Gefahren und Risiken von Li-Ionen-Batterien

(Vorbeugender / abwehrender Brandschutz und Intervention)

Thomas Ramseier-Schmitz, Dr. sc. ETHZ
Fachspezialist*in Feuerwehr / ABC

Feuerwehrinspektorat
Inspectorat des sapeurs-pompiers

GVB
Wir versichern Ihr Gebäude.

Ziele / Inhalt

Gefahren und Risiken von Li-Ionen-Batterien in Recyclingbetrieben:

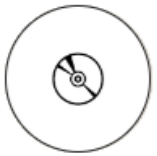
- Grundlagen Gefahren & Risiken
- Informationen zu
  - Gesetzliche Anforderungen
  - Herausforderung Intervention
  - Empfehlungen Bau & Betrieb

Recycling / Wertstoffe …

Aluminium

Kapseln aus Alu

Batterien


CDs und DVDs

EE-Geräte

Getränkekarton

Glas

Grüngut

Korken

Kunststoff

Leuchtmittel

Metall

Öl

Papier und Karton

PET-Getränkeflaschen

Plastikflaschen

Sonderabfall

Styropor

Textilien und Schuhe

Weiss- und Stahlblech

Vapes

GVB

… potentiell gefährliche Stoffe bei Entsorgungs- und Recyclingbetrieben

Vielfalt an Stoffen mit (potentiell) gefährlichen Eigenschaften:

- Giftige und umweltgefährdende Stoffe / Produkte
- Gasflaschen, Gaskartuschen, Spraydosen
- Brandfördernde Stoffe
- Hohe Brandlasten (Holz, Kunststoffe, Altöl, etc.)
- Batterien

➢ Potentiell falsch sortiert / falsch angeliefert («Fehlwürfe»)
➢ «Wunderpackung»

Gefahrenpotentiale bei Recyclingbetrieben …

Mögliche Schadensursachen

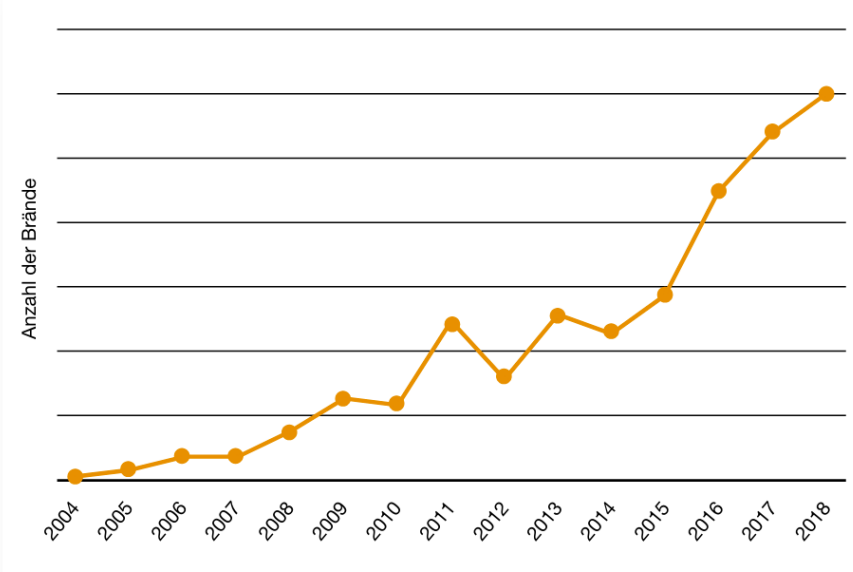
- Mechanische Bearbeitungsprozesse (Schreddern, Sortieren, …) und Beschädigung …
- Elektrizität (Kurzschlüsse in Batterien oder anderen elektrischen Anlagen)
- Brand von benachbartem Lagergut / Objekten
- Menschliches Fehlverhalten

Bilder: Karle Recycling, SRF

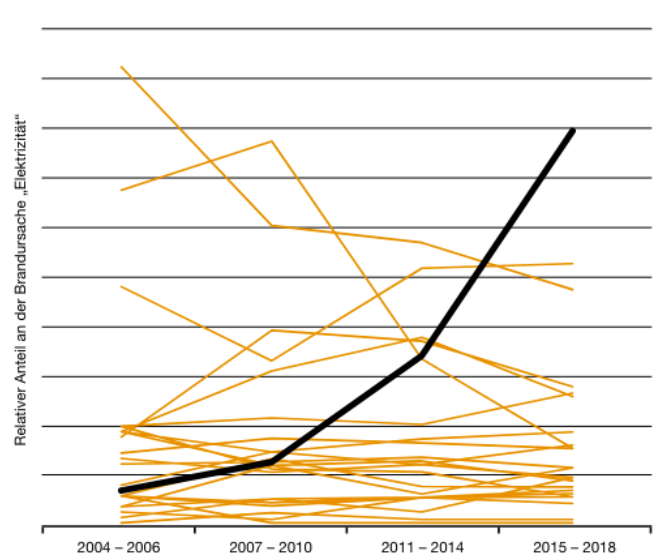
Brandfälle mit Lithium- / Li-Ionen-Batterien

- Batterien / Li-Ionen-Akkus medial schnell als «Ursache»
- Eindeutige Statistik fehlt (CH: ~ 25% «Elektrizität»)

