

EM-VELDEN EN GEZONDHEID

Berekening magneetveldzone Wijk Mortiere Middelburg

Gemeente Middelburg, Afdeling Leefomgeving

Rapport nr.: 24-1644, Rev. 0

Datum: 25 september 2024



Projectnaam: EM-velden en gezondheid Energy Systems
 Rapport titel: Berekening magneetveldzone Wijk Mortiere Middelburg DNV Netherlands B.V.
 Klant: Gemeente Middelburg, Afdeling Leefomgeving, Postbus Utrechtseweg 310-B50
 6000, 4330 LA Middelburg 6812 AR Arnhem
 Contactpersoon klant: Bas Kole
 Datum uitgave: 25 september 2024 Tel: 026 356 9111
 Project nr.: 10527741 Handelsregister Arnhem 09006404
 Organisatie unit: Transmission & Distribution Technology (TDT)
 Rapport nr.: 24-1644, Rev. 0

Geschreven door:

L. P. Stoevelaar

Pjotr Stoevelaar
Medior consultant

F. Koenis

Fred Koenis
Senior Consultant

Beoordeeld door:

Leo Lagendijk

Leo Lagendijk
Principal consultant

Goedgekeurd door:

P. de Boer

Petra de Boer
Head of department
Energy Markets & Strategy

Copyright © DNV 2024. All rights reserved. Unless otherwise agreed in writing: (i) This publication or parts thereof may not be copied, reproduced or transmitted in any form, or by any means, whether digitally or otherwise; (ii) The content of this publication shall be kept confidential by the customer; (iii) No third party may rely on its contents; and (iv) DNV undertakes no duty of care toward any third party. Reference to part of this publication which may lead to misinterpretation is prohibited.

DNV Distributie:

- ☐ Open
☐ Intern
☒ Vertrouwelijk
☐ Geheim

*Specificatie distributie: --

Trefwoorden:

elektromagnetische velden, EU-aanbeveling 1999/519/EG, elektriciteitsinfrastructuur, transformatorstation, gezondheidseffecten, veldsterkteberekeningen, magneetveldzone, RIVM-handreiking, voorzorgsbeleid

Rev.	Datum	Reden van uitgave	Auteur	Beoordelaar	Goedgekeurd
0	26-09-2024	Eerste uitgave	F. Koenis	L. Lagendijk	P. de Boer

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	1
1.1	Vraagstelling	1
1.2	Leeswijzer	1
2	EFFECTEN VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN	2
2.1	Elektromagnetische velden	2
2.2	De sterkte van een magnetisch veld	2
2.3	Blootstellingslimieten bij magnetische velden	3
2.4	Voorzorgbeleid in Nederland	4
2.5	Nieuwe ontwikkelingen rond het voorzorgbeleid	5
2.6	Elektrogevoeligheid	6
2.7	Samenvatting	7
3	DOOR DNV UITGEVOERDE WERKZAAMHEDEN	8
3.1	Werkwijze	8
3.2	Beschrijving van de situatie	8
3.3	Resultaat van berekeningen	10
4	CONCLUSIE	12
Appendix A Uitgangspunten berekening		

1 INLEIDING

1.1 Vraagstelling

Op korte afstand van de wijk Mortiere in Middelburg bevindt zich een 150 kV-hoogspanningslijn van TenneT, de beheerder van het landelijk hoogspanningsnet. Het gaat hier om de zogenoemde 'Aftak Mercedes – Middelburg', die de hoogspanningslijnen tussen Goes en Vlissingen en tussen Borssele en Vlissingen met het hoogspanningsstation in Middelburg (op bedrijventerrein Arnestein) verbindt. Dit hoogspanningsstation wordt gezamenlijk beheerd door TenneT en Stedin. Stedin is in de provincies Zeeland en Zuid-Holland de regionale distributienetbeheerder.

Bij het gebruik van elektrische infrastructuur, zoals bovengrondse hoogspanningslijnen, ontstaan altijd magnetische velden. Sterke magnetische velden kunnen bij mensen biologische effecten (zoals effecten op zintuigen) en gezondheidseffecten veroorzaken. Om mensen te beschermen tegen de mogelijke effecten van magnetische velden, zijn er internationaal vastgestelde blootstellingslimieten, gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek. In Nederland is de blootstellingslimiet voor magnetische velden van de elektriciteitsvoorziening (50 hertz) vastgelegd op 100 *microtesla*.

Voor bovengrondse hoogspanningslijnen geldt daarnaast in Nederland een voorzorgsbeleid, vanwege de onduidelijkheden die er zijn over een *mogelijke* samenhang tussen het wonen bij bovengrondse hoogspanningslijnen en de kans op kinderleukemie. Deze samenhang is ongeveer twintig jaar geleden gevonden in Engels epidemiologisch onderzoek. Het Nederlandse voorzorgsbeleid houdt onder meer in dat bij nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen (zoals nieuwbouw) rond bovengrondse hoogspanningslijnen afstandsmaatregelen dienen te worden genomen, zodat er zich geen gevoelige bestemmingen bevinden binnen een gebied rond die hoogspanningslijnen waarbinnen het jaargemiddelde magneetveld hoger kan zijn dan de grenswaarde 0,4 *microtesla*. Dit gebied noemt men de *magneetveldzone*. De waarde van 0,4 *microtesla* komt voort uit het genoemde epidemiologisch onderzoek. Gevoelige bestemmingen zijn bijvoorbeeld woningen, scholen en kinderopvangplaatsen. In veel omgevingsplannen (vroeger: bestemmingsplannen) in Nederland wordt rekening gehouden met dit voorzorgsbeleid.

Een magnetisch veld ontstaat altijd als een elektrische stroom door een geleider (zoals een hoogspanningslijn) vloeit. Dit is een natuurverschijnsel. Hoe hoger de stroom, hoe hoger ook het magnetisch veld. Als er geen (of weinig) stroom vloeit, is er dus ook geen (of een laag) magnetisch veld. Ook elektrische apparaten die men thuis gebruikt, zoals stofzuigers en wasmachines, genereren magnetische velden. Hoewel magnetische velden 'in de volksmond' vaak worden aangeduid met het woord 'straling', is er geen verband met radioactiviteit. Het is dus *niet* zo dat objecten (gewassen, bladeren, deeltjes, objecten) radioactief kunnen worden in de nabijheid van elektrische infrastructuur voor hoogspanning.

De Afdeling Leefomgeving van de Gemeente Middelburg (hierna: de Gemeente Middelburg) heeft aan DNV Netherlands B.V. (hierna: DNV) gevraagd om de magneetveldzone te bepalen van de hoogspanningslijn, ter plaatse van de wijk Mortiere. In dit rapport wordt hier nader op ingegaan.

1.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 bevat algemene informatie over elektromagnetische velden. Onder meer wordt ingegaan op de internationaal vastgestelde blootstellingslimieten en op het Nederlandse voorzorgsbeleid. In hoofdstuk 3 is de werkwijze toegelicht die DNV bij de berekening heeft gehanteerd. Verder zijn in hoofdstuk 3 de resultaten van de berekening vermeld. Hoofdstuk 4 bevat een korte samenvatting.

2 EFFECTEN VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN

2.1 Elektromagnetische velden

Elektromagnetische velden bevinden zich overal om ons heen. Er zijn velden die van nature aanwezig zijn, zoals het aardmagnetisch veld, de bliksem en de statische elektriciteit die men ervaart bij het uittrekken van een trui. Er zijn ook velden die door de mens worden opgewekt. Voorbeelden van velden die door de mens worden opgewekt, zijn de velden die ontstaan bij de opwekking en het transport van elektriciteit en bij het gebruik van elektrische apparaten. Hier zijn de velden een 'bijproduct' van de elektrische stroom. Soms worden elektromagnetische velden bewust opgewekt, zoals wanneer informatie draadloos moet worden verzonden (bijvoorbeeld via mobiele telefonie of wifi).

Een elektromagnetisch veld bestaat uit een elektrisch veld en een magnetisch veld. Een elektrisch veld ontstaat door de aanwezigheid van elektrische lading. Als elektrische lading in beweging komt, bijvoorbeeld door het aanzetten van een apparaat, gaat er in de stroomdraden van het apparaat een elektrische stroom lopen. Daardoor ontstaat ook een magnetisch veld. Een magnetisch veld ontstaat als de elektrische lading beweegt. Een elektrisch veld dat in beweging is, veroorzaakt altijd een magnetisch veld, en ook omgekeerd. Elektrische en magnetische velden worden ook wel als elektromagnetische golf of als elektromagnetische velden aangeduid.

Soms wordt in plaats van de term 'elektromagnetische velden' het woord 'straling' gebruikt. Dit is echter niet juist als het gaat om de velden afkomstig van infrastructuur voor de energievoorziening. Bij straling gaat het om elektromagnetische velden met een zeer hoge frequentie (bijvoorbeeld röntgenstraling of gammastraling). Dergelijke straling bezit veel energie, vaak zo veel dat door de straling elektronen uit de buitenste schil van een atoom weggeslagen kunnen worden, waardoor DNA in een celkern beschadigd kan worden. De velden waar het in de energievoorziening om gaat hebben een extreem lage frequentie (50 hertz) en kunnen dit niet. Het is dus *niet* zo dat objecten (gewassen, bladeren, deeltjes) radioactief kunnen worden in de nabijheid van elektrische infrastructuur voor hoogspanning.

