

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>DIN IEC 62282-6-1</b><br/><b>(VDE 0130-601)</b></p>                                                                                                                                                                                                                                             |  |
|  | <p>Diese Norm ist zugleich eine <b>VDE-Bestimmung</b> im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.</p> |  |

ICS 27.070

Einsprüche bis 2006-04-30

## Entwurf

# Brennstoffzellentechnologien – Teil 6-1: Mikro-Brennstoffzellen-Energiesysteme – Sicherheit (IEC 105/95/CD:2005)

Fuel cell technologies –  
Part 6-1: Micro fuel cell power systems –  
Safety  
(IEC 105/95/CD:2005)

## Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an **dke@vde.com** in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter **[www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme)** abgerufen werden
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 254 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

# – Entwurf –

E DIN IEC 62282-6-1 (VDE 0130-601):2006-03

## Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

## Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 105/95/CD:2005 „Fuel cell technologies – Part 6-1: Micro fuel cell power systems – Safety“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 105 „Fuel cell technologies“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 384 „Brennstoffzellen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

| Europäische Norm                                           | Internationale Norm               | Deutsche Norm                               | Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|
| EN 60079-15:2003                                           | IEC 60079-15:2001, mod.           | DIN EN 60079-15 (VDE 0170/0171-16):2004-05  | VDE 0170/0171-16                       |
| EN 60086-4:2000                                            | IEC 60086-4:2000                  | DIN EN 60086-4 (VDE 0509-4):2001-03         | VDE 0509-4                             |
| EN 60204-1:1997                                            | IEC 60204-1:1997 + Corr. 1998     | DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1):1998-11         | VDE 0113-1                             |
| EN 60695-2-11:2001                                         | IEC 60695-2-11:2000               | DIN EN 60695-2-11 (VDE 0471-2-11):2001-11   | VDE 0471-2-11                          |
| –                                                          | IEC TS 60695-2-20:2004            | –                                           | –                                      |
| EN 60695-11-10:1999 + A1:2003                              | IEC 60695-11-10:1999 + A1:2003    | DIN EN 60695-11-10 (VDE 0471-11-10):2004-05 | VDE 0471-11-10                         |
| EN 60730-1:2000 + A1:2004 + A12:2003 + A13:2004 + A14:2005 | IEC 60730-1:1999, mod. + A1 :2003 | DIN EN 60730-1 (VDE 0631-1):2005-12         | VDE 0631-1                             |
| EN 60950-1:2001                                            | IEC 60950-1:2001, mod.            | DIN EN 60950-1 (VDE 0805-1):2003-03         | VDE 0805-1                             |
| EN 61960:2004                                              | IEC 61960:                        | DIN EN 61960:2004-12                        | –                                      |
| EN ISO 175:2000                                            | ISO 175:1999                      | DIN EN ISO 175:2000-10                      | –                                      |
| –                                                          | ISO 188:1998                      | –                                           | –                                      |
| –                                                          | ISO 1817:1999                     | DIN ISO 1817:2004-06                        | –                                      |
| –                                                          | ISO 9772:2001                     | –                                           | –                                      |
| –                                                          | ISO 15649:2001                    | –                                           | –                                      |

## Nationaler Anhang NB (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN 60079-15 (VDE 0170/0171-16), *Elektrische Betriebsmittel für gasexplosionsgefährdete Bereiche – Teil 15: Zündschutzart "n" (IEC 60079-15:2001, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60079-15:2003.*

DIN EN 60086-4 (VDE 0509-4):2001-03, *Primärbatterien – Teil 4: Sicherheitsnorm für Lithium-Batterien (IEC 60086-4:2000); Deutsche Fassung EN 60086-4:2000.*

DIN EN 60204-1 (VDE 0113-1), *Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:1997 + Corrigendum 1998); Deutsche Fassung EN 60204-1:1997.*

DIN EN 60695-2-11 (VDE 0471-2-11), *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-11: Prüfungen mit dem Glühdraht – Prüfungen mit dem Glühdraht zur Entzündbarkeit von Enderzeugnissen (IEC 60695-2-11:2000); Deutsche Fassung EN 60695-2-11:2001.*

DIN EN 60695-11-10 (VDE 0471-11-10), *Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-10: Prüfverfahren mit 50-W-Prüfflamme horizontal und vertikal (IEC 60695-11-10:1999 + A1:2003); Deutsche Fassung EN 60695-11-10:1999 + A1:2003.*

## – Entwurf –

### E DIN IEC 62282-6-1 (VDE 0130-601):2006-03

DIN EN 60730-1 (VDE 0631-1), *Automatische elektrische Regel- und Steuergeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60730-1:1999, modifiziert + A1:2003, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60730-1:2000 + A1:2004 + A12:2003 + A13:2004 + A14:2005.*

DIN EN 60950-1 (VDE 0805-1), *Einrichtungen der Informationstechnik – Sicherheit – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60950-1:2001, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60950-1:2001.*

DIN EN 61960, *Akkumulatoren und Batterien mit alkalischen oder anderen nichtsäurehaltigen Elektrolyten - Lithium-Akkumulatoren und -batterien für tragbare Geräte (IEC 61960:2003); Deutsche Fassung EN 61960:2004.*

DIN EN ISO 175, *Kunststoffe – Prüfverfahren zur Bestimmung des Verhaltens gegen flüssige Chemikalien (ISO 175:1999); Deutsche Fassung EN ISO 175:2000.*

DIN ISO 1817, *Elastomere – Bestimmung des Verhaltens gegenüber Flüssigkeiten (ISO 1817:1999).*

**Brennstoffzellentechnologien**  
**Teil 6-1: Mikro-Brennstoffzellen-Energiesysteme – Sicherheit**

**Inhalt**

|                                                                                                                                                    | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                                                          | 11    |
| 1.1 Systemgrenzen .....                                                                                                                            | 11    |
| 1.2 Äquivalentes Sicherheitsniveau .....                                                                                                           | 12    |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                                                     | 12    |
| 3 Begriffe .....                                                                                                                                   | 13    |
| 4 Werkstoffe und Ausführungen von Brennstoffkartuschen, Mikrobrennstoffzelleneinheiten und Mikrobrennstoffzellensystemen für tragbare Geräte ..... | 15    |
| 4.1 Grundsätzliches .....                                                                                                                          | 15    |
| 4.2 Fehlermöglichkeits- und -einflussuntersuchung (FMEA), Gefahrenanalyse .....                                                                    | 15    |
| 4.3 Brennstoffversorgung .....                                                                                                                     | 15    |
| 4.4 Werkstoffe, Grundsätzliches .....                                                                                                              | 16    |
| 4.5 Werkstoffauswahl .....                                                                                                                         | 16    |
| 4.6 Entfällt .....                                                                                                                                 | 17    |
| 4.7 Konstruktion, Grundsätzliches .....                                                                                                            | 17    |
| 4.8 Entfällt .....                                                                                                                                 | 17    |
| 4.9 Rohrleitungen und Armaturen .....                                                                                                              | 17    |
| 4.10 Brennstoffführende Komponenten und Rohrleitungssysteme .....                                                                                  | 17    |
| 4.10.3 Brennstoffventile .....                                                                                                                     | 18    |
| 4.11 Werkstoffe und Konstruktion – System .....                                                                                                    | 18    |
| 4.11.4 Ausnahmen .....                                                                                                                             | 18    |
| 4.12 Zündquellen .....                                                                                                                             | 18    |
| 4.13 Kapselungen und Abnahmestrategien .....                                                                                                       | 19    |
| 4.13.1 Bauteile, die eine Brandkapselung erfordern .....                                                                                           | 19    |
| 4.13.2 Bauteile, die keine Brandkapselung erfordern .....                                                                                          | 19    |
| 4.13.3 Werkstoffe für Komponenten und andere Bauteile außerhalb von Brandkapselungen .....                                                         | 21    |
| 4.13.4 Werkstoffe für Komponenten und andere Teile innerhalb von Brandkapselungen .....                                                            | 22    |
| 4.13.5 Mechanische Gehäuse .....                                                                                                                   | 23    |
| 4.14 Schutz vor Gefahren durch Brand, Explosion, Korrosivität und Toxizität .....                                                                  | 23    |
| 4.15 Schutz vor elektrischen Gefahren .....                                                                                                        | 24    |
| 4.16 Brennstoffzellenstack .....                                                                                                                   | 24    |
| 4.17 Konstruktion der Brennstoffversorgung .....                                                                                                   | 24    |
| 4.17.1 Konstruktion der Brennstoffkartusche .....                                                                                                  | 24    |
| 4.17.2 Anforderung an die Befüllung der Brennstoffkartusche .....                                                                                  | 25    |
| 4.18 Schutz vor mechanischen Gefahren .....                                                                                                        | 25    |
| 4.18.1 Rohrleitungen außer Brennstoffleitungen .....                                                                                               | 25    |
| 4.18.2 Äußere Oberflächen und Temperaturgrenzen für Komponenten .....                                                                              | 25    |
| 4.18.3 Motoren .....                                                                                                                               | 26    |
| 4.19 Verdrahtungswerkstoffe einschließlich gedruckter Schaltungen .....                                                                            | 26    |
| 4.20 Verschiedene elektrische Ausrüstungsteile .....                                                                                               | 26    |
| 4.21 Auslegung von elektrischen Antriebseinrichtungen .....                                                                                        | 27    |
| 4.21.1 Stromquellen begrenzter Leistung .....                                                                                                      | 27    |

## – Entwurf –

### E DIN IEC 62282-6-1 (VDE 0130-601):2006-03

|                                                                                                                                                                                         | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 4.21.2 Geräte mit elektronischer Regelung.....                                                                                                                                          | 28    |
| 4.21.3 Elektrische Leiter/Verdrahtungen .....                                                                                                                                           | 28    |
| 4.21.4 Ausgangsklemmenbereich .....                                                                                                                                                     | 29    |
| 4.21.5 Elektrische Baugruppen und Zubehör.....                                                                                                                                          | 29    |
| 4.22 Schutz.....                                                                                                                                                                        | 29    |
| 4.22.1 Einsatzzweck von Schutzeinrichtungen .....                                                                                                                                       | 29    |
| 4.22.2 Schutz vor Unfällen durch Kurzschluss.....                                                                                                                                       | 30    |
| 4.22.3 Schutz vor elektrischer Überlast.....                                                                                                                                            | 30    |
| 5 Anforderungen und Prüfungen für regelwidrigen Betrieb.....                                                                                                                            | 30    |
| 5.1 Regelwidriger Betrieb und Fehlerbedingungen .....                                                                                                                                   | 30    |
| 5.1.1 Grundsätzliches.....                                                                                                                                                              | 30    |
| 5.1.2 Prüfung auf Übereinstimmung.....                                                                                                                                                  | 30    |
| 5.1.3 Abnahmekriterien .....                                                                                                                                                            | 30    |
| 5.1.4 Simulierte Fehlerzustände und regelwidrigen Bedingungen in Stromkreisen mit begrenzter Leistung und SELV-Stromkreisen .....                                                       | 31    |
| 5.1.5 Regelwidriger Betrieb – Elektromechanische Bauteile .....                                                                                                                         | 31    |
| 5.1.6 Anormaler Betrieb – Batterien .....                                                                                                                                               | 31    |
| 5.1.7 Anormaler Betrieb – Simulation von Fehlern aufgrund der Gefahrenanalyse .....                                                                                                     | 32    |
| 6 Anweisungen und Warnungen für Brennstoffversorgungskartuschen, Mikrobrennstoffzelleneinheiten und Mikrobrennstoffzellensysteme.....                                                   | 32    |
| 6.1 Mindestens erforderliche Kennzeichnung der Kartusche.....                                                                                                                           | 32    |
| 6.2 Zusätzliche Informationen, die entweder auf der Kartusche angebracht oder in begleitender Dokumentation enthalten oder auf dem System oder der Einheit angebracht sein müssen ..... | 32    |
| 7 Typprüfungen für Brennstoffkartuschen, Mikrobrennstoffzelleneinheiten und Mikrobrennstoffzellensysteme .....                                                                          | 33    |
| 7.1 Prüfbedingungen .....                                                                                                                                                               | 33    |
| 7.1.1 Laborbedingungen .....                                                                                                                                                            | 33    |
| 7.1.2 Warnung .....                                                                                                                                                                     | 33    |
| 7.2 Messung von Leckagen und Messprozeduren.....                                                                                                                                        | 33    |
| 7.2.5 Prüfmusteranzahl .....                                                                                                                                                            | 37    |
| 7.3 Typprüfungen .....                                                                                                                                                                  | 37    |
| 7.3.1 Differenzdruckprüfung .....                                                                                                                                                       | 38    |
| 7.3.2 Schwingungsprüfung.....                                                                                                                                                           | 39    |
| 7.3.3 Temperaturwechselprüfung.....                                                                                                                                                     | 40    |
| 7.3.4 Übertemperaturprüfung .....                                                                                                                                                       | 40    |
| 7.3.5 Sturzprüfung .....                                                                                                                                                                | 41    |
| 7.3.6 Stauchungsprüfung .....                                                                                                                                                           | 41    |
| 7.3.7 Externe Kurzschlussprüfung .....                                                                                                                                                  | 42    |
| 7.3.8 Oberflächen- und Abgastemperaturprüfung.....                                                                                                                                      | 42    |
| 7.3.9 Langzeitlagerungsprüfung .....                                                                                                                                                    | 43    |
| 7.3.10 Verbindungsprüfung bei erhöhter Temperatur .....                                                                                                                                 | 45    |
| 7.3.11 Interne Druckprüfung der Brennstoffzelleneinheit.....                                                                                                                            | 46    |
| 7.3.12 Wiederholte Verbindungsprüfung.....                                                                                                                                              | 46    |
| 7.3.13 Entfällt.....                                                                                                                                                                    | 49    |
| 7.3.14 Emissionsprüfung .....                                                                                                                                                           | 49    |
| Anhang A (normativ) Brennstoffzellensysteme mit Methansäure (Ameisensäure, HCOOH) .....                                                                                                 | 52    |
| A.1 Anwendungsbereich .....                                                                                                                                                             | 52    |
| A.1.1 Systemgrenzen.....                                                                                                                                                                | 52    |

|                                                                                                                                                                                              | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| A.1.2 Hinweise .....                                                                                                                                                                         | 53    |
| A.2 Normative Verweisung .....                                                                                                                                                               | 53    |
| A.3 Begriffe .....                                                                                                                                                                           | 53    |
| A.4 Werkstoffe und Ausführungen von Brennstoffkartuschen, Mikrobrennstoffzelleneinheiten<br>und Mikrobrennstoffzellensystemen für tragbare Geräte .....                                      | 54    |
| A.4.1 Grundsätzliches .....                                                                                                                                                                  | 54    |
| A.5 Anforderungen an Brennstoffkartuschen, Mikrobrennstoffzelleneinheiten und<br>Mikrobrennstoffzellensysteme .....                                                                          | 54    |
| A.6 Anweisungen und Warnungen für Brennstoffversorgungskartuschen,<br>Mikrobrennstoffzelleneinheiten und Mikrobrennstoffzellensysteme, die Methansäure als<br>Brennstoff verwenden .....     | 55    |
| A.6.1 Mindestens erforderliche Kennzeichnung der Kartusche .....                                                                                                                             | 55    |
| A.7 Typprüfungen für Brennstoffkartuschen, Mikrobrennstoffzelleneinheiten und<br>Mikrobrennstoffzellensysteme .....                                                                          | 55    |
| Anhang B (normativ) Wasserstoff, der in wasserstoffabsorbierenden Metalllegierungen gespeichert<br>ist .....                                                                                 | 59    |
| B.1 Anwendungsbereich .....                                                                                                                                                                  | 59    |
| B.1.1 Systemgrenzen .....                                                                                                                                                                    | 59    |
| B.1.3 Hinweise .....                                                                                                                                                                         | 59    |
| B.2 Normative Verweisung .....                                                                                                                                                               | 59    |
| B.3 Begriffe .....                                                                                                                                                                           | 60    |
| B.4 Werkstoffe und Ausführungen von Brennstoffkartuschen, Mikrobrennstoffzelleneinheiten<br>und Mikrobrennstoffzellensystemen für tragbare Geräte .....                                      | 61    |
| B.4.1 Grundsätzliches .....                                                                                                                                                                  | 61    |
| B.4.4 Werkstoffe, Grundsätzliches .....                                                                                                                                                      | 61    |
| B.4.5 Werkstoffauswahl .....                                                                                                                                                                 | 61    |
| B.4.7 Konstruktion, Grundsätzliches .....                                                                                                                                                    | 61    |
| B.4.9 Rohrleitungen und Armaturen .....                                                                                                                                                      | 61    |
| B.4.10 Brennstoffführende Komponenten und Rohrleitungssysteme .....                                                                                                                          | 61    |
| B.4.11 Werkstoffe und Konstruktion – System .....                                                                                                                                            | 61    |
| B.4.12 Zündquellen .....                                                                                                                                                                     | 61    |
| B.4.13 Kapselungen und Abnahmestrategien .....                                                                                                                                               | 61    |
| B.4.14 Schutz vor Gefahren durch Brand, Explosion, Korrosivität und Toxizität .....                                                                                                          | 62    |
| B.4.15 Schutz vor elektrischen Gefahren .....                                                                                                                                                | 62    |
| B.4.16 Brennstoffzellenstack .....                                                                                                                                                           | 62    |
| B.4.17 Konstruktion der Brennstoffversorgung .....                                                                                                                                           | 62    |
| B.4.18 Schutz vor mechanischen Gefahren .....                                                                                                                                                | 62    |
| B.5 Anforderungen und Prüfungen für regelwidrigen Betrieb .....                                                                                                                              | 63    |
| B.6 Anweisungen und Warnungen für Brennstoffversorgungskartuschen,<br>Mikrobrennstoffzelleneinheiten und Mikrobrennstoffzellensysteme .....                                                  | 63    |
| B.6.1 Mindestens erforderliche Kennzeichnung der Kartusche .....                                                                                                                             | 63    |
| B.6.2 Zusätzliche Informationen, die entweder auf der Kartusche angebracht oder in begleitender<br>Dokumentation enthalten oder auf dem System oder der Einheit angebracht sein müssen ..... | 63    |
| B.7 Typprüfungen für Brennstoffkartuschen, Mikrobrennstoffzelleneinheiten und<br>Mikrobrennstoffzellensysteme .....                                                                          | 63    |
| B.7.1 Prüfbedingungen und Anforderungen [nicht im Titel von 7.1] .....                                                                                                                       | 63    |
| B.7.2 Messung von Wasserstoffleckagen .....                                                                                                                                                  | 63    |
| B.7.3 Typprüfungen .....                                                                                                                                                                     | 65    |
| Anhang C (normativ) Mikrobrennstoffzellen für reformiertes Methanol .....                                                                                                                    | 69    |
| C.1 Anwendungsbereich .....                                                                                                                                                                  | 69    |

## – Entwurf –

### E DIN IEC 62282-6-1 (VDE 0130-601):2006-03

|                                                                                                                                                         | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| C.1.1 Systemgrenzen.....                                                                                                                                | 69    |
| C.1.2 Hinweise .....                                                                                                                                    | 69    |
| C.2 Normative Verweisungen .....                                                                                                                        | 70    |
| C.3 Begriffe .....                                                                                                                                      | 70    |
| C.4 Werkstoffe und Ausführungen von Brennstoffkartuschen, Mikrobrennstoffzelleneinheiten<br>und Mikrobrennstoffzellensystemen .....                     | 70    |
| C.4.5 Werkstoffauswahl .....                                                                                                                            | 70    |
| C.4.14 Schutz vor Gefahren durch Brand, Explosion, Korrosivität und Toxizität .....                                                                     | 70    |
| C.4.18 Schutz vor mechanischen Gefahren .....                                                                                                           | 71    |
| C.5 Anforderungen an die Brennstoffkartusche, die Mikrobrennstoffzelleneinheit und das<br>Mikrobrennstoffzellensystem .....                             | 71    |
| C.6 Anweisungen für Brennstoffkartuschen, Mikrobrennstoffzelleneinheiten und<br>Mikrobrennstoffzellensysteme .....                                      | 71    |
| C.7 Typprüfungen .....                                                                                                                                  | 71    |
| C.7.3 Durchführung von Typprüfungen.....                                                                                                                | 71    |
| Anhang D (normativ) Methanoleinschlussverbindungen .....                                                                                                | 74    |
| D.1 Anwendungsbereich .....                                                                                                                             | 74    |
| D.1.1 Systemgrenzen.....                                                                                                                                | 74    |
| D.1.3 Hinweise .....                                                                                                                                    | 75    |
| D.2 Normative Verweisungen .....                                                                                                                        | 75    |
| D.3 Begriffe .....                                                                                                                                      | 75    |
| D.4 Werkstoffe und Ausführungen von Brennstoffkartuschen, Mikrobrennstoffzelleneinheiten<br>und Mikrobrennstoffzellensystemen für tragbare Geräte ..... | 75    |
| D.5 Anforderungen und Prüfungen für regelwidrigen Betrieb.....                                                                                          | 75    |
| D.6 Anweisungen und Warnungen für Brennstoffversorgungskartuschen,<br>Mikrobrennstoffzelleneinheiten und Mikrobrennstoffzellensysteme.....              | 76    |
| D.7 Typprüfungen für Brennstoffkartuschen, Mikrobrennstoffzelleneinheiten und<br>Mikrobrennstoffzellensysteme .....                                     | 76    |
| D.7.2 Messungen von Leckagen von MCC und Methanol, Messverfahren .....                                                                                  | 76    |
| D.7.3 Typprüfung .....                                                                                                                                  | 81    |
| Anhang E (normativ) Borhydrid-Verbindungen.....                                                                                                         | 92    |
| E.1 Anwendungsbereich .....                                                                                                                             | 92    |
| E.1.1 Systemgrenzen.....                                                                                                                                | 92    |
| E.1.3 Hinweise .....                                                                                                                                    | 93    |
| E.2 Normative Verweisungen .....                                                                                                                        | 93    |
| E.3 Begriffe .....                                                                                                                                      | 93    |
| E.4 Materialien und Aufbau von Brennstoffkartusche, Mikrobrennstoffzelleneinheit und<br>Mikrobrennstoffzellenanlage für tragbare Geräte.....            | 95    |
| E.4.1 Allgemeines .....                                                                                                                                 | 95    |
| E.4.7 Allgemeiner Aufbau .....                                                                                                                          | 95    |
| E.4.9 Rohrleitungen und Anschlüsse.....                                                                                                                 | 95    |
| E.4.10 Brennstoff enthaltende Teile und Rohrleitungssystem.....                                                                                         | 95    |
| E.4.17 Aufbau der Brennstoffversorgung .....                                                                                                            | 96    |
| E.5 Anforderungen an anomalen Betrieb und Prüfungen.....                                                                                                | 96    |
| E.6 Anweisungen und Warnungen für Brennstoffzufuhrkartuschen, Mikrobrennstoffzelleinheiten<br>und Mikrobrennstoffzellaggregate .....                    | 96    |
| E.6.1 Für die Kartusche minimal erforderliche Kennzeichnung.....                                                                                        | 96    |
| E.7 Typenprüfungen für eine Brennstoffkartusche, eine Mikrobrennstoffzelleinheit und ein<br>Mikrobrennstoffzellensystem .....                           | 97    |

