

Sicherheit in Technik und Chemie

19.09.2024

---

# NEUES KLASSIFIZIERUNGSSYSTEM FÜR **LITHIUMBATTERIEN**

Dr. Anita Schmidt

[www.bam.de](http://www.bam.de)

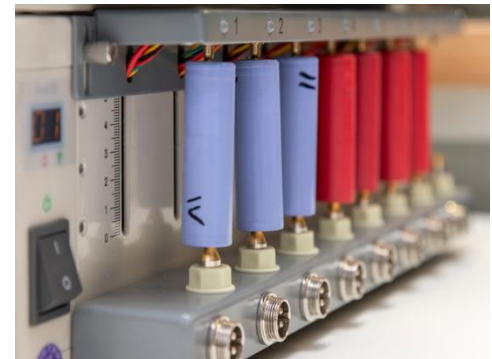
# Unser Auftrag: Sicherheit in Technik und Chemie



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz



**Bundesanstalt für  
Materialforschung und  
-prüfung (BAM)**  
Ressortforschungsanstalt



# Unsere Standorte in Berlin und Brandenburg



Standort  
Fabeckstraße



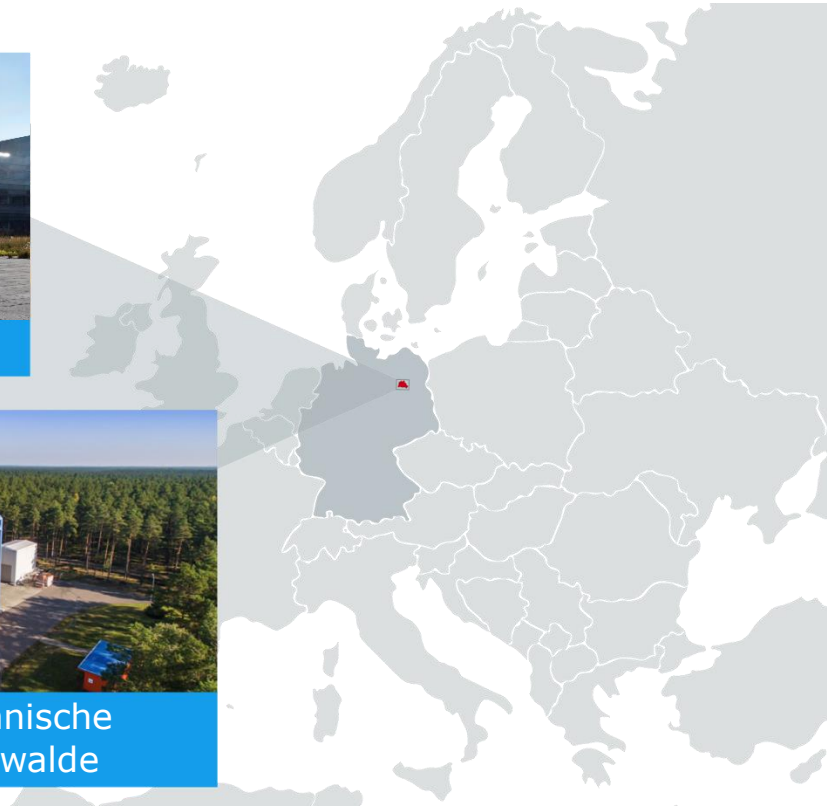
Standort Adlershof



Stammgelände Lichterfelde



Testgelände Technische  
Sicherheit, Horstwalde



# Aufgaben der BAM im Bereich Gefahrguttransport

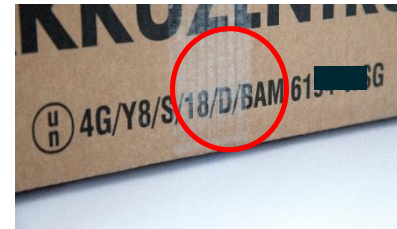


Die BAM ist die zuständige Behörde in Deutschland gemäß § 8 GGVSEB für:

- Aufgaben im Bereich Klassifizierung
- Aufgaben im Tankbereich
- Im Bereich radioaktive Versandstücke
- Prüfung und Zulassung von Gefahrgutverpackungen
- Transport von Lithium-Batterien

