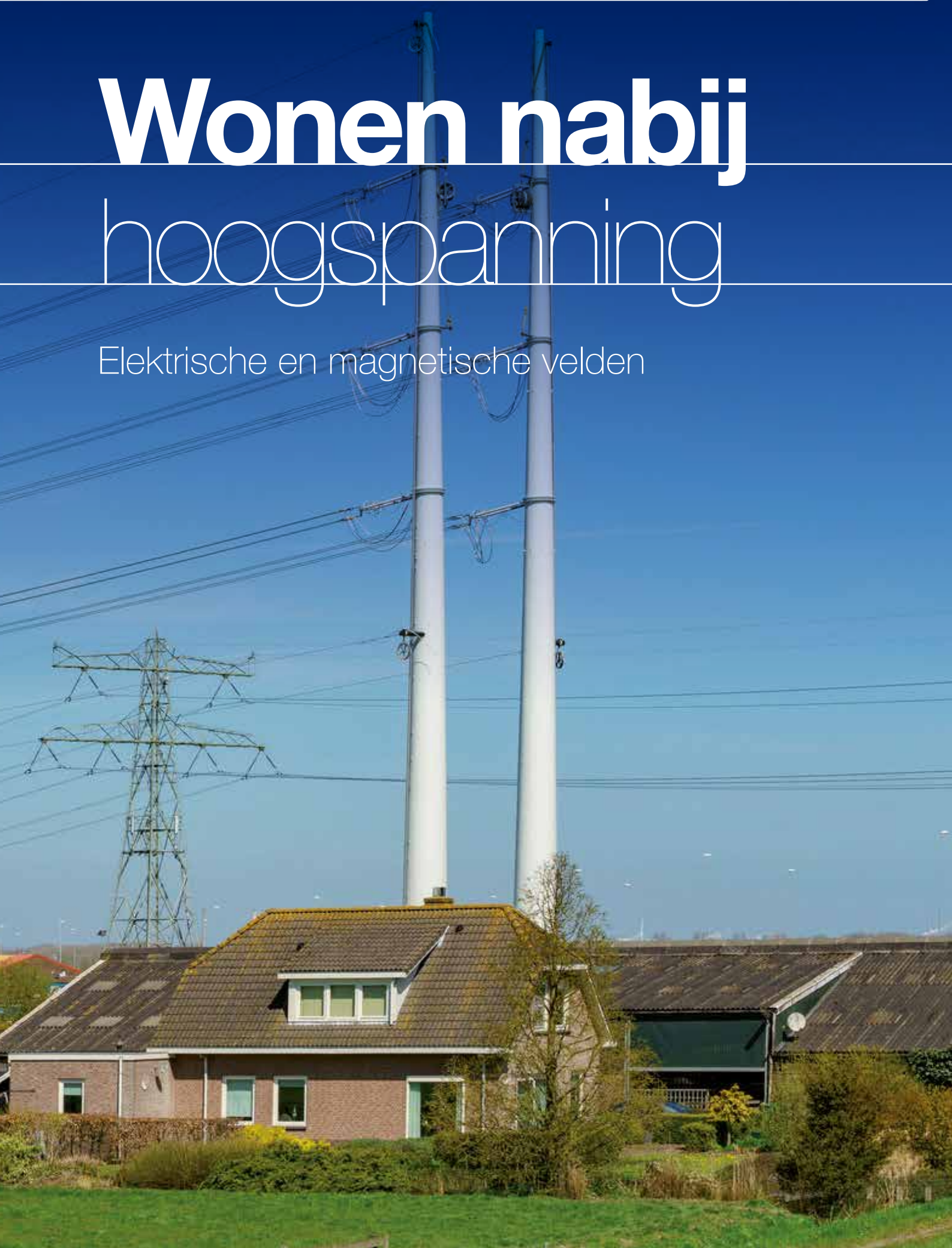


Wonen nabij hoogspanning

Elektrische en magnetische velden





Inhoud

Wat zijn elektrische en magnetische velden?	4
Elektrische en magnetische velden	4
Frequentie	4
Elektromagnetisch spectrum	5
Verschillende effecten	5
Magnetische velden in μT	6
Elektrische en magnetische velden bij hoogspanningslijnen en ondergrondse kabels	8
Bovengronds	8
Ondergronds	8
Grenswaarden	8
Een overzicht van magnetische veldsterkten onder hoogspanningslijnen.	9
Magnetische velden	10
Gezondheid bij elektrische en magnetische velden	12
Epidemiologische studies	12
Statistische samenhang	13
Overheidsbeleid voor hoogspanningslijnen	13
Magneetveldzone rond bestaande hoogspanningslijnen	14
Welk beleid hanteert TenneT?	14

Wat zijn elektrische en magnetische velden?

