

18.09.2026

SICHERHEIT VON E-FAHRZEUGEN IM GEFAHRGUTTRANSPORT – WAS PASSIERT IM BRANDFALL MIT DER LADUNG?

Dr. Tobias Gleim

IAA Transportation – Gefahrguttag, Hannover

www.bam.de

Motivation

Was transportiere ich?

Gemeinsame Wurzel für (inter-)nationale Regelwerke

- UN Model Regulations
- IAEA SSR-6 (Klasse 7)

regeln und klassifizieren Stoff und Umschließung

Womit transportiere ich?

Verkehrsträgerregelwerke

- ADR, RID, ADN, IMDG, ICAO

regeln u. a.

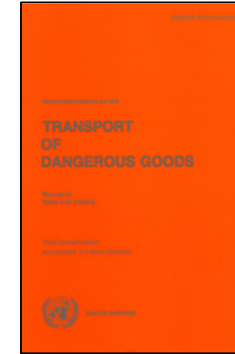
- Anwendungsbereich
- Stoffklassifizierung
- Fahrzeug
- Betrieb

[1] UN Model Regulations, 3rd revised Edition, 2002, <https://doi.org/10.18356/33fa68c9-en>

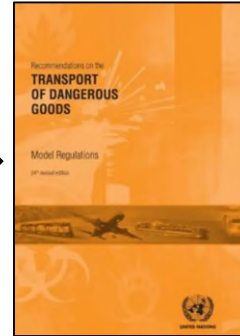
[2] UN Model Regulations, 24th revised Edition, 2025, https://unece.org/sites/default/files/2025-09/CoverE_Rev24_Vol1.pdf

[3] IAEA, Safety Series No. 6 – Regulations for the Safe Transport of Radioactive Materials, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1961

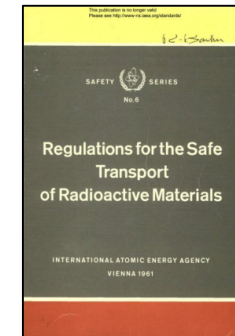
[4] IAEA, SSR-6, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2025 Edition



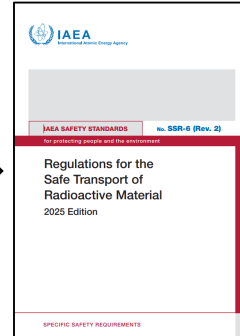
Quelle [1]



Quelle [2]



Quelle [3]



Quelle [4]

Abkommen, Verordnungen und Regelwerke zum Thema Gefahrgutregeln

- Verkehrsträger
- Ladung

Global harmonisierter und robuster Regelungsrahmen

- Sicherheitsziele sind konstant geblieben
- Reale Rahmenbedingungen verändern sich

Neue Transporttechnologien erfordern eine kontinuierliche Überprüfung regulatorischer Grundannahmen



Quelle: WDR [5]

