Amtsblatt
der Europäischen Union

DE
Reihe L

2026/1695

17.8.2026

Nur die von der UNECE verabschiedeten Originalfassungen sind international rechtsverbindlich. Der Status dieser Regelung und das Datum ihres Inkrafttretens ist der neuesten Fassung des UNECE-Statusdokuments TRANS/WP.29/343/ zu entnehmen, das von folgender Website abgerufen werden kann: https://unece.org/status-1958-agreement-and-annexed-regulations

UN-Regelung Nr. 100 – Einheitliche Bedingungen für die Genehmigung der Fahrzeuge hinsichtlich der besonderen Anforderungen an den Elektroantrieb [2026/1695]

Einschließlich des gesamten gültigen Textes bis:

Änderungsserie 05 — Tag des Inkrafttretens: 26. September 2025

Dieses Dokument ist lediglich eine Dokumentationsquelle. Die rechtsverbindlichen Originaltexte sind:

ECE/TRANS/WP.29/2020/109

ECE/TRANS/WP.29/2023/133

ECE/TRANS/WP.29/2021/118

ECE/TRANS/WP.29/2022/64

ECE/TRANS/WP.29/2023/119

ECE/TRANS/WP.29/2024/41

ECE/TRANS/WP.29/2024/122

ECE/TRANS/WP.29/2024/121

ECE/TRANS/WP.29/2025/41

ECE/TRANS/WP.29/2025/42

ECE/TRANS/WP.29/2025/43

INHALTSVERZEICHNIS

Regelung

1. Anwendungsbereich

2. Begriffsbestimmungen

3. Antrag auf Genehmigung

4. Genehmigung

5. Teil I: Anforderungen an ein Fahrzeug hinsichtlich der besonderen Anforderungen an den Elektroantrieb

6. Teil II: Anforderungen an ein wiederaufladbares Speichersystem für elektrische Energie (REESS) hinsichtlich seiner Sicherheit

7. Teil III: Anforderungen an den Einbau eines genehmigten wiederaufladbaren Speichersystems für elektrische Energie (REESS) für den Zweck einer Genehmigung des Fahrzeugs

8. Änderungen und Erweiterung der Typgenehmigung

9. Übereinstimmung der Produktion

10. Maßnahmen bei Abweichung der Produktion

11. Endgültige Einstellung der Produktion

12. Namen und Anschriften der technischen Dienste, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, und der Typgenehmigungsbehörden

13. Übergangsbestimmungen

Anhänge

1 Teil 1 – Mitteilung über die Genehmigung oder die Versagung oder die Erweiterung oder die Rücknahme einer Genehmigung oder die endgültige Einstellung der Produktion für einen Fahrzeugtyp hinsichtlich seiner elektrischen Sicherheit nach der Regelung Nr. 100

1 Teil 2 – Mitteilung über die Genehmigung oder die Versagung oder die Erweiterung oder die Rücknahme einer Genehmigung oder die endgültige Einstellung der Produktion für einen REESS-Typ als Bauteil/selbstständige technische Einheit nach der Regelung Nr. 100

1 Anlage 1

1 Anlage 2

2 Anordnungen des Genehmigungszeichens

3 Schutz gegen direktes Berühren spannungsführender Teile

4 Überprüfung des Potenzialausgleichs

5A Verfahren für die Messung des Isolationswiderstands bei der Prüfung am Fahrzeug

5B Verfahren für die am REESS im Rahmen einer Prüfung am Bauteil durchgeführte Messung des Isolationswiderstands

6 Verfahren zur Kontrolle der Funktionen des eingebauten Systems zur Überwachung des Isolationswiderstands

7A Nachweismethode für Prüfstellen zur dokumentationsbasierten Bestätigung der Einhaltung der Konformität des Isolationswiderstands der elektrischen Konstruktion des Fahrzeugs nach Wassereinwirkung auf Grundlage der Dokumentation

7B Verfahren für Prüfungen am Fahrzeug für den Schutz gegen die Einwirkung von Wasser

8 Bestimmung der Wasserstoffemissionen während der Aufladung des REESS

Anlage 1 – Kalibrierung der Geräte für die Wasserstoffemissionsprüfungen

Anlage 2 — Wesentliche Merkmale der Fahrzeugfamilie

9 REESS-Prüfverfahren

Anlage 1 – Verfahren für die Durchführung eines Standardzyklus

Anlage 2 – Verfahren für die Anpassung des Ladezustands

9A Schwingungsprüfung

9B Wärmeschock- und Zyklusprüfung

9C Erschütterungen

9D Mechanische Unversehrtheit

9E Feuerbeständigkeit

Anlage 1 — Abmessungen und technische Daten der Schamottsteine

9F Externer Kurzschlussschutz

9G Überladungsschutz

9H Schutz gegen übermäßiges Entladen

9I Überhitzungsschutz

9J Überstromschutz

9K Prüfung des thermischen Durchgehens

Anlage 1 – Auslösemethoden für die thermische Instabilität mit lokalisiertem schnellem externen Heizer

Anlage 2 – Auslösemethoden für die thermische Instabilität mit einem internen Heizgerät

Anlage 3 – Auslösemethoden für die thermische Instabilität mit Nagelpenetration

Anlage 4 – Auslösemethoden für die thermische Instabilität mit laserbasiertem Auslöser

10 Vorschriften für ein Kennzeichen für Fahrzeuge der Klassen M_2/N_2 und M_3/N_3 mit Elektroantrieb

1. Anwendungsbereich

1.1. Teil I: Sicherheitsanforderungen an den Elektroantrieb von Straßenfahrzeugen der Klassen M, N und O ([1]) mit einer bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit von mehr als 25 km/h, die mit einem Elektroantrieb ausgerüstet sind, mit Ausnahme von Fahrzeugen, die ständig mit dem Stromnetz verbundenen sind.

Für Fahrzeuge der Klasse O mit Batterien, die von E-Achsen des Fahrzeugs aufgeladen werden, gelten jedoch die Anforderungen in Teil I dieser UN-Regelung, einschließlich der Anforderungen für das REESS (d. h. solche Batterien gelten als REESS, auch wenn sie möglicherweise keinen Antrieb bieten).

Teil I dieser Regelung gilt nicht für:

a) Sicherheitsanforderungen an Straßenfahrzeuge nach einem Aufprall,

b) Hochspannungsbauteile und -systeme, die nicht galvanisch mit der Hochspannungssammelschiene des Elektroantriebs verbunden sind.

c) Hochspannungsstromverbindung zwischen Zugfahrzeug und Anhänger(n).

1.2. Teil II: Sicherheitsanforderungen an das wiederaufladbare Speichersystem für elektrische Energie (REESS) von Straßenfahrzeugen der Klassen M, N und O, die mit einem Elektroantrieb ausgerüstet sind, mit Ausnahme von Fahrzeugen, die ständig mit dem Stromnetz verbunden sind.

Teil II dieser Regelung gilt nicht für Batterien, deren Hauptverwendungszweck es ist, Energie für das Anlassen des Motors und/oder das Einschalten der Beleuchtung und/oder anderer Nebenausrüstung des Fahrzeugs zu liefern.

Für Fahrzeuge der Klasse O mit Batterien, die von E-Achsen des Fahrzeugs aufgeladen werden, gelten jedoch die Anforderungen in Teil II dieser UN-Regelung, einschließlich der Anforderungen für das REESS (d. h. solche Batterien gelten als REESS, auch wenn sie möglicherweise keinen Antrieb bieten).

1.3. Teil III: Anforderungen an den Einbau eines genehmigten wiederaufladbaren Speichersystems für elektrische Energie (REESS) in Straßenfahrzeuge der Kategorien M, N und O, die mit einem Elektroantrieb ausgerüstet sind, mit Ausnahme von Fahrzeugen, die ständig mit dem Stromnetz verbunden sind.

2. Begriffsbestimmungen

Für die Zwecke der vorliegenden Regelung gelten folgende Begriffsbestimmungen:

2.1. „Aktiver Fahrbetriebszustand“ bezeichnet den Fahrzeugmodus, in dem der Elektroantrieb das Fahrzeug bewegt, wenn Druck auf das Gaspedal ausgeübt wird (oder eine gleichwertige Betätigungseinrichtung aktiviert wird) oder die Bremsanlage gelöst wird, oder im Falle eines Fahrzeugs der Klasse O den Fahrzeugmodus, wenn es mit einem Zugfahrzeug im aktiven Fahrbetriebszustand gekoppelt ist.

2.2. „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.

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

([1]) Entsprechend den Definitionen in der Gesamtresolution über Fahrzeugtechnik (R.E.3) (ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.7 Absatz 2)https://unece.org/transport/vehicle-regulations/wp29/resolutions.

2.4. „Prüfkabelbündel“ bezeichnet Verbindungsdrähte, die zu Prüfzwecken mit dem REESS auf der Antriebsseite des automatischen Abschalters verbunden werden.

2.5. „Zelle“ bezeichnet eine einzige in einem Gehäuse untergebrachte elektrochemische Einheit, die einen positiven und einen negativen Pol umfasst, zwischen denen ein Spannungsdifferenzial besteht; diese Einheit wird als wiederaufladbarer elektrischer Energiespeicher verwendet.

2.6 „Leitfähige Verbindung“ bezeichnet die Verbindung zwischen Steckern und externem Netzteil beim Aufladen des wiederaufladbaren Speichersystems für elektrische Energie (REESS).

2.7. „Stecker“ bezeichnet die Vorrichtung, die das mechanische Verbinden mit und Trennen von elektrischen Hochspannungsleitern mit bzw. von einem entsprechenden Gegenstück ermöglicht, einschließlich seines Gehäuses.

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

2.9. „C-Rate von n C“ bezeichnet den Konstantstrom des Prüfmusters, der für die Ladung oder Entladung des Prüfmusters zwischen 0 % bis 100 % des Ladezustands 1/n Stunden benötigt.

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

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

2.12. „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 REESS einschließen kann.

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

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

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

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

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

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

2.19. „Explosion“ bezeichnet die plötzliche Freisetzung von Energie, die ausreicht, um Druckwellen und/oder Projektile (herumfliegende Teile) zu erzeugen, die in der Umgebung des Prüfmusters strukturelle oder körperliche Schäden verursachen können.

2.20. „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.

2.21. „Externe Stromversorgung“ bezeichnet eine Wechsel- oder Gleichstromversorgung außerhalb des Fahrzeugs.

2.22. „Feuer“ bezeichnet das Austreten von Flammen aus einem Prüfmuster. Funken und Lichtbogen gelten nicht als Flammen.

2.23. „Entflammbarer Elektrolyt“ bezeichnet einen Elektrolyt, der Substanzen enthält, die als „brennbare Flüssigkeit“ der Klasse 3 nach den „UN-Empfehlungen für den Transport gefährlicher Güter – Modellvorschriften (17. Auflage von Juni 2011), Band I, Kapitel 2.3“ ([2]) eingeordnet sind.

2.24. „Hochspannung“ bezeichnet die Spannung, für die ein elektrisches Bauteil oder ein Stromkreis ausgelegt ist, dessen Effektivwert der Betriebsspannung > 60 V und ≤ 1500 V (Gleichstrom) oder > 30 V und ≤ 1000 V (Wechselstrom) ist.

2.25. „Hochspannungssammelschiene“ bezeichnet den Stromkreis, der das Anschlusssystem für das Aufladen des REESS, das mit Hochspannung betrieben wird, einschließt. Bei Stromkreisen, die galvanisch miteinander verbunden sind und die Spannungsbedingung nach Absatz 2.42 erfüllen, werden nur die Bauteile oder Teile des Stromkreises als Hochspannungssammelschiene eingestuft, die mit Hochspannung betrieben werden.

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

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

2.28. „Gepäckraum“ bezeichnet den Raum im Fahrzeug, der das Gepäck aufnimmt und durch das Dach, die Haube, den Boden und die Seitenwände sowie die Isolierbarriere und das Gehäuse, die den Antrieb gegen direktes Berühren von aktiven Teilen unter Hochspannung schützen, begrenzt und vom Fahrgastraum durch die Stirnwand oder die hintere Querwand getrennt ist.

2.29. „Hersteller“ bezeichnet die Person oder Organisation, die gegenüber der Genehmigungsbehörde für alle Angelegenheiten im Zusammenhang mit dem Genehmigungsverfahren und für die Einhaltung der Vorschriften über die Übereinstimmung der Produktion verantwortlich ist. Die Person oder Organisation braucht nicht bei allen Phasen der Fertigung des Fahrzeugs oder Bauteils, das Gegenstand des Genehmigungsverfahrens ist, direkt mitzuwirken.

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

2.31. „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 Stand 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, Feuer 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.

2.32. „Bordeigenes System zur Überwachung des Isolationswiderstands“ bezeichnet das Gerät, das den Isolationswiderstand zwischen den Hochspannungssammelschienen und der elektrischen Masse überwacht.

2.33. „Offene Antriebsbatterie“ bezeichnet eine flüssigkeitsgefüllte Batterie, die mit Wasser aufgefüllt werden muss und Wasserstoffgas erzeugt, das in die Luft abgelassen wird.

2.34. „Fahrgastraum“ bezeichnet den Raum zur Aufnahme 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 den Antrieb gegen direktes Berühren von aktiven Teilen unter Hochspannung schützen, begrenzt wird.

([2]) www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev17/17files_e.html.

2.35. „Schutzart IPXXB“ bezeichnet den Schutz, den eine Isolierbarriere oder ein Gehäuse vor der Berührung von aktiven Teilen unter Hochspannung bietet und der mit einem Gelenkprüffinger (IPXXB) gemäß der Beschreibung in Anhang 3 überprüft wird.

2.36. „Schutzart IPXXD“ bezeichnet den Schutz, den eine Isolierbarriere oder ein Gehäuse vor der Berührung von aktiven Teilen unter Hochspannung bietet und der mit einem Prüfdraht (IPXXD) gemäß der Beschreibung in Anhang 3 überprüft wird.

2.37. „Wiederaufladbares Speichersystem für elektrische Energie“ (Rechargeable Electrical Energy Storage System – REESS) bezeichnet das wiederaufladbare Energiespeichersystem, das für den elektrischen Antrieb elektrische Energie liefert.

Batterien, deren Hauptverwendungszweck darin besteht, Energie für das Anlassen des Motors und/oder die Beleuchtung und/oder andere Nebenausrüstung des Fahrzeugs zu liefern, gelten nicht als REESS.

Das REESS kann die notwendigen Systeme für physische Unterstützung, Wärmesteuerung, elektronische Steuerung und das Gehäuse umfassen.

2.38. „REESS-Subsystem“ bezeichnet jede Gruppe von Bauteilen des REESS, die Energie speichert. Ein REESS-Subsystem kann das gesamte Steuerungssystem des REESS umfassen (oder auch nicht).

2.39. „Riss“ bezeichnet eine Öffnung im Gehäuse einer funktionalen Zellgruppe, die durch ein Ereignis entstanden oder vergrößert worden und groß genug ist, um einen Prüffinger von 12 mm Durchmesser (IPXXB) passieren und die aktiven Teile berühren zu lassen (siehe Anhang 3).

2.40. „Wartungsschalter“ bezeichnet die Einrichtung zum Abschalten des Stromkreises bei Prüfungen und Wartungsarbeiten am REESS, dem Brennstoffzellenpaket usw.

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

2.42. „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 1: 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.

Anmerkung 2: Für pulsierende Gleichstromspannungen (Wechselspannungen ohne Polaritätsänderung – Mischspannungen) ist der Gleichstromschwellenwert anzuwenden.

2.43. „Ladezustand“ bezeichnet die verfügbare elektrische Ladung eines Prüfmusters in Prozent ihrer Nennkapazität.

2.44. „Prüfmuster“ bezeichnet entweder das vollständige REESS oder das REESS-Subsystem, das den in dieser Regelung vorgeschriebenen Prüfungen unterzogen wird.

2.45. „Thermisches Ereignis“ bezeichnet die Bedingung, wenn die Temperatur innerhalb des REESS deutlich höher ist (wie vom Hersteller definiert) als die maximale Betriebstemperatur.

2.46. „Thermische Instabilität“ bezeichnet einen unkontrollierten Anstieg der Zelltemperatur, der durch exotherme Reaktionen innerhalb der Zelle verursacht wird.

2.47. „Thermisches Durchgehen“ bezeichnet das sequenzielle Auftreten von thermischer Instabilität innerhalb eines REESS, ausgelöst durch die thermische Instabilität einer Zelle in diesem REESS.

2.48. „REESS-Typ“ bezeichnet Systeme, die sich in folgenden wichtigen Merkmalen nicht wesentlich voneinander unterscheiden:

a) Fabrik- oder Handelsmarke des Herstellers

b) die chemischen Eigenschaften, Kapazität und physischen Abmessungen seiner Zellen

c) die Zahl der Zellen, die Art der Verbindung der Zellen miteinander und die physische Unterstützung der Zellen

d) der Aufbau, die Werkstoffe und die physischen Abmessungen des Gehäuses und

e) die notwendigen Nebeneinrichtungen für die physische Unterstützung, die Wärmeregelung und die elektronische Steuerung.

2.49. „Fahrzeugstecker“ bezeichnet die Einrichtung, die in den Eingangsanschluss des Fahrzeugs eingesteckt wird, um das Fahrzeug mit elektrischer Energie von einer externen Stromversorgung zu versorgen.

2.50. „Eingangsanschluss des Fahrzeugs“ bezeichnet die Einrichtung am extern aufladbaren Fahrzeug, in die der Fahrzeugstecker zum Zweck der Übertragung elektrischer Energie von einer externen Stromversorgung eingesteckt wird.

2.51. „Fahrzeugtyp“ bezeichnet Fahrzeuge, die sich in folgenden wesentlichen Merkmalen nicht voneinander unterscheiden:

a) Einbau des Elektroantriebs und der galvanisch verbundenen Hochspannungssammelschiene

b) Art und Typ des Elektroantriebs und der galvanisch verbundenen Hochspannungsbauteile.

2.52. „Entlüftung“ bezeichnet das Ablassen von übermäßigem Innendruck aus der Zelle oder dem REESS-Subsystem oder REESS in einer durch die Konstruktion vorgesehenen Weise, um einen Riss oder eine Explosion zu verhindern.

2.53. „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.

2.54. „Laderaum des Anhängers“ bezeichnet den durch den Aufbau beschriebenen Raum des Anhängers. Der Laderaum des Anhängers ist durch den Boden der Ladefläche und die Innenfläche des Aufbaus sowie gegebenenfalls im Inneren der Lagereinrichtung (z. B. Palettenbox usw.) eingeschlossen.

2.55. „E-Achse“ bezeichnet eine an einem Fahrzeug der Klasse O montierte Achse, die elektrische Energie erzeugt und/oder elektrischen Antrieb bietet.

Batterien, die von E-Achsen des Fahrzeugs aufgeladen werden, können die erforderlichen Systeme für den physischen Träger, das Wärmemanagement, die elektronische Steuerung und das Gehäuse umfassen.

2.56. „Gemeinsames Feld“ bezeichnet einen Bereich, in dem zwei oder mehr Zustandsinformationen (z. B. Symbole) – allerdings nicht gleichzeitig – angezeigt werden können.

2.57. „Alkalimetallanoden“ bezeichnet negative Elektroden der Batteriezellen, die auf Lithium, Natrium oder Kalium basieren, z. B. Alkalimetallfolien (eigenständig oder auf einem Stromabnehmer aufgebracht) und Alkalimetalle, die in die Trägerstrukturen eingekapselt sind.

3. Antrag auf Genehmigung

3.1. Teil I: Genehmigung eines Fahrzeugtyps hinsichtlich der besonderen Anforderungen an den Elektroantrieb

3.1.1. Der Antrag auf Erteilung einer Genehmigung für einen Fahrzeugtyp hinsichtlich der besonderen Anforderungen an den Elektroantrieb ist von dem Fahrzeughersteller oder seinem ordentlich bevollmächtigten Vertreter einzureichen.

3.1.2. Dem Antrag sind die nachstehend genannten Unterlagen in dreifacher Ausfertigung und die folgenden Angaben beizufügen:

3.1.2.1. Eine ausführliche Beschreibung des Fahrzeugtyps hinsichtlich des Elektroantriebs und der galvanisch damit verbundenen Hochspannungssammelschiene.

3.1.2.2. Bei Fahrzeugen mit REESS weitere Nachweise dafür, dass das REESS den Anforderungen gemäß Absatz 6 dieser Regelung entspricht.

3.1.3. Ein Fahrzeug, das für den zu genehmigenden Fahrzeugtyp repräsentativ ist, wird dem für die Durchführung der Genehmigungsprüfungen zuständigen technischen Dienst übergeben; gegebenenfalls werden nach Wahl des Herstellers mit Zustimmung des technischen Dienstes entweder weitere Fahrzeuge oder diejenigen Teile der Fahrzeuge, die der technische Dienst für die in Absatz 6 dieser Regelung genannten Prüfungen für wesentlich hält, übergeben.

3.2. Teil II: Genehmigung eines wiederaufladbaren Speichersystems für elektrische Energie (REESS)

3.2.1. Der Antrag auf Erteilung einer Genehmigung für einen REESS-Typ hinsichtlich der Sicherheitsanforderungen an das REESS ist von dem Hersteller des REESS oder seinem ordentlich bevollmächtigten Vertreter einzureichen.

3.2.2. Dem Antrag sind folgende Unterlagen in dreifacher Ausfertigung und folgende Angaben beizufügen:

3.2.2.1. Eine ausführliche Beschreibung des REESS-Typs hinsichtlich der Sicherheit des REESS.

3.2.3. Dem technischen Dienst ist sind Bauteile, die repräsentativ für den genehmigenden REESS-Typ sind, zur Verfügung zu stellen; außerdem sind ihm nach Wahl des Herstellers und mit Zustimmung des technischen Dienstes jene Fahrzeugteile vorzulegen, die er für die Genehmigungsprüfungen für wesentlich erachtet.

3.3. Vor Erteilung der Typgenehmigung muss die Typgenehmigungsbehörde prüfen, ob ausreichende Maßnahmen getroffen worden sind, die eine wirksame Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion gewährleisten.

3.4. Falls an den Beschreibungen nachweislich geistige Eigentumsrechte bestehen oder mit ihnen nachweislich spezifisches Know-how des Herstellers oder seiner Zulieferer preisgegeben wird, übermitteln der Hersteller oder seine Zulieferer Informationen, die für die korrekte Durchführung der in dieser Regelung genannten Überprüfungen ausreichend sind. Diese Informationen sind vertraulich zu behandeln.

3.5. Die Dokumentation muss zwei Teile umfassen:

a) Die förmliche Dokumentation für die Genehmigung, einschließlich der in Anhang 1, Anlage 1 oder Anlage 2 genannten Unterlagen, die der Genehmigungsbehörde oder dem technischen Dienst zum Zeitpunkt der Einreichung des Antrags auf Typgenehmigung vorzulegen ist. Diese Dokumentation dient der Genehmigungsbehörde oder ihrem technischen Dienst als Grundlage für das Genehmigungsverfahren. Die Genehmigungsbehörde oder ihr technischer Dienst stellen sicher, dass diese Dokumentation mindestens 10 Jahre nach der endgültigen Einstellung der Produktion des Fahrzeugtyps bzw. REESS-Typs verfügbar bleibt.

b) Zusätzliches Material, das für die Vorschriften dieser Regelung von Bedeutung ist, kann vom Hersteller aufbewahrt werden und steht zum Zeitpunkt der Typgenehmigung zur Prüfung zur Verfügung. Der Hersteller stellt sicher, dass zusätzliches Material, das zum Zeitpunkt der Typgenehmigung zur Prüfung zur Verfügung steht, für einen Zeitraum von mindestens 10 Jahren ab der endgültigen Einstellung der Produktion des Fahrzeugtyps und /oder REESS-Typs verfügbar ist.

4. Genehmigung

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

4.2. Über die Erteilung, Versagung, Erweiterung oder Rücknahme einer Genehmigung für einen Fahrzeugtyp nach dieser Regelung oder die endgültige Einstellung der Produktion sind die Vertragsparteien des Übereinkommens, die diese Regelung anwenden, mit einem Mitteilungsblatt zu unterrichten, das dem jeweiligen Muster in Anhang 1 Teil 1 (zur Genehmigung eines Fahrzeugtyps gemäß Teil I oder Teil III dieser Regelung) bzw. Teil 2 (zur Genehmigung des REESS-Typs gemäß Teil II dieser Regelung) dieser Regelung entspricht.

4.3. An jedem Fahrzeug oder REESS, das einem nach dieser Regelung genehmigten Typ entspricht, ist sichtbar und an gut zugänglicher Stelle, die im Genehmigungsblatt angegeben ist, ein internationales Genehmigungszeichen anzubringen, bestehend aus:

4.3.1. einem Kreis, in dem sich der Buchstabe „E“ und die Kennzahl des Landes befinden, das die Genehmigung erteilt hat, ([3])

4.3.2. der Nummer dieser Regelung mit dem nachgestellten Buchstaben „R“, einem Bindestrich und der Genehmigungsnummer rechts neben dem Kreis gemäß Absatz 4.3.1.

4.3.3. Im Falle der Genehmigung eines REESS sind nach dem „R“ die Buchstaben „ES“ einzufügen.

4.4. Entspricht das Fahrzeug oder das REESS einem Typ, der auch nach einer oder mehreren anderen Regelungen zum Übereinkommen in dem Land genehmigt wurde, das die Genehmigung nach dieser Regelung erteilt hat, so braucht das Zeichen nach Absatz 4.3.1 nicht wiederholt zu werden; in diesem Fall sind die Regelungs- und Genehmigungsnummern und die zusätzlichen Zeichen aller Regelungen, aufgrund derer die Genehmigung in dem Land erteilt wurde, das die Genehmigung nach der Regelung erteilt hat, untereinander rechts neben dem Zeichen nach Absatz 4.3.1 anzuordnen.

4.5. Das Genehmigungszeichen muss deutlich lesbar und dauerhaft sein.

4.5.1. Bei einem Fahrzeug ist das Genehmigungszeichen in der Nähe des vom Hersteller angebrachten Typenschilds des Fahrzeugs oder auf diesem selbst anzubringen.

4.5.2. Bei einem REESS muss das Genehmigungszeichen vom Hersteller auf dem Hauptteil des REESS angebracht werden.

4.6. Anhang 2 dieser Regelung zeigt Beispiele von Anordnungen des Genehmigungszeichens.

5. Teil I: Anforderungen an ein Fahrzeug hinsichtlich der besonderen Anforderungen an den Elektroantrieb

5.1. Schutz gegen Stromschläge

Diese Anforderungen an die elektrische Sicherheit gelten für Hochspannungssammelschienen von Elektroantrieben und elektronischen Bauteilen, die galvanisch mit der Hochspannungssammelschiene des Elektroantriebs verbunden sind, wenn sie nicht mit externen Hochspannungsversorgungsgeräten verbunden sind.

([3]) 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.7/Amend.3.

5.1.1. Schutz gegen direktes Berühren

Aktive Teile müssen hinsichtlich des Schutzes gegen direktes Berühren den Absätzen 5.1.1.1 und 5.1.1.2 entsprechen. Isolierbarrieren, Gehäuse, Festisolierungen und Stecker dürfen nicht ohne den Einsatz von Werkzeugen oder, bei Fahrzeugen der Klassen N_2, N_3, M_2, M_3, O_3 und O_4, einer vom Bediener gesteuerten Aktivierungs-/Deaktivierungsvorrichtung oder einer gleichwertigen Vorrichtung geöffnet, getrennt, auseinandergebaut oder entfernt werden können.

Jedoch dürfen Stecker (einschließlich des Eingangsanschlusses des Fahrzeugs) ohne Werkzeug getrennt werden können, wenn sie eine oder mehrere der folgenden Anforderungen erfüllen:

a) Sie genügen den Absätzen 5.1.1.1 und 5.1.1.2, wenn sie getrennt sind.

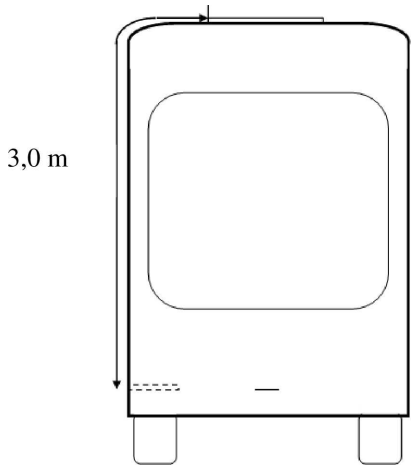
b) Sie sind mit einem Verriegelungsmechanismus versehen (es sind mindestens zwei unterschiedliche Handgriffe erforderlich, um den Stecker von seinem Gegenstück zu trennen). Darüber hinaus dürfen andere Bauteile, die nicht Teil des Steckers sind, nur mithilfe von Werkzeugen oder, bei Fahrzeugen der Klassen N_2, N_3, M_2, M_3, O_3 und O_4, einer vom Bediener gesteuerten Aktivierungs-/Deaktivierungsvorrichtung oder einer gleichwertigen Vorrichtung abnehmbar sein, falls der Stecker getrennt werden soll.

c) Oder die Spannung der aktiven Teile nimmt innerhalb von 1 s nach dem Trennen des Steckers einen Wert von ≤ 60 V (Gleichstrom) oder ≤ 30 V (Wechselstrom, Effektivwert) an.

Bei Fahrzeugen der Klassen N_2, N_3, M_2, M_3, O_3 und O_4 sind Einrichtungen zur leitfähigen Verbindung, die nur während des Aufladens des REESS unter Spannung stehen, von dieser Anforderung ausgenommen, wenn sie sich auf dem Dach des Fahrzeugs außerhalb der Reichweite einer außerhalb des Fahrzeugs stehenden Person befinden, und, bei Fahrzeugen der Klassen M_2 und M_3, wenn die Abwickellänge vom Einstieg des Fahrzeugs zu den auf dem Dach montierten Ladevorrichtungen 3 m beträgt. Bei mehreren Stufen aufgrund eines erhöhten Bodens im Fahrzeug wird die Abwickellänge ab der untersten Stufe des Einstiegs gemessen (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1

Schematische Darstellung zur Messung der Abwickellänge



5.1.1.1. Aktive Teile unter Hochspannung im Fahrgast- oder Gepäckraum oder Laderaum des Anhängers müssen gemäß Schutzart IPXXD geschützt sein.

5.1.1.2. Aktive Teile unter Hochspannung in anderen Bereichen als dem Fahrgast- oder Gepäckraum oder Laderaum des Anhängers müssen gemäß Schutzart IPXXB geschützt sein.

5.1.1.3. Wartungsschalter

Bei einem Hochspannungswartungsschalter, der ohne Werkzeug geöffnet, auseinandergebaut oder entfernt werden kann, oder bei Fahrzeugen der Klassen N_2, N_3, M_2, M_3O_3 und O_4, ohne eine vom Bediener gesteuerte Aktivierungs-/Deaktivierungsvorrichtung oder gleichwertige Einrichtung, muss Schutzgrad IPXXB erfüllt sein, wenn der Hochspannungswartungsschalter geöffnet, auseinandergebaut oder entfernt wird.

5.1.1.4. Kennzeichnung

5.1.1.4.1. Kann ein REESS Hochspannung aufweisen, so ist das in Abbildung 2 dargestellte Symbol auf oder neben dem REESS anzubringen. Der Hintergrund des Symbols muss gelb und der Rand und der Pfeil müssen schwarz sein.

Diese Anforderung gilt auch für ein REESS, das Teil eines galvanisch verbundenen Stromkreises ist, in dem die besondere Spannungsbedingung nicht erfüllt ist, unabhängig von der maximalen Spannung des REESS.

Abbildung 2

Kennzeichnung eines Hochspannungsgeräts



5.1.1.4.2. Das Symbol muss auch an Gehäusen und Isolierbarrieren angebracht sein, wenn nach ihrem Entfernen aktive Teile von Hochspannungs-Stromkreisen zugänglich sind. Bei Steckern für Hochspannungssammelschienen ist diese Vorschrift fakultativ. Diese Vorschrift gilt in folgenden Fällen nicht:

a) Wenn Isolierbarrieren oder Gehäuse nur dann zugänglich sind oder geöffnet oder entfernt werden können; wenn andere Fahrzeugteile mit Werkzeug entfernt werden.

b) Wenn Isolierbarrieren oder Gehäuse sich unter dem Fahrzeugboden befinden.

c) Bei Isolierbarrieren oder Gehäusen von Vorrichtungen zur leitfähigen Verbindung für Fahrzeuge der Klassen N_2, N_3, M_2, M_3, O_3 und O_4, die die Bedingungen nach Absatz 5.1.1 erfüllen.

5.1.1.4.3. Kabel für Hochspannungssammelschienen, die nicht in Gehäusen verlegt sind, müssen eine orangefarbene Außenhülle haben.

5.1.2. Schutz gegen indirektes Berühren

5.1.2.1. Zum Schutz gegen Stromschläge, die beim indirekten Berühren auftreten könnten, müssen die freiliegenden leitfähigen Teile, wie zum Beispiel die leitfähige Isolierbarriere und das leitfähige Gehäuse, mit der elektrischen Masse durch Strom- oder Massekabel galvanisch sicher verbunden oder aber beispielsweise durch Schweißen oder Schrauben so gesichert sein, dass kein gefährliches Potenzial entsteht.

5.1.2.2. Der Widerstand zwischen allen freiliegenden leitfähigen Teilen und der elektrischen Masse muss bei einer Stromstärke von mindestens 0,2 A weniger als 0,1 Ω betragen.

Der Widerstand zwischen zwei gleichzeitig erreichbaren freiliegenden leitfähigen Teilen der Isolierbarrieren, die weniger als 2,5 m voneinander entfernt sind, darf 0,2 Ω nicht überschreiten. Dieser Widerstand kann unter Verwendung der getrennt gemessenen Widerstände der betreffenden Teile des elektrischen Pfads berechnet werden.

Diese Vorschrift 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 eine Messung nach einem der in Anhang 4 beschriebenen Verfahren vorzunehmen.

5.1.2.3. Bei Fahrzeugen, die über die leitfähige Verbindung zwischen dem Eingangsanschluss des Fahrzeugs und dem Fahrzeugstecker mit der geerdeten externen Stromversorgung verbunden werden sollen, muss eine Einrichtung bereitgestellt werden, mit der die galvanische Verbindung der elektrischen Masse mit der Erde für die externe Stromversorgung hergestellt werden kann.

Mit dieser Einrichtung sollte, bevor eine externe Spannung an das Fahrzeug angelegt wird, die Verbindung mit dem Erdboden hergestellt und so lange aufrechterhalten werden können, bis die externe Spannung unterbrochen wird.

Die Einhaltung dieser Vorschrift kann entweder durch Verwendung des vom Fahrzeughersteller angegebenen Steckers, durch Sichtprüfung oder durch Zeichnungen nachgewiesen werden.

Diese Anforderungen gelten nur für Fahrzeuge, die an einer ortsfesten Ladesäule mit einem Ladekabel endlicher Länge über eine Fahrzeugsteckverbindung geladen werden, die einen Fahrzeugstecker und einen Eingangsanschluss des Fahrzeugs umfasst.

5.1.3. Isolationswiderstand

Dieser Absatz gilt nicht für Stromkreise, die galvanisch miteinander verbunden sind, wenn der Gleichstromteil dieser Stromkreise mit der elektrischen Masse verbunden ist und die besondere Spannungsbedingung erfüllt ist.

5.1.3.1. Elektroantrieb, der aus getrennten Gleichstrom- oder Wechselstrom-Sammelschienen besteht

Wenn Wechselstrom- und Gleichstrom-Hochspannungssammelschienen galvanisch voneinander getrennt sind, muss der Isolationswiderstand zwischen der Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse, bezogen auf die jeweilige Betriebsspannung, bei Gleichstrom-Sammelschienen mindestens 100 Ω/V und bei Wechselstrom-Sammelschienen mindestens 500 Ω/V betragen.

Die Messung ist nach den Vorschriften des Anhangs 5A „Verfahren für die Messung des Isolationswiderstands bei der Prüfung am Fahrzeug“ durchzuführen.

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

Wenn Wechselstrom- und Gleichstrom-Hochspannungssammelschienen galvanisch verbunden sind, muss der Isolationswiderstand zwischen der Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse, bezogen auf die Betriebsspannung, mindestens 500 Ω/V betragen.

Wenn jedoch alle Wechselstrom-Hochspannungssammelschienen auf eine der beiden nachstehenden Arten geschützt sind, muss der Isolationswiderstand zwischen der Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse, bezogen auf die Betriebsspannung, mindestens 100 Ω/V betragen:

a) Mindestens zwei Schichten von Festisolierungen, Isolierbarrieren oder Gehäuse, die z. B. hinsichtlich der Kabelbündel jeweils den Vorschriften des Absatzes 5.1.1 entsprechen.

b) Mechanisch robuste Schutzvorrichtungen, die während der Nutzungsdauer des Fahrzeugs ausreichend haltbar sind, z. B. Motorgehäuse, Gehäuse für elektronische Umformer oder Stecker.

Der Isolationswiderstand zwischen der Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse kann durch Berechnung, Messung oder eine Kombination beider Verfahren nachgewiesen werden.

Die Messung ist nach den Vorschriften des Anhangs 5A „Verfahren für die Messung des Isolationswiderstands bei der Prüfung am Fahrzeug“ durchzuführen.

5.1.3.3. Brennstoffzellenfahrzeuge

In Brennstoffzellenfahrzeugen müssen die Gleichstrom-Hochspannungssammelschienen über ein bordeigenes System zur Überwachung des Isolationswiderstands verfügen, das den Fahrer warnt, wenn der Isolationswiderstand unter den vorgeschriebenen Mindestwert von 100 Ω/V fällt. Die Funktion des bordeigenen Systems zur Überwachung des Isolationswiderstands ist nach dem in Anhang 6 beschriebenen Verfahren zu bestätigen.

Der Isolationswiderstand zwischen der Hochspannungssammelschiene des Anschlusssystems für das Aufladen des REES, das nur während der Aufladung des REESS unter Spannung steht, und der elektrischen Masse muss nicht überwacht werden.

5.1.3.4. Anforderung für den Isolationswiderstand des Anschlusssystems für das Aufladen des REESS

Für die leitfähigen Anschlussvorrichtungen des Fahrzeugs, die dazu vorgesehen ist, leitend mit dem geerdeten externen Wechselstromnetzteil verbunden zu werden, und für den Stromkreis, der während des Aufladens des REESS galvanisch mit der leitfähigen Anschlussvorrichtung des Fahrzeugs verbunden ist, muss der Isolationswiderstand zwischen der Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse den Anforderungen von Absatz 5.1.3.1 entsprechen, wenn die leitfähige Verbindung getrennt ist und der Isolationswiderstand an den aktiven Teilen unter Hochspannung (Kontakten) der leitfähigen Anschlussvorrichtung des Fahrzeugs gemessen wird. Während der Messung kann das REESS abgetrennt sein.

5.1.4. Schutz gegen die Einwirkung von Wasser.

Die Fahrzeuge müssen nach der Einwirkung von Wasser (z. B. Fahrzeugwäsche, Fahren durch stehendes Wasser) ihren Isolationswiderstand beibehalten. Dieser Absatz gilt nicht für Stromkreise, die galvanisch miteinander verbunden sind, wenn der Gleichstromteil dieser Stromkreise mit der elektrischen Masse verbunden ist und die besondere Spannungsbedingung erfüllt ist.

5.1.4.1. Der Fahrzeughersteller kann wählen, ob den Vorschriften nach Absatz 5.1.4.2, den Vorschriften nach Absatz 5.1.4.3 oder den Vorschriften nach Absatz 5.1.4.4 entsprochen werden soll.

5.1.4.2. Die Fahrzeughersteller müssen der Typgenehmigungsbehörde bzw. den technischen Diensten Nachweise und/oder Unterlagen darüber vorlegen, wie die elektrische Konstruktion oder die außerhalb des Fahrgastraums befindlichen oder extern angebrachten Bauteile des Fahrzeugs nach der Einwirkung von Wasser sicher bleiben und den in Anhang 7A beschriebenen Anforderungen entsprechen. Sind die vorgelegten Nachweise und/oder Unterlagen nicht zufriedenstellend, müssen die zuständigen Typgenehmigungsbehörden bzw. technischen Dienste den Hersteller auffordern, eine physikalische Bauteilprüfung auf Grundlage der Vorschriften gemäß Anhang 7A durchzuführen.

5.1.4.3. Wenn die Prüfverfahren nach Anhang 7B unmittelbar nach jeder Einwirkung und bei noch nassem Fahrzeug durchgeführt werden, muss das Fahrzeug anschließend die Isolationswiderstandsprüfung nach Anhang 5A bestehen, und die Anforderungen an den Isolationswiderstand nach Absatz 5.1.3 müssen erfüllt sein. Außerdem ist nach einer Pause von 24 Stunden erneut eine Prüfung des Isolationswiderstands gemäß Anhang 5A durchzuführen, und die Anforderungen an den Isolationswiderstand gemäß Absatz 5.1.3 müssen erfüllt sein.

5.1.4.4. Ist ein Überwachungssystem für den Isolationswiderstand vorhanden und wird ein Isolationswiderstand festgestellt, der unter den Anforderungen gemäß Absatz 5.1.3 liegt, muss dem Fahrer eine Warnung angezeigt werden. Die Funktion des bordeigenen Systems zur Überwachung des Isolationswiderstands ist nach dem in Anhang 6 beschriebenen Verfahren zu bestätigen.

5.2. Wiederaufladbares Speichersystem für elektrische Energie (REESS)

5.2.1. Das REESS einschließlich der zugehörigen Fahrzeugteile, Systeme und Struktur muss die entsprechenden Anforderungen in Absatz 6 dieser Regelung erfüllen.

