

380 kV- hoogspanningsverbinding Vierverlaten - Ens

Deelrapport duurzaamheid bij het milieueffectrapport



Sweco Nederland B.V.

Onderwerp:

Projectnummer:

Klant:

Datum:

Auteur:

Handelsregister 30129769

380 kV-hoogspanningsverbinding Vierverlaten - Ens

51014831

TenneT TSO B.V.

20-06-2025

Projectteam Sweco

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	5
1.1	Aanleiding en doel	5
1.1.1	Een nieuwe hoogspanningsverbinding Volverlaten-Ens	5
1.1.2	Milieu-effectrapportage	6
1.1.3	Doel voorliggend rapport	7
1.1.4	Vijf tracéalternatieven en enkele varianten	7
1.2	Leeswijzer	10
2.	Uitgangspunten	11
2.1	Plangebied en studiegebied	11
2.1.1	Studiegebied: algemeen	12
2.2	Kaders wet- en regelgeving, beleid en richtlijnen	14
2.3	Beoordelingskader	18
2.3.1	Beoordelingscriteria duurzaamheid	18
2.3.2	Toelichting/methodiek beoordelingscriteria	23
2.4	Aannames en uitgangspunten	27
3.	Referentiesituatie	28
3.1	Huidige situatie	28
3.1.1	Circulariteit: materiaalverbruik	29
3.1.2	Klimaat: realisatiefase (CO ₂ eq.)	29
3.1.3	Klimaat: netverliezen (CO ₂ eq.)	29
3.2	Autonome ontwikkeling	29
3.2.1	Circulariteit: materiaalverbruik	29
3.2.2	Klimaat: realisatiefase (CO ₂ eq.)	29
3.2.3	Klimaat: netverliezen (CO ₂ eq.)	30
4.	Effectbeoordeling tracéalternatieven	31
4.1	Effectbeoordeling	31
4.1.1	Effecten circulariteit als gevolg van materiaalgebruik	34
4.1.2	Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO ₂ eq.) door materieel in de realisatiefase	42
4.1.3	Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO ₂ eq.) door netverliezen	51
4.1.4	Extra toelichting op CO ₂	56
4.2	Cumulatieve effecten	58
4.3	Maatregelen en aanbevelingen	58
4.4	Leemten in kennis	61
5.	Effectbeoordeling mitigerende maatregelen en verbindingstukken	62
5.1	Inleiding	62
5.2	Effectbeoordeling	62

5.2.1	Effectbeschrijving en -beoordeling.....	64
5.2.2	Effectbeschrijving verbindingstukken.....	65

Bijlage 1: Rekenkundige uitgangspunten	67
--	----

1. Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

1.1.1 Een nieuwe hoogspanningsverbinding Vierverlaten-Ens

Het gebruik en transport van elektriciteit in Nederland neemt al decennialang toe. Het hoogspanningsnet in Nederland wordt zwaarder belast en door de energietransitie zet deze ontwikkeling de komende jaren sterk door. Noord-Nederland neemt hierin een belangrijke plaats in door:

- de aanlanding van (nieuwe) windparken op de Noordzee;
- de verdergaande ontwikkeling van een grootindustriële cluster met de doelstelling om te elektrificeren;
- meerdere verbindingen met het Europese elektriciteitsnet.

Om de energietransitie te kunnen faciliteren en knelpunten in het elektriciteitsnet te voorkomen is een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding nodig tussen de hoogspanningsstations Vierverlaten in de gemeente Groningen en Ens in de gemeente Noordoostpolder. Deze nieuwe hoogspanningsverbinding lost knelpunten op die ontstaan door meer aanbod van duurzame opwek enerzijds en meer vraag naar elektriciteit van huishoudens en bedrijven anderzijds. Ook is de hoogspanningsverbinding nodig om het internationale stroomtransport van en naar Duitsland en de rest van Europa beter te faciliteren. Ten slotte maakt de nieuwe hoogspanningsverbinding ruimte vrij op het onderliggende net (het hoogspanningsnet met een spanningsniveau van 220 kV en lager).

Om de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding ruimtelijk mogelijk te maken heeft netbeheerder TenneT het voormalige ministerie van Economische Zaken en Klimaat (thans ministerie van Klimaat en Groene Groei) gevraagd een ruimtelijke procedure te starten voor de aanleg van een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding tussen de hoogspanningsstations Vierverlaten in de gemeente Groningen en Ens in de gemeente Noordoostpolder. De realisatie van deze nieuwe hoogspanningsverbinding is de voorgenomen activiteit. TenneT is de initiatiefnemer voor de aanleg van de nieuwe hoogspanningsverbinding. De minister van Klimaat en Groene Groei is samen met de minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening het bevoegd gezag voor de besluitvorming over de ruimtelijke inpassing van de nieuwe hoogspanningsverbinding. Hiervoor wordt de projectprocedure gevolgd. De minister van Klimaat en Groene Groei coördineert tevens de vergunningverlening.

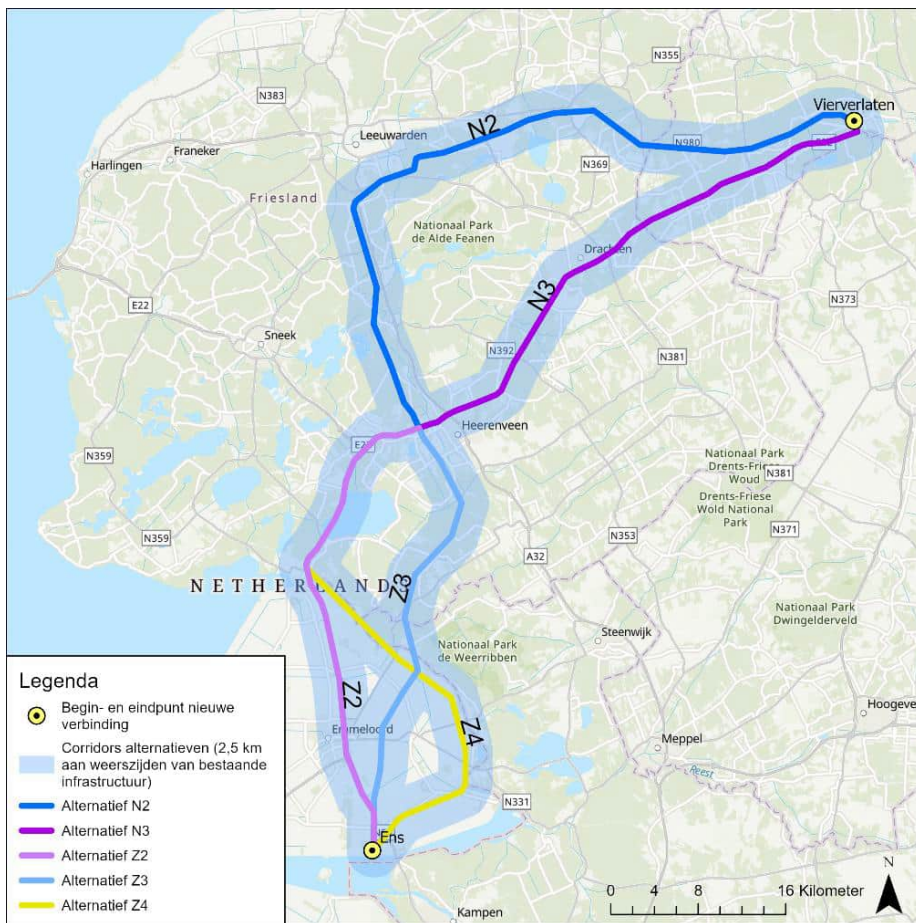
1.1.2 Milieueffectrapportage

De aanleg en het in gebruik hebben van een hoogspanningsverbinding met bijbehorende infrastructuur hebben in potentie effecten op de fysieke leefomgeving. Bij het bepalen van het tracéalternatief voor een nieuwe hoogspanningsverbinding (het voorgenomen project) is het van belang om te onderzoeken welke effecten (kunnen) optreden.

Een milieueffectrapportage (afgekort als mer) is een procedure die als doel heeft om het milieubelang een volwaardige plaats te geven in de voorbereiding en besluitvorming. In het milieueffectrapport (afgekort met de hoofdletters MER) worden de effecten beschreven. Een mer-procedure is altijd gekoppeld aan een (ruimtelijk) besluit. Voor dit project gaat het om twee besluiten:

- de voorkeursbeslissing (het besluit over het voorkeursalternatief) waarvoor een plan-MER wordt opgesteld; en
- het projectbesluit, waarvoor een project-MER wordt opgesteld.

Het plan-MER wordt opgesteld in de verkenningsfase van de projectprocedure. In deze fase wordt van een groot zoekgebied getrechterd naar uiteindelijk één voorkeursalternatief in de voorkeursbeslissing. Als onderdeel van deze verkenningsfase worden in het plan-MER vijf tracéalternatieven met elkaar vergeleken op hun effecten op de mens en de fysieke leefomgeving. In figuur 1.1 zijn de corridors weergegeven waarbinnen de tracéalternatieven liggen. Figuur 1.2 toont de vijf tracéalternatieven, inclusief varianten.



Figuur 1.1 De corridors waarbinnen tussen Ververlaten en Ens de nieuwe hoogspanningsverbinding in het plan-MER wordt onderzocht

1.1.3 Doel voorliggend rapport

In het plan-MER worden de effecten van vijf tracéalternatieven, inclusief enkele varianten, voor de realisatie van de nieuwe hoogspanningsverbinding tussen Ververlaten en Ens beschreven. Dit gebeurt voor alle relevante thema's die een relatie hebben met de mens en de fysieke leefomgeving. Een van de thema's waar in het plan-MER aandacht aan wordt besteed, is duurzaamheid. Voorliggend rapport levert de input voor de effectbeschrijving en -beoordeling van de voorgenomen ontwikkeling voor dit thema.

1.1.4 Vijf tracéalternatieven en enkele varianten

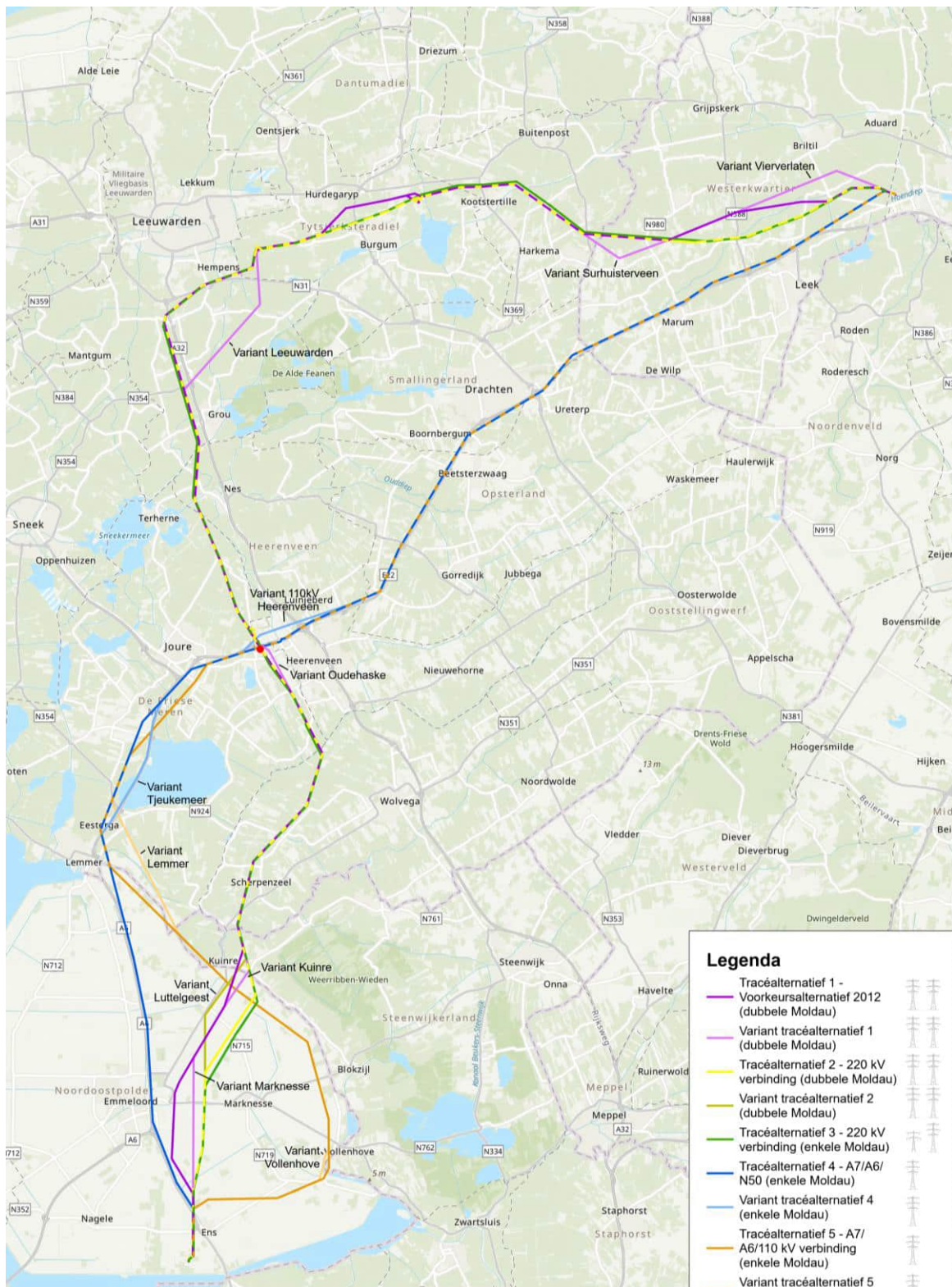
In het plan-MER worden vijf tracéalternatieven onderzocht. Dit zijn zelfstandige tracéalternatieven die van Ververlaten naar Ens lopen. Voor sommige tracéalternatieven zijn daarnaast enkele varianten opgesteld. Het gaat om delen van het tracéalternatief die om verschillende redenen een net wat andere ligging hebben gekregen. Dit levert de volgende tracéalternatieven en varianten op (zie Figuur 1.2; de kleuren van de tracéalternatieven en varianten die op de kaart zijn weergegeven, zijn ter herkenning ook opgenomen bij de beschrijvingen):

-  Tracéalternatief 1 – 220 kV-hoogspanningsverbinding (dubbele Moldau¹);
-  - Varianten tracéalternatief 1 (dubbele Moldau);
-  Tracéalternatief 2 – 220 kV-hoogspanningsverbinding (dubbele Moldau);
-  - Varianten tracéalternatief 2 (dubbele Moldau)
-  Tracéalternatief 3 – 220 kV-hoogspanningsverbinding (enkele Moldau);
-  Tracéalternatief 4 – A7/A6/N50 (enkele Moldau);
-  - Varianten tracéalternatief 4 (enkele Moldau);
-  Tracéalternatief 5 – A7/A6/110 kV-hoogspanningsverbinding (enkele Moldau);
-  - Varianten tracéalternatief 5 (enkele Moldau).

De tracéalternatieven worden uitgebreid beschreven in bijlage 4 Notitie tracéontwikkeling 380 kV-hoogspanningsverbinding Vierverlaten – Ens bij de Integrale Effectanalyse (IEA). In voorliggend deelrapport worden de effecten van de tracéalternatieven op twee niveaus beschreven en beoordeeld: voor het gehele tracéalternatief en voor het noordelijk en het zuidelijk deel van het tracéalternatief. Zoals in Figuur 1.2 te zien is, kan het tracé van een tracéalternatief in een noordelijk en een zuidelijk deel worden opgeknipt: het traject van Vierverlaten naar Oudehaske en vervolgens van Oudehaske naar Ens (het kruispunt is gemarkeerd met een rode stip). Naast de beoordeling voor het gehele tracéalternatief, krijgen deze twee delen van een tracéalternatief ieder een eigen effectbeoordeling. Op die manier is alle informatie aanwezig om een goede afweging te kunnen maken, waarbij de combinatie van een noordelijk en een zuidelijk tracédeel van verschillende tracéalternatieven mogelijk is.

Naast de vijf tracéalternatieven zijn er voor vier tracéalternatieven varianten samengesteld. Het betreft iedere keer relatief korte stukjes met een andere ligging dan het tracéalternatief. Voor de varianten wordt gekeken of deze leiden tot onderscheidende effecten ten opzichte van het betreffende tracéalternatief. Daarbij is elke keer de vraag: verandert de beoordeling van het betreffende tracéalternatief wanneer de onderscheidende onderdelen van de varianten worden toegepast voor dat deeltracé.

¹ De Moldaumast is het type mast dat wordt gebruikt voor een 380 kV-hoogspanningsverbinding. Een dubbele Moldau betekent twee mastenrijen naast elkaar. In één mastenrij komt de huidige 220 kV-hoogspanningsverbinding, in de andere mastenrij komt de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding.



Figuur 1.2 Tracéalternatieven en varianten hoogspanningsverbinding Vierverlaten – Ens.
De rode stip is het punt waar de tracéalternatieven elkaar ter hoogte van Oudehaske kruisen.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de uitgangspunten beschreven die zijn gehanteerd bij het onderzoek. Er wordt onder meer ingegaan op het studiegebied, de relevante kaders vanuit wet- en regelgeving en beleid, het beoordelingskader met daarin beoordelingscriteria en de manier waarop het onderzoek is uitgevoerd.

De effecten van de voorgenomen activiteit worden onderzocht ten opzichte van de referentiesituatie. De referentiesituatie wordt gevormd door de huidige situatie, aangevuld met de autonome ontwikkelingen. Een beschrijving van de relevante referentiesituatie voor het voorliggend onderzoek is opgenomen in hoofdstuk 3.

In hoofdstuk 4 worden de effecten van de tracéalternatieven en varianten beschreven en beoordeeld. Dit gebeurt aan de hand van de beoordelingscriteria die in hoofdstuk 2 zijn beschreven. Het hoofdstuk eindigt met een samenvatting en een conclusie van de effecten en de onderscheidende verschillen tussen de tracéalternatieven.

Op basis van de effectbeschrijving en -beoordeling uit alle thema's die in het plan-MER zijn onderzocht is gekeken of er mitigerende maatregelen zijn die getroffen moeten worden om effecten te voorkomen en daarmee te voldoen aan normen, die nodig zijn om een vergunning te verkrijgen of die grote invloed kunnen hebben op de effectbeoordeling en daarmee de keuze van het VKA. In hoofdstuk 5 wordt beschreven of het toepassen van deze mitigerende maatregelen leidt tot een andere beoordeling van de tracéalternatieven voor de thema's uit dit deelrapport. Daarnaast is in hoofdstuk 5 nog specifiek ingegaan op twee verbindingstukken, die er voor zorgen dat het noordelijk deeltracé van een tracéalternatief verbonden kan worden met een zuidelijk deeltracé van een ander tracéalternatief.

2. Uitgangspunten

2.1 Plangebied en studiegebied

In het plan-MER worden verschillende termen gebruikt als het gaat om het te onderzoeken gebied:

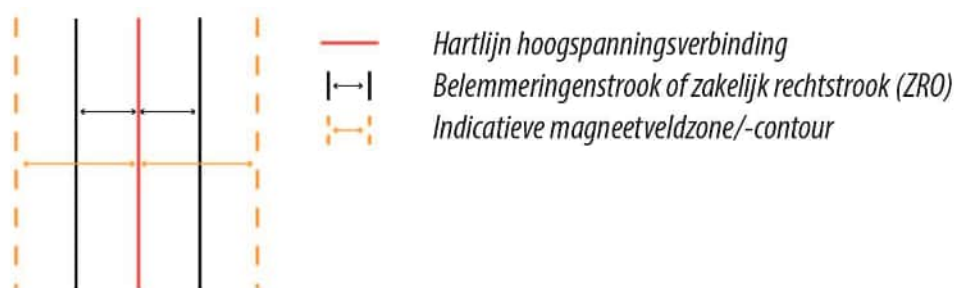
- Het plangebied: het gebied waarbinnen de tracéalternatieven voor de nieuwe hoogspanningsverbinding zijn uitgewerkt en onderzocht in het plan-MER.
- Het studiegebied: het gebied waar de verschillende omgevingseffecten duidelijk merkbaar zijn. Soms zijn effecten alleen merkbaar ter plekke van de masten, in andere gevallen kunnen effecten tot op vele kilometers van de hoogspanningsverbinding merkbaar zijn. Daardoor verschilt de omvang van het studiegebied per onderzoeksthema.
- De hartlijn: Elk tracéalternatief is op kaart ingetekend (zie Figuur 1.2), de tracéalternatieven zijn uitgewerkt in de Notitie tracéontwikkelingen 380 kV-hoogspanningsverbinding Vierverlaten – Ens bij het de Integrale Effectanalyse (IEA). De ingetekende lijn (hartlijn) is niet per definitie de plek waar de hoogspanningsverbinding komt te liggen, maar vormt het uitgangspunt voor het bepalen van de effecten van een tracéalternatief. Rondom deze zogenoemde hartlijn liggen een ZRO-strook en een indicatieve magneetveldzone. Deze worden in paragraaf 2.1.1. nader toegelicht.
- Samenloop met 110 kV: Als de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding het tracé van een bestaande 110 kV-hoogspanningsverbinding volgt, dan wordt de bestaande 110 kV-hoogspanningsverbinding in beginsel onder de grond gebracht. Dit wordt 'verkabeling' genoemd. Voor de 380 kV-tracéalternatieven waarbij verkabeling van 110 kV aan de orde is, wordt de verkabeling meegenomen bij het bepalen van de effecten in de onderzoeken in het plan-MER. Voor de te verkabelen tracédelen is een ligging bepaald. Daarbij is als uitgangspunt genomen dat de verkabelde 110 kV-hoogspanningsverbinding nabij de nieuwe bovengrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding komt te liggen. Er is uitgegaan van 40 meter afstand (hart-op-hart) tussen de nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding en het tracé van de 110 kV-kabel. Hoewel in principe de kabel ook een andere route kan volgen dan de bovengrondse hoogspanningsverbinding, is de gedachte dat het samenlopen met de 380 kV-hoogspanningsverbinding als voordeel heeft dat de meeste effecten beperkt blijven tot een klein gebied. Of dit ook het geval is moet mede blijken uit de effectbeoordeling van het plan-MER. Om te bepalen aan welke zijde van het bovengrondse 380 kV-tracéalternatief de verkabelde 110 kV-hoogspanningsverbinding komt te liggen, is op basis van expert

judgement een inschatting gemaakt, met bijbehorende aanlegmethodiek (ontgraven of boren). Op basis van expert judgement is ingeschat of de hoogspanningsverbinding technisch haalbaar en realistisch is, waar nodig is het tracé aangepast.

2.1.1 Studiegebied: algemeen

Het studiegebied verschilt per onderzoeksthema. Zoals hiervoor toegelicht is de hartlijn het vertrekpunt voor het effectonderzoek. Op of rondom de hartlijn liggen een aantal zones waarbinnen effecten kunnen optreden:

- hartlijn van de hoogspanningsverbinding;
- belemmeringenstrook (ook wel zakelijk recht strook, ofwel ZRO-strook);
- indicatieve magneetveldzone/-contouren.



Figuur 2.1 Zones/contouren rondom de hartlijn van een tracéalternatief

De grootte van de verschillende zones en contouren is afhankelijk van het type hoogspanningsverbinding (380 kV, 220 kV of 110 kV en bovengronds of ondergronds). In de subparagrafen hieronder worden de verschillende uitgangspunten hiervoor behandeld. In de korte toelichting hieronder is uitgegaan van een bovengrondse 380 kV-hoogspanningsverbinding.

Op de hartlijn zelf komen masten te staan. Voor de aanleg van deze masten worden werkterreinen ingericht. Rondom de hartlijn van een enkele 380 kV-mastrij ligt een zone van 35 meter aan weerszijden (dus 70 meter in totaal). Dit betreft de strook waarin in de gebruiksfase beperkingen gelden voor andere functies om het risico op beschadiging van onderdelen van de hoogspanningsverbinding te beperken, oftewel de belemmeringenstrook (ook wel zakelijk recht strook, ZRO-strook²). Daarnaast ligt er voor een 380 kV-hoogspanningsverbinding een indicatieve magneetveldzone van 65 meter aan weerszijden van de hartlijn (dus 130 meter in totaal). In dit gebied kan het magneetveld gemiddeld over een heel jaar sterker zijn dan 0,4 microtesla. Bij het traceren van een nieuwe bovengrondse hoogspanningsverbinding is het advies om binnen deze zone de ligging van gevoelige gebouwen (waar mensen gedurende minimaal een jaar langer dan 14-18 uur per dag verblijven) zo veel als redelijkerwijs mogelijk is te voorkomen.

De hartlijn is niet de plek waar de hoogspanningsverbinding per definitie uiteindelijk komt te liggen. Op basis van de afwegingen die in de verkenningsfase worden gemaakt, kan de ligging nog anders worden (dat wordt verder uitgewerkt in de planuitwerkingsfase). Als de voorkeursbeslissing een

² Nader informatie over de belemmeringenstrook is te vinden op <https://www.tennet.eu/nl/uw-veiligheid>

tracé kiest waarbij het verkabelen van de 110 kV aan de orde is, dan wordt het tracé van zowel de 380 kV als de 110 kV-verkabeling nader uitgewerkt. In die fase is optimalisatie van het tracé mogelijk en kan, bijvoorbeeld in overleg met de grondeigenaar, een definitief tracé worden bepaald en onderzocht.

In de realisatiefase zijn werkterreinen en werkwegen nodig. Deze zullen overlappen met de bovengenoemde zones, maar zullen er deels ook buiten liggen. Werkterreinen en bijbehorende hindercontouren worden voor de thema's waar deze relevant zijn apart onderzocht.

2.2 Kaders wet- en regelgeving, beleid en richtlijnen

Op Europees, nationaal en regionaal niveau is er een groot aantal beleids- en wetstukken die betrekking hebben op het thema duurzaamheid. Deze bevatten bijvoorbeeld relevante doelen en eisen waar dit project aan bij kan dragen of aan moet voldoen. Voor specifiek het thema duurzaamheid zijn de volgende wettelijke en/of beleidskaders relevant binnen dit project [Tabel 2.1]³:

Tabel 2.1 | Relevante regelgeving en beleid.

Europese kaders	
Europese klimaatwet & de Europese Green Deal	De doelstellingen, wet- en regelgeving om Europa klimaat neutraal te maken voor 2050. Op korte termijn zijn er ook doelen gesteld, bijvoorbeeld om voor 2030 55% minder CO₂ uit te stoten ten opzichte van 1990. Ook wordt het belang van duurzaam materiaalgebruik en het minimaliseren van afval benoemd. <i>Betekenis voor project</i> De 380 kV-hoogspanningsverbinding kan helpen om deze kortetermijndoelen te ondersteunen. Het project kan verder bijdragen aan het behalen van de doelen/ambities van de Europese Green Deal, door in de realisatiefase emissies en vervuiling tot het minimum te beperken.
Rijksbeleid	
Nationale omgevingsvisie (NOVI)⁴ (2020)	In de NOVI zijn 21 nationale belangen in de fysieke leefomgeving beschreven. Deze nationale belangen komen samen in vier prioriteiten: ruimte voor klimaatadaptatie en energietransitie, een duurzaam en (circulair) economisch groeipotentieel, sterk en gezonde steden en regio's en toekomstbestendige ontwikkeling van het landelijk gebied. Bij de afweging van de belangen staat een evenwichtig gebruik van de fysieke leefomgeving centraal voor zowel de boven- als de ondergrond. <i>Betekenis voor project</i> Binnen het thema duurzaamheid is een aantal uitgangspunten van belang voor dit project: Waardebehoud van gebruikt materiaal (circulair). Hierin is het uitgangspunt dat gebruikte grondstoffen en materialen in gebouwen, wegen en objecten zoals viaducten en bruggen hun waarde behouden, zodat na de gebruiksfase geen afvalstromen overblijven. Het realiseren van betaalbare en CO₂-arme (duurzame) energievoorzieningen. Zo is de doelstelling opgenomen om een robuust, betrouwbaar en veilig hoofdnetafwerk van buisleidingen en kabels te realiseren. Dit is bedoeld om de transitie naar een circulaire economie en CO₂-arme energievoorziening te realiseren.

³ Hierin staan alleen voor dit deelrapport relevante documenten. Op gemeentelijk niveau zijn niet alle beleidsdocumenten opgenomen, maar alleen die documenten die een relevant kader meegeweet voor deze studie.