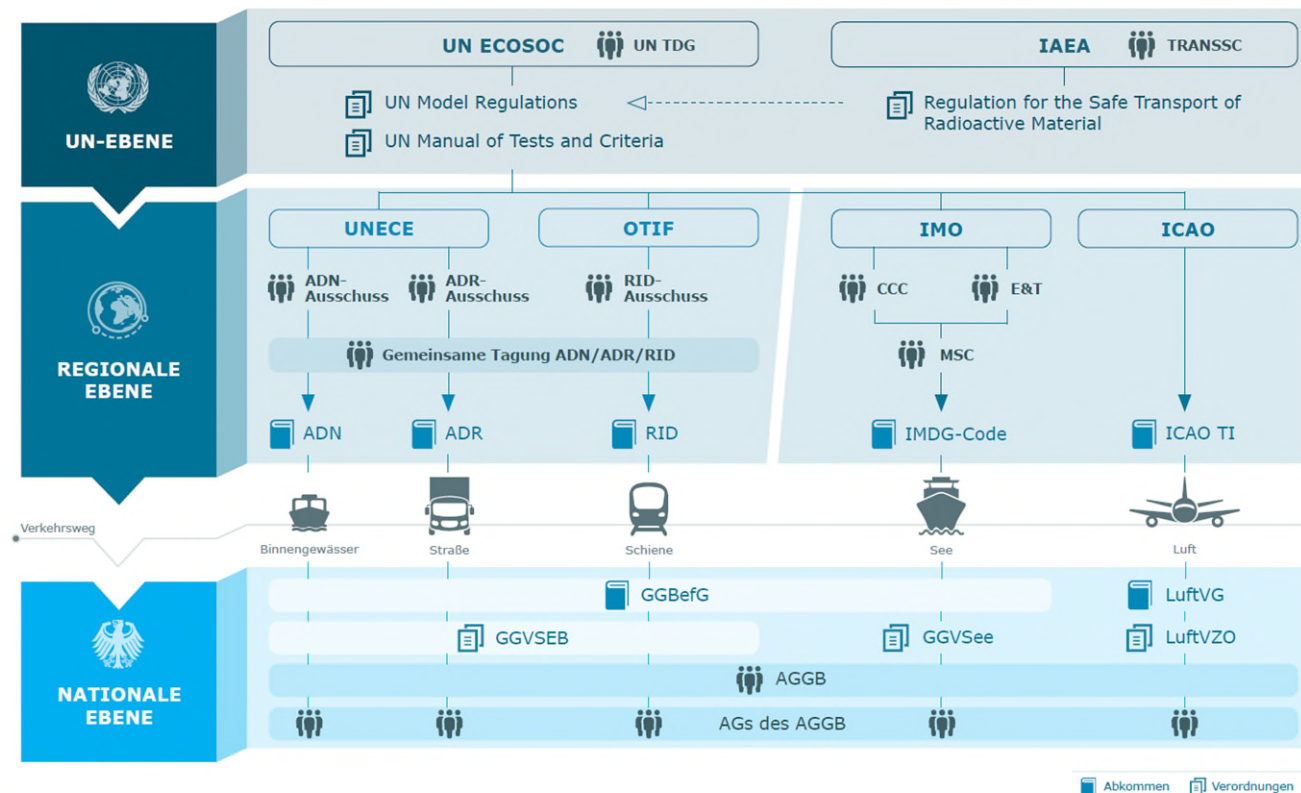


Quelle: MAZ [6]

[5] WDR, <https://www1.wdr.de/nachrichten/autobahn-sperrung-a46-lkw-brand-stau-100.html>

[6] MAZ-Online, <https://www.maz-online.de/lokales/teltow-flaeming/ludwigsfelde/brand-in-genshagen-millionenschaden-bei-chefs-culinar-kripo-ermittelt-BQTIIEWQMBBHDHOZT2FPI3EA3DU.html>

Verkehrsträgerübergreifende Harmonisierung auf verschiedenen Ebenen



Transportsysteme und technologische Entwicklungen

IAEA SSR-6 - Definitionen des Transports

- Keine Spezifikationen für Transportmittel auf Straße, Schiene, Wasser und Luft

ADR – Transportanforderungen

- Teil 9: Vorschriften für den Bau und Zulassung der Fahrzeuge
- Fahrzeugbauart-Zulassungen - EX/II, EX/III, FL, AT, MEMU



Quelle: Orano & BAM [7]

Quelle: Orano NCS [8]

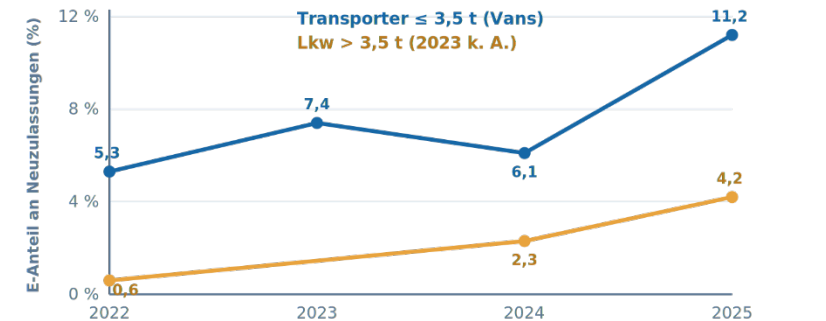
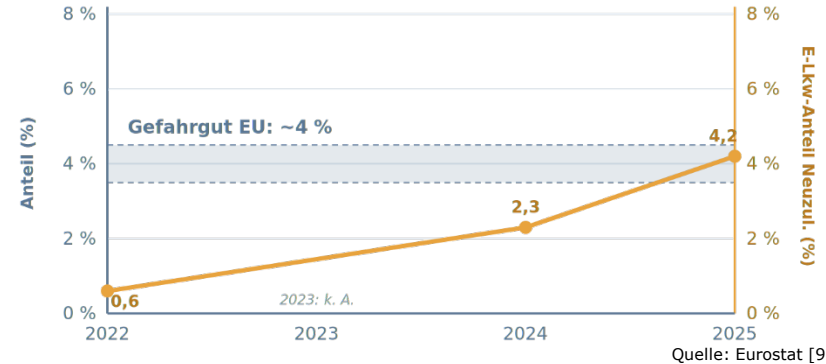
Quelle: Orano NCS [8]

