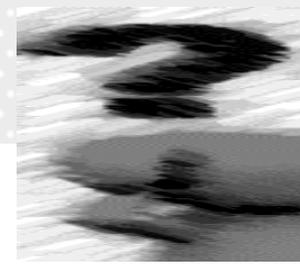


# "Leistungsstark und brandgefährlich? – sicherer Umgang mit Lithium-Ionen-Batterien"

**UMGANG**  
**LAGERUNG**  
**Brandrückstände**  
**TRANSPORT** (ein wenig)

# WAS IST DAS ???



## Test cell

Akira Yoshino, chemistry 2019

This is a replica of a test cell for the first lithium-ion battery dating back to 1983. The test cell was developed by Akira Yoshino, who played a crucial part in developing lithium-ion batteries.

Akira Yoshino donated the test cell to the Nobel Prize Museum in 2019.



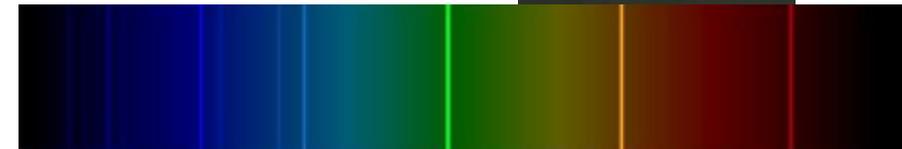
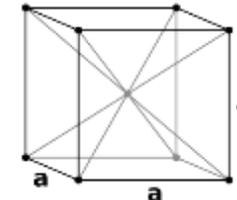
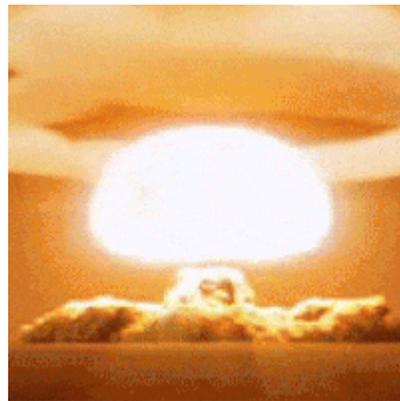
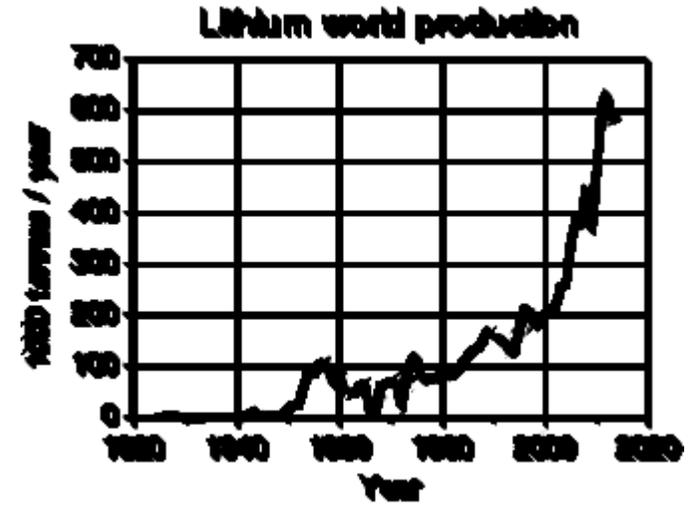
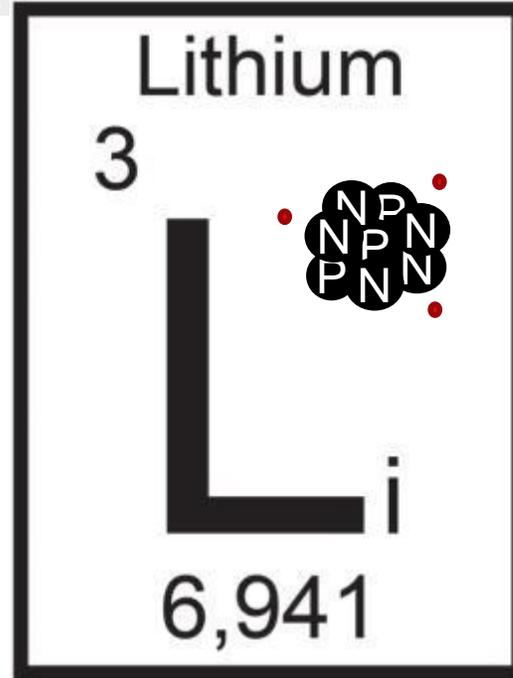
- Wie funktioniert eine Lithium-Batterie?
- Einsatzmöglichkeiten von Li-Batterien
- Transport von Lithium-Batterien
- Literatur zu Li-Batterien
- Die Fachbereich-Aktuell zu Lithium-Batterien
- Brand von Lithium-Batterien
- Wie lösche ich einen Brand?
- Li-Batterien = Gefahrstoff ??
- Brandrückstände
- Lagerung von Lithium-Batterien, TRGS 510
- Sicherheitsschränke für Lithium-Batterien
- Zustand einer Lithium-Batterie ROT – Gelb – Grün
- Neue Technologien
- Lithium-Batterien in der BGHW
- Zukunft der Li-Batterie
- Li-Batterien Nachhaltigkeit/Umweltschutz
- .....Was NOCH 😊

Lithium entstand in geringen Spuren bereits innerhalb der ersten zehn Minuten des Urknalls.

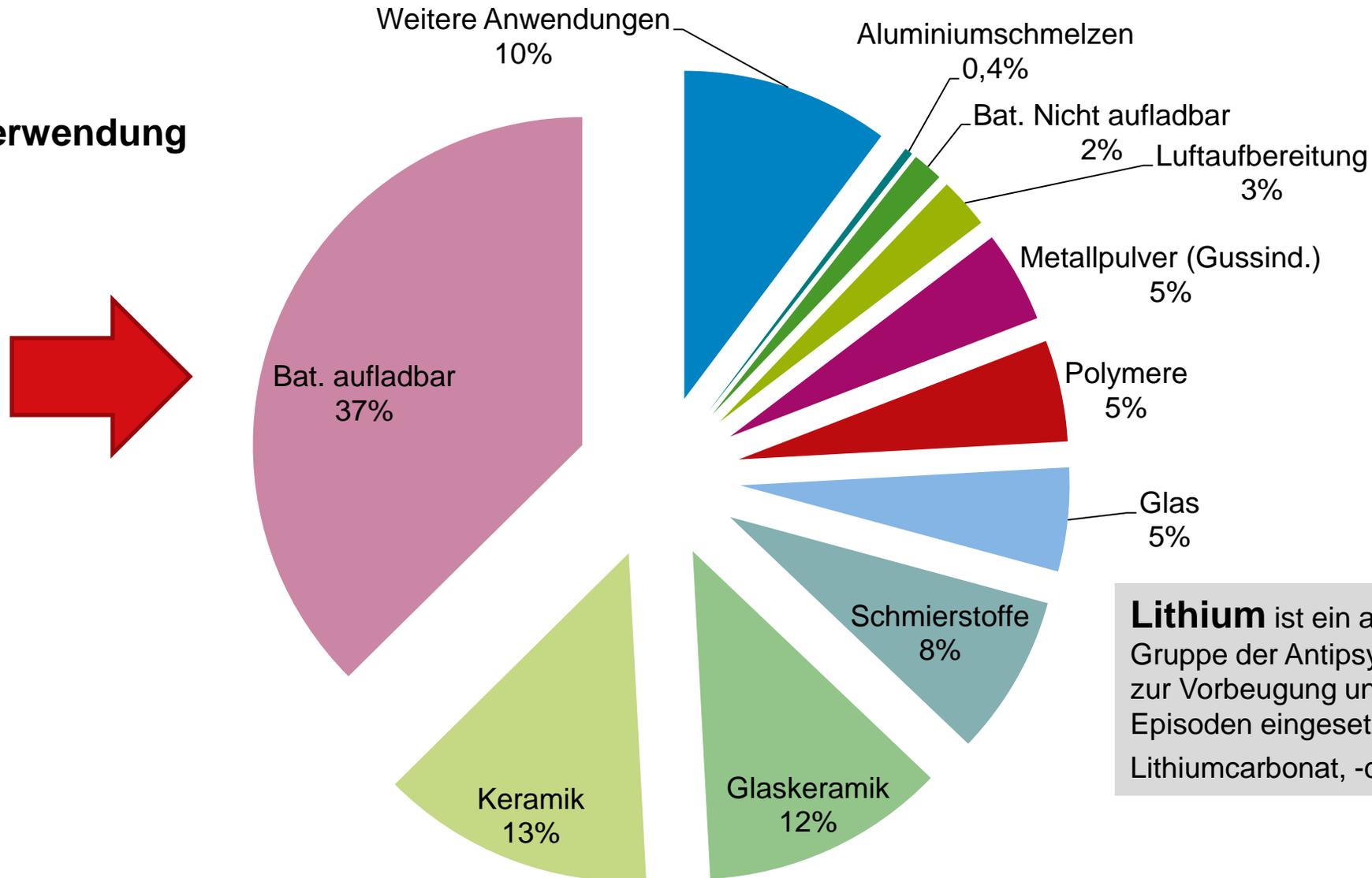
# Lithium:



Johan August Arfwedson



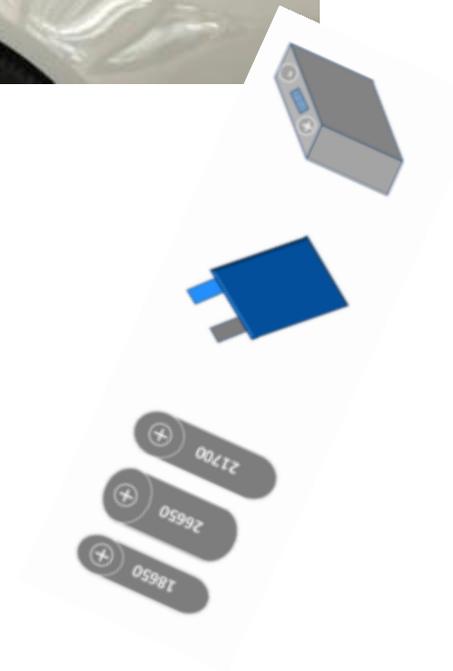
# Li-Verwendung



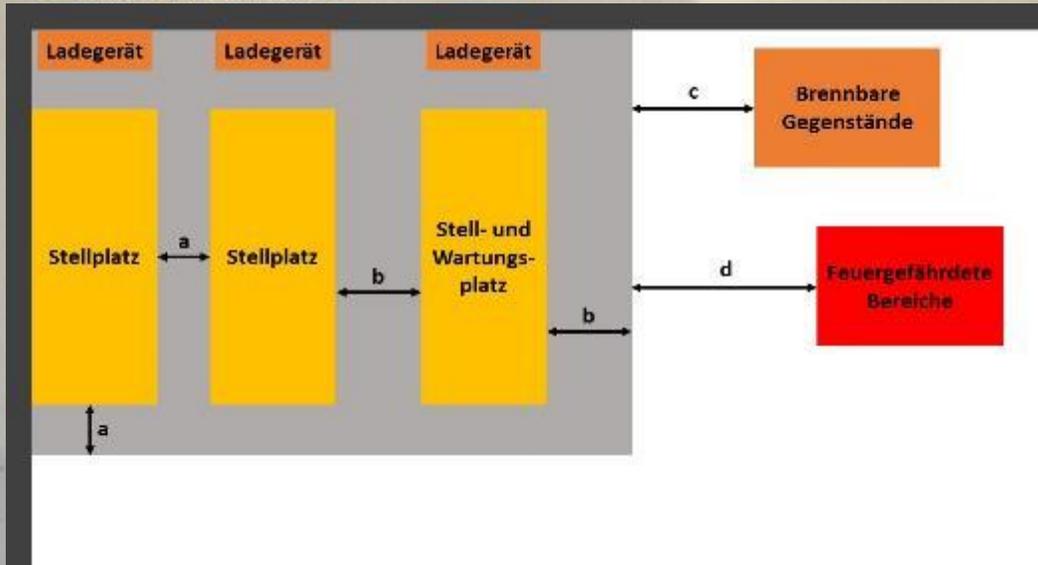
**Lithium** ist ein antimanischer Wirkstoff aus der Gruppe der Antipsychotika, der hauptsächlich zur Vorbeugung und Behandlung manischer Episoden eingesetzt wird.  
Lithiumcarbonat, -citrat und -acetat.

Quelle  
DERA  
© Statista 2020

Weitere Informationen:  
Weltweit; US Geological Survey; Roskill



Dieses Hinweisblatt ist eine kompakte Übersicht der BGHW Spezialwissensschrift „Umgang mit Lithium-Eisenphosphat-Akkumulatoren und Ladestationen für Flurförderzeuge“ und ist im Compendium Arbeitsschutz zu finden.

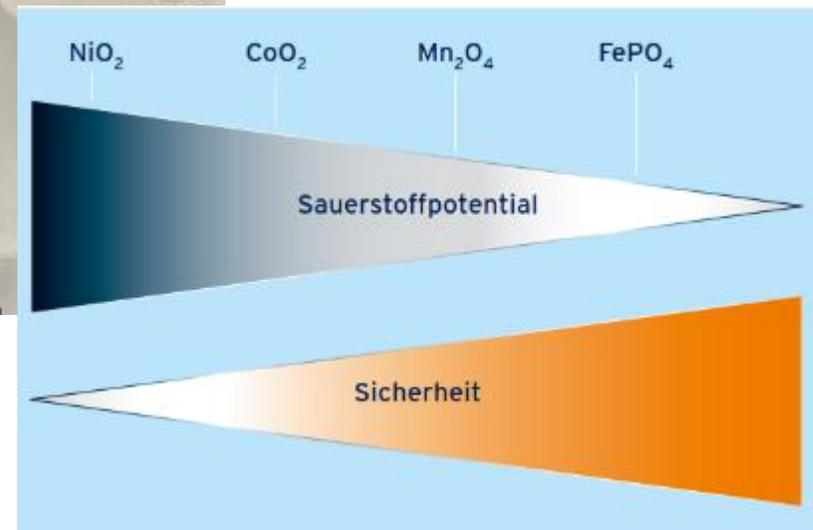


### Hinweise:

- Ladeflächen müssen geeignet, dauerhaft optisch markiert werden und von anderen Betriebsbereichen abgegrenzt sein,
- Auf den seitlichen Abstand der Ladestationen zur Wandseite hin kann verzichtet werden,
- Auf- und über Ladeflächen darf nicht gelagert werden und
- Abstand zu brennbaren Gegenständen muss 2,50 m betragen. Ausnahme möglich: Brandhemmende oder nicht brennbare Trennwände (lichtbogenresistent und feuerwiderstandsfähige Abtrennung) auf 1,00 m.

Parameter	Beschreibung/Begründung	Mindestabstand
a	Bedienungsgangbreite an mindestens einer der Zellenreihen der Batterie	0,60 m
	Raum-/Ganghöhe	2,10 m
b	Zum Laden oder für die Wartung der Batterie auf der Zugangsseite	0,80 m
c	Abstand zu brennbaren oder gelagerten Materialien	2,50 m
		5,00 m

DGUV Fachbereich Handel und Logistik  
SG Intralogistik



Das thermische Durchgehen ist bei allen Zellen grundsätzlich möglich, unabhängig vom Kathodenmaterial. Mit abnehmendem Sauerstoffpotential des eingesetzten Kathodenmaterials sinkt aber dessen brandfördernde Eigenschaft.

## PV-Speicherbatterien

**Li-Akkus**

**PROBLEME ?**

**Brand des  
Li-Akkus**

**Zustand des  
Li-Akkus**



Lithium-Batterien sind Erzeugnisse nach REACH und daher per Definition keine Gefahrstoffe.

