







# Elektrische en magnetische velden



tennet



# Inhoudsopgave

		pagina
	Inleiding	3
	Hoofdstuk 1 Wat zijn elektrische en magnetische velden?	4
	Hoofdstuk 2 Wat doen elektrische en magnetische velden?	6
	Hoofdstuk 3 Elektrische en magnetische velden en gezondheid	10
	Begrippen	13
	Meer informatie	14

# Inleiding

Blootstelling van mensen aan elektrische en magnetische velden vindt plaats op vele manieren, bijvoorbeeld bij het gebruik van een scheerapparaat, haardroger, magnetron, pc of tv. De mogelijke effecten van blootstelling van mensen (met name kinderen) aan magnetische velden veroorzaken in relatie tot hoogspanningslijnen maatschappelijke zorg en discussie. Omwonenden zijn onzeker over de mogelijke effecten van hoogspanningslijnen en zij beoordelen deze onzekerheden verschillend. Als beheerder van het landelijk hoogspanningsnet streeft TenneT naast de technische en economische optimalisatie van haar transportnet ook optimalisatie uit maatschappelijk oogpunt na. Daarom vinden we het belangrijk u meer duidelijkheid te verschaffen over elektrische en magnetische velden.

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 aan de veldsterktes? In deze brochure vindt u onze antwoorden op gestelde vragen, geven we ons beleid over magnetische velden en hoe we daar in de praktijk mee omgaan weer.

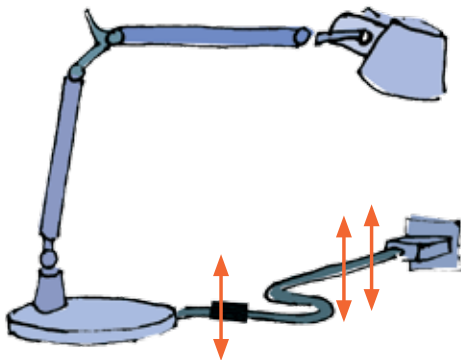
Als u na het lezen van deze folder nog vragen heeft, dan kunt u terecht bij ons Service Centrum: (026) 373 11 11.

ir. J.M. Kroon MBA  
Algemeen directeur

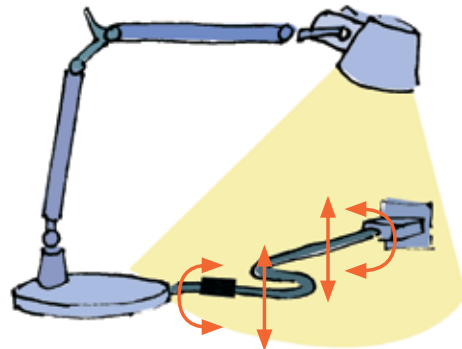


# Wat zijn elektrische en magnetische velden?

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



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 zijn omgeving weergeeft. Zo zouden we de warmte die wordt afgegeven door een kachel of radiator een warmteveld (of thermisch veld) kunnen noemen.

Pas als er door deze leidingen ook stroom loopt, ontstaat er een magnetisch veld.

Wanneer de 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 (anders gezegd: met het bewegen van elektronen).

Een **elektrisch veld** ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en zijn 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, als deze via het stopcontact met het elektriciteitsnet verbonden is, ontstaat er een elektrisch veld; ook wanneer de lichtschakelaar uit staat. 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. Met andere woorden: overal waar elektriciteitsleidingen zijn, zijn elektrische velden.