- Situation Deutschland:



Gebäudebrände mit Beteiligung Li-Akkus



Anteil Li-Akkus an Ursache «Elektrizität»

➢ Zunahme Li-Ionen-Akkus am Brandgeschehen

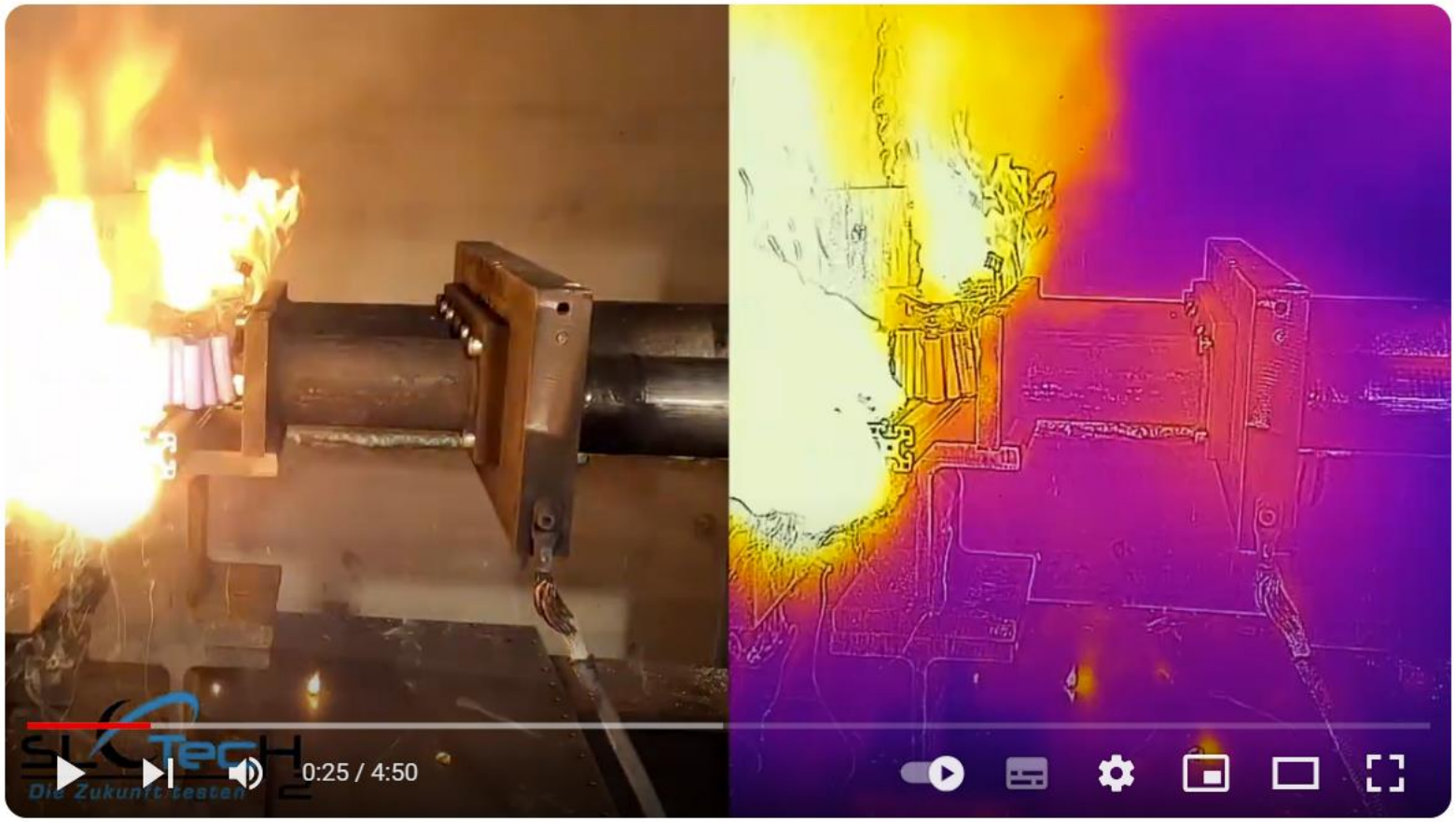
Bilder: IFS Schadenprisma 3/2019

Batterietypen / Brandgefahren …

Konventionelle Batterien vs. Lithium, Li-Ionen, ….

Bilder: Flickr, CC-BY-2.0

E-Bike Akku (36 V, 19 Ah) – Brandgefahr bei Beschädigung



[Thermal Runaway und Thermal Propagation durch Crush E-Bike Akkupack 36V 19Ah (youtube.com)]