Jedoch sind sich **alle** (siehe auch VdS 3103)

**einig: Lithium-Batterien sind innerbetrieblich wie ein Gefahrstoff zu behandeln und zu lagern.**





Eine A321 von Air Berlin musste in Bordeaux einen unfreiwilligen Zwischenstopp im französischen Bordeaux einlegen (Symbolbild)

Foto: picture alliance / Stephan Goerl

## Qualm an Bord

# Air Berlin-Maschine muss wegen Handy-Akku zwischenlanden

Auf dem Flug von Düsseldorf nach Las Palmas musste eine Air-Berlin-Maschine in Bordeaux einen Zwischenstopp einlegen. Ein Ersatzakku hatte sich selbst erhitzt.

DB Schenker-Prof. Dr. Müller

**A**ccord relatif au transport international des marchandises

**D**angereuses par

**R**oute

Kein SDBI. vorgeschrieben,  
da Erzeugnis nach REAC



Allgemeines:

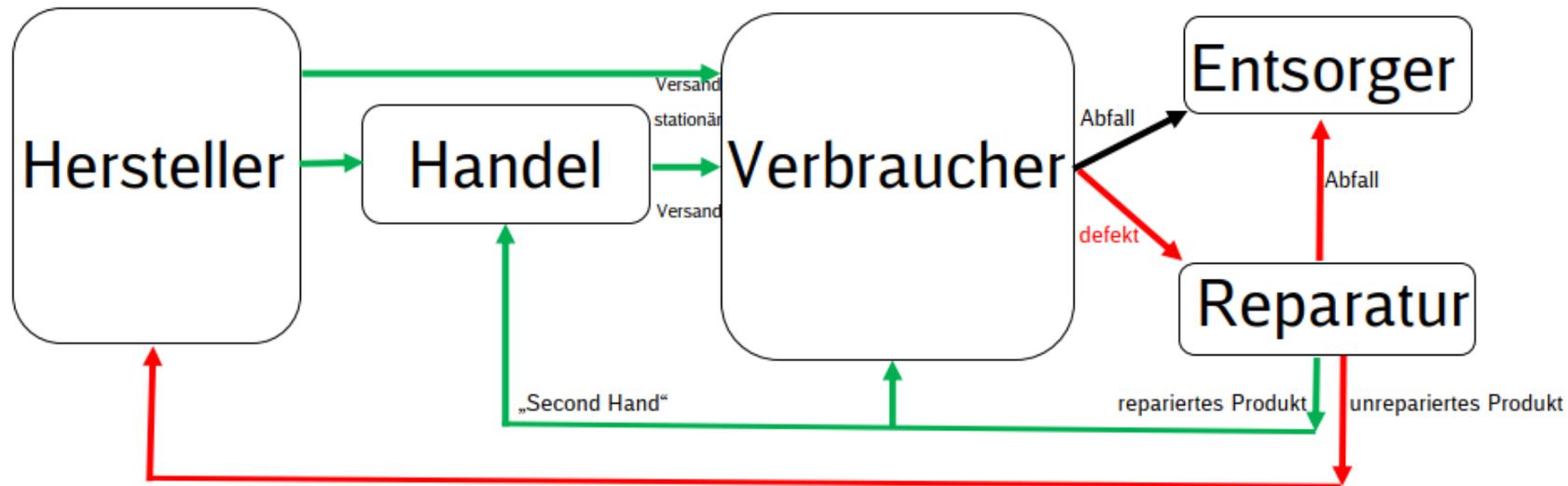
- Lithium-Batterien sind immer Gefahrgut!
- Unterschiedliche Anforderungen Straße/Schiene /Seeverkehr gegenüber Luftverkehr
- z.B. Luftverkehr: nur 30% geladen
- Transportbedingungen nach „Zustand / Lebensstation“ des Akkus / Zelle

# Versand von Lithiumbatterien

UN-Code	Beschreibung
UN 3171	Gerät oder Fahrzeug mit Batteriebetrieb (z. B. Hoverboard), wenn es mit einem Li-Ionen-Energieträger ausgestattet ist
UN 3166	Fahrzeuge (Hybrid, Kombination aus Li-Ionen-Batterie und Verbrennungsmotor), wenn sie mit einem Li-Ionen-Energieträger ausgestattet sind
<b>UN 3480</b>	<b>Li-Ionen-Akkus</b>
<b>UN 3481</b>	<b>Li-Ionen-Akkus in Geräten oder Li-Ionen-Akkus, die mit Geräten verpackt sind</b>
<b>UN 3090</b>	<b>Batterien mit metallischem Lithium</b>
<b>UN 3091</b>	<b>Batterien, die metallisches Lithium in Geräten enthalten, oder Batterien, die metallisches Lithium enthalten und mit Geräten verpackt sind</b>
UN 3536	Im Ladegerät eingebaute Lithiumbatterien (Lithium-Ionen-Batterien oder metallische Lithiumbatterien) 

# Lithiumbatterien: allein oder in/mit Geräten

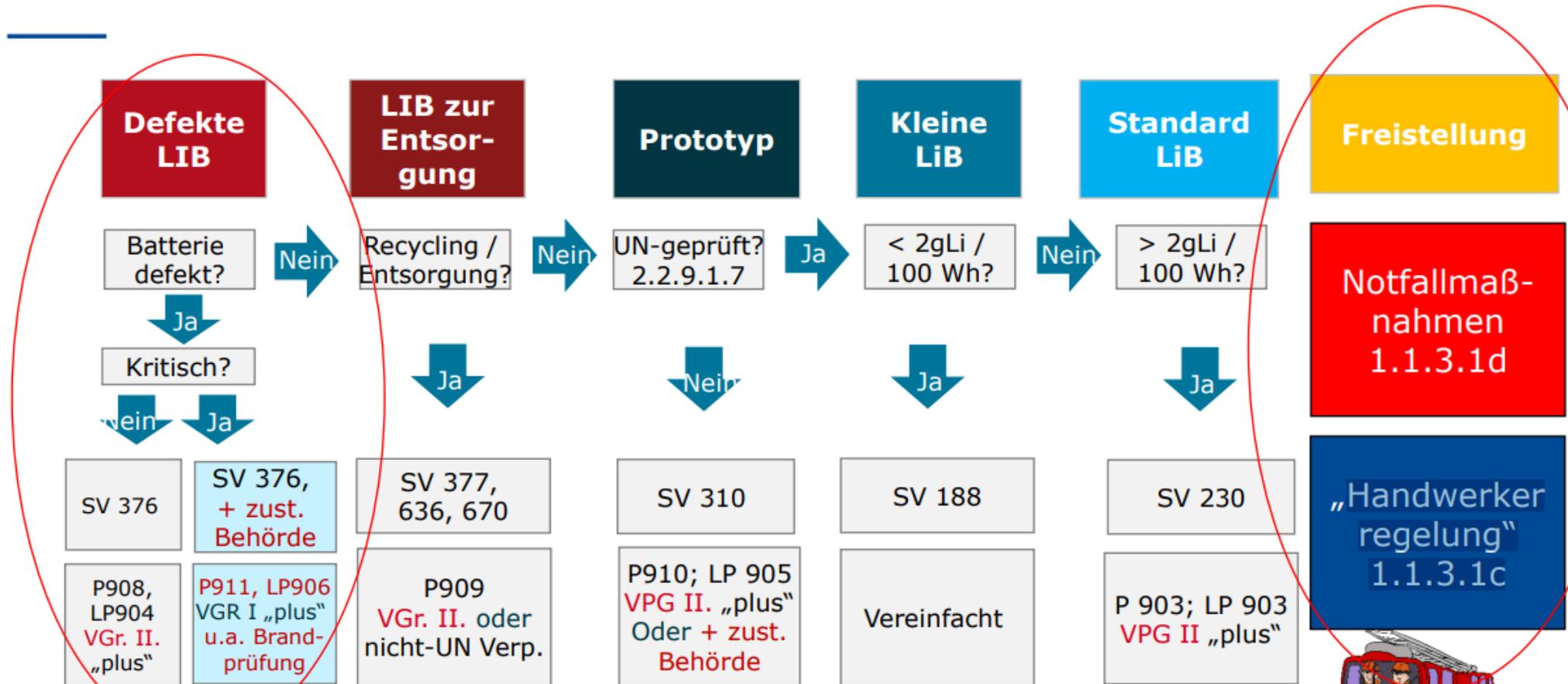
## Lieferkette



Und überall mit dabei: **Logistikunternehmen**

- **Straße**
- **Eisenbahn**
- **Flugzeug**

# Übersicht nach BAM - Transport: Intakt bis kritisch defekt (außer Luftverkehr)



Abschleppen auf Plateaufahrzeug ist erlaubt !!!  
(wenn Batterieausbau gefährlicher => SV667)