## Elektromagnetisch spectrum

niet ioniserende straling/velden			
Statische elektrische en magnetische velden	Elektrische en magnetische wisselvelden	Radiofrequentie en microgolven	Infraroodstraling
←			
Frequentie 0		Lage frequentie	

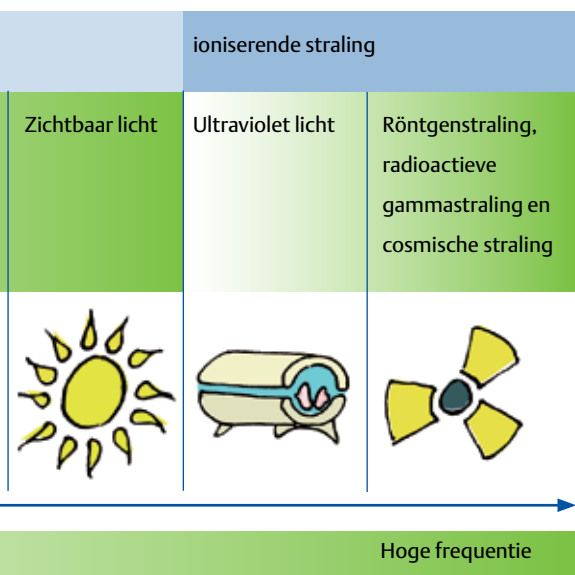


De magnetische veldsterkte wordt gewoonlijk uitgedrukt in microTesla ( $\mu\text{T}$ ), een miljoenste deel van de Tesla.

### Extreem laagfrequente velden (50 Hz) en andere velden

De velden die ontstaan bij de elektriciteitsvoorziening zijn wisselvelden. De richting van een elektrische en magnetische veld wisselt met een cyclus van 50 keer per seconde.

De wisselvelden van het elektriciteitsnet vallen daarmee in de categorie 'extreem laagfrequente velden'. Radio- en televisiezenders, GSM-netwerken, magnetron en radar veroorzaken hoogfrequente velden. De richting van deze velden wisselt miljoenen of soms wel miljarden keren per seconde. Deze hoogfrequente velden zijn in staat veel meer energie vrij te maken en zijn daarom van een hele andere orde dan de 50 hertz-velden van de elektriciteitsvoorziening. Omdat de biologische effecten van hoogfrequente velden volledig anders zijn dan van extreem laagfrequente velden, worden dan ook heel andere grenswaarden gehanteerd



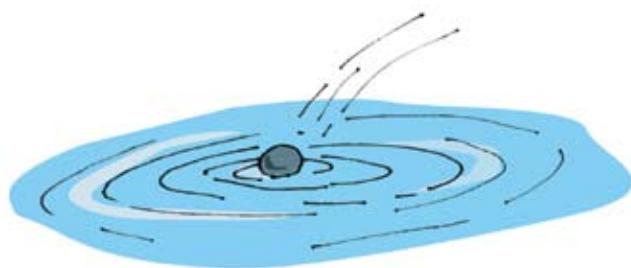
### Magnetische velden in $\mu\text{T}$

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
 Fornuis, afzuigkap		1 tot 50	0,1 tot 5	< 0,5
 Wasmachine, droger, afwasmachine		0,5 tot 10	0,1 tot 5	< 0,5
 Wekkerradio, tondeuse, haardroger 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