5.2.2. Anforderungen an den Einbau eines REESS

5.2.2.1. Der REESS-Typ muss vollständig mit der Konstruktion der Fahrzeugtypen kompatibel sein.

5.2.2.2. Rauch, der durch thermisches Durchgehen verursacht wird, darf nicht in den Fahrgastraum freigesetzt werden. Diese Anforderung ist durch die Entwurfsprüfung der beabsichtigten Entlüftungsstrategie des REESS und seines Einbaus zu überprüfen.

5.2.2.3. Gasansammlung

An Stellen für offene Antriebsbatterien, in denen sich Wasserstoffgas bilden kann, muss ein Lüfter oder eine Lüftungsleitung vorhanden sein, um die Ansammlung von Wasserstoffgas zu verhindern.

5.2.3. Warnung bei Störungen im REESS

Das Fahrzeug muss dem Fahrer eine Warnung anzeigen, wenn sich das Fahrzeug im aktiven Fahrbetriebszustand befindet und das in den Absätzen 6.13 bis 6.15 beschriebene Ereignis auftritt.

Im Falle einer optischen Warnung muss die eingeschaltete Warnleuchte ausreichend stark leuchten, um für den Fahrer sowohl bei Tageslicht als auch bei nächtlichen Fahrbedingungen sichtbar zu sein, wenn sich der Fahrer auf die Lichtverhältnisse der Straße eingestellt hat.

Diese Warnleuchte muss zur Überprüfung der Lampenfunktion entweder aktiviert werden, wenn das Antriebssystem in die „Ein"-Stellung gebracht wird, oder wenn sich das Antriebssystem in einer Stellung zwischen „Ein" und „Start" befindet, die vom Hersteller als Prüfstellung bezeichnet wird. Diese Anforderung gilt nicht für eine Warnleuchte oder Text, die in einem gemeinsamen Feld angezeigt werden.

Ungeachtet der vorstehenden Bestimmungen muss der Anhänger bei Fahrzeugen der Klasse O in dem in den Absätzen 6.13 bis 6.15 beschriebenen Fall eine optische und/oder akustische Warnung an den Fahrer des Zugfahrzeugs abgeben.

Bei Fahrzeugen der Klassen O_3 und O_4 kann der Anhänger dem Zugfahrzeug ein Signal zur Anzeige einer optischen Warnung gemäß diesem Absatz und/oder einer akustischen Warnung (z. B. Übertragung über CAN-Bus gemäß ISO 11992-2) in dem in den Absätzen 6.13 bis 6.15 beschriebenen Fall geben.

5.2.4. Warnung bei niedrigem Ladezustand des REESS.

Bei reinen Elektrofahrzeugen (Fahrzeuge, die mit einem Antrieb ausgerüstet sind, der ausschließlich elektrische Maschinen als Antriebsenergiewandler und ausschließlich wiederaufladbare Speichersysteme für elektrische Energie (REESS) als Antriebsenergiespeichersysteme umfasst) muss bei einem niedrigen Ladezustand des REESS eine Warnung an den Fahrer ausgegeben werden. Der Hersteller muss auf Grundlage fachlichen Ermessens bestimmen, welches Maß an verbleibender Energie des REESS erforderlich ist, wenn die Warnung zum ersten Mal an den Fahrer ausgegeben wird.

Im Falle einer optischen Warnung muss die eingeschaltete Warnleuchte ausreichend stark leuchten, um für den Fahrer sowohl bei Tageslicht als auch bei nächtlichen Fahrbedingungen sichtbar zu sein, wenn sich der Fahrer auf die Lichtverhältnisse der Straße eingestellt hat.

Dieses Warnsignal ist bei Fahrzeugen der Klasse O nicht erforderlich.

5.3. Verhindern einer versehentlichen oder unbeabsichtigten Fahrzeugbewegung

5.3.1. Jedes Mal, wenn sich das Fahrzeug nach der manuellen Aktivierung des Antriebssystems zum ersten Mal im „aktiven Fahrbetriebszustand" befindet, muss dies dem Fahrer zumindest kurz angezeigt werden.

Diese Vorschrift ist jedoch optional, wenn ein Verbrennungsmotor direkt oder indirekt die Antriebskraft des Fahrzeugs beim Starten erzeugt, sowie für Fahrzeuge der Klasse O.

Um sicherzustellen, dass das Fahrzeug der Klasse O seinen Fahrmodus nicht selbstständig aktiviert, muss sichergestellt sein, dass sein Antriebssystem nur dann aktiviert wird, wenn der Anhänger an ein Zugfahrzeug angekuppelt ist und wenn ein Signal oder ein Befehl oder eine Handlung an das Antriebssystem des Anhängers übertragen wird.

5.3.2. Beim Verlassen des Fahrzeugs muss dem Fahrer durch ein Signal (z. B. ein optisches oder akustisches Signal) angezeigt werden, ob sich das Fahrzeug noch im aktiven Fahrbetriebszustand befindet. Außerdem muss bei Fahrzeugen der Klassen M_2 und M_3 mit einer Kapazität von mehr als 22 Fahrgästen (plus Fahrer) dieses Signal bereits gegeben werden, wenn die Fahrer ihren Sitz verlassen.

Diese Vorschrift ist jedoch optional, wenn ein Verbrennungsmotor direkt oder indirekt die Antriebskraft des Fahrzeugs beim Verlassen des Fahrzeugs oder des Fahrersitzes erzeugt, sowie für Fahrzeuge der Klasse O.

5.3.3. Wenn das REESS extern aufgeladen werden kann, darf eine Bewegung des Fahrzeugs durch sein eigenes Antriebssystem nicht möglich sein, solange der Fahrzeugstecker physisch mit dem Eingangsanschluss des Fahrzeugs verbunden ist.

Die Einhaltung dieser Anforderung ist unter Verwendung des Fahrzeugsteckers nachzuweisen, der vom Fahrzeughersteller angegeben ist.

Bei Fahrzeugen der Klasse O muss eine Feststellbremse des Anhängers automatisch aktiviert werden, solange der Anschluss des Anhängers physisch an den Einlass des Anhängers angeschlossen ist.

Diese Anforderungen gelten nur für Fahrzeuge, die an einer ortsfesten Ladesäule mit einem Ladekabel endlicher Länge über eine Fahrzeugsteckverbindung geladen werden, die einen Fahrzeugstecker und einen Eingangsanschluss des Fahrzeugs umfasst.

5.3.4. Der Zustand des Fahrtrichtungssteuergeräts ist dem Fahrer anzuzeigen.

5.4. Bestimmung der Wasserstoffemissionen

5.4.1. Diese Prüfung ist an allen Fahrzeugen mit offenen Antriebsbatterien durchzuführen. Wenn das REESS nach Teil II dieser Regelung genehmigt und nach Absatz 5.2.1.1 eingebaut wurde, kann diese Prüfung für die Genehmigung des Fahrzeugs entfallen.

5.4.2. Die Prüfung ist nach dem in Anhang 8 der vorliegenden Regelung beschriebenen Verfahren durchzuführen. Die Probenahme und die Analyse sind nach den für Wasserstoff vorgeschriebenen Verfahren durchzuführen. Andere Analyseverfahren können genehmigt werden, wenn nachgewiesen wird, dass sie gleichwertige Ergebnisse liefern.

5.4.3. Während einer normalen Aufladung unter den in Anhang 8 genannten Bedingungen müssen die Wasserstoffemissionen während einer Dauer von fünf Stunden weniger als 125 g oder während der Zeit t2 (in Stunden) weniger als 25 × t2 g betragen.

5.4.4. Während einer Aufladung durch ein Ladegerät mit Ladestörung (unter den in Anhang 8 genannten Bedingungen) müssen die Wasserstoffemissionen weniger als 42 g betragen. Außerdem muss das Ladegerät so beschaffen sein, dass eine solche Störung auf maximal 30 Minuten begrenzt wird.

5.4.5. Alle Vorgänge im Zusammenhang mit der Aufladung des REESS werden automatisch gesteuert, einschließlich der Beendigung der Aufladung.

5.4.6. Die Ladephasen dürfen nicht von Hand gesteuert werden können.

5.4.7. Durch normale Vorgänge bei dem Anschluss an das Stromnetz und der Trennung oder durch Stromabschaltungen darf das Steuerungssystem der Ladephasen nicht beeinträchtigt werden.

5.4.8. Signifikante Ladestörungen müssen dauerhaft angezeigt werden. Eine erhebliche Störung ist eine Störung, die später zu einer Fehlfunktion des eingebauten Ladegeräts während der Aufladung führen kann.

5.4.9. Der Hersteller muss in der Betriebsanleitung angeben, dass das Fahrzeug diesen Anforderungen entspricht.

5.4.10. Die für einen Fahrzeugtyp hinsichtlich der Wasserstoffemissionen erteilte Genehmigung kann auf verschiedene Fahrzeugtypen, die zu derselben Familie gehören, erweitert werden (siehe die Begriffsbestimmung für Fahrzeugfamilie in Anhang 8 Anlage 2).

5.5. Kennzeichnung von Fahrzeugen mit Elektroantrieb.

5.5.1. An Fahrzeugen der Klassen M_2/N_2 und M_3/N_3, die mit einem elektrischen Hochspannungsantrieb ausgerüstet sind, sind Kennzeichen gemäß Anhang 10 anzubringen.

5.5.1.1. Die Anforderung des Absatzes 5.5.1 gilt als erfüllt, wenn die Anforderung des Absatzes 7.1.7 der UN-Regelung Nr. 134 erfüllt ist.

5.5.2. Bei Hybridelektrofahrzeugen, die mit Diesel oder Benzin betrieben werden, gilt der Hochspannungsantrieb unabhängig von der Kapazität des REESS als erste Energiequelle.

5.5.3. Diese Kennzeichen sind auf der Vorderseite des Fahrzeugs und auf der linken sowie auf der rechten Seite des Fahrzeugs anzubringen; auf der Seite, falls vorhanden, in der Nähe einer Vordertür. Ist keine Vordertür vorhanden, muss das Kennzeichen auf dem ersten Drittel der Fahrzeuglänge angebracht werden.

Außerdem ist bei Fahrzeugen der Klassen M_2 und M_3 an der Rückseite des Fahrzeugs ein Kennzeichen anzubringen.

6. Teil II: Anforderungen an ein wiederaufladbares Speichersystem für elektrische Energie (REESS) hinsichtlich seiner Sicherheit

6.1. Allgemeines

Die in Anhang 9 dieser Regelung beschriebenen Verfahren sind anzuwenden.

6.2. Schwingungen

6.2.1. Die Prüfung wird entsprechend dem Anhang 9A dieser Regelung durchgeführt.

6.2.2. Annahmekriterien

6.2.2.1. Während der Prüfung darf es keinen Hinweis geben auf:

a) Elektrolytaustritt;

b) Riss (gilt nur für Hochspannungs-REESS);

c) Entlüftung (für andere REESS als offene Antriebsbatterie);

d) Feuer;

e) Explosion.

Der Nachweis des Elektrolytaustritts muss durch Sichtprüfung erfolgen, ohne das Prüfmuster auseinanderzubauen. Erforderlichenfalls ist eine geeignete Technik anzuwenden, um nach der Prüfung den dadurch verursachten Elektrolytaustritt aus dem REESS feststellen zu können. Der Nachweis der Entlüftung muss durch Sichtprüfung erfolgen, ohne Teile des Prüfmusters auseinanderzubauen.

6.2.2.2. Bei einem Hochspannungs-REESS darf der nach der Prüfung gemäß Anhang 5B dieser Regelung gemessene Isolationswiderstand nicht weniger als 100 Ω/V betragen.

6.3. Wärmeschock- und Zyklusprüfung

6.3.1. Die Prüfung wird entsprechend dem Anhang 9B dieser Regelung durchgeführt.

6.3.2. Annahmekriterien

6.3.2.1. Während der Prüfung darf es keinen Hinweis geben auf:

a) Elektrolytaustritt;

b) Riss (gilt nur für Hochspannungs-REESS);

c) Entlüftung (für andere REESS als offene Antriebsbatterie);

d) Feuer;

e) Explosion.

Der Nachweis des Elektrolytaustritts muss durch Sichtprüfung erfolgen, ohne das Prüfmuster auseinanderzubauen. Erforderlichenfalls ist eine geeignete Technik anzuwenden, um nach der Prüfung den dadurch verursachten Elektrolytaustritt aus dem REESS feststellen zu können. Der Nachweis der Entlüftung muss durch Sichtprüfung erfolgen, ohne Teile des Prüfmusters auseinanderzubauen.

6.3.2.2. Bei einem Hochspannungs-REESS darf der nach der Prüfung gemäß Anhang 5B dieser Regelung gemessene Isolationswiderstand nicht weniger als 100 Ω/V betragen.

6.4. Mechanische Einwirkungen

6.4.1. Erschütterungen

Nach Wahl des Herstellers kann diese Prüfung durchgeführt werden als

a) Prüfungen am Fahrzeug nach Absatz 6.4.1.1 dieser Regelung,

b) Prüfungen am Bauteil nach Absatz 6.4.1.2 dieser Regelung oder

c) eine Kombination von a) und b) für unterschiedliche Fahrtrichtungen.

6.4.1.1. Prüfung am Fahrzeug

Die Einhaltung der Anforderungen für die Annahmekriterien in Absatz 6.4.1.3 kann anhand von REESS nachgewiesen werden, die in Fahrzeuge eingebaut sind, die den Aufprallprüfungen des Fahrzeugs nach UN-Regelung Nr. 94 Anhang 3 oder UN-Regelung Nr. 137 Anhang 3 (Änderungsserie 02 oder später) und UN-Regelung Nr. 95 Anhang 4 (Seitenaufprall) unterzogen wurden. Die Umgebungstemperatur und der Ladezustand müssen den genannten Regelungen entsprechen. Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn das Fahrzeug, das mit einem Elektroantrieb mit Hochspannung ausgerüstet ist, nach der UN-Regelung Nr. 94 (Änderungsserie 04 oder später) oder der UN-Regelung Nr. 137 (Änderungsserie 01 oder später) für den Frontalaufprall und der UN-Regelung Nr. 95 (Änderungsserie 05 oder später) für den Seitenaufprall genehmigt wurde.

Die Genehmigung eines gemäß diesem Absatz geprüften REESS muss auf den spezifischen Fahrzeugtyp begrenzt werden.

6.4.1.2. Prüfung am Bauteil

Die Prüfung wird entsprechend dem Anhang 9C dieser Regelung durchgeführt.

6.4.1.3. Annahmekriterien

Während der Prüfung darf es keinen Hinweis geben auf:

a) Feuer;

b) Explosion;

c1) Elektrolytaustritt bei Prüfung gemäß Absatz 6.4.1.1:

i) Bei einem REESS mit wässrigem Elektrolyt:

Für einen Zeitraum von 60 Minuten nach dem Aufprall darf kein Elektrolytaustritt aus dem REESS in den Fahrgastraum erfolgen und

nicht mehr als 7 Volumenprozent des REESS-Elektrolyts mit einer maximalen Menge von 5,0 l aus dem REESS an eine Stelle außerhalb des Fahrgastraums gelangen. 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.

ii) Bei einem REESS mit nicht wässrigem Elektrolyt:

Für einen Zeitraum von 60 Minuten nach dem Aufprall 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.

c2) Elektrolytaustritt bei Prüfung gemäß Absatz 6.4.1.2.

Nach der Prüfung am Fahrzeug (Absatz 6.4.1.1) muss das REESS 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.

Nach der Prüfung am Bauteil (Absatz 6.4.1.2) wird das Prüfmuster von seiner Befestigung zurückgehalten und seine Bauteile bleiben innerhalb seiner Grenzen.

Bei einem Hochspannungs-REESS muss der Isolationswiderstand des Prüfmusters mindestens 100 Ω/V für das gesamte REESS gewährleisten, gemessen nach der Prüfung entsprechend Anhang 5A oder Anhang 5B dieser Regelung, oder das Prüfmuster muss der Schutzart IPXXB entsprechen.

Bei einem gemäß Absatz 6.4.1.2 geprüften REESS muss der Nachweis des Elektrolytaustritts durch Sichtprüfung erfolgen, ohne dass ein Teil des Prüfmusters auseinandergebaut wird.

6.4.2. Mechanische Unversehrtheit

Diese Prüfung betrifft nur ein REESS, das in Fahrzeuge der Klassen M_1 und N_1 eingebaut werden soll.

Nach Wahl des Herstellers kann diese Prüfung durchgeführt werden als:

a) Prüfungen am Fahrzeug nach Absatz 6.4.2.1 dieser Regelung oder

b) Prüfungen am Bauteil nach Absatz 6.4.2.2 dieser Regelung.

6.4.2.1. Fahrzeugspezifische Prüfung

Nach Wahl des Herstellers kann diese Prüfung durchgeführt werden als:

a) eine dynamische Prüfung am Fahrzeug nach Absatz 6.4.2.1.1 dieser Regelung oder

b) eine fahrzeugspezifische Prüfung am Bauteil nach Absatz 6.4.2.1.2 dieser Regelung oder

c) eine Kombination von a) und b) für unterschiedliche Fahrtrichtungen.

Wird das REESS in einer Position montiert, die zwischen einer Linie von der hinteren Fahrzeugkante senkrecht zur Mittellinie des Fahrzeugs und 300 mm vor und parallel zu dieser Linie liegt, muss der Hersteller dem technischen Dienst die mechanische Unversehrtheit des REESS im Fahrzeug nachweisen.

Die Genehmigung eines gemäß diesem Absatz geprüften REESS muss auf den spezifischen Fahrzeugtyp beschränkt sein.

6.4.2.1.1. Dynamische Prüfung am Fahrzeug

Die Einhaltung der Anforderungen für die Annahmekriterien in Absatz 6.4.2.3 kann für REESS nachgewiesen werden, die in Fahrzeuge eingebaut sind, die den Aufprallprüfungen des Fahrzeugs nach Anhang 3 der UN-Regelungen Nr. 94 oder 137 (Frontalaufprall) und Anhang 4 der UN-Regelung Nr. 95 (Seitenaufprall) unterzogen wurden. Die Umgebungstemperatur und der Ladezustand müssen den genannten Regelungen entsprechen. Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn das Fahrzeug, das mit einem Elektroantrieb mit Hochspannung ausgerüstet ist, nach der UN-Regelung Nr. 94 (Änderungsserie 04 oder später) oder der UN-Regelung Nr. 137 (Änderungsserie 02 oder später) für den Frontalaufprall und der UN-Regelung Nr. 95 (Änderungsserie 05 oder später) für den Seitenaufprall genehmigt wurde.

6.4.2.1.2. Fahrzeugspezifische Prüfung am Bauteil

Die Prüfung wird entsprechend dem Anhang 9D dieser Regelung durchgeführt.

Die in Anhang 9D Absatz 3.2.1 angegebene Stauchkraft kann durch den Wert ersetzt werden, der vom Fahrzeughersteller unter Verwendung der Daten angegeben wird, die entweder bei tatsächlichen Aufprallprüfungen oder deren Simulation gemäß Anhang 3 der UN-Regelungen Nr. 94 oder 137 in Fahrtrichtung und gemäß Anhang 4 der UN-Regelung Nr. 95

horizontal, rechtwinklig zur Fahrtrichtung ermittelt wurden. Diese Kräfte müssen vom technischen Dienst genehmigt werden.

Die Hersteller können in Absprache mit dem technischen Dienst Kräfte verwenden, die von den Daten aus alternativen Aufprallprüfungen abgeleitet werden; diese Kräfte müssen jedoch gleich oder größer sein als die Kräfte, die sich aus der Verwendung von Daten gemäß den oben genannten Regelungen ergeben würden.

Der Hersteller kann festlegen, welche Teile der Fahrzeugstruktur für den mechanischen Schutz der Bauteile des REESS verwendet werden. Die Prüfung wird durchgeführt, wenn das REESS an dieser Fahrzeugstruktur auf eine Weise angebracht ist, die für seine Anbringung am Fahrzeug repräsentativ ist.

6.4.2.2. Prüfung am Bauteil

Die Prüfung wird entsprechend dem Anhang 9D dieser Regelung durchgeführt.

Ein nach diesem Absatz genehmigtes REESS ist in einer Position zwischen den beiden folgenden Ebenen anzubringen: a) eine vertikale Ebene rechtwinklig zur Mittellinie des Fahrzeugs 420 mm nach hinten von der Vorderkante des Fahrzeugs aus und b) eine senkrechte Ebene rechtwinklig zur Mittellinie des Fahrzeugs 300 mm nach vorne von der Hinterkante des Fahrzeugs aus.

Die Montagebeschränkungen sind in Anhang 1 – Anlage 2 zu dokumentieren.

Die in Anhang 9D Absatz 3.2.1 angegebene Stauchkraft kann durch den vom Hersteller genannten Wert ersetzt werden. Die Stauchkraft ist in Anhang 1 Anlage 2 als Montagebeschränkung zu dokumentieren. In diesem Fall muss der Fahrzeughersteller, der ein solches REESS verwendet, während des Genehmigungsverfahrens für Teil I dieser Regelung nachweisen, dass die Kontaktkraft zum REESS den vom Hersteller des REESS angegebenen Wert nicht übersteigt. Diese Kraft muss vom Fahrzeughersteller unter Verwendung der Daten bestimmt werden, die entweder bei tatsächlichen Aufprallprüfungen oder deren Simulation gemäß Anhang 3 der UN-Regelungen Nr. 94 oder 137 (in Fahrtrichtung) und gemäß Anhang 4 der Regelung Nr. 95 (horizontal, senkrecht zur Fahrtrichtung) ermittelt wurden. Diese Kräfte müssen zwischen dem Hersteller und dem technischen Dienst vereinbart werden.

Die Hersteller können in Absprache mit dem technischen Dienst Kräfte verwenden, die von den Daten aus alternativen Aufprallprüfungen abgeleitet werden; diese Kräfte müssen jedoch gleich oder größer sein als die Kräfte, die sich aus der Verwendung von Daten gemäß den oben genannten Regelungen ergeben würden.

6.4.2.3. Annahmekriterien

Während der Prüfung darf es keinen Hinweis geben auf:

a) Feuer;

b) Explosion;

c1) Elektrolytaustritt bei Prüfung gemäß Absatz 6.4.2.1.1:

i) Bei einem REESS mit wässrigem Elektrolyt:

Für einen Zeitraum von 60 Minuten nach dem Aufprall darf kein Elektrolytaustritt aus dem REESS in den Fahrgastraum erfolgen und

nicht mehr als 7 Volumenprozent des REESS-Elektrolyts mit einer maximalen Menge von 5,0 l aus dem REESS an eine Stelle außerhalb des Fahrgastraums gelangen. 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.

ii) Bei einem REESS mit nicht wässrigem Elektrolyt:

Für einen Zeitraum von 60 Minuten nach dem Aufprall 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.

c2) Elektrolytaustritt bei Prüfung gemäß Absatz 6.4.2.1.2 oder Absatz 6.4.2.2.

Bei einem Hochspannungs-REESS muss der Isolationswiderstand des Prüfmusters mindestens 100 Ω/V für das gesamte REESS gewährleisten, gemessen gemäß Anhang 5A oder Anhang 5B dieser Regelung; oder das Prüfmuster muss der Schutzart IPXXB entsprechen.

Bei einer Prüfung gemäß Absatz 6.4.2.2 muss der Nachweis des Elektrolytaustritts durch Sichtprüfung erfolgen, ohne dass ein Teil des Prüfmusters auseinandergebaut wird.

6.5. Feuerbeständigkeit

Diese Prüfung ist für REESS erforderlich, die entflammbare Elektrolyte enthalten.

Diese Prüfung ist nicht erforderlich, wenn das im Fahrzeug eingebaute REESS so montiert ist, dass sich die unterste Fläche des Gehäuses des REESS mehr als 1,5 m über dem Boden befindet. Auf Antrag des Herstellers kann diese Prüfung durchgeführt werden, wenn sich die unterste Fläche des Gehäuses des REESS mehr als 1,5 m über dem Boden befindet. Die Prüfung wird an einem Prüfmuster durchgeführt.

Nach Wahl des Herstellers kann diese Prüfung durchgeführt werden als

a) Prüfung am Fahrzeug nach Absatz 6.5.1 dieser Regelung, oder

b) Prüfung am Bauteil nach Absatz 6.5.2 dieser Regelung.

6.5.1. Prüfung am Fahrzeug

Die Prüfung ist gemäß Anhang 9E Absatz 3.2.1 dieser Regelung durchzuführen.

Die Genehmigung eines gemäß diesem Absatz geprüften REESS muss auf den spezifischen Fahrzeugtyp begrenzt werden.

6.5.2. Prüfung am Bauteil

Die Prüfung ist gemäß Anhang 9E Absatz 3.2.2 dieser Regelung durchzuführen.

6.5.3. Annahmekriterien

6.5.3.1. Während der Prüfung darf das Prüfmuster kein Zeichen einer Explosion aufweisen.

6.6. Externer Kurzschlussschutz

6.6.1. Die Prüfung wird entsprechend dem Anhang 9F dieser Regelung durchgeführt.

6.6.2. Annahmekriterien

6.6.2.1. Während der Prüfung darf es keinen Hinweis geben auf:

a) Elektrolytaustritt;

b) Riss (gilt nur für Hochspannungs-REESS);

c) Entlüftung (für andere REESS als offene Antriebsbatterie);

d) Feuer;

e) Explosion.

Der Nachweis des Elektrolytaustritts muss durch Sichtprüfung erfolgen, ohne das Prüfmuster auseinanderzubauen. Erforderlichenfalls ist eine geeignete Technik anzuwenden, um nach der Prüfung den dadurch verursachten Elektrolytaustritt aus dem REESS feststellen zu können. Der Nachweis der Entlüftung muss durch Sichtprüfung erfolgen, ohne Teile des Prüfmusters auseinanderzubauen.

6.6.2.2. Bei einem Hochspannungs-REESS darf der nach der Prüfung gemäß Anhang 5B dieser Regelung gemessene Isolationswiderstand nicht weniger als 100 Ω/V betragen.

6.7. Überladungsschutz

6.7.1. Die Prüfung wird entsprechend dem Anhang 9G dieser Regelung durchgeführt.

6.7.2. Annahmekriterien

6.7.2.1. Während der Prüfung darf es keinen Hinweis geben auf:

a) Elektrolytaustritt;

b) Riss (gilt nur für Hochspannungs-REESS);

c) Entlüftung (für andere REESS als offene Antriebsbatterie);

d) Feuer;

e) Explosion.

Der Nachweis des Elektrolytaustritts muss durch Sichtprüfung erfolgen, ohne das Prüfmuster auseinanderzubauen. Erforderlichenfalls ist eine geeignete Technik anzuwenden, um nach der Prüfung den dadurch verursachten Elektrolytaustritt aus dem REESS feststellen zu können. Der Nachweis der Entlüftung muss durch Sichtprüfung erfolgen, ohne Teile des Prüfmusters auseinanderzubauen.

6.7.2.2. Bei einem Hochspannungs-REESS darf der nach der Prüfung gemäß Anhang 5B dieser Regelung gemessene Isolationswiderstand nicht weniger als 100 Ω/V betragen.

6.8. Schutz gegen übermäßiges Entladen

6.8.1. Die Prüfung wird entsprechend dem Anhang 9H dieser Regelung durchgeführt.

6.8.2. Annahmekriterien

6.8.2.1. Während der Prüfung darf es keinen Hinweis geben auf:

a) Elektrolytaustritt;

b) Riss (gilt nur für Hochspannungs-REESS);

c) Entlüftung (für andere REESS als offene Antriebsbatterie);

d) Feuer;

e) Explosion.

Der Nachweis des Elektrolytaustritts muss durch Sichtprüfung erfolgen, ohne das Prüfmuster auseinanderzubauen. Erforderlichenfalls ist eine geeignete Technik anzuwenden, um nach der Prüfung den dadurch verursachten Elektrolytaustritt aus dem REESS feststellen zu können. Der Nachweis der Entlüftung muss durch Sichtprüfung erfolgen, ohne Teile des Prüfmusters auseinanderzubauen.

6.8.2.2. Bei einem Hochspannungs-REESS darf der nach der Prüfung gemäß Anhang 5B dieser Regelung gemessene Isolationswiderstand nicht weniger als 100 Ω/V betragen.

6.9. Überhitzungsschutz

6.9.1. Die Prüfung wird entsprechend dem Anhang 9I dieser Regelung durchgeführt.

6.9.2. Annahmekriterien

6.9.2.1. Während der Prüfung darf es keinen Hinweis geben auf:

a) Elektrolytaustritt;

b) Riss (gilt nur für Hochspannungs-REESS);

c) Entlüftung (für andere REESS als offene Antriebsbatterie);

d) Feuer;

e) Explosion.

Der Nachweis des Elektrolytaustritts muss durch Sichtprüfung erfolgen, ohne das Prüfmuster auseinanderzubauen. Erforderlichenfalls ist eine geeignete Technik anzuwenden, um nach der Prüfung den dadurch verursachten Elektrolytaustritt aus dem REESS feststellen zu können. Der Nachweis der Entlüftung muss durch Sichtprüfung erfolgen, ohne Teile des Prüfmusters auseinanderzubauen.

6.9.2.2. Bei einem Hochspannungs-REESS darf der nach der Prüfung gemäß Anhang 5B dieser Regelung gemessene Isolationswiderstand nicht weniger als 100 Ω/V betragen.

6.10. Überstromschutz

Diese Prüfung ist für REESS erforderlich, die zur Verwendung in Fahrzeugen der Klassen M1 und N1 bestimmt sind, die über die Möglichkeit der Aufladung durch eine externe Gleichstromversorgung verfügen.

6.10.1. Die Prüfung wird entsprechend dem Anhang 9J dieser Regelung durchgeführt.

6.10.2. Annahmekriterien

6.10.2.1. Während der Prüfung darf es keinen Hinweis geben auf:

a) Elektrolytaustritt;

b) Riss (gilt nur für Hochspannungs-REESS);

c) Entlüftung (für andere REESS als offene Antriebsbatterie);

d) Feuer;

e) Explosion.

Der Nachweis des Elektrolytaustritts muss durch Sichtprüfung erfolgen, ohne das Prüfmuster auseinanderzubauen. Erforderlichenfalls ist eine geeignete Technik anzuwenden, um nach der Prüfung den dadurch verursachten Elektrolytaustritt aus dem REESS feststellen zu können. Der Nachweis der Entlüftung muss durch Sichtprüfung erfolgen, ohne Teile des Prüfmusters auseinanderzubauen.

6.10.2.2. Die Überstromschutzsteuerung des REESS muss den Ladevorgang beenden oder die am Gehäuse des REESS gemessene Temperatur muss sich so stabilisieren, dass der Temperaturgradient über 2 Stunden nach Erreichen des maximalen Überstrom-Ladepegels um weniger als 4 °C schwankt.

6.10.2.3. Bei einem Hochspannungs-REESS darf der nach der Prüfung gemäß Anhang 5B dieser Regelung gemessene Isolationswiderstand nicht weniger als 100 Ω/V betragen.

6.11. Schutz bei niedrigen Temperaturen

Der Hersteller des REESS muss, falls erforderlich, auf Anforderung des technischen Dienstes die folgenden Unterlagen zur Verfügung stellen, in denen die Sicherheitsleistung der Systemebene oder der Subsystemebene des Fahrzeugs erläutert wird, um nachzuweisen, dass der Betrieb des REESS bei niedrigen Temperaturen an den Sicherheitsgrenzwerten des REESS überwacht und angemessen gesteuert wird:

a) Ein Systemdiagramm.

b) Eine schriftliche Erklärung zur unteren Grenztemperatur für den sicheren Betrieb des REESS.

c) Die Methode zur Bestimmung der Temperatur des REES.

d) Maßnahmen, die zu treffen sind, wenn die Temperatur des REESS an oder unter dem unteren Grenzwert für den sicheren Betrieb des REESS liegt.

6.12. Gas-Emissions-Management des REESS

6.12.1. Beim Betrieb des Fahrzeugs, einschließlich des Betriebs mit einer Störung, dürfen die Fahrzeuginsassen keiner durch Emissionen des REESS verursachten gefährlichen Umgebung ausgesetzt sein.

6.12.2. Offene Antriebsbatterien müssen die Anforderungen gemäß Absatz 5.4 dieser Regelung hinsichtlich Wasserstoffemissionen erfüllen.

6.12.3. Für andere REESS als offene Antriebsbatterien gilt die Anforderung von Absatz 6.12.1 als erfüllt, wenn alle anwendbaren Anforderungen der folgenden Prüfungen erfüllt sind: Absatz 6.2 (Schwingungsprüfung), Absatz 6.3 (Wärmeschock- und Zyklusprüfung), Absatz 6.6 (Externer Kurzschlussschutz), Absatz 6.7 (Überladungsschutz), Absatz 6.8 (Schutz gegen übermäßiges Entladen), Absatz 6.9 (Überhitzungsschutz), Absatz 6.10 (Überstromschutz) sowie Absatz 6.15 (thermisches Durchgehen).

6.13. Warnung bei Funktionsstörung der Fahrzeugsteuerungen, die den sicheren Betrieb des REESS steuern.

Das REESS- oder Fahrzeugsystem muss ein Signal zur Aktivierung der in Absatz 5.2.3 genannten Warnung erzeugen, wenn bei den Fahrzeugsteuerungen (z. B. Eingangs- und Ausgangssignale des Steuerungssystem des REES, Sensoren innerhalb des REESS usw.), die den sicheren Betrieb des REESS steuern, eine Funktionsstörung auftritt. Der REESS- bzw. der Fahrzeughersteller muss auf Anforderung des technischen Dienstes die folgenden Unterlagen zur Verfügung stellen, die die sicherheitstechnische Leistungsfähigkeit der Systemebene bzw. der Subsystemebene des Fahrzeugs erläutern:

6.13.1. Ein Systemdiagramm, das alle Fahrzeugsteuerungen identifiziert, die den Betrieb des REESS steuern. Aus dem Diagramm muss hervorgehen, welche Bauteile verwendet werden, um eine Warnung zu erzeugen, wenn die Fahrzeugsteuerung aufgrund einer Funktionsstörung eine oder mehrere grundlegende Funktionen nicht ausführen kann.

6.13.2. Eine schriftliche Erklärung, die die grundlegenden Funktionen der Fahrzeugsteuerungen beschreibt, die den Betrieb des REESS steuern. Die Erklärung muss die Bauteile des Fahrzeugsteuerungssystems benennen, eine Beschreibung ihrer Funktionen enthalten, sowie ihrer Fähigkeit, das REESS zu steuern, ebenso wie ein Ablaufdiagramm und eine Beschreibung der Bedingungen, die zum Auslösen der Warnung führen würden.

6.14. Warnung im Falle eines thermischen Ereignisses innerhalb des REESS.

Das REESS- oder Fahrzeugsystem muss ein Signal zur Aktivierung der in Absatz 5.2.3 genannten Warnung im Falle eines thermischen Ereignisses im REESS (nach Angabe des Herstellers) erzeugen. Der REESS- bzw. der Fahrzeughersteller muss auf Anforderung des technischen Dienstes die folgenden Unterlagen zur Verfügung stellen, die die sicherheitstechnische Leistungsfähigkeit der Systemebene bzw. der Subsystemebene des Fahrzeugs erläutern:

6.14.1. Die Parameter und zugehörigen Schwellenwerte, die zur Anzeige eines thermischen Ereignisses verwendet werden (z. B. Temperatur, Temperaturanstiegsrate, Ladezustand, Spannungsabfall, elektrische Stromstärke usw.), um die Warnung auszulösen.

6.14.2. Ein Systemdiagramm und eine schriftliche Erklärung, die die Sensoren und den Betrieb der Fahrzeugsteuerungen zur Steuerung des REESS im Falle eines thermischen Ereignisses beschreiben.

6.15. Thermisches Durchgehen

Bei einem REESS, das entflammbaren Elektrolyt oder Alkalimetallanoden enthält, dürfen die Fahrzeuginsassen keiner gefährlichen Umgebung ausgesetzt sein, die durch ein thermisches Durchgehen, verursacht durch einen internen Kurzschluss, der zur thermischen Instabilität einer einzelnen Zelle führt, entsteht. Um dies sicherzustellen, müssen die Anforderungen der Absätze 6.15.1 und 6.15.2 gemäß dem in Absatz 6.15.3 beschriebenen Prüfverfahren eingehalten werden.

Die Anforderungen dieses Absatzes gelten weder für REESS, die ausschließlich in Fahrzeuge der Klasse O eingebaut sind, noch für Batterien in Fahrzeugen der Klasse O, die nur zur Rückgewinnung verwendet werden.

6.15.1. Das REESS oder das Fahrzeugsystem muss ein Signal zur Aktivierung der in Absatz 5.2.3 genannten Warnung ausgeben, wenn ein thermisches Durchgehen durch einen internen Kurzschluss ausgelöst wird, der zu einer thermischen Instabilität einer einzelnen Zelle führt, um den Insassen Zeit zum Verlassen des Fahrzeugs zu geben.

Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

a) eine gefährliche Situation im Sinne der in Absatz 6.15.3.4 festgelegten Kriterien für das Bestehen/Nichtbestehen tritt nicht innerhalb von 5 Minuten nach dem Warnsignal auf oder

b) die thermische Instabilität einer einzelnen Zelle führt nicht innerhalb von 2 Stunden nach der Auslösung zu einem thermischen Durchgehen im REESS oder

c) die thermische Instabilität einer einzelnen Zelle kann nicht ausgelöst werden, und dies wird durch die Wiederholung desselben Prüfverfahrens (d. h. dieselbe Auslösemethode und dieselbe Prüfebene) oder durch die Durchführung einer Prüfung auf Zellebene bestätigt.

Im Falle der Bedingungen b oder c ist die Warnanzeige gemäß Absatz 6.15.1 nicht zwingend vorgeschrieben.

6.15.1.1. Das REESS oder der Fahrzeughersteller muss die folgenden Unterlagen zur Verfügung stellen:

a) Die Parameter (z. B. Temperatur, Spannung oder elektrische Stromstärke), die die Warnung auslösen.

b) Beschreibung des Warnsystems.

6.15.2. Das REESS- oder das Fahrzeugsystem muss in der Zelle, dem REESS oder dem Fahrzeug über Funktionen oder Merkmale verfügen, die dazu bestimmt sind, die Fahrzeuginsassen (wie in Absatz 6.15 beschrieben) unter Bedingungen zu schützen, die durch ein thermisches Durchgehen, ausgelöst durch einen internen Kurzschluss, der zur thermischen Instabilität einer einzelnen Zelle führt, entstehen.

6.15.3. Das Verfahren zur Überprüfung der Einhaltung der Sicherheitsanforderungen hinsichtlich des thermisches Durchgehens

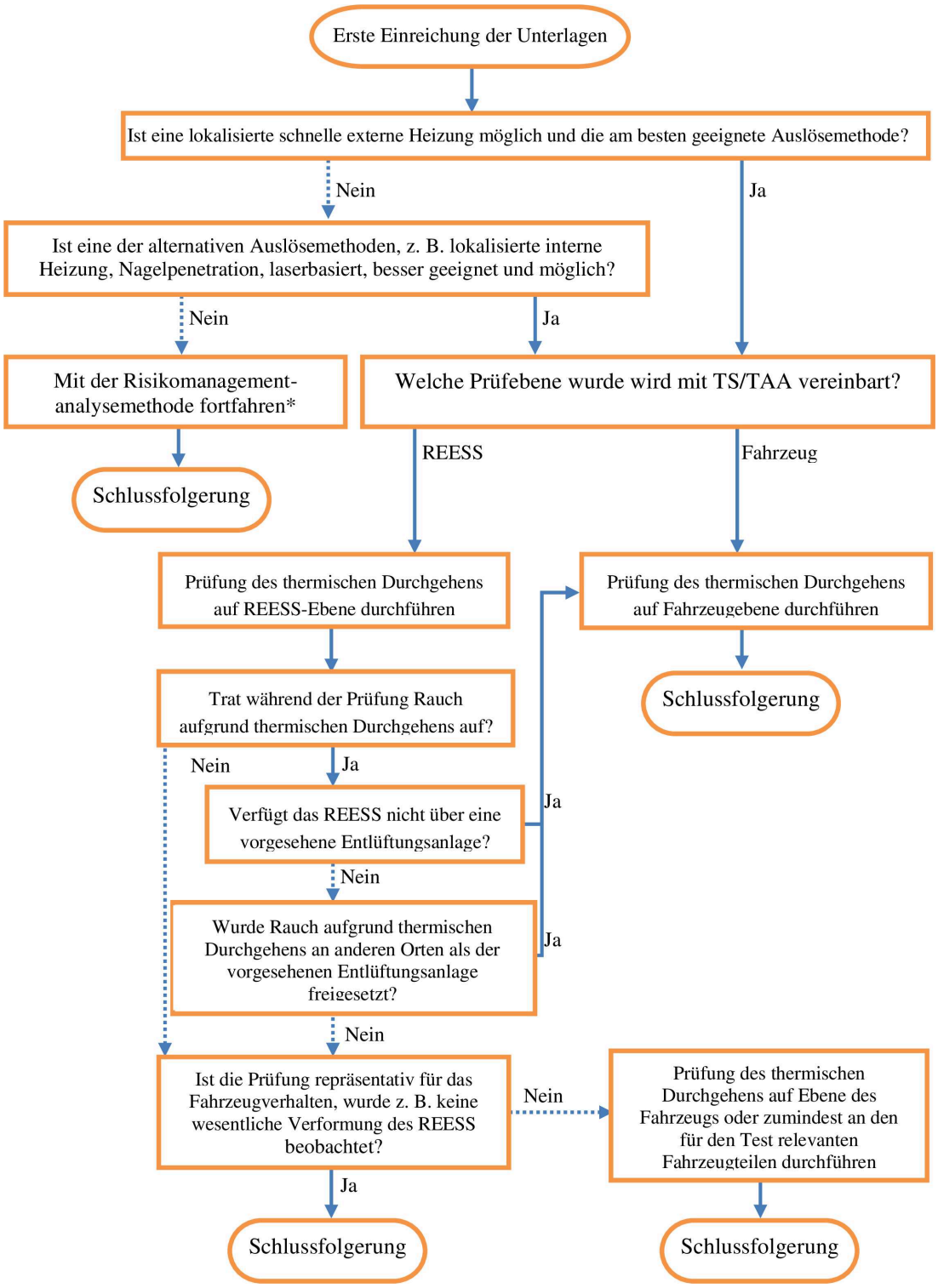
Da es auf dem Markt unterschiedliche REESS und Fahrzeugkonstruktionen gibt und um die technische Neutralität dieser Anforderung zu gewährleisten, folgt die Überprüfung der Einhaltung der Sicherheitsanforderungen hinsichtlich des thermischen Durchgehens einem mehrstufigen Ansatz, der in den Absätzen 6.15.3.1 bis 6.15.3.4 beschrieben wird.

