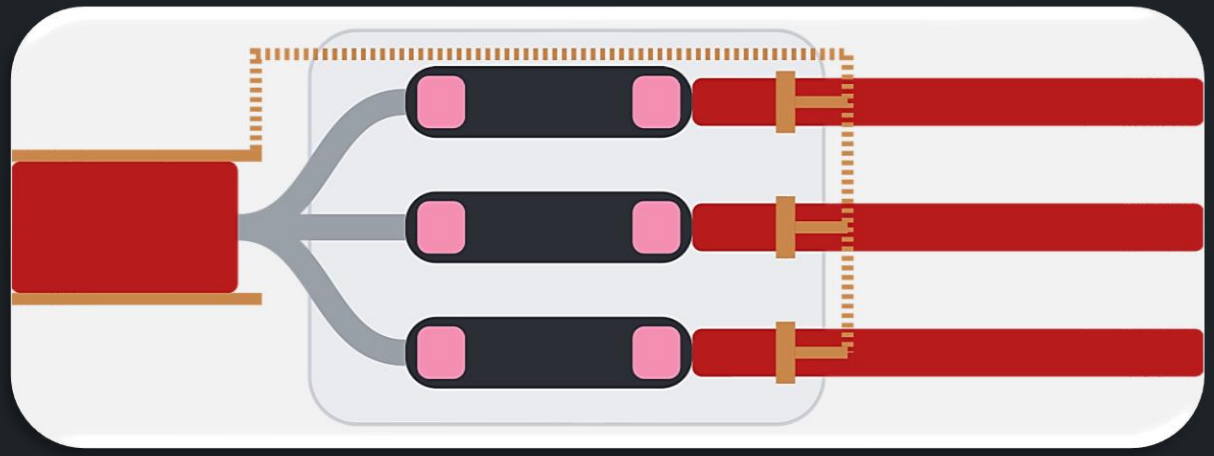
Wijnald Visser
www.lerendoortedoen.nl

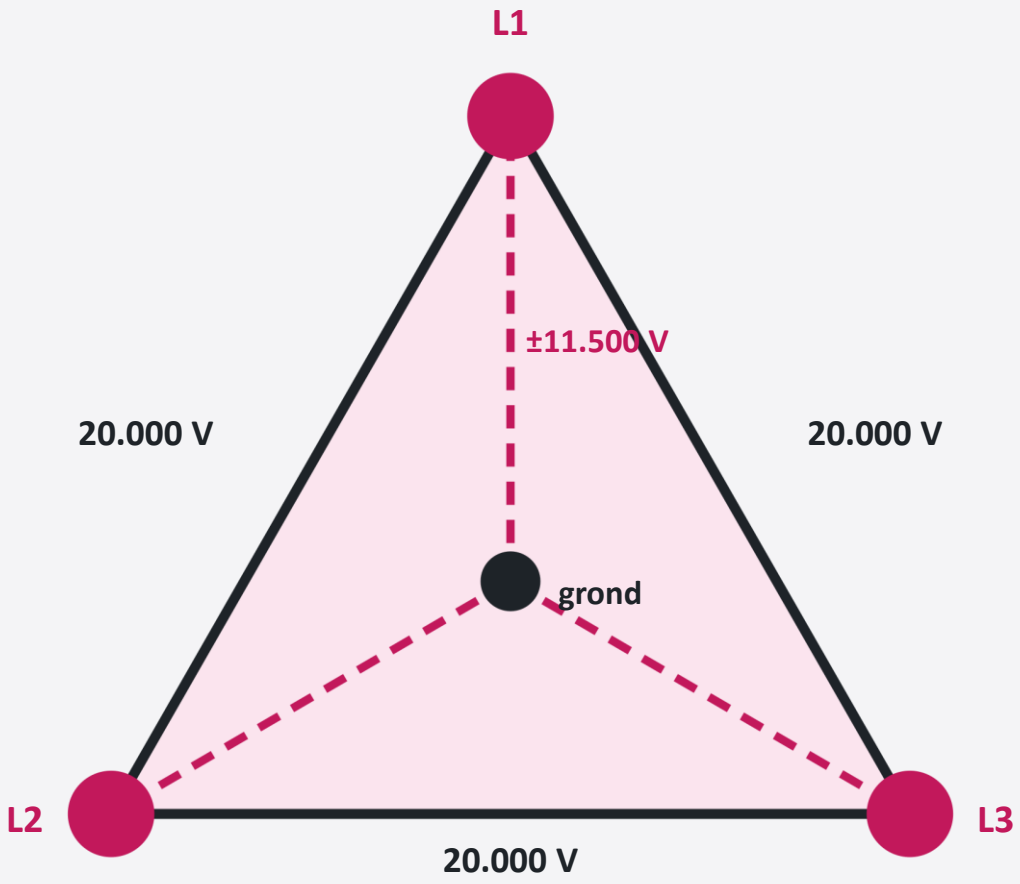
MIDDENSPANNING

Overgangsmof en aardschermen

Hoe het scherm van een 20 kV-kabel werkt, en
hoe je drie losse kabels aansluit op één dikke kabel



Wat betekent 20 kV?



Tussen twee kabels

20.000 volt. Dat is het getal ‘20 kV’.