Bij het onderzoeken van gezondheidseffecten van de velden van elektrische apparaten en het elektriciteitsnetwerk zijn alleen de magnetische velden van belang. Elektrische velden worden afgezwakt of tegengehouden door hindernissen, zoals de coating van stroomkabels, bouwmaterialen, huizen en bomen. Het elektrisch veld van een ondergrondse hoogspanningskabel wordt volledig afgeschermd door de mantel van de kabel. Magneetvelden dringen hier wel doorheen. Als iemand wordt blootgesteld aan een elektromagnetisch veld met een frequentie van 50 hertz, gaat het dus vrijwel altijd om het magnetisch veld.

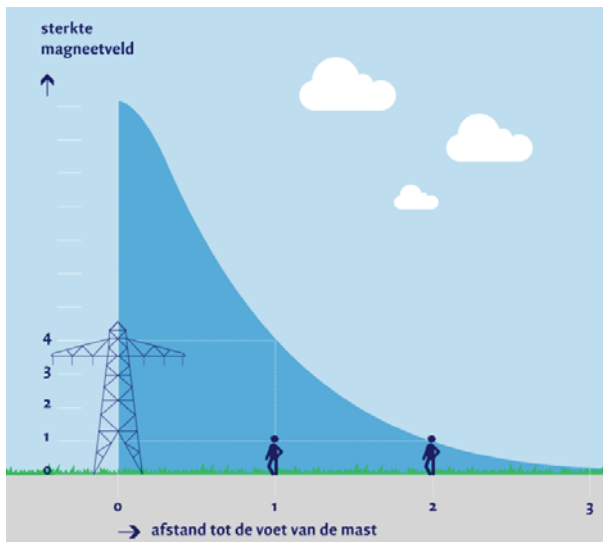
2.2 De sterkte van een magnetisch veld

Een magnetisch veld heeft een bepaalde kracht: de veldsterkte. De sterkte van een magnetisch veld wordt meestal weergegeven in de eenheid *tesla* (T), genoemd naar de Kroatische natuurkundige en uitvinder Nikola Tesla. Omdat een magnetisch veld van 1 tesla heel sterk is, gebruikt men meestal het voorvoegsel *micro*. Een *microtesla* is één-miljoenste tesla, vaak afgekort als μT .

Een voorbeeld van een bron van magnetische velden is een hoogspanningslijn. Bepalend voor de magnetische veldsterkte van een hoogspanningslijn op een bepaalde plaats zijn:

- De sterkte van de stroom door de hoogspanningslijn; en
- De afstand vanaf die plaats tot de hoogspanningslijn.

De magnetische veldsterkte is recht evenredig met de stroomsterkte in de hoogspanningslijn. Dit wil zeggen dat een tweemaal zo hoge stroom een tweemaal zo hoge magnetische veldsterkte geeft. Maar de magnetische veldsterkte is omgekeerd evenredig met het kwadraat van de afstand tot de hoogspanningslijn: als de afstand tot de hoogspanningslijn tweemaal zo groot wordt, wordt de veldsterkte viermaal zo klein. De magnetische veldsterkte neemt dus zeer snel af als de afstand tot de hoogspanningslijn wordt vergroot. Zie ook Figuur 1. Dit laatste geldt algemeen, dus ook voor ondergrondse kabels en voor apparatuur in huis: hoe groter de afstand, hoe lager het magnetisch veld.



Figuur 1 De sterkte van het magneetveld neemt kwadratisch af met de afstand. Een twee keer zo grote afstand tot de bron geeft een vier keer zo kleine veldsterkte¹

2.3 Blootstellingslimieten bij magnetische velden

Bij het gebruik van elektrische infrastructuur, zoals bovengrondse hoogspanningslijnen, ontstaan dus magnetische velden. Sterke magnetische velden kunnen bij mensen zowel *biologische* effecten als *gezondheidseffecten* veroorzaken.

Elektromagnetische velden met een frequentie tussen 0 tot 10 megahertz (hierbinnen valt de '50 hertz' van de energievoorziening), kunnen elektrische velden en stromen in het lichaam opwekken, die zenuwcellen of spieren kunnen prikkelen. Als de velden en stromen in het lichaam sterk genoeg zijn, kan dat leiden tot tintelingen, pijn, spiersamentrekkingen of tot het zien van lichtflitsen. Als het hier slechts gaat om effecten op de zintuigen, die verder niet schadelijk zijn, worden deze effecten *biologische effecten* genoemd. Bij hogere veldsterkten kan bijvoorbeeld ook de hartfunctie verstoord raken. Dergelijke effecten kunnen schadelijk zijn voor de gezondheid en worden *gezondheidseffecten* genoemd.

Elektromagnetische velden met frequenties van 100 kilohertz tot 300 gigahertz (deze noemt men 'radiofrequenties') kan een menselijk lichaam, of een deel daarvan, opwarmen. Dit proces is vergelijkbaar met het opwarmen van voedsel in een magnetron. Een geringe opwarming kan het lichaam probleemloos aan. Net zoals bij het zitten in de zon kan het lichaam een beperkte temperatuurstijging aan en die warmte afvoeren. Zolang de toename van de lichaamstemperatuur niet te groot is, leidt dit ook bij langdurige blootstelling niet tot gezondheidsproblemen. Een te grote hoeveelheid in het lichaam opgewekte warmte kan echter wel tot gezondheidsschade leiden.

Om mensen te beschermen tegen de mogelijke effecten van magnetische velden zijn er internationaal vastgestelde blootstellingslimieten, gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek. Voor de energiesector gaat het dan om velden van 50 hertz. In 1998 heeft ICNIRP, de International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection, de blootstellingslimiet voor velden van 50 hertz vastgelegd op 100 microtesla.² Deze limiet geldt op voor publiek toegankelijke plaatsen. Hierin is met een veiligheidsmarge rekening gehouden met de onzekerheden die in wetenschappelijk onderzoek zitten. De Europese Unie heeft deze blootstellingslimiet in 1999 overgenomen in een Europese aanbeveling (1999/519/EG).³ Nederland volgt deze aanbeveling.

¹ Zie de website van het Kennisplatform EMV: <https://www.kennisplatform.nl/de-sterkte-van-elektromagnetische-velden/>. DNV is deelnemer aan dit platform.

² Zie: "ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)", gepubliceerd in *Health Physics* (volume 74, nr. 4, pp. 494-522, april 1998).

³ Zie: Aanbeveling 1999/519/EG "betreffende de beperking van blootstelling van de bevolking aan elektromagnetische velden van 0 Hz – 300 GHz", van 12 juli 1999.

Concreet betekent dit bijvoorbeeld dat buiten een ‘transformatorhuisje’ dat in de openbare ruimte staat de magnetische veldsterkte altijd lager dient te zijn dan 100 microtesla. Volgens het RIVM blijft de magnetische veldsterkte van bovengrondse hoogspanningslijnen, ondergrondse hoogspanningskabels en hoogspanningsstations op voor het publiek toegankelijke plaatsen ruim onder deze limiet.⁴ De jaargemiddelde magnetische veldsterkte in een gemiddelde Nederlandse woning bedraagt ongeveer 0,1 microtesla. Deze veldsterkte wordt veroorzaakt door de ‘eigen installatie’, dit is het geheel aan elektriciteitskabels in (en naar) een woning, inclusief alle apparaten die ermee verbonden zijn, zoals koelkasten, wasmachines, stofzuigers, elektrisch gereedschap, omvormers van zonnepanelen, enzovoorts.

Voor werknemers, mensen die beroepsmatig blootgesteld kunnen worden, gelden minder strenge eisen. De blootstellingslimieten voor werknemers liggen hoger, omdat zij gemiddeld gezien gezonder zijn dan het algemeen publiek, verondersteld worden de gevaren beter te kennen en de omstandigheden waaronder ze mogelijk worden blootgesteld gecontroleerd zijn. In 2013 heeft de Europese Unie een nieuwe richtlijn aangenomen (2013/35/EU).⁵ De blootstellingslimiet voor beroepsmatige blootstelling voor velden van 50 hertz is hierin vastgelegd op 1000 microtesla. Nederland heeft deze richtlijn geïmplementeerd door een wijziging van het Arbeidsomstandighedenbesluit.

2.4 Voorzorgbeleid in Nederland

Er wordt ook al tientallen jaren onderzoek gedaan naar effecten van langdurige blootstelling aan magnetische velden in de woon- en werkomgeving, bij veldsterkten die veel lager zijn dan de maximale grenswaarde van 100 microtesla. Hierbij wordt gekeken naar het vóórkomen van een uiteenlopende reeks van effecten, ziekten of aandoeningen, variërend van het voelen van tintelingen tot neurodegeneratieve ziekten en kanker. Een manier om dit te doen is via epidemiologisch onderzoek. In een epidemiologisch onderzoek worden statistische gegevens over de verspreiding van een bepaalde ziekte onderzocht, zodat men beter kan begrijpen welke risicofactoren een rol spelen. Met behulp van statistiek kunnen *correlaties* worden aangetoond. Een correlatie is een statistische samenhang, maar geeft geen uitsluitend over een mogelijk oorzakelijk (causaal) verband. Meestal ontstaan als gevolg van een epidemiologisch onderzoek werkbare veronderstellingen voor vervolgonderzoek.