# Wat doen elektrische en magnetische velden?

## Elektrische velden

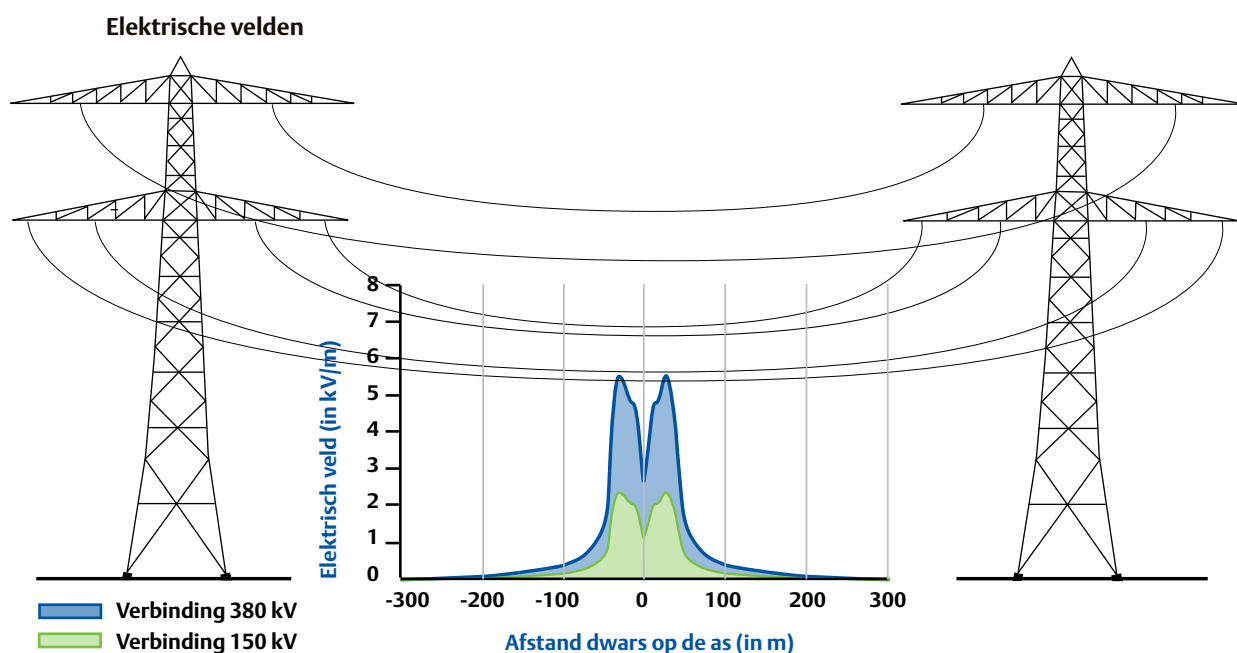
Elektrische en magnetische velden kunnen we meestal niet zelf zien of voelen, maar de sterkte kan wel worden gemeten. De sterkte van de velden is afhankelijk van de aanwezige spanning (elektrische veld) of de stroomsterkte (magnetische veld), maar is ook sterk afhankelijk van de afstand tot de bron. Net zoals bij een warmtebron geldt voor elektrische en magnetische velden dat bij grotere afstand de veldsterkte aanzienlijk vermindert.



Bij een hoogspanningslijn hangt de sterkte van het elektrische veld op een bepaald punt vooral af van de elektrische spanning en de afstand tot de geleiders (draden). De maximale waarde van een niet-gestoord elektrisch veld, gemeten onder het laagste punt tussen twee masten van een 380 kV-lijn, op 1 meter boven de grond, kan tussen de 5 en 6 kV/m bedragen. De waarde van het veld vermindert aanzienlijk als de afstand tot de lijn groter wordt.

Het elektrische veld wordt altijd beïnvloed door de aanwezigheid van allerlei soorten objecten en materialen die het veld afschermen, zoals gebouwen en bomen. Zo is het elektrische veld in een woning als gevolg van een hoogspanningslijn doorgaans minder dan 1 tot 10% van de sterkte buiten.

Bij ondergrondse kabels spelen elektrische velden geen rol. Door de metalen beschermingsmantel om de kabel en de aarde erboven wordt het elektrisch veld volledig afgeschermd.



*De grafiek geeft een doorsnede weer van het laagste punt van een stuk hoogspanningslijn tussen twee masten en het daarbij gemeten elektrische veld*

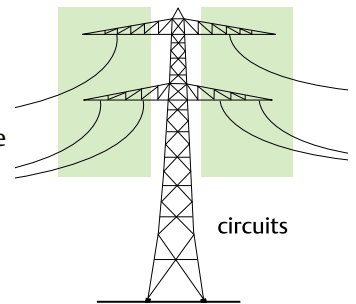


### Elektrische veldsterkte onder hoogspanningslijnen

Door verschillende instanties, International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) en de Nederlandse Gezondheidsraad worden grenswaarden aanbevolen voor de blootstelling aan elektrische velden. Dit is 5.000 V/m en bij piekbelasting 7000 V/m (ICNIRP) en 8.000 V/m (Gezondheidsraad). Op ongeveer 35 meter van de lijn is de sterkte al gedaald tot ongeveer 15-20% van de maximale waarde, gemeten direct onder de lijn.