|                                                                                                                                                                                   | Seite  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| E.7.1 Allgemeines .....                                                                                                                                                           | 97     |
| E.7.2 Leckagemessung und Messverfahren .....                                                                                                                                      | 98     |
| E.7.3 Typprüfungen .....                                                                                                                                                          | 100    |
| Anhang F (normativ) Butan, Ergänzung .....                                                                                                                                        | 103    |
| F.1 Anwendungsbereich .....                                                                                                                                                       | 103    |
| F.1.1 Systemgrenzen .....                                                                                                                                                         | 103    |
| F.2 Normative Verweisungen .....                                                                                                                                                  | 103    |
| F.3 Begriffe .....                                                                                                                                                                | 103    |
| F.4 Materialien und Aufbau von Brennstoffkartusche, Mikrobrennstoffzelleneinheit und<br>Mikrobrennstoffzellenanlage für tragbare Geräte .....                                     | 104    |
| F.5 Anforderungen an Brennstoffkartusche, Mikrobrennstoffzelleneinheit und<br>Mikrobrennstoffzellenanlage .....                                                                   | 104    |
| F.6 Anweisungen für Brennstoffkartusche, Mikrobrennstoffzelleneinheit und<br>Mikrobrennstoffzellenanlage .....                                                                    | 104    |
| F.6.1 Mindestens erforderliche Kennzeichnung der Kartusche .....                                                                                                                  | 104    |
| F.7 Typprüfungen für Brennstoffkartuschen, Mikrobrennstoffzelleneinheiten und<br>Mikrobrennstoffzellensysteme .....                                                               | 105    |
| F.7.2 Messung von Leckagen und Messprozeduren .....                                                                                                                               | 105    |
| F.7.3 Typprüfungen .....                                                                                                                                                          | 105    |
| <br>Bild 1.1 – .....                                                                                                                                                              | <br>12 |
| Bild 7.2.1 – Fließbild der Prüfung auf Kartuschenleckage und Masseverlust bei geringem<br>Außendruck, Schwingung, Sturz und Druckbeanspruchung .....                              | <br>34 |
| Bild 7.2.2 – Fließbild der Prüfung auf Kartuschenleckage und Masseverlust bei Temperaturwechsel-<br>und Übertemperaturprüfung .....                                               | <br>35 |
| Bild 7.2.3 – Mikrobrennstoffzellensystem / Fließbild der Prüfung auf Leckage der Einheit und<br>Masseverlust bei Schwingung, Sturz, Differenzdruck und Druckbeanspruchung .....   | <br>36 |
| Bild 7.2.4 – Mikrobrennstoffzellensystem/Fließbild der Prüfung auf Leckage der Einheit und<br>Masseverlust bei Kurzschlussprüfung .....                                           | <br>37 |
| Bild 7.3.3A – Temperaturwechselprüfung .....                                                                                                                                      | 40     |
| Bild 7.3.9.2 – Brennstoffkartusche Fließbild der Prüfung auf Leckage und Masseverlust bei<br>Langzeitlagerungsprüfung .....                                                       | 45     |
| Bild 7.3.14.1 – Prüfapparat für Betriebsemissionen .....                                                                                                                          | 50     |
| Bild A.1.1 – Methansäurebrennstoffzellensystem .....                                                                                                                              | 52     |
| Bild A.7.3.14.3 – Fließbild der Wasserstoffemissionsmessung .....                                                                                                                 | 58     |
| Bild B.7.2.1 – Vorgehensweise für die Prüfung auf Wasserstoffleckagen .....                                                                                                       | 64     |
| Bild C.1.1 – Übersichtsblockschaltbild eines mit reformiertem Methanol betriebenen<br>Mikrobrennstoffzellensystems .....                                                          | 69     |
| Bild C.7.1 – Fließdiagramm für die Prüfung auf Wasserstoffleckagen .....                                                                                                          | 73     |
| Bild D.1.1 – Übersichtsblockschaltbild von DMFC-Brennstoffzellen, die mit<br>Methanoleinschlussverbindungen betrieben werden .....                                                | 74     |
| Bild D.1.3.1 – Brennstoffkartusche für Methanoleinschlussverbindungen .....                                                                                                       | 75     |
| Bild D.1.3.2 – Einsatz einer Methanoleinschlussverbindung innerhalb einer Brennstoffzelleneinheit .....                                                                           | 75     |
| Bild D.7.2.1 – Fließbild der Prüfung auf Kartuschenleckage und Masseverlust bei geringem<br>Außendruck, Schwingung, Sturz und Druckbeanspruchung .....                            | 77     |
| Bild D.7.2.2 – Fließbild der Prüfung auf Kartuschenleckage und Masseverlust bei<br>Temperaturwechsel- und Übertemperaturprüfung .....                                             | 78     |
| Bild D.7.2.3 – Mikrobrennstoffzellensystem / Fließbild der Prüfung auf Leckage der Einheit und<br>Masseverlust bei Schwingung, Sturz, Differenzdruck und Druckbeanspruchung ..... | 79     |
| Bild D.7.2.4 – Mikrobrennstoffzellensystem / Fließbild der Prüfung auf Leckage der Einheit und<br>Masseverlust bei Kurzschlussprüfung .....                                       | 80     |

## – Entwurf –

### E DIN IEC 62282-6-1 (VDE 0130-601):2006-03

|                                                                                                                                                                                | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Bild D.7.3.3.A – Temperaturwechselprüfung .....                                                                                                                                | 83    |
| Bild D.7.3.9.2 – Flussdiagramm für die Bestimmung und des Massenverlustes der Leckage der Brennstoffkartusche bei Langzeitlagerung .....                                       | 87    |
| Bild E.1.1a – Direkt-Borhydridbrennstoffzelleneinheit .....                                                                                                                    | 92    |
| Bild E.1.1b – Indirekt-Borhydridbrennstoffzelleneinheit .....                                                                                                                  | 93    |
| Bild E.7.2.1 – Fließbild der Leckagemessung und Durchführung der Prüfung .....                                                                                                 | 98    |
| Bild E.7.3.9.1 – Leckagemessplan .....                                                                                                                                         | 100   |
| Bild E.7.3.14 – Prüfapparat für Betriebsemissionen .....                                                                                                                       | 101   |
| Bild F.1.1 – Schaltbild von mit Butan betriebenen SOFC .....                                                                                                                   | 103   |
| Bild F.7.2.1 – Fließbild der Prüfung auf Kartuschenleckage und Masseverlust bei geringem Außendruck, Schwingung, Sturz und Druckbeanspruchung .....                            | 107   |
| Bild F.7.2.2 – Fließbild der Prüfung auf Kartuschenleckage und Masseverlust bei Temperaturwechsel- und Übertemperaturprüfung .....                                             | 108   |
| Bild F.7.2.3 – Mikrobrennstoffzellensystem / Fließbild der Prüfung auf Leckage der Einheit und Masseverlust bei Schwingung, Sturz, Differenzdruck und Druckbeanspruchung ..... | 109   |
| Bild F.7.2.4 – Mikrobrennstoffzellensystem / Fließbild der Prüfung auf Leckage der Einheit und Masseverlust bei Kurzschlussprüfung .....                                       | 110   |
| Bild F.7.3.9.2 – Brennstoffkartusche Fließbild der Prüfung auf Leckage und Masseverlust bei Langzeitlagerungsprüfung .....                                                     | 111   |

## 1 Anwendungsbereich

### 1.1 Systemgrenzen

**1.1.1** Anwendungsbereich: Diese Anwender-Sicherheitsnorm umfasst Brennstoffzellensysteme, Energie erzeugende Geräte und Brennstoffkartuschen, die tragbar sind oder leicht per Hand transportiert werden können und Gleichstrom von nicht mehr als 60 V sowie eine Leistung von nicht mehr als 240 VA abgeben. Somit sind die von außen zugänglichen Verdrahtungen als „SELV“-Stromkreise nach IEC 60950-1 zu betrachten, und, sofern die Übereinstimmung mit IEC 60950-1, 2.5 nachgewiesen wurde, auch als Stromkreise mit begrenzter Leistung. Geräte, die interne Systeme aufweisen, die 60 V Gleichstrom oder 240 VA Leistung überschreiten, sind entsprechend der besonderen Vorschriften der IEC 60950-1 zu bewerten.

**1.1.2** Diese Anwender-Sicherheitsnorm gilt für sämtliche Brennstoffzellensysteme, Einheiten und Brennstoffkartuschen. Diese Spezifikation stellt Anforderungen für sämtliche Brennstoffzellensysteme, Einheiten und Kartuschen auf, um ein angemessenes Maß an Sicherheit im normalen Betrieb, bei vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlbedienung sowie während des Transports solcher Einheiten durch den Anwender sicher zu stellen. Die Brennstoffkartuschen, für die diese Norm zutrifft, sind nicht zur Wiederbefüllung durch den Anwender vorgesehen. Brennstoffkartuschen, die durch den Hersteller oder durch ausgebildetes technisches Personal wiederbefüllt werden, müssen sämtlichen Bestimmungen dieser Norm in der Weise wie unbenutzte Brennstoffkartuschen entsprechen.

**1.1.3** Diese Norm umfasst auch kompatible und abgesetzt zu transportierende Brennstoffkartuschen, die für die Versorgung der Brennstoffzeleinheit mit Brennstoff vorgesehen sind.

**1.1.4** Auf Brennstoffzellensysteme, deren elektrischen Ausgangswerte die Grenzwerte nach 1.1.1 überschreiten, ist die Norm für transportable Brennstoffzellensysteme, IEC 62282-X, anzuwenden.

**1.1.5** Diese Geräte sind nicht für den Einsatz in gefährlicher Umgebung vorgesehen.

**1.1.6** Brennstoffe und Technologien, die Berücksichtigung finden:

**1.1.6.1** Diese Norm bezieht sich auf die Brennstoffe Methanol sowie Mischungen aus Methanol und Wasser.

**1.1.6.2** Diese Norm umfasst Geräteausführungen, die „Proton exchange membrane“- (PEM-) Brennstoffzellenstacks sowie „Direct methanol“-Brennstoffzellenstacks (DMFC) beinhalten.

**1.1.6.3** Diese Norm enthält in den Anhängen Anforderungen für andere Brennstoffe sowie entsprechende zugeordnete Systeme, dargestellt als abweichende oder zusätzliche Anforderungen in Bezug auf die Hauptnorm.

**1.1.6.4** Es wird vorausgesetzt, dass sämtliche Brennstoffkartuschen, Energie erzeugenden Geräte und Brennstoffzellensysteme den anwendbaren Vorschriften des Landes und der Region entsprechen, einschließlich derer zu Transport, Kindersicherung und Lagerung, soweit anwendbar.

# – Entwurf –

E DIN IEC 62282-6-1 (VDE 0130-601):2006-03

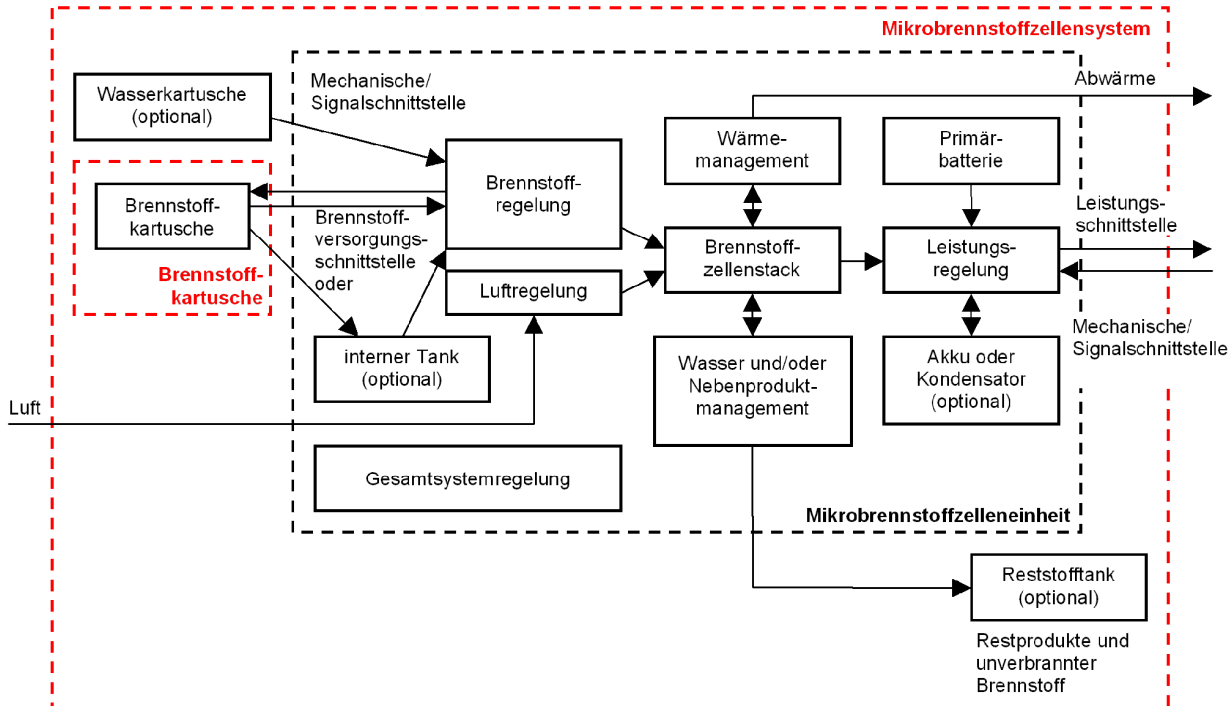


Bild 1.1 –

## 1.2 Äquivalentes Sicherheitsniveau

Es ist nicht beabsichtigt, durch die Anforderungen dieser Norm den Fortschritt zu hemmen. Der Hersteller kann Brennstoffe, Werkstoffe, Entwürfe oder Konstruktionen berücksichtigen, die nicht speziell in dieser Norm behandelt werden. Diese Alternativen sind hinsichtlich ihrer Eignung zu bewerten, ein gleichwertiges Maß an Sicherheit und Leistung verglichen mit den in dieser Norm dargestellten zu gewährleisten.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60079-15, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 1: Flameproof enclosures 'd'*

IEC 60086-4 Edition 2 (2000-03), *Primary Batteries – Part 4: Safety of Lithium Batteries*

IEC 60204-1, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

IEC 60695-2-11, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glowwire flammability test method for end-products*

IEC 60695-2-20, *Fire hazard testing – Part 2-20: Glowing/hot wire based test methods – Hotwirecoil ignitability – Apparatus, test method and guidance*

IEC 60695-11-10, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60730-1, *Automatic electrical controls for household and similar use – Part 1: General requirements*

IEC 60950-1, *Information Technology Equipment – Safety – Part 1: General Requirements*

IEC 61960 Edition 1.0 (2003-12), *Secondary Cells and Batteries Containing Alkaline or Other Non-Acid Electrolytes – Secondary Lithium Cells and Batteries for Portable Applications.*  
62282-6-1 Ed. 1/CD © IEC:2005

ISO 175, *Plastics – Methods of Test for Determination of the Effects of Immersion in Liquid Chemicals*

ISO 188, *Rubber, Vulcanised or Thermoplastic – Accelerated Ageing and Heat Resistance*

ISO 1817, *Rubber, Vulcanised – Determination of the Effects of Liquids*

ISO 9772, *Cellular plastics – Determination of horizontal burning characteristics of small specimens subjected to a small flame*

ISO 15649, *Petroleum and natural gas industries – Piping*

ANSI/ASME B31.3, *Process Piping*

### 3 Begriffe

In dieser Norm finden die folgenden Definitionen Anwendung:

#### 3.1

##### **Gehäuse**

die Teile der Mikrobrennstoffzelle, die dafür vorgesehen sind, eine Grenze zum Schutz, zur Abschirmung und zur Zugangsregelungen zu den inneren Baugruppen und Materialien zu bilden

#### 3.2

##### **Brandkapselung**

der Teil des Brennstoffzellengerätes, der dafür vorgesehen ist, die Ausbreitung eines Brandes oder von Flammen innerhalb des Gerätes zu minimieren

#### 3.3

##### **Brennstoff**

die folgenden Substanzen werden als Brennstoffe betrachtet:

1. Methanol und Methanol-Wasser-Gemische, unabhängig von der Konzentration, das/die zur Produktion von elektrischem Strom im Brennstoffzellengerät eingesetzt wird/werden.
2. Methansäure
3. Wasserstoff
4. Methanoleinschlussverbindungen (MCC)
5. Borhydridverbindungen
6. Butan

ANMERKUNG Brennstoff 1, Methanol und Methanol-Wasser-Gemische, wird im Hauptteil dieser Norm behandelt. Anhänge A bis F befassen sich mit den anderen Brennstoffen 2 bis 6.

#### 3.4

##### **Brennstoffkartusche**

ein abnehmbares oder fest eingebautes Bauteil, das Brennstoff enthält sowie das Brennstoffzellengerät mit Brennstoff versorgt, und das nicht für das Wiederbefüllen durch den Anwender vorgesehen ist

#### 3.5

##### **eingebaute Brennstoffkartusche**

eine Brennstoffkartusche mit eigenem Gehäuse, die innerhalb des Gehäuses des Gerätes eingebaut ist, welches durch das Brennstoffzellensystem mit Strom versorgt wird

#### 3.6

##### **externe Brennstoffkartusche**

eine Brennstoffkartusche mit eigenem Gehäuse, die einen Teil des Gehäuses des Gerätes darstellt, welches durch das Brennstoffzellensystem mit Strom versorgt wird

#### 3.7

##### **angebaute Brennstoffkartusche**

eine Brennstoffkartusche mit eigenem Gehäuse, die an das Gehäuse des Gerätes angefügt wird, welches durch das Brennstoffzellensystem mit Strom versorgt wird

#### 3.8

##### **abgesetzte Brennstoffkartusche**

eine Brennstoffkartusche, die dafür vorgesehen ist, mit dem Brennstoffzellengerät verbunden und von diesem getrennt zu werden, um dem eingebauten Brennstofftank innerhalb des Mikrobrennstoffzellengerätes Brennstoff zuzuführen

### 3.9

#### **Brennstoffzelleneinheit**

eine Brennstoffzelleneinheit ist dafür vorgesehen, als Teil eines Gerätes eingesetzt zu werden, wobei Wartung und Ersatz der Brennstoffzelleneinheit entweder allein durch den Anwender oder durch eine für Wartung und Reparatur des Gerätes ausgebildete Person durchgeführt wird

### 3.10

#### **Brennstoffversorgungseinheit, drucklos**

eine Brennstoffkartusche, innerhalb derer der normale Arbeitsdruck bei 22 °C einen Überdruck von 50 kPa nicht überschreitet

### 3.11

#### **Brennstoffversorgungseinheit, druckbeaufschlagt**

eine Brennstoffkartusche, innerhalb derer der normale Arbeitsdruck bei 22 °C einen Überdruck von 50 kPa überschreitet

### 3.12

#### **gefährliche flüssige Brennstoffe**

jegliche Mengen flüssigen Brennstoffs über 5 ml oder eine Konzentration von Methanol in Wasser von 4 Gewichtsprozenten oder darüber. Definitionen anderer gefährlicher Brennstoffe sind in Anhang A bis F angegeben

### 3.13

#### **eingebauter Brennstofftank**

ein Aufbau innerhalb eines Brennstoffzellengerätes, der zur Brennstoffspeicherung vorgesehen ist und nicht entfernt werden kann

### 3.14

#### **Leckage**

zugänglicher gefährlicher Brennstoff außerhalb des Systems oder der Brennstoffkartusche

### 3.15

#### **begrenzte Energiequellen**

Stromkreise, die durch begrenzte Energiequellen versorgt werden, werden aufgrund der Grenzen verfügbarer Leistung innerhalb der Stromkreise nicht als mögliche Brandgefahren betrachtet. Eine begrenzte Energiequelle ist entweder eigenbegrenzt oder nicht

ANMERKUNG Ein eigenbegrenzter Stromkreis erfordert keine strombegrenzende Vorrichtung, um den Anforderungen hinsichtlich der Strombegrenzung zu genügen, auch wenn ein Widerstand erforderlich sein kann, um die Ausgangsleistung zu begrenzen. Hingegen erfordert eine nicht eigenbegrenzte Energiequelle eine strombegrenzende Vorrichtung wie eine Sicherung etc., um den Anforderungen für eine Leistungsbegrenzung zu entsprechen.

### 3.16

#### **Materialien, giftige**

Jegliche Materialien, die eine Einstufung ihrer Giftigkeit von 2, mäßig, im Nachschlagewerk „Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials“ oder in vergleichbaren Werken aufweisen

### 3.17

#### **mechanisches Gehäuse**

die Teile der Mikrobrennstoffzelle, die dafür vorgesehen sind, eine Grenze zum Schutz, zur Abschirmung und zur Zugangsregelungen zu den inneren Baugruppen und Materialien zu bilden

### 3.18

#### **Mikrobrennstoffzelle**

ein Brennstoffzellensystem mit Brennstoffkartusche, das tragbar ist oder leicht per Hand transportiert werden kann und Gleichstrom von nicht mehr als 60 V sowie eine Leistung von nicht mehr als 240 VA abgibt

### 3.19

#### **nicht-zugängliche Flüssigkeit**

der Anwender kann nicht in physischen Kontakt zu gefährlichem flüssigem Brennstoff treten

### 3.20

#### **Verlustfreiheit von Brennstoffdämpfen**

Brennstoffdämpfe treten mit weniger als 0,33 g/h aus der Brennstoffkartusche oder dem System aus

### 3.21

#### **Leckfreiheit**

es tritt kein zugänglicher gefährlicher flüssiger Brennstoff außerhalb des Systems oder der Brennstoffkartusche auf

### 3.22

#### **Raum**

bezeichnet einen geschaffenen, geschlossenen Raum mit einer Deckenhöhe von 2,1 – 2,4 m und einem Gesamtvolumen, das für die vorgesehene Verwendung einer transportablen Brennstoffzelleneinheit geeignet ist

### 3.23

#### **Ventil, Nachfüll-**

Bauteil einer nicht vom Anwender nachfüllbaren Brennstoffkartusche, das das Nachfüllen ausschließlich durch ausgebildete Techniker ermöglicht

### 3.24

#### **Ventil, Absperr-**

Bauteil einer Brennstoffkartusche, das den Abfluss von Brennstoff regelt

### 3.25

#### **Reststoffkartusche**

die Kartusche, die Reststoffe und Nebenprodukte der Energieeinheit aufnimmt

### 3.26

#### **Wasserkartusche**

eine mit Wasser (ohne Zusatzstoffe) gefüllte Kartusche, mit dem die Brennstoffkonzentration eingestellt wird

## **4 Werkstoffe und Ausführungen von Brennstoffkartuschen, Mikrobrennstoffzeleinheiten und Mikrobrennstoffzellensystemen für tragbare Geräte**

### **4.1 Grundsätzliches**

**4.1.1** Die Brennstoffzelleneinheit ist so auszulegen und zu konstruieren, dass jegliches vernünftigerweise anzunehmendes Risiko von Feuer oder Explosion entweder des Brennstoffzellensystems selbst oder durch Gase, Dämpfe, Flüssigkeiten oder andere Substanzen, die vom Brennstoffzellensystem erzeugt oder in diesem verwendet werden, vermieden wird, während es mit der Brennstoffkartusche verbunden ist.

**4.1.2** Um Brand- und Explosionsgefahren innerhalb des Brennstoffzellensystems vorzubeugen, muss der Hersteller in Bereichen, in denen sich Brennstoff befindet oder möglicherweise austreten kann, mögliche Zündquellen ausschließen.

**4.1.3** Entflammbare, giftige und korrosive Fluide müssen in geschlossenen Bereichen wie etwa Brennstoffleitungen, Behältern, Kartuschen und ähnlichen Umschließungen zurück gehalten werden, um Leckagen zu vermeiden.

### **4.2 Fehlermöglichkeits- und -einflussuntersuchung (FMEA), Gefahrenanalyse**

**4.2.1** Eine Fehlermöglichkeits- und -einflussuntersuchung (FMEA) oder eine vergleichbare Funktions-sicherheitsanalyse ist durch den Hersteller durchzuführen, um Fehler zu bestimmen, die sicherheitsrelevante Auswirkungen haben können, sowie, um Konstruktionsmerkmale festzulegen, durch die diese Fehler gemindert werden können. Die Untersuchung muss Störungen berücksichtigen, die zu Leckagen führen können. Störungen in Verbindung mit der Wiederbefüllung von nicht vom Anwender wieder befüllbaren Kartuschen müssen Berücksichtigung finden, soweit solche vom Hersteller oder von ausgebildetem Personal erwartet werden müssen.

