II

*(Rechtsakte ohne Gesetzescharakter)*

# RECHTSAKTE VON GREMIEN, DIE IM RAHMEN INTERNATIONALER ÜBEREINKÜNFTE EINGESETZT WURDEN

Nur die von der UNECE verabschiedeten Originalfassungen sind international rechtsverbindlich. Der Status dieser Regelung und das Datum ihres Inkrafttretens sind der neuesten Fassung des UNECE-Statusdokuments TRANS/WP.29/343 zu entnehmen, das von folgender Website abgerufen werden kann: http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29fdocstts.html

## UN-Regelung Nr. 153 — Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung von Fahrzeugen hinsichtlich der Integrität des Kraftstoffsystems und der Sicherheit des Elektroantriebs bei einem Heckaufprall [2021/386]

Datum des Inkrafttretens: 22. Januar 2021

Dieses Dokument ist nur als Dokumentationsmaterial zu verstehen. Der rechtsverbindliche Originaltext ist: ECE/TRANS/WP.29/2020/76

INHALTSVERZEICHNIS

REGELUNG

1. Anwendungsbereich
2. Begriffsbestimmungen
3. Antrag auf Genehmigung
4. Genehmigung
5. Anforderungen
6. Prüfung
7. Änderung des Fahrzeugtyps und Erweiterung der Genehmigung
8. Übereinstimmung der Produktion
9. Maßnahmen bei Abweichungen in der Produktion
10. Endgültige Einstellung der Produktion
11. Namen und Anschriften der technischen Dienste, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, und der Typgenehmigungsbehörden

ANHÄNGE

1 Mitteilung

2 Beispiele für die Anordnung der Genehmigungszeichen

3 Verfahren für die Aufprallprüfung am Heck

4 Prüfbedingungen und -verfahren für die Bewertung der Integrität des Wasserstoffkraftstoffsystems nach dem Aufprall

5 Prüfverfahren für Fahrzeuge mit Elektroantrieb

1. ANWENDUNGSBEREICH

Diese Regelung gilt für Fahrzeuge der Klasse $M_1$ [1] mit einer zulässigen Gesamtmasse von bis zu 3 500 kg und für Fahrzeuge der Klasse $N_1$ hinsichtlich der Integrität des Kraftstoffsystems und der Sicherheit eines mit Hochspannung betriebenen Elektroantriebs bei einem Heckaufprall

2. BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

Für die Zwecke dieser Verordnung gelten folgende Begriffsbestimmungen:

2.1. „Fahrzeugtyp" bezeichnet Kraftfahrzeuge, die sich in wesentlichen Punkten wie den folgenden nicht unterscheiden:

2.1.1. Länge und Breite des Fahrzeugs, sofern sie einen Einfluss auf die Ergebnisse der Aufprallprüfung nach dieser Regelung haben;

2.1.2. Struktur, Abmessungen, Form und Werkstoffe des Teils des Fahrzeugs, der hinter der Querebene durch den R-Punkt des hintersten Sitzes gelegen ist;

2.1.3. Form und Innenabmessungen des Fahrgastraums, soweit sie einen Einfluss auf die Ergebnisse der Aufprallprüfung nach dieser Regelung haben;

2.1.4. Lage (vorn, hinten oder in der Mitte) und Ausrichtung (Quer- oder Längsanordnung) des Motors, sofern sie einen negativen Einfluss auf das Ergebnis der Aufprallprüfung nach dieser Regelung haben;

2.1.5. Leermasse, sofern sie einen negativen Einfluss auf das Ergebnis der Aufprallprüfung nach dieser Regelung hat;

2.1.6. Einbaulagen der wiederaufladbaren Energiespeichersysteme, sofern sie einen negativen Einfluss auf die Ergebnisse der Aufprallprüfung nach dieser Regelung haben;

2.1.7. Struktur, Form, Abmessungen und Werkstoffe (Metall/Kunststoff) der Behälter;

2.1.8. Einbaulage des Behälters, sofern sie nachteilige Auswirkungen im Hinblick auf die Einhaltung der Vorschriften des Absatzes 5.2.1 hat;

2.1.9. Merkmale und Lage der Kraftstoffanlage (Pumpe, Filter usw.).

2.2. „Fahrgastraum" bezeichnet den Raum zur Unterbringung der Insassen, der durch das Dach, den Boden, die Seitenwände, die Türen, die Außenverglasung, die Stirnwand und die hintere Querwand oder die Hecktür sowie die Isolierbarrieren und Gehäuse, die die Insassen vor direktem Berühren von aktiven Teilen unter Hochspannung schützen, begrenzt wird.

2.3. „Leermasse" bezeichnet die Masse des fahrbereiten Fahrzeugs ohne Insassen und Ladung, jedoch mit Kraftstoff, Kühlflüssigkeit, Schmiermitteln, Werkzeug und Ersatzrad (wenn dieses zu der vom Fahrzeughersteller gelieferten Standardausrüstung gehört).

2.4. „Tank" bezeichnet die Behälter zur Aufnahme des Flüssigkraftstoffs gemäß Absatz 2.6 oder des komprimierten Wasserstoffgases, der bzw. das in erster Linie zum Antrieb des Fahrzeugs verwendet wird, ausgenommen Zubehör (Einfüllstutzen, wenn dieser ein gesondertes Bauteil ist, Einfüllöffnung, Verschluss, Füllstandsmesser, Motorzuleitungen oder Druckausgleichsleitungen usw.).

---

[1] Entsprechend den Definitionen in der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3) Dokument ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.6, para. 2. — www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html

2.5. „Fassungsvermögen des Kraftstofftanks“ bezeichnet das vom Hersteller angegebene Fassungsvermögen des Kraftstofftanks.

2.6. „Flüssigkraftstoff“ bezeichnet einen Kraftstoff, der unter Normalbedingungen für Temperatur und Druck flüssig ist.

2.7. „Hochspannung“ bezeichnet die Spannung, für die ein Stromkreis oder ein elektrisches Bauteil ausgelegt ist, dessen Effektivwert der Betriebsspannung > 60 V und ≤ 1 500 V (Gleichstrom) oder > 30 V und ≤ 1 000 V (Wechselstrom) ist.

2.8. „Wiederaufladbares Speichersystem für elektrische Energie (REESS — rechargeable electrical energy storage system)“ bezeichnet das wiederaufladbare Energiespeichersystem, das für den Antrieb elektrische Energie liefert.

Batterien, deren Hauptverwendungszweck darin besteht, Energie für das Anlassen des Motors und/oder die Beleuchtung und/oder andere Fahrzeughilfseinrichtungen zu liefern, gelten nicht als REESS. [„Hauptverwendungszweck“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass in einem geeigneten Fahrzyklus, z. B. dem WLTC für Fahrzeuge der Klassen $M_1$ und $N_1$, mehr als 50 % der Energie aus der Batterie für das Anlassen des Motors und/oder die Beleuchtung und/oder andere Fahrzeughilfseinrichtungen verwendet werden.]

2.9. „Isolierbarriere“ bezeichnet das Teil, das Schutz gegen direktes Berühren von aktiven unter Hochspannung stehenden Teilen bietet.

2.10. „Elektroantrieb“ bezeichnet den Stromkreis, der die Antriebsmotoren einschließt und der das REESS, das System zur Umwandlung elektrischer Energie, die elektronischen Umformer, das zugehörige Kabelbündel und die Steckverbinder sowie das Anschlusssystem für das Aufladen des wiederaufladbaren Speichersystems für elektrische Energie (REESS) einschließen kann.

2.11. „Aktive Teile“ bezeichnet die leitfähigen Teile, an die unter normalen Betriebsbedingungen eine Spannung angelegt wird.

2.12. „Freiliegendes leitfähiges Teil“ bezeichnet das leitfähige Teil, das entsprechend der Schutzart IPXXB berührt werden kann und normalerweise nicht unter Spannung steht, bei einem Isolationsfehler jedoch unter Spannung stehen kann. Dazu gehören Teile unter einer Abdeckung, die ohne Werkzeug entfernt werden kann.

2.13. „Direktes Berühren“ bezeichnet die Berührung von aktiven unter Hochspannung stehenden Teilen durch Personen.

2.14. „Indirektes Berühren“ bezeichnet die Berührung von freiliegenden leitfähigen Teilen durch Personen.

2.15. „Schutzart IPXXB“ bezeichnet den Schutz, den eine Isolierbarriere oder ein Gehäuse vor der Berührung von aktiven unter Hochspannung stehenden Teilen bietet und der mit einem Gelenkprüffinger (Schutzart IPXXB) gemäß der Beschreibung in Anhang 5 Absatz 4 überprüft wird.

2.16. „Betriebsspannung“ bezeichnet den vom Hersteller angegebenen höchsten Wert der Spannung in einem Stromkreis (Effektivwert), der zwischen leitfähigen Teilen bei nicht geschlossenem Stromkreis oder unter normalen Betriebsbedingungen gemessen werden kann. Wenn der Stromkreis galvanisch getrennt ist, wird für die getrennten Stromkreise die jeweilige Betriebsspannung angegeben.

2.17. „Anschlusssystem für das Aufladen des wiederaufladbaren Speichersystems für elektrische Energie (REESS)“ bezeichnet den Stromkreis (einschließlich des Eingangsanschlusses am Fahrzeug), der zum Aufladen des REESS über eine externe Stromversorgung verwendet wird.

2.18. „Elektrische Masse“ bezeichnet einen Satz leitfähiger Teile, die elektrisch miteinander verbunden sind und deren Potenzial als Bezugswert verwendet wird.

2.19. „Stromkreis“ bezeichnet eine Baugruppe miteinander verbundener aktiver unter Hochspannung stehender Teile, an die im normalen Betrieb eine Spannung angelegt wird.

2.20. „System zur Umwandlung elektrischer Energie“ bezeichnet ein System (z. B. Brennstoffzelle), das für den elektrischen Antrieb elektrische Energie erzeugt und liefert.

2.21. „Elektronischer Umformer“ bezeichnet ein Gerät zur Steuerung und/oder Umformung elektrischer Energie für den elektrischen Antrieb.

2.22. „Gehäuse“ bezeichnet das Teil, das die innen liegenden Baugruppen umgibt und Schutz gegen direktes Berühren bietet.

2.23. „Hochspannungssammelschiene“ bezeichnet den Stromkreis, der das Anschlusssystem für das Aufladen des REESS, das mit Hochspannung betrieben wird, einschließt. Bei galvanisch verbundenen Stromkreisen, die die besondere Spannungsbedingung erfüllen, werden nur die Teile oder Bestandteile des Stromkreises, die mit Hochspannung betrieben werden, als Hochspannungssammelschiene eingestuft.

2.24. „Festisolierung“ bezeichnet die Isolierbeschichtung von Kabelbündeln, mit der die aktiven unter Hochspannung stehenden Teile umhüllt und gegen direktes Berühren geschützt werden.

2.25. „Automatischer Abschalter“ bezeichnet eine Einrichtung, die bei Betätigung die elektrischen Energiequellen galvanisch vom restlichen Hochspannungsstromkreis des Elektroantriebs trennt.

2.26. „Offene Antriebsbatterie“ bezeichnet einen Batterietyp, der mit Wasser aufgefüllt werden muss und Wasserstoffgas erzeugt, das in die Luft abgelassen wird.

2.27. „Wässriger Elektrolyt“ bezeichnet einen Elektrolyten auf der Grundlage von Wasser als Lösungsmittel für die Bestandteile (z. B. Säuren oder Basen), wodurch nach Dissoziation leitfähige Ionen entstehen.

2.28. „Elektrolytaustritt“ bezeichnet das Entweichen von Elektrolyt aus dem REESS in flüssiger Form.

