



UNIVERSITEIT GENT
CAMPUS KORTRIJK

MOBIELE OPSLAG ALS HET NET VAN DE TOEKOMST

ELEKTRISCHE VOERTUIGEN, SYNONIEM VOOR MOBIELE BATTERIJ OF EXTRA
BELASTING VAN HET NET? – CASESTUDY OP RESIDENTIËLE INSTALLATIES

PROGRAMMA

13u15	Ontvangst
13u30	Inleidende sessie omtrent elektrische voertuigen en laadinfrastructuur
14u15	Profielanalyse van residentiële installaties en elektrische voertuigen
14u45	De rol van de digitale meter en tariefstructuren
15u15	Pauze
15u30	Dimensioneren van een stationaire vs. mobiele batterij
16u	Praktische integratie van een EV-baterijsysteem in een residentiële installatie Normering en veiligheid
16u30	Afsluitende netwerkreceptie

INHOUDSOPGAVE

- **Stappenplan integratie EV**
- Beveiliging & normering

STAPPENPLAN INTEGRATIE EV

1. Keuze van het elektrisch voertuig
 - Persoonlijke keuze !
 - Wat is de batterijcapaciteit?
 - Wat is het maximaal laadvermogen?
 - Welke laadconnectoren heeft het EV?
2. Wat is het type netaansluiting ?
3. Hoeveel bedraagt het aansluitvermogen ?
4. Keuze laadinfrastructuur
5. Evalueer !
 - Hoeveel bedraagt het maximaal laadvermogen en de laadstroom?
 - Wat is de laadduur?
 - Hoeveel bedraagt het resterende vermogen tijdens een laadbeurt?

STAPPENPLAN INTEGRATIE EV

1. Keuze EV

- Aanschaf van een EV is een persoonlijke keuze!
- Belangrijke gegevens:
 - Hoeveel bedraagt de batterijcapaciteit ?
 - Welke laadmodes ondersteunt het voertuig ?
 - Hoeveel bedraagt het laadvermogen ?
 - Welk type connector heeft het voertuig?

1. Keuze EV
2. Type netaansluiting
3. Aansluitvermogen
4. Keuze laadinfrastructuur
5. Evalueer


<i>Voorbeeld</i>	Nissan Leaf
Batterijcapaciteit	40 kWh
Laadmodes	Mode 2, 3 & 4
Mode 2 (ICCB)	2,3 kW
Mode 3	6,6 kW
Mode 4	50 kW
Connectortype	Type 2, Chademo

STAPPENPLAN INTEGRATIE EV


1. Keuze EV
2. **Type netaansluiting**
3. Aansluitvermogen
4. Keuze laadinfrastructuur
5. Evalueer

2. Type netaansluiting

➤ De woning kan op verschillende manieren een netaansluiting met het laagspanningsnet hebben.

➤ Distributienet 3 x 400 V + N 

- Monofasig laden
- Driefasig laden

➤ Distributienet 3 X 230 V 

- Monofasig laden (sommige laadkabels bij mode 2 laden werken niet)
- ~~Driefasig laden~~ →

Alle driefasige laders verwachten een 3x400V +N aansluiting



Oplossing: via een transformator een geschikt net creëren

Voorbeeld	
Netconnectie	3 x 400 V +N

STAPPENPLAN INTEGRATIE EV

3. Aansluitvermogen

= het maximaal beschikbaar vermogen van de woning.

Monofasige aansluiting: 230 V

$$\text{Vermogen [VA]} = U * I_{max}$$

Typische 40 A aansluiting -> aansluitvermogen = 9200 VA

Driefasige aansluiting: 3*400 + N

$$\text{Vermogen [VA]} = \sqrt{3} * U * I_{max}$$

Typische 25 A aansluiting -> aansluitvermogen = 17 300 VA

Driefasige aansluiting: 3*230 + N

$$\text{Vermogen [VA]} = \sqrt{3} * U * I_{max}$$

Typische 32 A aansluiting -> aansluitvermogen = 12 700 VA

1. Keuze EV
2. Type netaansluiting
- 3. Aansluitvermogen**
4. Keuze laadinfrastructuur
5. Evalueer

Voorbeeld	3x400 +N
Aansluitvermogen	17,3 kVA

STAPPENPLAN INTEGRATIE EV

4. Keuze laadinfrastructuur

- Vele modellen van verschillende leveranciers beschikbaar
- Belangrijke gegevens
 1. Model type
 2. Laadvermogen
 3. Aansluiting met het net (monofasig of driefasig)
 4. Beveiliging ?
 5. Kabel aansluiting: stopcontact of vast kabel



1. Keuze EV
2. Type netaansluiting
3. Aansluitvermogen
- 4. Keuze laadinfrastructuur**
5. Evalueer

	Fasen	Laadstroom (A)	Laadvermogen (kW)
Mode 1	Mono	16	3,7
Mode 2	Mono	10	2,3
	Mono	16	3,7
	Mono	32	7,4
	Mode 3	Tri	16
	Tri	32	22
	Tri	64	43
	Mode 4	x	x
	x	x	150
	x	x	350

Voorbeeld

Driefasig

Laadvermogen

11 kVA

STAPPENPLAN INTEGRATIE EV

5. Evalueer

- **Het Maximaal Laadvermogen** wordt bepaald door de zwakste schakel

Laadvermogen = 6,6 kW (wordt begrensd door het EV)