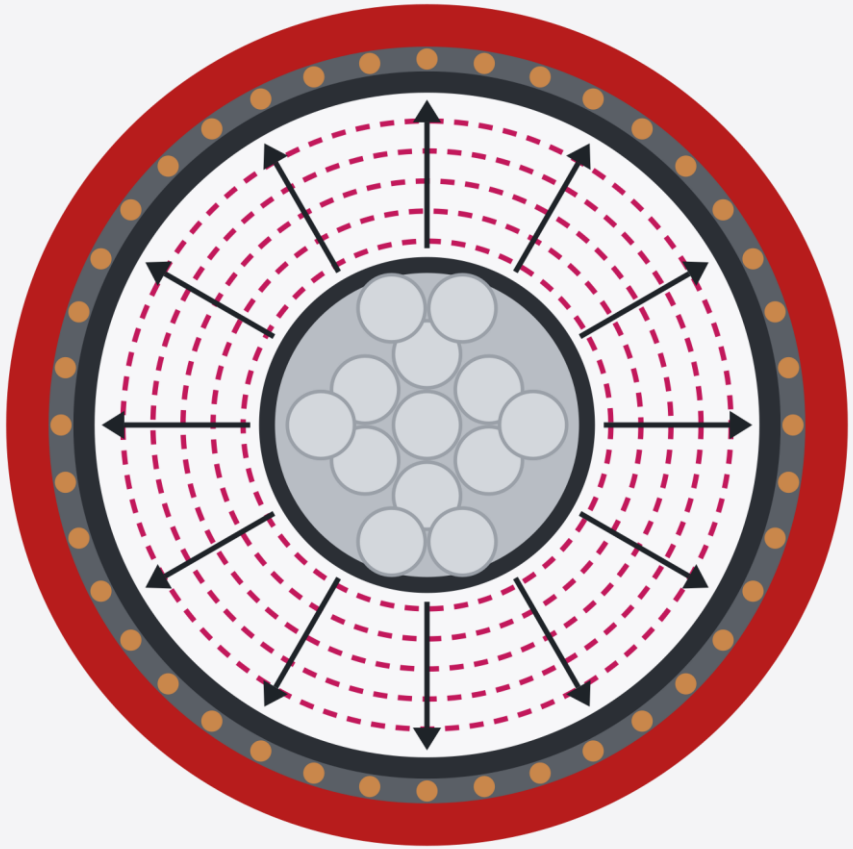
Tussen één kabel en de grond

Ongeveer 11.500 volt.

Daarom ‘12/20 kV’

Dat staat op de kabel: 12 kV naar de grond, 20 kV tussen de kabels.

Zo ziet de kabel eruit



Geleider
Hier gaat de stroom doorheen.

Zwarte binnenlaag
Maakt de geleider mooi glad.

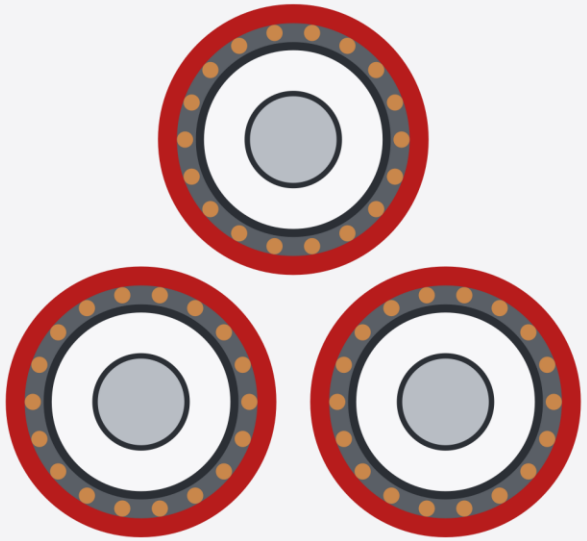
Isolatie (wit)
Houdt de spanning binnen.

Zwarte buitenlaag
Gladde laag om de isolatie.

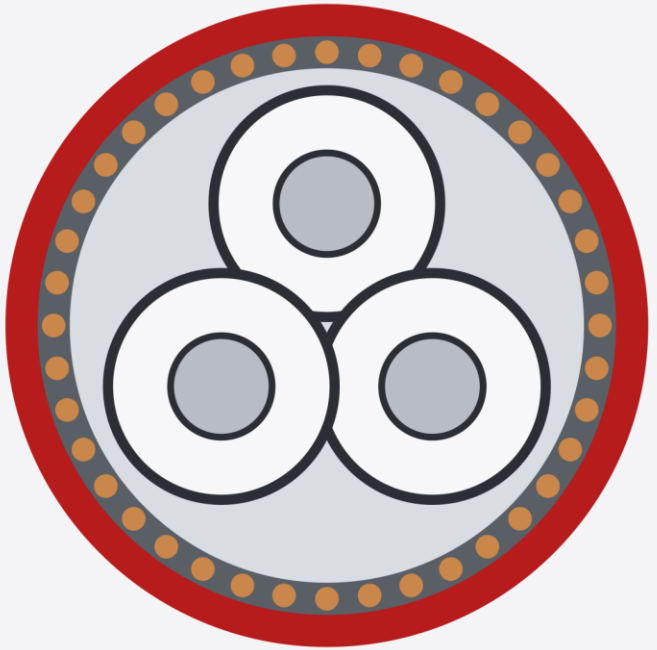
Koperen scherm
Hier gaat deze les over.

Buitenmantel
Beschermt tegen water en schade.

Twee soorten kabel



3×1: drie losse kabels



1×3: één kabel met drie aders

Drie losse kabels

Elke kabel heeft zijn eigen koperen scherm.

Eén dikke kabel

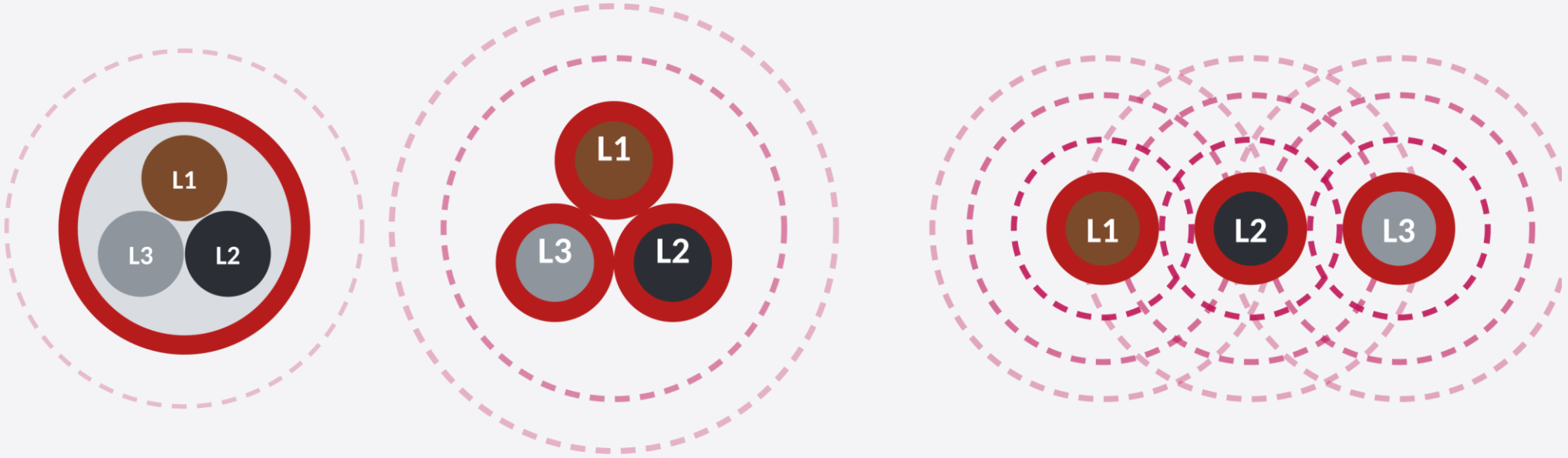
Eén koperen scherm om alle drie de aders heen.

