

RA en preventiemaatregelen Lithium-ion batterijen

Michiel Wellens – Stafmedewerker
Veiligheidsinstituut - Informatiecentrum
veiligheidsinstituut@ap.be

VI - Informatiecentrum

Michiel Wellens



MSc. Elektronica

Automotive – testing en onderzoek

Automotive - functionele veiligheid 

Proces industrie – functionele veiligheid

Preventieadviseur N2



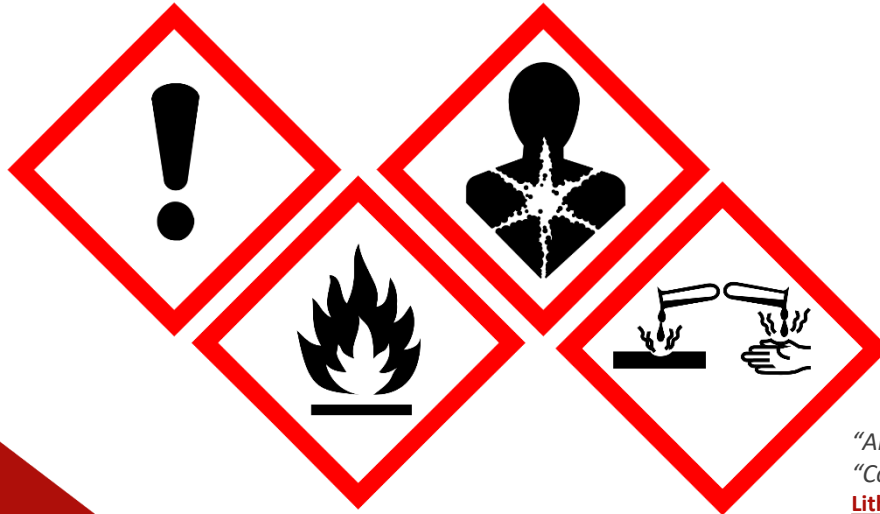
Informatiecentrum



veiligheidsinstituut@ap.be

RA en preventiemaatregelen Lithium-ion batterijen

- H315 Causes skin irritation
- H318 Causes serious eye damage
- H373 May cause damage to organs through prolonged or repeated exposure
- H226 Flammable liquid and vapour



“Allow the battery pack to fully consume itself “

“Cool the burned mass by flooding with water.”

Lithium-Ion Battery Emergency Response Guide For Tesla Energy Products including Powerwall, Powerpack, and Megapack

(2020) nr. TS-00004027 – REV 2.1, 24 p.

Uitgave: ©2020 TESLA, INC. All rights reserved

Agenda

- Geen regelgeving, eerder adviezen
- Korte duiding Lithium-ion technologie
 - Cascade model voor Thermal Runaway
- Inspiratie uit het veld
- Link met procesindustrie – basis voor de RA
- Overlopen model RA – bespreking maatregelen
 - Scenario uit het veld

Landschap bestaande regelgeving

Producenten

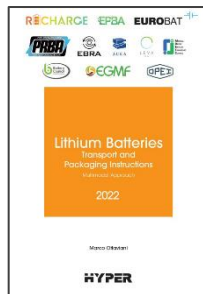


UN Manual of Tests and Criteria, Rev. 7 (2019) Part III, Section 38.3

Regulation No 100 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UNECE) — Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to specific requirements for the electric power train [2015/505] (OJ L 87 31.03.2015, p. 1

Transport

ADR, RID, IMDG, IATA



Lithium ion Including Lithium ion polymer	Cells	As Batteries	UN 3480	2.2.1 LITHIUM ION CELLS 2.2.1.1A Fully regulated cells 2.2.1.1B Small cells partially excepted 2.2.1.1C Small cells excepted (no more applicable from 1.4.2022)
		Contained IN Equipment	UN 3481	2.2.2 LITHIUM ION CELLS CONTAINED IN EQUIPMENT 2.2.2.1 Fully regulated cells 2.2.2.2 Small cells excepted
		Packed WITH Equipment	UN 3481	2.2.3 LITHIUM ION CELLS PACKED WITH EQUIPMENT 2.2.3.1 Fully regulated cells 2.2.3.2 Small cells excepted
	Batteries	As Batteries	UN 3480	2.2.4 LITHIUM ION BATTERIES 2.2.4.1A Fully regulated batteries 2.2.4.1B Small batteries partially excepted 2.2.4.1C Small batteries excepted (no more applicable from 1.4.2022)
		Contained IN Equipment	UN 3481	2.2.5 LITHIUM ION BATTERIES CONTAINED IN EQUIPMENT 2.2.5.1 Fully regulated batteries 2.2.5.2 Small batteries excepted
		Packed WITH Equipment	UN 3481	2.2.6 LITHIUM ION BATTERIES PACKED WITH EQUIPMENT 2.2.6.1 Fully regulated batteries 2.2.6.2 Small batteries excepted

Lithium Batteries - Transport and Packaging Instructions - Multimodal Approach

(2022), 160 p.

Uitgave: Hyper srl, Copyright © 2022.

Opslag & behandeling



Noodinterventie



ISO 17840-3:2019(en)

Road vehicles — Information for first and second responders — Part 3: Emergency response guide template



RICHTLIJN 2006/66/EG VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 6 september 2006 inzake batterijen en accu's, alsook afgedankte batterijen en accu's en tot intrekking van Richtlijn 91/157/EEG

Uitgave: Europese Commissie, 14 p.

Voorstel voor een VERORDENING VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD inzake batterijen en afgedankte batterijen, tot intrekking van Richtlijn 2006/66/EG en tot wijziging van Verordening (EU) 2019/1020

(2020)
nr. COM(2020) 798 final, 141 p.

Uitgave: Europese Commissie.

Waste

Landschap toekomstige regelgeving en adviezen opslag en behandeling



Parkeergarages



Regel van Goed Vakmanschap Brandveiligheid Thema Elektrische voertuigen in parkings

(2022) nr. 1ste editie - 28/01/2022, 41 p.
Uitgave: Vzw Fireforum.

Hoe brandveilige parkeerplaatsen en laadplaatsen voor elektrische voertuigen creëren?

(2021) Uitgave: Vinçotte, 18 p.

Elektrische en/of hybride voertuigen, brandgevaarlijk :
Preventieve en curatieve maatregelen mbt het parkeren op
bedrijfsterrein en/of ingesloten locaties
Gerald In-'t-Ven (2019) Eindwerk preventieadviseur niveau 2
Uitgave: Provinciaal Veiligheidsinstituut (PVI), 142 p.



Europa

New EU regulatory framework for batteries
Setting sustainability requirements
EU Legislation in Progress

Opslag en behandeling van automotive batterijen



Batterijen van E-voertuigen:
Veilig behandelen in de praktijk
(2020), Vol. Webinar - Sessie 2,
Uitgave: Febelauto.

Circulaire risicobeheersing lithium- ion energiedragers

(2020)
nr. 34193, 29 p.
Uitgave: Rijkswaterstaat -
Staatscourant



Opslag van Li-ion batterijen

PGS 37-2 Lithium-houdende energiedragers: Opslag

(2022)
Uitgave: Rijkswaterstaat
Richtlijn in opmaak.