### Magnetische velden

Het magnetische veld dat heerst rond een hoogspanningslijn hangt samen met de hoeveelheid stroom die erdoor vloeit. Het hangt ook af van de plaatsing van de geleiders (draden) in de mast en de afstand tot de lijn. De maximale hoeveelheid stroom die erdoor kan vloeien wordt uiteindelijk bepaald door de transportcapaciteit van de verbinding (doorgaans twee circuits). De waarden gemeten onder het laagste punt van een hoogspanningslijn 1 meter boven de grond, bereiken onder normale omstandigheden circa 2-15 microTesla. De veldsterkte vermindert sterk als de afstand tot de lijn groter wordt. Omdat het magnetisch veld onafhankelijk is van de spanning, produceert een lijn met een hogere spanning niet per definitie een groter magnetisch veld dan een lijn met een lagere spanning. Wel hebben lijnen met een hogere spanning doorgaans een hoger magnetisch veld dan lijnen van lagere spanning omdat door lijnen van hogere spanning meer stroom loopt (Ampère). Gebouwen en bomen hebben nauwelijks invloed op de sterkte van magnetische velden.



Hieronder vindt u een overzicht van elektrische veldsterkten onder hoogspanningslijnen.

*De waarden onder het laagste punt van de geleiders.*

Hoogspanningslijn met spanning (aangegeven in Volt)	Elektrische veldsterkte onder het laagste punt, 1 meter boven maaiveld (in Volt per meter)
380.000	5.000 - 6.000
220.000	3.500 - 5.000
150.000	2.000 - 3.500
110.000	1.500 - 2.000
50.000	< 1.000
Combinatielijnen	
380.000/220.000	4.000 - 5.000
380.000/110.000	1.500 - 2.500

Ondergrondse kabels produceren in het algemeen een hoger magnetisch veld dan bovengrondse hoogspanningslijnen, maar ook deze waarde neemt af naarmate de afstand tot de verbinding toeneemt. Dat gebeurt sneller dan bij bovengrondse lijnen. Ook hier is de veldsterkte afhankelijk van de stroom. Daarnaast spelen ook de afstand en de ligging van de kabels ten opzichte van elkaar een rol.



### Magnetische veldsterkte onder hoogspanningslijnen

De aanbevolen grenswaarden van ICNIRP en de Gezondheidsraad voor magnetische velden is respectievelijk 100 en 120 microTesla.

### Magnetische veldsterkten boven kabels

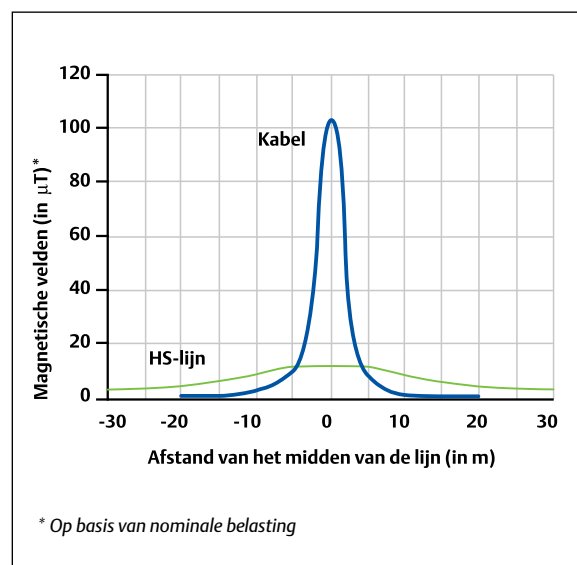
Het elektriciteitsnet in Nederland bestaat op het hoogste spanningsniveau nagenoeg geheel uit bovengrondse hoogspanningslijnen. Op lagere spanningen worden ook veel ondergrondse kabels gebruikt. Het laagste spanningsniveau is nagenoeg geheel ondergronds.

