



## Hoe kan je de intensiteit van elektrische en magnetische velden in een woning verminderen?

Document opgesteld door de Belgian BioElectroMagnetics Group (BBEMG)

Heel wat mensen stellen ons die vraag. Hun ongerustheid kan verband houden met een transformator, een hoogspanningslijn of -kabel, een omvormer van een fotovoltaïsche installatie of minder frequent, het gebruik van een elektrisch apparaat. Al deze toestellen en apparaten hebben gemeen dat ze allen elektrische en magnetische velden van 50 Hz genereren.

Dar een elektrisch veld gemakkelijk verzwakt door obstakels (bomen, muren van huizen ...) spreken we hier hoofdzakelijk over het magnetisch veld.

→ **Op basis van de kenmerken van magnetische velden zullen we bekijken wat mogelijk is om onze dagelijkse blootstelling te beperken.**

In het kort:

1. Een kabel waardoor geen stroom circuleert, genereert geen magnetisch veld.
2. Zich enkele tientallen centimeters verwijderen van elektrische apparaten en enkele meters van hoogspanningsleidingen volstaat om de blootstelling al aanzienlijk te verminderen.
3. De configuratie van de kabels maakt het mogelijk om de blootstelling te verminderen.
4. Er bestaan technische oplossingen om de velden te beperken. Die moeten echter heel zorgvuldig worden geplaatst en zijn niet altijd even doeltreffend. Bovendien gaat het vaak om erg dure materialen.

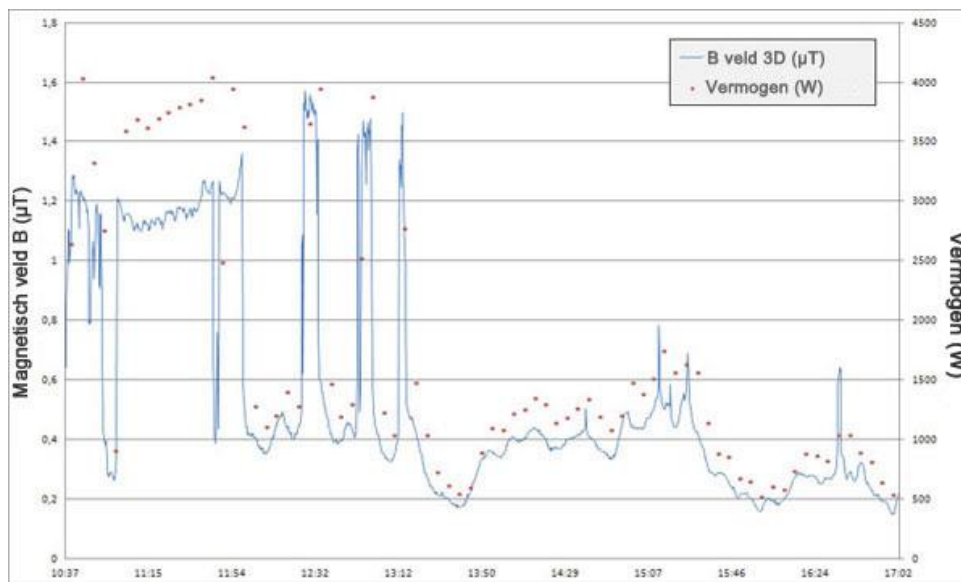
Een meting is vaak nuttig om de waarde van de velden te kennen.

### Kenmerken van magnetische velden van 50 Hz

- 1 **Eerste kenmerk:** De sterkte van een magnetisch veld is evenredig met de sterkte van de stroom die circuleert

De sterkte van het magnetisch veld gemeten in de buurt van een elektrisch apparaat is afhankelijk van de sterkte van de stroom die er circuleert (of het vermogen, wat evenredig is met de stroom). Dit geldt ook in de omgeving van een schakelkast, een transformator, een hoogspanningsleiding...

Onderstaande grafiek toont het verband tussen het gegenereerde vermogen (rode punten op de grafiek) en de intensiteit van het magnetisch veld (blauwe curve) in de omgeving van een omvormer van een fotovoltaïsche installatie (figuur 1). De variaties van het magnetisch veld zijn weergegeven tussen 10u37 en 17u02 (sensor op 50 cm van de omvormer). Vermits de panelen op het oosten zijn gericht, worden de hoogste waarden's ochtends gemeten. De schommelingen houden verband met de verminderde elektriciteitsproductie (zie "rode punten") wanneer wolken voor de zon schuiven.



Figuur 1 - Variaties in de intensiteit van het magnetisch veld (Veld B in  $\mu\text{T}$ , registratie om de 16 seconden) en ogenblikkelijke vermogen (in W, registratie om de 5 minuten) in functie van de tijd

### Het eerste kenmerk in de praktijk:

Een kabel waardoor geen stroom circuleert, genereert geen magnetisch veld.