**4.2.2** Hinweise sind in IEC 61025, Fehlerbaumanalyse, sowie IEC 60812, Verfahren der Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (FMEA) aufgeführt.

### **4.3 Brennstoffversorgung**

**4.3.1** Die Art und Eigenschaften des Brennstoffs ist vom Hersteller der Brennstoffzelleneinheit und/oder der Brennstoffkartuschen festzulegen, sowie, falls zutreffend, die Qualität und Eigenschaften des Brennstoffs und des Wassers, der/das im Brennstoffzellensystem eingesetzt wird. Diese Angaben sind als Teil der Dokumentation zur Verfügung zu stellen, die mit dem System geliefert wird.

**4.3.2** Die Brennstoffzelleneinheiten müssen die für sie vorgesehen(e) Brennstoffkartusche(n) vorschreiben. Diese Angaben sind als Teil der Dokumentation zur Verfügung zu stellen, die mit der Brennstoffzelleneinheit oder dem Brennstoffzellensystem geliefert wird.

#### 4.4 Werkstoffe, Grundsätzliches

Die Werkstoffe und Beschichtungen müssen unter normalen Transport- und Betriebsbedingungen während der Lebensdauer des Gerätes korrosionsfest sein.

#### 4.5 Werkstoffauswahl

**4.5.1** Nicht-metallische Werkstoffe wie Gummi und Kunststoffe sind so auszuwählen, dass sie unter normalen Betriebsbedingungen während der Lebenszeit des Gerätes verschleißresistent sind.

**4.5.2** Werkstoffe, die im Brennstoffzellensystem und in Kartuschen eingesetzt werden, müssen den Auswirkungen von Temperaturen, dem Kontakt zu Brennstoffen sowie Wettereinflüssen nach 4.7 widerstehen können.

**4.5.3** Metallische und nicht-metallische Werkstoffe, die zur Konstruktion innerer und äußerer Teile des Brennstoffzellensystems eingesetzt werden, speziell solche, die direkt oder indirekt Feuchtigkeit, Brennstoff und/oder Nebenprodukten in entweder gasförmiger oder flüssiger Form ausgesetzt sind, wie auch sämtliche Teile und Werkstoffe, die zur Abdichtung und Verbindung derselben eingesetzt werden, z. B. Schweißgut, müssen dazu geeignet sein, jeglichen physikalischen, chemischen und thermischen Bedingungen standzuhalten, die vernünftigerweise innerhalb der geplanten Lebensdauer der Ausrüstung unter sämtlichen Prüfbedingungen zu erwarten sind; insbesondere:

- Sie müssen ihre mechanische Beständigkeit in Bezug auf Festigkeit (Ermüdungseigenschaften, Materialfestigkeit, Kriechfestigkeit) während normaler Beanspruchung behalten.
- Sie müssen eine ausreichende Widerstandsfähigkeit gegenüber den chemischen und physikalischen Wirkungen der Fluide aufweisen, die sie enthalten, sowie gegenüber umgebungsbedingter Degradation.
- Die chemischen und physikalischen Eigenschaften, die für die Betriebssicherheit erforderlich sind, dürfen innerhalb der erwarteten Lebensdauer der Ausrüstung nicht wesentlich beeinträchtigt werden.
- Insbesondere ist bei der Auswahl von Werkstoffen und Produktionsverfahren die Korrosionsbeständigkeit, die Verschleißfestigkeit, die elektrische Leitfähigkeit, die Zähigkeit, die Alterungsbeständigkeit, die Auswirkung von Temperaturschwankungen, Effekte aufgrund der Werkstoffpaarung (z. B. galvanische Korrosion) sowie die Auswirkungen ultravioletter Strahlung zu berücksichtigen.
- Sofern Bedingungen auftreten können, unter denen es zu Abtragung, Abrieb, Korrosion oder anderen chemischen Einflüssen kommt, sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen, um:
  - diese Auswirkungen durch geeignete Ausführung zu minimieren, z. B. durch erhöhte Wandstärken, oder durch geeigneten Schutz, z. B. durch Auskleidungen, Hüllmaterialien und Oberflächenüberzüge, entsprechend den Erfordernissen eines normalen Gebrauchs.
- einen Austausch der am stärksten betroffenen Teile zu ermöglichen.
- und in der Anleitung nach Abschnitt 6 die Aufmerksamkeit auf die Art und Häufigkeit von Inspektionen und Wartungsmaßnahmen zu richten, die für einen laufend sicheren Betrieb erforderlich sind. Soweit anwendbar, ist darauf hinzuweisen, welche Teile Verschleiß unterliegen sowie auf die Kriterien für den Austausch.

**4.5.4** Elastomere wie Dichtungen und Verrohrungen, die in Kontakt mit Brennstoffen stehen, müssen einer Beschädigung durch den Kontakt mit diesen Brennstoffen widerstehen und müssen für die Temperaturen geeignet sein, denen sie während des normalen Gebrauchs ausgesetzt sind. Die Übereinstimmung ist durch Anwendung der folgenden Normen zu überprüfen: ISO 88, „*Rubber, Vulcanized or Thermoplastic – Accelerated Aging and Heat Resistance*“; ISO 817, „*Rubber, Vulcanized – Determination of the Effects of Liquids*“.

**4.5.5** Polymere, die in Kontakt mit Brennstoffen stehen, müssen einer Beschädigung durch den Kontakt mit diesen Brennstoffen widerstehen und müssen für die Temperaturen geeignet sein, denen sie während des normalen Gebrauchs ausgesetzt sind. Die Übereinstimmung ist durch Anwendung der folgenden Normen zu überprüfen: ISO 175, „*Plastics – Methods of Test for Determination of the Effects of Immersion in Liquid Chemicals*“.

## 4.6 Entfällt

## 4.7 Konstruktion, Grundsätzliches

**4.7.1** Mikrobrennstoffzellen müssen eine sichere Konstruktion aufweisen, die Stoß (Sturz), Schwingung, Stauchen, Änderung der Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Änderungen des atmosphärischen Drucks während des normalen Betriebs, vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlbehandlung sowie dem Transport durch den Anwender standhält.

**4.7.2** Verbindungselemente einschließlich der Verbindung zwischen einer abnehmbaren Brennstoffkartusche und dem Brennstoffzellensystem als auch die elektrischen Verbindungen zwischen dem Brennstoffzellenmodul und dem Gerät müssen so gestaltet sein, dass sie nicht an einem nicht dafür vorgesehenen Ort montiert werden können oder aber in einer Weise unvollständig montiert werden können, dass dadurch Leckagen auftreten.

**4.7.3** Die Kanten und Ecken des Brennstoffzellensystems und der Brennstoffkartusche dürfen nicht so scharf sein, dass dadurch während der vorgesehenen Benutzung oder während Wartungsarbeiten durch den Anwender die Gefahr einer Verletzung von Personen eintritt.

## 4.8 Entfällt

## 4.9 Rohrleitungen und Armaturen

**4.9.1** Sofern Rohrleitungssysteme für einen inneren Druck von mehr als 50 kPa ausgelegt sind, sind sie in Übereinstimmung mit ISO INTERNATIONAL STANDARD ISO 15649, „*Petroleum and natural gas industries – Piping*“ bzw. de darin enthaltenen Verweis auf ANSI/ASME B31.3 „*Process Piping*“ auszulegen, zu konstruieren und zu prüfen.

**4.9.2** Rohrleitungen, die für einen Betrieb unter 50 kPa ausgelegt sind oder die in Übereinstimmung mit den anwendbaren regionalen oder nationalen Normen für Druckbehälter nicht als Druckleitungen betrachtet werden, wie etwa Niederdruck-Wasserschläuche, Kunststoffleitungen sowie andere Verbindungen zu atmosphärischen Tanks, solchen mit geringem Druck sowie vergleichbaren Behältern, sind aus geeigneten Werkstoffen zu fertigen; die entsprechenden Verbindungen und Armaturen sind mit geeigneter Stärke und Sicherheit gegen Leckagen auszulegen und zu fertigen, so dass unbeabsichtigte Freisetzungen vermieden werden.

**4.9.3** Die Dimensionierung der Rohrleitungen muss den oben genannten technischen Anforderungen entsprechen; die Werkstoffe müssen für die vorgesehenen Fluide und Betriebsparameter geeignet sein.

**4.9.4** Geschraubte Verbindungen sind nur dann zulässig, wenn eine Leckage keine Gefahr erzeugt, zum Beispiel im Bereich der Luftversorgung und in Kühlkreisläufen. Sämtliche anderen Verbindungen sind durch Kleben, Schweißen, Löten und Dichten herzustellen, mindestens müssen sie Verbindungen mit einer definierten Dichtungsfläche entsprechend den Vorgaben des Herstellers besitzen.

**4.9.5** Verbindungen, die in Brenngas und Sauerstoffleitungen eingesetzt werden, müssen entweder ein eingeschliffenes Verbindungsstück, eine Flanschverbindung oder eine O-Ring-gedichtete Verbindung aufweisen, wobei der O-Ring gegenüber dem geförderten Fluid resistent ist, oder aber eine Quetschverbindung, deren Packung gegen die Wirkungen des geförderten Fluids resistent ist.

**4.9.6** O-Ringe müssen sowohl für das geförderte Fluid als auch für die Umgebungsbedingungen der Anwendung geeignet sein.

**4.9.7** Die Auslegung und Fertigung sowohl starrer als auch flexibler Rohrleitungen und Armaturen muss die folgenden Gesichtspunkte berücksichtigen:

## 4.10 Brennstoffführende Komponenten und Rohrleitungssysteme

**4.10.1** Brennstoffführende Komponenten sowie Verbindungen zwischen diesen müssen eine ausreichende Festigkeit aufweisen, um den Drücken standzuhalten, denen sie ausgesetzt sind. Die Übereinstimmung mit dieser Anforderung ist durch die Differenzdruckprüfung nach 7.3.1 und die Druckprüfung nach 7.3.11 nachzuweisen.

**4.10.2** Verbindungen zwischen der Verrohrung und den brennstoffführenden Teilen des Systems und der Brennstoffkartusche sind ausreichend dicht auszuführen, so dass Leckagen während des Normalbetriebs, während vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlbedienung und dem Transport durch den Anwender auftreten. Die Übereinstimmung mit dieser Anforderung ist durch die Typprüfung nach 7.3.1 und 7.3.11 nachzuweisen.

#### 4.10.3 Brennstoffventile

**4.10.3.1** Anwendbar auf alle Absperrventile, Füllventile, Druckentlastungsventile, kommerzielle Nachfüllventile, einschließlich sämtlicher Brennstoffkartuschartypen.

**4.10.3.2** Die operationalen und druckführenden Teile der Absperrventil- und Druckentlastungsbaugruppen müssen unter normalen Betriebsbedingungen mindestens die Lebensdauer der Brennstoffkartusche besitzen.

**4.10.3.3** Die Brennstoffkartusche ist so zu verpacken, dass Beschädigungen des Ventils während des Transports verhindert werden.

**4.10.3.4** Die Ventile müssen so ausgestattet sein, dass eine Leckage während des normalen Gebrauchs sowie während der Lagerung der Brennstoffkartusche verhindert wird.

**4.10.3.5** Die Ventile dürfen keine unbeabsichtigte Betätigung oder eine Handbetätigung durch den Anwender ohne Einsatz von Werkzeug ermöglichen, die zu einem Brennstoffaustritt führen könnte. Die Übereinstimmung mit dieser Anforderung ist durch Anwendung der Prüfprobe 11 der IEC 61032, „*Protection of Persons and Equipment by Enclosures – Probes for Verification*“ und einer Prüfkraft von 9,8 N zu überprüfen.

**4.10.3.6** Während der Lagerung, dem Anschluss, der Trennung der Verbindung sowie beim Übertritt von Brennstoff aus der Kartusche in die das Stromerzeugungsgerät darf kein Brennstoff austreten.

#### 4.11 Werkstoffe und Konstruktion – System

Die Brennstoffzelleneinheit ist so auszulegen und zu konstruieren, dass jegliches vernünftigerweise anzunehmendes Risiko von Feuer oder Explosion entweder des Brennstoffzellensystems selbst oder durch Gase, Dämpfe, Flüssigkeiten oder andere Substanzen, die vom Brennstoffzellensystem erzeugt oder in diesem verwendet werden, vermieden wird, während es mit der Brennstoffkartusche verbunden ist.

**4.11.1** Die Höchstmenge an Methanol, die in der Brennstoffzelleneinheit gespeichert wird, darf 200 ml nicht überschreiten.

**4.11.2** Das Brennstoffzellensystem ist durch geeignete Maßnahmen davor zu schützen, dass Brennstoffleckagen innerhalb des Brennstoffzellensystems explosionsfähige Konzentrationen erzeugen können (zum Beispiel durch Belüftung, kontrollierte Verbrennung, Temperaturen oberhalb der Selbstentzündungstemperatur, usw.). Die Auslegungsparameter für diese Maßnahmen (z. B. die erforderliche Luftwechselrate) sind vom Hersteller des Brennstoffzellensystems vorzugeben. Das entsprechende Mittel ist entweder durch den Hersteller des Brennstoffzellensystems oder durch den Hersteller des Gerätes bereit zu stellen, das durch das Brennstoffzellensystem mit Energie versorgt wird.

**4.11.3** Bauteile bzw. Werkstoffe innerhalb des Brennstoffzellensystems sind aus solchen Werkstoffen zu konstruieren bzw. sind unter Einsatz solcher Werkstoffe zu fertigen, dass die Ausbreitung von Feuer oder Entzündung gemindert wird. Die Entflammbarkeit des Materials muss dazu führen, dass ein bestehender Brand nach Abschaltung der elektrischen Versorgung sowie der Brennstoff- und Luftversorgung nicht weiter gefördert wird. Dies kann durch Auswahl von Werkstoffen entsprechend FV 0, FV 1 und FV 2 in Übereinstimmung mit IEC 60695, „*Fire hazard testing – Part 1-1: Guidance for assessing the fire hazard of electro-technical products – General guidelines*“ nachgewiesen werden.

##### 4.11.4 Ausnahmen

**4.11.4.1** Membranen und andere Materialien innerhalb des Volumens des Brennstoffzellenstacks, die weniger als 10 % der Gesamtmasse des Brennstoffzellenstacks ausmachen, werden als von geringer Menge betrachtet und sind ohne Berücksichtigung der Einstufung entsprechend der Brandausbreitung zulässig.

**4.11.4.2** Sofern die tatsächliche Temperatur an irgendeiner Stelle des Brennstoffzellensystems, an der eine entflammbare Mischung auftreten kann, oberhalb der Selbstentzündungstemperatur liegt, führt eine Leckage von Brennstoff in das Oxidationsmittel hinein oder umgekehrt zur sofortigen Oxidation des entflammbaren Brennstoffs. Somit ist es offensichtlich, dass sich keine größeren Konzentrationen explosiven Gases ansammeln können. Falls die Temperatur solcher Hochtemperaturbrennstoffzellen unter die Selbstentzündungstemperatur sinkt, ist das Brennstoffzellensystem in einen sicheren Zustand zu überführen.

#### 4.12 Zündquellen

Zur Vermeidung von Brand- und Explosionsgefahren innerhalb des Brennstoffzellensystems muss der Hersteller mögliche Zündquellen in Bereichen ausschließen, in denen sich Brennstoff befindet (oder in denen möglicherweise Brennstoff austreten kann), indem Folgendes sichergestellt wird:

- Die Oberflächentemperaturen dürfen 80 % der Selbstentzündungstemperatur, ausgedrückt in Grad Celsius, des entflammbaren Gases oder Dampfes nicht überschreiten.
- Ausrüstungsteile, die Materialien enthalten, die die Reaktion entflammbarer Fluide mit Luft katalysieren können, müssen in der Lage sein, die Ausbreitung der Reaktion vom jeweiligen Ausrüstungsteil zur umgebenden entflammbaren Atmosphäre zu unterdrücken.
- Elektrische Ausrüstungsteile, soweit sie mit Brennstoff in Kontakt kommen, müssen geeignet sein für den Bereich, in dem sie eingesetzt werden.

#### 4.13 Kapselungen und Abnahmestrategien

Eine Brandkapselung ist erforderlich, sofern die Temperaturen von Bauteilen unter Fehlerbedingungen eine Entzündung auslösen können.

##### 4.13.1 Bauteile, die eine Brandkapselung erfordern

Die nachfolgend aufgeführten Bauteile werden als mögliche Zündquellen betrachtet und erfordern daher eine Brandkapselung, es sei denn, es kommt entweder ausschließlich Methode 2 nach 4.7.1 der IEC 60950-1 zur Anwendung oder es gilt die Zulässigkeit nach 4.7.2.2 der IEC 60950-1.

- 4.13.1.2 Bauteile in Stromkreisen, die aus einer Quelle mit begrenzter Leistung entsprechend 2.5 der IEC 60950-1 gespeist werden, jedoch nicht auf Materialien der Entflammbarkeitsklasse V-1 montiert sind.
- 4.13.1.3 Bauteile innerhalb einer Stromversorgungseinheit oder -baugruppe, die eine begrenzte Leistungsabgabe nach 2.5 der IEC 60950-1 besitzt, einschließlich lichtbogenfreier Überstrom-Schutzeinrichtungen, begrenzter Impedanzen, geregelter Netze und Verdrahtungen bis zu dem Punkt, ab dem die Kriterien für Stromquellen begrenzter Leistung gelten.

##### 4.13.2 Bauteile, die keine Brandkapselung erfordern

Die folgenden Bauteile erfordern keine Brandkapselung:

- Motoren;
- Elektromechanische Bauteile, die 5.3.5 der IEC 60950-1 entsprechen;
- Verdrahtungen und Kabel, die mit PVC, TFE, PTFE, FEP, Neopren oder Polyamid isoliert sind;
- Bauteile einschließlich Verbindungselemente, die Öffnungen in einer Brandkapselung ausfüllen und den Anforderungen nach 4.7.3.2 der IEC 60950-1 entsprechen;
- Verbindungen in Stromkreisen, die durch Stromquellen begrenzter Leistung nach 2.5 der IEC 60950-1 versorgt werden;
- Andere Bauteile in Stromkreisen, die durch Stromquellen begrenzter Leistung nach 2.5 der IEC 60950-1 versorgt werden und auf Materialien der Entflammbarkeitsklasse V-1 montiert sind;
- Andere Bauteile, die dem Verfahren 2 nach 4.7.1 der IEC 60950-1 entsprechen;
- Ausrüstung sowie Teile der Ausrüstung, die mit einem Kurzzeittaster ausgestattet sind, den der Nutzer ständig betätigen muss, und dessen Freigabe zum Freischalten jeglicher Leistung von der Ausrüstung oder dem Teil führt;
- Die Übereinstimmung mit 4.7.2.1 der IEC 60950-1 und 4.7.2.2 der IEC 60950-1 ist durch Inspektion sowie durch Auswertung der vom Hersteller vorgelegten Daten zu prüfen. In Fällen, in denen keine Daten vorliegen, ist die Übereinstimmung durch Prüfungen zu ermitteln;
- Brennstoffkartuschen ohne elektrische Schaltkreise, die unter Fehlerbedingungen zu einer Entzündung führen könnten, erfordern keine Brandkapselung.

– Entwurf –

E DIN IEC 62282-6-1 (VDE 0130-601):2006-03

Tabelle 4.13A – Zusammenstellung der Anforderungen an die Entflammbarkeit von Materialien

| Teile, die eine Brandkapselung erfordern                                                                                             | Teile, die keine Brandkapselung erfordern                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bauteile in Stromkreisen mit begrenzter Leistung, die nicht auf Materialien montiert sind, die mindestens Klasse V-1 zugeordnet sind | Motoren (entsprechend 7.2 der IEC 60950) und andere elektromechanische Komponenten (entsprechend 7.3 der IEC 60950)            |
| Nicht-begrenzte Stromkreise                                                                                                          | Verdrahtungen und Kabel, isoliert mit PVC, TFE, PTFE, FEP, Neopren oder Polyamid                                               |
| Bereiche, die entflammbare Fluide enthalten oder in denen solche verarbeitet werden                                                  | Bauteile in Stromkreisen mit begrenzter Leistung, die auf Materialien montiert sind, die mindestens Klasse V-1 zugeordnet sind |
| Bauteile mit nicht-eingekapselten lichtbogen-erzeugenden Teilen wie Relais-Kontakte, Kollektoren und offene Schalter                 | Verbindungen in Stromkreisen mit begrenzter Leistung                                                                           |
| Isolierte Verdrahtungen (nicht anwendbar auf Isolationen aus PVC etc.)                                                               | Stecker und Verbindungen, die Teil eines Verbindungskabels sind                                                                |

**Tabelle 4.13B – Zusammenstellung der Anforderungen an die Entflammbarkeit von Materialien**

| Bauteil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     | Anforderung                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Brandkapselung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Gehäuse                                                                             | V-1 (IEC 60695-11-10) <sup>1</sup> , oder<br>Prüfung A2 IEC 60950-1 <sup>2</sup> , oder<br>Hitzdrahtprüfung IEC 60695-2-10 <sup>3</sup> (sofern<br>< 13 mm Luft von Zündquellen)                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Teile, die eine<br>Öffnung ausfüllen                                                | V-1 (IEC 60695-11-10), oder<br>Prüfung A2 IEC 60950-1, oder<br>Bauteilnorm                                                                                                                                                                                           |
| Außerhalb der<br>Brandkapselung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Komponenten und<br>Teile einschließlich<br>mechanischer und<br>elektrischer Gehäuse | HB40 (IEC 60695-11-10) für Dicken > 3 mm,<br>oder<br>HB75 (IEC 60695-11-10) für Dicken < 3 mm,<br>oder<br>HBF (geschäumt) (ISO 9772) <sup>4</sup> , oder<br>550C Glühdrahtprüfung IEC 60695-2-11 <sup>5</sup> , oder<br>siehe Ausnahmen nach 4.7.3.3 der IEC 60950-1 |
| Innerhalb der<br>Brandkapselung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Komponenten und<br>Teile einschließlich<br>mechanischer und<br>elektrischer Gehäuse | V-2, oder<br>HF-2 (geschäumt) (ISO 9772), oder<br>Prüfung A.2 IEC 60950-1, oder<br>Bauteilnorm, oder<br>siehe Ausnahmen nach 4.7.3.4 IEC 60950-1                                                                                                                     |
| An jeglichem Ort                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Luftfilterbaugruppen                                                                | V-2 (IEC 60695-11-10), oder<br>HF-2 (geschäumt) (ISO 9772), oder<br>Prüfung A.2 IEC 60950-1, oder<br>siehe Ausnahmen nach 4.7.3.4 der IEC 60950-1                                                                                                                    |
| <sup>1</sup> IEC 60695-11-10, <i>Fire Hazard Testing – Part 11-10: Test Flames – 50 W Horizontal and Vertical Test Methods</i><br><sup>2</sup> IEC 60950-1, <i>Safety of Information Technology Equipment</i><br><sup>3</sup> IEC 60695-2-20: <i>Fire Hazard Testing – Part 2-20: Test Methods – Glowing/Hot Wire Based Test Methods: Hot-wire Coil Ignitability Test on Materials</i><br><sup>4</sup> ISO 9772: <i>Cellular Plastics – Determination of Horizontal Burning Characteristics of Small Specimens Subjected to a Small Flame</i><br><sup>5</sup> IEC 60695-2-11, <i>Fire Hazard Testing – Part 2-11: Test Methods – Glowing/Hot-wire Based Test Methods – Glow-wire Flammability Test Method for End-Products</i> |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                      |

#### 4.13.3 Werkstoffe für Komponenten und andere Bauteile außerhalb von Brandkapselungen

**4.13.3.1** Sofern nicht unten anders angegeben, müssen Materialien für Komponenten und andere Bauteile (einschließlich mechanischer und elektrischer Gehäuse sowie dekorativer Teile), die außerhalb der Brandkapselung angeordnet sind, der Entflammbarkeitsklasse HB75 entsprechen, wenn die geringste signifikante Dicke dieses Materials unter 3 mm liegt, oder Entflammbarkeitsklasse HB40, wenn die geringste signifikante Dicke dieses Materials über 3 mm liegt, oder die Entflammbarkeit

ANMERKUNG Sofern ein mechanisches oder elektrisches Gehäuse gleichzeitig als Brandkapselung dient, sind die Anforderungen für Brandkapselungen anzuwenden.