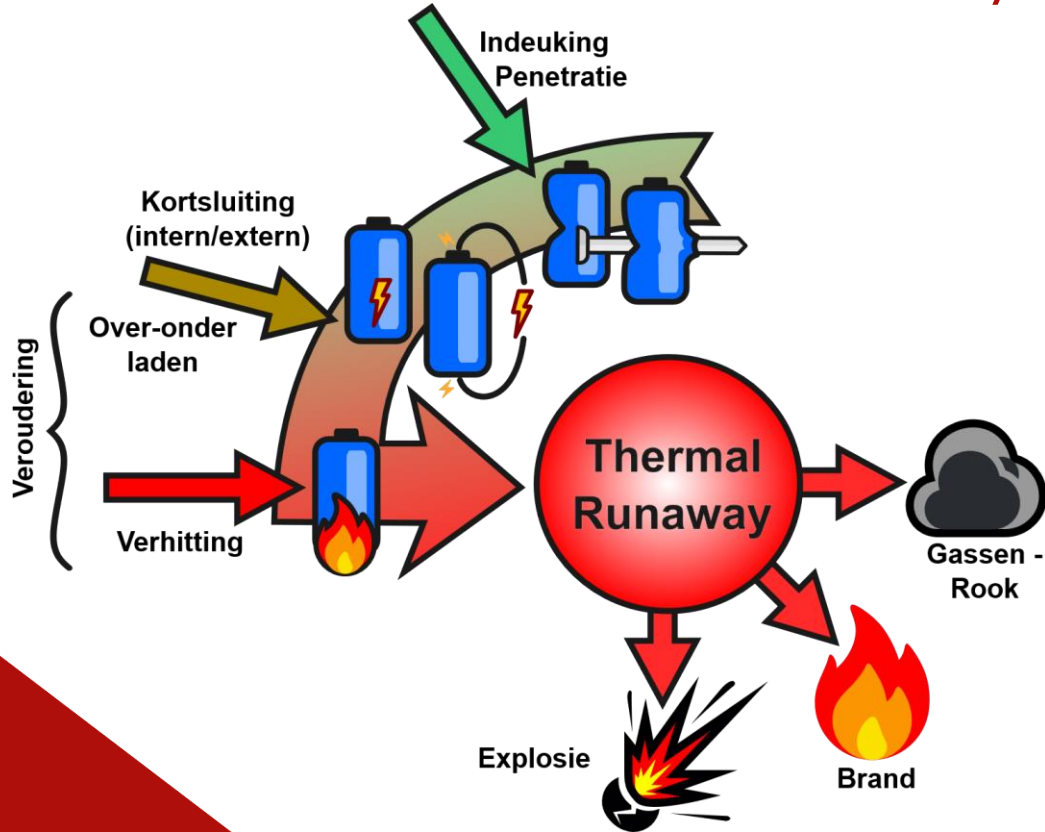
Energie Opslag Systemen (EOS)

PGS 37-1 Lithium-houdende energiedragers: Energie Opslag Systemen - EOS

(2022)
Vol. 1, Uitgave: Rijkswaterstaat
Richtlijn in opmaak.

Risicobeheersing bij opslag, transport en opladen van Lithium-
ion-batterijen : Preventieve en curatieve maatregelen van
toepassing op fietsbatterijen en batterijen van accumachines
Davy Arnouts (2021) Eindwerk preventieadviseur niveau 2
Uitgave: Veiligheidsinstituut - AP Hogeschool, 56 p.

Model Thermal Runaway



- Externe invloeden!!! – ook voor een kwalitatief product: PGS 37-2
 - Ongeval - aanrijding
 - Blikseminslag
 - Overstroming
 - Overslaande brand
 - ...

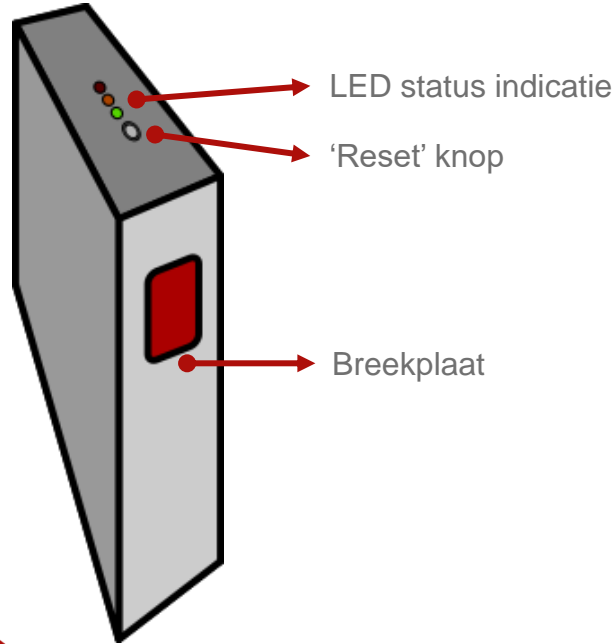


Thermal runaway mechanism of lithium ion battery for electric vehicles: A review

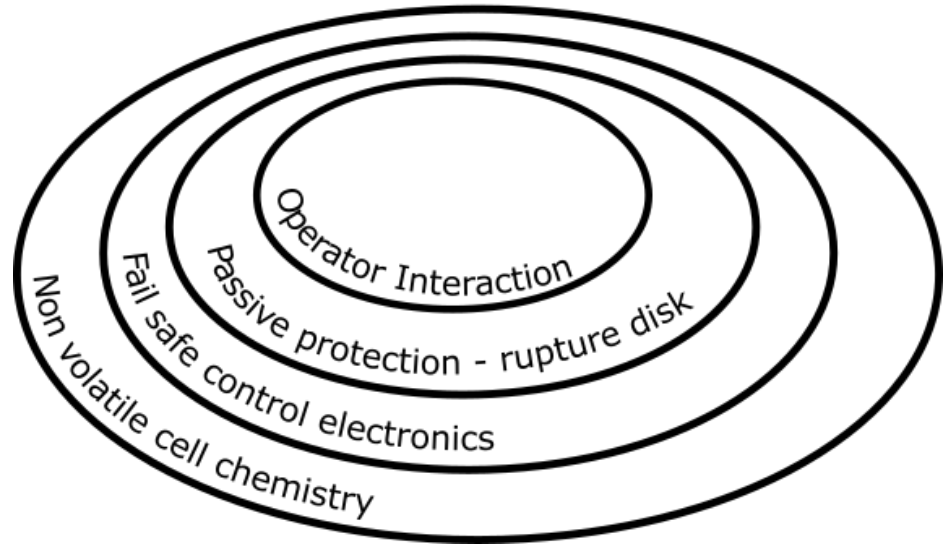
Xuning Feng, et al. (2017), 22 p., Uitgave: Elsevier B.V.