Uit epidemiologisch onderzoek is gebleken dat er een zwakke, maar statistisch significante relatie is tussen langdurig verblijven in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen en het vóórkomen van leukemie bij kinderen. Er is daarbij *géén causaal (oorzakelijk) verband* aangetoond, en ook geen ‘dosis-effect-relatie’. De veldsterkte waarboven dit verband bij langdurige blootstelling toeneemt, ligt rond 0,4 microtesla, een veel kleinere waarde dan de eerdergenoemde limiet van 100 microtesla. Het is echter niet duidelijk wat hiervan de oorzaak is. Het kan zijn dat de magnetische velden de oorzaak zijn. Het is ook mogelijk dat de samenhang het gevolg is van iets anders dat met hoogspanningslijnen samenhangt, of dat dit het gevolg is van de manier van onderzoeken, of ‘gewoon toeval’. Uit onderzoek naar de oorzaak is geen biologische verklaring of causaal verband gevonden voor de gevonden samenhang.

Om risico's te vermijden hanteert de Nederlandse rijksoverheid sinds 2005 voor magnetische velden bij hoogspanning een zogenoemd *voorzorgbeleid*. Aanvankelijk was dit beleid uitsluitend gericht op bovengrondse hoogspanningslijnen. Het beleid hield in dat zo veel als redelijkerwijs mogelijk was vermeden moest worden dat er nieuwe situaties zouden ontstaan waarbij kinderen langdurig konden verblijven in het gebied rond hoogspanningslijnen waarbinnen het jaargemiddelde magneetveld hoger kan zijn dan 0,4 microtesla. Dit gebied noemt men de *magneetveldzone*, de strook grond van een bepaalde breedte die zich aan beide zijden langs de bovengrondse hoogspanningslijn bevindt, waarbinnen het jaargemiddelde magneetveld hoger kan zijn dan 0,4 microtesla. Dit voorzorgbeleid richtte zich op zogenoemde ‘gevoelige bestemmingen’: plaatsen waar kinderen gedurende langere perioden vrijwel dagelijks langdurig aanwezig kunnen zijn, zoals woningen, scholen, crèches en kinderopvangplaatsen.⁶

⁴ Zie: RIVM, “Verkenning van extreem-laagfrequente (ELF) magnetische velden bij verschillende bronnen; literatuur en metingen”, te vinden op <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/609300011.pdf>.

⁵ Zie: Richtlijn 2013/35/EU “betreffende de minimumvoorschriften inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van fysische agentia (elektromagnetische velden)”, van 26 juni 2013.

⁶ Zie verder: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/ruimte/funcies/bovengrondse-0/beleid/>.

2.5 Nieuwe ontwikkelingen rond het voorzorgbeleid

In 2023 is het voorzorgbeleid enigszins aangepast. In 2018 gaf de Nederlandse Gezondheidsraad het kabinet in overweging om het voorzorgbeleid uit te breiden naar ondergrondse elektriciteitskabels en andere bronnen van langdurige blootstelling aan magneetvelden uit het elektriciteitsnetwerk, zoals hoogspanningsstations en transformatorhuisjes. Dit soort netcomponenten genereren immers óók magneetvelden, die vergelijkbaar zijn met de magneetvelden van bovengrondse hoogspanningslijnen.⁷

Op verzoek van het (toenmalige) Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) heeft oud-staatssecretaris Co Verdaas vervolgens onderzoek gedaan over het voorzorgbeleid en advies uitgebracht. Verdaas trekt hierin de conclusie dat het voorzorgbeleid niet noodzakelijk maar wel nuttig is, vooral om maatschappelijke onrust en disproportionele maatregelen te voorkomen. Hij adviseert om geen onderscheid meer te maken tussen nieuwe en bestaande situaties, tussen hoogspanningslijnen en andere bronnen van magneetvelden en om de advieswaarde van 0,4 microtesla (jaargemiddeld) te schrappen. Het schrappen van die advieswaarde moet bijdragen aan een bredere afweging per situatie. In oktober 2019 heeft de minister van EZK dit advies aan de Tweede Kamer gestuurd.⁸

Verdaas adviseerde ook om voor een nieuw voorzorgbeleid een lijst met maatregelen op te stellen, die 'redelijk' en 'proportioneel' zijn uit oogpunt van onder meer gezondheidsrisico's en kosten, waarbij de blootstelling zo laag als redelijkerwijs haalbaar is (ook wel 'ALARA' genoemd: As Low As Reasonably Achievable). De kosten van dergelijke maatregelen dienen volgens Verdaas ten laste te komen van de initiatiefnemer van de nieuwe ontwikkelingen.

Het advies van de commissie Verdaas is in 2020 verder uitgewerkt, in samenwerking met de belangrijkste stakeholders (zoals netbeheerders en gemeenten) en met kennisinstellingen (zoals GGD GHOR Nederland, het RIVM en het Kennisplatform EMV). Het advies is bedoeld als uitgangspunt voor vervolgacties en ter voorbereiding op de vaststelling van nieuw voorzorgbeleid. In maart 2021 heeft de minister van EZK de hoofdlijnen van dit advies aan de Tweede Kamer gestuurd.⁹ Dit bestaat in hoofdlijnen uit de volgende onderdelen:

- *Bronmaatregelen:* Deze (technische) maatregelen zorgen ervoor dat de magneetvelden rondom de elektriciteitsvoorzieningen daadwerkelijk verminderd worden. Zowel in nieuwe situaties (bij de aanleg van nieuwe hoogspanningslijnen, hoogspanningsstations, kabels, opstijgpunten en transformatorhuisjes) als in bestaande situaties (op natuurlijke momenten van aanpassing en reconstructie), treffen de netbeheerders, wanneer dit mogelijk is, bronmaatregelen die het magneetveld reduceren
- *Maatregelen bij nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen:* Deze zijn gericht op het "zo veel als redelijkerwijs mogelijk is" creëren van een bepaalde afstand tussen elektriciteitsvoorzieningen en nieuwe bestemmingen waarin kinderen onder de 15 jaar langdurig verblijven (woningen, scholen, kinderdagverblijven en crèches). Het is aan het bevoegd gezag op het gebied van de ruimtelijk ordening om hierin een afweging te maken en hieraan uitvoering te geven.

In november 2022 zijn in een volgende brief aan de Tweede Kamer de maatregelen concreter gemaakt.¹⁰ De twee belangrijkste veranderingen in het herijkte voorzorgbeleid zijn:

- *Voor wat betreft de bronmaatregelen:* Netbeheerders dienen bepaalde technische maatregelen te nemen bij alle nieuwe netcomponenten en bij wijziging van bestaande netcomponenten. Dit geldt voor hoogspanningslijnen, maar ook voor hoogspanningsstations, opstijgpunten, ondergrondse kabels en transformatorhuisjes
- *Voor wat betreft de maatregelen bij nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen:* Afstandsmaatregelen blijven beperkt tot alleen de bovengrondse hoogspanningslijnen. Voor de andere componenten wordt geen afstand geadviseerd.

⁷ Zie: <https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/2018/04/18/hoogspanningslijnen-en-gezondheid-deel-i-kanker-bij-kinderen>.

⁸ *Kamerstukken II* 2019/20, 29023, nr. 250. De brief en de bijlagen zijn ook te vinden op https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/ (bij zoeken intypen '2019D38554').

⁹ *Kamerstukken II* 2020/21, 29023, nr. 267. De brief en de bijlage zijn te vinden op https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/ (bij zoeken intypen '2021D10772').

¹⁰ *Kamerstukken II* 2022/23, 29023, nr. 356. De brief en de bijlagen zijn ook te vinden op https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/ (bij zoeken intypen '2022D47827').

Door het nemen van technische maatregelen aan alle netcomponenten, zo redeneert de minister, wordt op de langere termijn de sterkte van magneetvelden afkomstig van het gehele elektriciteitsnetwerk lager.

Uit onderzoek van de Gezondheidsraad uit 2022 is naar voren gekomen dat mogelijk ook volwassenen een verhoogde kans op leukemie hebben in de nabijheid van bovengrondse hoogspanningslijnen.¹¹ Om deze reden is in het herijkte voorzorgbeleid ook het begrip gevoelige bestemming verbreed. Naast woningen worden ook andere woonvormen waar mensen langdurig verblijven (zoals verpleeghuizen en instellingen voor mensen met een beperking) tot het begrip gerekend. Scholen, kinderdagverblijven en crèches zijn nog steeds gevoelige bestemmingen. De buitenruimte bij een woning (bv. tuin of erf) behoort in het herijkte voorzorgbeleid echter *niet meer* tot de gevoelige bestemming.