Okt. 2023

©www.ClipartsFree.de



⊕50A/Y/... (wiegt leer 200 kg)

UN 3480 LITHIUM-IONEN-BATTERIEN (einschließlich Lithium-Ionen-Polymer-Batterien) UN 3481 LITHIUM-IONEN-BATTERIEN IN AUSRÜSTUNGEN (einschließlich Lithium-Ionen-Polymer-Batterien) oder UN 3481 LITHIUM-IONEN-BATTERIEN, MIT AUSRÜSTUNGEN VERPACKT (einschließlich Lithium-Ionen-Polymer-Batterien)

**Der Versand und  
Transport von  
Lithiumbatterien  
gehört in die Hände  
von Spezialisten!!**



VDS Merkblatt 3103  
(Stand 2019)



Batterien geringer  
Leistung

Batterien mittlerer  
Leistung

Batterien hoher  
Leistung

$\leq 2$  g Li (Li-Metall)

$\leq 100$  Wh (Li-Ionen)  
je Batterie

$> 2$  g Li (Li-Metall)

$> 100$  Wh (Li-Ionen)  
und  $\leq 12$  kg brutto

$> 2$  g Li (Li-Metall)  
und  $\leq 12$  kg brutto

$> 60$  V und/oder  
 $> 100$  Wh (Li-Ionen)  
und/oder  $> 12$  kg brutto



**Alle möglichen GRÖßEN  
INNEN / AUßEN**

**Brandschutz**

**Vernetzt**

**Laden**

**Brandunterdrückung**

**EX-Schutz ?**



**37<sup>2</sup>**Lithiumhaltige Energieträger:  
Speicherung  
Leitfaden zur sicheren Lagerung von  
lithiumhaltigen Energieträgern



**Lagerlagerung in Regalen**

**Der Ausstellungsraum muss nicht ausschließlich für den Verkauf, die Ausstellung oder die Vorführung von lithiumhaltigen Energieträgern, einzeln oder in Produkten, genutzt werden.**

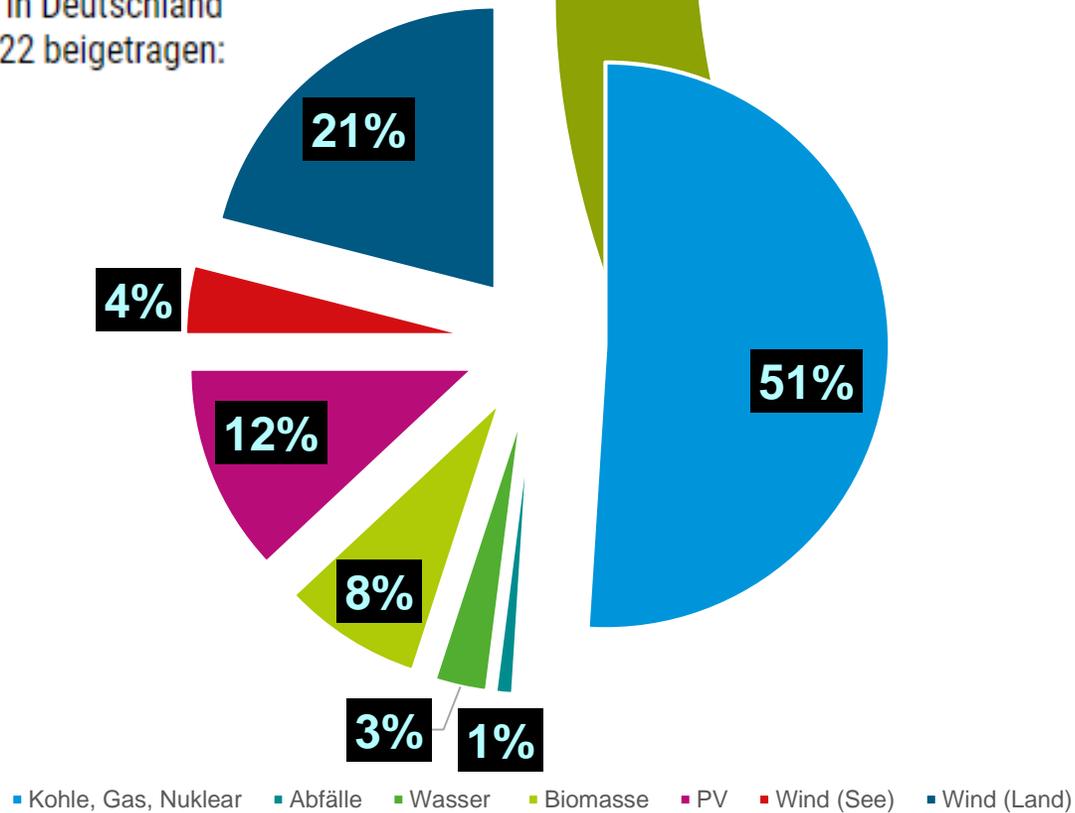


- Umweltsicherheit** : Vermeidung ungewöhnlicher Ereignisse und Begrenzung ihrer Folgen für die Umwelt, um die Sicherheit der Umwelt zu gewährleisten;
- Arbeitssicherheit** : Unfälle mit gefährlichen Stoffen verhindern bzw. deren Folgen begrenzen und eine akute Exposition der Arbeitnehmer gegenüber gefährlichen Stoffen verhindern;
- Brand- und Katastrophenmanagement** : Begrenzung der Folgen eines Brandes, eines Vorfalls mit gefährlichen Stoffen oder einer Katastrophe sowie Gewährleistung eines wirksamen Katastrophenmanagements und Gewährleistung der Sicherheit der Einsatzkräfte.

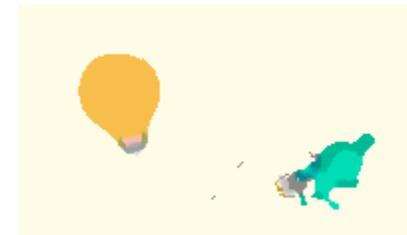
# Strom aus Erneuerbaren

So viel Prozent haben diese Energieträger zur Deckung des Stromverbrauchs in Deutschland im 1. Halbjahr 2022 beigetragen:

## Strom aus Erneubaren Quellen



Wohin damit ?