Leren van een Tier 1 Technology Supplier

- Volwassen en open houding tegenover risico's en de klant

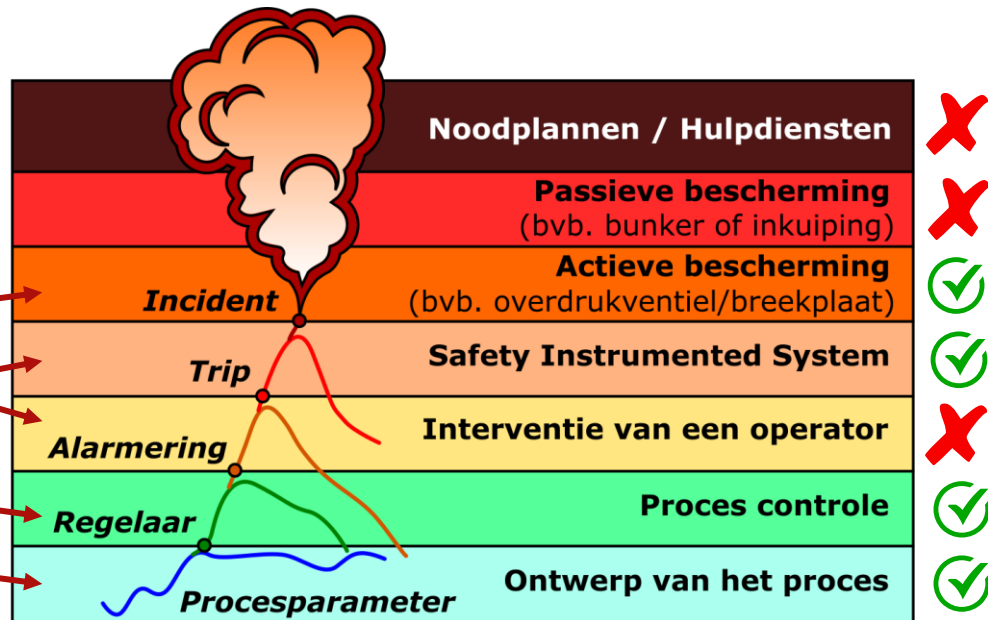
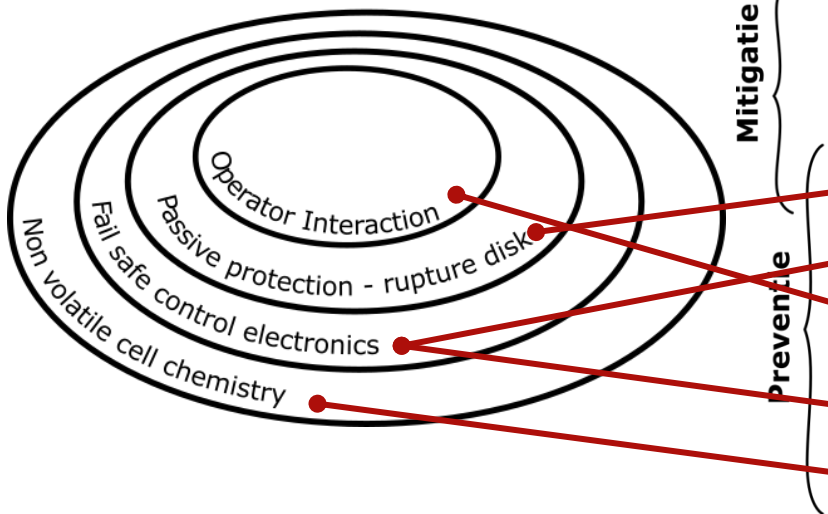


INTEGRATED SAFETY CONCEPT



Integrated Safety Concept ⇔ LOPA Analysis

INTEGRATED SAFETY CONCEPT



Cfr. Safety Onoin:

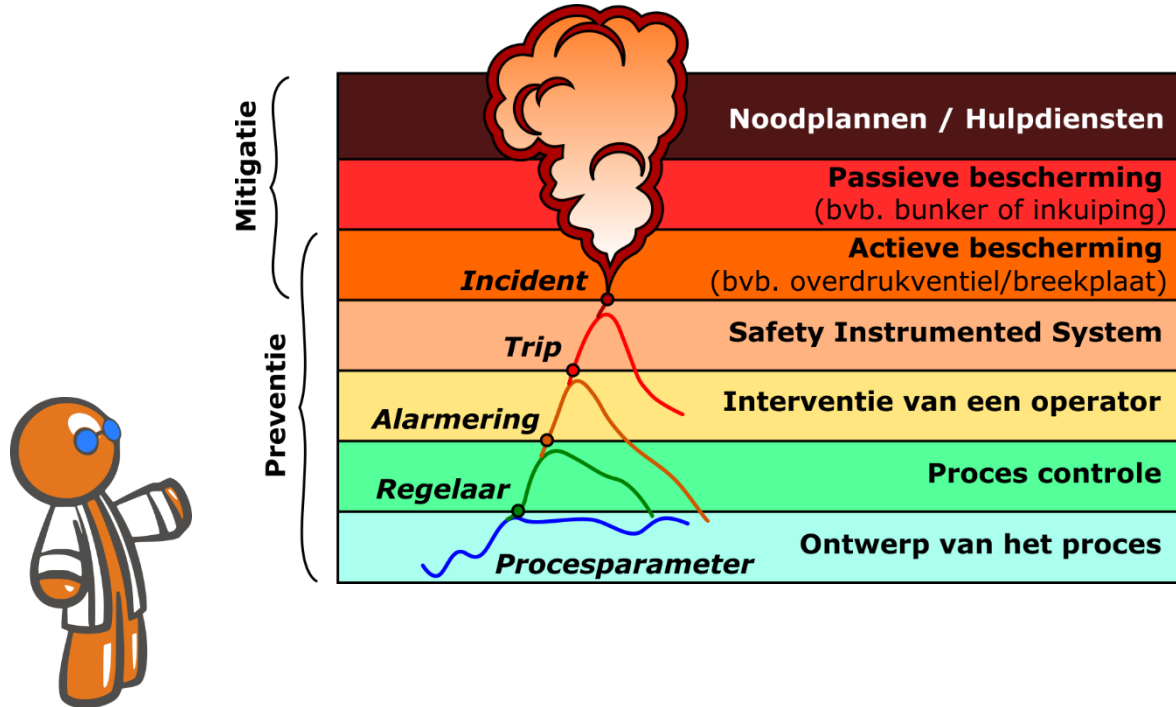
Fire Safety of Lithium-Ion Batteries in Road Vehicles

Roeland Bisschop, et al. (2019)
Rise (2019)

Lithium-Ion Battery Aspects on Fires in Electrified Vehicles on the Basis of Experimental Abuse Tests

Fredrik Larsson, et al.
Batteries Vol. 2, nr. 2. (2016)

LOPA Model als leidraad voor een RA



[13 key safety considerations when choosing a stationary energy storage system](#)

Leclanché, November 2021

[Safety instrumented systems. Manual for plant engineering and maintenance according to IEC 61508 and IEC 61511](#)

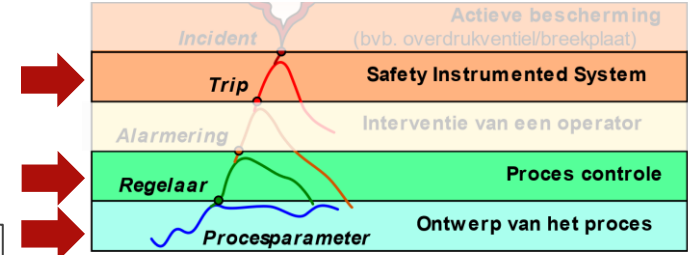
Landrini, Glisente; Abbamonte, Glisente; Vande Capelle, Tino

GM International; 5e editie (1 januari 2017)

- Op welke lagen hebben we invloed en hoe?