Waarom kies je de ene of de andere?

	Eén dikke kabel (1×3)	Drie losse kabels (3×1)
Warmte	De drie aders maken elkaar warm	Elke kabel koelt zelf af: kan meer stroom aan
Buigen	Zwaar en stijf	Lichter en makkelijker te buigen
Magneetveld	Bijna geen	Wel, maar klein als je ze tegen elkaar legt
Trekken	Eén kabel	Drie kabels, in een driehoek
Kapot?	De hele dikke kabel moet open	Alleen de kapotte kabel

In de praktijk: onderweg vaak een dikke kabel, bij de installatie losse kabels. Daartussen zit de overgangsmof.

Stroom maakt een magneetveld



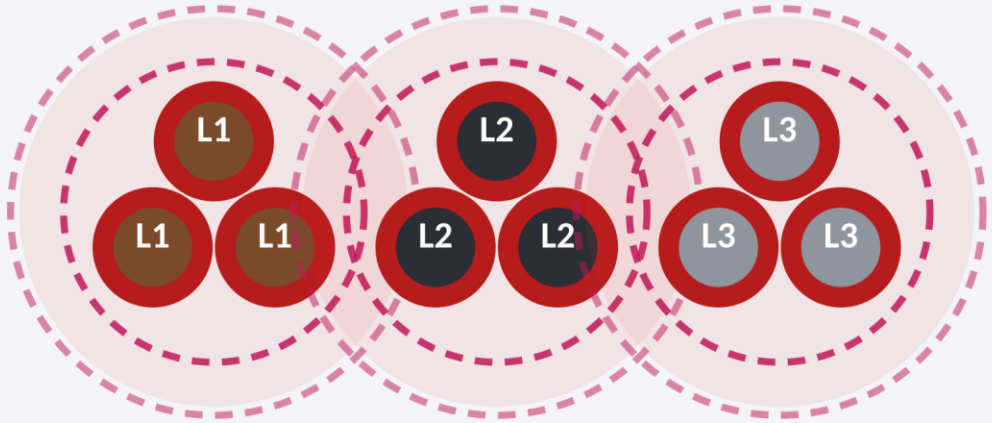
Dikke kabel: bijna geen veld

Tegen elkaar: klein veld

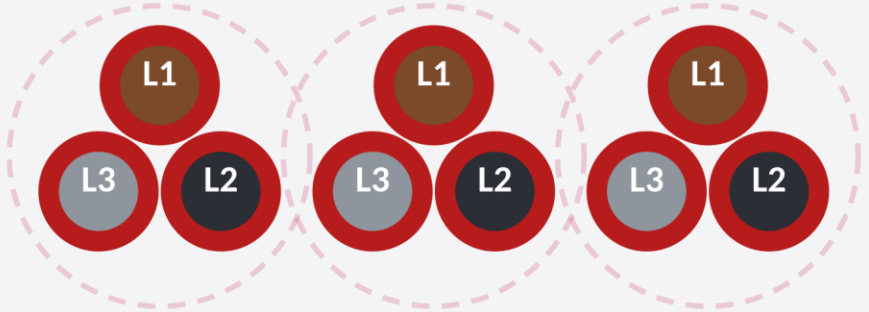
Uit elkaar: groot veld

GOED Leg drie losse kabels altijd tegen elkaar aan, in een driehoek.

Meer kabels per fase: hoe leg je ze?



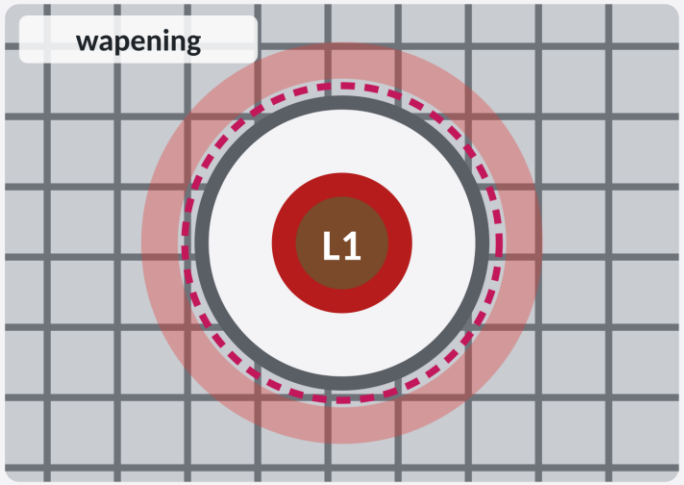
L1 bij L1, L2 bij L2, L3 bij L3



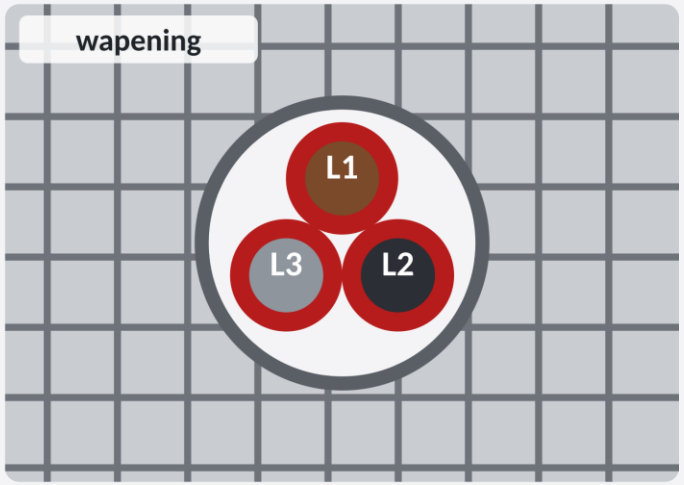
Steeds L1-L2-L3 samen

NIET GOED	Alle L1 bij elkaar: groot magneetveld, kabels en ijzer worden warm.
GOED	Steeds een groepje L1-L2-L3: velden heffen elkaar op.

Eén fase door ijzer: de muurdoorvoer



Eén fase door het gat



Drie fasen samen

Net als een inductieplaat

Het magneetveld maakt het ijzer rond één fase warm.

Oplossing

Alle drie de fasen samen door hetzelfde gat.

Of

Een doorvoer van kunststof, aluminium of RVS.

NIET GOED Nooit één fase alleen door ijzer: geen wapening, stalen plaat, buis of beugel eromheen.

Wat gebeurt er met de muur?

1. IJzer wordt warm

Door het magneetveld van één fase.

2. Beton droogt uit

Beton kan niet tegen lang warm zijn.