⁴ [Verstedelijkingsstrategieën | De Nationale Omgevingsvisie](#)

Het Nederlandse Klimaatakkoord en Klimaatplan	Binnen dit beleidsplan zijn de Europese doelstellingen uit de Europese Green Deal en de Europese klimaatwet vertaald naar Nederlandse doelstellingen. Ook hierin staan richtlijnen en doelstellingen waar dit project aan kan bijdragen. Een van deze doelstellingen is bijvoorbeeld om (meer) windparken op zee te realiseren. Ook worden er – in lijn met de NOVI – tot 2040 naar verwachting 370.000 woningen in het Randstadgebied bijgebouwd. <i>Betekenis voor project</i> Om de nieuw te bouwen woningen van betrouwbare energievoorzieningen te kunnen blijven voorzien, is het van belang dat de capaciteit van het elektriciteitsnet van en naar dit gebied wordt verhoogd. De voorgenomen 380 kV-hoogspanningsverbinding tussen Vierverlaten en Ens kan hier gedeeltelijk aan bijdragen.
Het Programma Aansluiting Wind Op Zee Eemshaven (PAWOZ) & Verkenning Aansluiting Wind Op Zee (VAWOZ)	In het klimaatakkoord is – zoals bovengenoemd – het bouwen van meer windparken op zee opgenomen. Binnen de VAWOZ zijn er doelstellingen gezet om medio 2030 circa 21 GW (Gigawatt, energie-eenheid) wind op zee te realiseren⁵. Om dit te realiseren worden er extra verbindingen op zee aangelegd. Namelijk, 2 x 2 GW van windenergiegebied ‘Doordewind’ naar de Eemshaven en 0,7 GW van windenergiegebied ‘Ten noorden van de Waddeneilanden’ naar de Eemshaven. Om deze energie landinwaarts te transporteren is een goede aansluiting essentieel. Hiervoor is recent een verzwaring van het hoogspanningsnet tussen Eemshaven en Vierverlaten uitgevoerd. Verzwaring van het hoogspanningsnet tussen Vierverlaten en Ens en verder door naar Diemen is hier een vervolg op. Deze verbindingen zijn essentieel om de betrouwbaarheid van de elektriciteitsvoorziening te waarborgen wanneer er een toename in productie plaatsvindt. <i>Betekenis voor project</i> Om deze verhoging in elektriciteitsaanbod te kunnen blijven transporteren, is het van belang dat de capaciteit van het elektriciteitsnet van en naar dit gebied verhoogd wordt. De voorgenomen 380 kV-hoogspanningsverbinding tussen Vierverlaten en Ens kan hier gedeeltelijk aan bijdragen.
Programma Circulaire economie	Het Rijk brede programma Nederland Circulair schetst de transitie naar een volledig circulaire economie in 2050. Daarvoor is in 2017 het Grondstoffen akkoord ondertekend en zijn voor vijf sectoren transitieagenda’s gepubliceerd, waaronder de transitieagenda circulaire bouwconomie. Een van de specifieke doelen voor de bouwconomie is dat de overheden vanaf 2023 alle opdrachten 100% circulair uitvaart. Een ander landelijk tussendoel is om 2030 50% minder primaire grondstoffen te gebruiken.
Provinciaal /regionaal beleid	
Provinciale & gemeentelijke omgevingsvisie	De omgevingsvisie is onder de Omgevingswet een verplicht instrument van het Rijk (NOVI) maar ook van de provincies en gemeenten. De doelstellingen vanuit de NOVI worden hier ook in overgenomen en aangepast / aangescherpt op de betreffende omgeving. Binnen de provinciale en regionale omgevingsvisies zijn duurzaamheid en toekomstbestendigheid belangrijke uitgangspunten. Dit project draagt hieraan bij. Circulariteit vormt standaard een belangrijk onderdeel van deze

⁵ Wind op zee rond 2030 - Wind op zee

	omgevingsvisies. In Friesland is er bijvoorbeeld de ambitie om de meest circulaire regio van Europa in 2025 te worden. Binnen Groningen is er de uitvoeringsagenda Groningen Circulair. Hier is de ambitie gesteld om voor 2030 geen afval meer te produceren. Dit houdt in dat alles wordt gezien als 'grondstof'. Binnen de relevante omgevingsvisies worden geen concrete eisen gesteld die impact hebben op dit project. <i>Betekenis voor project</i> Hoewel er geen duidelijke verplichtingen uit deze agenda's voortvloeien, liggen hier wel kansen voor TenneT om een bijdrage te leveren. Zo kan er gekeken worden naar duurzame inkoop van materialen en het vinden van een waardig hergebruik voor het materiaal dat verwijderd wordt.
Provinciale Omgevingsverordening	<i>Belangrijkste randvoorwaarden/uitgangspunten</i> De omgevingsverordening is een kaderstellende doorvertaling van de omgevingsvisie en overig bestaand provinciaal beleid. Tegelijk met de omgevingsvisie zijn de omgevingsverordeningen van de relevante provincies (Groningen, Overijssel, Fryslân en Flevoland) op 1 januari 2024 in werking getreden. <i>Betekenis voor project</i> Het is van belang dat het planvoornemen past binnen de provinciale afspraken en thema's. Aangezien dit een rijksproject betreft is TenneT niet gebonden aan deze verordeningen, zij probeert hier wel zoveel mogelijk rekening mee te houden. De omgevingsverordeningen van de provincies Groningen, Overijssel, Fryslân en Flevoland stellen geen specifieke eisen aan de duurzaamheid van het aanleggen van een hoogspanningsverbinding. Dat betekent dat er geen nadere provinciale kaders zijn om rekening mee te houden.
Regionale Energie Strategieën (RES)	In de RES staan energiegerelateerde doelstellingen voor Nederland. Deze doelstellingen hebben met name betrekking op een verhoging van de opwek van groene energie op land voor 2030 en 2050. Een verhoging van de opwek van groene energie (in de vorm van elektriciteit) vraagt ook om een verhoging van de capaciteit van het elektriciteitsnet. Ook anticiperend op de opwek die op zee plaatsvindt. Het beoogde tracé loopt door de volgende RES gebieden: Flevoland, Groningen, Overijssel en Friesland. <i>Betekenis voor project</i> Om deze groei in opwek van groene energie aan te kunnen, is het van belang dat de transportcapaciteit van het elektriciteitsnet verhoogd wordt. De voorgenomen 380 kV-hoogspanningsverbinding tussen Vierverlaten en Ens kan hier gedeeltelijk aan bijdragen.
Overig	
TenneT visie 2030	De visie van TenneT is – in lijn met de doelstellingen van de Rijksoverheid – om voor 2030 9,6 GW op zee opgewekte windenergie aan te sluiten op het Nederlandse hoogspanningsnet. Dit is onderdeel van de klimaatdoelstellingen van Nederland waarin het doel is gesteld om de CO₂-uitstoot met tenminste 55% te reduceren ten opzichte van 2015. Om deze doelstellingen te halen is het van belang dat het elektriciteitsnet voldoende capaciteit heeft om deze nieuw opgewekte energie te transporteren. Het realiseren van een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding tussen Ens en Vierverlaten is één van de projecten van TenneT die potentie hebben om bij te dragen aan deze visie.

Verder heeft TenneT duurzaamheidsambities op onder andere het gebied van circulariteit en klimaat.

Op het gebied van circulariteit streeft TenneT naar het reduceren van primair koper gebruik en niet-recyclebaar afval met 25%⁶. Daarnaast zet TenneT in op het herwinnen van materiaal uit hun assets en maakt TenneT de invoer en afvoer van materiaal meer circulair⁷.

Op het gebied van klimaat streeft TenneT naar een klimaatneutraal operationeel beheer in 2025 en een vermindering van 30% CO₂ in scope 3. Scope 3 is ketengerelateerde emissie. Hier wordt de bouw/verkaveling van een nieuwe hoogspanningsverbinding onder geschaard.

Betekenis voor project

De nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding kan invulling geven aan de duurzaamheidsdoelstellingen van TenneT. Bijvoorbeeld door zo weinig mogelijk materiaal toe te passen of de realisatiefase zo emissiearm mogelijk te maken. De doelstelling voor het gebruik van koper is minder relevant omdat met name transformatorkastjes gebruik maken van een hoge kwaliteit koper en die zijn geen onderdeel van het project.

⁶ TenneT CSR ambition 2025.

⁷ Sustainability @ TenneT, 8 January, 2024

2.3 Beoordelingskader

2.3.1 Beoordelingscriteria duurzaamheid

Voor het MER is op basis van de notitie reikwijdte en detailniveau (NRD) en het advies van de Commissie mer⁸ een beoordelingskader vastgesteld. Voor het thema duurzaamheid geldt het volgende beoordelingskader:

Tabel 2.2 | Beoordelingscriteria voor duurzaamheid.

Thema	Aspecten	Beoordeling
Duurzaamheid	Effecten circulariteit als gevolg van materiaalgebruik	Het materiaalgebruik wordt beoordeeld aan de hand van vijf variabelen: - Het aantal 380 kV-steunmasten - Het aantal 380 kV-hoekmasten - De lengte van het tracé - De lengte van 110 kV-verkabeling - De benodigde hoeveelheid backfill⁹ zand • Deze variabelen worden aan de hand van kengetallen uitgedrukt in materiaalgebonden milieu-impact.
	Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO ₂ eq.) door materieel in de realisatiefase	De CO ₂ uitstoot wordt beoordeeld aan de hand van zes variabelen; - Het opbouwproces van een 380 kV-steunmast - Het opbouwproces van een 380 kV-hoekmast¹⁰ - Het opbouwproces van een boring - Het opbouwproces van een ontgraving - Het sloopproces van een 220 kV-mast - Het sloopproces van een 110 kV-mast - Het sloop- en bouwproces van een pand onder de geleiders. • Deze variabelen worden aan de hand van kengetallen uitgedrukt in bouwgerelateerde CO ₂ uitstoot.
	Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO ₂ eq.) door netverliezen	De CO ₂ uitstoot wordt beoordeeld aan de hand van de ingeschatte netverliezen van; - De beoogde 380 kV-geleiders - De beoogde nieuwe 220 kV-geleiders - De huidige 220 kV-geleiders

Bovenstaand beoordelingskader wijkt iets af van het beoordelingskader in de notitie reikwijdte en detailniveau. Daarin staan namelijk vier duurzaamheidscriteria opgenomen. Het ontbrekende criterium betreft het effect op het energiegebruik tijdens de realisatie- en gebruiksfase. Gedurende het opstellen van het MER is geconcludeerd dat het criterium energiegebruik in de realisatie- en gebruiksfase dezelfde scope en beoordelingsmethode hanteert als de effecten op klimaat als gevolg van broeikasgassen door materieel in de realisatiefase. Daardoor krijgen de tracéalternatieven automatisch een gelijke beoordeling op beide criteria. Vanwege deze dubbeling is ervoor gekozen om de inzet van brandstoffen in de realisatie- en gebruiksfase uit te drukken in CO₂, in plaats van een energie-eenheid. Mede om het belang van schone brandstoffen te benadrukken. Daardoor is het criterium “effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen door materieel in de realisatiefase”

⁸ Het advies is te vinden op <https://www.commissiemer.nl/adviezen/3683>.

⁹ Backfill zand verwijst naar het nieuw aan te brengen zand wanneer een sleuf is uitgegraven voor een ondergrondse kabel. Het oude zand mag dan vaak vanuit milieutechnische redenen niet teruggeplaatst worden.

¹⁰ In het opbouwproces van hoekmasten is het trekken van de geleiders is meegerekend.

behouden en het criterium “effecten op energiegebruik in de realisatie- en gebruiksfase” vervallen.

Beoordeling tracéalternatieven

Voor de vijf tracéalternatieven worden de effecten per beoordelingscriterium beschreven en beoordeeld. De beschreven effecten worden per omgevingsthema samengevat in een tabel, waarin de effecten in de vorm van een relatieve plus/min-beoordeling worden weergegeven ten opzichte van de referentiesituatie. Bij de effectbeschrijving en -beoordeling wordt onderscheid gemaakt tussen een beoordeling voor het tracé van Vierverlaten tot Oudehaske (noord) en van Oudehaske naar Ens (zuid). Op basis van de beoordeling van het noordelijk en het zuidelijk deel van het tracéalternatief wordt ook het gehele tracéalternatief (van Vierverlaten naar Ens) beoordeeld. Hiervoor wordt uitgegaan van een gemiddelde van het noordelijk en zuidelijk deeltracé, afgerond naar beneden. Op die manier is alle informatie aanwezig om een goede afweging te kunnen maken, waarbij de combinatie van een noordelijk en een zuidelijk tracédeel van verschillende tracéalternatieven mogelijk is.

De beoordelingscriteria zijn inhoudelijk zodanig anders, dat ze om een ander beoordelingskader vragen. Hieronder wordt per beoordelingscriterium beschreven welk beoordelingskader is gehanteerd voor de effectbeoordeling van de tracéalternatieven.

Effecten circulariteit als gevolg van materiaalgebruik

In het Nationaal Programma Circulaire Economie worden verschillende circulaire strategieën van elkaar onderscheiden: refuse/reduce, rethink, reuse, repair/refurbish/remanufacture/repurpose, recycle en recover. Vanuit de circulaire gedachte bestaat er een hiërarchie tussen deze strategieën, omdat met de ene strategie meer milieuwinst te behalen is dan met de andere strategie. Om dit tastbaar te maken wordt het effect op circulariteit uitgedrukt in materiaalgebonden milieu-impact.

Materiaalgebonden milieu-impact wordt sterk bepaald door de strategie refuse/reduce. Hoe lager het materiaalgebruik, hoe lager de milieu-impact. Juist in de fase van een alternatievenvergelijking zijn grote slagen te maken ten aanzien van materiaalgebruik. Materiaalgebonden milieu-impact houdt ook rekening met de circulaire strategie recycle, omdat het toepassen van gerecyclede materialen een andere materiaalgebonden milieu-impact heeft dan het toepassen van nieuwe materialen.

Een absolute beoordeling is niet mogelijk, omdat er door de wetenschap of de markt geen kader is welke milieu-impact minimaal en maximaal acceptabel is voor een dergelijk project. Daarom is de inschaling een inschatting op basis waarvan de tracéalternatieven op relevante manier onderscheidend zijn. Het beoordelingskader kent daarom alleen een neutrale of (licht/sterk) negatieve beoordeling. Dit komt voort uit de referentiesituatie waarin geen sprake is van materiaalgebruik en het feit dat het aanleggen van een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding – ongeacht het tracéalternatief – materiaal vergt.

++	n.v.t.
+	n.v.t.
0/+	n.v.t.
0	Er is geen sprake van materiaalgebruik.
0/-	Het effect op circulariteit als gevolg van materiaalgebruik is beperkt negatief. Dit betreft de laagste materiaalgebonden milieu-impact of een materiaalgebonden milieu-impact tot 30% groter dan de laagste score.
-	Het effect op circulariteit als gevolg van materiaalgebruik is negatief. Dit betreft een materiaalgebonden milieu-impact die 30% tot 100% groter is dan de laagste score.
--	Het effect op circulariteit als gevolg van materiaalgebruik is sterk negatief. Dit betreft een materiaalgebonden milieu-impact die meer dan 100% groter is dan de laagste score.

Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO₂ eq.) door materieel in de realisatiefase

Tijdens de realisatiefase van de 380 kV-hoogspanningsverbinding, inclusief de verkabeling van de 110 kV-hoogspanningsverbinding, wordt materieel ingezet zoals kranen, graafmachines en vrachtwagens. Traditioneel draait materieel op diesel, met CO₂-uitstoot als gevolg.

De bouwfase bestaat uit de voorbereidende werkzaamheden, zoals de eventuele sloop van een bestaande hoogspanningsverbinding, en de op opbouwphase, waarin de masten worden geplaatst en eventueel verkabeling plaatsvindt. Beide werkzaamheden tellen mee in de uitstoot van broeikasgassen.

Ook voor CO₂ uitstoot geldt dat er geen objectieve maatstaven bestaan op basis waarvan een inschaling kan worden gemaakt, bijvoorbeeld een wettelijk maximum CO₂ uitstoot. Daarom is de inschaling een inschatting op basis waarvan de tracéalternatieven op relevante manier onderscheidend zijn. Het beoordelingskader kent alleen een neutrale of (licht/sterk) negatieve beoordeling. Dit komt voort uit de referentiesituatie waarin geen sprake is van de uitstoot van broeikasgassen en het feit dat het aanleggen van een nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding – ongeacht het tracéalternatief – broeikasgassen uit zal stoten.

De tussengrens van 30% is hierbij gekozen om een indicatie te geven hoeveel maatregelen TenneT moet treffen om te voldoen aan de het duurzaamheidsdoel om 30% CO₂ te verminderen in hun scope 3 emissies¹¹. Hoe hoger het effect boven de 30% ligt, hoe kleiner de kans om de CO₂ uitstoot voldoende te reduceren.

¹¹ De CO₂ footprint van een bedrijf kan worden ingedeeld in scope 1, scope 2 en scope 3 emissies. Scope 1 gaat over directe emissies waar een bedrijf direct invloed op heeft (bijvoorbeeld vervoersbewegingen). Scope 2 zijn indirecte emissies, bijvoorbeeld voor zaken die ingekocht worden (emissies van kantoorpanden). En scope 3 zijn emissies die plaatsvinden binnen de keten waar het bedrijf zich in bevindt (zoals de bouwketen).

++	n.v.t.
+	n.v.t.
0/+	n.v.t.
0	Er is geen effect op het klimaat als gevolg van extra uitstoot van broeikasgassen.
0/-	Het effect op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen is beperkt negatief. Dit betreft de laagste bouwgebonden CO ₂ uitstoot of een CO ₂ uitstoot tot 30% groter dan de laagste score.
-	Het effect op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen is negatief. Dit betreft een CO ₂ uitstoot die 30% tot 100% groter is dan de laagste score.
--	Het effect op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen is sterk negatief. Dit betreft een CO ₂ uitstoot die meer dan 100% groter is dan de laagste score.

Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO₂ eq.) door netverliezen

Het transporteren van elektriciteit gaat gepaard met verliezen. Dat is van meerdere factoren afhankelijk, zoals de stroomsterkte, het type geleider en de afstand waarover de stroom getransporteerd wordt.

Uit het jaarverslag van TenneT blijkt dat van het totale energietransport over het 110/150/220/380 kV-netwerk ca 1,0% verloren gaat (op het totaal van 110/150 kV is dit 0,43%, op het totaal van 220/380 kV is het 1,52%). Dit transportverlies is voor ongeveer 95% bepalend voor de CO₂-voetafdruk van TenneT. Terwijl TenneT als doel heeft gesteld om hun CO₂-voetafdruk in 2030 met 95% te hebben gereduceerd. Aanpassingen aan het hoogspanningsnet hebben invloed op de transportverlies-gerelateerde CO₂-uitstoot en daarmee het bereiken van de duurzaamheidsdoelstellingen.

Door het toevoegen van een extra kilometers netverbindingen neemt het totale transportverlies toe. Het criterium “Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO₂ eq.) door netverliezen” maakt inzichtelijk in welke mate ieder tracéalternatief hieraan bijdraagt. Hoe groter de het transportverlies, hoe groter de opgave voor TenneT wordt om de CO₂ uitstoot te verminderen of te compenseren.

++	n.v.t.
+	n.v.t.
0/+	n.v.t.
0	Er is geen effect op het klimaat als gevolg van extra uitstoot van broeikasgassen.
0/-	Het effect op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen is beperkt negatief. Dit betreft de laagste CO ₂ uitstoot of een CO ₂ uitstoot tot 30% groter dan de laagste score.
-	Het effect op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen is negatief. Dit betreft een CO ₂ uitstoot die 30% tot 100% groter is dan de laagste score.
--	Het effect op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen is sterk negatief. Dit betreft een CO ₂ uitstoot die meer dan 100% groter is dan de laagste score.

Beoordeling varianten

Binnen vier van de vijf tracéalternatieven wordt voor een aantal deeltrajecten varianten meegenomen in de effectanalyse van het plan-MER. Het gaat om onderdelen van een tracéalternatief die dusdanig onderscheidend zijn, dat ze onderzocht dienen te worden in het plan-MER, maar slechts over een klein gedeelte afwijken van het totale tracéalternatief. Ze wijken daardoor te weinig af om als volwaardig tracéalternatief beschouwd te worden.

Als resultaat van de verkenningfase wordt één van de tracéalternatieven (of een combinatie van twee tracéalternatieven) vastgesteld als voorkeursalternatief (VKA). Bij de keuze van het VKA moet inzichtelijk zijn of er voor dat betreffende tracéalternatief varianten zijn die als onderdeel van dat VKA meegenomen moeten worden. Daarom is ook voor de varianten inzicht nodig in de effecten.

Omdat het bij de varianten om relatief kleine gebieden gaat, kan niet één op één aangesloten worden bij het beoordelingskader, zoals toegelicht onder voorgaand kopje 'beoordeling tracéalternatieven'. Het toepassen van datzelfde kader leidt er waarschijnlijk toe dat vrijwel alle varianten niet onderscheidend worden beoordeeld, waardoor kleine verschillen buiten beeld vallen. Daarom is voor het in beeld brengen van de effecten van de varianten gekozen voor een andere beoordelingssystematiek. Uitgangspunt is dat het effect van het betreffende gebied van de variant wordt vergeleken met het overeenkomstige gebied in het tracéalternatief waarvoor het een variant is. De beoordeling geeft dus niet een feitelijk effect weer, maar het verschil ten opzichte van het vergelijkbare deel van het tracéalternatief. Aangegeven wordt of de variant leidt tot onderscheidende effecten en zo ja, of die positiever of negatiever zijn. Daarbij is elke keer de keuze uit:

- ▲ : effect is positiever dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief
- ~ : effect wijkt niet af van het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief
- ▼ : effect is negatiever dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

De varianten zijn relatief korte afwijkingen van de tracéalternatieven. De afwijkingen worden daarom niet op alle variabelen doorgerekend. Voor het criterium circulariteit en netverliezen wordt de afwijking gebaseerd op het verschil in tracélengte. Voor het criterium klimaat wordt de afwijking gebaseerd op het verschil in lengte verkabeling. Dit onderscheid wordt gemaakt omdat deze variabelen het meest bepalend zijn voor het betreffende criterium.

Om te bepalen of de varianten een significant verschil hebben t.o.v. het tracéalternatief wordt dit in procenten uitgedrukt. Alle verschillen kleiner dan 10,0% worden als verwaarloosbaar beschouwd, omdat verschillen lager dan 10,0% wegvallen in relatie tot de onzekerheidsmarge in de berekeningen.

Het is mogelijk dat de varianten apart van elkaar niet meer dan 10,0% afwijken van het tracéalternatief, maar de varianten gezamenlijk genomen wel. Als dit het geval is, wordt dit ook meegenomen als een significant verschil.

2.3.2 Toelichting/methodiek beoordelingscriteria

Belangrijk voor de beoordelingsmethodiek is het onderscheiden van de verschillende levenscyclusfasen van een project [Tabel 2.3]. Het criterium circulariteit richt zich op de productiefase A1 tot en met A3. Deze fasen worden sterk beïnvloed door de materiaalkeuzes en materiaalhoeveelheden. Het criterium klimaat richt zich op de bouwfase A5 omdat het materieelinzet tijdens de realisatie in deze fase voor (lokale) uitstoot zorgt. Het criterium transportverlies richt zich op de gebruiksfase B1 t/m B5 wanneer het systeem in bedrijf is.

Overige aspecten van de gebruiksfase (B1 t/m B5) wordt buiten beschouwing gelaten. Dit betreft regulier onderhoud en vervangingen. Dit is afhankelijk van de technische levensduur van de producten en de ingestelde levensduur van het project, waar de impact uit fase A1 t/m A5 het meest bepalend is. Ook vallen calamiteiten onder de gebruiksfase, welke moeilijk in te schatten zijn.

De einde levensduurfase (C1 tot en met C4) en de volgende productiesystemen (D) liggen in de toekomst, wanneer de projectlevensduur erop zit. In deze toekomstscenario's wordt uitgegaan van een standaard verwerkingsmethode. Het is niet mogelijk deze levenscyclusfasen te beïnvloeden, anders dan door materiaalkeuzes en hoeveelheden toegepast materiaal. Aangezien dit in fase A1 tot en met A3 ook het geval is, wordt deze levenscyclusfase niet meegenomen.

Tabel 2.3 | Overzicht van de verschillende levenscyclusfasen van een project.

Levenscyclusfase	Code conform Bepalings-methode	Toelichting fase	Toepassing binnen MER beoordeling
Productiefase	A1 t/m A3	- Winning van grondstoffen - Transport naar producent - Productieprocessen	Criterium circulariteit
Bouwfase	A4 en A5	- Transport naar gebruikslocatie - Bouw- en installatieproces	Criterium klimaat, realisatiefase
Gebruiksfase	B1 t/m B5	- Gebruik - Onderhoud - Reparaties - Vervangingen - Hernieuwing	Criterium klimaat, netverliezen (alleen gebruik, geen onderhoud ed.)
Einde levensduur	C1 t/m C4	- Sloop - Transport - Afvalverwerking - Finale afvalverwerking	Buiten scope
Volgende productiesystemen	D	Milieulasten en -baten buiten de systeemgrens	Buiten scope

Levenscyclusfase	Code conform Bepalings-methode	Toelichting fase	Toepassing binnen MER beoordeling
		Mogelijkheden voor hergebruik en terugwinning	

Materiaal dat wordt verwijderd en afgevoerd naar een verwerker, bijvoorbeeld wanneer de huidige 220 kV-hoogspanningsmasten worden gecomoveerd, wordt normaliter meegenomen als milieu-impact in fase A5. Wanneer er sprake is van veel recycling, waardoor materiaal als het ware vrij komt in de markt, betekent dat milieuwinst. Dit is bijvoorbeeld het geval voor staal en aluminium dat gemiddeld voor 94%¹² gerecycled wordt. Dat is niet het geval voor de fundering van hoogspanningsmasten die dieper dan 2 meter onder maaiveld ligt, want die blijft zitten. De milieu-impact of milieuwinst door vrijkomend materiaal wordt niet meegenomen. Recycling van reeds aanwezige materialen is niet een gunstig bijkomend effect, maar een minimumvereiste en uitgangspunt bij het uitvoeren van dit project ongeacht het gekozen tracéalternatief. Daarom wordt dit aspect buiten beschouwing gelaten.

Circulariteit: materiaalgebonden milieu-impact

De focus van circulariteit ligt op de materiaalgebonden milieu-impact. Deze impact ontstaat door het delven van de grondstoffen, het vervaardigen ervan tot een product en het transport tussendoor (fase A1 tot en met A3). Door middel van het rekenprogramma DuboCalc wordt de milieu-impact berekend. DuboCalc maakt gebruik van producten die in de Nationale Milieudatabase (NMD) zijn opgenomen. Hierdoor is rekenen met DuboCalc een gestandaardiseerde en beproefde methode in de Grond, Weg en Waterbouw sector.

Milieu-impact wordt uitgedrukt in Euro's, het zijn de maatschappelijke kosten die verbonden zijn aan milieuvervuiling. Tezamen wordt dit de MilieuKostenIndicator genoemd (MKI). De bepalingmethode van MKI is gebaseerd op levenscyclusanalyse (LCA). Binnen deze methodiek worden alle milieueffecten van een product of dienst gedurende de hele levenscyclus (wieg tot graf of wieg tot wieg) beoordeeld.

Hoe hoger de MKI, hoe slechter voor het milieu. De MKI-berekening berust op een bepaalde materiaalkeuze en een materiaalhoeveelheid. Voor de verschillende variabelen is een MKI-berekening gemaakt en uitgedrukt als kengetal [Tabel 2.4].

Tabel 2.4 | Gehanteerde kengetallen voor de verschillende variabelen. Voor alle uitgangspunten, zie bijlage 1.