LOPA – proces laag

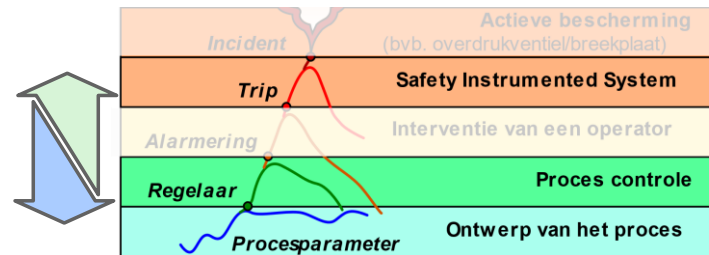
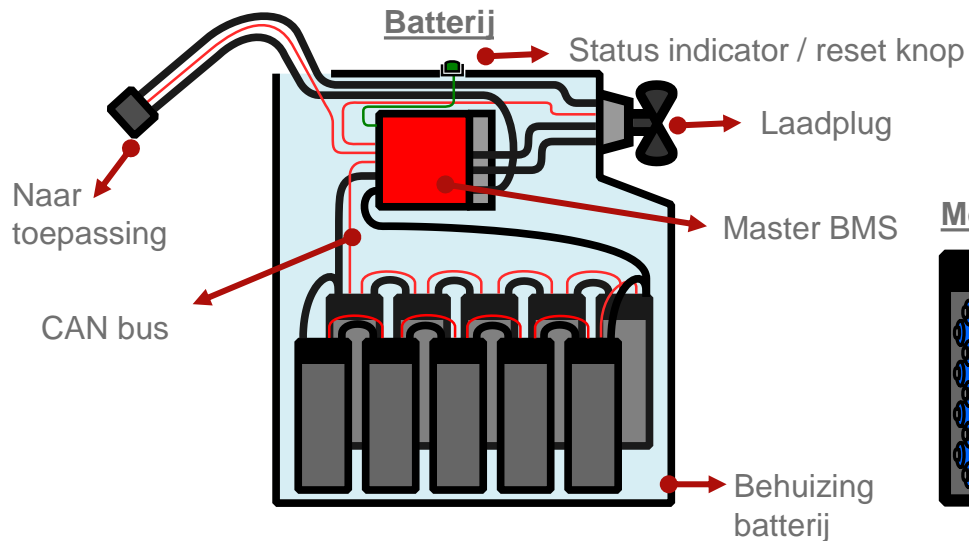
- Hebben we invloed op deze laag



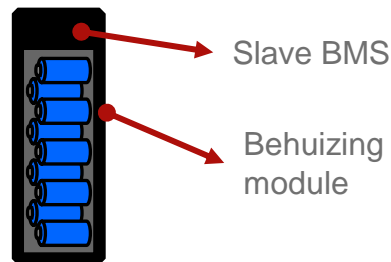
- Wat is de oorsprong van het risico
 - Toestellen op Li-ion batterijen in werkplaats (accuboormachines, intern transport)
 - Li-ion batterijen / toestellen in logistieke keten
 - ➔ Aankoopprocedure
 - ➔ Technische veiligheidsnormen



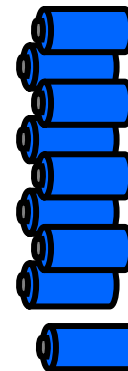
LOPA – proces laag



Module



Li-ion Cel



- Cilindrisch
- Prisma
- Pouch

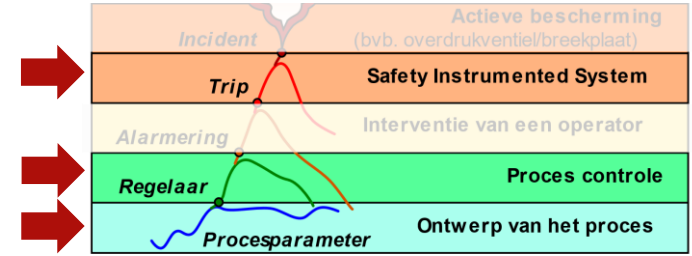
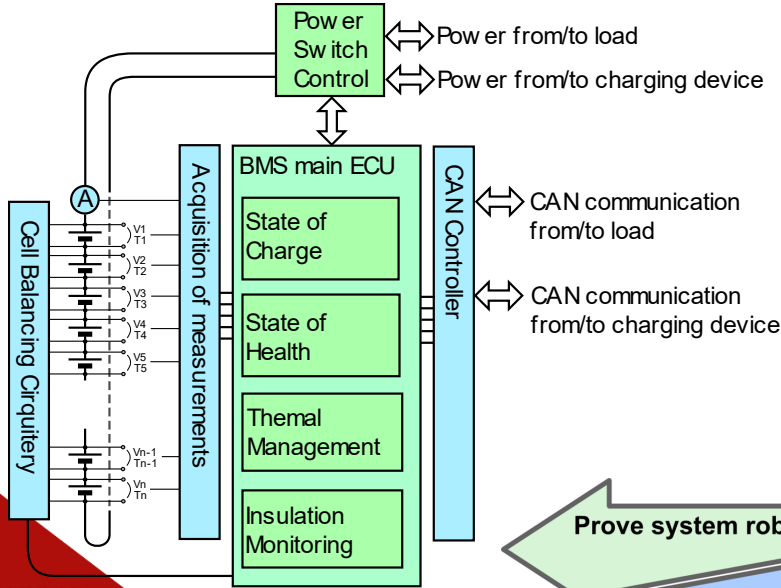
Prove system robustness

Prove component robustness

LOPA – proces laag

➔ **ERG COMPLEX – ERG TECHNOLOGISCH**

Proces controle / Safety Instrumented System



Ontwerp van het proces

Table 6 Overview of the properties of common cathode materials.

	Specific Energy [29]	Voltage at 50% SOC [29]	Life [17]	Safety [17]	Cost [17]
LFP	160 Ah/kg	3.4 V	High	High	Medium
LMO	100-120 Ah/kg	4 V	Low	Medium	Low
LCO	155 Ah/kg	3.9 V	Medium	Low	Medium
NCA	180 Ah/kg	3.7 V	Medium	Low	High
NMC	160 Ah/kg	3.8 V	High	Medium	High

Prove system robustness

Prove component robustness

LOPA – proces laag

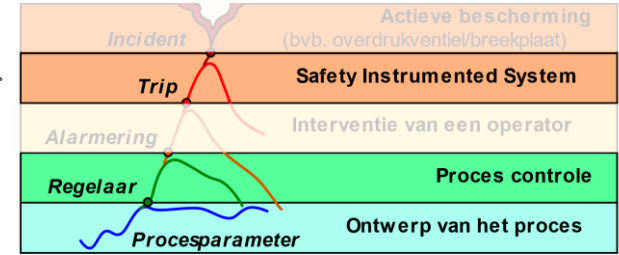
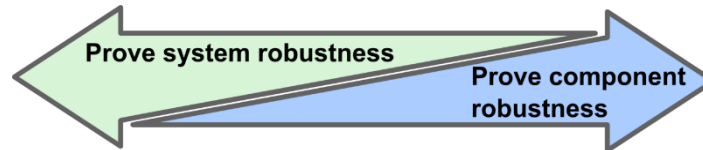
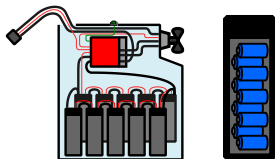
TECHNICAL SAFETY STANDARDS

Link onder titel

IEC6 2485-6: 2021: Safety requirements for secondary batteries and battery installations - Part 6: Safe operation of lithium-ion batteries in traction applications

IEC 62619: 2022: Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes - Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications

UN Manual of Tests and Criteria (ST/SG/AC. 10/11 Rev. 6 / Amend. 1 / Sectop, 38.3) (24V 20Ah)
(Successful with test criteria – required by law)



IEC 62133-2: 2017: Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acidic electrolytes – Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made for them, for use in portable applications – Part 2: Lithium systems

LOPA – proces laag

TECHNICAL SAFETY STANDARDS

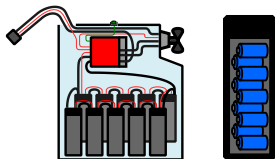
IEC 61508: Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety-related Systems (E/E/PE, or E/E/PES) (BMS Requirement)