[7] F. Hilbert, F. Wille, Discussion on the Interface between Package Safety and Transport Security, PATRAM 22, 2023

[8] Bilder von Orano NCS, Schienen- und Straßentransport in 2004

- Anteil Gefahrguts am Güterverkehr auf der Straße ist konstant
- E-Lkw-Anteil an den Neuzulassungen erhöht sich
- Transporter ($\leq 3,5$ t) elektrifizieren schneller als Lkw ($> 3,5$ t)

Frage: Was passiert beim Unfall (Batteriebrand) mit der Ladung?



[9] Eurostat, „Road freight transport by type of goods“, [Road freight transport by type of goods - Statistics Explained - Eurostat](#)

[10] ACEA, „New commercial vehicle registrations by fuel type“ bzw. die Jahres-Pressemitteilung „New commercial vehicle registrations ... full year 2025“ (29. Januar 2026).

Vier Perspektiven auf eine Kernfrage

Derselbe Brand – vier regulatorische Blickwinkel

E-Fahrzeug als Transportmittel

Die Traktionsbatterie des transportierenden Fahrzeugs brennt. Trifft das thermische Prüfszenario noch zu?

Batterie als Ladung

UN 3480/3481, defekte Zellen (SV 376), UN 3556-3558 Fahrzeuge

Umgebung & Verkehrsträger

Tunnel, Fährdeck, Frachtraum – derselbe Brand mit versch. Transportmitteln und ungleichen Folgen

Klasse 7

Versandstück auf brennendem E-Fahrzeug im Kontext der thermischen Prüfanforderungen

Die vier Perspektiven sind nicht additiv – sie sind vier Schnitte durch dieselbe Bruchstelle zwischen Transportmittel und Ladung.

Brandhäufigkeit von E-Fahrzeugen

- Häufiges Statement: brennen „seltener“ als Verbrenner
- GDV: ... statistisch gesehen keine höhere Brandgefahr ... [11]

Löschaufwand

- stellt andere Anforderungen an Vorschriften
- kann neue Löschtechniken erfordern
- Komplexität/Sicherheit des Aufbaus für löschen schwierig oder kaum möglich

Kritische Prüfung für Notfallvorsorge und Gefahrenabwehr

- IAEA GSR Part 7 (Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency)
- ADR 5.4.3 - Schriftliche Weisungen
- ERI-Cards

[11] GDV, <https://www.gdv.de/gdv/themen/mobilitaet/dossier-elektromobilitaet/e-autos-elektroauto-braende-statistik-182792>, 03.06.2026

Drei thermische Themen im Regelwerk und warum der Akku sie zugleich berührt

Prävention - Beförderungsbedingung:

- Klassen 4.1 und 5.2 definieren über SADT Kontroll- und Notfalltemperatur
- Ziel ist gefährliche Reaktion auszuschließen

Klassifizierung - Stoffeigenschaft:

- Klassen 4.2 (pyrophor) und 3 (Flammpunkt): definierte Prüftemperaturen zur Einstufung des Stoffs – kein Unfallszenario

Sicherheit durch das Versandstück:

- Klasse 7 (SSR-6) verlangt überstehen eines eingetretenen Vollbrands
- Allumhüllendes Feuer bei min. 800 °C und 30 min

Das thermische Durchgehen berührt **Prävention** und **Schadensbegrenzung** zugleich

Erhitzungsprüfung wurde für einen anderen Brand festgelegt

Thermische Prüfung der SSR-6 unterstellt

- einen voll entwickelten Kohlenwasserstoffbrand
- Wärmestrom bei 800°C bei 30 min
- Allumhüllendes Feuer

Traktionsbatteriebrand weicht in mehreren Dimensionen ab

- Branddauer
- Wiedertzündung
- lokale Spitzentemperaturen
- Freisetzung von Gefahrstoffen

Kernfrage:

- Deckt die Prüfannahme die reale Brandlast noch ab oder
- verschiebt die Elektromobilität das auslegungsbestimmende Szenario?