Bilder: SL TecH2 GmbH

Temperatur- und Zersetzungsphänomene von Li-Ionen-Batterien

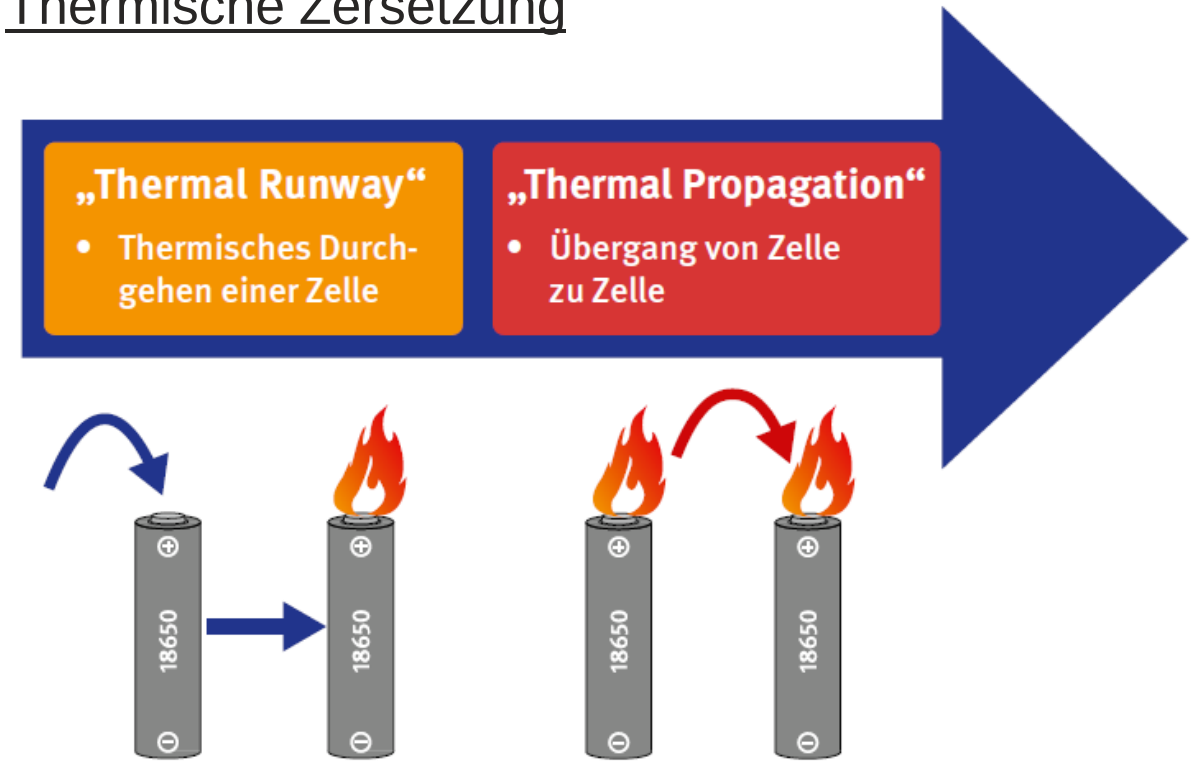
Thermische Stabilität

Druckanstieg

660–1400 °C	Feuer, Temperatur über 1000 °C
> 250 °C	Schlagartige Energiefreisetzung und Kettenreaktionen ⇢ „Thermal Runaway“, Thermal Propagation, Flammenbildung
bei ca. 250 °C	Beginn der extothermen Reaktion
bei ca. 150 °C	Interner Kurzschluss durch schmelzenden Separator
bei ca. 130 °C	Wesentliche Funktionen in der Zelle werden gestört. ⇢ Shutdown: Elektronenfluss gestört
ab 70 °C	Elektrolyt in der Zelle erwärmt sich und verdampft.

➢ Innere Zersetzung oberhalb 60 – 80 °C

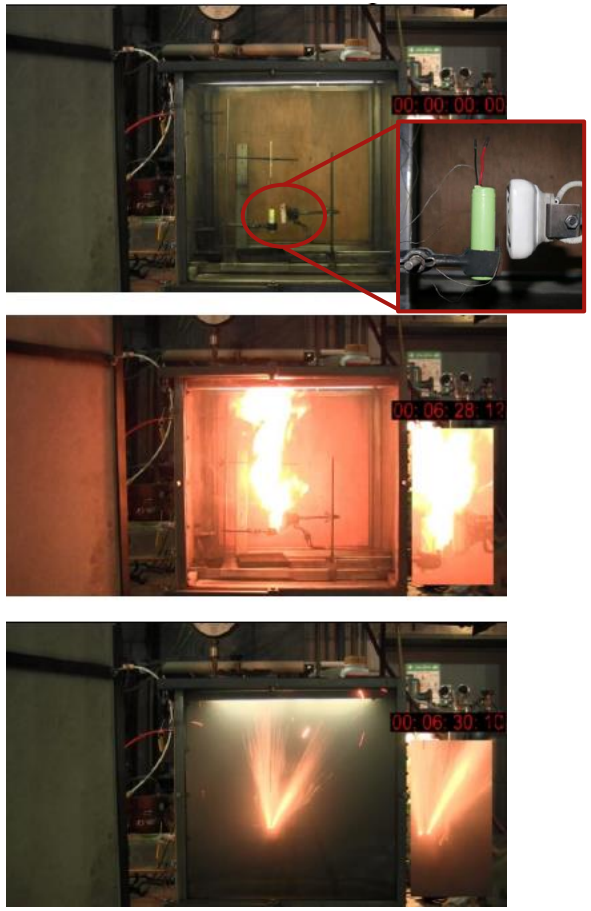
Thermische Zersetzung



«Thermal Runaway» - sich selbst beschleunigende und aufrecht-erhaltene thermische Zersetzung

