

Infokaart (externe) veiligheid: Opslag van energiedragers (lithium-ion)

Algemene beschrijving

Bij de opslag van energiedragers (lithium-ion) gaat het om cellen of batterijen die buiten de gebruiksfase verkeren. Deze infokaart heeft ook betrekking op opgeslagen lithium-ion energiedragers als deze in apparaten zijn gemonteerd, voor zover deze apparaten niet in de gebruiksfase zitten. Voor de opslag van lithium-ion energiedragers is een circulaire opgesteld. In tabel 1 van de circulaire is aangegeven welke energiedragers onder de reikwijdte van de circulaire vallen. Er zijn naast lithium-ion ook andere energieopslag technologieën in gebruik. Deze technologieën zijn opgenomen in de bijlage bij deze infokaart.

Tabel 1, schematische weergave van de werkingssfeer van de circulaire

	Celcapaciteit	Intacte energiedragers per brandcompartiment of andere opslagfaciliteit (gewicht incl. omhulling en excl. verpakking of apparaat)	Binnen bereik circulaire?
Opslag cellen of batterijen	≤ 20 Wh	≤ 1.000 kg	Nee
		> 1.000 kg	Ja
	≥ 20 Wh	≤ 333 kg	Nee
		>333 kg	Ja
	Batterijcapaciteit		
	≤ 100 Wh	≤ 1.000 kg	Nee
		> 1.000 kg	Ja
	≥ 100 Wh	≤ 333 kg	Nee
		> 333 kg	Ja
	uitzonderingen		
	Verkoopruimten/showrooms/ Winkels (zonder de opslag van losse energiedragers)	≤ 333 kg	nee
		≤ 333 kg en ≤ 5.000 kg	Nee, muv good housekeeping
		> 5.000 kg en < 10.000 kg	Nee, muv good housekeeping en brandmelding met PAC
		> 10.000 kg	Ja
Dagelijkse werkvoorraad		nee	
Alle capaciteiten	Niet-intacte enegiedragers	Ja	

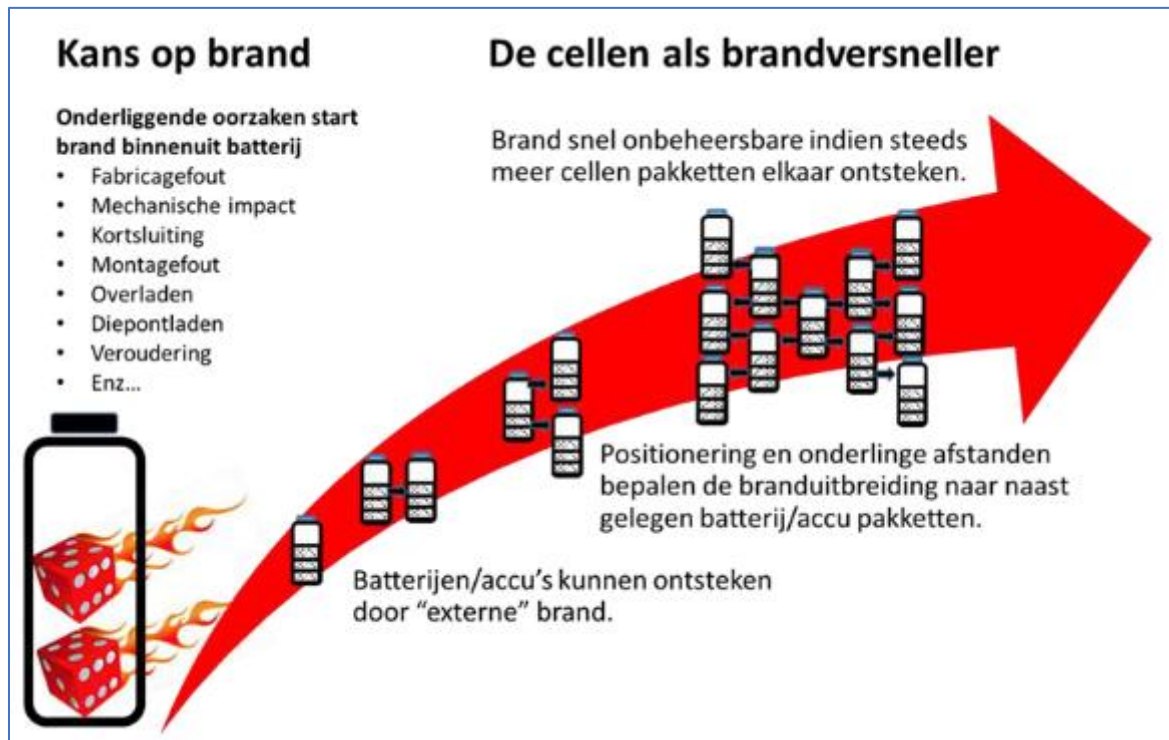
Lithium-ion accu's gebruiken koolstof (en koperfolie) aan de (-) anode en een metaaloxide (typisch NiMnCoO₂) aan de (+) kathode. Als elektrolyt wordt hexafluorofosfaat (PF₆) toegepast, gemengd met ethylcarbonaat (vaste stof) of diethylcarbonaat (vloeistof). De separator is meestal een kunststof van 20-40 µm dik. Lithium reageert met water daarom wordt een niet-waterig elektrolyt gebruikt en is de verpakking van de accu hermetisch afgesloten. De individuele cellen produceren circa 3,7 Volt.

