more sustainable after CCS has been implemented, stimulate specific technologies (such as the use of pyrolysis oil) or provide incentives for sustainable technologies with environmental benefits other than greenhouse gas reduction, such as sustainable extraction of bauxite for aluminium producers in the EU that are not located in the Netherlands.

A European sustainable standard at product level will lead to fewer leakage effects and less disruption of the level playing field. A standard at product level will also have more added value for the EU ETS.

A European blending obligation at product level (end of the chain) has the advantage that it also applies to imported products from outside the European Union. This greatly reduces the likelihood of leakage effects and competitive disadvantages. Such a standard also has added value for the EU ETS, because sustainable products are not only stimulated from the supply side (by the EU ETS), but demand from customers is also enforced (by the product standard). In addition, a product standard obliges producers from outside the EU to produce more sustainably for the European market. The current Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) only partially addresses this issue, as this mechanism does not apply at the end-product level. At national level, it is not legally possible to impose obligations at product level. This is only possible in a European context (CE Delft, Utrecht University and Tauw, yet to be published).

A standard at product level is administratively more complex than at basic industry level.

It is administratively more complex to develop a standard at the end-product level than a standard at basic industry level. The number of parties in the basic industry is fairly straightforward (tens to hundreds of producers, varying per product group), whereas a standard at product level involves a multiple of this number. Similarly, a chain of custody certificates must be established that can demonstrate that a product consists of sustainable materials and production methods throughout the chain. This is more complex to design, administer and monitor than an obligation imposed on players at the beginning of the chain. On the other hand, a standard at product level leads to fewer leakage effects and disruption of the level playing field, and ensures that sustainable technologies are stimulated not only on the supply side but also on the demand side, thereby greatly increasing the added value of the EU ETS (see previous point).

Recommendation

Where possible, harmonise with ongoing (European) policy initiatives to further develop standards at product level

A standard at product level is practical and administratively complex, but has many advantages over a standard at basic industry level. We therefore recommend that obligations at product level are developed further at European level, rather than at national level. There are currently several developments underway at European level. We recommend alignment with these developments and investigating whether they can be expanded further.

The key policy instruments are the Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) (EC, 2024) and the Packaging and Packaging Waste Regulation (PPWR) (EC, 2025b), which propose sustainable obligations at product level. The End of Life Vehicles Regulation (ELV) (EC, 2000) also proposes a mandatory share of recycled plastic in new cars. A process is underway to use scrap metal in cars.

The European Steel and Metals Action Plan (European Commission, 2025) indicates that a feasibility study will be presented in Q4 2026 on a mandatory blending requirement for recycled aluminium and steel within the End-of-Life Vehicle Regulation (EC, 2023a). Similarly, a blending obligation for recycled aluminium in construction materials will be presented in the Circular Economy Act in Q4 2026 (European Commission, 2025). When setting standards at product level, use can also be made of the requirements set out in the EU Taxonomy Directive, which already includes quantitative CO₂ emission values have been developed for production processes for cement, steel, aluminium and chemical products in order to meet the 'green' criterion for obtaining favourable financing conditions (EU 2021/2039) (EC, 2021a). These emission values could also be used to develop a mandatory share of sustainably produced materials in end products.

Investigate the feasibility of standardisation in the context of sustainable procurement

Another way to encourage sustainability at the product level is to set standards for sustainable procurement. For example, the Directorate-General for Public Works and Water Management (Rijkswaterstaat) is the largest purchaser of concrete (and therefore also cement) in the Netherlands. This allows the government to impose standards on a substantial part of the market, especially if governments from different countries work together. The National Circular Economy Programme includes a requirement to investigate the utilisation of high-quality recycled concrete. This is currently being addressed in the context of a legislative amendment that will impose a sustainable procurement obligation on public contracting authorities. This involves incorporating the Environmental Cost Indicator (MKI) into public procurement contracts to ensure minimum sustainability requirements for concrete, steel and asphalt.

At national level, explore the feasibility of policy instruments other than standards to promote sustainability at product level

Although it is not legally possible at national level to impose obligations at product level, other tools are available at national level. For example, Member States can levy taxes on end products and exempt sustainable variants, or introduce tariff differentiation within the framework of extended producer responsibility so that producers who place sustainable products on the market pay a lower waste management fee (see, for example, the price differentiation applied by the producer organisation Verpact). This encourages sustainability at product level without leading to leakage effects. This policy also has clear added value compared to the EU ETS, as there is not only a stimulus for sustainable supply (EU ETS) but also greater demand for sustainable products from brand owners.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In november 2022 hebben de Kamerleden Dassen, Erkens, Bontenbal, Boucke en Grinwis een motie ingediend (Kamerstuk 32813 nr. 1128). Deze motie verzoekt de regering te onderzoeken wat de rol kan zijn van een bijmengverplichting van groene grondstoffen voor goederen die onder CBAM vallen en de chemische basisindustrie. Ook verzoekt de motie om in Europees verband gesprekken te starten hoe een bijmengverplichting kan worden ingevoerd, en om met België en Duitsland te onderzoeken of een vrijwillige verplichting eerder kan worden vormgegeven.

Het ministerie van KGG heeft CE Delft daarom gevraagd de mogelijkheden en effecten van een groene bijmengverplichting op Europees te onderzoeken. Het gaat om de productgroepen metaal, organische en anorganische basischemicaliën, plastics en cement. Voorliggend rapport geeft de resultaten weer.

1.2 Doel

Het in kaart brengen van de mogelijkheden en effecten van een bijmengverplichting op bulkgoederen in de Europese basisindustrie. Bij de effecten gaat het om effecten op de strategische autonomie van Europa, de concurrentiepositie en de meerwaarde ten opzichte van EU ETS.

1.3 Scope

Het uitgangspunt van deze studie is een bijmengverplichting (of norm) van groene grondstoffen op Europees niveau. Hierbij onderscheiden we drie verschillende categorieën voor 'groen':

1. Gerecyclede grondstoffen (bijvoorbeeld schroot voor metalen, gerecyclede plastics, gerecycled cement).
2. Biobased grondstoffen (bijvoorbeeld bioplastics).
3. Grondstoffen die CO₂-arm zijn geproduceerd (bijvoorbeeld inzet waterstof bij staalproductie).

1.4 Aanpak

Om de mogelijkheden en effecten van de bijmengverplichting in kaart te brengen, hebben we de volgende stappen ondernomen:

- In de eerste stap hebben we in beeld gebracht in hoeverre in het huidige beleid al normen bestaan of zijn voorgesteld, zowel op EU-niveau als op lidstaat niveau. Hiertoe hebben we een dossieranalyse uitgevoerd.
- In de tweede stap hebben we bepaald wat de grijze producten en groene alternatieven zijn in de chemische industrie, metalen (staal en aluminium) en cement. Hiervoor hebben we relevante literatuur bestudeerd, interviews afgenomen met belangrijke stakeholders en gebruik gemaakt van expertise binnen CE Delft.
- In de derde stap hebben we op hoofdlijnen onderzocht of het technisch mogelijk is om groene grondstoffen in te zetten en waar in de keten een norm kan worden opgelegd.

Dit kan bijvoorbeeld op het niveau van input materialen in de industrie of bij de verkoop van goederen aan de afnemers.

- In de vierde stap van het onderzoek hebben we voor de chemische industrie een stakeholderbijeenkomst georganiseerd om de bevindingen uit Stap 1, 2 en 3 te toetsen. Voor de categorieën staal en cement was het niet haalbaar om een stakeholderbijeenkomst te organiseren, maar hebben we als alternatief diepte-interviews afgenomen met CEMBureau, NIBE, Tata Steel, Responsible Steel, en de Metaal Recycling Federatie om informatie op te halen en de resultaten verder aan te scherpen.
- In de vijfde stap van het onderzoek hebben we de effecten van de strategische autonomie en het gelijke speelveld bepaald (leidt de norm tot meerkosten ten opzichte van concurrenten buiten de EU). Deze effecten hebben we kwalitatief in beeld gebracht. Daarnaast bespreken we ook wat de meerwaarde is van een norm ten opzichte van de EU ETS-systeem.
- In de zesde stap van het onderzoek hebben we de resultaten gerapporteerd, inclusief conclusies en aanbevelingen.

1.5 Leeswijzer

De opzet van het rapport is als volgt:

- in Hoofdstuk 2 bespreken we de resultaten voor cement;
- in Hoofdstuk 3 bespreken we de resultaten voor staal;
- in Hoofdstuk 4 bespreken we de resultaten voor aluminium;
- in Hoofdstuk 5 bespreken we de resultaten voor de chemie (inclusief plastics);
- in Hoofdstuk 6 presenteren we de conclusies en aanbevelingen.

2 Cement

2.1 Omschrijving, producenten en milieu-impact

Cement is een fijngemalen materiaal dat na mengen met water een massa vormt die verhardt tot een steenachtig materiaal. Het wordt voor een groot deel toegepast als grondstof voor beton. Beton is namelijk een mengsel van cement, zand en grind, water en eventueel toeslagstoffen. Cement wordt in vaktermen de 'binder' genoemd van beton: cement en water reageren met elkaar (chemische reactie) tot een keiharde substantie en binden daarmee alle ingrediënten aan elkaar. Cement wordt gemaakt door Portlandklinker (harde steenachtige brokken) en/of hoogovenslak (een restproduct uit ruwijzerproductie) te vermalen en te mengen met gips en mogelijke andere vulstoffen. Portlandklinker en hoogovenslak kunnen ook (gedeeltelijk) vervangen worden door poederkoolvliegias of andere puzzolanen (grote groep silica of silica- en aluminarijke materialen). In Nederland is 90-95% van al het gebruikte cement gemaakt uit Portlandklinker (klinker) en/of hoogovenslak (SGS 2021).¹

In Europa zijn 7.000 productielocaties van beton aanwezig. Deze zijn in het bezit van 5.000 bedrijven. Er werken in totaal 165.000 werknemers (gemiddeld 23 werknemers per locatie). Het aantal productielocaties voor beton is daarmee veel groter dan het aantal cementproducenten in Europa. Cement wordt namelijk geproduceerd in meer grootschalige fabrieken dan betoncentrales. In Europa zijn 156 cementfabrieken actief (Voetmann, 2022). Landen met veel capaciteit zijn Duitsland, Frankrijk, Italië, Spanje en Polen (European Commission, 2018). In Nederland werd tot kort geleden cement op basis van klinker geproduceerd in Maastricht (ENCI), deze locatie is gesloten. Wel wordt er nog cement op basis van hoogovenslak geproduceerd in IJmuiden.

In de EU-27 werd in 2022 ongeveer 175 Mton cement geproduceerd. Dit is veel meer dan de productie in de VS (93 Mton) maar minder de helft van de productie in India (390 Mton). Verreweg de grootste producent wereldwijd is China met een productie van meer dan 2.100 Mton.

¹ SGS Intron B.V. (2021). Ontwikkelingen betreffende hoofdbestanddelen voor klinkergebaseerde cementen en geopolymeren.

Tabel 1 - Wereldwijde cementproductie (Mton)

The G20 Group + permanent invitee Spain Cement production (Million tonnes)											
Country	2001	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
China	661.0	1 079.6	1 881.9	2 350.0	2 403.0	2 316.3	2 176.7	2 300.0	2 376.9	2 362.8	2 118.0
India	102.9	146.8	220.0	270.0	289.3	285.0	327.7	320.0	290.0	351.6	387.6
EU28 / EU27**	225.6	251.1	192.1	167.2	169.1	175.1	179.8	182.1	171.5	182.5	175.8
USA	88.9	99.4	65.2	83.4	84.7	86.1	87.8	88.6	89.3	93.0	93.0
Brazil	39.4	39.2	59.1	72.0	57.6	54.0	53.5	53.4	61.1	65.9	63.6
Turkey	35.9	42.8	62.7	71.4	75.4	80.6	72.5	57.0	72.3	78.9	73.7
Russian Federation	28.7	49.5	50.4	69.0	55.0	54.7	53.7	54.1	55.8	60.1	60.8
Indonesia	31.1	36.1	39.5	65.0	61.3	68.0	70.8	64.2	64.8	69.2	69.5
South Korea	52.0	49.1	47.4	52.0	56.7	57.9	55.0	56.4	47.5	50.4	51.1
Japan	79.5	72.7	56.6	55.0	53.4	60.8	60.1	58.3	51.1	50.2	48.9
Saudi Arabia	20.0	26.1	42.5	55.0	55.9	47.1	42.2	42.2	53.4	53.7	52.6
Mexico	33.2	38.1	34.5	39.8	42.4	42.8	42.8	47.5	41.9	45.2	43.9
Germany	32.1	31.9	29.9	31.1	32.7	34.0	33.7	34.2	35.5	35.0	32.9
Italy	39.8	46.4	34.4	20.8	19.3	19.3	19.3	19.2	18.1	20.6	18.8
France	19.1	21.7	18.0	15.6	15.9	16.9	16.5	16.5	16.7	17.5	16.8
South Africa	8.4	12.1	10.9	14.0	13.6	13.2	12.5	12.4	13.3	13.4	13.0
Canada	12.1	13.5	12.4	12.5	11.9	12.7	13.3	13.4	13.0	14.0	13.7
Argentina	5.5	7.6	10.4	12.2	10.9	12.0	11.8	11.5	9.9	12.1	13.0
United Kingdom	11.9	11.6	7.9	9.6	9.4	9.4	9.2	9.1	8.0	9.0	8.4
Australia	6.8	9.1	8.3	9.3	10.0	10.0	9.8	10.0	9.6	9.6	10.1
Spain	40.5	50.3	26.2	15.1	15.0	16.1	16.6	17.4	16.2	18.6	18.5

**EU28 until 2019 / EU27 as of 2020 reporting year

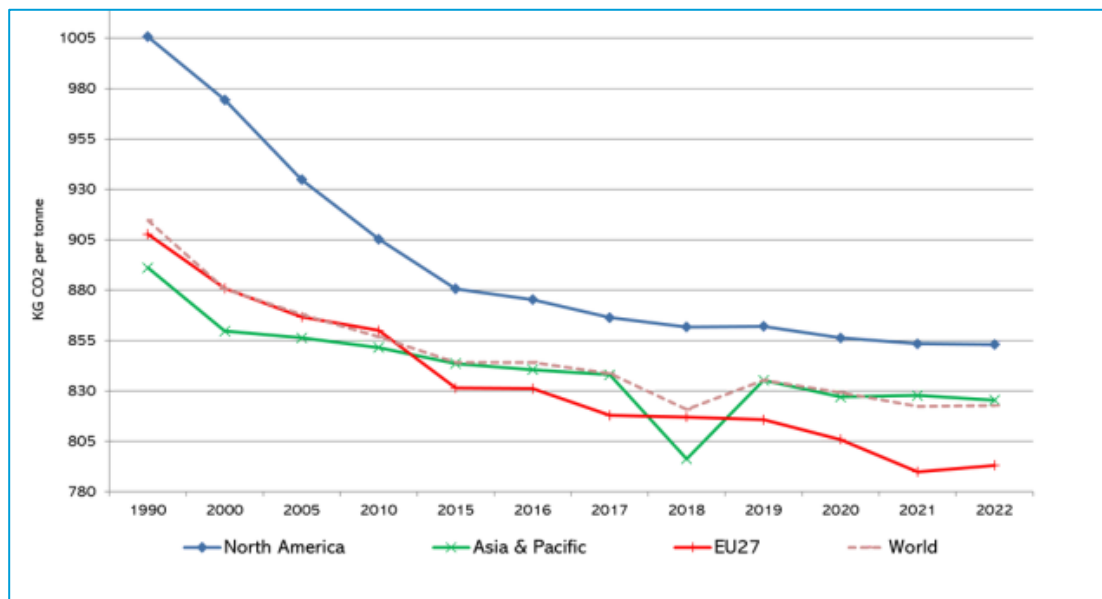
Sources: CEMBUREAU, US Geological Survey, Global Cement Report, country websites

Bron: (CEMbureau, 2022).

Cement veroorzaakt vrijwel de volledige klimaatimpact (> 90%) van traditioneel beton, exclusief wapening. Voor de meeste toepassingen is gemalen klinker en/of gemalen hoogovenslak de belangrijkste bron van uitstoot, afhankelijk van het type cement. De uitstoot bij klinker wordt deels veroorzaakt door het energieverbruik voor het verhitten van het bestanddeel klinker (harde steenachtige brokken) en deels doordat CO₂ vrijkomt uit het gesteente zelf bij de verhitting. Bij hoogovenslak wordt de uitstoot veroorzaakt door emissies tijdens ruwijzerproductie en tijdens het vermalen van de hoogovenslakken tot cementpoeder. De klimaatimpact van gemalen klinker is bijna zes keer hoger dan de klimaatimpact van gemalen hoogovenslak.

De CO₂-uitstoot per ton klinker van Europese producenten is geleidelijk gedaald en is volgens het Europese Cembureau het laagste in de wereld. Dit is onder andere het gevolg van investeringen om de efficiency van de productie te verbeteren (S&P Global Ratings, 2022). De verschillen in uitstoot tussen de werelddelen zijn echter wel klein. De uitstoot in Azië bijvoorbeeld was in 2021 met 830 kg per ton maar ongeveer 5% hoger dan de gemiddelde uitstoot in Europa.