BAM beteiligt sich an

- UN Arbeitsgruppen zur Einstufung von Lithium-Batterien nach Gefährlichkeit + Repair

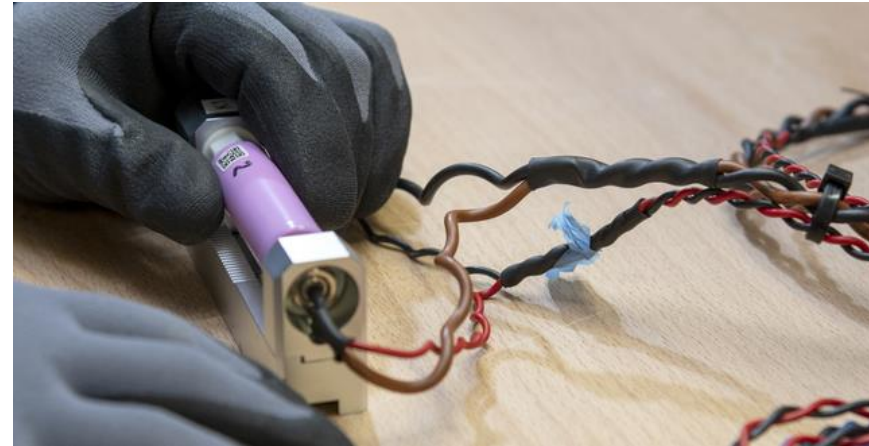


# Transport von Lithium-Batterien

=> Produktanforderungen

- Lithium-Batterien sind Gefahrgut!
  - Inhaltsstoffe (können austreten)
  - Defekte (gef. Reaktionen mögl.)  
(Thermisches Durchgehen, TR)
- Vorschriften 2.2.9.1.7 ADR =>
- Mindestanforderungen an LIBs
  - 38.3. Tests
  - Überdruckschutz
  - Kurzschlusschutz ... Prüfbericht

**Besonderheit:**  
globale Produktanforderungen hier in  
Transportvorschriften



## Manual of Test and Criteria 38.3

- |                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| •T1 Höhen-Simulation     | •T9 Propagationstest      |
| •T2 Thermische Prüfung   | •T10 Zell-Gasvolumen      |
| •T3 Vibration            | •T11 Batterie-Propagation |
| •T4 Schlag               | •T12 Batterie-Gasvolumen  |
| •T5 Externer Kurzschluss | •T13 Gas-Entflammbarkeit  |
| •T6 Aufprall/Quetschtest |                           |
| •T7 Überladung           |                           |
| •T8 Erzwungene Entladung |                           |