In april 2023 heeft het (toenmalige) Ministerie voor Klimaat en Energie, mede namens het Ministerie voor Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening, het bevoegd gezag (gemeenten, provincies en het Rijk) en de netbeheerders voor elektriciteit geïnformeerd over de herijking van het voorzorgbeleid voor magneetvelden in het elektriciteitsnetwerk.¹² Het nieuwe herijkte voorzorgbeleid is van kracht sinds 1 oktober 2023, maar geldt nog steeds als *advies* (dus niet als wetgeving).

In het nieuwe beleid staat dus nog steeds het advies om (alleen) bij bovengrondse hoogspanningslijnen afstand te houden. De magneetveldzone, met een grenswaarde van 0,4 microtesla, bepaalt die afstand. Het RIVM heeft een zogenoemde 'Handreiking' opgesteld die aangeeft hoe de magneetveldzone berekend kan worden. Deze Handreiking bestond ook al onder het oude voorzorgbeleid en is door het RIVM aangepast aan het nieuwe beleid.¹³

Het RIVM beheert verder ook een kaart waarin alle Nederlandse bovengrondse hoogspanningslijnen zijn weergegeven. Op deze zogenoemde *Netkaart* zijn 'rekenafstanden' vermeld.¹⁴ De rekenafstand is een indicatie van de breedte van de magneetveldzone. Het begrip 'rekenafstand' heeft in het nieuwe voorzorgsbeleid de plaats ingenomen van het begrip 'indicatieve magneetveldzone', dat niet meer wordt gebruikt. Het Rijk adviseert de magneetveldzone uit te (laten) rekenen als er plannen zijn om binnen de rekenafstand nieuwe gevoelige bestemmingen ruimtelijk mogelijk te maken. Het begrip 'magneetveldzone' heeft in het nieuwe voorzorgsbeleid de plaats ingenomen van het begrip 'specifieke magneetveldzone', dat ook niet meer wordt gebruikt. Waar in dit rapport het begrip magneetveldzone wordt gehanteerd, wordt de breedte van de magneetveldzone van een specifieke bovengrondse hoogspanningslijn bedoeld.

2.6 Elektrogevoeligheid

Sommige mensen ervaren gezondheidsklachten als zij in de buurt komen van bronnen die elektromagnetische velden produceren, ook bij blootstelling aan elektromagnetische velden ver beneden de geldende limieten. Dit wordt 'elektrogevoeligheid' genoemd. Het gaat hierbij om bronnen zowel binnenshuis als buitenshuis, zoals huishoudelijke apparaten, mobiele telefoons, hoogspanningslijnen en zendmasten. Voorbeelden van gezondheidsklachten die mensen melden zijn hoofd-, spier- en gewrichtspijn, hartritmestoringen, huidproblemen, moeheid en concentratieproblemen.

De klachten die elektrogevoeligen ervaren, zijn reëel en kunnen ernstig zijn en de kwaliteit van leven nadelig beïnvloeden. De oorzaak van de klachten is wetenschappelijk nog niet duidelijk.

¹¹ Zie: <https://www.gezondheidsraad.nl/onderwerpen/straling/alle-adviezen-over-straling/hoogspanningslijnen-en-gezondheid-kanker-bij-volwassenen> en <https://www.gezondheidsraad.nl/onderwerpen/straling/alle-adviezen-over-straling/hoogspanningslijnen-en-gezondheid-neurodegeneratieve-ziekten>.

¹² Brief van de Minister voor Klimaat en Energie aan het bevoegd gezag (gemeenten, provincies en het Rijk) en aan de netbeheerders voor elektriciteit, kenmerk DGKE-DRE / 26746813, 21 april 2023. Zie: <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/brieven/2023/04/21/informatiebrief-voorzorgbeleid-voor-magneetvelden-bij-elektriciteitsvoorzieningen>.

¹³ Zie: "Handreiking voor het berekenen van de magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen", versie 5.0, RIVM, 21 april 2023 (te vinden op <https://www.rivm.nl/hoogspanningslijnen/handreiking>).

¹⁴ De Netkaart van het RIVM is te vinden op <https://www.rivm.nl/hoogspanningslijnen/netkaart>. De Netkaart is ook opgenomen in de Atlas Leefomgeving van de landelijke overheid (zie <https://www.atlasleefomgeving.nl/kaarten>), vervolgens klikken op 'Veilige omgeving' en 'Bovengrondse hoogspanningslijnen met rekenafstand'.

2.7 Samenvatting

Om mensen te beschermen tegen mogelijke effecten van magnetische velden gelden er limieten voor de blootstelling aan die velden. Deze waarden zijn opgesteld op basis van een grote hoeveelheid wetenschappelijk onderzoek.

In Nederland geldt voor blootstelling aan magnetische velden van de elektriciteitsvoorziening:

- Voor algemene bevolking: maximale veldsterkte 100 microtesla;
- Voor blootstelling op werkplekken: maximale veldsterkte 1000 microtesla.

De blootstelling op voor publiek toegankelijke plaatsen mag dus nooit boven 100 microtesla komen. Nederland volgt hiermee de Europese richtlijnen en adviezen.

Daarnaast hanteert de Nederlandse overheid vanwege de onduidelijkheden die er zijn over een *mogelijke* samenhang tussen het wonen nabij hoogspanning en de kans op kinderleukemie een *voorzorgbeleid*. Dit beleid houdt in:

- Netbeheerders dienen bij het bouwen van nieuwe netcomponenten (zoals hoogspanningslijnen, hoogspanningsstations, ondergrondse kabels en transformatorhuisjes) en bij wijziging van bestaande netcomponenten bepaalde technische maatregelen te nemen die het magneetveld verminderen.
- Bij nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen (zoals nieuwbouw) rond bovengrondse hoogspanningslijnen dienen afstandsmaatregelen te worden genomen, zodat er zich geen gevoelige bestemmingen bevinden binnen de magneetveldzone van de hoogspanningslijn. De magneetveldzone is gebaseerd op de genoemde jaargemiddelde veldsterkte van 0,4 microtesla. Voor de andere netcomponenten wordt geen afstand geadviseerd.

Gevoelige bestemmingen zijn in het nieuwe voorzorgbeleid:

- Woningen (exclusief tuinen en/of erven)
- Andere woonvormen waar mensen langdurig verblijven, zoals verpleeghuizen en instellingen voor mensen met een beperking
- Scholen
- Kinderdagverblijven en -crèches.

Geen zwart-wit situatie

Het voorzorgbeleid suggereert mogelijk dat buiten de 0,4 microteslazone geen en binnen de zone wel een verhoogd risico is op kinderleukemie. De wetenschap trekt niet deze grens niet zo strak en heeft het over een indicatie van een verhoogd risico op kinderleukemie boven een jaargemiddelde blootstelling tussen 0,3 en 0,4 microtesla. Er is ook geen wetenschappelijk bewijs dat de magnetische veldsterkte de veroorzaker is van de verhoogde kans op kinderleukemie (er is wel een *correlatie*, maar géén *causaal verband*).

3 DOOR DNV UITGEVOERDE WERKZAAMHEDEN

3.1 Werkwijze

In hoofdstuk 2 is al de Handreiking van het RIVM genoemd, waarin een methode wordt beschreven om de magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen te kunnen berekenen. Onder ‘magneetveldzone’ wordt verstaan ‘het gebied waarbinnen het jaargemiddelde magnetisch veld hoger kan zijn dan 0,4 microtesla’. De magneetveldzone bij bovengrondse hoogspanningslijnen is een belangrijk begrip in het magneetveldenbeleid van de Nederlandse overheid. De Handreiking van het RIVM geeft aan welke gegevens nodig zijn voor de berekening van de zone. De netbeheerder is verantwoordelijk voor het juist aanleveren van die gegevens.

DNV hanteert bij berekeningen van magneetveldzones altijd de werkwijze van genoemde Handreiking. DNV is opgenomen in de lijst van het RIVM met “Adviesbureaus waarvan bekend is dat ze ervaring hebben met zoneberekeningen volgens de RIVM-handreiking”. Deze lijst is op te vragen bij het RIVM.

Om de magneetveldzone in een concreet geval (op een specifieke locatie) te berekenen, is informatie van de netbeheerder (in dit geval TenneT) nodig. TenneT heeft dergelijke gegevens in een register vastgelegd.

DNV heeft de volgende werkwijze gehanteerd om de magneetveldzone van de hoogspanningslijn te berekenen:

- *Onderzoek naar de geografische locatie:* aan de hand van informatie van de opdrachtgever is onderzocht welke hoogspanningslijnen zich in de buurt van de specifieke locatie bevinden
- *Opvragen gegevens hoogspanningslijn:* de voor de berekening benodigde gegevens zijn opgevraagd bij netbeheerder TenneT
- *Berekeningen:* met specifieke software die aan de eisen van Handreiking voldoet, is een berekening gemaakt van de magneetveldzone
- *Rapportage:* de resultaten van de berekening zijn vermeld in een korte rapportage.