Hieronder vindt u een overzicht van magnetische veldsterkten onder hoogspanningslijnen.

*De waarden onder het laagste punt van de geleiders.*

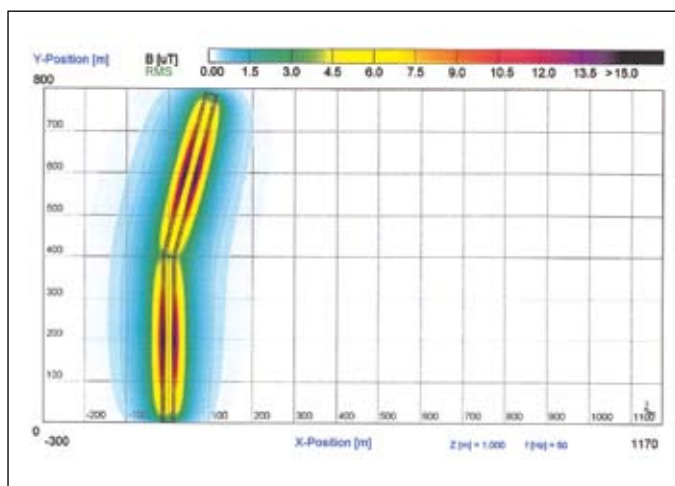
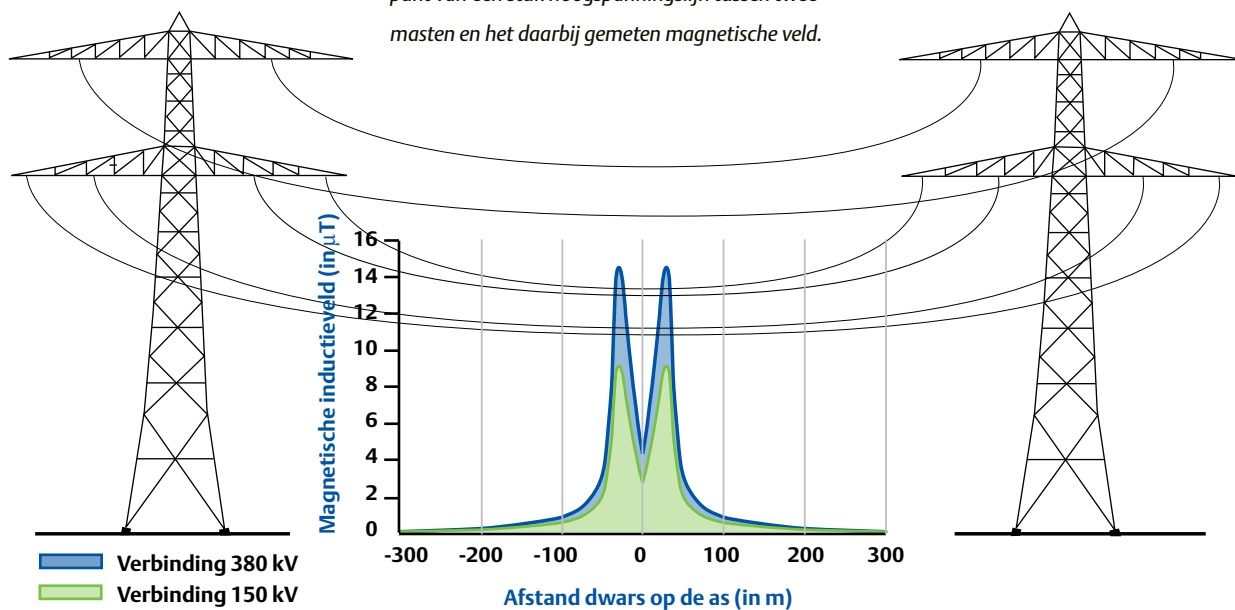
Hoogspanningslijn met spanning (aangegeven in Volt)	Magnetische veldsterkte onder het laagste punt, 1 meter boven maaiveld (in microTesla)	Transportcapaciteit per circuit (in Ampère)
380.000	2 - 15	2.500 - 4.000
220.000	1 - 10	1.250 - 2.500
150.000	1 - 10	800 - 2.000
110.000	1 - 10	600 - 2.000
50.000	1 - 8	350 - 1.000
Combinatielijnen		
380.000/220.000	2 - 20	4.000/2.500
380.000/110.000	2 - 16	4.000/600-800