TenneT heeft als elektriciteitstransporteur de taak om iedereen in Nederland en een groot deel van Duitsland van stroom te voorzien. We zijn eigenaar van het grootste deel van het hoogspanningsnet vanaf 110 kilovolt (kV) in heel Nederland en vanaf 220 kV in een groot deel van Duitsland.

Wij werken met de grootst mogelijke zorg aan het garanderen van een betrouwbaar elektriciteitsnet. Daarnaast vinden wij het van belang om inzicht te geven in de mogelijke effecten van het wonen in nabijheid van hoogspanning. De mogelijke effecten van blootstelling van mensen aan magnetische velden in relatie tot hoogspanning zijn onderwerp van zorg en discussie. Blootstelling van mensen aan elektrische en magnetische velden ontstaat op vele manieren. Bijvoorbeeld bij het gebruik van een scheerapparaat, haardroger, magnetron, pc of tv. Maar ook bij het transport van elektriciteit via hoogspanningsverbindingen. We worden regelmatig benaderd met vragen over magnetische velden en gezondheid. Wat zijn elektrische en magnetische velden? Zijn ze schadelijk voor de gezondheid? Zijn er door de overheid wettelijke grenzen gesteld? In deze brochure vindt u onze antwoorden op gestelde vragen, geven we ons beleid over magnetische velden weer en leggen we uit hoe we daar in de praktijk mee omgaan.

Elektrische en magnetische velden

Elektrische en magnetische velden ontstaan bij de elektriciteitsproductie, het transport ervan, de distributie en bij het gebruik van elektriciteit. Deze velden hebben een bepaalde sterkte, de zogenaamde veldsterkte. Het woord 'veld' is een natuurkundige uitdrukking, die de invloed van een voorwerp op de omgeving weergeeft. Zo zouden we de warmte die wordt afgegeven door een kachel of radiator een warmteveld (of thermisch veld) kunnen noemen. Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en de omgeving. Anders gezegd: een elektrisch veld is het effect van aantrekking of afstoting van een bepaalde elektrische lading door een andere elektrische lading. Wanneer een lamp is aangesloten, dus als deze via het stopcontact met het elektriciteitsnet verbonden is, ontstaat er een elektrisch veld; ook wanneer de lichtschakelaar uit staat. Kortom: overal waar elektriciteitsleidingen zijn, zijn elektrische velden. Het elektrisch veld hangt samen met de spanning en wordt uitgedrukt in Volt. Het elektrisch veld wordt gemeten in Volt per meter (V/m). Een magnetisch veld ontstaat wanneer er een elektrische stroom loopt. Pas als een lamp brandt (als er dus stroom door de leiding gaat), ontstaat er naast het elektrisch veld ook een magnetisch veld. Het magnetisch veld hangt samen met de stroom die door de elektrische draad gaat. De magnetische veldsterkte wordt gewoonlijk uitgedrukt in microTesla (μT), een miljoenste deel van de Tesla.