2.29. „Nicht wässriger Elektrolyt“ bezeichnet einen Elektrolyten, der nicht auf dem Lösungsmittel Wasser basiert.

2.30. „Normale Betriebsbedingungen“ bezeichnet Betriebsarten und -bedingungen, die während des normalen Betriebs des Fahrzeugs vernünftigerweise zu erwarten sind, darunter Fahrten bei gesetzlich zulässigen Geschwindigkeiten, Parken oder Leerlauf im Straßenverkehr sowie Aufladen mithilfe von Ladegeräten, die mit den im Fahrzeug eingebauten spezifischen Ladeanschlüssen kompatibel sind. Bedingungen, unter denen das Fahrzeug durch einen Aufprall, durch Gegenstände auf der Fahrbahn oder mutwillig beschädigt, Bränden ausgesetzt oder in Wasser getaucht ist oder sich in einem Zustand befindet, in dem Wartungs- oder Instandhaltungsarbeiten notwendig sind oder gerade vorgenommen werden, zählen nicht zu den normalen Betriebsbedingungen.

2.31. „Besondere Spannungsbedingung“ bezeichnet die Bedingung, dass die Höchstspannung eines galvanisch verbundenen Stromkreises zwischen einem unter Gleichstrom stehenden aktiven Teil und einem anderen (unter Gleichstrom oder Wechselstrom stehenden) aktiven Teil ≤ 30 V Wechselstrom (Effektivwert) und ≤ 60 V Gleichstrom ist.

*Anmerkung*: Ist ein unter Gleichstrom stehendes aktives Teil eines solchen Stromkreises an die Masse angeschlossen und gilt die besondere Spannungsbedingung, beträgt die Höchstspannung zwischen jedem aktiven Teil und der elektrischen Masse ≤ 30 V Wechselstrom (Effektivwert) und ≤ 60 V Gleichstrom.

3. ANTRAG AUF GENEHMIGUNG

3.1. Der Antrag auf Erteilung einer Genehmigung für einen Fahrzeugtyp hinsichtlich der Integrität des Kraftstoffsystems und der Sicherheit eines mit Hochspannung betriebenen Elektroantriebs bei einem Heckaufprall ist vom Fahrzeughersteller oder seinem ordentlich bevollmächtigten Vertreter gemäß dem Verfahren nach Verzeichnis 3 des Übereinkommens (E/ECE/TRANS/505/Rev.3) einzureichen

3.2. Anhang 1 Anlage 1 enthält ein Muster des Beschreibungsbogens.

4. GENEHMIGUNG

4.1. Entspricht das zur Genehmigung nach dieser Regelung vorgeführte Fahrzeug den Bestimmungen dieser Regelung, ist die Genehmigung für den betreffenden Fahrzeugtyp zu erteilen.

4.1.1. Der nach Absatz 11 benannte technische Dienst prüft, ob die vorgeschriebenen Bedingungen erfüllt sind.

4.1.2. Im Zweifelsfall werden bei der Prüfung auf Einhaltung der Prüfverfahren etwaige vom Hersteller gelieferte Prüfdaten oder -ergebnisse insofern berücksichtigt, als sie zur Validierung der vom technischen Dienst durchgeführten Prüfungen herangezogen werden können.

4.2. Jedem nach Verzeichnis 4 des Übereinkommens (E/ECE/TRANS/505/Rev.3) genehmigten Typ wird eine Genehmigungsnummer zugeteilt.

4.3. Über die Erteilung oder die Erweiterung oder die Versagung oder die Rücknahme der Genehmigung oder die endgültige Einstellung der Produktion für einen Fahrzeugtyp nach dieser Regelung sind die Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, mit einem Mitteilungsblatt zu unterrichten, das dem Muster in Anhang 1 dieser Regelung entspricht.

4.4. An jedem Fahrzeug, das einem nach dieser Regelung genehmigten Fahrzeugtyp entspricht, ist sichtbar und an gut zugänglicher Stelle, die in dem Mitteilungsblatt anzugeben ist, ein internationales Genehmigungszeichen anzubringen, das dem Muster in Anhang 2 entspricht, bestehend aus:

4.4.1. einem Kreis, in dem sich der Buchstabe „E“ und die Kennzahl des Landes befinden, das die Genehmigung erteilt hat ([2]);

4.4.2. der Nummer dieser Regelung mit dem nachgestellten Buchstaben „R“, einem Bindestrich und der Genehmigungsnummer rechts neben dem Kreis nach Absatz 4.4.1.

4.5. Entspricht das Fahrzeug einem Fahrzeugtyp, der in dem Land, das die Typgenehmigung nach dieser Regelung erteilt hat, auch nach einer oder mehreren anderen UN-Regelungen zum Übereinkommen genehmigt wurde, braucht das Zeichen nach Absatz 4.4.1 nicht wiederholt zu werden; in diesem Fall sind die zusätzlichen Zahlen und Zeichen aller UN-Regelungen, aufgrund deren die Genehmigung in dem Land erteilt wurde, das die Genehmigung nach dieser Regelung erteilt hat, in Spalten rechts neben dem Zeichen nach Absatz 4.4.1 anzuordnen.

4.6. Das Genehmigungszeichen muss deutlich lesbar und dauerhaft sein.

5. ANFORDERUNGEN

5.1. Wenn das Fahrzeug der Prüfung nach Absatz 6 unterzogen wurde, müssen die Bestimmungen des Absatzes 5.2 eingehalten werden.

Bei einem Fahrzeug, bei dem alle Teile des Kraftstoffsystems vor dem Mittelpunkt des Radstands eingebaut sind, wird davon ausgegangen, dass es die Vorschriften des Absatzes 5.2.1 erfüllt.

Bei einem Fahrzeug, bei dem alle Teile des mit Hochspannung betriebenen Elektroantriebs vor dem Mittelpunkt des Radstands eingebaut sind, wird davon ausgegangen, dass es die Vorschriften des Absatzes 5.2.2 erfüllt.

5.2. Nach der Durchführung der Prüfung gemäß dem Verfahren der Anhänge 3, 4 und 5 dieser Regelung müssen folgende Bestimmungen im Hinblick auf die Integrität des Kraftstoffsystems und die Sicherheit des Elektroantriebs erfüllt sein:

([2]) Die Kennzahlen der Vertragsparteien des Übereinkommens von 1958 finden sich in Anhang 3 der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3), Dokument ECE/TRANS/WP.29/78/Rev. 6, Anhang 3 — www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html

5.2.1. Bei Fahrzeugen, die mit Flüssigkraftstoff angetrieben werden, ist die Übereinstimmung mit den Absätzen 5.2.1.1 bis 5.2.1.2 nachzuweisen.

Bei Fahrzeugen, die mit komprimiertem Wasserstoff angetrieben werden, ist die Übereinstimmung mit den Absätzen 5.2.1.3 bis 5.2.1.5 nachzuweisen.

5.2.1.1. Bei einem Aufprall darf nur eine geringe Leckmenge Flüssigkeit aus dem Kraftstoffsystem auslaufen.

5.2.1.2. Tritt nach dem Aufprall aus dem Kraftstoffsystem ständig Flüssigkeit aus, so darf die Leckrate nicht höher als 30 g/min sein; vermischt sich die Flüssigkeit aus dem Kraftstoffsystem mit Flüssigkeiten aus anderen Anlagen und können die verschiedenen Flüssigkeiten nicht ohne Weiteres getrennt und identifiziert werden, so sind alle aufgefangenen Flüssigkeiten bei der Ermittlung der ausgeflossenen Menge zu berücksichtigen.

5.2.1.3. Die Wasserstoff-Leckage-Rate ($V_{H2}$), die im Falle von Wasserstoff gemäß Anhang 4 Absatz 4 und im Falle von Helium gemäß Anhang 4 Absatz 5 bestimmt wird, darf für das Zeitintervall (Δt Minuten) nach dem Aufprall einen durchschnittlichen Wert von 118 NL pro Minute nicht überschreiten.

5.2.1.4. Die volumenmäßige Gaskonzentration (Wasserstoff bzw. Helium) in Luftwerten, die gemäß Anhang 4 Absatz 6 für den Fahrgastraum und den Kofferraum bestimmt wird, darf zu keinem Zeitpunkt während der sechzigminütigen Messzeit nach dem Aufprall 4,0 Prozent (Wasserstoff) bzw. 3,0 Prozent (Helium) überschreiten. Diese Anforderung ist erfüllt, wenn bestätigt wird, dass sich das Absperrventil jedes Wasserstoffspeichersystems innerhalb von fünf Sekunden nach dem ersten Kontakt des Fahrzeugs mit dem Schlagkörper geschlossen hat und keine Leckage aus den Wasserstoffspeichersystemen vorliegt.

5.2.1.5. Die Behälter (für die Wasserstoffspeicherung) müssen an mindestens einem Befestigungspunkt am Fahrzeug befestigt bleiben.

5.2.2. Bei Fahrzeugen mit einem Elektroantrieb, der mit Hochspannung betrieben wird, müssen der Elektroantrieb und die Hochspannungssysteme, die galvanisch mit der Hochspannungssammelschiene des Elektroantriebs verbunden sind, die Anforderungen der Absätze 5.2.2.1 bis 5.2.2.3 erfüllen:

5.2.2.1. Schutz vor Stromschlägen

Nach dem Aufprall müssen die Hochspannungssammelschienen mindestens eines der vier in den Absätzen 5.2.2.1.1 bis 5.2.2.1.4.2 genannten Kriterien erfüllen.

Wenn das Fahrzeug über eine automatische Abschaltfunktion oder über Vorrichtungen zur galvanischen Teilung des Stromkreises des Elektroantriebs unter Fahrtbedingungen verfügt, so muss mindestens eines der folgenden Kriterien auf den abgeschalteten Stromkreis oder auf die einzelnen verzweigten Stromkreise zutreffen, wenn die Abschaltfunktion betätigt wurde.

Die in Absatz 5.2.2.1.4 festgelegten Kriterien gelten jedoch nicht, wenn mehr als ein einziges Potenzial eines Teils der Hochspannungssammelschiene nicht entsprechend der Schutzart IPXXB geschützt ist.

Wird die Aufprallprüfung unter Bedingungen durchgeführt, bei denen Teile des Hochspannungssystems nicht eingeschaltet sind, ist der Schutz gegen Stromschläge für die betreffenden Teile entweder nach Absatz 5.2.2.1.3 oder nach Absatz 5.2.2.1.4 nachzuweisen; Anschlusssysteme für das Aufladen des REESS, die während der Fahrt nicht eingeschaltet sind, werden dabei nicht berücksichtigt.

5.2.2.1.1. Fehlende Hochspannung

Die Spannungen $U_b$, $U_1$ und $U_2$ der Hochspannungssammelschienen dürfen 60 s nach dem Aufprall höchstens 30 V Wechselspannung oder 60 V Gleichspannung betragen, wenn sie gemäß Anhang 5 Absatz 2 gemessen werden.

5.2.2.1.2. Niedrige elektrische Energie

Die Gesamtenergie (TE) auf den Hochspannungssammelschienen beträgt, gemessen nach dem Testverfahren gemäß Anhang 5 Absatz 3 Formel a, weniger als 0,2 J. Alternativ kann die Gesamtenergie (TE) anhand der gemessenen Spannung $U_b$ der Hochspannungssammelschiene und der Kapazität der X-Kondensatoren (Cx), die vom Hersteller nach Anhang 5 Absatz 3 Formel b spezifiziert wird, berechnet werden.

Die in den Y-Kondensatoren gespeicherte Energie (TEy1, TEy2) muss ebenfalls weniger als 0,2 J betragen. Sie wird berechnet durch Messung der Spannungen $U_1$ und $U_2$ der Hochspannungssammelschienen und der elektrischen Masse und der Kapazität der Y-Kondensatoren, die vom Hersteller nach Anhang 5 Absatz 3 Formel c spezifiziert wird.