Bilder: DGUV 205-041

Thermisches Durchgehen («thermal runaway»)
Ursachen



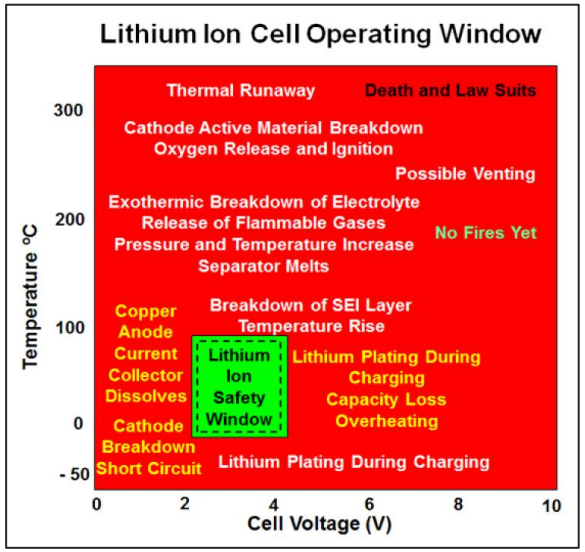
ICR 18650 (3.7V, 2’200 mAh)

Bilder: KIT / IMK Bericht 192; mpoweruk.com

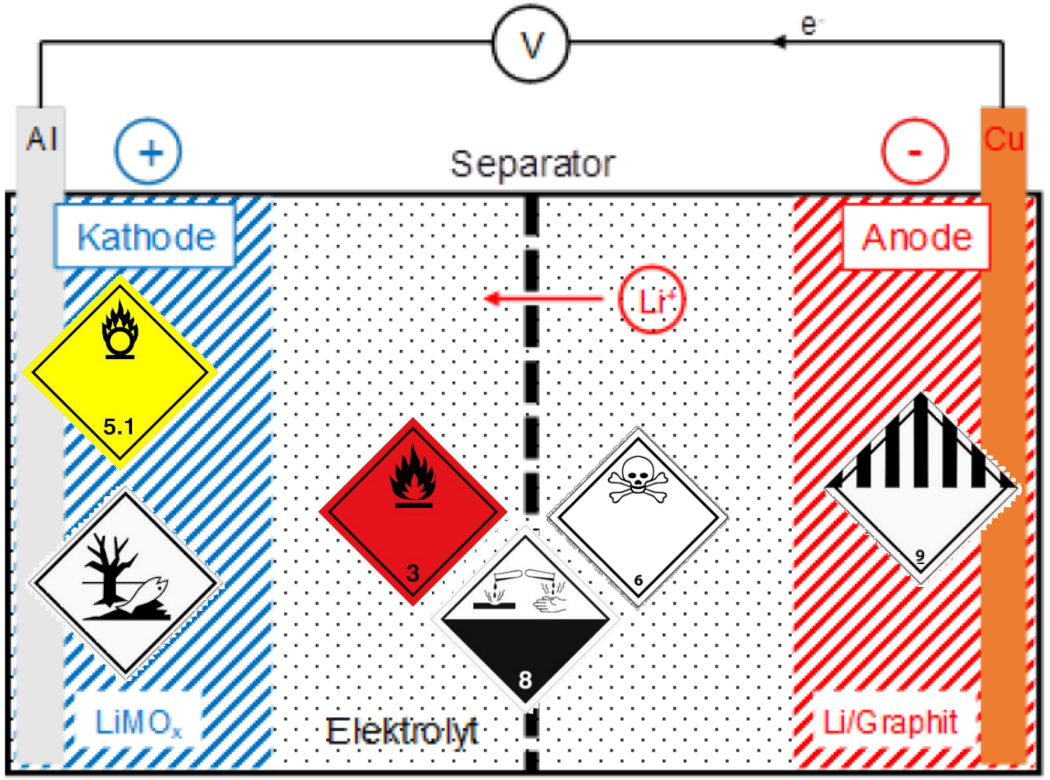
Ursachen:

- Überladung der Zellen >> BMS
- Tiefenentladung >> BMS
- Äusserer Kurzschluss >> BMS
- Starke äussere Erwärmung (Feuer)
- Innerer Kurzschluss (Zellfehler oder durch mech. Beschädigung)