# Transport von Lithium-Batterien

Derzeitiger Ansatz der „Klassifizierung“

Bisher / ab 2025

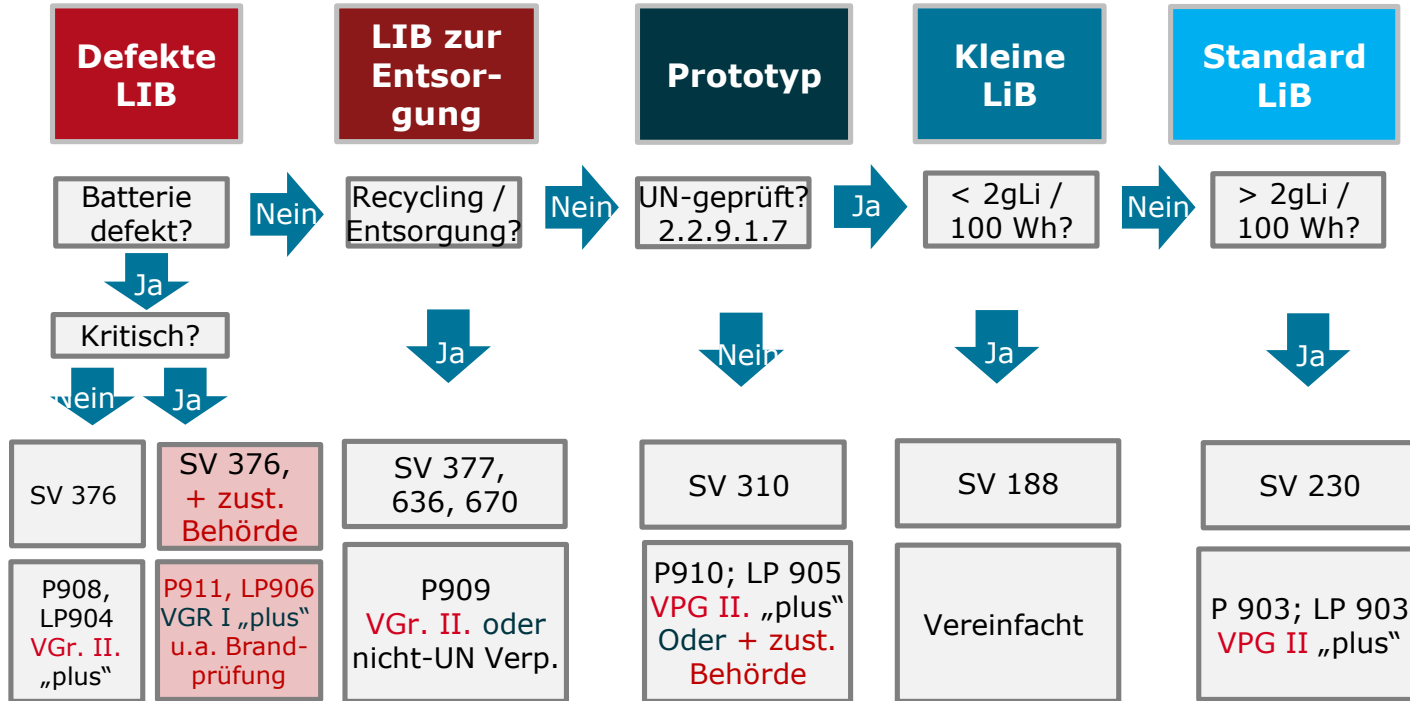
## Unterteilung in

- Lithium-Metall-Batterien
- Lithium-Ionen Batterien
- Natrium-Ionen Batterien
- mit / ohne Ausrüstung

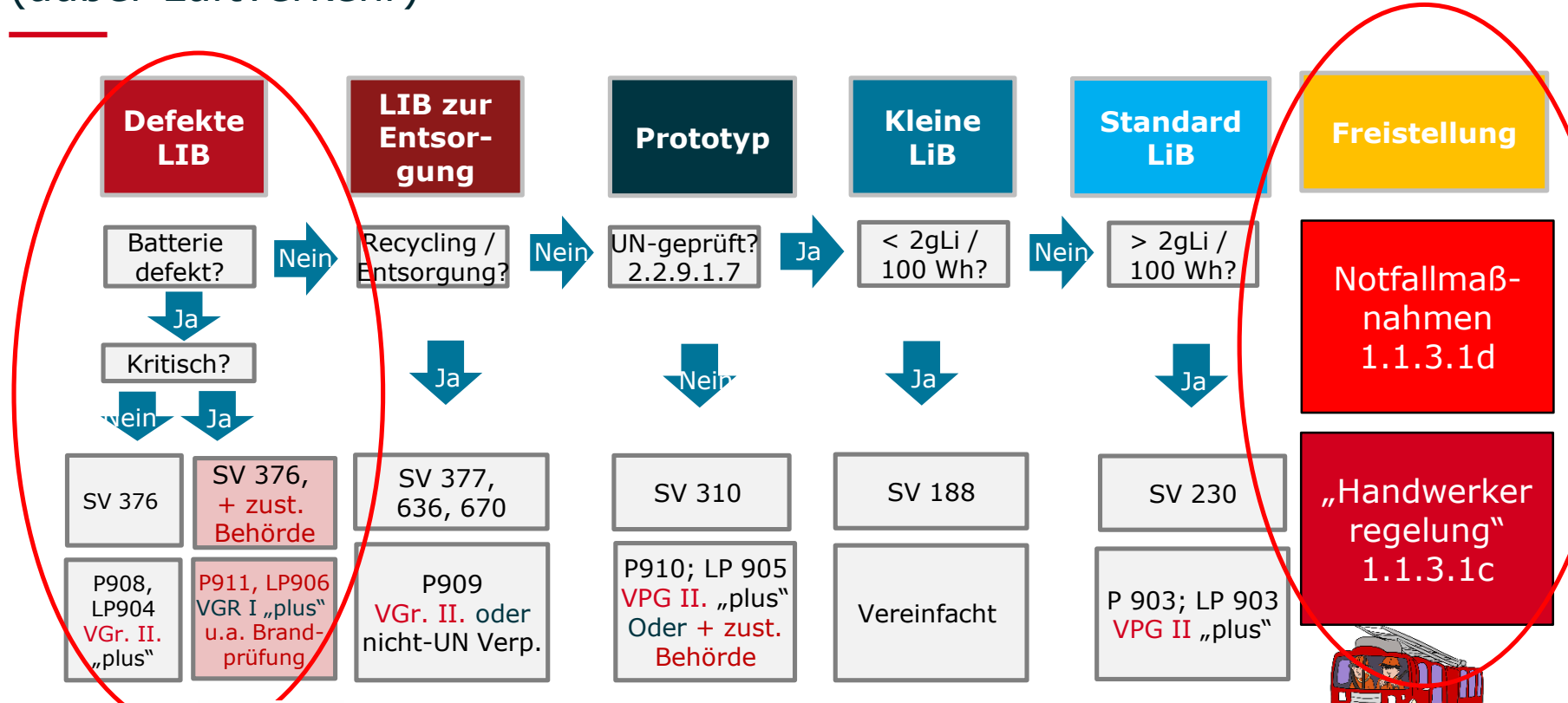
Transportbedingungen nach  
„Zustand / Lebensstation“ des  
Akkus