## 2 Tweede kenmerk: De sterkte van het magnetisch veld neemt af met de afstand

Een gemeenschappelijk kenmerk van velden is dat hun sterkte afneemt naarmate de afstand tot de bron toeneemt.

We hebben bijvoorbeeld metingen uitgevoerd in de buurt van wekkerradio's: met de sensor tegen de wekker geplaatst werden, afhankelijk van het model, waarden van **15 tot 25  $\mu\text{T}$**  gemeten. Op meer dan 30 cm was dit al minder dan **0,4  $\mu\text{T}$** .

Ter hoogte van de hoogspanningsleidingen stelden de onderzoekers vast dat het magnetisch veld minder dan 0,4  $\mu\text{T}$  bedroeg vanaf 9 m van een 70 kV-leiding bij een lage belasting, en vanaf 36 m wanneer de belasting maximaal is. In de praktijk varieert het op het net getransporteerde vermogen in de loop van de dag. Gemiddeld liggen de waarden op 15 m van 70 kV-leidingen onder de drempel van 0,4  $\mu\text{T}$ .

### Het tweede kenmerk in de praktijk:

Zich enkele tientallen centimeters verwijderen van elektrische apparaten en enkele meters van hoogspanningsleidingen volstaat al om de blootstelling aanzienlijk te verminderen.

**Opmerking:** Hoe kan men de grote verschillen verklaren tussen de magnetische velden gemeten in de buurt van wekkerradio's?

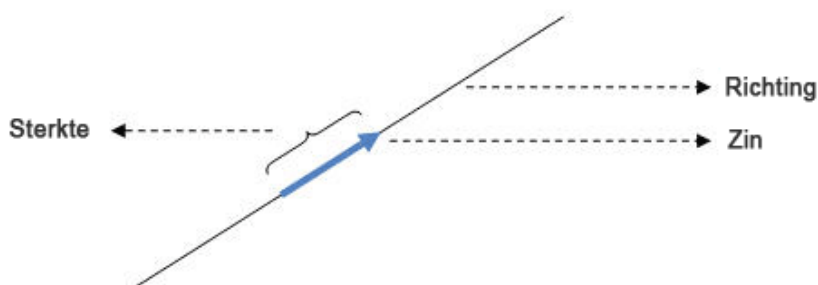
↳ Het vermogen van het toestel speelt, zoals bij het eerste kenmerk, een grote rol voor de sterkte van de in nabijheid gemeten magnetische velden. Hoe verklaren we dan de verschillen in veldsterkte bij gelijke vermogens? Hier kunnen meerdere variabelen een rol spelen, zoals de interne structuur van de toestellen. Bij bepaalde toestellen bevindt de transformator zich namelijk in de wekkerradio, terwijl die zich bij andere toestellen ter hoogte van de stekker bevindt. De stroom die in de transformator circuleert, genereert krachtige magnetische velden. Normaal gezien zijn de magnetische velden omsloten in de binnenin de transformator (dat is zo bij de grote transformatoren die zich in de hoogspanningsstations en de distributiecabines bevinden). Dit komt doordat de transformator kern bestaat uit magnetische platen; kleine transformatoren voor huishoudelijk gebruik zijn echter geoptimaliseerd om licht te zijn en vertonen daarom grote lekken.

De plaatsing van de kabels en onderdelen in het toestel, wikkelingen... spelen ook een rol in de gemeten waarden. Dit is wat nu zullen zien.

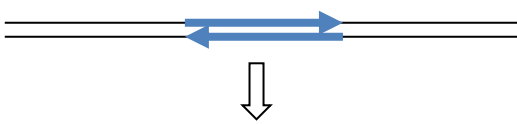
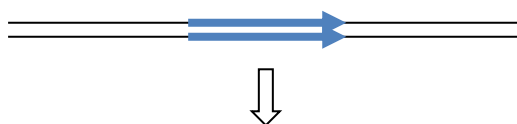
### 3 Derde kenmerk: Het magnetisch veld is vectorieel

De uitleg is misschien wat technisch, maar het toont hoe de lay-out van kabels bij toestellen een rol kan spelen in de reductie van velden en hoe dit kenmerk kan worden gebruikt om de blootstelling te verminderen.

"Vectorieel" betekent dat het veld een richting, een sterkte en een zin heeft. Schematisch wordt dit dan:



We bekijken twee bijzondere gevallen:

<p>a. De velden hebben dezelfde sterkte en een quasi identieke richting, maar een <b>teggengestelde zin</b></p>  <p>Het resulterende veld is nagenoeg nul</p>	<p>b. De velden hebben dezelfde sterkte, een quasi identieke richting en <b>dezelfde zin</b></p>  <p>Het resulterende veld is nagenoeg verdubbeld</p>
--	---

Figuur 2 – Sterkte van het magnetisch veld in functie van de zin

De positionering van kabels is dus belangrijk om de blootstelling te verminderen.