5.2.2.1.3. Physischer Schutz

Der Schutz gegen direktes Berühren von aktiven unter Hochspannung stehenden Teilen muss der Schutzart IPXXB entsprechen.

Die Bewertung ist nach Anhang 5 Absatz 4 durchzuführen.

Darüber hinaus muss zum Schutz gegen Stromschläge, die beim indirekten Berühren auftreten können, der Widerstand zwischen allen freiliegenden leitenden Teilen von Isolierbarrieren/Gehäusen und der elektrischen Masse weniger als 0,1 Ω betragen, und der Widerstand zwischen zwei beliebigen freiliegenden leitfähigen Teilen von Isolierbarrieren/Gehäusen, die gleichzeitig erreichbar und weniger als 2,5 m voneinander entfernt sind, muss bei einer Stromstärke von mindestens 0,2 A weniger als 0,2 Ω betragen. Dieser Widerstand kann aus den separat gemessenen Widerständen der maßgeblichen Teile des elektrischen Pfads berechnet werden.

Diese Anforderung ist eingehalten, wenn die galvanische Verbindung durch Schweißen erreicht wurde. In Zweifelsfällen oder wenn die Verbindung auf andere Weise als durch Schweißen erreicht wurde, ist die Messung nach einem der in Anhang 5 Absatz 4 beschriebenen Verfahren vorzunehmen.

5.2.2.1.4. Isolationswiderstand

Die in den Absätzen 5.2.2.1.4.1 und 5.2.2.1.4.2 genannten Kriterien müssen erfüllt werden.

Die Messungen sind nach Anhang 5 Absatz 5 durchzuführen.

5.2.2.1.4.1. Elektroantrieb, der aus getrennten Gleichstrom- oder Wechselstromsammelschienen besteht

Wenn Wechselstrom- oder Gleichstrom-Hochspannungssammelschienen galvanisch voneinander getrennt sind, muss der Isolationswiderstand zwischen der Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse ($R_i$ gemäß der Begriffsbestimmung in Anhang 5 Absatz 5) bezogen auf die Betriebsspannung für Gleichstromsammelschienen mindestens 100 Ω/V und für Wechselstromsammelschienen mindestens 500 Ω/V betragen.

5.2.2.1.4.2. Elektroantrieb, der aus kombinierten Gleichstrom- und Wechselstrom-Sammelschienen besteht

Sind die Wechselstrom- und Gleichstrom-Hochspannungssammelschienen galvanisch verbunden, müssen sie eine der folgenden Anforderungen erfüllen:

a) Der Isolationswiderstand zwischen der Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse beträgt mindestens 500 Ω/V der Betriebsspannung.

b) Der Isolationswiderstand zwischen der Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse beträgt mindestens 100 Ω/V der Betriebsspannung, und die Wechselstromschiene erfüllt die in Absatz 5.2.2.1.3 beschriebenen Anforderungen an den physischen Schutz.

c) Der Isolationswiderstand zwischen der Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse beträgt mindestens 100 Ω/V der Betriebsspannung, und die Wechselstromschiene erfüllt die Anforderung der fehlenden Hochspannung nach Absatz 5.2.2.1.1.

5.2.2.2. Elektrolytaustritt

5.2.2.2.1. Bei einem REESS mit wässrigem Elektrolyt

Im Zeitraum vom Aufprall bis zu 60 Minuten danach darf kein Elektrolyt aus dem REESS in den Fahrgastraum gelangen, und die Menge des aus dem REESS in Bereiche außerhalb des Fahrgastraums austretenden Elektrolyten darf nicht mehr als 7 Volumenprozent des im REESS enthaltenen Elektrolyten oder 5,0 l betragen. Die austretende Menge an Elektrolyt kann mit den üblichen Verfahren zur Bestimmung von Flüssigkeitsvolumina nach Auffangen gemessen werden. Bei Behältern, die Stoddard-Lösungsmittel, gefärbtes Kühlmittel und Elektrolyt enthalten, ist es zulässig, die Flüssigkeiten vor der Messung anhand des spezifischen Gewichts zu trennen.

5.2.2.2.2. Bei einem REESS mit nicht wässrigem Elektrolyt

Im Zeitraum vom Aufprall bis zu 60 Minuten danach darf kein flüssiger Elektrolyt aus dem REESS in den Fahrgast- oder Gepäckraum oder in Bereiche außerhalb des Fahrzeugs austreten. Diese Anforderung ist durch Sichtprüfung zu überprüfen, ohne dass Teile des Fahrzeugs auseinandergebaut werden.

Der Hersteller muss die Einhaltung dieser Vorschrift gemäß Anhang 5 Nummer 6 nachweisen.

5.2.2.3. Verbleib des REESS

Das REESS muss mit mindestens einer Verankerung für Bauteile, einer Halterung oder einer sonstigen Struktur, die Kräfte vom REESS auf die Fahrzeugstruktur überträgt, am Fahrzeug befestigt bleiben, und REESS, die außerhalb des Fahrgastraums eingebaut sind, dürfen nicht in den Fahrgastraum eindringen.

Der Hersteller muss die Einhaltung dieser Vorschrift gemäß Anhang 5 Absatz 7 nachweisen.

6. PRÜFUNG

6.1. Die Einhaltung der Anforderungen von Absatz 5 durch das Fahrzeug ist nach dem in den Anhängen 3, 4 und 5 dieser Regelung beschriebenen Verfahren zu prüfen.

7. ÄNDERUNGEN DES FAHRZEUGTYPS UND ERWEITERUNG DER GENEHMIGUNG

7.1. Jede Änderung des Fahrzeugtyps nach dieser Regelung ist der Typgenehmigungsbehörde mitzuteilen, die die Genehmigung für den Fahrzeugtyp erteilt hat. Die Typgenehmigungsbehörde kann dann

a) im Benehmen mit dem Hersteller entscheiden, dass eine neue Typgenehmigung zu erteilen ist, oder

b) das Verfahren nach Absatz 7.1.1 (Überarbeitung) und gegebenenfalls das Verfahren nach Absatz 7.1.2 (Erweiterung) anwenden.

7.1.1. Überarbeitung

Wenn sich im Beschreibungsbogen von Anhang 1 — Anlage 1 aufgezeichnete Einzelheiten ändern und die Typgenehmigungsbehörde die Auffassung vertritt, dass die vorgenommenen Änderungen wahrscheinlich keine nennenswerte nachteilige Auswirkung haben und das Fahrzeug in jedem Fall noch den Anforderungen entspricht, dann wird diese Änderung als „Überarbeitung“ bezeichnet.

In diesem Fall gibt die Typgenehmigungsbehörde, soweit erforderlich, die überarbeiteten Seiten der Beschreibungsbögen in Anhang 1 — Anlage 1 heraus und kennzeichnet jede überarbeitete Seite, damit die Art der Änderung und das Datum der Neuausgabe klar ersichtlich sind. Eine konsolidierte, aktualisierte Fassung der Beschreibungsbögen in Anhang 1 — Anlage 1 mit einer ausführlichen Beschreibung der Änderungen erfüllt diese Anforderung.

7.1.2. Erweiterung

Die Änderung wird als „Erweiterung“ bezeichnet, wenn zusätzlich zu der Änderung an den in der Beschreibungsmappe aufgezeichneten Einzelheiten

a) weitere Kontrollen oder Prüfungen erforderlich sind oder

b) Angaben im Mitteilungsblatt (außer in den zugehörigen Anlagen) geändert wurden oder

c) die Genehmigung nach einer späteren Änderungsserie nach deren Inkrafttreten beantragt wird.

7.2. Die Bestätigung, Erweiterung oder Versagung der Genehmigung ist den Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, nach dem in Absatz 4.3 angegebenen Verfahren mitzuteilen. Das Verzeichnis der dem Mitteilungsblatt nach Anhang 1 beigefügten Beschreibungsbögen und Prüfberichte ist entsprechend zu ändern, um das Datum der jüngsten Überarbeitung oder Erweiterung anzugeben.

7.3. Die Typgenehmigungsbehörde, die die Erweiterung der Genehmigung bescheinigt, teilt jedem Mitteilungsblatt über eine solche Erweiterung eine laufende Nummer zu.

8. ÜBEREINSTIMMUNG DER PRODUKTION

Die Verfahren zur Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion müssen den im Übereinkommen (Verzeichnis 1, E/ECE/TRANS/505/Rev.3) beschriebenen Verfahren entsprechen, wobei folgende Vorschriften eingehalten sein müssen:

8.1. Jedes Fahrzeug, das mit einem Genehmigungszeichen nach dieser Regelung versehen ist, muss dem genehmigten Typ insofern entsprechen, als die Vorschriften des Absatzes 5 eingehalten sind.

9. MAßNAHMEN BEI ABWEICHUNGEN IN DER PRODUKTION

9.1. Die für einen Fahrzeugtyp nach dieser Regelung erteilte Genehmigung kann zurückgenommen werden, wenn die Anforderungen nach Absatz 8.1 nicht eingehalten sind.

9.2. Nimmt eine Vertragspartei des Übereinkommens, die diese Regelung anwendet, eine von ihr erteilte Genehmigung zurück, so hat sie unverzüglich die anderen Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, hierüber mit einer Abschrift des Mitteilungsblattes der Genehmigung zu unterrichten, die am Schluss in Großbuchstaben den unterschriebenen und datierten Vermerk trägt: „GENEHMIGUNG ZURÜCKGENOMMEN“.

10. ENDGÜLTIGE EINSTELLUNG DER PRODUKTION

Stellt der Inhaber der Genehmigung die Produktion des nach dieser Regelung genehmigten Fahrzeugtyps endgültig ein, so hat er hierüber die Typgenehmigungsbehörde, die die Genehmigung erteilt hat, zu unterrichten. Nach Erhalt der entsprechenden Mitteilung hat diese Typgenehmigungsbehörde die anderen Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, hierüber mit einer Abschrift des Mitteilungsblatts der Genehmigung zu unterrichten, die am Schluss in Großbuchstaben den unterschriebenen und datierten Vermerk „PRODUKTION EINGESTELLT“ trägt.

11. NAMEN UND ANSCHRIFTEN DER TECHNISCHEN DIENSTE, DIE DIE PRÜFUNGEN FÜR DIE GENEHMIGUNG DURCHFÜHREN, UND DER TYPGENEHMIGUNGSBEHÖRDEN

Die Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, übermitteln dem Sekretariat der Vereinten Nationen die Namen und Anschriften der technischen Dienste, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, sowie der Behörden, die die Genehmigung erteilen und denen die in anderen Ländern ausgestellten Mitteilungsblätter über die Erteilung, Versagung, Erweiterung oder Rücknahme der Genehmigung zu übersenden sind.

*ANHANG 1*

**Mitteilung**

(Größtes Format: A4 (210 × 297 mm))




Ausfertigende Stelle: Bezeichnung der Behörde: .....
.....
.....

über die (2) :

Erteilung der Genehmigung
Erweiterung der Genehmigung
Versagung der Genehmigung
Rücknahme der Genehmigung
Endgültige Einstellung der Produktion

für einen Fahrzeugtyp hinsichtlich der Integrität des Kraftstoffsystems und der Sicherheit des Elektroantriebs bei einem Heckaufprall gemäß der UN-Regelung Nr. 153

Nummer der Genehmigung: ..... Nummer der Erweiterung der Genehmigung: .....

1. Fabrik- oder Handelsmarke des Kraftfahrzeugs: .....

2. Fahrzeugtyp: .....

3. Name und Anschrift des Herstellers: .....

.....