# Gefahren von Lithiumbatterien

*Brand (häufigste Gefahr)*

*Elektrische Gefahr: Kurzschluss*

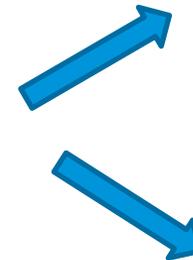
*Chemische Gefahr: Auslaufen*

*ätzender bzw. korrosiver*

*Flüssigkeiten*



Je größer desto 😊



Leistung Wh

Menge an Lithium  
an Gefahrstoffen

**Grundsätzlich mit Wasser bekämpfen**

**Es sind keine zusätzlichen oder besonderen Löschmittel vorzuhalten**

**Für Wasser spricht zudem dessen weitgehende Verfügbarkeit**

**Lithium**

**Salts**

**Graphit**

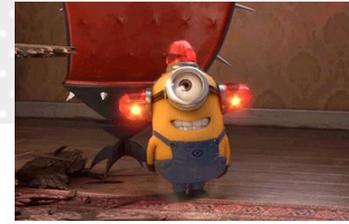
**Metals**

**SOLVENTES**

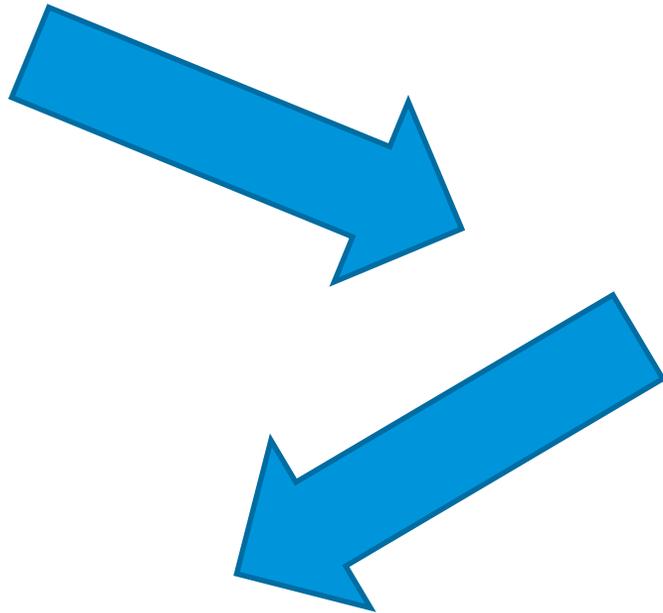
**„O<sub>2</sub>-Sauerstoff“**

**Plastic-film**

**Energy !!!!!**  
**Power**

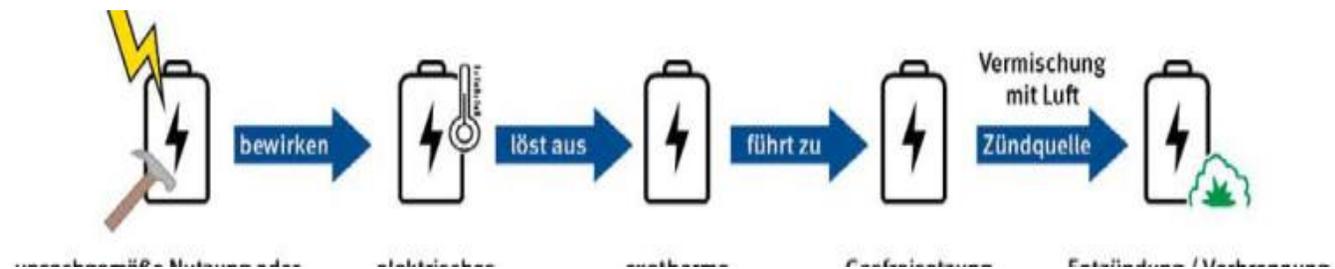


# Lithium-Batterie Erzeugnis

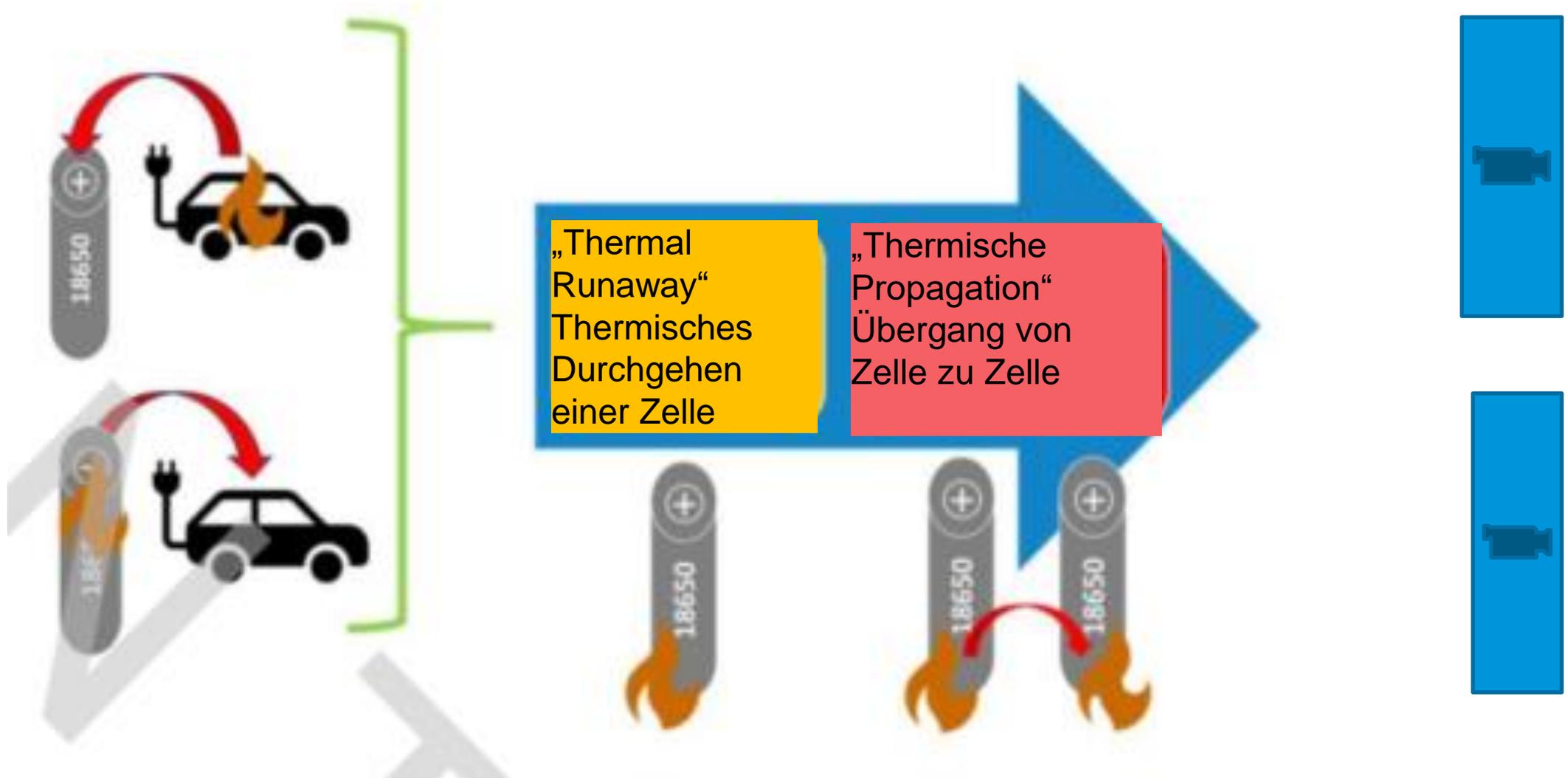


# Gefahrstoffe

## Unfall / Brand



# UNFALL



**ES BRENNT !**

**Brandrückstand**

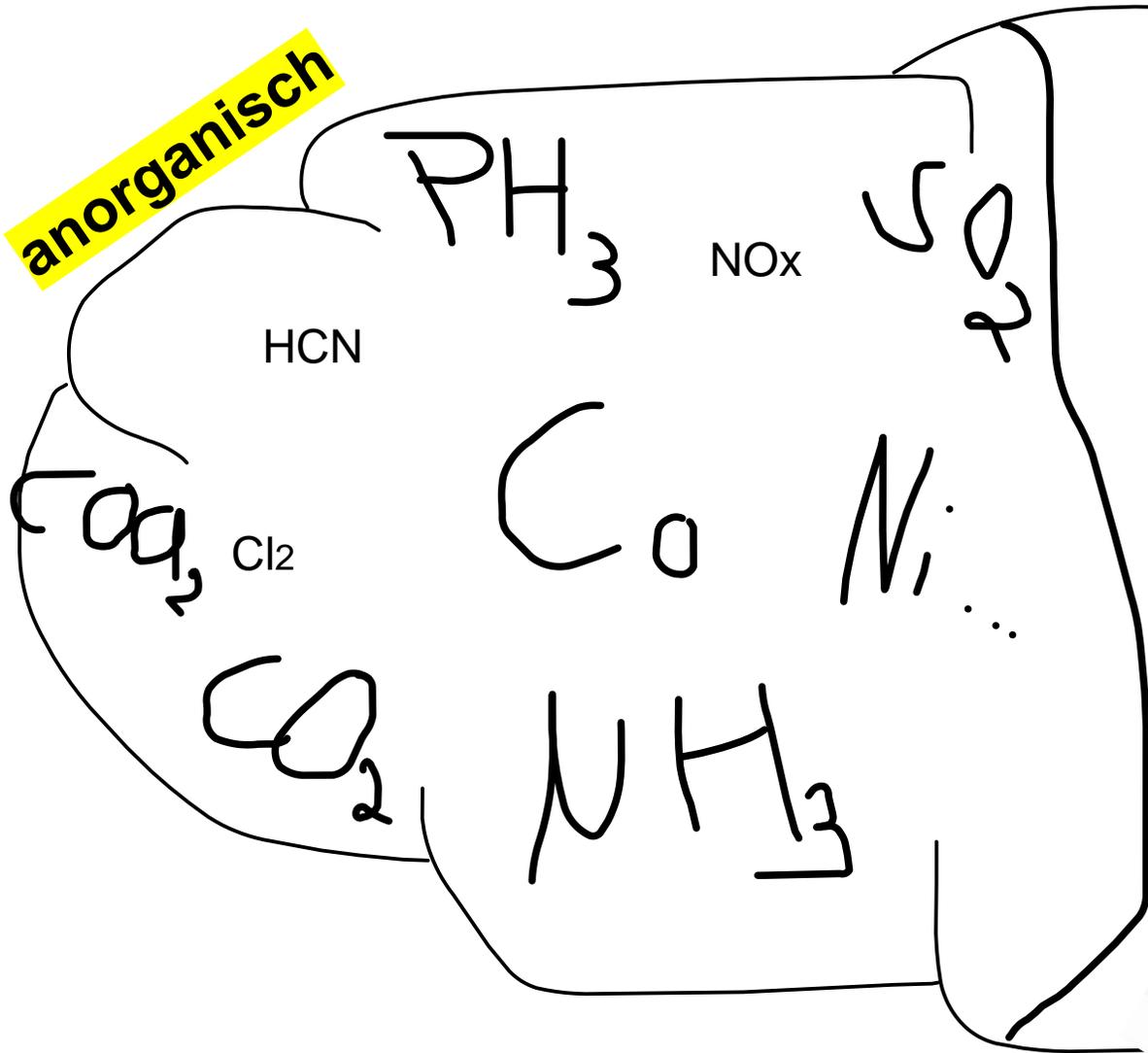