- **De maximale laadstroom** wordt bepaald

a.d.h.v. het maximaal laadvermogen

$$I_{laad} = \frac{P_{laad}}{\sqrt{3} * U} = 9,53 A$$

- **Indicatie laadtijd**

- Lege -> volle batterij

$$t_{laad} = \frac{E_{laad}}{P_{laad}} = 6 h$$

- 80% -> volle batterij

$$t_{laad} = \frac{E_{laad}}{P_{laad}} = 1,2 h$$

- **Resterend vermogen**

$$P_{res} = P_{net} - P_l = 10,7 kVA$$

1. Keuze EV
2. Type netaansluiting
3. Aansluitvermogen
4. Keuze laadinfrastructuur
- 5. Evalueer**

		Voorbeeld 1
1. EV parameters	Batterijcapaciteit	40 kWh
	Laadmodes	Mode 2, 3 & 4
	Mode 2 (ICCB)	2,3 kW
	Mode 3	6,6 kW
	Mode 4	50 kW
	Connectortype	Type 2, Chademo
2. Type netaansluiting		3 x 400 V +N
3. Netaansluiting	Aansluitvermogen	17,3 kVA
	1polig/3polig	Driefasig
4. Keuze laadinfra	Mode?	Mode 3
	1polig/3polig	Driefasig
	Maximaal laadvermogen	11 kW

INHOUDSOPGAVE

- Stappenplan integratie van een EV
- **Beveiliging & normering**

BEVEILIGING EN NORMERING

Differentieelschakelaar

- = **automatisch** werkende schakelaar die een **elektrische installatie spanningsloos** plaatst wanneer een **verliesstroom** van een bepaalde grootte optreedt .
- = **persoonsbeveiliging** bij elektrische schokken ten gevolge van **onrechtstreekse aanraking**

Test knop



Types

Type differentieel	Gevoelig voor	Normering	Toepassing
AC	1. Wisselstroom		Verboden toe te passen
A	1. Wisselstroom 2. Gelijkstroom met pulsen 3. Zuivere DC-component < 6mA	IEC 61008-1	Standaard
B	1. Wisselstroom 2. Gelijkstroom met pulsen 3. Zuivere DC-component > 6mA	IEC 61008-1 IEC 62423	Wisselstroominstallaties waarin een DC-lekstromen kan voorkomen. (EV laadinfra, omvormers, snelheidsregelaars, UPS,...)

BEVEILIGING EN NORMERING

Oorzaak van de DC foutstroom ?



BEVEILIGING EN NORMERING

Differentieel type A

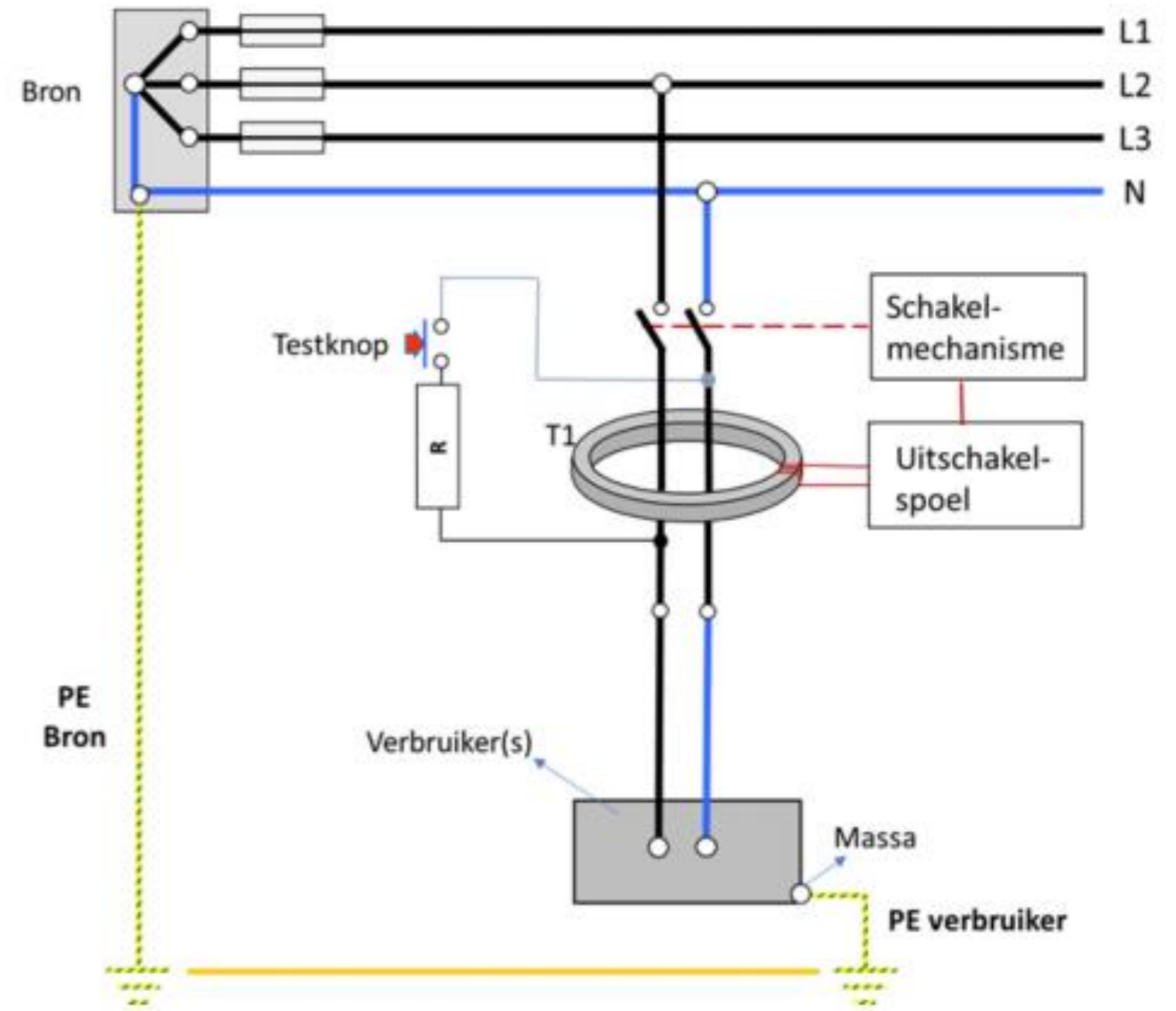
➤ Werkingsprincipe

- Bij foutstroom, som van de stromen door de magnetische kern $\neq 0$
- Magnetische kern magnetiseert en induceert een spanning in de uitgangspoel
- Schakelmechanisme wordt bekrachtigd

➤ De aanspreekstroom bepaalt de gevoeligheid.