Frequentie

Elektrische en magnetische velden hebben naast een veldsterkte ook een frequentie. Deze frequentie geeft aan hoe vaak per seconde het veld van richting wisselt. De verschillende frequenties en de toepassing waarbij



Elektromagnetisch spectrum

Niet-ioniserende straling/velden

Ioniserende straling

Statische elektrische en magnetische velden

Elektrische en magnetische wisselvelden

Radiofrequentie en microgolven

Infrarood straling

Zichtbaar licht

Ultraviolet licht

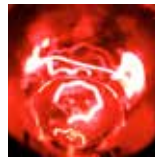
Röntgenstraling, radioactieve gammastraling en cosmische straling

Frequentie 0

Lage frequentie



Hoge frequentie



ze gebruikt worden staan in het elektromagnetisch spectrum. Enkele voorbeelden:

- Aardmagnetisch veld: 0 Hz. Dit veld wijst altijd dezelfde kant uit
- Elektriciteitsvoorziening: 50 Hz. Dit veld wisselt van richting met een cyclus van 50 keer per seconde
- Mobiele telefonie: ongeveer 1000 tot 2000 MHz. Dit veld wisselt van richting met een cyclus van 1 tot 2 miljard keer per seconde.

Er geldt: hoe hoger de frequentie, des te meer energie de velden kunnen overbrengen. Frequenties die hoger zijn dan die van zichtbaar licht (rechts in het spectrum) noemen we ioniserende straling. Hieronder vallen ook röntgen- en radioactieve straling. Ioniserende straling kan zoveel energie overbrengen, dat er direct schade

aan cellen in het lichaam kan ontstaan. Frequenties die lager zijn dan die van zichtbaar licht (links in het spectrum) noemen we niet-ioniserende velden en straling. Hieronder vallen ook de velden van de elektriciteitsvoorziening. Niet-ioniserende straling veroorzaakt geen directe schade aan cellen in het lichaam.

Verschillende effecten

Blootstelling van mensen aan de velden en straling uit het elektromagnetisch spectrum kunnen verschillende effecten teweeg brengen, afhankelijk van de frequentie. Dit betekent dat de grenswaarden die mensen beschermen tegen de effecten van velden en straling voor hoogfrequente velden heel anders zijn dan voor laagfrequente velden.



De lamp is aangesloten maar brandt niet: er is een elektrisch veld.



De lamp is niet alleen aangesloten maar brandt ook: er is ook een magnetisch veld.

Magnetische velden in μT

Toestel	(afstanden)	3 cm	30 cm	100 cm
	Elektrisch scheerapparaat, tondeuse, haardroger	10 tot 200	0,1 tot 5	< 0,3
	Magnetron	10 tot 100	1 tot 10	< 1
	Boor, cirkelzaag, schuurmachine, stofzuiger, mixer	10 tot 100	0,5 tot 5	< 0,5
	Wekker	10 tot 60	< 0,4	< 0,4
	Fornuis, afzuigkap	1 tot 50	0,1 tot 5	< 0,5
	Wasmachine, droger, afwasmachine	0,5 tot 10	0,1 tot 5	< 0,5
	Leeslamp (halogeen)	0,5 tot 5	< 0,5	< 0,1
	TV (aan de voorkant)	0,2 tot 2	< 0,5	< 0,1
	PC-scherm (aan de voorkant)	0,2 tot 2	< 0,2	< 0,1



**Overal waar
elektriciteitsleidingen
zijn,** zijn elektrische
velden

Hoogspanningslijnen en ondergrondse kabels

Elektrische en magnetische velden kunnen we meestal niet zelf zien of voelen, maar de sterkte kunnen we wel meten of berekenen. De sterkte van de velden is afhankelijk van de aanwezige spanning (elektrisch veld) of de stroomsterkte (magnetisch veld), maar is ook sterk afhankelijk van de afstand tot de bron. Net zoals bij een warmtebron geldt voor elektrische en magnetische velden dat de veldsterkte snel afneemt wanneer de afstand tot de bron groter is.



Het elektriciteitsnet in Nederland bestaat op het hoogste spanningsniveau grotendeels uit bovengrondse hoogspanningslijnen. Bij spanningen van 150.000 Volt en lager worden ook veel ondergrondse kabels gebruikt. Het laagste spanningsniveau is nagenoeg geheel ondergronds. Dit zijn de midden- en laagspanningskabels in woon- en industriegebieden.