**4.13.3.2** Anforderungen an Materialien in Luftfilterbaugruppen sind in 4.7.3.5 der IEC 60950-1 und an Materialien in Hochspannungsbauteilen in 4.7.3.6 der IEC 60950-1 zu finden.

**E DIN IEC 62282-6-1 (VDE 0130-601):2006-03**

- a) Verbindungen müssen einem der folgenden Punkte entsprechen:
- b) Sie müssen aus Materialien der Entflammbarkeitsklasse V-2 gefertigt sein, oder
- c) Sie müssen die Prüfung nach A.2 bestehen, oder
- d) Sie müssen den Entflammbarkeitsanforderungen der anwendbaren IEC-Bauteilnormen entsprechen, oder
- e) Sie müssen auf Materialien der Entflammbarkeitsklasse V-1 montiert und von geringer Größe sein.

**4.13.3.3** Die Anforderungen an Materialien für Komponenten und andere Teile, der Entflammbarkeitsklasse HB40, Entflammbarkeitsklasse HB75 oder Entflammbarkeitsklasse HBF zu entsprechen, ist nicht auf die Folgenden anzuwenden:

**4.13.3.3.1** Elektrische Komponenten, die unter den Prüfbedingungen nach 5.3.6 der IEC 60950-1 unter regelwidrigen Betriebsbedingungen keine Feuergefahr darstellen;

**4.13.3.3.2** Materialien und Komponenten innerhalb eines Gehäuses von 0,06 m<sup>3</sup> oder weniger, die vollständig aus Metall bestehen und keine Lüftungsöffnungen besitzen, oder die sich innerhalb einer gedichteten Einheit befinden, die mit einem Inertgas gefüllt ist;

**4.13.3.3.3** Komponenten, die den Entflammbarkeitsanforderungen der anwendbaren IEC-Bauteilnormen entsprechen, die derartige Anforderungen enthalten.

**4.13.3.3.4** Elektronische Bauteile wie integrierte Schaltungen, integrierte Optokoppler, Kondensatoren und andere kleine Teile, die auf Materialien der Entflammbarkeitsklasse V-1 montiert sind.

**4.13.3.3.5** Verdrahtungen, Kabel und Verbindungen, die mit PVC, TFE, PTFE, FEP, Neopren oder Polyamid isoliert sind.

**4.13.3.3.6** Einzelne Klammern (nicht gemeint sind spiralförmige Umwicklungen und andere fortlaufende Körper), Schnürband, Fäden und Kabelbinder, die an Kabelbäumen eingesetzt werden.

**4.13.3.3.7** Getriebe, Nocken, Riemen, Lager und andere kleine Teile, die vernachlässigbare Brennstoffmengen zu einem Brand beitragen können, einschließlich dekorativer Teile, Kennzeichnungen, Montagefüße, Schlossabdeckungen, Knöpfe und Ähnliches.

**4.13.3.3.8** Die Übereinstimmung ist durch Sichtprüfung der Ausrüstung sowie der Werkstoffdatenblätter zu überprüfen, sowie, falls erforderlich, durch die entsprechende(n) Prüfung(en) in Anhang A der IEC 60950-1.

**4.13.4 Werkstoffe für Komponenten und andere Teile innerhalb von Brandkapselungen**

**4.13.4.1** Anforderungen an Materialien in Luftfilterbaugruppen sind in 4.7.3.5 der IEC 60950-1 und an Materialien in Hochspannungsbauteilen in 4.7.3.6 der IEC 60950-1 zu finden.

**4.13.4.2** Werkstoffe für Komponenten und andere Teile innerhalb von Brandkapselungen (einschließlich mechanischer und elektrischer Gehäuse innerhalb von Brandkapselungen) müssen einem der folgenden Punkte entsprechen:

- Sie müssen der Entflammbarkeitsklasse V-2 oder der Entflammbarkeitsklasse HF-2 entsprechen, oder
- Sie müssen die Prüfung nach A.2 bestehen, oder
- Sie müssen den Entflammbarkeitsanforderungen der anwendbaren IEC-Bauteilnormen entsprechen, die solche Anforderungen beinhalten.

**4.13.4.3** Die oben genannten Anforderungen sind nicht auf Folgende anzuwenden:

- Elektrische Komponenten, die unter den Prüfbedingungen nach 5.3.6 der IEC 60950-1 unter regelwidrigen Betriebsbedingungen keine Feuergefahr darstellen;
- Materialien und Komponenten innerhalb eines Gehäuses von 0,06 m<sup>3</sup> oder weniger, die vollständig aus Metall bestehen und keine Lüftungsöffnungen besitzen, oder die sich innerhalb einer gedichteten Einheit befinden, die mit einem Inertgas gefüllt ist;
- Eine oder mehrere Lagen aus dünnem Isolationsmaterial wie etwa Klebeband, die unmittelbar auf jeglicher Oberfläche innerhalb einer Brandkapselung eingesetzt werden, einschließlich der Oberflächen stromführender Teile, sofern die Kombination aus dem dünnen Isolationsmaterial und der Oberfläche, auf die es aufgebracht wird, den Anforderungen der Entflammbarkeitsklasse V-2 oder der Entflammbarkeitsklasse HF-2 entspricht;

**ANMERKUNG** Sofern das dünne Isolationsmaterial, auf das sich die oben genannte Ausnahme bezieht, direkt auf die innere Oberfläche der Brandkapselung selbst aufgebracht ist, sind die Anforderungen nach 4.6.2 der IEC 60950-1 weiterhin auf die Brandkapselung anwendbar.

- Elektronische Bauteile wie integrierte Schaltungen, integrierte Optokoppler, Kondensatoren und andere kleine Teile, die auf Materialien der Entflammbarkeitsklasse V-1 montiert sind;
- Verdrahtungen, Kabel und Verbindungen, die mit PVC, TFE, PTFE, FEP, Neopren oder Polyamid isoliert sind;
- Einzelne Klammern (nicht gemeint sind spiralförmige Umwicklungen und andere fortlaufende Körper), Schnürband, Fäden und Kabelbinder, die an Kabelbäumen eingesetzt werden;
- Drähte, die den Anforderungen für VW-1, FT-1 oder besser entsprechen und entsprechend gekennzeichnet sind;
- Die folgenden Teile (nicht jedoch isolierte Drähte und Kabel), die unter Fehlerbedingungen wahrscheinlich eine Temperatur erreichen, die eine Entzündung verursachen kann, sofern sie von elektrischen Teilen durch mindestens 13 mm Luft oder durch eine feste Isolierung aus einem Material der Entflammbarkeitsklasse V-1 getrennt sind;
- Getriebe, Nocken, Riemen, Lager und andere kleine Teile, die vernachlässigbare Brennstoffmengen zu einem Brand beitragen können, einschließlich dekorativer Teile, Kennzeichnungen, Montagefüße, Schlossabdeckungen, Knöpfe und Ähnliches.
- Rohrleitungen für Luft sowie sämtliche Systeme für Fluide, Behälter für Pulver oder Flüssigkeiten sowie geschäumte Kunststoffteile, sofern deren Entflammbarkeitsklasse bei einer geringsten signifikanten Materialdicke von weniger als 3 mm HB75 entspricht, beziehungsweise HB40 bei einer geringsten signifikanten Materialdicke von mehr als 3 mm, oder der Entflammbarkeitsklasse HBF.

**4.13.4.4** Die Übereinstimmung ist durch Sichtprüfung der Ausrüstung sowie der Werkstoffdatenblätter zu überprüfen, sowie, falls erforderlich, durch die entsprechende(n) Prüfung(en) in Anhang A der IEC 60950-1.

#### **4.13.5 Mechanische Gehäuse**

**4.13.5.1** Ein mechanisches Gehäuse muss so umfassend sein, dass es Teile, die sich aufgrund eines Versagens oder aus anderen Gründen lösen, abtrennen oder von einem sich bewegenden Teil weggeschleudert werden können, zurückhalten oder ablenken kann.

**4.13.5.2** Die Übereinstimmung ist durch Sichtprüfung der Konstruktion sowie der verfügbaren Unterlagen zu überprüfen, sowie, falls erforderlich, durch die entsprechenden Prüfungen nach IEC 60950-1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4 und 4.2.7, je nach Anwendbarkeit.

**4.13.5.3** Im Anschluss an die Durchführung der Prüfungen nach IEC 60950-1, 4.2.2 bis 4.2.7, muss die Probe weiterhin den Anforderungen der IEC 60950-1, 2.1.1, 2.6.1, 2.10, 3.2.6 und 4.4.1 entsprechen. Es dürfen sich keine Anzeichen der Störung der Funktion von Sicherheitseinrichtungen wie etwa Temperaturabschaltern, Überstromschutzeinrichtungen und Verriegelungen zeigen.

**4.13.5.4** Schäden an Oberflächen, Risse, Beulen und Abschlagungen können vernachlässigt werden, sofern sie die Sicherheit nicht nachteilig beeinflussen.

**ANMERKUNG** Sofern ein abgesetztes Gehäuse oder Teile eines Gehäuses der Prüfung unterworfen werden, kann es erforderlich sein, diese Teile wieder zusammen zu setzen, um die Übereinstimmung prüfen zu können.

#### **4.14 Schutz vor Gefahren durch Brand, Explosion, Korrosivität und Toxizität**

**4.14.1** Entflammbare, giftige und korrosive Fluide müssen innerhalb von geschlossenen Behältern wie Brennstoffleitungen, Speichern, Kartuschen und vergleichbaren Umschließungen zurückgehalten werden. Emissionsprüfungen nach der Typprüfung von 7.3.14 bestätigt diese Anforderung.

**4.14.2** Eine der Maßnahmen, durch die der Anforderung auf Einhaltung von Emissionsgrenzen entsprochen werden kann, ist der Einsatz von Detektoren für Emissionen und der Auslösung einer Systemabschaltung, bevor Emissionen gefährliche Grenzwerte erreichen.

**4.14.3** Interne Verdrahtungen und Isolationen dürfen Brennstoff, Ölen, Schmierstoffen und ähnlichen Substanzen grundsätzlich nicht ausgesetzt werden, sofern die Isolation nicht für den Kontakt mit diesen Substanzen zugelassen wurde.

#### 4.15 Schutz vor elektrischen Gefahren

Die Spannungen innerhalb der Brennstoffzellenenergiequelle müssen Schutzkleinspannungen (SELV) entsprechend den SELV-Grenzen sein. Festlegungen sind entsprechend IEC 60950-1, 2.1, zu treffen. Sofern interne Spannungen 60 V überschreiten, ist die Mikrobrennstoffzelle weitergehend entsprechend IEC 60950-1 zu überprüfen.

#### 4.16 Brennstoffzellenstack

**4.16.1** Der Brennstoffzellenstack muss eine Konstruktion aufweisen, die ausreichend ist, um den Belastungen standzuhalten, die durch den zu erwartenden Grad an Schwingungen, Wärme etc. erzeugt werden.

**4.16.2** Wird der Brennstoffzellenstack während des vorgesehenen Einsatzes gestürzt oder auf andere Weise einem Stoß ausgesetzt, so darf er keine gefährlichen Bedingungen hervorrufen.

#### 4.17 Konstruktion der Brennstoffversorgung

##### 4.17.1 Konstruktion der Brennstoffkartusche

Brennstoffkartuschen müssen den folgenden Punkten entsprechen.

**4.17.1.1** In einem Temperaturbereich von  $-40\text{ °C}$  bis  $+70\text{ °C}$  dürfen keine Leckagen an der Kartusche auftreten. Siehe Typprüfungen 7.3.3 und 7.3.4.

**4.17.1.2** Bei einem internen Füllstandsdruck der Kartusche von 95 kPa zuzüglich dem normalen Betriebsdruck bei  $22\text{ °C}$  oder aber dem Zweifachen des Drucks der Kartusche bei  $55\text{ °C}$  – je nachdem, welcher Druck höher ist – dürfen keine Leckagen an der Kartusche auftreten.

**4.17.1.3** Das Brennstoffvolumen an Methanol darf 1 Liter nicht überschreiten.

**4.17.1.4** Es sind Maßnahmen zu treffen, die eine Brennstoffleckage während des normalen Betriebs, bei vernünftigerweise zu erwartender Fehlbedienung sowie bei Transport der Brennstoffkartusche zusammen mit der Brennstoffzelle durch den Anwender vor, während und nach Verbindung und Überleitung von Brennstoff zur Brennstoffzelle verhindern. Die Übereinstimmung ist nach 7.3.12, Wiederholte Verbindungsprüfung, nachzuweisen.

**4.17.1.5** Eine Brennstoffkartusche muss in der Anwendungsumgebung korrosionsbeständig sein.

**4.17.1.6** Es sind Maßnahmen zu treffen, die eine fehlerhafte Verbindung bei Installation der Brennstoffkartusche an der Brennstoffzelle zur Vermeidung von Leckagen verhindern.

**4.17.1.7** Brennstoffanschlüsse an der Brennstoffkartusche müssen so konstruiert sein, dass keine Leckagen während des normalen Gebrauchs, während vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlbedienung und Transport durch den Anwender auftreten, wenn die Brennstoffkartusche nicht mit der Brennstoffzelle verbunden ist.

**4.17.1.8** Sofern ein Druckentlastungsventil oder ein vergleichbares Bauteil zum Einsatz kommt, muss dieses Druckentlastungsventil die Leistungsanforderungen einer jeden Typprüfung erfüllen. Dieses Ventil muss sämtliche Typprüfungen ohne Auftreten von Leckagen bestehen.

**4.17.1.9** Der Aufbau im Bereich der Verbindung zur Brennstoffkartusche darf keine Brennstoffleckagen zulassen.

**4.17.1.10** Eine Brennstoffzellenkartusche, einschließlich der Schnittstelle zum Brennstoffzellengerät und Ventil, muss so konstruiert sein, dass sie dem normalen Gebrauch sowie vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlbehandlung durch Schwingung, Wärme, Druck, Sturz oder anderen mechanischen Stößen etc. widersteht. Die Übereinstimmung ist durch folgende Punkte zu überprüfen:

- Differenzdruckprüfung, 7.3.1;
- Schwingungsprüfung, 7.3.2;
- Temperaturwechselprüfung, 7.3.3;
- Übertemperaturprüfung, 7.3.4;
- Sturzprüfung, 7.3.5
- Stauchungsprüfung, 7.3.6
- Langzeitlagerungsprüfung, 7.3.7

- Interne Druckprüfung der Brennstoffzelleneinheit, 7.3.8
- Prüfung wiederholte Verbindungsherstellung, 7.3.9

**4.17.1.11** Die Verbindungsventile der Brennstoffkartusche müssen ohne die Anwendung von Werkzeugen sowie ohne übermäßigen Kraftaufwand für Verbindung und Trennung wie vorgesehen arbeiten.

**4.17.1.12** Die Auslegung der Brennstoffkartusche muss wirksam das Eintreten von Fremdkörpern während des Transports der Brennstoffkartusche verhindern.

#### **4.17.2 Anforderung an die Befüllung der Brennstoffkartusche**

Die Auslegung der Brennstoffkartusche sowie die Füllmenge müssen sowohl bei abgesetzter als auch bei in das System eingebundener Kartusche ohne das Auftreten von Leckagen eine Brennstoffausdehnung bis zu einer Kartuscentemperatur von 70 °C erlauben.

### **4.18 Schutz vor mechanischen Gefahren**

#### **4.18.1 Rohrleitungen außer Brennstoffleitungen**

Nachstehend sind die Anforderungen an die Auslegung der Rohrleitungen innerhalb des Brennstoffzellensystems, die keine Brennstoffleitungen sind, aufgeführt.

**4.18.1.1** Die Rohrleitungsauslegung ist mit solcher Sicherheit zu versehen, dass sie Drücken und anderen Belastungen widerstehen kann und dass keine Gefahr von Verunreinigung oder Leckage des Rohrleitungsinhalts besteht. Die Übereinstimmung ist nach 7.3.1 und 7.3.10 nachzuweisen.

**4.18.1.2** Die Konstruktion ist mit geeigneten Maßnahmen auszustatten, um das Einfrieren, Brechen, Korrodieren etc. zu verhindern. Die Übereinstimmung bezüglich Einfrieren ist nach 7.3.3 nachzuweisen. Die Übereinstimmung bezüglich Bruch ist nach 7.3.5 nachzuweisen.

#### **4.18.2 Äußere Oberflächen und Temperaturgrenzen für Komponenten**

Brennstoffzelleneinheiten dürfen während des normalen Betriebs keine besonders hohen Temperaturen erreichen. Die Übereinstimmung mit dieser Vorschrift ist durch die Bestimmung der Temperatur der verschiedenen Teile unter den nachfolgend beschriebenen Bedingungen zu überprüfen. Die Brennstoffzelleneinheit ist unter Volllast zu betreiben, bis sich das thermische Gleichgewicht eingestellt hat oder bis die Brennstoffversorgung erschöpft ist. Während der Prüfung dürfen keine thermischen Abschaltungen oder Abschaltungen aufgrund von Überlast auftreten. Die Temperaturen dürfen die Werte nach Tabelle 4.18.1 nicht überschreiten.

##### **4.18.2.1 Äußere Oberflächen**

Um jegliche Gefahr einer durch den Kontakt mit dem Brennstoffzellensystem verursachten Brandverletzung auszuschließen, dürfen die Temperaturen des äußeren Gehäuses die Werte nach Tabelle 4.18.1 nicht überschreiten.

##### **4.18.2.2 Hebel, Knöpfe, Handgriffe und vergleichbare Teile**

Es ist vorgesehen, dass der Anwender Hebel, Knöpfe, Handgriffe und ähnliche Teile berührt, um die Einheit zu betreiben. Die Temperatur von Hebeln, Knöpfen, Handgriffen und ähnlichen Teilen, deren Berührung vorgesehen ist, dürfen die in Tabelle 4.18.1 angegebene Temperaturwerte nicht überschreiten.

##### **4.18.2.3 Bauelemente**

**4.18.2.3.1** Tabelle 4.18.1 gibt die maximale normale Temperatur für verschiedene äußere Bauelemente wieder. Die Temperatur dieser Bauelemente darf die in Tabelle 4.18.1 angegebenen Temperaturwerte nicht überschreiten.

**4.18.2.3.2** Bauelemente und elektrische Verdrahtungen, mit denen das Brennstoffzellensystem ausgestattet ist und die nicht in Tabelle 4.18.1 angegeben sind, dürfen keine Temperaturen oberhalb der Temperatur annehmen, für die diese Bauelemente ausgelegt sind.

Tabelle 4.18.1 – Temperaturgrenzen

| Bauteil                                                                                                                                      | Temperatur<br>°C |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Äußeres Gehäuse, Hebel, Knöpfe, Handgriffe und dergleichen, die im Normalbetrieb berührt werden:                                             |                  |
| Metall                                                                                                                                       | 50               |
| Porzellan und gesinterte Werkstoffe                                                                                                          | 60               |
| gegossene Werkstoffe, Gummi, Holz                                                                                                            | 70               |
| Teile und Werkstoffe, die in direktem Kontakt mit Methanol oder Methanoldampf stehen                                                         | *                |
| Ausnahme: Bereiche, die gesondert für die Reformierung von Brennstoff vorgesehen sind und innerhalb derer Hochtemperaturprozesse stattfinden |                  |
| * – 80 % der Selbstentzündungstemperatur des möglicherweise auftretenden entflammaren Dampfes.                                               |                  |

#### 4.18.3 Motoren

**4.18.3.1** Die Motortemperatur darf weder unter normalen Betriebsbedingungen noch unter Fehlerbedingungen wie Überlast oder Betrieb mit blockiertem Rotor auf Werte steigen, durch die ein entweichendes entflammbares Gas entzündet werden könnte.

**4.18.3.2** Bauteile des Motors wie Bürsten, thermische Schutzschalter und andere Abschaltvorrichtungen, deren Funktion zu einer Stromkreisunterbrechung führt, dürfen, auch wenn die Unterbrechung vorübergehender Natur ist, nicht zu einer Gefahr durch das Erzeugen eines Lichtbogens oder Erwärmungen führen, die in der Lage wäre, ein entweichendes entflammbares Gas zu entzünden.

**4.18.3.3** Sofern ein Verbindungsstück in einem Schaltkreis eingesetzt wird, so wird dieses als nichtlichtbogenerzeugend betrachtet, sofern eine Trennung während Wartungsarbeiten im Betrieb nicht erforderlich ist und sofern eine mechanische Verriegelung gegen eine Trennung vorhanden ist oder das Verbindungsstück eine Kraft von mindestens 15 N zum Lösen erfordert. Sofern das Verbindungsstück während Wartungsarbeiten im Betrieb zugänglich ist, ist es folgendermaßen zu kennzeichnen: „Warnung – Nicht trennen, während der Stromkreis unter Spannung steht, solange nicht gewährleistet ist, dass der Bereich gefahrungsfrei ist.“ Diese Warnung ist auf dem Verbindungsstück oder in unmittelbarer Nähe davon anzubringen.

**4.18.3.4** Möglichkeiten, um einen Schutz vor Überhitzungen zu gewährleisten, sind impedanzgeschützte Motoren und Motoren, die mit thermischen Abschaltvorrichtungen ausgestattet sind.

#### 4.19 Verdrahtungswerkstoffe einschließlich gedruckter Schaltungen

**4.19.1** Die Temperatur von Verdrahtungen einschließlich gedruckter Schaltungen darf unter normalen Betriebsbedingungen nicht auf Werte steigen, durch die ein entweichendes entflammbares Gas entzündet werden könnte.

**4.19.2** Während des Betriebs unter dem Fehlerzustand einer elektrischen Überlast dürfen gedruckte Schaltungen auf Leiterplatten mit offenen Schaltkreisen keinen Lichtbogen oder eine Erwärmung erzeugen, der/die in der Lage wäre, ein freigesetztes entflammbares Gas zu entzünden.

#### 4.20 Verschiedene elektrische Ausrüstungsteile

Elektrische Bauteile wie Sicherungen, andere Überstromschutzeinrichtungen, Sensoren, elektrisch betriebene Ventile und Spulen dürfen, wenn sie unter den vorgesehenen Bedingungen betrieben werden, keine Erwärmung, Lichtbögen oder Funken erzeugen, die in der Lage wären, ein freigesetztes entflammbares Gas zu entzünden.

## 4.21 Auslegung von elektrischen Antriebseinrichtungen

### 4.21.1 Stromquellen begrenzter Leistung

Stromquellen begrenzter Leistung müssen einem der folgenden Punkte entsprechen:

- Die Ausgangsleistung ist inhärent begrenzt entsprechend Tabelle 4.21A, oder
- Ein Widerstand begrenzt die Ausgangsleistung entsprechend Tabelle 4.21B. Sofern ein Gerät mit positivem Temperaturkoeffizient eingesetzt wird, muss dieses entsprechend IEC 60730-1, Abschnitte 15, 17, J.15 und J.17 geprüft sein, oder
- Es wird eine nicht-funkenbildende Überstromschutzeinrichtung eingesetzt, und die Ausgangsleistung ist entsprechend Tabelle 4.21B begrenzt, oder
- Ein geregeltes Netz begrenzt die Ausgangsleistung entsprechend Tabelle 4.21B, sowohl unter normalen Betriebsbedingungen als auch nach einem Einzelfehler (siehe IEC 60950-1, 1.4.14) im geregelten Netz (offener Stromkreis oder Kurzschluss), oder
- Ein geregeltes Netz begrenzt die Ausgangsleistung entsprechend Tabelle 4.21B unter normalen Betriebsbedingungen und eine nicht-funkenbildende Überstromschutzeinrichtung begrenzt die Ausgangsleistung entsprechend Tabelle 5.7B nach einem Einzelfehler (siehe 1.4.14) im geregelten Netz (offener Stromkreis oder Kurzschluss).
- Sofern eine nicht-funkenbildende Überstromschutzeinrichtung zum Einsatz kommt, muss es sich um eine geeignete Sicherung oder um eine nicht-einstellbare, nicht-selbstrückstellende elektromechanische Einrichtung handeln.