Die Einhaltung der Sicherheitsanforderungen hinsichtlich des thermischen Durchgehens wird entweder durch physikalische Prüfungen (wie in Anhang 9K beschrieben) nachgewiesen oder, wenn davon ausgegangen wird, dass physikalische Prüfungen nicht möglich sind, ohne die Sicherheitsauslegung des REESS zu beeinträchtigen – z. B. weil die Auslegung des REESS eine Demontage ausschließt –, durch eine systematische Risikomanagementanalysemethode (Absatz 6.15.4). Die Typgenehmigungsbehörde und der technische Dienst müssen anhand der vom Hersteller bereitgestellten Unterlagen feststellen, ob die physische Prüfung möglich ist, ohne die Sicherheitsfunktionen und die Konstruktion des Fahrzeugs und/oder des REESS zu beeinträchtigen.

Wenn das REESS so ausgelegt ist, dass es nur von einer Energiequelle am Fahrzeug aufgeladen werden kann und seine Kapazität in Ah multipliziert mit seiner Nennspannung 2 kWh nicht übersteigt, muss nur die Risikomanagementanalyse gemäß Absatz 6.15.4 durchgeführt werden.

Abbildung 3

Entscheidungsablauf im Überprüfungsverfahren (informativ, nicht rechtsverbindlich)



* Wenn das REESS so ausgelegt ist, dass es nur von einer Energiequelle am Fahrzeug aufgeladen werden kann und seine Kapazität in Ah multipliziert mit seiner Nennspannung 2 kWh nicht übersteigt, muss nur die Risikomanagementanalyse gemäß Absatz 6.15.4 durchgeführt werden.

6.15.3.1. Schritt 1: Erste Einreichung der Unterlagen

Der Hersteller legt technische Unterlagen vor, die Folgendes enthalten:

a) Ein Systemdiagramm aller relevanten physischen Systeme und Bauteile;

b) Ein Diagramm, das den funktionalen Betrieb der relevanten Systeme und Bauteile zeigt und alle Funktionen bzw. Merkmale zur Risikominderung identifiziert;

c) Für jede festgelegte Funktion zur Risikominderung bzw. jedes implementierte Merkmal ist das physische System oder Bauteil, mit dem die Funktion implementiert wird, zu ermitteln und die Funktionsstrategie zu beschreiben;

d) die höchste Betriebstemperatur;

e) die Empfehlungen zur Durchführbarkeit der physischen Prüfung;

f) gegebenenfalls die Empfehlungen für eine geeignetere und praktikablere Auslösemethode, einschließlich geeigneter Parameter für die Einzelheiten der Auslösemethode, die Vorbereitung und die Instrumente des Prüfmusters; und

g) gegebenenfalls die Empfehlung zur Vorinstrumentierung der Auslöse- und Messgeräte, einschließlich ausreichender Einzelheiten einer solchen Vorinstrumentierung.

Relevante Systeme und Bauteile sind solche, die zum Schutz der Fahrzeuginsassen vor gefährlichen Situationen durch ein thermisches Durchgehen, ausgelöst durch die thermische Instabilität einer einzelnen Zelle, beitragen.

6.15.3.2. Schritt 2: Wahl der Auslösemethode

Der technische Dienst leitet das Verfahren zur Auswahl der Auslösemethode für die physische Prüfung der Sicherheit des thermischen Durchgehens ein, indem er zunächst das lokalisierte schnelle externe Heizgerät berücksichtigt. Alternative Methoden, z. B. ein lokalisiertes internes Heizgerät, Nagelpenetration oder Laser-Auslöser, können verwendet werden, wenn eine dieser Methoden vom Hersteller empfohlen und vom technischen Dienst als besser für die REESS-Auslegung geeignet anerkannt wird, um zu bewirken, dass die thermische Instabilität einer einzigen Zelle den Kriterien in Anhang 9K Absatz 5 entspricht. Die Entscheidung des technischen Dienstes ist im Prüfbericht ordnungsgemäß zu dokumentieren und zu begründen.

Beschreibungen der Prüfmethode für die jeweiligen Auslösemethoden finden sich in Anhang 9K – Anlagen 1 bis 4.

6.15.3.3. Schritt 3: Wahl der Prüfungsebene

Es ist entweder die Prüfung am Fahrzeug oder die Prüfung am Bauteil durchzuführen.

Wenn das REESS-Gehäuse über keine bestimmungsgemäße Entlüftungsanlage verfügt und während der Prüfung Rauch durch thermisches Durchgehen auftritt oder wenn dieser Rauch von anderen Stellen als der bestimmungsgemäßen Entlüftungsanlage freigesetzt wird, ist die Prüfung am Fahrzeug durchzuführen. Darüber hinaus ist nachzuweisen, dass die Prüfung am Bauteil für ein Verhalten auf Fahrzeugebene repräsentativ ist. Falls Fahrzeugteile das Prüfergebnis beeinflussen können, z. B. aufgrund von Phänomenen wie wesentlichen Verformungen usw., sind sie in Absprache mit dem technischen Dienst und der Typgenehmigungsbehörde in die Prüfanordnung aufzunehmen. Im Zweifelsfall ist die Prüfung des thermischen Durchgehens auf Fahrzeugebene durchzuführen oder sie muss mindestens die für die Prüfung relevanten Fahrzeugteile umfassen.

6.15.3.4. Kriterien für das Bestehen und Nichtbestehen bei der physikalischen Prüfung des thermischen Durchgehens

Während eines Zeitraums von 5 Minuten nach dem Signal zur Aktivierung der Warnanzeige darf keine der folgenden durch thermisches Durchgehen verursachten Gefahrensituationen eintreten:

a) Feuer;

b) Explosion;

c) Rauchfreisetzung in den Fahrgastraum.

Die Warnanzeige kann entweder auftreten, wenn die ausgelöste Zelle in die thermische Instabilität eintritt oder wenn das REESS ein Ereignis des thermischen Durchgehens zuverlässig identifiziert hat, sofern die oben genannten Sicherheitsziele erreicht werden.

Bei der Prüfung am Fahrzeug ist der Nachweis eines gefährlichen Zustands, d. h. Feuer, Explosion und Rauchfreisetzung in den Fahrgastraum, durch Sichtprüfung zu überprüfen, ohne dass ein Teil des Prüfmusters oder Fahrzeugs auseinandergebaut wird.

Für die Prüfung am Bauteil ist der Nachweis eines gefährlichen Zustands, d. h. Feuer, Explosion und Rauch durch thermisches Durchgehen, die aus dem REESS nicht durch die vorgesehene Entlüftungsanlage entweichen, durch Sichtprüfung zu überprüfen, ohne dass ein Teil des Prüfmusters auseinandergebaut wird.

6.15.3.4.1. Wird innerhalb von 2 Stunden, nachdem die thermische Instabilität in der Initialisierungszelle ausgelöst wurde, kein thermisches Durchgehen beobachtet, gelten die Anforderungen des Absatzes 6.15.3.4 als erfüllt.

6.15.3.4.2. Wird die thermische Instabilität während der Prüfung mit der gewählten Auslösemethode nicht ausgelöst und durch die Wiederholung desselben Prüfverfahrens (d. h. dieselbe Auslösemethode und dieselbe Prüfebene) oder durch die Durchführung einer Prüfung auf Zellebene mit derselben Auslösemethode bestätigt, gelten die Anforderungen des Absatzes 6.15.3.4 als erfüllt.

6.15.4. Risikomanagementanalysemethode (falls zutreffend/erforderlich gemäß Absatz 6.15.3)

Der Hersteller muss eine Risikobewertung durchführen und dokumentieren, um den Insassenschutz unter normalen Betriebsbedingungen gemäß Absatz 2.31 zu berücksichtigen. Die Risikoanalyse muss ganzheitlich sein und einem systematischen Verfahren folgen, das Hardware- und Softwareaspekte umfasst (siehe z. B. ISO 6469-1:2019/AMD 2022 und ISO 26262 oder gleichwertige Normen für zusätzliche Leitlinien). Das Arbeitsprodukt muss die Sicherheitsleistung der Fahrzeugsysteme unter Bedingungen erläutern, die durch thermisches Durchgehen verursacht werden, die durch einen internen Kurzschluss ausgelöst werden, der zu einer thermischen Instabilität einer einzigen Zelle führt.

Der Hersteller muss der Typgenehmigungsbehörde und dem technischen Dienst einen umfassenden Bericht mit wesentlichen Daten und einer Zusammenfassung wichtiger Informationen über den Insassenschutz im Falle einer thermischen Instabilität einer einzigen Zelle und eines thermischen Durchgangs zur Verfügung stellen, und zwar auf der Grundlage der Risikobewertung und der Risikominderungsmaßnahmen. Der Bericht besteht aus vier Teilen, die sich auf die nachstehenden Absätze 6.15.4.1, 6.15.4.2, 6.15.4.3 und 6.15.4.4 beziehen.

Die Typgenehmigungsbehörde und/oder der technische Dienst bewerten die Risikomanagementanalyse im Hinblick auf die Gewährleistung der Sicherheit der Insassen im Falle eines thermischen Durchgehens, was durch einen internen Kurzschluss ausgelöst wird, der zu einer thermischen Instabilität einer einzigen Zelle führt.

6.15.4.1. Systemanalyse

Die Systemanalyse muss Folgendes umfassen:

a) Ein Systemdiagramm aller relevanten physischen Systeme und Bauteile;

b) eine Beschreibung der Systeme und Bauteile, die aufgrund interner Kurzschlüsse und ihrer Interoperabilität für thermische Instabilität einer einzigen Zelle und thermisches Durchgehen relevant sind. Relevante Systeme und Bauteile sind solche, die zum Schutz der Fahrzeuginsassen vor gefährlichen Auswirkungen beitragen, die durch thermisches Durchgehen verursacht werden, was durch ein thermische Instabilität einer einzigen Zelle ausgelöst wird; dazu gehören unter anderem REESS, Sensoren, Wärmemanagementsysteme und Batteriemanagementsysteme;

c) eine Beschreibung der Warnanzeige und der Betriebslogik; und

d) Funktionsanalysen zur Ermittlung der Bedingungen, die zur thermischen Instabilität einer einzelnen Zelle führen, d. h. interner Kurzschluss der Zelle, und ihre Zuordnung zu den entsprechenden Bauteilen, Funktionseinheiten oder Subsystemen

6.15.4.2. Ermittlung und Minderung von Risiken

Eine Analyse zur Ermittlung und Minderung von Risiken unter Verwendung geeigneter branchenüblicher Standardmethoden (siehe z. B. IEC 61508, MIL-STD 882E, ISO 26262, AIAG & VDA FMEA-Handbuch, Fehleranalyse wie in SAE J2929 oder ähnliche Dokumente): die Gefährdung der Fahrzeuginsassen durch thermisches Durchgehen, was durch einen internen Kurzschluss ausgelöst wird, der zu einer thermischen Instabilität einer einzigen Zelle führt, und die Minderung des Risikos, das sich aus der Umsetzung der ermittelten Risikominderungsfunktionen oder -merkmale ergibt. Die Schwere des thermischen Ereignisses und das Risiko der Ausbreitung auf danebenliegende Zellen im Batteriesatz sind zu bestimmen.

Die Analyse zur Ermittlung und Minderung von Risiken umfasst gegebenenfalls Folgendes:

a) Minderung von Risiken durch konzeptionelle Gestaltung;

b) Minderung von Risiken durch Fertigungskontrolle;

c) Minderung von Risiken durch andere Mittel.

Die Risikoanalyse umfasst zudem Informationen und Begründungen zu jeglichen Annahmen über die Leistungsmerkmale und Eigenschaften des Systems, das Modellverhalten oder die relative Relevanz sowie die Wahrscheinlichkeit spezifizierter Risikoszenarien.

Die Risikobewertung beschränkt sich auf den Insassenschutz für den entsprechenden bauartbedingten Einsatzbereich des REESS und des Fahrzeugs.

6.15.4.3. Wirksamkeit der Risikominderung – Validierung und Verifizierung

Die Wirksamkeit der einzelnen Risikominderungsmaßnahme ist zu analysieren und zu bewerten. Die Wirksamkeit kann durch Prüfung, Analysen, Simulationen, Modelle, Verweise auf wissenschaftliche Arbeiten, Felddaten und/oder andere geeignete Methoden einzeln oder in Kombination analysiert werden. Die Wirksamkeitsbewertungen müssen die Anforderungen der Absätze 6.15.4.3.1 und 6.15.4.3.2 erfüllen.

6.15.4.3.1. Prüf- und Verifizierungsmethoden

Die für die Einheitenprüfung, Implementierungsprüfung und Validierung verwendeten Prüf- und Verifizierungsmethoden sind zu dokumentieren, wobei eindeutig anzugeben ist, welche Sicherheitsfunktionen mit den jeweiligen Methoden behandelt werden. Anerkannte Industrienormprüfungen, z. B. nach ISO, IEC, SAE oder gleichwertige Prüfungen, müssen verwendet werden, sofern sie verfügbar und für die Testzwecke geeignet sind. In Ermangelung geeigneter branchenüblicher Methoden und Prüfungen muss der Hersteller Prüfmethoden und Verifizierungstechniken entwickeln, mit denen die Leistung von Bauteilen und/oder Systemen überprüft werden kann, soweit dies erforderlich ist, um die Wirksamkeit der Risikominderungsstrategie zu überprüfen und zu validieren. Alle verwendeten Methoden sind ausdrücklich zu dokumentieren, einschließlich einer Erläuterung, welche Eigenschaft, Fähigkeit oder welches Attribut geprüft wird und ob die Methode geeignet ist, die erforderlichen Daten zu generieren, sowie einer Begründung, warum die Methode geeignet ist.

6.15.4.3.2. Datenquellen und Qualitätsanforderungen

In dem Datensatz wird die Leistung der Bauteile und Funktionseinheiten bewertet, die im Zuweisungsverfahren ermittelt wurden. Die Relevanz und Angemessenheit der Daten ist zu beschreiben und zu begründen. Die wichtigsten Unsicherheitsfaktoren sind so weit wie möglich zu ermitteln und zu quantifizieren.

Die Daten können technische Spezifikationen, Prüfberichte von Lieferanten und/oder Herstellern, mathematische Simulationen aus theoretischen oder empirischen Systemmodellen, wissenschaftliche Berichte und Veröffentlichungen sowie Felddaten umfassen.

Alle verfügbaren einschlägigen Ergebnisse werden zusammengeführt, um einen vollständigen und kohärenten Bericht zu erstellen. Die Quellen der extern abgeleiteten Daten sind anzugeben.

Es wird eine Vollständigkeitsprüfung durchgeführt, um sicherzustellen, dass alle für die Interpretation erforderlichen relevanten Informationen und Daten verfügbar und vollständig sind.

Es ist eine Empfindlichkeitsprüfung durchzuführen, um die Zuverlässigkeit der Endergebnisse und Schlussfolgerungen zu bewerten, indem ermittelt wird, wie sie von Unsicherheiten in den Daten, Zuweisungsmethoden oder Annahmen über das REESS beeinflusst werden.

6.15.4.4. Schlussfolgerungen ([4])

a) Der abschließende Teil des Berichts enthält eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der Risikomanagementanalyse und eine Erklärung, dass die Anforderungen der Absätze 6.15.1 und 6.15.2 erfüllt sind, darunter Folgendes: Die verwendeten Methoden sind wissenschaftlich und technisch für den Umfang der Risikomanagementanalyse geeignet;

b) die verwendeten Daten sind in Bezug auf den Zweck der Risikomanagementanalyse angemessen und vernünftig;

c) die Interpretationen sind relevant und spiegeln die zugrunde liegenden Annahmen sowie die für die Studie ermittelten Einschränkungen wider.

Dieser Teil kann die Form eines internen oder externen kritischen Prüfberichts haben, sofern der Hersteller über ein solches Verfahren verfügt.

6.16. Datenübertragung zwischen Fahrzeug und REESS

REESS und Fahrzeug müssen hinsichtlich ihrer Kommunikation kompatibel sein.

7. Teil III: Anforderungen an den Einbau eines genehmigten wiederaufladbaren Speichersystems für elektrische Energie (REESS) für den Zweck einer Genehmigung des Fahrzeugs

7.1. Ein REESS, das nach Teil II dieser Regelung typgenehmigt wurde, muss den Anweisungen des Herstellers des REESS entsprechend und gemäß der Beschreibung in Anhang 1 Teil 2 dieser Regelung eingebaut werden.

7.2. Die Anforderungen der Absätze 5.1 bis 5.1.4.4 und 5.2.2 bis 5.5.3 müssen eingehalten werden.

8. Änderungen und Erweiterung der Typgenehmigung

8.1. Jede Änderung des Typs eines Fahrzeugs oder REESS nach dieser Regelung ist der Typgenehmigungsbehörde mitzuteilen, die den Fahrzeug- oder REESS-Typ genehmigt hat. Die Behörde kann dann:

a) nach Rücksprache 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.

8.1.1. Überarbeitung

Wenn sich in den Beschreibungsbögen von Anhang 1 – Anlage 1 oder Anhang 1 – Anlage 2 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 oder Anhang 1 – Anlage 2 heraus und kennzeichnet jede überarbeitete Seite, damit die Art der Änderung und das Datum der Neuausgabe klar ersichtlich sind. Eine konsolidierte, aktualisierte Fassung der Beschreibungsbogen aus Anhang 1 – Anlage 1 oder Anhang 1 – Anlage 2 mit einer ausführlichen Beschreibung der Änderungen erfüllt diese Anforderung.

([4]) Der Hersteller ist für die Richtigkeit und Integrität der Unterlagen verantwortlich.

8.1.2. Erweiterung

Die Änderung wird als „Erweiterung“ bezeichnet, wenn zusätzlich zu der Änderung an den in den Beschreibungsbögen 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.

9. Übereinstimmung der Produktion

Das Verfahren zur Kontrolle der Übereinstimmung der Produktion muss den im Verzeichnis 1 zum Übereinkommen (E/ECE/TRANS/505/Rev.3) beschriebenen Anforderungen entsprechen.

9.1. Die nach dieser Regelung genehmigten Fahrzeuge müssen so hergestellt werden, dass sie dem genehmigten Typ insofern entsprechen, als die Vorschriften der entsprechenden Teile dieser Regelung eingehalten werden.

9.2. Die Einhaltung der Vorschriften des Absatzes 8.1 ist durch angemessene Kontrollen der Produktion zu überprüfen.

10. Maßnahmen bei Abweichung der Produktion

10.1. Die für den Typ einen Fahrzeug- oder REES-Typ nach dieser Regelung erteilte Genehmigung kann zurückgenommen werden, wenn die Vorschriften des Absatzes 8 nicht eingehalten sind.

10.2. Nimmt eine Vertragspartei des Übereinkommens, die diese Regelung anwendet, eine von ihr erteilte Genehmigung zurück, unterrichtet sie unverzüglich die anderen Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, hierüber mit einem Exemplar des Mitteilungsblatts der Genehmigung, die am Schluss in Großbuchstaben den unterschriebenen und datierten Vermerk trägt: „GENEHMIGUNG ZURÜCKGENOMMEN“.

11. Endgültige Einstellung der Produktion

Stellt der Inhaber einer Genehmigung die Produktion eines nach dieser Regelung genehmigten Fahrzeugtyps/REESS endgültig ein, so hat er die Typgenehmigungsbehörde, die die Genehmigung erteilt hat, hiervon zu verständigen. Nach Erhalt der entsprechenden Mitteilung hat diese Typgenehmigungsbehörde die anderen Vertragsparteien des Übereinkommens, 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.

12. Namen und Anschriften der technischen Dienste, die die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, und der Typgenehmigungsbehörden

Die Vertragsparteien des Übereinkommens von 1958, die diese Regelung anwenden, übermitteln dem Sekretariat der Vereinten Nationen die Namen und Anschriften der technischen Dienste, die Prüfungen für die Genehmigung durchführen, und der Typgenehmigungsbehörden, die die Genehmigung erteilen und denen die in anderen Ländern ausgestellten Mitteilungsblätter über die Erteilung, die Erweiterung, die Versagung oder die Rücknahme einer Genehmigung oder die endgültige Einstellung der Produktion zu übersenden sind.

13. Übergangsbestimmungen

13.1. Allgemeines

13.1.1. Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, dürfen Typgenehmigungen nach allen vorhergehenden Änderungsserien zu dieser Regelung erteilen.

13.1.2. Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, erteilen weiterhin Erweiterungen von Genehmigungen nach einer der vorhergehenden Änderungsserien zu dieser Regelung.

13.2. Übergangsbestimmungen zur Änderungsserie 03

13.2.1. Nach dem Datum des Inkrafttretens der Änderungsserie 03 darf keine Vertragspartei, die diese Regelung anwendet, die Erteilung oder die Anerkennung von Typgenehmigungen nach dieser Regelung in ihrer durch die Änderungsserie 03 geänderten Fassung versagen.

13.2.2. Ab dem 1. September 2023 sind Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, nicht verpflichtet, Typgenehmigungen nach der vorhergehenden Änderungsserie, die erstmals nach dem 1. September 2023 erteilt wurden, anzuerkennen.

13.2.3. Bis 1. September 2025 sind die Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, verpflichtet, Typgenehmigungen nach der vorhergehenden Änderungsserie, die erstmals vor dem 1. September 2023 erteilt wurden, anzuerkennen.

13.2.4. Ab dem 1. September 2025 sind Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, nicht verpflichtet, Typgenehmigungen anzuerkennen, die nach der vorhergehenden Änderungsserie zu dieser Regelung erteilt wurden.

13.3. Übergangsbestimmungen zur Änderungsserie 04.

13.3.1. Ab dem offiziellen Datum des Inkrafttretens der Änderungsserie 04 darf keine Vertragspartei, die diese UN-Regelung anwendet, die Erteilung oder Anerkennung einer Typgenehmigung nach dieser UN-Regelung in ihrer durch die Änderungsserie 04 geänderten Fassung verweigern.

13.3.2. Ab dem 1. September 2026 sind Vertragsparteien, die diese UN-Regelung anwenden, nicht mehr verpflichtet, UN-Typgenehmigungen nach einer der vorhergehenden Änderungsserie zu akzeptieren, die erstmals am oder nach dem 1. September 2026 ausgestellt wurden.

13.3.3. Bis zum 1. September 2027 akzeptieren Vertragsparteien, die diese UN-Regelung anwenden, UN-Typgenehmigungen nach der Änderungsserie 03, die erstmals vor dem 1. September 2026 ausgestellt wurden.

13.3.4. Ab dem 1. September 2027 sind Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, nicht mehr verpflichtet, Erweiterungen von Typgenehmigungen nach den vorhergehenden Änderungsserien zu dieser Regelung zu akzeptieren.

13.3.5. Unbeschadet des Absatzes 13.3.4 erkennen Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, weiterhin die nach der Änderungsserie 03 zu dieser Regelung erteilten Typgenehmigungen für Fahrzeuge und Fahrzeugsysteme an, die von den durch die Änderungsserie 04 eingeführten Änderungen nicht betroffen sind.

13.3.6. Abweichend von den vorstehenden Übergangsbestimmungen sind Vertragsparteien, die diese Regelung erst nach Inkrafttreten der Änderungsserie 04 anwenden, nicht verpflichtet, Typgenehmigungen anzuerkennen, die gemäß dieser Regelung in der Fassung einer der vorhergehenden Änderungsserien erteilt worden sind.

13.4. Übergangsbestimmungen zur Änderungsserie 05.

13.4.1. Nach dem Datum des Inkrafttretens der Änderungsserie 05 darf keine Vertragspartei, die diese Regelung anwendet, die Erteilung oder die Anerkennung von Typgenehmigungen nach dieser Regelung in ihrer durch die Änderungsserie 05 geänderten Fassung versagen.

13.4.2. Ab dem 1. September 2027 sind Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, nicht verpflichtet, Typgenehmigungen nach der vorhergehenden Änderungsserie, die erstmals nach dem 1. September 2027 erteilt wurden, anzuerkennen.

13.4.3. Bis zum 1. September 2029 erkennen die Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, Typgenehmigungen nach einer der vorangegangenen Änderungsserien an, die erstmals vor dem 1. September 2027 veröffentlicht wurden, sofern die Übergangsbestimmungen in den jeweiligen vorangegangenen Änderungsserien diese Möglichkeit vorsehen.

13.4.4. Ab dem 1. September 2029 sind Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, nicht mehr verpflichtet, Erweiterungen von Typgenehmigungen nach den vorhergehenden Änderungsserien zu dieser Regelung zu akzeptieren.

13.4.5. Ungeachtet des Absatzes 13.4.4 erkennen die Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, jedoch bis zum 1. September 2030 weiterhin Typgenehmigungen an, die gemäß der Änderungsserie 03 (vorbehaltlich des Absatzes 13.3.5) oder der Änderungsserie 04 dieser Regelung erteilt wurden, wobei die Bestimmungen des Absatzes 6.15.1 Buchstabe a der Änderungsserien 03 oder 04 dieser Regelung, die erstmals vor dem 1. September 2027 erteilt wurden, Anwendung finden.

13.4.6. Ungeachtet des Absatzes 13.4.4 müssen Vertragsparteien, die diese Regelung anwenden, weiterhin die nach der Änderungsserie 03 (vorbehaltlich des Absatzes 13.3.5) oder der Änderungsserie 04 dieser Regelung erteilten Typgenehmigungen für Fahrzeuge/Fahrzeugsysteme anerkennen, die von den durch die Änderungsserie 05 eingeführten Änderungen nicht betroffen sind.

13.4.7. Ungeachtet der vorstehenden Übergangsbestimmungen sind Vertragsparteien, die nach dem Inkrafttreten der Änderungsserie 05 mit der Anwendung dieser Regelung beginnen, nicht verpflichtet, UN-Typgenehmigungen anzuerkennen, die nach einer der vorhergehenden Änderungsserien zu dieser Regelung erteilt wurden, und nur zur Anerkennung der Typgenehmigung nach der Änderungsserie 05 verpflichtet.

ANHANG 1

TEIL 1

Mitteilung

(Größtes Format: A4 (210 mm x 297 mm))



Ausgestellt von: 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 seiner elektrischen Sicherheit nach der Regelung Nr. 100

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

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

2. Fahrzeugtyp: .....

3. Fahrzeugklasse: .....

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

.....

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

.....

6. Beschreibung des Fahrzeugs: .....

6.1. REESS-Typ: .....

6.1.1. Genehmigungsnummer des REESS oder Beschreibungen des REESS ([2])

6.2. Betriebsspannung: .....

6.3. Antriebssystem (z. B. Hybrid-, Elektroantriebssystem): .....

7. Fahrzeug zur Genehmigung vorgeführt am: .....

8. Technischer Dienst, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt: .....

.....

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

9. Datum des Gutachtens des technischen Dienstes: .....

10. Nummer des Gutachtens des technischen Dienstes: .....

11. Anbringungsstelle des Genehmigungszeichens: .....

12. Gründe für die Erweiterung der Genehmigung (falls zutreffend): ([2]) .....

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

14. Ort: .....

15. Datum: .....

16. Unterschrift: .....

17. Die mit dem Antrag auf Genehmigung oder Erweiterung der Genehmigung eingereichten Unterlagen sind auf Anforderung erhältlich.

18. Anmerkungen .....

TEIL 2

Mitteilung

(Größtes Format: A4 (210 mm x 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

eines REESS-Typs als Bauteil/selbstständige technische Einheit (2) nach der Regelung Nr. 100

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

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

2. REESS-Typ: .....

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

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

5. Beschreibung des REESS: .....

6. Einbaubeschränkungen für das REESS gemäß den Absätzen 6.4, 6.5, 6.10, 6.15 und 6.16: .....

6.1. Vorgesehene Fahrzeugklasse für den Einbau des REESS .....

7. REESS zur Genehmigung vorgeführt am: .....

8. Technischer Dienst, der die Prüfungen für die Genehmigung durchführt: .....

9. Datum des Gutachtens des technischen Dienstes: .....

10. Nummer des Gutachtens des technischen Dienstes: .....

11. Anbringungsstelle des Genehmigungszeichens: .....

12. Gründe für die Erweiterung der Genehmigung (falls zutreffend): (2) .....

13. Die Genehmigung wird erteilt/erweitert/versagt/zurückgenommen: (2) .....

14. Ort: .....

(1) Kennzahl des Landes, das die Genehmigung erteilt/erweitert/versagt/zurückgenommen hat (siehe Genehmigungsvorschriften in der Regelung).
(2) Nichtzutreffendes streichen.

15. Datum: ……

16. Unterschrift: ……

17. Die mit dem Antrag auf Genehmigung oder Erweiterung der Genehmigung eingereichten Unterlagen sind auf Anforderung erhältlich.

18. Anmerkungen ……

Anhang 1 – Anlage 1

Wesentliche Merkmale der Straßenfahrzeuge oder Systeme

1. Allgemeines

1.1. Fabrikmarke (Firmenname des Herstellers): .....

1.2. Typ: .....

1.3. Fahrzeugklasse: .....

1.4. Handelsbezeichnungen (falls vorhanden): .....

.....

1.5. Name und Anschrift des Herstellers: .....

.....

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

1.7. Zeichnung und/oder Fotografie des Fahrzeuges: .....

1.8. Genehmigungsnummer des REESS: .....

2. Elektromotor (Antriebsmotor)

2.1. Typ (Wicklung, Anregung): .....

2.2. Maximale Nettoleistung und/oder maximale Leistung pro 30 Minuten (kW): .....

3. REESS

3.1. Fabrik- oder Handelsmarke des REESS: .....

3.2. Angabe aller Typen der Zellen: .....

3.2.1. Chemische Eigenschaften der Zellen: .....

3.2.2. Physische Abmessungen: .....

3.2.3. Kapazität der Zelle (Ah): .....

3.3. Beschreibung, Zeichnungen oder Bilder des REESS mit Erläuterungen zu folgenden Punkten:

3.3.1. Aufbau: .....

3.3.2. Konfiguration (Anzahl der Zellen, Verbindungsart usw.): .....

3.3.3. Abmessungen: .....

3.3.4. Gehäuse (Aufbau, Werkstoffe und physische Abmessungen): .....

3.4. Elektrische Spezifikation: .....

3.4.1. Nennspannung (V): .....

3.4.2. Betriebsspannung (V): .....

3.4.3. Kapazität (Ah): .....

3.4.4. Maximale Stromstärke (A): .....

3.5. Gasrekombinationsrate (in %): .....

3.6. Beschreibung, Zeichnungen oder Bilder des Einbaus des REESS im Fahrzeug: .....

3.6.1. Physische Unterstützung: .....

3.7. Typ der Wärmeregelung: .....

3.8. Elektronische Steuerung: .....

4. Brennstoffzelle (falls vorhanden)

4.1. Fabrik- und Handelsmarke der Brennstoffzelle: .....

.....

4.2. Typen der Brennstoffzelle: .....

4.3. Nennspannung (V): .....

4.4. Anzahl der Zellen: .....

4.5. Art des Kühlsystems (falls vorhanden): .....

4.6. Höchstleistung (kW): .....

5. Sicherung und/oder Schutzschalter:

5.1. Typ: .....

5.2. Schematische Darstellung des Funktionsbereiches: .....

6. Kabelbündel

6.1. Typ: .....

7. Schutz gegen elektrische Stromschläge

7.1. Beschreibung des Schutzkonzepts: .....

8. Zusätzliche Daten

8.1. Kurzbeschreibung des Einbaus der Bauteile des Leistungsstromkreises oder Zeichnungen/Abbildungen, in denen die Anordnung der Bauteile des Leistungsstromkreises dargestellt ist: .....

8.2 Schematische Darstellung aller elektrischen Funktionen im Leistungsstromkreis:

8.3. Betriebsspannung (V): .....

Anhang 1 – Anlage 2

Wesentliche Merkmale des REESS

1. REESS

1.1. Fabrik- oder Handelsmarke des REESS: .....

1.1.1. REESS-Typ .....

1.2. Angabe aller Typen der Zellen: .....

1.2.1. Chemische Eigenschaften der Zellen: .....

1.2.2. Physische Abmessungen: .....

1.2.3. Kapazität der Zelle (Ah): .....

1.3. Beschreibung, Zeichnungen oder Bilder des REESS mit Erläuterungen zu folgenden Punkten:

1.3.1. Aufbau: .....

1.3.2. Konfiguration (Anzahl der Zellen, Verbindungsart usw.): .....

1.3.3. Abmessungen: .....

1.3.4. Gehäuse (Aufbau, Werkstoffe und physische Abmessungen): .....

1.4. Elektrische Spezifikation

1.4.1. Nennspannung (V):

1.4.2. Betriebsspannung (V): .....

1.4.3. Kapazität (Ah): .....

1.4.4. Maximale Stromstärke (A): .....

1.5. Gasrekombinationsrate (in %): .....

1.6. Beschreibung, Zeichnungen oder Bilder des Einbaus des REESS im Fahrzeug: .....

1.6.1. Physische Unterstützung: .....

1.7. Typ der Wärmeregelung: .....

1.8. Elektronische Steuerung: .....

1.9. Fahrzeugklasse, in die das REESS eingebaut werden kann: .....

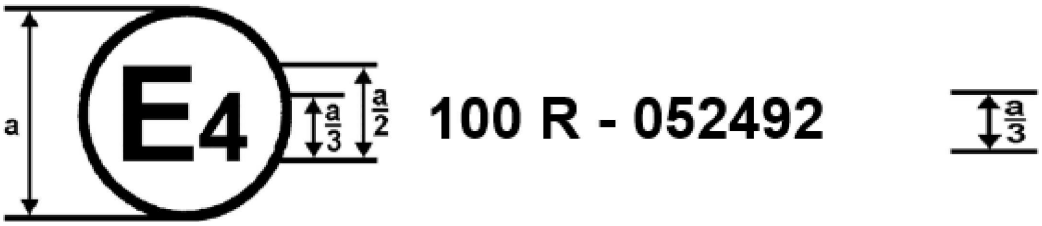
ANHANG 2

Anordnungen des Genehmigungszeichens

MUSTER A

(siehe Absatz 4.4 dieser Regelung)

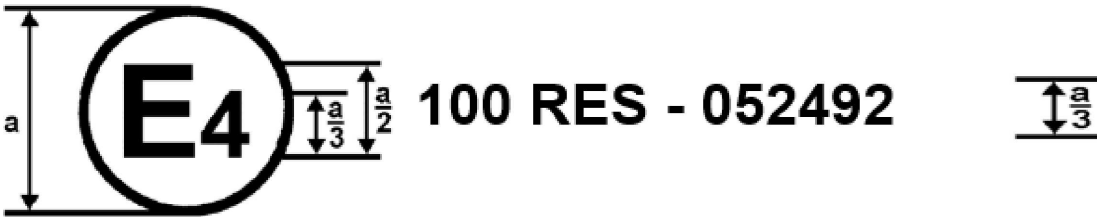
Abbildung 1



a = min. 8 mm

Das in Abbildung 1 dargestellte, an einem Fahrzeug angebrachte Genehmigungszeichen besagt, dass der betreffende Typ des Straßenfahrzeugs in den Niederlanden (E 4) nach der Regelung Nr. 100 unter der Genehmigungsnummer 052492 genehmigt worden ist. Aus den ersten beiden Ziffern der Genehmigungsnummer geht hervor, dass die Genehmigung nach den Vorschriften der Regelung Nr. 100 in ihrer durch die Änderungsserie 05 geänderten Fassung erteilt worden ist.

Abbildung 2

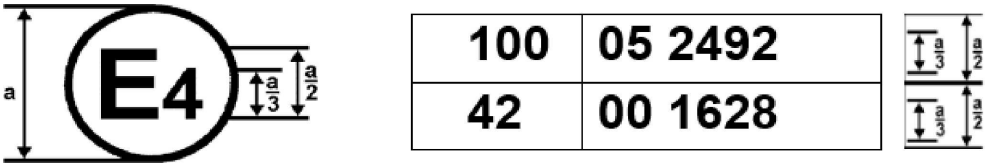


a = min. 8 mm

Das in Abbildung 2 dargestellte, an einem REESS angebrachte Genehmigungszeichen besagt, dass der betreffende REESS-Typ („ES“) in den Niederlanden (E 4) nach der Regelung Nr. 100 unter der Genehmigungsnummer 052492 genehmigt worden ist. Aus den ersten beiden Ziffern der Genehmigungsnummer geht hervor, dass die Genehmigung nach den Vorschriften der Regelung Nr. 100 in ihrer durch die Änderungsserie 05 geänderten Fassung erteilt worden ist.

MUSTER B

(siehe Absatz 4.5 dieser Regelung)



a = min. 8 mm

Das oben dargestellte, an einem Fahrzeug angebrachte Genehmigungszeichen besagt, dass das betreffende Straßenfahrzeug in den Niederlanden (E4) nach den Regelungen Nr. 100 und Nr. 42 genehmigt wurde. (*) Aus der Genehmigungsnummer geht hervor, dass bei der Erteilung der jeweiligen Genehmigungen die Regelung Nr. 100 die Änderungsserie 05 enthielt und die Regelung Nr. 42 noch in ihrer ursprünglichen Fassung vorlag.

(*) Die zweite Nummer dient nur als Beispiel.

ANHANG 3

Schutz gegen direktes Berühren spannungsführender Teile

1. Zugangssonden

Zugangssonden zum Prüfen des Schutzes von Personen gegen den Zugang zu aktiven Teilen sind in Tabelle 1 angegeben.

2. Prüfbedingungen

Die Zugangssonde wird gegen jede Öffnung des Gehäuses mit der in Tabelle 1 angegebenen Kraft gedrückt. Falls sie teilweise oder vollständig eindringt, wird sie in jede mögliche Lage gebracht; in keinem Fall darf jedoch die Anschlagfläche vollständig durch die Öffnung hindurchgehen.

Interne Isolierbarrieren gelten als Teil des Gehäuses.

Eine Niederspannungs-Stromquelle (nicht unter 40 V und nicht über 50 V) sollte in Reihe mit einer geeigneten Leuchte erforderlichenfalls zwischen die Sonde und aktive Teile an der Isolierbarriere oder im Gehäuse geschaltet werden.

Das Signalstromkreisverfahren sollte auch bei den sich bewegenden aktiven Teilen von Hochspannungsgeräten angewandt werden.

Es ist zulässig, die inneren sich bewegenden Teile langsam in Betrieb zu setzen, sofern dies möglich ist.

3. Annahmekriterien

Die Zugangssonde darf aktive Teile nicht berühren.

Wenn die Einhaltung dieser Vorschrift durch einen Signalstromkreis zwischen der Sonde und aktiven Teilen geprüft wird, darf die Leuchte nicht aufleuchten.

Bei der Prüfung für IPXXB darf der Gelenkprüffinger bis zu seiner Länge von 80 mm eindringen, aber die Anschlagfläche (Durchmesser 50 mm × 20 mm) darf nicht durch die Öffnung hindurchgehen. Ausgehend von der gestreckten Anordnung sind die beiden Glieder des Prüffingers nacheinander in einem Winkel bis zu 90 °, bezogen auf den benachbarten Abschnitt des Fingers, zu biegen und in jede mögliche Lage zu bringen.

Bei den Prüfungen für IPXXD darf die Zugangssonde in ihrer vollen Länge eindringen, aber die Anschlagfläche darf nicht vollständig durch die Öffnung hindurchgehen.