Onderdeel	Opbouw	MKI-waarde [€] / eenheid	Eenheid
Moldausteenmast	Staalconstructie Betonconstructie	5.668	Per stuk
Moldauhoekmast	Staalconstructie Betonconstructie	13.972	Per stuk

¹² [h43_staalconstructies - v13.pdf \(milieudatabase.nl\)](#)
[h26-kabelwerk-v10.pdf \(milieudatabase.nl\)](#)

Onderdeel	Opbouw	MKI-waarde [€] / eenheid	Eenheid
380 kV-lijnen	Geleider aluminium	124.705	Per km
110 kV-kabels	Geleider aluminium Isolatie XLPE Mantel PVC	135.636	Per km
Backfill zand	Zand	5.298	Per 50 m

Het aantal Moldausteu[m]asten is bepaald aan de hand van de totale lengte van elk tracéalternatief en de gehanteerde veldlengte (maximaal nominale afstand tussen de masten). Voor de veldlengte zijn de volgende afstanden gehanteerd:

- Tracéalternatief 1, 2, 4 en 5: 400 meter. In deze tracéalternatieven worden één (tracéalternatief 4 en 5) of twee (tracéalternatief 1 en 2) mastenrijen met Moldausteu[m]asten geplaatst. De onderlinge afstand hiertussen is standaard maximaal 400 meter.
- Tracéalternatief 3: 350 meter. In dit tracéalternatief wordt de nieuwe Moldausteu[m]ast gebundeld met de bestaande masten van de 220 kV-hoogspanningsverbinding. De 220 kV-hoogspanningsverbinding heeft een veldlengte van ongeveer 350 meter. Om een landschappelijk rustiger beeld te krijgen, loopt de nieuw te bouwen 380 kV-hoogspanningsverbinding daarom in de pas met de bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding. De aanname voor de onderlinge afstand is daarom voor dit tracéalternatief 350 meter.
- Een verandering in richting van de elektriciteitsverbinding resulteert in een hogere belasting van de kabels op de mast. Om deze reden worden hoekmasten toegepast op punten waar de richting van de elektriciteitsverbinding verandert, bijvoorbeeld bij bochten of bij knooppunten. Zo kan de extra belasting opgevangen worden. Hoekmasten zijn aanzienlijk zwaarder dan standaard masten en bieden dus meer stevigheid en stabiliteit. Echter gebruiken deze masttypes ook meer materiaal en veroorzaken dus een hogere milieu-impact dan standaardmasten. De vijf tracéalternatieven en verschillende varianten zijn uitgewerkt in een geografisch informatiesysteem (GIS). Op basis van deze kaarten is het aantal niet rechte lijnen geteld en op basis daarvan is een inschatting gemaakt van het aantal hoekmasten.
- Er is verder geen rekening gehouden met masten bij een weg- of waterovergang. Het is bekend dat dit soort type masten vaak hoger zijn, en daarom een hoger gewicht hebben dan de reguliere masten, maar er zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om hier een nauwkeurige inschatting van te maken. Het lokaal toepassen van hogere masten, en de effecten daarvan, komt in het project-MER aan de orde als de mastposities bekend zijn.

Klimaat: uitstoot broeikasgassen (CO₂ eq)

De CO₂-uitstoot van dit project wordt op twee manieren bepaald: aan de hand van de inzet van materieel om de nieuwe tracés te realiseren en de oude tracés te slopen of te verleggen en aan de hand van netverliezen.

Voor het inzet van materieel ligt de focus op de uitstoot door dieselmaterieel, denk hierbij bijvoorbeeld aan graafwerkzaamheden, het klaarmaken van het werkterrein, transport, heien, hijsen etc. Voor de verschillende variabelen is een gemiddelde materieelinzet bepaald (bijlage 1) en doorgerekend op CO₂ uitstoot in fase A4 en A5 [Tabel 2.5]. Binnen het thema klimaat wordt de sloop van

masten gezien als CO₂ uitstoot die direct terug te linken is aan dit project (en valt dus binnen de scope).

Er mogen geen panden met woonfunctie onder de geleiders staan. In het ene tracéalternatief is hier vaker sprake van dan in het andere (zie effectbeoordeling gebruiksfuncties). Om dit in de duurzaamheidsbeoordeling mee te nemen wordt in algemene zin gerekend met een emissiefactor voor het slopen/bouwen van woningen. Deze berekening is gebaseerd op het aantal woningen onder de geleiders, een gemiddeld vloeroppervlak per woning en de gemiddelde embodied carbon¹³.

Tabel 2.5 | Gehanteerde kengetallen voor de verschillende variabelen. Voor alle uitgangspunten, zie bijlage 1. Op basis van dieselmaterieel en aantal draaiuren conform de AERIUS-berekening. Excl. Transport naar de bouwplaats (A4).

Onderdeel	Kg CO ₂ -eq / eenheid	Eenheid
Sloop 220 kV-mast	25.788	Per stuk
Sloop 110 kV-mast	14.704	Per stuk
Sloop en bouw woningen onder geleiders	53.380	Per woning
Bouw 380 kV-steunmast	17.455	Per stuk
Bouw 380 kV-hoekmast	28.723	Per stuk
Bouw boring	5.651	Per 250 m
Bouw ontgraving	27.681	Per 50 m

Voor de netverliezen wordt gebruik gemaakt van ingeschatte kengetallen [Tabel 2.6]. De verschillende combinaties van type geleider en stroomsterke hebben elk een eigen kengetal voor transportverlies. Deze wordt vermenigvuldigd met de lengte waarvoor die combinatie geldt. Om dit te vertalen naar CO₂-uitstoot wordt de emissiefactor: 0,448 kg CO₂ / kWh¹⁴ gebruikt.

Tabel 2.6 | Gehanteerde kengetallen voor het bereken van de totale netverliezen. Aangeleverd door TenneT (sep 2024), meer informatie zie bijlage 1.

Onderdeel	Transportverlies (GWh/km/jaar)
Bestaande 220 kV	0,68
Opgewaardeerde 220 kV	0,19
Nieuwe Moldau 220 kV	0,12
Nieuwe Moldau 380 kV	0,77

¹³ Embodied carbon is een term voor gebouwen welke aangeeft hoeveel CO₂ uitgestoten wordt tijdens de productie en bouw van een woning. De gegevens zijn gebaseerd op het rapport [CO₂-Barometer Lente-akkoord 2.0](#)

¹⁴ [Lijst emissiefactoren | CO₂ emissiefactoren](#)

2.4 Aannames en uitgangspunten

Het effectonderzoek voor het plan-MER wordt uitgevoerd voor vijf tracéalternatieven, diverse varianten en een groot studiegebied. Dat brengt met zich mee dat het onderzoek in het algemeen gebeurt op basis van bestaande informatie en dat voor sommige analyses aannames zijn gedaan of uitgangspunten zijn gehanteerd. Om de effectbeoordeling in dit MER uit te kunnen voeren wordt een aantal aannames gedaan en gehandeld vanuit verschillende uitgangspunten. Deze worden hier onder opgesomd:

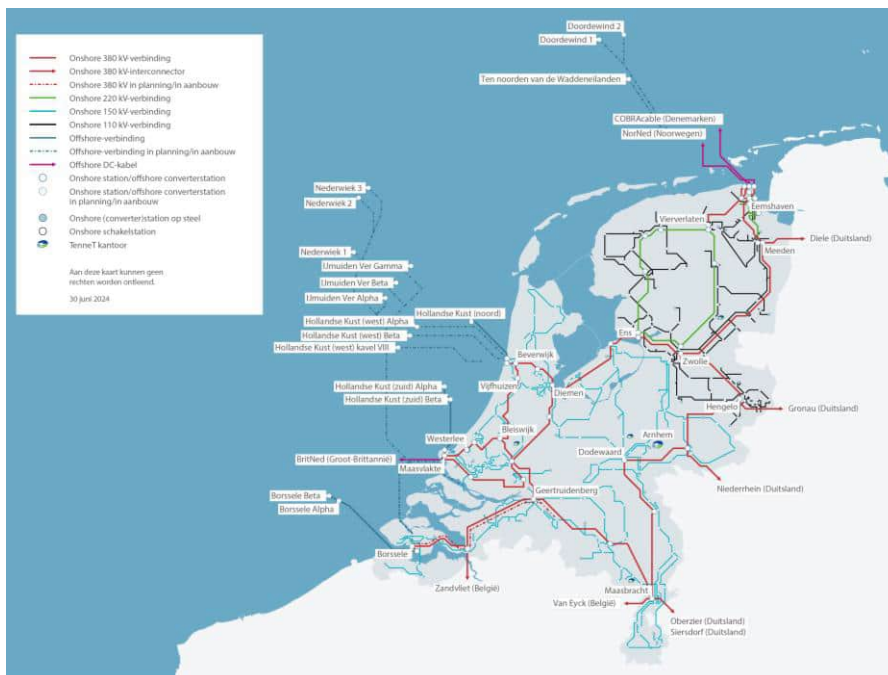
- De nieuwe 380 kV-hoogspanningsverbinding ligt volledig, over het gehele traject, bovengronds. Dit komt voort uit het principe '*bovengronds, tenzij ...*'. In deze fase van het project is nog niet bekend of – en zo ja, waar – de nieuwe verbinding ondergronds komt te liggen. Het is mogelijk dat het ondergronds aanleggen van de 380 kV-hoogspanningsverbinding vanwege mitigerende maatregelen noodzakelijk is. Dit heeft een aanzienlijk effect op de circulariteits- en klimaatscore en kan leiden tot een andere beoordeling.
- De materiaalsoorten en het bouwproces zijn voor alle tracéalternatieven hetzelfde en worden zonder optimalisaties beoordeeld. Zo wordt aangenomen dat de duurzaamheidsdoelstellingen van TenneT met betrekking tot materiaalgebruik en CO₂-uitstoot voor de verschillende tracéalternatieven op gelijke wijze wordt toegepast.
- Het kappen van bomen om de ZRO-strook vrij te maken wordt niet meegenomen in de duurzaamheidsbeoordeling. Ten eerste omdat het effect van het verdwijnen van houtopstanden reeds wordt beoordeeld in het deelrapport Natuur. Ten tweede is er op dit moment te weinig informatie beschikbaar over de toepassing van het vrijkomende hout, wat bepalend is voor de mate van circulariteit en uitstoot van broeikasgassen.
- Beheer en onderhoud van de bestaande en de nieuwe verbinding wordt buiten beschouwing gelaten. Reden hiervoor is de complexiteit om rekening te houden met de levensduur van de systemen en mogelijke vervangingen.
- Voor alle rekenkundige uitgangspunten, zie bijlage 1.

3. Referentiesituatie

De referentiesituatie is de situatie waarbij geen nieuwe hoogspanningsverbinding aangelegd wordt tussen Vierverlaten en Ens, terwijl andere projecten wel doorgang krijgen. Door deze projecten, ook wel autonome ontwikkelingen, mee te nemen houdt de duurzaamheidsbeoordeling rekening met de toekomstige situatie van het projectgebied.

3.1 Huidige situatie

Figuur 3.1 geeft de huidige situatie van het hoogspanningsnet in Noord-Nederland weer. Op het moment staan er twee 220 kV-hoogspanningsverbindingen (groen in figuur 3.1) tussen Vierverlaten en Ens. Verder lopen er op en rondom het huidige traject meerdere 110 kV-hoogspanningsverbindingen (zwart). De beheer- en onderhoudsfase is uitgesloten van de beoordeling en daarom gaat de referentiesituatie ervan uit dat er geen aanpassingen worden gedaan aan de huidige 220 kV-hoogspanningsverbinding.



Figuur 3.1 | Hoogspanningsnet kaart Nederland 2024 (TenneT, 2024) [Netkaarten \(tennet.eu\)](https://www.tennet.eu)

3.1.1 Circulariteit: materiaalverbruik

In de referentiesituatie worden er geen nieuwe verbindingen aangelegd en worden er geen bestaande verbindingen gesloopt of verlegd. Wel vindt er onderhoud aan het bestaande hoogspanningsnet plaats.

3.1.2 Klimaat: realisatiefase (CO₂ eq.)

Met de uitstoot van broeikasgassen wordt er gedoeld op de directe uitstoot voor het slopen of aanleggen van een netverbinding. Hiervan is in de huidige situatie geen sprake. In de huidige situatie is wel sprake van onderhoud van het bestaande netwerk. De informatie hierover is beperkt, wat het moeilijk maakt om dit mee te nemen binnen de huidige situatie. Daarnaast zal ook bij een nieuwe verbinding sprake zijn van onderhoud. Onderhoud wordt daarom niet meegenomen in de referentiesituatie.

3.1.3 Klimaat: netverliezen (CO₂ eq.)

In de referentiesituatie is er sprake van netverliezen. In het CSRD-rapport van TenneT is er in Nederland sprake van 1.605 GWh netverliezen¹⁵ in het jaar 2023. Met de huidige energiemix staat daar een emissiefactor van 448 ton CO₂ eq./GWh tegenover¹⁶. Dat betekent dat het effect op het klimaat door netverliezen 719.031 ton CO₂ eq. is.

3.2 Autonome ontwikkeling

Los van dit project is er een aantal autonome ontwikkelingen op het gebied van opwek, transport en gebruik van elektriciteit in (Noord-)Nederland. Zo zijn er bijvoorbeeld plannen om het totale vermogen aan windenergie op zee van 4,5 GW te verhogen naar 21 GW rond 2030⁽²⁾. In lijn met deze ontwikkelingen en plannen zal de opwek van duurzame elektriciteit rondom de Eemshaven met 4,7 GW toenemen in de komende 5 jaar. Hiervan komt 0,7 GW te liggen in windenergiegebied 'Ten noorden van de Waddeneilanden' en 4 GW in 'Windgebied 5-oost'^[3]. Verder is de verwachting ook dat de vraag naar elektriciteit alleen maar toe zal nemen door de elektrificatie van Nederland (EV, warmtepompen, etc.)

Hieruit is afgeleid dat de relevante autonome ontwikkeling die plaatsvindt, een groei in vraag en aanbod van elektriciteit is.

3.2.1 Circulariteit: materiaalverbruik

Er zijn geen autonome ontwikkelingen in relatie tot materiaalverbruik die relevant zijn voor het project.

3.2.2 Klimaat: realisatiefase (CO₂ eq.)

Er zijn geen autonome ontwikkelingen in relatie tot de uitstoot van CO₂ in de realisatiefase die relevant zijn voor het project.

¹⁵ [TenneT Additional CSR data document 2023.pdf](#)

¹⁶ [Lijst emissiefactoren | CO2 emissiefactoren](#)

3.2.3 Klimaat: netverliezen (CO₂ eq)

De verwachting is dat de energiemix langzamerhand een lagere emissiefactor krijgt doordat een groter deel van de energie duurzaam opgewekt wordt. Theoretisch gezien leidt dit tot een emissievrije elektriciteitsvoorziening in 2050. De exacte lijn is echter niet in beeld gebracht en wordt daarom niet als een autonome ontwikkeling gezien.

Daarnaast is de markt bezig met innovaties om netverliezen terug te dringen. Dit is een ontwikkeling die onderdeel is van de beoordeling.

Er zijn geen andere autonome ontwikkelingen in relatie tot de uitstoot van CO₂ door netverliezen die relevant zijn voor het project.

4. Effectbeoordeling tracéalternatieven

4.1 Effectbeoordeling

De effectbeoordeling vindt plaats op basis van de gegevens van de tracéalternatieven en de varianten onderling. Deze gegevens zijn opgenomen in *Tabel 4.1* en *Tabel 4.2*.

De variabelen zijn berekend door middel van GIS (aug 2024), zonder de exacte mastpositie te weten. Het aantal steunmasten is bepaald aan de hand van de tracélengte en de maximale veldlengte. Het aantal hoekmasten is een inschatting van het aantal niet rechte lijnen. Voor het aantal te slopen 220 kV-masten is het huidige aantal masten geteld met behulp van de HoogspanningsNet Netkaart. De waarden in deze tabel zijn een inschatting, in een later stadium worden deze nader uitgewerkt.

De varianten en de verschillen in lengte zijn opgenomen in *Tabel 4.3*.

Tabel 4.1 | De waardes en aannames waarmee gewerkt wordt in dit project voor het criterium circulariteit

Criterium circulariteit		1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
		Dubbele Moldau	Dubbele Moldau	Dubbele Moldau	Dubbele Moldau	Enkele Moldau	Enkele Moldau	Enkele Moldau	Enkele Moldau	Enkele Moldau	Enkele Moldau
Variabele	Eenheid	Noord	Zuid	Noord	Zuid	Noord	Zuid	Noord	Zuid	Noord	Zuid
Aantal steunmasten 380 kV	Stuks	310	200	316	192	178	108	115	112	112	125
Aantal hoekmasten 380 kV	Stuks	43	16	38	18	27	13	15	10	15	14
Lengte tracé 380 kV	Km	141	86	141	85	72	42	52	43	51	56
Lengte verkabeling 110 kV	Km	5	9	1	8	1	8	3	6	2	41
Backfill zand 110 kV	Per 50 m	66	142	11	132	11	88	37	88	22	604

Tabel 4.2 | De waardes en aannames waarmee gewerkt wordt in dit project voor het criterium klimaat, realisatiefase.

Criterium klimaat, realisatiefase		1	1	2	2	3	3	4	4	5	5
		Dubbele Moldau	Dubbele Moldau	Dubbele Moldau	Dubbele Moldau	Enkele Moldau	Enkele Moldau	Enkele Moldau	Enkele Moldau	Enkele Moldau	Enkele Moldau
Variabele	Eenheid	Noord	Zuid	Noord	Zuid	Noord	Zuid	Noord	Zuid	Noord	Zuid
Sloop 220 kV-mast	Stuks	169	90	218	134	0	0	0	0	0	0
Sloop 110 kV-mast	Stuks	21	31	21	29	9	29	30	26	13	146
Bouw 380 kV-steunmast	Stuks	310	200	316	192	178	108	115	112	112	125
Bouw 380 kV-hoekmast	Stuks	43	16	38	18	27	13	15	10	15	14
Bouw 110 kV-boring	Per 250 m	8	6	2	5	2	5	6	6	5	44
Bouw 110 kV-ontgraving	Per 50 m	66	142	11	132	11	132	37	88	22	604

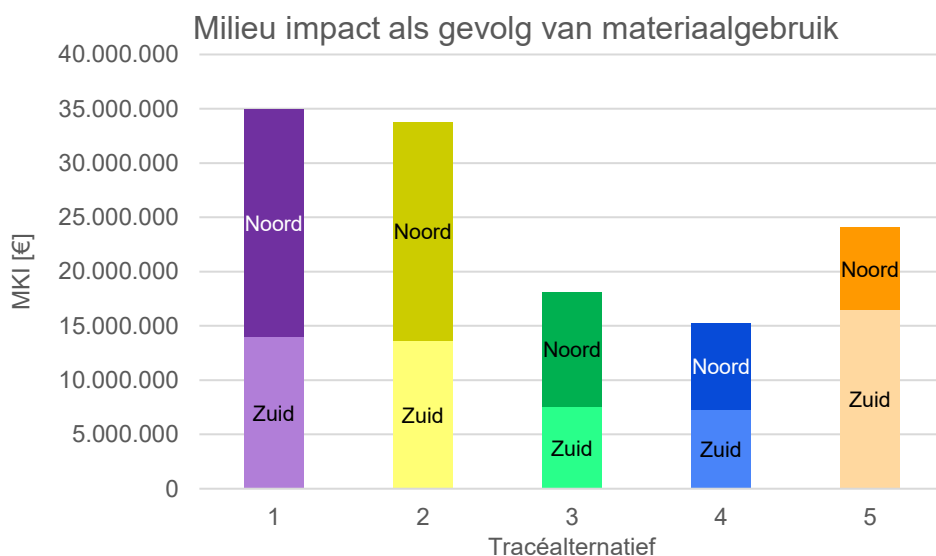
Tabel 4.3 | Verschil in lengte van de verschillende varianten. Een positief getal (+) betekent dat de variant langer is dan het vergelijkbare stuk tracéalternatief. Een negatief getal (-) betekent dat de variant korter is dan het vergelijkbare stuk tracéalternatief.

Tracéalternatief	1						2	4		5	
Deel	N	N	N	Z	Z	Z	Z	N	Z	Z	Z
Variant	Vierverlaten	Surhuisterveen	Leeuwarden	Oudehaske	Kuinre	Marknesse	Lutjelgeest	Heerenveen	Tjeukemeer	Lemmer	Vollenhove
Afwijking lengte tracéalternatief	+5%	+12%	-11%	+2%	+9%	-7%	-2%	0%	0%	-10%	-7%
Afwijking lengte verkabeling (ontgraving)*	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	-100%	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	-74%	-100%	-100%	-100%

*Bij n.v.t. is er geen sprake van verkabeling. Bij -100% is er in het tracéalternatief wel sprake van verkabeling en bij de variant niet.

4.1.1 Effecten circulariteit als gevolg van materiaalgebruik

Voor de beoordeling van de effecten is het noodzakelijk om eerst te bepalen welk tracéalternatief de laagste MKI-score heeft. De andere tracéalternatieven worden vergeleken ten opzichte van deze "laagste score". In *Figuur 4.1* zijn de resultaten van de MKI-berekening te zien. Het tracéalternatief met de laagste score is tracéalternatief 4 zuid, deze wordt op 0% gezet. *Tabel 4.4* geeft aan hoeveel meer materiaalgebonden milieu-impact de andere tracéalternatieven veroorzaken, in percentages.



Figuur 4.1 | Totaaloverzicht van de materiaalgebonden milieu-impact.

Tabel 4.4 | Onderlinge vergelijking van de noordelijke en zuidelijke gedeeltes van de tracéalternatieven.

Tracéalternatief	Gedeelte	Totale MKI-waarde	Meer impact t.o.v. de laagste score
4	Z	7.311.410	0%
3	Z	7.593.505	4%
5	N	7.600.332	4%
4	N	7.966.194	9%
3	N	10.539.254	44%
2	Z	13.638.240	87%
1	Z	13.958.895	91%
5	Z	16.480.636	125%
2	N	20.125.219	175%
1	N	20.963.540	187%

Tracéalternatief 1 (VKA 2012) – dubbele Moldau

Tracéalternatief 1 heeft een totale lengte van afgerond 113 km. Hiervan ligt 70 km in het noordelijk traject en 43 km in het zuidelijk traject. Binnen dit tracéalternatief wordt er een dubbele mastenrij gerealiseerd en wordt bijna 14 km 110 kV-hoogspanningsverbinding verkabeld, de onderstaande gegevens geven een totaaloverzicht van de resultaten van de MKI-berekening weer (dus voor 2 mastenrijen).

Tabel 4.5 | Resultaten MKI-berekening tracéalternatief 1.

Alternatief	Locatie	Onderdeel	MKI / eenheid		Totale MKI
1	Noord	Aantal steunmasten [stuks]	310	5.668	1.757.202
		Aantal hoekmasten [stuks]	43	13.972	600.794
		Lengte tracé [km]	140,8	124.705	17.560.345
		Lengte verkabeling [km]	5,2	135.636	711.077
		Backfill zand [per 50m]	66,2	5.045	334.122 +
					20.963.540
	Zuid	Aantal steunmasten [stuks]	200	5.668	1.133.679
		Aantal hoekmasten [stuks]	16	13.972	223.551
		Lengte tracé [km]	86,0	124.705	10.718.589
		Lengte verkabeling [km]	8,6	135.636	1.165.772
		Backfill zand [per 50m]	142,2	5.045	717.305 +
					13.958.895
	Totaal				34.922.436

Voor het noordelijk traject houdt dit in dat er in totaal 310 nieuwe steunmasten en 43 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden met in totaal 141 km aan lengte van nieuwe hoogspanningsverbindingen. Er vindt verkabeling plaats van de 110 kV-hoogspanningsverbinding over 5 kilometer. Het materiaalgebruik veroorzaakt een milieu-impact van €20.963.540,-, dat is 187% meer dan de laagste score.

Het noordelijk traject krijgt daarom de beoordeling sterk negatief (- -)

Voor het zuidelijk traject houdt dit in dat er in totaal 200 nieuwe steunmasten en 16 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden met in totaal 86 km aan lengte van nieuwe hoogspanningsverbindingen. Er vindt verkabeling van 110 kV-hoogspanningsverbinding plaats over 9 kilometer. Het materiaalgebruik veroorzaakt een milieu-impact van €13.958.895,-, dat is 91% meer dan de laagste score.

Het zuidelijk traject krijgt daarom de beoordeling negatief (-)

De totale beoordeling scoort gelijk aan de gemiddelde beoordeling van het noordelijk- en zuidelijk traject, afgerond naar de minst gunstige beoordeling. Op basis van de beoordeling van noord (- -) en zuid (-) wordt de beoordeling van dit tracéalternatief sterk negatief.

Tracéalternatief 1 krijgt daarom in totaliteit de beoordeling sterk negatief (- -)

Varianten tracéalternatief 1 (dubbele Moldau)

Binnen tracéalternatief 1 zijn er zes varianten, Tabel 4.3 toont aan dat binnen tracéalternatief 1 vier varianten langer zijn dan het stuk dat ze vervangen. Twee varianten zijn juist korter. De varianten 'Vierverlaten', 'Oudehaske', 'Kuinre' en

'Marknesse' verschillen minder dan 10,0% met het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief en worden dus als verwaarloosbaar beschouwd. Variant 'Surhuisterveen' is minstens 10,0% langer dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief en krijgt daarom een negatieve beoordeling. Variant 'Leeuwarden' is minstens 10,0% korter dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief en krijgt daarom een positieve beoordeling.

Tabel 4.6 | Samenvatting varianten beoordeling tracéalternatief 1.

	Vierverlaten	Surhuisterveen	Leeuwarden	Kuinre	Marknesse	Oudehaske
Beoordeling		V	^			

Tracéalternatief 2 – 220 kV-hoogspanningsverbinding (dubbele Moldau)

Tracéalternatief 2 heeft een totale lengte van 114 km. Hiervan ligt 71 km in het noordelijk traject en 42 km in het zuidelijk traject, de masten mogen maximaal 400 meter uit elkaar staan. Binnen dit tracéalternatief wordt er een dubbele mastenrij gerealiseerd en wordt 9 km 110 kV-hoogspanningsverbinding verkabeld, de onderstaande gegevens geven een totaaloverzicht van de resultaten van de MKI-berekening (dus voor 2 mastenrijen) weer.

Tabel 4.7 | Resultaten MKI-berekening tracéalternatief 2.

Alternatief	Locatie	Onderdeel	MKI / eenheid		Totale MKI
2	Noord	Aantal steunmasten [stuks]	316	5.668	1.791.212
		Aantal hoekmasten [stuks]	38	13.972	530.934
		Lengte tracé [km]	141,2	124.705	17.610.501
		Lengte verkabeling [km]	1,0	135.636	139.202
		Backfill zand [per 50m]	10,6	5.045	53.370 +
					20.125.219
	Zuid	Aantal steunmasten [stuks]	192	5.668	1.088.332
		Aantal hoekmasten [stuks]	18	13.972	251.495
		Lengte tracé [km]	84,7	124.705	10.556.659
		Lengte verkabeling [km]	7,9	135.636	1.077.820
		Backfill zand [per 50m]	131,6	5.045	663.935 +
					13.638.240
	Totaal				33.763.460

Voor het noordelijk traject houdt dit in dat er in totaal 316 nieuwe steunmasten en 38 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden met in totaal 141 km aan lengte van nieuwe hoogspanningsverbindingen. Er vindt verkabeling plaats over 1 kilometer. Het materiaalgebruik veroorzaakt een milieu-impact van €20.125.219,-, dat is 175% meer dan de laagste score.

Het noordelijk traject krijgt daarom de beoordeling sterk negatief (- -)

Voor het zuidelijk traject houdt dit in dat er in totaal 192 nieuwe steunmasten en 18 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden met in totaal 85 km aan lengte van nieuwe hoogspanningsverbindingen. Er vindt verkabeling plaats over 8 kilometer. Het materiaalgebruik veroorzaakt een milieu-impact van €13.638.240,-, dat is 87% meer dan de laagste score.

Het zuidelijk traject krijgt daarom de beoordeling negatief (-)

De totale beoordeling scoort gelijk aan de gemiddelde beoordeling van het noordelijk- en zuidelijk traject, afgerond naar de minst gunstige beoordeling. Op basis van de beoordeling van noord (-) en zuid (-) wordt de beoordeling van dit tracéalternatief sterk negatief.

Tracéalternatief 2 krijgt daarom in totaliteit de beoordeling sterk negatief (- -)

Varianten tracéalternatief 2 (dubbele Moldau)

Binnen tracéalternatief 2 is er één variant, 'Luttelgeest'. Tabel 4.3 toont aan dat deze variant korter is dan het stuk wat het vervangt. Het verschil is echter minder dan 10,0% en wordt dus als verwaarloosbaar beschouwd.

Tabel 4.8 | Samenvatting varianten beoordeling tracéalternatief 2.

	Luttelgeest
Beoordeling	

Tracéalternatief 3 – 220 kV-hoogspanningsverbinding (enkele Moldau)

Tracéalternatief 3 heeft een totale lengte van 114 km. Hiervan ligt 72 km in het noordelijk traject en 42 km in het zuidelijk traject. Aangezien de masten gebundeld worden met een bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding mogen deze maximaal 350 meter uit elkaar staan. Binnen dit tracéalternatief wordt er een enkele mastenrij gerealiseerd en wordt 9 km 110 kV-hoogspanningsverbinding verkabeld, onderstaande gegevens hebben betrekking op de enkele te plaatsen mastenrij.

Tabel 4.9 | Resultaten MKI-berekening tracéalternatief 3.

