Elektrisch materieel

Inhoudsopgave

↗ Maatregelen
↗ Toelichting op de maatregelen
↗ Checklist
↗ Meer informatie

Let op: dit informatieve stuk wordt met regelmaat geüpdatet i.v.m. de snelle ontwikkelingen | Geactualiseerd: oktober 2026

Het gaat hier om machines die werken op elektriciteit in plaats van diesel of benzine. Denk aan een graafmachine, trilplaat, vrachtwagen en shovel. In de praktijk noemt men accupacks vaak hoogspanning (klasse B) boven de 60 V DC. Bouwmachines werken veelal met 400/800 V DC.

Bij het gebruik van elektrisch materieel bestaat het risico op vlamboog, brand, rookontwikkeling, elektrocutie en kortsluiting. Accu's kunnen brand veroorzaken door *thermal runaway**. Beschadigingen of onveilige aansluitingen vergroten dit risico.

LFP accu's (lithium-ijzerfosfaat, $LiFePO_4$) zijn thermisch en chemisch erg stabiel. De kans op een Thermal Runaway is hierbij kleiner dan bij een NMC accu. LFP accu's zijn hierdoor veiliger dan NMC (Nickel Manganese Cobalt) accu's, echter zijn de hieronder genoemde risico's en maatregelen ook hierop van toepassing.

Let op: Deze tekst gaat niet over lood- en gelaccu's. Voor elektrisch gereedschap hebben we een andere catalogustekst. Het laden van lood accu's is opgenomen in het Arbocatalogusstuk Werken in de werkplaats.

**Een thermal runaway (thermisch op hol slaan) is een oncontroleerbare, zichzelf versterkende kettingreactie in een batterij, meestal lithium-ion, waarbij oververhitting leidt tot een explosieve temperatuurstijging. Dit proces veroorzaakt giftige gassen, brand en kan naburige cellen aansteken. Dit kan ontstaan door interne kortsluiting, beschadiging of overladen. Blussen met standaard blusmiddelen is niet mogelijk. De brandweer kan in dit geval koelen en uitbreiding voorkomen.*



Maatregelen

- Zorg voor veilig en goed onderhouden elektrisch materieel en een veilige werkwijze bij bedienen, onderhoud, laden en transport.
- Richt laadlocaties veilig in en voorkom brandoverslag en overbelasting.
- Stel duidelijke noodprocedures op en zorg voor bereikbaarheid van hulpdiensten.

- Zorg voor opgeleide medewerkers en schriftelijke aanwijzing van bevoegd personeel.
- Verstrek passende persoonlijke beschermingsmiddelen.

Toelichting op de maatregelen

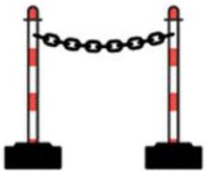
1. Veilig materieel en veilige werkwijze

Onderhoud

- Stel een onderhoudsplan op voor het elektrische deel van de machine volgens de voorschriften van de fabrikant.
- Laat onderhoud aan het hoogspanningsgedeelte uitvoeren door een aangewezen EV-VP monteur volgens NEN 9140.
- Voer periodieke visuele inspecties uit van kabels, aansluitingen en elektrische componenten.
- Zorg voor een werkplaats die voldoet aan de eisen uit de NEN 9140:2024. O.a:
  - Breng vóór de start van werkzaamheden aan het HV-systeem (hoogspanning) duidelijke markerings- en afzetmiddelen aan rondom de gevarenzone.
  - Noodprocedures (zie onder).
  - Toegangscontrole (alleen bevoegden).



