



BESS - Battery Electrical Storage System - på nettet

Krav og Sikkerhed

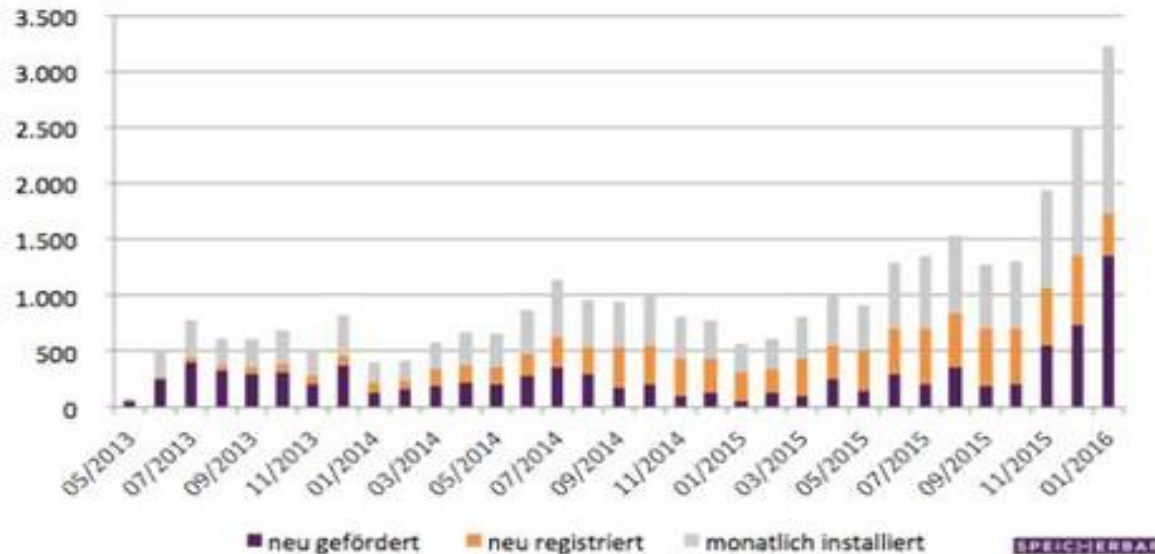
it's all about innovation

Mere end 60.000 batterianlæg installeret i Tyskland over 3 år – 2013 til 2016.



German market

- Strong development of the battery storage market in the last 3 years
- More than 60.000 battery storage systems are installed



Anzahl neu installierter Batteriespeicher Quelle: Speichermonitoring Jahresbericht 2016

88% af disse er
Li-Ion baserede anlæg!