De waarde van de magnetische veldsterkte van kabels met spanningsniveaus van 150.000 Volt en lager varieert sterk en kan oplopen van 0,5 microTesla tot meer dan 100 microTesla.



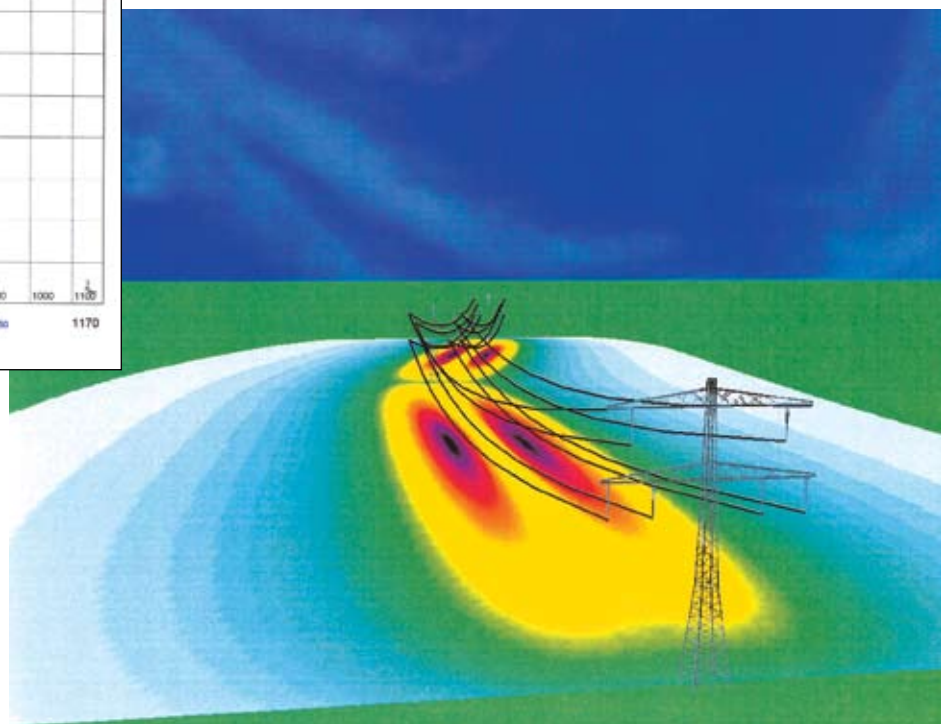
## Magnetische velden

De grafiek geeft een doorsnede weer van het laagste punt van een stuk hoogspanningslijn tussen twee masten en het daarbij gemeten magnetische 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.



# Elektrische en magnetische velden en gezondheid

## Wetenschappelijk onderzoek

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 elektrische en magnetische velden zoals die voorkomen in de normale woon- en werkomgeving schadelijk zijn voor de gezondheid.