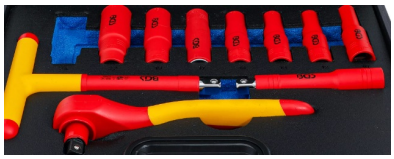




- Werk bij werkzaamheden aan het HV-systeem volgens de 5 eisen voor spanningsvrij werken en daarbij is de gebruikshandleiding van de machine leidend.
  1. **Scheiden**: Maak het werkgebied fysiek spanningsloos door geschikte scheiders te bedienen (automaten uitschakelen, patronen of messen verwijderen).
  - Batterij scheiden van het HV-systeem (spanningloos maken). Verwijder indien aanwezig altijd de serviceplug uit de HV-batterij. Daarmee wordt fysiek een onderbreking gemaakt in het batterijpakket. De plug dient buiten het voertuig bewaard te worden, minimaal 10 minuten wachten tot ontlading van HV-condensatoren compleet is, de wachttijd zoals vermeld in de gebruikshandleiding van de fabrikant moet gevolgd worden.
  - Ervoor zorgen dat de in het voertuig aanwezige HV-condensatoren worden ontladen, indien het automatische ontlaadproces door technische storingen heeft gefaald.
  1. **Beveiligen** tegen herinschakelen en beveiligen tegen onbedoeld in beweging komen: Voorkom dat de installatie per ongeluk weer wordt ingeschakeld (past LOTO/LOTOTO toe met opbergen van de contactsleutel, hangsloten en waarschuwingsborden).
  2. **Spanningsloosheid controleren**: Spanningsloosheid aantonen met een geschikte spanningstester (geschikt voor DC tot minimaal 1.000 V met de juiste meetcatgorie. Volg de aanwijzingen van de fabrikant waar de 0 Volt check moet worden uitgevoerd.
  3. **Aarden en kortsluiten**: Voer eventuele restspanning of terugvoeding direct veilig af met speciale aardingssets (indien van toepassing).

4. **Afschermen**: Dek nabijgelegen actieve delen die onder spanning blijven staan af met isolerende platen om aanraking te voorkomen.

- Gebruik alleen VDE geïsoleerd gereedschap (norm EN/IEC 60900). Dit garandeert dat de isolatie bestand is tegen spanningen tot 1.000 Volt.



- Reinig accupakketten nooit met een hogedruk- of stoomcleaner.

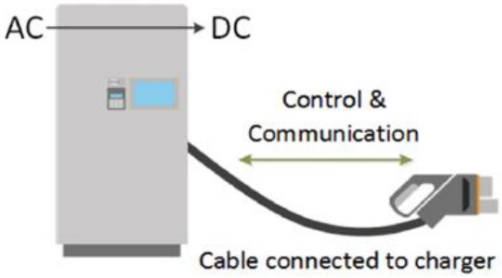
Zie hier ook het **stappenplan 'Veilig werken aan e-voertuigen'**.

Transport en bediening materieel

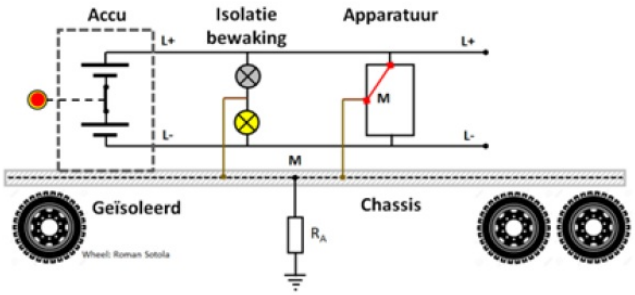
- Zorg voor het scheiden van rij- en looproutes.
- Maak gebruik van een achteruitsignalering (akoestisch signaal).
- Houd rekening met het gewicht, het zwaartepunt en de bodemdruk door de zware accupakketten.
- Bescherm lithium-ion accu's tijdens transport en bediening tegen stoten en vallen.
- Laat transport van losse accu's plaatsvinden volgens ADR-voorschriften, tenzij de 1.000-puntenregeling van toepassing is.
- Controleer na transport op mechanische schade en correcte aansluiting.
- Houd rekening met het mogelijk ontbreken van motorrem bij elektrisch materieel tijdens laden en lossen.