Figuur 1 - CO₂-uitstoot per ton klinker (bestandsdeel cement)

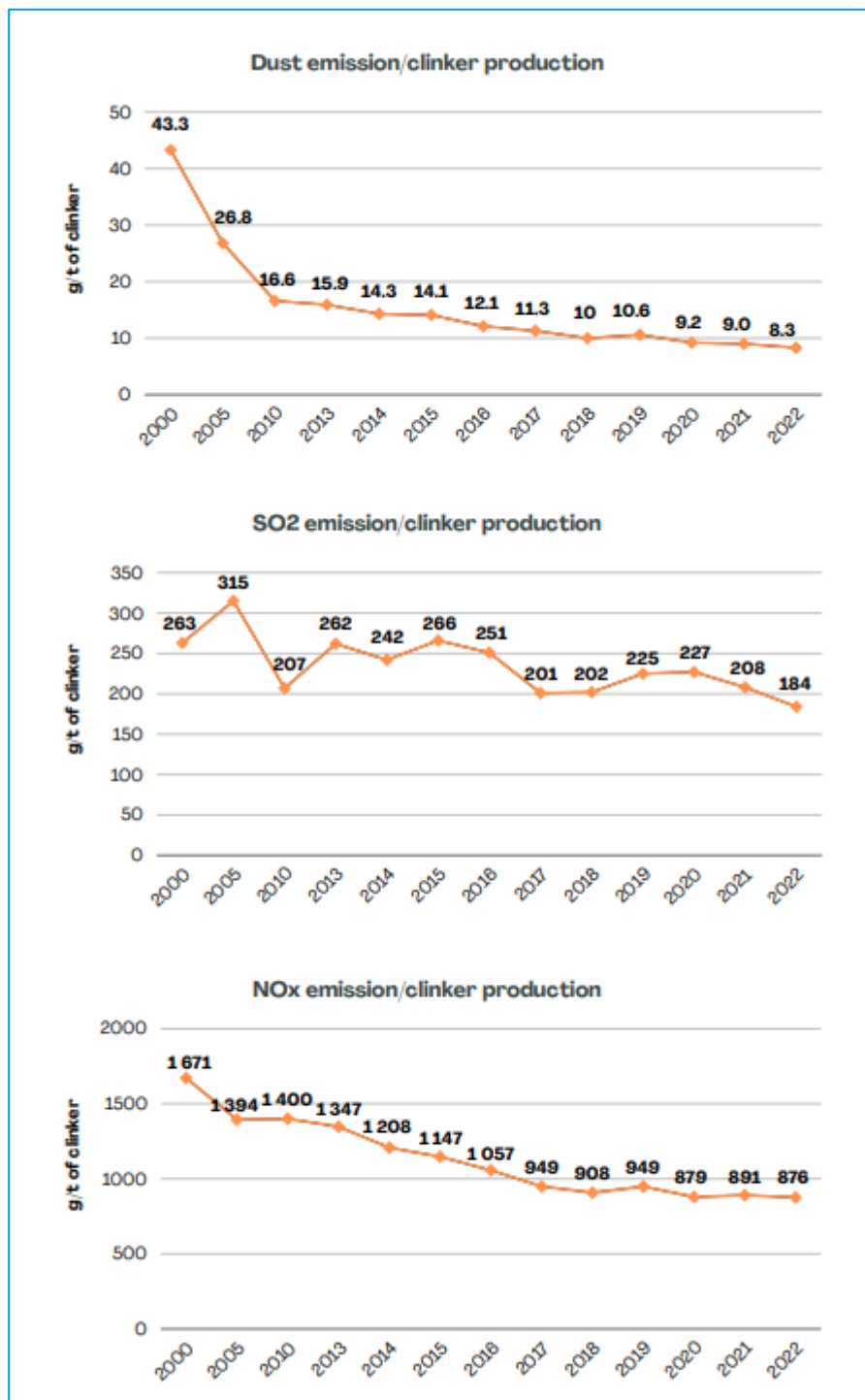


Bron: (CEMbureau, 2024a).

Ook de emissies van fijnstof, SO₂ en NO_x per kilogram klinker zijn de afgelopen jaren geleidelijk gedaald. De uitstoot van fijnstof is met 80% gedaald tussen 2000 en 2021; de uitstoot van SO₂ met 20% en NO_x met bijna 50%. Deze reducties zijn vooral het gevolg van technische maatregelen die zijn genomen, zoals optimalisering van de procesbesturing.²

² (EC, 2012).

Figuur 2 - Uitstoot overige emissies per ton klinker (bestandsdeel cement)



Bron: (CEMbureau, 2024a).

2.2 Grijze productstromen en ‘groene’ alternatieven

Er zijn verschillende soorten cement die verschillen in samenstelling en toepassingsgebied, maar ook in klimaatimpact en mogelijkheden tot verduurzaming. Deze worden aangeduid met CEM I tot en met CEM VI:

- CEM I: Zogeheten Portlandcement³, op basis van Portlandklinker, met maximaal 5% andere stoffen. Portland is een aanduiding voor overgebleven vliegas of kalksteen, dat oorspronkelijk werd gewonnen op het Isle of Portland.
- CEM II: Allerlei mengvormen met portlandcement en bijvoorbeeld vliegas of leistein. Bevat minimaal 65% portlandcement.
- CEM III: Mengsel van portlandcement en hoogovenslak. ⁴ CEM III/A bevat tot 34-65% hoogovenslak; CEM III/B bevat tot 66-80% hoogovenslak.
- CEM IV: Puzzolaancementsoorten. Puzzolanen zijn silica- en aluminarijke materialen die, in fijne vorm, chemisch reageren met calciumhydroxide en water tot verbindingen met bindende eigenschappen.
- CEM V: Composietcementen. Met mengsels van portlandcement, hoogovenslak en puzzolanen.
- CEM VI: Allerlei mengvormen van portlandcement met de andere cementbestanddelen met minder klinker dan de CEM II. Dit cement bevat tussen 35 en 49% klinker.

Van deze categorieën heeft CEM I de hoogste klimaatimpact (CE Delft, 2020).⁵ Als de CO₂-uitstoot niet wordt afgevangen, zou dit type cement daarom als ‘grijs’ bestempeld kunnen worden.

Er zijn verschillende mogelijkheden voor verduurzaming van cement (CEMbureau, 2024c):

1. Dit kan ten eerste door de Portlandklinkers te vervangen door alternatieve materialen, zoals gemalen hoogovenslakken, een bijproduct dat vrijkomt bij de productie van ijzer in hoogovens uit de ijzerindustrie. Hierdoor wordt de CO₂-uitstoot van de klinkerproductie bespaard (CEM II t/m CEM VI of beton gemaakt met gelijksoortige grondstoffen (attestbeton)).
2. Een tweede mogelijkheid is het verduurzamen van het fossiele energiegebruik voor de cementproductie. Dit kan bijvoorbeeld door de inzet van bioafval, groene waterstof of elektrificatie van de cementproductie.
3. Een derde mogelijkheid om te verduurzamen is het verhogen van de thermische efficiëntie van de productie. Volgens de cementindustrie is het aanvullende potentieel echter relatief beperkt, omdat de Europese fabrieken al een hoog rendement hebben.
4. Een vierde mogelijkheid is het gebruik van duurzame typen klinkers in cement, die een 20% tot 30% lagere uitstoot hebben dan het CEM I Portlandcement. Deze duurzame soorten klinkers hebben echter wel unieke eigenschappen waardoor ze volgens de cementindustrie alleen nog maar in nichemarkten toegepast kunnen worden (denk bijvoorbeeld aan belietcement).
5. Een vijfde mogelijkheid is de toepassing van CCS. De CO₂ die vrijkomt bij de productie van cement wordt bij deze maatregel opgeslagen onder de grond.
6. Een zesde mogelijkheid is de toepassing van gerecycled cement/beton bij cementproductie. Hiermee wordt de inzet van primair cement uitgespaard wat resulteert in grondstoffenbesparing en CO₂-emissiereductie (dit is toegestaan als CEM VI of in attestbeton).

³ Portlandcement is een type cement dat wordt beschouwd als een ‘traditioneel’ cement, omdat het een van de meest gebruikte cementsoorten is voor bouwprojecten.

⁴ Hoogovencement is een type cement met een andere samenstelling dan portlandcement. Voor dit cement wordt hoogovenslak bij de klinker gemengd, een afvalproduct van de staalproductie in een hoogoven.

⁵ CE Delft (2020) Klimaatimpact van betongebruik in de Nederlandse bouw Vergelijking 1990, 2010 en 2017.

7. Een zevende mogelijkheid is de inzet van zogeheten geopolymeerbeton. Dit beton bevat geen cement. De bindmiddelen in het beton worden geactiveerd met een alkalische activator. Dit beton heeft over het algemeen een lagere CO₂-impact dan traditioneel beton (CEM I t/m CEM VI).

2.3 Huidig beleid

Er zijn nog geen bijmengverplichtingen op lidstaat- of Europees niveau in de maak om de inzet van groene grondstoffen te stimuleren.

Wel zijn er binnen de EU-taxonomie normen vastgesteld voor duurzaam cement. Deze regelgeving is ontworpen om te definiëren wat milieuvriendelijke praktijken zijn, zodat bedrijven en investeerders beter geïnformeerde beslissingen kunnen nemen en greenwashing wordt tegengegaan. Cement met een emissiefactor die lager is dan 0,469 ton CO₂-equivalenten per ton cement wordt bestempeld als groen volgens de EU Taxonomy Regulation (Regulation EU 2020/852).

Ander belangrijk Europees beleid is de Construction Products Regulation (CPR). Producenten worden hierin onder andere verplicht aan de hand van digitale paspoorten om de milieu-impact van producten en materialen weer te geven (Rijkswaterstaat, 2023).⁶

Alhoewel geen norm, is het belangrijkste Europese beleid om de verduurzaming van cement te stimuleren het EU ETS, waarin in 2040 geen nieuwe emissierechten meer worden uitgegeven (zie Paragraaf 2.5).⁷

Op nationaal niveau zijn er ook nog geen normen voor duurzaam beton ingevoerd. Wel is in het Nationale Programma Circulaire Economie (NPCE) het voornemen opgenomen om het gebruik van recycalaat te verplichten in bouwmaterialen via het Rijksinkoopbeleid. Op dit moment wordt de inzet van duurzamer beton indirect gestimuleerd met duurzame inkoop door in aanbestedingen de Milieukostenindicator (MKI) (Rijkswaterstaat, ProRail) mee te nemen als gunningseis of -criterium. Ook bij provincies, gemeenten en waterschappen wordt het gebruik van deze indicator bij aanbestedingen gestimuleerd. Momenteel wordt een wetswijziging uitgewerkt waarin, voor de Grond-, Weg- en Waterbouw, publieke opdrachtgevers verplicht worden om in te kopen met de MKI, wat de toepassing van duurzaam beton ook directer stimuleert. De voorgestelde aanpak kent twee sporen, één voor het peloton en één voor de koplopers. Voor het peloton wordt gewerkt aan minimum-eisen voor de materialen beton, staal en asfalt. Hiermee wordt het opdrachtgevers verplicht om, voor al het beton dat voor de GWW wordt ingekocht, een maximale MKI-score aan te houden.

De koploeraanpak richt zich op hele objecten. Hier worden opdrachtgever verplicht om voor grote projecten de MKI-score van het project als gunningscriterium in de aanbesteding mee te nemen. Hiermee worden koplopers die verder willen gaan dan de huidige standaard beloond door een grotere kans op winst van een project. Alhoewel dit niet specifiek op beton (cement) stuurt, kan ook deze wettelijke eis een positieve impact hebben op de verduurzaming van beton.

⁶ (Rijkswaterstaat, 2023).

⁷ (Oko-Institute, 2025).

Ander belangrijk nationaal beleid is het gebruik van de MilieuPrestatie Gebouwen (MPG) bij nieuwbouw. Bij elke aanvraag voor een omgevingsvergunning voor nieuwbouw is het verplicht om de milieubelasting te bepalen van de materialen die in een gebouw worden toegepast. Hierbij is landelijk een maximale MPG-score bepaald (MKI per m² oppervlak), waar nieuwbouwprojecten onder moeten blijven. Het gaat hierbij om nieuwe kantoor-gebouwen (groter dan 100 m²) en om nieuwbouwwoningen. Ook door dit beleid wordt de inzet van duurzamer cement en beton indirect gestimuleerd, omdat het makkelijker wordt om onder de maximale MPG-score te blijven bij de inzet van duurzamer cement.

We concluderen daarmee dat er verschillende instrumenten geïmplementeerd of in de maak zijn die vraag en aanbod naar duurzaam cement en beton stimuleren, al dan niet indirect. Vanuit de vraagkant gezien worden normen voor publieke opdrachtgevers al uitgewerkt in de vorm van een MKI. Voor private opdrachtgevers zijn er nog geen normen, alhoewel inzet van duurzaam cement wel indirect wordt gestimuleerd met het vaststellen van een maximale MPG-score voor nieuwbouw. Vanuit de aanbodzijde is EU ETS het belangrijkste instrument. De toegevoegde waarde van een norm op dit instrument bespreken we in Paragraaf 2.5.

2.4 Waar in de keten de norm opleggen?

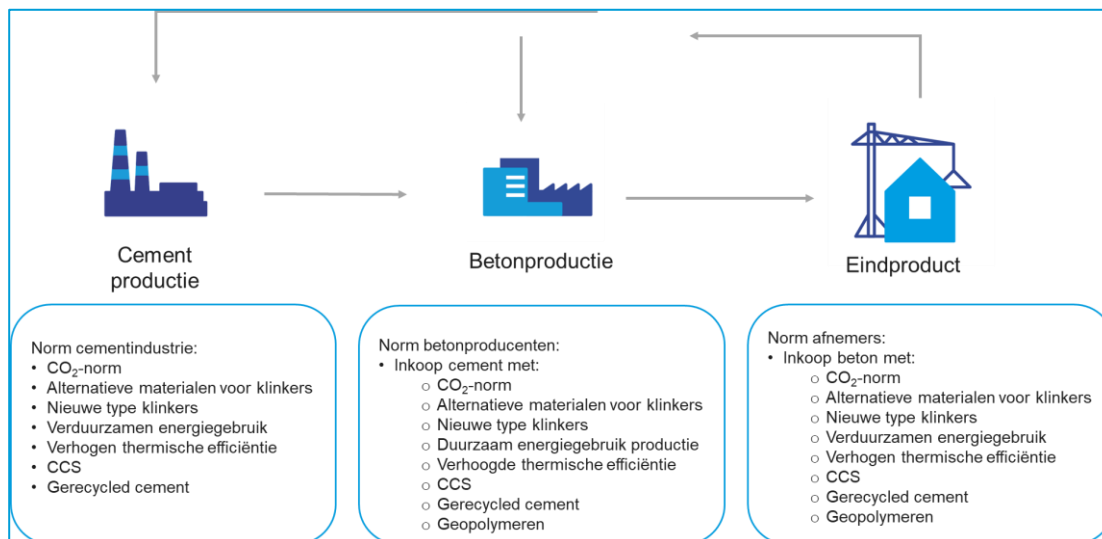
Een duurzame norm kan in verschillende schakels van de keten worden opgelegd. Grofweg zijn er drie mogelijkheden:

1. Aan het begin van de keten, bij de cementindustrie.
2. Een schakel verder, bij de betonindustrie.
3. Op het niveau van eindproducten, bijvoorbeeld een norm voor duurzaam inkopen door Rijkswaterstaat, projectontwikkelaars en andere opdrachtgevers.

Administratief gezien is een norm aan het begin van de keten het meest eenvoudig, omdat er het minste aantal partijen bij betrokken is (156 producenten in de EU).

Een schakel verder in de keten, bij de betonindustrie, is het aantal partijen een stuk groter. Het gaat om ongeveer 5.000 producenten in Europa. Het meest complex is een norm op het niveau van het eindgebruik, met veel verschillende afnemers. Dit zou overigens wel versimpeld kunnen worden door bij een norm te starten met grote afnemers, zoals Rijkswaterstaat en ProRail. In dat geval gaat het om een duurzame inkoopnorm. Dit voornemen is al opgenomen in het Nationale Programma Circulaire Economie en wordt uitgewerkt in de wetswijziging voor het gebruik van MKI (zie Paragraaf 2.3).

Figuur 3 - Mogelijkheden voor norm in de keten



2.5 Meerwaarde ten opzichte van EU ETS

Een belangrijke vraag is wat de meerwaarde is van een bijmengverplichting ten opzichte van EU ETS. Bij een norm die is gericht op de cementindustrie is de meerwaarde ons inziens waarschijnlijk beperkt, omdat de uitstoot van broeikasgassen de belangrijkste milieu-impact van cement is. Een Europese norm zal waarschijnlijk niet voor 2035 ingevoerd zijn, terwijl voor de cementindustrie vanuit EU ETS er een afbouwpad geldt waarbij in 2040 geen nieuwe emissierechten worden uitgegeven. Bij de afbouw van de emissierechten en oplopende CO₂-prijs wordt de cementindustrie al maximaal geprikkeld om te verduurzamen. Wel kan een norm stimuleren dat de industrie verder verduurzaamt nadat CCS is toegepast. Er is een risico dat bedrijven hun fossiele productieprocessen langer in stand houden om de investeringen in CCS terug te verdienen, waardoor de overstap naar fossielvrije alternatieven wordt vertraagd. Een CO₂-norm die CCS uitsluit, kan dan behulpzaam zijn om duurzame alternatieven te stimuleren zoals gerecycled cement, alternatieve duurzame type klinkers en geopolymere.

Vermindering van de uitstoot binnen het EU ETS kan ook plaatsvinden door productiecapaciteit te verplaatsen naar buiten de EU. Echter, een bijmengverplichting kan dezelfde prikkel geven als dit leidt tot een kostenverhoging voor de cementindustrie.

Een norm bij betonproducenten of aan het einde van de keten kan wel meerwaarde bieden ten opzichte van EU ETS. Hierdoor worden cementproducenten niet alleen vanuit EU ETS gestimuleerd om duurzaam te produceren, maar wordt de vraag ook vanuit de afnemers van eindproducten gestimuleerd. Omdat de norm aan het einde van de keten is, is niet alleen cement dat binnen de EU wordt geproduceerd onderhevig aan de norm, maar ook cement dat van buiten de EU komt. Hiermee wordt niet alleen het gelijke speelveld gewaarborgd, maar is er ook een prikkel voor producenten buiten de EU om te verduurzamen.