Bij magnetische velden gegenereerd door een bovengrondse of ondergrondse leidingen gaat bijzondere aandacht naar de plaatsing van de geleiders (minimale afstand, de plaatsing van de ene kabel ten opzichte van de andere ...) om de intensiteit van de velden te verminderen. Het is technisch echter onmogelijk om nulwaarden te bereiken; dat is vooral het geval voor de kabels die uitkomen op een hoogspanningstransformator: de drie geleiders (in het jargon noemt men dit de "fasegeleiders") zijn van elkaar verwijderd en komen dan uit in de polen van de transformator. Deze tussenafstand heeft tot gevolg dat het magnetisch veld dicht bij de transformator veel groter is. Zoals hoger vermeld is het dus niet de transformator zelf die deze velden genereert maar de kabels die de transformator voeden.

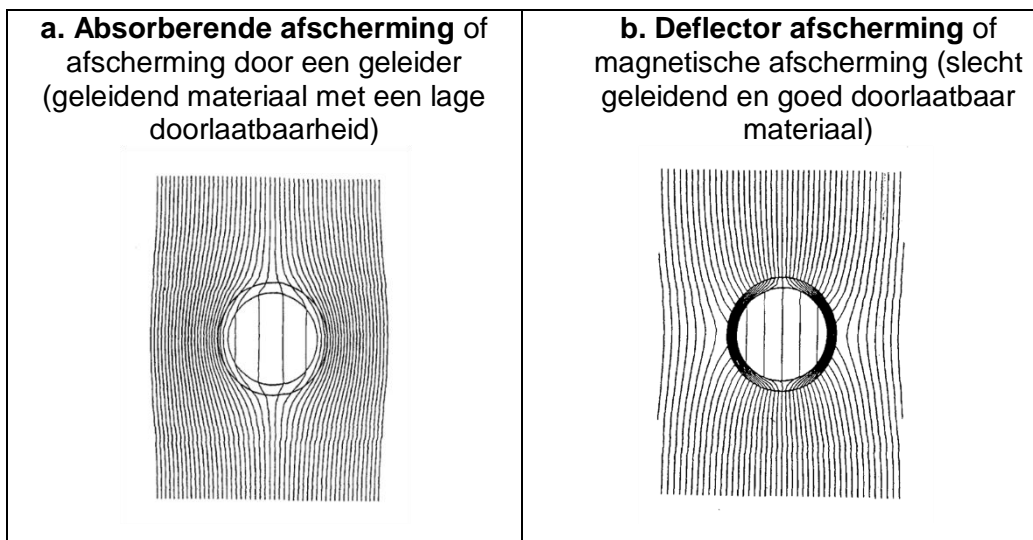
#### Het derde kenmerk in de praktijk:

Op basis van dit kenmerk begrijpen we dat een oordeelkundige schikking van kabels en componenten de mogelijkheid biedt om de sterkte van magnetische velden te verminderen. Een andere oplossing is het compenseren van het veld door een tegenveld te creëren, dit wil zeggen een veld met tegengestelde zin (cf. absorberende afscherming hieronder).

**Opmerking:** Deze oplossingen vragen om de realisatie van technische aanpassingen, bijvoorbeeld in professionele situaties waar werknemers specifiek blootgesteld worden. Aan hun implementatie gaat studie vooraf en de werken moeten heel zorgvuldig worden uitgevoerd.

### En afscherming?

Een eerste kanttekening is noodzakelijk: magnetische velden met een lage frequentie zijn niet gemakkelijk af te schermen. Geen enkele oplossing zal het mogelijk maken om een ondoordringbare barrière te realiseren. Laten we bekijken hoe een magnetisch veld van 50 Hz te verzwakken:



Figuur 3 – Verzwakking van het magnetisch veld in functie van het type afscherming

- **De absorberende afscherming** baseert zich op de principes van de wetten van Faraday en Lenz (zie Elektromagnetisme): wanneer een geleidend materiaal in een variabel magnetisch veld wordt geplaatst, ontstaat hierin een elektrisch veld dat op zijn beurt wervelstromen of "Foucaultstromen" genereert. Deze wervelstromen genereren een magnetisch veld dat ingaat tegen de fluxveranderingen die hun veroorzaakt hebben.