➤ Probleemstelling / DC component

- Aanwezigheid DC-component zorgt voor een verzadiging van de magnetische kern
- Eenzelfde verandering in stroom zorgt voor een kleinere verandering in magnetisch veld
- Kans bestaat dat de differentieel niet afschakelt, ook niet bij een tweede isolatiefout



Bron: Volta



DC component van de foutstroom $< 6\text{mA}$



DC component van de foutstroom $> 6\text{mA}$

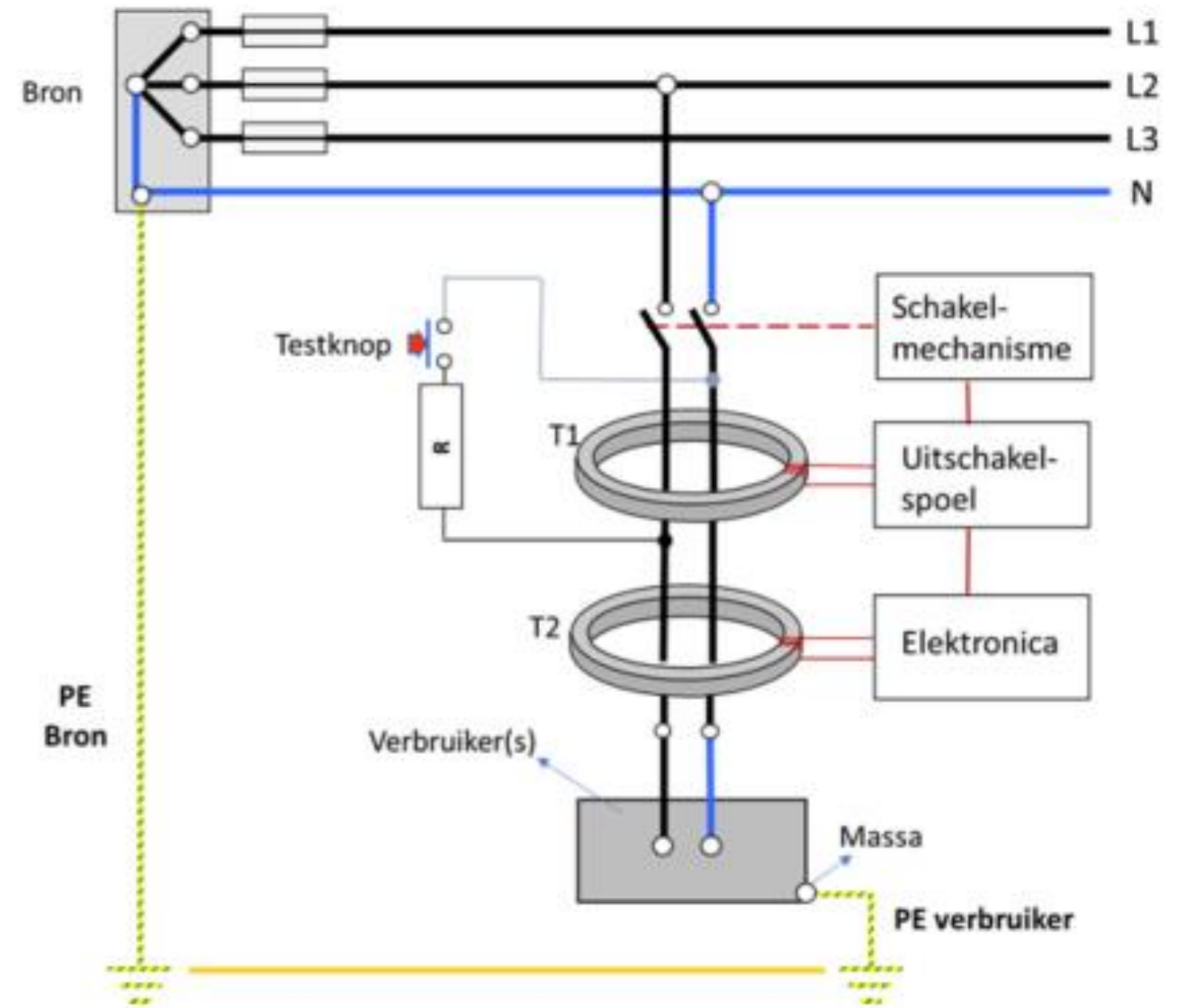
BEVEILIGING EN NORMERING

Differentieel type B

➤ Werkingsprincipe

- Torus 1: detectie van sinusoidale foutstromen (zoals type A differentieel)
- Torus 2: detectie van DC-stromen
 - Permanent alternerende spanning op de wikkeling
 - Deze spanning ondervindt een impedantie
 - Bij DC foutstroom wijzigt de impedantie door verzadiging van de magnetische kern
 - Deze verandering wordt opgemeten door een elektronisch circuit en is zo in staat de DC verliesstroom te meten

➤ De aanspreekstroom bepaalt de gevoeligheid.



Bron: Volta



DC component van de foutstroom < 6mA



DC component van de foutstroom > 6mA

BEVEILIGING EN NORMERING

AREI (Algemeen Reglement op de Elektrische Installatie) = verzameling van voorschriften waaraan Belgische installaties moeten voldoen

➤ Onderafdeling 4.2.4.3.

- Laat meer dan één differentieel toe op de kop van de elektrische installatie
- Gevoeligheid differentieel mag maximaal 300 mA bedragen
- Verzegeling van differentieel door een erkend organisme!

Onderafdeling 4.2.4.3. Bescherming tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking in huishoudelijke lokalen of plaatsen

a. Elektrisch materieel

Het gebruik van elektrische toestellen of elektrisch materieel van de klasse 0 is verboden. De eventuele massa's van elektrisch laagspanningsmaterieel van de klasse I moeten verbonden zijn met de beschermingsgeleider van de voedingsleiding.