Alternatief	Locatie	Onderdeel	MKI / eenheid		Totale MKI
3	Noord	Aantal steunmasten [stuks]	178	5.668	1.008.974
		Aantal hoekmasten [stuks]	27	13.972	377.243
		Lengte tracé [km]	71,9	124.705	8.960.465
		Lengte verkabeling [km]	1,0	135.636	139.202
		Backfill zand [per 50m]	10,6	5.045	53.370 +
					10.539.254
	Zuid	Aantal steunmasten [stuks]	108	5.668	612.186
		Aantal hoekmasten [stuks]	13	13.972	181.635
		Lengte tracé [km]	42,3	124.705	5.277.056
		Lengte verkabeling [km]	7,9	135.636	1.077.820
		Backfill zand [per 50m]	88,2	5.045	444.807 +
					7.593.505
	Totaal				18.132.759

Voor het noordelijk traject houdt dit in dat er in totaal 178 nieuwe steunmasten en 27 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden met in totaal 72 km aan lengte van nieuwe hoogspanningsverbindingen. Er vindt verkabeling plaats over 1 kilometer. Het materiaalgebruik veroorzaakt een milieu-impact van €10.539.254,-, dat is 44% meer dan de laagste score.

Het noordelijk traject krijgt daarom de beoordeling negatief (-)

Voor het zuidelijk traject houdt dit in dat er in totaal 108 nieuwe steunmasten en 13 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden met in totaal 42 km aan lengte van nieuwe hoogspanningsverbindingen. Er vindt verkabeling plaats over 8 kilometer. Het materiaalgebruik veroorzaakt een milieu-impact van €7.593.505,-, dat is 4% meer dan de laagste score.

Het zuidelijk traject krijgt daarom de beoordeling beperkt negatief (0/-)

De totale beoordeling scoort gelijk aan de gemiddelde beoordeling van het noordelijk- en zuidelijk traject, afgerond naar de minst gunstige beoordeling. Op basis van de beoordeling van noord (-) en zuid (0/-) wordt de beoordeling van dit tracéalternatief negatief.

Tracéalternatief 3 krijgt daarom in totaliteit de beoordeling negatief (-)

Tracéalternatief 4 – A7/A6/N50 (enkele Moldau)

Tracéalternatief 4 heeft een totale lengte van 95 km. Hiervan ligt 52 km in het noordelijk traject en 43 km in het zuidelijk traject, de masten mogen maximaal 400 meter uit elkaar staan. Binnen dit tracéalternatief wordt er een enkele mastenrij gerealiseerd en wordt ruim 9 km 110 kV-hoogspanningsverbinding verkabeld. Dit tracéalternatief wordt zoveel mogelijk gebundeld met een snelweg.

Tabel 4.10 | Resultaten MKI-berekening tracéalternatief 4.

Alternatief	Locatie	Onderdeel	MKI / eenheid		Totale MKI
4	Noord	Aantal steunmasten [stuks]	115	5.668	651.562
		Aantal hoekmasten [stuks]	15	13.972	209.579
		Lengte tracé [km]	52,0	124.705	6.481.995
		Lengte verkabeling [km]	3,2	135.636	438.604
		Backfill zand [per 50m]	36,6	5.045	184.454 +
					7.966.194
	Zuid	Aantal steunmasten [stuks]	97	5.668	552.349
		Aantal hoekmasten [stuks]	10	13.972	139.720
		Lengte tracé [km]	43,0	124.705	5.359.513
		Lengte verkabeling [km]	6,0	135.636	815.022
		Backfill zand [per 50m]	88,2	5.045	444.807 +
					7.311.410
	Totaal				15.277.605

Voor het noordelijk traject houdt dit in dat er in totaal 115 nieuwe steunmasten en 15 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden met in totaal 52 km aan lengte van nieuwe hoogspanningsverbindingen. Er vindt verkabeling plaats over 3 kilometer. Het materiaalgebruik veroorzaakt een milieu-impact van €7.966.194,-, dat is 9% meer dan de laagste score.

Het noordelijk traject krijgt daarom de beoordeling beperkt negatief (0/-)

Voor het zuidelijk traject houdt dit in dat er in totaal 97 nieuwe steunmasten en 10 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden met in totaal 43 km aan lengte van nieuwe hoogspanningsverbindingen. Er vindt verkabeling plaats over 6 kilometer. Het materiaalgebruik veroorzaakt een milieu-impact van €7.311.410,-, dat is de laagste score.

Het zuidelijk traject krijgt daarom de beoordeling beperkt negatief (0/-)

De totale beoordeling scoort gelijk aan de gemiddelde beoordeling van het noordelijk- en zuidelijk traject, afgerond naar de minst gunstige beoordeling. Op basis van de beoordeling van noord (0/-) en zuid (0/-) wordt de beoordeling van dit tracéalternatief beperkt negatief.

Tracéalternatief 4 krijgt daarom in totaliteit de beoordeling beperkt negatief (0/-)

Varianten tracéalternatief 4 (enkele Moldau)

Binnen tracéalternatief 4 zijn er 2 varianten, Tabel 4.3 toont varianten 'Tjeukemeer' en 'Heerenveen' niet korter of langer zijn dan het stuk dat ze vervangen.

Tabel 4.11 | Samenvatting varianten beoordeling tracéalternatief 4.

	Heerenveen	Tjeukemeer
Beoordeling		

Tracéalternatief 5 – A7/A6/110 kV-hoogspanningsverbinding (enkele Moldau)

Tracéalternatief 5 heeft een totale lengte van 106 km. Hiervan ligt 51 km in het noordelijk traject en 66 km in het zuidelijk traject. Binnen dit tracéalternatief wordt er een enkele mastenrij gerealiseerd en wordt ruim 61 km 110 kV-hoogspanningsverbinding verkabeld. Dit tracéalternatief wordt zoveel mogelijk gebundeld met een snelweg.

Tabel 4.12 | Resultaten MKI-berekening tracéalternatief 5.

Alternatief	Locatie	Onderdeel	MKI / eenheid		Totale MKI
5	Noord	Aantal steunmasten [stuks]	112	5.668	634.860
		Aantal hoekmasten [stuks]	15	13.972	209.579
		Lengte tracé [km]	50,7	124.705	6.324.272
		Lengte verkabeling [km]	2,4	135.636	320.998
		Backfill zand [per 50m]	21,9	5.045	110.623 +
					7.600.332
	Zuid	Aantal steunmasten [stuks]	125	5.668	708.549
		Aantal hoekmasten [stuks]	14	13.972	195.607
		Lengte tracé [km]	55,6	124.705	6.932.339
		Lengte verkabeling [km]	41,3	135.636	5.597.131
		Backfill zand [per 50m]	603,9	5.045	3.047.009 +
					16.480.636
	Totaal				24.080.968

Voor het noordelijk traject houdt dit in dat er in totaal 112 nieuwe steunmasten en 15 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden. Er vindt verkabeling plaats over ruim 2 kilometer. Het materiaalgebruik veroorzaakt een milieu-impact van €7.600.332,-, dat is 4% meer dan de laagste score.

Het noordelijk traject krijgt daarom de beoordeling beperkt negatief (0/-)

Voor het zuidelijk traject houdt dit in dat er in totaal 125 nieuwe steunmasten en 14 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden. Er vindt verkabeling plaats over ruim 55 kilometer. Het materiaalgebruik veroorzaakt een milieu-impact van €16.480.636,-, dat is 125% meer dan de laagste score.

Het zuidelijk traject krijgt daarom de beoordeling sterk negatief (- -)

De totale beoordeling scoort gelijk aan de gemiddelde beoordeling van het noordelijk- en zuidelijk traject, afgerond naar de minst gunstige beoordeling. Op basis van de beoordeling van noord (0/-) en zuid (- -) wordt de beoordeling van dit tracéalternatief negatief.

Tracéalternatief 5 krijgt daarom in totaliteit de beoordeling negatief (-)

Variant tracéalternatief 5 (enkele Moldau)

Tracéalternatief 5 kent twee varianten. *Tabel 4.3* toont aan dat variant 'Lemmer' meer dan 10,0% korter is dan het variant alternatief. Variant 'Lemmer' krijgt dus een positieve beoordeling. Variant 'Vollenhove' is minder dan 10,0% korter dan het variant alternatief, daarom is dit verschil verwaarloosbaar verklaard.

Tabel 4.13 | Samenvatting varianten beoordeling tracéalternatief 5.

	Lemmer	Vollenhove
Beoordeling	▲	

Samenvatting effecten circulariteit als gevolg van materiaalgebruik

De verschillende tracéalternatieven scoren in verschillende mate negatiever dan de referentiesituatie. Tracéalternatief 1 en 2 scoren sterk negatief, doordat het aanleggen van een dubbele Moldau erg veel materiaal kost. Tracéalternatief 3 en 4 scoren beperkt negatief, hier worden enkele Moldaumastenrijen gerealiseerd. Tracéalternatief 5 scoort negatief omdat de verkabeling in het zuidelijk traject zwaar drukt op de materiaalgebonden milieu-impact [Tabel 4.14].

Variant Surhuisterveen van tracéalternatief 1 heeft een negatiever effect dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief. Variant Leeuwarden van tracéalternatief 1 en variant Lemmer van tracéalternatief 5 hebben een positiever effect dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief. Deze verschillen leiden echter niet tot een andere totaalbeoordeling van de betreffende tracéalternatieven. Bij de andere varianten wijkt het effect niet af van het vergelijkbare stuk van het bijbehorende tracéalternatief.

Tabel 4.14 | Samenvatting effectbeoordeling effecten circulariteit als gevolg van materiaalgebruik.

Thema: Duurzaamheid																		
	Tracéalternatief 1	V1 = Variant Vierverlaten	V2 = Variant Surhuisterveen	V3 = Variant Leeuwarden	V4 = Variant Kuinre	V5 = Variant Marknesse	V6 = Variant Oudehaske	Tracéalternatief 2	V1 = Variant Luttelgeest	Tracéalternatief 3	Tracéalternatief 4	V1 = Variant Heerenveen	V2 = Variant Tjeukemeer	Tracéalternatief 5	V1 = Variant Lemmer	V2 = Variant Vollenhove		

Circulariteit als gevolg van materiaalgebruik

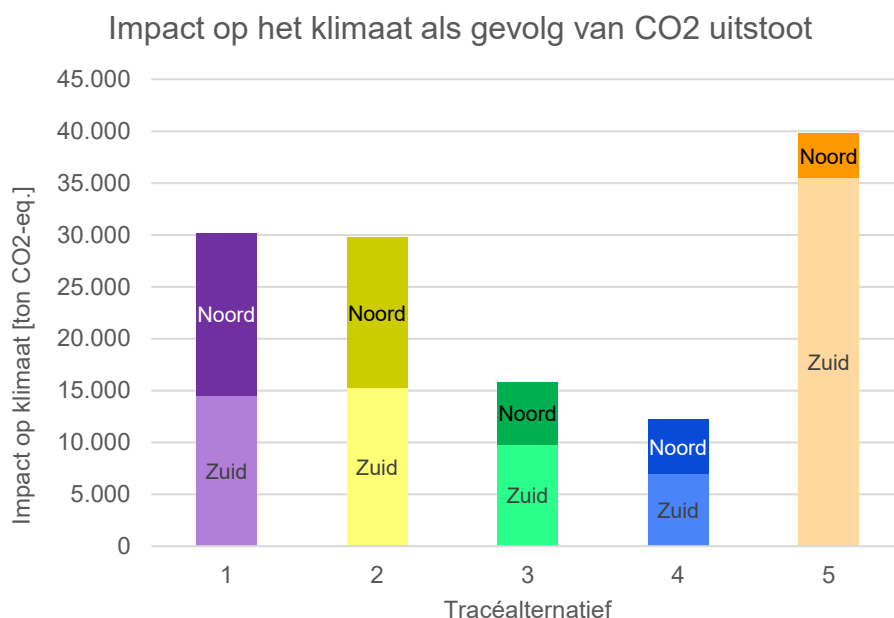
Noord	-	~	∇	^				-		-	0/-	~		0/-				
Zuid	-				~	~	~	-	~	0/-	0/-		~	-	^	~		
Totaal	-							-		-	0/-			-				

Legenda bij variantbeoordeling

- ^ Effect positiever dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief
- ~ Effect wijkt niet af van het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief
- ∇ Effect negatiever dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

4.1.2 Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO₂ eq.) door materieel in de realisatiefase

Voor de beoordeling van de effecten is het noodzakelijk om het tracéalternatief met de laagste CO₂-uitstoot te bepalen. De andere tracéalternatieven worden vergeleken ten opzichte van deze "laagste score". In *Figuur 4.2* zijn de resultaten van de CO₂ berekening te zien. Het tracéalternatief met de laagste score is tracéalternatief 5 Noord, deze wordt op 0% gezet. *Tabel 4.15* geeft aan hoeveel meer CO₂ uitstoot de andere tracéalternatieven veroorzaken, in percentages.



Figuur 4.2 | Totaaloverzicht van de CO₂ uitstoot in de realisatiefase.

Tabel 4.15 | Onderlinge vergelijking van de noordelijke en zuidelijke gedeeltes van de tracéalternatieven.

Tracéalternatief	Gedeelte	Totale uitstoot [ton CO ₂ eq.]	Meer impact t.o.v. de laagste score
5	N	4.250	0%
4	N	5.262	24%
3	N	6.001	41%
4	Z	6.929	63%
3	Z	9.817	131%
2	N	14.500	241%
1	Z	14.558	243%
2	Z	15.254	259%
1	N	15.630	268%
5	Z	35.532	736%

Tracéalternatief 1 (VKA 2012) – dubbele Moldau

Tracéalternatief 1 heeft een totale lengte van 113 km. Hiervan ligt 70 km in het noordelijk traject en 43 km in het zuidelijk traject. Binnen dit tracéalternatief wordt er een dubbele mastenrij gerealiseerd en een bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding verwijderd. Daarnaast wordt er bijna 14 km 110 kV-hoogspanningsverbinding verkabeld. De onderstaande gegevens hebben betrekking op de bouw- en sloopprocessen.

Tabel 4.16 | Resultaten CO₂-berekening tracéalternatief 1.

Alternatief	Locatie	Onderdeel	CO ₂ [ton] / eenheid		Totale CO ₂
1	Noord	Sloopproces 220kV [stuks]	169	22	3.673
		Sloopproces 110kV [stuks]	21	13	267
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	27	53	1.441
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	310	17	5.326
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	43	35	1.498
		Bouwproces boring [250m]	8	9	72
		Bouwproces graven [50m]	66	51	3.353 +
					15.630
	Zuid	Sloopproces 220kV [stuks]	90	22	1.956
		Sloopproces 110kV [stuks]	31	13	394
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	18	53	961
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	200	17	3.436
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	16	35	557
		Bouwproces boring [250m]	6	9	55
		Bouwproces graven [50m]	142	51	7.198 +
					14.558
	Totaal				30.187

Voor het noordelijk traject houdt dit in dat er in totaal 310 nieuwe steunmasten en 43 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden. Er worden 169 220 kV-masten en 21 110 kV-masten geamoveerd. Daarnaast vindt er verkabeling plaats waarvan 8 delen door middel van boren en 66 delen door middel van een ontgraving. Dit veroorzaakt een uitstoot van broeikasgassen van 15.630 ton CO₂-eq., dat is 268% meer dan de laagste score.

Het noordelijk traject krijgt daarom de beoordeling sterk negatief (- -)

Voor het zuidelijk traject houdt dit in dat er in totaal 200 nieuwe steunmasten en 16 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden. Er worden 90 220 kV-masten en 31 110 kV-masten geamoveerd. Daarnaast vindt er verkabeling plaats waarvan 6 delen door middel van boren en 142 delen door middel van een ontgraving. Dit veroorzaakt een uitstoot van broeikasgassen van 14.558 ton CO₂-eq., dat is 243% meer dan de laagste score.

Het zuidelijk traject krijgt daarom de beoordeling sterk negatief (- -)

De totale beoordeling scoort gelijk aan de gemiddelde beoordeling van het noordelijk- en zuidelijk traject, afgerond naar de minst gunstige beoordeling. Op basis van de beoordeling van noord (- -) en zuid (- -) wordt de beoordeling van dit tracéalternatief sterk negatief.

Tracéalternatief 1 krijgt daarom in totaliteit de beoordeling sterk negatief (- -)

Varianten tracéalternatief 1 (dubbele Moldau)

Binnen tracéalternatief 1 zijn er zes varianten, Tabel 4.3 toont aan dat binnen tracéalternatief 1 één variant afwijkt. Bij variant 'Oudehaske' vervalt de ontgraving volledig, waardoor deze variant meer dan 10,0% afwijkt van het stuk dat het vervangt. Variant 'Oudehaske' krijgt daarom een positieve beoordeling.

Tabel 4.17 | Samenvatting varianten beoordeling tracéalternatief 1

	Vierverlaten	Surhuisterveen	Leeuwarden	Oudehaske	Kuinre	Marknesse
Beoordeling				▲		

Tracéalternatief 2 – 220 kV-hoogspanningsverbinding (dubbele Moldau)

Tracéalternatief 2 heeft een totale lengte van 114 km. Hiervan ligt 71 km in het noordelijk traject en 42 km in het zuidelijk traject. Binnen dit tracéalternatief wordt er een dubbele mastenrij gerealiseerd en een bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding gesloopt. Daarnaast wordt er 9 km 110 kV-hoogspanningsverbinding verkabeld. De onderstaande gegevens hebben betrekking op de bouw- en sloopprocessen.

Tabel 4.18 | Resultaten CO₂-berekening tracéalternatief 2.

Alternatief	Locatie	Onderdeel	CO ₂ [ton] / eenheid		Totale CO ₂
2	Noord	Sloopproces 220kV [stuks]	218	22	4.738
		Sloopproces 110kV [stuks]	21	13	267
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	41	53	2.189
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	316	17	5.429
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	38	35	1.324
		Bouwproces boring [250m]	2	9	19
		Bouwproces graven [50m]	11	51	536 +
					14.500
	Zuid	Sloopproces 220kV [stuks]	134	22	2.912
		Sloopproces 110kV [stuks]	29	13	369
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	25	53	1.335
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	192	17	3.299
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	18	35	627
		Bouwproces boring [250m]	5	9	51
		Bouwproces graven [50m]	132	51	6.662 +
					15.254
	Totaal				29.754

Voor het noordelijk traject houdt dit in dat er in totaal 316 nieuwe steunmasten en 38 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden. Er worden 218 220 kV-masten en 21 110 kV-masten geamoveerd. Daarnaast vindt er verkabeling plaats waarvan 2 delen door middel van boren en 11 delen door middel van een

ontgraving. Dit veroorzaakt een uitstoot van broeikasgassen van 14.500 ton CO₂-eq., dat is 241% meer dan de laagste score.

Het noordelijk traject krijgt daarom de beoordeling sterk negatief (- -)

Voor het zuidelijk traject houdt dit in dat er in totaal 192 nieuwe steunmasten en 18 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden. Er worden 134 220 kV-masten en 29 110 kV-masten geamoveerd. Daarnaast vindt er verkabeling plaats waarvan 5 delen door middel van boren en 132 delen door middel van een ontgraving. Dit veroorzaakt een uitstoot van broeikasgassen van 15.254 ton CO₂-eq., dat is 259% meer dan de laagste score.

Het zuidelijk traject krijgt daarom de beoordeling sterk negatief (- -)

De totale beoordeling scoort gelijk aan de gemiddelde beoordeling van het noordelijk- en zuidelijk traject, afgerond naar de minst gunstige beoordeling. Op basis van de beoordeling van noord (- -) en zuid (- -) wordt de beoordeling van dit tracéalternatief sterk negatief.

Tracéalternatief 2 krijgt daarom in totaliteit de beoordeling sterk negatief (- -)

Varianten tracéalternatief 2 (dubbele Moldau)

Tracéalternatief 2 heeft één variant, 'Luttelgeest'. Tabel 4.3 toont aan deze variant geen verschil maakt ten opzichte van het stuk dat het vervangt.

Tabel 4.19 | Samenvatting varianten beoordeling tracéalternatief 2

	Luttelgeest
Beoordeling	

Tracéalternatief 3 – 220 kV-hoogspanningsverbinding (enkele Moldau)

Tracéalternatief 3 heeft een totale lengte van 114 km. Hiervan ligt 72 km in het noordelijk traject en 42 km in het zuidelijk traject. Aangezien de masten gebundeld worden met een bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding mogen deze maximaal 350 meter uit elkaar staan. Binnen dit tracéalternatief wordt er een enkele mastenrij gerealiseerd. Daarnaast wordt 9 km 110 kV-hoogspanningsverbinding verkabeld. De onderstaande gegevens hebben betrekking op de bouw- en sloopprocessen

Tabel 4.20 | Resultaten CO₂-berekening tracéalternatief 3.

Alternatief	Locatie	Onderdeel	CO ₂ [ton] / eenheid		Totale CO ₂
3	Noord	Sloopproces 220kV [stuks]	0	22	0
		Sloopproces 110kV [stuks]	9	13	114
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	25	53	1.335
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	178	17	3.058
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	27	35	940
		Bouwproces boring [250m]	2	9	19
		Bouwproces graven [50m]	11	51	536 +
					6.001
	Zuid	Sloopproces 220kV [stuks]	0	22	0
		Sloopproces 110kV [stuks]	29	13	369
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	8	53	427
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	108	17	1.855
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	13	35	453
		Bouwproces boring [250m]	5	9	51
		Bouwproces graven [50m]	132	51	6.662 +
					9.817
	Totaal				15.818

Voor het noordelijk traject houdt dit in dat er in totaal 178 nieuwe steunmasten en 27 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden. Er worden 9 110 kV-masten geamoveerd. Daarnaast vindt er verkabeling plaats waarvan 2 delen door middel van boren en 27 delen door middel van een ontgraving. Dit veroorzaakt een uitstoot van broeikasgassen van 6.001 CO₂-eq., dat is 41% meer dan de laagste score.

Het noordelijk traject krijgt daarom de beoordeling negatief (-)

Voor het zuidelijk traject houdt dit in dat er in totaal 108 nieuwe steunmasten en 13 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden. Er worden 42 110 kV-masten geamoveerd. Daarnaast vindt er verkabeling plaats waarvan 5 delen door middel van boren en 132 delen door middel van een ontgraving. Dit veroorzaakt een uitstoot van broeikasgassen van 9.817 ton CO₂-eq., dat is 131% meer dan de laagste score.

Het zuidelijk traject krijgt daarom de beoordeling sterk negatief (- -)

De totale beoordeling scoort gelijk aan de gemiddelde beoordeling van het noordelijk- en zuidelijk traject, afgerond naar de minst gunstige beoordeling. Op basis van de beoordeling van noord (-) en zuid (- -) wordt de beoordeling van dit tracéalternatief sterk negatief.

Tracéalternatief 3 krijgt daarom in totaliteit de beoordeling sterk negatief (- -)

Tracéalternatief 4 – A7/A6/N50 (enkele Moldau)

Tracéalternatief 4 heeft een totale lengte van 95 km. Hiervan ligt 52 km in het noordelijk traject en 43 km in het zuidelijk traject. Binnen dit tracéalternatief wordt er een enkele mastenrij gerealiseerd, deze wordt zoveel mogelijk gebundeld met een snelweg. Binnen dit tracéalternatief worden geen bestaande hoogspanningsverbindingen gesloopt. Wel wordt er ruim 9 km 110 kV-hoogspanningsverbinding verkabeld. De onderstaande gegevens hebben betrekking op de bouw- en sloopprocessen.

Tabel 4.21 | Resultaten CO₂ berekening tracéalternatief 4.

Alternatief	Locatie	Onderdeel	CO ₂ [ton] / eenheid		Totale CO ₂
4	Noord	Sloopproces 220kV [stuks]	0	22	0
		Sloopproces 110kV [stuks]	30	13	381
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	9	53	480
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	115	17	1.975
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	15	35	522
		Bouwproces boring [250m]	6	9	52
		Bouwproces graven [50m]	37	51	1.851 +
	Zuid	Sloopproces 220kV [stuks]	0	22	0
		Sloopproces 110kV [stuks]	26	13	330
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	1	53	53
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	97	17	1.674
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	10	35	348
		Bouwproces boring [250m]	6	9	60
		Bouwproces graven [50m]	88	51	4.464 +
					6.929
	Totaal				12.191

Voor het noordelijk traject houdt dit in dat er in totaal 115 nieuwe steunmasten en 15 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden. Er worden 30 110 kV-masten geamoveerd. Daarnaast vindt er verkabeling plaats waarvan 6 delen door middel van boren en 37 delen door middel van een ontgraving. Dit veroorzaakt een uitstoot van broeikasgassen van 5.262 ton CO₂-eq., dat is 24% meer dan de laagste score.

Het noordelijk traject krijgt daarom de beoordeling licht negatief (0/-)

Voor het zuidelijk traject houdt dit in dat er in totaal 97 nieuwe steunmasten en 10 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden. Er worden 26 110 kV-masten geamoveerd. Daarnaast vindt er verkabeling plaats waarvan 6 delen door middel van een boring en 88 delen door middel van een ontgraving. Dit veroorzaakt een uitstoot van broeikasgassen van 6.929 ton CO₂-eq., dat is 63% meer dan de laagste score.

Het zuidelijk traject krijgt daarom de beoordeling negatief (-)

De totale beoordeling scoort gelijk aan de gemiddelde beoordeling van het noordelijk- en zuidelijk traject, afgerond naar de minst gunstige beoordeling. Op basis van de beoordeling van noord (-) en zuid (-) wordt de beoordeling van dit tracéalternatief negatief.

Tracéalternatief 4 krijgt daarom in totaliteit de beoordeling negatief (-)

Varianten tracéalternatief 4 (enkele Moldau)

Binnen tracéalternatief 4 zijn er 2 varianten. Tabel 4.3 toont aan dat de verkabeling van variant 'Heerenveen' en 'Tjeukemeer' korter zijn dan het stuk dat ze vervangen. Voor beide varianten is dit verschil groter dan 10,0%, daarom krijgen beide varianten een positieve beoordeling.

Tabel 4.22 | Samenvatting varianten beoordeling tracéalternatief 4.

	Heerenveen	Tjeukemeer
Beoordeling	▲	▲

Tracéalternatief 5 – A7/A6/110 kV-hoogspanningsverbinding (enkele Moldau)

Tracéalternatief 5 heeft een totale lengte van 106 km. Hiervan ligt 51 km in het noordelijk traject en 66 km in het zuidelijk traject. Binnen dit tracéalternatief wordt er een enkele mastenrij gerealiseerd, deze wordt zoveel mogelijk gebundeld met een snelweg. Daarnaast wordt er ruim 61 km 110 kV-hoogspanningsverbinding verkabeld. De onderstaande gegevens hebben betrekking op de bouw- en sloopprocessen.

Tabel 4.23 | Resultaten CO₂-berekening tracéalternatief 5.

Alternatief	Locatie	Onderdeel	CO ₂ [ton] / eenheid		Totale CO ₂
5	Noord	Sloopproces 220kV [stuks]	0	22	0
		Sloopproces 110kV [stuks]	13	13	165
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	9	53	480
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	112	17	1.924
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	15	35	522
		Bouwproces boring [250m]	5	9	47
		Bouwproces graven [50m]	22	51	1.110 +
					4.250
	Zuid	Sloopproces 220kV [stuks]	0	22	0
		Sloopproces 110kV [stuks]	146	13	1.855
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	1	53	53
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	125	17	2.148
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	14	35	488
		Bouwproces boring [250m]	44	9	412
		Bouwproces graven [50m]	604	51	30.576 +
					35.532
	Totaal				39.782

Voor het noordelijk traject houdt dit in dat er in totaal 112 nieuwe steunmasten en 15 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden. Er worden 13 110 kV-masten geamoveerd. Daarnaast vindt er verkabeling plaats waarvan 5 delen door middel van boren en 22 delen door middel van een ontgraving. Dit veroorzaakt een uitstoot van broeikasgassen van 4.250 ton CO₂-eq., dat is de laagste hoeveelheid.

Het noordelijk traject krijgt daarom de beoordeling beperkt negatief (0/-)

Voor het zuidelijk traject houdt dit in dat er in totaal 125 nieuwe steunmasten en 14 nieuwe hoekmasten geplaatst zullen worden. Er worden 146 110 kV-masten geamoveerd. Daarnaast vindt er verkabeling plaats waarvan 44 delen door middel van boren en 604 delen door middel van een ontgraving. Dit veroorzaakt een uitstoot van broeikasgassen van 35.532 ton CO₂-eq., dat is 736% meer dan de laagste score.

Het zuidelijk traject krijgt daarom de beoordeling sterk negatief (- -)

De totale beoordeling scoort gelijk aan de gemiddelde beoordeling van het noordelijk- en zuidelijk traject, afgerond naar de minst gunstige beoordeling. Op basis van de beoordeling van noord (0/-) en zuid (- -) wordt de beoordeling van dit tracéalternatief negatief.