3. Beton scheurt

Er komen barstjes in de muur.

4. IJzer gaat roesten

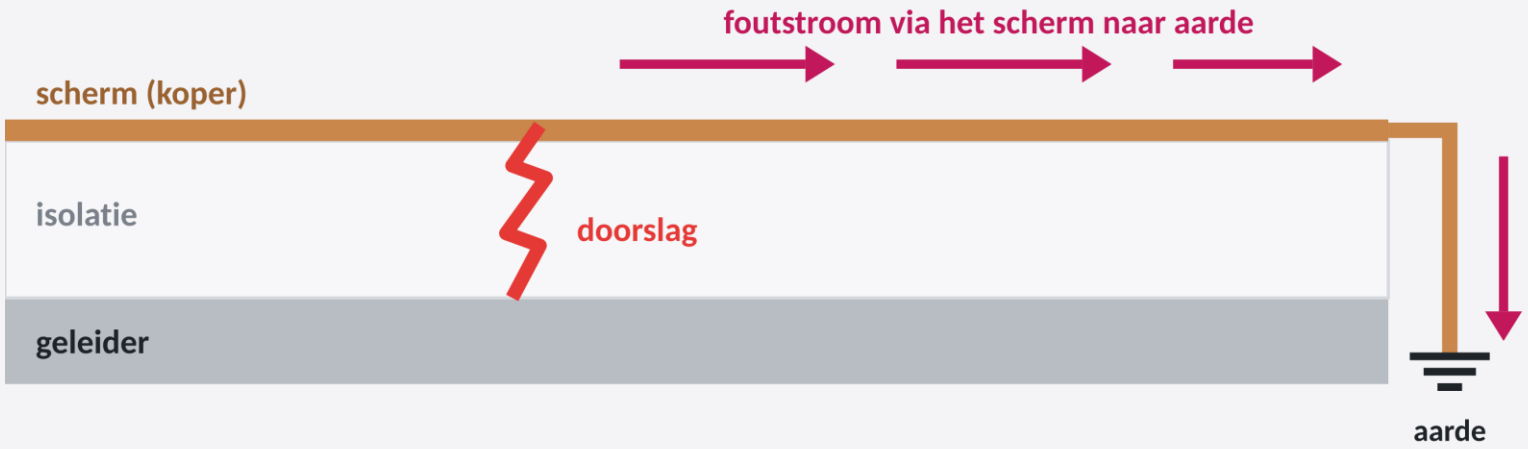
Door de barstjes komt water bij het ijzer.

Wat niet klopt

‘Het magneetveld maakt het ijzer zelf slecht.’ Daar is geen bewijs voor. Het probleem is de warmte.

GOED Voorkom het: alle drie de fasen samen door één gat, of een doorvoer zonder ijzer.

Wat doet het koperen scherm?



Normaal

Het scherm houdt de spanning binnen de kabel.

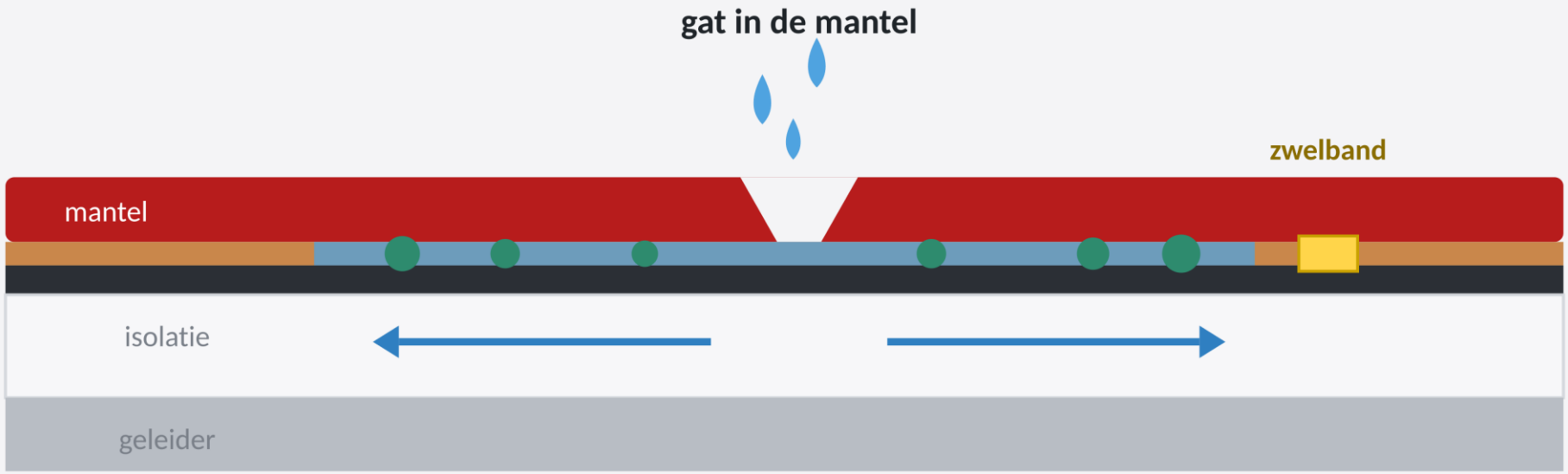
Bij kapotte kabel

Het scherm vangt de stroom op en brengt die naar de aarde. De beveiliging schakelt af.

GOED Het scherm moet overal goed vastzitten, ook in elke mof en eindsluiting.

NIET GOED Een scherm dat nergens aan de aarde zit, kan gevaarlijke spanning hebben.

Water in het scherm



water loopt langs het koperen scherm, ook meters ver

groen = het koper gaat kapot (corrosie)

Klein gat, groot probleem

Water loopt langs het scherm de kabel in.