Nochtans is het toegelaten in huishoudelijke lokalen en plaatsen de massa's van vaste verlichtingstoestellen van de klasse I, met lamphouders die een beschermingsgraad hebben die kleiner is dan IPXX-B, niet te verbinden met de beschermingsgeleider van de leiding.

b. Bescherming van stroombanen in het algemeen

Ten minste een differentieelstroominrichting met een aanspreekstroom van ten hoogste 300 mA moet in het begin van de installatie aangebracht worden.

Gepaste maatregelen moeten de ongenaakbaarheid van de ingangsklemmen van het beschermingstoestel verzekeren. Het blijvend karakter van deze ongenaakbaarheid moet verwezenlijkt worden door verzegeling uitgevoerd door de persoon die volgens afdeling 6.4.1. belast is met de gelijkvormigheidscontrole voor in-gebruikname.

Indien de spreidingsweerstand van de aardverbinding groter is dan 30Ω , moet deze bescherming aangevuld worden met inrichtingen met grote of zeer grote gevoeligheid, waarvan één voor het geheel van de verlichtingsstroombanen, één voor elke andere stroombaan of groep van stroombanen die ten hoogste 16 enkelvoudige of meervoudige contactdozen bevat. Nochtans worden differentieelstroominrichtingen met een aanspreekstroom van 100 mA toegelaten voor het beschermen van elektrische kookfornuizen, van koelkasten en van diepvriezers.

In het geval van een belangrijke wijziging of belangrijke uitbreiding in een oude huishoudelijke elektrische installatie bedoeld in deel 8, moet de in dit voorschrift vereiste differentieelstroominrichting het geheel van de elektrische installatie beschermen.

Onderafdeling 5.3.5.3. Differentieelstroominrichtingen

a. Keuze van de toestellen

De differentieelstroominrichtingen moeten gekozen en geplaatst worden overeenkomstig de schikkingen van dit Boek. Zij moeten weerstaan aan een kortsluitstroom die overeenstemt met het kortsluitvermogen op de plaats waar ze geïnstalleerd zijn.

De differentieelstroominrichtingen die worden geplaatst in elektrische installaties van huishoudelijke ruimten moeten ten minste van het type A zijn; deze geplaatst aan het begin van de installatie moet een nominale stroomsterkte hebben van ten minste 40 A. In elektrische installaties van huishoudelijke ruimten is het verboden een differentieelstroominrichting van het type A stroomopwaarts te plaatsen van een of meerdere stroomdifferentieelstroominrichtingen die een beschermingsfunctie heeft tegen de fouten met een totale gelijkstroomcomponent van meer dan 6 mA.

BEVEILIGING EN NORMERING

AREI (Algemeen Reglement op de Elektrische Installatie) = verzameling van voorschriften waaraan Belgische installaties moeten voldoen

- Onderafdeling 5.3.5.3
 - Differentieel ten minste type A
 - Hoofddifferentieel, minimale nominale stroom van 40 A (aangepast aan de aansluitautomaat)
 - Stroomopwaartse differentieel mag geen type A zijn, indien er stroomafwaarts een differentieel geplaatst wordt van het type B !
 - Bij aanwezigheid van gelijkstroomcomponenten kunnen enkele maatregelen getroffen worden:
 1. Vermijden van dergelijk elektrisch materiaal
 2. Gebruik van klasse 2 materiaal
 3. Gebruik van een scheidingstransfo
 4. Beschermingstoestel(en) zo opgebouwd dat de werking ervan niet beïnvloed wordt door een DC-lekstroom .
 5. Bij een DC lekstroom > 6mA schakelt een inrichting het toestel in kwestie uit

Onderafdeling 5.3.5.3. Differentieelstroominrichtingen

a. Keuze van de toestellen

De differentieelstroominrichtingen moeten gekozen en geplaatst worden overeenkomstig de schikkingen van dit Boek. Zij moeten weerstaan aan een kortsluitstroom die overeenstemt met het kortsluitvermogen op de plaats waar ze geïnstalleerd zijn.

De differentieelstroominrichtingen die worden geplaatst in elektrische installaties van huishoudelijke ruimten moeten ten minste van het type A zijn; deze geplaatst aan het begin van de installatie moet een nominale stroomsterkte hebben van ten minste 40 A. In elektrische installaties van huishoudelijke ruimten is het verboden een differentieelstroominrichting van het type A stroomopwaarts te plaatsen van een of meerdere stroom-differentieelstroominrichtingen die een beschermingsfunctie heeft tegen de fouten met een totale gelijkstroom-component van meer dan 6 mA.

f. Gevaar van gelijkstroomcomponenten

Wanneer elektrisch materieel oorzaak kan zijn van een dissymmetrische stroom door gelijkstroomcomponenten en het stroomafwaarts geplaatst is van een differentieelstroominrichting moeten maatregelen getroffen worden opdat in geval van een fout met de aarde, de gelijkstroomcomponenten de werking van de beschermings-toestellen niet in die mate kunnen storen dat de veiligheid in het gedrag komt. Dit is het geval voor bepaald elektrisch materieel dat halfgeleiderschakelingen bevat (dioden, thyristoren...).