2.6 Technische en praktische haalbaarheid

Een norm kan zich richten op specifieke technieken (bijvoorbeeld een verplicht aandeel gerecycled cement of inzet van geopolymere). Een norm kan ook generiek van aard zijn,

zoals een norm die aangeeft wat de maximale CO₂-uitstoot mag zijn die per kilogram geproduceerd cement wordt uitgestoten (of alternatief in de vorm van een MKI-score, zoals nu gebeurt bij publieke aanbestedingen). Een CO₂-norm of MKI-score voor cement is praktisch gezien eenvoudiger dan een techniek specifieke norm, omdat cementproducenten dan zelf mogen bepalen welke technieken worden ingezet om te voldoen aan de norm. Een andere mogelijkheid is om CEM I cement, met de hoogste CO₂-impact, te verbieden. Ook daarmee zou invulling gegeven kunnen worden aan een bijmengverplichting, omdat hiermee de overige cementsoorten, die minder Portlandcement bevatten, verplicht worden. De vraag is echter of dit technisch haalbaar is, omdat er toepassingen zijn die CEM I kunnen vereisen. Daarbij wordt de toepassing van CEM II tot en met CEM VI al gestimuleerd door publieke opdrachtgevers in het kader van MKI.

Een techniek-specifieke norm opleggen aan de cement- of betonindustrie is technisch en praktisch gezien waarschijnlijk zeer uitdagend:

- Er zijn grote verschillen in toepassingsmogelijkheden van cement en beton, afhankelijk van het type bouwwerk. Ook zijn er verduurzamingsopties die alleen op bepaalde type cement toepasbaar zijn, waardoor een techniek specifieke norm die voor de gehele markt geldt lastig is.
- Ook zijn er wettelijke eisen die nu nog belemmeren dat duurzame technieken, zoals geopolymere, kunnen worden ingezet. Er zijn meerdere Europese normen voor beton, die in zeer hoog detail beschrijven wat ‘beton’ en ‘cement’ is, waaronder:
 - NEN-EN 197-serie: beschrijft wat cement is (geopolymeren komen hier (nog) niet in voor);
 - NEN-EN 197-6: beschrijft dat gerecycled cement maximaal 35% van het cement in beton mag vervangen, als bindende vulstof;
 - binnen de NEN-EN 197 serie zijn (nog) geen normen opgenomen voor geopolymere of CSA-betel;
 - NEN-EN 206: beschrijft wat beton is (o.a.: er moet cement in zitten conform NEN-EN 197);
 - NEN 8005: Nederlandse invulling van NEN-EN206;
 - NEN-EN 1992-1-1: reken- en ontwerpregels voor betonconstructies (onder ander: samenstelling beton moet conform NEN-EN 206);
 - NEN-EN 13670: technische eisen voor betonconstructies.

Tabel 2 - Technische normen voor cement

Innovatie	NEN-EN 197 serie	NEN-EN 206+NEN 8005:2017 NL	NEN-EN 1992-1-1
CSA-betel	X	X	X
Geopolymeren	N.v.t.	X	X
Cementrecycling	P (max. 35%)	P*	P*
Basaltvezelstaven	N.v.t.	N.v.t.	X

X Past niet binnen de norm en gelijkwaardigheid moet aangetoond worden.

P* Past binnen de norm.

* Aantonen van gelijkwaardigheid waarschijnlijk niet nodig, indien dit op het niveau van de NEN-EN 197 gedaan kan worden.

Op dit moment belemmeren technische normen nog de reguliere toepassingen van de alternatieven in beton, met name geopolymere en CSA-betel. Dit kan in 2035 uiteraard anders liggen. Het wegnemen van beperkingen voor duurzame alternatieven van cement is noodzakelijk om brede verduurzaming van de cementindustrie te stimuleren. Hiervoor is met name een uitbreiding van de NEN-EN 197 serie nodig, waarmee de reguliere toepassing van geopolymere, en in mindere mate CSA-betel, mogelijk gemaakt wordt.

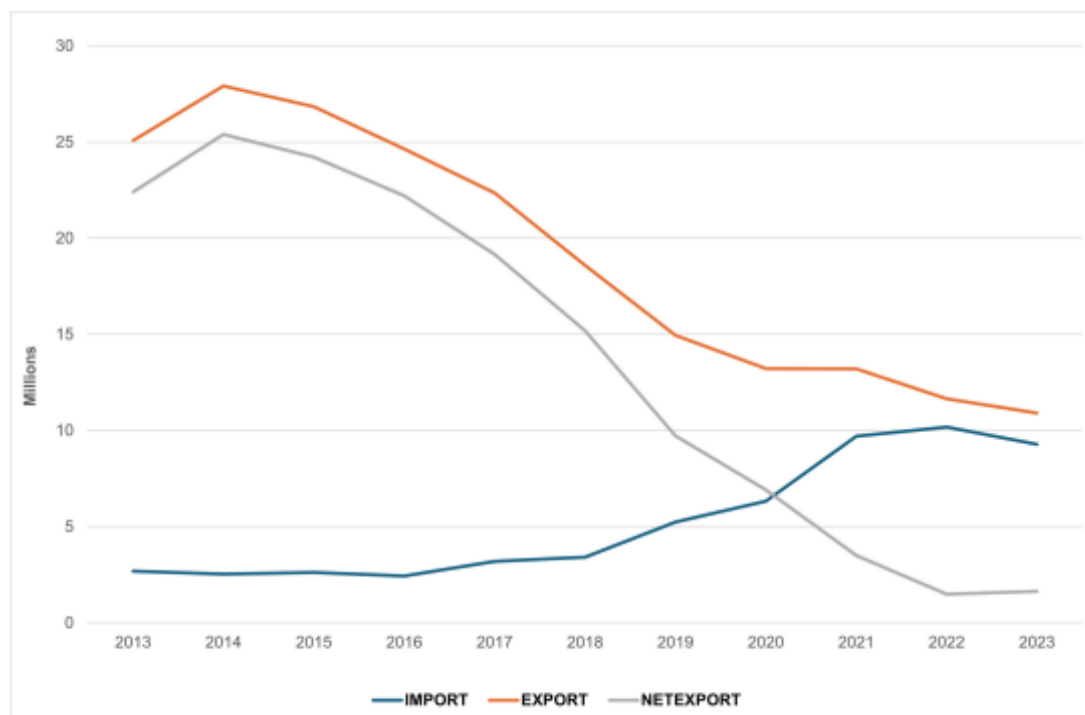
Omdat de mogelijkheden voor inzet van duurzame technieken verschilt per toepassing, ligt het voor de hand om te werken met duurzame certificaten, zodat producenten die niet aan de norm kunnen voldoen rechten kunnen inkopen van partijen die verder kunnen gaan dan de norm.

Als de norm aan het einde van de keten wordt geplaatst, moet in ieder geval traceerbaar zijn dat het product duurzaam cement bevat (Chain of custody). Welke standaarden of certificaten hiertoe het meest geschikt zijn, vergt aanvullend onderzoek.

2.7 Effecten op gelijk speelveld en strategische autonomie Europese industrie

Een Europese bijmengverplichting kan negatieve effecten hebben op de Europese cement-industrie, omdat dit kan leiden tot een kostenverhoging voor de industrie (als het duurder is voor cementproducenten om reductiemaatregelen toe te passen dan CO₂-credits in te kopen), die niet geldt voor cementproducenten buiten de EU. Cijfers van Eurostat laten zien dat de export van cement buiten de EU-27 tussen 2013 en 2023 is gedaald, terwijl de import is gestegen (zie onderstaand Figuur 4). Alhoewel het grootste deel van het cement dat in Europa wordt geproduceerd ook in Europa wordt geconsumeerd (de totale cementproductie in de EU bedroeg ruim 175 Mton in 2022), laten de cijfers in onderstaand figuur zien dat er wel sprake is van handel en blootstelling aan internationale concurrentie.

Figuur 4 - Import en export van cement in de EU-27



Bron: (CEMbureau, 2024b).

Een schakel verder in de keten, op het niveau van betonproducenten, zijn de nadelige effecten waarschijnlijk kleiner. Omdat het economisch niet rendabel is om beton over hele grote afstanden te transporteren (maximaal 50 kilometer)⁸ verwachten we echter dat een Europese norm weinig impact heeft op het level-playing field, mogelijk aan de randen van de EU waar het beton uit centrales vlak over de grens wordt geïmporteerd. Als een norm voor de betonindustrie in nationaal verband wordt ingevoerd, kunnen wel concurrentienadelen ontstaan, als Nederlandse betonproducenten worden geconfronteerd met een kostenverhoging die niet geldt voor concurrenten over de grens uit bijvoorbeeld Duitsland en België.

Alleen als de norm wordt opgelegd aan eindafnemers van beton (bijvoorbeeld Rijkswaterstaat), is bij een nationale norm het gelijke speelveld gewaarborgd, omdat de norm dan ook geldt voor geïmporteerd beton van buiten Nederland. Deze norm heeft daarom de voorkeur vanuit het perspectief van weglekeffecten en het level playing field.

2.8 Conclusies

- Er zijn verschillende mogelijkheden voor een bijmengverplichting op cement. Duurzame technieken voor cement zijn het gebruik van alternatieve materialen voor klinkers, duurzame typen klinkers, verduurzamen van het energiegebruik, verhogen thermische efficiëntie, CCS, gerecycled cement en geopolymeren.
- De norm kan worden opgelegd aan de cementindustrie, een schakel verder in de keten (betonindustrie) of aan het eind van de keten bij afnemers van beton.
- Er zijn verschillende instrumenten geïmplementeerd of in de maak die vraag en aanbod naar duurzaam cement en beton te stimuleren. Vanuit de vraagkant gezien worden normen voor publieke opdrachtgevers al uitgewerkt in de vorm van het meenemen van MKI-scores in aanbestedingen. Voor private opdrachtgevers zijn er nog geen normen, alhoewel inzet van duurzaam cement wel wordt gestimuleerd met een maximale MPG-score voor nieuwbouw.
- Een techniek-specifieke norm is uitdagend, omdat wettelijke eisen die worden gesteld aan beton de toepassing kunnen hinderen. Omdat de mogelijkheden voor inzet van duurzame technieken verschilt per toepassing, ligt het voor de hand om te werken met duurzame certificaten, zodat producenten die niet aan de norm kunnen voldoen rechten kunnen inkopen van partijen die verder kunnen gaan dan de norm.
- Een andere mogelijkheid is om CEM I cement, met de hoogste CO₂-impact, te verbieden. Ook daarmee zou invulling gegeven kunnen worden aan een bijmengverplichting, omdat hiermee de overige cementsoorten, die minder Portlandcement bevatten, verplicht worden. De vraag is echter of dit technisch haalbaar is, omdat er toepassingen zijn die CEM I kunnen vereisen. Daarbij wordt de toepassing van CEM II tot en met CEM VI al indirecte gestimuleerd door publieke opdrachtgevers die de MKI in aanbestedingen meenemen als gunningseis of -criterium.
- Het wegnemen van beperkingen voor duurzame alternatieven van cement is noodzakelijk om brede verduurzaming van de cementindustrie te stimuleren. Hiervoor is met name een uitbreiding van de NEN-EN 197 serie nodig, waarmee de reguliere toepassing van geopolymeren, en in mindere mate CSA-beliet, mogelijk gemaakt wordt.
- Een norm voor de cementindustrie biedt waarschijnlijk alleen toegevoegde waarde ten opzichte van de EU ETS, als dit ervoor zorgt dat een lock-in-effect wordt voorkomen door CCS toe te passen en daarmee de levensduur van fossiele productieprocessen wordt verkort.

⁸ (Economisch Instituut voor de Bouw, 2017).

- Een norm voor de cementindustrie kan mogelijk wel de concurrentiepositie aantasten, omdat deze niet geldt voor concurrenten buiten de EU. Bij een Europese norm voor betonproducenten zijn de effecten op het gelijke speelveld waarschijnlijk beperkt omdat beton niet over grote afstanden wordt geproduceerd en er daarom waarschijnlijk minder blootstelling is aan internationale concurrentie buiten de EU.
- Een nationale norm voor betonproducenten kan wel leiden tot concurrentienadelen, tenzij de norm wordt opgelegd aan de eindafnemer (bijvoorbeeld Rijkswaterstaat). Verduurzaming op productniveau zou gestimuleerd kunnen worden door het opleggen van normen in het kader van duurzaam inkopen. Hier wordt al aan gewerkt in het kader van een wetswijziging met een verplichting tot het gebruik van MKI bij publieke opdrachtgevers.

3 Staal

3.1 Omschrijving, producenten en milieu-impact

Staal is een legering van ijzer en koolstof. Het ijzer wordt gewonnen uit ijzererts. Ijzer is het meest gebruikte metaal ter wereld. In Europa wordt bijna één kilogram staal per persoon per dag gebruikt (De Correspondent, 2020). Staal heeft veel verschillende toepassingen, vaak door de legering van staal met andere metalen. In staal zit 1,7% koolstof en nog 1,5% andere metalen.

Staalproducten worden onderscheiden in twee types. Flat steel is staal van hoge kwaliteit, vaak is het primair staal geproduceerd uit ijzererts. Deze wordt ingezet voor voedselverpakkingen (blik), de auto-industrie en 'industriële producten', denk hierbij aan witgoed, tafels. Hiernaast bestaat long-steel, dit staal wordt veel gebruikt in de bouw, denk aan wapeningsstaal en H-balken. Dit type staal, waarbij de kwaliteitseisen vanuit de toepassing lager liggen, is vaker het resultaat van recycling (secundair staal).

Staal wordt in Europa geproduceerd door grote internationale concerns, zoals Tata Steel, ArcelorMittal, Voestalpine en Thyssen Krupp. Op 500 verschillende locaties wordt in totaal tussen de 125 en 170 Mton staal per jaar geproduceerd (Eurofer, 2022). 58% hiervan is de productie van primair (nieuw) staal, 42% is secundair staal (gerecycled staal). Bij de productie van primair staal wordt vaak ook gebruik gemaakt van een aandeel schroot, maar er zijn ook op zichzelf staande staalrecyclers. Deze staalrecyclers zijn vaak kleinere partijen. Nederland heeft één primaire staalproducent: Tata Steel in IJmuiden. Hier wordt met hoogovens staal gemaakt uit de grondstoffen ijzererts en steenkool. Tata Steel recycled een deel van het Nederlandse staal door bijmenging van schroot bij het primaire staal. Tata Steel mengt ongeveer 17% schroot bij (CE Delft, 2024a).

In totaal is de staalindustrie verantwoordelijk voor 5% van de CO₂-emissies in de EU (Innovation Origins, 2023). Bij de primaire productie van staal komen daarnaast fijnstof, PAKs, NO_x, SO_x en zware metalen vrij (EEA, 2024a). In de maatschappelijke discussie over de verduurzaming van staalfabrieken, wordt niet alleen gesproken over het broeikas effect, maar ook over de negatieve effecten op de volksgezondheid. Deze studie gaat verder niet in op deze effecten en maatregelen om deze emissies te verlagen.

3.2 'Grijze' productstromen en 'groene' alternatieven

Primair staal wordt gemaakt door ijzererts te reduceren met behulp van koolstof. Dit heet de BF-BOF-route, naar blast furnace (hoogoven) en basic oxygen furnace (oxystaalfabriek). Hierbij wordt ijzererts eerst verwerkt tot pellets en sinters. Steenkool wordt verwerkt tot cokes. Deze twee stromen worden samengevoegd in een hoogoven, waar cokes het ijzererts reduceren tot ruwijzer. Dit wordt vervolgens in een oxystaalfabriek tot staal gemaakt. In de laatste stappen (walsen, legeren) wordt het staal verwerkt tot het specifieke type staal, door toevoeging van verschillende metalen.

De gemiddelde koolstofintensiteit (wereldwijd) van de BF-BOF-route is 2,33 t CO₂/t staal (Worldsteel Association, 2023). In Europa is dit lager, Tata Steel in IJmuiden heeft een voetafdruk van 1,8 tCO₂/t staal. Een groot deel van de koolstofemissies van staalproductie komt van het gebruik van kolen.

Groene alternatieven

Er zijn verschillende verduurzamingsroutes mogelijk voor de productie van primair staal. Het gaat om Direct Reduced Iron, Hot Briquetted Iron, hoogwaardige schrootrecycling, alternatieven voor kolen en CCS.

Direct reduced iron (DRI)

De meest gekozen route om de productie van primair staal te verduurzamen is het gebruik van de DRI-route. Hierbij wordt het staal niet meer gereduceerd met kolen zoals in het BF-BOF-proces, maar met aardgas⁹ of waterstof. De reductie van het ijzererts tot direct reduced iron (DRI) vindt plaats in een direct reduction plant (DRP). Het DRI wordt vervolgens verder verwerkt in een elektrische hoogoven (EAF) tot staal, hierdoor stijgt de elektriciteitsvraag bij deze route significant. Bij zowel de inzet van aardgas als waterstof wordt de CO₂-uitstoot van staalproductie significant verminderd. Een groot deel van de Europese staalproducenten zet in op de DRI-route. Veel fabrieken geven aan dat zij voordat er voldoende waterstof beschikbaar is, inzetten op reductie met aardgas.