Quelle: BAM [12]



Quelle: BAM [13]

[12] B. Droste, A. Ulrich, J. Borch, Brand new fire test facilities at 'Bam Test Site Technical Safety', Packaging, Transport, Storage & Security of Radioactive Material, 2011

[13] T. Quercetti, A fire test stand for thermal testing of extra-large packages, ASME Pressure Vessels & Piping, 2025

Welche Batteriechemien fahren in Europa

- Verschiebung in Entwicklung von NMC zu LFP
- Europäische Flotte überwiegend NMC-basiert

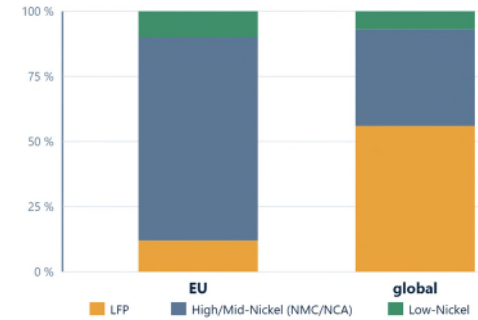
Häufig gestellte Frage: Ist LFP sicherer als NMC?

Chemieeigenschaften

- NMC eher hohe Energiedichte und Reichweite
- LFP mit höherem Onset für thermisches Durchgehen
- Was bedeutet das für den Brandfall hinsichtlich
 - Temperaturentwicklung
 - Dauer des Gesamtbrandes

EV-Batteriechemie 2025: EU vs. global

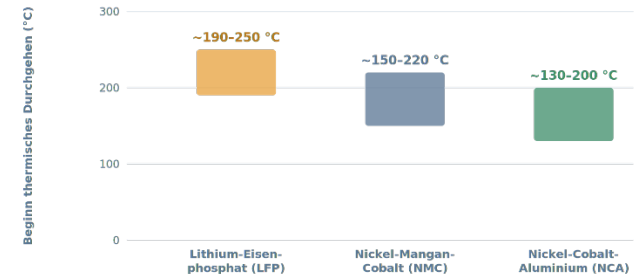
Anteil an eingesetzter EV-Batteriekapazität



Quelle: IEA [14]

Beginn des thermischen Durchgehens - je Chemie unterschiedlich

Bereiche, keine festen Werte: stark abhängig von Zelltyp, Ladezustand und Prüfmethode



[14] IEA, Global EV Outlook and Trends, [Electric vehicle batteries – Global EV Outlook 2026 – Analysis](#) – IEA, 2026

Nachweis der Eignung für den Transport unter Unfallbeförderungsbedingungen für Klasse 7

ADR - 6.4.17.1: **kumulative Wirkung**

- Mechanische Prüfung und
- Erhitzungsprüfung

ADR - 6.4.17.2: **9 m Fallprüfung** auf unnachgiebiges Aufprallfundament und **1 m Penetrationstest** auf Dorn

ADR - 6.4.17.3: **Erhitzungsprüfung** an beschädigten Versandstück nach mechanischer Prüfung



Quelle: BAM [15]



Quelle: BAM [15]



Quelle: BAM [12]