Tracéalternatief 5 krijgt daarom in totaliteit de beoordeling negatief (-)

Variant tracéalternatief 5 (enkele Moldau)

Binnen tracéalternatief 5 zijn er 2 varianten. *Tabel 4.3* toont aan dat de verkabeling van variant 'Lemmer' en 'Vollenhove' korter zijn dan het stuk dat ze vervangen. Voor beide varianten is dit verschil groter dan 10,0%, daarom krijgen beide varianten een positieve beoordeling.

Tabel 4.24 | Samenvatting varianten beoordeling tracéalternatief 5.

	Lemmer	Vollenhove
Beoordeling	▲	▲

Samenvatting Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO₂ eq.) door materieel in de realisatiefase

De verschillende tracéalternatieven scoren in verschillende mate negatiever dan de referentiesituatie. Tracéalternatief 1 en 2 scoren sterk negatief, doordat het slopen van de bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding en het aanleggen van een dubbele Moldau erg veel materieelinzet kost.

Tracéalternatief 3 scoort daarnaast ook sterk negatief, ook al is de totale CO₂ uitstoot over het hele tracé bijna de helft minder ten opzichte van tracéalternatief 1 en 2. Tracéalternatief 4 en 5 scoren negatief. Ondanks dat er weinig gesloopt hoeft te worden, zorgt het aantal Moldausteenmasten en ontgravingen ervoor dat de CO₂ uitstoot gemiddeld meer dan 30% hoger ligt dan de laagste score. Tracéalternatief 5 scoort beperkt negatief in het noorden omdat dit het kortste tracédeel is; het zuidelijk deel scoort echter sterk negatief doordat het een groot aantal ontgravingen telt.

Van de zes varianten van tracéalternatief 1 heeft variant 'Oudehaske' een onderscheidend positief effect. Geen enkele variant van tracéalternatief 2 heeft een onderscheidend effect. Zowel variant 'Heerenveen' als variant 'Tjeukemeer' van tracéalternatief 4 en variant 'Lemmer' en variant 'Vollenhove' van tracéalternatief 5 hebben een positiever effect ten opzichte van het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief. Deze verschillen leiden echter niet tot een andere totaalbeoordeling.

Tabel 4.25 | Samenvatting effectbeoordeling effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO₂ eq.) door materieel in de realisatiefase.

Thema: Duurzaamheid	Tracéalternatief 1	V1 = Variant Vierverlaten	V2 = Variant Surhuisterveen	V3 = Variant Leeuwarden	V4 = Variant Kuinre	V5 = Variant Marknesse	V6 = Variant Oudehaske	Tracéalternatief 2	V1 = Variant Luttelgeest	Tracéalternatief 3	Tracéalternatief 4	V1 = Variant Heerenveen	V2 = Variant Tjeukemeer	Tracéalternatief 5	V1 = Variant Lemmer	V2 = Variant Vollenhove

Effecten op klimaat door materieelinzet

Noord	-	-	~	~	~	~	~	-	-	-	0/-	^	0/-	~	~	~
Zuid	-	-	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
Totaal	-	-	~	~	~	~	~	-	-	-	-	~	-	~	~	~

Legenda bij variantbeoordeling

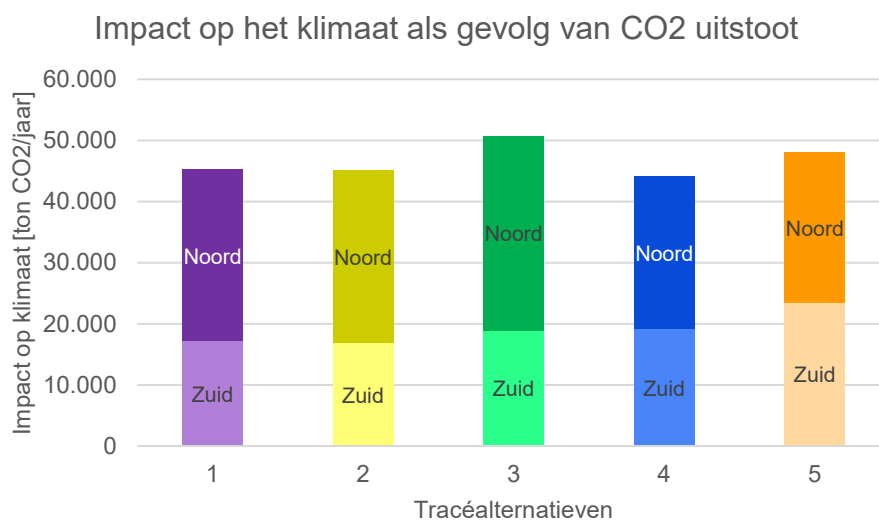
- ^ Effect positiever dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief
- ~ Effect wijkt niet af van het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief
- v Effect negatiever dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

4.1.3 Effecten op het klimaat als gevolg van uitstoot van broeikasgassen (CO₂ eq.) door netverliezen

Voor de beoordeling van de effecten als gevolg van netverliezen is het noodzakelijk om eerst te bepalen welk tracéalternatief de laagste CO₂-uitstoot heeft. De andere tracéalternatieven worden vergeleken ten opzichte van deze "laagste score". In *Tabel 4.26* en *Figuur 4.3* zijn de resultaten van de berekening te zien. Het tracéalternatief met de laagste score is tracéalternatief 2 zuid, deze wordt op 0% gezet. *Tabel 4.27* geeft aan hoeveel meer CO₂-uitstoot de andere tracéalternatieven veroorzaken, in percentages.

Tabel 4.26 | Totaaloverzicht van de berekening. Het lichtblauwe vlak representeert de verliezen in de bestaande 220 kV-hoogspanningsverbinding na ingebruikname van de 380 kV-hoogspanningsverbinding. Aangezien de 380 kV-hoogspanningsverbinding een deel van het energietransport zal overnemen, daalt de belasting in de 220 kV-hoogspanningsverbinding en daardoor nemen de verliezen af ten opzichte van de huidige situatie.

		220 kV			380 kV			Totaal per jaar
		Lengte km	Transportverlies GWh/jaar	Uitstoot ton CO ₂ /jaar	Lengte km	Transportverlies GWh/jaar	Uitstoot ton CO ₂ /jaar	Uitstoot ton CO ₂ /jaar
1	N	70,41	8,45	3.785,11	70,41	54,21	24.287,76	28.072,87
	Z	42,98	5,16	2.310,38	42,98	33,09	14.824,91	17.135,29
2	N	70,61	8,47	3.795,92	70,61	54,37	24.357,13	28.153,05
	Z	42,33	5,08	2.275,47	42,33	32,59	14.600,94	16.876,42
3	N	71,78	15,79	7.074,64	71,85	55,33	24.786,49	31.861,13
	Z	43,59	9,59	4.296,23	42,32	32,58	14.597,42	18.893,65
4	N	71,78	15,79	7.074,64	51,98	40,02	17.930,53	25.005,17
	Z	43,59	9,59	4.296,23	42,98	33,09	14.825,51	19.121,74
5	N	71,78	15,79	7.074,64	50,71	39,05	17.494,24	24.568,87
	Z	43,59	9,59	4.296,23	55,59	42,80	19.176,27	23.472,50



Figuur 4.3 | Totaaloverzicht van de CO₂ uitstoot door netverliezen.

Tabel 4.27 | Onderlinge vergelijking van de noordelijke en zuidelijke gedeeltes van de tracéalternatieven.

Tracéalternatief	Gedeelte	Totale uitstoot [ton CO ₂ eq.]	Meer impact t.o.v. de laagste score
2	Z	16.876	0%
1	Z	17.135	2%
3	Z	18.894	12%
4	Z	19.122	13%
5	Z	23.473	39%
5	N	24.569	46%
4	N	25.005	48%
1	N	28.073	66%
2	N	28.153	67%
3	N	31.861	89%

Tracéalternatief 1 (VKA 2012) – dubbele Moldau

Het noordelijk traject bestaat uit 70 km 220 kV-Moldaumasten en uit 70 km 380 kV-Moldaumasten. In totaliteit zorgt dit voor transportverlies-gerelateerde CO₂-uitstoot van 28.073 ton CO₂, dat is 66% meer dan de laagste score.

Het noordelijk traject krijgt daarom de beoordeling negatief (-)

Het zuidelijk traject bestaat uit 43 km 220 kV-Moldaumasten en uit 43 km 380 kV-Moldaumasten. In totaliteit zorgt dit voor transportverlies-gerelateerde CO₂-uitstoot van 17.135 ton CO₂, dat is 2% meer dan de laagste score.

Het zuidelijk traject krijgt daarom de beoordeling licht negatief (0/-)

De totale beoordeling scoort gelijk aan de gemiddelde beoordeling van het noordelijk- en zuidelijk traject, afgerond naar de minst gunstige beoordeling. Op basis van de beoordeling van noord (-) en zuid (0/-) wordt de beoordeling van dit tracéalternatief negatief.

Tracéalternatief 1 krijgt daarom in totaliteit de beoordeling negatief (-)

Varianten tracéalternatief 1 (dubbele Moldau)

Binnen tracéalternatief 1 zijn er zes varianten, Tabel 4.3 toont aan dat binnen tracéalternatief 1 vier varianten langer zijn dan het stuk dat ze vervangen. Twee varianten zijn juist korter. De varianten 'Vierverlaten', 'Oudehaske', 'Kuinre' en 'Marknesse' verschillen minder dan 10,0% met het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief en worden dus als verwaarloosbaar beschouwd. Variant 'Surhuisterveen' is minstens 10,0% langer dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief en krijgt daarom een negatieve beoordeling. Variant 'Leeuwarden' is minstens 10,0% korter dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief en krijgt daarom een positieve beoordeling.

Tabel 4.28 | Samenvatting varianten beoordeling tracéalternatief 1.

	Vierverlaten	Surhuisterveen	Leeuwarden	Oudehaske	Kuinre	Marknesse
Beoordeling		V	^			

Tracéalternatief 2 – 220 kV-hoogspanningsverbinding (dubbele Moldau)

Het noordelijk traject bestaat uit 70 km 220 kV-Moldaumasten en uit 71 km 380 kV-Moldaumasten. In totaliteit zorgt dit voor transportverlies-gerelateerde CO₂-uitstoot van 28.153 ton CO₂, dat is 67% meer dan de laagste score.

Het noordelijk traject krijgt daarom de beoordeling negatief (-)

Het zuidelijk traject bestaat uit 42 km 220 kV-Moldaumasten en uit 42 km 380 kV-Moldaumasten. In totaliteit zorgt dit voor transportverlies-gerelateerde CO₂-uitstoot van 16.876 ton CO₂, dat is de laagste score.

Het zuidelijk traject krijgt daarom de beoordeling licht negatief (0/-)

De totale beoordeling scoort gelijk aan de gemiddelde beoordeling van het noordelijk- en zuidelijk traject, afgerond naar de minst gunstige beoordeling. Op basis van de beoordeling van noord (-) en zuid (0/-) wordt de beoordeling van dit tracéalternatief negatief.

Tracéalternatief 2 krijgt daarom in totaliteit de beoordeling negatief (-)

Varianten tracéalternatief 2 (dubbele Moldau)

Binnen tracéalternatief 2 is er één variant, 'Luttelgeest'. Tabel 4.3 toont aan dat deze variant korter is dan het stuk wat het vervangt. Het verschil is echter minder dan 10,0% en wordt dus als verwaarloosbaar beschouwd.

Tabel 4.29 | Samenvatting varianten beoordeling tracéalternatief 2.

	Luttelgeest
Beoordeling	

Tracéalternatief 3 – 220 kV-hoogspanningsverbinding (enkele Moldau)

Het noordelijk traject bestaat uit 72 km bestaande 220 kV-masten en uit 72 km 380 kV-Moldaumasten. In totaliteit zorgt dit voor transportverlies-gerelateerde CO₂-uitstoot van 31.861 ton CO₂, dat is 89% meer dan de laagste score.

Het noordelijk traject krijgt daarom de beoordeling negatief (-)

Het zuidelijk traject bestaat uit 44 km bestaande 220 kV-masten en uit 42 km 380 kV-Moldaumasten. In totaliteit zorgt dit voor transportverlies-gerelateerde CO₂-uitstoot van 18.894 ton CO₂, dat is 12% meer dan de laagste score.

Het zuidelijk traject krijgt daarom de beoordeling licht negatief (0/-)

De totale beoordeling scoort gelijk aan de gemiddelde beoordeling van het noordelijk- en zuidelijk traject, afgerond naar de minst gunstige beoordeling. Op basis van de beoordeling van noord (-) en zuid (0/-) wordt de beoordeling van dit tracéalternatief negatief.

Tracéalternatief 3 krijgt daarom in totaliteit de beoordeling negatief (-)

Tracéalternatief 4 – A7/A6/N50 (enkele Moldau)

Het noordelijk traject bestaat uit 72 km bestaande 220 kV-masten en uit 52 km 380 kV-Moldaumasten. In totaliteit zorgt dit voor transportverlies-gerelateerde CO₂-uitstoot van 25.005 ton CO₂, dat is 48% meer dan de laagste score.

Het noordelijk traject krijgt daarom de beoordeling negatief (-)

Het zuidelijk traject bestaat uit 44 km bestaande 220 kV-masten en uit 43 km 380 kV-Moldaumasten. In totaliteit zorgt dit voor transportverlies-gerelateerde CO₂-uitstoot van 19.122 ton CO₂, dat is 13% meer dan de laagste score.

Het zuidelijk traject krijgt daarom de beoordeling licht negatief (0/-)

De totale beoordeling scoort gelijk aan de gemiddelde beoordeling van het noordelijk- en zuidelijk traject, afgerond naar de minst gunstige beoordeling. Op basis van de beoordeling van noord (-) en zuid (0/-) wordt de beoordeling van dit tracéalternatief sterk negatief.

Tracéalternatief 4 krijgt daarom in totaliteit de beoordeling negatief (-)

Varianten tracéalternatief 4 (enkele Moldau)

Binnen tracéalternatief 4 zijn er 2 varianten, Tabel 4.3 toont varianten 'Tjeukemeer' en 'Heerenveen' niet korter of langer zijn dan het stuk dat ze vervangen.

Tabel 4.30 | Samenvatting varianten beoordeling tracéalternatief 4

	Heerenveen	Tjeukemeer
Beoordeling		

Tracéalternatief 5 – A7/A6/110 kV-hoogspanningsverbinding (enkele

Het noordelijk traject bestaat uit 72 km bestaande kV-masten en uit 51 km 380 kV-Moldaumasten. In totaliteit zorgt dit voor transportverlies-gerelateerde CO₂-uitstoot van 24.569 ton CO₂, dat is 46% meer dan de laagste score.

Het noordelijk traject krijgt daarom de beoordeling negatief (-)

Het zuidelijk traject bestaat uit 44 km bestaande 220 kV-masten en uit 56 km 380 kV-Moldaumasten. In totaliteit zorgt dit voor transportverlies-gerelateerde CO₂-uitstoot van 23.473 ton CO₂, dat is 39% meer dan de laagste score.

Het zuidelijk traject krijgt daarom de beoordeling negatief (-)

De totale beoordeling scoort gelijk aan de gemiddelde beoordeling van het noordelijk- en zuidelijk traject, afgerond naar de minst gunstige beoordeling. Op basis van de beoordeling van noord (-) en zuid (-) wordt de beoordeling van dit tracéalternatief negatief.

Tracéalternatief 5 krijgt daarom in totaliteit de beoordeling negatief (-)

Variant tracéalternatief 5 (enkele Moldau)

Tracéalternatief 5 kent twee varianten. *Tabel 4.3* toont aan dat variant 'Lemmer' meer dan 10,0% korter is dan het variant alternatief. Variant 'Lemmer' krijgt dus een positieve beoordeling. Variant 'Vollenhove' is minder dan 10,0% korter dan het variant alternatief, daarom is dit verschil verwaarloosbaar verklaard.

Tabel 4.31 | Samenvatting varianten beoordeling tracéalternatief 5.

	Lemmer	Vollenhove
Beoordeling	▲	

Samenvatting effecten klimaat als gevolg van transportverlies

De verschillende tracéalternatieven scoren in allemaal negatiever dan de referentiesituatie, maar wel vergelijkbaar. Bij tracéalternatief 1, 2, 3 en 4 scoort het zuidelijk deel van het tracé nog licht negatief. Bij tracéalternatief scoort het zuidelijk deel scoren negatief, omdat het stuk 380 kV relatief lang is. Omdat alle noordelijke tracédelen negatief scoren, is ook het gemiddelde negatief. Echter, het noordelijk deel van tracédeel 3 heeft wel de hoogste CO₂ uitstoot, maar dit is niet terug te zien in de score [*Tabel 4.32*].

Variant 'Surhuisterveen' van tracéalternatief 1 heeft een negatiever effect dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief. Variant 'Leeuwarden' van tracéalternatief 1 en variant 'Lemmer' van tracéalternatief 5 hebben een positiever effect dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief. Deze verschillen leiden echter niet tot een andere totaalbeoordeling van de betreffende tracéalternatieven.

Tabel 4.32 | Samenvatting effectbeoordeling effecten klimaat als gevolg van netverliezen.

Thema: Duurzaamheid	Tracéalternatief 1	V1 = Variant Vierverlaten	V2 = Variant Surhuisterveen	V3 = Variant Leeuwarden	V4 = Variant Kuinre	V5 = Variant Marknesse	V6 = Variant Oudehaske	Tracéalternatief 2	V1 = Variant Luttelgeest	Tracéalternatief 3	Tracéalternatief 4	V1 = Variant Heerenveen	V2 = Variant Tjeukemeer	Tracéalternatief 5	V1 = Variant Lemmer	V2 = Variant Vollenhove

Effecten op klimaat door netverlies

Noord	-	~	V	^				-		-	-	~		-		
Zuid	0/-				~	~	~	0/-	~	0/-	0/-		~	-	^	~
Totaal	-							-		-	-			-		

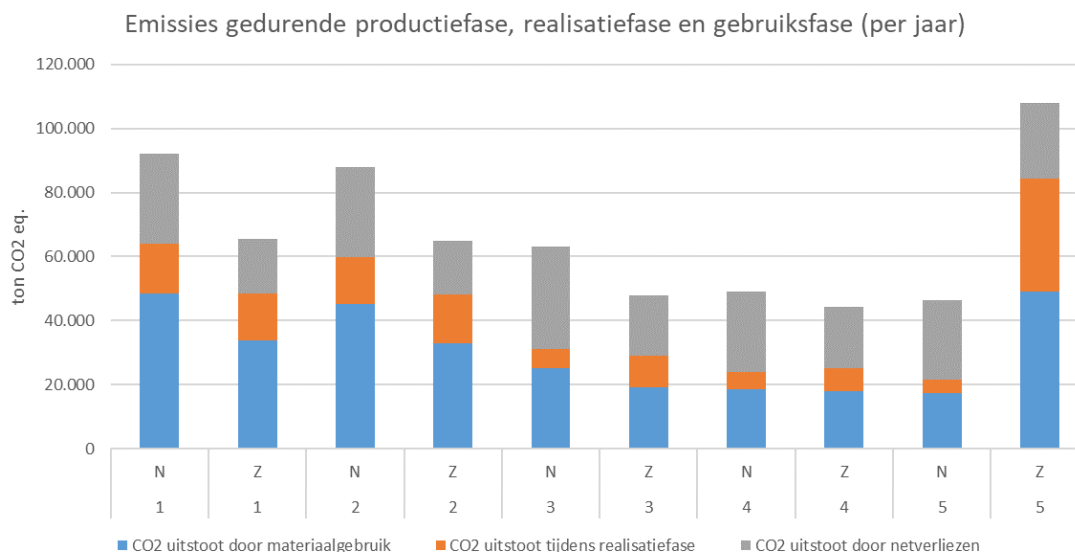
Legenda bij variantbeoordeling

- ^ Effect positiever dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief
- ~ Effect wijkt niet af van het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief
- V Effect negatiever dan het vergelijkbare stuk van het tracéalternatief

4.1.4 Extra toelichting op CO₂

Hoe verhouden de verschillende criteria zich met elkaar? MKI is een eenheid voor een verscheidenheid aan milieu-impactcategorieën, waaronder klimaatverandering. Dat geeft een holistisch en gewogen beeld van milieu-impact. Waarden op MKI en CO₂ zijn echter niet met elkaar te vergelijken. Daarom geeft dit aanvullende hoofdstuk inzicht in de beoordelingscriteria in het geval dat ze alle drie worden uitgedrukt in CO₂.

In *Figuur 4.4* is te zien dat bij het ene tracéalternatief meer CO₂ uitstoot plaatsvindt door materiaalgebruik, waar bij een ander tracéalternatief CO₂ uitstoot met name veroorzaakt wordt door netverliezen. De hoogte van de staaf geeft het totaal van alle CO₂ uitstoot opgeteld. *Tabel 4.33* geeft de exacte totaalsom weer en vergelijkt deze met het laagst scorende tracédeel. Er moet opgemerkt worden dat dit het geval is voor één jaar. Waar de effecten door materiaalgebruik en realisatiefase eenmalig zijn, vindt het effect door netverliezen elk jaar plaats (wellicht gereduceerd door de afnemende emissiefactor).



Figuur 4.4 | Totale CO2-uitstoot berekend over één jaar voor alle beoordelingscriteria.

Tabel 4.33 | Onderlinge vergelijking van de noordelijke en zuidelijke gedeeltes van de tracéalternatieven.

Tracéalternatief	Gedeelte	Totale uitstoot [ton CO ₂ eq.]	Meer impact t.o.v. de laagste score
4	Z	44.339	0%
5	N	46.265	4%
3	Z	47.979	8%
4	N	49.139	11%
3	N	63.172	42%
2	Z	65.053	47%
1	Z	65.516	48%
2	N	87.922	98%
1	N	92.245	108%
5	Z	107.962	143%

4.2 Cumulatieve effecten

Bij cumulatie wordt gekeken naar de kans dat er sprake is van een stapeling van gelijksoortige effecten door verschillende oorzaken, bronnen of projecten. Het moet gaan om projecten die nog niet zijn uitgevoerd, maar waarvan wel zeker is dat deze uitgevoerd gaan worden omdat er al juridisch bindende besluitvorming over heeft plaatsgevonden.

In de omgeving van het projectgebied spelen meerdere projecten waar mogelijk lokaal cumulatieve effecten mee kunnen optreden (zie voor een overzicht van autonome projecten paragraaf 4.4 van MER deel A). In paragraaf 4.1 van dit deelrapport zijn deze projecten reeds meegenomen in de effectbeoordeling. Hieruit volgen geen cumulatieve effecten die van invloed zijn op de besluitvorming over het voorkeursalternatief (VKA). In het project-MER (planuitwerkingsfase) wordt dit opnieuw onderzocht voor het VKA.

Het aanleggen van deze verbinding draagt bij aan een duurzame elektriciteitsvoorziening in Nederland, maar kan ook als effect hebben dat de elektriciteitsvraag toeneemt. Er zijn echter geen geplande economische activiteiten gekoppeld aan dit project die kunnen leiden tot structureel meer energievraag. Om deze reden wordt er geen reboundeffect voorzien: dit beschrijft het proces waarbij vooruitgang door innovatie wordt ingehaald door veranderd gebruikt.

De effecten als gevolg van materiaalgebruik en CO₂ uitstoot spelen op mondiaal niveau. Materiaalgebruik kan mondiaal leiden tot een gebrek aan grondstoffen, CO₂ uitstoot leidt tot klimaatverandering. In die zin is het niet zo dat dit project samen met andere projecten in de omgeving tot lokale cumulatieve effecten kan leiden. Wel is het effect van dit project één van de effecten die op mondiaal niveau plaatsvindt en is het goed om op projectniveau te streven naar een zo klein mogelijke impact.

4.3 Maatregelen en aanbevelingen

Voor elk onderzoeksthema is geanalyseerd of er maatregelen noodzakelijk en/of wenselijk zijn om de kwaliteit van de leefomgeving te verbeteren. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen mitigerende, optimaliserende en compenserende maatregelen. Mitigerende en compenserende maatregelen¹⁷ zijn verplicht in het geval dat als gevolg van het planvoornemen niet aan de norm kan worden voldaan of als de basiskwaliteit niet gegarandeerd kan worden. Wanneer mitigatie van negatieve effecten niet volstaat of mogelijk is, is het nodig om compenserende maatregelen toe te passen. Optimaliserende maatregelen kunnen worden getroffen om een neutraal of positief effect positiever te maken. Deze maatregelen zijn niet noodzakelijk maar kunnen bijdragen aan het inpassen van het project en/of het verkrijgen van draagvlak.

Voor het plan-MER (verkenningfase) is op verschillende momenten gekeken naar maatregelen die negatieve effecten op de fysieke leefomgeving kunnen wegnemen of verminderen. Bij het samenstellen en intekenen van de

¹⁷ Mitigerende maatregelen zorgen voor beperking of voorkomen van effecten. Indien effecten niet of niet geheel voorkomen kunnen worden, kunnen compenserende maatregelen worden getroffen. Compenseren is het creëren van nieuwe waarden die gelijk zijn aan de waarden die verloren (dreigen te) gaan.

tracéalternatieven is zoveel mogelijk rekening gehouden met omgevingswaarden. Dit is gedaan door een aantal tracéringsprincipes te volgen, onder andere: zoveel mogelijk rechtstand (relevant voor landschap), magneetveldzones raken zo min mogelijk woonbebouwing (leefomgevingskwaliteit), vermijden van bestaande waarden (natuur, cultuurhistorie, etc.), vermijden van risicovolle locaties (gebruiksfuncties en waterkeringen (waterveiligheid)). Daarmee zijn omgevingswaarden zoveel mogelijk gemeden. Bij de totstandkoming van de tracéalternatieven zijn omgevingspartijen op verschillende momenten betrokken. Dit heeft bij een aantal ruimtelijke vraagstukken geleid tot een aanpassing van delen van een tracéalternatief en het toevoegen van varianten, om op die manier effecten weg te nemen of te beperken. In het proces van traceren (om te komen tot de onderzochte tracéalternatieven) is daarmee al voorgesorteerd op mogelijke effecten en mitigatie daarvan. De onderbouwing van de tracéalternatieven en hoe deze tot stand zijn gekomen is beschreven in bijlage 4 van het Deelrapport Notitie Tracéontwikkeling bij de Integrale Effectanalyse (IEA).

Vervolgens is bij de beoordeling van de tracéalternatieven in de deelrapporten nagegaan of sprake kan zijn van belangrijke nadelige effecten; dat zijn (significante) effecten die er (in potentie) toe kunnen leiden dat een tracéalternatief niet uitvoerbaar is of die leiden tot een aanzienlijke tracéaanpassing (waarvoor in de planuitwerkingsfase onvoldoende schuifruimte is binnen de bandbreedte zoals die is opgenomen in de voorkeursbeslissing). Om te bepalen of mitigerende maatregelen om geconstateerde effecten te verzachten of weg te nemen nodig en mogelijk zijn, ligt de nadruk in de plan-MER fase op mitigerende maatregelen die kunnen leiden tot een wijziging in de beoordeling van het tracéalternatief. Als dat zo is, is dat onderscheidende beslisinformatie voor de afweging van het voorkeursalternatief. In de plan-MER fase betreft dat vooral effecten op tracéniveau (of een deel van het tracé); in het project-MER wordt meer op mastniveau gekeken. Voor dergelijke belangrijke nadelige effecten is nagegaan of die met een mitigerende maatregel te voorkomen of te verminderen zijn. De geselecteerde maatregelen worden in een tweede stap van het plan-MER apart beoordeeld op effecten (zie hoofdstuk 5 van dit deelrapport).

Daarnaast zijn er diverse effecten te verwachten die weliswaar negatief zijn, maar niet significant of onderscheidend zijn voor de tracéalternatieven. Ook zijn er maatregelen denkbaar die een positief effect verder kunnen versterken. Het gaat om maatregelen die binnen de bandbreedte van de planuitwerking meegenomen kunnen worden. Het uitwerken van maatregelen voor dit type effecten (zowel negatief als positief) vindt daarom plaats in de planuitwerkingsfase (project-MER), bij het verder ontwerpen van het voorkeursalternatief.

In deze paragraaf wordt eerst aangegeven of er effecten zijn waarvoor het nodig is om eventuele mitigerende maatregelen al in het kader van het plan-MER verder uit te werken; de impact ervan is dan in het plan-MER onderzocht. Vervolgens wordt ingegaan op mogelijke maatregelen die in de planuitwerkingsfase of later meegenomen kunnen worden.