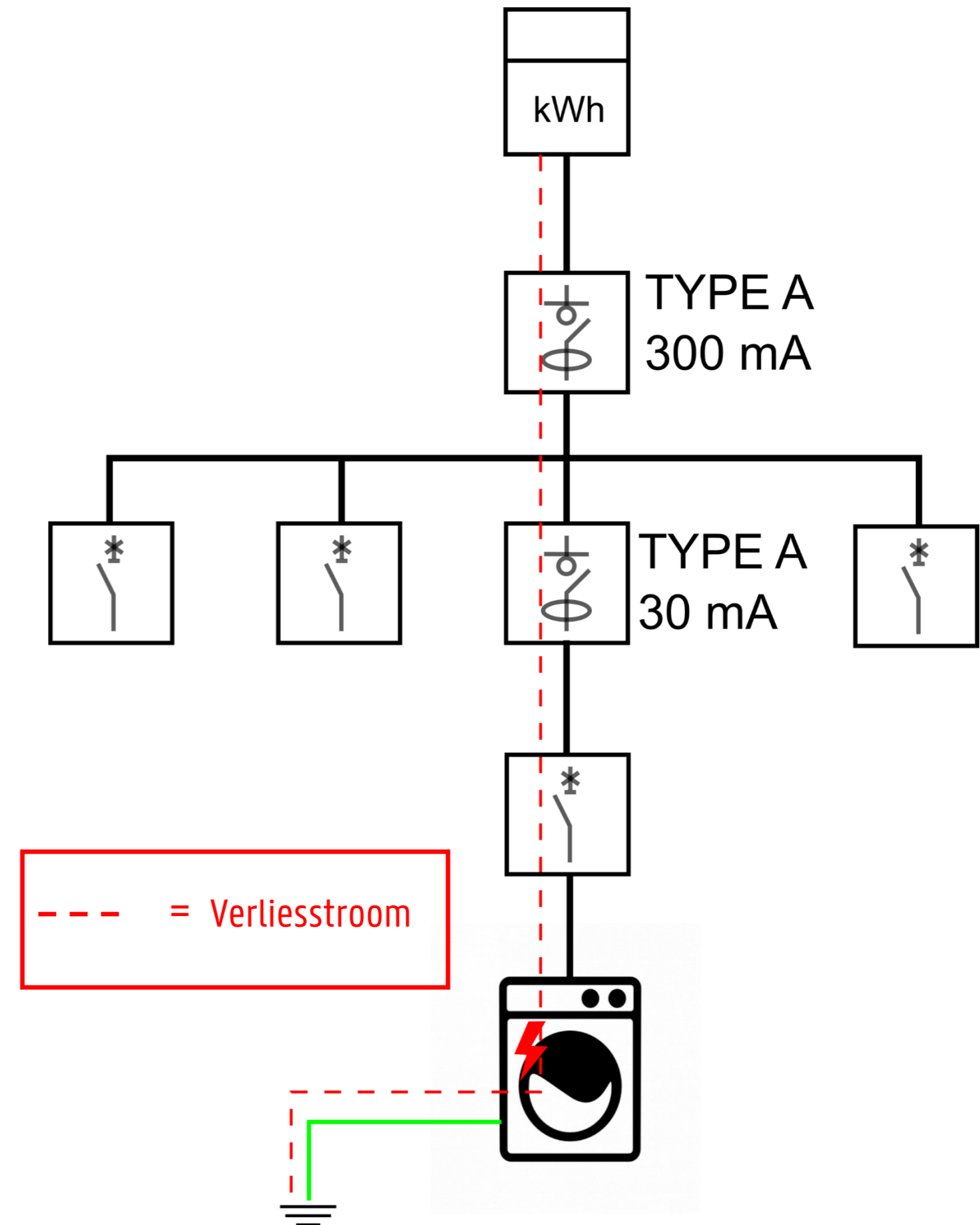
Om zulke storingen te vermijden kan een van volgende schikkingen getroffen worden:

- keuze van elektrisch materieel dat geen gelijkstroom voortbrengt die in staat is de werking van het beschermingstoestel te verstoren; dit is het geval voor toestellen met bediening door reeksalternaties of door symmetrische fasecontrole;
- het elektrisch materieel dat gelijkstroom voortbrengt of gebruikt, wordt uitgevoerd volgens de regels toepasselijk op de klasse II;
- het elektrisch materieel dat gelijkstroom voortbrengt wordt gevoed via een scheidingstransformator;
- het beschermingstoestel is zo gebouwd dat zijn werking niet beïnvloed wordt door gelijkstromen;
- het elektrisch materieel dat gelijkstroom voortbrengt wordt voorzien van of beschermd door een inrichting die het uitschakelt bij het ontstaan van een fout met een gelijkstroomcomponent.

BEVEILIGING EN NORMERING

Typische configuratie van een huishoudelijke installatie

- Energiemeter met aansluitautomaat
- Hoofddifferentieel
 - Type A
 - Maximale gevoeligheid van 300 mA
 - Minimale nominale stroom van 40 A (aangepast aan de aansluitautomaat)
 - Verzegeling door erkend organisme!
 - Minimale kortsluitvastheid van 3 kA
- Vertrek van de kringen is beveiligd met een automaat
- Bijkomende differentieel (vochtige ruimtes)
 - Type A
 - Maximale gevoeligheid van 30 mA
 - Minimale kortsluitvastheid van 3 kA



BEVEILIGING EN NORMERING

IEC 61851-1:2019 = Normering voor het laden van elektrische voertuigen via een geleidende verbinding

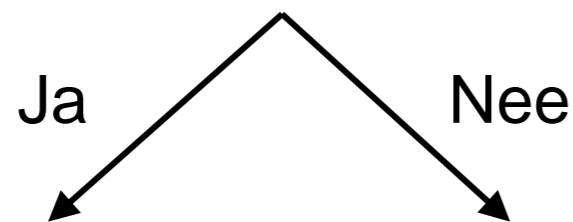
Wat over de differentieelbeveiliging ?