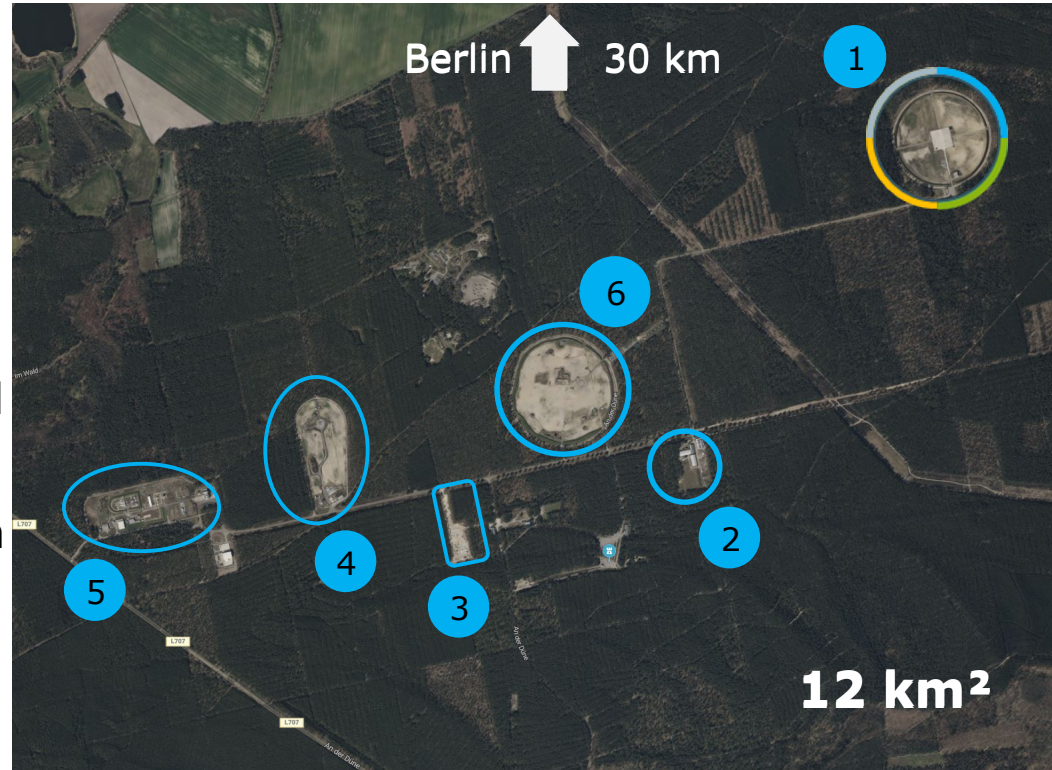


Quelle: BAM [12]

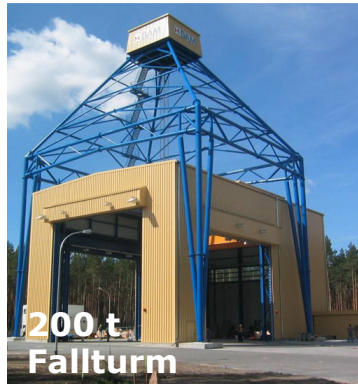
[15] BAM gallery, URL: <https://www.bam.de/Content/EN/Image-gallery>

[12] B. Droste, A. Ulrich, J. Borch, Brand new fire test facilities at 'Bam Test Site Technical Safety', Packaging, Transport, Storage & Security of Radioactive Material, 2011

- 1 Wasserstofftestareal
- 2 Reallabor Sektorenkopplung für Energie
- 3 Anlagen für Druckbehälterprüfungen
- 4 Anlagen für Kryo-, Brand- und Aufprallversuche
- 5 Freistrahl-Ablassvorrichtungen Explosionsschutz und Aufprallversuche
- 6 Sprengstoffe



Testgelände Technische Sicherheit (TTS)



[16] T. Gleim et. al., Numerical Simulations of Heat Fluxes for a Fire Reference Test, Pressure Vessels & Piping, 2026

[17] J. Werner et. al., FKZ VB970443, Durchführung experimenteller Untersuchungen bezüglich der technischen und betrieblichen Anforderungen an Ladeabteile von EX/III-Fahrzeugen (9.3.4.2 ADR)

Zusammenfassung – Nicht gefährlicher, sondern verändern sich die thermischen Belastungen

Befund

- Sicherheitsziele bleiben konstant, reale Randbedingungen nicht
- Brandcharakteristik, Branddauer, Wiederentzündung, Löschaufwand und Einsatzbedingungen können sich ändern



Konsequenz

- Prüfanahmen fortlaufend überprüfen
- Literatúrauswertung allein reicht nicht – bestimmte Fragen erfordern realmaßstäbliche Versuche



Weg

- Forschungsgestützt mit realen Versuchen beim BAM-TTS
- Erkenntnisse eingespeist in die einschlägigen Regelwerke (u. a. TRANSSC, Gemeinsame Tagung ADR/RID/ADN)

Quelle: BAM [18]