Mitigerende maatregelen die in het plan-MER zijn onderzocht

In dit deelrapport zijn voor alle criteria negatieve effecten naar voren gekomen als gevolg van de tracéalternatieven. In het algemeen kan worden gesteld dat

dit geen effecten zijn die in potentie de uitvoerbaarheid van het voornemen in de weg staan of die leiden tot significante effecten. Ook zou het wegnemen of verminderen van deze effecten niet leiden tot een onderscheidende andere effectbeoordeling in vergelijking met de andere tracéalternatieven. Er zijn vanuit dit thema daarom geen mitigerende maatregelen naar voren gekomen die in het plan-MER zijn onderzocht.

Mitigerende maatregelen die in de planuitwerking worden onderzocht

Voor alle tracéalternatieven zijn er aanvullende maatregelen mogelijk om de duurzaamheid binnen dit project te vergroten en het effect als gevolg van materiaalgebruik of CO₂-uitstoot zo veel mogelijk te beperken. Het zijn allemaal maatregelen die meegenomen kunnen worden bij volgende fases van het project en die niet onderscheidend zijn voor de tracéalternatieven:

Behoud van waarde te amoveren masten:

- Toetsing van de restlevensduur en losmaakbaarheid van de te amoveren masten zodat deze kunnen worden gedemonteerd en elders opgebouwd. Dit bespaart milieu-impact omdat het recyclen van staal veel energie kost en daarnaast voorkomt dit dat er nieuwe materialen worden toegepast.

Verduurzamen materiaal:

- Cementloos beton
- Biobased beton
- Gerecycled beton
- Hergebruik van masten
- Optimalisatie van locatie voor minder hoekenmasten of minder fundering.
- Recyclen van Geotextiel, zoals bij Viervelaten - Eemshaven¹⁸

Verduurzamen materieel:

- Transport over water i.p.v. wegen
- Klein materieel elektrisch
- Groot materieel elektrisch, op waterstof of op HVO-brandstof.
- Volgen richtlijnen "Het nieuwe draaien"
- Groencertificaten voor inkoop elektriciteit

Compenserende maatregelen:

- Het aanplanten van gewas, bijvoorbeeld olifantsgras¹⁹, is niet realistisch omdat TenneT de gronden hiervoor niet in eigendom heeft.
- TenneT kan mogelijk ook compensatiemogelijkheden uitvoeren door opgaven op terreinen van derden te stimuleren/ financieren. Te denken aan meekoppelkansen zoals KRW-maatregelen, van land tot pand initiatieven, zonnevelden, werk met werk maken.

¹⁸ [Duurzame primeur bij hoogspanningsverbinding Viervelaten-Eemshaven - Koninklijke Oosterhof Holman \(oosterhof-holman.nl\)](https://www.oosterhof-holman.nl)

¹⁹ Olifantsgras neemt per hectare 30 ton CO₂ op, dat is vier keer meer CO₂ dan een stuk bos. Daarnaast wordt olifantsgras als vulmiddel toegepast in allerlei producten, waaronder biobased beton

4.4 Leemten in kennis

Binnen het thema duurzaamheid is er gebruik gemaakt van een groot aantal aannames en uitgangspunten (zie paragraaf 2.4 en bijlage 1). De meeste aannames komen voort uit de onbekende mastposities en exacte specificaties voor elke mast. Voor hoekmasten is deze inschatting zo nauwkeurig mogelijk gemaakt. Achteraf bleken de verschillen in milieu-impact veroorzaakt door het aantal hoekmasten nauwelijks zichtbaar in het totaalbeeld.

Daarnaast is aangekaart dat het bouwen en slopen van een hoogspanningstracé een complexe opgave is die vermoedelijk meer CO₂ uitstoot oplevert, dan in beeld wordt gebracht door simpelweg het bouwproces en het sloopproces bij elkaar optellen. Bijvoorbeeld vanwege logistieke uitdagingen. Hoeveel deze complexiteit bijdraagt aan extra CO₂ uitstoot is echter niet objectief in te schatten. Dit is daarom buiten beschouwing gelaten.

Voor deze verkenningfase volstaan deze aannames omdat het verschil tussen de tracéalternatieven bepaald wordt door de onderdelen die voor de meeste impact zorgen. Verdere detaillering van de berekening, zoals rekening houden met doorvaarthoogtes, is niet significant genoeg om onderscheidend te zijn voor de keuze van het voorkeursalternatief (VKA). Het is wel belangrijk om ervan bewust te zijn dat hier een verschil in kan zitten en dat hier in de verdere uitwerking van het VKA naar gekeken kan worden om effecten beter in beeld te krijgen en waar mogelijk te beperken.

Op hoofdlijnen geeft de beoordeling weer welk tracéalternatief het zwaarst weegt op materiaalverbruik en CO₂-uitstoot. Binnen de tracéalternatieven is nog optimalisatie mogelijk en nodig om significante reductie van impact mogelijk te maken. Pas bij verdere uitwerking kan concreter in beeld worden gebracht wat het werkelijke effect is en welke maatregelen mogelijk zijn om die effecten te beperken.

5. Effectbeoordeling mitigerende maatregelen en verbindingsstukken

5.1 Inleiding

In hoofdstuk 4 zijn de effecten beschreven en beoordeeld van de onderzochte tracéalternatieven en varianten. Op basis van de effectbeschrijving en -beoordeling uit alle thema's die in het plan-MER zijn onderzocht is gekeken of er mitigerende maatregelen zijn die getroffen moeten worden om effecten te voorkomen en daarmee te voldoen aan normen, die nodig zijn om een vergunning te verkrijgen of die grote invloed kunnen hebben op de effectbeoordeling en daarmee de keuze van het VKA. Uit de verschillende onderzoeken komen alleen voor het aspect landschap mitigerende maatregelen naar voren die aan een van deze voorwaarden voldoen. Het gaat om aanpassingen van het tracé om landschappelijke effecten te beperken.

In paragraaf 5.2.1 wordt beschreven of het toepassen van deze mitigerende maatregelen leidt tot een andere beoordeling van de tracéalternatieven. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de beoordelingscriteria zoals beschreven in paragraaf 2.3.

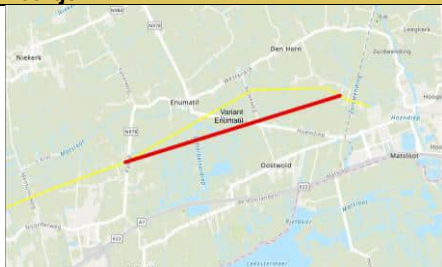
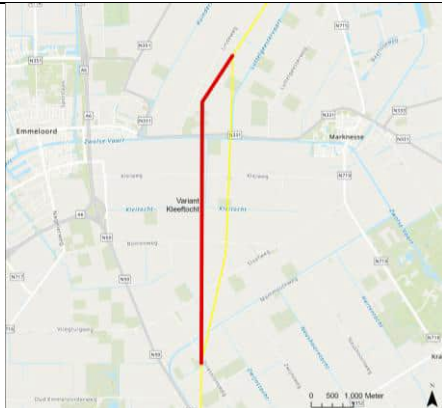
Naast de mitigerende maatregelen worden in dit hoofdstuk ook twee verbindingsstukken beoordeeld. In hoofdstuk 4 is de effectbeoordeling opgedeeld in deeltracé noord en zuid. Dit impliceert dat het voorkeursalternatief kan bestaan uit deeltracé noord van het ene tracéalternatief en deeltracé zuid van een ander tracéalternatief. Om deze twee deeltracés te kunnen verbinden, zijn twee verbindingsstukken in beeld gebracht. In paragraaf 5.2.2 wordt beoordeeld of het toepassen van deze verbindingsstukken effecten met zich meebrengt.

5.2 Effectbeoordeling

In deze paragraaf worden de effecten van de verschillende mitigerende maatregelen in tabelvorm beschreven. De tabel is zo ingedeeld dat er eerst een korte beschrijving volgt van de maatregel. Waar mogelijk is daarvan ook een kaartje opgenomen. Vervolgens wordt beschreven wat het effect is wanneer de maatregel wordt doorgevoerd. In de laatste kolom wordt vervolgens

aangegeven of deze maatregel zou leiden tot een andere effectbeoordeling van het gehele tracéalternatief of van deeltracé noord/zuid. De beoordeling van de mitigerende maatregelen vindt daarmee op vergelijkbare wijze plaats als de varianten in hoofdstuk 4.

5.2.1 Effectbeschrijving en -beoordeling

Mitigerende maatregel	Kaartje	Effectbeschrijving	Beoordeling
Mitigerende maatregel Enumatil <i>Tracéalternatief 2 maakt na het verlaten van hoogspanningsstation Vierverlaten een aantal knikken richting Boerakker. In dit open landschap kan landschappelijk een rustiger beeld gecreëerd worden door het aantal knikken in dit gebied te beperken. De maatregel bij Enumatil verbetert de rechtstand.</i>	 <i>In rood de ligging van het tracé bij toepassing van de mitigerende maatregel Enumatil</i>	Variant Enumatil is 5% korter dan het vergelijkbare deel van het tracéalternatief. Dat heeft een positief effect op de materiaalgebonden milieu-impact en netverliezen. Dit verschil is echter te klein om een significant verschil te maken op de totale milieu-impact en CO₂-uitstoot van het tracé. Daarnaast heeft variant Enumatil geen wijziging op het gebied van verkabeling waardoor het effect op CO₂-uitstoot in de realisatiefase niet wijzigt.	Het doorvoeren van deze mitigerende maatregel levert geen andere beoordeling op van de tracéalternatieven.
Mitigerende maatregel Kleeftocht <i>In het open landschap van de Noordoostpolder is het vanuit landschap wenselijk om met zo min mogelijk knikken door het landschap te traceren. Variant Marknesse wordt onderzocht als een variant op tracéalternatief 1 (VKA 2012, dubbele Moldau). Het is wenselijk om variant Marknesse ook te onderzoeken voor tracéalternatief 2 (dubbele Moldau), genaamd Variant Kleeftocht. Variant Kleeftocht ligt ter hoogte van Marknesse en Emmeloord tussen de tracéalternatieven 1, 2 en 3 in. De variant voorziet in meer rechtstand. Ten noorden van Ens sluit de variant weer aan op tracéalternatief 2.</i>	 <i>In rood de ligging van het tracé bij toepassing van de mitigerende maatregel Kleeftocht</i>	Variant Kleeftocht is 2% langer dan het vergelijkbare deel van het tracéalternatief. Dat heeft een negatief effect op de materiaalgebonden milieu-impact en netverliezen. Dit verschil is echter te klein om een significant verschil te maken op de totale milieu-impact en CO₂-uitstoot van het tracé. Daarnaast heeft variant Kleeftocht geen wijziging op het gebied van verkabeling waardoor het effect op CO₂-uitstoot in de realisatiefase niet wijzigt.	Het doorvoeren van deze mitigerende maatregel levert geen andere beoordeling op van de tracéalternatieven.

Het doorvoeren van deze mitigerende maatregelen levert beperkte verschillen op ten opzichte van de tracéalternatieven (materiaalgebonden milieu-impact en netverliezen). In geen van de gevallen leidt dit echter tot een andere beoordeling van de tracéalternatieven.

5.2.2 Effectbeschrijving verbindingsstukken

Tussen de tracéalternatieven ten noorden van Oudehaske en ten zuiden van Oudehaske zijn meerdere combinaties mogelijk. De 5 tracéalternatieven geven niet al deze combinaties weer. Bij de keuze van het voorkeursalternatief is het mogelijk om tracéalternatieven met elkaar te combineren. Het betreffen de volgende combinaties:

- Combinatie tracéalternatief 3 (enkele Moldau) met tracéalternatief 4 of 5 (enkele Moldau).
- Combinatie tracéalternatief 1 of 2 (dubbele Moldau) met tracéalternatief 4 of 5 (enkele Moldau).

Deze tracéalternatieven dienen met elkaar verbonden te worden door middel van het verbindingsstuk Oudehaske Noord of verbindingsstuk Oudehaske Oost. Deze verbindingsstukken zijn bepaald in overleg met de betrokken omgevingspartijen. De verbindingsstukken worden toegepast op het moment dat in het voorkeursalternatief wordt gekozen voor één van de combinaties. In tegenstelling tot de varianten die in de effectenstudie in hoofdstuk 4 worden onderzocht, is er in dat geval geen keuze te maken. Als een combinatie tussen twee tracéalternatieven wordt gemaakt, wordt het bijbehorende verbindingsstuk in het betreffende voorkeursalternatief ingepast. Doordat de verbindingsstukken anders zijn dan de varianten die in de effectenstudie zijn onderzocht, is de effectanalyse ook anders uitgevoerd. De potentiële effecten van de verbindingsstukken worden zelfstandig beschreven, om eventuele belangrijke aandachtspunten in beeld te krijgen. In onderstaande tabel is per verbindingsstuk beschreven of er voor de in dit deelrapport onderzochte beoordelingscriteria belangrijke aandachtspunten zijn.

Mitigerende maatregel	Kaartje	Is er een aandachtspunt?	Conclusie
Verbindingsstuk Oudehaske noord bij combinatie alt 3 met 4 of 5	 <i>In rood de ligging van verbindingsstuk Oudehaske noord</i>	Het verbindingsstuk is klein in vergelijking met de tracéalternatieven, waardoor er geen waarneembaar effect op dit criterium mogelijk is. Er worden verder geen aandachtspunten verwacht. Dit geldt voor alle drie de beoordelingscriteria.	Vanuit duurzaamheid worden geen belemmeringen verwacht voor het toepassen van dit verbindingsstuk.
Verbindingsstuk Oudehaske oost bij combinatie alt 3 met 4 of 5	 <i>In rood de ligging van verbindingsstuk Oudehaske oost</i>	Het verbindingsstuk is klein in vergelijking met de tracéalternatieven, waardoor er geen waarneembaar effect op dit criterium mogelijk is. Er worden verder geen aandachtspunten verwacht. Dit geldt voor alle drie de beoordelingscriteria.	Vanuit duurzaamheid worden geen belemmeringen verwacht voor het toepassen van dit verbindingsstuk.

Bijlage 1: Rekenkundige uitgangspunten

Bijlage 1: Rekenkundige uitgangspunten

Introductie	
Deze Excel is gebruikt om de kwantitatieve effectbeoordeling op het thema duurzaamheid mogelijk te maken voor de MER 380kV-hoogspanningsverbinding Viervelaten-Ens en is een bijlage bij het deelrapport Duurzaamheid. De uitgangspunten zijn afgestemd met TenneT.	
Uitleg Tabbladen	
Criterium circulariteit	Het criterium circulariteit wordt beoordeeld aan de hand van materiaal gebonden milieu-impact (MKI) op de meest voorkomende onderdelen van het werk. De eenheid is MKI en ton CO2 eq.
Criterium klimaat, realisatie	Het criterium klimaat (realisatie) wordt beoordeeld aan de hand van de inzet van materieel tijdens de bouwfase van het werk. Dit betreft zowel transport naar de bouwplaats als werkzaamheden op de bouwplaats zelf. De eenheid is ton CO2 eq.
Criterium klimaat, netverliezen	Het criterium klimaat (netverliezen) wordt beoordeeld aan de hand van inzet ingeschatte netverliezen per geleidertype en afstand. Vervolgens wordt het met een emissiefactor uitgedrukt in ton CO2 eq.
Export GIS	De tracéalternatieven zijn ingetekend op kaart. De informatie is hieruit geëxporteerd om te kunnen gebruiken voor de analyse.
Hoeveelheden VKA	Uit de GIS-export wordt de informatie gehaald die nodig is om de hoeveelheden voor de tracéalternatieven te berekenen. De uitkomst hiervan is opgenomen in tabel 4.1 en tabel 4.2 van het deelrapport.
Hoeveelheden varianten	Uit de GIS-export wordt de informatie gehaald die nodig is om de hoeveelheden voor de varianten te berekenen. De uitkomst hiervan is opgenomen in tabel 4.3 van het deelrapport.
Kentallen materieel	Voor de AERIUS berekening zijn kentallen gehanteerd om een inschatting te maken van de stikstofdepositie. Deze kentallen worden ook gebruikt om de effecten van de realisatiefase op CO2 te berekenen. Dit tabblad is input voor de DuboCalc berekening.
DuboCalc uitdraai	Door middel van DuboCalc is de MKI waarde voor materiaalgebruik en CO2 uitstoot in de realisatiefase berekend. De resultaten daarvan staan in deze uitdraai. Dit tabblad is input voor het tabblad criterium circulariteit en criterium klimaat, realisatie. De gebruikte dataset is A1.
Versie	
Datum:	30-5-2025
Wijziging:	Aanpassing tabblad export GIS en aanpassing tabblad netverliezen

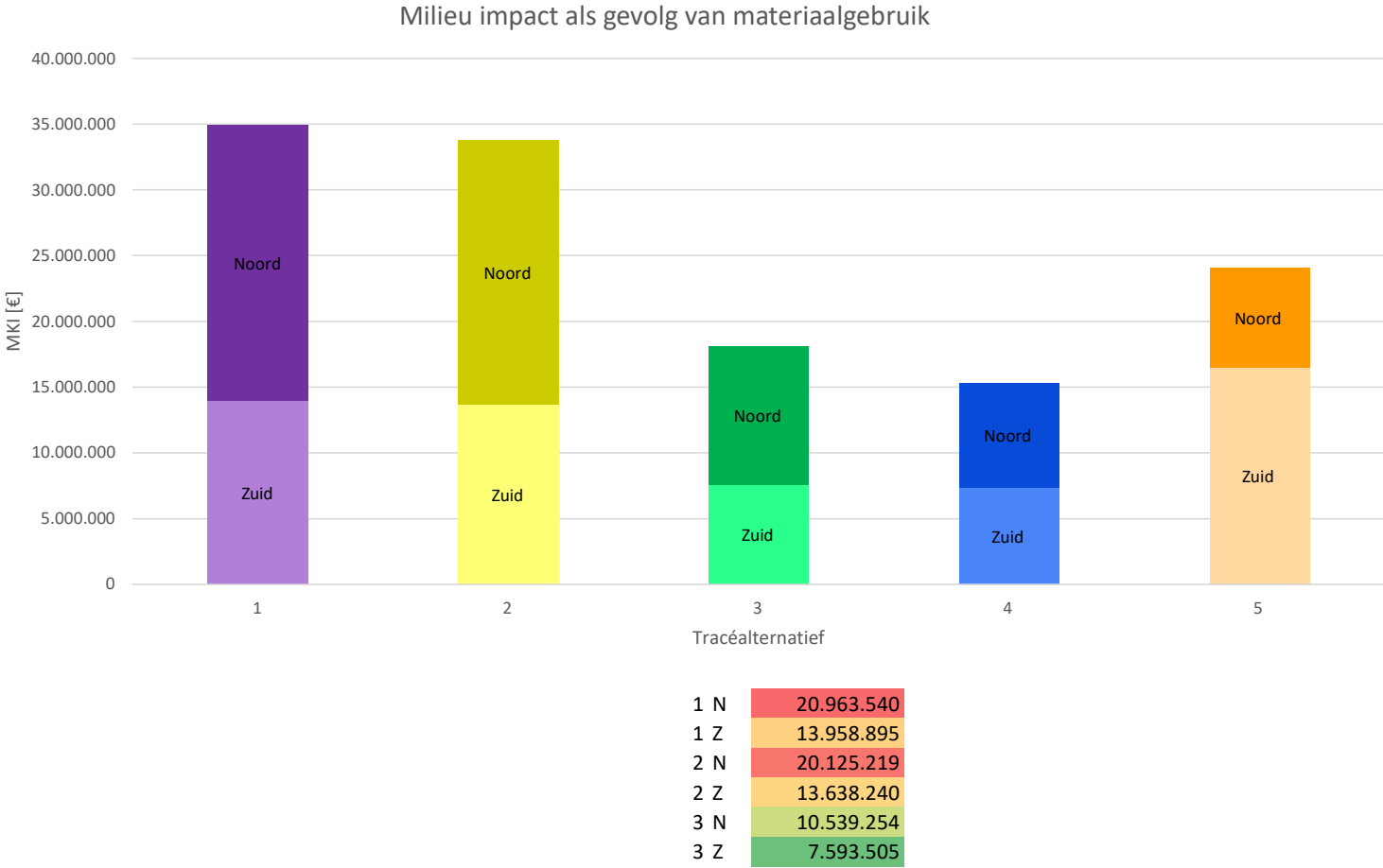
Bouwwijze	Onderdeel	Element	DuboCalc object	Eenheid	hoeveelheid
Bovengrondse 380 kV verbinding	Materiaalgebruik 380kV Moldau steunmast	Staalconstructie	Zwaar constructiestaal GWW	kg	40000
		Betonfundering	Heipaal prefab beton	m	4*2*15
	Materiaalgebruik 380kV Moldau hoekmast	Staalconstructie	Zwaar constructiestaal GWW	kg	90000
		Betonfundering	Heipaal prefab beton	m	4*4*30
	Materiaalgebruik 380 kV lijnen	Geleider (Aluminium)	Hoogspanningskabel aluminium, schaalbaar	m	1000*18
Bovengrondse 220 kV verbinding	Materiaalgebruik opwaarderen 220kV	Staalconstructie	Zwaar constructiestaal GWW	kg	400
		Betonfundering	Heipaal prefab beton	m	11,25*15*0,75
Ondergrondse 110kV-hoogspannings-verbinding	Materiaalgebruik ondergrondse 110kV	Geleider (Aluminium) Isolatie (XLPE) Mantel (PVC)	Hoogspanningskabel aluminium, schaalbaar	m	3*2*3
	Materiaalgebruik open ontgraving	Backfill zand	Ophoogmateriaal, zand	m3	2250

Uitgangspunt	Bron
7820 kgm3, incl. conservering 40 ton voor een reguliere steunmast.	Informatie aangereikt door TenneT
Prefab betonnen paal van 400x400 mm met wapening. Tweepaalsfundering, 15 meter.	Technische uitgangspuntennotitie V2.0 Nationale MilieuDatabase
7820 kgm3, incl. conservering 70 a 90 ton voor een hoekmast, afhankelijk van lijnhoeek.	Informatie aangereikt door TenneT
Prefal betonnen paal van 400x400 mm met wapening. Vierpaalsfundering, 30 meter lang	Technische uitgangspuntennotitie V2.0 Nationale MilieuDatabase
Aluminium geleider van 882 mm2. Betreft 2 circuits, 3 fasen per circuit en 3 geleiders per fase	Informatie aangereikt door TenneT Nationale MilieuDatabase (exclusief behuizing en isolatie)
Uitgegaan wordt van 200 tot 600 kg staal per mast. Uitgangspunt is daarom gemiddeld 400 kg per mast.	Informatie aangereikt door TenneT
Uitgangspunt is dat bij 75% van de masten de fundaties verstevigd dienen te worden. Dit vindt plaats door middel van een ballastverzwaring of slaan van aanvullende funderingspalen. (27m3 beton per mast = 11,25 palen van 15 meter)	Informatie aangereikt door TenneT
Aluminium geleider van 3500 mm2. Betreft 3 circuits, 2 kabels	Nationale Milieudatabase factor 3 vanwege grotere doorsnede standaardobject.
Graven sleuf van 4,5m x 10m x 50m	Technische uitgangspuntennotitie V2.0 Nationale MilieuDatabase

MKI waarde productiefase A1 t/m A3 [€]	Uitstoot productiefase A1 t/m A3 [ton CO2-eq.]	Eenheid onderdeel
5.668	54	per stuk
13.972	137	per stuk
124.705	159	per km
784	10	per stuk
135.636	183	per km
5.045	40	per 50 meter

Alternatief	Locatie	Onderdeel	MKI / eenheid		Totale MKI
1	Noord	Aantal steunmasten [stuks]	310	5.668	1.757.202
		Aantal hoekmasten [stuks]	43	13.972	600.794
		Lengte tracé [km]	140,8	124.705	17.560.345
		Lengte verkabeling [km]	5,2	135.636	711.077
		Backfill zand [per 50m]	66,2	5.045	334.122 +
					20.963.540
	Zuid	Aantal steunmasten [stuks]	200	5.668	1.133.679
		Aantal hoekmasten [stuks]	16	13.972	223.551
		Lengte tracé [km]	86,0	124.705	10.718.589
		Lengte verkabeling [km]	8,6	135.636	1.165.772
		Backfill zand [per 50m]	142,2	5.045	717.305 +
					13.958.895
	Totaal				34.922.436

2	Noord	Aantal steunmasten [stuks]	316	5.668	1.791.212
		Aantal hoekmasten [stuks]	38	13.972	530.934
		Lengte tracé [km]	141,2	124.705	17.610.501
		Lengte verkabeling [km]	1,0	135.636	139.202
		Backfill zand [per 50m]	10,6	5.045	53.370 +
					20.125.219
	Zuid	Aantal steunmasten [stuks]	192	5.668	1.088.332
		Aantal hoekmasten [stuks]	18	13.972	251.495



		Lengte tracé [km]	84,7	124.705	10.556.659
		Lengte verkabeling [km]	7,9	135.636	1.077.820
		Backfill zand [per 50m]	131,6	5.045	663.935 +
					13.638.240
		Totaal			33.763.460

3	Noord	Aantal steunmasten [stuks]	178	5.668	1.008.974
		Aantal hoekmasten [stuks]	27	13.972	377.243
		Lengte tracé [km]	71,9	124.705	8.960.465
		Lengte verkabeling [km]	1,0	135.636	139.202
		Backfill zand [per 50m]	10,6	5.045	53.370 +
					10.539.254
	Zuid	Aantal steunmasten [stuks]	108	5.668	612.186
		Aantal hoekmasten [stuks]	13	13.972	181.635
		Lengte tracé [km]	42,3	124.705	5.277.056
		Lengte verkabeling [km]	7,9	135.636	1.077.820
		Backfill zand [per 50m]	88,2	5.045	444.807 +
					7.593.505
	Totaal				18.132.759

4	Noord	Aantal steunmasten [stuks]	115	5.668	651.562
		Aantal hoekmasten [stuks]	15	13.972	209.579
		Lengte tracé [km]	52,0	124.705	6.481.995
		Lengte verkabeling [km]	3,2	135.636	438.604
		Backfill zand [per 50m]	36,6	5.045	184.454 +
					7.966.194
	Zuid	Aantal steunmasten [stuks]	97	5.668	552.349
		Aantal hoekmasten [stuks]	10	13.972	139.720
		Lengte tracé [km]	43,0	124.705	5.359.513
		Lengte verkabeling [km]	6,0	135.636	815.022
		Backfill zand [per 50m]	88,2	5.045	444.807 +
					7.311.410
	Totaal				15.277.605

5	Noord	Aantal steunmasten [stuks]	112	5.668	634.860
		Aantal hoekmasten [stuks]	15	13.972	209.579
		Lengte tracé [km]	50,7	124.705	6.324.272
		Lengte verkabeling [km]	2,4	135.636	320.998
		Backfill zand [per 50m]	21,9	5.045	110.623 +
					7.600.332
	Zuid	Aantal steunmasten [stuks]	125	5.668	708.549
		Aantal hoekmasten [stuks]	14	13.972	195.607
		Lengte tracé [km]	55,6	124.705	6.932.339
		Lengte verkabeling [km]	41,3	135.636	5.597.131
		Backfill zand [per 50m]	603,9	5.045	3.047.009 +
					16.480.636
	Totaal				24.080.968

4 N	7.966.194			
4 Z	7.311.410			
5 N	7.600.332			
5 Z	16.480.636			
Meer impact				
4 Z	7.311.410	0% 0/-	95%	-
3 Z	7.593.505	4% 0/-	85%	-
5 N	7.600.332	4% 0/-	65%	-
4 N	7.966.194	9% 0/-		
3 N	10.539.254	44% -		
2 Z	13.638.240	87% -		
1 Z	13.958.895	91% -		
5 Z	16.480.636	125% - -		
2 N	20.125.219	175% - -		
1 N	20.963.540	187% - -		

	km	percentage			
3 N	71,9	34	21,39809402	114,2	
3 Z	42,3		12,60190598		
4 N	52,0	37	20,25365575	95,0	
4 Z	43,0		16,74634425		
5 N	50,7	35	16,69729353	106,3	
5 Z	55,6		18,30270647		