# BRAND

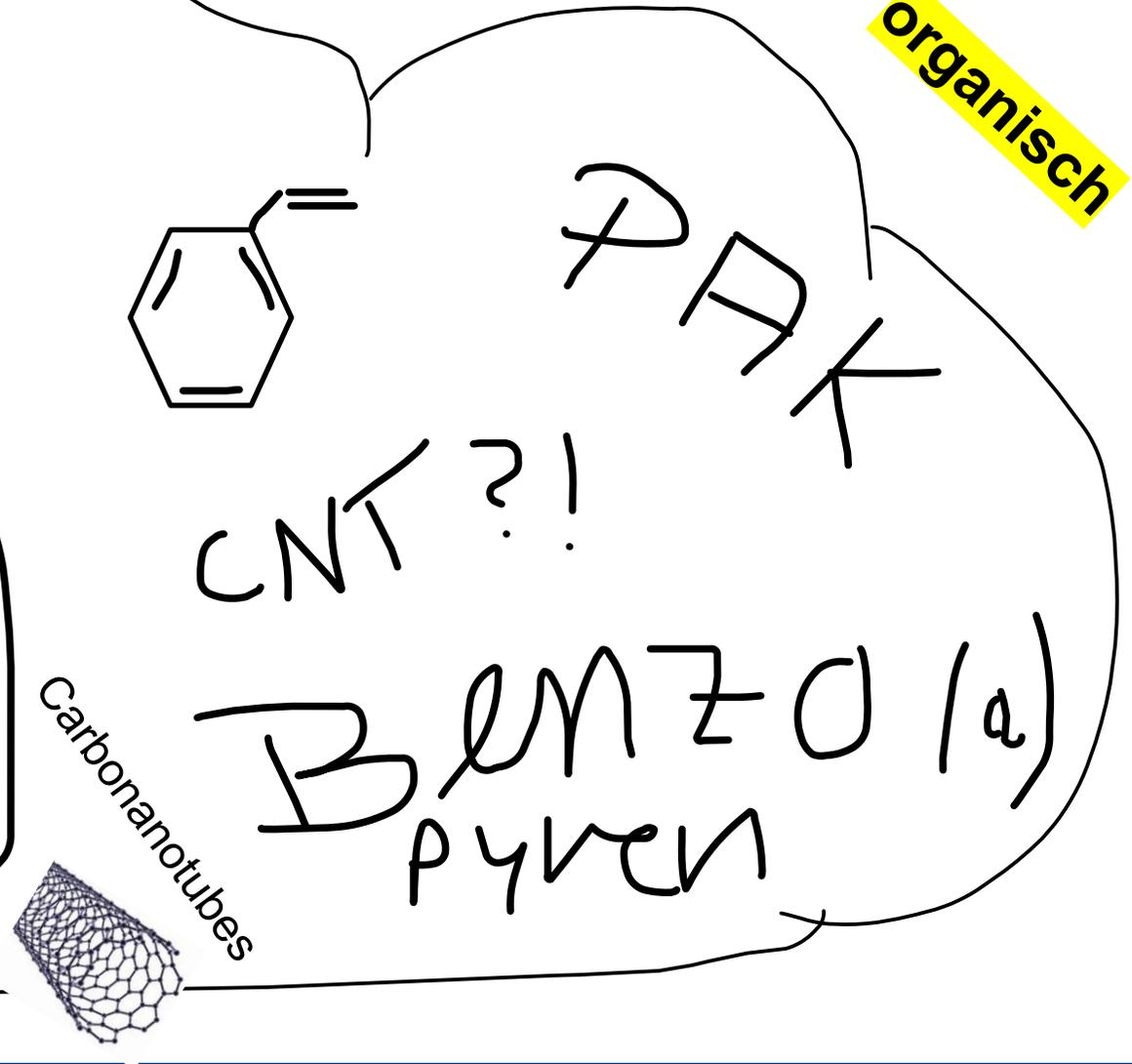


- **Wer räumt auf!!!**
- **Wie schnell**
- **Was kostet das!**
- **Aufräumen aber wie ?????**
- **Wer reinigt die Kleidung??**
- **.....**

anorganisch



organisch



# BRANDRÜCKSTAND

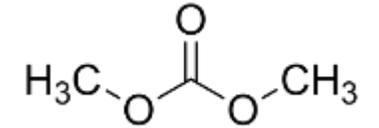
Gefahrstoff	Wischprobe [µg/cm <sup>2</sup> ]
Lithium	0,097
Bor	0,004
Magnesium	0,13
Aluminium	0,22
Calcium	0,071
Titan	0,0082
Mangan	0,072
Eisen	0,25
<b>Cobalt</b>	<b>0,15</b>
<b>Nickel</b>	<b>1,1</b>
Kupfer	0,067
Zink	1,1
Barium	0,55
Blei	<0,017

Gefahrstoff	Materialprobe eines Brandniederschlages [µg/g]
Lithium	4.700
Bor	51
Magnesium	17.000
Aluminium	210.000
Calcium	8.100
Titan	1.000
Vanadium	<17
Chrom	20
Mangan	2.700
Eisen	20.000
<b>Cobalt</b>	<b>4.400</b>
<b>Nickel</b>	<b>33.000</b>
Kupfer	2.800
Zink	23.000
Barium	69.000
Blei	64

Quelle: IFA, Katrin Pitzke

# BRAND Explosion

Insbesondere DMC ist leicht flüchtig und kann mit Luft explosive Gemische bilden.