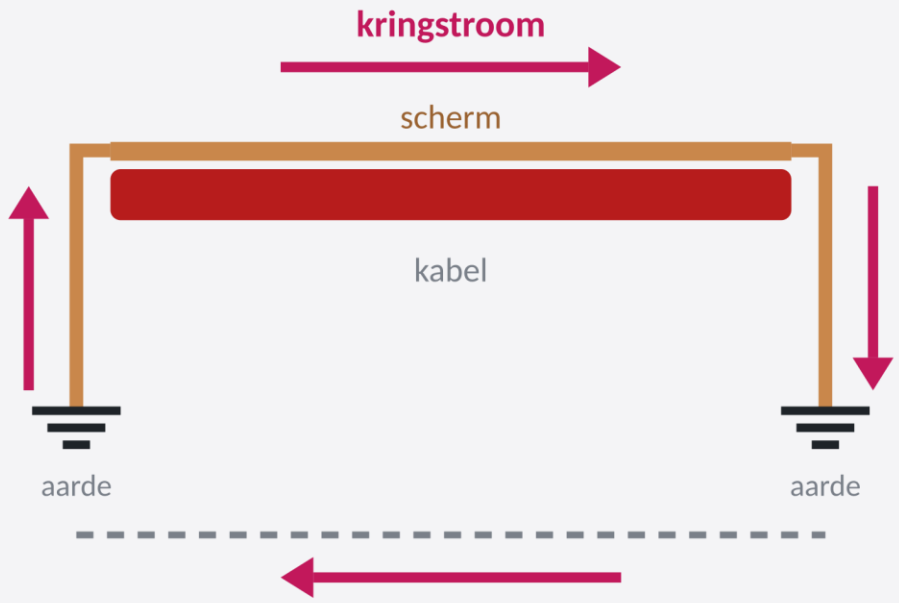
Koper gaat kapot

Het scherm wordt groen en dun, en breekt.

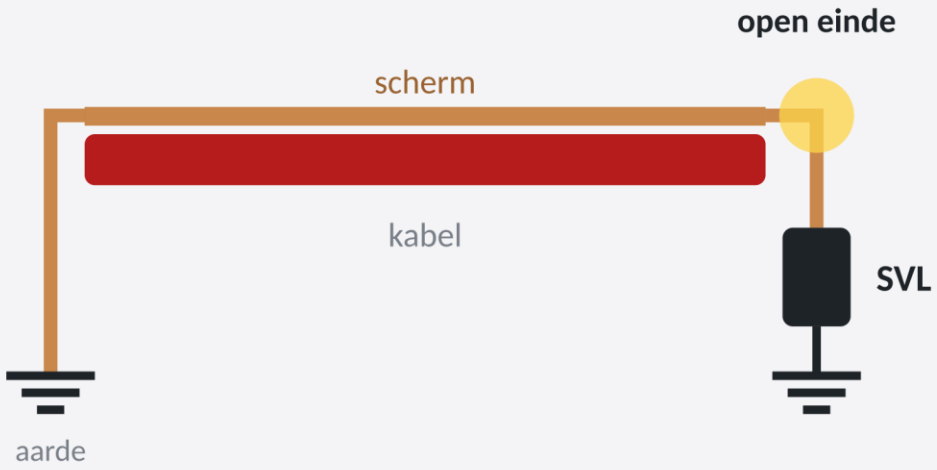
Zwelband

Zwelt op als het nat wordt en houdt water tegen.

Wat is een kringstroom?



Twee kanten aan de aarde: rondje → kringstroom



Eén kant aan de aarde: geen rondje

Waar komt hij vandaan?

De stroom in de kabel maakt in het scherm ook een stroompje. Net als bij een trafo.

Wanneer loopt hij?

Alleen als het scherm aan twee kanten aan de aarde zit. Dan is er een rondje.

Willen we een kringstroom?

Nee. Een kringstroom is verspilde stroom en maakt de kabel warm.

Klein: geen probleem

Dikke kabel met drie aders, of drie losse kabels strak tegen elkaar. De kringstroom is dan heel klein.

Groot: wél een probleem

Losse kabels met heel veel stroom, bijvoorbeeld de kabels naar een grote trafo.

GOED Klein → scherm aan twee kanten vast. Dat is in het gewone net bijna altijd zo.

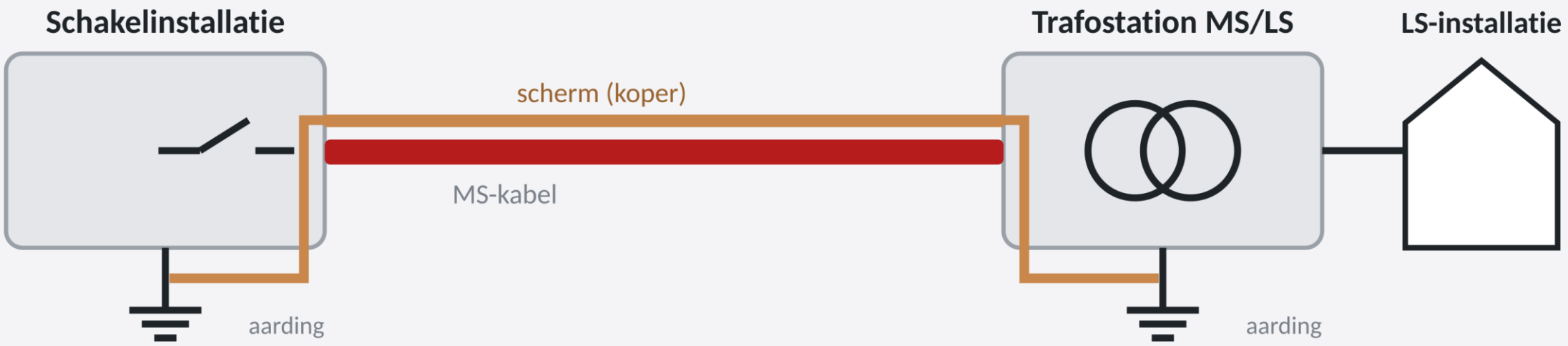
GOED Groot → scherm aan één kant vast. Dat bepaalt de ontwerper, niet de monteur.

Eén of twee kanten aan de aarde: het verschil

	Twee kanten aan de aarde	Eén kant aan de aarde
Kringstroom?	Ja, maar meestal heel klein	Nee
Spanning op het scherm?	Nee	Ja, op het losse eind
Extra nodig?	Niets	Vaak een SVL op het losse eind
Waar?	Het gewone net: bijna altijd	Losse kabels met veel stroom, en eilandnetten

NIET GOED Nooit zelf een aardverbinding van het scherm weghalen of erbij maken. Volg de tekening.

Het voorbeeld voor de volgende dia's



Schakelinstallatie

Hier komt de kabel vandaan.

MS-kabel

De stroomdraad (rood) met het koperen scherm.