Die Übereinstimmung ist durch Sichtprüfung und Messungen und, sofern anwendbar, durch Prüfung der Herstellerangaben für Batterien nachzuprüfen. Batterien müssen bei Durchführung der Messungen von  $V_{oc}$  und  $I_{sc}$  entsprechend Tabelle 4.21A und 4.21B vollständig geladen sein.

**Tabelle 4.21A – Grenzwerte für inhärent leistungsbegrenzte Energiequellen**

| Ausgangsspannung – DC <sup>1)</sup><br>( $V_{oc}$ )<br>V DC | Ausgangsstrom <sup>2)</sup><br>( $I_{sc}$ )<br>A | Scheinleistung <sup>3)</sup><br>(S)<br>VA |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| $\leq 20$                                                   | $\leq 8,0$                                       | $\leq 5 * V_{oc}$                         |
| $20 < V_{oc} \leq 30$                                       | $\leq 8,0$                                       | $\leq 100$                                |
| $30 < V_{oc} \leq 60$                                       | $\leq 150 / V_{oc}$                              | $\leq 100$                                |

1)  $V_{oc}$ : Klemmenspannung, gemessen nach Öffnung sämtlicher Laststromkreise. Spannungen gelten für oberwellenfreien Gleichstrom.

2)  $I_{sc}$ : Maximaler Ausgangsstrom bei jeglicher nicht-kapazitiver Belastung, einschließlich Kurzschluss, 60 s nach Aufbringen der Last gemessen.

3) S (VA): Maximale Ausgangsscheinleistung in VA bei jeglicher nicht-kapazitiver Belastung, 60 s nach Aufbringen der Last gemessen.

**Tabelle 4.21B – Grenzwerte für Leistungsquellen die nicht inhärent begrenzt sind  
(Überstromschutzeinrichtung erforderlich)**

| Ausgangsspannung <sup>1)</sup><br>( $V_{oc}$ )<br>V DC | Ausgangsstrom <sup>2)</sup><br>( $I_{sc}$ )<br>A | Scheinleistung <sup>3)</sup><br>(S)<br>VA | Nennstrom des<br>Überstromschutzes <sup>4)</sup><br>A |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| $\leq 20$                                              | $\leq 1000 / V_{oc}$                             | $\leq 250$                                | $\leq 5,0$                                            |
| $20 < V_{oc} \leq 30$                                  |                                                  |                                           | $\leq 100 / V_{oc}$                                   |
| $30 < V_{oc} \leq 60$                                  |                                                  |                                           | $\leq 100 / V_{oc}$                                   |

<sup>1)</sup>  $V_{oc}$ : Klemmenspannung, gemessen nach Öffnung sämtlicher Laststromkreise. Spannungen gelten für oberwellenfreien Gleichstrom.

<sup>2)</sup>  $I_{sc}$ : Maximaler Ausgangsstrom bei jeglicher nicht-kapazitiver Belastung, einschließlich Kurzschluss, 60 s nach Aufbringen der Last gemessen. Strombegrenzende Widerstände innerhalb des Geräts verbleiben während der Messung im Stromkreis, während Überstromschutzeinrichtungen überbrückt werden.

<sup>3)</sup> S (VA): Maximale Ausgangsscheinleistung in VA bei jeglicher nicht-kapazitiver Belastung, 60 s nach Aufbringen der Last gemessen. Strombegrenzende Widerstände innerhalb des Geräts verbleiben während der Messung im Stromkreis, während Überstromschutzeinrichtungen überbrückt werden.

ANMERKUNG Die Durchführung von Messungen mit überbrückten Überstromschutzvorrichtungen dient dazu, die Energiemenge zu ermitteln, die verfügbar ist, um mögliche Überhitzungen während der Betriebszeit der Überstromschutzeinrichtung zu verursachen. Sofern die Überstromschutzeinrichtung eine Einrichtung mit diskretem Lichtbogen ist, sind weitere Untersuchungen bezüglich deren Isolation von möglicherweise entflammablen Gasdämpfen durchzuführen.

<sup>4)</sup> Die Nennströme der Überstromschutzeinrichtung basieren auf Sicherungen und Stromunterbrechern, die den Stromkreis innerhalb von 120 s unterbrechen, wenn der Strom 210 % des Nennstroms entsprechend der Tabelle beträgt.

#### 4.21.2 Geräte mit elektronischer Regelung

##### 4.21.2.1 Regelungssysteme

Systemsoftware und elektronische Schaltkreise, die entsprechend der Untersuchung nach 4.2 in Übereinstimmung mit Anhang H der IEC 60730-1 innerhalb von primären Sicherheitseinrichtungen eingesetzt werden.

Brennstoffzellensysteme, innerhalb derer elektronische Regelungen eingesetzt werden, müssen den folgenden Punkten entsprechen.

- a) Während normaler Betriebsabläufe darf im Fall einer Fehlfunktion der Regelung keine Beeinträchtigung der Sicherheit auftreten, insbesondere darf sich das Brennstoffzellensystem nicht übermäßig erhitzen und es darf kein Brennstoff austreten.
- b) Während normaler Betriebsabläufe darf im Fall eines Kurzschlusses oder einer Unterbrechung in einem Teil der Regelungsschaltkreise keine Beeinträchtigung der Sicherheit auftreten, insbesondere darf sich das Brennstoffzellensystem nicht übermäßig erhitzen und es darf kein Brennstoff austreten.

##### 4.21.3 Elektrische Leiter/Verdrahtungen

**4.21.3.1** Elektrische Baugruppen und Verdrahtungen sind so auszulegen, dass thermische Effekte minimiert werden.

**4.21.3.2** Die Überzüge von Drähten dürfen während des normalen Transports, Gebrauchs sowie während Zeiten außer Betrieb nicht beschädigt werden.

**4.21.3.3** Der Leiter, der in der Verdrahtung zum Einsatz kommt, soll so kurz wie möglich sein, und es sollen, soweit erforderlich, isolierte Bereiche genutzt werden, die vor Hitze geschützt, immobilisiert oder auf andere Weise behandelt sind.

**4.21.3.4** In dem Fall, dass äußere Anschlussdrähte oder -klemmen, die dem Anschluss des Brennstoffzellensystems nach außen dienen, unrichtig angeschlossen werden, darf das Brennstoffzellensystem entweder gar nicht in Betrieb gehen, oder es muss ohne jede Normabweichung funktionieren.

**4.21.3.5** Abgesehen von den folgenden Fällen müssen äußere Anschlussdrähte und -klemmen, die dem Anschluss des Brennstoffzellensystems nach außen dienen, durch zugeordnete Nummern, Buchstaben, Symbole, Farben etc. unterscheidbar sein.

- a) Die Kabel oder Klemmen besitzen unterschiedliche physische Formen, so dass eine falsche Verbindung unmöglich ist.
- b) Es gibt nur zwei Anschlusskabel oder -klemmen und ein Vertauschen dieser beiden Kabel oder Klemmen hat keinen Effekt auf den Betrieb des Brennstoffzellensystems.

**4.21.3.6** Kabelwegen müssen glatt und frei von scharfen Kanten sein.

**4.21.3.7** Kabel müssen derart geschützt sein, dass sie nicht mit Graten in Kontakt kommen können, oder während der Montage abgeklemmt oder ähnlich werden können, wodurch Beschädigungen der Isolation der Leiter verursacht werden könnten.

**4.21.3.8** Löcher in Metallen, durch die isolierte Kabel geführt werden, müssen mit Durchführungshülsen versehen sein oder aber glatte, sorgfältig gerundete Kanten aufweisen.

**4.21.3.9** Die Übereinstimmung ist durch Sichtprüfung nachzuweisen. Ein Radius von 1,5 mm wird als gut abgerundet betrachtet.

**4.21.3.10** Interne Verkabelungen und elektrische Verbindungen zwischen verschiedenen Teilen der Brennstoffzeleinheit sind in angemessener Weise zu schützen oder zu kapseln.

Die Übereinstimmung ist durch Sichtprüfung nachzuweisen.

#### **4.21.4 Ausgangsklemmenbereich**

Der Bereich der Ausgangsklemmen ist so auszulegen, dass versehentlicher Kontakt mit den Händen eines Menschen verhindert wird. Diese Einschränkung ist nicht anwendbar auf die folgenden Typen von Ausgangsklemmenbereichen.

- a) Ein Ausgangsklemmenbereich, für den bei bestehender Verbindung keine Gefahr eines versehentlichen Kontakts durch Menschen besteht.
- b) Ein Ausgangsklemmenbereich, dessen Ausgangsspannung unterhalb einer spezifischen Spannung liegt, ist inhärent begrenzt entsprechend Tabelle 5.7A, oder eine Impedanz begrenzt den Ausgang entsprechend Tabelle 5.7B.

#### **4.21.5 Elektrische Baugruppen und Zubehör**

**4.21.5.1** Elektrische Baugruppen und Zubehör müssen eine ausreichende elektrische Nennleistung für den Einsatz innerhalb des Brennstoffzellensystems besitzen.

**4.21.5.2** Lithium-Ionen-Batterien, die im Brennstoffzellensystem eingesetzt werden, müssen IEC 60086-4 Ausgabe 2 (2000-03), „Primary Batteries – Part 4: Safety of Lithium Batteries“ und IEC 6190 Ausgabe 1.0 (2003-12), „Secondary Cells and Batteries Containing Alkaline or Other Non-Acid Electrolytes – Secondary Lithium Cells and Batteries for Portable Applications“.

### **4.22 Schutz**

#### **4.22.1 Einsatzzweck von Schutzeinrichtungen**

Wenn eine Situation eintritt, die eine Fortführung des Betriebs stört, muss das Brennstoffzellenmodul oder -system selbsttätig und sicher den Betrieb einstellen. Sofern erforderlich ist eine Schutzfunktion ist innerhalb des Systems vorzusehen. Diese Schutzfunktion muss weiterhin in der Lage sein, sowohl während des Starts als auch während des Herunterfahrens des Brennstoffzellenmoduls oder -systems zu arbeiten.

#### 4.22.2 Schutz vor Unfällen durch Kurzschluss

Es ist eine Funktion vorzusehen, durch die der Betrieb als Reaktion auf eine kurzgeschlossene Last sicher eingestellt wird oder aber erforderlicher Schutz gewährleistet wird.

#### 4.22.3 Schutz vor elektrischer Überlast

Brennstoffzelleneinheiten sind so auszulegen, dass die Gefahr eines Brandes als Ergebnis einer abnormen elektrischen Überlastbedingung vermindert wird.

### 5 Anforderungen und Prüfungen für regelwidrigen Betrieb

#### 5.1 Regelwidriger Betrieb und Fehlerbedingungen

##### 5.1.1 Grundsätzliches

**5.1.1.1** Die Ausrüstung ist so auszulegen, dass die Brandgefahr aufgrund von mechanischer oder elektrischer Überlast oder Ausfällen oder aufgrund regelwidrigen Betriebs oder wegen nachlässiger Benutzung so weit wie sinnvoll möglich vermindert wird.

**5.1.1.2** Nach regelwidrigem Betrieb oder einem Einzelfehler muss sich die Ausrüstung nach wie vor in betriebsfähigem Zustand befinden.

**5.1.1.3** Es ist zulässig, schmelzbare Verbindungen, thermische Ausschalter, Überstromschutzeinrichtungen und Ähnliches einzusetzen, um geeigneten Schutz sicher zu stellen, sofern diese hinsichtlich ihrer Eigenschaft als Zündquelle untersucht und als ungefährlich eingestuft wurden.

**5.1.1.4** Übereinstimmung ist durch Sichtprüfung sowie durch die Prüfungen nach 5.1.2 nachzuweisen.

##### 5.1.2 Prüfung auf Übereinstimmung

**5.1.2.1** Vor dem Beginn einer jeglichen Prüfung ist die Ausrüstung normal zu betreiben.

**5.1.2.2** Sofern eine Komponente oder Unterbaugruppe so eingekapselt ist, dass ein Kurzschließen oder eine Verbindungsunterbrechung nicht möglich ist, ist es zulässig, die Prüfungen an Proben durchzuführen, die mit besonderen Anschlüssen versehen sind. Ist dieses nicht möglich oder nicht durchführbar, müssen die Komponenten oder Unterbaugruppen als ganzes den Prüfungen unterworfen werden.

**5.1.2.3** Die Ausrüstung ist unter den regelwidrigen Bedingungen und den Fehlerzuständen zu prüfen, die während des Normalbetriebs sowie während vorhersehbarer Fehlbedienung auftreten können. Die Gefahrenanalyse, 4.2, ist als Richtlinie anzuwenden, um zu prüfende Schlüsselfehler zu identifizieren. Weiterhin ist Ausrüstung, die mit einem Schutzgehäuse ausgestattet ist, mit montiertem Gehäuse unter normalen Leerlaufbedingungen zu prüfen, bis sich ein stationärer Zustand eingestellt hat.

**5.1.2.4** Die Ausrüstung, Schaltpläne, Fehlermöglichkeits- und -einflussuntersuchung (FMEA), Gefahrenanalyse nach Abschnitt 4 und die Komponentenspezifikationen sind auf die Identifikation der Fehlerbedingungen hin zu untersuchen, die auftreten können. Beispiele dafür sind:

- a) Kurzschlüsse und offene Schaltkreise von Halbleiterelementen und Kondensatoren;
- b) Fehlerzustände, durch die fortwährende Verluste in Widerständen verursacht werden, die für unterbrochene Verluste ausgelegt sind;
- c) Interne Fehlerzustände in integrierten Schaltungen, die zu übermäßigen Verlusten führen.

##### 5.1.3 Abnahmekriterien

Während der Prüfung Simulation anormaler Betriebsbedingungen und Fehlerzustände:

- a) darf aus dem Gerät kein geschmolzenes Material austreten
- b) Leiterbahnen, die dafür ausgelegt sind, in beabsichtigter Weise innerhalb von nicht-zündfähigen Schaltkreisen wiederholt zu unterbrechen, müssen der Norm IEC 60079-15 „Electrical Apparatur for Explosive Gas Atmospheres – Part 15: type of protection „n““ entsprechen oder aber von brennstoffführenden Bereichen isoliert sein.
- c) Gehäuse dürfen sich nicht in einer Weise verformen, dass gefährliche Teile zugänglich werden.
- d) die Temperaturen von Isolationsmaterialien außer von thermoplastischen Materialien dürfen 150 °C (302 °F) für Klasse-A-, 165 °C (329 °F) für Klasse-E-, 175 °C (347 °F) für Klasse-B-, 190 °C (374 °F) für Klasse-F- und 210 °C (410 °F) für Klasse-H-Materialien nicht überschreiten.

- e) Temperaturen und Funkenbildung, die auftreten können, dürfen keine mögliche Zündquelle darstellen. Wenn die Vermutung besteht, dass ein solches Ereignis eine Zündquelle darstellen könnte, sind weitere Maßnahmen zu treffen, um den Eintritt von Funkenbildung oder hohen Temperaturen zu verhindern.
- f) Sofern das Versagen der Isolation nicht zu gefährlichen, zugänglichen Energieniveaus führen würde, ist eine Höchsttemperatur von 300 °C (572 °F) zulässig. Höhere Temperaturen sind zulässig für Isolationen aus Glas oder keramischen Werkstoffen.

#### **5.1.4 Simulierte Fehlerzustände und regelwidrigen Bedingungen in Stromkreisen mit begrenzter Leistung und SELV-Stromkreisen**

**5.1.4.1** Sofern es erforderlich ist, simulierte Fehlerzustände oder anormale Betriebsbedingungen anzuwenden, so soll dieses der Reihe nach erfolgen und jeweils einer bzw. eine zur Zeit.

**5.1.4.2** Fehler, die das direkte Ergebnis eines simulierten Fehlerzustands oder eines anormalen Betriebszustands sind, werden als Teil des simulierten Fehlerzustands oder des anormalen Betriebszustands betrachtet.

**5.1.4.3** Wenn simulierte Fehlerzustände oder anormale Betriebszustände angewendet werden, müssen Zubehörteile, Versorgungseinrichtungen und Verbrauchsmaterialien montiert sein, sofern davon auszugehen ist, dass sie eine Auswirkung auf das Prüfergebnis haben.

**5.1.4.4** Wenn simulierte Fehlerzustände oder anormale Betriebszustände angewendet werden, sind nicht-funkenbildende Überstromschutzeinrichtungen zu berücksichtigen, die einen Teil des Schutzes des Endprodukts gegen Überströme und Kurzschlüsse bilden.

**5.1.4.5** Weiterhin sind funkenbildende Teile innerhalb des Endprodukts zu berücksichtigen, sofern die Anwendung der Mikrobrennstoffzelle während des Normalbetriebs oder während anormaler Betriebszustände möglicherweise entflammbare Dämpfe freisetzen kann.

**5.1.4.6** Sofern speziell Bezug auf ein Einzelversagen genommen wird, so besteht das Einzelversagen im Einzelversagen einer Isolation oder einem Einzelversagen einer jeglichen Komponente.

#### **5.1.5 Regelwidriger Betrieb – Elektromechanische Bauteile**

In Fällen, in denen mit dem Auftreten einer Gefahr zu rechnen ist, sind elektromechanische Bauteile außer Motoren durch die folgenden Fehlerprüfungen auf Übereinstimmung zu prüfen:

**5.1.5.1** Die mechanische Beweglichkeit ist in der ungünstigsten Position zu blockieren, während das Bauteil normal mit Strom versorgt wird, und

**5.1.5.2** Im Falle von Bauteilen, die normalerweise unterbrochen mit Strom versorgt werden, ist ein Fehler im Schaltkreis des Antriebs zu simulieren, der eine ununterbrochene Stromversorgung zur Folge hat.

**5.1.5.3** Die Dauer jeder Prüfung ist entsprechend den folgenden Punkten festzulegen:

**5.1.5.4** Für Ausrüstungsteile und Bauteile, deren Betriebsversagen für den Anwender nicht offensichtlich ist, ist die Dauer der Prüfung so festzulegen, dass stabile Betriebsbedingungen erreicht werden, oder bis zur Unterbrechung des Schaltkreises aufgrund anderer Folgen der simulierten Fehlerbedingung, je nachdem, welche Zeit kürzer ist.

**5.1.5.5** Für andere Ausrüstungsteile und Bauteile beträgt die Prüfdauer 5 min. oder so lange, bis es zu einer Unterbrechung des Schaltkreises aufgrund eines Versagens der Komponente kommt (z. B. Abbrand).

#### **5.1.6 Anormaler Betrieb – Batterien**

Eine vollständig geladene wiederaufladbare Batterie, die entweder vom Hersteller der Brennstoffzelleneinheit mitgeliefert oder von diesem zur Verwendung empfohlen wird, ist jeder der folgenden Prüfungen zu unterziehen:

**5.1.6.1** Zur Prüfung der Überladung einer wiederaufladbaren Batterie ist eine Batterie für 7 Stunden unter den folgenden Bedingungen zu laden:

- a) Bei Einstellung des Ladeschaltkreises auf die maximale Laderate (sofern eine solche Einstellung möglich ist), gefolgt von
- b) Jedem einzelnen Komponentenausfall, der innerhalb des Ladeschaltkreises auftreten kann und der zu einer Überladung der Batterie führen würde;
- c) Die Batterie ist für 7 Stunden unter jedem einzelnen Komponentenausfall zu laden, der auftreten kann und zu einem umgekehrten Laden der Batterie führen würde, und

**E DIN IEC 62282-6-1 (VDE 0130-601):2006-03**

- d) Die Batterie ist durch eine Leiterbahnunterbrechung oder durch Kurzschließen jeglicher strom- oder spannungsbegrenzender Komponenten im Ladeschaltkreis der Batterie während der Prüfung einer raschen Entladung zu unterwerfen.

**5.1.6.2** Diese Prüfungen dürfen keinen der folgenden Punkte nach sich ziehen:

- a) Chemikalien- oder Brennstoffleckagen der Batterie, Mikrobrennstoffzelle oder Brennstoffkartusche, die durch Bruch, Zerreißen oder Platzen der Umhüllung verursacht werden;
- b) Explosion der Batterie oder Mikrobrennstoffzelle, sofern eine solche Explosion zu einer Verletzung des Anwenders führen kann, oder
- c) Austritt von Flammen oder Auswurf von geschmolzenem Metall in die Umgebung des Gerätes.
- d) Entzündung des Brennstoffzellensystems oder der Kartusche oder des darin enthaltenen Brennstoffs.
- e) Nach Abschluss dieser Prüfungen ist die Ausrüstung dielektrischen Prüfungen zu unterwerfen.

**5.1.7 Anormaler Betrieb – Simulation von Fehlern aufgrund der Gefahrenanalyse**

Die nachfolgend aufgeführten Fehler sind zu simulieren:

**5.1.7.1** Jegliche anormalen Zustände, für die dies aufgrund der Gefahrenanalyse Abschnitt 4 als notwendig erachtet wird, um die Schutzparameter für das System festzulegen, zum Beispiel Schutz vor Überhitzung, Kurzschluss, Stackspannung.

**5.1.7.2** Kurzschluss, Unterbrechung oder Überlast aller wesentlichen Baugruppen und Teile, sofern sie nicht dem Abschnitt „Brandkapselung“, 4.2.6, 4.4.6, 4.7.2.1 und 4.7.3.4 entsprechen.

**ANMERKUNG** Ein Überlastzustand ist jeglicher Zustand zwischen Normallast und der Bedingung maximalen Stroms bis hin zum Kurzschluss.

**5.1.7.3** Temperaturen oberhalb des Übertemperaturschutzschaltkreises, der die Systemsicherheit sicherstellt.

**6 Anweisungen und Warnungen für Brennstoffversorgungskartuschen, Mikrobrennstoffzelleneinheiten und Mikrobrennstoffzellensysteme**

Jegliche Brennstoffversorgungskartuschen, -einheiten und -systeme müssen mit geeigneten Sicherheitsinformationen (Anweisungen, Warnungen oder beidem) geliefert werden, die über den vorgesehenen sicheren Transport sowie die sichere Anwendung, Lagerung, Wartung und Entsorgung des Produkts informieren.

**6.1 Mindestens erforderliche Kennzeichnung der Kartusche**

Als Minimum sind folgende Hinweise auf der Brennstoffkartusche anzubringen:

- a) INHALT IST ENTFLAMMBAR UND GIFTIG, NICHT ZERLEGEN.
- b) KONTAKT MIT DEM INHALT IST ZU VERMEIDEN.
- c) VON KINDERN FERNHALTEN.
- d) KEINEN TEMPERATUREN ODER FLAMMEN ÜBER 50 °C AUSSETZEN.
- e) Die Gebrauchsanweisungen sind zu befolgen.
- f) Im Falle der Aufnahme von Brennstoff oder Kontakt mit den Augen ist ärztliche Hilfe aufzusuchen.
- g) NAME DES HERSTELLERS, MODELBEZEICHNUNG UND SERIENNUMMER.
- h) ZUSAMMENSETZUNG UND MENGE DES BRENNSTOFFS.
- i) TEXT ODER KENNZEICHNUNG, AUS DER HERVORGEHT, DASS DIE KARTUSCHE DER NORM IEC 62282-6-1 ENTSPRICHT.

**6.2 Zusätzliche Informationen, die entweder auf der Kartusche angebracht oder in begleitender Dokumentation enthalten oder auf dem System oder der Einheit angebracht sein müssen**

Gebrauchsanweisungen, die beizufügen sind:

- a) Sicherheitsanweisungen und Warnungen.
- b) Text oder Kennzeichnung, dass die Kartusche der Norm IEC 62282-6-1 entspricht.