Wel is duidelijk dat bij hoge en zeer hoge veldsterkten, die echter niet voorkomen bij elektriciteits-transporten, effecten kunnen optreden die mogelijk hinderlijk zijn en in beginsel schadelijk voor de gezondheid kunnen zijn. Bij bepaalde veldsterkten kunnen mensen lichtflitsen gaan zien en bij weer hogere veldsterkten vinden ongecontroleerde spiersamentrekkingen plaats.

Ter vermindering van dit soort effecten zijn door onafhankelijke instellingen als de Nederlandse Gezondheidsraad (het advies-orgaan van de Neder-

landse overheid), the International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) en de Europese Unie grenswaarden voorgesteld.

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, celkweken en vrijwilligers hebben nog nooit een oorzakelijk verband tussen blootstelling aan deze velden en verschillende ziekten kunnen aantonen. Er is ook geen enkel biologisch mechanisme bekend, dat verklaart hoe een bepaalde ziekte kan ontstaan door blootstelling aan elektrische of magnetische velden. Daarnaast zijn er veel bevolkingsonderzoeken uitgevoerd (epidemiologische studies), waarbij een mogelijk statistisch verband tussen bijvoorbeeld blootstelling aan magnetische velden en verschillende ziekten is onderzocht. Er is nagegaan 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 relatie zien tussen het wonen bij hoogspanningslijnen en wat voor ziekte dan ook. Enkele onderzoeken hebben een zwakke statistische relatie gevonden 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 relaties worden veroorzaakt door andere factoren, of een gevolg zijn van fouten in blootstellingschatting, of berusten op toeval. De Nederlandse Gezondheidsraad komt eveneens tot deze conclusie.

### Overheidsbeleid

Het beleid van de overheid gaat uit van grenswaarden waarbij de overheid op dit moment de aanbeveling van de Raad van de Europese Unie, gebaseerd op de ICNIRP grenswaarden, volgt. Nederland hanteert geen wettelijke grenswaarden. Er zijn onderzoeken waarin een zwakke, maar statistisch significante relatie gevonden is tussen het wonen bij hoogspanningslijnen en leukemie bij kinderen. Hoewel de Gezondheidsraad en ICNIRP hierin geen aanleiding zien om andere grenswaarden aan te bevelen, heeft de Nederlandse overheid besloten om het voorzorgsprincipe toe te passen en aanvullend beleid te formuleren voor nieuwe situaties.

In lijn met dit beleid dat mede gebaseerd is op het voorzorgsprincipe heeft staatssecretaris Van Geel van het ministerie van VROM in oktober 2005 in een brief aan provincies, gemeenten en beheerders van hoogspanningslijnen het advies uitgebracht om zoveel als redelijkerwijs mogelijk te vermijden dat er nieuwe situaties ontstaan waarbij kinderen langdurig verblijven in een gebied rond bovengrondse hoogspanningslijnen waarbinnen het jaargemiddelde magneetveld hoger is dan 0,4 microTesla.

Het advies (0,4 microTesla) heeft in beginsel betrekking op:

- nieuwe bovengrondse hoogspanningslijnen of wijzigingen aan bestaande lijnen;
- nieuwe bebouwing (woningen etc.) bij bestaande bovengrondse hoogspanningslijnen.

Ook geeft de staatssecretaris aan wat nieuwe situaties zijn en welke berekeningsmethoden toegepast moeten worden. Het advies beperkt zich tot 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 doorgaans 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. De staatssecretaris adviseert in het algemeen om in andere situaties uit te gaan van de referentiewaarde van ICNIRP van 100 microTesla.

Het gaat dan om:

- nieuwe en bestaande ondergrondse verbindingen;
- bestaande bovengrondse hoogspanningslijnen;
- schakel- en transformatorstations en –huisjes.

### **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](http://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.