<b>UN 3090</b>	Lithium-Metall-Batterien
<b>UN 3091</b>	Lithium-Metall-Batterien in/mit Ausrüstungen verpackt
<b>UN 3480</b>	Lithium-Ionen-Batterien
<b>UN 3481</b>	Lithium-Ionen-Batterien in/mit Ausrüstungen verpackt
<b>UN 3551</b>	Natrium-Ionen-Batterien mit organ. Elektrolyt
<b>UN 3552</b>	Natrium-Ionen-Batterien mit organ. Elektrolyt in/mit Ausrüstungen verpackt
<b>UN 3171</b>	Fahrzeuge/Ausrüstungen mit Antrieb durch Nassbatterien, Batterien mit metallischem Natrium oder Batterien mit Natriumlegierungen
<b>UN 3556</b>	Fahrzeuge mit Antrieb durch Lithium-Ionen-Batterien
<b>UN 3557</b>	Fahrzeuge mit Antrieb durch Lithium-Metall-Batterien
<b>UN 3558</b>	Fahrzeuge mit Antrieb durch Natrium-Ionen-Batterien
<b>UN 3166</b>	Hybrid Fahrzeug
<b>UN 3536</b>	Lithium-Batterien in Güterbef.einheiten eingebaut

# Transport von Lithium-Batterien nach ADR / RID



# Transport: Intakt bis kritisch defekt (außer Luftverkehr)



Ist erlaubt !!! (wenn Batterieausbau gefährlicher=> SV667)





# Transport von Lithium-Batterien

Derzeitiger Ansatz der „Klassifizierung“

Bisher / ab 2025

## Unterteilung in

- Lithium-Metall-Batterien
- Lithium-Ionen Batterien
- Natrium-Ionen Batterien
- mit / ohne Ausrüstung

Transportbedingungen nach  
„Zustand / Lebensstation“ des  
Akkus

Was ist das Problem ?