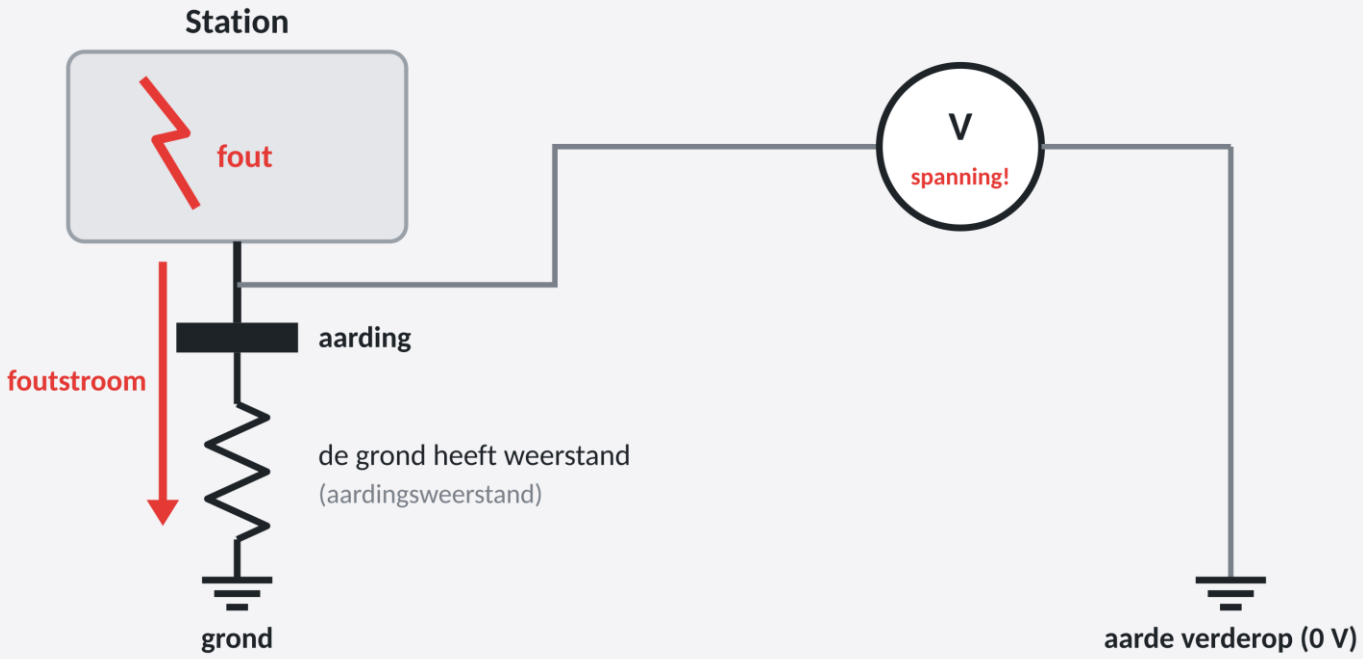
Trafostation

De trafo maakt er 400 volt van.

LS-installatie

Het gebouw achter de trafo.

Stap 1: de aarde komt op spanning



De grond heeft weerstand

Net als een lange kabel.

Bij een fout: veel stroom

De stroom gaat via de aarding de grond in.

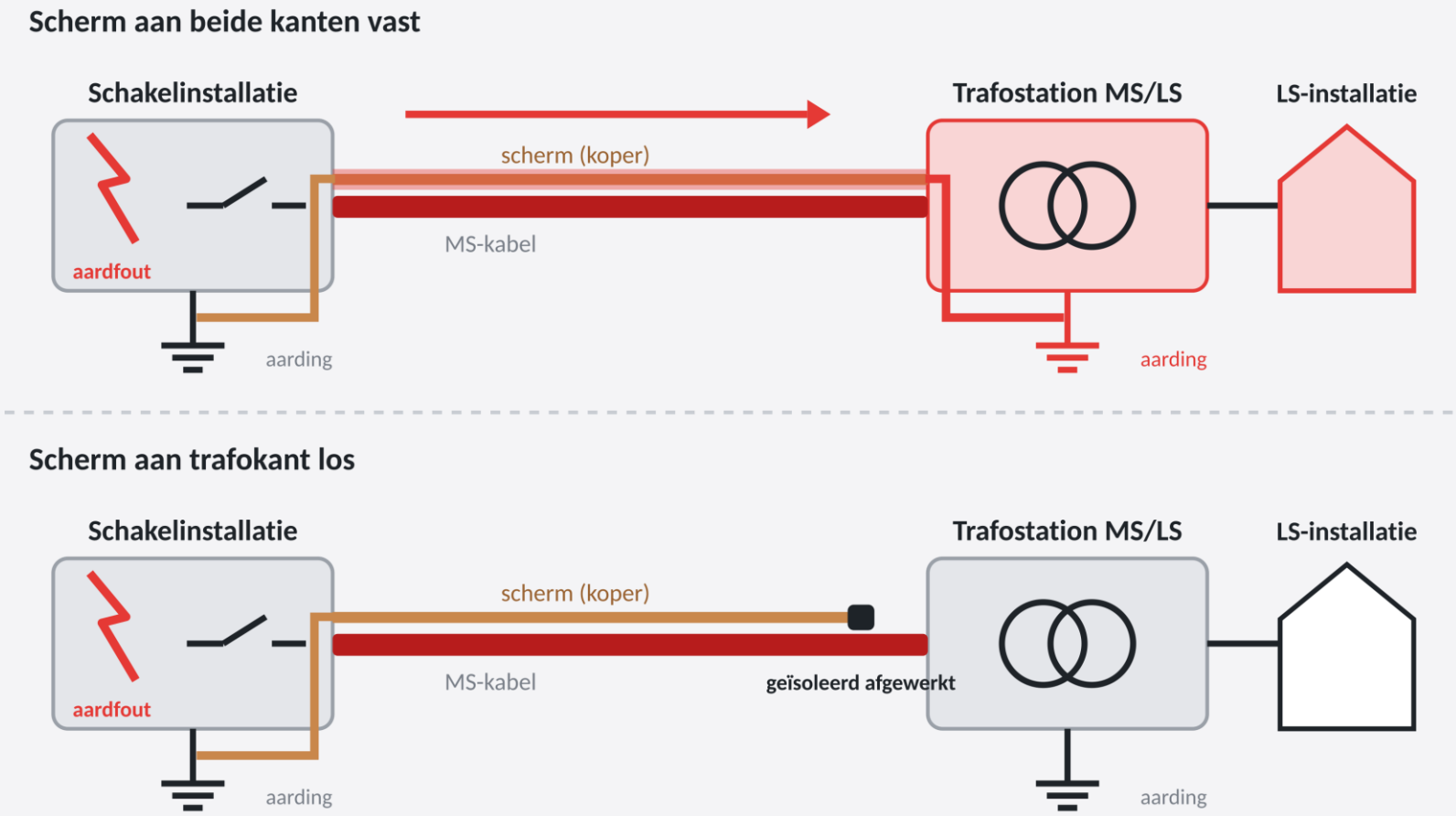
Stroom × weerstand

= spanning op de aarding.