Bouwwijze	Onderdeel	Element	DuboCalc object	Eenheid	hoeveelheid
Amoveren	Sloopproces 220kV steunmast	Graafmachine	Graafmachine klein (elektrisch)	uur	113
		Wiellaadschop	Wiellaadschop (elektrisch)	uur	30
		Verreiker	Wiellaadschop (elektrisch)	uur	30
		Vrachtauto	Dumper (diesel)	uur	36
		Werkbus	Personenvervoer, groot/ bestelbus, EURO4, diesel	uur	10
		Trekker	Trekker (klein)	uur	36
		Hijskraan, telescoop 130 ton	Telekraan (diesel)	uur	24
		Touwlier	Diesilverbruik IV 48kW	l	180
		Hydraulische liermachine	Diesilverbruik IIIB 130+kW	l	814
		Hydraulische remmachine	Diesilverbruik IIIB 130+kW	l	814
	Sloopproces 110kV mast	Graafmachine	Graafmachine klein (elektrisch)	uur	80
		Wiellaadschop	Wiellaadschop (elektrisch)	uur	24
		Verreiker	Wiellaadschop (elektrisch)	uur	24
		Vrachtauto	Dumper (diesel)	uur	28
		Werkbus	Personenvervoer, groot/bestelbus, EURO4,	uur	8
		Trekker	Trekker (klein)	uur	28
		Hijskraan, telescoop 130 ton	Telekraan (diesel)	uur	12
		Touwlier	Diesilverbruik IV 48kW	l	57
		Hydraulische liermachine	Diesilverbruik IIIB 130+kW	l	370
		Hydraulische remmachine	Diesilverbruik IIIB 130+kW	l	370
	Sloop en bouw woningen onder geleiders	Embodied Carbon	Microsoft Word - WE Rapport 30817 - CO2-Barometer Lente-akkoord 2.0 - 2023 02 16.docx (aedes.nl)	kg/m2	340
Opwaardere n	Proces verzwaren 220kV	Vrachtauto	Dumper (diesel)	uur	36
		Werkbus	Personenvervoer, groot/ bestelbus, EURO4, diesel	uur	10
		Funderingsmachine	Heistelling, hydraulisch t.b.v. heien/trillen (diesel)	uur	24
		Trekker	Trekker (klein)	uur	36
		Touwlier	Diesilverbruik IV 48kW	l	180
		Hydraulische liermachine	Diesilverbruik IIIB 130+kW	l	814
		Hydraulische remmachine	Diesilverbruik IIIB 130+kW	l	814
	Opbouwproces 380kV Moldau steunmast	Graafmachine	Graafmachine klein (elektrisch)	uur	36
		Bemalingspomp	vacuum bemaling 50m3 per uur	uur	336
		Verreiker	Wiellaadschop (elektrisch)	uur	70
		Vrachtauto	Dumper (diesel)	uur	24
		Wiellaadschop	Wiellaadschop (diesel)	uur	12
		Funderingsmachine	Heistelling, hydraulisch t.b.v. heien/trillen (diesel)	uur	24
		Hijskraan, telescoop 300 ton	Telekraan (diesel)	uur	35
		Graafmachine	Graafmachine klein (elektrisch)	uur	116

Uitgangspunt
Zie tabbald kentallen voor de afgestemde hoeveelheid draaiuren en materieel. Voor de touwlier, liermachine en remmachine is geen DuboCalc object beschikbaar. Deze machines worden vergeleken met een aggregaat en zijn daarom uitgedrukt in dieselvebruik.
idem
Gemiddelde woning in NL: 157m2
De inzet van materieel is grotendeels gelijk aan het sloop/bouw proces van een 220kV. De hijskraan wordt vervangen door een elektrische hoogwerker. Daarnaast is vanwege het toevoegen van extra petonpalen een funderingsmachine toegevoegd.
idem

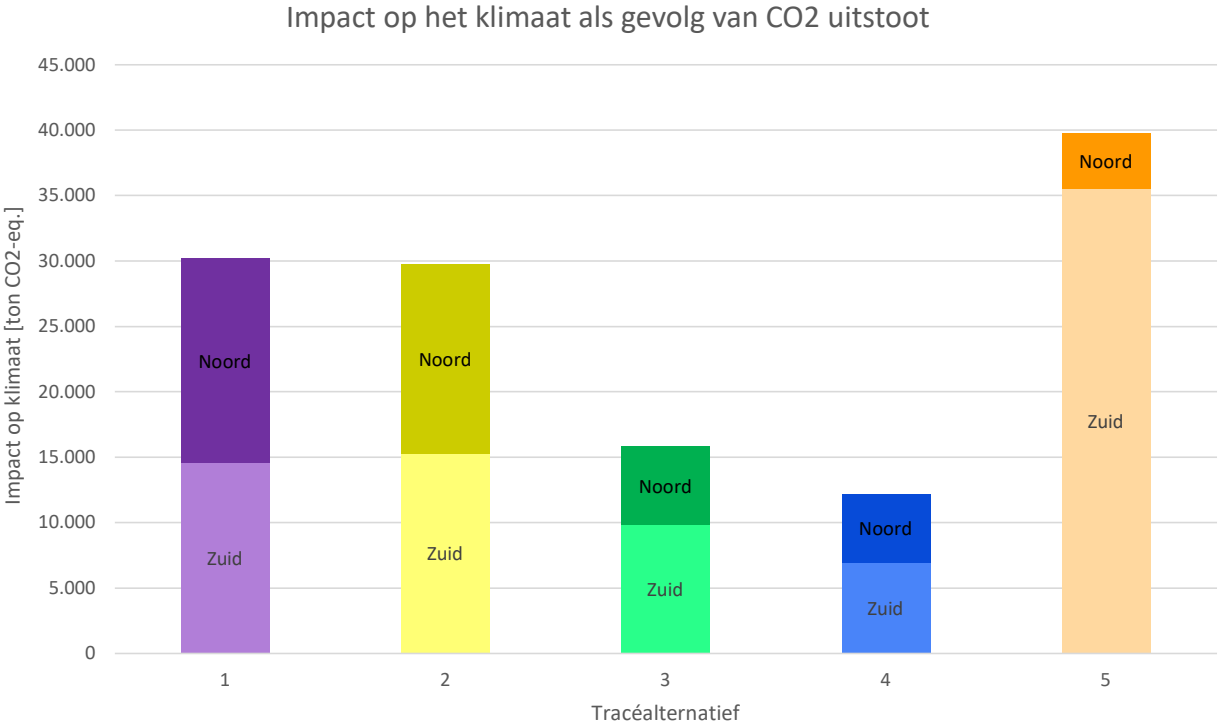
Uitstoot Transport materiaal A4 [ton CO2-eq.]	Uitstoot realisatiefase A5 [ton CO2-eq.]	Eenheid onderdeel
NVT	21,735	per stuk
NVT	13	per stuk
0	53	per woning
1	16	per stuk
1	16	per stuk
9	26	

Opbouwen	Opbouwproces 380kV Moldau hoekmast	Bemalingspomp	vacuum bemaling 50m3 per uur	uur	336
		Verreiker	Wiellaadschop (elektrisch)	uur	94
		Vrachtauto	Dumper (diesel)	uur	24
		Wiellaadschop	Wiellaadschop (diesel)	uur	12
		Funderingsmachine	Heistelling, hydraulisch t.b.v. heien/trillen (diesel)	uur	24
		Hijskraan, telescoop 300 ton	Telekraan (diesel)	uur	35
		Werkbus	Personenvervoer, groot/ bestelbus, EURO4, diesel	uur	80
		Trekker	Trekker (klein)	uur	6
		Touwlier	Dieselvebruik IV 48kW	l	567
		Hydraulische liermachine	Dieselvebruik IIIB 130+kW	l	814
		Hydraulische remmachine	Dieselvebruik IIIB 130+kW	l	814
	Opbouwproces, gestuurde boring	Bemalingspomp	vacuum bemaling 50m3 per uur	uur	7
		Boorstelling	Heistelling, hydraulisch t.b.v. schroeven (diesel)	uur	7
		Vrachtauto	Dumper (diesel)	uur	18
	Opbouwproces, open ontgraving	Graafmachine	Graafmachine klein (elektrisch)	uur	246
		Bemalingspomp	vacuum bemaling 50m3 per uur	uur	3.360
		Trilplaat	Trilplaat t.b.v. verdichten beton elektrisch	uur	31
		Vrachtauto	Dumper (diesel)	uur	79
		Wiellaadschop	Wiellaadschop (diesel)	uur	24
		Trekker	Trekker (klein)	uur	55

idem
idem
idem

		per stuk
5	4,372	per 250 meter
14	36,373	per 50 meter

Alternatief	Locatie	Onderdeel	CO2 [ton] / eenheid		Totale CO2
1	Noord	Sloopproces 220kV [stuks]	169	22	3.673
		Sloopproces 110kV [stuks]	21	13	267
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	27	53	1.441
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	310	17	5.326
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	43	35	1.498
		Bouwproces boring [250m]	8	9	72
		Bouwproces graven [50m]	66	51	3.353 +
					15.630
	Zuid	Sloopproces 220kV [stuks]	90	22	1.956
		Sloopproces 110kV [stuks]	31	13	394
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	18	53	961
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	200	17	3.436
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	16	35	557
		Bouwproces boring [250m]	6	9	55
		Bouwproces graven [50m]	142	51	7.198 +
					14.558
	Totaal				30.187
2	Noord	Sloopproces 220kV [stuks]	218	22	4.738
		Sloopproces 110kV [stuks]	21	13	267
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	41	53	2.189
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	316	17	5.429
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	38	35	1.324
		Bouwproces boring [250m]	2	9	19
		Bouwproces graven [50m]	11	51	536 +



1 N	15.630
1 Z	14.558
2 N	14.500
2 Z	15.254

	Zuid	Sloopproces 220kV [stuks]	134	22	2.912
		Sloopproces 110kV [stuks]	29	13	369
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	25	53	1.335
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	192	17	3.299
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	18	35	627
		Bouwproces boring [250m]	5	9	51
		Bouwproces graven [50m]	132	51	6.662 +
					15.254
	Totaal				29.754

3	Noord	Sloopproces 220kV [stuks]	0	22	0
		Sloopproces 110kV [stuks]	9	13	114
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	25	53	1.335
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	178	17	3.058
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	27	35	940
		Bouwproces boring [250m]	2	9	19
		Bouwproces graven [50m]	11	51	536 +
					6.001
	Zuid	Sloopproces 220kV [stuks]	0	22	0
		Sloopproces 110kV [stuks]	29	13	369
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	8	53	427
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	108	17	1.855
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	13	35	453
		Bouwproces boring [250m]	5	9	51
		Bouwproces graven [50m]	132	51	6.662 +
					9.817
	Totaal				15.818

4	Noord	Sloopproces 220kV [stuks]	0	22	0
		Sloopproces 110kV [stuks]	30	13	381
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	9	53	480
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	115	17	1.975
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	15	35	522
		Bouwproces boring [250m]	6	9	52
		Bouwproces graven [50m]	37	51	1.851 +
					5.262
	Zuid	Sloopproces 220kV [stuks]	0	22	0
		Sloopproces 110kV [stuks]	26	13	330
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	1	53	53
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	97	17	1.674
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	10	35	348
		Bouwproces boring [250m]	6	9	60
		Bouwproces graven [50m]	88	51	4.464 +
					6.929
	Totaal				12.191

5	Noord	Sloopproces 220kV [stuks]	0	22	0
		Sloopproces 110kV [stuks]	13	13	165

3 N	6.001
3 Z	9.817
4 N	5.262
4 Z	6.929
5 N	4.250
5 Z	35.532

5 N	4.250	0% 0/-
4 N	5.262	24% 0/-
3 N	6.001	41% -
4 Z	6.929	63% -
3 Z	9.817	131% --
2 N	14.500	241% --
1 Z	14.558	243% --
2 Z	15.254	259% --
1 N	15.630	268% --
5 Z	35.532	736% --

Aantal panden met woonfunctie onder de geleiders (zie deelrapport gebruiksfuncties)

	1	2	3	4	5
N	27	41	25	9	9
Z	18	25	8	1	1

		Sloop en bouw woningen onder geleiders	9	53	480
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	112	17	1.924
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	15	35	522
		Bouwproces boring [250m]	5	9	47
		Bouwproces graven [50m]	22	51	1.110 +
					4.250
	Zuid	Sloopproces 220kV [stuks]	0	22	0
		Sloopproces 110kV [stuks]	146	13	1.855
		Sloop en bouw woningen onder geleiders	1	53	53
		Bouwproces 380kV steunmast [stuks]	125	17	2.148
		Bouwproces 380kV hoekmast [stuks]	14	35	488
		Bouwproces boring [250m]	44	9	412
		Bouwproces graven [50m]	604	51	30.576 +
					35.532
	Totaal				39.782

Verliezen huidig 220 kV Donau	0,22 GWh/km/jaar
Verliezen 380 kV Moldau	0,77 GWh/km/jaar
Verliezen 220 kV Moldau	0,12 GWh/km/jaar
Verliezen 220 kV opgewaardeerd	0,19 GWh/km/jaar
CO2 emissies	0,448 kg CO2/kWh
CO2 emissies	448 ton CO2/GWh
Projectduur	50 jaar
Huidige verliezen TenneT (2023)	1.604,98 GWh
Huidige uitstoot TenneT (2023)	719.031,04 ton CO2 eq /j aar

Bron: Overleg TenneT (zie P:schijf)
P:\5305\51014831_EU-204_VVL_ENS_Fase_3\300_Werkdocumenten\10 Duurzaamheid\10.1 Bronnen

Bron: [Lijst emissiefactoren | CO2 emissiefactoren](#)

Bron: [TenneT Additional CSR data document 2023.pdf \(tennet-drupal.s3.eu-central-1.amazonaws.com\)](#)

		220 kV			380 kV			Totaal per jaar	Totaal 50 jaar
		Lengte	Transportverlies	Uitstoot	Lengte	Transportverlies	Uitstoot	Uitstoot	Totale uitstoot
		km	GWh/jaar	ton CO2/jaar	km	GWh/jaar	ton CO2/jaar	ton CO2/jaar	ton CO2 eq.
1	Noord	70,41	8,45	3.785,11	70,41	54,21	24.287,76	28.072,87	1.403.643,44
	Zuid	42,98	5,16	2.310,38	42,98	33,09	14.824,91	17.135,29	856.764,29
2	N	70,61	8,47	3.795,92	70,61	54,37	24.357,13	28.153,05	1.407.652,55
	Z	42,33	5,08	2.275,47	42,33	32,59	14.600,94	16.876,42	843.820,81
3	N	71,78	15,79	7.074,64	71,85	55,33	24.786,49	31.861,13	1.593.056,34
	Z	43,59	9,59	4.296,23	42,32	32,58	14.597,42	18.893,65	944.682,64
4	N	71,78	15,79	7.074,64	51,98	40,02	17.930,53	25.005,17	1.250.258,46
	Z	43,59	9,59	4.296,23	42,98	33,09	14.825,51	19.121,74	956.087,25
5	N	71,78	15,79	7.074,64	50,71	39,05	17.494,24	24.568,87	1.228.443,67
	Z	43,59	9,59	4.296,23	55,59	42,80	19.176,27	23.472,50	1.173.625,23

Dit lichtblauwe vlak representeert de verliezen in de bestaande 220kV verbinding na ingebruikname van de 380kV verbinding. Aangezien de 380kV verbinding een deel van het energietransport zal overnemen, daalt de belasting in de 220kV verbinding en daardoor nemen de verliezen af ten opzichte van de huidige situatie.

na opwaardering		220 kV			380 kV			Totaal per jaar	Totaal 50 jaar
		Lengte	Transportverlies	Uitstoot	Lengte	Transportverlies	Uitstoot	Uitstoot	Totale uitstoot
		km	GWh/jaar	ton CO2/jaar	km	GWh/jaar	ton CO2/jaar	ton CO2/jaar	ton CO2 eq.
1	N	70,41	8,45	3.785,11	70,41	54,21	24.287,76	28.072,87	1.403.643,44
	Z	42,98	5,16	2.310,38	42,98	33,09	14.824,91	17.135,29	856.764,29
2	N	70,61	8,47	3.795,92	70,61	54,37	24.357,13	28.153,05	1.407.652,55
	Z	42,33	5,08	2.275,47	42,33	32,59	14.600,94	16.876,42	843.820,81
3	N	71,78	13,64	6.109,91	71,85	55,33	24.786,49	30.896,40	1.544.820,18
	Z	43,59	8,28	3.710,38	42,32	32,58	14.597,42	18.307,80	915.390,16
4	N	71,78	13,64	6.109,91	51,98	40,02	17.930,53	24.040,45	1.202.022,30
	Z	43,59	8,28	3.710,38	42,98	33,09	14.825,51	18.535,90	926.794,77
5	N	71,78	13,64	6.109,91	50,71	39,05	17.494,24	23.604,15	1.180.207,51
	Z	43,59	8,28	3.710,38	55,59	42,80	19.176,27	22.886,65	1.144.332,75

som

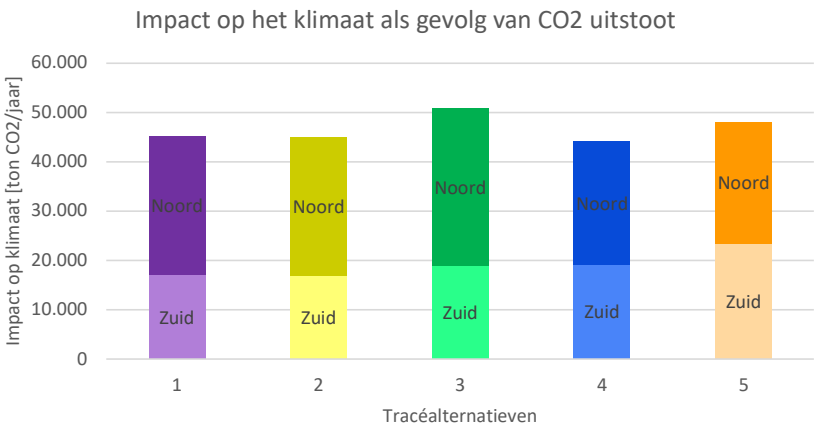
45.208,15

45.029,47

50.754,78

44.126,91

48.041,38



na opwaardering	
som	Verskil

45.208,15

45.029,47

49.204,21

3%

42.576,34

4%

46.490,81

3%

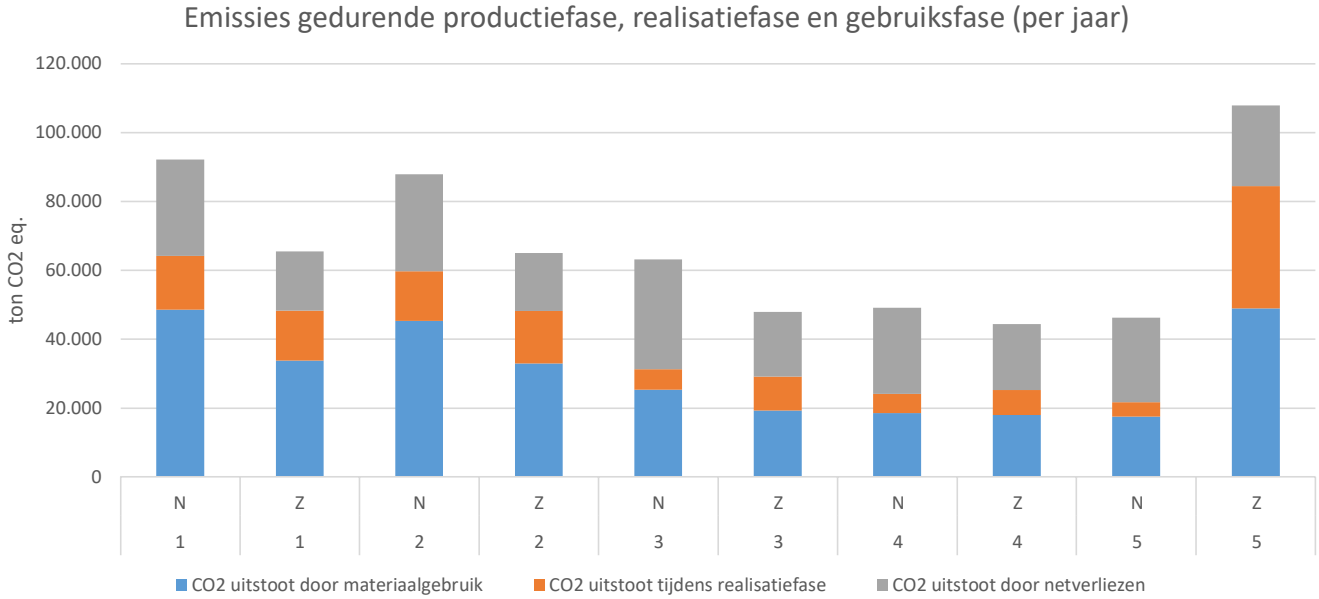
		Totaal per jaar
		Uitstoot
		ton CO2/jaar
1	N	28.072,87
1	Z	17.135,29
2	N	28.153,05

2	Z	16.876,42
3	N	31.861,13
3	Z	18.893,65
4	N	25.005,17
4	Z	19.121,74
5	N	24.568,87
5	Z	23.472,50

		gesorteerd	Relatief aan elkaar	beoordeling	Aandeel
2	Z	16.876	0%	0/-	2%
1	Z	17.135	2%	0/-	2%
3	Z	18.894	12%	0/-	3%
4	Z	19.122	13%	0/-	3%
5	Z	23.473	39%	-	3%
5	N	24.569	46%	-	3%
4	N	25.005	48%	-	3%
1	N	28.073	66%	-	4%
2	N	28.153	67%	-	4%
3	N	31.861	89%	-	4%

		CO2 uitstoot			
		CO2 uitstoot door	tijdens	CO2 uitstoot door	
		materiaalgebruik	realisatiefase	netverliezen	
1	N	48.543	15.630	28.072,87	92.245
1	Z	33.823	14.558	17.135,29	65.516
2	N	45.268	14.500	28.153,05	87.922
2	Z	32.923	15.254	16.876,42	65.053
3	N	25.309	6.001	31.861,13	63.172
3	Z	19.268	9.817	18.893,65	47.979
4	N	18.544	5.590	25.005,17	49.139
4	Z	18.038	7.179	19.121,74	44.339
5	N	17.446	4.250	24.568,87	46.265
5	Z	48.957	35.532	23.472,50	107.962

4	Z	44.339	0%
5	N	46.265	4%
3	Z	47.979	8%
4	N	49.139	11%
3	N	63.172	42%
2	Z	65.053	47%
1	Z	65.516	48%
2	N	87.922	98%
1	N	92.245	108%
5	Z	107.962	143%



Een losstaande exercitie is om na te gaan is wat het effect is van een eventuele opwaardering van het huidige 220 kV-tracé. Dit heeft betrekking op tracéalternatief 3, 4 en 5 waar dit tracé blijft staan. Het percentage geeft aan hoeveel meer MKI en CO2 in dat geval veroorzaakt wordt.

		aantal	eenheid	impact	eenheid	
Criterium circulariteit	Opwaardering steunmasten	369	stuks	289.226	MKI	
	Vervanging geleiders	115,37	km	14.387.229	MKI	
Criterium klimaat, realisatiefase	Opwaardering steunmasten	369	stuks	9.611	ton CO2	
Criterium klimaat, netverliezen	Transportverliezen	115,37	km	9.820	ton CO2	
Circulair				14.676.456	32.809.169	181%
	aantal masten opwaarderen				0	
	101		18.132.713		30.144.517	195%
	35		15.468.061		0	
	94				38.757.138	161%
	139		24.080.682		0	
Broeikasgassen						
			14.057	9.611	23.668	168%
			12.235	9.611	21.846	179%
			39.248	9.611	48.859	124%
Varianten LL			0,77	0,00077		
		m	m	verschil		
	5 Drachten	8890	7555	118%		
	4 Heerenveen/Joure	13680	11402	120%		
	5 Heerenveen/Joure	11090	8876	125%		
		m	m			
	5 Drachten	8890	6,8453	7555	5,81735	
	4 Heerenveen/Joure	13680	10,5336	11402	8,77954	
	5 Heerenveen/Joure	11090	8,5393	8876	6,83452	

										Totaal aantal nieuwe masten	Ondergronds tracé				Huidige situatie						
										Aantal plaatsen				Lengte boringen		Lengte open					
Trace	Noord/ Zuid	VKA of variant	Secctie	Variant	ID	Verbinding	Rekenfactor	Lengte (meter)	Lengte [km]	Afstand tussen masten	Aantal plaatsen maste	Totaal aantal maste	hoekmasten	Hoekmasten	Steunmasten	Boring	totaal	ontgraving	Totaal aantal	220kV masten	110 kV masten
1	N	VKA	N1	Vierverlaten	111	4x 380 kV	2	1154	2	400	3	6	2	4	2				5	4	1
1	N	VKA	N2VKA		112	4x 380 kV	2	9193	18	400	23	46	3	6	40			10	10	0	
1	N	VAR	N2VAR		113	4x 380 kV	2	9627	19	400	24	48	1	2	46			0	0	0	
1	N	VKA	N3		114	4x 380 kV	2	4630	9	400	12	24	0	0	24			1	1	0	
1	N	VKA	N4VKA	Surhuisterveen	115	4x 380 kV	2	5263	11	400	13	26	0	0	26			16	16	0	
1	N	VAR	N4VAR		116	4x 380 kV	2	5913	12	400	15	30	1	2	28			0	0	0	
1	N	VKA	N5		117	4x 380 kV	2	11135	22	400	28	56	3	6	50			35	35	0	
1	N	VKA	N6		118	4x 380 kV	1	1062	1	400	3	3	2	2	1	Ja	56,5	466,7	4	0	4
1	N	VAR	N6Sa	Leeuwarden	119	4x 380 kV	1	463	0	400	1	1	2	2	0			1	1	0	
1	N	VAR	N6Sb		120	4x 380 kV	1	875	1	400	2	2	1	1	1			3	3	0	
1	N	VKA	N7		1201	4x 380 kV	2	9994	20	400	25	50	4	8	42	Ja	1547,0	2315,5	28	13	15
1	N	VKA	N8VKA		1202	4x 380 kV	1	352	0	400	1	1	1	1	0			0	0	0	
1	N	VAR	N8VAR	Leeuwarden	1203	4x 380 kV	1	366	0	400	1	1	1	1	0			0	0	0	
1	N	VAR	N8Sa		1204	4x 380 kV	1	238	0	400	1	1	1	1	0			1	1	0	
1	N	VAR	N8VKASb		1205	4x 380 kV	1	262	0	400	1	1	1	1	0			1	1	0	
1	N	VAR	N8VARSb		1206	4x 380 kV	1	358	0	400	1	1	1	1	0			1	1	0	
1	N	VKA	N9VKA	Leeuwarden	1207	4x 380 kV	2	12165	24	400	30	60	4	8	52			39	39	0	
1	N	VAR	N9VAR		1208	4x 380 kV	2	10357	21	400	26	52	1	2	50			0	0	0	
1	N	VKA	N10		1209	4x 380 kV	2	15571	31	400	39	78	4	8	70			51	51	0	
1	N	VKA	N11		1210	4x 380 kV	1	1191	1	400	3	3	0	0	3	Ja	327,9	528,9	1	0	1
1	N	VAR	N11Sa	Oudehaske	1211	4x 380 kV	1	563	1	400	1	1	1	1	0			3	3	0	
1	N	VAR	N11Sb		1212	4x 380 kV	1	633	1	400	2	2	1	1	1			2	2	0	
1	Z	VKA	Z1VKA		121	4x 380 kV	2	3927	8	400	10	20	0	0	20	Ja	970,6	3289,8	28	13	15
1	Z	VAR	Z1VAR		122	4x 380 kV	2	4011	8	400	10	20	1	2	18			1	1	0	
1	Z	VKA	Z2	Kuinre	123	4x 380 kV	2	4153	8	400	10	20	0	0	20	Ja	515,9	3818,7	31	15	16
1	Z	VKA	Z3		124	4x 380 kV	2	13833	28	400	35	70	3	6	64			43	43	0	
1	Z	VKA	Z4VKA		125	4x 380 kV	2	3815	8	400	10	20	0	0	20			5	5	0	
1	Z	VAR	Z4VAR		126	4x 380 kV	2	4145	8	400	10	20	1	2	18			0	0	0	
1	Z	VKA	Z5	Marknesse	127	4x 380 kV	2	3703	7	400	9	18	0	0	18			1	1	0	
1	Z	VKA	Z6VKA		128	4x 380 kV	2	9193	18	400	23	46	3	6	40			0	0	0	
1	Z	VAR	Z6VAR		129	4x 380 kV	2	8513	17	400	21	42	0	0	42			1	0	1	
1	Z	VKA	Z7		1221	4x 380 kV	2	4352	9	400	11	22	2	4	18			13	13	0	
2	N	VKA	N1	Enumatil	211	4x 380 kV Comt 2	2	753	2	400	2	4	2	4	0			3	3	0	
2	N	VKA	N2VKA		212	4x 380 kV Comt 2		5572	11	400	14	28	2	4	24			13	13	0	
2	N	VAR	N2VAR		213	4x 380 kV Comt 2		5315	11	400	13	26	0	0	26			0	0	0	
2	N	VKA	N3		214	4x 380 kV Comt 2		25149	50	400	63	126	5	10	116			78	78	0	
2	N	VKA	N4		215	4x 380 kV Comt 1		641	1	400	2	2	0	0	2			1	1	0	
2	N	VAR	N4Sa		216	4x 380 kV Comt 1		463	0	400	1	1	2	2	0			1	1	0	
2	N	VAR	N4Sb		217	4x 380 kV Comt 1		421	0	400	1	1	1	1	0			3	3	0	
2	N	VKA	N5		218	4x 380 kV Comt 2		9983	20	400	25	50	2	4	46			30	30	0	
2	N	VKA	N6		219	4x 380 kV Comt 1		429	0	400	1	1	0	0	1			2	2	0	
2	N	VAR	N6Sa		2101	4x 380 kV Comt 1		313	0	400	1	1	1	1	0			1	1	0	
2	N	VAR	N6Sb		2102	4x 380 kV Comt 1		327	0	400	1	1	1	1	0			1	1	0	
2	N	VKA	N7		2103	4x 380 kV Comt 2		27671	55	400	69	138	8	16	122			89	89	0	
2	N	VKA	N8		2104	4x 380 kV Comt 1		1191	1	400	3	3	0	0	3	Ja	327,9	324,9	1	0	1
2	N	VAR	N8Sa		2105	4x 380 kV Comt 1		563	1	400	1	1	1	1	0			3	3	0	
2	N	VAR	N8Sb		2106	4x 380 kV Comt 1		633	1	400	2	2	2	2	0			2	2	0	
2	N	VKA	N9		2107	4x 380 kV Comt 2		349	1	400	1	2	0	0	2	Ja	169,6	204,0	4	2	2
2	Z	VKA	Z1	Luttelgeest	221	4x 380 kV Comt 2		7730	15	400	19	38	2	4	34	Ja	1366,9	6579,5	57	28	29
2	Z	VKA	Z2		222	4x 380 kV Comt 2		14490	29	400	36	72	3	6	66			44	44	0	
2	Z	VKA	Z3VKA		223	4x 380 kV Comt 2		8109	16	400	20	40	1	2	38			28	28	0	
2	Z	VAR	Z3VAR		224	4x 380 kV Comt 2		7933	16	400	20	40	1	2	38			0	0	0	
2	Z	VKA	Z4VKA	Kleeftocht	225	4x 380 kV Comt 2		7342	15	400	18	36	1	2	34			21	21	0	
2	Z	VAR	Z4VAR		226	4x 380 kV Comt 2		7488	15	400	19	38	1	2	36			0	0	0	
2	Z	VKA	Z5		227	4x 380 kV Comt 2		4655	9	400	12	24	2	4	20			13	13	0	
3	N	VKA	N1	110kV Heerenve	311	2x 380kV - bunc 1		71853,22911	72	350	205	205	27	27	178	Ja	497,406706	528,888178	230	221	9
3	Z	VKA	Z1		321	2x 380kV - bunc 1		7920,651805	8	350	23	23	4	4	19	Ja	1366,901768	6579,537174	57	28	29
3	Z	VKA	Z2		322	2x 380kV - bunc 1		34395,62349	34	350	98	98	9	9							