- Differentieel per laadpunt verplicht !
- Bij aanwezigheid DC- lekstroom > 6mA
 - Type B differentieel
 - Type A + toestel die kring onderbreekt
- Locatie van de differentieel
 - Laadpunt, installatie of beide

BEVEILIGING EN NORMERING

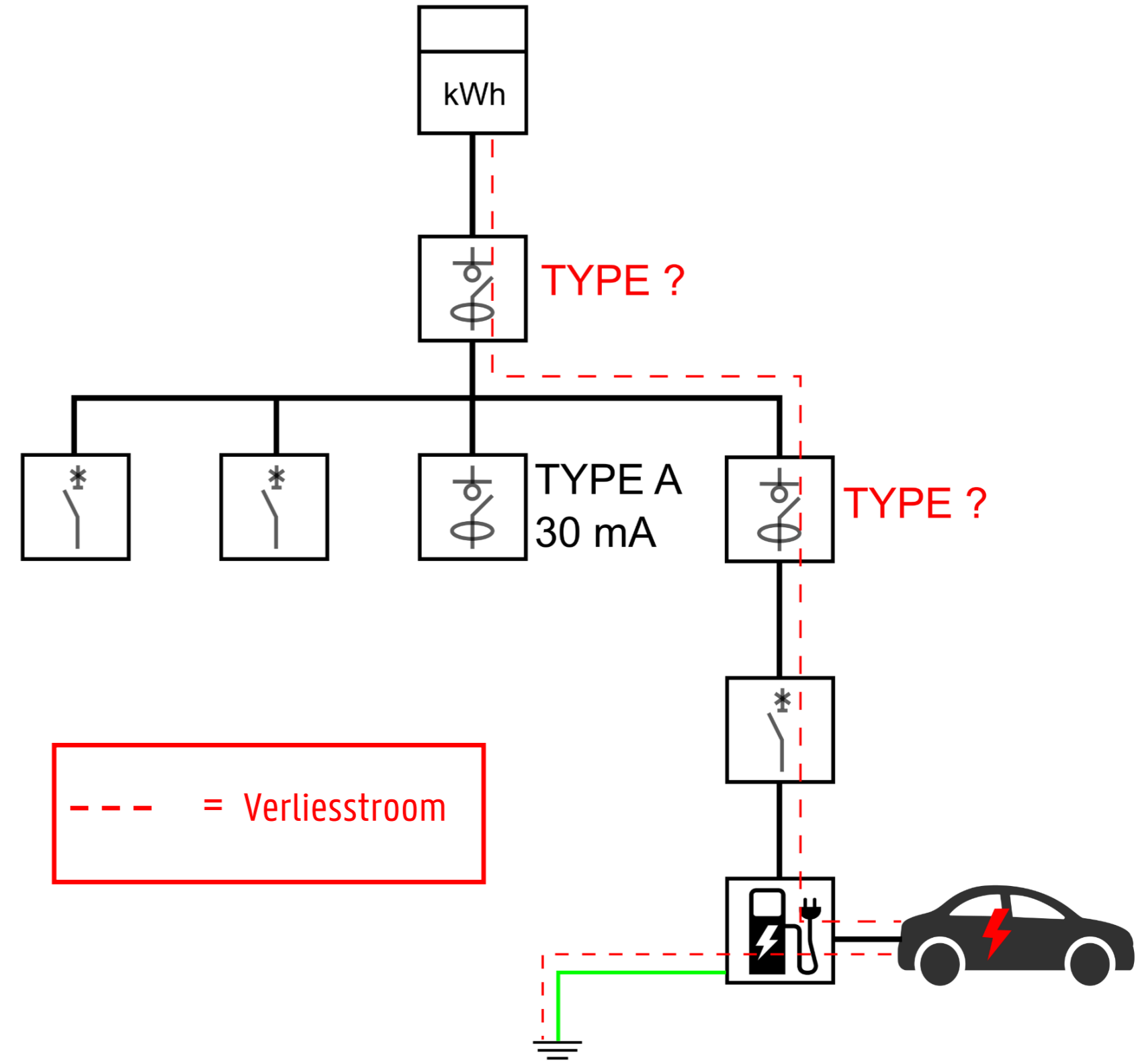
Integratie van een laadpunt voor het elektrisch voertuig

- Aparte kring voor de laadpaal -> **vereist een nieuwe keuring !**
- Differentieel, max gevoeligheid = 30 mA
- Overstroombeveiliging
- DC-verliesstromen mogelijk ? -> **keuze type differentieel**
 - Ja, verliesstroom in de gelijkrichter van de batterijlader!
 - Is er een differentieel aanwezig in het laadpunt ? Beschermst deze tegen verliesstromen > 6 mA DC ?



Er hoeft geen extra differentieel geplaatst te worden.

De differentieelbeveiliging moet opgenomen worden in de elektrische installatie.