Sicherheitssystem



Grundlagen – Eigenschaften
Aufbau Li-Ionen-Batterien

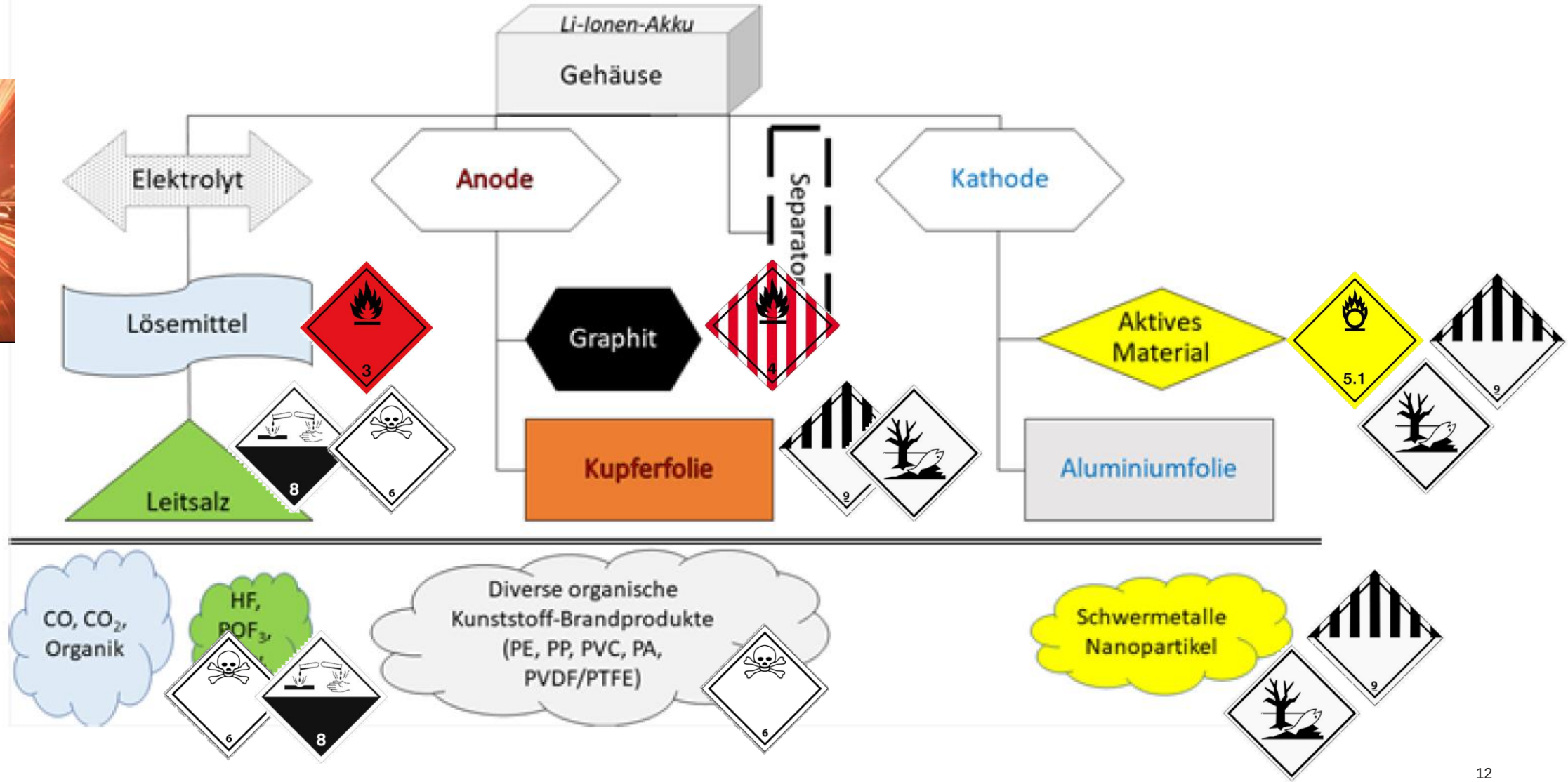


- Typischerweise zusammengesetzt aus einzelnen “Zellen” (Pouches oder Batterien)
- Lithium-Ionen (Salz) <> “Lithium” (Metall)
- System bestehend aus
  - Anode — Li/Graphit
  - Kathode (“aktiv”) — $LiCoO_2$ (“LCO”)
    $LiFePO_4$ (“LFP”)
  - Elektrolyt — Lösungsmittel (EC, …)
    Leitsalz ($LiPF_6$)