Tabelle 1

Zugangssonden für die Prüfungen des Schutzes von Personen gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen

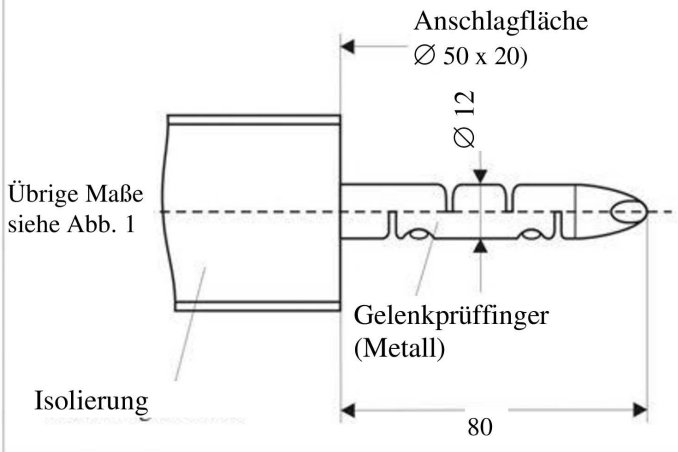
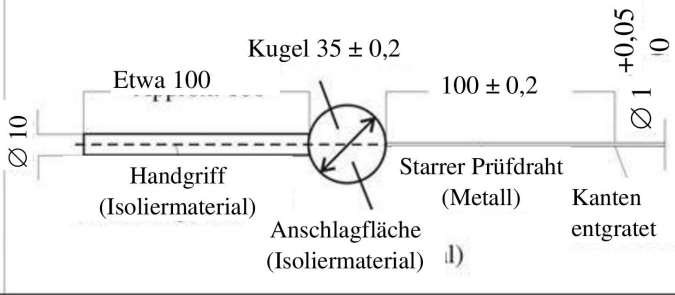
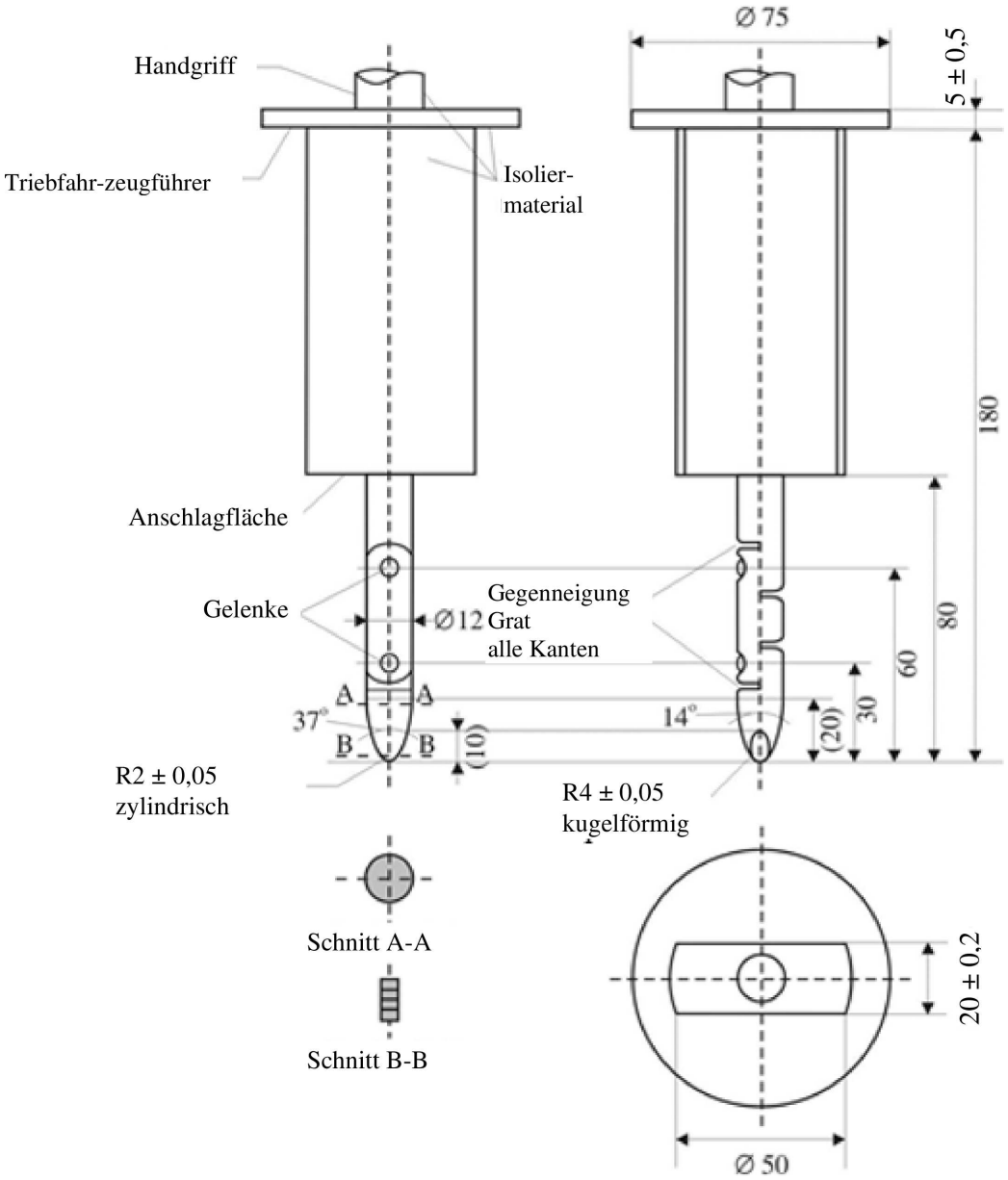
<table>
<tr><th>Erste Ziffer</th><th>Zusätzl. Buch-stabe</th><th>Zugangssonde (Abmessungen in mm)</th><th>Prüfkraft</th></tr>
<tr><td>2</td><td>B</td><td>Gelenkprüffinger

</td><td>10 N ± 10 %</td></tr>
<tr><td>4, 5, 6</td><td>D</td><td>Prüfdraht Durchmesser 1,0 mm, 100 mm lang

</td><td>1 N ± 10 %</td></tr>
</table>

Abbildung 1

Gelenkprüffinger



Werkstoff: Metall, falls nicht anders angegeben.

Lineare Abmessungen in mm

Toleranzen für Abmessungen ohne spezielle Toleranzangabe:

a) für Winkel: + 0/– 10 Sekunden;

b) für lineare Abmessungen:

i) bis 25 mm: 0/–0,05 mm:

ii) über 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.

ANHANG 4

Überprüfung des Potenzialausgleichs

1. 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:

a) Widerstandsprüfgerät: Messstrom mindestens 0,2 A.

b) Messauflösung: 0,01 Ω oder weniger.

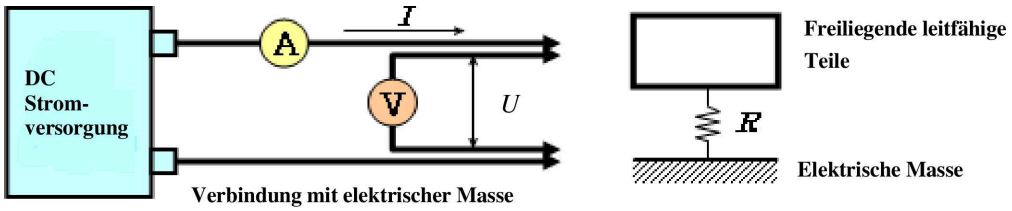
c) Der Widerstand R muss geringer als 0,1 Ω sein.

2. Prüfmethode mit Gleichstromversorgung, Voltmeter und Amperemeter

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

Abbildung 1

Beispiel für eine Prüfmethode mit Gleichstromversorgung



2.1. Prüfverfahren.

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 geringer 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 eine gemeinsame Klemme verwendet werden.

ANHANG 5A

Verfahren für die Messung des Isolationswiderstands bei der Prüfung am Fahrzeug

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 (dies wird im Folgenden als „getrennte Messung“ bezeichnet).

2. Messverfahren

Zur Messung des Isolationswiderstands ist unter den in den Absätzen 2.1 und 2.2 dieses Anhangs genannten Messverfahren ein geeignetes Verfahren auszuwählen, das von der elektrischen Ladung der aktiven Teile oder dem Isolationswiderstand usw. abhängt.

Megohmmeter- oder Oszilloskop-Messungen sind eine geeignete Alternative zu den nachstehend beschriebenen Verfahren zur Messung des Isolationswiderstands. In diesem Fall kann es notwendig sein, das bordeigene System zur Überwachung des Isolationswiderstands zu deaktivieren.

Der Bereich des zu messenden Stromkreises ist im Voraus z. B. mithilfe von Schaltplänen festzulegen. 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, z. B. das Entfernen von Überzügen, um die aktiven Teile freizulegen, das Ziehen von Messlinien, die Veränderung der Software usw.

Wenn die Messwerte wegen des Betriebs des bordeigenen Systems zur Überwachung des Isolationswiderstands nicht stabil sind, kann eine für die Durchführung der Messung erforderliche Veränderung 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 im Hinblick auf Kurzschlüsse und Stromschläge geboten, da für diesen Nachweis direkte Eingriffe in den Hochspannungsstromkreis erforderlich sein könnten.

2.1. Messmethode unter Verwendung von Gleichstrom aus externen Stromquellen

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.

2.1.2. Messverfahren

Ein Gerät zur Prüfung des Isolationswiderstands ist zwischen die aktiven Teile und die elektrische Masse zu schalten. Dann ist der Isolationswiderstand zu messen, 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.

2.2. Messverfahren unter Verwendung des fahrzeugeigenen REESS als Gleichstromquelle

2.2.1. Prüfbedingungen für das Fahrzeug

Die Hochspannungssammelschiene muss durch das fahrzeugeigene REESS und/oder das System zur Umwandlung elektrischer Energie mit Energie versorgt werden, und die Spannung des REESS und/oder des Systems zur Umwandlung elektrischer Energie muss während der gesamten Prüfung mindestens der vom Fahrzeughersteller angegebenen Nennbetriebsspannung entsprechen.

2.2.2. Messgerät

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

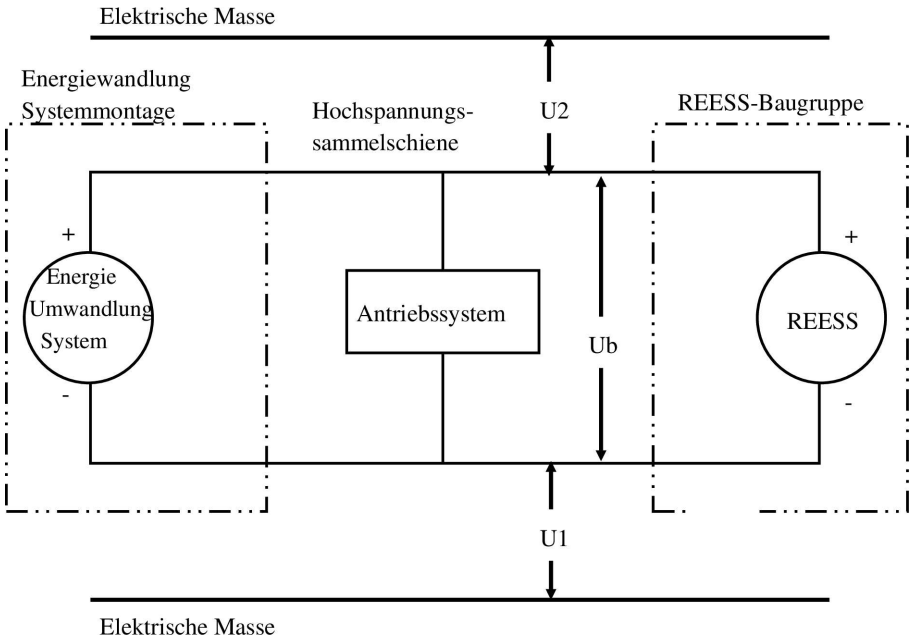
2.2.3. Messverfahren

2.2.3.1. Schritt eins

Die Spannung wird entsprechend der Darstellung in Abbildung 1 gemessen, und die Spannung der Hochspannungssammelschiene (Ub) wird aufgezeichnet. Ub muss gleich oder größer als die vom Fahrzeughersteller angegebene Nennbetriebsspannung des REESS und/oder des Systems zur Umwandlung elektrischer Energie sein.

Abbildung 1

Messung von Ub, U1, U2



2.2.3.2. Schritt zwei

Die Spannung (U1) zwischen der Minus-Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse wird gemessen und aufgezeichnet (siehe Abbildung 1).

2.2.3.3. Schritt drei

Die Spannung (U2) zwischen der Plus-Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse wird gemessen und aufgezeichnet (siehe Abbildung 1).

2.2.3.4. Schritt vier

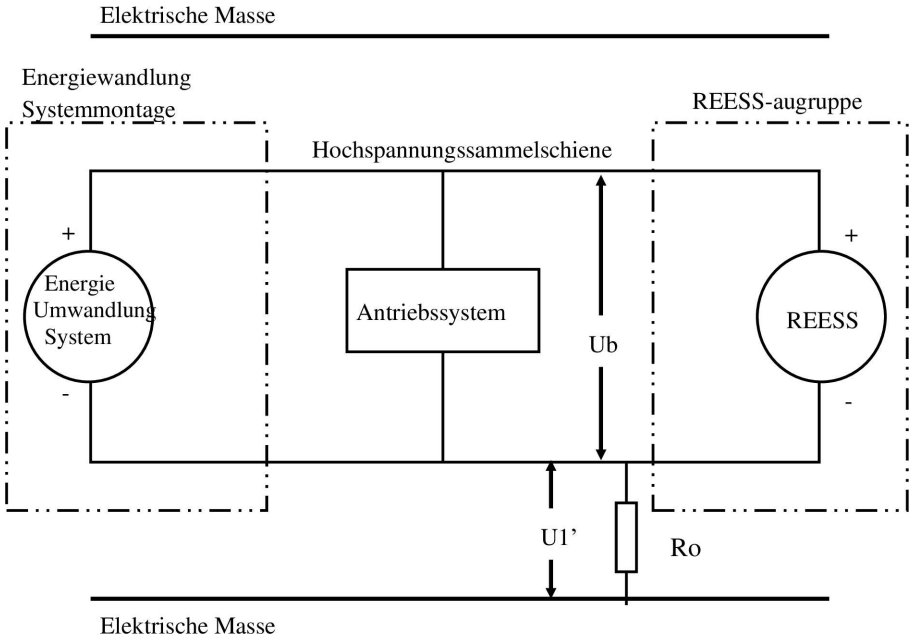
Wenn U1 größer oder gleich U2 ist, wird zwischen die Minusseite der Hochspannungssammelschiene und die elektrische Masse ein bekannter Vergleichswiderstand (Ro) geschaltet. Wenn Ro geschaltet ist, wird die Spannung (U1') zwischen der Minus-Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse gemessen (siehe Abbildung 2).

Der Innenwiderstand (Ri) wird nach der nachstehenden Formel berechnet:

$$Ri = Ro*Ub*(1/U1' - 1/U1)$$

Abbildung 2

Messung von U1'



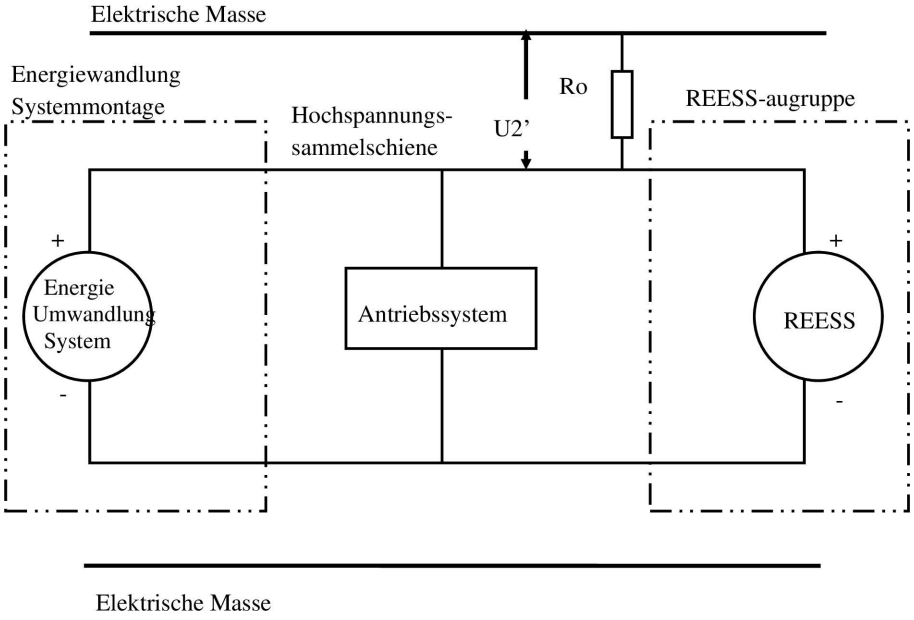
Wenn U2 größer als U1 ist, wird zwischen die Plusseite der Hochspannungssammelschiene und die elektrische Masse ein bekannter Vergleichswiderstand (Ro) geschaltet. Wenn Ro geschaltet ist, wird die Spannung (U2') zwischen der Minus-Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse gemessen (siehe Abbildung 3). Der Innenwiderstand (Ri) wird nach der dargestellten Formel berechnet. Dieser Wert des Innenwiderstands (in Ω) wird durch den Nennwert der Betriebsspannung der Hochspannungssammelschiene (in V) dividiert.

Der Innenwiderstand (Ri) wird nach der nachstehenden Formel berechnet:

$$Ri = Ro*Ub*(1/U2' - 1/U2)$$

Abbildung 3

Messung von U2'



2.2.3.5. Schritt fünf

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

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

ANHANG 5B

Verfahren für die am REESS im Rahmen einer Prüfung am Bauteil durchgeführte Messung des Isolationswiderstands

1. Messverfahren

Zur Messung des Isolationswiderstands ist unter den in den Absätzen 1.1 bis 1.2 dieses Anhangs genannten Messverfahren ein geeignetes Verfahren auszuwählen, das von der elektrischen Ladung der aktiven Teile oder dem Isolationswiderstand usw. abhängt.

Megohmmeter- oder Oszilloskop-Messungen sind eine geeignete Alternative zu den nachstehend beschriebenen Verfahren zur Messung des Isolationswiderstands. In diesem Fall kann es notwendig sein, das bordeigene System zur Überwachung des Isolationswiderstands zu deaktivieren.

Der Bereich des zu messenden Stromkreises ist im Voraus z. B. mithilfe von Schaltplänen festzulegen. Sind die Hochspannungssammelschienen galvanisch voneinander isoliert, ist der Isolationswiderstand für jeden Stromkreis zu messen.

Kann die Betriebsspannung des Prüfmusters (V_b in Abbildung 1) nicht gemessen werden (z. B. aufgrund einer Abtrennung des Stromkreises durch Hauptschütze oder Sicherungen), so kann die Prüfung mit einem geänderten Prüfmuster durchgeführt werden, um die Messung der internen Spannungen (oberhalb der Hauptkontakte) zu ermöglichen.

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

Wenn die Messwerte z. B. wegen des Betriebs des 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. Für den Fall, dass die Einrichtung entfernt wird, ist darüber hinaus anhand von Zeichnungen nachzuweisen, dass der Isolationswiderstand zwischen den aktiven Teilen und der Erdung, die vom Hersteller als ein Punkt angegeben wird, der mit der elektrischen Masse beim Einbau ins Fahrzeug zu verbinden ist, davon nicht geändert wird.

Diese Änderungen dürfen die Ergebnisse der Prüfung nicht beeinflussen.

Größte Vorsicht ist im Hinblick auf Kurzschlüsse und Stromschläge geboten, da für diesen Nachweis direkte Eingriffe in den Hochspannungsstromkreis erforderlich sein könnten.

1.1. Messmethode unter Verwendung von Gleichstrom aus externen Stromquellen

1.1.1. Messgerät

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

1.1.2. Messverfahren

Ein Gerät zur Prüfung des Isolationswiderstands ist zwischen die aktiven Teile und die Erdung zu schalten. Anschließend wird der Isolationswiderstand gemessen.

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 Erdung getrennt gemessen werden, indem mindestens die Hälfte ihrer eigenen Betriebsspannung angelegt wird, wobei die oben genannten Bauteile vom Stromkreis getrennt sind.

1.2. Messverfahren unter Verwendung des Prüfmusters als Gleichstromquelle

1.2.1. Prüfbedingungen

Das Spannungsniveau des Prüfmusters während der Prüfung muss mindestens der normalen Betriebsspannung des Prüfmusters entsprechen.

1.2.2. Messgerät

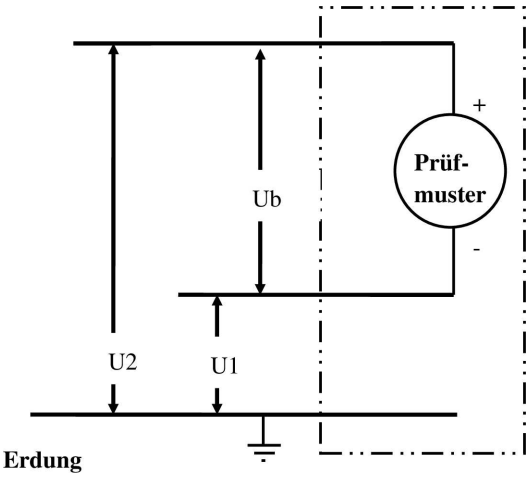
Das bei dieser Prüfung verwendete Voltmeter muss Gleichspannung messen und einen Innenwiderstand von mindestens 10 MΩ haben.

1.2.3. Messverfahren

1.2.3.1. Schritt eins

Die Spannung wird entsprechend der Darstellung in Abbildung 1 gemessen, und die Spannung des Prüfmusters (Ub in Abbildung 1) wird aufgezeichnet. Ub muss gleich oder größer sein als die Nennbetriebsspannung des Prüfmusters.

Abbildung 1



1.2.3.2. Schritt zwei

Die Spannung (U1) zwischen dem Minus-Pol des Prüfmusters und der Erdung wird gemessen und aufgezeichnet (siehe Abbildung 1).

1.2.3.3. Schritt drei

Die Spannung (U2) zwischen dem Plus-Pol des Prüfmusters und der Erdung wird gemessen und aufgezeichnet (siehe Abbildung 1).

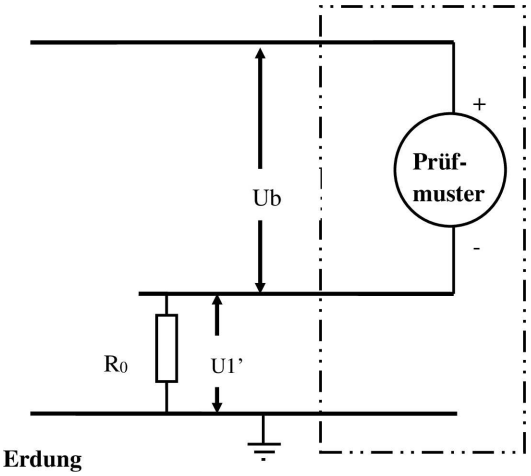
1.2.3.4. Schritt vier

Wenn U_1 größer oder gleich U_2 ist, wird zwischen den Minus-Pol des Prüfmusters und die Erdung ein bekannter Vergleichswiderstand (Ro) geschaltet. Wenn Ro geschaltet ist, wird die Spannung (U_1') zwischen dem Minus-Pol des Prüfmusters und der Erdung gemessen (siehe Abbildung 2).

Der Innenwiderstand (Ri) wird nach der nachstehenden Formel berechnet:

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

Abbildung 2

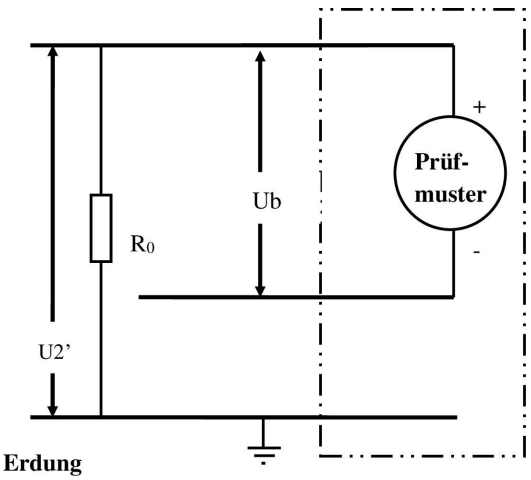


Wenn U_2 größer als U_1 ist, wird zwischen den Plus-Pol des Prüfmusters und die Erdung ein bekannter Vergleichswiderstand (Ro) geschaltet. Wenn Ro geschaltet ist, wird die Spannung (U_2') zwischen dem Plus-Pol des Prüfmusters und der Erdung gemessen (siehe Abbildung 3).

Der Innenwiderstand (Ri) wird nach der nachstehenden Formel berechnet:

$$Ri = Ro*Ub*(1/U_2' - 1/U_2)$$

Abbildung 3



1.2.3.5. Schritt fünf

Der Innenwiderstand Ri (in Ω), dividiert durch die Nennspannung des Prüfmusters (in V), ergibt den Isolationswiderstand (in Ω/V).

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

ANHANG 6

Verfahren zur Kontrolle der Funktion eines bordeigenen Systems zur Überwachung des Isolationswiderstands

Die Funktion des bordeigenen Systems zur Überwachung des Isolationswiderstands ist nach folgendem Verfahren zu prüfen:

a) Bestimmung des Isolationswiderstand Ri des Elektroantriebs einschließlich des Überwachungssystems für die elektrische Isolation nach dem in Anhang 5A beschriebenen Verfahren.

b) Beträgt der nach den Absätzen 5.1.3.1 oder 5.1.3.2 erforderliche Mindestwert des Isolationswiderstands 100 Ω/V, ist ein Widerstand mit dem Widerstandswert Ro, der einen niedrigeren Wert für U_1 oder U_2 (gemessen nach Anhang 5A Absatz 2.2.3) aufweist, zwischen einer der beiden Seiten der Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse einzufügen. Die Größe des Widerstands Ro muss so gewählt werden, dass:

$$1/(1/(95xU) - 1/Ri) \leq Ro < 1/(1/(100xU) - 1/Ri),$$

wobei U die Betriebsspannung des Elektroantriebs ist.

c) Beträgt der nach den Absätzen 5.1.3.1 oder 5.1.3.2 erforderliche Mindestwert des Isolationswiderstands 500 Ω/V, ist ein Widerstand mit dem Widerstandswert Ro, der einen niedrigeren Wert für U_1 oder U_2 (gemessen nach Anhang 5A Absatz 2.2.3) aufweist, zwischen einer der beiden Seiten der Hochspannungssammelschiene und der elektrischen Masse einzufügen. Die Größe des Widerstands Ro muss so gewählt werden, dass:

$$1/(1/(475xU) - 1/Ri) \leq Ro < 1/(1/(500xU) - 1/Ri),$$

wobei U die Betriebsspannung des Elektroantriebs ist.

ANHANG 7A

Nachweismethode für Prüfstellen zur dokumentationsbasierten Bestätigung der Einhaltung der Konformität des Isolationswiderstands der elektrischen Konstruktion des Fahrzeugs nach Wassereinwirkung auf Grundlage der Dokumentation

Dieser Anhang beschreibt die anwendbaren Anforderungen bei der Zertifizierung von Hochspannungsgeräten oder Systembauteilen des Herstellers gegen schädliche Wassereinwirkung anstelle einer physikalischen Prüfung. Generell müssen die elektrische Konstruktion oder die elektrischen Bauteile der Fahrzeuge den Vorschriften nach den Absätzen „5.1.1 Schutz gegen direktes Berühren", „5.1.2 Schutz gegen indirektes Berühren" bzw. „5.1.3 Isolationswiderstand" entsprechen. Dies wird von der Prüfstelle separat überprüft. Die Fahrzeughersteller müssen den Prüfstellen Informationen zur Verfügung stellen, die als Bezugspunkt die Einbaulage für jedes Hochspannungsbauteil im/am Fahrzeug angeben.

1. Die Unterlagen enthalten Informationen darüber,

   a) wie der Hersteller die Konformität des Isolationswiderstandes der elektrischen Konstruktion des Fahrzeugs unter Verwendung von Süßwasser geprüft hat;

   b) wie nach der Prüfung das Hochspannungsbauteil oder -system auf Wassereintritt geprüft wurde und wie jedes Hochspannungsbauteil oder -system je nach Einbaulage den entsprechenden Schutzgrad gegen Wasser erfüllt.

2. Die Prüfstelle überprüft und bestätigt die Authentizität der dokumentierten Bedingungen, die während des Zertifizierungsprozesses vom Hersteller eingehalten wurden und hätten eingehalten werden müssen:

2.1. Es ist zulässig, dass während der Prüfung die im Inneren des Gehäuses enthaltene Feuchtigkeit teilweise kondensiert. Eventuell niedergeschlagener Tau gilt nicht als Wassereintritt. Für die Zwecke der Prüfungen wird die Oberfläche des geprüften Hochspannungsbauteils oder -systems mit einer Genauigkeit von 10 Prozent berechnet. Wenn möglich, sollte das geprüfte Hochspannungsbauteil oder -system unter Spannung betrieben werden. Wenn das geprüfte Hochspannungsbauteil oder -system unter Spannung steht, werden angemessene Sicherheitsvorkehrungen getroffen.

2.2. Bei extern (z. B. im Motorraum) angebrachten elektrischen Bauteilen, die nach unten offen sind und sich sowohl an exponierten als auch an geschützten Stellen befinden, muss die Prüfstelle für die Bestätigung der Konformität prüfen, ob die Prüfung durch Besprühen des Hochspannungsbauteils oder -systems aus allen praktisch machbaren Richtungen mit einem Wasserstrahl aus einer Standard-Prüfdüse (siehe Abbildung 1) erfolgt. Bei der Prüfung werden insbesondere die folgenden Parameter eingehalten:

   a) Innendurchmesser der Düse: 6,3 mm.

   b) Abgabeleistung: 11,9 – 13,2 l/min.

   c) Wasserdruck an der Düse: ca. 30 kPa (0,3 bar).

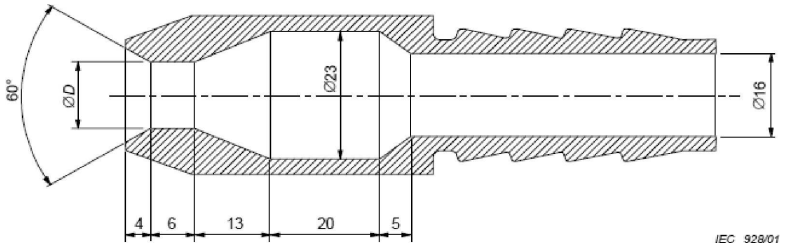
   d) Prüfdauer pro m^2 Oberfläche des geprüften Hochspannungsbauteils oder -systems: 1 min

   e) Mindestprüfdauer: 3 min.

   f) Entfernung von der Düse zur Oberfläche des geprüften Hochspannungsbauteils oder -systems: ca. 3 m (die Entfernung kann gegebenenfalls verkürzt werden, um beim Sprühen nach oben eine ordnungsgemäße Benetzung sicherzustellen).

Abbildung 1

Standarddüse für die Prüfung



Abmessungen in mm

D ist 6,3 mm, wie unter Buchstabe a oben angegeben.

2.3. Bei extern (z. B. im Motorraum) angebrachten elektrischen Bauteilen, die von unten abgedeckt sind, überprüft die Prüfstelle zur Bestätigung der Konformität Folgendes:

a) Die Abdeckung schützt das Bauteil gegen direktes Sprühwasser von unten und ist nicht sichtbar.

b) Die Prüfung wird unter Verwendung einer Spritzprüfdüse durchgeführt (siehe Abbildung 2).

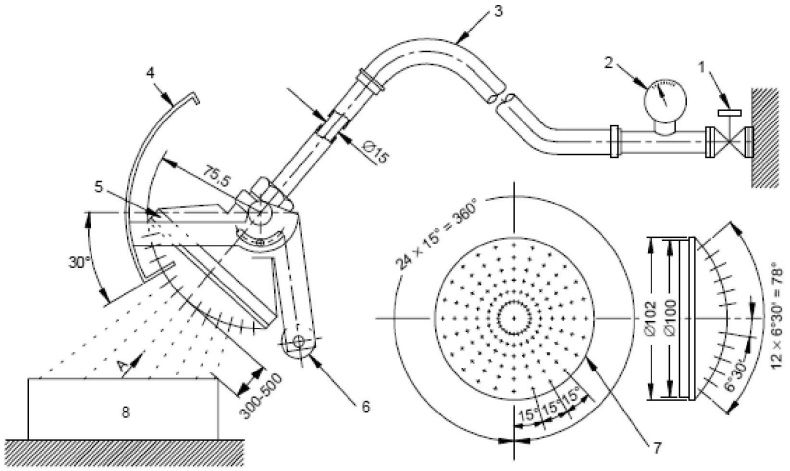
c) Die bewegliche Abschirmung wird von der Sprühdüse entfernt und die Maschine wird aus allen praktisch machbaren Richtungen besprüht.

d) Der Wasserdruck wird so eingestellt, dass sich ein Durchsatz von (10 ± 0,5) l/min ergibt (Druck ungefähr zwischen 80 kPa und100 kPa (0,8 bar bis 1,0 bar)).

e) Die Prüfdauer beträgt 1 min/m² berechneter Fläche der Maschine (ohne Montagefläche und Kühlrippe) mit einer Mindestdauer von 5 min.

Abbildung 2

Spritzprüfdüse



Abmessungen in mm

Von Pfeil A aus gesehen (mit abgenommener Abschirmung)

IEC 927/01

Anmerkung:

1. Absperrhahn
2. Druckmesser
3. Schlauch
7. Sprühdüse – Messing mit 121 Öffnungen Ø 0,5:
   1. Öffnung in der Mitte
   2. Innenkreis mit 12 Öffnungen, Winkelabstand 30°

4. Bewegliche Abschirmung – Aluminium
5. Sprühdüse
6. Gegengewicht
7. Außenkreis mit 24 Öffnungen, Winkelabstand 15°
8. Geprüfte Maschine

3. Das gesamte Hochspannungssystem oder jedes Bauteil wird auf die Einhaltung der Anforderung an den Isolationswiderstand gemäß Absatz 5.1.3 geprüft, wobei die folgenden Bedingungen gelten:

   a) Die elektrische Masse wird durch einen elektrischen Leiter simuliert, z. B. eine Metallplatte; die Bauteile werden mittels ihrer Standardbefestigungsvorrichtungen daran befestigt.

   b) Etwaige vorhandene Kabel werden mit dem Bauteil verbunden.

4. Die Teile, die während des Betriebs nicht nass werden sollen, dürfen nicht nass werden und es wird keine Ansammlung von Wasser, das sie erreicht haben könnte, innerhalb des Hochspannungsbauteils oder -systems toleriert.

ANHANG 7B

Verfahren für Prüfungen am Fahrzeug für den Schutz gegen die Einwirkung von Wasser

1. Wäsche

Diese Prüfung soll die normale Fahrzeugwäsche simulieren, nicht aber eine spezielle Reinigung mit hohem Wasserdruck oder eine Unterbodenwäsche.

Die Bereiche, die diese Prüfung betrifft, sind die Begrenzungslinien, d. h. die Dichtungen zwischen zwei Teilen wie Klappen, Glasdichtungen, die Umrisse sich öffnender Teilen, Umrisse des Kühlergrills und Dichtungen von Leuchten.

Alle Begrenzungslinien sind freizulegen; diesen wird mit dem Wasserstrahl unter Verwendung einer Schlauchdüse und in Übereinstimmung mit der Schutzart IPX5 gemäß Anhang 7A in alle Richtungen gefolgt.

2. Fahren durch stehendes Wasser

Das Fahrzeug muss durch ein Watbecken mit 10 cm Wassertiefe über eine Strecke von 500 m mit einer Geschwindigkeit von 20 km/h für eine Dauer von etwa 1,5 Min. gefahren werden. Ist das verwendete Watbecken kürzer als 500 m, muss das Fahrzeug es mehrmals durchfahren. Die Gesamtdauer, einschließlich der Zeitabschnitte außerhalb des Watbeckens, muss weniger als 10 Min. betragen.

ANHANG 8

Bestimmung der Wasserstoffemissionen während der Aufladung des REESS

1. Einführung

In diesem Anhang ist das Verfahren für die Bestimmung der Wasserstoffemissionen während der Aufladung der REESS aller Straßenfahrzeuge nach Absatz 5.4 der vorliegenden Regelung beschrieben.

2. Beschreibung der Prüfung

Bei der Wasserstoffemissionsprüfung (Anhang 8 Abbildung 1) werden die Wasserstoffemissionen während der Aufladung des REESS mit dem Ladegerät bestimmt. Die Prüfung besteht aus folgenden Schritten:

a) Vorbereitung des Fahrzeugs/REESS;

b) Entladung des REESS;

c) Bestimmung der Wasserstoffemissionen während einer normalen Aufladung;

d) Bestimmung der Wasserstoffemissionen während einer Aufladung bei Störung des Ladegeräts.

3. Prüfungen

3.1. Prüfung am Fahrzeug

3.1.1. Das Fahrzeug muss in einem guten technischen Zustand sein und an sieben Tagen vor der Prüfung eine Strecke von mindestens 300 km zurückgelegt haben. Das Fahrzeug muss während dieser Zeit mit dem für die Wasserstoffemissionsprüfung vorgesehenen REESS ausgerüstet sein.

3.1.2. Wenn das REESS bei einer höheren als der Umgebungstemperatur verwendet wird, muss der Fahrer das vom Hersteller beschriebene Verfahren anwenden, um die Temperatur des REESS im normalen Betriebsbereich zu halten.

Der Bevollmächtigte des Herstellers muss bescheinigen können, dass das System zur Wärmeregulierung des REESS weder beschädigt noch eingeschränkt funktionsfähig ist.

3.2. Prüfung am Bauteil

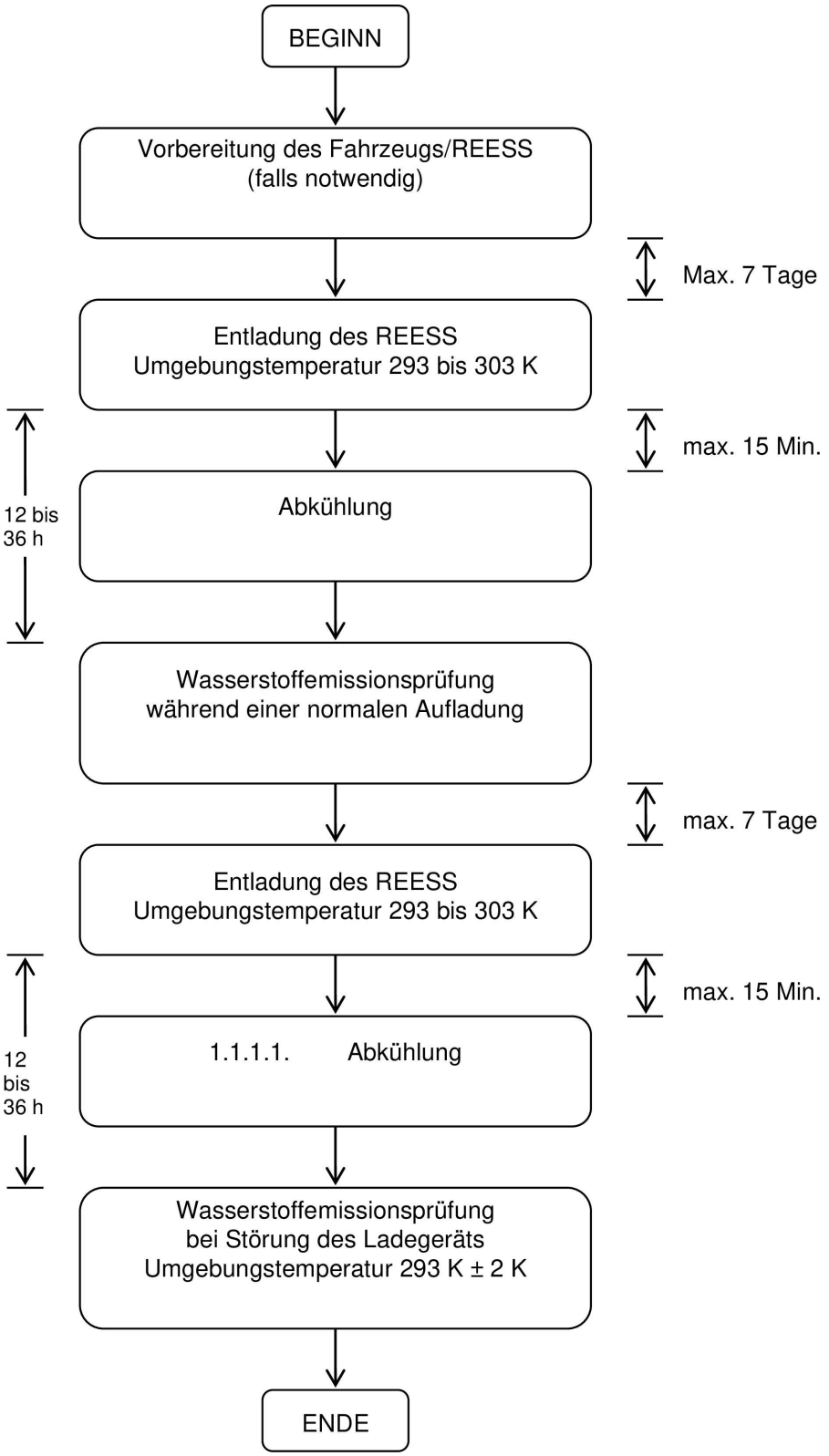
3.2.1. Das REESS muss in gutem technischem Zustand und mindestens fünf Standardzyklen (gemäß Anhang 9 Anlage 1) unterzogen worden sein.

3.2.2. Wenn das REESS bei einer höheren als der Umgebungstemperatur verwendet wird, muss der Fahrer das vom Hersteller beschriebene Verfahren anwenden, um die Temperatur des REESS im normalen Betriebsbereich zu halten.

Der Bevollmächtigte des Herstellers muss bescheinigen können, dass das System zur Wärmeregulierung des REESS weder beschädigt noch eingeschränkt funktionsfähig ist.

Abbildung 1

Bestimmung der Wasserstoffemissionen während der Aufladung des REESS



4. Prüfeinrichtung für die Wasserstoffemissionsprüfung

4.1. Rollenprüfstand

Der Rollenprüfstand muss den Anforderungen der Änderungsserie 06 zur Regelung Nr. 83 entsprechen.

4.2. Raum zur Messung der Wasserstoffemissionen

Der Raum zur Messung der Wasserstoffemissionen muss eine gasdichte Messkammer sein, die das Prüffahrzeug/REESS aufnehmen kann. Das Fahrzeug/REESS muss von allen Seiten zugänglich sein, und der geschlossene Prüfraum muss entsprechend den Vorschriften der Anlage 1 des vorliegenden Anhangs gasdicht sein. Die Innenwand des Prüfraums muss gegenüber Wasserstoff undurchlässig und reaktionsträge sein. Mit der Temperieranlage muss die Lufttemperatur im Prüfraum so geregelt werden können, dass sie während der gesamten Prüfung der vorgeschriebenen Temperatur mit einer mittleren Abweichung von ± 2 K während der Prüfdauer entspricht.