4. Gegebenenfalls Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers: .....

.....

.....

5. Kurze Beschreibung des Fahrzeugtyps: .....

.....

5.1. Beschreibung des im Fahrzeug eingebauten Kraftstoffsystems: .....

.....

5.2. Beschreibung des Elektroantriebs: .....

.....

6. Lage des Motors: vorne/hinten/Mitte (2)

7. Antrieb: Front-/Heckantrieb (2)

8. Masse des zur Prüfung vorgeführten Fahrzeugs:

Vorderachse: .....

Hinterachse: .....

Gesamt: .....

9. Fahrzeug zur Genehmigung vorgeführt am: .....

10. Technischer Dienst, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt .....

11. Datum des Prüfberichts des technischen Dienstes .....

12. Nummer der Prüfberichte des technischen Dienstes: .....

13. Genehmigung erteilt/versagt/erweitert/zurückgenommen ([2])

14. Stelle, an der das Genehmigungszeichen am Fahrzeug angebracht ist .....

15. Ort: .....

16. Datum .....

17. Unterschrift .....

18. Dieser Mitteilung sind folgende mit der Genehmigungsnummer versehenen Unterlagen beigefügt: .....

19. Anmerkungen (z. B. Anwendung alternativer Prüfverfahren nach Anhang 3 Absatz 3) .....

(Fotografien und/oder schematische Darstellungen und Zeichnungen, anhand deren Fahrzeugtypen und mögliche Varianten, für die die Regelung gilt, festgestellt werden können.)

_____

([1]) Kennzahl des Landes, das die Genehmigung erteilt/erweitert/versagt/zurückgenommen hat (siehe die Vorschriften über die Genehmigung in der Regelung).

([2]) Nichtzutreffendes streichen.

*Anlage 1 zu Anhang 1*

**Beschreibungsbogen**

0. ALLGEMEINES

0.1. Marke (Handelsname des Herstellers):

0.2. Typ:

0.2.1. Handelsnamen (sofern vorhanden):

0.3. Kennzeichnung zur Typidentifizierung, sofern am Fahrzeug vorhanden ([1]):

0.3.1. Anbringungsstelle dieser Kennzeichnung:

0.4. Fahrzeugklasse ([2]):

0.5. Firmenname und Anschrift des Herstellers:

0.8. Namen und Anschriften der Fertigungsstätten

0.9. (Ggf.) Name und Anschrift des Bevollmächtigten des Herstellers:

1. ALLGEMEINE BAUMERKMALE DES FAHRZEUGS

1.1. Fotos und/oder Zeichnungen eines repräsentativen Fahrzeugs

1.3. Anzahl der Achsen und Räder:

1.3.3. Antriebsachsen (Zahl, Lage, Verbindung):

1.6. Lage und Anordnung des Motors:

2. MASSEN UND ABMESSUNGEN (in kg und mm) (gegebenenfalls auf Zeichnungen verweisen)

2.1. Radstand/Radstände (bei Vollbelastung)

2.1.1. Zweiachsige Fahrzeuge:

2.1.2. Fahrzeuge mit drei oder mehr Achsen

2.1.2.2. Achsabstand insgesamt:

2.4. Maßbereiche der Fahrzeugabmessungen (Maße über alles)

2.4.1. Für Fahrgestell ohne Aufbau

2.4.1.1. Länge (mm):

2.4.1.2. Breite (mm):

2.4.2. Für Fahrgestell mit Aufbau

2.4.2.1. Länge (mm):

2.4.2.2. Breite (mm):

2.6. Masse in fahrbereitem Zustand (kg):

3. ANTRIEBSENERGIEWANDLER

3.2.2. Kraftstoff

3.2.2.1. Leichte Nutzfahrzeuge: Diesel/Benzin/Flüssiggas/Erdgas oder Biomethan/Ethanol (E 85)/Biodiesel/Wasserstoff

3.2.3. Kraftstoffbehälter

3.2.3.1. Betriebskraftstoffbehälter

3.2.3.1.1. Anzahl der Kraftstoffbehälter und jeweiliges Fassungsvermögen:

3.2.3.1.1.1. Werkstoff

3.2.3.1.2. Zeichnung und technische Beschreibung der Behälter mit allen Verbindungen und Leitungen des Be- und Entlüftungssystems, Verschlüssen, Ventilen und Halterungen

3.2.3.1.3. Zeichnung, aus der die Lage der Behälter im Fahrzeug klar hervorgeht

3.2.3.2. Reservekraftstoffbehälter

3.2.3.2.1. Anzahl der Kraftstoffbehälter und jeweiliges Fassungsvermögen:

3.2.3.2.1.1. Werkstoff

3.2.3.2.2. Zeichnung und technische Beschreibung der Behälter mit allen Verbindungen und Leitungen des Be- und Entlüftungssystems, Verschlüssen, Ventilen und Halterungen

3.2.3.2.3. Zeichnung, aus der die Lage der Behälter im Fahrzeug klar hervorgeht

3.3.2. Wiederaufladbares Speichersystem für elektrische Energie (REESS)

3.3.2.4. Anordnung

3.4. Kombinationen von Antriebsenergiewandlern

3.4.1. Hybridelektrofahrzeug: ja/nein

3.4.2. Art des Hybridelektrofahrzeugs: extern aufladbar/nicht extern aufladbar:

---

([1]) Enthalten die Merkmale zur Typidentifizierung Zeichen, die für die Typbeschreibung des Fahrzeugs gemäß dem Typgenehmigungsbogen irrelevant sind, so sind diese Schriftzeichen in den betreffenden Unterlagen durch das Symbol "?" zu ersetzen (z. B. ABC?? 123??).

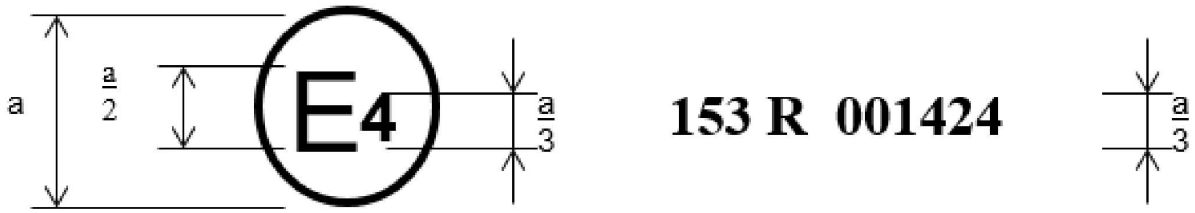
([2]) Entsprechend den Definitionen in der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3) Dokument ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.6, para. 2. — www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html

*ANHANG 2*

**Anordnungen der Genehmigungszeichen**

MUSTER A

(siehe Absatz 4.4 dieser Regelung)

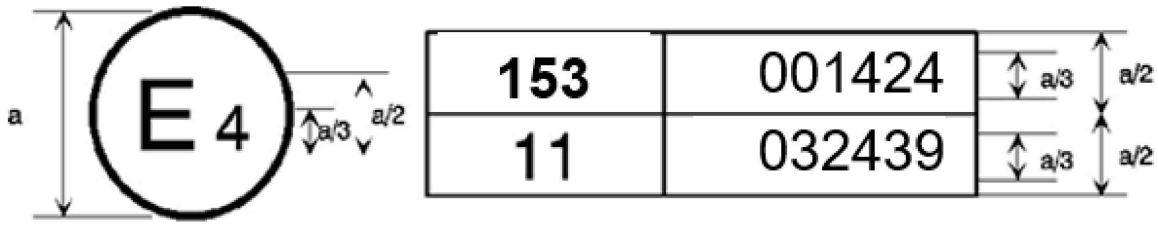



a = min. 8 mm

Das oben dargestellte, an einem Fahrzeug angebrachte Genehmigungszeichen besagt, dass der betreffende Fahrzeugtyp hinsichtlich des Schutzes der Insassen bei einem Heckaufprall in den Niederlanden (E4) nach der UN-Regelung Nr. 153 unter der Genehmigungsnummer 001424 genehmigt worden ist. Die Genehmigungsnummer gibt an, dass die Genehmigung nach den Vorschriften der UN-Regelung Nr. 153 in ihrer ursprünglichen Fassung erteilt wurde.

MUSTER B

(siehe Absatz 4.5 dieser Regelung)




a = min. 8 mm

Aus den ersten beiden Ziffern der Genehmigungsnummern geht hervor, dass bei der Erteilung der jeweiligen Genehmigungen die UN-Regelung Nr. 153 in ihrer ursprünglichen Fassung vorlag und die UN-Regelung Nr. 11 die Änderungsserie 03 enthielt.

*ANHANG 3*

**Verfahren für die Aufprallprüfung am Heck**

1. Zweck

1.1. Bei der Prüfung sollen die Bedingungen eines Heckaufpralls durch ein anderes fahrendes Fahrzeug simuliert werden.

2. Einrichtungen, Verfahren und Messgeräte

2.1. Prüfgelände

Die Prüffläche muss so groß sein, dass das Antriebssystem des Schlagkörpers untergebracht werden kann, die Verschiebung des angestoßenen Fahrzeugs nach dem Aufprall möglich ist und die Prüfausrüstung aufgestellt werden kann. Der Bereich, in dem der Aufprall auf das Fahrzeug und die Verschiebung erfolgen, muss waagerecht, eben und glatt sein und muss für eine übliche, trockene, nicht verschmutzte Fahrbahnoberfläche repräsentativ sein.

2.2. Schlagkörper

2.2.1. Der Schlagkörper muss aus Stahl bestehen und als starre Konstruktion ausgeführt sein.

2.2.2. Die Aufpralloberfläche muss eben, mindestens 2 500 mm breit und 800 mm hoch sein, und ihre Kanten müssen mit einem Radius von 40 bis 50 mm gerundet sein. Sie muss mit 20 ± 2 mm dicken Sperrholzplatten belegt sein.

2.2.3. Im Zeitpunkt des Aufpralls müssen folgende Bedingungen eingehalten werden:

2.2.3.1. Die Aufpralloberfläche verläuft vertikal und rechtwinklig zur Längsmittelebene des getroffenen Fahrzeugs;

2.2.3.2. die Bewegungsrichtung des Schlagkörpers muss möglichst horizontal und parallel zur Längsmittelebene des getroffenen Fahrzeugs verlaufen;

2.2.3.3. der höchste zulässige seitliche Versatz zwischen der vertikalen Mittellinie der Oberfläche des Schlagkörpers und der Längsmittelebene des getroffenen Fahrzeugs beträgt 300 mm. Außerdem muss die Aufpralloberfläche die gesamte Breite des getroffenen Fahrzeugs abdecken;

2.2.3.4. der Abstand zwischen dem unteren Rand der Aufpralloberfläche und dem Boden muss 175 ± 25 mm betragen.

2.3. Antrieb des Schlagkörpers

Der Schlagkörper ist an einem Trägerfahrzeug (bewegliche Barriere) zu befestigen.

2.4. Vorschriften für die Prüfung mit einer beweglichen Barriere

2.4.1. Ist der Schlagkörper durch eine Halterung an einem Trägerfahrzeug befestigt (bewegliche Barriere), so muss die Halterung starr sein und darf sich beim Aufprall nicht verformen; das Trägerfahrzeug muss zum Zeitpunkt des Aufpralls frei beweglich und vom Antriebssystem abgetrennt sein.

2.4.2. Zum Zeitpunkt des Aufpralls muss die Geschwindigkeit 50,0 ± 2,0 km/h betragen.

2.4.3. Die Gesamtmasse von Trägerfahrzeug und Schlagkörper muss 1 100 ± 20 kg betragen.

2.5. Allgemeine Vorschriften hinsichtlich der Masse und der Geschwindigkeit des Schlagkörpers

Wurde die Prüfung mit einer Aufprallgeschwindigkeit durchgeführt, die über der in Absatz 2.4.2 vorgeschriebenen Geschwindigkeit liegt, und hat das Fahrzeug die vorgeschriebenen Anforderungen eingehalten, gilt die Prüfung als bestanden.