## DIMETHYLCARBONAT

**F**ür das Ehepaar in Bad Waldsee war es ein ganz normaler Abend. Bis es plötzlich einen gewaltigen Knall gab. Der Akku des in der Wohnung geparkten E-Bikes explodierte – ein Fenster ging zu Bruch, eine Tür wurde aus dem Schloss gerissen und ein Rollladen nach außen gedrückt. Die Druckwelle muss gewaltig gewesen sein. (welt)



# Wir machen eine Gefährdungsbeurteilung

## Checkliste zum Umgang mit Lithium-Ionen-Akkus

- ❖ Nur die vom Hersteller zugelassenen Ladegeräten nutzen!
- ❖ Ladegeräte vor Nässe und Staub schützen!
- ❖ Akkus nur unter Aufsicht laden!
- ❖ Nur auf nicht brennbarem Untergrund und nicht in der Nähe von Brandlasten laden!
- ❖ Akkus beim Laden nicht abdecken, Luftzirkulation ermöglichen!
- ❖ Akkus nicht tiefentladen!
- ❖ Nicht im kalten Zustand (z. B. unter 0 °C) laden!
- ❖ Vor Ladebeginn auf Raumtemperatur erwärmen!
- ❖ Vor mechanischen Stößen und Beschädigungen schützen!
- ❖ Auf keinen Fall kurzschließen!

Besteht bei der Lagerung, wie z. B. in Sammelbehältern, die Möglichkeit eines gegenseitigen Kurzschlusses, müssen die Pole isoliert werden z. B. mit Klebeband.

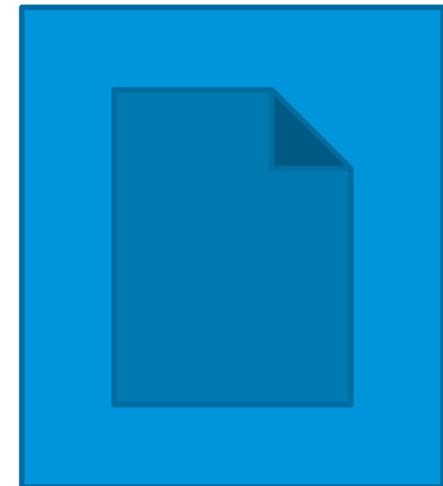
**Das ist  
^orgeschrieben !!!**  
**Da haben wir eine  
CHECK-Liste  
von der .....**

# Es existieren derzeit keine spezifischen gesetzlichen Regelungen zum Umgang und Lagerung von Lithium-Batterien!

## Aber das Arbeitsschutzgesetz gilt immer:

### § 5 Beurteilung der Arbeitsbedingungen

- (1) Der Arbeitgeber hat durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdung zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind.  
[...]
- (3) Eine Gefährdung kann sich insbesondere ergeben durch:
  - [...]
  - physikalische, chemische und biologische Einwirkungen,
  - [...]



Wie Lagern Sie Lithium-Ionen-Batterien (LIB)?

Bisher kein spezielles Konzept

Separate Lagerung

Sicherheitsschrank

Lagerraum

Haben Sie mit Ihrer Feuerwehr gesprochen

Haben Sie mit Ihrem Versicherer gesprochen

Haben Sie UNTERWIESEN

Wie Laden Sie die LIB

Zustand der Batterien

## Bisherige LIB Klassifizierung

- Batterie pur oder in Ausrüstung nach Li-Metall oder Li-Oxid
- Nicht zielführend da große Bandbreite der Gefährlichkeit
- Teilweise wird das kompensiert durch Lebensphasenkonzept der Sondervorschriften

Ampel zur Klassifizierung				
Klein	Standard	Recycling	defekt	Kritisch defekt
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>&lt; 2 \text{ g Li}</math></li> <li>• <math>&lt; 100 \text{ Wh}</math></li> <li>• SV 188</li> <li>• vereinfacht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>&gt; 2 \text{ g Li}</math></li> <li>• <math>&gt; 100 \text{ Wh}</math></li> <li>• SV 230</li> <li>• P 903/ LP 903 VG II „plus“</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unbeschädigt mit anderen Batterien gemischt</li> <li>• SV 377, 636, 670</li> <li>• P 909 VG II oder nicht UN-verpackt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht kritisch (z. B. nach Quarantäne)</li> <li>• SV 376</li> <li>• P 908/ LP 904 VG II „plus“</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermal Runaway u. U. möglich</li> <li>• SV 376 und BAM als Behörde</li> <li>• P 911/ LP 906 VG I „plus“ u. a. Brandprüfung</li> </ul>



# Art der Batterie

Kataster

## LAGERUNG

## TÄTIGKEIT

## TRANSPORT

INFO`s: „Sicherheitsdatenblatt“

## SCHUTZMAßNAHMEN

Mögliche Informationsquellen  
für den bestimmungsgemäßen  
Umgang und Lagerung

## LÖSCHEN mit ....

## Notfallmanagement

**Gefährdungsbeurteilung**



- Sicherheitsdatenblätter der Hersteller
- Bedienungsanleitung der Hersteller
- VDS Merkblatt 3103 (...)

# Auf Basis der Gefährdungsbeurteilung festzulegen. 😊 ☹️ →

TRGS 400: Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

GDA-Gefahrstoff-Check <https://www.gda-gefahrstoff-check.de/daten/gda/index.htm>

TRGS 800: Brandschutzmaßnahmen

Gefahrstoffinformationssystem (GESTIS)

UV-Ten

Feuerwehr

Entsorgung

Notfallmanagement DGUV Information 208-050

Informationen der Unfallversicherungsträger

Fachbereich Aktuell

Informationen von Verbänden

DGUV Information 205-041

Brandschutz beim Umgang mit Lithium-Ionen-Batterien

**FBFHB-018: Hinweise zum betrieblichen Brandschutz bei der Lagerung und Verwendung von Lithium-Ionen-Akkus**

**FBFHB-024: Hinweise für die Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Akkus bei Fahrzeugbränden**

**FBHM-123: Herstellung von Hochvoltspeichern**

**FBHM-124: Umgang mit Hochvoltspeichern**

**Sicherer Umgang mit Lithium-Ionen-Batterien**

<https://www.dguv-lug.de/berufsbildende-schulen/arbeits-sicherheit/sicherer-umgang-mit-lithium-ionen-batterien/>

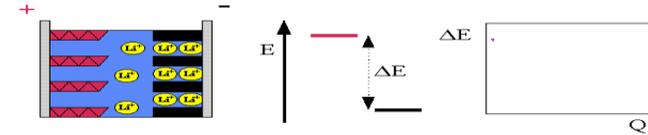
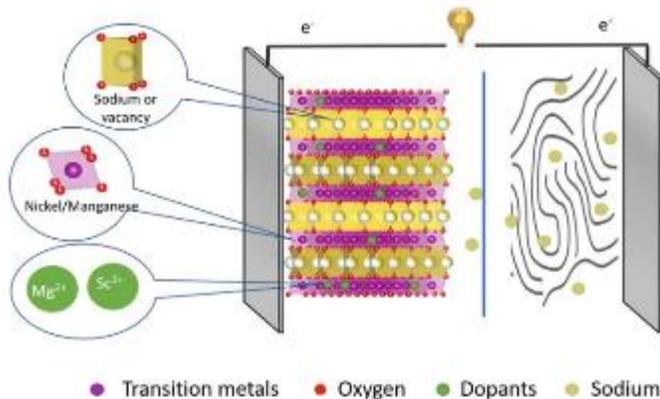
**Elektromobilität - aber sicher!**

<https://www.dguv.de/fb-holzundmetall/sg/fahrzeug/mechatronik/elektromobilitaet/index.jsp>

Das ist nicht mehr LUSTIG,  
wenn etwas passiert ?