UL 1973 2018: Batteries for use in Light Electric Rail (LER) Applications and Stationary Applications (Includes test criteria)

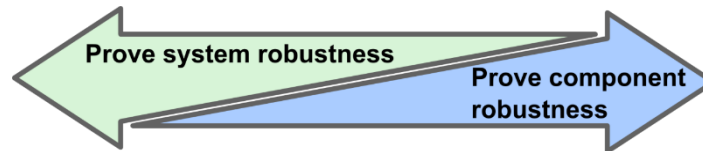
UL 9540A: Test Method

Testing the fire safety hazards associated with propagating thermal runaway within battery systems. Via **PGS 37—1**

IEC 62485-5: 2020: Safety requirements for secondary batteries and battery installations - Part 5: Safe operation of stationary lithium-ion batteries

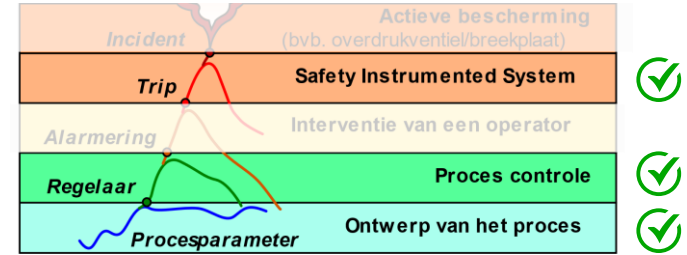


UN Manual of Tests and Criteria (ST/SG/AC. 10/11 Rev. 6 / Amend. 1 / Sectop, 38.3) (24V 20Ah) (Successful with test criteria – **required by law**)



IEC62619: 2022: Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes - Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications

IEC 62133-2: 2017: Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acidic electrolytes – Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made for them, for use in portable applications – Part 2: Lithium systems



Landschap normering productveiligheid

Main reoccurring standardization bodies (a/o) Source: Recharge



UN Manual of Tests and Criteria, Part III, Section 38.3
UN Addendum 99: Regulation No. 100 for **type approval of HEV and BEV**



International Electrotechnical Commission
Multiple standards on **portable and vehicle applications**,
performance, safety and abuse testing



International Standard Organization



Japanese Standards Association:
JIS C8714: Safety Tests for portable Lithium-Ion secondary cells



European Council for Automobile R&D (EUCAR)
EUCAR hazard levels



Test manuals from the US DOE
US ABC, Freedom CAR, INEEL, FMVSS 305, ...



Underwriters Laboratories
Multiple standards on **EV, LEV, Light rail, ...**



BATSO 01: Manual for Evaluation of Energy Systems for **Light Electric Vehicles** (LEV) - Secondary Lithium is available.



Institute of Electrical and Electronics Engineers
IEEE 1625 and 1725 on **Mobile Devices and Cellular Telephones**



Society of **Automotive** Engineers
J2464 and J2929 among others



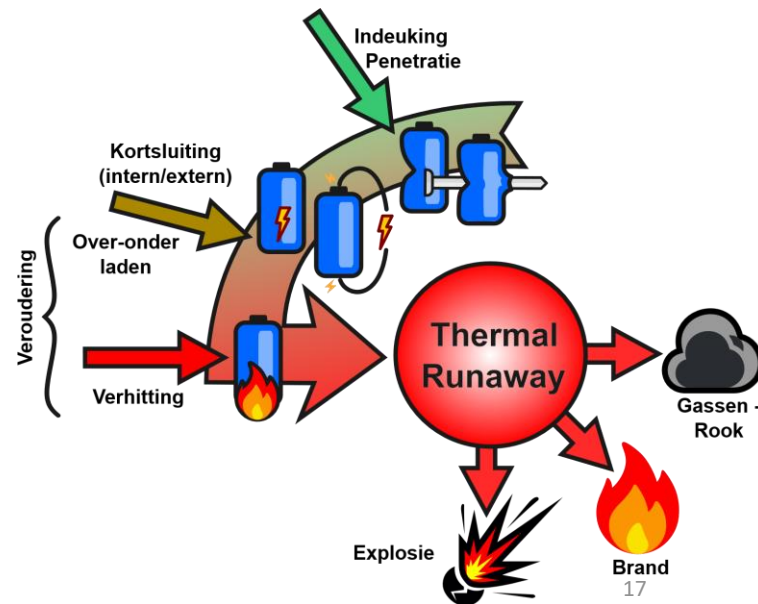
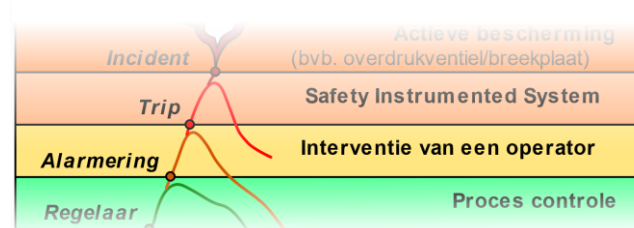
National Electrical Manufacturers Association
C18.2M: Part 2, **Portable** Rechargeable cells and batteries – Safety standard



Ineris provides the ELLICERT certification scheme based on commercial battery test standards

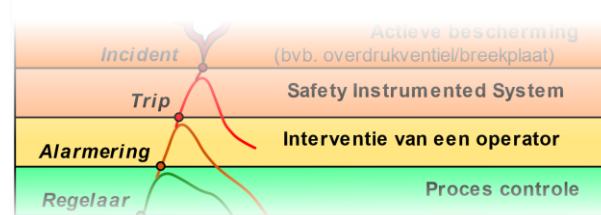
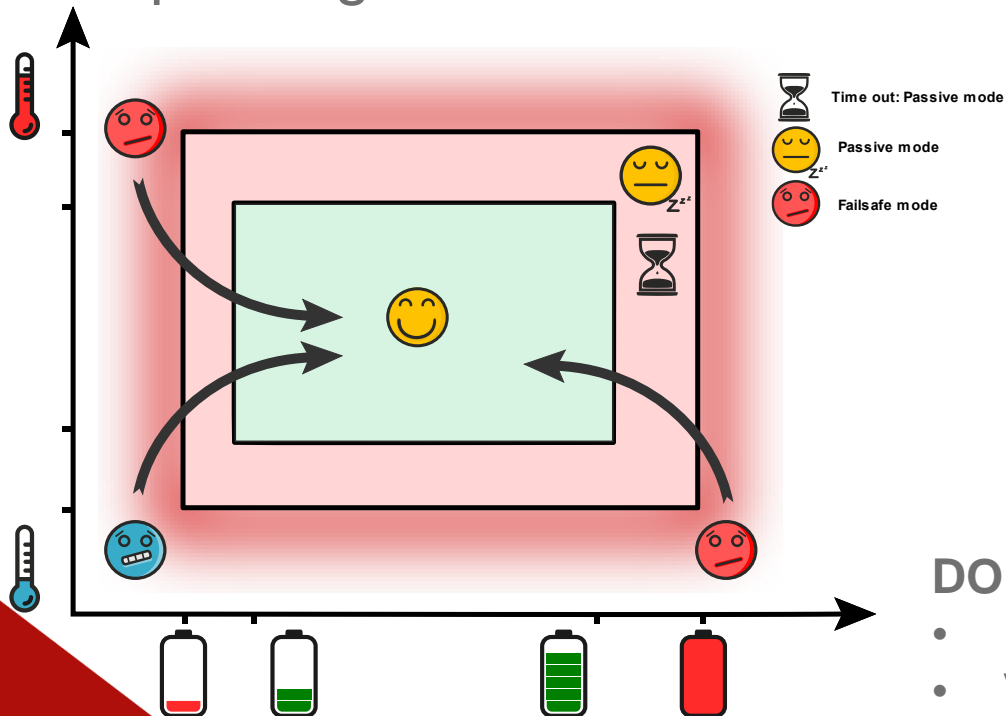
LOPA – Operator interventie

- Scenario uit het veld



LOPA – Operator interventie

- Opleiding / Instructies?