Bovengronds

Bij een hoogspanningslijn hangt de sterkte van het elektrische veld af van de elektrische spanning (de hoeveelheid Volt) en de afstand tot de geleiders (draden). Het elektrisch veld wordt afgeschermd door allerlei soorten objecten en materialen zoals muren van gebouwen en bomen. Het magnetische veld van een hoogspanningslijn hangt vooral samen met de hoeveelheid stroom die erdoor vloeit (de hoeveelheid Ampère) en de afstand tot de lijn. De waarden gemeten onder het laagste punt van een hoogspanningslijn, 1 meter boven de grond, zijn vrijwel altijd lager dan 20 micro-Tesla. Omdat het magnetisch veld onafhankelijk is van de spanning, produceert een lijn met een hogere

spanning niet per definitie een hoger magnetisch veld dan een lijn met een lagere spanning. Wel hebben lijnen met een hogere spanning meestal een hoger magnetisch veld omdat door lijnen met een hogere spanning meer stroom loopt. Gebouwen en bomen hebben nauwelijks invloed op de sterkte van magnetische velden.

Ondergronds

Bij ondergrondse hoogspanningskabels spelen elektrische velden geen rol. Door de metalen beschermingsmantel om de kabel en de aarde erboven wordt het elektrisch veld volledig afgeschermd. Ondergrondse kabels hebben op 1 meter boven de grond meestal een hoger magnetisch veld dan bovengrondse hoogspanningslijnen, maar ook deze waarde neemt af naarmate de afstand tot de verbinding toeneemt. Dit gebeurt sneller dan bij bovengrondse lijnen.

Grenswaarden

Door een internationale commissie van deskundigen, International Commission for Non- Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), worden grenswaarden aanbevolen voor de blootstelling aan elektrische velden. Dit is 5.000 Volt/meter (ICNIRP). De aanbevolen grenswaarden van ICNIRP voor magnetische velden is 100 microTesla.* De waarde van de magnetische veldsterkte bij kabels met spanningsniveaus van 110.000 tot 380.000 Volt varieert sterk en kan oplopen van 0,5 microTesla tot meer dan 100 microTesla. TenneT zorgt ervoor dat niemand wordt blootgesteld aan magnetische velden van meer dan 100 microTesla.

* ICNIRP advies van 1998

Een overzicht van magnetische veldsterkten onder hoogspanningslijnen.

De waarden onder het laagste punt van de geleiders.

Hoogspanningslijn met spanning (aangegeven in Volt)

	Magnetische veldsterkte onder het laagste punt, 1 meter boven maaiveld (in microTesla)	Transportcapaciteit per circuit (in Ampère)
380.000	2 - 15	2.500 - 4.000
220.000	1 - 10	1.250 - 2.500
150.000	1 - 10	800 - 2.000
110.000	1 - 10	600 - 2.000

Wintrack (aangegeven in Volt)

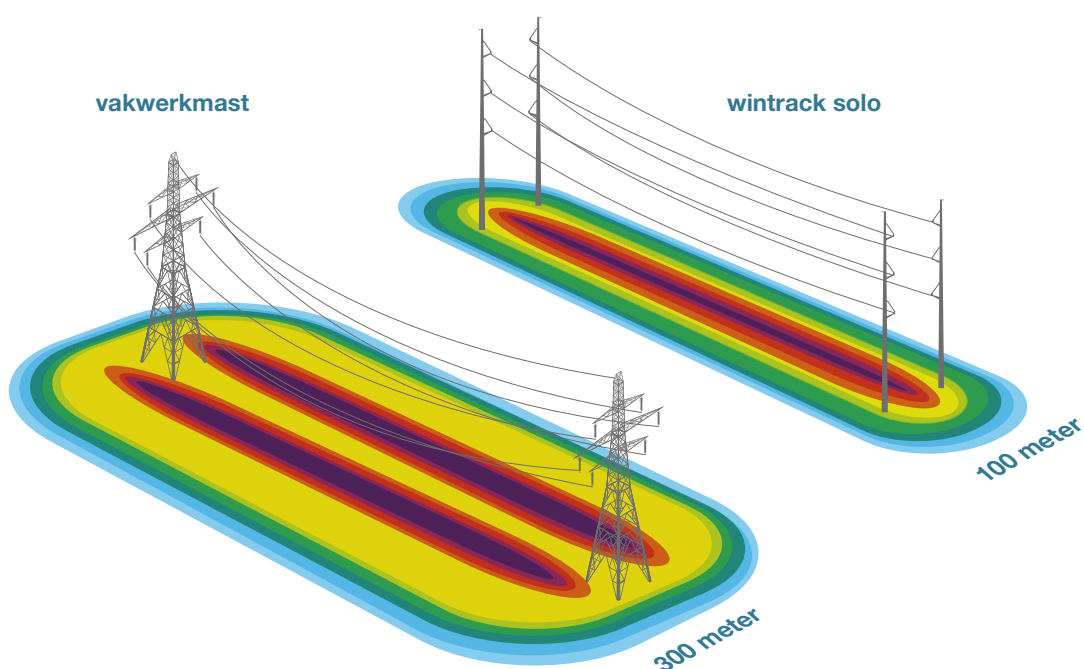
380.000	5 - 15	4.000
---------	--------	-------