### **Welk beleid hanteert TenneT?**

TenneT staat voor een zorgvuldig en verantwoorde aanleg en beheer van haar hoogspanningslijnen. Dat houdt in dat TenneT naast de technische en economische optimalisatie van haar transportnet ook optimalisatie uit maatschappelijk oogpunt nastreeft. TenneT vult dit in door duidelijk en transparant te zijn over de feitelijk optredende veldsterktes bij hoogspanningslijnen. TenneT meet en berekent desgevraagd de veldsterktes van haar hoogspanningslijnen en deelt deze informatie met overheden en omwonenden,

bevolking en medewerkers van haar hoogspanningslijnen. 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.

Bij nieuwe hoogspanningslijnen hanteert TenneT bij de tracéontwikkeling uitgangspunten die ervan uitgaan dat langdurige blootstelling van personen aan magnetische velden wordt geminimaliseerd.

Relevant in dit verband zijn:

- 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.

# Begrippen

## Frequentie

Aantal richtingswisselingen (cyclus) per seconde van een wisselstroom.

## Hertz

Eenheid waarin het aantal richtingswisselingen (cyclus) per seconde wordt uitgedrukt.

## MicroTesla ( $\mu\text{T}$ )

Ook wel een miljoenste deel van een Tesla.

De eenheid waarmee we magnetische velden gewoonlijk uitdrukken, strikt genomen wordt met microTesla de magnetisch inductie aangegeven, maar in de praktijk wordt dit vaak magnetische veldsterkte genoemd.

## Stroom

Elektrische stroom is beweging van elektronen (negatieve elektrische ladingen) in een geleider, bijvoorbeeld een metaaldraad die onder elektrische spanning staat. De intensiteit van de stroom wordt uitgedrukt in Ampère (A).

## Spanning

Elektrische spanning is de resultante van het potentiaalverschil tussen de elektrische ladingen. Deze wordt uitgedrukt in volt (V) of in kilovolt ( $1 \text{ kV} = 1.000 \text{ V}$ ). De sterkte van een elektrisch veld wordt uitgedrukt in volt per meter (V/m) of in kilovolt per meter (kV/m).

## Veld

Een elektrisch veld ontstaat wanneer er een verschil is in spanning tussen een voorwerp en zijn omgeving.

Een magnetisch veld ontstaat wanneer er een elektrische stroom loopt.

## Vermogen

Vermogen is het product van spanning en stroom en wordt uitgedrukt in watt (W) of kilowatt

$1 \text{ kW} = 1.000 \text{ W}$ .

## Meer informatie

Wil u meer weten over elektrische of magnetische velden, dan kunt u onder meer terecht bij de volgende onderstaande organisaties:

### Nederlandstalig:

De Nederlandse Gezondheidsraad:  
[www.gezondheidsraad.nl](http://www.gezondheidsraad.nl)

Ministerie van Volksgezondheid Ruimtelijke  
Ordering en Milieu:  
[www.minvrom.nl](http://www.minvrom.nl)

RIVM:  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

Belgian Bio Electro Magnetic Group:  
[www.bbemg.ulg.ac.be](http://www.bbemg.ulg.ac.be)

### Engelstalig:

The International Commission for Non-Ionizing  
Radiation Protection (ICNIRP):  
[www.icnirp.org](http://www.icnirp.org)

De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO):  
[www.who.int](http://www.who.int), onder 'Health topics,  
Electromagnetic fields'

The National Radiological Protection Board (NRPB):  
[www.nrpb.org](http://www.nrpb.org)

Raad van de Europese Unie (REU):  
<http://ec.europa.eu/health>, onder 'Health &  
Environment, Electromagnetic fields'



**TenneT TSO B.V.**

Utrechtseweg 310  
6812 AR Arnhem  
Postbus 718  
6800 AS Arnhem

Telefoon 026 373 11 11  
Fax 026 373 11 12  
E-mail [servicecentrum@tennet.org](mailto:servicecentrum@tennet.org)  
Internet [www.tennet.org](http://www.tennet.org)

Arnhem, december 2008