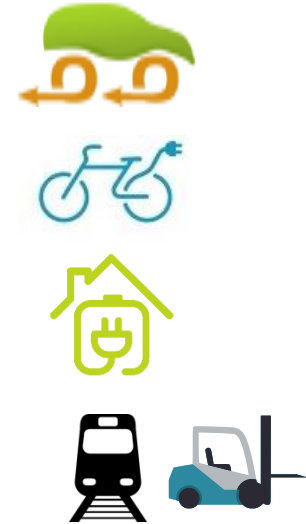
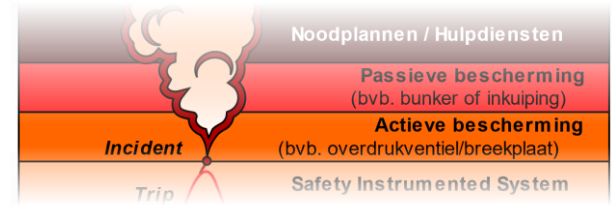
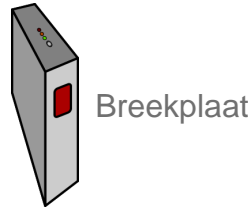


DOE!

- Reset (knop)
- Verplaats naar 'binnen'
- Verbind met batterijlader (handleiding)

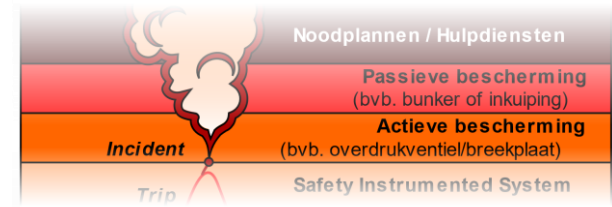
LOPA – Actieve bescherming

1. Kan een calamiteit zich ontwikkelen op zulk een manier dat de gevolgen te overzien zijn?
 - Drukopbouw
 - Scheuren / ontploffen
 - Rookontwikkeling
 - Vlammen
 - Temperatuur → overslag
2. Kunnen er maatregelen voorzien worden?
3. Is de impact van de maatregelen aanvaardbaar?



LOPA – Actieve bescherming

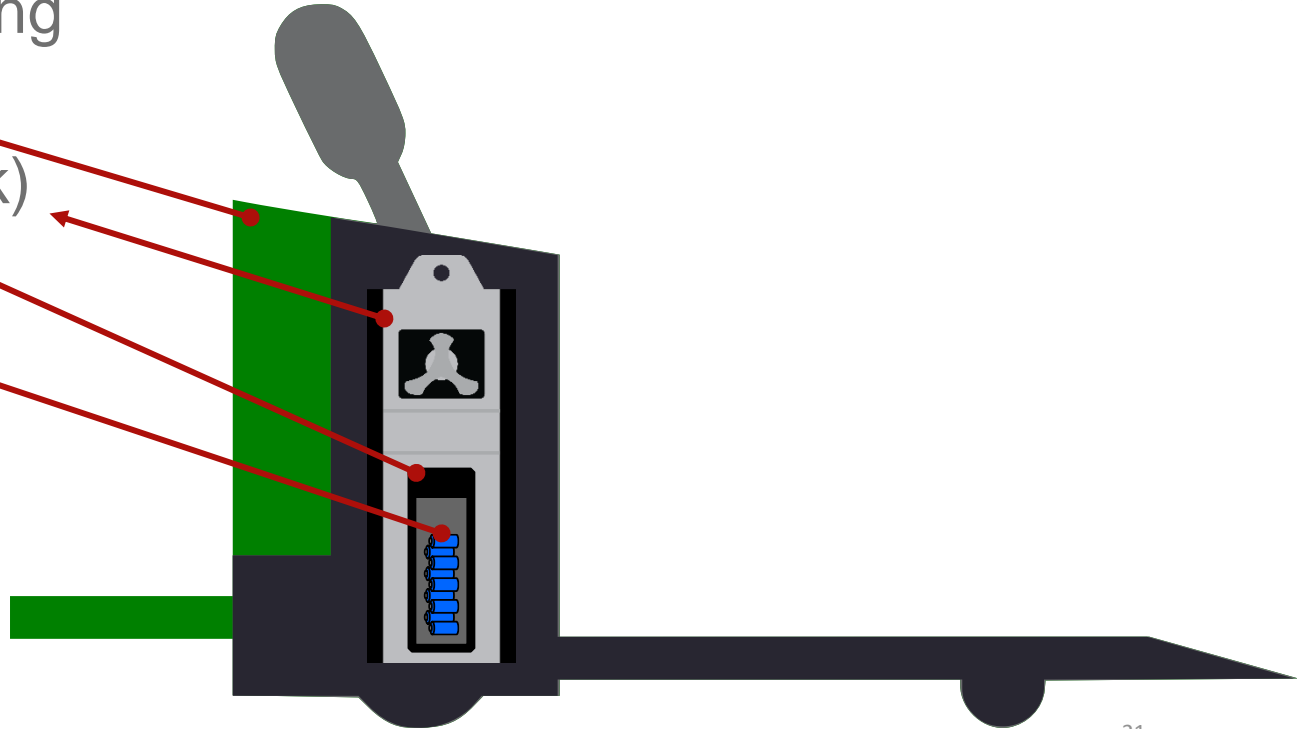
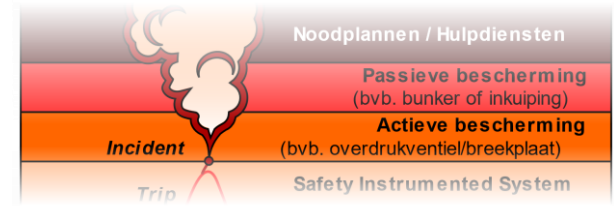
- Blusmiddelen
 - **Blussen bestaat niet !!!**
 - Proces laten “uitreageren”
 - Gecontroleerd – koelen
 - Ongecontroleerd (locatie!!!)
- Koelen
 - Water – sprinklers / onderdompeling
 - Blusmiddelen (**tijdelijk** koelen)
 - F500 – liquid vermiculiet
 - CAFS (Compressed Air Foam Systems) – AFSTAND
- Aerosol (kalium)
 - Binden vrije radicalen (**tijdelijk** – zolang poeder aanwezig is)



→ Organisatie & training Brandbestrijdingsteam...