[18] H. Soderer, T. Gleim, F. Wille, Accident-induced Battery Fires: Challenges for the Safe Transport of Packages with Dangerous Goods, ASME Pressure Vessels & Piping 2026

Die **entscheidende Frage** ist nicht, ob Elektromobilität gefährlicher ist, sondern ob bestehende **Sicherheitsanforderungen** die veränderten thermischen Belastungen weiterhin angemessen abbilden

Batteriebrände sind

- schwer zu löschen und
- können über einen langen Zeitraum brennen

Schwerpunkt des aktuellen Forschungsprojekts [18]

- Auswirkungen von Batteriebränden auf Verpackungen
- Wie wirken sich batteriebetriebene Transportfahrzeuge auf gesetzliche Anforderungen aus?
- Decken bestehende Vorschriften neue Entwicklungen ab?



Quelle: BAM [17]

[17] J. Werner et. al., FKZ VB970443, Durchführung experimenteller Untersuchungen bezüglich der technischen und betrieblichen Anforderungen an Ladeabteile von EX/III-Fahrzeugen (9.3.4.2 ADR)

[18] H. Soderer, T. Gleim, F. Wille, Accident-induced Battery Fires: Challenges for the Safe Transport of Packages with Dangerous Goods, ASME Pressure Vessels & Piping 2026

- [1] IAEA, Safety Series No. 6 – Regulations for the Safe Transport of Radioactive Materials, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1961
- [2] IAEA, SSR-6, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2025 Edition
- [3] WDR, <https://www1.wdr.de/nachrichten/autobahn-sperrung-a46-lkw-brand-stau-100.html>
- [4] MAZ-Online, <https://www.maz-online.de/lokales/teltow-flaeming/ludwigsfelde/brand-in-genshagen-millionenschaden-bei-chefs-culinar-kripo-ermittelt-BQTIEWQMBBHDHOZT2FPI3EA3DU.html>
- [5] UN Model Regulations, 3rd revised Edition, 2002, <https://doi.org/10.18356/33fa68c9-en>
- [6] UN Model Regulations, 24th revised Edition, 2025, https://unece.org/sites/default/files/2025-09/CoverE_Rev24_Vol1.pdf
- [7] F. Hilbert, F. Wille, Discussion on the Interface between Package Safety and Transport Security, PATRAM 22, 2023
- [8] Bilder von Orano NCS, Schienen- und Straßentransport in 2004
- [9] Eurostat, „Road freight transport by type of goods“, [Road freight transport by type of goods - Statistics Explained - Eurostat](#)
- [10] ACEA, „New commercial vehicle registrations by fuel type“ bzw. die Jahres-Pressemitteilung „New commercial vehicle registrations ... full year 2025“ (29. Januar 2026)
- [11] GDV, <https://www.gdv.de/gdv/themen/mobilitaet/dossier-elektromobilitaet/e-autos-elektroauto-braende-statistik-182792>, 03.06.2026
- [12] B. Droste, A. Ulrich, J. Borch, Brand new fire test facilities at 'Bam Test Site Technical Safety', Packaging, Transport, Storage & Security of Radioactive Material, 2011
- [13] T. Quercetti, A fire test stand for thermal testing of extra-large packages, ASME Pressure Vessels & Piping, 2025
- [14] IEA, Global EV Outlook and Trends, [Electric vehicle batteries – Global EV Outlook 2026 – Analysis – IEA](#), 2026
- [15] BAM gallery, URL: <https://www.bam.de/Content/EN/Image-gallery>
- [16] T. Gleim et. al., Numerical Simulations of Heat Fluxes for a Fire Reference Test, Pressure Vessels & Piping, 2026
- [17] J. Werner et. al., FKZ VB970443, Durchführung experimenteller Untersuchungen bezüglich der technischen und betrieblichen Anforderungen an Ladeabteile von EX/III-Fahrzeugen (9.3.4.2 ADR)
- [18] H. Soderer, T. Gleim, F. Wille, Accident-induced Battery Fires: Challenges for the Safe Transport of Packages with Dangerous Goods, ASME Pressure Vessels & Piping 2026

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Dr. Tobias Gleim

Fachbereichsleiter

Fachbereich für Sicherheit von Transportbehältern

Phone: +49 (0)30 8104-1330

E-Mail: tobias.gleim@bam.de



LinkedIn

www.bam.de