VKA of variant VKA

Rijlabels	Som van Lengte [km]	Som van Hoekmasten	Som van Steunmasten
1	226,77	59	510
N	140,81	43	310
Z	85,95	16	200
2	225,87	56	508
N	141,22	38	316
Z	84,65	18	192
3	114,17	40	286
N	71,85	27	178
Z	42,32	13	108
4	94,96	25	212
N	51,98	15	115
Z	42,98	10	97
5	106,30	29	237
N	50,71	15	112
Z	55,59	14	125
Eindtotaal	768,07	209	1753,390183

VKA of variant VKA

Rijlabels	Som van Lengte open ontgraving	Som van Lengte boringen totaal
1	10.420	3.418
N	3.311	1.931
Z	7.108	1.486
2	7.108	1.864
N	529	497
Z	6.580	1.367
3	7.108	1.864
N	529	497
Z	6.580	1.367
4	6.236	3.007
N	1.828	1.406
Z	4.408	1.601
5	31.292	12.341
N	1.096	1.270
Z	30.196	11.070
Eindtotaal	62.164	22.494

Rijlabels	Open ontgraving [meter]	boring [meter]	Open ontgraving [per 50]
13,84 1	10.420	3.418	208,39
5,24 N	3.311	1.931	66,22
8,59 Z	7.108	1.486	142,17
8,97 2	7.108	1.864	142,17
1,03 N	529	497	10,58
7,95 Z	6.580	1.367	131,59
8,97 3	7.108	1.864	142,17
1,03 N	529	497	10,58
7,95 Z	6.580	1.367	131,59
9,24 4	6.236	3.007	124,72
3,23 N	1.828	1.406	36,56
6,01 Z	4.408	1.601	88,16
43,63 5	31.292	12.341	625,84
2,37 N	1.096	1.270	21,93
41,27 Z	30.196	11.070	603,91
Eindtotaal	62.164	22.494	62

VKA of variant VKA

Rijlabels	Som van 220kV masten	Som van 110 kV masten
1	259	52
N	169	21
Z	90	31
2	352	32
N	218	3
Z	134	29
3	355	38
N	221	9
Z	134	29
4	13	56
N	2	30
Z	11	26
5	12	159
N	1	13
Z	11	146
Eindtotaal	991	337

boring per
250m

13,67
7,73
5,95
7,46
1,99
5,47
7,46
1,99
5,47
12,03
5,62
6,40
49,36
5,08
44,28
450

Som van Lengte [km]	Kolomlabels		
Rijlabels	VKA	VAR	Eindtotaal
1	226,77	88,89	315,66
N	140,81	55,55	196,37
N1	2,31		2,31
N10	31,14		31,14
N11	1,19		1,19
N11Sa		0,56	0,56
N11Sb		0,63	0,63
N2VAR		19,25	19,25
N2VKA	18,39		18,39
N3	9,26		9,26
N4VAR		11,83	11,83
N4VKA	10,53		10,53
N5	22,27		22,27
N6	1,06		1,06
N6Sa		0,46	0,46
N6Sb		0,87	0,87
N7	19,99		19,99
N8Sa		0,24	0,24
N8VAR		0,37	0,37
N8VAR Sb		0,36	0,36
N8VKA	0,35		0,35
N8VKASb		0,26	0,26
N9VAR		20,71	20,71
N9VKA	24,33		24,33
Z	85,95	33,34	119,29
Z1VAR		8,02	8,02
Z1VKA	7,85		7,85
Z2	8,31		8,31
Z3	27,67		27,67
Z4VAR		8,29	8,29
Z4VKA	7,63		7,63
Z5	7,41		7,41
Z6VAR		17,03	17,03
Z6VKA	18,39		18,39
Z7	8,70		8,70
2	225,87	44,19	270,06
N	141,22	13,35	154,57
N1	1,51		1,51
N2VAR		10,63	10,63
N2VKA	11,14		11,14
N3	50,30		50,30
N4	0,64		0,64
N4Sa		0,46	0,46
N4Sb		0,42	0,42
N5	19,97		19,97
N6	0,43		0,43
N6Sa		0,31	0,31
N6Sb		0,33	0,33
N7	55,34		55,34
N8	1,19		1,19
N8Sa		0,56	0,56
N8Sb		0,63	0,63
N9	0,70		0,70
Z	84,65	30,84	115,49
Z1	15,46		15,46
Z2	28,98		28,98
Z3VAR		15,87	15,87
Z3VKA	16,22		16,22
Z4VAR		14,98	14,98
Z4VKA	14,68		14,68
Z5	9,31		9,31
3	114,17		114,17
N	71,85		71,85
N1	71,85		71,85
Z	42,32		42,32
Z1	7,92		7,92
Z2	34,40		34,40
4	94,96	16,79	111,74
N	51,98	7,65	59,63
N1	44,36		44,36
N2VAR		7,65	7,65
N2VKA	7,62		7,62

Rijlabels	VKA	VAR	Verschil in %
1	226,77	88,89	
N	140,81	55,55	
N1	2,31		
N10	31,14		
N11	1,19		
N11Sa		0,56	-53%
N11Sb		0,63	-47%
N2VAR		19,25	5% Vierverlaten
N2VKA	18,39		
N3	9,26		
N4VAR		11,83	12% Surhuisterveen
N4VKA	10,53		
N5	22,27		
N6	1,06		
N6Sa		0,46	-56%
N6Sb		0,87	-18%
N7	19,99		
N8Sa		0,24	-32%
N8VAR		0,37	4% Leeuwarden
N8VAR Sb		0,36	2%
N8VKA	0,35		
N8VKASb		0,26	-26%
N9VAR		20,71	-15%
N9VKA	24,33		
Z	85,95	33,34	
Z1VAR		8,02	2% Oudehaske
Z1VKA	7,85		
Z2	8,31		
Z3	27,67		
Z4VAR		8,29	9% Kuinre
Z4VKA	7,63		
Z5	7,41		
Z6VAR		17,03	-7% Marknesse
Z6VKA	18,39		
Z7	8,70		
2	225,87	44,19	
N	141,22	13,35	
N1	1,51		
N2VAR		10,63	-5% Enumatil
N2VKA	11,14		
N3	50,30		
N4	0,64		
N4Sa		0,46	-28%
N4Sb		0,42	-34%
N5	19,97		
N6	0,43		
N6Sa		0,31	-27%
N6Sb		0,33	-24%
N7	55,34		
N8	1,19		
N8Sa		0,56	-53%
N8Sb		0,63	-47%
N9	0,70		
Z	84,65	30,84	
Z1	15,46		
Z2	28,98		
Z3VAR		15,87	-2% Luttelgeest
Z3VKA	16,22		
Z4VAR		14,98	2% Kleeftocht
Z4VKA	14,68		
Z5	9,31		
3	114,17		
N	71,85		
N1	71,85		
Z	42,32		
Z1	7,92		
Z2	34,40		
4	94,96	16,79	
N	51,98	7,65	
N1	44,36		
N2VAR		7,65	0% Heerenveen
N2VKA	7,62		

Z	42,98	9,13	52,11
Z1	6,03		6,03
Z2VAR		9,13	9,13
Z2VKA	9,16		9,16
Z3	27,78		27,78
5	106,30	11,40	117,71
N	50,71		50,71
N1	48,22		48,22
N2	2,50		2,50
Z	55,59	11,40	66,99
Z1	14,07		14,07
Z2VAR		9,34	9,34
Z2VKA	10,33		10,33
Z3	17,28		17,28
Z4VAR		2,07	2,07
Z4VKA	2,23		2,23
Z5	2,84		2,84
Z6	8,84		8,84
Eindtotaal	768,07	161,27	929,34

Z	42,98	9,13	
Z1	6,03		
Z2VAR		9,13	0% Tjeukemeer
Z2VKA	9,16		
Z3	27,78		
5	106,30	11,40	
N	50,71		
N1	48,22		
N2	2,50		
Z	55,59	11,40	
Z1	14,07		
Z2VAR		9,34	-10% Lemmer
Z2VKA	10,33		
Z3	17,28		
Z4VAR		2,07	-7% Vollenhove
Z4VKA	2,23		
Z5	2,84		
Z6	8,84		

Som van Lengte open ontgraving	Kolomlabels		
Rijlabels	VKA	VAR	Eindtotaal
1	10.419,55		10.419,55
N	3.311,12		3.311,12
N1			
N10			
N11	528,89		528,89
N11Sa			
N11Sb			
N2VAR			
N2VKA			
N3			
N4VAR			
N4VKA			
N5			
N6	466,71		466,71
N6Sa			
N6Sb			
N7	2.315,52		2.315,52
N8Sa			
N8VAR			
N8VAR Sb			
N8VKA			
N8VKASb			
N9VAR			
N9VKA			
Z	7.108,43		7.108,43
Z1VAR			
Z1VKA	3.289,76		3.289,76
Z2	3.818,66		3.818,66
Z3			
Z4VAR			
Z4VKA			
Z5			
Z6VAR			
Z6VKA			
Z7			
2	7.108,43		7.108,43
N	528,89		528,89
N1			
N2VAR			
N2VKA			
N3			
N4			
N4Sa			
N4Sb			
N5			
N6			
N6Sa			
N6Sb			
N7			
N8	324,86		324,86

Z1VAR			
Z1VKA	3.289,76		oudehaske

	N8Sa						
	N8Sb						
	N9	204,03		204,03			
Z		6.579,54		6.579,54			
	Z1	6.579,54		6.579,54			
	Z2						
	Z3VAR						
	Z3VKA						
	Z4VAR						
	Z4VKA						
	Z5						
3		7.108,43		7.108,43			
N		528,89		528,89			
	N1	528,89		528,89			
Z		6.579,54		6.579,54			
	Z1	6.579,54		6.579,54			
	Z2						
4		6.235,92	413,60	6.649,52			
N		1.827,92	413,60	2.241,52			
	N1	211,93		211,93			
	N2VAR		413,60	413,60	N2VAR	413,60	
	N2VKA	1.615,99		1.615,99	N2VKA	1.615,99	-74% Heerenveen
Z		4.408,00		4.408,00			
	Z1	81,24		81,24			
	Z2VAR				Z2VAR		
	Z2VKA	4.065,07		4.065,07	Z2VKA	4.065,07	Tjeukemeer
	Z3	261,68		261,68			
5		31.291,85		31.291,85			
N		1.096,27		1.096,27			
	N1						
	N2	1.096,27		1.096,27			
Z		30.195,59		30.195,59			
	Z1	6.591,44		6.591,44			
	Z2VAR				Z2VAR		Lemmer
	Z2VKA	5.708,36		5.708,36	Z2VKA	5.708,36	
	Z3	14.895,88		14.895,88			
	Z4VAR				Z4VAR		vollenhove
	Z4VKA	471,74		471,74	Z4VKA	471,74	
	Z5	2.528,15		2.528,15			
	Z6						
Eindtotaal		62.164,17	413,60	62.577,77			

Onderdeel	kV	Activiteit	Materieel	Draaiuren	Stage	Vermogen	Opmerkingen
AMMAST	kV	Amoveren masten (vakwerkmast, per mast)					
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inrichting werkterrein					
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet mobiele graafmachine	Graafmachine, mobiel	8	Elektrisch	102	
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet rupsgraafmachine	Graafmachine, rups-	12	Elektrisch	141	
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet vrachtauto	Vrachtauto	6	IV	279	
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet wiellaadschop	Wiellaadschop	12	Elektrisch	123	
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Demontage bovenleidingen per mast					
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet touwlier	Touwlier	8	IV	48	Niet elektrisch beschikbaar
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet werkbus met kar	Werkbus	8	IV	96	
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet hoogwerker	Hoogwerker	NVT	NVT	NVT	Hoogwerkers worden niet gebruikt bij amoveren
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Demontage bovenleidingen per vak (zie uitgangspunt omgeslagen naar uren per mast)					
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet trekker	Trekker	24	IV	165	
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet verreiker	Verreiker	24	Elektrisch	115	
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet hydraulische liermachine	Liermachine	25	IIIB	130	Uitgangspunt is gebaseerd op amoveren 150kV Borselle-Pechiney: 14 masten, hoogte ca. 35 meter, onderlingen afstand gem. 300m, gem. 15 ton/st, dubbel circuit, 3 fasen, 2 bundels per fase, 9 weken fulltime werk aan uitlieren van 12 geleiders omgeslagen naar uren per mast.
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet hydraulische remmachine	Remmachine	25	IIIB	130	Uitgangspunt is gebaseerd op amoveren 150kV Borselle-Pechiney: 14 masten, hoogte ca. 35 meter, onderlingen afstand gem. 300m, gem. 15 ton/st, dubbel circuit, 3 fasen, 2 bundels per fase, 9 weken fulltime werk aan uitlieren van 12 geleiders omgeslagen naar uren per mast.
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Demontage mast en fundatie (per mast)					
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet vrachtauto	Vrachtauto	14	IV	301	Euroklasse 6 (over de weg) en stage 4 is aanpasbaar. Bouwjaar is bepalend voor stage.
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet hijskraan	Hijskraan, telescoop, 130 ton	12	IV	301	Enkel de uren voor de bovenwagen (hijswerk) meegenomen.
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet mobiele graafmachine knippen masten	Graafmachine, mobiel	12	Elektrisch	102	
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet mobiele graafmachine	Graafmachine, mobiel	16	Elektrisch	102	
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Eindafwerking (opruimen werkterrein en cultuurtechnisch herstel)					
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet mobiele graafmachine	Graafmachine, mobiel	16	Elektrisch	102	
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet rupsgraafmachine	Graafmachine, rups-	16	Elektrisch	141	
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet vrachtauto	Vrachtauto	8	IV	279	
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet wiellaadschop	Wiellaadschop	12	Elektrisch	123	
AMMAST	110 refentie is 150kV project	Inzet trekker	Trekker	4	IV (diesel)	165	
AMMAST	kV	Amoveren masten (vakwerkmast, per mast)					

Onderdeel	kV	Activiteit	Materieel	Draaiuren	Stage	Vermogen	Opmerkingen
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inrichting werkterrein					
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet mobiele graafmachine	Graafmachine, mobiel	10	Elektrisch	102	
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet rupsgraafmachine	Graafmachine, rups-	15	Elektrisch	141	
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet vrachtauto	Vrachtauto	8	IV	279	
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet wiellaadschop	Wiellaadschop	15	Elektrisch	123	
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Demontage bovenleidingen per mast					
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet touwlier	Touwlier	12	IV	132	Niet elektrisch beschikbaar
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet werkbus met kar	Werkbus	10	IV	141	
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet hoogwerker	Hoogwerker	NVT	NVT	NVT	Hoogwerkers worden niet gebruikt bij amoveren
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Demontage bovenleidingen per vak (zie uitgangspunt omgeslagen naar uren per mast)					
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet trekker	Trekker	30	IV	450	
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet verreiker	Verreiker	30	Elektrisch	115	
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet hydraulische liermachine	Liermachine	55	IIIB	130	Uitgangspunt is gebaseerd op amoveren 380kV Borselle-Rilland: 48 masten, hoogte ca. 55 meter, onderlingen afstand gem. 400m, gem. 25 ton/st, dubbel circuit, 3 fasen, 3 bundels per fase, 64 weken (=32 weken met twee ploegen) fulltime werk aan uitlieren van 18 geleiders omgeslagen naar uren per mast.
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet hydraulische remmachine	Remmachine	55	IIIB	130	Uitgangspunt is gebaseerd op amoveren 380kV Borselle-Rilland: 48 masten, hoogte ca. 55 meter, onderlingen afstand gem. 400m, gem. 25 ton/st, dubbel circuit, 3 fasen, 3 bundels per fase, 64 weken (=32 weken met twee ploegen) fulltime werk aan uitlieren van 18 geleiders omgeslagen naar uren per mast.
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Demontage mast en fundatie (per mast)					
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet vrachtauto	Vrachtauto	18	IV	301	Euroklasse 6 (over de weg) en stage 4 is aanpasbaar. Bouwjaar is bepalend voor stage.
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet hijskraan	Hijskraan, telescoop, 130 ton	24	IV	102	Enkel de uren voor de bovenwagen (hijswerk) meegenomen.
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet mobiele graafmachine knippen masten	Graafmachine, mobiel	24	Elektrisch	279	
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet mobiele graafmachine	Graafmachine, mobiel	24	Elektrisch	279	
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Eindafwerking (opruimen werkterrein en cultuurtechnisch herstel)					
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet mobiele graafmachine	Graafmachine, mobiel	20	Elektrisch	102	
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet rupsgraafmachine	Graafmachine, rups-	20	Elektrisch	132	
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet vrachtauto	Vrachtauto	10	IV	141	
AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet wiellaadschop	Wiellaadschop	15	Elektrisch	279	

Onderdeel	kV	Activiteit	Materieel	Draaiuren	Stage	Vermogen	Opmerkingen
-----------	----	------------	-----------	-----------	-------	----------	-------------

AMMAST	220 referentie is 380kV project	Inzet trekker	Trekker	6	IV (diesel)	165	
--------	---------------------------------	---------------	---------	---	-------------	-----	--

OPWMAST	Combinatie ammovere	Opwaarderen 220kV-masten (vakwerkmast, per mast)					
OPWMAST		Inrichting werkterrein					
OPWMAST	ref: ammoveren 220 kV	Inzet vrachtauto	Vrachtauto	8	IV	279	
OPWMAST		Opwaarderen bovenleidingen per mast					
OPWMAST	ref: ammoveren 220 kV	Inzet touwlier	Touwlier	12	IV	132	Niet elektrisch beschikbaar
OPWMAST	ref: ammoveren 220 kV	Inzet werkbus met kar	Werkbus	10	IV	141	
OPWMAST		Opwaarderen bovenleidingen per vak (zie uitgangspunt omgeslagen naar uren per mast)					
OPWMAST	ref: ammoveren 220 kV	Inzet hydraulische liermachine	Liermachine	55	IIIB	130	Uitgangspunt is gebaseerd op amoveren 380kV Borselle-Rilland: 48 masten, hoogte ca. 55 meter, onderlingen afstand gem. 400m, gem. 25 ton/st, dubbel circuit, 3 fasen, 3 bundels per fase, 64 weken (=32 weken met twee ploegen) fulltime werk aan uitlieren van 18 geleiders omgeslagen naar uren per mast.
OPWMAST	ref: ammoveren 220 kV	Inzet hydraulische remmachine	Remmachine	55	IIIB	130	Uitgangspunt is gebaseerd op amoveren 380kV Borselle-Rilland: 48 masten, hoogte ca. 55 meter, onderlingen afstand gem. 400m, gem. 25 ton/st, dubbel circuit, 3 fasen, 3 bundels per fase, 64 weken (=32 weken met twee ploegen) fulltime werk aan uitlieren van 18 geleiders omgeslagen naar uren per mast.
OPWMAST		Opwaarderen mast en fundatie (per mast)					
OPWMAST	ref: nieuwbouw 380 kV mast	Inzet funderingsmachine	Funderingsmachine	24	IV	132	2 extra betonpalen per mastvoet.
OPWMAST		Eindafwerking (opruimen werkterrein en cultuurtechnisch herstel)					
OPWMAST	ref: ammoveren 220 kV	Inzet vrachtauto	Vrachtauto	10	IV	141	
OPWMAST	ref: ammoveren 220 kV	Inzet trekker	Trekker	6	IV (diesel)	165	

NBMAST		Nieuwbouw masten (vakwerkmast, per mast)					
NBMAST	380kV	Inrichting werkterrein					
NBMAST	380kV	Inzet mobiele graafmachine	Graafmachine, mobiel	8	Elektrisch	102	
NBMAST	380kV	Inzet rupsgraafmachine	Graafmachine, rups-	12	Elektrisch	141	
NBMAST	380kV	Inzet vrachtauto	Vrachtauto	8	IV	279	
NBMAST	380kV	Inzet wiellaadschop	Wiellaadschop	12	IV	123	
NBMAST	380kV	Montage fundament en vakwerkmast					
NBMAST	380kV	Inzet funderingsmachine	Funderingsmachine	24	IV	132	
NBMAST	380kV	Inzet rupsgraafmachine	Graafmachine, rups-	16	Elektrisch	141	
NBMAST	380kV	Inzet vrachtauto	Vrachtauto	16	IV	279	
NBMAST	380kV	Inzet verreiker	Verreiker	70	Elektrisch	115	
NBMAST	380kV	Inzet hijskraan	Hijskraan, telescoop, 300 ton	35	IV	450	
NBMAST	380kV	Bemaling					
NBMAST	380kV	Inzet bemaling	Bemalingspomp	336	Elektrisch	75	

NBHOEK		Nieuwbouw masten, hoek (vakwerkmast, per mast)					
NBHOEK	380kV	Inrichting werkterrein					
NBHOEK	380kV	Inzet mobiele graafmachine	Graafmachine, mobiel	8	Elektrisch	102	

Onderdeel	kV	Activiteit	Materieel	Draaiuren	Stage	Vermogen	Opmerkingen
NBHOEK	380kV	Inzet rupsgraafmachine	Graafmachine, rups-	12	Elektrisch	141	
NBHOEK	380kV	Inzet vrachtauto	Vrachtauto	8	IV	279	
NBHOEK	380kV	Inzet wiellaadschop	Wiellaadschop	12	IV	123	
NBHOEK	380kV	Montage fundament en vakwerkmast					
NBHOEK	380kV	Inzet funderingsmachine	Funderingsmachine	24	IV	132	
NBHOEK	380kV	Inzet rupsgraafmachine	Graafmachine, rups-	16	Elektrisch	141	
NBHOEK	380kV	Inzet vrachtauto	Vrachtauto	16	IV	279	
NBHOEK	380kV	Inzet verreiker	Verreiker	70	Elektrisch	115	
NBHOEK	380kV	Inzet hijskraan	Hijskraan, telescoop, 300 ton	35	IV	450	
NBHOEK	380kV	Bemaling					
NBHOEK	380kV	Inzet bemaling	Bemalingspomp	336	Elektrisch	75	
NBHOEK	380kV	Geleidermontage					
NBHOEK	380kV	Inzet touwlier	Touwlier	80	Elektrisch	48	
NBHOEK	380kV	Inzet werkbus met kar	Werkbus	80	IV	96	
NBHOEK	380kV	Inzet trekker	Trekker	24	IV	165	
NBHOEK	380kV	Inzet verreiker	Verreiker	24	Elektrisch	115	
NBHOEK	380kV	Inzet hydraulische liermachine	Liermachine	55	IIIB	130	Uitgangspunt is bouwen 380kV masten, hoogte ca. 60 meter, onderlingen afstand gem. 400m, dubbel circuit, 3 fasen, 3 bundels per fase. Inlieren ongeveer vergelijkbaar met amoveren 380 masten.
NBHOEK	380kV	Inzet hydraulische remmachine	Remmachine	55	IIIB	130	Uitgangspunt is bouwen 380kV masten, hoogte ca. 60 meter, onderlingen afstand gem. 400m, dubbel circuit, 3 fasen, 3 bundels per fase. Inlieren ongeveer vergelijkbaar met amoveren 380 masten.

KABEL	Aanleggen kabelverbindingen (per 250 m)					
KABEL	Inrichting werkterrein/werkwegen					
KABEL	Inzet rupsgraafmachine	Graafmachine, rups-	32	Elektrisch	141	
KABEL	Inzet vrachtauto	Vrachtauto	32	IV	279	
KABEL	Inzet wiellaadschop	Wiellaadschop	19	IV	123	
KABEL	Kabelaanleg					
KABEL	Inzet vrachtauto	Vrachtauto	29	IV	279	
KABEL	Inzet bemaling	Bemalingspomp	3.360	Elektrisch	75	
KABEL	Inzet trekker	Trekker	55	IV	165	
KABEL	Inzet rupsgraafmachine	Graafmachine, rups-	140	Elektrisch	141	
KABEL	Inzet hijskraan	Hijskraan, telescoop, 130 ton	0	IV	129	
KABEL	Inzet mobiele graafmachine	Graafmachine, mobiel	51	Elektrisch	102	
KABEL	Inzet trilplaat	Trilplaat	31	Elektrisch	90	
KABEL	Eindafwerking werkterrein/werkwegen					
KABEL	Inzet rupsgraafmachine	Graafmachine, rups-	23	Elektrisch	141	
KABEL	Inzet vrachtauto	Vrachtauto	18	IV	279	
KABEL	Inzet wiellaadschop	Wiellaadschop	5	IV	123	

HDD	Horizontaal gestuurde boring, HDD (per 50 m, met minimaal 50m rekenen bij kortere boringen)					
HDD	Boorstelling	Boorstelling	7	IV	280	Uren niet per boring, maar per 50 m (met een minimum rekenlengte van 50 m)
HDD	Inzet aggregaat	Bemalingspomp	7	Elektrisch	75	Uren niet per boring, maar per 50 m (met een minimum rekenlengte van 50 m)
HDD	Inzet vrachtauto	Vrachtauto	18	IV	301	Uren niet per boring, maar per 50 m (met een minimum rekenlengte van 50 m)

Onderdeel	kV	Activiteit	Materieel	Draaiuren	Stage	Vermogen	Opmerkingen
-----------	----	------------	-----------	-----------	-------	----------	-------------

Totaal Amoveren masten (vakwerkmast, per mast)							
Totaal Nieuwbouw masten (vakwerkmast, per mast)							
Totaal Nieuwbouw masten, hoek (vakwerkmast, per mast)							
Totaal Nieuwbouw mast, inclusief opstijgpunt 150kV (vakwerkmast, per mast)							
Totaal Nieuwbouw mast, inclusief opstijgpunt 380kV (vakwerkmast, per mast)							
Totaal Aanleggen kabelverbindingen (per 250 m)							
Totaal Horizontaal gestuurde boring, HDD (per 50 m)							