3.2 Beschrijving van de situatie

In Figuur 2 is de lokale situatie ingetekend. In groen is globaal (een deel van) de wijk Mortiere ingetekend. De blauwe lijn is de 150 kV-hoogspanningslijn van TenneT (‘Aftak Mercedes – Middelburg’). Het gaat hier om een hoogspanningslijn met twee circuits.¹⁵ De donkergekleurde bolletjes zijn de verschillende hoogspanningsmasten.¹⁶

Voor genoemde 150 kV-hoogspanningslijn (‘Aftak Mercedes – Middelburg’) geeft de Netkaart als rekenafstand 2x55 meter aan (dus aan weerszijden van de lijn 55 meter).

Om in dit concrete geval de magneetveldzone van de hoogspanningslijn nabij de wijk Mortiere te bepalen, dient een berekening te worden uitgevoerd voor drie segmenten van de hoogspanningslijn. Een segment is een deel van een hoogspanningslijn tussen twee masten. Hier zijn de segmenten tussen masten 6-7, 7-8 en 8-9 van belang.

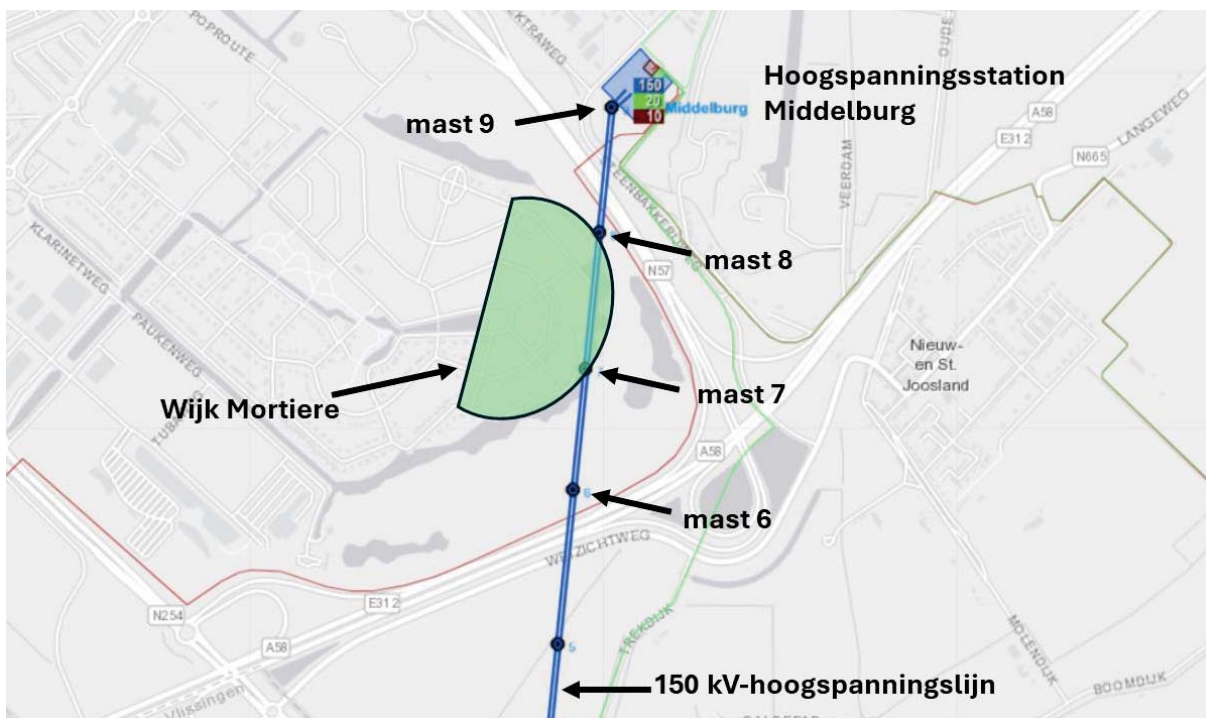
In 2007 heeft KEMA voor de Gemeente Middelburg deze magneetveldzone ook uitgerekend, op basis van de toenmalige versie van de RIVM-handreiking (versie 1.0 van september 2005).¹⁷ De ‘specifieke’ magneetveldzone tussen masten 7 en 8 (de wijk Mortiere ligt het dichtst bij deze masten) bedroeg toen 50 meter, aan weerszijden van de lijn.¹⁸

¹⁵ Bij hoogspanning spreekt men altijd van *circuits*. Een circuit bestaat uit een enkel driefasen-systeem van drie geleiders op één spanningsniveau. De meeste hoogspanningsmasten dragen twee circuits.

¹⁶ De afbeelding is afkomstig van <https://webkaart.hoogspanningsnet.com/index2.php#15/51.4823/3.6421>.

¹⁷ DNV is de rechtsopvolger van KEMA. In 2011 is KEMA door het Noorse Det Norske Veritas overgenomen.

¹⁸ Zie: “Specifieke magneetveldzones 150 kV HS-lijn Middelburg - Goes - Vlissingen in Gemeente Middelburg”, rapportnummer 30720432-Consulting 07-0996B, KEMA Nederland B.V., 7 juni 2007.



Figuur 2 Situatieschets hoogspanningslijn in Middelburg

Het hoogspanningsstation in Middelburg (dat gezamenlijk door TenneT en Stedin wordt beheerd) wordt binnenkort uitgebreid. Hoogspanningsstations zijn knooppunten in de elektriciteitsvoorziening. Ze sluiten hoogspanningsverbindingen op elkaar aan en/of transformeren een elektrische spanning naar een ander spanningsniveau. In Nederland zijn honderden van dergelijke stations. Het hoogspanningsstation transformeert een spanning van 150 kV naar spanningen van 10 en 20 kV, ter verdere distributie in de omgeving. Volgens opgave van TenneT heeft de uitbreiding van het hoogspanningsstation geen effect op de transportcapaciteit van de 150 kV-hoogspanningsverbinding die langs de wijk Mortiere loopt. Om deze reden hoeven aan het hoogspanningsstation geen berekeningen te worden uitgevoerd.

De verschillende parameters die een rol spelen bij nauwkeurige berekening van de magneetveldzone worden uitgebreid beschreven in genoemde Handreiking van het RIVM. De belangrijkste hiervan zijn:

- *Aantal circuits*: een circuit bestaat uit een enkel driefasen-systeem van drie geleiders op één spanningsniveau
- *Bedrijfsspanning*: het voltage van het circuit, uitgedrukt in kilovolt (kV)
- *Ontwerpbelasting*: dit is de belasting, uitgedrukt in megavoltampère (MVA), die de geleiders van een hoogspanningslijn op grond van hun thermische eigenschappen gedurende langere tijd maximaal kunnen doorstaan
- *Mastgeometrie*: het gaat dan om de precieze locatie van de ophanging van de geleiders in de hoogspanningsmast (bijv. de hoogte van de hoogspanningsmasten, de 'doorhang' van de lijn)
- *Stroomrichting*: de richting van het transport van de elektrische energie
- *Symmetrie*: binnen een hoogspanningsverbinding wordt ervan uitgegaan dat de stroom zich symmetrisch over de aanwezige circuits (en fasen) verdeelt.

De magneetveldzone hangt vooral af van de stroom door de geleiders, uitgedrukt in kiloampère (kA). De stroomsterkte in een hoogspanningslijn is altijd afhankelijk van de vraag (van energieverbruikers) en het aanbod (van opwekkers, zoals windturbines) en zal op elk moment van de dag anders zijn. De sterkte van het magnetisch veld van een hoogspanningslijn is recht evenredig met deze stroomsterkte. Verdubbeling van de stroomsterkte geeft een verdubbeling van de sterkte van het magnetisch veld (zie ook hoofdstuk 2).

In het Nederlandse voorzorgsbeleid wordt daarom altijd uitgegaan van de jaargemiddelde stroom. Dit is de stroom die gemiddeld over een jaar door een circuit van een hoogspanningslijn loopt. In berekeningen die volgens de RIVM-handreiking worden uitgevoerd, wordt de jaargemiddelde stroom van een hoogspanningslijn met een spanning van 150 kV altijd gelijkgesteld aan de helft (dus 50%) van de ontwerpstroom, waarbij de ontwerpstroom wordt bepaald vanuit de bedrijfsspanning (hier 150 kV) en de ontwerpbelasting.¹⁹ Deze schatting wordt dus gebaseerd op de ontwerpbelasting, een maat voor het maximale vermogen van de hoogspanningslijn. In de praktijk is dit een conservatieve schatting. In veel gevallen is de gemiddelde stroom minder dan 50% van de ontwerpstroom.

Om de (soms onzekere) wetenschappelijke aanwijzingen te vertalen naar een concrete zoneberekening zijn in de Handreiking van het RIVM bepaalde keuzes en vereenvoudigingen gemaakt. Vereenvoudigingen zijn onvermijdelijk, omdat de volledige karakteristieken van de stroom niet altijd en overal in het hoogspanningsnet bekend zijn. Een belangrijke vereenvoudiging is dat de berekening plaatsvindt tussen twee opeenvolgende masten. Een tweede vereenvoudiging is dat de stroom door de bliksemraden (en andere geleiders in de buurt van de hoogspanningslijn) niet in de berekening wordt meegenomen. Een derde vereenvoudiging is dat de magneetveldzone altijd wordt voorgesteld door rechte lijnen evenwijdig aan de hoogspanningslijn.