Zum Ausgleich der Volumenänderungen aufgrund der Wasserstoffemissionen im Prüfraum kann entweder ein Prüfraum mit veränderlichem Volumen oder eine andere Prüfeinrichtung verwendet werden. Der Prüfraum mit veränderlichem Volumen wird mit der Änderung der Wasserstoffemissionen in seinem Innern größer oder kleiner. Die Änderungen des Innenvolumens können entweder mithilfe von beweglichen Wandplatten oder eines Faltenbalgs erfolgen, bei dem undurchlässige Luftsäcke in dem Prüfraum sich mit der Änderung des Innendrucks durch den Luftaustausch ausdehnen oder zusammenziehen. Bei jeder Art der Volumenanpassung muss der Dichtheitszustand des Prüfraums in Übereinstimmung mit Anhang 8 Anlage 1 erhalten bleiben.

Bei jeder Art der Volumenanpassung muss die Differenz zwischen dem Innendruck des Prüfraums und dem Luftdruck auf einen Höchstwert von ± 5 hPa begrenzt sein.

Der Prüfraum muss durch Sperrvorrichtungen auf ein festes Volumen begrenzt werden können. Bei einem Prüfraum mit veränderlichem Volumen muss eine Änderung gegenüber seinem „Nennvolumen“ (siehe Anhang 8 Anlage 1 Absatz 2.1.1) möglich sein, wobei Wasserstoffemissionen während der Prüfung berücksichtigt werden.

4.3. Analysesysteme

4.3.1. Wasserstoffanalysator

4.3.1.1. Die Atmosphäre in der Kammer wird mit einem Wasserstoffanalysator (elektrochemischer Detektor) oder einem Chromatografen mit Wärmeleitfähigkeitsdetektion überwacht. Die Gasprobe ist im Mittelpunkt einer Seitenwand oder der Decke der Kammer zu entnehmen, und jeder Nebenstrom ist in den Prüfraum zurückzuleiten, und zwar möglichst zu einer Stelle unmittelbar hinter dem Mischventilator.

4.3.1.2. Die Ansprechzeit des Wasserstoffanalysators muss bis 90 % des Skalenendwerts weniger als 10 Sekunden betragen. Seine Messbeständigkeit muss für eine Dauer von 15 Minuten bei allen Messbereichen bei null und bei 80 % ± 20 % des Skalenendwerts besser als 2 % des Skalenendwerts sein.

4.3.1.3. Die Wiederholpräzision des Analysators, ausgedrückt als eine Standardabweichung, muss bei allen verwendeten Messbereichen bei Null und bei 80 % ± 20 % des Skalenendwerts besser als 1 % des Skalenendwerts sein.

4.3.1.4. Die Messbereiche des Analysators müssen so gewählt werden, dass bei den Messungen, der Kalibrierung und den Dichtheitsprüfungen die bestmögliche Genauigkeit gewährleistet ist.

4.3.2. Datenaufzeichnungsgerät des Wasserstoffanalysators

Der Wasserstoffanalysator muss mit einem System, das das elektrische Ausgangssignal mindestens einmal pro Minute aufzeichnet, ausgerüstet sein. Die Betriebskenngrößen des Aufzeichnungsgeräts müssen den Kenngrößen des aufgezeichneten Signals mindestens äquivalent sein, und die Ergebnisse müssen kontinuierlich aufgezeichnet werden. In der Aufzeichnung müssen jeweils der Beginn und das Ende der Prüfung bei normaler Aufladung und bei Ladestörung klar angezeigt werden.

4.4. Aufzeichnung der Temperatur

4.4.1. Die Temperatur in der Kammer wird an zwei Stellen mithilfe von Temperatursensoren, die so angeschlossen sind, dass sie einen Mittelwert anzeigen, aufgezeichnet. Die Messpunkte befinden sich im Prüfraum ungefähr 0,1 m vor der vertikalen Mittellinie jeder Seitenwand in einer Höhe von 0,9 m ± 0,2 m.

4.4.2. Die Temperatur der Zellen wird mithilfe der Sensoren aufgezeichnet.

4.4.3. Die Temperaturen müssen während der gesamten Dauer der Wasserstoffemissionsmessungen mindestens einmal pro Minute aufgezeichnet werden.

4.4.4. Die Genauigkeit des Temperaturschreibers muss ± 1,0 K und die Messwertauflösung ± 0,1 K betragen.

4.4.5. Das Aufzeichnungs- oder Datenverarbeitungssystem muss eine Auflösung von ± 15 Sekunden haben.

4.5. Aufzeichnung des Drucks

4.5.1. Die Differenz Δp zwischen dem Luftdruck im Prüfbereich und dem Innendruck im Prüfraum muss während der gesamten Dauer der Wasserstoffemissionsmessungen mindestens einmal pro Minute aufgezeichnet werden.

4.5.2. Die Genauigkeit des Druckschreibers muss ± 2 hPa und die Messwertauflösung ± 0,2 hPa betragen.

4.5.3. Das Aufzeichnungs- oder Datenverarbeitungssystem muss eine Auflösung von ± 15 Sekunden haben.

4.6. Aufzeichnung der Spannung und der Stromstärke

4.6.1. Die Spannung des eingebauten Ladegeräts und die Stromstärke (Batterie) müssen während der gesamten Dauer der Wasserstoffemissionsmessungen mindestens einmal pro Minute aufgezeichnet werden.

4.6.2. Die Genauigkeit des Spannungsschreibers muss ± 1 V und die Messwertauflösung ± 0,1 V betragen.

4.6.3. Die Genauigkeit des Aufzeichnungsgeräts für die Stromstärke muss ± 0,5 A und die Messwertauflösung ± 0,05 A betragen.

4.6.4. Das Aufzeichnungs- oder Datenverarbeitungssystem muss eine Auflösung von ± 15 Sekunden haben.

4.7. Ventilatoren

In der Kammer müssen sich ein oder mehrere Ventilatoren oder Gebläse mit einer möglichen Fördermenge von 0,1 m^3/Sekunde bis 0,5 m^3/Sekunde befinden, mit denen die Luft im Prüfraum gründlich durchgemischt wird. In der Kammer müssen während der Messungen eine gleichbleibende Temperatur und Wasserstoffkonzentration erreicht werden können. Das Fahrzeug darf im Prüfraum keinem direkten Luftstrom aus den Ventilatoren oder Gebläsen ausgesetzt sein.

4.8. Gase

4.8.1. Folgende reine Gase müssen für die Kalibrierung und den Betrieb der Geräte verfügbar sein:

a) gereinigte synthetische Luft (Reinheit < 1 ppm C_1 Äquivalent; < 1 ppm CO; < 400 ppm CO_2; <0,1 ppm NO); Sauerstoffgehalt zwischen 18 Vol.-% und 21 Vol.-%

b) Wasserstoff (H_2); 99,5 % Mindestreinheit.

4.8.2. Die Kalibriergase müssen ein Gemisch aus Wasserstoff (H_2) und gereinigter synthetischer Luft enthalten. Die tatsächliche Konzentration eines Kalibriergases muss dem angegebenen Wert auf ± 2 % genau entsprechen. Wenn ein Gasmischdosierer verwendet wird, muss die tatsächliche Konzentration der verdünnten Gase auf ± 2 % genau erreicht werden. Die in der Anhang 8 Anlage 1 angegebenen Konzentrationen können auch mit einem Gasmischdosierer durch Verdünnung mit synthetischer Luft erzielt werden.

5. Prüfverfahren

Die Prüfung besteht aus den folgenden fünf Schritten:

a) Vorbereitung des Fahrzeugs/REESS;

b) Entladung des REESS

c) Bestimmung der Wasserstoffemissionen während einer normalen Aufladung;

d) Entladung der Antriebsbatterie;

e) Bestimmung der Wasserstoffemissionen während einer Aufladung bei Störung des Ladegeräts.

Wenn das Fahrzeug/REESS zwischen zwei Prüfschritten bewegt werden muss, ist es in den nächsten Prüfbereich zu schieben.

5.1. Prüfung am Fahrzeug

5.1.1. Vorbereitung des Fahrzeugs

Die Alterung des REESS ist zu überprüfen, indem nachgewiesen wird, dass das Fahrzeug an sieben Tagen vor der Prüfung eine Strecke von mindestens 300 km zurückgelegt hat. Während dieser Zeit muss das Fahrzeug mit der für die Wasserstoffemissionsprüfung vorgesehenen Antriebsbatterie ausgerüstet sein. Wenn dies nicht nachgewiesen werden kann, wird das nachstehende Verfahren angewandt.

5.1.1.1. Entladungen und Erstaufladungen des REESS

Das Verfahren beginnt mit dem Entladen des REESS des Fahrzeugs während der Fahrt auf der Prüfstrecke oder einem Rollenprüfstand mit einer konstanten Geschwindigkeit von 70 % ± 5 % der 30-Minuten-Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs.

Die Entladung wird beendet,

a) wenn das Fahrzeug nicht mehr mit 65 % der 30-Minuten-Höchstgeschwindigkeit fahren kann,

b) wenn dem Fahrer durch die üblichen bordeigenen Geräte angezeigt wird, dass er das Fahrzeug anhalten soll, oder

c) nachdem die Strecke von 100 km zurückgelegt ist.

5.1.1.2. Erstaufladung des REESS

Das Aufladen erfolgt

a) mit dem Ladegerät;

b) bei einer Umgebungstemperatur zwischen 293 K und 303 K.

Bei dem Verfahren sind alle Arten von externen Ladegeräten ausgeschlossen.

Die Kriterien für das Ende der Aufladung des REESS entsprechen einer automatischen Abschaltung durch das Ladegerät.

Besondere Ladevorgänge, die automatisch oder manuell eingeleitet werden könnten, z. B. eine Ausgleichsladung oder das Aufladen im Rahmen der Wartung, sind bei diesem Verfahren eingeschlossen.

5.1.1.3. Das Verfahren nach den Absätzen 5.1.1.1 und 5.1.1.2 ist zweimal zu wiederholen.

5.1.2. Entladung des REESS

Das REESS wird während der Fahrt auf der Prüfstrecke oder einem Rollenprüfstand bei einer konstanten Geschwindigkeit von 70 % ± 5 % der 30-Minuten-Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs entladen.

Der Entladevorgang wird beendet,

a) wenn dem Fahrer durch die üblichen bordeigenen Geräte angezeigt wird, dass er das Fahrzeug anhalten soll, oder

b) wenn die Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs niedriger als 20 km/h ist.

5.1.3. Abkühlung

Innerhalb von 15 Minuten nach dem Ende der Batterieentladung nach Absatz 5.1.2 wird das Fahrzeug im Abkühlbereich abgestellt. Das Fahrzeug wird dort für die Dauer von mindestens 12 Stunden und höchstens 36 Stunden zwischen dem Ende der Entladung der Antriebsbatterie und dem Beginn der Wasserstoffemissionsprüfung während einer normalen Aufladung abgestellt. Während dieser Zeit muss das Fahrzeug bei 293 K ± 2 K abgekühlt werden.

5.1.4. Wasserstoffemissionsprüfung während einer normalen Aufladung

5.1.4.1. Vor dem Ende der Abkühlzeit muss die Messkammer einige Minuten lang gespült werden, bis eine stabile Wasserstoff-Hintergrundkonzentration erreicht ist. Dabei müssen die Mischventilatoren im Prüfraum ebenfalls eingeschaltet sein.

5.1.4.2. Unmittelbar vor der Prüfung ist der Wasserstoffanalysator auf Null einzustellen und der Messbereich einzustellen.

5.1.4.3. Nach dem Ende der Abkühlzeit muss das Prüffahrzeug mit abgeschaltetem Motor, geöffneten Fenstern und geöffnetem Gepäckraum in die Messkammer gebracht werden.

5.1.4.4. Das Fahrzeug wird an das Stromnetz angeschlossen. Das REESS wird nach dem Verfahren für die normale Aufladung nach Absatz 5.1.4.7 aufgeladen.

5.1.4.5. Die Türen des Prüfraums werden innerhalb von zwei Minuten nach dem Beginn der elektrischen Sperre der Phase der normalen Aufladung geschlossen und gasdicht verschlossen.

5.1.4.6. Die Prüfzeit der Wasserstoffemissionsprüfung während einer normalen Aufladung beginnt, wenn die Kammer verschlossen ist. Die Wasserstoffkonzentration, die Temperatur und der Luftdruck werden gemessen, damit man die Ausgangswerte C_{H2i}, T_i und P_i für die Prüfung bei normaler Aufladung erhält.

Diese Werte werden bei der Berechnung der Wasserstoffemissionen (Absatz 6 dieses Anhangs) verwendet. Die Umgebungstemperatur T im Prüfraum darf während der normalen Aufladung nicht weniger als 291 K und nicht mehr als 295 K betragen.

5.1.4.7. Verfahren für die normale Aufladung

Die normale Aufladung erfolgt mit dem eingebauten Ladegerät und umfasst folgende Schritte:

a) Aufladung bei konstantem Strom während der Zeit t_1;

b) Überladung bei konstantem Strom während der Zeit t_2. Die Stromstärke für die Überladung ist vom Hersteller angegeben und entspricht der bei der Ausgleichsladung verwendeten Stromstärke.

Die Kriterien für das Ende der Aufladung des REESS entsprechen einer automatischen Abschaltung durch das eingebaute Ladegerät nach einer Ladezeit von $t_1 + t_2$. Diese Ladezeit wird auch dann auf $t_1 + 5$ Stunden begrenzt, wenn dem Fahrer durch die serienmäßig eingebauten Instrumente klar angezeigt wird, dass die Batterie noch nicht voll aufgeladen ist.

5.1.4.8. Unmittelbar vor dem Ende der Prüfung ist der Wasserstoffanalysator auf Null einzustellen und der Messbereich einzustellen.

5.1.4.9. Die Emissionsprobenahme endet nach der Zeit $t_1 + t_2$ oder $t_1 + 5$ Stunden nach dem Beginn der ersten Probenahme nach Absatz 5.1.4.6 dieses Anhangs. Die einzelnen abgelaufenen Zeiten werden aufgezeichnet. Die Wasserstoffkonzentration, die Temperatur und der Luftdruck werden gemessen, damit man die Endwerte C_{H2f}, T_f und P_f für die Prüfung bei normaler Aufladung erhält, die bei der Berechnung nach Anhang 8 Absatz 6 verwendet werden.

5.1.5. Wasserstoffemissionsprüfung bei Störung des Ladegeräts

5.1.5.1. Innerhalb von höchstens sieben Tagen nach dem Ende der vorhergehenden Prüfung beginnt das Verfahren mit dem Entladen des REESS des Fahrzeugs gemäß Anhang 8 Absatz 5.1.2.

5.1.5.2. Die Verfahrensschritte nach Absatz 5.1.3 dieses Anhangs sind zu wiederholen.

5.1.5.3. Vor dem Ende der Abkühlzeit muss die Messkammer einige Minuten lang gespült werden, bis eine stabile Wasserstoff-Hintergrundkonzentration erreicht ist. Dabei müssen die Mischventilatoren im Prüfraum ebenfalls eingeschaltet sein.

5.1.5.4. Unmittelbar vor der Prüfung ist der Wasserstoffanalysator auf Null einzustellen und der Messbereich einzustellen.

5.1.5.5. Nach dem Ende der Abkühlzeit muss das Prüffahrzeug mit abgeschaltetem Motor, geöffneten Fenstern und geöffnetem Gepäckraum in die Messkammer gebracht werden.

5.1.5.6. Das Fahrzeug wird an das Stromnetz angeschlossen. Das REESS wird gemäß dem Verfahren für die Ladestörung nach Absatz 5.1.5.9 aufgeladen.

5.1.5.7. Die Türen des Prüfraums werden innerhalb von zwei Minuten nach dem Beginn der elektrischen Sperre während der Phase der Ladestörung geschlossen und gasdicht verschlossen.

5.1.5.8. Die Prüfzeit der Wasserstoffemissionsprüfung während einer Ladestörung beginnt, wenn die Kammer verschlossen ist. Die Wasserstoffkonzentration, die Temperatur und der Luftdruck werden gemessen, um die Ausgangswerte C_{H2i}, T_i und P_i für die Prüfung bei Ladestörung zu erhalten.

Diese Werte werden bei der Berechnung der Wasserstoffemissionen (Anhang 8 Absatz 6) verwendet. Die Umgebungstemperatur T im Prüfraum darf für die Zeit der Ladestörung nicht weniger als 291 K und nicht mehr als 295 K betragen.

5.1.5.9. Verfahren für die Ladestörung

Die Prüfung der Ladestörung erfolgt mit dem geeigneten Ladegerät und umfasst folgende Schritte:

a) Aufladung bei konstantem Strom während der Zeit t'_1;

b) Aufladung bei maximaler Stromstärke laut Empfehlung des Herstellers während einer Dauer von 30 Minuten. Während dieser Phase muss das eingebaute Ladegerät laut Empfehlung des Herstellers auf maximale Stromstärke eingestellt sein.

5.1.5.10. Unmittelbar vor dem Ende der Prüfung ist der Wasserstoffanalysator auf Null einzustellen und der Messbereich einzustellen.

5.1.5.11. Die Prüfzeit endet nach der Zeit $t'_1 + 30$ Minuten nach dem Beginn der ersten Probenahme nach Absatz 5.1.5.8. Die abgelaufenen Zeiten werden aufgezeichnet. Die Wasserstoffkonzentration, die Temperatur und der Luftdruck werden gemessen, damit man die Endwerte C_{H2f}, T_f und P_f für die Prüfung Ladestörung erhält, die bei der Berechnung nach Anhang 8 Absatz 6 verwendet werden.

5.2. Prüfung am Bauteil

5.2.1. Vorbereitung des REESS

Die Alterung des REESS ist zu überprüfen, um nachzuweisen, dass das REESS mindestens fünf Standardzyklen (gemäß Anhang 8 Anlage 1) durchlaufen hat.

5.2.2. Entladung des REESS

Das REESS wird mit 70 % ± 5 % der Nennleistung des Systems entladen.

Der Entladevorgang wird beendet, wenn der vom Hersteller angegebene Mindestladezustand erreicht ist.

5.2.3. Abkühlung

Innerhalb von 15 Minuten nach dem Ende der Entladung des REESS nach Absatz 5.2.2 und vor Beginn der Wasserstoffemissionsprüfung wird das REESS bei 293 ± 2 K mindestens 12 Stunden und höchstens 36 Stunden abgekühlt.

5.2.4. Wasserstoffemissionsprüfung während einer normalen Aufladung

5.2.4.1. Vor dem Ende der Abkühlzeit des REESS muss die Messkammer einige Minuten lang gespült werden, bis eine stabile Wasserstoff-Hintergrundkonzentration erreicht ist. Dabei müssen die Mischventilatoren im Prüfraum ebenfalls eingeschaltet sein.

5.2.4.2. Unmittelbar vor der Prüfung ist der Wasserstoffanalysator auf Null einzustellen und der Messbereich einzustellen.

5.2.4.3. Nach dem Ende der Abkühlzeit muss das REESS in die Messkammer gebracht werden.

5.2.4.4. Das REESS wird nach dem Verfahren für die normale Aufladung nach Absatz 5.2.4.7 aufgeladen.

5.2.4.5. Die Messkammer wird innerhalb von zwei Minuten nach dem Beginn der elektrischen Sperre der Phase der normalen Aufladung geschlossen und gasdicht verschlossen.

5.2.4.6. Die Prüfzeit der Wasserstoffemissionsprüfung während einer normalen Aufladung beginnt, wenn die Kammer verschlossen ist. Die Wasserstoffkonzentration, die Temperatur und der Luftdruck werden gemessen, damit man die Ausgangswerte C_{H2i}, T_i und P_i für die Prüfung bei normaler Aufladung erhält.

Diese Werte werden bei der Berechnung der Wasserstoffemissionen (Anhang 8 Absatz 6) verwendet. Die Umgebungstemperatur T im Prüfraum darf während der normalen Aufladung nicht weniger als 291 K und nicht mehr als 295 K betragen.

5.2.4.7. Verfahren für die normale Aufladung

Die normale Aufladung erfolgt mit einem geeigneten Ladegerät und umfasst folgende Schritte

a) Aufladung bei konstantem Strom während der Zeit t_1;

b) Überladung bei konstantem Strom während der Zeit t_2. Die Stromstärke für die Überladung ist vom Hersteller angegeben und entspricht der bei der Ausgleichsladung verwendeten Stromstärke.

Die Kriterien für das Ende der Aufladung des REESS entsprechen einer automatischen Abschaltung durch das eingebaute Ladegerät nach einer Ladezeit von $t_1 + t_2$. Diese Ladezeit wird auch dann auf $t_1 + 5$ Stunden begrenzt, wenn dem Fahrer durch die geeigneten eingebauten Instrumente klar angezeigt wird, dass das REESS noch nicht voll aufgeladen ist.

5.2.4.8. Unmittelbar vor dem Ende der Prüfung ist der Wasserstoffanalysator auf Null einzustellen und der Messbereich einzustellen.

5.2.4.9. Die Emissionsprobenahme endet nach der Zeit $t_1 + t_2$ oder $t_1 + 5$Stunden nach dem Beginn der ersten Probenahme nach Absatz 5.2.4.6. Die einzelnen abgelaufenen Zeiten werden aufgezeichnet. Die Wasserstoffkonzentration, die Temperatur und der Luftdruck werden gemessen, damit man die Endwerte C_{H2f}, T_f und P_f für die Prüfung bei normaler Aufladung erhält, die bei der Berechnung nach Anhang 8 Absatz 6 verwendet werden.

5.2.5. Wasserstoffemissionsprüfung bei Störung des Ladegeräts

5.2.5.1. Die Prüfzeit beginnt innerhalb von höchstens sieben Tagen nach Abschluss der Prüfung gemäß Absatz 5.2.4; die Prüfung beginnt mit der Entladung des REESS des Fahrzeugs gemäß Absatz 5.2.2.

5.2.5.2. Die Verfahrensschritte nach Absatz 5.2.3 sind zu wiederholen.

5.2.5.3. Vor dem Ende der Abkühlzeit muss die Messkammer einige Minuten lang gespült werden, bis eine stabile Wasserstoff-Hintergrundkonzentration erreicht ist. Dabei müssen die Mischventilatoren im Prüfraum ebenfalls eingeschaltet sein.

5.2.5.4. Unmittelbar vor der Prüfung ist der Wasserstoffanalysator auf Null einzustellen und der Messbereich einzustellen.

5.2.5.5. Nach dem Ende der Abkühlzeit muss das REESS in die Messkammer gebracht werden.

5.2.5.6. Das REESS wird nach dem Verfahren für die Prüfung bei Ladestörung nach Absatz 5.2.5.9 aufgeladen.

5.2.5.7. Die Messkammer wird innerhalb von zwei Minuten nach dem Beginn der elektrischen Sperre der Phase der Ladestörung geschlossen und gasdicht verschlossen.

5.2.5.8. Die Prüfzeit der Wasserstoffemissionsprüfung während einer Ladestörung beginnt, wenn die Kammer verschlossen ist. Die Wasserstoffkonzentration, die Temperatur und der Luftdruck werden gemessen, um die Ausgangswerte C_{H2i}, T_i und P_i für die Prüfung bei Ladestörung zu erhalten.

Diese Werte werden bei der Berechnung der Wasserstoffemissionen (Anhang 8 Absatz 6) verwendet. Die Umgebungstemperatur T im Prüfraum darf für die Zeit der Ladestörung nicht weniger als 291 K und nicht mehr als 295 K betragen.

5.2.5.9. Verfahren für die Ladestörung

Die Prüfung der Ladestörung erfolgt mit einem geeigneten Ladegerät und umfasst folgende Schritte:

a) Aufladung bei konstantem Strom während der Zeit t'_1,

b) Aufladung bei maximaler Stromstärke laut Empfehlung des Herstellers während einer Dauer von 30 Minuten. Während dieser Phase muss das eingebaute Ladegerät laut Empfehlung des Herstellers auf maximale Stromstärke eingestellt sein.

5.2.5.10. Unmittelbar vor dem Ende der Prüfung ist der Wasserstoffanalysator auf Null einzustellen und der Messbereich einzustellen.

5.2.5.11. Die Prüfzeit endet nach der Zeit $t'_1 + 30$ Minuten nach dem Beginn der ersten Probenahme nach Absatz 5.2.5.8. Die abgelaufenen Zeiten werden aufgezeichnet. Die Wasserstoffkonzentration, die Temperatur und der Luftdruck werden gemessen, damit man die Endwerte C_{H2f}, T_f und P_f für die Prüfung der Ladestörung erhält, die bei der Berechnung nach Absatz 6 dieses Anhangs verwendet werden.

6. Rechenmodell

Bei den Wasserstoffemissionsprüfungen nach Absatz 5 können die Wasserstoffemissionen bei normaler Aufladung und bei Ladestörung berechnet werden. Die Wasserstoffemissionen werden in beiden Fällen anhand des Ausgangs- und des Endwerts der Wasserstoffkonzentration, der Temperatur und des Drucks im Prüfraum und des Nettovolumens des Prüfraums berechnet.

Die hierfür zu verwendende Formel lautet wie folgt:

$$M_{H2} = k \times V \times 10^{-4} \times \left(\frac{(1 + \frac{V_{out}}{V}) \times C_{H2f} \times P_f}{T_f} - \frac{C_{H2i} \times P_i}{T_i} \right)$$

Dabei gilt:

M_{H2} = die Wasserstoffmasse in Gramm

C_{H2} = die im Prüfraum gemessene Wasserstoffkonzentration in ppm (Volumen)

V = das Nettovolumen des Prüfraums in m^3, korrigiert unter Berücksichtigung des Volumens des Fahrzeugs bei geöffneten Fenstern und geöffnetem Gepäckraum. Wenn das Volumen des Fahrzeugs nicht bestimmt wird, wird ein Volumen von 1,42 m^3 abgezogen

V_{out} = das Ausgleichsvolumen in m^3 bei Prüftemperatur und -druck

T = die Umgebungstemperatur in der Kammer in K

P = der absolute Druck im Prüfraum in kPa

k = 2.42

Dabei gilt: i der Ausgangswert

f der Endwert

6.1. Prüfergebnisse

Die gesamte emittierte Wasserstoffmasse setzt sich bei dem REESS wie folgt zusammen:

M_N = bei der Prüfung bei normaler Aufladung emittierte Wasserstoffmasse in Gramm

M_D = bei der Prüfung bei Ladestörung emittierte Wasserstoffmasse in Gramm

Anhang 8 – Anlage 1

Kalibrierung der Geräte für die Wasserstoffemissionsprüfungen

1. Häufigkeit der Kalibrierung und Kalibrierverfahren

Alle Geräte müssen vor ihrer erstmaligen Verwendung, danach so oft wie nötig und auf jeden Fall in dem Monat vor der Typgenehmigungsprüfung kalibriert werden. Die anzuwendenden Kalibrierverfahren sind in dieser Anlage beschrieben.

2. Kalibrierung des Prüfraums

2.1. Erste Bestimmung des Innenvolumens des Prüfraums

2.1.1. Vor ihrer erstmaligen Nutzung ist das Innenvolumen der Kammer wie folgt zu bestimmen: Die Innenabmessungen der Kammer werden unter Berücksichtigung etwaiger Ungleichmäßigkeiten, z. B. Streben, sorgfältig bestimmt. Das Innenvolumen der Kammer wird aus diesen Werten berechnet.

Der Prüfraum ist durch Sperrvorrichtungen auf ein festes Volumen zu begrenzen, wenn die Umgebungstemperatur im Prüfraum auf 293 K gehalten wird. Dieses Nennvolumen muss auf ± 0,5 % des angegebenen Wertes genau erneut bestimmt werden können.

2.1.2. Das Nettoinnenvolumen wird bestimmt, indem 1,42 m^3 von dem Innenvolumen der Kammer abgezogen werden. Statt des Wertes von 1,42 m^3 kann auch das Volumen des zu prüfenden Fahrzeugs oder REESS bei geöffnetem Gepäckraum und geöffneten Fenstern verwendet werden.

2.1.3. Die Kammer ist nach den Vorschriften des Anhangs 8 Absatz 2.3 zu überprüfen. Wenn die Wasserstoffmasse nicht auf ± 2 % genau mit der eingeblasenen Masse übereinstimmt, müssen Korrekturmaßnahmen getroffen werden.

2.2. Bestimmung der Hintergrundemissionen in der Kammer

Bei diesem Prüfvorgang wird festgestellt, ob die Kammer Materialien enthält, die erhebliche Mengen an Wasserstoff emittieren. Die Prüfung ist bei Inbetriebnahme des Prüfraums, nach Prüfvorgängen in dem Prüfraum, die einen Einfluss auf die Hintergrundemissionen haben können, und mindestens einmal pro Jahr durchzuführen.

2.2.1. Prüfräume mit veränderlichem Volumen können sowohl in „gesperrtem“ als auch in „entsperrtem“ Zustand (siehe Absatz 2.1.1) genutzt werden. Die Umgebungstemperatur ist während der unten genannten vierstündigen Prüfzeit auf 293 K ± 2 K zu halten.

2.2.2. Der Prüfraum kann gasdicht verschlossen und der Mischventilator bis zu 12 Stunden lang betrieben werden, bevor die vierstündige Prüfzeit zur Bestimmung der Hintergrundemissionen beginnt.

2.2.3. Der Analysator ist (falls erforderlich) zu kalibrieren, anschließend ist er auf Null einzustellen und der Messbereich einzustellen.

2.2.4. Der Prüfraum ist so lange zu spülen, bis eine stabile Kohlenwasserstoffkonzentration angezeigt wird. Der Mischventilator wird eingeschaltet, falls dies nicht schon geschehen ist.

2.2.5. Dann wird die Kammer gasdicht verschlossen, und die Wasserstoff-Hintergrundkonzentration, die Temperatur und der Luftdruck werden gemessen. Diese Werte sind die Ausgangswerte C_{H2i}, T_i und P_i, die bei der Berechnung der Hintergrundemissionen im Prüfraum verwendet werden.

2.2.6. Der Prüfraum bleibt vier Stunden lang bei eingeschaltetem Mischventilator in diesem Zustand.

2.2.7. Nach dieser Zeit wird derselbe Analysator zur Messung der Wasserstoffkonzentration in der Kammer verwendet. Die Temperatur und der Luftdruck werden ebenfalls gemessen. Diese Werte sind die Endwerte C_{H2f}, T_f und P_f.

2.2.8. Die Veränderung der Wasserstoffmasse im Prüfraum ist für die Prüfzeit nach den Vorschriften des Anhangs 8 Absatz 2.4 zu berechnen. Sie darf nicht größer als 0,5 g sein.

2.3. Kalibrierung und Prüfung der Kammer auf Rest-Wasserstoffe

Bei der Kalibrierung und der Prüfung auf Rest-Wasserstoffe in der Kammer wird das nach den Vorschriften des Absatzes 2.1 berechnete Volumen überprüft und außerdem die Leckrate bestimmt. Die Leckrate des Prüfraums ist bei Inbetriebnahme des Prüfraums, nach Prüfvorgängen in dem Prüfraum, die seinen Dichtheitszustand beeinträchtigen können und danach mindestens einmal pro Monat zu bestimmen. Wenn sechs aufeinanderfolgende monatliche Prüfungen auf Rest-Kohlenwasserstoffe ohne Korrekturmaßnahmen erfolgreich abgeschlossen wurden, kann die Leckrate des Prüfraums danach so lange vierteljährlich bestimmt werden, wie keine Korrekturmaßnahmen erforderlich sind.

2.3.1. Der Prüfraum ist so lange zu spülen, bis eine stabile Kohlenwasserstoffkonzentration erreicht ist. Der Mischventilator wird eingeschaltet, falls dies nicht schon geschehen ist. Der Wasserstoffanalysator wird auf Null eingestellt, falls erforderlich kalibriert, und es wird der Messbereich eingestellt.

2.3.2. Der Prüfraum ist durch Sperrvorrichtungen auf das Nennvolumen zu begrenzen.

2.3.3. Das System zur Regelung der Umgebungstemperatur wird dann eingeschaltet (falls dies nicht schon geschehen ist) und auf eine Anfangstemperatur von 293 K eingestellt.

2.3.4. Wenn sich die Temperatur im Prüfraum stabilisiert und einen Wert von 293 K ± 2 K erreicht hat, wird der Prüfraum gasdicht verschlossen, und die Hintergrundkonzentration, die Temperatur und der Luftdruck werden gemessen. Diese Werte sind die Ausgangswerte C_{H2i}, T_i und P_i, die bei der Berechnung der Hintergrundemissionen im Prüfraum verwendet werden.

2.3.5. Bei dem Prüfraum ist durch das Lösen der Sperrvorrichtungen die Begrenzung auf das Nennvolumen aufzuheben.

2.3.6. Eine Menge von ungefähr 100 g Wasserstoff wird in den Prüfraum eingeblasen. Diese Wasserstoffmasse muss mit einer Genauigkeit von ± 2 % bestimmt werden.

2.3.7. Die Gase in der Kammer müssen sich fünf Minuten lang durchmischen, dann werden die Kohlenwasserstoffkonzentration, die Temperatur und der Luftdruck gemessen. Diese Werte sind die Endwerte C_{H2f}, T_f und P_f für die Kalibrierung des Prüfraums sowie die Ausgangswerte C_{H2i}, T_i und P_i für die Prüfung auf Rest-Wasserstoffe.

2.3.8. Anhand der Messwerte nach den Absätzen 2.3.4 und 2.3.7 und der Formel in Absatz 2.4 wird die Wasserstoffmasse im Prüfraum berechnet. Diese Masse muss auf ± 2 % genau mit der nach den Vorschriften des Absatzes 2.3.6 bestimmten Wasserstoffmasse übereinstimmen.

2.3.9. Die Gase in der Kammer müssen sich mindestens zehn Stunden lang durchmischen. Nach Abschluss dieses Zyklus wird der Endwert der Wasserstoffkonzentration, der Temperatur und des Luftdrucks gemessen und aufgezeichnet. Diese Werte sind die Endwerte C_{H2f}, T_f und P_f für die Prüfung auf Rest-Wasserstoffe.

2.3.10. Anhand der Formel in Absatz 2.4 wird dann die Wasserstoffmasse aus den Messwerten nach den Absätzen 2.3.7 und 2.3.9 berechnet. Der Wert dieser Masse darf nicht um mehr als 5 % von dem der Wasserstoffmasse nach Absatz 2.3.8 abweichen.

2.4. Rechenmodell

Mit Hilfe der Berechnung der Änderung der Wasserstoff-Nettomasse im Prüfraum werden die Kohlenwasserstoff-Hintergrundkonzentration und die Leckrate des Prüfraums bestimmt. Der Ausgangs- und der Endwert der Wasserstoffkonzentration, der Temperatur und des Luftdrucks werden in der nachstehenden Formel zur Berechnung der Massenänderung verwendet:

$$M_{H2} = k \times V \times 10^{-4} \times \left(\frac{(1 + \frac{V_{out}}{V}) \times C_{H2f} \times P_f}{T_f} - \frac{C_{H2i} \times P_i}{T_i} \right)$$

Dabei gilt:

M_{H2} = die Wasserstoffmasse in Gramm

C_{H2} = die im Prüfraum gemessene Wasserstoffkonzentration in ppm (Volumen)

V = das nach den Vorschriften des Absatzes 2.1.1 gemessene Volumen des Prüfraums in m^3

V_{out} = das Ausgleichsvolumen in m^3 bei Prüftemperatur und -druck

T = die Umgebungstemperatur in der Kammer in K

P = der absolute Druck im Prüfraum in kPa

k = 2.42

Dabei gilt: i der Ausgangswert

f der Endwert

3. Kalibrierung des Wasserstoffanalysators

Der Analysator ist mit Wasserstoff in Luft und gereinigter synthetischer Luft zu kalibrieren. Siehe Anhang 8 Absatz 4.8.2.

Jeder der normalerweise verwendeten Messbereiche wird nach dem nachstehenden Verfahren kalibriert:

3.1. Die Kalibrierkurve wird aus mindestens fünf Kalibrierpunkten erstellt, die in möglichst gleichem Abstand über den Messbereich verteilt sind. Die Nennkonzentration des Kalibriergases mit der höchsten Konzentration muss mindestens 80 % des Skalenendwerts betragen.

3.2. Die Kalibrierkurve wird nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet. Ist der resultierende Grad des Polynoms größer als 3, dann muss die Zahl der Kalibrierpunkte mindestens so groß wie der Grad dieses Polynoms plus 2 sein.

3.3. Die Kalibrierkurve darf nicht um mehr als 2 % vom Nennwert jedes Kalibriergases abweichen.

3.4. Anhand der Koeffizienten des nach den Vorschriften des Absatzes 3.2 berechneten Polynoms ist eine Tabelle zu erstellen, in der in Schritten von höchstens 1 % des Skalenendwerts der angezeigte Messwert der tatsächlichen Konzentration gegenübergestellt wird. Diese Tabelle ist für jeden kalibrierten Messbereich des Analysators zu erstellen.

In dieser Tabelle müssen außerdem andere wichtige Daten angegeben sein, z. B.:

a) das Datum der Kalibrierung;

b) gegebenenfalls die Messbereichs- und Nulleinstellung über Potentiometer;

c) der Nennmessbereich;

d) die technischen Daten für jedes verwendete Kalibriergas;

e) der tatsächliche und der angezeigte Wert für jedes verwendete Kalibriergas sowie die prozentualen Differenzen;

f) der Kalibrierdruck des Analysators.

3.5. Es können auch andere Verfahren (Rechner, elektronische Messbereichsumschaltung usw.) angewandt werden, wenn gegenüber dem technischen Dienst nachgewiesen wird, dass damit die gleiche Genauigkeit erreicht wird.

Anhang 8 – Anlage 2

Wesentliche Merkmale der Fahrzeugfamilie

1. Parameter, die die Fahrzeugfamilie hinsichtlich der Wasserstoffemissionen bestimmen

   Die Fahrzeugfamilie kann durch Grundkonstruktionsparameter bestimmt werden, die Fahrzeugen innerhalb einer Familie gemein sind. In einigen Fällen kann es zu einer Wechselwirkung von Parametern kommen. Diese Wirkungen sind ebenfalls zu berücksichtigen, um sicherzustellen, dass nur Fahrzeuge mit vergleichbaren Merkmalen in Bezug auf die Wasserstoffemissionen in einer Fahrzeugfamilie zusammengefasst werden.

2. In diesem Sinne wird bei den Fahrzeugtypen, deren nachstehende Parameter identisch sind, davon ausgegangen, dass sie zu denselben Wasserstoffemissionen gehören.

   REESS

   a) Fabrik- oder Handelsmarke des REESS;

   b) Angabe aller Typen der verwendeten elektrochemischen Zellen;

   c) Zahl der REESS-Zellen;

   d) Zahl der REESS-Subsysteme;

   e) Nennspannung des REESS (V);

   f) Energiegehalt des REESS (kWh);

   g) Gasrekombinationsrate (in %);

   h) Arten der Belüftung der REESS-Subsysteme;

   i) Art des Kühlsystems (falls vorhanden).

   Bordeigenes Ladegerät:

   a) Marke und Typ verschiedener Teile des Ladegeräts;

   b) Nennausgangsleistung (kW);

   c) maximale Ladespannung (V);

   d) maximale Ladestromstärke (A);

   e) Marke und Typ des Steuergeräts (falls vorhanden);

   f) Beschreibung der Bedienteile und der Sicherheit;

   g) Merkmale der Ladezeiten.

ANHANG 9

REESS-Prüfverfahren

Anhang 9 – Anlage 1

Verfahren für die Durchführung eines Standardzyklus

Ein Standardzyklus beginnt mit einer Standardentladung gefolgt von einer Standardladung. Der Standardzyklus wird bei einer Umgebungstemperatur von 20 ± 10° C durchgeführt

Standardentladung:

Entladungsrate:	Das Entladungsverfahren einschließlich der Kriterien für die Beendigung wird vom Hersteller festgelegt. Soweit nicht anders angegeben, ist mit einem Strom von 1 C (sowohl vollständiges REESS als auch REESS-Subsysteme) zu entladen.
Endladungsgrenze (Endspannung):	vom Hersteller angegeben.

Für ein vollständiges Fahrzeug muss das Entladeverfahren unter Verwendung eines Rollenprüfstands vom Hersteller festgelegt werden. Die Entladung wird abhängig von den Fahrzeugsteuerungen beendet.

Ruhezeit nach Entladung: Mindestens 15 Minuten

Standardladung:

Das Ladeverfahren ist vom Hersteller festzulegen. Soweit nicht anders angegeben, ist mit C/3 zu laden. Der Ladevorgang wird fortgesetzt, bis er normal beendet wird. Die Beendigung des Ladevorgangs muss gemäß Absatz 2 von Anhang 9, Anlage 2 für REESS oder REESS-Subsysteme erfolgen.

Für ein vollständiges Fahrzeug, das durch eine externe Quelle aufgeladen werden kann, muss das Ladeverfahren unter Verwendung einer externen Stromversorgung vom Hersteller festgelegt werden. Für ein vollständiges Fahrzeug, das mittels bordeigener Energiequellen aufgeladen werden kann, ist vom Hersteller ein Ladeverfahren unter Verwendung eines Rollenprüfstands festzulegen. Die Beendigung des Ladevorgangs erfolgt abhängig von den Fahrzeugsteuerungen.

Anhang 9 – Anlage 2

Verfahren für die Anpassung des Ladezustands

1. Die Ladezustandsanpassung ist bei einer Umgebungstemperatur von 20 ± 10 °C für Prüfungen am Fahrzeug und 22 ± 5 °C für Prüfungen am Bauteil durchzuführen.