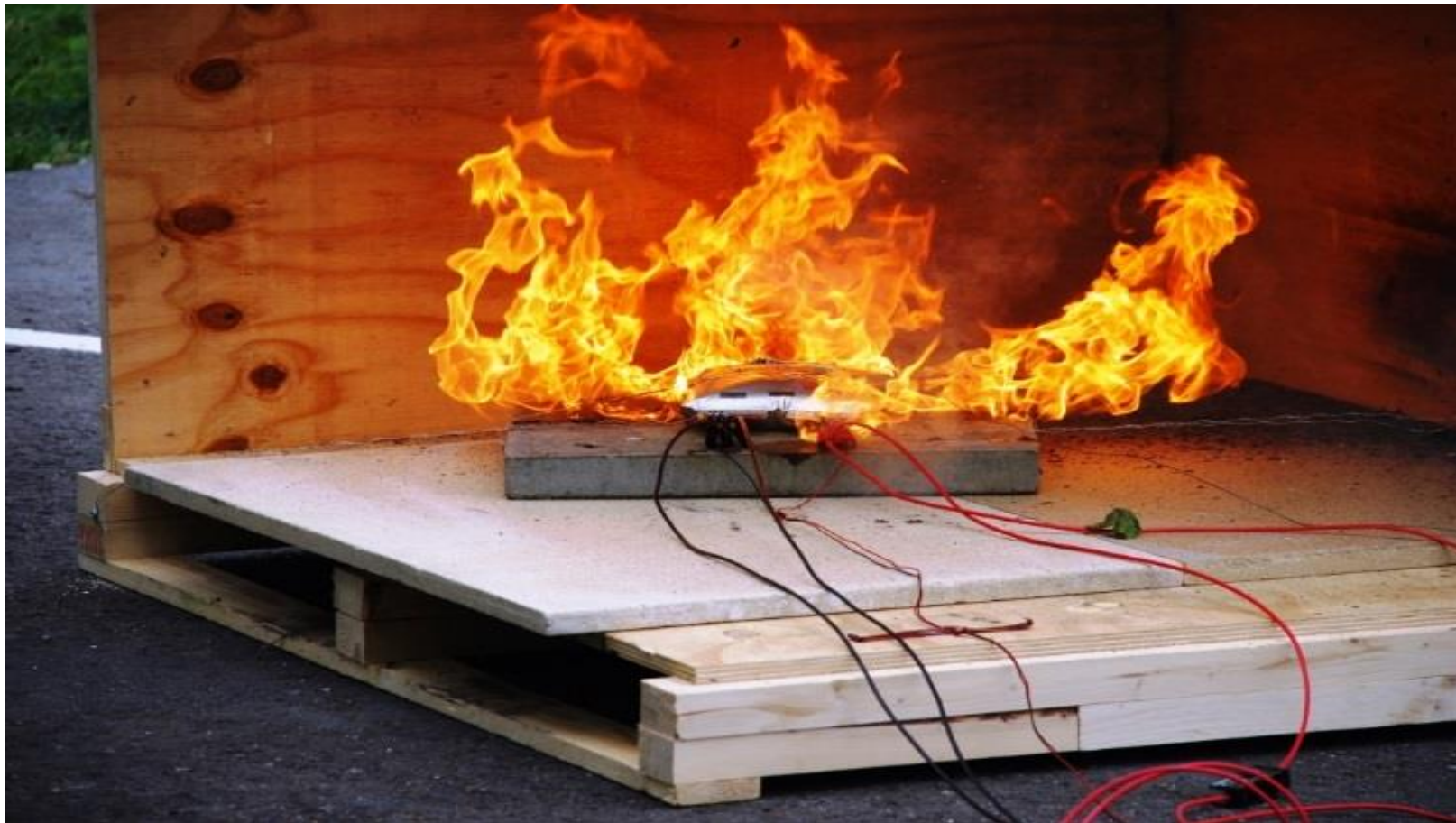


Lithium Ion batterier eksploderer ikke...



TEKNOLOGISK
INSTITUT

... men mange brænder voldsomt ved thermal runaway.





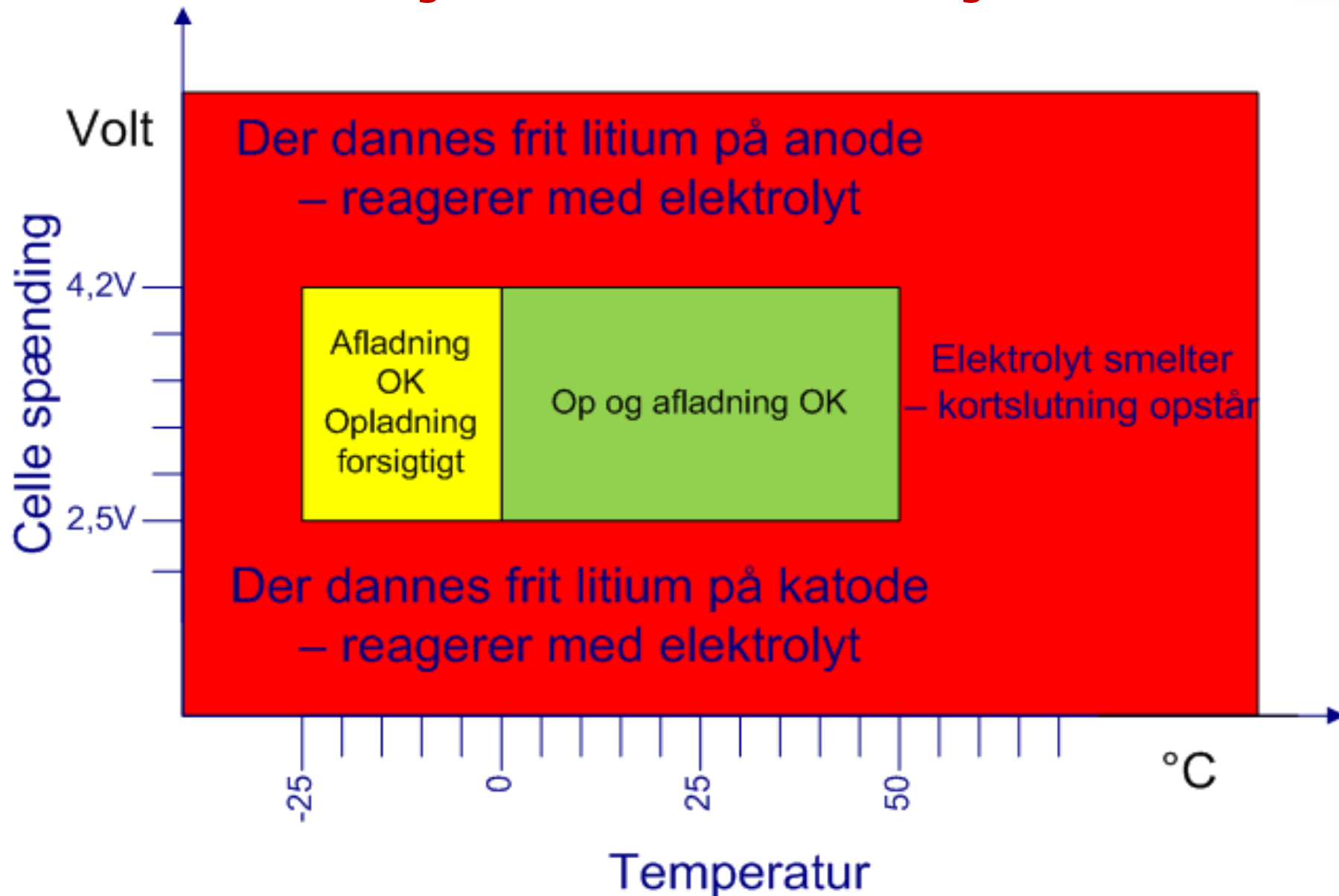
Tmiske hændelser i danske elbiler - Alle ombyggede biler

1. 8. July 2009 – Copenhagen; Jaguar modified to EV completely burned during charge *
2. 27. January 2010 – Horsens; Electric Heater cause fire in C1EV in a parking-house *
3. 18. March 2010 Nr. Sundby; Afuture Qashqai completely burned during charge
4. 19. July 2010 Aarhus; C1EV Battery cell overheats under charge – no fire. *
5. September 2010 Copenhagen; Molten Salt battery fire in Lorry prototype
6. 27. nov 2010 Oslo-ferry; Afuture Qashqai completely burned during charge . *
7. 8. January 2011 Taastrup; EnerBLU e-Fiorino Electric wiring arc cause fire, but battery is OK. *
8. 25. Oktober 2012 Morsø; Renault Fluence ZE completely burned during charge (public parking place).