Kans van optreden

Lithium-ion batterijen hebben een faalkans van minder dan 1 op 1.000.000. Bij lithium-ion batterijen van een goede kwaliteit, waarbij de fabrikanten volgens de norm produceren, wordt een kleinere

faalkans gegarandeerd: minder dan 1 op de 10.000.000. Industriële lithium-ion batterijen zijn robuuster ontworpen en hebben een nog kleinere faalkans.

Op basis van testen is gebleken dat Energiedragers op basis van ijzer-fosfaat (LFP) een lager brandrisico hebben dan Energiedragers op basis van cobalt-oxide (NMC).



Risico's en effecten¹

Een geloofwaardig scenario is overbelasting of (lokale) kortsluiting door een fabricagefout. Als in een cel een temperatuur van 210°C bereikt wordt, kan een thermal runaway optreden. Daarbij kan een temperatuur van 500 °C bereikt worden, komen verbrandingsgassen vrij en vliegt de cel mogelijk in brand. De snelheid van de reactie maakt dat het lijkt op het vrijkomen van gas uit een drukcilinder. Door de hitteontwikkeling worden eventuele omliggende cellen betrokken bij het incident. De belangrijkste betrokken stof is de elektrolyt. Er ontstaan vooral koolstofdioxide (CO₂) en daarnaast de giftige stoffen zoals waterstoffluoride (HF) (vaak 20-200 mg/Wh), fosforylfluoride (POF₃) (vaak 15-22 mg/Wh) en lithiumhydroxide.

Een beginnende brand van één of enkele cellen is beheersbaar. Het incident kan zich in enkele minuten uitbreiden. Een volledig ontwikkelde brand in een grote opslag is niet of nauwelijks te bestrijden en leidt tot uitbranden van het gehele brandcompartiment. Daarbij moet rekening worden gehouden met een brandduur van een tiental uren met benedenwinds een groot effectgebied (tot 1 kilometer) vanwege de giftige stoffen die vrijkomen. Daarnaast kunnen zich bij een brand kleine explosies voordoen met rondvliegende delen tot vijftien meter.

Waterstoffluoride is een kleurloos, giftig en bijtend gas. De damp is zwaarder dan lucht en vormt met damp uit de buitenlucht bijtende nevels die zich over de grond verspreiden. Inademing van waterstoffluoride kan leiden tot beschadiging van de luchtwegen en longen. Waterstoffluoride dringt

¹ Bron: batteryuniversity.com

door de huid heen en richt in het weefsel schade aan die pas na enige tijd pijn met zich mee brengt. Daarnaast reageert het met calcium in het lichaam.

Bestrijdbaarheid (optreden brandweer)

Er wordt opgetreden vanuit bovenwinds gebied met bluskleiding en ademlucht. Het benedenwinds effectgebied kan door het vrijkomen van giftige dampen alleen betreden worden door de brandweer in beschermende kleding. De brandweerprocessen en taken zijn primair gericht op: (1) redden, (2) voorkomen van overslag en (3) het beperken van effecten door het neerslaan van giftige gassen is beperkt mogelijk.