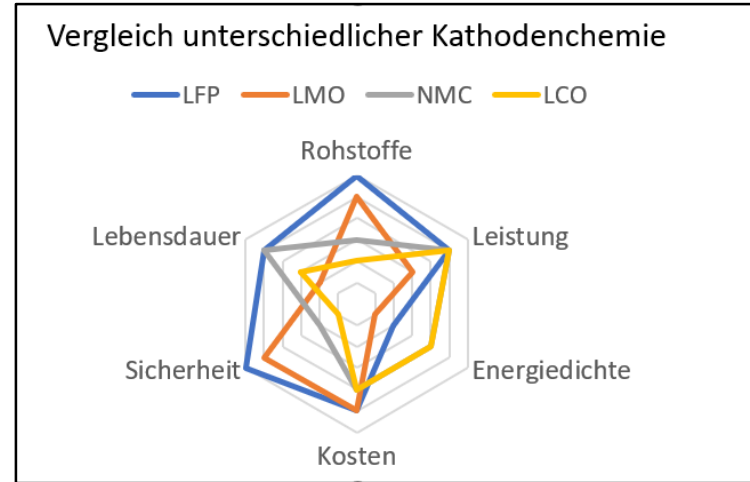
<b>UN 3090</b>	Lithium-Metall-Batterien
<b>UN 3091</b>	Lithium-Metall-Batterien in/mit Ausrüstungen verpackt
<b>UN 3480</b>	Lithium-Ionen-Batterien
<b>UN 3481</b>	Lithium-Ionen-Batterien in/mit Ausrüstungen verpackt
<b>UN 3551</b>	Natrium-Ionen-Batterien mit organ. Elektrolyt
<b>UN 3552</b>	Natrium-Ionen-Batterien mit organ. Elektrolyt in/mit Ausrüstungen verpackt
<b>UN 3171</b>	Fahrzeuge/Ausrüstungen mit Antrieb durch Nassbatterien, Batterien mit metallischem Natrium oder Batterien mit Natriumlegierungen
<b>UN 3556</b>	Fahrzeuge mit Antrieb durch Lithium-Ionen-Batterien
<b>UN 3557</b>	Fahrzeuge mit Antrieb durch Lithium-Metall-Batterien
<b>UN 3558</b>	Fahrzeuge mit Antrieb durch Natrium-Ionen-Batterien
<b>UN 3166</b>	Hybrid Fahrzeug
<b>UN 3536</b>	Lithium-Batterien in Güterbef.einheiten eingebaut

# Lithium-Batterie ist nicht gleich Lithium-Batterie

- Unterschiedliche Größe/Masse/  
Energieinhalt/Energiedichte
- Unterschiedliche Zellgeometrie/Gehäuse
- Primär / sekundär  
(Li-Metall/Li-Ionen)
- Unterschiedliche Zell-Chemie  
(insb. Kathode, Anode, Elektrolyt)
- Ladezustand (SoC)

⇒ unterschiedliches Verhalten beim TR  
von unreaktiv bis selbstentzündlich

⇒ **Klassifizierung von LIBs nach Gefährlichkeit => UN TDG IWG**



Darstellung beispielhaft / schematisch

UN TDG installierte 2016 eine Arbeitsgruppe für ein

## Klassifizierungs-Schema für Lithium-Batterien nach ihrer Gefährlichkeit

- Erarbeitung eines Klassifizierungsschemas
- Basierend auf Prüfungen
- Definition eines angepassten Verpackungs-Schemas