* = Teknologisk Institut inddraget i klarlægning af årsag.

TI har ikke registreret danske elbil brande siden 2012

LiIon har et snævert arbejdsområde –
undgå de røde områder – brug BMS



Video af overladet Li-Ion celle uden BMS beskyttelse



- Branden varer kun 40 – 50 sekunder

En af de mest klare anbefalinger er fundet hos KIT - Karlsruhe Institute of Technology



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Bindende dokumenter – skal overholdes:

- UN 38.3 Transport of Dangerous Goods - at battery cell level
- UN 38.3 Transport of Dangerous Goods - at battery pack level
- IEC 61010 for battery modules > 75V

Kraftigt anbefalet:

- IEC 62619 safety requirements for Li-Ion batteries
- Safety Guideline – Li-Ion Home Battery Storage Systems
- IEC 61508-5 functional safety, damage prevention
- KIT checklist – score > 110 (of 150 maximum)

Checklist for Li-ion home storage systems

Technical characteristics	Score
Two electromechanical normally open DC relays for the redundant disconnection of the battery	50
Over/undervoltage monitoring on the cell level with redundant triggering of battery disconnection	10
Single cell temperature monitoring on each cell or Current Interrupt Device (CID) in each cell	20
Reliable protection against recommissioning after deep discharge or other significant damage to the battery	20
No insecure direct connection of cells in parallel without Current Interrupt Device (CID) in each cell	10
Active current control as a function of cell voltage and cell temperature	20
Metallic, enclosed battery housing or alternatively a sealed metal battery cabinet	10
Transport tests according to UN38.3 for the battery system and/or battery module	10
Total score	

If the total score is less than 110, the system should be checked in more detail.

Foreløbige danske SafeBESS anbefalinger – per december 2017



Faste krav:

- Teknisk Forskrift 3.3.1 (kun sikkerhed for elnet-stabilitet)
- UN38.3 (Transport af farligt gods)
- DS/HD 60364-standard serien (Den nye harmoniserede stærkstrømsbekendtgørelse)

Mindre faste krav, afhængige af lokale beredskabers holdninger – lidt større BESS anlæg:

- Ikke placering i beboelige rum
- Ventilation (til at bortventilere gasudslip og røg ved thermal runaway)
- Brandovervågning – detektering med manuel eller automatisk alarmopkald
- For større anlæg – afhængig af placering:
 - 60 minutters brand barriere + tør sprinkler med ekstern tilkobling af brandslange? - eller
 - Vandsprinkler

Anbefalinger for højere sikkerhed:

- IEC 62619 safety requirements for Li-Ion batteries (bl.a. propagation test)
- Dansk SafeBESS sikkerhedsvejledning for Li-Ion battery anlæg
- IEC 61508-5 Funktionel sikkerhed – skade forebyggelse (Produktsikkerhed)
- KIT checklist – score > 110 (of 150 maximum)

Hvad betyder produktsikkerhed?