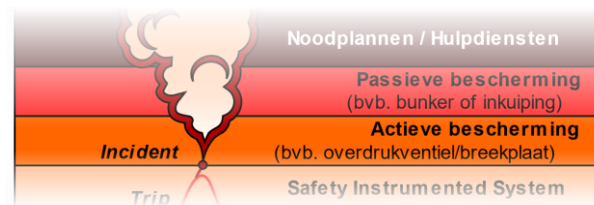
LOPA – Actieve bescherming

- Koelen vaak weinig efficiënt door moeilijke toegang
- Toepassing
 - Batterij (pack)
 - Module
 - Cel



LOPA – Actieve bescherming

- Kleverig, koelend schuim
 - Afstand moet gegarandeerd kunnen worden



Draagbare microCAFS

Compressed Air Foam System

- Blusafstand vs mobiliteit van draagbare systemen



Schuimblusser met F500 toevoeging



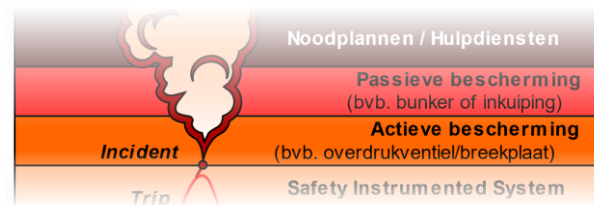
Schuimblusser met vloeibaar vermiculiet

“Rook inademen moet absoluut vermeden worden!”

Regel van Goed Vakmanschap - Brandveiligheid - Thema
Elektrische voertuigen in parkings: 2022, Vzw Fireforum

LOPA – Actieve bescherming

- Sprinkler installatie
 - Detecteert en blust automatisch
 - Lokaliseert de brand – en helpt lokaliseren
 - Beschermt infrastructuur en minimaliseert kost
 - Minimaliseert rookgassen
- Maar – niet voor smeulbrand
 - Beperkte koeling / kleine straal
- Detectie op basis van CO, kruisgevoelig voor H2.



- Regel van Goed Vakmanschap - Brandveiligheid - Thema Elektrische voertuigen in parkings: 2022, Vzw Fireforum

Circulaire risicobeheersing lithium-ion energiedragers

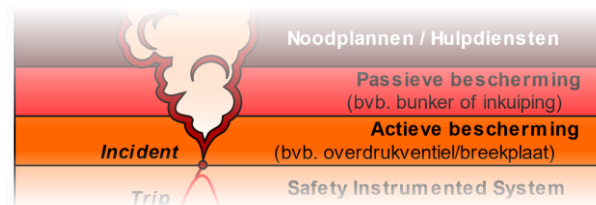
(2020), nr. 34193, 29 p.

Uitgave: Rijkswaterstaat -
Staatscourant.



LOPA – Actieve bescherming

- Locatie



Laptoplocker



Centralisering & compartimentering

S4FE



Brandwerend + detectie + doormelding + blussing

Risicobeheersing bij opslag, transport en opladen van Lithium-ion-batterijen : Preventieve en curatieve maatregelen van toepassing op fietsbatterijen en batterijen van accumachines

Davy Arnouts (2021) Eindwerk preventieadviseur niveau 2

Uitgave: Veiligheidsinstituut - AP Hogeschool, 56 p.

LOPA – Actieve bescherming

- Opslag brandwerend - compartimentering?



PGS 37-2 proof

- Opslagruimten- compartimentering?

PGS 37-2 Lithium-houdende energiedragers: Opslag

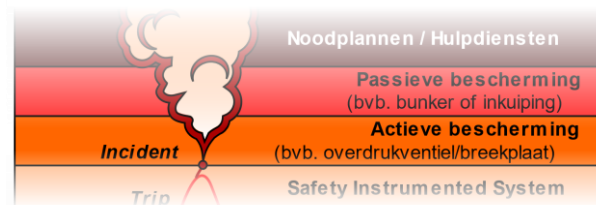
(2022)

Uitgave: Rijkswaterstaat

Richtlijn in opmaak.

(basis) typical 1a:

Opslagvoorziening met
brandcompartiment $\leq 300 \text{ m}^2$, opslag
(Magazijn)



- Gecertificeerd brandwerend...
- ... Gedurende bepaalde tijd (30 / 60 min)...
- ... Voor vooropgestelde inhoud!
- ... Automatische detectie en melding
- ... Automatische blussing

Circulaire risicobeheersing lithium-ion energiedragers

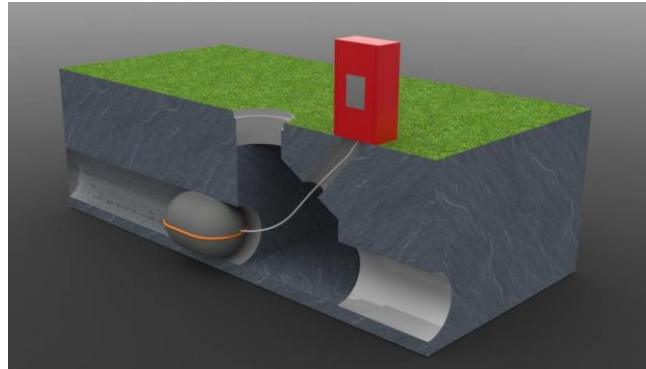
(2020), nr. 34193, 29 p.

Uitgave: Rijkswaterstaat -
Staatscourant.



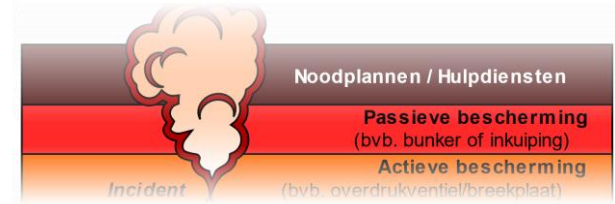
LOPA – Passieve bescherming

- Opvang van gecontamineerd bluswater
Vlarem II. Artikel 4.1.12.1. §1
Blussen ↔ Onderdompelen



Elektrische fietsen: een nieuw brandrisico op de site van Janssen?:

Stef Verbruggen (2021) Eindwerk preventieadviseurs niveau 2
Uitgave: Veiligheidsinstituut - AP Hogeschool, 55 p.



Test bench container met
3' brandweerslangkoppeling

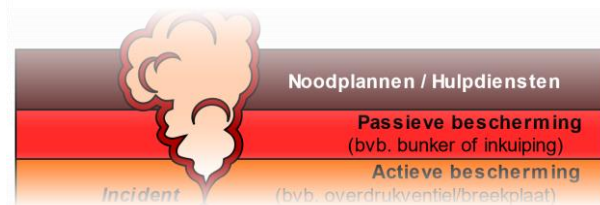


Brandweerrichtlijn Bluswateropvang:

Versie 1.0, Uitgave: FPC Risk, 17 p.

LOPA – Passieve bescherming

- Combinatie van specifieke technieken



- Blusdeken BGS
 - Snel toepasbaar
 - Verplaatsbare maatregel
 - Elimineert rechtstreekse blootstelling aan hitte en vlammen
- Verplaatsbare vloeistofbarrière CGK
 - Veelzijdig inzetbaar
 - Heeft vlakke ondoordringbare ondergrond nodig
 - Langdurig koelen
 - Opvang bluswater

➔ Organisatie & training Brandbestrijdingsteam...



Noodplannen / Hulpdiensten

Passieve bescherming
(bvb. bunker of inkuiping)

LOPA – Noodplannen/ Hulpdiensten – afspraken!

- Toegang brandweer – locatiebereikbaarheid
- Contactgegevens – bereikbare POC!
- Automatische doormelding
- Signalisatie locatie brand
- Info on-site beschikbaar (SDS)



Case: Brand batterijen in Linkebeek en Drogenbos

Gustaaf Cools and Bert Thoelen (2019), 48 p.