2. Laden

- Stel een laadplan op en wijs een werkverantwoordelijke (WV) aan. Houd ook rekening met het plaatsen van elektrisch materieel door de ruimte heen. Gebruik eventueel de tool van de Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL).
- Een lithium-ion accu moet worden geladen met een lader die exact past bij de accuspanning én het batterijmanagementsysteem (BMS).
- Laat medewerkers geen hogere spanning gebruiken "om sneller te laden" dit kan brand of een explosie veroorzaken
- Zorg dat laadplaatsen niet in vluchtwegen liggen en voldoende afstand (>10 meter) houden tot gebouwen en andere objecten.
- Voorkom overbelasting van elektrische installaties.
- Gebruik bij middelgrote en grote machines bij voorkeur DC-laden (Mode 4). *
- Laad in de buitenruimte niet bij onweer of onder 0°C (tenzij de handleiding anders zegt).
- Houd stekkers en aansluitingen droog en zorg dat ze voldoen aan minimaal IP44.
- Check de eisen die de verzekeringsmaatschappij eventueel stelt voor het laden van accu's.



- Zorg voor een goed batterijmanagementsysteem (BMS) en een isolatiewachter.



*

Mode 1: gewoon stopcontact (230 V, max. 10 A), zonder beveiliging. Niet gebruiken voor elektrische voertuigen/materieel.
Mode 2: stopcontact met een beveiligingskastje in de laadkabel, max. 2,3 kW.
Mode 3: AC-laadpaal of wallbox, 3,7 tot 22 kW.
Mode 4: DC-snellader, vanaf 50 kW.

Laden in binnenruimten:

- Indien er in een binnenruimte wordt geladen zijn de volgende punten van belang:
  - Laadplaats fysiek scheiden van de opslag, vluchtwegen en brandbare materialen.
  - Zorg voor een brandwerende ruimte (bijv. 60 minuten WBDBO).
  - Zorg er voor dat de elektrotechnische installatie voor het opladen van lithiumhoudende energiedragers in een opslagvoorziening zijn tegen blikseminslag beveiligd volgens NEN-EN-IEC 62305-4.
  - Zorg voor mechanische ventilatie.
  - Laad niet op verkeersroutes of onder trappen .
  - Zorg dat kabels beschermd liggen.
  - Laad bij voorkeur nooit 's nachts zonder aanvullende beveiligingen.
  - Zorg voor automatische rookdetectie, thermische detectie, gekoppelde doormelding,
  - Zorg voor een goede bereikbaarheid voor de brandweer.
  - Laad bij voorkeur niet in een binnenruimte waar nog meer elektrisch materieel staat. Zorg voor een vloer- en kabelmanagement: Kabels mogen niet op de grond slingeren waar er overheen gereden kan worden. Beschadigde kabels veroorzaken kortsluiting, wat een trigger is voor batterijbranden.

PGS 37-2 adviseert om laadzones te scheiden van opslagzones.

Energieopslagsysteem (EOS)
Een EOS is de samenstelling van de lithiumhoudende energiedragers, het EMS, de omvormers en trafo. EOS'en die voldoen aan IEC 62933-5-2 (EOS als geheel) en NEN-EN-IEC 62619 (energiedragers) voldoen aan deze minimale veiligheidseisen.

- De ruimte waarin de EOS is geplaatst moet water-, stuifsneeuw- en muisdicht zijn.
- Voorkom dat de EOS beschadigd raakt door een impact van buitenaf. Plaats een EOS zodanig dat er geen gevaar voor aanrijding bestaat door middel van een doelmatige geleiderailconstructie.
- Laat het energieopslagsysteem (EOS) minimaal jaarlijks keuren volgens PGS 37-1 en NEN 4288.

3. Noodprocedures

- Stel een noodplan op volgens PGS 37-1.
- Instrueer medewerkers over het risico van het ontstaan van een vlambog. Als er bij brand van een lithiun-ion accu nog spanning aanwezig is, kan er **een vlamboog** ontstaan:
  - elektriciteit “springt” door de lucht

  - dit geeft een zeer fel licht (zoals lassen)
  - temperaturen kunnen oplopen tot duizenden graden
  - kan direct ontsteken van vrijkomende gassen veroorzaken
  - veroorzaakt extra hitte → verergert de brand
  - kan metaal doen smelten
  - geeft risico op elektrische schokken
- Zorg voor een evacuatieplan en BHV-instructie:
  - Alarmeer bij brand direct 112 en waarschuw de BHV.
  - Blus een lithium-ionbrand niet zelf. Thermal runaway kan niet worden gestopt met standaard blusmiddelen. Houd afstand en laat de brandweer ingrijpen.