Deze vereenvoudigingen leiden ertoe dat de berekende magneetveldzone niet de werkelijke sterkte van het magnetische veld op een bepaalde locatie op een bepaald tijdstip weergeeft, maar een toekomstgerichte specifieke jaargemiddelde magneetveldzone die past binnen het hoogspanningslijnenbeleid van de Rijksoverheid.

Voor verdere details wordt verwezen naar de al genoemde Handreiking.

3.3 Resultaat van berekeningen

De 150 kV-hoogspanningslijn 'Aftak Mercedes – Middelburg', tussen de Scheeweg in Vlissingen en het hoogspanningsstation in Middelburg, bestaat uit twee circuits, dat wil zeggen dat twee driefasesystemen zijn toegepast. Een driefasesysteem is een systeem van drie geleiders op één spanningsniveau. Uit opgaaf van TenneT blijkt dat de ontwerpstroom van de lijn 0,647 kA per circuit is; de rekenstroom is dan 0,337 kA (50% van 0,647 kA). De ontwerpbelasting is 175 MVA. Deze data is afkomstig van het zogenoemde EM-register (versie 2024) van TenneT. Verdere details waarop de berekening is gebaseerd zijn opgenomen in Appendix A. De ontwerpbelasting en de rekenstroom zijn overigens iets lager dan bij de eerdere berekening door KEMA in 2007.

Bij het uitvoeren van de berekening zijn verder de uitgangspunten gebruikt die vermeld staan in de Handreiking van het RIVM.

De berekening van de specifieke magneetveldzones is uitgevoerd conform de handreiking van het RIVM. Hierbij is gebruik gemaakt van het softwarepakket EFC-400 van Narda Safety Test Solutions.²⁰ De veldsterkten zijn berekend op een hoogte van 1 meter boven het maaiveld.

De magneetveldzone zijn weergegeven in Tabel 1. Deze zone is berekend vanaf het hart van de hoogspanningslijn. De waarden zijn steeds afgerond op 5 meter, conform de handreiking van het RIVM.

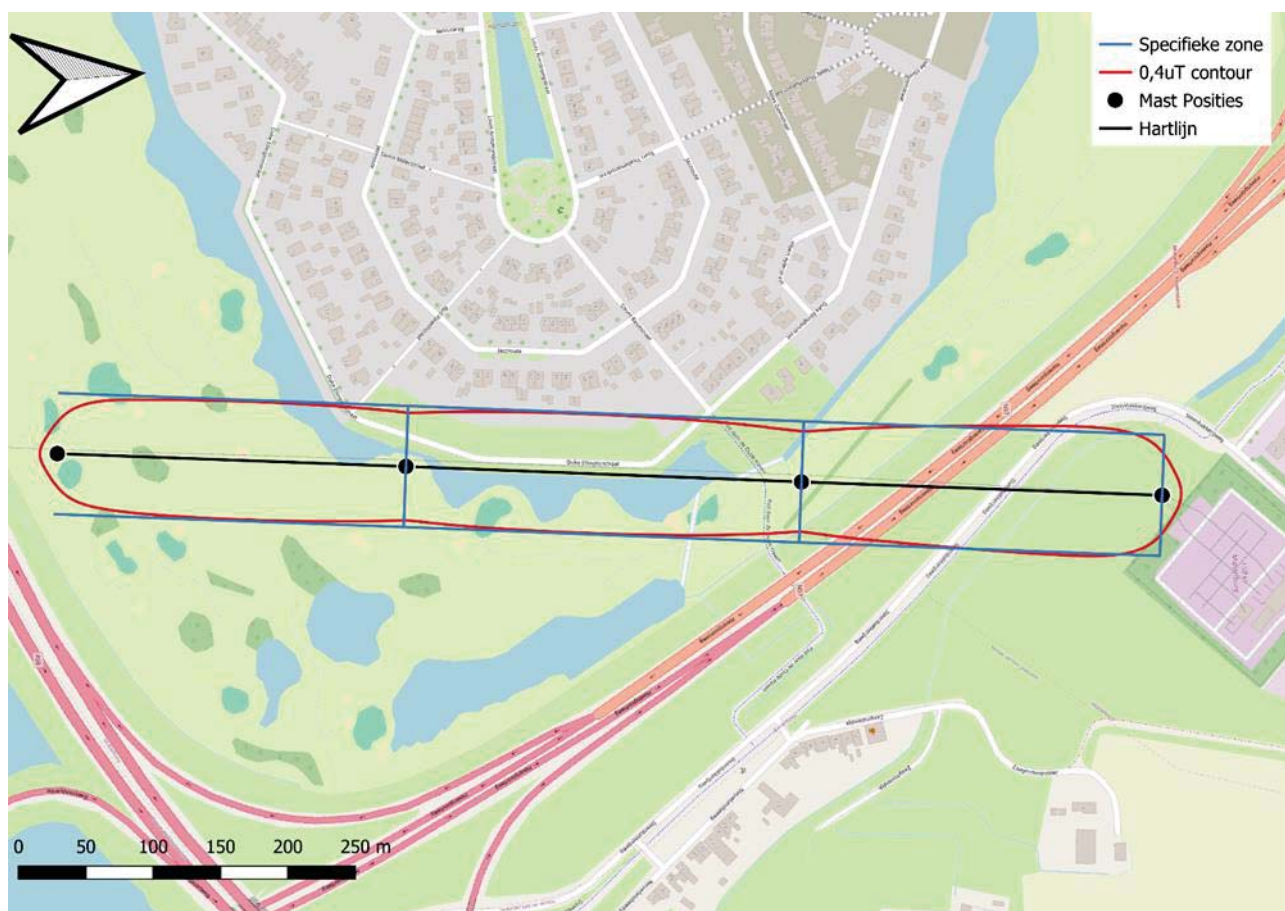
¹⁹ De formule is: ontwerpbelasting = $\sqrt{3} \cdot$ bedrijfsspanning $\cdot$ ontwerpstroom.

²⁰ EFC-400, "Magnetic and Electric Field Calculation, Telecommunication, Power Lines and Stations - According to EN 50413, IEC 62226-1, ICNIRP, EU", versie 2017. Zie: <https://www.narda-sts.com/en/wideband-emf/efc-400-software>.

Tabel 1 **Magneetveldzones bij mastnummers**

Segment	Oostzijde (niet afgerond)	Westzijde (niet afgerond)	Oostzijde (afgerond)	Westzijde (afgerond)
Mast 6 – mast 7	43,9 meter	43,8 meter	45 meter	45 meter
Mast 7 – mast 8	44,2 meter	44,2 meter	45 meter	45 meter
Mast 8 – mast 9	46,0 meter	47,5 meter	45 meter	45 meter

De magneetveldzone ter plaatse is grafisch weergegeven in Figuur 3 (bovenaanzicht).



Figuur 3 **Magneetveldzone van de 150 kV-hoogspanningslijn langs de wijk Mortiere in Middelburg**

De magneetveldzone ter plaatse van de wijk Mortiere in Middelburg is aan beide zijden 45 meter. De huidige bebouwing ligt juist buiten deze zone. Als binnen deze zone geen nieuwe gevoelige bestemmingen worden gebouwd, is aan het magneetvelden-voorzorgsbeleid van de Nederlandse overheid voldaan.

4 CONCLUSIE

Op korte afstand van de wijk Mortiere in Middelburg bevindt zich een 150 kV-hoogspanningslijn van TenneT, de beheerder van het landelijk hoogspanningsnet. Het gaat hier om de zogenoemde 'Aftak Mercedes – Middelburg', die de 150 kV-hoogspanningslijnen tussen Goes en Vlissingen en tussen Borssele en Vlissingen met het hoogspanningsstation in Middelburg (op bedrijventerrein Arnestein) verbindt.

DNV heeft een berekening gemaakt van de magneetveldzone van deze 150 kV-hoogspanningslijn. Hierbij is de werkwijze gehanteerd van de Handreiking van het RIVM.

De magneetveldzone ter plaatse van de wijk Mortiere is aan beide zijden 45 meter. Als binnen deze zone geen nieuwe gevoelige bestemmingen worden gebouwd, is aan het magneetvelden-voorzorgsbeleid van de Nederlandse overheid voldaan.