# Was gibt's „NEUES“

## Natrium-Ionen-Batterie



Eine Lösung des Lithiumsalzes Lithiumbis(fluorosulfonyl)imid (LiFSI) im Lösungsmittel Fluoracetonitril, - Neuer Elektrolyt -

Verbesserung von Lithium-Schwefel-Batterien mit Materialien auf der Basis metallorganischer Gerüste

## Magnesium-Ionen-Batterie



Lithium-Schwefel-Batterie

Schneller laden mit Diamanten  
dünne Nanomembranen aus synthetischem Diamant  
Wärmebelastung reduzieren

Neuer Super-Akku verspricht 1.000 Kilometer Reichweite für E-Autos

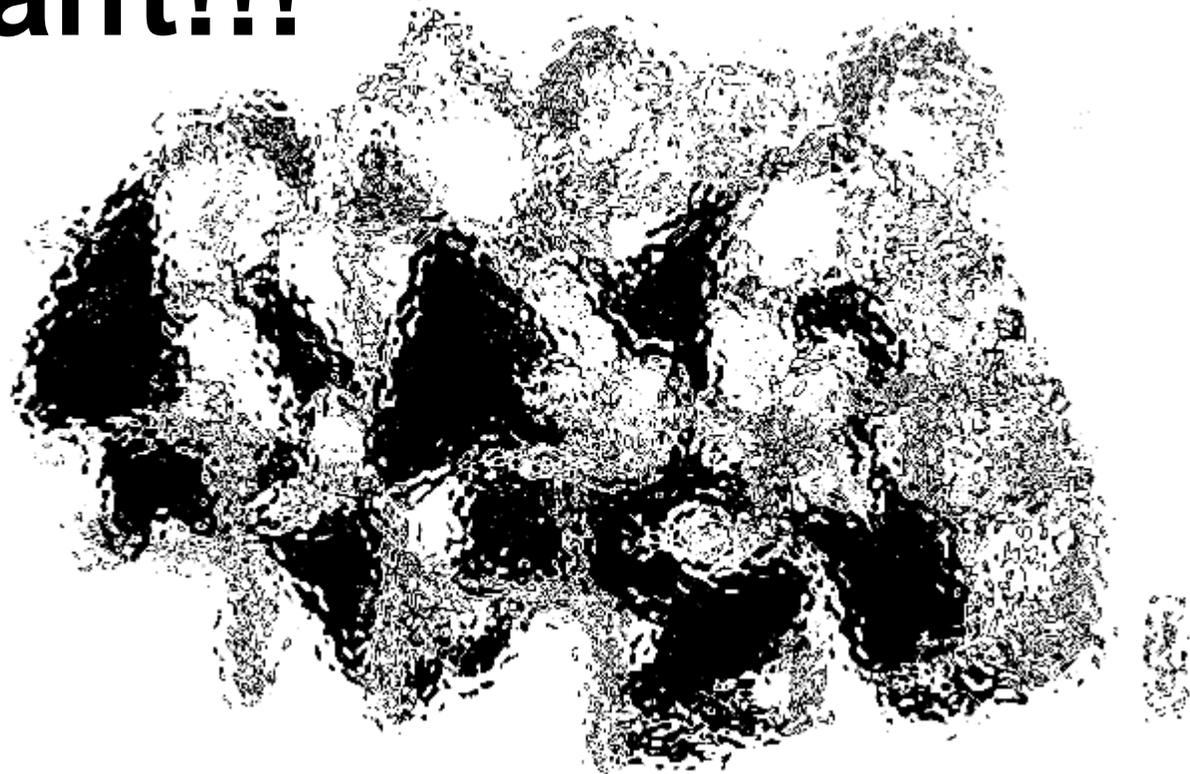
Effizienz und Ladeigenschaften sogenannter Zink-Luft-Batterien

## **Fazit:**

**Eine energiegeladene aber  
unter bestimmten Bedingungen  
empfindliche Technologie!**

**Im Bezug zu den Milliarden  
verkauften Li-Ionen-Akkus sind  
Schadensfälle recht selten,  
wenn auch medienwirksam.**

# Geschafft!!!



## *Vielen Dank!*

- Einhaltung aller Vorgaben der jeweiligen Hersteller und Sicherheitsdatenblätter
- Verhinderung äußerer Kurzschlüsse (Schutz vor Kurzschluss der Batteriepole, z. B. durch Verwendung von Polkappen)
- Verhinderung innerer Kurzschlüsse (Schutz vor mechanischen Beschädigungen)
- nicht unmittelbar und dauerhaft hohen Temperaturen oder Wärmequellen aussetzen (z.B. direkter Sonneneinstrahlung)
- Bei der Lagerung in nicht durch automatische Löschanlagen geschützten Bereichen bauliche oder räumliche Trennung von mindestens 2,5 m zu anderen brennbaren Materialien einhalten
- Beschädigte oder defekte Batterien aus Lager- und Produktionsbereichen entfernen und bis zur Entsorgung in einem sicheren Abstand oder brandschutztechnisch abgetrennten Bereich zwischenlagern.

- feuerbeständig bzw. räumlich abgetrennte (mindestens 5 m) Bereiche (z. B. Gefahrstofflager, -container)
- Mischlagerungen mit anderen Produkten in einem Regal oder Block sind nicht zulässig
- geeignete Brandmeldeanlage mit Aufschtaltung auf eine ständig besetzte Stelle
- Bei Feuerlöschanlagen => geeignete Löschmittel gemäß Produktdatenblättern

### Zusatzanforderungen für Batterien hoher Leistung

Für Batterien hoher Leistung liegen nach derzeitigem Stand noch keine gesicherten Kenntnisse hinsichtlich adäquater Schutzmaßnahmen vor. Schutzmaßnahmen sind daher in Absprache mit dem Sachversicherer für den Einzelfall zu regeln.



# Lagerung von Lithium(metall/ionen)batterien / Geräten mit Lithium(metall/ionen)batterien gemäß VdS 3103:

Batterietyp		Lager-				Anforderung						
						Keine Mischlagerung	Abstand von 2,5 m zu brennbaren Materialien	F90-Abtrennung <sup>1)</sup>	Brandmeldeanlage	Sprinkleranlage		
Lithium-Metall (UN 3090/ UN 3091)	Lithium-Ion (UN 3480/ UN 3481)	-menge		-fläche [m <sup>2</sup> ]	-höhe [m]							
(1)	(2)	[m <sup>3</sup> ]	[Euro-paletten]								(3)	(4)
$\leq 2 \text{ g Li}$ 	$\leq 100 \text{ Wh}$ 	$\leq 7$	$\leq 6$	-	-	-	X	-	-	-	-	-
		$> 7$	$> 6$	-	-	X	X	X	X	-		
$> 2 \text{ g Li,}$ $\leq 12 \text{ kg}$ 	$> 100 \text{ Wh,}$ $\leq 12 \text{ kg}$ 	-	-	$\leq 60$	$\leq 3$	X	X	X	X	-		
		-	-	$> 60$	$> 3$	X	X	X	X	X <sup>2)</sup>		
$> 2 \text{ g Li,}$ $> 12 \text{ kg}$ 	$> 100 \text{ Wh,}$ $> 12 \text{ kg}$ 	immer				X	X	X	X	X <sup>2)</sup>		

<sup>1)</sup> alternativ: Abstand von 5 m zu brennbaren Materialien; <sup>2)</sup> für Lagerrisikokategorie III.

Bem. zu (1) und (2): Kennzeichen/Gefahrzettel in der seit 01.01.2017 geltenden Fassung; alte Kennzeichen/Gefahrzettel dürfen noch bis 31.12.2018 verwendet werden.