- c) Auf jeglichen Mikrobrennstoffzelleneinheiten und Mikrobrennstoffzellensysteme müssen die Brennstoffversorgungskartuschen aufgelistet sein, die für den Einsatz mit diesen Einheiten und Systemen geeignet sind.
- d) Sämtliche Mikrobrennstoffzelleneinheiten und -systeme müssen mit Anleitungen geliefert werden, die folgende Punkte enthalten:
- e) Information in Form von Anweisungen, die den Anwender über den richtigen Gebrauch, die Funktion und die Entsorgung der Kartusche, der Einheit und/oder des Systems unterrichten.
- f) Informationen, denen der Hersteller der Einheit und/oder des Systems zu entnehmen ist, einschließlich Firmenname, Adresse, Telefonnummer und Web-Adresse.
- g) Sämtliche Warnungen und Anweisungen, die an der Einheit und/oder dem Gerät und der Kartusche angebracht sind, sind in der Betriebsanleitung weiter auszuführen. Zusätzliche Informationen, die diese Warnungen und Anweisungen erläutern oder verstärken, können in die Betriebsanleitung aufgenommen werden.
- h) Anweisungen, dass das System in einem gut belüfteten Bereich einzusetzen ist.

Diese Anforderungen können von lokalen Gesetzen betreffen sein. Im Einzelnen sind die Behörden des Landes zu Rate zu ziehen.

## 7 Typprüfungen für Brennstoffkartuschen, Mikrobrennstoffzelleneinheiten und Mikrobrennstoffzellensysteme

### Zweck von Typprüfungen

Die Typprüfungen von Mikrobrennstoffzellensystemen, Brennstoffzelleneinheiten und Brennstoffkartuschen stellen sicher, dass der normale Einsatz dieser Systeme sicher ist.

### Prüfungen und Sichtprüfungen

#### 7.1 Prüfbedingungen

##### 7.1.1 Laborbedingungen

Sofern nicht an anderer Stelle in diesem Kapitel ausdrücklich vermerkt, sind die Laborbedingungen in Tabelle 7.1.1.A wiedergegeben.

**Tabelle 7.1.1.A – Standardlaborbedingungen**

| Gegenstand                                           | Bedingung                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Labortemperatur                                      | Labortemperatur ist „Raumtemperatur“<br>(Standardtemperaturbedingung, $(22 \pm 5) ^\circ\text{C}$ )                                                                                       |
| Raumluft, ausschließlich für Brennstoffzellensysteme | Die Raumluft enthält nicht mehr als 0,2 % Kohlendioxid und nicht mehr als 0,002 % Kohlenmonoxid.<br>Die Raumluft enthält mindestens 18 % Sauerstoff, aber nicht mehr als 21 % Sauerstoff. |

Die Brennstoffzelleneinheit und Kartusche muss vor Beginn der Durchführung der Prüfung mindestens 3 Stunden bei Standardlabortemperatur von  $(22 \pm 5) ^\circ\text{C}$  konditioniert werden.

##### 7.1.2 Warnung

Diese Typprüfungen umfassen Vorgehensweisen, die zu Schäden führen können, sofern keine geeigneten Vorkehrungen getroffen werden. Prüfungen sind nur durch qualifiziertes und erfahrenes technisches Personal unter Einsatz geeigneter Schutzmaßnahmen durchzuführen.

#### 7.2 Messung von Leckagen und Messprozeduren

Die Leckagebestimmung von Methanol ist grundsätzlich in Übereinstimmung mit den in Bild 7.2.1 bis 7.2.4 dargestellten Vorgehensweisen durchzuführen. Ausnahmen werden in den einzelnen Abschnitten beschrieben.

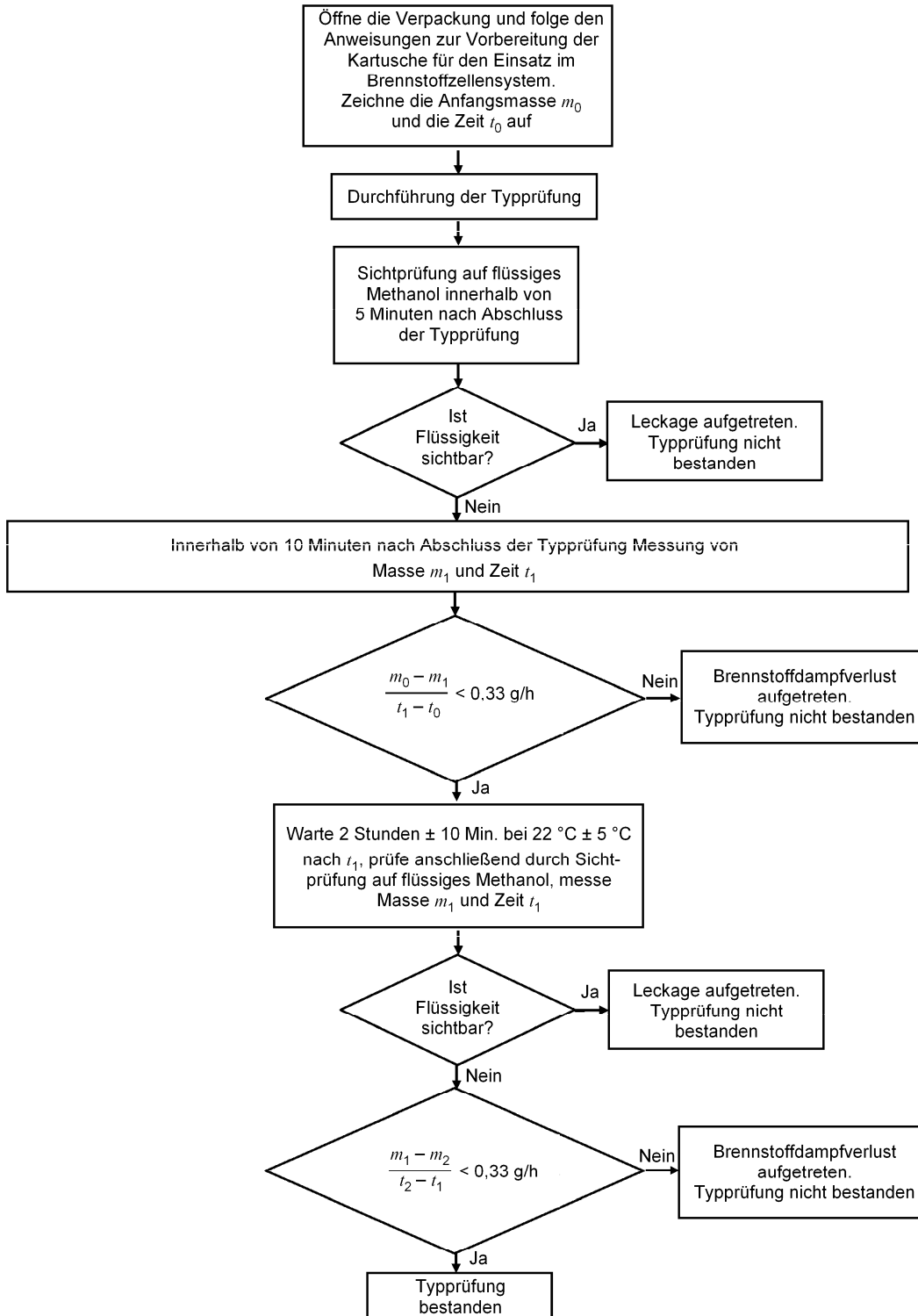
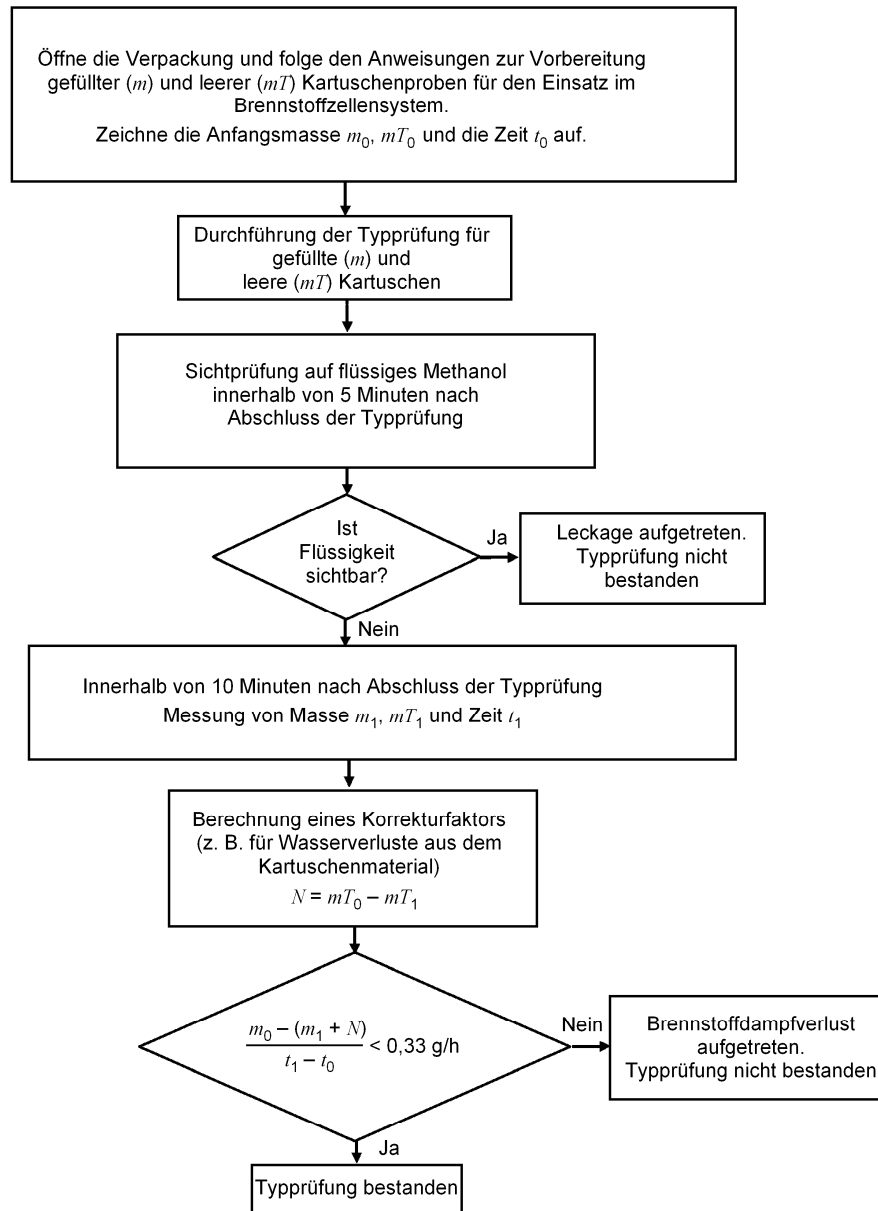
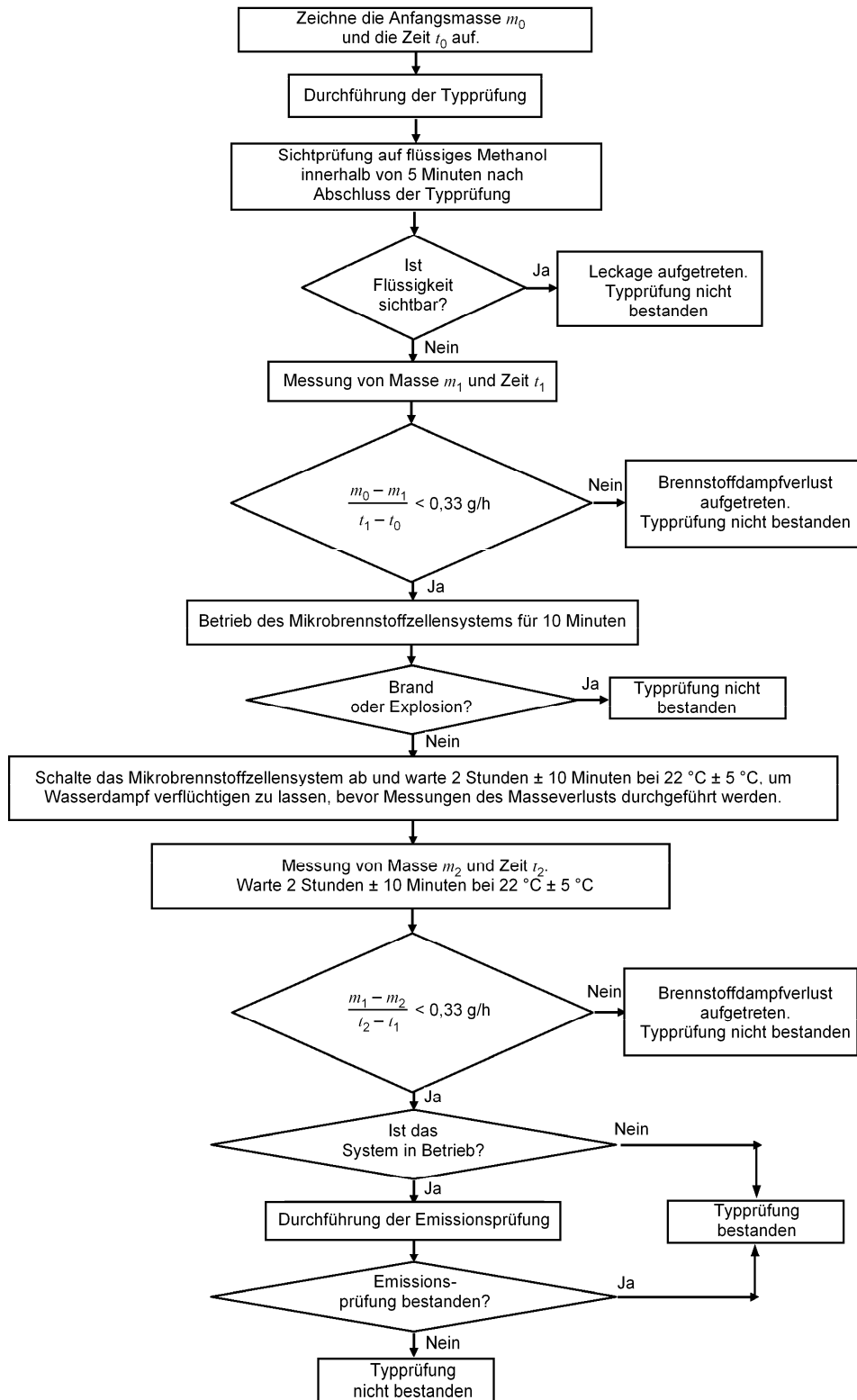


**Bild 7.2.1 – Fließbild der Prüfung auf Kartuschenleckage und Masseverlust bei geringem Außendruck, Schwingung, Sturz und Druckbeanspruchung**



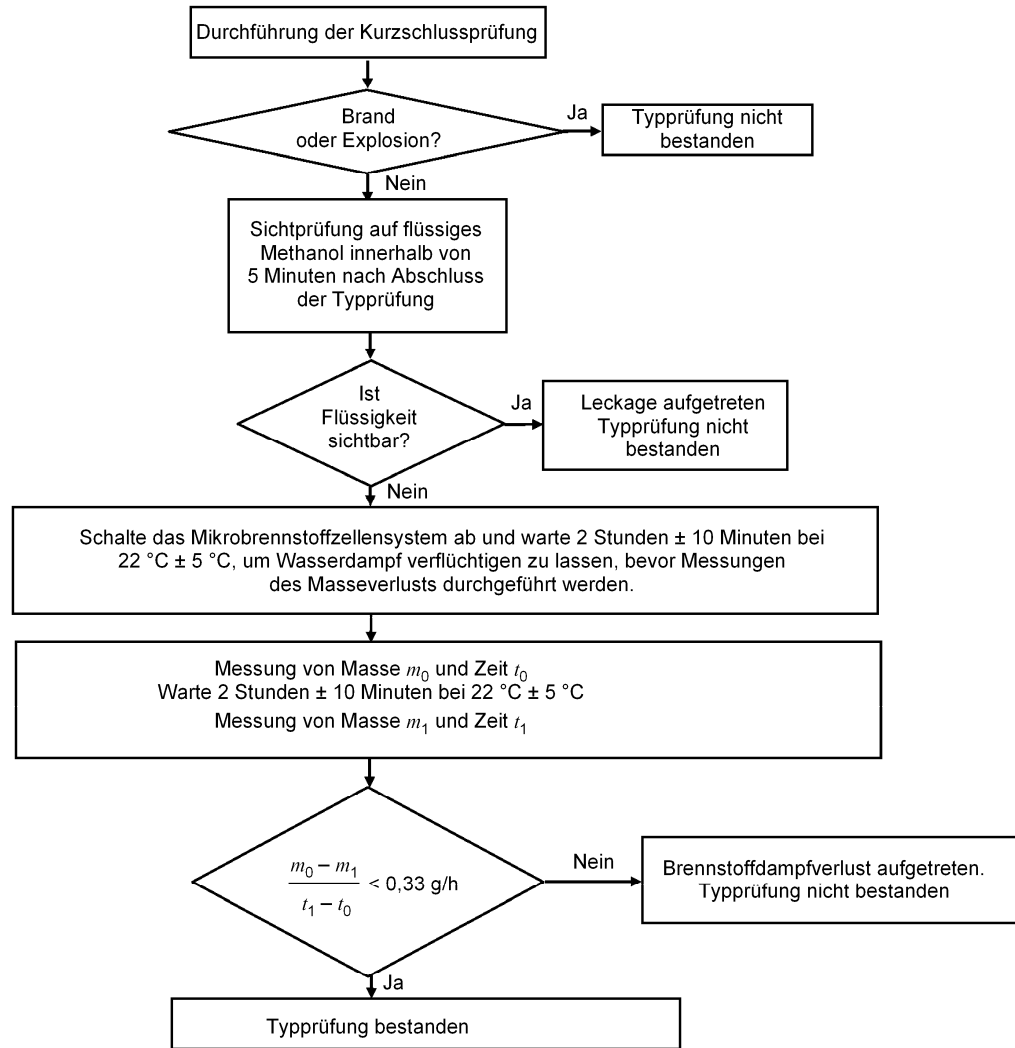
Das maximale Zeitintervall  $t_1 - t_0$  ist so zu wählen, dass nicht mehr als  $\frac{1}{2}$  der Brennstoffmenge entweichen würde, wenn der Brennstoff mit der maximal zulässigen Verlustrate austräte.

**Bild 7.2.2 – Fließbild der Prüfung auf Kartuschenleckage und Masseverlust bei Temperaturwechsel- und Übertemperaturprüfung**



Es ist möglich, dass ein Versorgungssystem ohne Brennstoffabsperrrventil einen höheren Masseverlust als 0,33 g/h aufweist, ohne dass Brennstoff in die Umgebung entweicht. Dieser Effekt tritt auf durch Wasserproduktion aufgrund von Brennstoffübertritt, wobei das Wasser anschließend verdunstet. Es können Prüfungen in Feuchtkammern durchgeführt werden, um Masseverluste durch Wasserverdampfung zu vermeiden.

**Bild 7.2.3 – Mikrobrennstoffzellensystem / Fließbild der Prüfung auf Leckage der Einheit und Masseverlust bei Schwingung, Sturz, Differenzdruck und Druckbeanspruchung**



Es ist möglich, dass ein Versorgungssystem ohne Brennstoffabsperrventil einen höheren Masseverlust als 0,33 g/h aufweist, ohne dass Brennstoff in die Umgebung entweicht. Dieser Effekt tritt auf durch Wasserproduktion aufgrund von Brennstoffübertritt, wobei das Wasser anschließend verdunstet. Es können Prüfungen in Feuchtkammern durchgeführt werden, um Masseverluste durch Wasserverdampfung zu vermeiden.

**Bild 7.2.4 – Mikrobrennstoffzellensystem/Fließbild der Prüfung auf Leckage der Einheit und Masseverlust bei Kurzschlussprüfung**

### 7.2.5 Prüfmusteranzahl

Die Anzahl der Prüfmuster muss fünf Kartuschen und/oder zwei Versorgungseinheiten/-systeme für alle Typprüfungen betragen. Prüfung 7.3.2 und 7.3.3 sind zur Prüfung der Kartusche in Folge durchzuführen. Prüfungen 7.3.1, 7.3.2 und 7.3.3 sind zur Prüfung der Brennstoffzelleneinheit und/oder -system in Folge durchzuführen.

## 7.3 Typprüfungen

Folgende Punkte sind Gegenstand der Typprüfungen:

## – Entwurf –

E DIN IEC 62282-6-1 (VDE 0130-601):2006-03

|                                                                                                                                                                   | Prüfgegenstand                                  | Prüfmuster                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7.3.1                                                                                                                                                             | Differenzdruckprüfung*                          | Brennstoffkartusche<br>Mikrobrennstoffzelleneinheit und/oder -system                           |
| 7.3.2                                                                                                                                                             | Schwingungsprüfung*                             | Brennstoffkartusche<br>Mikrobrennstoffzelleneinheit und/oder -system                           |
| 7.3.3                                                                                                                                                             | Temperaturwechselprüfung*                       | Brennstoffkartusche<br>Mikrobrennstoffzelleneinheit und/oder -system                           |
| 7.3.4                                                                                                                                                             | Übertemperaturprüfung                           | Brennstoffkartusche                                                                            |
| 7.3.5                                                                                                                                                             | Sturzprüfung                                    | Brennstoffkartusche<br>Mikrobrennstoffzelleneinheit und/oder -system                           |
| 7.3.6                                                                                                                                                             | Stauchungsprüfung                               | Brennstoffkartusche<br>Teilgefüllte Kartusche<br>Mikrobrennstoffzelleneinheit und/oder -system |
| 7.3.7                                                                                                                                                             | Externe Kurzschlussprüfung                      | Mikrobrennstoffzelleneinheit und/oder -system                                                  |
| 7.3.8                                                                                                                                                             | Temperaturprüfung<br>Oberflächen und Abgas      | Mikrobrennstoffzelleneinheit und/oder -system                                                  |
| 7.3.9                                                                                                                                                             | Langzeitlagerungsprüfung                        | Brennstoffkartusche                                                                            |
| 7.3.10                                                                                                                                                            | Verbindungsprüfung unter<br>hoher Temperatur    | Brennstoffkartusche und Mikrobrennstoffzelleneinheit                                           |
| 7.3.11                                                                                                                                                            | Brennstoffzelleneinheit<br>Interne Druckprüfung | Mikrobrennstoffzelleneinheit mit einer unter Druck<br>stehenden Brennstoffkartusche            |
| 7.3.12                                                                                                                                                            | Wiederholende<br>Verbindungsprüfung             | Brennstoffkartusche und Mikrobrennstoffzelleneinheit                                           |
| 7.3.14                                                                                                                                                            | Emissionsprüfung                                | Mikrobrennstoffzelleneinheit oder –system                                                      |
| * Die folgenden Prüfungen sind unter Verwendung derselben Geräte in Folge durchzuführen:<br>Differenzdruckprüfung → Schwingungsprüfung → Temperaturwechselprüfung |                                                 |                                                                                                |

### 7.3.1 Differenzdruckprüfung

**Zweck:** Nachbildung der Auswirkungen von hohem inneren Druck oder niedrigem äußeren Druck und Nachweis der Leckagefreiheit.

#### 7.3.1.1 Kartusche

**Durchführung der Prüfung:** Anwendung von 7.3.1.1.A oder 7.3.1.1.B.

7.3.1.1.A Innere Druckbeaufschlagung – Kartusche und Ventil sind einzeln zu prüfen. Sowohl unten aufgeführte Prüfung I) als auch Prüfung II) sind erforderlich.