APPENDIX A

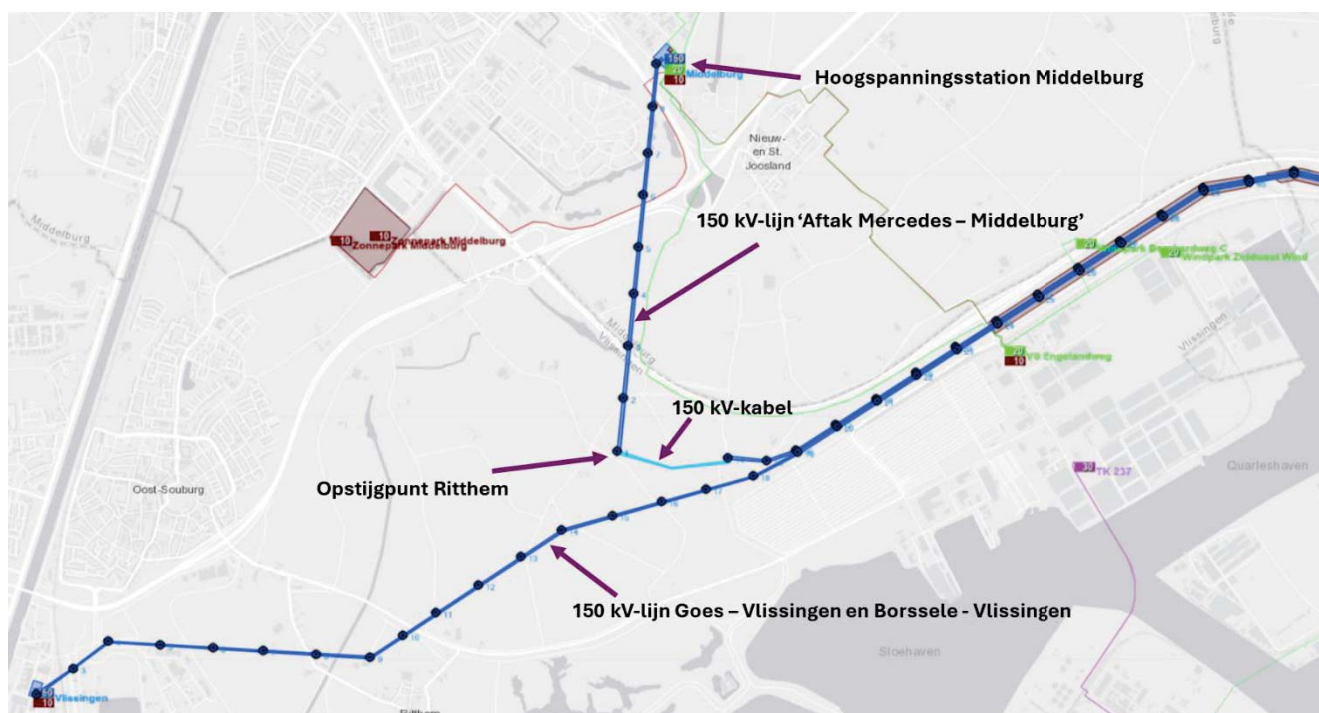
Uitgangspunten berekening

A1 Te berekenen netsituaties

De zogenoemde 'Aftak Mercedes – Middelburg' verbindt de 150 kV-hoogspanningslijnen tussen Goes en Vlissingen en tussen Borssele en Vlissingen met het hoogspanningsstation in Middelburg (op bedrijventerrein Arnestein). Vanuit deze verbindingen is een korte ondergrondse hoogspanningskabel gelegd naar het opstijgpunt Ritthem, nabij het adres Scheeweg in Vlissingen. Vanuit dit opstijgpunt start de 'Aftak Mercedes – Middelburg' naar het hoogspanningsstation in Middelburg. In Tabel A1 zijn de twee circuits weergegeven. Zie ook Figuur A1.²¹

Tabel A1 De twee verschillende circuits van de 'Aftak Mercedes – Middelburg'

Circuit	Toelichting
MDB-BSL150 W	150 kV-lijn 'Aftak Mercedes – Middelburg'
MDB-GSP150 W	150 kV-lijn 'Aftak Mercedes – Middelburg'



Figuur A1 De 150 kV-hoogspanningslijn langs wijk Mortiere in Middelburg is een aftak van de lijnen tussen Goes en Vlissingen en tussen Borssele en Vlissingen

²¹ De kaart is afkomstig van <https://webkaart.hoogspanningsnet.com/index2.php#13/51.4689/3.6586>.

In Tabel A2 zijn de verschillende door te rekenen scenario's weergegeven. Er is steeds één combinatie van richtingen van het vermogenstransport mogelijk.

Tabel A2 Door te rekenen stroomrichtingen 150 kV-lijn nabij wijk Mortiere in Middelburg

Circuit	Situatie 1	Situatie 2
MDB-BSL150 W	↑	↑
MDB-GSP150 W	↑	↓

Voor het berekenen van de specifieke magneetveldzones in de huidige situatie zijn de gegevens gebruikt zoals in Tabel A3 weergegeven.

Tabel A3 Rekenstromen huidige situatie

Circuit	Spanningsniveau	Ontwerpbelasting	Ontwerpstroom	Rekenstroom
MDB-BSL150 W	150 kV	175 MVA	0,674 kA	0,337 kA
MDB-GSP150 W	150 kV	175 MVA	0,674 kA	0,337 kA

A2 Gegevens hoogspanningslijn

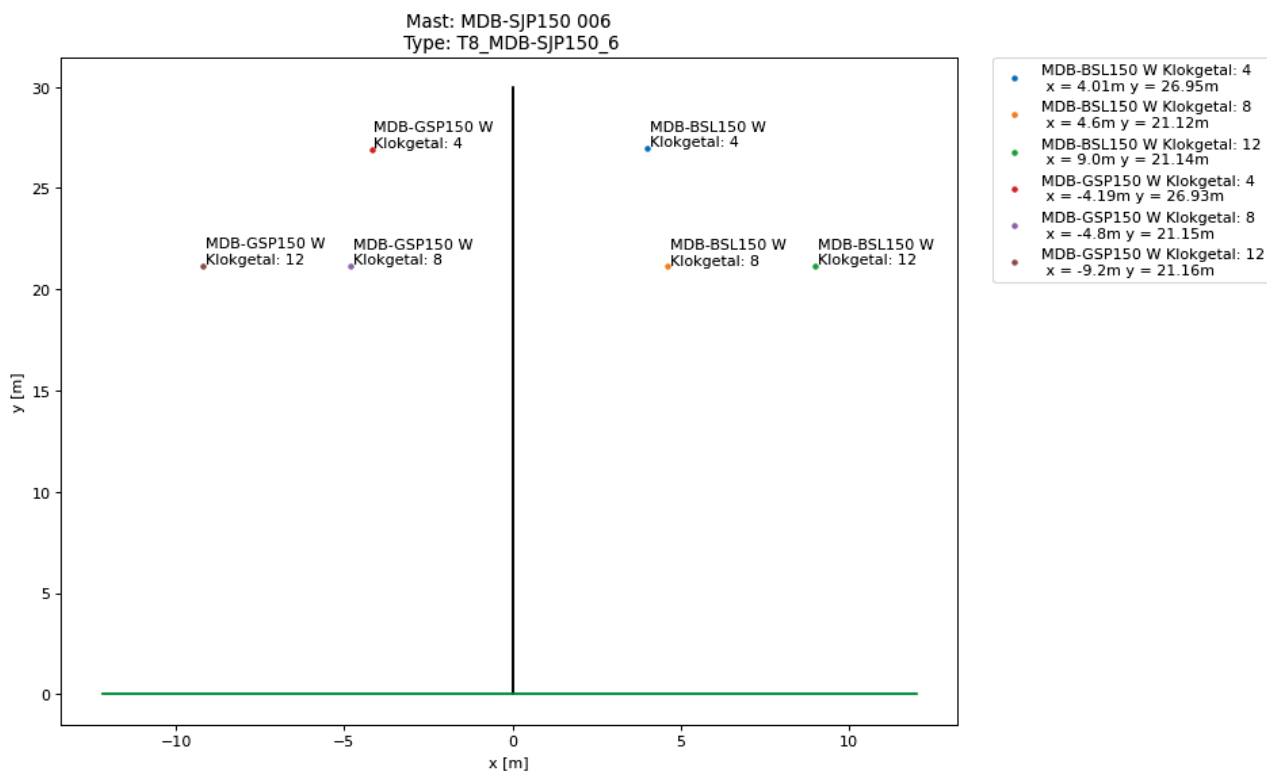
In Tabel A4 zijn de mastnummers, de bijbehorende RD-coördinaten, het masttype, de veldlengte en de doorhang voor de hoogspanningslijn weergegeven.