2. Der Ladezustand des Prüfmusters muss jeweils entsprechend nach einem der folgenden Verfahren angepasst werden. Sind verschiedene Ladeverfahren möglich, ist das REESS nach dem Verfahren zu laden, das den höchsten Ladezustand ergibt:

   a) Bei einem Fahrzeug, dessen REESS für externes Aufladen ausgelegt ist, ist das REESS nach dem vom Hersteller für den Normalbetrieb angegebenen Verfahren bis zum normalen Ende des Ladevorgangs bis zum maximalen Ladezustand aufzuladen.

   b) Bei einem Fahrzeug, dessen REESS so ausgelegt ist, dass es nur von einer Energiequelle am Fahrzeug aufgeladen werden kann, ist das REESS bis zum höchsten Ladezustand aufzuladen, der bei normalem Betrieb des Fahrzeugs erreichbar ist. Der Hersteller gibt Hinweise zur Betriebsart des Fahrzeugs, in der dieser Ladezustand erreicht werden kann.

   c) Falls das REESS oder REESS-Subsystem als Prüfmuster verwendet wird, muss das Prüfmuster gemäß dem vom Hersteller für den Normalbetrieb angegebenen Verfahren auf den höchsten Ladezustand aufgeladen werden, bis der Ladevorgang normal beendet wird. Vom Hersteller angegebene Verfahren zur Herstellung, Wartung oder Instandhaltung können als geeignet angesehen werden, wenn damit ein gleichwertiger Ladezustand wie unter normalen Betriebsbedingungen erreicht wird. Falls das Prüfmuster den Ladezustand nicht selbst steuert, muss der Ladezustand auf mindestens 95 Prozent des vom Hersteller für die spezifische Konfiguration des Prüfmusters festgelegten maximalen Ladezustands im Normalbetrieb aufgeladen werden.

3. Bei der Prüfung des Fahrzeugs oder des REESS-Subsystems darf der Ladezustand nicht weniger als 95 % des Ladezustands gemäß Absatz 1 und 2 betragen, wenn das REESS für externes Aufladen ausgelegt ist, und es darf nicht weniger als 90 % des Ladezustands gemäß Absatz 1 und 2 betragen, wenn das REESS so ausgelegt ist, dass es nur von einer Energiequelle im Fahrzeug aufgeladen werden kann. Der Ladezustand wird nach einem vom Hersteller zur Verfügung gestellten Verfahren bestätigt.

ANHANG 9A

Schwingungsprüfung

1. Zweck

Zweck dieser Prüfung ist die Überprüfung der Sicherheitsleistung des REESS in einer Schwingungsumgebung, der das REESS wahrscheinlich auch bei normalem Betrieb des Fahrzeugs ausgesetzt wird.

2. Einrichtungen

2.1. Diese Prüfung wird mit dem vollständigen REESS oder mit REESS-Subsystemen durchgeführt. Entscheidet sich der Hersteller für eine Prüfung mit Subsystemen, muss er nachweisen, dass das Prüfergebnis die Leistung des vollständigen REESS hinsichtlich der Sicherheit unter denselben Bedingungen auf angemessene Weise widerspiegelt. Ist die elektronische Steuereinheit für das REESS nicht in das Gehäuse eingebaut, in dem sich die Zellen befinden, kann auf Antrag des Herstellers vom Einbau der elektronischen Steuereinheit in das Prüfmuster abgesehen werden.

2.2. Das Prüfmuster ist so auf der Plattform der Vibrationsmaschine zu befestigen, dass sichergestellt wird, dass die Schwingungen unmittelbar auf das Prüfmuster übertragen werden.

Das Prüfmuster wird an den ursprünglichen Befestigungspunkten (falls diese am Prüfmuster vorhanden sind) auf die gleiche Weise wie im Fahrzeug befestigt.

3. Verfahren

3.1. Allgemeine Prüfbedingungen

Folgende Bedingungen gelten für das Prüfmuster:

a) Die Prüfung wird bei einer Umgebungstemperatur von 22 ± 5° C durchgeführt.

b) Zu Beginn der Prüfung muss der Ladezustand gemäß Anhang 9 Anlage 2 angepasst werden.

c) Zu Beginn der Prüfung müssen alle Schutzeinrichtungen, die sich auf die für das Prüfergebnis relevanten Funktionen des Prüfmusters auswirken, in Betrieb sein.

3.2. Prüfverfahren

Die Prüfmuster werden einer sinusförmigen Schwingung mit logarithmischem Sweep zwischen 7 Hz und 50 Hz und zurück auf 7 Hz, durchlaufen in 15 Minuten, ausgesetzt. Dieser Zyklus wird in insgesamt drei Stunden 12mal in vertikaler Richtung, bezogen auf die vom Hersteller angegebene Einbaurichtung des REESS, wiederholt.

Die Korrelation zwischen der Frequenz und der Beschleunigung muss den Angaben in Tabelle 1 entsprechen:

Tabelle 1

Frequenz und Beschleunigung

Frequenz (Hz)	Beschleunigung (m/s^2)
7 - 18	10
18 - 30	schrittweise gesenkt von 10 auf 2
30 - 50	2

Auf Antrag des Herstellers können eine größere Beschleunigung sowie eine höhere Maximalfrequenz angewandt werden.

Auf Antrag des Herstellers kann ein vom Fahrzeughersteller festgelegtes Schwingungsprüfungsprofil, das für die Anwendung am Fahrzeug geprüft und mit dem technischen Dienst abgestimmt wurde, als Ersatz für die Frequenz-Beschleunigungs-Korrelation in Tabelle 1 verwendet werden. Die Genehmigung eines gemäß dieser Bedingung geprüften REESS ist auf den Einbau in einen spezifischen Fahrzeugtyp begrenzt.

Nach der Schwingungsprüfung wird ein Standardzyklus nach Anhang 9 Anlage 1 durchgeführt, sofern dies nicht durch das Prüfmuster verhindert wird.

Die Prüfung endet mit einer Beobachtungsphase von einer Stunde bei Umgebungstemperatur der Prüfumgebung.

ANHANG 9B

Wärmeschock- und Zyklusprüfung

1. Zweck

Zweck dieser Prüfung ist die Kontrolle der Widerstandsfähigkeit des REESS bei plötzlichen Temperaturveränderungen. Das REESS wird einer festgelegten Zahl von Temperaturzyklen ausgesetzt, beginnend bei Umgebungstemperatur und gefolgt von Hoch- und Niedrigtemperaturzyklen. Dadurch wird eine rasche Veränderung der Umgebungstemperatur simuliert, der ein REESS während seines Lebenszyklus wahrscheinlich ausgesetzt wäre.

2. Einrichtungen

Diese Prüfung wird entweder mit dem vollständigen REESS oder mit einem oder mehreren ~~zugehörigen~~ REESS-Subsystemen durchgeführt. Entscheidet sich der Hersteller für eine Prüfung mit REESS-Subsystemen, so muss er nachweisen, dass das Prüfergebnis die Leistung des REESS hinsichtlich der Sicherheit unter denselben Bedingungen auf angemessene Weise widerspiegelt. Ist die elektronische Steuereinheit für das REESS nicht in das Gehäuse eingebaut, in dem sich die Zellen befinden, kann auf Antrag des Herstellers vom Einbau der elektronischen Steuereinheit in das Prüfmuster abgesehen werden.

3. Verfahren

3.1. Allgemeine Prüfbedingungen

Die folgenden Bedingungen gelten für das Prüfmuster zu Beginn der Prüfung:

a) Der Ladezustand muss gemäß Anhang 9 Anlage 2 angepasst werden.

b) Alle Schutzeinrichtungen, die sich auf die Funktion des Prüfmusters auswirken könnten und für das Ergebnis der Prüfung relevant sind, müssen eingeschaltet sein.

3.2. Prüfverfahren

Das Prüfmuster muss mindestens sechs Stunden bei einer Prüftemperatur von 60 °C ± 2 °C oder, auf Antrag des Herstellers, bei einer höheren Temperatur gelagert werden; anschließend wird es mindestens sechs Stunden bei einer Prüftemperatur von −40 °C ± 2 °C oder, auf Antrag des Herstellers, bei einer niedrigeren Temperatur gelagert. Zwischen den beiden Prüftemperaturextremen muss ein zeitlicher Abstand von höchstens 30 Minuten liegen. Dieses Verfahren ist zu wiederholen, bis mindestens fünf vollständige Zyklen durchlaufen sind; danach wird das Prüfmuster 24 Stunden bei einer Umgebungstemperatur von 22 °C ± 5 °C gelagert.

Nach der 24-stündigen Lagerung wird ein Standardzyklus nach Anhang 9 Anlage 1 durchgeführt, sofern dies nicht durch das Prüfmuster verhindert wird.

Die Prüfung endet mit einer Beobachtungsphase von einer Stunde bei Umgebungstemperatur der Prüfumgebung.

ANHANG 9C

Erschütterungen

1. Zweck

Der Zweck dieser Prüfung ist die Kontrolle der Sicherheitsleistung des REESS unter Einwirkung von Trägheitskräften, die bei einem Unfall des Fahrzeugs auftreten können.

2. Einrichtung

2.1. Diese Prüfung wird entweder mit dem vollständigen REESS oder mit REESS-Subsystemen durchgeführt. Entscheidet sich der Hersteller für eine Prüfung mit REESS-Subsystemen, so muss er nachweisen, dass das Prüfergebnis die Leistung des REESS hinsichtlich der Sicherheit unter denselben Bedingungen auf angemessene Weise widerspiegelt. Ist die elektronische Steuereinheit für das REESS nicht in das Gehäuse eingebaut, in dem sich die Zellen befinden, kann auf Antrag des Herstellers vom Einbau der elektronischen Steuereinheit in das Prüfmuster abgesehen werden.

2.2. Das Prüfmuster darf nur mit den für die Anbringung des REESS oder REESS-Subsystems am Fahrzeug vorgesehenen Vorrichtungen mit der Prüfhalterung verbunden werden.

3. Verfahren

3.1. Allgemeine Prüfbedingungen und Anforderungen

Folgende Bedingungen gelten für die Prüfung:

a) Die Prüfung wird bei einer Umgebungstemperatur von 20 ± 10° C durchgeführt.

b) Zu Beginn der Prüfung muss der Ladezustand gemäß Anhang 9 Anlage 2 angepasst werden.

c) Zu Beginn der Prüfung müssen alle Schutzeinrichtungen, die sich auf die für das Prüfergebnis relevanten Funktionen des Prüfmusters auswirken, in Betrieb sein.

3.2. Prüfverfahren

Das Prüfmuster wird gemäß den in den Tabellen 1 bis 3 angegebenen Beschleunigungsbereichen verzögert oder beschleunigt. Der Hersteller entscheidet, ob die Prüfungen in positive oder negative Richtung oder in beide Richtungen durchgeführt werden.

Für jeden der angegeben Prüfimpulse kann ein separates Prüfmuster verwendet werden.

Der Prüfimpuls muss zwischen den in den Tabellen 1 bis 3 aufgeführten Mindest- und Höchstwerten liegen. Stärkere Erschütterungen und/oder Erschütterungen von längerer Dauer gemäß den Höchstwerten in den Tabellen 1 bis 3 können auf Empfehlung des Herstellers auf das Prüfmuster angewendet werden.

Die Prüfung endet mit einer Beobachtungsphase von einer Stunde bei Umgebungstemperatur der Prüfumgebung.

Abbildung 1

Allgemeine Beschreibung der Prüfimpulse

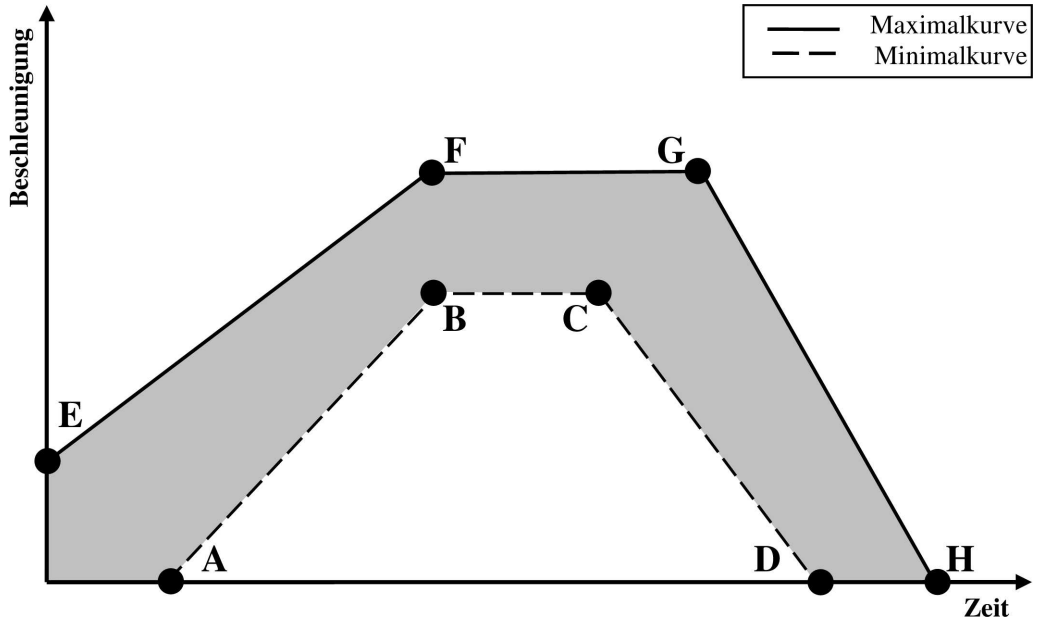


Tabelle 1 für Fahrzeuge der Klassen M_1, N_1, O_1 und O_2 ([1]):

Punkt	Zeit (ms)	Beschleunigung (g)	
		längs	quer
A	20	0	0
B	50	20	8
C	65	20	8
D	100	0	0
E	0	10	4.5
F	50	28	15
G	80	28	15
H	120	0	0

Tabelle 2 für Fahrzeuge der Klassen M_2 und N_2:

Punkt	Zeit (ms)	Beschleunigung (g)	
		längs	quer
A	20	0	0
B	50	10	5
C	65	10	5
D	100	0	0
E	0	5	2.5

([1]) Für Fahrzeuge der Klassen O_1 und O_2 können auf Antrag des Herstellers die in Anhang 9C Absatz 3.2 Tabelle 2 definierten Impulse verwendet werden, wenn die bauartbestimmte Höchstgeschwindigkeit dieser Fahrzeuge der Klassen O_1 und O_2 auf 100 km/h begrenzt ist.

Punkt	Zeit (ms)	Beschleunigung (g)	
		längs	quer
F	50	17	10
G	80	17	10
H	120	0	0

Tabelle 3 für Fahrzeuge der Klassen M_3, N_3, O_3, O_4:

Punkt	Zeit (ms)	Beschleunigung (g)	
		längs	quer
A	20	0	0
B	50	6,6	5
C	65	6,6	5
D	100	0	0
E	0	4	2.5
F	50	12	10
G	80	12	10
H	120	0	0

Die Prüfung endet mit einer Beobachtungsphase von einer Stunde bei Umgebungstemperatur der Prüfumgebung.

ANHANG 9D

Mechanische Unversehrtheit

1. Zweck

Der Zweck dieser Prüfung ist die Kontrolle der Sicherheitsleistung des REESS unter Einwirkung von Kontaktbelastungen, die bei einem Unfall des Fahrzeugs auftreten können.

2. Einrichtungen

2.1. Diese Prüfung wird durchgeführt entweder mit dem vollständigen REESS oder mit einem oder mehreren dazugehörigen REESS-Modulen einschließlich der Zellen und ihrer elektrischen Verbindungen. Entscheidet sich der Hersteller für eine Prüfung mit zugehörigen Subsystemen, so muss er nachweisen, dass das Prüfergebnis die Leistung des REESS hinsichtlich der Sicherheit unter denselben Bedingungen auf angemessene Weise widerspiegelt. Ist die elektronische Steuereinheit für das REESS nicht in das Gehäuse eingebaut, in dem sich die Zellen befinden, kann auf Antrag des Herstellers vom Einbau der elektronischen Steuereinheit in das Prüfmuster abgesehen werden.

2.2. Das Prüfmuster muss wie vom Hersteller empfohlen mit der Prüfhalterung verbunden werden.

3. Verfahren

3.1. Allgemeine Prüfbedingungen

Folgende Bedingungen und Anforderungen gelten für die Prüfung:

a) Die Prüfung wird bei einer Umgebungstemperatur von 20 ± 10° C durchgeführt.

b) Zu Beginn der Prüfung muss der Ladezustand gemäß Anhang 9 Anlage 2 angepasst werden.

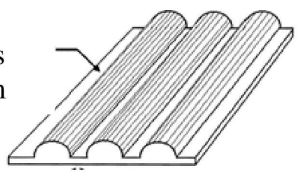
c) zu Beginn der Prüfung müssen alle internen und externen Schutzeinrichtungen, die sich auf die für das Prüfergebnis relevanten Funktionen des Prüfmusters auswirken, in Betrieb sein.

d) Falls Absatz 6.4.2.1.2 angewendet wird, können auf Antrag des Herstellers Fahrzeugaufbau, Isolierbarrieren, Gehäuse oder andere mechanische Funktionseinrichtungen, die einen Berührungsschutz bieten, unabhängig davon, ob sie sich außerhalb oder innerhalb des REESS befinden, am Prüfmuster angebracht werden. Der Hersteller legt die für den mechanischen Schutz des REESS relevanten Teile fest. Die Prüfung kann durchgeführt werden, wenn das REESS an dieser Fahrzeugstruktur auf eine Weise angebracht ist, die für ihre Anbringung im Fahrzeug repräsentativ ist.

3.2. Stauchprüfung

3.2.1. Stauchkraft

Das Prüfmuster wird zwischen einem Widerstand und einer Stauchplatte gemäß Abbildung 1 mit einer Kraft von mindestens 100 kN, höchstens jedoch 105 kN gedrückt, sofern in Absatz 6.4.2 dieser Regelung nicht anders angegeben; die Anstiegszeit beträgt weniger als 3 Minuten und die Haltezeit mindestens 100 ms, jedoch nicht mehr als 10 s.



Abmessungen der Stauchplatte.
600 mm x 600 mm oder kleiner

Auf Antrag des Herstellers können eine größere Stauchkraft, eine längere Anstiegszeit, eine längere Haltezeit oder eine Kombination dieser Faktoren angewandt werden.

Der Krafteintrag wird vom Hersteller gemeinsam mit dem technischen Dienst unter Berücksichtigung der Fahrtrichtung des REESS in Bezug auf seinen Einbau im Fahrzeug festgelegt. Der Eintrag der Kraft; a) horizontal und in Fahrtrichtung des REESS b) horizontal und senkrecht zur Fahrtrichtung des REESS. Für jede der angegeben Prüfrichtungen kann ein separates Prüfmuster verwendet werden.

Die Prüfung endet mit einer Beobachtungsphase von einer Stunde bei Umgebungstemperatur der Prüfumgebung.

ANHANG 9E

Feuerbeständigkeit

1. Zweck

Zweck dieser Prüfung ist die Kontrolle der Widerstandsfähigkeit des REESS gegenüber Feuer außerhalb des Fahrzeugs, bedingt z. B. durch Brennstoffaustritt aus einem Fahrzeug (entweder dem Fahrzeug selbst oder einem in der Nähe befindlichen Fahrzeug). In dieser Situation müssen der Fahrer und die Fahrgäste ausreichend Zeit haben, das Fahrzeug zu verlassen.

2. Einrichtungen

2.1. Diese Prüfung wird entweder mit dem vollständigen REESS oder mit REESS-Subsystemen durchgeführt. Entscheidet sich der Hersteller für eine Prüfung mit REESS-Subsystemen, so muss er nachweisen, dass das Prüfergebnis die Leistung des REESS hinsichtlich der Sicherheit unter denselben Bedingungen auf angemessene Weise widerspiegelt. Ist die elektronische Steuereinheit für das REESS nicht in das Gehäuse eingebaut, in dem sich die Zellen befinden, kann auf Antrag des Herstellers vom Einbau der elektronischen Steuereinheit in das Prüfmuster abgesehen werden. Sind die einschlägigen Subsysteme des REESS auf das ganze Fahrzeug verteilt, so kann die Prüfung an jedem relevanten REESS-Subsystem vorgenommen werden.

3. Verfahren

3.1. Allgemeine Prüfbedingungen

Folgende Bedingungen gelten für die Prüfung:

a) Die Prüfung wird bei einer Temperatur von mindestens 0 °C durchgeführt.

b) Zu Beginn der Prüfung muss der Ladezustand gemäß Anhang 9 Anlage 2 angepasst werden.

c) Zu Beginn der Prüfung müssen alle Schutzeinrichtungen, die sich auf die für das Prüfergebnis relevanten Funktionen des Prüfmusters auswirken, in Betrieb sein.

3.2. Prüfverfahren

Nach Wahl des Herstellers wird eine Prüfung am Fahrzeug oder eine Prüfung am Bauteil durchgeführt:

3.2.1. Prüfung am Fahrzeug

Das Prüfmuster wird in einer Prüfvorrichtung angebracht, die den tatsächlichen Anbringungsbedingungen so gut wie möglich entspricht; hierfür sollte kein brennbares Material verwendet werden, ausgenommen die Werkstoffe, die Teil des REESS sind. Die Methode zur Anbringung des Prüfmusters in der Halterung muss den einschlägigen Bestimmungen für dessen Anbringung in einem Fahrzeug entsprechen. Im Falle eines REESS, das für bestimmte Fahrzeuge verwendbar ist, sind die Fahrzeugteile zu berücksichtigen, die den Brandverlauf auf irgendeine Art beeinflussen.

3.2.2. Prüfung am Bauteil

Für die Prüfung am Bauteil kann der Hersteller entweder die Benzinbecken-Feuerprüfung oder die LPG-Brennerprüfung wählen.

Das Prüfmuster wird auf ein Gitter über der Wanne gestellt und der vom Hersteller vorgesehenen Konstruktion entsprechend ausgerichtet.

Das Gitter besteht aus Stahldraht mit 6-10 mm Durchmesser mit einem Abstand von 4-6 cm. Erforderlichenfalls sind die Stahldrähte mit Flachstahlteilen zu stützen.

3.3. Aufbau der Benzinbecken-Feuerprüfung für die Prüfung am Fahrzeug und die Prüfung am Bauteil

Die Flammen, denen das Prüfmuster ausgesetzt wird, sind durch Verbrennen von handelsüblichem Kraftstoff für Fremdzündungsmotoren („Kraftstoff") in einer Wanne zu erzeugen. Die Kraftstoffmenge muss so bemessen sein, damit die Flamme bei ungehindertem Ablauf der Verbrennung während der gesamten Prüfdauer brennen kann.

Das Feuer muss während der gesamten Brenndauer die gesamte Oberfläche der Wanne erfassen. Die Abmessungen der Wanne sind so zu wählen, dass gewährleistet ist, dass auch die Seitenwände des Prüfmusters den Flammen ausgesetzt sind. Die Wanne muss deshalb mindestens 20 cm, höchstens jedoch 50 cm über die Horizontalprojektion des Prüfmusters hinausragen. Zu Beginn der Prüfung darf der Abstand zwischen der Oberkante der Seitenwände der Wanne und dem Kraftstoffspiegel nicht mehr als 8 cm betragen.

3.3.1. Die mit Kraftstoff gefüllte Wanne wird so unter das Prüfmuster gestellt, dass der Abstand zwischen dem Kraftstoffspiegel in der Wanne und dem Boden des Prüfmusters der bauartbedingten Höhe des Prüfmusters über der Straßenoberfläche entspricht, und zwar bei Leermasse, sofern Absatz 3.2.1 angewandt wird bzw. etwa 50 cm, falls Absatz 3.2.2 angewandt wird. Die Wanne, die Prüfvorrichtung oder beide müssen frei beweglich sein.

3.3.2. Während der Phase C der Prüfung muss die Wanne mit einem Feuerschirm abgedeckt sein. Der Feuerschirm befindet sich 3 cm ± 1 cm über dem Kraftstoffspiegel, gemessen vor Entzündung des Kraftstoffs. Der Feuerschirm muss aus einem feuerfesten Werkstoff gemäß Anhang 9E Anlage 1 bestehen. Zwischen den Schamottesteinen dürfen keine Lücken sein; die Steine sind über der Wanne mit dem Kraftstoff so anzuordnen, dass die Löcher in den Steinen nicht verdeckt werden. Länge und Breite des Rahmens müssen 2 cm bis 4 cm kleiner als die Innenabmessungen der Wanne sein, sodass zwischen Rahmen und Wannenwand ein 1 cm bis 2 cm breiter Spalt zur Belüftung vorhanden ist. Vor dem Feuerschirm muss mindestens die Umgebungstemperatur herrschen. Die Schamottesteine müssen befeuchtet werden, um wiederholbare Prüfbedingungen zu gewährleisten.

3.3.3. Werden die Prüfungen im Freien durchgeführt, so muss ein ausreichender Windschutz vorhanden sein; die Windgeschwindigkeit auf Höhe der Wanne mit dem Kraftstoff darf 2,5 km/h nicht überschreiten.

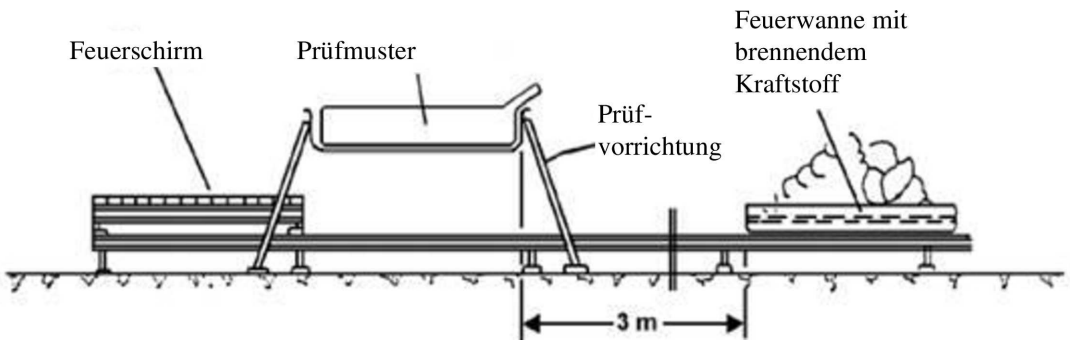
3.3.4. Die Prüfung umfasst die drei Phasen B-D, wenn der Kraftstoff eine Temperatur von mindestens 20° C aufweist. Andernfalls umfasst die Prüfung die vier Phasen A–D.

3.3.4.1. Phase A: Vorwärmen (Abbildung 1)

Der Kraftstoff in der Wanne ist zu entzünden; dabei muss sich diese in einem Abstand von mindestens 3 m zu dem Prüfmuster befinden. Nach einer Vorwärmzeit von 60 Sekunden ist die Wanne unter das Prüfmuster zu stellen. Ist die Wanne zu groß, um ohne Verschütten von Kraftstoff usw. bewegt werden zu können, so können das Prüfmuster und das Prüfgestell stattdessen über die Wanne gestellt werden.

Abbildung 1

Phase A: Vorwärmen

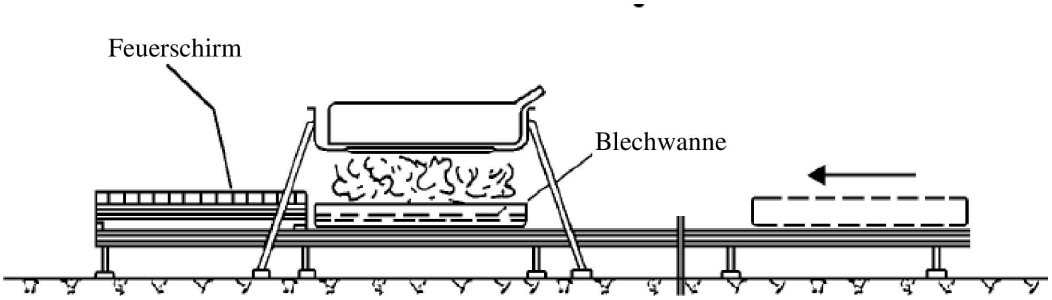


3.3.4.2. Phase B: Direkte Beflammung (Abbildung 2)

Das Prüfmuster ist 70 Sekunden lang den Flammen des frei brennenden Kraftstoffs auszusetzen.

Abbildung 2

Phase B: Direkte Beflammung



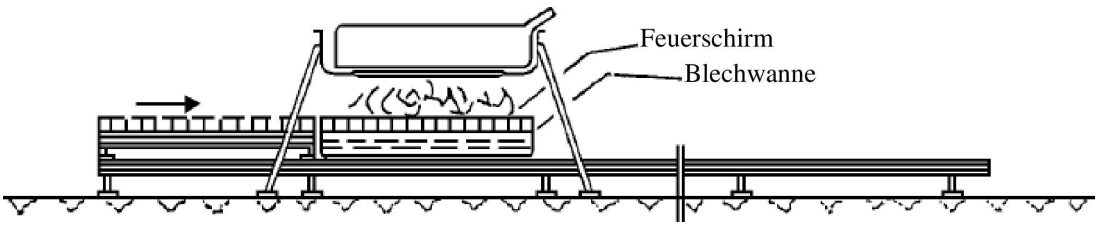
3.3.4.3. Phase C: Indirekte Beflammung (Abbildung 3)

Unmittelbar nach Abschluss der Phase B ist der Feuerschirm zwischen die brennende Wanne und das Prüfmuster zu schieben. Das Prüfmuster ist dieser reduzierten Flamme weitere 60 Sekunden lang auszusetzen.

Anstelle von Phase C der Prüfung kann auf Antrag des Herstellers Phase B weitere 60 Sekunden lang durchgeführt werden.

Abbildung 3

Phase C: Indirekte Beflammung

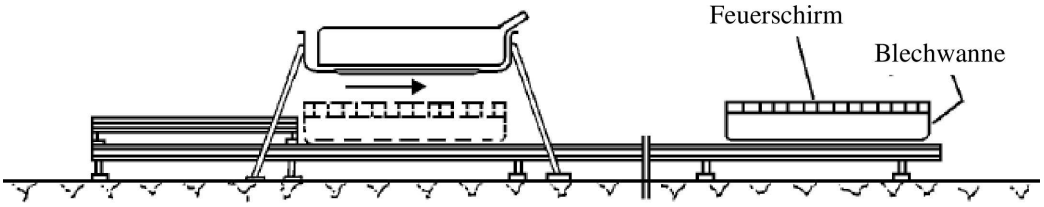


3.3.4.4. Phase D: Ende der Prüfung (Abbildung 4)

Die von dem Feuerschirm abgeschirmte Feuerwanne wird auf die in Phase A beschriebene Position zurückbewegt. Das Prüfmuster wird nicht gelöscht. Nach Entfernung der Wanne wird das Prüfmuster bis zu dem Zeitpunkt beobachtet, an dem die Oberflächentemperatur des Prüfmusters auf die Umgebungstemperatur zurückgegangen ist oder mindestens 3 Stunden lang rückläufig war.

Abbildung 4

Phase D: Ende der Prüfung



3.4. Aufbau der LPG-Brennerprüfung für die Prüfung am Bauteil

3.4.1. Das Prüfmuster wird auf einer Prüfausrüstung positioniert und so wie durch die Konstruktion des Herstellers vorgegeben ausgerichtet.

3.4.2. Die Flamme, der das Prüfmuster ausgesetzt wird, muss von einem LPG-Brenner erzeugt werden. Die Höhe der Flamme beträgt ca. 60 cm oder mehr (ohne das Prüfmuster).

3.4.3. Die Flammentemperatur muss durchgängig von Temperatursensoren gemessen werden. Während der gesamten Beflammungsdauer muss mindestens jede Sekunde die Durchschnittstemperatur als arithmetisches Mittel der von allen Temperatursensoren, die die Anforderungen hinsichtlich ihrer Position nach Absatz 3.4.4 erfüllen, gemessenen Temperaturen berechnet werden.

3.4.4. Alle Temperatursensoren müssen in einer Höhe von 5 ± 1 cm unter dem niedrigsten Punkt der Außenfläche des Prüfmusters angebracht werden, wenn dieses wie in Absatz 3.4.1 beschrieben ausgerichtet ist. Mindestens ein Temperatursensor muss sich in der Mitte des Prüfmusters befinden, und mindestens vier Temperatursensoren müssen innerhalb von 10 cm vom Rand des Prüfmusters zu dessen Mitte hin mit nahezu gleichem Abstand zwischen den Sensoren angeordnet sein.

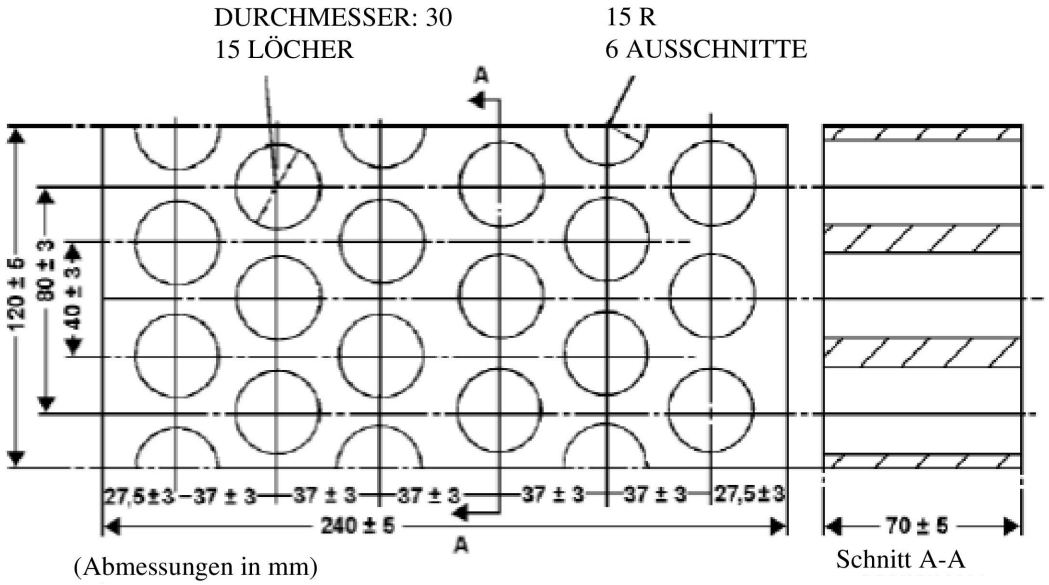
3.4.5. Die Unterseite des Prüfmusters muss der gleichmäßigen, durch die Verbrennung des Brennstoffs entstehenden Flamme direkt und vollständig ausgesetzt sein. Die Flamme des LPG-Brenners muss die Horizontalprojektion des Prüfmusters um mindestens 20 cm überragen.

3.4.6. Eine durchschnittliche Temperatur von 800 °C muss innerhalb von 30 Sekunden erreicht werden; eine Temperatur von 800 °C bis 1 100 °C muss aufrechterhalten werden. Das Prüfmuster wird dann für 2 Minuten der Flamme ausgesetzt.

3.4.7. Nach der direkten Beflammung wird das Prüfmuster beobachtet, bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Oberflächentemperatur des Prüfmusters auf die Umgebungstemperatur zurückgegangen ist oder mindestens 3 Stunden lang rückläufig war.

Anhang 9E - Anlage 1

Abmessungen und technische Daten der Schamottesteine



Feuerbeständigkeit:	(Seger-Kegel) SK 30
Al2O3-Inhalt:	30 % – 33 %
relatives Porenvolumen (Po):	20 Vol.-% – 22 Vol.-%
Dichte:	1 900 bis 2 000 kg/m³
Wirksame gelochte Fläche:	44,18 Prozent

ANHANG 9F

Externer Kurzschlussschutz

1. Zweck

Zweck dieser Prüfung ist die Kontrolle der Leistung des Kurzschlussschutzes, um das REESS vor etwaigen weiteren durch den Kurzschlussstrom verursachten schweren Ereignissen zu schützen.

2. Einrichtungen

Diese Prüfung wird entweder mit einem vollständigen Fahrzeug oder dem vollständigen REESS oder mit einem oder mehreren REESS-Subsystemen durchgeführt. Entscheidet sich der Hersteller für eine Prüfung mit REESS-Subsystemen, muss vom Prüfmuster die Nennspannung des vollständigen REESS bereitgestellt werden können und der Hersteller muss nachweisen, dass das Prüfergebnis die Leistung des REESS hinsichtlich der Sicherheit unter denselben Bedingungen auf angemessene Weise widerspiegelt. Ist die elektronische Steuereinheit für das REESS nicht in das Gehäuse eingebaut, in dem sich die Zellen befinden, kann auf Antrag des Herstellers vom Einbau der elektronischen Steuereinheit in das Prüfmuster abgesehen werden. Für eine Prüfung mit einem vollständigen Fahrzeug kann der Hersteller Informationen bereitstellen, wie ein Prüfkabelbündel an einer Stelle unmittelbar außerhalb des REESS anzuschließen ist, damit ein Kurzschluss des REESS erzeugt werden kann.

3. Verfahren

3.1. Allgemeine Prüfbedingungen

Folgende Bedingungen gelten für die Prüfung:

a) Die Prüfung ist bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C ± 10 °C oder auf Antrag des Herstellers bei einer höheren Temperatur durchzuführen.

b) Zu Beginn der Prüfung muss der Ladezustand gemäß Anhang 9 Anlage 2 angepasst werden.

c) Zu Beginn der Prüfung müssen alle Schutzeinrichtungen, die sich auf die für das Prüfergebnis relevanten Funktionen des Prüfmusters auswirken, in Betrieb sein.

d) Für eine Prüfung mit einem vollständigen Fahrzeug wird ein Prüfkabelbündel an der vom Hersteller angegebenen Stelle angeschlossen. Die für das Prüfergebnis relevanten Fahrzeugschutzsysteme müssen betriebsbereit sein.

3.2. Kurzschluss

Zu Beginn der Prüfung müssen alle entsprechenden Hauptschütze für das Auf- und Entladen geschlossen sein, um den aktiven Fahrbetriebszustand sowie den Modus für externes Laden zu repräsentieren. Ist dies nicht in einer einzigen Prüfung möglich, so sind zwei oder mehr Prüfungen durchzuführen.

Für die Prüfung mit einem vollständigen REESS oder mit REESS-Subsystemen müssen der positive und der negative Pol des Prüfmusters miteinander verbunden werden, um einen Kurzschluss zu erzeugen. Die für diesen Zweck verwendete Verbindung weist einen Widerstand von höchstens 5 mΩ auf.

Für eine Prüfung mit einem vollständigen Fahrzeug wird der Kurzschluss über das Prüfkabelbündel ausgelöst. Der zur Erzeugung des Kurzschlusses verwendete Anschluss (einschließlich der Verkabelung) darf einen Widerstand von höchstens 5 mΩ aufweisen.

Der Kurzschluss wird aufrechterhalten, bis die Schutzfunktion des REESS den Kurzschlussstrom beendet, oder für mindestens 1 Stunde, nachdem sich die am Gehäuse des Prüfmusters gemessene Temperatur stabilisiert hat, sodass der Temperaturgradient über 2 Stunden um weniger als 4 °C schwankt.

3.3. Standardzyklus und Beobachtungszeitraum

Unmittelbar nach Beendigung des Kurzschlusses wird ein Standardzyklus nach Anhang 9 Anlage 1 durchgeführt, sofern dies nicht durch das Prüfmuster verhindert wird.

Die Prüfung endet mit einer Beobachtungsphase von einer Stunde bei Umgebungstemperatur der Prüfumgebung.

ANHANG 9G

Überladungsschutz

1. Zweck

Zweck dieser Prüfung ist die Kontrolle der Leistung des Überladungsschutzes, um das REESS vor etwaigen weiteren durch einen zu hohen Ladezustand verursachten schweren Ereignissen zu schützen.

2. Einrichtungen

Diese Prüfung wird unter Standardbetriebsbedingungen entweder mit einem vollständigen Fahrzeug oder mit dem vollständigen REESS durchgeführt. Nebensysteme, die sich nicht auf die Prüfergebnisse auswirken, können aus dem Prüfmuster weggelassen werden.

Die Prüfung kann mit einem abgeänderten Prüfmuster durchgeführt werden, wobei sich diese Änderungen nicht auf die Prüfergebnisse auswirken dürfen.

3. Verfahren

3.1. Allgemeine Prüfbedingungen

Folgende Bedingungen gelten für die Prüfung:

a) Die Prüfung ist bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C ± 10 °C oder auf Antrag des Herstellers bei einer höheren Temperatur durchzuführen.

b) Der Ladezustand des REESS muss durch ein vom Hersteller empfohlenes normales Verfahren, beispielsweise durch Fahren des Fahrzeugs oder die Verwendung eines externen Ladegeräts, auf etwa die Mitte des normalen Betriebsbereichs angepasst werden. Es ist keine genaue Anpassung erforderlich, solange der Normalbetrieb des REESS möglich ist.

c) Für Prüfungen am Fahrzeug bei Fahrzeugen mit bordeigenen Systemen zur Umwandlung elektrischer Energie (z. B. interner Verbrennungsmotor, Brennstoffzelle usw.) muss der Kraftstoff aufgefüllt werden, um den Betrieb dieser Systeme zur Umwandlung elektrischer Energie zu ermöglichen.

d) Zu Beginn der Prüfung müssen alle Schutzeinrichtungen, die sich auf die für das Prüfergebnis relevanten Funktionen des Prüfmusters auswirken, in Betrieb sein. Alle relevanten Hauptschütze für das Aufladen müssen geschlossen sein.

3.2. Ladevorgang

Das Verfahren zum Aufladen des REESS für die Prüfung am Fahrzeug muss den Absätzen 3.2.1 und 3.2.2 entsprechen und ist geeignet für die relevante Betriebsart des Fahrzeugs und die Funktionalität des Schutzsystems zu wählen. Alternativ muss das Verfahren zum Aufladen des REESS für die Prüfung am Fahrzeug nach Absatz 3.2.3 durchgeführt werden. Für die Prüfung am Bauteil muss das Ladeverfahren Absatz 3.2.4 entsprechen.