Produktsikkerhed

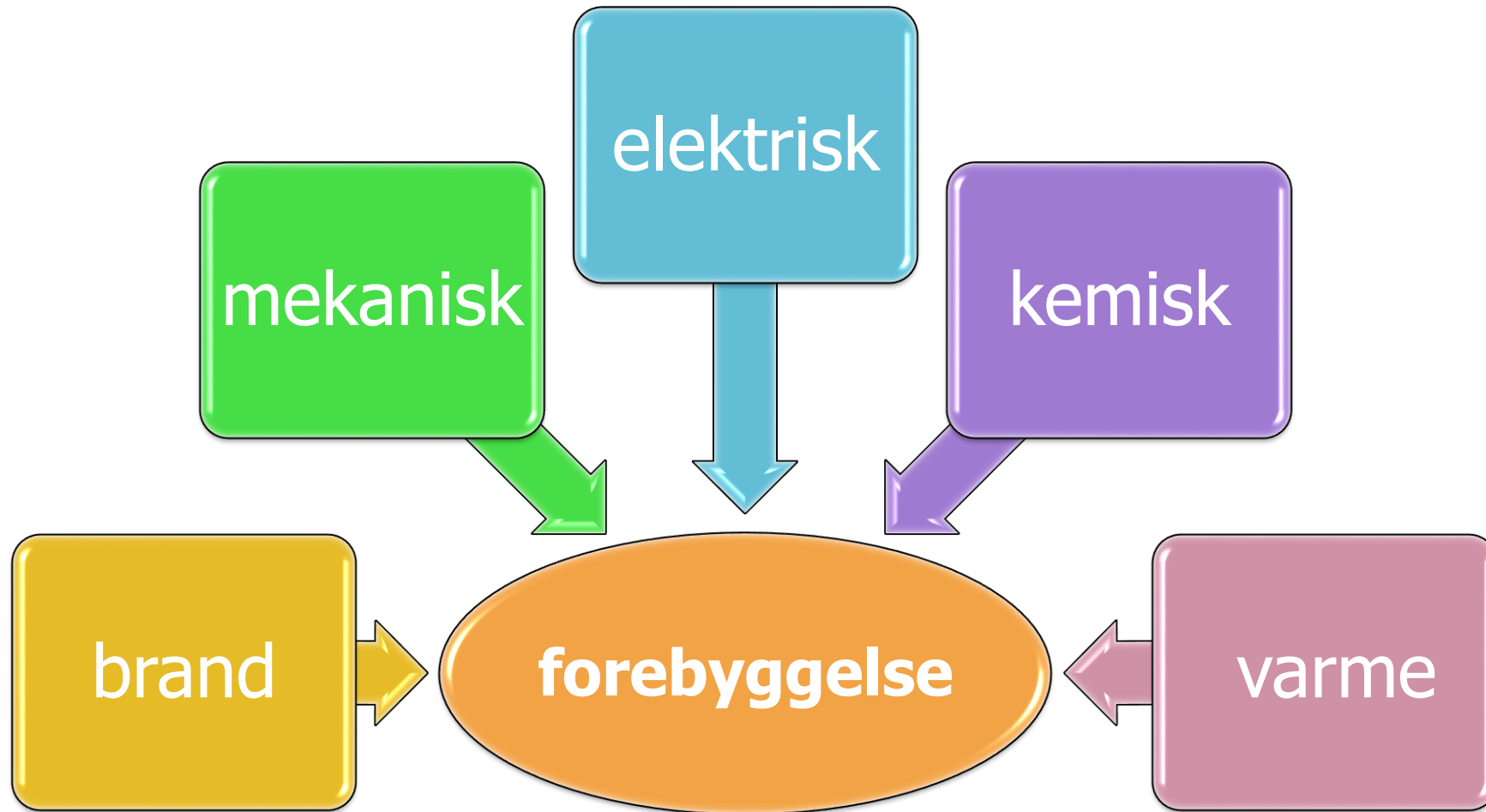
Ingen farer for

Mennesker

Miljø og
klima

Udstyr og
ejendom

Forholdsregler mod farer og risici



Fare –analyse

EN 50 126



Frequency of occurrence of a hazardous event	Risk levels				Rate of occurrence
A Frequent	2 undesirable	1 intolerable	1 intolerable	1 intolerable	more than 1 * per year
B Probable	3 tolerable	2 undesirable	1 intolerable	1 intolerable	less than once per 1 year
C Occasional	3 tolerable	2 undesirable	2 undesirable	1 intolerable	less than once per 3/5 years
D Remote	4 negligible	3 tolerable	2 undesirable	2 undesirable	less than once per 30 years
E Improbable	4 negligible	4 negligible	3 tolerable	3 tolerable	less than once per 300 years
F Incredible	4 negligible	4 negligible	4 negligible	4 negligible	less than once per 3000 years
	insignificant	marginal	critical	catastrophic	
	C1	C2	C3	C4	
	Severity Levels of Hazard Consequence				



Grupper af risici bør adresseres

1. Funktionel sikkerhed
2. Elektrisk personsikkerhed (kapsling og aflåsning)
3. Overholdelse af Tekniske Forskrifter for net tilsluttet udstyr bl.a. TF 3.3.1
4. Indbygning:
 1. Placering (i forhold til andre bygninger, i beboelses- og erhvervsbygninger)
 2. Ventilation
 3. Egnede materialer
 4. Modstandsdygtighed overfor spild fra batterisystem (Dampe og væsker)
 5. Risiko vurdering og klassificering mht. brand, eksplosionsfare, forgiftning, brandslukning, nødvendig overvågning og servicering mm.
5. Modstandsdygtighed overfor udefrakommende hændelser såsom oversvømmelse, brand, overspænding, brown-out / black-out, varme / kulde, støv, aggressiv atmosfære (salttåge i kystnære placeringer), svigtende kommunikation, cyberangreb
6. Miljø beskyttelse ifm. kontrolleret og godkendt bortskaffelse af brugte batterier

UN38.3 Transport Test



TEKNOLOGISK
INSTITUT

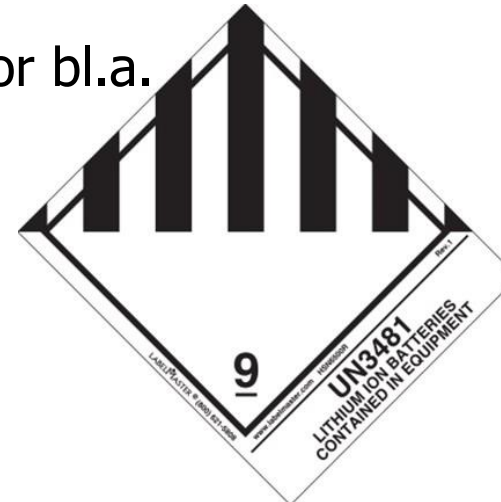
Lithium Ion batterier er farligt gods – kræver

- Chauffør med ADR* certifikat
- Kun UN38.3 testede celler eller batterier må transporteres
- Mærkning og transportdokument



Der er ingen relevante undtagelser for transport af batterier med mere end 2 g lithium.