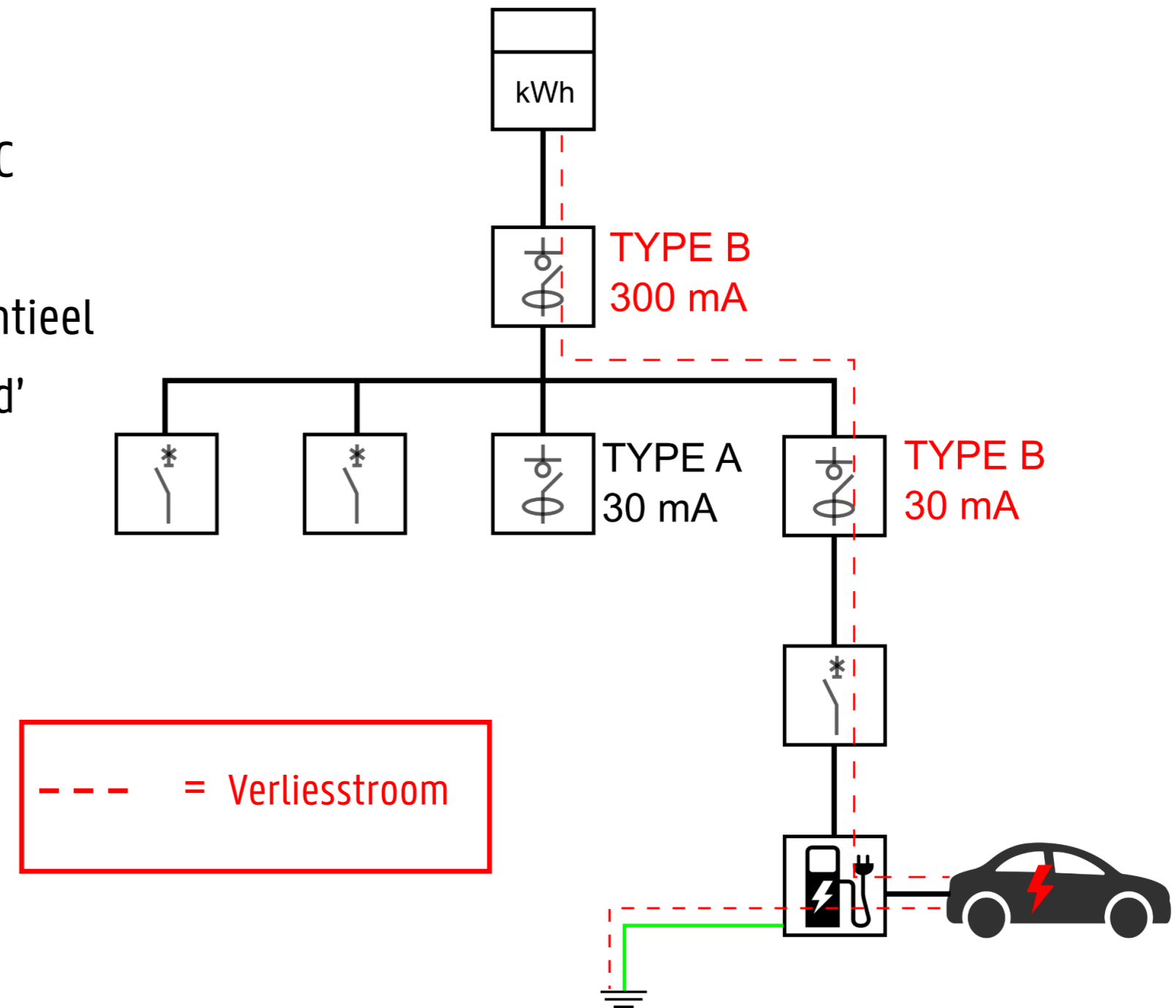
BEVEILIGING EN NORMERING

Integratie van een laadpunt voor het elektrisch voertuig

➤ Oplossing 1: Beide differentieelinrichtingen type B

- Kring met EV differentieel type B (mogelijkheid tot DC foutstromen)
- Foutstroom loopt ook door stroomopwaartse differentieel
- Indien hier een type A geplaatst wordt kan deze 'blind' worden voor andere (AC of DC) foutstromen

↓
Hoofddifferentieel type B
verplicht !

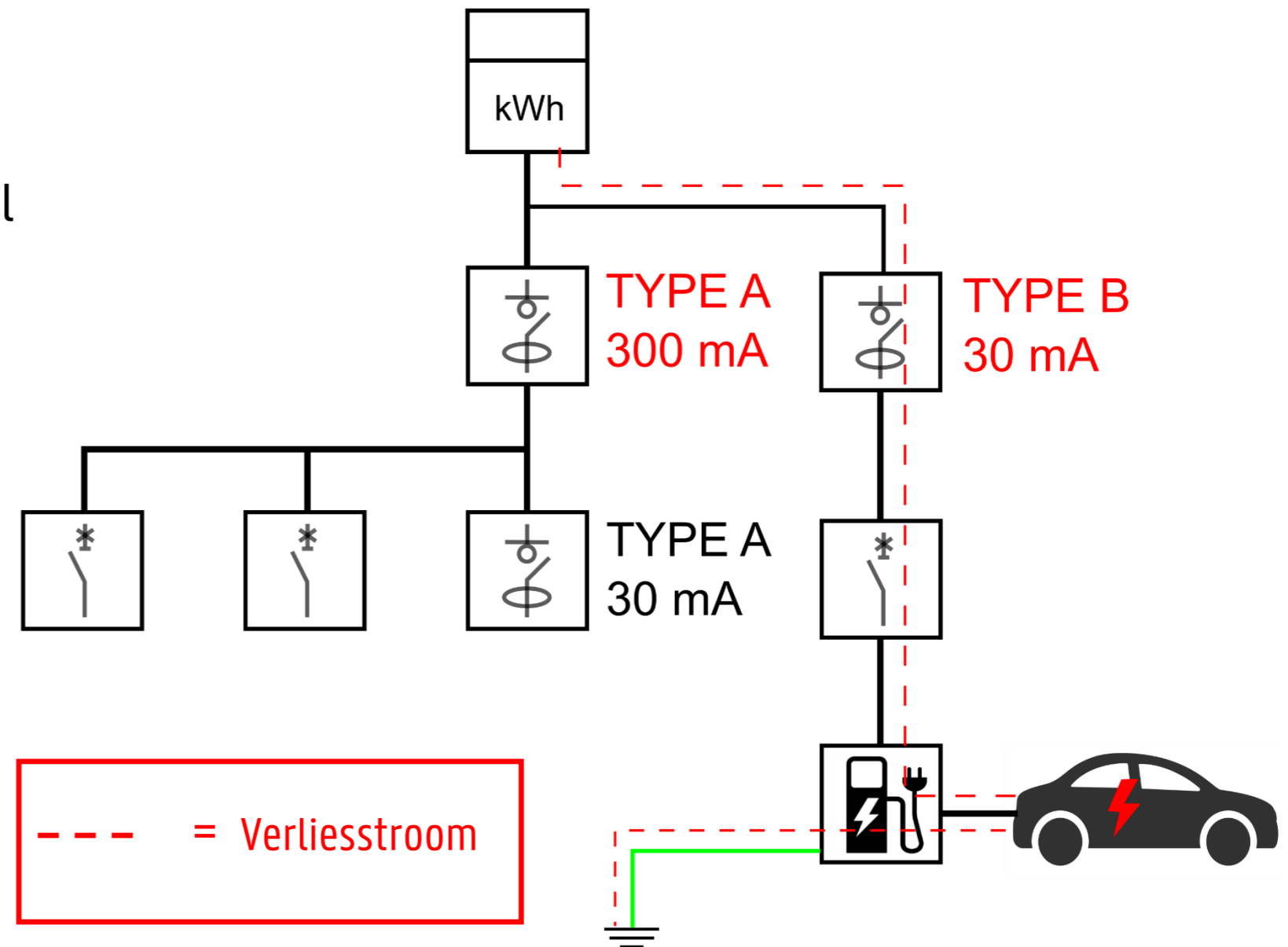


BEVEILIGING EN NORMERING

Integratie van een laadpunt voor het elektrisch voertuig

- **Oplossing 2: twee parallelle hoofddifferentieelinrichtingen**
 - Kring met EV differentieel type B (mogelijkheid tot DC foutstromen)
 - Verzegeling door erkend organisme!
 - Foutstroom loopt NIET door andere differentieel

↓
Differentieel type A moet
niet vervangen worden !