Tabel A4 Mastnummer, RD-coördinaten, masttype, veldlengte en doorhang

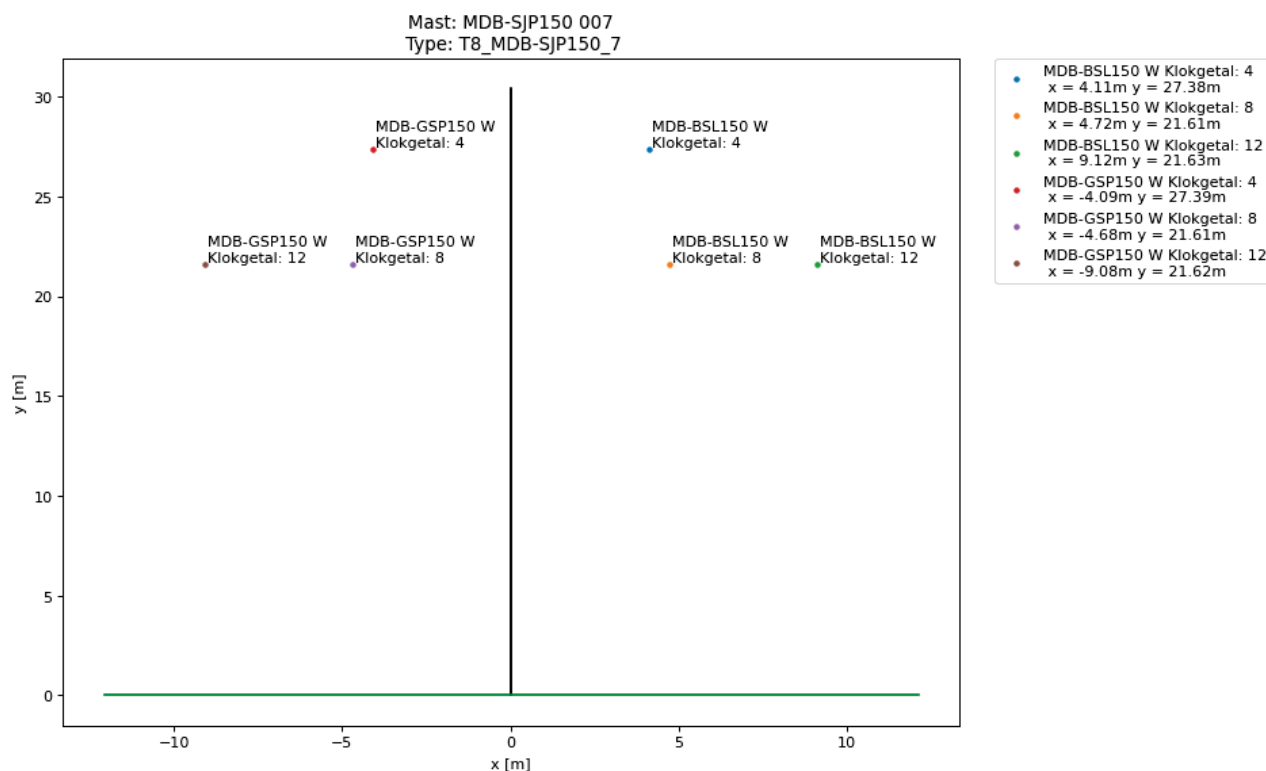
Mast nr.	X-coördinaat	Y-coördinaat	Masttype	Veldlengte	Doorhang
6	34.090,40 m	389.346,46 m	T8_MDB-SJP150_6	127,61 m	6,98 m
7	34.122,45 m	389.603,57 m	T8_MDB-SJP150_7	131,35 m	7,33 m
8	34.159,49 m	389.895,14 m	T8_MDB-SJP150_8	268,01 m	10,14 m
9	34.192,76 m	390.161,08 m	T8_MDB-SJP150_9	-	-

A3 Mastbeelden

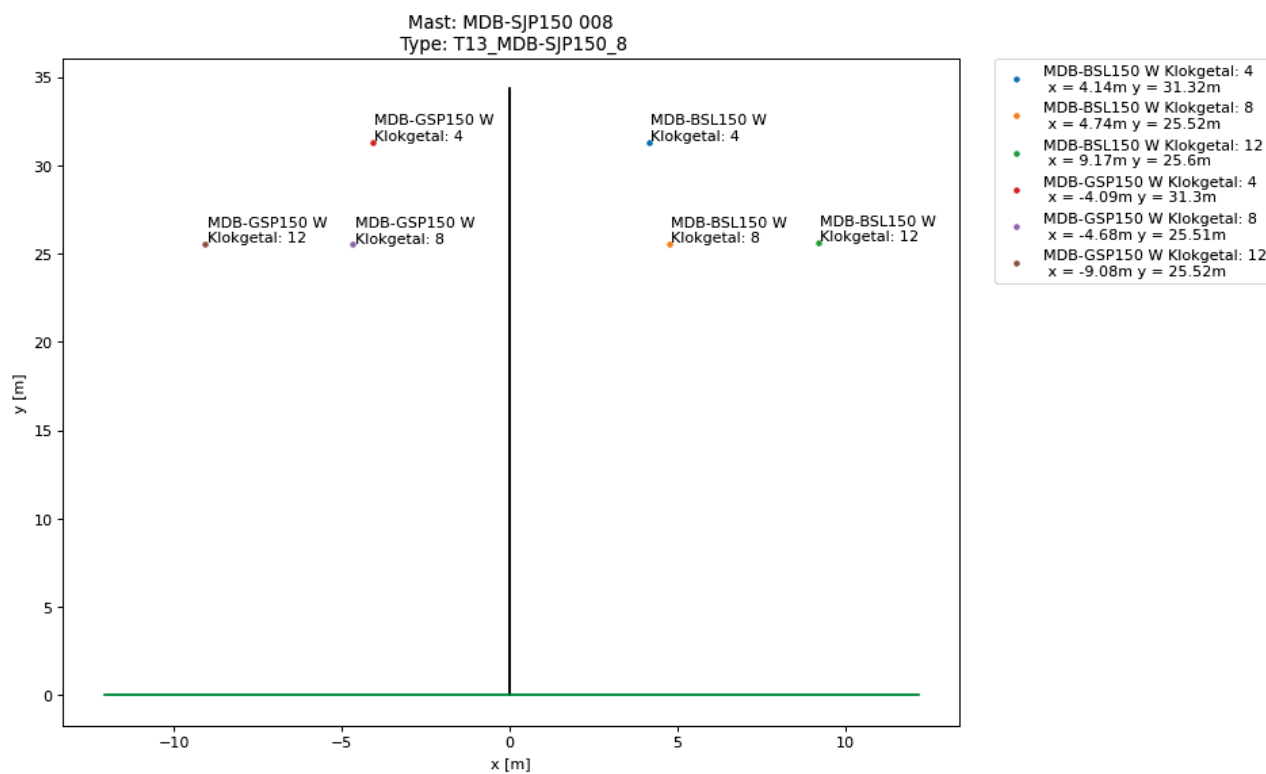
In Figuren A2-A5 zijn de geleiderlocaties en de klokgetallen voor de verschillende masten weergegeven. Per geleider zijn ook de horizontale afstand (x) en de ophanghoogte (y) weergegeven. De kijkrichting is van 6 naar 9 (dus van de lage mastnummers naar de hoge).



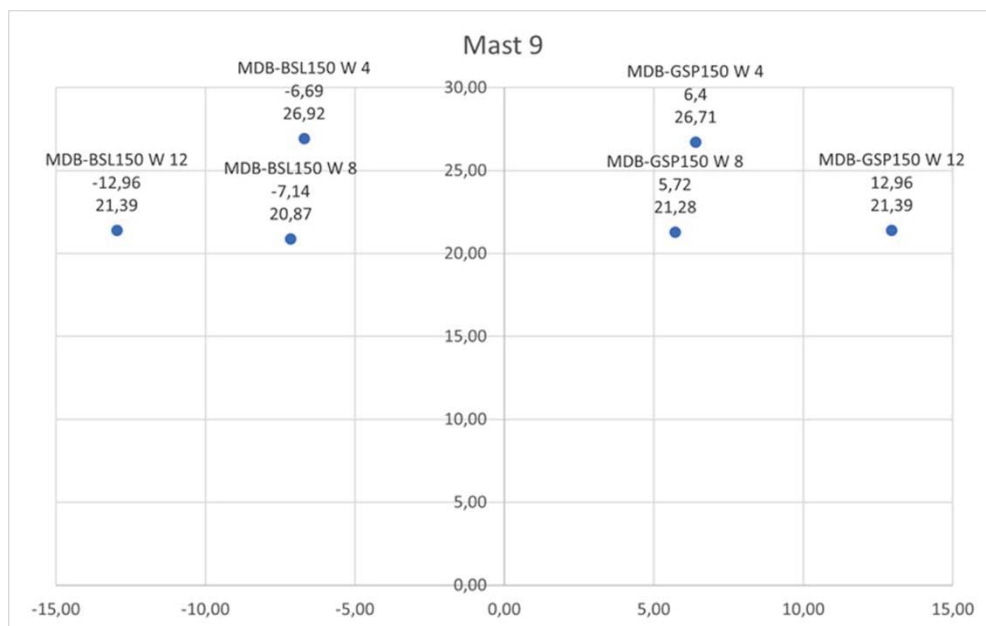
Figuur A2 Mastbeeld mast 6



Figuur A3 Mastbeeld mast 7



Figuur A4 Mastbeeld mast 8



Figuur A5 Mastbeeld mast 9



About DNV

DNV is the independent expert in risk management and assurance, operating in more than 100 countries. Through its broad experience and deep expertise DNV advances safety and sustainable performance, sets industry benchmarks, and inspires and invents solutions.

Whether assessing a new ship design, optimizing the performance of a wind farm, analyzing sensor data from a gas pipeline or certifying a food company's supply chain, DNV enables its customers and their stakeholders to make critical decisions with confidence.

Driven by its purpose, to safeguard life, property, and the environment, DNV helps tackle the challenges and global transformations facing its customers and the world today and is a trusted voice for many of the world's most successful and forward-thinking companies.