2.6. Zustand des zu prüfenden Fahrzeugs

2.6.1. Bei der Prüfung muss das Fahrzeug entweder mit allen serienmäßigen Teilen und Ausrüstungsgegenständen ausgestattet sein, die bei der Leermasse berücksichtigt sind, oder sich in dem Zustand befinden, der diese Forderung hinsichtlich der Teile und Ausrüstungsgegenstände erfüllt, die den Insassenraum und die Gewichtsverteilung des gesamten fahrbereiten Fahrzeugs betreffen.

2.6.2. Der Behälter für Flüssigkraftstoff muss zu mindestens 90 % seines Fassungsvermögens mit Kraftstoff oder einer nicht leicht entzündlichen Flüssigkeit gefüllt sein, die eine ähnliche Dichte und Viskosität wie der normalerweise verwendete Kraftstoff besitzt. Alle übrigen Systeme (Bremsflüssigkeits-Ausgleichsbehälter, Kühler, Reagens für selektive katalytische Reduktion usw.) können leer bleiben.

Die Speichersysteme für komprimierten Wasserstoff und die geschlossenen Räume von mit komprimiertem Wasserstoff betriebenen Fahrzeugen müssen gemäß Anhang 4 Absatz 3 vorbereitet werden.

2.6.3. Die Feststellbremse muss gelöst sein, und der Wählhebel des Getriebes/Gangschalthebel muss sich in Leerlaufstellung befinden.

2.6.4. Auf Antrag des Herstellers werden folgende Ausnahmen zugelassen:

2.6.4.1. Der technische Dienst, der die Prüfung durchführt, darf zulassen, dass dasselbe Fahrzeug sowohl für Prüfungen nach anderen UN-Regelungen (einschließlich Prüfungen, die seine Struktur beeinträchtigen können) als auch für Prüfungen nach dieser Regelung verwendet wird.

2.6.4.2. Das Fahrzeug darf bis zu 10 % seiner Leermasse mit zusätzlichen Massen belastet werden, die an der Struktur so starr zu befestigen sind, dass dadurch die Integrität des Kraftstoffsystems und die Sicherheit des Elektroantriebs während der Prüfung nicht beeinträchtigt werden.

2.6.5. Anpassung des Elektroantriebs

2.6.5.1. Das REESS muss einen Ladezustand aufweisen, der den vom Hersteller empfohlenen normalen Betrieb des Antriebs ermöglicht.

2.6.5.2. Der Elektroantrieb wird mit Strom versorgt, indem oder ohne dass die elektrischen Energiequellen (z. B. Motor-Generator, REESS oder System zur Umwandlung elektrischer Energie) betrieben werden; jedoch

2.6.5.2.1. ist es nach Absprache zwischen dem technischen Dienst und dem Hersteller zulässig, die Prüfung vorzunehmen, wenn der gesamte Elektroantrieb oder Teile davon ausgeschaltet sind, sofern das Prüfergebnis dadurch nicht negativ beeinflusst wird. Bei den Teilen des Elektroantriebs, die nicht eingeschaltet sind, ist der Schutz gegen Stromstöße entweder durch den physischen Schutz oder den Isolationswiderstand und angemessene zusätzliche Nachweise zu belegen.

2.6.5.2.2. Falls ein automatischer Abschalter vorhanden ist, kann es auf Verlangen des Herstellers zulässig sein, die Prüfung durchzuführen, wenn die automatische Abschaltfunktion ausgelöst ist. In diesem Fall ist nachzuweisen, dass der automatische Abschalter während der Aufprallprüfung funktioniert hätte. Dazu gehören das automatische Aktivierungssignal sowie die galvanische Trennung unter Berücksichtigung der während des Aufpralls beobachteten Bedingungen.

2.7. Messgeräte

Die Geräte zum Aufzeichnen der in Absatz 2.4.2 genannten Geschwindigkeit müssen Messungen mit einer Genauigkeit von 1 % erlauben.

3. Alternative Prüfverfahren

Auf Antrag des Herstellers kann alternativ zu dem in Absatz 2 beschriebenen folgendes Prüfverfahren angewandt werden:

3.1. Eine versetzte Heckaufprallprüfung mit einer beweglichen verformbaren Barriere ist als Alternative zu dem in Absatz 2 dieses Anhangs beschriebenen Verfahren zulässig, wenn die Vorschriften der Absätze 3.1.1 bis 3.1.3 eingehalten sind.

3.1.1. Aufprallgeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit beim Aufprall muss zwischen 78,5 km/h und 80,1 km/h liegen.

3.1.2. Versatz zwischen Fahrzeug und Barriere

Die Überlappung zwischen Fahrzeug und Barriere muss 70 % betragen.

3.1.3. Bewegliche, verformbare Barriere

Die bewegliche verformbare Barriere muss folgenden Vorschriften entsprechen:

a) Die Gesamtmasse der beweglichen verformbaren Barriere mit Aufschlagfläche muss 1 361 ± 4,5 kg betragen.

b) Die Gesamtlänge der beweglichen verformbaren Barriere mit Aufschlagfläche muss 4 115 mm ± 25 mm betragen.

c) Die Gesamtlänge der beweglichen verformbaren Barriere ohne Aufschlagfläche muss 3 632 mm (einschließlich der 50,8 mm dicken Halterung) betragen.

d) Die Gesamtbreite des Rahmenträgers muss 1 251 mm betragen.

e) Die Spurbreite (Mittellinie zur Mittellinie der Vorder- oder Hinterräder) muss 1 880 mm betragen.

f) Der Radstand des Rahmenträgers muss 2 591 mm ± 25 mm betragen.

g) Trägheitseigenschaften der beweglichen verformbaren Barriere (mit zwei Kameras und Kamerabefestigungen sowie einer Lichtfallenblende und reduziertem Ballast). Für die Lage des Schwerpunkts gilt:

X = (1 123 ± 25) mm hinter der Vorderachse

Y = (7,6 ± 25) mm links von der Längsmittellinie

Z = (450 ± 25) mm über dem Boden

Es gelten folgende Trägheitsmomente (für Prüfzwecke mit einer Toleranz von 5 %):

Stampfen = 2 263 kg-m$^2$

Rollen = 508 kg-m$^2$

Gieren = 2 572 kg-m$^2$

h) Form der Aufschlagfläche mit Wabenstruktur:

Breite =1 676 mm ± 6 mm

Höhe = 559 mm ± 6 mm

Bodenfreiheit = 229 mm ± 3 mm

Tiefe auf Höhe des Stoßfängers = 483 mm ± 6 mm

Tiefe an der oberen Aufschlagfläche = 381 mm ± 6 mm

i) Bei den Verformungseigenschaften (Druckfestigkeit) gilt für eine Aufschlagfläche mit Wabenstruktur ein Wert von 310 kPa ± 17 kPa und für den Stoßfänger von 1 690 kPa ± 103 kPa.

Andere Parameter und Einstellungen können mit den Definitionen in Absatz 2 dieser Regelung vergleichbar sein.

3.2. Wird ein anderes Verfahren als das in Absatz 2 oder Absatz 3.1 beschriebene angewandt, dann ist die Gleichwertigkeit nachzuweisen.

*ANHANG 4*

**Prüfbedingungen und -verfahren für die Bewertung der Integrität des Wasserstoffkraftstoffsystems nach dem Aufprall**

1. Zweck

Feststellung der Übereinstimmung mit den Anforderungen von Absatz 5.2.1 dieser Regelung

2. Begriffsbestimmungen

Für die Zwecke dieses Anhangs gelten folgende Begriffsbestimmungen:

2.1. „Geschlossene Räume“ bezeichnet spezielle Räume innerhalb des Fahrzeugs (oder der Fahrzeugkontur über Öffnungen), die sich außerhalb des Wasserstoffsystems (Speichersystem, Brennstoffzellensystem und Kraftstoffflussmanagementsystem) und seiner Gehäuse (falls vorhanden) befinden, in denen sich Wasserstoff ansammeln (und dadurch eine Gefahr darstellen) kann, wie es im Fahrgastraum, Kofferraum und Motorraum der Fall sein kann.

2.2. „Gepäckraum“ bezeichnet den Raum im Fahrzeug für Gepäck- und/oder Güteraufbewahrung, der durch das Dach, die Haube, den Boden und die Seitenwände begrenzt und vom Fahrgastraum durch die Stirnwand und das hintere Querblech getrennt ist.

2.3. „Nennbetriebsdruck (nominal working pressure, NWP)“ bezeichnet den Überdruck, der den typischen Betrieb eines Systems charakterisiert. Für Behälter für komprimierten Wasserstoff ist der NWP der festgelegte Druck des komprimierten Gases im vollgetankten Behälter oder Speichersystem bei einer konstanten Temperatur von 15 °C.

3. Vorbereitung, Messtechnik und Prüfbedingungen

3.1. Speichersystem für komprimierten Wasserstoff und nachfolgende Leitungen

3.1.1. Vor der Durchführung des Crashtests wird die Messtechnik im Wasserstoffspeichersystem installiert, um die erforderlichen Druck- und Temperaturmessungen durchzuführen, wenn das Standardfahrzeug nicht bereits über eine Messtechnik mit der erforderlichen Genauigkeit verfügt.

3.1.2. Das Wasserstoffspeichersystem wird dann, falls erforderlich, nach den Anweisungen des Herstellers gespült, um Verunreinigungen aus dem Behälter zu entfernen, bevor das Speichersystem mit komprimiertem Wasserstoff oder Heliumgas gefüllt wird. Da der Druck des Speichersystems temperaturabhängig ist, hängt der Soll-Fülldruck von der Temperatur ab. Der Solldruck ist nach folgender Gleichung zu bestimmen:

$$P_{target} = NWP \times (273 + T_o) / 288$$

Dabei entspricht NWP dem Nennbetriebsdruck (MPa), $T_o$ der Umgebungstemperatur, auf die sich das Speichersystem voraussichtlich einstellen wird, und $P_{target}$ dem Soll-Fülldruck, nachdem sich die Temperatur stabilisiert hat.

3.1.3. Der Behälter wird zu mindestens 95 % des Soll-Fülldrucks gefüllt und kann sich vor der Durchführung des Crashtests setzen (stabilisieren).

3.1.4. Das Hauptabsperrventil und die Absperrventile für Wasserstoffgas, die sich in der nachgeschalteten Wasserstoffgasleitung befinden, befinden sich unmittelbar vor dem Aufprall im normalen Fahrzustand.

3.2. Geschlossene Räume

3.2.1. Es werden Sensoren eingesetzt, die entweder den Anstieg des Wasserstoff- oder Heliumgases oder die Reduktion des Sauerstoffs (aufgrund der Verdrängung von Luft durch Austritt von Wasserstoff/Helium) messen.

3.2.2. Die Sensoren sind auf rückverfolgbare Referenzen kalibriert, um eine Genauigkeit von ± 5 Prozent bei den Soll-Kriterien von vier Volumenprozent Wasserstoff oder drei Volumenprozent Helium in der Luft und eine Skalenendwert-Messfähigkeit von mindestens 25 Prozent über den Soll-Kriterien zu gewährleisten. Der Sensor muss in der Lage sein, innerhalb von zehn Sekunden zu 90 % auf eine Veränderung der Konzentration in Richtung des Skalenendwerts zu reagieren.