Rekenvoorbeeld

1000 A × 0,5 Ω = **500 V** op de aarding, zolang de fout duurt.

Stap 2: het scherm neemt die spanning mee



Twee kanten vast

De spanning gaat mee naar de trafo en het gebouw (rood).

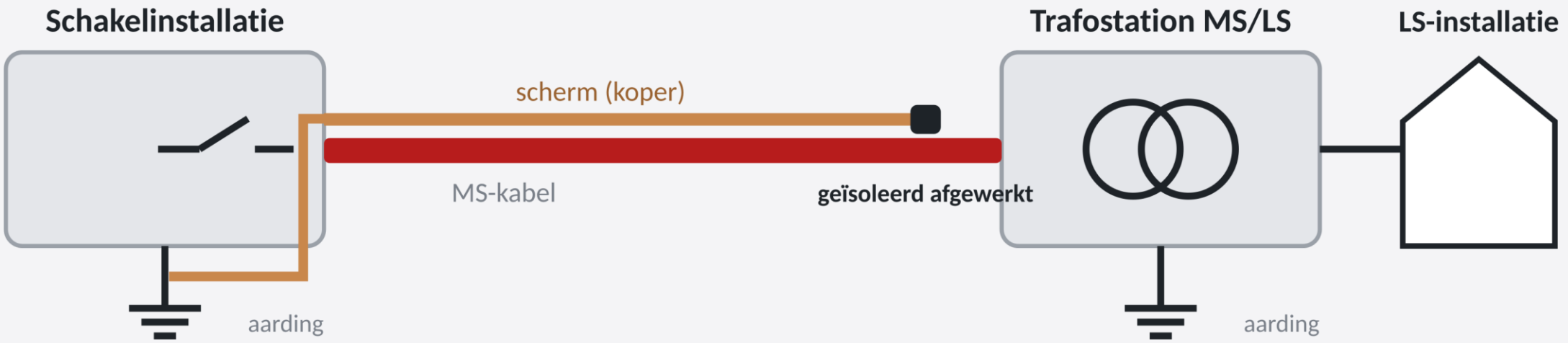
Trafokant los

De trafo en het gebouw blijven veilig.

Wie beslist?

Het ontwerp. Volg de tekening.

Eigen net (eilandnet): scherm bij de trafo los



Schakelinstallatie

Scherm vast aan de aarde.

Bij de trafo

Scherm los, netjes geïsoleerd.

Let op

Het losse eind kan spanning hebben. Niet aanraken.

Waarom?

Zo blijven de twee aardes gescheiden.

De SVL: veiligheidsklep voor het scherm



Wat is het?

Een veiligheidsklep voor het scherm, op het losse eind.

Normaal

Doet niets. Er loopt geen stroom.

Bij te hoge spanning

Laat de spanning weglopen naar de aarde. Daarna weer dicht.

NIET GOED Een los schermeinde nooit aanraken: er kan spanning op staan.

Voordat je begint: veilig werken

1	2	3	4	5
Vrijschakelen	**Beveiligen tegen inschakelen**	**Spanningsloos vaststellen**	**Aarden en kortsluiten**	**Afschermen wat in bedrijf blijft**

De vijf vitale eisen (NEN-EN 50110-1; voor MS uitgewerkt in NEN 3840 en de BEI BHS)

Uit is niet leeg

Een uitgeschakelde MS-kabel houdt nog lading vast, net als een condensator. Eerst aarden.

Kabel ernaast in bedrijf

Die kan via het magneetveld spanning op jouw kabel zetten. Aarding laten zitten.

Los schermeinde

Kan spanning hebben. Niet aanraken zonder te aarden.

GOED Pas aanraken na aarden. De aarding blijft zitten zolang je werkt.

De overgangsmof: wat moet hij doen?



1

Aders verbinden

L1 op L1, L2 op L2, L3 op L3.

2

Isolatie maken

Over elke verbinding een moflichaam met veldsturing.

3

Scherm doorverbinden

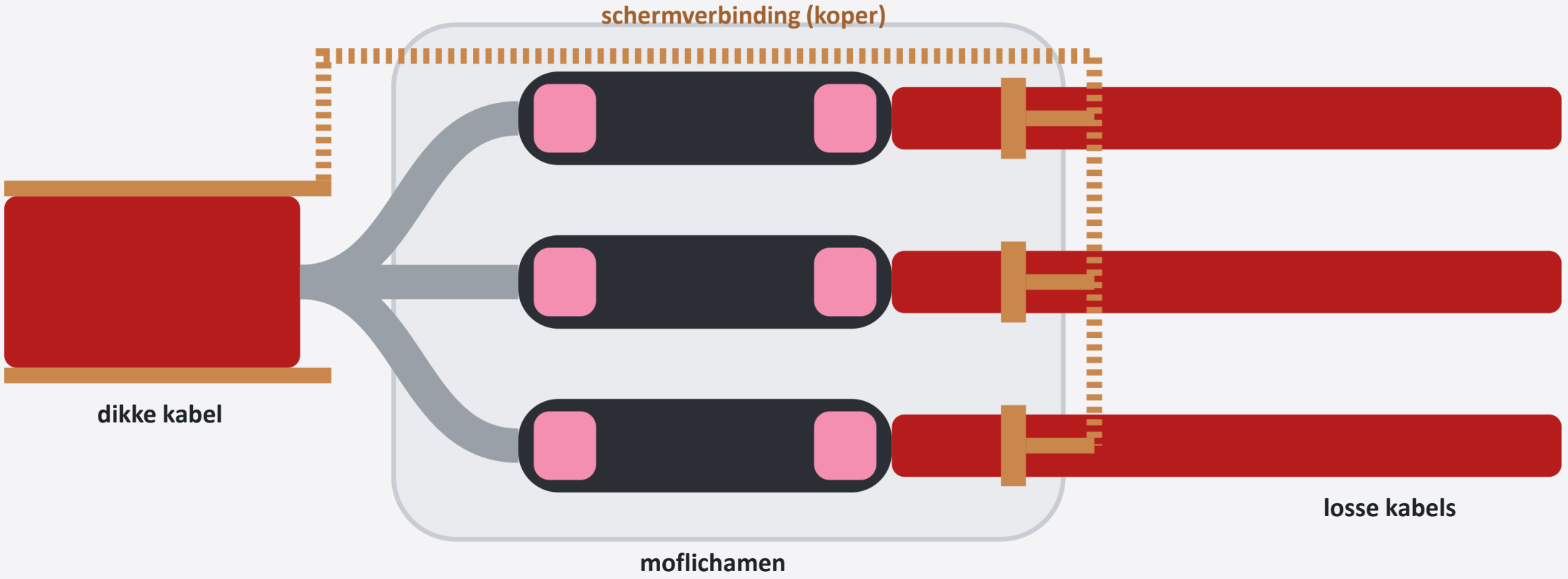
Het scherm van de dikke kabel aan de drie schermen van de losse kabels.