- Bestemmelserne i ADR* finder ikke anvendelse for bl.a. lithiumbatterier og brændselsceller der anvendes til drift af køretøj eller transportstyring. 1.1.3.7



* **EUROPÆISK KONVENTION OM INTERNATIONAL
TRANSPORT AF FARLIGT GODS AD VEJ (ADR)
gældende fra 1. januar 2017*)**

ADR2017 (transport af farligt gods ad vej)



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Klassificering 2.2.9.1.7

Lithiumbatterier skal opfylde følgende krav, medmindre andet er angivet i ADR (f.eks. for prototypebatterier og små produktionsserier i henhold til særlig bestemmelse 310 eller beskadigede batterier i henhold til særlig bestemmelse 376).

Celler og batterier, celler og batterier indeholdt i udstyr eller celler og batterier pakket med udstyr, der indeholder lithium i enhver form, henføres til UN 3090, 3091, 3480 eller 3481, alt efter, hvad der er relevant. De må transporteres under disse betegnelser, hvis de opfylder følgende bestemmelser:

(a) Hver celle eller batteri er af en type, der bevisligt opfylder kravene i alle prøver i Manual of Tests and Criteria, del III, underafsnit 38.3.

Anm.: Batterier skal være af en type, der bevisligt opfylder prøvningskravene i Manual of Tests and Criteria, del III, underafsnit 38.3, uanset om de celler, de består af, er af en prøvet type.

(b) Hver celle og batteri er forsynet med en anordning mod indre overtryk eller er konstrueret med henblik på at hindre sprængning under normale transportforhold.

(c) Hver celle og batteri er forsynet med en anordning, der effektivt forhindrer udvendige kortslutninger.

(d) Hvert batteri, der indeholder celler eller serier af parallelt forbundne celler, er forsynet med effektive anordninger som nødvendigt for at forhindre farlig returstrøm (f.eks. dioder, sikringer mv.).

(e) Celler og batterier skal være fremstillet i henhold til et kvalitetsstyringsprogram.

ADR2017 Klassificering 2.2.9.1.7



(e) Celler og **batterier** skal være fremstillet i henhold til et **kvalitetsstyringsprogram**, som omfatter:

- (i) En beskrivelse af organisationsstrukturen og personalets ansvarsområder med henblik på konstruktions- og produktkvalitet.
- (ii) De relevante instruktioner i eftersyn og prøvning, kvalitetskontrol, kvalitetssikring og syn procesoperationer, som vil blive anvendt.
- (iii) Proceskontroller, der skal omfatte relevante aktiviteter med henblik på at forhindre og påvise indvendige kortslutningsfejl under fremstilling af celler.
- (iv) Kvalitetsdokumentation som f.eks. eftersynsrapporter, prøvningsdata, kalibreringsdata og attester. Prøvningsdata skal opbevares og på anmodning udleveres til den kompetente myndighed.
- (v) Ledelseevalueringer med henblik på at sikre effektiv gennemførelse af kvalitetsstyringsprogrammet.
- (vi) En proces til kontrol af dokumenter og revision heraf.
- (vii) Metoder til kontrol af celler eller batterier, der ikke er i overensstemmelse med den prøvede type som nævnt i (a) ovenfor.
- (viii) Uddannelsesprogrammer og kvalifikationsprocedurer for relevant personale.
- (ix) **Procedurer, der skal sikre, at det færdige produkt ikke er beskadiget.**

Anm.: Interne kvalitetsstyringsprogrammer kan godkendes. Tredjepartsgodkendelse er ikke påkrævet, men procedurerne i (i) til (ix) herover skal registreres korrekt og på sporbar måde. En kopi af kvalitetsstyringsprogrammet skal på anmodning udleveres til den kompetente myndighed.

Farer + klassifikationskode	UN-nr.	Betegnelse for stof eller genstand
Lithiumbatterier M4	3090	LITHIUMMETALBATTERIER
	3091	LITHIUMMETALBATTERIER INDEHOLDT I UDSTYR
	3091	LITHIUMMETALBATTERIER PAKKET MED UDSTYR
	3480	LITHIUMIONBATTERIER (herunder lithiumionpolymerbatterier)
	3481	LITHIUMIONBATTERIER INDEHOLDT I UDSTYR (herunder lithiumionpolymerbatterier)
	3481	LITHIUMIONBATTERIER PAKKET MED UDSTYR (herunder lithiumionpolymerbatterier)

Teknologisk Institut vil tilbyde UN 38.3 test på batteripakker i Danmark.



TEKNOLOGISK
INSTITUT

EUROPÆISK KONVENTION OM INTERNATIONAL TRANSPORT AF FARLIGT GODS AD VEJ (ADR)

forudsætter dokumentation for at United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods. Manual of Tests and Criteria ST/SG/AC.10/11/Rev.5 Subsection UN 38.3 Lithium metal and lithium ion batteries overholdes.

Proceduren beskriver 8 tests T1 til T8, men kun T1 til og med T5 er relevante på batteripakke niveau.