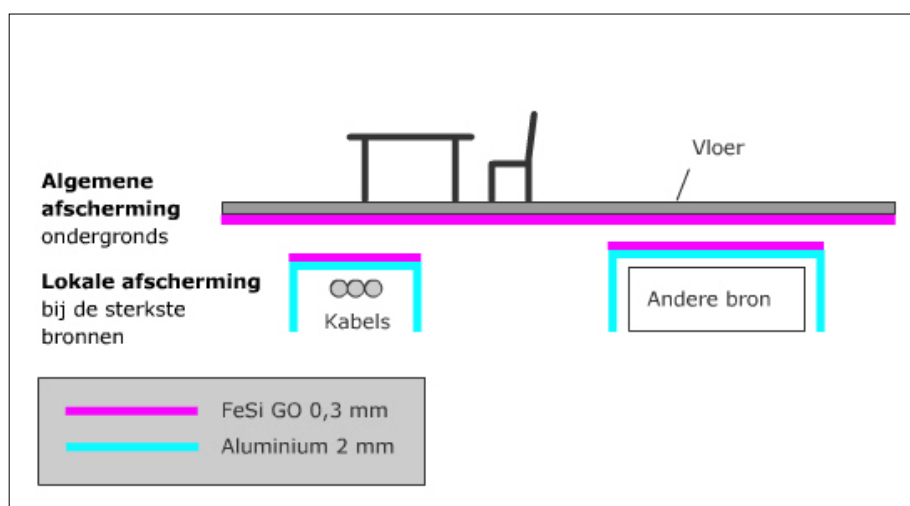
Dit type afscherming vereist het gebruik van geleidende materialen zoals aluminium of koper met de nodige dikte.

Vanwege de verdeling van wervelstromen in het materiaal, is deze afscherming het meest doeltreffend om de loodrechte velden te verzwakken.

- **De deflector afscherming** gebruikt de magnetische eigenschappen van ferromagnetische materialen. Een ferromagnetisch materiaal is een materiaal dat kan magnetiseren wanneer het in een magnetisch veld wordt geplaatst. Men spreekt van de magnetische doorlaatbaarheid van dit materiaal. De materialen met een hoge magnetische doorlaatbaarheid (*vooral 'permalloy' beter bekend onder de commerciële benaming mumetaal of met georiënteerde korrel van siliciumsaat dat wordt gebruikt voor de uitvoering van transformatorplaten*) zijn potentiële kandidaten voor dit soort afscherming.

Het veld wordt gekanaliseerd aan de binnenzijde van het materiaal. Dit is de meest doeltreffende afscherming bij een tangentieel veld.

Om doeltreffend te zijn is het in het algemeen en zeker wat betreft deflector afscherming, noodzakelijk een gesloten afscherming te gebruiken die de bron van het magnetisch veld of de te beschermen zone volledig omsluit. De kwaliteit van de verbindingen tussen de verschillende delen van de afscherming is ook van essentieel belang en het zal soms nodig zijn om absorberende en deflecterende afschermingstechnieken te combineren (Figuur 2).



Figuur 4 - Schema van een afscherming die de absorberende en deflecterende eigenschappen combineert om magnetische velden van een bron die zich bevindt in de kelder van een woning te verzwakken

Technisch gezien bestaan er oplossingen, maar in de praktijk moeten ze erg nauwkeurig worden geïmplementeerd en zijn ze niet altijd doeltreffend. Studies over bestaande materialen hebben zelfs aangetoond dat als een magnetisch veld van 50 Hz enigszins verzwakt wordt, het elektrisch veld van 50 Hz soms versterkt wordt (Leitgeb & Cech, 2007).

Bovendien zijn het vaak ook erg dure materialen of materialen waarvan de implementatie erg kostelijk is (speciale technieken voor het lassen van aluminium).

### Ten slotte...

Dit zijn preventieve maatregelen: in de meeste dagelijkse situaties zijn de velden eerder zwak. Bij een meetcampagne gevoerd door onze onderzoeksgroep tussen 2001 en 2009 toonden onderzoekers aan dat meer dan 95 % van de geteste kinderen blootgesteld werd aan waarden lager dan 0,4  $\mu$ T.

Het is vaak nuttig metingen uit te voeren om de magnetische veldsterkte te bepalen. Bij twijfel is de meest doeltreffende oplossing afstand nemen van de bron of de bron zelf verderop te plaatsen.

### Referenties

Leitgeb N, Cech R. (2007). Electromagnetic shielding mats: facts and fiction. *Radiat Prot Dosimetry*. 123(4):450-6. Epub 2006 Dec 6.

Leitgeb N, Cech R. (2005). Unwirksamkeit von Elektromog- Abschirmmatten. Teil 1: Niederfrequenzbereich [Inefficiency of electrical pollution-shielding mats. 1: low frequency range]. *Biomed Tech (Berl)*. 0(6):181-7.