##### I) Kartuschenkörper allein:

- i) Unter Verwendung eines geeigneten flüssigen Mediums wie Wasser ist die Probe mit einem inneren Füllstandsdruck von mehr als 95 kPa zuzüglich dem normalen Arbeitsdruck bei 22 °C oder dem zweifachen des Dampfdrucks des Brennstoffs bei 55 °C zu beaufschlagen.
- ii) Der Druckanstieg darf 60 kPa/s nicht übersteigen. Der Maximaldruck ist bei Raumtemperatur für 30 Minuten beizubehalten.
- iii) **Abnahmekriterien:** Es darf keine zugängliche Leckage des Prüfmediums auftreten und kein plötzlicher Druckabfall während der Prüfungsdurchführung.

**II) Kartuschenventil:**

- i) Unter Verwendung eines geeigneten flüssigen Mediums wie Wasser ist das geschlossene Ventil mit einem Füllstandsdruck von mehr als 95 kPa zuzüglich dem normalen Arbeitsdruck bei 22 °C oder dem zweifachen des Dampfdrucks des Brennstoffs bei 55 °C zu beaufschlagen.
- ii) Der Druckanstieg darf 60 kPa/s nicht übersteigen. Der Maximaldruck ist bei Raumtemperatur für 30 Minuten beizubehalten.
- iii) **Abnahmekriterien:** Es darf keine zugängliche Leckage des Prüfmediums auftreten und kein plötzlicher Druckabfall während der Prüfungsdurchführung.

**7.3.1.1.B Niedriger externer Druck**

- i) Eine ungebrauchte Kartusche wird durch Erzeugung eines äußeren Vakuums einem Differenzdruck von 95 kPa ausgesetzt. Dieses Vorgehen ist für nicht-starre Kartuschen grundsätzlich nicht geeignet, da die erforderliche Druckdifferenz nicht erreicht wird. Für nicht-starre Kartuschen ist eine Präzisionsmessung der Druckdifferenz anzuwenden.
- ii) Aufrechterhaltung des Vakuums für 30 Minuten.
- iii) **Abnahmekriterien:** Es darf zu keiner Zeit ein Brand oder eine Explosion auftreten sowie keine Leckage. Siehe Bild 7.2.1.

**7.3.1.2 Mikrobrennstoffzelleneinheiten und Mikrobrennstoffzellensysteme**

**Sowohl Prüfung A als auch Prüfung B der Differenzdruckprüfung sind durchzuführen.**

**Prüfung A:** Die Brennstoffzelleneinheit und/oder das Brennstoffzellensystem ist entsprechend den Herstellerangaben mit einer ungebrauchten Brennstoffkartusche auszustatten. Prüfmuster in ungebrauchtem Zustand sind bei einem Druck von 68 kPa für 6 Stunden bei Umgebungstemperatur (22 ± 5) °C zu lagern. Methanolleckagen sind entsprechend dem in Bild 7.2.3 dargestellten Vorgehen zu messen.

**Prüfung B:** Die Brennstoffzelleneinheit und/oder das Brennstoffzellensystem ist entsprechend den Herstellerangaben mit einer ungebrauchten Brennstoffkartusche auszustatten. Prüfmuster in ungebrauchtem Zustand sind bei einem äußeren Unterdruck in Höhe eines Differenzdrucks von 95 kPa zu lagern. Äußeres Vakuum ist bei Umgebungstemperatur (22 ± 5) °C für 30 Minuten aufzubringen. Methanolleckagen sind entsprechend dem in Bild 7.2.3 dargestellten Vorgehen zu messen mit dem Abnahmekriterium „Dampfverlust geringer als 20 g/h“, wobei 25 % der unteren Entflammbarkeitsgrenze nicht überschritten werden dürfen.

**7.3.2 Schwingungsprüfung**

**Prüfmuster:** Eine ungebrauchte Brennstoffkartusche, eine nach Herstellerangaben mit Brennstoff versehene Mikrobrennstoffzelleneinheit oder ein Mikrobrennstoffzellensystem, das zur Prüfung nach 7.3.1 verwendet wurde.

**Zweck der Prüfung:** Nachbildung der Auswirkung von Schwingungen während des normalen Transports und der Nachweis, dass keine Leckagen auftreten.

**Durchführung der Prüfung:**

- i) Das Prüfmuster oder der Prüfgegenstand in ungebrauchtem Zustand ist sicher auf der Arbeitsplatte der Schwingungsmaschine zu befestigen, ohne dass die Probe dabei deformiert wird, so dass die Schwingung wirksam übertragen wird.
- ii) Die Schwingung muss eine sinusförmige Wellenform aufweisen mit einem logarithmischen Anstieg von 7 Hz auf 200 Hz und zurück auf 7 Hz innerhalb von 15 Minuten.
- iii) Dieser Durchlauf ist innerhalb von 3 Stunden 12 Mal zu wiederholen in jeder der drei zueinander senkrecht stehenden Befestigungspositionen der Probe.
- iv) Der logarithmische Frequenzdurchlauf sieht wie folgt aus: zwischen 7 Hz und 18 Hz ist eine Spitzenbeschleunigung von 1 gN beizubehalten. Die Amplitude ist dann auf 0,8 mm einzurichten (1,6 mm Gesamtausschlag) und die Frequenz wird angehoben, bis eine Spitzenbeschleunigung von 8 gN erreicht ist (bei etwa 50 Hz). Eine Spitzenbeschleunigung von 8 gN ist dann beizubehalten, bis eine Frequenz 200 Hz erreicht ist.
- v) Durchführung der Emissionsprüfung entsprechend 7.3.14.

## – Entwurf –

E DIN IEC 62282-6-1 (VDE 0130-601):2006-03

**Abnahmekriterien:** Kein Brand und keine Explosion, zu keiner Zeit, keine Leckagen. Methanolleckagen sind entsprechend den in den Bildern 7.2.1 und 7.2.3 dargestellten Verfahren zu messen. Die Emissionen müssen den Abnahmekriterien in 7.3.14 entsprechen. Sofern die Einheit nicht in Betrieb ist, aber die Emissionen die Grenzen nach 7.3.14 nicht überschreiten, so ist die Emissionsprüfung bestanden.

### 7.3.3 Temperaturwechselprüfung

**Prüfmuster:** Eine ungebrauchte Brennstoffkartusche, eine nach Herstellerangaben mit Brennstoff versehene Mikrobrennstoffzelleneinheit oder ein Mikrobrennstoffzellensystem, das zur Prüfung nach 7.3.2 verwendet wurde.

**Zweck der Prüfung:** Nachbildung der Auswirkungen der Beanspruchung durch tiefe und hohe Temperaturen sowie der Auswirkungen extremer Temperaturwechsel.

**Durchführung der Prüfung (siehe Bild 7.3.3.A):**

- Das Prüfmuster ist in eine temperaturgeregelter Prüfkammer zu setzen und die Temperatur der Kammer ist innerhalb von 1 Stunde von Raumtemperatur ( $22 \pm 5$ ) °C auf ( $55 \pm 2$ ) °C zu steigern und mindestens 4 Stunden auf ( $55 \pm 2$ ) °C zu halten.
- Die Kammertemperatur ist innerhalb von 1 Stunde auf ( $22 \pm 5$ ) °C zu senken und für 1 Stunde  $\pm 5$  Minuten auf ( $22 \pm 5$ ) °C zu halten, anschließend ist die Kammertemperatur innerhalb von 2 Stunden auf ( $-40 \pm 5$ ) °C zu senken und für mindestens 4 Stunden auf ( $-40 \pm 5$ ) °C zu halten.
- Die Kammertemperatur ist innerhalb von 2 Stunden auf ( $22 \pm 5$ ) °C anzuheben und für 1 Stunde  $\pm 5$  Minuten auf ( $22 \pm 5$ ) °C zu halten.
- Das oben aufgeführte Vorgehen ist zweimal durchzuführen.
- Durchführung der Emissionsprüfung entsprechend 7.3.14.

**Abnahmekriterien:** Kein Brand und keine Explosion, zu keiner Zeit, keine Leckagen. Nach zwei Stunden bei ( $22 \pm 5$ ) °C sind Leckagen entsprechend dem in Bild 7.2.2 dargestellten Verfahren zu messen. Die Emissionen müssen den Abnahmekriterien nach 7.3.14 entsprechen. Sofern die Einheit nicht in Betrieb ist, aber die Emissionen die Grenzen nach 7.3.14 nicht überschreiten, so ist die Emissionsprüfung bestanden.

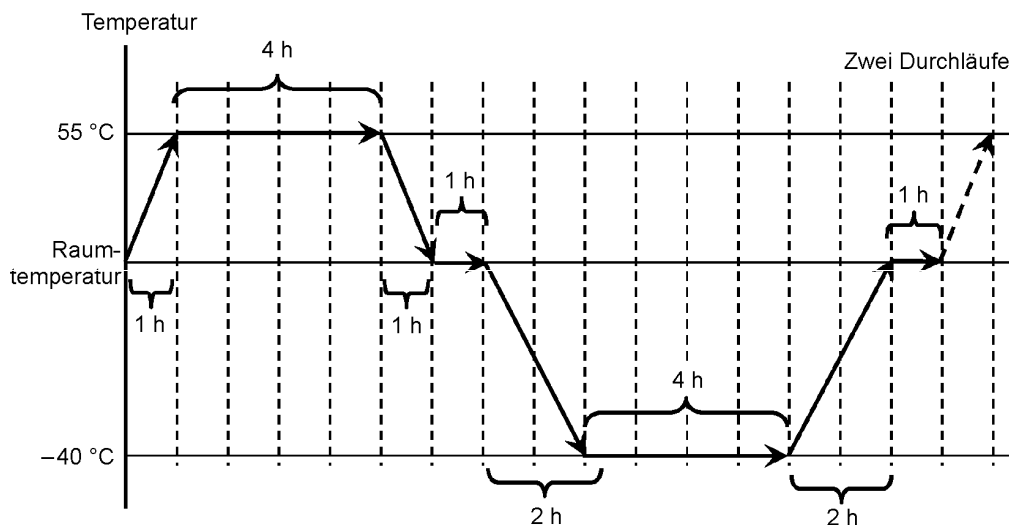


Bild 7.3.3A – Temperaturwechselprüfung

### 7.3.4 Übertemperaturprüfung

**Prüfmuster:** Eine ungebrauchte Brennstoffkartusche

**Zweck der Prüfung:** Nachbildung der Auswirkungen auf eine Brennstoffkartusche, die einer Umgebung mit hoher Temperatur ausgesetzt wird.

**Durchführung der Prüfung:**

- i) Das Prüfmuster ist in eine temperaturgeregelte Prüfkammer bei einer Temperatur von  $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$  zu setzen, anschließend ist Zeit zu lassen, bis die Kammer wieder  $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$  erreicht hat. Diese Temperatur ist, während sich das Prüfmuster in der Kammer befindet, für mindestens vier Stunden zu beizubehalten.
- ii) Entfernung des Prüfmusters und Lagerung bei Raumtemperatur von  $(22 \pm 5)^\circ\text{C}$ .
- iii) **Abnahmekriterien:** Kein Brand und keine Explosion, zu keiner Zeit, keine Leckagen. Leckagen sind entsprechend dem in Bild 7.2.2 dargestellten Verfahren zu messen.

**7.3.5 Sturzprüfung**

**Prüfmuster:** Eine ungebrauchte Brennstoffkartusche, eine nach Herstellerangaben mit Brennstoff versehene Mikrobrennstoffzelleneinheit oder ein Mikrobrennstoffzellensystem mit ungebrauchter Brennstoffkartusche.

**Zweck der Prüfung:** Nachbildung der Auswirkungen eines versehentlichen Sturzes und der Nachweis, dass keine Leckagen auftreten.

**Durchführung der Prüfung:**

- i) Das Prüfmuster ist aus nachstehend aufgeführter Höhe auf eine horizontale Oberfläche zu stürzen, die aus Hartholz von mindestens 13 mm Stärke besteht und auf zwei Lagen Sperrholz von jeweils 18 bis 20 mm Stärke montiert ist, alles zusammen montiert auf einem Betonboden oder einem vergleichbaren unnachgiebigen Boden.
- ii) Die Höhe des Sturzes beträgt
  - a)  $1200 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$  für eine Mikrobrennstoffzelleneinheit und/oder ein Mikrobrennstoffzellensystem
  - b)  $1500 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$  für eine Brennstoffkartusche mit mehr als 200 ml Inhalt
  - c)  $1800 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$  für eine Brennstoffkartusche mit bis zu 200 ml Inhalt.
- iii) Die Sturzprüfungen für Kartuschen sind mit derselben Probe in vier verschiedenen Ausrichtungen durchzuführen. Für Brennstoffzelleneinheiten und -systeme kann entweder ein Gerät für alle vier Ausrichtungen verwendet werden, oder es kann mehr als ein Gerät in aufeinander folgenden Stürzen nach Maßgabe des Herstellers eingesetzt werden.
- iv) Sturzausrichtungen
  - Ventil nach oben
  - Ventil nach unten
  - Zwei weitere zueinander senkrechte Ausrichtungen
- v) Für Brennstoffzellensysteme und -einheiten sind Emissionsprüfungen nach 7.3.14 durchzuführen.

**Abnahmekriterien:** Kein Brand und keine Explosion, zu keiner Zeit, keine Leckagen. Methanolleckagen sind entsprechend den in den Bildern 7.2.1 und 7.2.3 dargestellten Verfahren zu messen. Die Emissionen müssen den Abnahmekriterien in 7.3.14 entsprechen. Sofern die Einheit nicht in Betrieb ist, aber die Emissionen die Grenzen nach 7.3.14 nicht überschreiten, so ist die Emissionsprüfung bestanden.

**7.3.6 Stauchungsprüfung**

**Prüfmuster:** Eine ungebrauchte Brennstoffkartusche sowie eine halb gefüllte Kartusche (45 % – 55 % gefüllt), eine nach Herstellerangaben mit Brennstoff versehene Mikrobrennstoffzelleneinheit oder ein Mikrobrennstoffzellensystem mit ungebrauchter Brennstoffkartusche.

**Zweck der Prüfung:** Nachbildung der Auswirkungen der Kräfte, die vernünftigerweise erwartet werden können, wenn auf das Gerät getreten wird oder wenn die Brennstoffkartusche, die Brennstoffzelleneinheit oder das Brennstoffzellensystem durch einen schweren Gegenstand belastet wird.

**Durchführung der Prüfung:**

**Brennstoffzelleneinheit oder -system**

- i) Das Prüfmuster der Brennstoffzelleneinheit bzw. des Systems ist zwischen zwei flachen hölzernen Blöcken einer Länge von ca. 254 mm (10 Zoll), einer Breite von ca. 101,6 mm (4 Zoll) und einer Dicke von 12,7 mm ( $\frac{1}{2}$  Zoll) zu platzieren.

## – Entwurf –

### E DIN IEC 62282-6-1 (VDE 0130-601):2006-03

- ii) Eine stauchende Kraft ist allmählich mit einer Zunahme von 12,7 mm/Minute ( $\frac{1}{2}$  Zoll/Minute) auf die äußeren Oberflächen der Blöcke aufzubringen.
- iii) Jeder Kraftapplikator muss für fünf Sekunden  $25 \pm 1$  kg auf die Probe ausüben.
- iv) Die Prüfung ist grundsätzlich in drei verschiedenen Ausrichtungen durchzuführen. Die Probe muss nicht in Ausrichtungen geprüft werden, in denen sie nicht von allein stehen würde.
- v) Für Brennstoffzellensysteme oder -einheiten ist im Anschluss an die Stauchungsprüfung die Emissionsprüfung nach 7.3.14 durchzuführen.

#### Kartusche

- vi) Das Kartuschenprüfmuster ist zwischen zwei flachen hölzernen Blöcken einer Länge von ca. 254 mm (10 Zoll), einer Breite von ca. 101,6 mm (4 Zoll) und einer Dicke von 12,7 mm ( $\frac{1}{2}$  Zoll) zu platzieren.
- vii) Eine stauchende Kraft ist allmählich mit einer Zunahme von 12,7 mm/Minute ( $\frac{1}{2}$  Zoll/Minute) auf die äußeren Oberflächen der Blöcke aufzubringen.
- viii) Jeder Kraftapplikator muss für fünf Sekunden  $100 \pm 1$  kg auf die Probe ausüben.
- ix) Die Kartuschenausrichtungen sind entsprechend den wahrscheinlichen stabilen Ausrichtungen zu wählen, die sie durch einen versehentlichen Sturz einnehmen würden (z. B. die Ausrichtungen, die in Bezug auf die Lagerungsfläche den niedrigsten Schwerpunkt aufweisen). Es ist zulässig, nur eine Oberfläche einer prismenförmigen Kartusche zu prüfen, die hinreichend würfelförmig ist, und die gebogene Oberfläche einer zylindrischen Kartusche, deren Längsachse mehr als dem zweifachen des Durchmessers entspricht.

**Abnahmekriterien:** Kein Brand und keine Explosion, zu keiner Zeit, keine Leckagen. Leckagen sind entsprechend den in den Bildern 7.2.1 bzw. 7.2.3 dargestellten Verfahren zu messen. Die Emissionen müssen den Abnahmekriterien in 7.3.14 entsprechen. Sofern die Einheit nicht in Betrieb ist, aber die Emissionen die Grenzen nach 7.3.14 nicht überschreiten, so ist die Emissionsprüfung bestanden.

#### 7.3.7 Externe Kurzschlussprüfung

**Prüfmuster:** Eine nach Herstellerangaben mit Brennstoff versehene Mikrobrennstoffzelleneinheit oder ein Mikrobrennstoffzellensystem mit ungebrauchter Brennstoffkartusche.

**Zweck der Prüfung:** Nachbildung der Auswirkungen eines externen Kurzschlusses.

##### Durchführung der Prüfung:

- i) Jedes Prüfmuster ist durch Verbindung der positiven und negativen Anschlussklemme der Mikrobrennstoffzelleneinheit für mindestens 5 Minuten kurzzuschließen unter Verwendung von Kabeln mit einer maximalen Widerstandslast von 0,1 W.
- ii) Die Prüfungen sind sowohl während des Betriebs als auch außer Betrieb der Brennstoffzellen durchzuführen.
- iii) Die Emissionsprüfung nach 7.3.14 ist sowohl während als auch nach der Kurzschlussprüfung durchzuführen.

**Abnahmekriterien:** Kein Brand und keine Explosion, zu keiner Zeit, keine Leckagen. Leckage ist entsprechend dem in Bild 7.2.4 dargestellten Verfahren zu messen. Äußere Oberflächen dürfen die in Tabelle 4.18.1 aufgeführten Temperaturen während und nach der Kurzschlussprüfung nicht überschreiten. Sofern die Einheit nicht in Betrieb ist, aber die Emissionen die Grenzen nach 7.3.14 nicht überschreiten, so ist die Emissionsprüfung bestanden.

ANMERKUNG Diese Prüfung kann in Folge mit der Prüfung „Oberflächen- und Abgastemperaturprüfung“ unter Verwendung desselben Musters durchgeführt werden.

#### 7.3.8 Oberflächen- und Abgastemperaturprüfung

**Prüfmuster:** Eine nach Herstellerangaben mit Brennstoff versehene Mikrobrennstoffzelleneinheit oder ein Mikrobrennstoffzellensystem mit ungebrauchter Brennstoffkartusche.

**Zweck der Prüfung:** Ausschluss einer jeglichen Gefahr von Verbrennungen durch Kontakt mit dem Gehäuse des Brennstoffzellensystems oder mit aus der Entlüftung austretendem Abgas.

**Durchführung der Prüfung:**

- i) Die Temperatur der bloßen Oberfläche der Mikrobrennstoffzelleneinheiten oder der Mikrobrennstoffzellensysteme ist während des Betriebs bei Nennleistung zu messen.
- ii) Die Temperatur des Abgases ist in einer Entfernung von 1 cm vom Abgasaustritt der Mikrobrennstoffzelleneinheit und/oder dem Mikrobrennstoffzellensystem während des Betriebs bei Nennleistung zu messen.
- iii) **Anforderungen:** Mikrobrennstoffzelleneinheiten bzw. Mikrobrennstoffzellensysteme müssen den Kriterien entsprechen, sofern die Oberflächentemperaturen von Teilen und die Abgastemperatur an Stellen, die Personen leicht erreichen können, den angegebenen Wert nicht überschreiten. Die maximale Temperatur an der Gehäuseoberfläche darf in Abhängigkeit vom Material den in Tabelle 4.18.1 angegebenen Wert nicht überschreiten. Die Temperatur in einer Entfernung von 1 cm vom Abgasaustritt der sich in Betrieb befindlichen Mikrobrennstoffzelle muss weniger als 70 °C betragen.

ANMERKUNG Diese Prüfung kann in Folge mit der „Externen Kurzschlussprüfung“ unter Verwendung desselben Musters durchgeführt werden.

**7.3.9 Langzeitlagerungsprüfung**

**Prüfmuster:** Eine ungebrauchte Brennstoffkartusche.

**Zweck der Prüfung:** Nachbildung der Auswirkungen einer Langzeitlagerung bei erhöhten Temperaturen und Nachweis, dass keine Leckage auftreten.

**Durchführung der Prüfung:**

**Option 1 (Bevorzugt)**

- i) Es ist eine Kraftmessdose zu verwenden, die für den Einsatz bei 50 °C kalibriert ist.
- ii) Die Kraftmessdose ist in einer Temperaturkammer bei 50 °C zu platzieren. Die Brennstoffkartusche ist so auf der Kraftmessdose anzuordnen, dass das gesamte Gewicht der Brennstoffkartusche auf der Kraftmessdose lastet. Um sicherzustellen, dass das gesamte Gewicht der Brennstoffkartusche auf der Messdose lastet, kann eine Fixierung eingesetzt werden, die die Position der Kartusche sichert.
- iii) Ein digitales Auslesegerät ist mit der Kraftmessdose zu verbinden, die Messdaten sind entweder manuell oder automatisch aufzuzeichnen. Die Messdaten sind mit einem so großen Maß an Verlässlichkeit aufzuzeichnen, dass nachgewiesen werden kann, dass bei einer Abtastrate von höchstens 10 Minuten der Brennstoffdampfverlust 0,33 g/h nicht überschreitet.
- iv) Sofern sich am Ende der Prüfung noch flüssiger Brennstoff in der Brennstoffkartusche befindet, so ist der Brennstoffdampfverlust durch die Zahl von Stunden zu teilen, während derer sich das Prüfmuster in der Temperaturkammer befunden hat (28 Tage \* 24 Stunden/Tag = 672 Stunden). Das Prüfmuster hat die Prüfung auf Brennstoffdampfverlust bestanden, wenn der durchschnittliche Masseverlust 0,33 g/h nicht überschreitet.
- v) Sofern die Brennstoffkartusche vor Ende der Prüfung leer ist und der Gewichtsverlust 0,33 g/h während eines Masseverlusts von 0,33 g überschritten haben könnte, so ist ein neues Prüfmuster unter erhöhter Abtastrate erneut zu prüfen, um sicherzustellen, dass das Kriterium von 0,33 g/h nicht überschritten wird.
- vi) Wenn die Kartusche das Kriterium 0,33 g/h Brennstoffdampfverlust überschritten hat, besteht das Prüfmuster die Prüfung nicht.

**Option 2A**

Anwendbar auf Brennstoffkartuschen, die 70 ml oder mehr Brennstoff enthalten.

- i) Die Messdaten sind mit einem so großen Maß an Verlässlichkeit aufzuzeichnen, dass nachgewiesen werden kann, dass bei einer Abtastrate von mindestens einmal je Woche der Brennstoffdampfverlust 0,33 g/h nicht überschreitet.
- ii) Die Zeit, während der die Prüfmuster zu Messzwecken aus der Temperaturkammer entnommen werden, ist nicht auf die Prüfzeit des Probe (28 Tage) anzurechnen. Es ist der Gesamtprüfzeit zusätzliche Zeit hinzuzufügen, um das Wiedererwärmen der Prüfmuster nach jeder Entnahme aus der Temperaturkammer zu berücksichtigen. Die Prüfmuster sind nur dann bei Raumtemperatur zu stabilisieren, wenn der Masseverlust beeinflusst wird.