T1 Højde simulering – svarende til 15.000m højde. tryk $<11.6\text{kPa}$ >6 timer ved $+20\pm 2^\circ\text{C}$

T2 Termisk test. 12 timer ved $+75\pm 2^\circ\text{C}$ derefter 12 timer ved $-40\pm 2^\circ\text{C}$ gentages 10 gange.
Temperatur skift skal ske på under 30 minutter. Der afsluttes med 24 timer ved $+20\pm 2^\circ\text{C}$

T3 Vibration. Sinus-sweep fra 7Hz til 200Hz til 7Hz over 15 minutter gentages 12 gange
gentages for 3 retninger

T4 Shock. Halv-sinus chok med pulsvarighed på op til 50g i 11 ms.
gentages 3 gange i positiv og negativ retning i hver orientering. I alt 18 tests per batteripakke.

T5 Ekstern kortslutning. Ved stabil batteripakke temperatur på $+55\pm 2^\circ\text{C}$ skal terminalerne på batteripakken kortsluttes $< 0,1\text{ohm}$ i mindst 1 time efterfulgt af 6 timers overvågning.

Besøg vore batterilaboratorier



TEKNOLOGISK
INSTITUT

- Her kommer en hurtig introduction til noget af det man kan se



BESS – at DTI

BESS – a 65kW/60kWh grid connected battery energy storage system

- The system is built of prismatic LFP cells from CALB
- Two paralleled strings (512 V)
- Each string has 10 modules in series
- Each module has 16 cells (60 Ah) in series and a local module-BMS

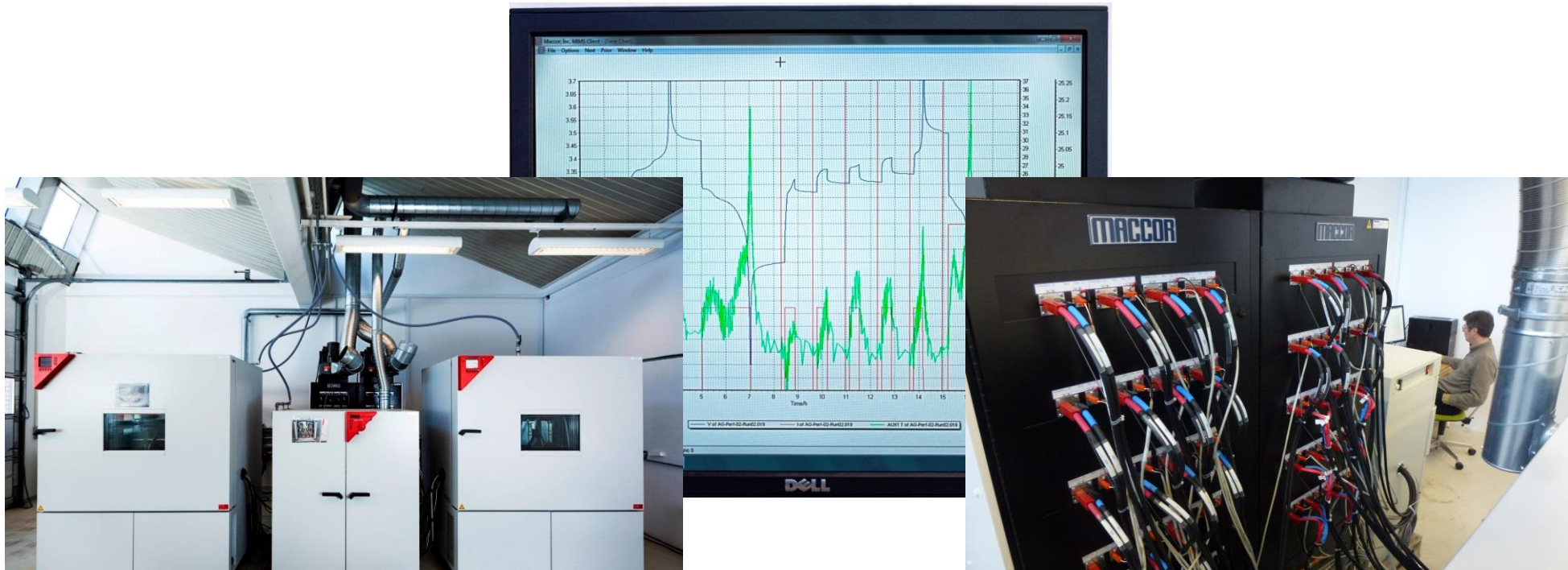




Lifetime test performed at BESS battery cells

A comprehensive lifetime test was performed in the BESS project with 40Ah cells. Test steps:

1. Planning (test matrix)
2. Initialisation (at least 10 full cycles)
3. Cycling





Projekt: Benchmark af Batterianlæg

Udvikling af **ny metode** til

sammenligning af forskellige batterianlæg

- Målet er at give ikke-sagkyndige bedre mulighed for at sammenligne forskelligartede batterianlæg
- Fokus på serieproducerede batterianlæg til bygninger (boliger og mindre erhverv).
- Afprøvning af den udviklede metode i laboratorie (på 3-5 anlæg)





Sov trygt om natten – med batterianlæg i huset

SafeBESS – sikre batterianlæg

- vejledning om sikker drift, vedligehold og bortskaffelse
- Hjælp til forbrugere og fagpersoner fra et branchesamarbejde

Vejledningen skal øge sikkerheden for net-tilsluttede batterianlæg:

- Informere om krav og godkendelser
- Sætte fokus på kvalitet i installationen
- Give råd om sikker drift og vedligeholdelse
- Uddanne forhandlere, rådgivere og montører
- Give forbrugerne tryghed

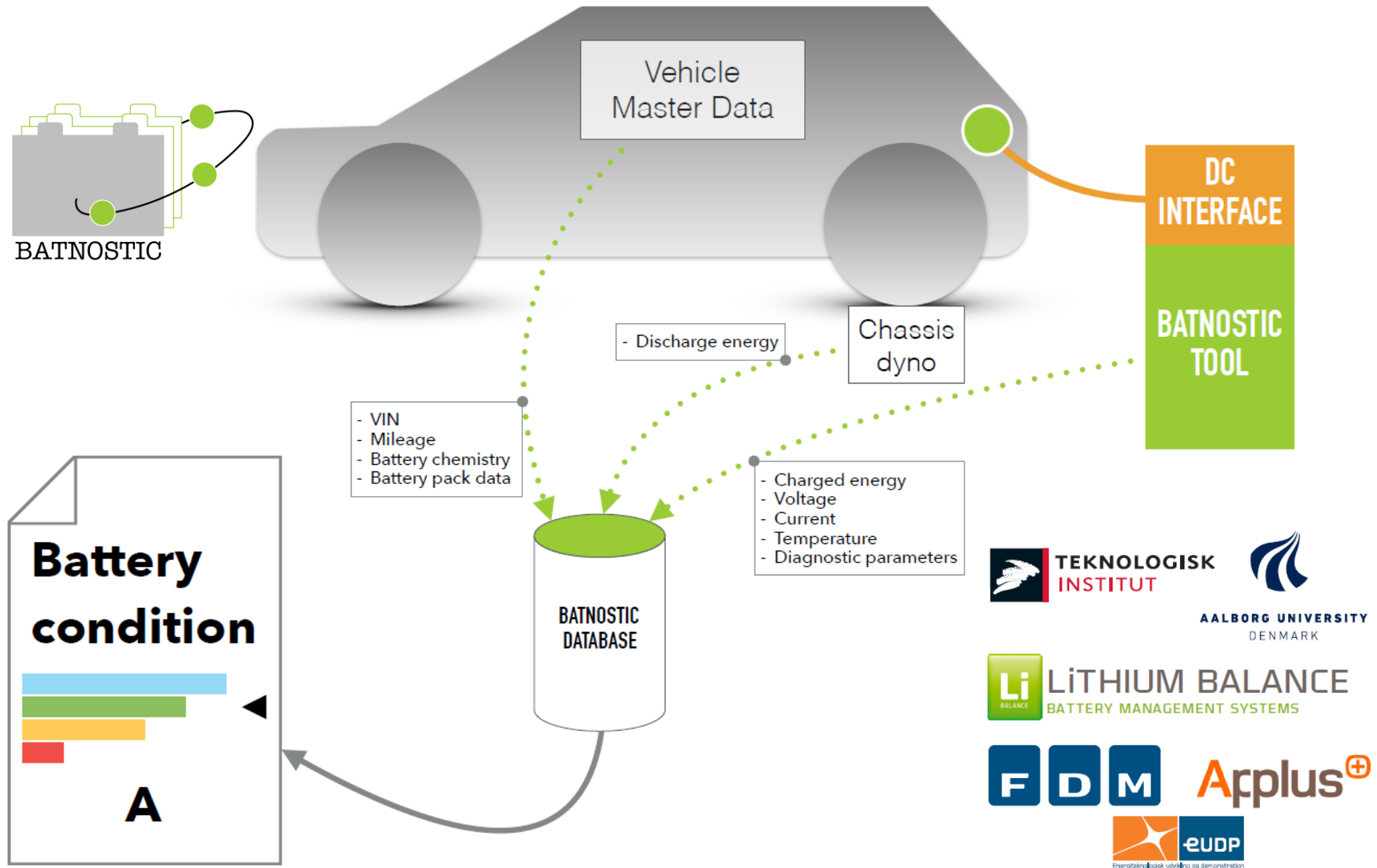


BATNOSTIC

– analysing EV battery pack condition



TEKNOLOGISK
INSTITUT





SMILE

Smart Island Energy Systems



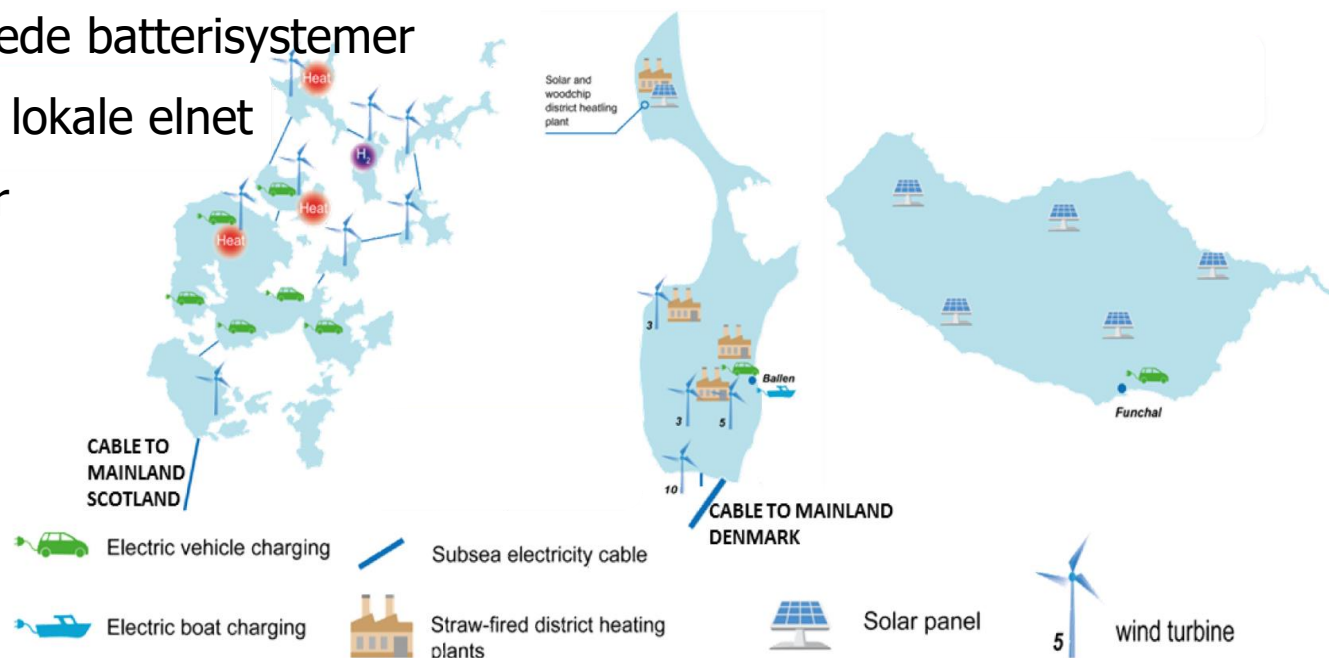
TEKNOLOGISK
INSTITUT

SMILE-projektets formål er at udvikle, afprøve og demonstrere smart grid teknologier.

Tre storskala pilotprojekter vil afprøve forskellige teknologiske løsninger på tre øer: Orkneys (UK), Samsø (DK) og Madeira (PT).

Teknologisk Institut deltager i følgende opgaver:

- Standarder, krav og specifikationer for projektets batterisystemer på de tre øer
- Godkendelse og opfølgning af de installerede batterisystemer
- Analyse for optimal brug af batterier i det lokale elnet
- Intelligent opladning af lystbåde og elbiler
- Brugerstudier, primært i Danmark





Besøg vore batterilaboratorier i Aarhus

Virksomheder, myndigheder og organisationer er altid velkommen til at kontakte Teknologisk Institut og undersøge muligheden for at aftale møde og besøg i vore laboratorier

– batteri-spørgsmål, test og opgaver håndteres primært i Aarhus-afdelingen på:

- Kongsvang Alle 29, 8000 Aarhus C. (besøg dog kun efter aftale)

Her kan man bl.a. høre om:

- Batteri karakterisering og diagnose – f.eks. EV batteri diagnose i bilen (BATNOSTIC)
- Sammenligning af forskellige typer batteri-anlæg
- Batteri degradering og levetidsvurdering
- Sikkerhed i forbindelse med batterier og batterianlæg
- Krav og test af batterier og batterisystemer
- Avancerede systemløsninger med elektronik og sensorer
- Batterityper og størrelse i forhold til applikation
- Transport sikkerhed – krav og test
- Genbrug og sikker bortskaffelse