Combinatielijnen (aangegeven in Volt)

	Magnetische veldsterkte onder het laagste punt, 1 meter boven maaiveld (in microTesla)	Transportcapaciteit per circuit (in Ampère)
380.000/220.000	2 - 20	4.000/2.500
380.000/110.000	1 - 16	4.000/600-800

Wintrackcombi (aangegeven in Volt)

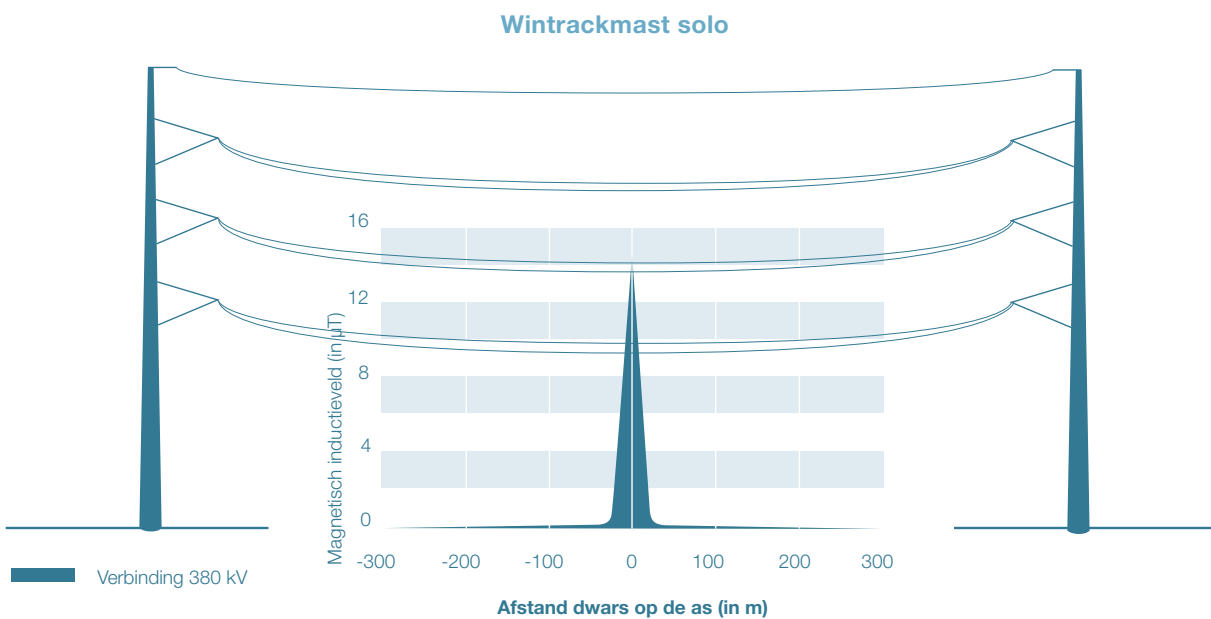
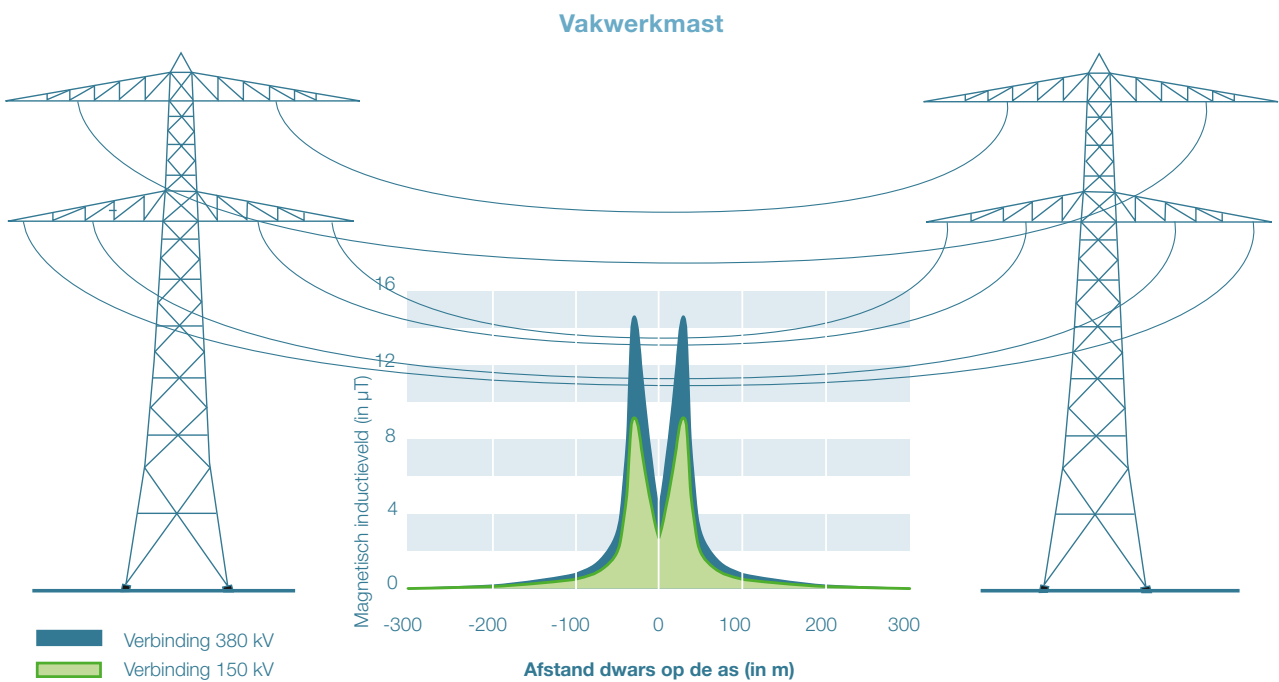
380.000/15.000	4 - 15	4.000/1.150
380.000/220.000	5 - 20	4.000/4.000
380.000/380.000	5 - 20	4.000/4.000