Benodigheden effectbestrijding:

- [Gebied] en [brandcompartiment] tweezijdig toegankelijk vanuit tegengestelde windrichtingen;
- Effectieve (grootschalige) bluswatervoorziening;
- Passende (grootschalige) slagkracht brandweer (denk bijvoorbeeld aan de inzet van waterkanonnen)

Zelfredzaamheid

Het gevaar kan door de aanwezigheid in het benedenwindse effectgebied opgemerkt worden door de herkenbare (dikke en grijze) rookwolken van de brand. De giftige effecten zijn (deels) niet direct zichtbaar. Aanwezigheid moet daarom op de juiste manier gewaarschuwd worden om binnen te schuilen, ramen en deuren te sluiten en ventilatie uit te doen.

- Voor personen buiten is het handelingsperspectief vluchten.
- Indien vluchten niet mogelijk is, is een schuilplaats binnen gaan een goed handelingsperspectief.
- Voor personen binnen is het handelingsperspectief binnen blijven, ramen en deuren sluiten en ventilatie uitzetten.

Maatregelen [per aanvraag beoordelen]

Bronmaatregelen om de kans te beperken:

- Verwijderen van de risicobron;
- Onderzoeken van een alternatieve locatie voor de opslag;
- Voorkomen van aanstraling van buitenaf (buitenbrand);
- De opslag van verpakte energiedragers valt niet onder de reikwijdte van de PGS-15, maar elementen uit de PGS-15 zijn nuttig om te gebruiken bij de opslag van lithium-ion energiedragers. Het is nuttig om 4 opslaggroottes te onderscheiden: **groot** (brandcompartiment), **middelgroot** (brandveiligheidsopslagkluis), **middel** (brandveiligheidsopslagkast) en **klein** (brandveilige verpakking, tas, enveloppe, koffer, opslagkist of ton);
- Opnemen van voorschriften in de vergunning om de veiligheid te vergroten (denk bijvoorbeeld aan voorschriften op het gebied van compartimentering, verantwoord stapelen, beheer, inspectie, onderhoud, klimaatbeheersing, aanrijdbeveiliging, vroege branddetectie, automatische blusinstallatie, koelingsmogelijkheden, etc.)
- Maak gebruik van de Handreiking Opslag Li-ion energiedragers (accu's en batterijen) en de Circulaire risicobeheersing lithium-ion energiedragers.

Maatregelen om de effecten te beperken:

- Gebouwen in het effectgebied (laten) voorzien van afsluitbare mechanische ventilatie;
- Voldoende bluswateropvang om vervuiling van het milieu te voorkomen.

Planologische mogelijkheden:

- Opstellen QRA;
- Afhankelijk van adequate bronmaatregelen rekening houden met aanwezigheid kwetsbare gebouwen en locaties, rekening houdend met de mate van kwetsbaarheid daarvan en eventueel de heersende windrichting;
- Vergroten afstand [brandcompartiment] en [object];
- Personendichtheden verminderen.

Randvoorwaarden voor de hulpverlening:

- Bereikbaarheid [brandcompartiment] borgen;
- Bereikbaarheid [object] borgen;
- Markeren van de opslagen;
- Bluswatervoorzieningen voor en opstelplaats(en) bij [object/brandcompartiment] borgen.

Randvoorwaarden voor zelfredzaamheid:

- Risicocommunicatie om risicobewustzijn te vergroten;
- Mogelijkheden om snel en juist te waarschuwen bij het vrijkomen van giftige dampen in het benedenwinds gebied;
- Voldoende mogelijkheden om snel te schuilen door het uitschakelen van de ventilatie in objecten in het benedenwinds gebied;
- Bedrijfsnoodplan en BHV van [object] inrichten en oefenen met scenario giftige dampen.

Restrisico

De maatregelen zijn gericht op het voorkomen en/of beheersen van een incident met gevaarlijke stoffen. Na uitvoering van de geadviseerde maatregelen blijft een restrisico over.

Incidenten

- Brand in zeecontainer met Lithium-ion batterijen in Drogenbos, België (juli 2018);
- Honderden mensen geëvacueerd na grote brand bij Stella in Nunspeet (11 juli 2018).