Bilder: vfdb Ref. 10

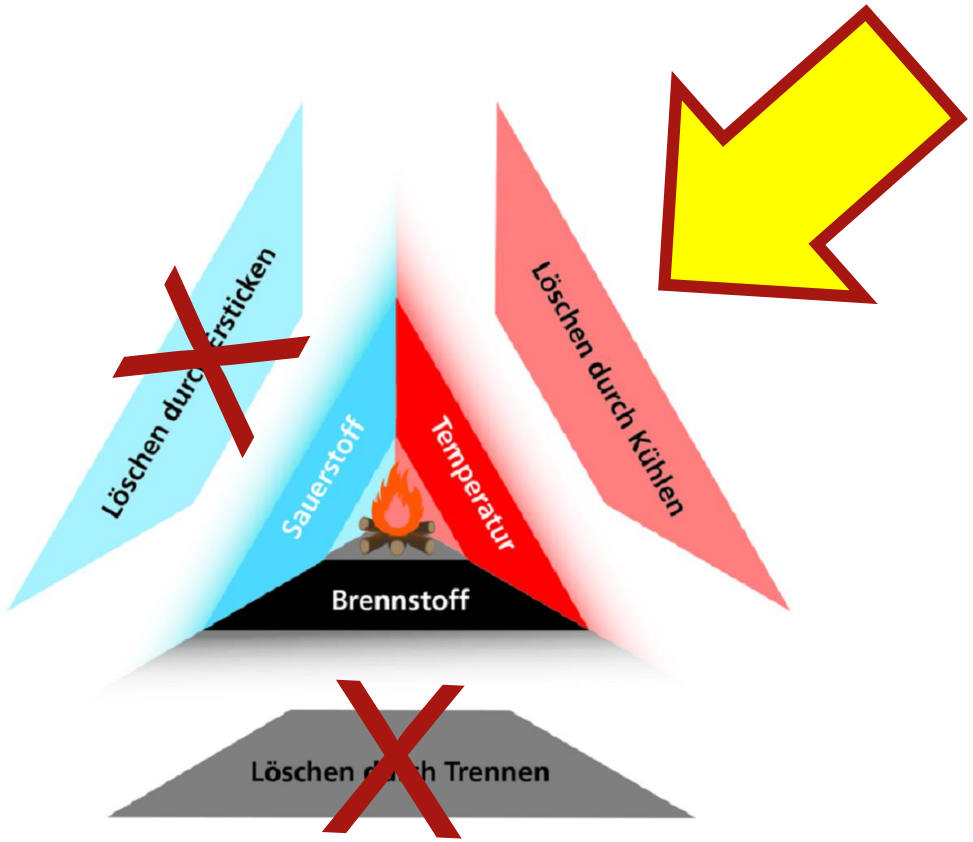
Zersetzung von Li-Ionen-Batterien

Brandgase, Rauch, Löschwasser



Bilder: vfdb Ref. 10

Problematik – Li-Ionen Batterien im Brandfall



- Chemisch gebunden im Kathoden-Material

- Ladevorgang
- Hitze- / Wärme-einstrahlung
- Interner Kurzschluss

- Anoden-Material
- Elektrolyt

\+

Bilder: BGV, Flickr (CC-BY), KIT / IMK

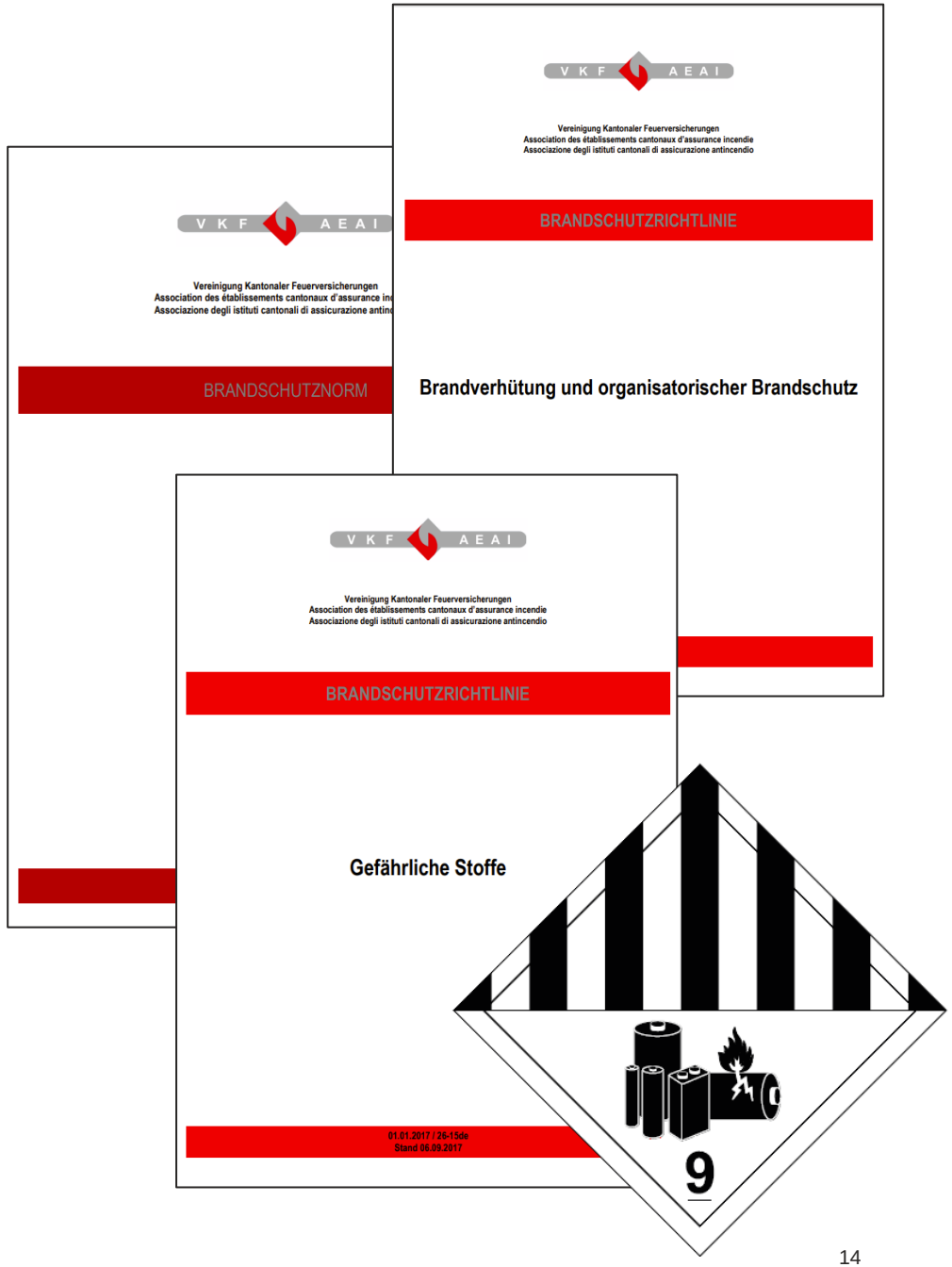
GVB

Vorschriften (Brandschutz)