Magnetische velden

De grafiek geeft een doorsnede weer van het laagste punt van een stuk hoogspanningslijn tussen twee masten en het daarbij gemeten magnetisch veld. De omvang van het magnetisch veld hangt niet alleen sterk af van de hoeveelheid stroom die erdoor vloeit en de

plaats van de geleiders in de mast, maar ook van de afstand tot de hoogspanningslijn. Zoals deze plaatjes laten zien is direct onder het laagste punt van een lijn de veldsterkte aanzienlijk hoger dan in de buurt van een mast en op enige afstand van de lijn.





Gezondheid

bij elektrische en magnetische velden



Vanaf de jaren '70 is er veel onderzoek gedaan naar de mogelijke invloed van magnetische velden op de gezondheid. Daaruit is naar voren gekomen dat het niet erg waarschijnlijk is dat de elektrische en magnetische velden veroorzaakt door hoogspanningslijnen of kabels in de woon- en werkomgeving schadelijk zijn voor de gezondheid.

Wel is duidelijk dat bij hoge en zeer hoge veldsterkten, die echter niet voorkomen in de normale woon- en werkomgeving, effecten kunnen optreden die mogelijk hinderlijk zijn en in beginsel schadelijk voor de gezondheid kunnen zijn. Om mensen te beschermen tegen deze effecten zijn door onafhankelijke instellingen grenswaarden voorgesteld. Internationaal worden vooral de grenswaarden van de International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection

(ICNIRP) veel gebruikt. Deze worden door de Europese Unie aanbevolen. In Nederland vormen deze grenswaarden ook de basis van het beleid rond elektrische en magnetische velden.