3.2.1. Aufladung durch Fahrzeugbetrieb

Dieses Verfahren ist für die Prüfungen am Fahrzeug im aktiven Fahrbetriebszustand anzuwenden.

a) Für Fahrzeuge, die durch bordeigene Energiequellen geladen werden können (z. B. Energierückgewinnung, bordeigene Systeme zur Umwandlung elektrischer Energie), muss das Fahrzeug auf einem Rollenprüfstand gefahren werden. Die Betriebsart des Fahrzeugs auf einem Rollenprüfstand (z. B. Simulation einer kontinuierlichen Bergabfahrt), die einen möglichst hohen, nach vernünftigem Ermessen erzielbaren Ladestrom liefert, ist gegebenenfalls in Absprache mit dem Hersteller zu bestimmen.

b) Das REESS muss durch den Fahrzeugbetrieb auf einem Rollenprüfstand in Übereinstimmung mit Absatz 3.2.1 Buchstabe a geladen werden. Der Fahrzeugbetrieb auf dem Rollenprüfstand ist zu beenden, wenn die Überladungsschutzsteuerung des Fahrzeugs den REESS-Ladestrom beendet oder wenn die Temperatur des REESS so stabilisiert ist, dass die Temperatur innerhalb von 1 Stunde um einen Gradienten von weniger als 2 °C schwankt. Wenn die automatische Unterbrechungsfunktion der Überladungsschutzsteuerung eines Fahrzeugs nicht funktioniert oder wenn eine solche Steuerungsfunktion nicht vorhanden ist, muss der Ladevorgang fortgesetzt werden, bis die Temperatur des REESS 10 °C über der vom Hersteller angegebenen maximalen Betriebstemperatur liegt.

c) Unmittelbar nach Beendigung des Ladevorgangs ist ein Standardzyklus nach Anhang 9, Anlage 1 mit Fahrzeugbetrieb auf einem Rollenprüfstand durchzuführen, sofern dies nicht durch das Fahrzeug verhindert wird.

3.2.2. Ladung durch eine externe Stromversorgung (Prüfung am Fahrzeug).

Dieses Verfahren ist für die Prüfungen am Fahrzeug für extern aufladbare Fahrzeuge anzuwenden.

a) Falls vorhanden, so ist der zur regulären Nutzung vorgesehene Eingangsanschluss des Fahrzeugs für die Verbindung mit der externen Stromversorgungsausrüstung zu verwenden. Die Kommunikation der Ladesteuerung der externen Stromversorgungsausrüstung muss geändert oder deaktiviert werden, um die Aufladung nach Absatz 3.2.2.b zu ermöglichen.

b) Das REESS muss durch die externe Stromversorgungsausrüstung mit dem vom Hersteller angegebenen maximalen Ladestrom geladen werden. Der Ladevorgang muss beendet werden, wenn der Überladungsschutz des Fahrzeugs den Ladestrom des REESS beendet. Wenn die Überladungsschutzsteuerung eines Fahrzeugs nicht funktioniert oder wenn eine solche Steuerung nicht vorhanden ist, muss der Ladevorgang fortgesetzt werden, bis die Temperatur des REESS 10 °C über der vom Hersteller angegebenen maximalen Betriebstemperatur liegt. Wenn der Ladestrom nicht beendet wird und die Temperatur des REESS weniger als 10 °C über der maximalen Betriebstemperatur bleibt, muss der Fahrzeugbetrieb 12 Stunden nach Beginn des Ladevorgangs durch eine externe Stromversorgungsausrüstung beendet werden.

c) Unmittelbar nach Beendigung des Ladevorgangs ist ein Standardzyklus nach Anhang 9, Anlage 1 mit Fahrzeugbetrieb auf einem Rollenprüfstand für den Entladevorgang und einer externen Stromversorgungsausrüstung für das Aufladen durchzuführen, sofern dies nicht durch das Fahrzeug verhindert wird.

3.2.3. Aufladen durch Anschluss des Prüfkabelbündels (Prüfung am Fahrzeug).

Dieses Verfahren gilt für die Prüfungen am Fahrzeug sowohl für extern aufladbare Fahrzeuge als auch für Fahrzeuge anwendbar, die nur durch bordeigene Energiequellen aufgeladen werden können, und für die der Hersteller Informationen bereitstellt, wie ein Prüfkabelbündel an einer Stelle unmittelbar außerhalb des REESS anzuschließen ist, damit das REESS aufgeladen werden kann:

a) Das Prüfkabelbündel wird gemäß den Angaben des Herstellers an das Fahrzeug angeschlossen. Die Einstellung des Auslösestroms/der Auslösespannung der externen Auf-/Entladeausrüstung muss mindestens 10 Prozent höher sein als die Strom-/Spannungsgrenze des Prüfmusters. Die externe Stromversorgungsausrüstung wird mit dem Prüfkabelbündel verbunden. Das REESS muss durch die externe Stromversorgung mit dem vom Hersteller angegebenen maximalen Ladestrom geladen werden.

b) Der Ladevorgang muss beendet werden, wenn der Überladungsschutz des Fahrzeugs den Ladestrom des REESS beendet. Wenn die Überladungsschutzsteuerung eines Fahrzeugs nicht funktioniert oder wenn eine solche Steuerung nicht vorhanden ist, muss der Ladevorgang fortgesetzt werden, bis die Temperatur des REESS 10 °C über der vom Hersteller angegebenen maximalen Betriebstemperatur liegt. Wenn der Ladestrom nicht beendet wird und die Temperatur des REESS weniger als 10 °C über der maximalen Betriebstemperatur bleibt, muss der Fahrzeugbetrieb 12 Stunden nach Beginn des Ladevorgangs durch eine externe Stromversorgungsausrüstung beendet werden.

c) Unmittelbar nach Beendigung des Ladevorgangs ist ein Standardzyklus nach Anhang 9, Anlage 1 (für ein vollständiges Fahrzeug) durchzuführen, sofern dies nicht durch das Fahrzeug verhindert wird.

3.2.4. Ladung durch eine externe Stromversorgung (Prüfung am Bauteil).

Dieses Verfahren ist für die Prüfung am Bauteil anzuwenden:

a) Die externe Auf-/Entladeausrüstung muss an die Hauptklemmen des REESS angeschlossen werden. Die Ladekontrollbegrenzungen des Prüfmusters werden außer Kraft gesetzt.

b) Das REESS muss durch die externe Auf-/Entladeausrüstung mit dem vom Hersteller angegebenen maximalen Ladestrom geladen werden. Der Ladevorgang muss beendet werden, wenn der Überladungsschutz des REESS den Ladestrom des REESS beendet. Wenn die Überladungsschutzsteuerung des REESS nicht funktioniert oder

wenn eine solche Steuerung nicht vorhanden ist, muss der Ladevorgang fortgesetzt werden, bis die Temperatur des REESS 10 °C über der vom Hersteller angegebenen maximalen Betriebstemperatur liegt. Wenn der Ladestrom nicht beendet wird und die Temperatur des REESS weniger als 10 °C über der maximalen Betriebstemperatur bleibt, muss das Laden 12 Stunden nach Beginn des Aufladens durch eine externe Stromversorgungsausrüstung beendet werden.

c) Unmittelbar nach Beendigung des Ladevorgangs ist ein Standardzyklus nach Anhang 9, Anlage 1 mit externer Auf-/Entladeausrüstung durchzuführen, sofern dies nicht durch das REESS verhindert wird.

3.3. Die Prüfung endet mit einer Beobachtungsphase von einer Stunde bei Umgebungstemperatur der Prüfumgebung.

ANHANG 9H

Schutz gegen übermäßiges Entladen

1. Zweck

Zweck dieser Prüfung ist die Kontrolle der Leistung des Schutzes gegen übermäßiges Entladen, um das REESS vor durch einen zu niedrigen Ladezustand verursachten schweren Ereignissen zu schützen.

2. Einrichtungen

Diese Prüfung wird unter Standardbetriebsbedingungen entweder mit einem vollständigen Fahrzeug oder mit dem vollständigen REESS durchgeführt. Nebensysteme, die sich nicht auf die Prüfergebnisse auswirken, können aus dem Prüfmuster weggelassen werden.

Die Prüfung kann mit einem abgeänderten Prüfmuster durchgeführt werden, vorausgesetzt, diese Abänderungen wirken sich nicht auf die Prüfergebnisse aus.

3. Verfahren

3.1. Allgemeine Prüfbedingungen

Folgende Bedingungen und Anforderungen gelten für die Prüfung:

a) Die Prüfung ist bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C ± 10 °C oder auf Antrag des Herstellers bei einer höheren Temperatur durchzuführen.

b) Der Ladezustand des REESS muss durch ein vom Hersteller empfohlenes normales Verfahren auf das niedrigste Niveau, das dennoch innerhalb des normalen Betriebsbereichs liegt, eingestellt werden, beispielsweise durch Fahren des Fahrzeugs oder die Verwendung eines externen Ladegeräts. Es ist keine genaue Anpassung erforderlich, solange der Normalbetrieb des REESS möglich ist.

c) Bei der Prüfung am Fahrzeug für Fahrzeuge mit bordeigenen Systemen zur Umwandlung elektrischer Energie (z. B. Verbrennungsmotor, Brennstoffzelle usw.) muss die elektrische Energie aus solchen bordeigenen Systemen zur Umwandlung elektrischer Energie reduziert werden, indem z. B. der Kraftstoffstand so angepasst wird, dass er fast leer ist, aber noch ausreicht, damit das Fahrzeug in den aktiven Fahrbetriebszustand übergehen kann.

d) Zu Beginn der Prüfung müssen alle Schutzeinrichtungen, die sich auf die für das Prüfergebnis relevanten Funktionen des Prüfmusters auswirken, in Betrieb sein.

3.2. Entladen

Das Verfahren zum Entladen des REESS für die Prüfung am Fahrzeug wird nach den Absätzen 3.2.1 und 3.2.2 durchgeführt. Alternativ wird das Verfahren zum Entladen des REESS für die Prüfung am Fahrzeug nach Absatz 3.2.3 durchgeführt. Für die Prüfung am Bauteil muss das Entladeverfahren Absatz 3.2.4 entsprechen.

3.2.1. Entladen durch Fahrzeugfahrbetrieb

Dieses Verfahren ist für die Prüfungen am Fahrzeug im aktiven Fahrbetriebszustand anzuwenden.

a) Das Fahrzeug wird auf einem Rollenprüfstand gefahren. Die Betriebsart des Fahrzeugs auf einem Rollenprüfstand (z. B. Simulation des Dauerbetriebs bei konstanter Geschwindigkeit), der eine möglichst konstante, nach vernünftigem Ermessen erzielbare Entladeleistung liefert, ist gegebenenfalls in Absprache mit dem Hersteller zu bestimmen.

b) Das REESS muss durch den Fahrzeugbetrieb auf einem Rollenprüfstand gemäß Absatz 3.2.1.a entladen werden. Der Fahrzeugbetrieb auf dem Rollenprüfstand ist zu beenden, wenn die Steuerung für den Schutz gegen übermäßiges Entladen des Fahrzeugs den REESS-Entladestrom beendet oder die Temperatur des REESS so stabilisiert ist, dass die Temperatur innerhalb von 2 Stunden um einen Gradienten von weniger als 4 °C schwankt. Wenn eine Steuerung zum Schutz gegen übermäßiges Entladen nicht funktioniert, oder wenn eine solche Steuerung nicht vorhanden ist, muss das Entladen fortgesetzt werden, bis das REESS auf 25 % seines Nennspannungsniveaus entladen ist.

c) Unmittelbar nach Beendigung des Entladevorgangs ist eine Standardladung gefolgt von einer Standardentladung nach Anhang 9, Anlage 1 durchzuführen, sofern dies nicht durch das Fahrzeug verhindert wird.

3.2.2. Entladen durch elektrische Hilfsausrüstung (Prüfung am Fahrzeug)

Dieses Verfahren ist für die Prüfungen am Fahrzeug im stationären Zustand anzuwenden.

a) Das Fahrzeug muss in eine stationäre Betriebsart geschaltet werden, die den Verbrauch von elektrischer Energie aus dem REESS durch elektrische Hilfsausrüstung ermöglicht. Eine solche Betriebsart ist ggf. in Absprache mit dem Hersteller festzulegen. Ausrüstungsgegenstände (z. B. Unterlegkeile), die die Bewegung des Fahrzeugs verhindern, können gegebenenfalls verwendet werden, um die Sicherheit während der Prüfung zu gewährleisten.

b) Das REESS wird durch den Betrieb elektrischer Ausrüstungsgegenständen, der Klimaanlage, der Heizung, der Beleuchtung, audiovisueller Geräte usw., die gemäß den Bedingungen nach Absatz 3.2.2.a eingeschaltet sein können, entladen. Der Betrieb ist zu beenden, wenn die Steuerung für den Schutz gegen übermäßiges Entladen den REESS-Entladestrom beendet oder die Temperatur des REESS so stabilisiert ist, dass die Temperatur innerhalb von 2 Stunden um einen Gradienten von weniger als 4 °C schwankt. Wenn eine Steuerung zum Schutz gegen übermäßiges Entladen nicht funktioniert, oder wenn eine solche Steuerung nicht vorhanden ist, muss das Entladen fortgesetzt werden, bis das REESS auf 25 % seines Nennspannungsniveaus entladen ist.

c) Unmittelbar nach Beendigung des Entladevorgangs ist eine Standardladung gefolgt von einer Standardentladung nach Anhang 9, Anlage 1 durchzuführen, sofern dies nicht durch das Fahrzeug verhindert wird.

3.2.3. Entladen des REESS unter Verwendung eines Entladewiderstands (Prüfung am Fahrzeug)

Dieses Verfahren gilt für Fahrzeuge, für die der Hersteller Informationen bereitstellt, wie ein Prüfkabelbündel an einer Stelle unmittelbar außerhalb des REESS anzuschließen ist, damit das REESS entladen werden kann:

a) Das Prüfkabelbündel wird gemäß den Angaben des Herstellers das Fahrzeug angeschlossen. Das Fahrzeug wird in den aktiven Fahrbetriebszustand gebracht.

b) Ein Entladewiderstand wird an das Prüfkabelbündel angeschlossen, und das REESS wird mit einer Entladerate unter normalen Betriebsbedingungen gemäß den Angaben des Herstellers entladen. Es kann ein Widerstand mit einer Entladeleistung von 1 kW verwendet werden.

c) Die Prüfung ist zu beenden, wenn die Steuerung für den Schutz gegen übermäßiges Entladen den REESS-Entladestrom beendet oder die Temperatur des REESS so stabilisiert ist, dass die Temperatur innerhalb von 2 Stunden um einen Gradienten von weniger als 4 °C schwankt. Wenn keine automatische Unterbrechung der Entladung stattfindet, oder wenn eine solche Funktion nicht vorhanden ist, wird das Entladen fortgesetzt, bis das REESS bis auf 25 % der Nennspannung entladen ist.

d) Unmittelbar nach Beendigung des Entladevorgangs ist eine Standardladung gefolgt von einer Standardentladung nach Anhang 9, Anlage 1 durchzuführen, sofern dies nicht durch das Fahrzeug verhindert wird.

3.2.4. Entladen durch externe Ausrüstung (Prüfung am Bauteil)

Dieses Verfahren ist für die Prüfung am Bauteil anzuwenden:

a) Alle relevanten Hauptschütze müssen geschlossen sein. Die externe Auf-/Entladeausrüstung muss an die Hauptklemmen des Prüfmusters angeschlossen werden.

b) Eine Entladung muss mit einem stabilen Strom innerhalb des normalen, vom Hersteller angegebenen Betriebsbereichs durchgeführt werden.

c) Der Entladevorgang ist fortzusetzen, bis das Prüfmuster den REESS-Entladestrom (automatisch) beendet oder die Temperatur des Prüfmusters so stabilisiert ist, dass die Temperatur innerhalb von 2 Stunden um einen Gradienten von weniger als 4 °C schwankt. Wenn keine automatische Unterbrechung stattfindet, oder wenn eine solche Funktion nicht vorhanden ist, wird das Entladen fortgesetzt, bis das Prüfmuster bis auf 25 % der Nennspannung entladen ist.

d) Unmittelbar nach Beendigung des Entladevorgangs ist eine Standardladung gefolgt von einer Standardentladung nach Anhang 9, Anlage 1 durchzuführen, sofern dies nicht durch das Prüfmuster verhindert wird.

3.3. Die Prüfung endet mit einer Beobachtungsphase von einer Stunde bei Umgebungstemperatur der Prüfumgebung.

ANHANG 9I

Überhitzungsschutz

1. Zweck

Zweck dieser Prüfung ist die Kontrolle der Leistung der Schutzmaßnahmen des REESS gegen interne Überhitzung während des Betriebs. Sind keine spezifischen Schutzmaßnahmen erforderlich, um zu verhindern, dass das REESS aufgrund interner Überhitzung einen unsicheren Zustand erreicht, muss dieser sichere Betrieb nachgewiesen werden.

2. Die Prüfung kann mit einem vollständigen REESS nach den Absätzen 3 und 4 oder mit einem vollständigen Fahrzeug nach den Absätzen 5 und 6 durchgeführt werden.

3. Einrichtung für eine Prüfung unter Verwendung eines vollständigen REESS

3.1. Nebensysteme, die sich nicht auf die Prüfergebnisse auswirken, können aus dem Prüfmuster weggelassen werden. Die Prüfung kann mit einem abgeänderten Prüfmuster durchgeführt werden, vorausgesetzt, diese Abänderungen wirken sich nicht auf die Prüfergebnisse aus.

3.2. Ist ein REESS mit einer Kühlfunktion ausgerüstet und bleibt das REESS auch ohne Betrieb der Kühlfunktion funktionsbereit und gibt normal Strom ab, so muss das Kühlsystem für die Prüfung abgeschaltet werden.

3.3. Die Temperatur des Prüfmusters innerhalb des Gehäuses in der Nähe der Zellen wird während der Prüfung kontinuierlich gemessen, um die Temperaturveränderungen zu überwachen. Falls vorhanden, kann der bordeigene Sensor zusammen mit kompatiblen Werkzeugen für das Auslesen des Signals genutzt werden.

3.4. Das REESS wird in einem Heißluftofen oder einer Klimakammer platziert. Falls für die Durchführung der Prüfung erforderlich, wird das REESS mit Verlängerungskabeln an das übrige Fahrzeugsteuerungssystem angeschlossen. Eine externe Auf-/Entladeausrüstung darf unter Aufsicht durch den Fahrzeughersteller angeschlossen werden.

4. Prüfverfahren für eine Prüfung unter Verwendung eines vollständigen REESS.

4.1. Zu Beginn der Prüfung müssen alle Schutzeinrichtungen, die sich auf die für das Prüfergebnis relevante Funktion des Prüfmusters auswirken, in Betrieb sein, ausgenommen jegliche gemäß Absatz 3.2 vorgenommen Deaktivierung des Systems.

4.2. Das Prüfmuster muss von der externen Auf-/Entladeausrüstung kontinuierlich mit einem Strom aufgeladen bzw. entladen werden, der die Temperatur der Zellen innerhalb des vom Hersteller definierten Bereichs des Normalbetriebs bis zum Ende der Prüfung so schnell wie möglich ansteigen lässt.

Alternativ kann das Auf- und Entladen durch Fahrbetrieb des Fahrzeugs auf dem Rollenprüfstand durchgeführt werden, wobei der Fahrbetrieb in Absprache mit dem Hersteller so festgelegt werden muss, dass die oben genannten Bedingungen erreicht werden.

4.3. Die Temperatur der Kammer oder des Ofens wird schrittweise von 20 ± 10 °C (oder auf Verlangen des Herstellers auf eine höhere Temperatur) gesteigert, bis sie die nach Absatz 4.3.1 oder 4.3.2 ermittelte Temperatur erreicht hat; diese Temperatur wird dann bis zum Ende der Prüfung auf einer Temperatur gehalten, die mindestens gleich hoch ist.

4.3.1. Wenn das REESS mit Schutzmaßnahmen gegen innere Überhitzung ausgerüstet ist, wird die Temperatur auf die vom Hersteller als Schwellenwert für die Betriebstemperatur für derartige Schutzmaßnahmen angegebene Temperatur erhöht, um sicherzustellen, dass die Temperatur das Prüfmusters wie in Absatz 4.2 angegeben steigt.

4.3.2. Wenn das REESS nicht mit spezifischen Maßnahmen gegen interne Überhitzung ausgerüstet ist, wird die Temperatur auf die vom Hersteller angegebene maximale Betriebstemperatur erhöht.

4.4. Ende der Prüfung: Die Prüfung endet, wenn eine der folgenden Beobachtungen zutrifft:

a) Das Prüfmuster behindert oder begrenzt die Ladung und/oder Entladung, um den Temperaturanstieg zu verhindern.

b) Die Temperatur des Prüfmusters ist stabilisiert, d. h., dass die Temperatur über zwei Stunden um einen Gradienten von weniger als 4 °C schwankt.

c) Die Annahmekriterien nach Absatz 6.9.2.1 der Regelung sind nicht eingehalten.

5. Einrichtung für eine Prüfung unter Verwendung eines vollständigen Fahrzeugs

5.1. Basierend auf den Angaben des Herstellers muss bei einem REESS, das mit einer Kühlfunktion ausgerüstet ist, das Kühlsystem für die Prüfung deaktiviert sein oder (bei einem REESS, das nicht funktioniert, wenn das Kühlsystem deaktiviert ist) sich in einem Zustand deutlich reduzierten Betriebs befinden.

5.2. Die Temperatur des REESS wird während der Prüfung im Inneren des Gehäuses in der Nähe der Zellen kontinuierlich gemessen, um die Temperaturänderungen unter Verwendung von bordeigenen Sensoren und kompatiblen Werkzeugen gemäß den Angaben des Herstellers zum Auslesen der Signale zu überwachen.

5.3. Das Fahrzeug ist für mindestens 6 Stunden in eine Klimakammer zu stellen, die auf eine Temperatur zwischen 40 °C und 45 °C eingestellt ist.

6. Prüfverfahren für eine Prüfung unter Verwendung eines vollständigen Fahrzeugs.

6.1. Das Fahrzeug muss kontinuierlich so geladen und entladen werden, dass die Temperatur der REESS-Zellen innerhalb des vom Hersteller definierten Bereichs des Normalbetriebs bis zum Ende der Prüfung so schnell wie möglich ansteigt.

Das Auf- und Entladen wird durch Fahrbetrieb des Fahrzeugs auf dem Rollenprüfstand durchgeführt, wobei der Fahrbetrieb in Absprache mit dem Hersteller so festgelegt werden muss, dass die oben genannten Bedingungen erreicht werden.

Bei einem Fahrzeug, das über eine externe Stromversorgung geladen werden kann, kann der Ladevorgang mit einem externen Netzteil durchgeführt werden, wenn ein schnellerer Temperaturanstieg zu erwarten ist.

6.2. Die Prüfung endet, wenn eine der folgenden Beobachtungen zutrifft:

a) Das Fahrzeug beendet den Auf- und/oder Entladevorgang.

b) Die Temperatur des REESS ist stabilisiert, sodass die Temperatur über 2 Stunden um einen Gradienten von weniger als 4 °C schwankt.

c) Die Annahmekriterien nach Absatz 6.9.2.1 der Regelung sind nicht eingehalten.

d) Seit Beginn der Auf-/Entladezyklen in Abschnitt 6.1 sind drei Stunden vergangen.

ANHANG 9J

Überstromschutz

1. Zweck

Zweck dieser Prüfung ist die Kontrolle der Leistung des Überstromschutzes beim externen Aufladen mit Gleichstrom, um das REESS gemäß den Angaben des Herstellers vor durch übermäßige Ladestromniveaus verursachten schweren Ereignissen zu schützen.

2. Prüfbedingungen

a) Die Prüfung wird bei einer Umgebungstemperatur von 20 ± 10° C durchgeführt.

b) Der Ladezustand des REESS muss durch ein vom Hersteller empfohlenes normales Verfahren, beispielsweise durch Fahren des Fahrzeugs oder die Verwendung eines externen Ladegeräts, auf etwa die Mitte des normalen Betriebsbereichs angepasst werden. Es ist keine genaue Anpassung erforderlich, solange der Normalbetrieb des REESS möglich ist.

c) Die Höhe des Überstroms (unter Annahme einer Störung der externen Gleichstromversorgungsausrüstung) und die maximale Spannung (innerhalb des normalen Bereichs), die angelegt werden können, sind gegebenenfalls durch Absprache mit dem Hersteller zu bestimmen.

3. Die Überstromprüfung wird gegebenenfalls nach Absatz 4 oder Absatz 5 und gemäß den Angaben des Herstellers durchgeführt.

4. Überstrom während des Aufladens durch eine externe Stromversorgung

Dieses Prüfverfahren ist für eine Prüfung am Fahrzeug für Fahrzeuge anzuwenden, die ein Aufladen durch eine externe Gleichstromversorgung unterstützen.

a) Für den Anschluss an die externe Gleichstromversorgungsausrüstung ist der Gleichstrom-Ladeeingangsanschluss des Fahrzeugs zu verwenden. Die Kommunikation der Ladesteuerung der externen Stromversorgungsausrüstung muss geändert oder deaktiviert werden, um das in Absprache mit dem Hersteller bestimmte Überstromniveau zu ermöglichen.

b) Das Aufladen des REESS durch die externe Gleichstromversorgungsausrüstung muss eingeleitet werden, um den höchsten vom Hersteller angegebenen normalen Ladestrom zu erzielen. Der Ladestrom wird dann für die Dauer von 5 Sekunden vom höchsten normalen Ladestrom auf das nach Absatz 2.c bestimmte Überstromniveau erhöht. Der Ladevorgang wird dann bis zu diesem Überstromniveau fortgesetzt.

c) Der Ladevorgang muss beendet werden, wenn die Funktion des Überstromschutzes des Fahrzeugs den REESS-Ladestrom beendet oder die Temperatur des REESS so stabilisiert ist, dass die Temperatur innerhalb von 2 Stunden um einen Gradienten von weniger als 4 °C schwankt.

d) Unmittelbar nach Beendigung des Ladevorgangs ist ein Standardzyklus nach Anhang 9, Anlage 1 durchzuführen, sofern dies nicht durch das Fahrzeug verhindert wird.

5. Überstrom während des Ladevorgangs unter Verwendung des Prüfkabelbündels

Dieses Prüfverfahren gilt für die REESS von Fahrzeugen, die das Aufladen durch externe Gleichstromversorgung unterstützen, und für die der Hersteller Informationen bereitstellt, wie ein Prüfkabelbündel an einer Stelle unmittelbar außerhalb des REESS anzuschließen ist, damit das REESS aufgeladen werden kann:

a) Das Prüfkabelbündel wird gemäß den Angaben des Herstellers an das Fahrzeug oder an das REESS angeschlossen.

b) Die externe Stromversorgungsausrüstung wird zusammen mit der Überstromversorgung an das Prüfkabelbündel angeschlossen und der Ladevorgang des REESS wird eingeleitet, um den höchsten vom Hersteller angegebenen normalen Ladestrom zu erreichen.

c) Der Ladestrom wird dann für die Dauer von 5 Sekunden vom höchsten normalen Ladestrom auf das nach Absatz 2.c bestimmte Überstromniveau erhöht. Der Ladevorgang wird dann bis zu diesem Überstromniveau fortgesetzt.

d) Der Ladevorgang wird beendet, wenn die Funktion des Überstromschutzes des Fahrzeugs den Ladevorgang beendet oder wenn die Temperatur des Prüfmusters so stabilisiert ist, dass die Temperatur innerhalb von 2 Stunden um einen Gradienten von weniger als 4 °C schwankt.

e) Unmittelbar nach Beendigung des Ladevorgangs ist ein Standardzyklus nach Anhang 9, Anlage 1 durchzuführen, sofern dies nicht durch das Fahrzeug verhindert wird.

6. Die Prüfung endet mit einer Beobachtungsphase von einer Stunde bei Umgebungstemperatur der Prüfumgebung.

ANHANG 9K

Prüfung des thermischen Durchgehens

1. Zweck

Zweck der Prüfung des thermischen Durchgehens ist es, die Sicherheit der Insassen in einem Fahrzeug zu gewährleisten, wenn ein erzwungener thermischer Durchgang einer Zelle im REESS ausgelöst/initiiert wird. Das Phänomen des erzwungenen thermischen Durchgehens simuliert ein schwerwiegendes thermisches Ereignis, das durch einen internen Kurzschluss verursacht wird.

2. Einrichtungen

Diese Prüfung ist entweder mit einem vollständigen Fahrzeug oder unter Verwendung des vollständigen REESS oder der REESS-Subsysteme nach Wahl des Herstellers im Einvernehmen mit dem technischen Dienst durchzuführen. Entscheidet sich der Hersteller für eine Prüfung mit REESS-Subsystemen, so muss er nachweisen, dass das Prüfergebnis die Leistung des REESS hinsichtlich der Sicherheit unter denselben Bedingungen auf angemessene Weise widerspiegelt.

Bei einer Prüfung unter Verwendung des REESS oder des REESS-Subsystems sind die für die Prüfung relevanten Fahrzeugbauteile in das Prüfmuster einzubauen, wenn Phänomene zu erwarten sind, die die Prüfung für das in einem Fahrzeug eingebaute REESS nicht repräsentativ machen.

3. Allgemeine Prüfbedingungen

Folgende Bedingungen gelten für die Prüfung:

3.1. Umweltbedingungen

a) Die Prüfung ist in Innenräumen oder im Freien durchzuführen. Bei Prüfungen im Freien darf das Fahrzeug/Prüfmuster während der Dauer der Prüfung nicht unmittelbar Niederschlägen ausgesetzt sein.

b) Unmittelbar vor der Prüfung ist die Windgeschwindigkeit an einer Stelle zu messen, die nicht mehr als 5 m vom Prüfmuster entfernt ist, und die durchschnittliche Windgeschwindigkeit über einen Zeitraum von 10 Minuten muss weniger als 7,8 m/s betragen. Der Einfluss von Windböen ist auszuschließen. Die Windböen dürfen bei Messung über einen Zeitraum von 20 s nicht größer als 10 m/s sein. Bei der Prüfanordnung sind die Auswirkungen von Merkmalen wie Abschirmungen oder Wänden zu berücksichtigen, die während der Prüfung übermäßige Durchlässigkeitseffekte verursachen können.

3.2. Prüfmuster

a) Erforderliche Änderungen sind im Vergleich zum ursprünglichen unveränderten Prüfmuster auf ein Minimum zu beschränken. Anpassungen von REESS-Bauteilen, wie mechanische und thermische Barrieren, Kühlplatten/-kanäle, elektrische Verbindungen und Abstand zwischen Zellen, sind zu dokumentieren, und es ist zu begründen, warum diese Anpassungen nicht zu einer wesentlichen Änderung der Leistung führen. Es ist sicherzustellen, dass die ursprüngliche Dichtungsfähigkeit des REESS durch die Instrumentierung nicht beeinträchtigt wird und dass jegliche Entlüftung über bereits vorhandene Dichtungen erfolgt. Alle für die Funktion des geprüften Geräts erforderlichen Bauteile und Merkmale sowie sicherheitsrelevante Merkmale, z. B. Zellverbindungsschienen, Laschenverschweißung, Anschluss und Funktionsfähigkeit des entsprechenden Managementsystems, Isolationswiderstand usw., müssen erhalten bleiben und dürfen nicht beeinträchtigt werden.

b) Bei der Prüfung auf Fahrzeugebene sind alle Fenster, das Dächer und die Türen geschlossen.

c) Zu Beginn der Prüfung ist der Ladezustand nach dem in Anhang 9 Anlage 1 dieser Regelung beschriebenen Verfahren einzustellen.

d) Zu Beginn der Prüfung und so lange wie möglich während der Prüfung müssen alle erforderlichen Funktionen des Prüfmusters funktionsfähig sein. Das Prüfmuster muss repräsentativ für das REESS sein, wenn es in ein stationäres Fahrzeug eingebaut ist, das sich in einem Betriebszustand befindet, in dem aktives Fahren möglich ist. Die festgelegte Wärmemanagement-/Sicherheitsstrategie und das im REESS verwendete Batteriemanagementsystem müssen voll funktionsfähig sein. Der Kühlmitteldurchsatz kann je nach Managementsystem des Prüfmusters Null betragen oder aktiv sein. Die native Wärmemanagementstrategie (falls vorhanden) und andere relevante Managementsysteme des Prüfmusters, die für die Prüfung erforderlich sind, müssen während der Prüfung so lange wie möglich betriebsbereit sein.

e) Unmittelbar vor dem Einschalten des Initialisierungsgeräts muss die Temperatur der Zellen im Prüfmuster zwischen 18 °C und der vom Hersteller festgelegten maximalen Betriebstemperatur gehalten werden.

3.3. Initialisierungszelle

Im Feld kann es an jedem Standort der REESS-Zellen zu einer thermischen Instabilität einer einzigen Zelle kommen. Für die Prüfung sind bei der Auswahl der Initialisierungszelle die Anzahl der danebenliegenden Zellen, die Zellverpackung und der Abstand zwischen den Zellen in der Nähe der potenziellen Initialisierungszelle sowie die Praktikabilität der Initialisierung zu berücksichtigen.

Ziel ist es, die Wahl einer beliebigen Zelle im Pack zu ermöglichen. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass es unterschiedliche Begrenzungen beim Zugriff auf bestimmte Zellen in jedem Prüfmuster gibt und dass bestimmte Zellen ein höheres Risiko der Ausbreitung aufgrund eines Ausfalls einer einzelnen Zelle aufweisen können. Durch die nachstehenden Kriterien wird sichergestellt, dass die Funktionalität und die Sicherheitssysteme von Prüfmustern nicht durch den Einbau von Prüfausrüstungsgeräten beeinträchtigt werden. Dies bildet auch die Grundlage für die Wahl einer Zelle, die potenziell einem höheren Risiko der Verbreitung ausgesetzt ist.

Absatz 3.3.1 unten ist von wesentlicher Bedeutung, um sicherzustellen, dass das gesamte System geprüft wird und die im Prüfmuster eingebauten Sicherheitssysteme nicht beeinträchtigt werden.

Absatz 3.3.2 hängt sowohl von dem spezifischen Produkt als auch von der Prüfungsebene und der nach Absatz 6.15.3 gewählten Initialisierungsmethode ab. Ein repräsentativer Fall ist vom technischen Dienst in Absprache mit dem Hersteller anhand der vom Hersteller vorgelegten Unterlagen zu bestimmen.

3.3.1. Der Einbau der Prüfausrüstung darf die für die Sicherheitsleistung relevante Funktionalität des REESS nicht beeinträchtigen. Der Einbau muss Anpassungen der thermischen Dämmung und Struktur so gering wie möglich halten und darf Folgendes nicht:

a) die Funktionsfähigkeit der Batteriemanagementsysteme deaktivieren oder beeinträchtigen;

b) die Strömungsrichtung und die Durchlässigkeit des Gaspakets sowohl intern als auch nach außen ändern.

3.3.2. Die ausgewählte Zelle muss strengen Bedingungen für die Entstehung potenziell gefährlicher Bedingungen im Falle einer thermischen Instabilität unterliegen, d. h.:

a) ein hoher Wärmetransfer zu mindestens einer danebenliegenden Zelle (z. B. dünnste Abstandshalter/Lücken/Barrieren oder Entlüftungsrichtung in Richtung einer danebenliegenden Zelle);

b) unterliegt Wärmesenken und nichtproduktiven Wärmepfaden (z. B. Randzellen mit wenigen danebenliegenden Zellen und/oder großen danebenliegenden Lufträumen); oder

c) alle anderen dem Hersteller bekannten Kriterien für den Zustand oder Standort, die zu einem gefährlichen Zustand führen könnten.

4. Aufgezeichnete Daten und Messungen

4.1. Während der Prüfung und während des Beobachtungszeitraums sind folgende Informationen aufzuzeichnen. Alle Datenmesssysteme müssen auf die gleiche Startzeit Bezug nehmen.

a) Angabe der Prüfmethode, einschließlich der Auslösemethode, und Beschreibung der Prüfanordnung;

b) Prüfbedingungen (z. B. Umgebungsbedingungen, Ladezustand und andere Vorkonditionierungsparameter);

c) Temperatur der Initialisierungszelle, wobei sicherzustellen ist, dass die Auslöseeinrichtung oder die Prüfgeräte die Messung nicht beeinflussen;

d) Spannung der Initialisierungszelle während des Verfahrens zur Auslösung der thermischen Instabilität;

e) Temperatur einer danebenliegenden Zelle;

f) Video- und Audioaufzeichnungen, einschließlich der Angabe eines Zeitstempels der während der Prüfung beobachteten Ereignisse (z. B. thermische Instabilität und Entlüftung der Initialisierungszelle, thermisches Durchgehen auf danebenliegende Zellen, Rauch, Feuer oder Flamme, Explosion usw.);

g) Zustand des Prüfmusters bei Abschluss der Prüfung, belegt durch Videos oder Fotografien (vor und nach der Prüfung);

h) wenn die Prüfung auf Fahrzeugebene durchgeführt wird, der Zeitstempel der Warnanzeigen oder Alarme für die Insassen. Wenn die Prüfung an einem REESS oder REESS-Subsystem durchgeführt wird, der Zeitstempel des Signals, mit dem die Warnanzeigen ausgelöst werden;

i) der technische Dienst kann zusätzliche optionale Messungen durchführen und die Daten aufzeichnen, z. B. Infrarottemperaturvideos, wenn er dies für erforderlich hält.

5 Ermittlungskriterien für eine thermische Instabilität

Eine Thermische Instabilität kann unter folgenden Bedingungen festgestellt werden:

i) Die gemessene Spannung der Initialisierungszelle fällt ab und der Fallwert übersteigt mindestens 1 Sekunde lang 25 % der Anfangsspannung;

ii) die gemessene Temperatur der Initialisierungszelle überschreitet die vom Hersteller angegebene maximale Betriebstemperatur;

iii) $dT/dt \geq 1\ °C/s$ der gemessenen Temperatur der Initialisierungszelle während mindestens drei aufeinanderfolgenden Sekunden.

a) sowohl Ziffer i als auch Ziffer iii werden nachgewiesen; oder

b) sowohl Ziffer ii als auch Ziffer iii werden nachgewiesen.

6. Auslösemethoden zur Initialisierung einer thermischen Instabilität

Die Auslösemethode darf die benachbarten Zellen nicht beeinträchtigen; wenn z. B. ein lokalisierter schneller externer Heizer, ein lokalisierter interner Heizer oder laserbasierte Auslösemethoden verwendet werden, darf die Temperatur den danebenliegenden Zellen die vom Hersteller vor dem Nachweis der thermischen Instabilität der Initialisierungszelle festgelegte maximale Betriebstemperatur nicht überschreiten. Zur Isolierung der danebenliegenden Zellen können geeignete Methoden angewandt werden, sofern die ursprüngliche Funktionalität des REESS nicht beeinträchtigt wird.

Anhang 9K - Anlage 1

Auslösemethode für thermische Instabilität mit lokalisiertem schnellem externem Heizer

1. Vorbereitung des Prüfmusters

1.1. Die Durchführungsmontage des ausgewählten Heizelements und der Messsensoren dürfen das REESS nur insoweit verändern, als dass die erforderlichen elektrischen Anschlüsse und Thermoelementanschlüsse ermöglicht werden. Diese Anschlüsse müssen eine größere Dichtigkeit aufweisen als die anderen REESS-Anschlüsse.

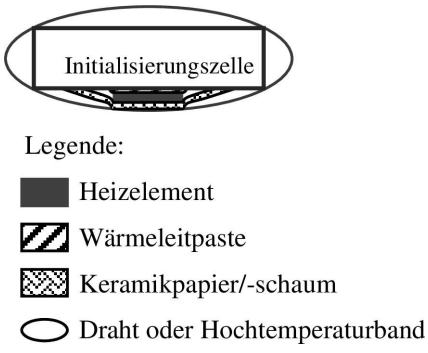
1.2. Das ausgewählte Heizelement darf außer der Initialisierungszelle keine Oberfläche der Bauteile des Prüfmusters direkt berühren. Ein enger thermischer Kontakt zwischen dem Heizelement und der Oberfläche der Initialisierungszelle ist für den Erfolg dieser Methode wichtig. Der thermische Kontakt zwischen dem Heizelement und der Initialisierungszelle kann durch verschiedene Methoden verbessert werden (z. B. Vermeidung von Luftlücken, Hinzufügen einer Wärmeleitpaste und Anwenden von Druck, der während der gesamten Prüfung aufrechterhalten werden sollte).

1.3. Beispiele für mögliche Methoden zur Anwendung von Heizgeräten sind in Abbildung 1 dargestellt: Die verwendete Methode hängt von der Konstruktion des REESS oder des REESS-Subsystems ab. Während der Prüfung muss ein Kontaktdruck für das Heizelement an der Initialisierungszelle aufrechterhalten werden, um den Kontakt und die optimale Wärmeübertragung zu gewährleisten (siehe Abbildung 1).