3.2.3. Vor dem Aufprall sind die Sensoren wie folgt im Fahrgastraum und im Gepäckraum des Fahrzeugs angeordnet:

a) in einem Abstand von 250 mm vom Himmel über dem Fahrersitz oder in der Nähe der oberen Mitte des Fahrgastraums;

b) in einem Abstand von 250 mm vom Boden vor dem hinteren (oder hintersten) Sitz im Fahrgastraum und

c) in einem Abstand von höchstens 100 mm von der Oberseite der Gepäckräume im Fahrzeug, die nicht direkt von dem jeweils durchzuführenden Aufprall betroffen sind.

3.2.4. Die Sensoren sind fest an der Fahrzeugkonstruktion oder den Fahrzeugsitzen montiert und für den geplanten Crashtest vor Schmutz, Airbag-Abgasen und Flugkörpern geschützt. Die Messungen nach dem Aufprall werden von im Fahrzeug befindlichen Instrumenten oder durch Fernübertragung aufgezeichnet.

3.2.5. Der Test kann im Freien oder in einem Bereich durchgeführt werden, der vor Wind und möglicher Sonneneinstrahlung geschützt ist, oder in einem Raum, der groß genug oder belüftet ist, um den Anstieg von Wasserstoff auf mehr als zehn Prozent der Soll-Kriterien in den Fahrgast- und Gepäckräumen zu verhindern.

4. Dichtheitsprüfung nach dem Aufprall: Messung bei Speichersystemen für komprimierten Wasserstoff, gefüllt mit komprimiertem Wasserstoff

4.1. Der Wasserstoffgasdruck, $P_0$ (MPa) und die Temperatur $T_0$ (°C) werden unmittelbar vor dem Aufprall und dann in einem Zeitintervall, Δt (min), nach dem Aufprall gemessen.

4.1.1. Das Zeitintervall (Δt) beginnt, wenn das Fahrzeug nach dem Aufprall zum Stillstand kommt, und dauert mindestens 60 Minuten.

4.1.2. Das Zeitintervall (Δt) ist gegebenenfalls zu erhöhen, um die Messgenauigkeit eines Speichersystems mit einem großen Betriebsvolumen von bis zu 70 MPa zu gewährleisten; in diesem Fall wird Δt nach der folgenden Formel berechnet:

$$\Delta t = V_{CHSS} \times NWP / 1\,000 \text{ x } ((-0{,}027 \times NWP + 4) \text{ x } R_s - 0{,}21) - 1{,}7 \times R_s$$

Dabei gilt: $R_s = P_s / NWP$, $P_s$ ist der Druckbereich des Drucksensors (MPa), NWP der Nennarbeitsdruck (MPa), $V_{CHSS}$ das Volumen des Speichersystems für komprimierten Wasserstoff (L) und Δt das Zeitintervall (min).

4.1.3. Wenn der berechnete Wert von Δt weniger als 60 Minuten beträgt, wird Δt auf 60 Minuten gesetzt.

4.2. Die Wasserstoff-Ausgangsmasse im Speichersystem wird wie folgt berechnet:

$$P_o' = P_o \times 288 / (273 + T_0)$$

$$\rho_o' = -0{,}0027 \times (P_0')^2 + 0{,}75 \times P_0' + 0{,}5789$$

$$M_o = \rho_o' \text{ x } V_{CHSS}$$

4.3. Die Wasserstoff-Endmasse im Speichersystem, Mf, am Ende des Zeitintervalls Δt, wird entsprechend wie folgt berechnet:

$$P_f' = P_f \times 288 / (273 + T_f)$$

$$\rho_f' = -0{,}0027 \times (P_f')2 + 0{,}75 \times P_f' + 0{,}5789$$

$$M_f = \rho_f' \times V_{CHSS}$$

Dabei ist $P_f$ der gemessene Enddruck (MPa) am Ende des Zeitintervalls und $T_f$ die gemessene Endtemperatur (°C).

4.4. Der durchschnittliche Wasserstoffdurchsatz innerhalb des Zeitintervalls ist somit:

$$V_{H2} = (M_f\text{-}Mo) / \Delta t \times 22{,}41 / 2{,}016 \times (P_{target} / P_o)$$

Dabei ist $V_{H2}$ der durchschnittliche Volumenstrom (NL/min) innerhalb des Zeitintervalls und der Ausdruck $(P_{target}/P_o)$ wird verwendet, um Differenzen zwischen dem gemessenen Ausgangsdruck $(P_o)$ und dem Soll-Fülldruck $(P_{target})$ zu kompensieren.

5. Dichtheitsprüfung nach dem Aufprall: Messung bei Druckwasserstoff-Speichersystemen gefüllt mit komprimiertem Helium

5.1. Der Heliumgasdruck, $P_0$ (MPa), und die Temperatur $T_0$ (°C) werden unmittelbar vor dem Aufprall und dann in einem vorgegebenen Zeitintervall nach dem Aufprall gemessen.

5.1.1. Das Zeitintervall (Δt) beginnt, wenn das Fahrzeug nach dem Aufprall zum Stillstand kommt, und dauert mindestens 60 Minuten.

5.1.2. Das Zeitintervall (Δt) ist nötigenfalls zu erhöhen, um die Messgenauigkeit eines Speichersystems mit einem großen Betriebsvolumen von bis zu 70 MPa zu gewährleisten; in diesem Fall wird Δt nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$\Delta t = V_{CHSS} \times NWP / 1\,000 \times ((-0{,}028 \times NWP + 5{,}5) \times R_s - 0{,}3) - 2{,}6 \times R_s$$

Dabei gilt: $R_s = P_s / NWP$, $P_s$ ist der Druckbereich des Drucksensors (MPa), NWP der Nennarbeitsdruck (MPa), $V_{CHSS}$ das Volumen des Speichersystems für komprimierten Wasserstoff (L) und Δt das Zeitintervall (min).

5.1.3. Wenn der Wert von Δt weniger als 60 Minuten beträgt, wird Δt auf 60 Minuten gesetzt.

5.2. Die Helium-Ausgangsmasse im Speichersystem wird wie folgt berechnet:

$$P_o' = P_o \times 288 / (273 + T_0)$$

$$\rho_o' = -0{,}0043 \times (P_0')^2 + 1{,}53 \times P_0' + 1{,}49$$

$$M_o = \rho_o' \times V_{CHSS}$$

5.3. Die Helium-Endmasse im Speichersystem am Ende des Zeitintervalls (Δt) wird wie folgt berechnet:

$$P_f' = P_f \times 288 / (273 + T_f)$$

$$\rho_f' = -0{,}0043 \times (P_f')^2 + 1{,}53 \times P_f' + 1{,}49$$

$$M_f = \rho_f' \times V_{CHSS}$$

Dabei ist $P_f$ der gemessene Enddruck (MPa) am Ende des Zeitintervalls und $T_f$ die gemessene Endtemperatur (°C).

5.4. Der durchschnittliche Heliumdurchsatz innerhalb des Zeitintervalls ist somit:

$$V_{He} = (M_f - M_o) / \Delta t \times 22{,}41 / 4{,}003 \times (P_{target} / P_o)$$

Dabei ist $V_{He}$ der durchschnittliche Volumenstrom (NL/min) innerhalb des Zeitintervalls und der Ausdruck $(P_{target}/P_o)$ wird verwendet, um Differenzen zwischen dem gemessenen Ausgangsdruck $(P_o)$ und dem Soll-Fülldruck $(P_{target})$ zu kompensieren.

5.5. Die Umrechnung des durchschnittlichen Helium-Volumenstroms in den durchschnittlichen Wasserstoffstrom wird anhand der folgenden Formel berechnet:

$$V_{H2} = V_{He} / 0{,}75$$

Dabei ist $V_{H2}$ der entsprechende mittlere Wasserstoff-Volumenstrom.

6. Konzentrationsmessung in geschlossenen Räumen nach dem Aufprall

6.1. Die Datenerfassung nach dem Aufprall in geschlossenen Räumen beginnt, sobald das Fahrzeug zum Stillstand kommt. Die Daten der nach Absatz 3.2 dieses Anhangs installierten Sensoren werden mindestens alle fünf Sekunden erfasst und bleiben nach der Prüfung für einen Zeitraum von 60 Minuten erhalten. Ein Verzögerungsfilter erster Ordnung (Zeitkonstante) bis zu einem Maximum von fünf Sekunden kann auf die Messungen angewendet werden, um eine „Glättung“ zu erreichen und die Auswirkungen von fehlerhaften Datenpunkten zu filtern.

*ANHANG 5*

**Prüfverfahren für Fahrzeuge mit Elektroantrieb**

In diesem Anhang werden Prüfverfahren zum Nachweis der Erfüllung der Anforderungen an die elektrische Sicherheit nach Absatz 5.2.2 dieser Regelung beschrieben.

1. Prüfaufbau und -ausrüstung

Wenn eine Funktion zum Abschalten der Hochspannung benutzt wird, so müssen Messungen auf beiden Seiten der Abschaltvorrichtung durchgeführt werden. Ist jedoch die Funktion zum Abschalten der Hochspannung in das REESS oder das Energiewandlungssystem eingebaut und wird das REESS oder das Energiewandlungssystem nach der Aufprallprüfung entsprechend der Schutzart IPXXB geschützt, so dürfen Messungen nur zwischen der Abschaltvorrichtung und der Stromlast durchgeführt werden.

Das bei dieser Prüfung verwendete Voltmeter muss Gleichspannung messen und einen Innenwiderstand von mindestens 10 MΩ haben.

2. Bei der Spannungsmessung kann nach den folgenden Anweisungen verfahren werden.

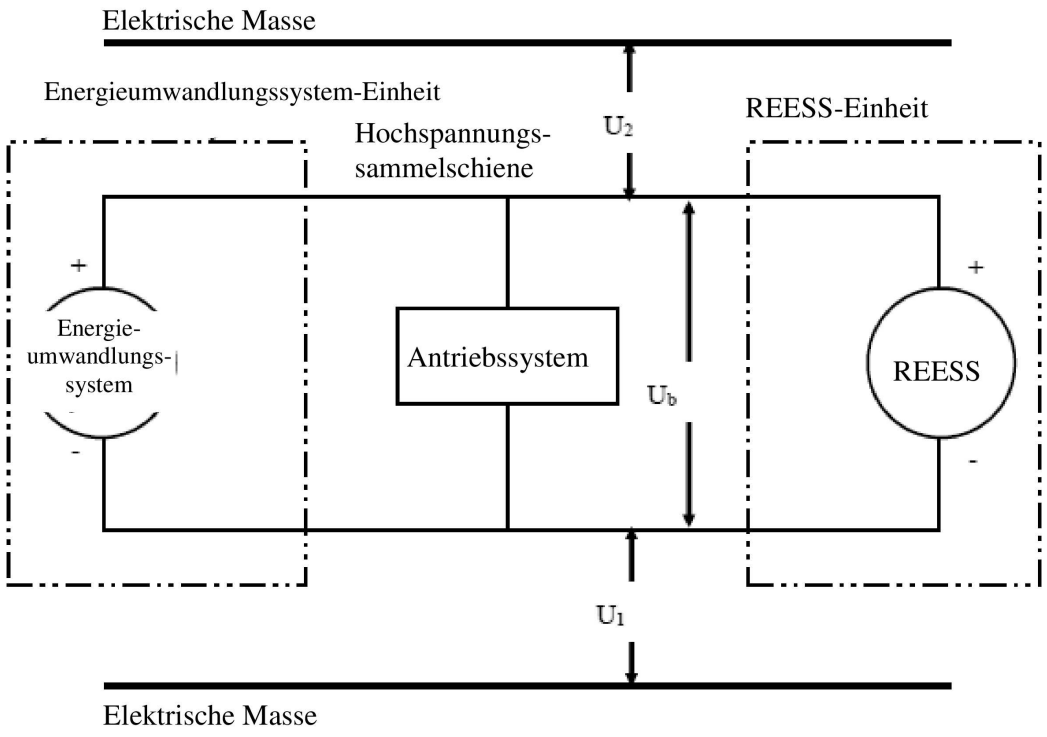
Nach der Aufprallprüfung sind die Spannungen der Hochspannungssammelschiene ($U_b$, $U_1$, $U_2$) zu messen (siehe Abbildung 1 unten).