Cel falen Thermal Runaway Verspreiding

  - Ga geen brandend materieel zelf verplaatsen.
- Plaats elektrisch materieel en laadpunten op een goed bereikbare plek voor hulpdiensten.
  Bijvoorbeeld inpandig: dicht bij de ingang.

4. Deskundigheid en aanwijzing

- Geef medewerkers gerichte instructie over elektrische risico's.
- Leg vast dat geen verlengkabels worden gebruikt bij laden.
- Wijs medewerkers die elektrotechnisch werk uitvoeren schriftelijk aan volgens NEN 9140 (ev-VOP, ev-VP, ev-WV).
- De aanwijzing gebeurt schriftelijk en op basis van aantoonbare opleiding en deskundigheid. Met deze aanwijzing wordt een medewerker bevoegd om het werk uit te voeren.

Aanwijsbeleid medewerkers en monteurs voor elektrisch materieel:

- **Ev-voldoende onderricht persoon (ev-VOP)** - Is aangewezen en voldoende geïnstrueerd om werkzaamheden uit te voeren aan elektrisch materieel met bekende en beperkte elektrische risico's. Denk aan het spanningsloos maken van het boordnet, vastzetten, uitzetten en afschakelen.
- **Ev-vakbekwaam persoon (ev-VP)** - Is aangewezen en heeft minimaal een mbo-niveau 2 opleiding in autotechniek of elektrotechniek. Herkent en voorkomt elektrische risico's door opleiding en instructie. Mag onderhoud uitvoeren, storingen diagnosticeren, reparaties verrichten en onderdelen demonteren van elektrisch materieel.
- **Ev-werkverantwoordelijke (ev-wv)** - Is aangewezen als werkverantwoordelijke en draagt de verantwoordelijkheid voor veilig werken aan elektrisch materieel bij risicovolle werkzaamheden. Heeft een elektrotechnische opleiding op minimaal EQF-niveau 4 of vergelijkbaar niveau afgerond. Mag controleren of het materieel spanningsloos is.

De ev-Werkverantwoordelijke:

- beoordeelt de werkzaamheden;
- maakt een risicoanalyse;
- bepaalt wie het werk mag uitvoeren;

- geeft werktoestemming;
- stuurt ev-VOP's en ev-VP's aan;
- draagt verantwoordelijkheid voor de veilige uitvoering van de werkzaamheden in de werkplaats.

In bijlage K van NEN 9140:2024 staan voorbeelden van werkzaamheden per rol. Ev = elektrisch voertuig.

5. Persoonlijke beschermingsmiddelen

- Verstrek isolerende handschoenen en schoeisel dat beschermt tegen elektrische schokken bij risico op elektrische spanning.
- Gebruik een gelaatsscherm bij werkzaamheden onder spanning. Of bij risico op vlamboog: extreme hitte, fel licht en uv-straling, een drukgolf en/of rondvliegende metaaldelen. Tijdens reguliere werkzaamheden aan installaties en kabels kan een vlamboog ontstaan. Ook bij schade waarbij de accu wordt geraakt, is er risico op een vlamboog.

Checklist

- [ ] Je hebt instructie ontvangen volgens de gebruikershandleiding.
- [ ] Je bent schriftelijk aangewezen als je elektrotechnisch werk uitvoert.
- [ ] Het materieel is binnen de keuringstermijn.
- [ ] Kabels en aansluitingen zijn onbeschadigd.
- [ ] Je koppelt de laadkabel los vóór vertrek.
- [ ] Je weet wat te doen bij brand of beschadiging van een accu.
- [ ] Je blust een lithium-ionbrand niet zelf en belt 112.
- [ ] Je weet bij wie je een storing meldt.
- [ ] Kabels liggen zo dat struikelen en aanrijden wordt voorkomen.

Meer informatie

- NEN 9140 – Veilig werken aan elektrische voertuigen
- NEN 3140 – Bedrijfsvoering elektrische installaties
- PGS 37-1 – Opslag lithium-ion batterijen
- NEN 4288 – Keuring energieopslagsystemen