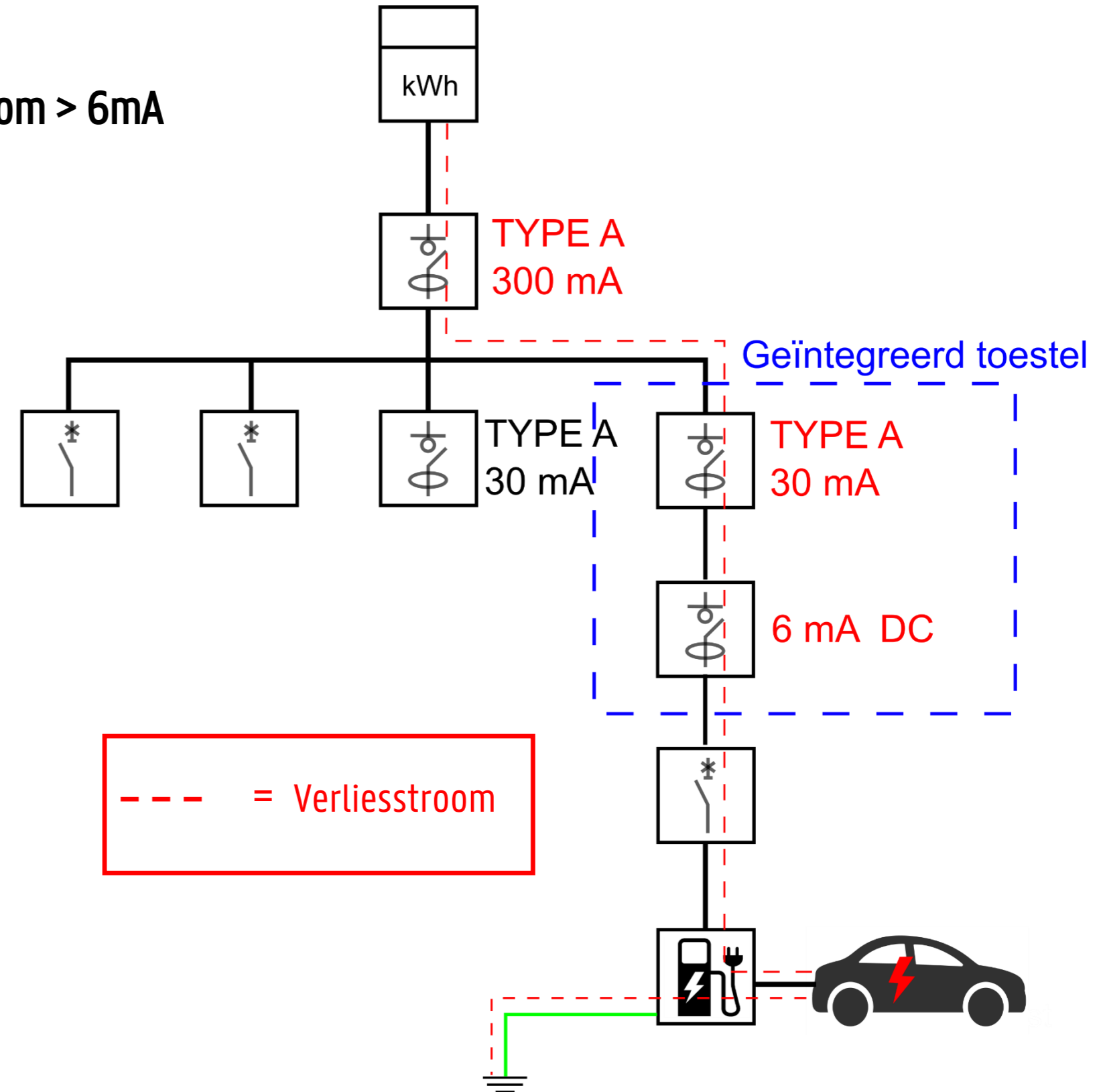
BEVEILIGING EN NORMERING

Integratie van een laadpunt voor het elektrisch voertuig

➤ Oplossing 3: Differentieel die uitschakelt bij een DC lekstroom > 6mA

- Kring met EV differentieel type A
 - + toestel dat afschakelt bij een foutstroom > 6mA DC
 - Afzonderlijk / geïntegreerd (diff. Type EV)
- DC-Foutstroom loopt NIET door hoofddifferentieel

Hoofddifferentieel type A
moet niet vervangen worden !



PROGRAMMA

13u15	Ontvangst
13u30	Inleidende sessie omtrent elektrische voertuigen en laadinfrastructuur
14u15	Profielanalyse van residentiële installaties en elektrische voertuigen
14u45	De rol van de digitale meter en tariefstructuren
15u15	Pauze
15u30	Dimensioneren van een stationaire vs. mobiele batterij
16u	Praktische integratie van een EV-baterijsysteem in een residentiële installatie Normering en veiligheid
16u30	Afsluitende netwerkreceptie

Gianni De Greve

Researchgroup EELAB – LEMCKO

Faculty of Electrical Energy, Systems and Automation
(EEMMeCS)

Ghent University – Campus Kortrijk

Graaf Karel de Goedelaan 34, 8500 Kortrijk

Tel. +32 (0)56 24 12 35

<http://lemcko.ugent.be> | <http://ugent.be> | disclaimer

Gianni.DeGreve@UGent.be