Hot briquetted iron

Een variant op de DRI-route is om de staalproductie op te breken in verschillende stappen. Hierbij kan de energie-intensieve stap (ruwijzerproductie, via DRI) plaatsvinden op strategisch gunstige locaties waar veel energie beschikbaar is. Het DRI wordt dan omgezet in de compactere vorm HBI (hot briquetted iron). Dit halffabricaat kan worden getransporteerd en tot staal verwerkt worden in een EAF, dicht bij de afnemers. In Europa zetten Voestalpine (Oostenrijk) en SSAB (Zweden/Finland) hier op in. Een nadeel is dat er ongeveer 15-25% meer elektriciteit nodig om de HBI's te smelten in vergelijking met de DRI. Dit komt omdat de HBI afgekoeld worden getransporteerd, voordat ze in een EAF worden verwerkt.

De HBI's zouden geproduceerd moeten worden op een locatie met veel en goedkoop aardgas of waterstof. Voor Voestalpine wordt dit aardgas in Texas, voor SSAB wordt dit waterstof in Zweden. (groene) HBI's zouden in deze situatie grootschalig gemaakt moeten worden op dezelfde plekken als waar nu wordt gesproken over grootschalige waterstofproductie. Hier moet dan naast de waterstofinfrastructuur, ook nog een DRP gebouwd worden. Op plekken met veel aardgas, staan al enkele HBI-fabrieken (Rothberger et al., 2023).

Schrootrecycling

Een andere verduurzamingsmogelijkheid is de inzet van meer en hoogwaardiger schroot. Het recycleren van schroot is staande praktijk en bewezen technologie, onder andere door het beter uitsorteren van schroot kan dit worden gerecycled tot nieuwe materialen met dezelfde kwaliteit als primair staal. Daarmee kan het primaire productie door meer toepassingen vervangen. Veel andere staalproducenten gaan in hun verduurzamingsplannen ook meer schroot bijmengen in de productie van primair staal. Tata Steel wil het aandeel schroot in hun staal ophogen van 17 naar 30%. Door het gebruik van een EAF kan meer schroot worden bijgemengd, in vergelijking met de hoogoven-technologie. Het bijmengen van schroot bij primair staal en voor secundair staal is niet hetzelfde, de kwaliteitseisen zijn hoger voor flat products. Voor een hoger bijmengpercentage zal ook de kwaliteit van het schroot moeten stijgen.

⁹ In theorie kan het aardgas worden vervangen door biogas, maar dit vraagt meer groengas dan de totale Nederlandse productie volgens de doelstelling in 2030. (Ministerie van EZK, 2024).

Bij het ophogen van de hoeveelheid schroot, moet rekening worden gehouden met het feit dat het recyclingpercentage van staal nu al zeer hoog is. Volgens Tata Steel is 95% van het staal dat ooit gemaakt is, nog in circulatie. Veel Europees schroot wordt nu geëxporteerd en bijvoorbeeld in Turkije verwerkt tot bouwstaal. Een (Europese) bijmengverplichting voor schroot in producten of halffabricaten, kan zorgen voor minder export van schroot.

Alternatieven voor kolen

Het is ook mogelijk om de koolstof van de cokes in het BF-BOF-proces te vervangen met biocokes of koolstof uit afgedankt plastic. ArcelorMittal heeft hier een proefinstallatie voor ontwikkeld in Gent onder de naam Torero. Het gaat om installaties van samen 88 kiloton afvalhout en daarmee 35 kton biokool (ArcelorMittal, 2023). Bij deze techniek gelden twee kanttekeningen. De eerste is dat het gebruik van plastic afval nog steeds zorgt voor fossiele CO₂-uitstoot en dat het de inzet van plastic recycalaat in plastic producten kan verdringen. De tweede is dat de vraag naar biokoolstof groot is (0,33 ton biocokes/ton staal), waardoor dit niet voor de gehele staalproductie mogelijk is.

CCS

Het is mogelijk om de geproduceerde CO₂ bij zowel een BF-BOF als bij een DRP-EAF af te vangen. In Europa zijn er geen fabrieken bekend die op hoogovens met CCS inzetten. Tata Steel heeft als toekomstplan om eerst staal te produceren met aardgas via DRI en de vrijkomende CO₂ af te vangen (Westerveld, 2024)¹⁰. De hoeveelheid CO₂ die dan afgevangen moet worden is significant kleiner dan bij de BF-BOF-route.

3.3 Huidig beleid

Er zijn nog geen bijmengverplichtingen op Europees niveau in de maak om de inzet van groene grondstoffen te stimuleren. Deze zijn ook niet op lidstaatniveau naar voren gekomen in deze studie. Wel zijn er binnen de EU taxonomie normen vastgesteld voor duurzaam staal. Deze regelgeving is ontworpen om te definiëren wat milieuvriendelijke praktijken zijn, zodat bedrijven en investeerders beter geïnformeerde beslissingen kunnen nemen en greenwashing wordt tegengegaan. De uitstoot in het productieproces (gecorrigeerd voor emissies voor afvalgassen) mag dan niet groter zijn dan de waarden in Tabel 3. Ook staal geproduceerd in elektrische ovens, grotendeels gerecycled, met minimaal 70% schroot (high alloy steel) of 90% schroot (carbon steel) vallen hieronder volgens de EU Taxonomy Regulation (EC, 2025a).

Tabel 3 - Benchmark waarden uit staalproductie (EC, 2021b)

Product	Benchmark (tCO ₂ /t)
Hot metal	1,331112
Sintered ore	0,163113
Coke	0,144114
Iron casting	0,299115
Electric arc furnace (EAF) High alloy steel*	0,266116
Electric arc furnace (EAF) Carbon steel**	0,209117
Electric arc furnace (EAF) High alloy steel	> 70% schroot
Electric arc furnace (EAF) Carbon steel	> 90% schroot

* High alloy steel is een legering van staal met een hoge bijmenging van ander materiaal.

** Carbon steel is staal dat alleen een legering is van ijzer en koolstof, zonder andere toevoegingen.

¹⁰ CCS wordt afwisselend wel en niet genoemd als onderdeel van de verduurzamingsplannen van Tata Steel in Nederland.



Ander belangrijk Europees beleid voor staal in de bouwsector is de Construction Products Regulation (CPR). Producenten worden hierin onder andere verplicht om aan de hand van digitale paspoorten om de milieu-impact van producten en materialen weer te geven (Rijkswaterstaat, 2023).

In een verkennende studie van het Joint Research Centre voor prioritaire productgroepen onder het Ecodesign wetgeving (ESPR), worden ijzer en staal ook genoemd als potentiële ‘intermediate productgroep’ voor het stellen van Ecodesign eisen (JRC, 2024). Dit wordt bevestigd door de Europese Commissie om staal op te nemen in de nieuwe ecodesign-regels (European Commission, 2025).

Alhoewel geen norm, is het belangrijkste Europese beleid om de verduurzaming van staalproductie te stimuleren, het EU ETS, waarin de emissierechten richting 2040 worden afgebouwd richting nul (zie Paragraaf 3.5).

Op nationaal niveau is er geen wetgeving bekend om de inzet van duurzaam staal te normeren. Wel wordt de inzet van duurzaam staal in de bouw gestimuleerd met duurzaam inkopen (MKI) en de inzet van duurzaam staal in gebouwen met de MPG (Milieuprestatie Gebouwen, zie ook Hoofdstuk 2 cement). Voorlopig is het effect hiervan nog klein, omdat er sowieso veel secundair staal in de bouw wordt ingezet en er geen duurzame geproduceerde variant als alternatief beschikbaar is. Hoger schrootgebruik hier, gaat ten koste van schrootgebruik elders.

Er wordt momenteel nagedacht over het opleggen van een schrootnorm bij de productie van auto's via de EcoDesign regulation (European Parliament, 2025). Door deze schrootnorm moet de export van schroot verminderen. Binnen een auto worden in deze wetgeving verschillende staalproductfamilies onderscheiden, deze verschillende families hebben andere toleranties voor de staalkwaliteit en daarmee voor de bijmengverplichting. Zelfs binnen een product zijn dus verschillende normen mogelijk. Een schrootnorm voor de auto-industrie wordt ook benoemd in het ‘European Steel and Metals Action Plan’ (European Commission, 2025). In Q4 2026 wordt de ‘circular economy act’ verwacht, om een Europese interne markt te creëren voor afval, waaronder staalschroot (European Commission, 2025). In Q4 2026 verwacht de Europese Commissie een haalbaarheidsstudie over een bijmengverplichting van recycled aluminium en staal te presenteren, binnen de ‘End-of-life Vehicle Regulation’.

In de End-of-life vehicle regulation wordt aan enkele typen voertuigen, personenauto's en lichte bedrijfsauto's, op de Europese markt de eis opgelegd dat deze voor 85% herbruikbaar of recycleerbaar zijn en voor 95% herbruikbaar of nuttig toepasbaar.

We concluderen dat het EU ETS tot zover nog niet heeft gezorgd voor een fundamentele verschuiving van productiemethoden naar klimaatneutraal staal. Met behulp van overheidsfinanciering worden er in heel Europa plannen gemaakt voor staalproductie met DRI, maar investeringsbeslissingen zijn nog nauwelijks genomen, mogelijk mede door een gebrek aan vraag naar duurzaam staal. Daarbij wordt op Europees niveau de verplichte inzet van schroot wel benoemd, maar concreet beleid met een verplichte vraagcreatie naar duurzaam staal is tot op heden nog niet ingevoerd.

3.4 Waar in de keten de norm opleggen?

Type norm

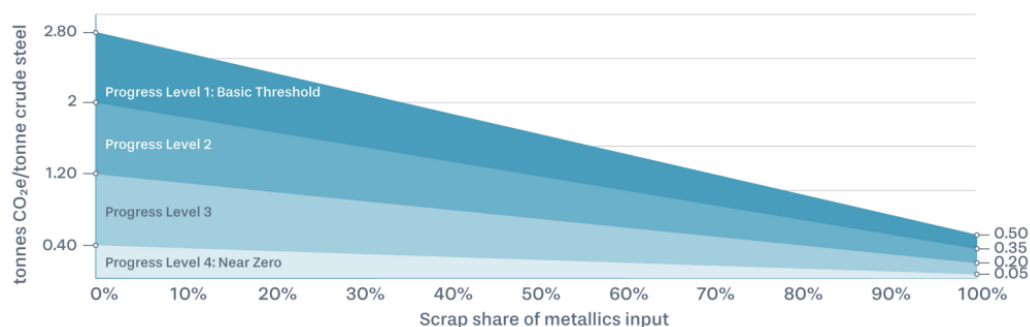
Er zijn verschillende normen denkbaar. Dit kan op techniekniveau (bijvoorbeeld een verplichting voor schrootinzet, gebruik van biokolen, productie van DRI-staal, CCS) of door te normeren op CO₂-intensiteit. Het voordeel van een CO₂-norm is dat deze technologie-neutraal is, zodat producenten zelf kunnen bepalen welke techniek wordt toegepast om de staalproductie te verduurzamen. Voor de uitwerking van een norm op uitstoot, kan mogelijk aangesloten worden bij de 'Responsible Steel Decarbonisation Progress Levels' (zie Tekstkader 1).

Tekstkader 1 - CO₂-intensiteit

Responsible steel beschrijft vier Progress Levels ('voortgangsniveaus'), waarbij de norm voor CO₂-intensiteit van het staal wordt opgelegd, waarbij wordt gecorrigeerd op het bijgemengde schrootpercentage. Voor de verschillende progress levels zijn meer criteria dan alleen een CO₂-norm, zoals normen voor ketenverantwoordelijkheid (ResponsibleSteel, 2024). Dit bespreken wij hier niet verder.

In Figuur 5 is de koolstofintensiteit van de verschillende progress levels af te lezen. De meeste staalproducenten vallen momenteel in progress level 1. Voor progress level 3 moet waarschijnlijk ingezet worden op staalproductie met DRI met aardgas. Hierbij hoeft geen CCS ingezet te worden. Voor progress level 4 moet ingezet worden op CCS, mogelijk met BF-BOF of DRI-CH₄. Ook is het mogelijk om met DRI-groene waterstof in progress level 4 te komen.

Figuur 5 - De verschillende niveaus van koolstofintensiteit volgens Responsible Steel



Bron: (ResponsibleSteel, 2024).

Massa-allocatie

Een andere mogelijkheid voor een norm is Bluemint. Bluemint is een product van Thyssenkrupp. Hierbij rekenen zij door allocatie minder CO₂ toe aan specifieke producten, die daardoor een premium krijgen. Oftewel, de fabrieksbrede CO₂-reductie door gebruik van procesefficiëntie en schrootgebruik, wordt toegekend aan een deel van de producten, die hierdoor een specifiek lage CO₂-voetafdruk hebben (ThyssenKrupp, 2021). Responsible Steel geeft aan dat dit niet is toegestaan volgens hun normen.

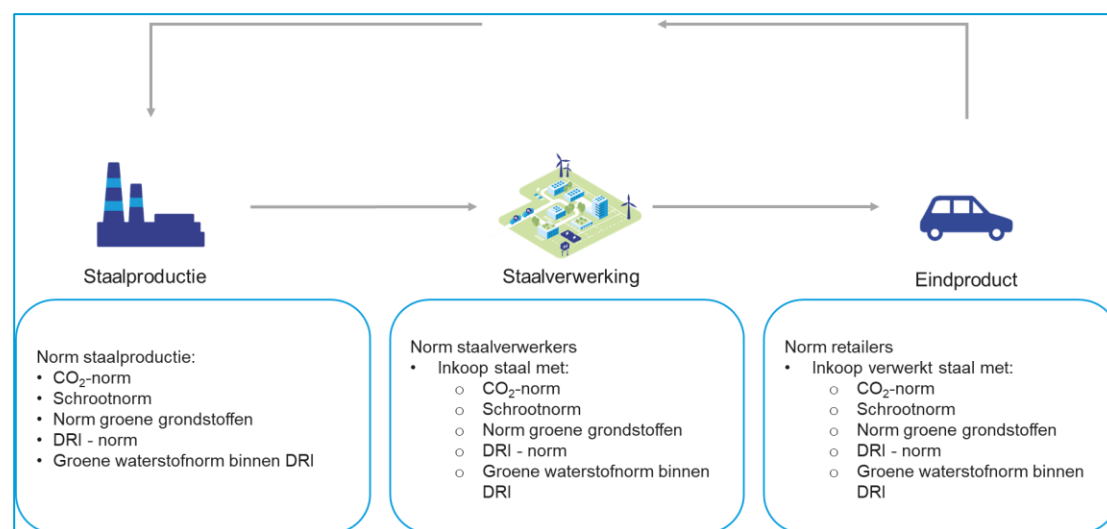
Plaats in de keten

Normen kunnen op het niveau van de staalproducent, staalverwerker of op het niveau van eindproducten (autogarages, supermarkten, overige retail, etc.) worden ingesteld. De markt voor staal en staalproducten is zeer mondiaal. Producten als auto's en witgoed worden wereldwijd verscheept van staalproducent, naar verwerker naar consument. Het opleggen van een staalnorm aan de producent of de verwerker kan hiermee een negatief effect of een weglekeffect uit Europa veroorzaken. Het voordeel van het opleggen van de norm bij de producenten is dat dit een overzichtelijk aantal bedrijven is.

Een andere mogelijkheid is om een norm op te leggen aan staalverwerkers. Er zijn echter meer staalverwerkers dan staalproducenten, wat de administratie lastiger maakt. Daarnaast kan niet elke kwaliteit staal door bijvoorbeeld recycling worden gemaakt. Dit zou betekenen dat er een handelssysteem moet worden opgezet van certificaten van recycling.

Alternatief zouden meerdere normen voor productgroepen opgezet kunnen worden. Door een eis op productniveau te leggen, wordt er een gelijk speelveld gecreëerd aan alle producenten, verwerkers en producten wereldwijd. Een nadeel hiervan is dat de administratie van alle productketens gevolgd moet kunnen worden. Dat levert hiermee een administratieve last op, op elke plek in de keten. Immers: de enige manier om de verschillende normen op productniveau te toetsen, is door deze terug te volgen tot het primaire productieproces. Het is niet mogelijk om in een eindproduct de duurzaamheid van de productiemethode te meten.

Figuur 6 - Mogelijkheden voor norm in de keten



3.5 Meerwaarde ten opzichte van EU ETS

Als een Europese verplichting voor de staalindustrie pas in 2035 wordt ingevoerd, heeft deze waarschijnlijk geen toegevoegde waarde. Het aantal ETS-rechten wordt sterk afgebouwd richting 2040. Met ETS-rechten wordt de staalsector bewogen naar een lagere uitstoot.

Een norm zal mogelijk wel impact hebben op de technieken waarmee CO₂-uitstoot wordt verminderd. Binnen het EU ETS heeft de industrie zelf de keuze welke techniek wordt ingezet om de uitstoot te verminderen, terwijl een norm een techniek zou kunnen voorschrijven (bijvoorbeeld bijmengpercentage schroot). Net als bij cementproductie kan een norm als toegevoegde waarde hebben om een lock-in effect te voorkomen op het gebruik van fossiele grondstoffen als de industrie CCS toepast om emissies te reduceren.

Vermindering van de uitstoot binnen het EU ETS kan ook plaatsvinden door productie-capaciteit te verplaatsen naar buiten de EU, waardoor weglekeffecten ontstaan. Een bijmengverplichting kan dezelfde prikkel geven als dit leidt tot een kostenverhoging voor de staalindustrie.

Veel halffabricaten van staal staan op de CBAM-lijst. Door een verdere verplichting op te leggen op de fabrikanten binnen het EUETS kan productie van eindproducten verplaatsen naar buiten de EU. CBAM zal voorkomen dat grijs-geproduceerde stalen halffabricaten geïmporteerd worden. Maar CBAM voorkomt niet dat grijs-geproduceerde eindproducten geïmporteerd worden.