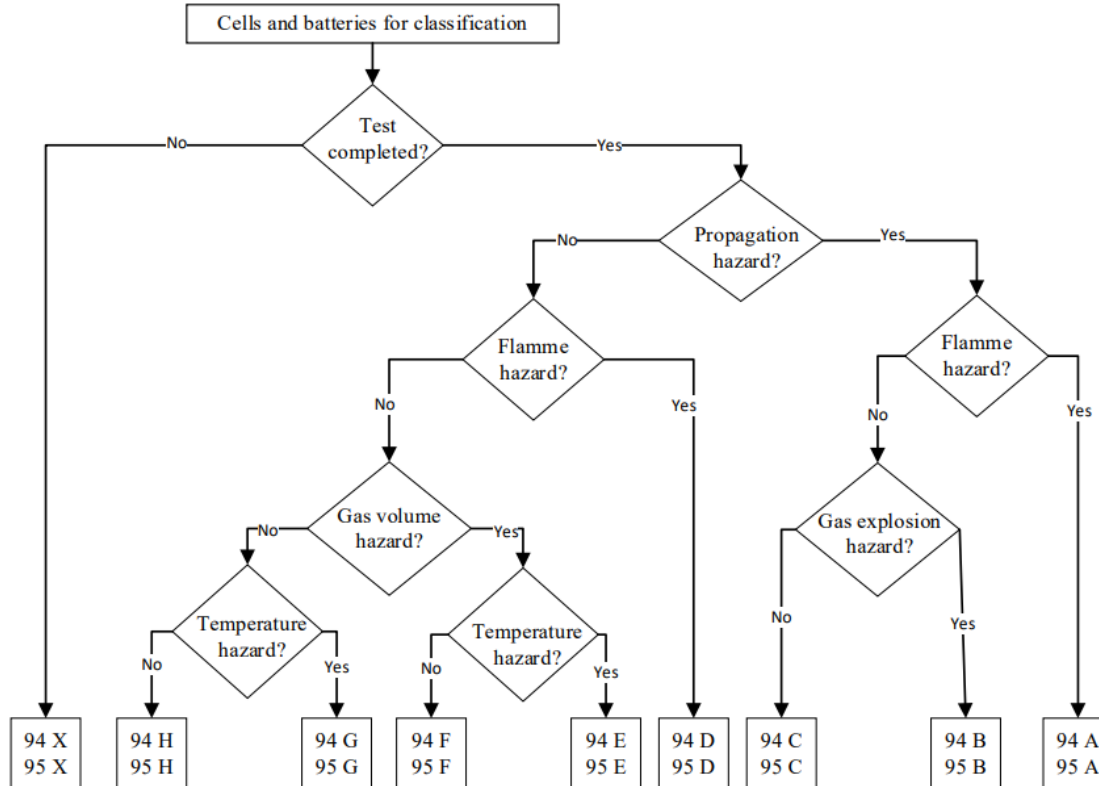
Noch nicht abgeschlossen ☹️

Aktueller Stand:

---

# Klassifizierung nach Gefährlichkeit

## Das neue System von UN?



# Klassifizierung nach Gefährlichkeit

## Das neue System von UN?

<u>Division</u>	<u>Hazard description: cells or batteries that, when subjected to the test protocol of the Manual of Tests and Criteria subsections 38.3.5 and 38.3.6 present the following hazards:</u>	<u>UN Numbers for cells and batteries</u>	<u>UN numbers for Cells and batteries transported in or with an equipment</u>
<u>95A</u>	<u>Thermal runaway propagation and fire</u>	<u>4100</u>	<u>4108</u>
<u>95B</u>	<u>Thermal Runaway propagation, no fire, but gas explosion hazard</u>	<u>4101</u>	<u>4109</u>
<u>95C</u>	<u>Thermal runaway propagation but no fire and no gas explosion hazard</u>	<u>4102</u>	<u>4110</u>
<u>95D</u>	<u>No thermal runaway propagation but fire</u>	<u>4103</u>	<u>4111</u>
<u>95E</u>	<u>No thermal runaway propagation, no fire but gas volume hazard, and a temperature hazard</u>	<u>4104</u>	<u>4112</u>
<u>95F</u>	<u>No thermal runaway propagation, no fire, no temperature hazard, but a gas volume hazard</u>	<u>4105</u>	<u>4113</u>
<u>95G</u>	<u>No thermal runaway propagation, no fire and no gas volume hazard, but temperature hazard</u>	<u>4106</u>	<u>4114</u>
<u>95H</u>	<u>No thermal runaway propagation, no fire, no gas volume hazard, and no temperature hazard</u>	<u>4107</u>	<u>4115</u>
<u>95X *</u>	<u>No testing information available</u>	<u>3551</u>	<u>3552</u>

- + Gute Prüfvorschriften und Ergebnisse der Labore (werden vermutlich nicht alle benötigt)
- + Neue 38.3 Tests
- + Niedriger SoC => sicherere Einstufung
- Verpackungsvorschriften fehlen
- 32 neue UN Nummern?
- Einstufung der meisten aktuellen LIBs in 9A => sinnvoll?

# Klassifizierung nach Gefährlichkeit

## Das neue System von UN?

---

Aktuellste Fassung:

<https://unece.org/sites/default/files/2024-06/UN-SCETDG-64-INF26e.pdf>

### Ergebnisse UN TDG Juni 2024:

1. das neue Klassifizierungssystem wird nicht in diesem Biennium beschlossen, sondern erst im nächsten
2. Konsens: Übertragung des Ansatzes auf Natrium-Ionen Batterien
3. Weitgehend Konsens: bei niedrigerem SoC kann in sichererer Kategorie transportiert werden (bei entsprechender Prüfung).
4. Uneinigkeit hinsichtlich der Anzahl der UN Nummern und Granularity des Systems.
5. Prüfungen zur Einstufung in sicherere Kategorien freiwillig.
6. Aber: Vermutlich nicht frei wählbar, das alte System weiterzuverwenden