Overlad ikke test til amatører



TEKNOLOGISK
INSTITUT

Billede af barn der
bider i en ledning



Alle Lithium-ion batterier
kræver overvågning af hver celle
for beskytte batteriet og undgå brand.
Men der er mere at passe på....

**BATTERIER I
ELBILER, HYBRIDBILER OG
BESS-ANLÆG
BETYDER LIVSFARE!**

Livsvigtig viden

- omtanke
- uddannelse
- udstyr



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



Kjeld Nørregaard
Teknologisk **Institut**
Senior Projectmanager
Transport & Elektriske Systemer
+45 7220 1317
kjn@teknologisk.dk



Regler og standarder? -1

- Energinet: Teknisk Forskrift TF 3.3.1
- Relevante internationale standarder med krav omkring sikkerhed for batteriinstallationer
 - IEC 62485-1:2015 - Safety requirements for secondary batteries and battery installations –
 - Part 1: General safety information og IEC 62485-2:2010 - Safety requirements for secondary batteries and battery installations –
 - Part 2: Stationary batteries
- Test of performance:
 - EN 61427-2:2015 Secondary cells and batteries for renewable energy storage - general requirements and methods of test –
 - Part 2: on-grid applications
 - EIC 62933 Electric Energy Storage Systems – flere dele i Teknisk Specification status
- Funktionel sikkerhed:
 - IEC 61508 Functional Safety



Regler og standarder? -2

Batteri sikkerhed:

- EN 50272-1:2010 Safety requirements for secondary batteries and battery installations
- Part 1: General Safety Information
- EN 50272-2:2001 Safety requirements for secondary batteries and battery installations
- Part 2: Stationary batteries
- EN 62619 Safety requirements for secondary lithium cells and batteries for use in industrial applications
- EN 62620:2015 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes - Secondary lithium cells and batteries for use in industrial applications
- UN38.3 Transport of Dangerous Goods