4

Dicht en stevig

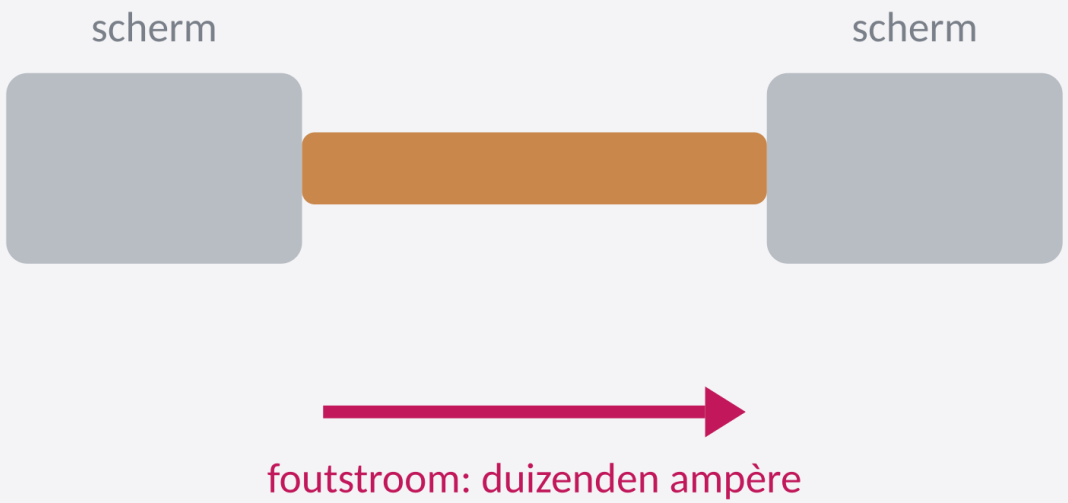
Waterdicht afwerken volgens voorschrift.

Zo zit hij in elkaar

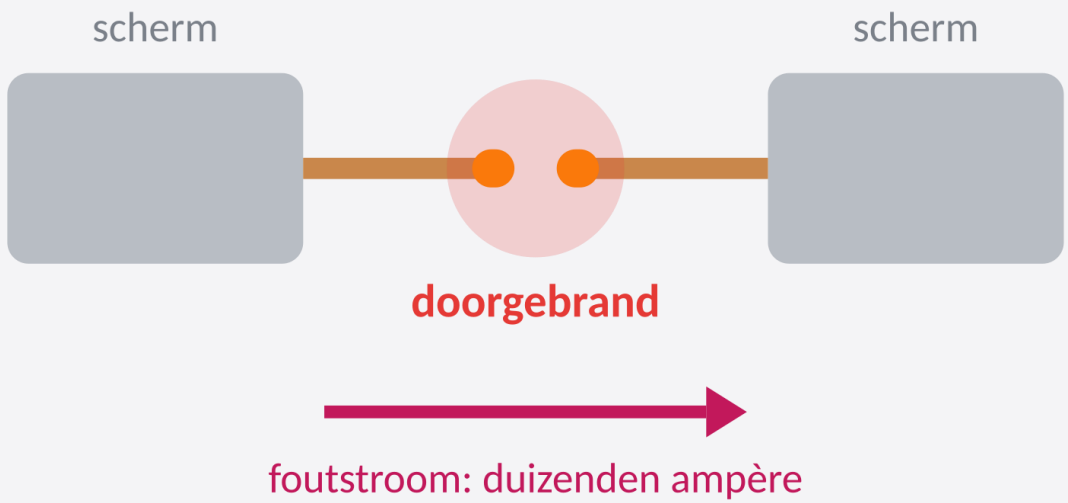


GOED Het scherm loopt zonder onderbreking door, van de dikke kabel naar alle drie de losse kabels.

De schermverbinding moet dik genoeg zijn



Dik genoeg: houdt het



Te dun: brandt door, net als een zekering

GOED	Gebruik de schermverbinding en klemmen uit de set, in de maat van de handleiding.
NIET GOED	Geen los stukje draad ‘dat nog in de bus lag’. Te dun = doorbranden bij een fout.

De buitenkant van de moflichamen



De regel

De buitenkant van elk moflichaam moet aan de aarde liggen.

Hoe?

Verschilt per merk: met vlechtwerk of op een andere manier.

Dus

Volg de handleiding van precies deze mof.

NIET GOED Vlechtwerk of verbinding weglaten: de mof gaat na verloop van tijd kapot.

Waar let je op?

Juiste fase

L1 op L1, L2 op L2, L3 op L3. Eerst uitkleuren.

Scherm goed vast

Stevig, dik genoeg, uit de set. Niets weglaten.

Geen scherpe puntjes

Draadjes van het scherm netjes wegwerken.

Buitenkant moflichamen

Aan de aarde, zoals de handleiding zegt.

Waterdicht

Water in de mof maakt hem op termijn kapot.

Handleiding

Elke mof is anders. Volg de handleiding.

Na de montage: meten

De mof is klaar. Vóórdat de verbinding in bedrijf gaat, wordt hij beproefd.

Alles kunststof (XLPE)

Spanningsproef met de VLF-bron en een manteltest. Een PD-meting kan een slecht gemonteerde mof vinden.

Met papierkabel (gemengd)

Alleen een spanningsproef, met 2 × U0. Geen manteltest.

ONTHOUD Zie de lessen VLF en spanningsproef, PD-meting en mantelfout.

ONTHOUD Welke metingen precies: dat staat in de werkwijze van het bedrijf.

SAMENVATTING

De belangrijkste punten

- Leg drie losse kabels altijd tegen elkaar, in een driehoek
- Nooit één fase alleen door ijzer: het ijzer wordt warm, net als op een inductieplaat
- Het koperen scherm houdt de spanning binnen en brengt bij een fout de stroom naar de aarde
- Kringstroom willen we niet. Meestal is hij klein: scherm aan twee kanten vast
- Soms zit het scherm aan één kant los. Dat losse eind kan spanning hebben
- Of het scherm vast of los moet, bepaalt het ontwerp: volg de tekening
- Pas aanraken na aarden: een uitgeschakelde kabel kan nog lading hebben
- In de overgangsmof loopt het scherm zonder onderbreking door, met een dikke verbinding