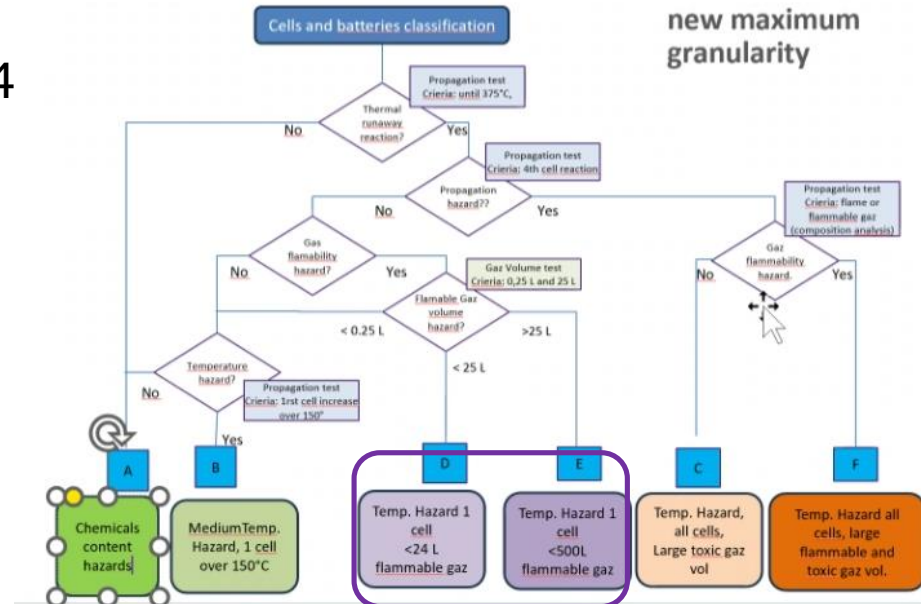
# Klassifizierung nach Gefährlichkeit

## Das neue System von UN?

Sitzung Washington 27-29.08 2024

- Diskussion: geht Zelle / Batterie überhaupt durch (375°C)?
- Diskussion: nur so viele Klassen wie unterschiedliche Verpackungen?
- Nächste Sitzung in China Februar/März 2025

UN IWG classification: intrinsic hazards, mandatory test



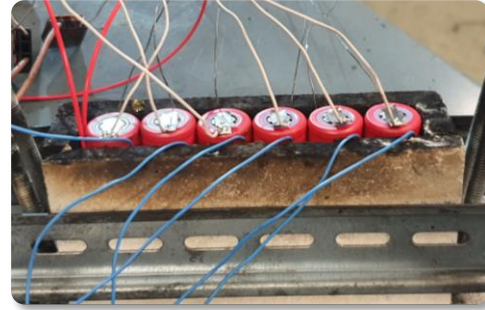
# Klassifizierung nach Gefährlichkeit

## Das neue System von UN?

---

### Neue Tests 38.3. T9 bis T13

- T9 Zell Propagation
  - T10 Gasvolumen der Zelle
  - T11 Batterie Propagation
  - T12 Gasvolumen der Batterie
  - T13 Zell Gas Brennbarkeit?
- 
- Neue UN Nummern von 4000 bis UN 4031 (LIBS) notwendig?
  - Warum für gleiches Produkt unterschiedliche UN Nummern je nach SoC? (besser: derzeitige UN Nummern beibehalten und Divisions 9A bis 9H angeben)



**Fazit: Das Klassifizierungssystem ist noch nicht spruchreif**

---



# Wozu ein Klassifizierungssystem? Transport von kritisch-defekten LIBs



**BAM GGR 024** (Revision 1 seit 6/2024 online inkl. Korrigendum)  
Verfahren zur Erfüllung der **zusätzlichen Prüfanforderungen** für den Transport  
kritisch-defekter Lithiumbatterien (SV 376 mit P911/LP906)

- BAM-GGR 024 beschreibt das Verfahren in Teil A.
- Teil B ermöglicht weiterhin Einzelfallfestlegungen
- Allgemeinverfügung zur BAM-GGR 024 legt Verfahren nach Teil A fest  
=> Qualifizierung der Gefahrgutverpackung für krit.-def. LIBs ohne Behörde