Vanuit het perspectief van grondstoffenbesparing kan het gunstiger zijn om een bepaalde techniek voor te te schrijven. Een bijmengverplichting voor schroot zorgt er immers voor dat staalproducenten verplicht worden om meer schroot in te zetten. Daarbij is wel de vraag in hoeverre een bijmengverplichting voor schroot leidt tot grondstoffenbesparing voor primair staal. Vrijwel al het staalschroot wordt momenteel al gerecycled (85% (AluRVS, n.d.)), maar wel deels in laagwaardige toepassingen, zoals voor wapening in beton (export schroot naar landen als Turkije). Beter uitsorteren van het schroot leidt tot meer hoogwaardige recycling binnen de EU, maar dit betekent ook dat dit schroot niet meer beschikbaar is voor laagwaardige toepassingen, zoals in gewapend beton. In hoeverre dat leidt tot milieuwinst in wereldwijde de staalketen is daarmee de vraag.

De milieuwinst van beter uitsorteren van schroot is vooral te verwachten bij andere metaal-soorten zoals koper, die nu ook verdwijnen in het gewapende beton. Een bijmeng-verplichting voor gerecycled staal kan de businesscase voor uitsortering van schroot in de EU verbeteren en daarmee indirect zorgen voor hoogwaardigere recycling van kritieke en milieubelastende metalen als koper (wel onderdeel van Critical Raw Materials Act).

Een Europese bijmengverplichting heeft daarmee vanuit klimaatperspectief weinig toegevoegde waarde ten opzichte van het EU ETS. Wel kan het een prikkel geven tot meer hoogwaardige recycling van staal en indirect een prikkel geven tot beter uitsorteren van andere materialen, zoals koper en een lock-in-effect van CCS voorkomen.

Een norm aan het einde van de keten kan meerwaarde bieden ten opzichte van EU ETS. Hierdoor worden staalproducenten niet alleen vanuit EU ETS gestimuleerd om duurzaam te produceren, maar wordt de vraag ook vanuit de afnemers van eindproducten gestimuleerd. Omdat de norm aan het einde van de keten is, is niet alleen staal dat binnen de EU wordt geproduceerd onderhevig aan de norm, maar ook staal dat van buiten de EU komt. Hiermee wordt niet alleen het gelijke speelveld gewaarborgd, maar versterkt het ook de prikkel voor producenten buiten de EU om te verduurzamen.

De staalsector valt onder het EU ETS. Om te voorkomen dat er door het EU ETS-koolstoflekage plaatsvindt, kunnen installaties onder het EU ETS gratis emissierechten aanvragen. In Nederland kan dat bij het NEa (NEa, Lopend).

Van verschillende installaties (deelprocessen) van staalproductie wordt een 5-jaarlijkse benchmark vastgesteld, gebaseerd op de koolstofintensiteit van de 10% best presterende installaties in de EU. Bedrijven kunnen een vrijstelling (gratis rechten) aanvragen voor het deel van hun proces wat gedekt wordt door de benchmark. Het totaal aan gratis rechten heeft een cap, die ook jaarlijks afneemt.

Voor de productie van staal zijn er verschillende relevante benchmark (EC, 2021b): Kooks, sinters, EAF-carbon steel, EAF high alloy steel, iron casting, hot metal. In Nederland zijn dit de productie van kooks, sinters en hot metal. Deze termen slaan op verschillende onderdelen van het productieproces van staal. Voor een uitleg van de verschillende productiestappen van staal verwijzen wij naar (CE Delft, 2024a).

Vanaf 2026 zal door het in werking treden van het CBAM de mogelijkheid tot gratis ETS-rechten verder afgebouwd worden. In 2034 zal deze mogelijkheid volledig gesloten worden (NEa, 2024).

3.6 Technische en praktische haalbaarheid

Techniek specifieke normen voor Europese staalproductie zijn waarschijnlijk praktisch gezien ingewikkeld om in te voeren. Het opleggen van een schrootpercentage aan de producenten is bijvoorbeeld niet universeel mogelijk, omdat bij sommige productieprocessen het percentage fysiek begrensd is. In een EAF kan bijvoorbeeld meer schroot worden bijgemengd dan bij een BF-BOF, omdat het schroot het staal afkoelt, terwijl een EAF extra warmte kan toevoegen en dus dit effect tegenwerkt.

Ook technisch zijn er bezwaren aan het opleggen van een schrootnorm aan de producenten van staal. Er zijn heel veel verschillende soorten staal. Het is voor ons niet mogelijk om claims van staalproducenten, waarin zij aangeven welk aandeel recycling en schrootinzet mogelijk is, te verifiëren. Dit betekent ook dat er per staaltype of toepassing mogelijk een andere norm nodig is.

Een schrootnorm opleggen zal daarom gepaard moeten gaan met een handelssysteem in 'schrootrechten'. Fabrieken die met het BF-BOF-proces werken zullen deze certificaten moeten inkopen om te voldoen aan de schrootnorm. Hierbij worden certificaten van sectoren of toepassingen met bijvoorbeeld een hoge schrootinzet (zoals de bouw) verkocht aan sectoren of toepassingen met een lage schrootinzet (zoals voedselverpakkingen of automotive).

Omdat staal op verschillende manieren (productieprocessen) gemaakt kan worden, ligt het praktisch het meest voor de hand om te benchmarken op de CO₂-uitstoot. Het proces van staal maken en de eindproducten waarin staal verwerkt worden zijn te heterogeen om andere normen aan op te leggen. Deze optie laat de meeste ruimte aan de verschillende partijen om hun verduurzamingsroute te kiezen. Het opleggen van een CO₂-benchmark aan producenten is vergelijkbaar met het ETS-systeem.

Normen zijn ook denkbaar op het niveau van eindproducten (auto's, witgoed, blik, etc.). In dat geval geldt de norm voor zowel Europese producten als geïmporteerde producten buiten de EU. In dat geval zijn chain of custody certificaten noodzakelijk om te kunnen beoordelen of een product voldoet aan de gewenste duurzaamheidscriteria. Hierbij kan mogelijk aangesloten worden bij ontwikkelingen als de ESPR en in het kader van de End of Life Vehicles regulation, waarin voorstellen zijn opgenomen voor een verplicht aandeel recycalaat in plastics, het Steel and Metals Action plan (Rowena Mason, 2025) geeft aan dat ook mogelijkheden voor staal onderzocht zullen worden. Onderzocht kan worden of dergelijke normen kunnen worden uitgebouwd naar staal en welke eisen worden aangehouden voor de praktische implementatie.

Er lopen enkele onderzoeken naar schrootnormen die opgelegd kunnen worden aan verschillende product(groep)en. Er loopt een traject naar de inzet van schroot in auto's. Momenteel is er een eis van 15% schroot in flat steel en 75% in long steel. Dit zal mogelijk veranderen tot een totaalpercentage, rond de 30% (European Parliament, 2025). Dit wordt verwacht in Q4 2026.

3.7 Effecten op gelijk speelveld en strategische autonomie Europese industrie

Een bijmengverplichting die wordt opgelegd aan de staalindustrie, of afnemers van Europese staalproducenten (groothandelaren), kan leiden tot een kostenverhoging voor Europese producenten en daarmee een aantasting van de concurrentiepositie. Op nationaal niveau is het negatieve effect nog veel groter. Een bijmengverplichting voor schroot zorgt ervoor dat materialen binnen Europa blijven, waardoor dit een autonoom continent wordt. Hierbij gaat het niet alleen om staal, maar ook om kritieke grondstoffen, zoals koper (kritieke grondstoffen). Een norm op het niveau van eindproducten (auto's, witgoed, blik, etc.) zal leiden tot de minste weglekeffecten omdat de norm geldt voor zowel Europese producten als geïmporteerde producten buiten de EU.

3.8 Conclusies

- Belangrijke verduurzamingsmogelijkheden zijn staalproductie met behulp van waterstof of aardgas in plaats van kolen (direct reduced iron, DRI), schrootrecycling, inzet van biokolen en CCS.
- Als een Europese verplichting voor de bijmenging van schroot voor de staalindustrie pas in 2035 wordt ingevoerd, heeft deze vanuit klimaatperspectief waarschijnlijk beperkte toegevoegde waarde op EU ETS. Wel kan een norm een prikkel geven tot meer hoogwaardige recycling van staal en indirect een prikkel geven tot beter uitsorteren van andere materialen, zoals koper en een lock-in-effect van CCS (c.q. behoud van fossiele productieprocessen) voorkomen.
- Net als bij cement zal een norm bij de basisindustrie en bij staalverwerkers kunnen leiden tot negatieve effecten op de concurrentiepositie en weglekeffecten. Op nationaal niveau is het negatieve effect nog veel groter.
- Bij een Europese duurzame staalnorm op productniveau zijn de weglekeffecten en nadelen voor de concurrentiepositie veel beperkter. Een voorbeeld is het opleggen van een schrootnorm voor staalgebruik in auto's in het kader van de End of Life Vehicle Regulation. In Q4 2026 verwacht de Europese Commissie een haalbaarheidsstudie over een bijmengverplichting van recycled aluminium en staal te presenteren. Onderzocht kan worden of normen voor staal effectief zijn en welke eisen worden aangehouden voor de praktische implementatie.

4 Aluminium

4.1 Omschrijving, producenten en milieu-impact

Aluminium is een lichtgewicht metaal met een wereldwijde productie en handel. Het metaal wordt steeds meer grootschalig gebruikt in de energiesector (kabels), automotive sector (lichte voertuigen) en ook in de woningbouw en voor constructies. Om te voorzien in de vraag groeit de wereldwijde productie van aluminium jaarlijks.

Aluminium is een metaal dat wordt gemaakt uit bauxiet, een erts dat wereldwijd wordt gewonnen in mijnen. Vervolgens wordt aluminiumoxide¹¹ uit bauxiet vrijgemaakt, als grondstof voor aluminiumproductie. Bij de primaire productie van aluminium wordt aluminiumoxide opgelost in vloeibaar kryoliet en met behulp van koolstofanodes omgezet in puur aluminium.¹²

Er wordt geen primair aluminium meer gemaakt in Nederland. Nederland had tot 2022 één fabrikant van primair aluminium, Aldel. Deze is in 2022 failliet gegaan (Schyns, 2022). Nederland had twee anode-fabrieken, inmiddels nog één: Aluchemie in de Botlek is in 2021 gesloten (Rijmond.nl, 2021). Century Aluminium produceert nog steeds anodes. Ook zijn er drie aluminium recyclingfabrieken in Nederland: E-max, Zalco en Roba Metals. Deze smelten het aluminiumschroot om in nieuwe blokken aluminium.¹³

Er wordt gesproken over verschillende vormen van aluminium, wat mogelijk verwarrend kan zijn. Hieronder in het kort:

Bauxiet is het erts waaruit aluminium wordt gewonnen. Dit is vermengd met veel andere steensoorten, waaruit de aluminium moet worden vrijgemaakt. Het aluminium zit hierin niet opgeslagen als metaal, maar als oxide.

Aluminaat of aluminiumoxide is de gebonden vorm van aluminium: Al_2O_3 . Dit is de vorm waarin aluminium is opgeslagen in bauxiet.

Aluminiumhydroxide wordt gemaakt om het aluminium op te lossen en vrij te maken uit het bauxiet: $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Na het oplossen van het aluminiumhydroxide wordt dit door verhitting weer omgezet in aluminaat.

Bij het produceren van metallisch aluminium moet het oxide dus worden vrijgemaakt van de zuurstof, dat wordt gedaan met koolstofanodes en elektriciteit. De zuurstof komt dan vrij als kooldioxide en er blijft metallisch aluminium over.

¹¹ Het aluminiumoxide (aluminaat) opgelost onder druk en temperatuur in een natronloogoplossing. Vervolgens wordt het hieruit neergeslagen als aluminiumhydroxide en via roostering omgezet naar aluminiumoxide. Dit aluminiumoxide wordt wereldwijd verkocht voor verdere verwerking tot aluminium.

¹² De anodes lossen hierdoor op, waarbij CO_2 vrijkomt. Tijdens dit proces wordt zeer veel elektriciteit (15,2 MWh/ton, (PBL, 2021)) gebruikt om de reactie van aluminiumoxide naar puur aluminium te laten verlopen.

¹³ Het is niet bekend of deze bedrijven bezig zijn met het verduurzamen van hun processen, bijvoorbeeld door groengas in te kopen.

Aluminiumproductie leidt tot CO₂-uitstoot en overige vervuiling. Broeikasgasemissies hangen vooral samen met het elektriciteitsverbruik voor het reduceren van het aluminiumoxide. Hieronder geven wij een rekenvoorbeeld van aluminiumproductie in 2023, met de Europese elektriciteitsmix. Het voorbeeld toont aan dat de Scope 1-emissie ongeveer 1/3^e van de emissies voor rekening neemt en de Scope 2-emissie 2/3^e. Duitsland is de grootste aluminiumproducent van de EU (329 gCO₂/kWh), daarna Frankrijk (50 gCO₂/kWh) (European Aluminium, 2025).

Tabel 4 - CO₂-emissie van aluminiumproductie in Europa

Aluminiumproductie		Waarde	Eenheid	Bron
Scope 1	Procesemissie	1,464	Ton CO ₂ /ton Al	(EC, 2021b)
	Elektriciteit	15,2	MWh/ton Al	(PBL, 2021)
Scope 2	Emissiefactor	0,210	Kg CO ₂ /kWh	(EEA, 2024c)
	Scope 2-emissie	3,192	Ton CO ₂ /ton Al	

Daarnaast komt red mud vrij als afvalstof bij de winning van aluminaat. Dit is een basische stroom met opgeloste zware metalen. Per ton aluminaat wordt 1-1,5 ton *red mud* geproduceerd. Deze afvalstroom moet op een goede manier verwerkt worden, om te voorkomen dat er ecologische schade ontstaat.

4.2 Huidig beleid

Er zijn nog geen bijmengverplichtingen op Europees niveau in de maak om de inzet van groene grondstoffen voor aluminiumproductie te stimuleren. Deze zijn ook niet op lidstaatniveau naar voren gekomen in deze studie. Wel zijn er binnen de EU taxonomy regulation normen vastgesteld voor duurzaam aluminium. Aluminium met een emissiefactor lager dan 1,484 kg CO₂ per kg aluminium wordt bestempeld als groen volgens de EU Taxonomy Regulation (Regulation EU 2020/852). Daarbij mogen de emissies van het elektriciteitsgebruik niet hoger zijn dan 100 gram CO₂e/kWh en het elektriciteitsgebruik niet hoger dan 15,5 MWh per ton Aluminium.

Ander belangrijk Europees beleid is de Critical Raw Materials Act. Met de Critical Raw Materials Act (CRMA), oftewel de Europese grondstoffenverordening, wil de Europese Unie zorgen voor een veilige en duurzame aanvoer van kritieke grondstoffen voor de Europese industrie. De verordening bevat een lijst van kritieke grondstoffen, waaronder bauxiet (grondstof voor aluminium). In de verordening zijn normen voor 2030 opgenomen: de winning moet 10% van de jaarlijkse behoefte van de EU dekken, de verwerking 40% en recycling 25%. Maximaal 65% van de jaarlijks in de EU benodigde hoeveelheid mag afkomstig zijn uit één niet-EU-land.

Op nationaal niveau zijn geen duurzame normen opgenomen voor aluminium. Wel wordt de inkoop van duurzaam aluminium gestimuleerd door de overheden met duurzaam inkopen (MKI) en aluminium duurzaam gebruik in gebouwen met de MPG.

Het ‘European Steel and Metals Action Plan’ (European Commission, 2025) heeft aangegeven dat zij in Q4 2026 een haalbaarheidsstudie over een bijmengverplichting van recycled aluminium en staal zullen presenteren, binnen de ‘End-of-life Vehicle Regulation. Ook zullen zij in Q4 2026 een bijmengverplichting van gerecycled aluminium in bouwmaterialen presenteren in de ‘Circular Economy act’.

We concluderen daarmee dat er nog geen concrete normen op Europees niveau zijn die de vraag naar duurzaam aluminium stimuleren. Wel zijn er ontwikkelingen op het gebied van auto's en bouwmaterialen, maar die hebben tot dusverre nog niet geresulteerd in concreet beleid.

4.3 Grijze productstromen en groene alternatieven

De productie van 'grijs' aluminium heeft in verschillende fases van het productieproces een milieubelasting. Ten eerste bij de winning en opwerking van bauxiet tot aluminaat. Daarna zowel procesemissies (Scope 1) als elektriciteitsgebruik (Scope 2) bij de productie van aluminium uit aluminaat. Groene alternatieven zijn inerte anodes, groene koolstofanodes, groene elektriciteit en duurzame winning van bauxiet. Omdat schrootrecycling al groot-schalig gebeurt en economisch rendabel is, hebben wij deze optie niet verder uitgewerkt. De recycling rate is 76% wereldwijd en 81% in de EU (International aluminium institute, 2024). De Europese Commissie onderzoekt een dergelijke norm wel, binnen het European Steel and Metals Action Plan (European Commission, 2025). Dit heeft echter als doel om de strategische autonomie te vergroten en minder schroot de EU te laten verlaten¹⁴.

Inerte anodes

Een eerste techniek die de CO₂-uitstoot vermindert van aluminiumproductie is het gebruik van inerte anodes. De anodes worden gemaakt van een product dat niet direct reageert met de zuurstof. Hierdoor vindt de reactie plaats zonder koolstof en komt er aluminium en zuurstofvrij bij de reactie. Met deze techniek nemen de Scope 1-emissies significant af, mogelijk volledig.