Die Spannungsmessung erfolgt frühestens 10 Sekunden und spätestens 60 Sekunden nach dem Aufprall.

Dieses Verfahren darf nicht angewandt werden, wenn die Prüfung bei ausgeschaltetem Elektroantrieb durchgeführt wird.

*Abbildung 1*

**Messung von $U_b$, $U_1$, $U_2$**



3. Beurteilungsverfahren für niedrige elektrische Energie

Vor dem Aufprall werden ein Schalter S1 und ein bekannter Entladewiderstand Re parallel zum entsprechenden Kondensator angeschlossen (siehe Abbildung 2 unten).

a) Frühestens 10 Sekunden und spätestens 60 Sekunden nach dem Aufprall wird der Schalter S1 ausgeschaltet, während die Spannung $U_b$ und der Strom Ie gemessen und festgehalten werden. Das Produkt der Spannung $U_b$ und des Stroms $I_e$ wird über den Zeitraum integriert, beginnend mit dem Zeitpunkt des Ausschaltens (tc) des Schalters S1, bis die Spannung $U_b$ unter die Hochspannungsschwelle von 60 V Gleichspannung (th) fällt. Die sich ergebende Integration entspricht der Gesamtenergie (TE) in Joule.

$$TE = \int_{tc}^{th} U_b \, x \, I_e dt$$

b) Wenn die Spannung $U_b$ zu einem Zeitpunkt zwischen 10 Sekunden und 60 Sekunden nach dem Aufprall gemessen wird und die Kapazität der X-Kondensatoren ($C_x$) vom Hersteller spezifiziert wird, wird die Gesamtenergie (TE) nach folgender Formel berechnet:

$$TE = 0{,}5 \times C_x \times U_b^2$$

c) Wenn $U_1$ und $U_2$ (siehe Abbildung 1 oben) zu einem Zeitpunkt zwischen 10 Sekunden und 60 Sekunden nach dem Aufprall gemessen werden und die Kapazitäten der Y-Kondensatoren ($C_{y1}$, $C_{y2}$) vom Hersteller spezifiziert werden, ist die Gesamtenergie ($TE_{y1}$, $TE_{y2}$) nach folgenden Formeln zu berechnen:

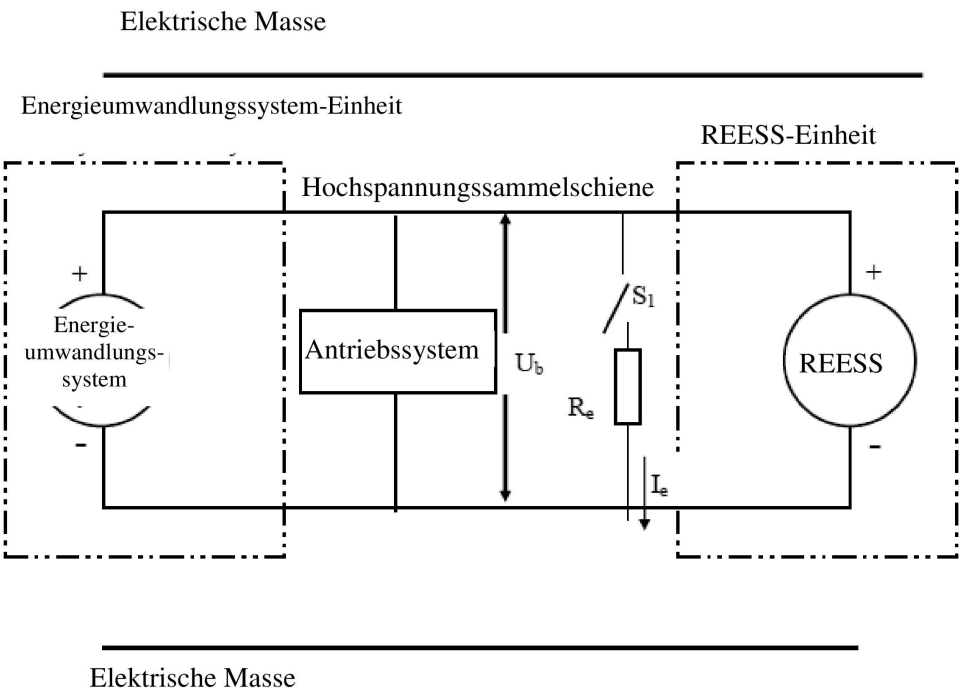
$$TE_{y1} = 0{,}5 \times C_{y1} \times U_1^2$$

$$TE_{y2} = 0{,}5 \times C_{y2} \times U_2^2$$

Dieses Verfahren darf nicht angewandt werden, wenn die Prüfung bei ausgeschaltetem Elektroantrieb durchgeführt wird.

*Abbildung 2*

**Beispiel für die Messung der in X-Kondensatoren gespeicherten Energie der Hochspannungssammelschiene**



4. Physischer Schutz

Im Anschluss an die Fahrzeugaufprallprüfung sind alle die Hochspannungsbauteile umgebenden Teile ohne Werkzeug zu öffnen, auseinanderzubauen oder zu entfernen. Alle verbleibenden umgebenden Teile gelten als Teil des physischen Schutzes.

Der in Abbildung 3 beschriebene Gelenkprüffinger wird zur Beurteilung der elektrischen Sicherheit mit einer Prüfkraft von 10 N ± 10 % in alle Lücken oder Öffnungen des physischen Schutzes gesteckt. Dringt der Gelenkprüffinger teilweise oder vollständig in den physischen Schutz ein, wird der Gelenkprüffinger in alle nachstehend aufgeführten Positionen gebracht.

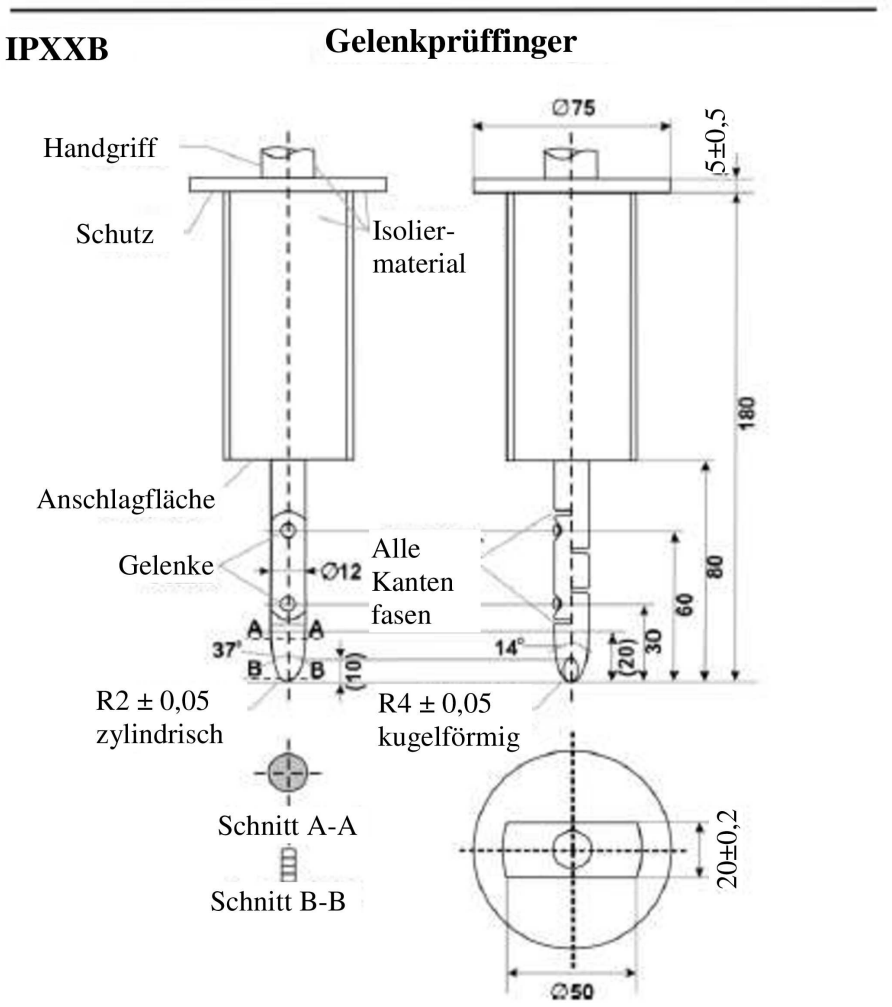
Ausgehend von der gestreckten Anordnung sind die beiden Glieder des Prüffingers nacheinander im Winkel bis zu 90°, bezogen auf den benachbarten Abschnitt des Fingers, zu biegen und in jede mögliche Lage zu bringen.

Interne elektrische Schutzbarrieren gelten als Teil des Gehäuses.

Gegebenenfalls sollte eine Niederspannungsstromquelle (nicht unter 40 V und nicht über 50 V) in Reihe mit einer geeigneten Lampe zwischen dem Gelenkprüffinger und aktiven unter Hochspannung stehenden Teilen an der Isolierbarriere oder im Gehäuse geschaltet werden.

*Abbildung 3*

**Gelenkprüffinger**



Werkstoff: Metall, falls nichts anderes festgelegt ist.

Lineare Abmessungen in mm

Toleranzen für Abmessungen ohne spezielle Toleranzangabe:

a) für Winkel: + 0°0′0″/– 0°0′10″;

b) für lineare Abmessungen:

i) ≤ 25 mm: + 0/– 0,05 mm;

ii) > 25 mm: ± 0,2 mm

Beide Gelenke müssen eine Bewegung in gleicher Ebene und in gleicher Richtung um einen Winkel von 90° mit einer Toleranz von 0 bis + 10° zulassen.

Die Anforderungen von Absatz 5.2.2.1.3 dieser Regelung sind erfüllt, wenn der in der Abbildung 3 beschriebene Gelenkprüffinger nicht in der Lage ist, aktive unter Hochspannung stehende Teile zu berühren.

Gegebenenfalls kann ein Spiegel oder Fiberskop benutzt werden, um zu untersuchen, ob der Gelenkprüffinger die Hochspannungssammelschienen berührt.

Falls diese Anforderung durch einen Signal-Stromkreis zwischen dem Gelenkprüffinger und den aktiven unter Hochspannung stehenden Teilen geprüft wird, darf die Lampe nicht aufleuchten.

4.1. Prüfverfahren zur Messung des elektrischen Widerstands:

a) Prüfmethode mit einem Widerstandsprüfgerät.

Das Widerstandsprüfgerät wird an die Messpunkte angeschlossen (typischerweise die elektrische Masse und das elektrisch leitfähige Gehäuse/die Isolierbarriere) und der Widerstand wird mit einem Widerstandsprüfgerät gemessen, das folgenden Spezifikationen entspricht:

i) Widerstandsprüfgerät: Messstrom mindestens 0,2 A;

ii) Messauflösung: 0,01 Ω oder weniger;

iii) der Widerstand R muss kleiner als 0,1 Ω sein.

b) Prüfmethode mit Gleichstromversorgung, Voltmeter und Amperemeter

Gleichstromversorgung, Voltmeter und Amperemeter werden an die Messpunkte angeschlossen (typischerweise die elektrische Masse und das elektrisch leitfähige Gehäuse/die Isolierbarriere).