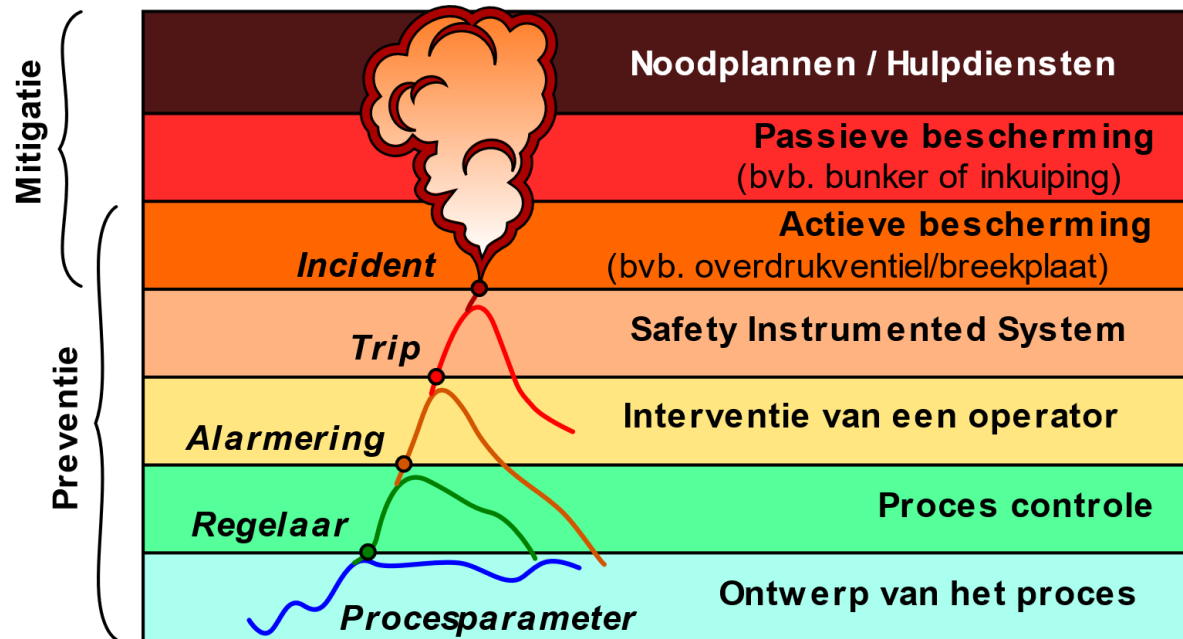
Uitgave: Prenne 52.

Lithium-ion opslagsystemen in huis, een lastige klus voor de brandweer:

Marco Kaak (2020) Eindwerk Hogere veiligheidkundige

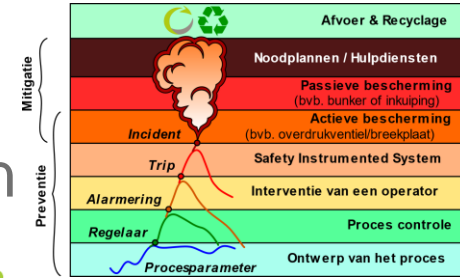
Uitgave: PHOV (Stichting Post Hoger Onderwijs Veiligheidskunde), 86 p.

Uitbreiding LOPA model – Afvoer en Recyclage



LOPA – Afvoer en Recyclage

- QUARANTAINE zone voor kritieke batterijen
 - Bebat biedt oplossingen



ASP 520 liter met telemetrie (UN gekeurd P908 en P909)



Nog te certificeren voor
hoeveelheid en inhoud!

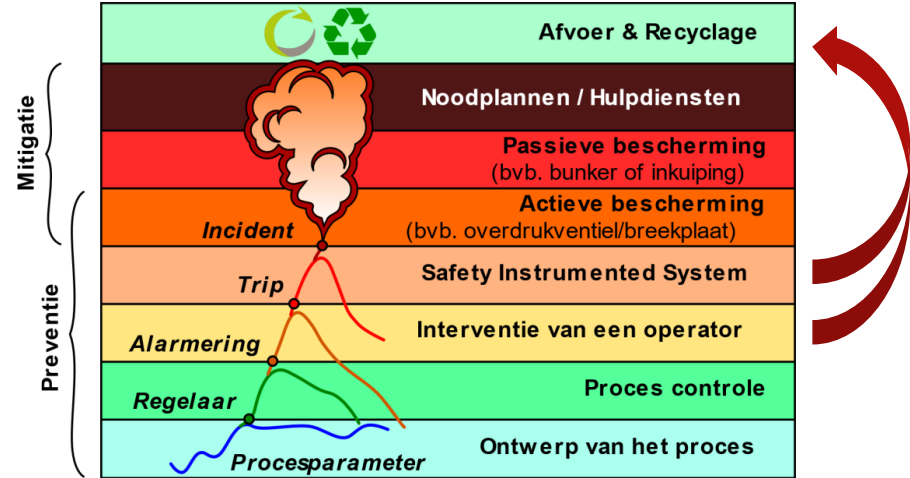
LOPA – Afvoer

- Pre-calamiteit tot afvoer en recyclage
 - PBM selectie op basis van Arc Flash risico



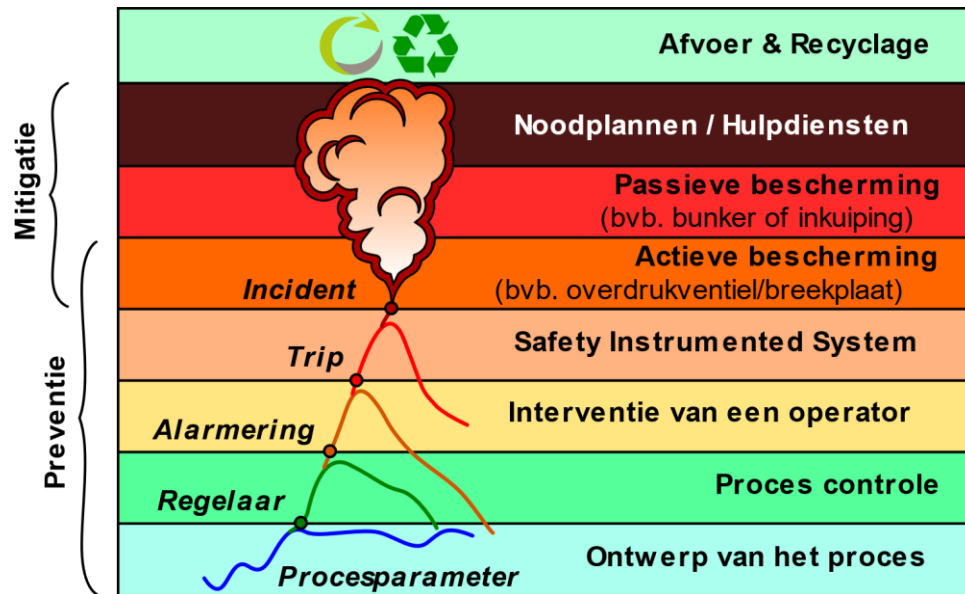
Lithium-Ion Battery Survey & Safety

Peter McNutt (2019), 57 p. Uitgave: NREL



BESCHRIJVING VAN DE BATTERIJCONDITIE			
Criteria	JA	NEE	Observatie
1. Is er communicatie met de batterij mogelijk?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. Zijn er foutcodes met betrekking tot overtemperatuur of overspanning gemeld in de BMS-historie?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. Is er zichtbare schade aan de module en aansluiting?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4. Heeft u vloeistof- of gaslekken bemerkt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5. Heeft de klant de afgelopen 5 dagen een temperatuurstijging bemerkt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. Heeft de klant gesproken over thermische, elektrische of mechanische problemen met de batterij?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

LOPA – Af te toetsen voor eigen organisatie



VI - Informatiecentrum

veiligheidsinstituut@ap.be