Epidemiologische studies

Voor burgers liggen deze grenswaarden minstens een factor 5 tot 50 lager dan de laagste veldsterkte waarbij is aangetoond dat deze effecten kunnen veroorzaken.



Onderzoek met proefdieren, cellweken en vrijwilligers hebben nog nooit een oorzakelijk verband tussen blootstelling aan deze velden (met een sterkte lager dan de grenswaarden) en verschillende ziekten aangetoond. Er is ook geen biologisch mechanisme bekend, dat verklaart hoe een bepaalde ziekte kan ontstaan door blootstelling aan elektrische of magnetische velden. Daarnaast zijn er veel epidemiologische studies uitgevoerd, waarbij een mogelijk statistische samenhang tussen bijvoorbeeld blootstelling aan magnetische velden en verschillende ziekten is onderzocht.

Statistische samenhang

Er is onderzocht of in woningen in de buurt van hoogspanningslijnen vaker bepaalde vormen van ziekten voorkomen dan in woningen waar geen hoogspanningslijn is. De meeste bevolkingsonderzoeken laten geen

statistische samenhang zien tussen het wonen bij hoogspanningslijnen en wat voor ziekte dan ook. Wel zijn er aanwijzingen gevonden voor een zwakke relatie tussen het wonen bij hoogspanningslijnen en leukemie bij kinderen. Dat betekent niet dat leukemie bij kinderen wordt veroorzaakt door hoogspanningslijnen. Het is heel goed mogelijk dat de gevonden aanwijzingen worden veroorzaakt door andere factoren, of een gevolg zijn van fouten in blootstellingsschatting, of berusten op toeval. ICNIRP en de Nederlandse Gezondheidsraad komen eveneens tot deze conclusie.

Overheidsbeleid voor hoogspanningslijnen

Het beleid van de Nederlandse overheid gaat uit van de grenswaarden van ICNIRP, volgens de aanbeveling van de Raad van de Europese Unie. Dit is 5.000 Volt/meter (ICNIRP) voor elektrische velden. De aanbevolen grenswaarden van voor magnetische velden is 100 microTesla. Nederland hanteert geen wettelijke grenswaarden. Vanwege de epidemiologische aanwijzingen heeft de Nederlandse overheid besloten om het voorzorgsprincipe toe te passen en aanvullend beleid te formuleren voor nieuwe situaties bij hoogspanningslijnen. In oktober 2005 heeft het (toenmalige) ministerie van VROM in een brief aan provincies, gemeenten en beheerders van hoogspanningslijnen het advies uitgebracht om zoveel als redelijkerwijs mogelijk te voorkomen dat er nieuwe situaties ontstaan waarbij kinderen langdurig verblijven in een gebied rond bovengrondse hoogspanningslijnen waarbinnen het jaargemiddelde magneetveld hoger is dan 0,4 micro-Tesla.

De meeste bevolkingsonderzoeken laten geen relatie zien

tussen het wonen bij hoogspanningslijnen en welke ziekte dan ook

Het gaat dan om:

- Nieuwe bovengrondse hoogspanningslijnen of wijzigingen aan bestaande lijnen;
- Nieuwe bebouwing (woningen etc.) bij bestaande bovengrondse hoogspanningslijnen. Het advies van het ministerie van Infrastructuur en Milieu (voorheen VROM) geldt alleen voor nieuwe situaties omdat er, ook na vele jaren van onderzoek, geen aanwijzingen zijn voor een oorzakelijk verband tussen blootstelling aan magnetische velden van hoogspanningslijnen en het ontstaan van leukemie bij kinderen*.

Ook speelt mee dat eventuele maatregelen bij bestaande situaties vaak ingrijpend zijn (verhuizen en afbraak van woningen) en veel geld kosten, terwijl niet zeker is dat magneetvelden veroorzaakt door hoogspanningslijnen slecht zijn voor de gezondheid. Bij nieuwe situaties is het immers vaak gemakkelijker rekening te houden met gevoelige bestemmingen als woningbouw en scholen zonder dat dit aanzienlijke extra kosten met zich meebrengt. Voor alle andere situaties geldt de advieswaarde van ICNIRP van 100 microTesla.