Die Spannung der Gleichstromversorgung wird so eingestellt, dass der Stromfluss mindestens 0,2 A beträgt.

Die Stromstärke „I“ und die Spannung „U“ werden gemessen.

Der Widerstand „R“ wird nach der folgenden Formel berechnet:

$$R = U / I$$

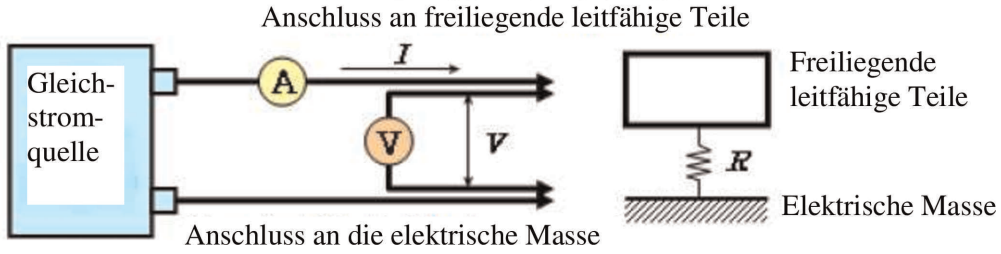
Der Widerstand R muss kleiner als 0,1 Ω sein.

*Anmerkung*: Werden für die Spannungs- und Strommessung Leitungsdrähte verwendet, muss jeder Leitungsdraht unabhängig mit der Isolierbarriere/dem Gehäuse/der elektrischen Masse verbunden sein. Für die Spannungs- und die Strommessung kann ein gemeinsames Endgerät verwendet werden.

Nachfolgend ist ein Beispiel der Prüfmethode mit Gleichstromversorgung, Voltmeter und Amperemeter dargestellt.

*Abbildung 4*

**Beispiel für ein Prüfverfahren mit Gleichstromversorgung**




5. Isolationswiderstand

5.1. Allgemeines

Der Isolationswiderstand jeder Hochspannungssammelschiene des Fahrzeugs wird gemessen oder wird durch Berechnung anhand der Messwerte für jedes Teil oder Bauteil einer Hochspannungssammelschiene ermittelt.

Alle Messungen zur Berechnung der Spannungen und des Innenwiderstands erfolgen mindestens 10 s nach dem Aufprall.

5.2. Messmethode

Zur Messung des Isolationswiderstands ist unter den in den Absätzen 5.2.1 und 5.2.2 dieses Anhangs genannten Messverfahren ein geeignetes Verfahren auszuwählen, das von der elektrischen Ladung der aktiven Teile oder dem Isolationswiderstand abhängt.

Der Bereich des zu messenden Stromkreises wird vorher mithilfe von Schaltplänen festgelegt. Sind die Hochspannungssammelschienen galvanisch voneinander isoliert, ist der Isolationswiderstand für jeden Stromkreis zu messen.

Außerdem können Veränderungen vorgenommen werden, die für die Messung des Isolationswiderstands erforderlich sind, wie das Entfernen von Überzügen, um die aktiven Teile freizulegen, das Ziehen von Messlinien und die Veränderung der Software.

Wenn die Messwerte z. B. wegen des Betriebs des eingebauten Systems zur Überwachung des Isolationswiderstands nicht stabil sind, können für die Durchführung der Messung erforderliche Veränderungen vorgenommen werden, indem das betreffende Gerät abgestellt oder entfernt wird. Wenn das Gerät entfernt wird, ist zudem mit Zeichnungen nachzuweisen, dass der Isolationswiderstand zwischen den aktiven Teilen und der elektrischen Masse unverändert bleibt.

Diese Änderungen dürfen die Ergebnisse der Prüfung nicht beeinflussen.

Größte Vorsicht ist geboten, um Kurzschlüsse und Stromschläge zu vermeiden, da für diesen Nachweis direkte Eingriffe in den Hochspannungsstromkreis erforderlich sein könnten.

5.2.1. Messverfahren unter Verwendung von Gleichstrom aus externen Stromquellen

5.2.1.1. Messgerät

Es ist ein Gerät zur Prüfung des Isolationswiderstands zu verwenden, an das eine Gleichspannung angelegt werden kann, die höher als die Betriebsspannung der Hochspannungssammelschiene ist.

5.2.1.2. Messmethode

Ein Gerät zur Prüfung des Isolationswiderstands wird zwischen die aktiven Teile und die elektrische Masse geschaltet. Dann wird der Isolationswiderstand gemessen, indem eine Gleichspannung angelegt wird, die mindestens der halben Betriebsspannung der Hochspannungssammelschiene entspricht.

Wenn das System für mehrere Spannungsbereiche (z. B. wegen eines Hochsetzstellers) in galvanisch verbundenen Stromkreisen ausgelegt ist und einige Bauteile der Betriebsspannung des gesamten Stromkreises nicht standhalten können, kann der Isolationswiderstand zwischen diesen Bauteilen und der elektrischen Masse getrennt gemessen werden, indem mindestens die Hälfte ihrer eigenen Betriebsspannung angelegt wird, wobei die oben genannten Bauteile vom Stromkreis getrennt sind.

5.2.2. Messverfahren unter Verwendung des fahrzeugeigenen REESS als Gleichstromquelle

5.2.2.1. Zustand des Prüffahrzeugs

Die Hochspannungssammelschiene wird durch das fahrzeugeigene REESS und/oder das Energiewandlungssystem mit Energie versorgt, und die Spannung des REESS und/oder des Energiewandlungssystems muss während der gesamten Prüfung mindestens der vom Fahrzeughersteller angegebenen Nennbetriebsspannung entsprechen.

5.2.2.2. Messmethode

5.2.2.2.1. Erster Schritt

Die Spannung wird entsprechend der Darstellung in Abbildung 1 gemessen, und die Spannung der Hochspannungssammelschiene ($U_b$) wird aufgezeichnet.

5.2.2.2.2. Zweiter Schritt

Die Spannung ($U_1$) zwischen der Minus-Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse wird gemessen und aufgezeichnet (siehe Abbildung 1).

5.2.2.2.3. Dritter Schritt

Die Spannung ($U_2$) zwischen der Plus-Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse wird gemessen und aufgezeichnet (siehe Abbildung 1).

5.2.2.2.4. Vierter Schritt

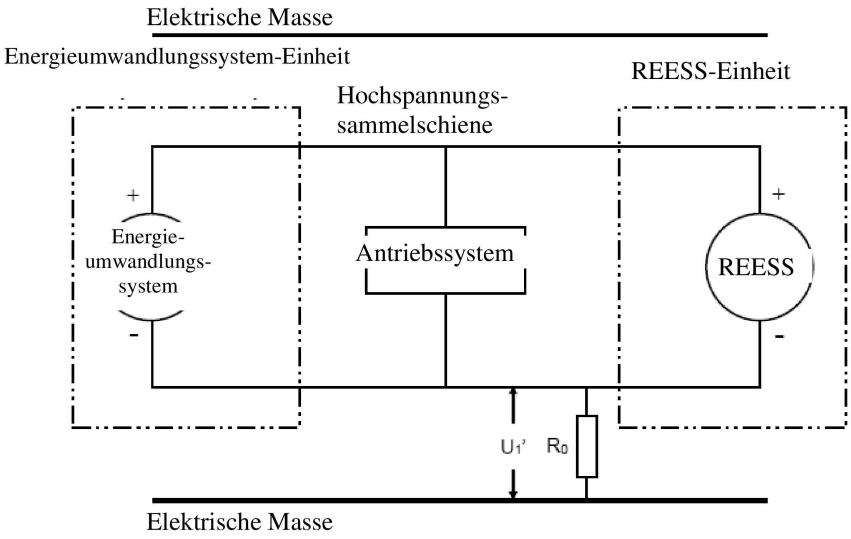
Wenn $U_1$ größer oder gleich $U_2$ ist, wird zwischen die Minusseite der Hochspannungssammelschiene und die elektrische Masse ein bekannter Vergleichswiderstand ($R_0$) geschaltet. Wenn $R_0$ geschaltet ist, wird die Spannung ($U_1$') zwischen der Minus-Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse gemessen (siehe Abbildung 5).

Der Innenwiderstand (Ri) wird nach folgender Formel berechnet:

$$Ri = R_0 * U_b * (1/U_1' - 1/U_1)$$

*Abbildung 5*

**Messung von $U_1$'**



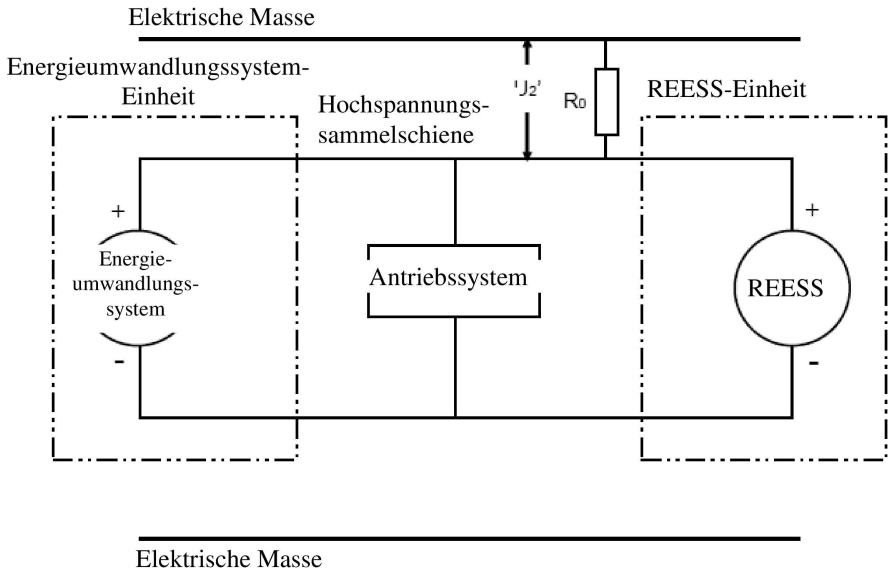

Wenn $U_2$ größer oder gleich $U_1$ ist, wird zwischen die Plusseite der Hochspannungssammelschiene und die elektrische Masse ein bekannter Vergleichswiderstand ($R_0$) geschaltet. Wenn ($R_0$) geschaltet ist, wird die Spannung ($U_2$') zwischen der Plus-Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse gemessen (siehe Abbildung 6).

Der Innenwiderstand (Ri) wird nach folgender Formel berechnet:

$$Ri = R_0 * U_b * (1/U_2' - 1/U_2)$$

*Abbildung 6*

**Messung von $U_2$'**



5.2.2.2.5. Fünfter Schritt

Der Innenwiderstand Ri (in Ω), dividiert durch die Betriebsspannung der Hochspannungssammelschiene (in V), ergibt den Isolationswiderstand (in Ω/V).

*Anmerkung*: Der bekannte Vergleichswiderstand $R_0$ in Ohm (Ω) sollte dem vorgeschriebenen Mindestwert des Isolationswiderstands (Ω/V) multipliziert mit der Betriebsspannung des Fahrzeugs (V) ± 20 % entsprechen. $R_0$ braucht nicht genau diesem Wert zu entsprechen, da die Gleichungen für alle $R_o$-Werte gelten; allerdings sollte ein $R_0$-Wert in diesem Bereich bei den Spannungsmessungen zu einer guten Auflösung führen.

6. Elektrolytaustritt

Der physische Schutz (Gehäuse) kann wenn nötig mit einer geeigneten Beschichtung versehen werden, um nach der Aufprallprüfung den Austritt von Elektrolyt aus dem REESS feststellen zu können.

7. Verbleib des REESS

Durch eine Sichtprüfung ist festzustellen, ob die Vorschriften eingehalten sind.