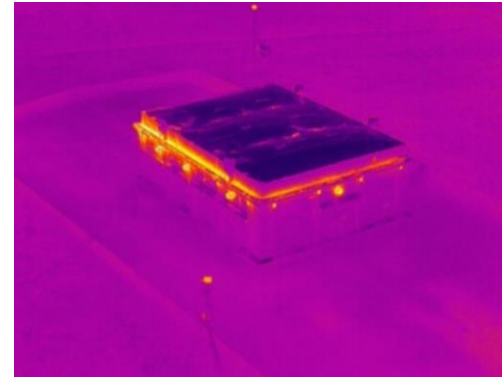
Deregulierung

- Anhang 1 Bewertung von unreaktiven bzw. teilreaktiven Zellen/Modulen/Batterien
- Anhang 2 Anforderungen an die Brandprüfung
- Anhang 3 100 %-80 %-30 %-Regel (basierend auf 4 levels)
- Anhang 4 Skalierungsregel für Verpackungen mit abweichenden Dimensionen
- Anhang 5 Regel für gekühlte Transporte

# Klassifizierungssystem benötigt für Transport von kritisch-defekten LIBs

## Herausforderung Brandtest für die Qualifizierung der Verpackung nach P911/LP906

- BAM: umfangr. Erfahrungen aus eingereichten und eigenen Prüfungen
- Schwierigkeit: Anwendung Brandprüfung auf andere Batterien
- Benötigt wird eine „worst case Batterie“ / Vergleichssystem für Batterien
- Aktuell 4 Level als Hilfsschiene
- Wird an UN System der Klassifizierung nach Gefährlichkeit angepasst



# Wofür braucht man eine Einstufung nach Gefährlichkeit? Luftverkehr

---

Im Luftverkehr sind Lithiumbatterien als „cargo only“ nur mit max. 30% SoC (Ladezustand) transportierbar.

Problem Überprüfung?

- Messbarkeit
- Dokumentation Ladezustand?
- Öffnung / konformes Wiederverschießen der Gefahrgutverpackung



**Bessere Einstufung nach Klassifizierungssystem !  
(vermutlich Klasse „keine brennbaren Gase“ => über niedrigen SoC realisierbar)**

---

# Kann Klassifizierungssystem die Sicherheit im Seeverkehr erhöhen?

Brennender Autofrachter

## Welche Eigenschaft von E-Autos Versicherer besonders fürchten

29. Juli 2023, 6:59 Uhr | Lesezeit: 3 min | 4 Kommentare



<https://www.sueddeutsche.de/>

26.7.2023, Freemantle Highway gerät vor Ameland in Brand mit ca. 3800 Autos (500 E-Autos)

## Lithiumbatterien im Seeverkehr:

Besonderes Risiko:  
kleine Zellen / Batterien

- SV 188: ungekennzeichnete Container mit Versandstücken bis 30 kg => 5kWh
- Annahme ISO Container: 500 Versandstücke => 2500kWh
- 20 PkW
- Ungekennzeichnet!

Erhöhung der Sicherheit durch  
Klassifizierungssystem: max Gefahrenklasse?

# Einstufung nach Gefährlichkeit

## Fazit: Was wird kommen?

---

- Es wird ein neues System geben - ADR etc. (2027?)
  - Neue Verpackungsanweisungen
  - (Viele) neue UN-Nummern? Hoffentlich nicht!
  - Prüfungen zum Nachweis der Gefährlichkeitsklasse optional
  - Wenig gefährliche Batterien sind unter vereinfachten Bedingungen / Verpackungen transportierbar
  - Aber auch Entladener Transport (niedriger SoC) zur Erhöhung der Sicherheit möglich => ermöglicht Hochleistungsbatterien
  - Entscheidende Beratungen in 2025 erwartet
-

# Dank

---

## Kontaktinformationen:

Dr. Anita Schmidt  
3.1 Sicherheit von Gefahrgutverpackungen und Batterien

Telefon: +49 30 8104-1313  
E-Mail: [anita.schmidt@bam.de](mailto:anita.schmidt@bam.de)

[ees@bam.de](mailto:ees@bam.de)

---



Dr. Anita Schmidt