- VKF Brandschutzvorschriften definieren das gesetzliche Minimum
- Definierte Schutzziele (Sicherheit von Mensch & Tier, Vorbeugung von Bränden und Explosionen, Begrenzung der Ausbreitung von Hitze und Flammen, insbesondere auf Nachbarbauten, Tragfähigkeit erhalten, Intervention gewährleisten)

ABER:

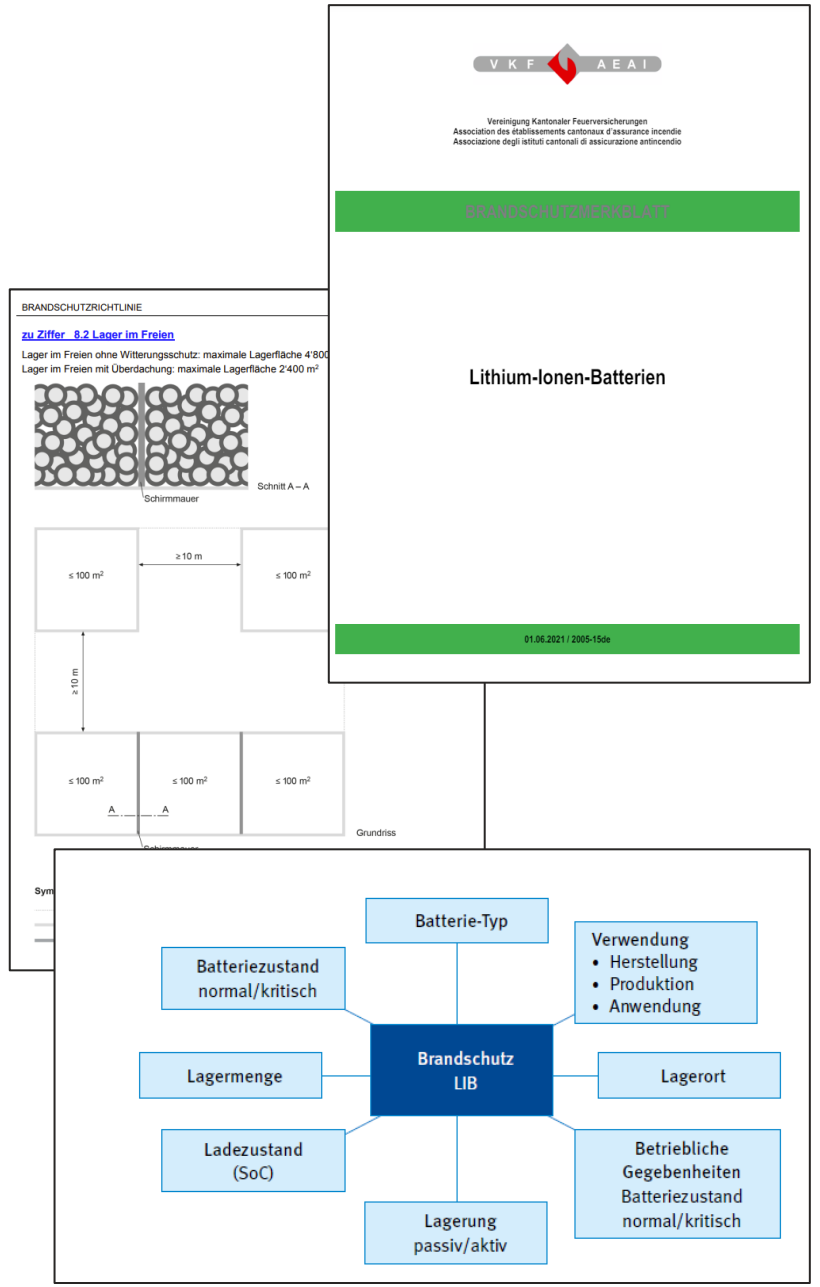
- Für 1-geschossige, freistehende Hallen und Lagerung im Freien kaum Vorschriften
- Separierung Lagergut mit gefährlichen Eigenschaften & Schutz vor Aktivierungs- und Brandlasten (Holz, PET, Elektrogeräte, Stapler-Ladestationen, …) zwingend



Weitergehende Empfehlungen zur Lagerung

- Empfehlungen VKF Merkblatt beachten; Recyclingbetriebe / Anlagen in der Regel «Hazard Level (HL) II» (1-50 kWh / m3)
- Maximal 600 m2 Lagerfläche (MB VKF), besser nur 100 m2 pro Lagerabschnitt mit Li-Batterien, darüber hinaus Abtrennung (vgl. Pneu-Lagerung, VKF BSR 26-16)
- Kritische Batterien aussondern, eigener Bereich mit räumlicher / baulicher Abtrennung
- Voraussetzungen Feuerwehr - Intervention: Zugang / Schliessung? Feuerwehrpläne? Löschwasserbezug?
- Umweltschutz / Löschwasserrückhalt (LWR)?
- Technischer Brandschutz? (Detektion, Brandbekämpfung)