Referenties

1. Battery University (www.batteryuniversity.com)
2. DNV-GL, Safety, operation and performance of grid-connected energy storage systems, 2015
3. FM Global, Development of Sprinkler Protection Guidance for Lithium Ion Based Energy Storage Systems, juni 2019
4. <https://www.ifv.nl/kennisplein/Paginas/Themapagina-elektrificatie.aspx>
5. Instituut Fysieke Veiligheid, Infoblad Energietransitie ten bate van veiligheidsregio's, 23 juli 2019
6. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Circulaire risicobeheersing lithium-ion energiedragers, 1 juli 2020
7. Netwerk externe veiligheid (www.relevant.nl)
8. NFPA, Sprinkler Protection Guidance for Lithium-Ion Based Energy Storage Systems, juni 2019
9. RIVM, Verspreiding van stoffen bij branden: een verkennende studie, 2009
10. Scenarioboek externe veiligheid (<https://www.scenarioboek.nl/>), 27 augustus 2019
11. VRR, Handreiking Opslag Li-ion energiedragers (accu's en batterijen), januari 2019

Bijlage: Energie Opslag Technologieën²

<i>Technologie</i>	<i>Korte omschrijving</i>	<i>Mogelijke risico's</i>
Broom-Waterstof (flow batterij)	Middellange tot lange energieopslag	Giftig broom Explosief waterstof
Compressed Air Energy Storage	Kortstondige energie impulsen (pieken)	Gevaren door temperatuur tot 177 graden en hoge druk tot 70 bar
Lithium batterijen - Li-ion LIB	De bekendste Li-ion chemie samenstellingen zijn: lithium cobalt oxide (LiCoO ₂) en lithium ion manganese oxide battery (LiMn ₂ O ₄ , Li ₂ MnO ₃ , of LiMnO)	Brandgevaar Fluorwaterstof en zoutzuur gassen Moeilijk blusbaar
Overige typen:		
- Lithium titanaat of LTO	Li ₄ Ti ₅ O ₁₂	Relatief kleine risico's (stabiel)
- Lithium luchtbatterij	Lithium-luchtbatterij	Oxidatie van lithium, niet stabiel
- NCA	LiNiCoAlO ₂	Kans op thermal runaway
- LFP of LiFe(PO ₄)	LiFePO ₄	Relatief kleine risico's (stabiel)
- LCO of ICR	LiCoO ₂	Kans op thermal runaway
- BM-LMP	Lithium metaal polymeer	
Lood batterijen	Ook bekend als SLA en VRLA.	Ontwikkeling waterstofgas (H ₂) bij oplagen Corrosief bij lekkage (H ₂ SO ₄) Electrolyt is niet brandbaar

² Deze tabel is niet bedoeld als een uitputtend overzicht van alle soorten technologieën en risico's

Natrium-zwavel	Op basis van vloeibaar natrium en zwavel en een vast elektrolyt van aluminium- en natrium-oxide	Brandgevaar (accu is 300 – 350 °C) Corrosieve natriumpolysulfides
Nickel-metaal hydride (NiMH accu)	Oplaadbare batterij van nikkel en een metaalhydride, die lijkt op de nikkel-waterstof-accu.	NiMH accu's gebruiken vaak kaliumhydroxide als elektrolyt
Supercondensatoren	Opslaan elektriciteit in grote elektrostatische velden tussen 2 geleidende platen. Supercondensatoren kunnen elektriciteit snel opslaan en vrijlaten.	Giftige gassen (o.a. fluorwaterstof) bij brand Zeer hoge energiedichtheid en kans op explosies
Vanadium-Pentoxide (flow batterij)	Langdurige opslag, noodstroom	Electrolyt is niet brandbaar Logistieke issues verwisselen V ₂ O ₅ elektrolyt Vanadium is toxisch, kans vrijkomen is klein
Vliegwielen	Een vliegwiel is een roterende massa die met het elektriciteitsnet is verbonden via een motor/generator.	Veel kinetische energie door vliegwielwerking Uitbreken vliegwiel bij mechanische issues
Warmte opslag hoge temperatuur	Verwarming, e-opwekking met turbines	Lekken in warmtewisselaars (legionella) Verbrandingsgevaar Explosiegevaar
Warmte opslag lage temperatuur	Verwarming	Lekken in warmtewisselaars (legionella) Verbrandingsgevaar
Zoutwater batterij	Reservoir gevuld met zoet- en een ander met zout water. Tijdens het opladen stroom nodig om zout	Corrosief zout bij lekken van de batterijen



water te splitsen in zoet en zout water. Bij ontlading meng je zoet en zout water.

Algemeen:

De polymeerbehuizing van alle soorten batterijen zijn brandbaar en dragen bij aan brand als bron van toxische verbrandingsproducten.

Referenties

1. Advanced Technologie for Energy & Power Solutions (ATEPS), Energieopslag Technologieën, 2019
2. WindStock , Eindrapport Topsector Energie , 10 augustus 2017
3. NV-GL, Considerations for ESS Fire Safety, 18 januari 2017