Deze techniek is echter nog niet marktrijp. Onder de naam Elysis bouwen twee grote fabrikanten, Rio Tinto en Alcoa, in Canada een demonstratiefabriek met inerte anodes die in 2035 marktklaar zou kunnen zijn (Elysis, 2024). Als dit project succesvol is, dan is er een marktklare zero-emissie technologie die in de EU kan worden uitgerold. Als deze nieuwe technologie hogere kosten heeft, dan kan in de EU een markt worden opgebouwd, omdat aluminium onder het CBAM valt. Deze nieuwe groene productie kan hiermee worden beschermd tegen grijze concurrentie.

Groene koolstofanodes

Een tweede techniek is het gebruik van groene koolstofanodes. Een groot deel van de koolstofuitstoot van aluminiumproductie, is namelijk de directe CO₂-uitstoot van de koolstofanodes. Om dit te verminderen, kan er biokoolstof gebruikt worden als grondstof voor de anodes. Dit kan momenteel nog maar voor 3% worden bijgemengd in de anodes. Dit gebeurt alleen nog in onderzoek (PBL, 2020). Voorlopig zijn nog geen gegevens bekend over de productie van pure bio-anodes.

¹⁴ Omdat de aluminium vraag snel groeit kan maar een beperkt deel van de vraag naar aluminium ingevuld worden met recycling van oud aluminium. Er is onvoldoende aluminiumafval om de vraag naar aluminium te dekken. In 2021 werd wereldwijd 107 Mton aluminium geproduceerd. 68 Mton hiervan kwam van primair aluminium, 16 Mton van interne recycling en 22 Mton van recycling (IAI, 2021). Zelfs tot 2050 wordt verwacht dat maximaal de helft van het aluminium uit recycling kan komen.

Groene elektriciteit

Een derde verduurzamingsmaatregel is het gebruik van groene elektriciteit. De elektriciteitsmix in Europa wordt steeds minder koolstofintensief. Hierin zijn nog wel grote verschillen tussen landen. Nederland wil in 2035 een koolstofvrije elektriciteitsmix hebben (Pentalateral Energy Forum, 2023). Naast technologische veranderingen zou het gebruik van koolstofvrije elektriciteit de voetafdruk van aluminiumproductie significant verminderen.

Duurzame winning en verwerking van bauxiet

Een vierde maatregel is duurzame winning van bauxiet. Een norm voor de duurzame winning van bauxiet kan wettelijk verplicht worden gesteld. Hierbij kan bij verschillende bestaande normen (Aluminium Stewardship Initiative, zie hieronder) worden aangesloten. Een van de onderdelen van deze norm kan zijn om een maximale CO₂-intensiteit op aluminiumoxide te leggen. Bauxiet wordt gewonnen in verschillende landen. Voor de EU zijn vooral Guyana (58%), Brazilië (12%), Sierra Leone (11%), Griekenland (9%), en China (7%) relevant. In Australië wordt ook veel bauxiet gewonnen, maar hierin vindt geen handel plaats met de EU. Het winnen van bauxiet heeft voornamelijk invloed op de lokale biodiversiteit. Bauxiet ligt ondiep in de grond (1-20 m diep), waardoor veel land wordt afgegraven voor de winning. De winning vindt voornamelijk plaats in bossen en tropisch regenwoud. Van alle mijnbouwactiviteiten zorgt de winning van bauxiet voor de meeste ontbossing in Brazilië (42% in de jaren 2005-2015).

4.4 Waar in de keten de norm opleggen

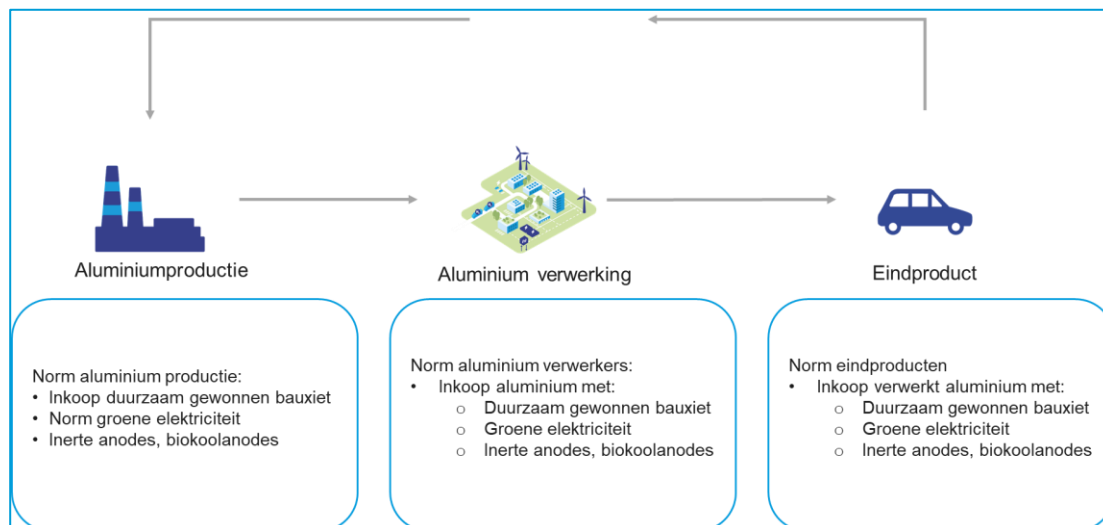
Type norm

Er zijn verschillende typen normen mogelijk om de productie van aluminium te verduurzamen. Voor de winning van bauxiet en de verwerking tot aluminaat is het denkbaar om aan te sluiten bij het Aluminium Stewardship Initiative. Het gaat om grondstoffen die op een duurzame manier gewonnen en verwerkt zijn. Een andere optie is de verplichte inkoop van groene energiecertificaten. Hierbij kan worden gedacht aan een norm voor een maximale koolstofintensiteit voor de elektriciteit. Het JRC ziet dit ook als belangrijke mogelijkheid om aluminiumproductie binnen de Europese Unie te verduurzamen (Centre et al., 2024). Het opleggen van een norm op nieuwe duurzame processen is niet mogelijk, omdat deze processen nog niet uitontwikkeld zijn. Alleen de inerte anodes hebben een hoog TRL-niveau en kunnen binnen afzienbare tijd beschikbaar komen.

Plaats in de keten

Deze normen kunnen worden opgelegd aan zowel de producent van aluminium, de verwerker van het aluminium en de verkoper van aluminiumproducten.

Figuur 7 - Mogelijkheden voor norm in de keten



Verkopers moeten kunnen aantonen dat het gebruikte aluminium gemaakt is met duurzaam gewonnen bauxiet, dan wel dat het gemaakt is met (voldoende) groene elektriciteit. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen de productielocatie en hiermee worden ook de mogelijkheden tot weglekeffecten geminimaliseerd. Een belangrijk nadeel is dat dit de administratieve last van een norm op de grootste groep (eindklanten) legt.

4.5 Meerwaarde ten opzichte van EU ETS

Een Europese verplichting voor duurzame winning en verwerking van bauxiet heeft meerwaarde ten opzichte van EU ETS. Deze norm zal ervoor zorgen dat milieueffecten buiten de EU worden verminderd. EU ETS stuurt hier niet op aan. Terwijl de EU wel aan zal sturen op meer bauxietwinning binnen de EU via de critical raw materials act (EC, 2023b).

Een Europese verplichting opleggen aan de aluminiumindustrie voor Scope 2 (groene elektriciteitscertificaten) of de inzet van bio-anodes, heeft waarschijnlijk weinig of geen toegevoerde waarde ten opzichte van EU ETS. De verwachting is dat een verplichting rond 2035 ingevoerd kan worden. Dan zal een groot deel van de Europese elektriciteitsopwekking al koolstofarm zijn. Het ETS wordt verwacht af te lopen in 2040 en elektriciteitsproductie loopt voor op de transitie ten opzichte van de industrie.

Een nationale norm voor aluminium is niet aan de orde aangezien in Nederland geen productie meer plaatsvindt. Een nationale norm op de verwerking van aluminium heeft mogelijke verplaatsingseffecten, maar deze zijn niet onderzocht.

Een norm aan het einde van de keten kan net als bij cement en staal meerwaarde bieden ten opzichte van EU ETS. Hierdoor worden aluminium producenten niet alleen vanuit EU ETS gestimuleerd om duurzaam te produceren, maar wordt de vraag ook vanuit de afnemers van eindproducten gestimuleerd.

4.6 Technische en praktische haalbaarheid

Een norm voor de duurzame winning en verwerking van aluminiumoxide lijkt technisch mogelijk. Hiervoor zou bijvoorbeeld aangesloten kunnen worden bij het Aluminium Stewardship Initiative voor de winning van bauxiet. Deze kan worden opgelegd aan de inkopers van aluminiumoxide, oftewel de producenten van primair aluminium. Omdat er nog maar één mijn in Europa is, waar bauxiet gewonnen wordt, zal de norm dus voornamelijk voor buiten-Europese locaties gaan gelden. Omdat de productie van aluminium zeer mondiaal is, moet de hele keten goed gedocumenteerd worden en inzichtelijk gemaakt bij de eindproducent. De norm zal dan ook aan de buitengrens van de douane-unie gecontroleerd moeten worden.

Er zijn meerdere bedrijven op de Europese markt die bauxiet verwerken. Het opleggen van milieunormen is een standaardpraktijk binnen de Europese Unie. Het opleggen van milieunormen in het buitenland is lastiger, maar ook dit gebeurt op andere producten. De producent moet dan bewijzen dat zij voldoen aan bepaalde milieunormen.

Het opleggen van een elektriciteitsnorm bij de productie van primair aluminium is ook technisch mogelijk. Door het controleren van energierekeningen kan het jaarlijkse elektriciteitsverbruik worden gecontroleerd. Hierop is ook te anticiperen door de producenten. Veel producenten zitten ook al in regio's met goedkope, overvloedige groene stroom en duurzame elektriciteit, zoals het waterkrachtrijke Noorwegen.

Een norm op een nieuwe productiemethode zal moeilijk af te dwingen zijn. Er zijn momenteel geen andere productiemethodes beschikbaar voor de primaire productie van aluminium. Hoewel het gebruik van alternatieve technologie zeker moet worden gestimuleerd, valt het moeilijk te verdedigen een norm op te leggen voor een techniek die nog niet bewezen is.

4.7 Effecten op gelijk speelveld en strategische autonomie Europese industrie

Het opleggen van een norm aan producenten van primair aluminium heeft het grootste risico op weglekeffecten. De markt voor aluminium en aluminiumproducten is zeer mondiaal. Hierbij wordt de locatie van aluminiumproductie goeddeels bepaald en verschoven op basis van elektriciteitsprijzen. Het opleggen van een norm op groene energiecertificaten of duurzame grondstoffen voor de producenten van aluminium kan leiden tot een verplaatsing van de productie van deze processtappen.

Het opleggen van een van beide normen zou kunnen zorgen voor een verhoging van de prijzen van aluminiumproducten die in Europa zijn gemaakt. Dit zorgt voor potentiële weglekeffecten. De Europese Commissie zal ook het CBAM uitbreiden met enkele aluminiumproducten in Q4 2025 (European Commission, 2025).

Het opleggen van een norm voor het gebruik van groene elektriciteit tijdens de productie of duurzame bauxietwinning zou daarom bij voorkeur worden neergelegd bij de eindklant. Hier is het risico op weglekeffecten het kleinste. Dit sluit ook aan bij de voorstellen van de Europese Commissie, om op de eindproducten een norm op te leggen.

4.8 Conclusies

- Aluminiumproductie kan worden verduurzaamd door duurzame winning van bauxiet, inzet van groene elektriciteit, inerte anodes (demofase) en bio-anodes. De nieuwe technologieën zijn nog niet marktrijp.
- Een norm voor de duurzame winning en verwerking van aluminiumoxide lijkt technisch mogelijk. Hiervoor zou bijvoorbeeld aangesloten kunnen worden bij het Aluminium Stewardship Initiative voor de winning van bauxiet.
- Een Europese verplichting opleggen aan de aluminiumindustrie voor Scope 2 (groene elektriciteitscertificaten) of de inzet van bio-anodes, uitgaande van invoering in 2035, heeft waarschijnlijk weinig of geen toegevoerde waarde ten opzichte van EU ETS. Bij de afbouw van de emissierechten en oplopende CO₂-prijs wordt de aluminiumindustrie al geprikkeld om groene elektriciteitscertificaten toe te passen.
- Een nationale norm voor aluminium is niet aan de orde aangezien in Nederland geen productie meer plaatsvindt.
- Een norm aan het einde van de keten heeft net als bij cement en staal de voorkeur vanuit het perspectief van weglekeffecten en gelijke speelveld.
- Het voordeel van een norm op productniveau is dat er vanuit de afnemers vraag komt naar duurzaam aluminium. In tegenstelling tot EU ETS dat op de aanbodzijde werkt.

5 Chemische industrie (inclusief plastics)

5.1 Omschrijving, producenten en milieu-impact

De chemische industrie verwerkt aardoliestromen tot grondstoffen waarmee producten zoals plastics, rubbers, verschillende soorten verf en oplosmiddelen worden gemaakt. Bij elkaar is de chemische industrie verantwoordelijk voor de vervaardiging van meer dan 10.000 verschillende stoffen. Nafta en Liquefied Petroleum Gas (LPG) vormen daarbij de belangrijkste grondstoffen die vanuit de raffinagesector wordt aangevoerd. Verreweg het meest energie-intensieve proces bij de verwerking van nafta en LPG is het zogenaamde *stoomkraken*. Dit is een endotherm-proces dat veel thermische energie nodig heeft (doorgaans gewonnen uit onder andere rookgassen en stoom). Tijdens het stoomkraken worden de lange koolwaterstofketens in een fornuis verhit en ‘opgebroken’ of ‘gekraakt’ in kortere ketens zoals onder andere ethyleen, propyleen en (BTX-)aromaten: benzeen, toluen en xyleen.

Volgens gegevens van het Duitse marktonderzoeksbureau SVP zijn er momenteel ongeveer 50 stoomkrakers in bedrijf binnen de EU-28, verdeeld over twintig verschillende bedrijven (SVP, 2025). Deze installaties zijn essentieel voor de petrochemische industrie, waarbij ze grondstoffen zoals nafta en ethaan kraken tot basischemicaliën zoals ethyleen en propeen. Naast het naftakraken wordt ook katalytisch reformen toegepast, met name voor BTX-productie. Het scheiden in de afzonderlijke aromaten gebeurt dan in zogenaamde ‘Aromatics Plants’.

De kunstmestindustrie, die ook onder de chemie valt, produceert ammoniak en verwerkt deze tot kunstmest door andere voedingsstoffen toe te voegen. De meest energie-intensieve stap is de productie van ammoniak, dat nu gebeurt door aardgas en stoom bij hoge temperatuur om te zetten naar waterstof, de belangrijkste grondstof voor ammoniak.

Naast etheen, propeen en ammoniak is ook methanol één van de voornaamste basischemicaliën waaruit zuren, plastics en andere chemicaliën worden vervaardigd. Verder wordt methanol ook ingezet als grondstof voor de productie van brandstoffen voor onder andere auto's, schepen en industriële boilers.

Voor de chemische industrie focussen we in dit onderzoek op stoffen die in grote bulkhoeveelheden worden geproduceerd en het leeuwendeel van de CO₂-uitstoot voor hun rekening nemen. De focus ligt daarom in dit rapport op:

- etheen en propeen;
- benzeen, toluen en xyleen;
- ammoniak;
- methanol.

De klimaatimpact van de chemische industrie in de EU27 kwam in 2021 neer op 60 Mton CO₂-eq. (Cefic, 2021; EEA, 2024b). Dat gaat dan nog om procesemissies: emissies van broeikasgassen die voortkomen uit industriële en chemische processen. Als we ook de emissies meenemen die vrijkomen bij de verbranding van brandstoffen dan bedraagt de milieu-impact zo'n 123 Mton CO₂-eq. (Cefic, 2021).

5.2 Grijze productstromen en ‘groene’ alternatieven

Olefinen en aromaten

De productie van olefinen gebeurt hoofdzakelijk door nafta te kraken. Daarnaast kunnen lichtere naftafracties ook verder verwerkt worden door het katalytisch reformen ten behoeve van de productie van aromaten zoals benzeen, toluen en xyleen. Beiden processen zijn erg energie-intensief en nemen daarmee het gros van de klimaatimpact voor hun rekening.

Klimaatwinst kan worden gerealiseerd op zowel grondstof-niveau (bijvoorbeeld het gebruik van bionafta of pyrolyse-olie), maar ook op energie-technisch niveau, i.e. het verduurzamen van de technieken die nodig zijn. Zo zou het stoomkraken kunnen worden geëlektrificeerd met een (partieel) elektrisch fornuis. Ook de traditionele gascompressoren kunnen worden geëlektrificeerd. Daarnaast kunnen elektrische boilers stoom leveren voor hulpprocessen in kraakinstallaties, denk aan: voorverwarming, reiniging en aandrijven van turbines en compressoren. Een alternatief zou ook kunnen zijn om volledig over te gaan op een waterstoffornuis en waterstofcompressoren.

Ammoniak

Ammoniak wordt met het Haber-Boschproces vervaardigd uit waterstof en stikstof. De benodigde (grijze) waterstof wordt doorgaans gevormd uit *steam reforming* van aardgas (SMR). Daar komt CO₂-vrij bij de verbranding van aardgas voor het leveren van thermische energie en bij het reformen zelf. De CO₂ die bij het reformen vrijkomt is relatief zuiver. Een deel daarvan wordt doorgaans dan ook gebruikt verder in het proces bij de productie van ureum.

Klimaatwinst kan worden gerealiseerd op grondstof-niveau, maar ook door het verduurzamen van de technieken die nodig zijn. Zo zou de waterstofproductie uit het SMR-proces plaats kunnen maken voor elektrolyse met hernieuwbare elektriciteit. (Groene) waterstof-import of gebruik van biogas in SMR-installaties zijn ook nog verduurzamingsopties voor ammoniak. Bovendien zou een alternatief voor de SMR ook een vergassingsinstallatie kunnen zijn met afval of biomassa als feedstock.