➢ Risiko-/Sicherheitsbeurteilung durch Betrieb



Bilder: VKF / GDUV

Und wenn es doch mal brennt…

- **Tel. 118**
- Gefahr erkennen; Absperren; Retten / Evakuieren; Spezialkräfte

Mögliche Massnahmen

- Temperaturüberwachung (> 65 – 80 °C => Zersetzung möglich)
- Brand einer Zelle kann meist nicht gelöscht werden; totale Zersetzung / Unterbruch Reaktion aber nur durch massive Kühlung (Wasser) möglich
- An Löschwasserrückhalt denken; Lachen mit Chemikalienbinder
- Batterie in Wasserbecken geben (2-48h Reaktion möglich)
- Bei grösseren Batterien: Zwingend im Freien (Gase)
- Lüftungsmassnahmen

Bilder: GVB / VkG / Flickr (CC-BY)

Informationen / Empfehlungen Literatur

Brandschutz in Recyclinganlagen

- Merkblatt ARV / VBSA (CH)

- VdS Merkblatt 2517

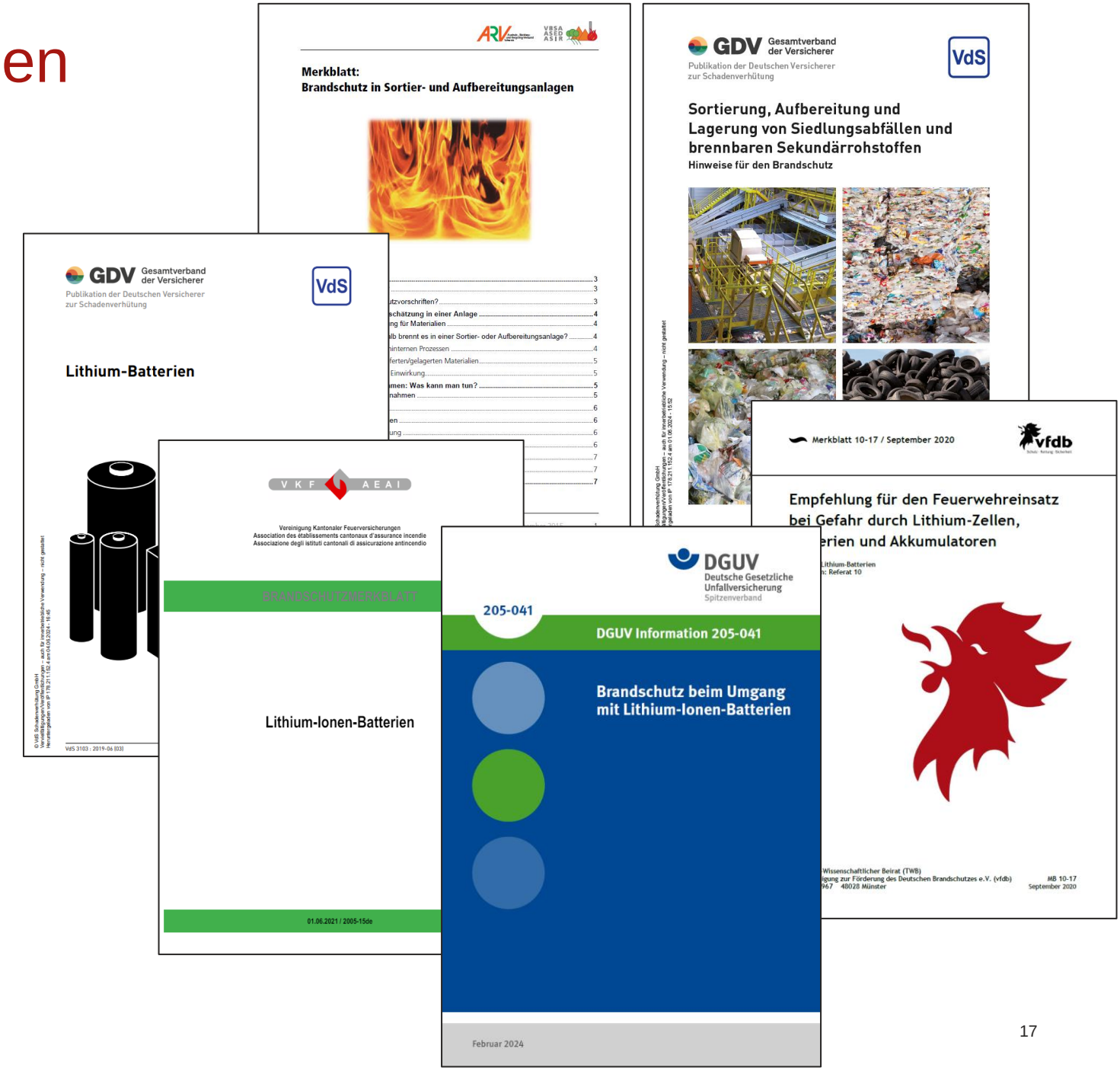
Li-Ionen-Batterien

- VdS Merkblatt 3103

- VKF Merkblatt 2005-15 (CH)

- DGUV 205-041

- vfdb MB 10-17 (Intervention)



Danke für die Aufmerksamkeit.

GVB
Wir versichern Ihr Gebäude.