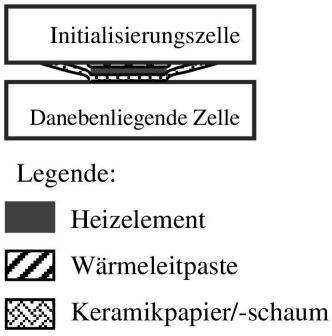
Abbildung 1

Methoden zur Anwendung von Druck auf das Heizelement, um den Kontakt des Heizelements mit der Initialisierungszelle während der gesamten Prüfung für verschiedene Zelltypen aufrechtzuerhalten

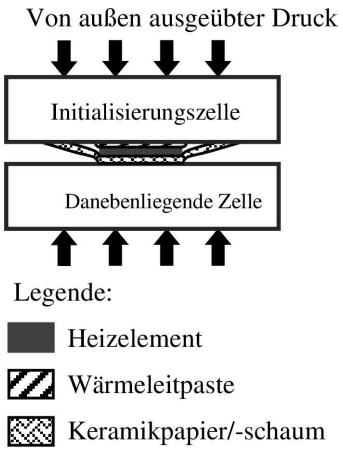
a) REESS mit großen Zwischenräumen zwischen den Zellen



b) Fester Abstand zwischen den Zellen in der Mitte (z. B. bei prismatischen Zellen)



c) Module mit komprimierten Zellen in der Mitte (z. B. Pouch-Zellen)

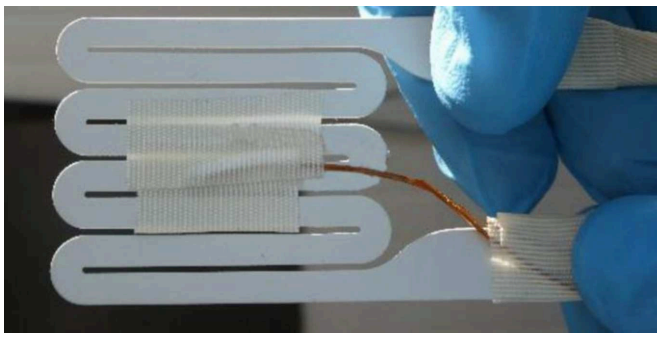


1.5. Bei Prüfungen am Fahrzeug darf das Reaktionsverhalten des Fahrzeugs durch diese Auslösemethode im REESS nicht beeinflusst werden.

1.6. Auf der Oberfläche des Heizelements ist ein Temperatursensor anzubringen, der mit einem hochtemperaturbeständigen und elektrisch isolierenden Band zur Regulierung der Leistung des Heizgeräts versehen ist.

Abbildung 2

Beispiel für die Platzierung des Temperatursensors am Heizelement



2. Leitfaden für die Heizelementwahl

2.1. Bei der Auslösemethode wird lokal ein leistungsstarker Wärmeimpuls auf die Außenfläche der Initialisierungszelle angewendet. Die erfolgreiche Anwendung der Methode erfordert die Anwendung einer ausreichenden Leistung auf das gewählte Heizelement, es darf aber auch nicht so viel Leistung aufgebracht werden, dass es vor der thermischen Instabilität zu einem vorzeitigen Ausfall des Heizelements oder zu einem Seitenwandausfall der Initialisierungszelle kommt.

2.2. Das Heizgerät muss ein widerstandsfähiges Heizelement oder ein anderes geeignetes Heizgerät/eine andere geeignete Heiztechnologie sein, mit dem die Zielparameter erreicht werden können. Für die Zielparameter für das Heizelement siehe Tabelle 1.

Tabelle 1

Leitfaden für die Heizgerätwahl: Zielparameter

Merkmal	Wert	Grundlegendes Prinzip
Heizgerätematerial	Geeignetes widerstandsfähiges Heizmaterial, z. B. Nickel-Chrom, mit Isolierbarriere	Erreichen hoher Temperaturen und Vermeidung von Elementversagen. Zu den isolierenden Materialien können Aluminiumoxid, Keramik oder Glasfasern gehören.
Dicke	< 5 mm	Minimierung der Auswirkungen des Heizgeräts auf das REESS. Einige REESS-Konstruktionen erfordern möglicherweise ein dünneres Heizelement.
Fläche	So klein wie möglich, aber nicht größer als 20 % der Oberfläche der Zielfläche der Initialisierungszelle	Konzentration der Wärme auf die kleinstmögliche Fläche der Zelloberfläche. Wenn möglich, sollte die größte Zelloberfläche verwendet werden.
Aufheizgeschwindigkeit	≥ 15 °C/s	Ähnlich den unter thermischen Instabilitätsbedingungen beobachteten Aufheizgeschwindigkeiten ([a]).
Höchsttemperatur	Mindestens 100 °C über der maximalen Betriebstemperatur	Das Heizgerät muss unversehrt bleiben und Temperaturabweichungen vom Heizelement zum Thermoelement berücksichtigen ([b]).
Kontrollmethode	Thermostatisch geschlossener Kreislauf	Vermeidung unerwünschter Prüfergebnisse, wie Brennen des Heizelements, erhöhte Temperatur des Heizelements, Risse in der Seitenwand der Batteriezelle aufgrund hoher Temperaturen des Elements ([c]).

([a]) Die Aufheizgeschwindigkeit wird direkt durch ein externes Thermoelement gemessen, das über dem im Pack eingebauten Heizelement platziert ist (Abbildung 2).

([b]) Diese Temperatur kann für andere chemische Eigenschaften und möglicherweise andere Zelltypen angepasst werden, um Risse in der Seitenwand der Zelle zu vermeiden.

([c]) Die Verwendung einer Niederspannungsstromquelle für das Heizelement erfordert höhere Ströme (dickere Kabel), während eine höhere Spannungsquelle während der Prüfung ein widerstandsfähigeres Isoliermaterial und ein höheres Maß an Anwendersicherheit erfordert.

3. Prüfverfahren für die Prüfung am Fahrzeug

Die allgemeinen Bedingungen gemäß Anhang 9K Absatz 3 gelten als erfüllt, wenn das Verfahren mit dem Fahrzeug angewendet wird.

a) Richten Sie das REESS und das Fahrzeug wie oben beschrieben aus und versetzen Sie das Fahrzeug in den aktiven Fahrbetriebszustand. Stellen Sie sicher, dass das Kühl- und das Kommunikationssystem wie vorgesehen funktionieren.

b) Beginnen Sie mit der Aufzeichnung der Daten, die erforderlich sind, um festzustellen, ob eine thermische Instabilität und/oder ein thermisches Durchgehen auftreten. Stellen Sie sicher, dass keine Fehlercodes oder Störungen im System vorliegen, die für das Prüfergebnis relevant sind.

c) Beginnen Sie mit der Stromübertragung an das Heizelement.

d) Schalten Sie das Heizgerät aus, nachdem die Gesamtenergiezufuhr zum Heizgerät 20 % der Energie der Initialisierungszelle erreicht hat.

e) Wenn Buchstabe d erfüllt ist, aber während des Beobachtungszeitraums von 1 Stunde nach dem Öffnen des Heizgeräterelais in der Initialisierungszelle keine thermische Instabilität aufgetreten ist, wird davon ausgegangen, dass der REESS-Typ diese Anforderung erfüllt.

f) Die Prüfung endet, wenn eine der nachstehenden Bedingungen erfüllt ist:

i) Die Initialisierung wird gemäß Unterabsatz d gestoppt, gefolgt von einem Beobachtungszeitraum von 1 Stunde, oder

ii) es vergehen mindestens 5 Minuten nach der Aktivierung der Warnanzeige, wenn ein thermisches Durchgehen beobachtet wird, oder

iii) wenn in der Initialisierungszelle eine thermische Instabilität aufgetreten ist, ohne dass es zu einem thermischen Durchgehen gekommen ist, so wird der Beobachtungszeitraum von 2 Stunden nach der Bestätigung der thermischen Instabilität auf das Prüfmuster angewandt.

4. Prüfverfahren für die Prüfung am Bauteil

Die allgemeinen Bedingungen in Anhang 9K Absatz 3 gelten als erfüllt, wenn die Methode am REESS oder REESS-Subsystem angewandt wird.

a) Richten Sie das REESS oder REESS-Subsystem wie oben beschrieben aus und bereiten Sie das REESS oder REESS-Subsystem so vor, dass es die Situation beim Einbau in das Fahrzeug repräsentiert, wobei sich das System im aktiven Fahrbetriebszustand befindet. Stellen Sie sicher, dass das Wärmemanagement- und das Kommunikationssystem wie vorgesehen funktionieren.

b) Beginnen Sie mit der Aufzeichnung der Daten, um festzustellen, ob eine thermische Instabilität und/oder ein thermisches Durchgehen auftreten. Stellen Sie sicher, dass keine Fehlercodes oder Störungen im System vorliegen, die für das Prüfergebnis relevant sind.

c) Beginnen Sie mit der Stromübertragung an das Heizelement.

d) Schalten Sie das Heizgerät sofort aus, wenn die thermische Instabilität bestätigt wird oder wenn die Gesamtenergiezufuhr zum Heizgerät 20 % der elektrischen Energie der Initialisierungszelle erreicht.

e) Wenn Buchstabe d erfüllt ist, aber während des Beobachtungszeitraums von 1 Stunde nach dem Öffnen des Heizgeräterelais in der Initialisierungszelle keine thermische Instabilität aufgetreten ist, wird davon ausgegangen, dass der REESS-Typ diese Anforderung erfüllt.

f) Die Prüfung endet, wenn eine der nachstehenden Bedingungen erfüllt ist:

i) Die Initialisierung wird gemäß Unterabsatz d oben angehalten, gefolgt von einem Beobachtungszeitraum von einer Stunde, oder

ii) wenn ein thermisches Durchgehen beobachtet wird, vergehen mindestens 5 Minuten nach dem Signal zur Aktivierung der Warnanzeige, oder

iii) wenn in der Initialisierungszelle eine thermische Instabilität aufgetreten ist, ohne dass es zu einem thermischen Durchgehen gekommen ist, so wird der Beobachtungszeitraum von 2 Stunden nach der Bestätigung der thermischen Instabilität auf das Prüfmuster angewandt.

Anhang 9K - Anlage 2

Methode zum Auslösen einer thermischen Instabilität mit internem Heizgerät

Diese Prüfmethode ähnelt der lokalisierten schnellen externen Heizmethode, mit dem Unterschied, dass sie auf einem internen, lokalen Kurzschluss innerhalb der Zelle beruht, der durch ein Heizgerät erzeugt wird. Das Prinzip dieser Auslösemethode besteht darin, durch das Erzeugen eines Lochs im Abscheider der Initialisierungszelle einen internen Kurzschluss herbeizuführen. Das Loch stammt aus dem lokalen Schmelzen des Abscheiders, was durch das lokale Heizgerät ausgelöst wird.

Bei der Auslösemethode wird über ein internes Heizgerät ein Hochleistungswärmeimpuls lokal auf die Jelly-Roll-Oberfläche einer Initialisierungszelle innerhalb des REESS mit minimalem Temperaturanstieg der danebenliegenden Batteriezellen vor der thermischen Instabilität in der Initialisierungszelle angewandt. Die Temperatur der danebenliegenden Zellen muss vor der thermischen Instabilität in der Initialisierungszelle unter der maximalen Betriebstemperatur bleiben.

1. Beschreibung der Auslösemethode

Das Heizgerät muss ein widerstandsfähiges Heizelement oder ein anderes geeignetes Heizgerät/eine andere geeignete Heiztechnologie sein, mit dem die Zielparameter erreicht werden können. Die Zielparameter für das Heizelement sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Widerstand, Leistung und Dauer sind entsprechend der Elektrochemie und der Größe der Zelle anzupassen.

Abbildung 1

Beispiel für eine flache Spirale eines internen Heizgeräts

(Abmessungen in mm)

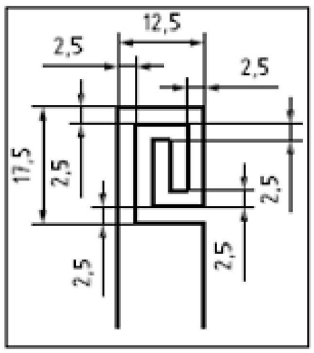


Tabelle 1

Leitfaden für die Heizelementwahl: Zielparameter

Merkmal	Wert	Begründung
Heizelementmaterial	Geeignetes widerstandsfähiges Heizmaterial mit Isolierbarriere, z. B. Kupfer oder Wolfram	Erreichen hoher Temperaturen und Vermeidung von Elementversagen. Isoliermaterial kann Polyimid oder anderes hitzebeständiges Material enthalten.
Dicke (mm)	≤ 0,5	Da das Heizgerät in einer Zelle platziert werden muss, sollte die Dicke des Heizgeräts so gering wie möglich gehalten werden.

Merkmal	Wert	Begründung
Fläche (mm^2)	225 - 500	Konzentration der Wärme auf die kleinstmögliche Fläche auf der Jelly-Roll-Oberfläche.
Leistung des Heizgeräts (W)	150 - 700	Lieferung von ausreichender Wärme, um die Initialisierung der thermischen Instabilität der Zelle zu ermöglichen.

2. Vorbereitung der Initialisierungszelle/des Zellblocks

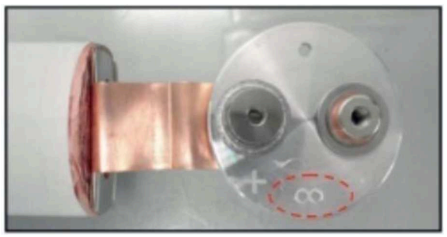
Das Heizgerät wird vor der Versiegelung der Zelle in den angeschlossenen Elektrodenstapel oder die Jelly Roll eingesetzt. Die angewandte Methode hängt von der Konstruktion und dem Herstellungsprozess des REESS oder des REESS-Subsystems ab. Hier folgt ein Beispiel für den Herstellungsprozess für diese spezielle Zelle.

2.1. Schritt 1:

Ein oder zwei Löcher werden in die Abdeckung gebohrt, um die elektrische Durchleitung des Heizgerätes vom Inneren der Zelle nach außen zu ermöglichen (Abbildung 2).

Abbildung 2

Beispiel für spezifische Löcher in der Abdeckung für den Heizgeräteanschluss



2.2. Schritt 2:

Ausrollen der Abscheider und Elektroden zum Einsetzen des Heizgeräts.

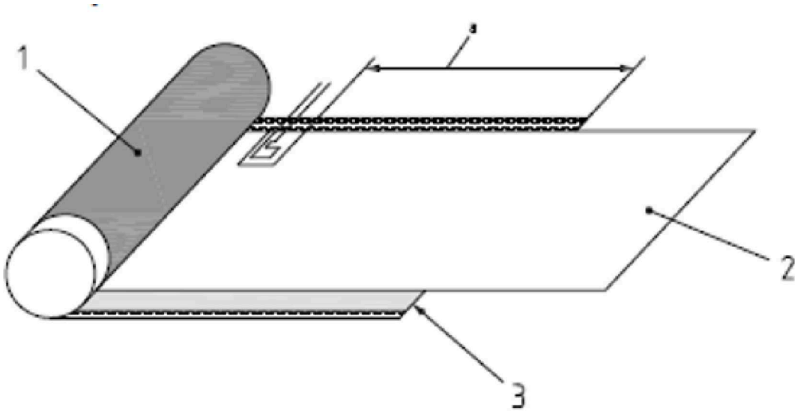
2.3. Schritt 3:

Lokalisieren des Heizgeräts auf der letzten Abwicklung der Elektrode. Das Heizgerät ist zwischen den äußersten negativen und positiven Elektroden der Zelle platziert (siehe Abbildungen 3, 4 und 5).

Ausrollen eines größeren Teils der Jelly Roll vermeiden, da dies zu einer Beschädigung der Jelly Roll führen kann. Bei gestapelten Stacks einen äußeren Stack verwenden.

Abbildung 3

Beispiel für die Position des Heizgeräts im Inneren der zylindrischen Zelle



Legende:

1 Positive Elektrode

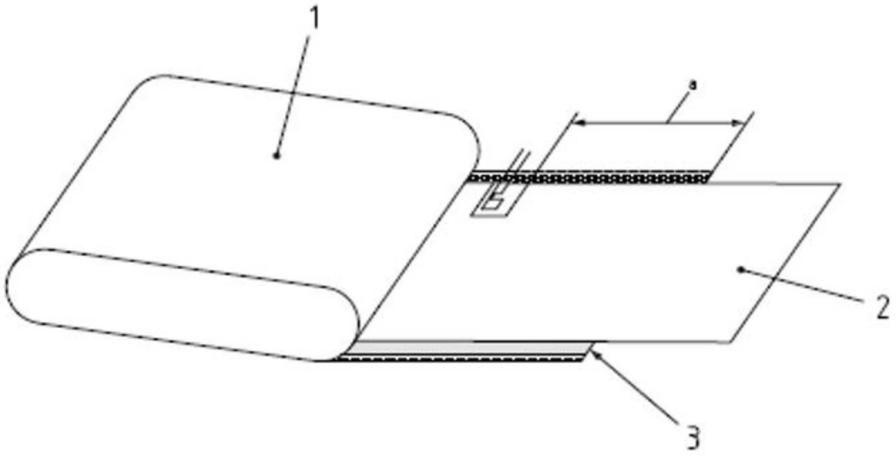
2 Abscheider

3 Negative Elektrode

a 180 mm vom Ende der positiven Elektrode und 15 mm vom Ende der negativen Elektrode, Toleranz ± 5 mm

Abbildung 4

Beispiel für die Position des Heizgeräts im Inneren der prismatischen Zelle



Legende:

1 Positive Elektrode

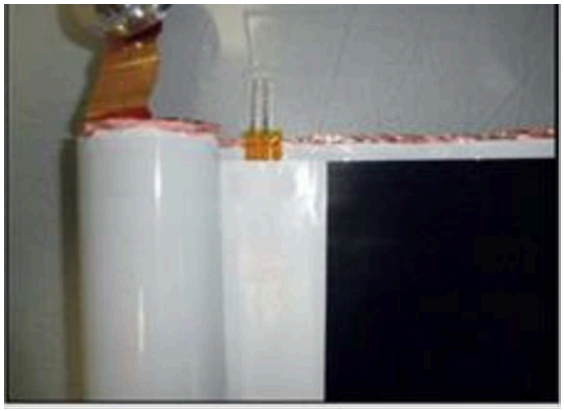
2 Abscheider

3 Negative Elektrode

a 180 mm vom Ende der positiven Elektrode und 15 mm vom Ende der negativen Elektrode, Toleranz ± 5 mm

Abbildung 5

Beispiel für einen Standort auf der letzten Windung einer negativen Elektrode



2.4. Schritt 4:

Die Jelly Roll mit dem Heizgerät winden (siehe Abbildung 6).

Abbildung 6

Beispiel für eine mit einem Heizgerät ausgestattete Jelly Roll



2.5. Schritt 5:

Alle im REESS oder REESS-Subsystem verwendeten Drähte müssen elektrisch isoliert sein.

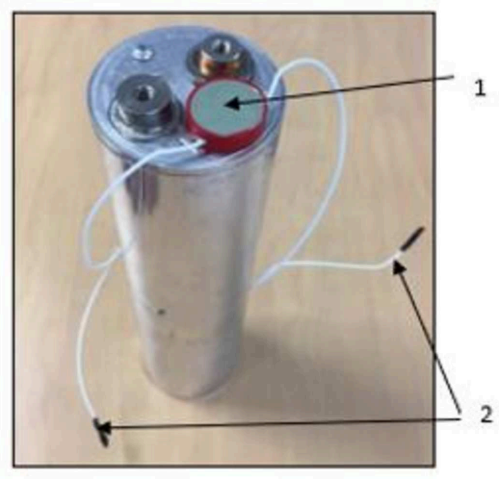
Die Zelle ist nach Standard-Herstellungsverfahren (z. B. Elektrolytbefüllung, Abdeckschweißen) zu montieren, um sicherzustellen, dass kein Elektrolyt und keine Gase durch den Raum zwischen dem Drahtstrang und dem Drahtisolator austreten können.

Die Wahl des Harzes ist von entscheidender Bedeutung, da die Festigkeit der Dichtung größer sein muss als jede in der Zelle eingebaute Entlüftung.

Nach vollständiger Trocknung des Harzes wird eine Heliumprüfung durchgeführt, um die Dichtung zu überprüfen, bevor die Zelle mit Elektrolyt gefüllt wird.

Abbildung 7

Beispiel einer fertigen Zelle mit Heizgerät



Legende:

1 Harz zur Abdichtung der Heizgeräteversorgung

2 Versorgungskabel des Heizgeräts

Abbildung 8

Beispiel einer Zelle vor dem Befüllen mit Elektrolyt



2.6. Schritt 6:

Die Initialisierungszelle muss im Inneren des REESS oder REESS-Subsystems montiert werden, das geändert werden kann, um sicherzustellen, dass die elektrische Durchleitung des Heizgeräts aus dem Zellblock kommen kann.

Die Durchführungsmontage des ausgewählten Heizelements und der Messsensoren darf das REESS (oder REESS-Subsystem) nur insoweit verändern, als dass die erforderlichen elektrischen Anschlüsse und Thermoelementverbindungen ermöglicht werden. Diese Verbindungen müssen eine höhere Dichtungsintegrität aufweisen als die anderen Verbindungen im REESS (oder REESS-Subsystem).

Für eine Prüfung auf Fahrzeugebene das REESS gemäß den Angaben des Herstellers am Fahrzeug befestigen.

3. Prüfverfahren für die Prüfung am Fahrzeug

Die allgemeinen Bedingungen gemäß Anhang 9K Absatz 3 gelten als erfüllt, wenn die Methode mit dem Fahrzeug angewendet wird.

a) Richten Sie das REESS und das Fahrzeug wie oben beschrieben aus und versetzen Sie das Fahrzeug in den aktiven Fahrbetriebszustand. Stellen Sie sicher, dass das Kühl- und das Kommunikationssystem wie vorgesehen funktionieren.

b) Beginnen Sie mit der Aufzeichnung der Daten, die erforderlich sind, um festzustellen, ob eine thermische Instabilität und/oder ein thermisches Durchgehen auftreten. Stellen Sie sicher, dass keine Fehlercodes oder Störungen im System vorliegen, die für das Prüfergebnis relevant sind.

c) Beginnen Sie mit der Stromübertragung an das Heizelement.

d) Schalten Sie das Heizgerät sofort aus, wenn die thermische Instabilität bestätigt wird oder wenn die Gesamtenergiezufuhr zum Heizgerät 20 % der elektrischen Energie der Initialisierungszelle erreicht.

e) Wenn Buchstabe d erfüllt ist, aber während des Beobachtungszeitraums von 1 Stunde nach dem Öffnen des Heizgeräterelais in der Initialisierungszelle keine thermische Instabilität aufgetreten ist, wird davon ausgegangen, dass der REESS-Typ diese Anforderung erfüllt.

f) Die Prüfung endet, wenn eine der nachstehenden Bedingungen erfüllt ist:

   i) Die Initialisierung wird gemäß Unterabsatz d oben angehalten, gefolgt von einem Beobachtungszeitraum von einer Stunde, oder

   ii) es vergehen mindestens 5 Minuten nach der Aktivierung der Warnanzeige, wenn ein thermisches Durchgehen beobachtet wird, oder

   iii) wenn in der Initialisierungszelle eine thermische Instabilität aufgetreten ist, ohne dass es zu einem thermischen Durchgehen gekommen ist, so wird der Beobachtungszeitraum von 2 Stunden nach der Bestätigung der thermischen Instabilität auf das Prüfmuster angewandt.

4. Prüfverfahren für die Prüfung am Bauteil

Die allgemeinen Bedingungen in Anhang 9K Absatz 3 gelten als erfüllt, wenn die Methode am REESS oder REESS-Subsystem angewandt wird.

a) Richten Sie das REESS oder REESS-Subsystem wie oben beschrieben aus und bereiten Sie das REESS oder REESS-Subsystem so vor, dass es die Situation beim Einbau in das Fahrzeug repräsentiert, wobei sich das System im aktiven Fahrbetriebszustand befindet. Stellen Sie sicher, dass das Wärmemanagement- und das Kommunikationssystem wie vorgesehen funktionieren.

b) Beginnen Sie mit der Aufzeichnung der Daten, die erforderlich sind, um festzustellen, ob eine thermische Instabilität und/oder ein thermisches Durchgehen auftreten. Stellen Sie sicher, dass keine Fehlercodes oder Störungen im System vorliegen, die für das Prüfergebnis relevant sind.

c) Beginnen Sie mit der Stromübertragung an das Heizelement.

d) Schalten Sie das Heizgerät sofort aus, wenn die thermische Instabilität bestätigt wird oder wenn die Gesamtenergiezufuhr zum Heizgerät 20 % der elektrischen Energie der Initialisierungszelle erreicht.

e) Wenn Buchstabe d erfüllt ist, aber während des Beobachtungszeitraums von 1 Stunde nach dem Öffnen des Heizgeräterelais in der Initialisierungszelle keine thermische Instabilität aufgetreten ist, wird davon ausgegangen, dass der REESS-Typ diese Anforderung erfüllt.

f) Die Prüfung endet, wenn eine der nachstehenden Bedingungen erfüllt ist:

i) Die Initialisierung wird gemäß Unterabsatz d oben angehalten, gefolgt von einem Beobachtungszeitraum von einer Stunde, oder

ii) wenn ein thermisches Durchgehen beobachtet wird, vergehen mindestens 5 Minuten nach dem Signal zur Aktivierung der Warnanzeige, oder

iii) wenn in der Initialisierungszelle eine thermische Instabilität aufgetreten ist, ohne dass es zu einem thermischen Durchgehen gekommen ist, so wird der Beobachtungszeitraum von 2 Stunden nach der Bestätigung der thermischen Instabilität auf das Prüfmuster angewandt.

Anhang 9K - Anlage 3

Methode zum Auslösen einer thermischen Instabilität mit Nagelpenetration

1. Vorbereitung des Prüfmusters

Wenn das REESS in einem Gehäuse untergebracht ist, ist möglicherweise eine Durchgangsbohrung im Gehäuse erforderlich, damit der Nagel in eine Zielposition einer Initialisierungszelle eingeführt werden kann. Gegebenenfalls sollte eine Vorrichtung, beispielsweise eine gasdichte Nagelhülse, angebracht werden, die verhindert, dass austretendes Gas aus dem Nagelloch austritt.

Die Position und Richtung des Nageleindringens werden so gewählt, dass an dieser Stelle eine thermische Instabilität in einer Initialisierungszelle möglich ist (z. B. senkrecht zur Elektrodenschicht).

2. Leitfaden für die Nagelauswahl

Der Nageltyp kann aus den Parametern in Tabelle 1 oder anderen geeigneten internationalen Normen ausgewählt werden (z. B. für die Form der Nagelspitze).

Die Einzelheiten der Auslösemethode, einschließlich der vom Hersteller gemäß Absatz 6.15.3.1 Buchstabe f empfohlenen geeigneten Parameter, sind vorbehaltlich der Zustimmung des technischen Dienstes einzuhalten.

Tabelle 1

Leitfaden für die Nagelauswahl: Zielparameter

Merkmal		Wert	Grundlegendes Prinzip
i)	Material	Stahl	Muss elektrisch leitfähig und hart genug sein, um die äußere Hülle einer Zelle durchdringen zu können.
ii)	Durchmesser (mm)	3 bis 8	Kleiner, um den internen Kurzschluss zu simulieren.
iii)	Spitzenwinkel (°)	20 bis 60	Kleiner, zur Minimierung der Auswirkungen auf das Zellgehäuse. Zur Auswahl des Winkels, um eine thermische Instabilität zu verursachen.
iv)	Penetrationsgeschwindigkeit (mm/s)	0,1 bis 1	Wenn die Geschwindigkeit niedrig ist, kann der Nagel leicht gesteuert werden, insbesondere zum Anhalten.

3. Prüfverfahren für die Prüfung am Fahrzeug

Die allgemeinen Bedingungen gemäß Anhang 9K Absatz 3 gelten als erfüllt, wenn die Methode mit dem Fahrzeug angewendet wird.

a) Richten Sie das REESS wie oben beschrieben aus, schließen Sie alle Wärmemanagement- und Hochspannungskabel an und bauen Sie das REESS wieder in das Fahrzeug ein.

b) Beginnen Sie mit der Aufzeichnung der Daten, die erforderlich sind, um festzustellen, ob eine thermische Instabilität und/oder ein thermisches Durchgehen auftreten. Stellen Sie sicher, dass keine Fehlercodes oder Störungen im System vorliegen, die für das Prüfergebnis relevant sind.

c) Wählen Sie Nagelform und Durchmesser und stellen Sie die geeignete Penetrationsgeschwindigkeit gemäß den Vorgaben in Absatz 2 Ziffer iv ein.

d) Schalten Sie die Stromzufuhr zur Nagelbedienung ein.

e) Halten Sie den Nagel an und lassen Sie ihn in der Initialisierungszelle verbleiben, wenn die thermische Instabilität bestätigt ist oder der Nagel sowohl auf der Vorder- als auch auf der Rückseite der Zelle durchgedrungen ist.

f) Die Prüfung endet, wenn eine der nachstehenden Bedingungen erfüllt ist:

i) Die Initialisierung wird gemäß Unterabsatz e angehalten, gefolgt von einem Beobachtungszeitraum von einer Stunde, oder

ii) es vergehen mindestens 5 Minuten nach der Aktivierung der Warnanzeige, wenn ein thermisches Durchgehen beobachtet wird, oder

iii) wenn in der Initialisierungszelle eine thermische Instabilität aufgetreten ist, ohne dass es zu einem thermischen Durchgehen gekommen ist, so wird der Beobachtungszeitraum von 2 Stunden nach der Bestätigung der thermischen Instabilität auf das Prüfmuster angewandt.

4. Prüfverfahren für die Prüfung am Bauteil

Die allgemeinen Bedingungen in Anhang 9K Absatz 3 gelten als erfüllt, wenn die Methode am REESS oder REESS-Subsystem angewandt wird.

a) Richten Sie das REESS oder REESS-Subsystem wie oben beschrieben aus und bereiten Sie das REESS oder REESS-Subsystem so vor, dass es die Situation beim Einbau in das Fahrzeug repräsentiert, wobei sich das System im aktiven Fahrbetriebszustand befindet. Stellen Sie sicher, dass das Wärmemanagement- und das Kommunikationssystem wie vorgesehen funktionieren.

b) Beginnen Sie mit der Aufzeichnung der Daten, die erforderlich sind, um festzustellen, ob eine thermische Instabilität und/oder ein thermisches Durchgehen auftreten. Stellen Sie sicher, dass keine Fehlercodes oder Störungen im System vorliegen, die für das Prüfergebnis relevant sind.

c) Wählen Sie Nagelform und Durchmesser und stellen Sie die geeignete Penetrationsgeschwindigkeit gemäß den Vorgaben in Absatz 2 Ziffer iv ein.

d) Schalten Sie die Stromzufuhr zur Nagelbedienung ein.

e) Halten Sie den Nagel an und lassen Sie ihn in der Initialisierungszelle verbleiben, wenn die thermische Instabilität bestätigt ist oder der Nagel sowohl auf der Vorder- als auch auf der Rückseite der Zelle durchgedrungen ist.

f) Die Prüfung endet, wenn eine der nachstehenden Bedingungen erfüllt ist:

i) Die Initialisierung wird gemäß Unterabsatz e angehalten, gefolgt von einem Beobachtungszeitraum von einer Stunde, oder

ii) wenn ein thermisches Durchgehen beobachtet wird, vergehen mindestens 5 Minuten nach dem Signal zur Aktivierung der Warnanzeige, oder

iii) wenn in der Initialisierungszelle eine thermische Instabilität aufgetreten ist, ohne dass es zu einem thermischen Durchgehen gekommen ist, so wird der Beobachtungszeitraum von 2 Stunden nach der Bestätigung der thermischen Instabilität auf das Prüfmuster angewandt.

Anhang 9K - Anlage 4

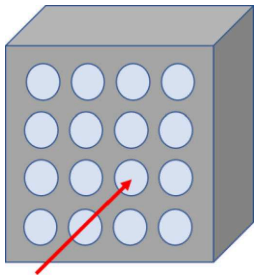
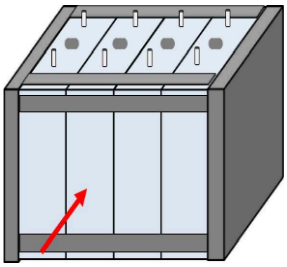
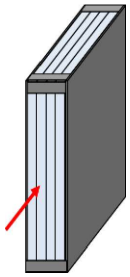
Auslösemethoden für eine thermische Instabilität mit laserbasiertem Auslöser

1. Vorbereitung des Prüfmusters

Vor der Durchführung der Prüfung ist der Laserstrahlweg so zu sichern, dass der Laserstrahl eine vorher festgelegte Position auf der Oberfläche der Initialisierungszelle erreicht. Abbildung 1 zeigt Beispiele für die Laserbestrahlung von bordeigenen Batteriemodulen, die aus verschiedenen Typen von Batteriezellen bestehen.

Abbildung 1

Beispiele für die Laserbestrahlung von bordeigenen Batteriemodulen, die aus verschiedenen Typen von Batteriezellen bestehen

a) Zylindrisches Zellmodul	b) Quadratisches Zellmodul	c) Pouch-Zellmodul
		

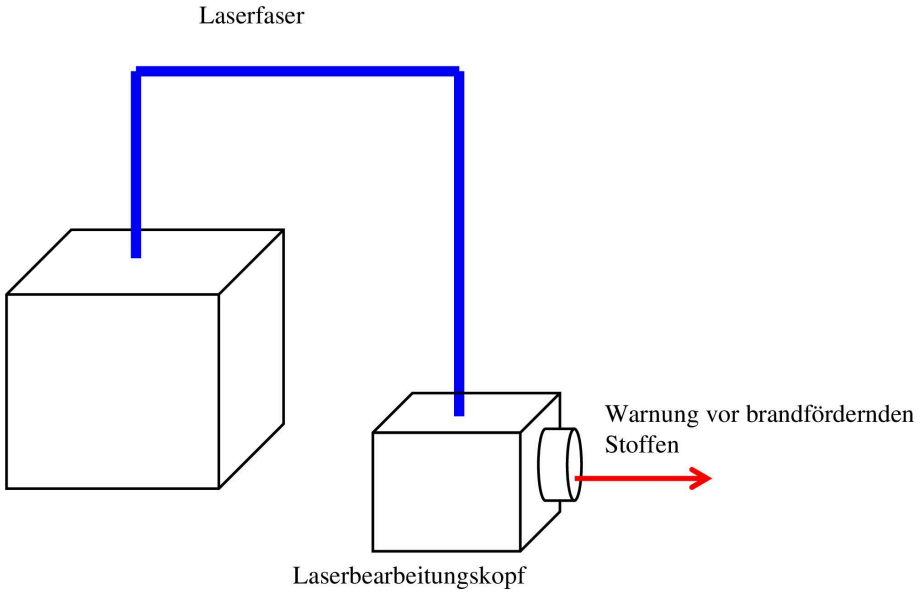
2. Leitfaden für die Laserauswahl

Als Lasertyp stehen Materialbearbeitungslaser zur Auswahl, wie sie beispielsweise zum Schneiden, Schweißen oder Härten verwendet werden, z. B. CO_2-Laser, YAG-Laser, Halbleiterlaser, Scheibenlaser, Faserlaser usw.

Ein Beispiel für ein Laserbestrahlungssystem ist in Abbildung 2 dargestellt.

Abbildung 2

Beispiel für ein Laserbestrahlungssystem



3. Prüfverfahren für eine Prüfung am Fahrzeug

Die allgemeinen Bedingungen gemäß Anhang 9K Absatz 3 gelten als erfüllt, wenn die Methode mit dem Fahrzeug angewendet wird.

a) Richten Sie das REESS wie oben beschrieben aus, schließen Sie alle Wärmemanagement- und Hochspannungskabel an und bauen Sie das REESS wieder in das Fahrzeug ein.

b) Beginnen Sie mit der Aufzeichnung der Daten, die erforderlich sind, um festzustellen, ob eine thermische Instabilität und/oder ein thermisches Durchgehen auftreten. Stellen Sie sicher, dass keine Fehlercodes oder Störungen im System vorliegen, die für das Prüfergebnis relevant sind.

c) Vor Beginn der Prüfung ist der Laserstrahlweg so zu sichern, dass der Laserstrahl die Initialisierungszellen-oberfläche des Prüfmusters erreicht.

d) Stellen Sie das Laserbestrahlungsprogramm ein und bestätigen Sie es.

e) Die Initialisierungszelle wird am festgelegten Punkt mit dem Laser bestrahlt.

f) Halten Sie das Laserbestrahlungsprogramm an, wenn die thermische Instabilität bestätigt wird oder wenn eine Gesamtenergiezufuhr aus dem Laser 20 % der Energie der Initialisierungszelle erreicht.

g) Wenn Buchstabe f erfüllt ist, aber während des Beobachtungszeitraums von 1 Stunde nach dem Ausschalten des Lasers in der Initialisierungszelle keine thermische Instabilität aufgetreten ist, wird davon ausgegangen, dass der REESS-Typ diese Anforderung erfüllt.

h) Die Prüfung endet, wenn eine der nachstehenden Bedingungen erfüllt ist:

i) Die Initialisierung wird gemäß Unterabsatz f angehalten, gefolgt von einem Beobachtungszeitraum von einer Stunde, oder

ii) es vergehen 5 Minuten nach der Aktivierung der Warnanzeige, wenn ein thermisches Durchgehen beobachtet wird, oder

iii) wenn in der Initialisierungszelle eine thermische Instabilität aufgetreten ist, ohne dass es zu einem thermischen Durchgehen gekommen ist, so wird der Beobachtungszeitraum von 2 Stunden nach der Bestätigung der thermischen Instabilität auf das Prüfmuster angewandt.

4. Prüfverfahren für die Prüfung am Bauteil

Die allgemeinen Bedingungen in Anhang 9K Absatz 3 gelten als erfüllt, wenn die Methode am REESS oder REESS-Subsystem angewandt wird.

a) Richten Sie das REESS oder REESS-Subsystem wie oben beschrieben aus und bereiten Sie das REESS oder REESS-Subsystem so vor, dass es die Situation beim Einbau in das Fahrzeug repräsentiert, wobei sich das System im aktiven Fahrbetriebszustand befindet. Stellen Sie sicher, dass das Wärmemanagement- und das Kommunikationssystem wie vorgesehen funktionieren.

b) Beginnen Sie mit der Aufzeichnung der Daten, die erforderlich sind, um festzustellen, ob eine thermische Instabilität und/oder ein thermisches Durchgehen auftreten. Stellen Sie sicher, dass keine Fehlercodes oder Störungen im System vorliegen, die für das Prüfergebnis relevant sind.

c) Vor Beginn der Prüfung ist der Laserstrahlweg so zu sichern, dass der Laserstrahl die Initialisierungszellen-oberfläche des Prüfmusters erreicht.

d) Stellen Sie das Laserbestrahlungsprogramm ein und bestätigen Sie es.

e) Die Initialisierungszelle wird am festgelegten Punkt mit dem Laser bestrahlt.

f) Halten Sie das Laserbestrahlungsprogramm an, wenn die thermische Instabilität bestätigt wird oder wenn eine Gesamtenergiezufuhr aus dem Laser 20 % der Energie der Initialisierungszelle erreicht.

g) Wenn Buchstabe f erfüllt ist, aber während des Beobachtungszeitraums von 1 Stunde nach dem Ausschalten des Lasers in der Initialisierungszelle keine thermische Instabilität aufgetreten ist, wird davon ausgegangen, dass der REESS-Typ diese Anforderung erfüllt.

h) Die Prüfung endet, wenn eine der nachstehenden Bedingungen erfüllt ist:

i) Die Initialisierung wird gemäß Unterabsatz f angehalten, gefolgt von einem Beobachtungszeitraum von einer Stunde, oder

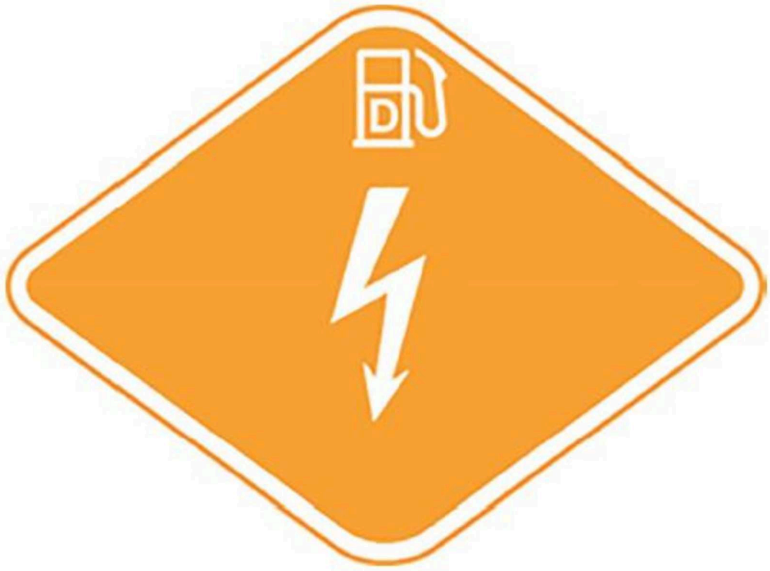
ii) wenn ein thermisches Durchgehen beobachtet wird, vergehen 5 Minuten nach dem Signal zur Aktivierung der Warnanzeige, oder

iii) ist in der Initialisierungszelle eine thermische Instabilität aufgetreten, ohne dass es zu einem thermischen Durchgehen gekommen ist, so wird der Beobachtungszeitraum von 2 Stunden nach der Bestätigung der thermischen Instabilität auf das Prüfmuster angewandt.

ANHANG 10

Vorschriften für ein Kennzeichen für Fahrzeuge der Klassen M_2/N_2 und M_3/N_3 mit Elektroantrieb

(Absatz 5.5.1 bis 5.5.3 dieser Regelung)



Das Kennzeichen muss wetterbeständig sein.

Der Mittelbereich gibt die erste Energiequelle an.

Der obere Bereich gibt die zweite Energiequelle an.

Layout und Symbole müssen der Norm ISO 17840-4:2018 entsprechen.

Farbe und Abmessungen des Kennzeichens müssen folgenden Anforderungen entsprechen:

Farben:

Hintergrund:	Orange, RGB-Code 255, 165, 0
Rand:	Weiß reflektierend
Buchstaben:	Weiß reflektierend

Abmessungen

Aufkleberbreite:	≥ 110 mm
Aufkleberhöhe:	≥ 80 mm