Methanol

Methanol wordt tegenwoordig hoofdzakelijk vervaardigd door aardgas te verbranden om de benodigde thermische energie te leveren voor het SMR. Daarnaast wordt aardgas zelf ook als feedstock gebruikt en fungeert daarmee zowel als grondstof als brandstof bij methanol-productie. Bij de verbranding wordt er CO₂ uitgestoten waarvan een deel bij het methanol-synthese wordt ingezet als grondstof. Groene(re) alternatieven zijn:

- bio-methanol: Biomassa als grondstof + SMR/vergassing.
- bio-e-methanol: Biomassa + SMR/vergassing + groene waterstof.
- e-methanol: Hernieuwbare elektriciteit + elektrolyse + biogeen CO₂.
- blauwe methanol: Hernieuwbare elektriciteit + elektrolyse + fossiel CO₂.
- blauwe methanol: CCS.
- methanolproductie via fermentatie van afval of biomassa.

5.3 Huidig beleid

Voor de chemische industrie, en met name op plastics, zijn er al verschillende beleids-instrumenten (in de pijplijn) die de inzet van groene alternatieven stimuleren. Een belangrijk instrument is de Packaging and Packaging Waste Regulation (PPWR), die op 24 april 2024 door het Europese Parlement de PPWR aangenomen. Naar verwachting wordt de PPWR eind 2025 of begin 2026 ingevoerd. Kunststof verpakkingen moeten een verplicht aandeel recyclelaat bevatten in 2030 (Artikel 7) (Europees Parlement, 2025):

- 30% PET-voedselverpakkingen (50% in 2040);
- 10% voor andere voedselverpakkingen (geen PET, 25% in 2040);
- 30% eenmalige drankenflessen (65% in 2040);
- 35% voor alle andere verpakkingen (65% in 2040).

Ook de Single Use Plastics Directive is relevant. Deze richtlijn bevat een reeks maatregelen, zoals een verbod op eenmalige plastics zoals plastic bordjes, bestek, roerstaafjes, rietjes, wattenstaafjes en ballonstokjes. Ook moeten producenten minimaal 90% van alle plastic drinkflessen tot 3 liter inzamelen voor recycling en moeten PET-flessen in 2030 voor 30% uit gerecycled plastic bestaan.¹⁵

In de End of Life Vehicle (ELV) Regulation zijn verplichtingen opgenomen voor de inzet van plastic recyclelaat in auto's. Hierin is een voorstel opgenomen dat 25% van het plastic in nieuwe auto's uit recyclelaat bestaat.¹⁶

De Europese Circular Economy Act, waarvan een formeel voorstel wordt verwacht in 2026, bouwt voort op de Circular Economy Action Plan (CEAP) uit 2020. Er wordt verwacht dat de Circular Economy Act een juridisch kader zal introduceren voor circulaire producten, afval en gerecyclede grondstoffen, om zo de kringloop van het gebruik van grondstoffen te sluiten (Europese Commissie, 2025).

Een ander Europees instrument is de EU Taxonomy Regulation, waarin is opgenomen welke activiteiten als 'groen' bestempeld kunnen worden bij het doen van investeringen. Voor basischemicaliën worden aromaten bijvoorbeeld als groen bestempeld bij een maximale uitstoot van 0,0072138 tCO₂e/ton 'complex weighted throughput'.

Complex weighted throughput

De term complex weighted throughput, of complex gewogen verwerkt product, is een maatstaf waarbij productievolumes worden gewogen naar de complexiteit en energiebehoefte van het proces. Op zo'n manier wordt de CO₂-uitstoot per eenheid productie op vergelijkbare wijze gewogen tussen verschillende installaties.

Ook hebben Europese lidstaten breed pakket voor duurzame koolstof in de chemische industrie uitgevraagd. Daarmee verzoeken zij de Europese Commissie beleid te ontwikkelen waarin marktcreatie, beschikbaarheid van duurzame koolstof en beleidsinstrumenten voor een gelijk speelveld aan bod komen (Ministerie van I&W, 2024).

In de Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) zullen op productniveau normen worden ingesteld. Bijvoorbeeld verplichte duurzaamheidseisen voor matrassen, meubels en textiel. Dit kan bijvoorbeeld ertoe leiden dat in dergelijke productgroepen een verplicht aandeel gerecyclede plastics toegepast moeten worden.

¹⁵ (Rijksoverheid, lopend).

¹⁶ (EC, lopend).

Voor de chemische industrie overweegt¹⁷ de ESPR voor Europese lidstaten duurzaamheidseisen en een informatieverplichting voor (JRC, 2024):

- maximale carbon footprint;
- minimale aandeel energieverbruik uit koolstofarme bronnen;
- gebruik van minimaal aandeel duurzame hernieuwbare materialen.

Op nationaal niveau zijn beleidsinitiatieven:

- Een circulaire plastic heffing zoals aangekondigd in het Hoofdlijnenakkoord. Met deze maatregel wordt beoogd om jaarlijks meer dan een half miljard euro aan belasting-inkomsten te genereren. Naar aanleiding van de voorjaarsbesluitvorming 2025 heeft het kabinet echter besloten voorlopig *geen* plasticheffing of circulaireplasticnorm in te voeren vanwege zorgen over de concurrentiepositie van Nederlandse bedrijven. In plaats daarvan worden de afvalstoffenbelasting verhoogd en de CO₂-heffing voor afvalverbrandingsinstallaties aangescherpt om de beoogde inkomsten en CO₂-reductie te realiseren. Tegelijk wordt met maatschappelijke partijen overlegd om voor augustus 2025 uitvoerbare en gedragen alternatieven te ontwikkelen die de circulaire economie stimuleren .
- In andere Europese lidstaten (Spanje) is een belasting op plastic verpakkingen al van kracht of voorgesteld (Italië). Op Europees niveau is er een verplichte afdracht Plastics own resource (afdracht van 800 €/ton niet-gerecycled kunststof verpakkingen door lidstaten af te dragen aan de EU). Met de afdracht van 800 €/ton niet-gerecycled kunststof aan de EU worden lidstaten gestimuleerd om maatregelen te treffen die het recyclen van kunststoffen stimuleren. Wanneer de afdracht wordt doorbelast dan verkleint dit het prijsverschil tussen virgin en recycled plastics en stimuleert daarmee hoogwaardige verwerking.
- Uitgebreide producentenverantwoordelijkheid voor onder andere verpakkingen, waarin producenten verantwoordelijk worden gemaakt voor de afvalfase van het product en zorgen voor de financiering van de inzameling en verwerking van het afval. Op nationaal niveau is het juridisch niet mogelijk om verplichtingen in het kader van UPV op productniveau voor te schrijven. Dit is alleen in Europees verband mogelijk (CE Delft, Universiteit Utrecht en Tauw, nog te publiceren). Dit betekent niet dat op nationaal niveau geen instrumenten mogelijk zijn. Lidstaten kunnen belastingen opleggen op eindproducten en duurzame varianten uitzonderen, of duurzame producten gunstigere tarieven voorschrijven in het kader van uitgebreide producentenverantwoordelijkheid.

Huidig beleid rondom het EU ETS blijft ook relevant. Het huidige EU ETS-systeem moedigt bedrijven namelijk aan om minder CO₂ uit te stoten door hen te laten betalen voor de uitstoot die ze veroorzaken. Dit maakt het voor bedrijven aantrekkelijker om de eerder beschreven duurzame technologieën/energiebronnen te gebruiken zoals elektrisch koken of gebruik van groene waterstof, vooral gezien de kosten voor CO₂-uitstoot stijgen en de uitgifte van nieuwe emissierechten wordt afgebouwd richting 2040. Daarnaast ondersteunt het SDE++-subsidieprogramma bedrijven die investeren in hernieuwbare energie, wat ook een verduurzamingsprikkel biedt.

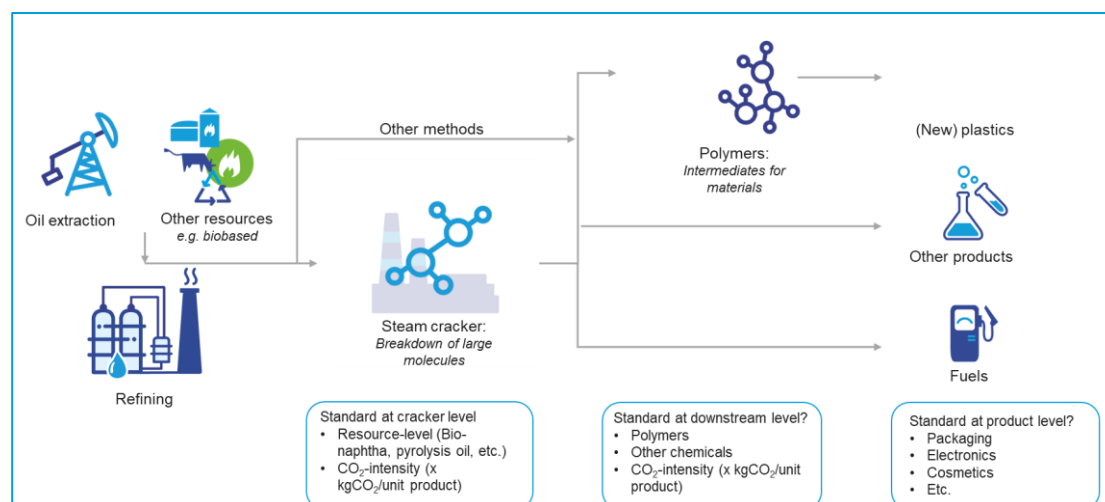
We concluderen dat er met name voor plastics verpakkingen en auto's verplichtingen komen voor de inzet van gerecyclede materialen, maar dit voor andere materialen en producten nog veel minder concreet is en minder gericht zijn op de inzet van biograndstoffen. Een bijmengverplichting die de vraag naar duurzame materialen in andere toepassingen stimuleert, zou daarom van toegevoegde waarde kunnen zijn.

¹⁷ Besluitvorming uitgesteld tot eind 2025.

5.4 Waar in de keten de norm opleggen?

Olefinen en aromaten

Figuur 8 - Opties voor het plaatsen van een bijmengverplichting bij de productie van bulkchemicaliën en afgeleiden*



* Etheen, propen, aromaten (BTX) en afgeleiden daarvan. Niet alle volumestromen zijn hier afgebeeld.

Waar de norm voor groene alternatieven in de keten kan worden opgelegd hangt af van het groene alternatief. Figuur 8 geeft een gesimplificeerd overzicht van de 'routes' waarbinnen een bijmengverplichting zou kunnen worden toegepast. Daarbij maken we onderscheid tussen een verplichting op het niveau van de kraker (of soortgelijk), verder de keten in (niveau van tussenproducten, zoals plastic korrels) en op eindproductniveau (bijvoorbeeld plastic producten zoals verpakkingen).

Een bezwaar van een norm op krakerniveau of op het niveau van tussenproducten (bijvoorbeeld polymeren), is dat het kan leiden tot weglekeffecten en verstoring van de concurrentiepositie van de Europese industrie, omdat de kostprijs van Europese chemische producten stijgt terwijl dat niet geldt voor geïmporteerde producten van buiten de Europese Unie. Chemisch gerecyclede plastics en bioplastics zijn bijvoorbeeld grofweg een Factor 2 tot 3 duurder dan virgin plastics (CE Delft, 2024). Dit bezwaar kan alleen worden ondervangen bij een norm die geldt op het niveau van eindproducten, omdat in dit geval ook geïmporteerde producten onderhavig zijn aan de norm.

Een extra bezwaar bij een norm voor de input van de kraker is dat er een aanzuigende werking kan optreden op afvalplastics die ook mechanisch gerecycled kunnen worden. Omdat mechanische recycling milieukundig beter scoort, is het alleen wenselijk om afvalplastics chemisch te recyclen die niet mechanisch gerecycled kunnen worden. Het zou daarom meer wenselijk zijn om een norm op te leggen verder in de keten (polymeren, andere chemische producten), waarbij ook mechanisch gerecyclede plastics zijn opgenomen in de norm.

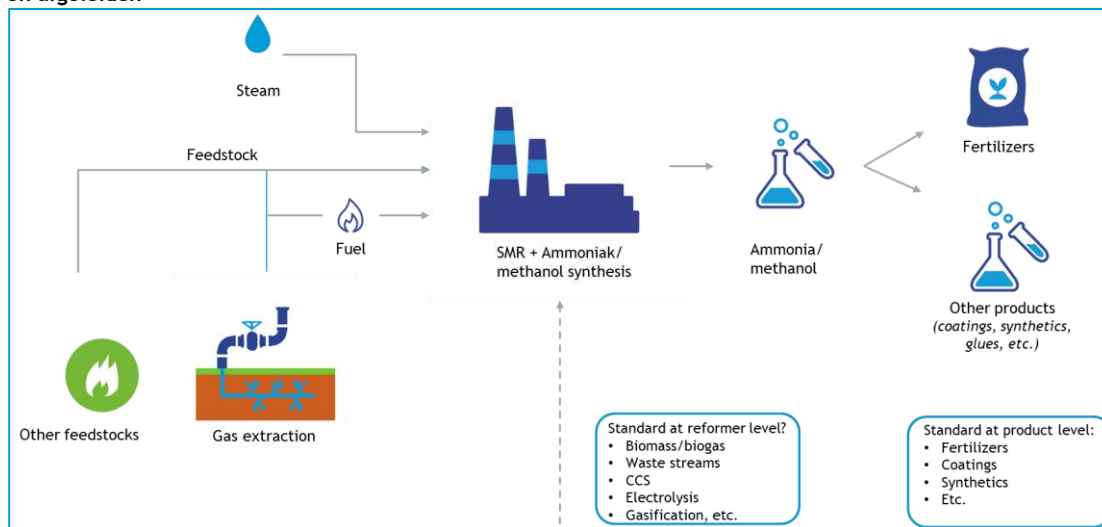
Een voordeel van een norm meer aan het begin van de keten is dat er minder partijen bij zijn betrokken en de norm daarmee administratief makkelijker is om te controleren en

handhaven. Bij een norm op het niveau van eindproducten zijn er zeer veel partijen onderhevig aan de norm.

Ammoniak en methanol

Ook bij SMR en vergassingsinstallaties zou een norm realiseerbaar kunnen zijn op grondstof-niveau, zie Figuur 9. Een norm aan de voorkant betekent dat een deel van het fossiele aardgas dat zowel als grondstof en brandstof wordt benut wordt vervangen door duurzame alternatieven zoals bijvoorbeeld biogas afkomstig vanuit biomassa- en afvalstromen.

Figuur 9 - Opties voor het plaatsen van een bijmengverplichting bij de productie van ammoniak en methanol en afgeleiden*



* Niet alle volumestromen zijn hier afgebeeld.

Een dergelijke norm zou producenten van e.g. ammoniak en methanol verplichten om een minimaal percentage van hun grondstoffen uit hernieuwbare bronnen te halen. Dit stimuleert het gebruik van hernieuwbare grondstoffen in het productieproces en draagt direct bij aan de reductie van de koolstofintensiteit van SMR- en vergassingsproducten. Daarnaast hoeven dergelijke installaties weinig tot niet te worden omgebouwd om de 'nieuwe' grondstoffeninput te kunnen verwerken.

Een belangrijk bezwaar van een norm aan de voorkant is vergelijkbaar met olefinen en aromaten. Namelijk dat het risico op weglekeffecten aanwezig is gezien de chemische industrie niet onder CBAM valt waardoor de concurrentiepositie van de Europese ammoniak en methanol producenten wordt verstoord. Het zou daarom wenselijk zijn ook hier een norm verder in de keten op te leggen.

5.5 Meerwaarde ten opzichte van EU ETS

Een Europese norm zal waarschijnlijk niet voor 2035 ingevoerd zijn, terwijl voor de chemische industrie vanuit EU ETS er een afbouwpad geldt naar een situatie in 2040 waarin geen nieuwe emissierechten worden uitgegeven. Bij de afbouw van de emissierechten en oplopende CO₂-prijs wordt de chemische industrie al maximaal geprikkeld om te verduurzamen. Tegelijkertijd neemt hierdoor het risico op weglekeffecten naar buitenlandse concurrenten toe.

Een norm voor de chemische industrie zal daarom deels overlappen. Toch kan een norm ook meerwaarde bieden ten opzichte van EU ETS. Voordelen van een bijmengverplichting ten opzichte van EU ETS kunnen zijn:

- Een groene bijmengverplichting kan verder in de keten fossiele emissies reduceren door gebruik van biograndstoffen en recycling te stimuleren aan de bron. De chemische industrie vervaardigt veel producten waarvan de CO₂-uitstoot pas later in de keten wordt uitgestoten (afvalverbranding). Het EU ETS plaatst tot nu toe alleen een cap op de directe emissies (zgn. Scope 1-emissies), en het is nog onzeker of afvalverbranding vanaf 2028 onder het EU ETS komt te vallen.
- Ook gaat ervan uit het huidige EU ETS-systeem nog geen prikkel uit voor de inzet van chemisch gerecyclede afvalplastics, zoals pyrolyse olie, omdat deze emissies fossiel zijn. Een norm geeft deze prikkel wel. Overigens komt er wel, zoals eerder genoemd, wel al een (sterke) prikkel door de verplichting voor de inzet van recycalaat in (voedsel)verpakkingen vanuit de PPWR, dus een prikkel vanuit de norm voor de chemische industrie zou hier (deels) overlappen.
- De prikkel vanuit EU ETS is momenteel onvoldoende om mechanische recycling te stimuleren. De kostprijs van virgin polymeren is, ondanks EU ETS veel lager dan de kostprijs van mechanisch recycalaat. Een norm kan deze prikkel wel verschaffen, mits mechanisch recycalaat wordt opgenomen in de norm.
- De meerwaarde van een Europese norm voor de chemische industrie zou vooral zijn dat de verplichtingen breder zijn dan alleen plastic producten. Een nadeel is dat er meerdere verplichtingen kunnen gaan gelden op verschillende plekken in de keten.
- Net als bij cement- en staalproductie kan een norm als toegevoegde waarde hebben op het reduceren van het gebruik van fossiele grondstoffen als de industrie CCS toepast om emissies te verminderen.