Magneetveldzone rond bestaande hoogspanningslijnen

Het nieuwe beleid is voor de overheid aanleiding geweest om ook over de magneetveldzone rondom bestaande hoogspanningslijnen nadere informatie te verschaffen via internet: www.rivm.nl/hoogspanningslijnen/netkaart. Deze informatie kan met het oog op het aanpassen van bestemmingsplannen in de buurt van bestaande hoogspanningslijnen een eerste indicatie geven over de zone van 0,4 microTesla. De zogenaamde specifieke zone die bepalend is in het kader van het overheidsbeleid moet berekend worden volgens een rekenmethode die door de overheid is vastgelegd in een Handreiking (RIVM versie 3 2009).

Welk beleid hanteert TenneT?

TenneT staat voor een zorgvuldige en verantwoorde aanleg en beheer van hoogspanningslijnen. Dat houdt

in dat wij, naast de technische en economische belangen die gemeoid gaan met een transportnet, ook rekening houden met het brede maatschappelijke belang. Dit doen we door duidelijk en transparant te zijn over de feitelijk optredende veldsterktes van magneetvelden bij bovengrondse hoogspanningslijnen. We maken de magneetveldzones van nieuwe situaties bij nieuwe of aan te passen bovengrondse hoogspanningslijnen inzichtelijk door deze te laten berekenen en delen deze informatie met overheden en omwonenden, bevolking en medewerkers.

Verder wordt hieraan invulling gegeven door:

- het ondersteunen van ontwikkeling van kennis over magnetische velden en effecten voor de gezondheid;
- het initiëren en uitvoeren van onderzoek naar technische mogelijkheden om blootstelling te beperken. Een voorbeeld hiervan is de ontwikkeling van de wintrackmast. Bij nieuwe hoogspanningslijnen hanteren we bij de tracéontwikkeling uitgangspunten die ervan uitgaan dat langdurige blootstelling van personen aan magnetische velden wordt geminimaliseerd.

Dit betekent concreet:

- Bundeling van de nieuwe hoogspanningslijn met reeds bestaande infrastructuur, waardoor de hoogspanningslijn buiten woonkernen blijft;
- Waar mogelijk combineren van hoogspanningslijnen van verschillende spanningsniveau's in dezelfde mast, waardoor het gebied met blootstelling aan magnetische velden zoveel mogelijk wordt beperkt;
- Zoveel mogelijk vermijden van bebouwing met qua verblijf een (semi-)permanent karakter nabij de hoogspanningslijn;
- In specifieke situaties kan het nemen van aanvullende maatregelen worden overwogen, zoals:
 - aanpassen van de lijnhoogte;
 - ontwerp aanpassingen;
 - verkabeling;
 - uitkoop.

* Zoals eerder in deze brochure beschreven zijn er weliswaar aanwijzingen gevonden voor een zwakke, maar wel statistisch significante, relatie tussen het wonen bij hoogspanningslijnen en leukemie bij kinderen. Er is echter geen oorzakelijk verband aangetoond tussen blootstelling aan EM velden en verschillende ziekten. Er is ook geen biologisch mechanisme bekend, dat verklaart hoe een bepaalde ziekte kan ontstaan door blootstelling aan elektrische of magnetische velden.



**We staan voor
een zorgvuldige en
verantwoorde**
aanleg en beheer van
hoogspanningslijnen



TenneT is een toonaangevende Europese netbeheerder (Transmission System Operator, TSO) met zijn belangrijkste activiteiten in Nederland en Duitsland. Met meer dan 22.000 kilometer aan hoogspanningsverbindingen zorgen we voor een betrouwbare en zekere elektriciteitsvoorziening aan de 41 miljoen eindgebruikers in de markten die we bedienen.

Taking power further.

TenneT TSO B.V.

Afdeling GSN-REM

Antwoordnummer 1358

6800 VC Arnhem

Telefoon: 026 373 13 04

E-mail: servicecenter@tennet.eu

www.tennet.eu

Uitgave: november 2018