Vermindering van de uitstoot binnen het EU ETS kan ook plaatsvinden door productiecapaciteit te verplaatsen naar buiten de EU. Echter, een bijmengverplichting kan dezelfde prikkel geven als dit leidt tot een kostenverhoging voor de chemische industrie.

Een norm aan het einde van de keten kan sowieso meerwaarde bieden ten opzichte van EU ETS. Hierdoor worden chemische producenten niet alleen vanuit EU ETS gestimuleerd om duurzaam te produceren, maar wordt de vraag ook vanuit de afnemers van eindproducten gestimuleerd. Omdat de norm aan het einde van de keten is, zijn niet alleen de chemische producten die binnen de EU worden geproduceerd onderhevig aan de norm, maar ook producten die van buiten de EU komen. Hiermee wordt niet alleen het gelijke speelveld gewaarborgd, maar is er ook een prikkel voor producenten buiten de EU om te verduurzamen. Daarbij is het ook belangrijk om te vermelden dat er al normen op productniveau komen voor de inzet van recycalaat vanuit de PPWR en de Ecodesign For Sustainable Products Regulation (ESPR).

5.6 Technische en praktische haalbaarheid

Bij een norm voor de krakers ligt het voor de hand om aan te sluiten bij de meetprocedures en allocatieregels die worden vastgesteld voor verplicht aandeel recycalaat in andere Europese wetgevingstrajecten (PPWR). De praktische implementatie wordt complexer naarmate we verder de keten in gaan. Aan de achterkant (c.q. output) van krakers worden een breed scala aan producten en brandstoffen geproduceerd waardoor de meetbaarheid en allocatie moeilijker wordt. Het is daarbij immers de vraag of een norm dan wordt opgelegd aan producenten van eindproducten en/of eigenaren van productie-installaties zoals krakers.

5.7 Effecten op gelijk speelveld en strategische autonomie Europese industrie

Het introduceren van een bijmengverplichting voor de chemische industrie, of afnemers van producten vervaardigd door de chemisch industrie, kan de internationale concurrentiepositie van Europese lidstaten en bedrijven negatief beïnvloeden. Naast de beschikbaarheid van biograndstoffen zullen de kosten voor producenten hoger zijn, omdat biograndstoffen over het algemeen duurder zijn dan de fossiele tegenhanger, vooral als er geen subsidies of ondersteunend beleid is. De internationale concurrentiepositie van Europese chemieproducenten op de wereldmarkt zou daarmee in het geding kunnen komen. Bij een nationale norm is het nadelige effect nog groter dan bij een Europese norm, omdat bedrijven die in Nederland zijn gevestigd ook concurrentienadelen ondervinden van bedrijven binnen de Europese Unie. Ter illustratie, in een eerdere studie van CE Delft is bijvoorbeeld becijferd dat de nationale norm voor plastics kan leiden tot productieverminderingen van 5% tot 18% van de Nederlandse plastic producenten ((CE Delft, 2024b)). Het gaat hierbij weliswaar om plastic verwerkers (een schakel verder in de keten), maar het illustreert wel de blootstelling van de sector aan internationale concurrentie. Chemieproducenten met minder strikte regelgeving kunnen daardoor een concurrentievoordeel krijgen. Net als bij de productgroepen cement, staal en aluminium zal een norm op het niveau van eindproducten veel minder negatieve impact hebben op eindproducten.

5.8 Conclusies

- In de chemische industrie zijn ook meerdere duurzame technieken mogelijk, zoals de inzet van bio-nafta, pyrolyse olie en andere vormen van chemische recycling, CCS en elektrificatie.
- Ook voor deze productgroep geldt dat een norm aan het einde van de keten vanuit het perspectief van weglekeffecten en gelijk speelveld de voorkeur heeft. Bij een nationale norm is het nadelige effect nog groter dan bij een Europese norm.
- Er zijn op Europees niveau al verschillende lopende ontwikkelingen op het gebied van productnormen. De belangrijkste beleidsinstrumenten zijn de Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) en de Packaging and Packaging Waste Regulation, waarin duurzame verplichtingen op productniveau worden voorgesteld. Ook in de End of Life Vehicles Regulation is een voorstel gedaan voor een verplicht aandeel plastic recycalaat in nieuwe auto's. We bevelen aan om aan te sluiten bij deze ontwikkelingen en te onderzoeken of deze verder uitgebouwd kunnen worden.
- Op nationaal niveau kunnen lidstaten belastingen opleggen op eindproducten en duurzame varianten uitzonderen, of duurzame producten gunstigere tarieven voorschrijven in het kader van uitgebreide producentenverantwoordelijkheid.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

In dit onderzoek zijn de mogelijkheden voor een groene bijmengverplichting onderzocht in de basisindustrie (cement, staal, aluminium, chemische industrie). De belangrijkste conclusies zijn:

- Er zijn veel verschillende groene alternatieven per productgroep en dus ook normen denkbaar.
- Een techniek specifieke norm is waarschijnlijk alleen mogelijk in combinatie met verhandelbare rechten.
- Een bijmengverplichting op het niveau van de basisindustrie heeft als nadeel dat er weglekeffecten kunnen optreden en concurrentienadelen voor de Europese industrie. Dit nadeel is nog groter bij een norm op nationaal niveau.
- Een bijmengverplichting aan het begin van de keten, op het niveau van de basisindustrie, heeft voor broeikasgasreductie een grote overlap met prikkels vanuit EU ETS.
- Een duurzame norm op productniveau leidt tot (veel) minder weglekeffecten en verstoring van het gelijke speelveld. Ook heeft een norm op productniveau meer toegevoegde waarde op EU ETS.
- Een norm op productniveau is administratief wel veel ingewikkelder.

6.2 Aanbevelingen

Onze belangrijkste aanbevelingen zijn:

- sluit zoveel mogelijk aan bij lopende (Europese) beleidsinitiatieven om normering op productniveau verder uit te werken;
- onderzoek de mogelijkheden voor normering in het kader van duurzaam inkopen;
- onderzoek op nationaal niveau, de mogelijkheden van andere beleidsinstrumenten dan normeringen om verduurzaming op productniveau te stimuleren.

Literatuurlijst

- AluRVS. (n.d.). *Recycling in de metaalindustrie*.
https://www.alurvs.nl/aluminium/nieuws/recycling-in-de-metaalindustrie_15690/
- ArcelorMittal. (2023, 19-12-2023). *Torero officieel in gebruik genomen*.
<https://belgium.arcelormittal.com/torero-officieel-in-gebruik-genomen/>
- CE Delft. (2024a). *Analyse toekomstplannen tata steel*.
- CE Delft. (2024b). *Plastic norm quickscan economische effecten*.
- Cefic. (2021). *Environmental performance*. The European Chemical Industry Council.
<https://cefic.org/a-pillar-of-the-european-economy/facts-and-figures-of-the-european-chemical-industry/environmental-performance/>
- CEMbureau. (2022). *Global cement production*.
<https://cembureau.eu/media/pnmjo3ko/cement-production-2022-table.pdf>
- CEMbureau. (2024a). *2024 activity report*.
- CEMbureau. (2024b). *Cembureau key facts & figures*.
- CEMbureau. (2024c). *From ambition to deployment*.
- Centre, E.C.J.R., Faraca, G., Spiliotopoulos, C., Rodríguez-Manotas, J., Sanye Mengual, E., Amadei, A., Maury, T., Pasqualino, R., Wierzgala, P., Ranea Palma, A., Pérez-Camacho, M., Alfieri, F., Bernad Beltran, D., Lag Brotons, A., Delre, A., Perez Arribas, Z., Arcipowska, A., La Placa, M., Ardente, F.,...Wolf, O. (2024). *Ecodesign for sustainable products regulation - study on new product priorities*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/doi/10.2760/7400680>
- De Correspondent. (2020). *Staal is onmisbaar én supervervuילend. Hoe ziet een duurzame ijzertijd eruit?* <https://decorrespondent.nl/11473/staal-is-onmisbaar-en-supervervuילend-hoe-ziet-een-duurzame-ijzertijd-eruit/d531b79c-e9f5-0238-3994-f4010a113a7b>
- EC. (2000, 30-03-2023). *End-of-life vehicles summary*. European Commission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=legisum:l21225>
- EC. (2012). *Samenvatting bref cement- en kalkindustrie*. Europese Commissie.
https://emis.vito.be/sites/emis.vito.be/files/pages/1142/2012/cement_lime_nl_sa_menvat.pdf
- EC. (2021a). *Regulations commission delegated regulation (EU) 2021/2139 of 4 june 2021 supplementing regulation (EU) 2020/852 of the european parliament and of the council by establishing the technical screening criteria for determining the conditions under which an economic activity qualifies as contributing substantially to climate change mitigation or climate change adaptation and for determining whether that economic activity causes no significant harm to any of the other environmental objectives*. European Commission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R2139>
- EC. (2021b). *Update of benchmark values for the years 2021 - 2025 of phase 4 of the EU ets*.
- EC. (2023a). *Proposal for a regulation of the european parliament and of the council on circularity requirements for vehicle design and on management of end-of-life vehicles, amending regulations (EU) 2018/858 and 2019/1020 and repealing directives 2000/53/EC and 2005/64/EC*.
- EC. (2023b). *Voortgang critical raw materials act*. European Commission.
https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13597-European-Critical-Raw-Materials-Act_nl
- EC. (2024). *Regulation (EU) 2024/1781 of the european parliament and of the council of 13 june 2024 establishing a framework for the setting of eco-design requirements for sustainable products, amending directive (EU) 2020/1828 and regulation (EU)*



- 2023/1542 and repealing directive 2009/125/EC. European Commission. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1781/oj/eng>
- EC. (2025a). *Commission delegated regulation (EU) 2021/2139 of 4 june 2021 supplementing regulation (EU) 2020/852 of the european parliament and of the council by establishing the technical screening criteria for determining the conditions under which an economic activity qualifies as contributing substantially to climate change mitigation or climate change adaptation and for determining whether that economic activity causes no significant harm to any of the other environmental objectives.*
- EC. (2025b). *Regulation (EU) 2025/40 of the european parliament and of the council of 19 december 2024 on packaging and packaging waste, amending regulation (EU) 2019/1020 and directive (EU) 2019/904, and repealing directive 94/62/EC.* European Commission. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2025/40/oj/eng>
- EC. (lopnd). *End-of-life vehicles regulation.* European Commission. https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/end-life-vehicles/end-life-vehicles-regulation_en
- Economisch Instituut voor de Bouw. (2017). *De effecten van een prijsopslag op beton.*
- EEA. (2024a). *The costs to health and the environment from industrial air pollution in europe - 2024 update.* Retrieved 21-02 from <https://www.eea.europa.eu/publications/the-cost-to-health-and-the>
- EEA. (2024b). *Eea greenhouse gases – data viewer.* EEA. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>
- EEA. (2024c, 31-10-2024). *Greenhouse gas emission intensity of electricity generation in europe.* EEA. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1?activeAccordion=546a7c35-9188-4d23-94ee-005d97c26f2b>
- Elysis. (2024). *A new era for the aluminium industry.* Retrieved 19-07 from <https://www.elysis.com/>
- Eurofer. (2022). *European steel in figures.*
- European Aluminium. (2025). *Aluminium industry.* In.
- European Commission. (2018). *Competitiveness of the european cement and lime sectors: Summary of the final report.*
- European Commission. (2025). *A european steel and metals action plan.*
- European Parliament. (2025). *Draft report on the proposal for a regulation of the european parliament and of the council on circularity requirements for vehicle design and on management of end-of life vehicles, amending regulations (EU) 2018/858 and 2019/1020 and repealing directives 2000/53/EC and 2005/64/EC (com(2023)0451 - c9-0308/2023 - 2023/0284(cod)).*
- Europees Parlement. (2025). *Verordening van het europees parlement en de raad betreffende verpakkingen en verpakkingsafval, tot wijziging van verordening (EU) 2019/1020 en richtlijn (EU) 2019/904, en tot intrekking van richtlijn 94/62/eg.* Europees Parlement. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-73-2024-INIT/nl/pdf>
- Europese Commissie. (2025). *Clean industrial deal a plan for EU competitiveness and decarbonisation.* https://commission.europa.eu/topics/eu-competitiveness/clean-industrial-deal_en
- IAI. (2021). *Global aluminium cycle 2021.* International Aluminium Institute (IAI). <https://alucycle.world-aluminium.org/public-access/>
- Innovation Origins. (2023). *Europese staalindustrie: Een duwtje in de richting van groen staal.* Innovation Origins. <https://innovationorigins.com/nl/europese-staalindustrie-een-duwtje-in-de-richting-van-groen-staal/>
- International aluminium institute. (2024). *Aluminium recycling.* International aluminium institute,. https://international-aluminium.org/wp-content/uploads/2024/03/wa_factsheet_final.pdf



- JRC. (2024, 13 november). *Ecodesign for sustainable products regulation: Study on new product priorities*.
<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC138903>
- Ministerie van EZK. (2024). *Kamerbrief aanpassingen bijmengverplichting groen gas*.
- Ministerie van I&W. (2024). *Joint statement on a european sustainable carbon policy package*.
- NEa. (2024). *Cbam vanaf 2026*. [https://www.emissieautoriteit.nl/onderwerpen/cbam-vanaf-2026/certificaten#:~:text=CBAM%20en%20het%20toewijzen%20van,goederen%20\(behalve%20voor%20elektriciteit\)](https://www.emissieautoriteit.nl/onderwerpen/cbam-vanaf-2026/certificaten#:~:text=CBAM%20en%20het%20toewijzen%20van,goederen%20(behalve%20voor%20elektriciteit)).
- NEa. (Lopend). *Toewijzing EU ets 2021-2030*.
<https://www.emissieautoriteit.nl/onderwerpen/toewijzing-2021-2030>
- Oko-Institute. (2025). *The EU ets and the 2040 climate target*.
- PBL. (2020). *Midden: Manufacturing industry decarbonisation data exchange network*. PBL.
<https://www.pbl.nl/en/middenweb>
- PBL. (2021). *Midden database*. Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).
<https://www.pbl.nl/en/middenweb/the-database>
- Pentalateral Energy Forum. (2023). *Statement by ministers of the pentilateral energy forum on a joint vision for a decarbonized electricity system*.
- ResponsibleSteel. (2024). *Responsiblesteel international production standard version 2.1*.
- Rijksoverheid. (lopend). *Regels over wegwerpplastic*.
<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/afval/regels-voor-wegwerpplastic>
- Rijkswaterstaat. (2023). *The EU playing field of circular construction*.
- Rijmond.nl. (2021, 17-12-2021). *Na zestig jaar valt het doek voor aluchemie: Ovens bij botlekfabriek zijn uitgezet*. *Rijmond.nl*.
<https://www.rijmond.nl/nieuws/1443241/na-zestig-jaar-valt-het-doek-voor-aluchemie-ovens-bij-botlekfabriek-zijn-uitgezet>
- Rothberger, J., Millner, R., & Sterrer, W. (2023). *The new age of hot briquetted iron (hbi): How will the steel industry transform?* Midrex. <https://www.midrex.com/tech-article/the-new-age-of-hot-briquetted-iron-hbi-how-will-the-steel-industry-transform/>
- Rowena Mason, E.C., Jasper Jolly,. (2025, 11-04-2025). *Starmer steps in to seize control of british steel with nationalisation likely*. *The Guardian*.
<https://www.theguardian.com/business/2025/apr/11/parliament-recalled-to-discuss-british-steel-nationalisation>
- S&P Global Ratings. (2022). *Decarbonizing cement: How EU cement-makers are reducing emissions while building business resilience*.
- Schyns, V. (2022). *Aluminiumfabriek aldel failliet vanwege hoge energieprijzen*. *NRC*.
<https://www.nrc.nl/nieuws/2022/10/27/aluminiumfabriek-aldel-failliet-vanwege-hoge-energieprijzen-a4146523>
- SGS Intron B.V. (2021). *Ontwikkelingen betreffende hoofdbestanddelen voor klinkergebaserde cementen en geopolymeren*.
- SVP. (2025). *New processes and technologies*. In: SVP.
- ThyssenKrupp. (2021, 06-10-2021). *Bluemint® steel: Thyssenkrupp steel launches steel with an allocated low co2 intensity*. ThyssenKrupp.
<https://www.thyssenkrupp.com/en/newsroom/press-releases/pressdetailpage/bluemint-steel--thyssenkrupp-steel-launches-steel-with-an-allocated-low-co2-intensity-121712>
- Voetmann, F. (2022, 19/01/2022). *EU taxonomy will heavily impact the cement industry*. *Foresight Climate & Energy*. <https://foresightmedia.com/historie/swp188034-adGxoxbA-07f1f>



- Westerveld, J. (2024). Tata levert groenstaalplan in bij omgevingsdienst, co₂-afvang vormt 'integraal onderdeel'. *Energieia*. <https://energieia.nl/tata-levert-groenstaalplan-in-bij-omgevingsdienst-co%E2%82%82-afvang-vormt-integraal-onderdeel/>
- Worldsteel Association. (2023). *Sustainability indicators 2023 report*. <https://worldsteel.org/steel-topics/sustainability/sustainability-indicators-2023-report/>