## – Entwurf –

### E DIN IEC 62282-6-1 (VDE 0130-601):2006-03

- iii) Sofern sich am Ende der Prüfung noch flüssiger Brennstoff in der Brennstoffkartusche befindet, so ist der Brennstoffdampfverlust durch die Zahl von Stunden zu teilen, während derer sich das Prüfmuster in der Temperaturkammer befunden hat (28 Tage \* 24 Stunden/Tag = 672 Stunden). Das Prüfmuster hat die Prüfung auf Brennstoffdampfverlust bestanden, wenn der durchschnittliche Masseverlust 0,33 g/h nicht überschreitet.
- iv) Sofern die Brennstoffkartusche vor Ende der Prüfung leer ist und der Gewichtsverlust 0,33 g/h während eines Masseverlusts von 0,33 g überschritten haben könnte, so ist ein neues Prüfmuster unter erhöhter Abtastrate erneut zu prüfen, um sicherzustellen, dass das Kriterium von 0,33 g/h nicht überschritten wird.
- v) Wenn die Kartusche das Kriterium 0,33 g/h Brennstoffdampfverlust überschritten hat, besteht das Prüfmuster die Prüfung nicht.

#### Option 2B

Anwendbar auf Brennstoffkartuschen, die weniger als 70 ml Brennstoff enthalten. (Auf Prüfmuster, die weniger als 70 ml Brennstoff enthalten, ist bevorzugt Option 1 anzuwenden.)

- i) Die Messdaten sind mit einem so großen Maß an Verlässlichkeit aufzuzeichnen, dass nachgewiesen werden kann, dass bei einer Abtastrate von mindestens einmal innerhalb von 3 Tagen der Brennstoffdampfverlust 0,33 g/h nicht überschreitet.
- ii) Die Zeit, während der die Prüfmuster zu Messzwecken aus der Temperaturkammer entnommen werden, ist nicht auf die Prüfzeit des Probe (28 Tage) anzurechnen. Es ist der Gesamtprüfzeit zusätzliche Zeit hinzuzufügen, um das Wiedererwärmen der Prüfmuster auf Prüftemperatur (50 °C) nach jeder Entnahme aus der Temperaturkammer zu berücksichtigen. Die Prüfmuster sind nur dann bei Raumtemperatur zu stabilisieren, wenn der Masseverlust dadurch beeinflusst wird.
- iii) Sofern sich am Ende der Prüfung noch flüssiger Brennstoff in der Brennstoffkartusche befindet, so ist der Brennstoffdampfverlust durch die Zahl von Stunden zu teilen, während derer sich das Prüfmuster in der Temperaturkammer befunden hat (28 Tage \* 24 Stunden/Tag = 672 Stunden). Das Prüfmuster hat die Prüfung auf Brennstoffdampfverlust bestanden, wenn der durchschnittliche Masseverlust 0,33 g/h nicht überschreitet.
- iv) Sofern die Brennstoffkartusche vor Ende der Prüfung leer ist und der Gewichtsverlust 0,33 g/h während eines Masseverlusts von 0,33 g überschritten haben könnte, so ist ein neues Prüfmuster unter erhöhter Abtastrate erneut zu prüfen, um sicherzustellen, dass das Kriterium von 0,33 g/h nicht überschritten wird.
- v) Wenn die Kartusche das Kriterium 0,33 g/h Brennstoffdampfverlust überschritten hat, besteht das Prüfmuster die Prüfung nicht.

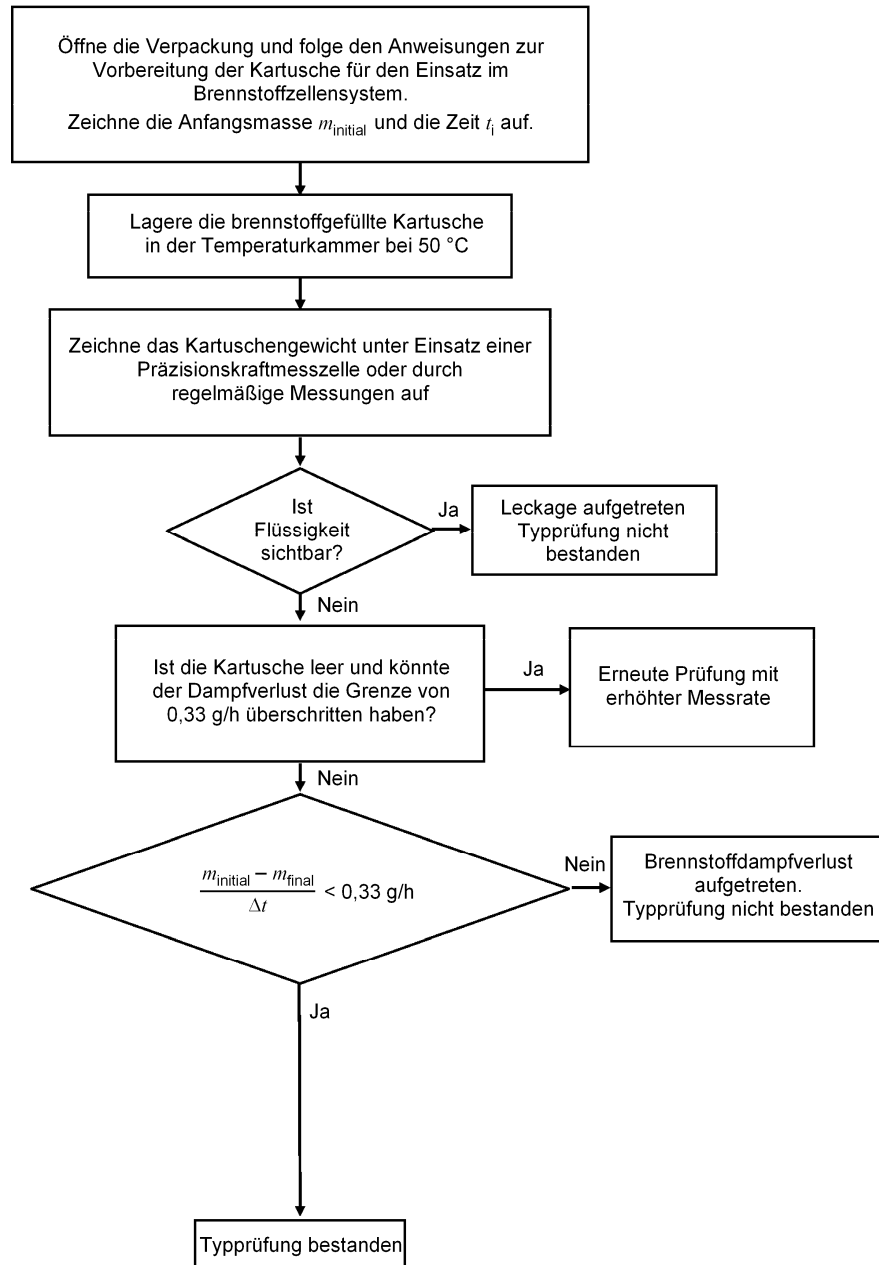


**Bild 7.3.9.2 – Brennstoffkartusche Fließbild der Prüfung auf Leckage und Masseverlust bei Langzeitlagerungsprüfung**

### 7.3.10 Verbindungsprüfung bei erhöhter Temperatur

**Prüfmuster:** Eine ungebrauchte Brennstoffkartusche und eine Mikrobrennstoffzelleneinheit oder das Ventil einer Mikrobrennstoffzelleneinheit.

**Zweck der Prüfung:** Nachbildung der Auswirkungen der Verbindung und Trennung der Brennstoffkartusche mit der und von der Brennstoffzelleneinheit oder dem Ventil der Brennstoffzelleneinheit bei erhöhter Temperatur der Kartusche und Nachweis, dass keine Leckage, kein Brand und keine Explosion eintritt.

#### Durchführung der Prüfung:

- i) Das Brennstoffkartuschen-Prüfmuster ist für mindestens 4 Stunden in einer temperaturgeregelten Prüfkammer bei  $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$  zu lagern.
- ii) Die Mikrobrennstoffzelleneinheit oder das Ventil einer Brennstoffzelleneinheit ist in der Nähe bei normaler Raumtemperatur,  $(22 \pm 5)^\circ\text{C}$ , bereit zu halten.

E DIN IEC 62282-6-1 (VDE 0130-601):2006-03

- iii) Das Prüfmuster ist der Temperatorkammer zu entnehmen und innerhalb von 5 Minuten ab der Entnahme aus der Kammer mit der Mikrobrennstoffzelleneinheit oder dem Ventil der Mikrobrennstoffzelleneinheit zu verbinden.
- iv) Während der Verbindung ist auf Leckagen hin zu überprüfen.
- v) Die Brennstoffkartusche ist wieder zu trennen und auf Leckagen hin zu überprüfen.
- vi) **Abnahmekriterien:** Es darf keine Leckage, kein Brand und keine Explosion auftreten. Sofern sich unter Aufbringung normaler Kraft keine Verbindung herstellen lässt und keine Leckage, kein Brand und keine Explosion eintritt, ist das Abnahmekriterium ebenfalls erfüllt.
- vii) Es ist durch Sichtprüfung auf Leckagen hin zu überprüfen. Die Kartusche sowie die Mikrobrennstoffzelleneinheit oder das Ventil der Mikrobrennstoffzelleneinheit sind über Indikatorpapier umzudrehen, so dass das Ventil nach unten zum Indikatorpapier gerichtet ist. Es ist auf Anzeichen von Leckagen hin zu prüfen; sofern eine zugängliche Flüssigkeitsleckage gefunden wird, ist die Prüfung nicht bestanden.
- viii) Es ist unter Verwendung eines Seihtuches auf Flammen hin zu prüfen.
- ix) Es ist durch Sichtprüfung auf Explosion hin zu prüfen, um sicherzustellen, dass es zu keiner Beschädigung des Systems oder der Prüfszelle gekommen ist.

### 7.3.11 Interne Druckprüfung der Brennstoffzelleneinheit

#### Zweck der Prüfung:

- a) Prüfung der Teile des Brennstoffzellensystems, in denen während des Betriebs oder während der Lagerung hohe Brennstoffdrücke auftreten, wie etwa die Abschnitte zwischen der Kartusche und dem System einschließlich dem Regelventil, der Brennstoffpumpe oder welches Teil auch immer hohen Drücken ausgesetzt ist.
- b) Prüfung auf Leckagen an der Verbindung zur Kartusche.

#### Vorgehensweise

Unter Verwendung einer Prüfvorrichtung, die ein Ventil aufweist, das die Verbindung zur Kartusche nachbildet, ist ein Druck mittels einer Flüssigkeit aufzubringen. Alternativ ist eine Verbindung an dem äußeren Ende der Standardkartusche anzubringen.

#### Durchführung der Prüfung:

- i) Es ist ein Kartuschenventil mit einer Kartuschenverbindung zu verknüpfen, das eine besondere Vorrichtung zur Druckbeaufschlagung einer Brennstoffzelleneinheit aufweist.
- ii) Unter Verwendung eines geeigneten Mediums zur Aufbringung eines Drucks wie etwas Wasser ist die Brennstoffkartuschenverbindung sowie das stromabwärts gelegene System auf einen Druck von über 95 kPa zuzüglich dem normalen Arbeitsdruck oder dem Zweifachen des Brennstoffdampfdrucks bei 55 °C zu bringen. Der Druckanstieg darf 60 kPa pro Sekunde nicht überschreiten.
- iii) Der Druck ist für dreißig Minuten beizubehalten.
- iv) **Abnahmekriterien:** Keine zugängliche Leckage des Prüfmediums. Kein plötzlicher Druckabfall.

### 7.3.12 Wiederholte Verbindungsprüfung

#### 7.3.12.1 Kartusche

##### 7.3.12.1.1 Eingebaute/Äußere/Angebaute Kartuschensysteme

**Prüfmuster:** Eine ungebrauchte Brennstoffkartusche und eine Mikrobrennstoffzelleneinheit oder ein Ventil einer Mikrobrennstoffzelleneinheit, die entsprechend der Herstellervorschriften mit Brennstoff versehen ist.

**Zweck der Prüfung:** Nachbildung der Auswirkungen der Verbindung und Trennung der Brennstoffkartusche mit der und von der Brennstoffzelleneinheit und der Nachweis, dass keine Leckagen eintreten.

#### Durchführung der Prüfung:

- i) Es ist die erste neue Brennstoffkartusche mit der Mikrobrennstoffzelleneinheit oder dem Ventil der Mikrobrennstoffzelleneinheit zu verbinden und eine Überprüfung auf Leckagen durchzuführen.
- ii) Die Brennstoffzelleneinheit ist in Betrieb zu nehmen oder es ist auf andere Weise ein Brennstofffluss für eine Minute nachzubilden.
- iii) Die Einheit ist abzuschalten oder der nachgebildete Brennstoffstrom ist zu unterbrechen.

- iv) Die Brennstoffkartusche ist zu trennen und auf Leckagen hin zu überprüfen.
- v) Diese Schritte sind zweimal zu wiederholen, so dass insgesamt jeweils drei Verbindungen und Trennungen durchgeführt werden.
- vi) Die Kartusche sowie das System sind über Indikatorpapier umzudrehen, so dass das Ventil nach unten zum Indikatorpapier gerichtet ist. Es ist auf Anzeichen von Leckagen hin zu prüfen.
- vii) Die erste Kartusche ist weitere vier Mal zu verbinden und zu trennen, so dass insgesamt jeweils sieben Verbindungen und Trennungen durchgeführt werden.
- viii) Die Kartusche sowie das System sind über Indikatorpapier umzudrehen, so dass das Ventil nach unten zum Indikatorpapier gerichtet ist. Es ist auf Anzeichen von Leckagen hin zu prüfen.
- ix) Die erste Kartusche ist weitere drei Mal zu verbinden und zu trennen, so dass insgesamt jeweils zehn Verbindungen und Trennungen durchgeführt werden.
- x) Die Kartusche sowie das System sind über Indikatorpapier umzudrehen, so dass das Ventil nach unten zum Indikatorpapier gerichtet ist. Es ist auf Anzeichen von Leckagen hin zu prüfen.
- xi) Die Kartusche ist zu verbinden und die Brennstoffzelleneinheit ist in Betrieb zu nehmen oder es ist auf andere Weise ein Brennstofffluss für eine Minute nachzubilden.
- xii) Die Einheit ist abzuschalten oder der nachgebildete Brennstoffstrom ist zu unterbrechen.
- xiii) Die Brennstoffkartusche ist zu trennen und auf Leckagen hin zu überprüfen.
- xiv) **Abnahmekriterien:** Es darf keine Leckage, kein Brand und keine Explosion auftreten.
- xv) Es ist durch Sichtprüfung auf Leckagen hin zu untersuchen; sofern eine zugängliche Flüssigkeitsleckage gefunden wird, ist die Prüfung nicht bestanden.
- xvi) Es ist unter Verwendung eines Seihtuches auf Flammen hin zu prüfen.
- xvii) Es ist durch Sichtprüfung auf Explosion hin zu prüfen, um sicherzustellen, dass es zu keiner Beschädigung des Systems oder der Prüfselle gekommen ist.

#### 7.3.12.1.2 Satellitenkartusche

**Prüfmuster:** Eine ungebrauchte Satellitenkartusche und ein Mikrobrennstoffzellensystem oder ein Ventil eines Mikrobrennstoffzellensystems, das entsprechend den Herstellerangaben mit Brennstoff versehen ist.

**Zweck der Prüfung:** Nachbildung der Auswirkungen der Verbindung und Trennung der Brennstoffkartusche und der Brennstoffzelleneinheit und der Nachweis, dass keine Leckage auftritt.

#### Durchführung der Prüfung:

- i) Es ist die erste neue Brennstoffkartusche mit der Mikrobrennstoffzelleneinheit oder dem Ventil der Mikrobrennstoffzelleneinheit zu verbinden und eine Überprüfung auf Leckagen durchzuführen.
- ii) Die Brennstoffkartusche ist zu trennen und eine Überprüfung auf Leckagen ist durchzuführen.
- iii) Diese Schritte sind zweimal zu wiederholen, so dass insgesamt jeweils drei Verbindungen und Trennungen durchgeführt werden.
- iv) Die Kartusche sowie das System sind über Indikatorpapier umzudrehen, so dass das Ventil nach unten zum Indikatorpapier gerichtet ist. Es ist auf Anzeichen von Leckagen hin zu prüfen.
- v) Die erste Kartusche ist weitere vier Mal zu verbinden und zu trennen, so dass insgesamt jeweils sieben Verbindungen und Trennungen durchgeführt werden.
- vi) Die Kartusche sowie das System sind über Indikatorpapier umzudrehen, so dass das Ventil nach unten zum Indikatorpapier gerichtet ist. Es ist auf Anzeichen von Leckagen hin zu prüfen.
- vii) Die erste Kartusche ist weitere drei Mal zu verbinden und zu trennen, so dass insgesamt jeweils zehn Verbindungen und Trennungen durchgeführt werden.
- viii) Die Kartusche sowie das System sind über Indikatorpapier umzudrehen, so dass das Ventil nach unten zum Indikatorpapier gerichtet ist. Es ist auf Anzeichen von Leckagen hin zu prüfen.
- ix) Die Schritte i) bis viii) sind vier Mal zu wiederholen, so dass insgesamt fünfzig Durchläufe absolviert werden, jeweils mit einer Wartezeit von einer Stunde zwischen jeweils zehn Durchläufen.
- x) **Abnahmekriterien:** Es darf keine Leckage, kein Brand und keine Explosion auftreten.

E DIN IEC 62282-6-1 (VDE 0130-601):2006-03

- xi) Es ist durch Sichtprüfung auf Leckagen hin zu untersuchen; sofern eine zugängliche Flüssigkeitsleckage gefunden wird, ist die Prüfung nicht bestanden.
- xii) Es ist unter Verwendung eines Seihtuches auf Flammen hin zu prüfen.
- xiii) Es ist durch Sichtprüfung auf Explosion hin zu prüfen, um sicherzustellen, dass es zu keiner Beschädigung des Systems oder der Prü fzelle gekommen ist.

**7.3.12.3 Mikrobrennstoffzelleneinheit**

**Prüfmuster:** Mindestens zwei ungebrauchte Kartuschen und weitere achtundneunzig Kartuschen oder Kartuschenventile und eine Mikrobrennstoffzelleneinheit, die nach Herstellerangaben mit Brennstoff versehen ist.

**Zweck der Prüfung:** Nachbildung der Auswirkungen der Verbindung und Trennung der Brennstoffkartusche mit und von der Brennstoffzelleneinheit und der Nachweis, dass weder bei erstmaligem Gebrauch noch nach angemessener Alterung der Verbindung der Mikrobrennstoffzelleneinheit Leckagen auftreten.

**Die Kartusche eins sowie die Kartusche einhundert werden untersucht; die weiteren 980 Durchläufe dienen lediglich der Alterung des Systems.**

**Durchführung der Prüfung**

**Kartusche 1**

- i) Es ist die erste ungebrauchte Brennstoffkartusche mit der Mikrobrennstoffzelleneinheit zu verbinden und eine Überprüfung auf Leckagen während der Verbindung durchzuführen.
- ii) Die Brennstoffzelleneinheit ist in Betrieb zu nehmen oder es ist auf andere Weise ein Brennstofffluss für eine Minute nachzubilden.
- iii) Die Einheit ist abzuschalten oder der nachgebildete Brennstoffstrom ist zu unterbrechen.
- iv) Die Brennstoffkartusche ist zu trennen und auf Leckagen hin zu überprüfen.
- v) Diese Schritte sind zweimal zu wiederholen, so dass insgesamt jeweils drei Verbindungen und Trennungen durchgeführt werden.
- vi) Die Kartusche sowie das System sind über Indikatorpapier umzudrehen, so dass das Ventil nach unten zum Indikatorpapier gerichtet ist. Es ist auf Anzeichen von Leckagen hin zu prüfen.
- vii) Die erste Kartusche ist weitere vier Mal zu verbinden und zu trennen, so dass insgesamt jeweils sieben Verbindungen und Trennungen durchgeführt werden.
- viii) Die Kartusche sowie das System sind über Indikatorpapier umzudrehen, so dass das Ventil nach unten zum Indikatorpapier gerichtet ist. Es ist auf Anzeichen von Leckagen hin zu prüfen.
- ix) Die erste Kartusche ist weitere drei Mal zu verbinden und zu trennen, so dass insgesamt jeweils zehn Verbindungen und Trennungen durchgeführt werden.
- x) Die Kartusche sowie das System sind über Indikatorpapier umzudrehen, so dass das Ventil nach unten zum Indikatorpapier gerichtet ist. Es ist auf Anzeichen von Leckagen hin zu prüfen.
- xi) Die Brennstoffkartusche ist mit der Mikrobrennstoffzelleneinheit zu verbinden und es ist eine Überprüfung auf Leckagen während der Verbindung durchzuführen.
- xii) Die Brennstoffzelleneinheit ist in Betrieb zu nehmen oder es ist auf andere Weise ein Brennstofffluss für eine Minute nachzubilden.
- xiii) Die Einheit ist abzuschalten oder der nachgebildete Brennstoffstrom ist zu unterbrechen.
- xiv) Die Brennstoffkartusche ist zu trennen und auf Leckagen hin zu überprüfen.
- xv) **Abnahmekriterien:** Es darf keine Leckage, kein Brand und keine Explosion auftreten.
- xvi) Es ist durch Sichtprüfung auf Leckagen hin zu untersuchen; sofern eine zugängliche Flüssigkeitsleckage gefunden wird, ist die Prüfung nicht bestanden.
- xvii) Es ist unter Verwendung eines Seihtuches auf Flammen hin zu prüfen.
- xviii) Es ist durch Sichtprüfung auf Explosion hin zu prüfen, um sicherzustellen, dass es zu keiner Beschädigung des Systems oder der Prü fzelle gekommen ist.

### Alterung der Verbindung der Versorgungseinheit

Unter Verwendung entweder der Kartuschen oder der Kartuschenventile ist die Verbindung zum Mikrobrennstoffzellensystem so oft herzustellen, bis insgesamt 980 Verbindungen und Trennungen durchgeführt wurden. Das Umdrehen des Systems oder der Kartusche ist nicht erforderlich; wenn jedoch eine Leckage auftritt, so ist die Prüfung nicht bestanden. Im Anschluss an diese Alterung ist eine letzte ungebrauchte Kartusche zu prüfen.

#### Letzte Kartusche

- i) Die letzte ungebrauchte Kartusche ist mit der Mikrobrennstoffzelleneinheit zu verbinden und auf Leckagen während des Anschlusses hin zu prüfen.
- ii) Die Brennstoffzelleneinheit ist in Betrieb zu nehmen oder es ist auf andere Weise ein Brennstofffluss für eine Minute nachzubilden.
- iii) Die Einheit ist abzuschalten oder der nachgebildete Brennstoffstrom ist zu unterbrechen.
- iv) Die Brennstoffkartusche ist zu trennen und auf Leckagen hin zu überprüfen.
- v) Diese Schritte sind zweimal zu wiederholen, so dass insgesamt jeweils drei Verbindungen und Trennungen durchgeführt werden.
- vi) Die Kartusche sowie das System sind über Indikatorpapier umzudrehen, so dass das Ventil nach unten zum Indikatorpapier gerichtet ist. Es ist auf Anzeichen von Leckagen hin zu prüfen.
- vii) Die letzte Kartusche ist weitere vier Mal zu verbinden und zu trennen, so dass insgesamt jeweils sieben Verbindungen und Trennungen durchgeführt werden.
- viii) Die Kartusche sowie das System sind über Indikatorpapier umzudrehen, so dass das Ventil nach unten zum Indikatorpapier gerichtet ist. Es ist auf Anzeichen von Leckagen hin zu prüfen.
- ix) Die letzte Kartusche ist weitere drei Mal zu verbinden und zu trennen, so dass insgesamt jeweils zehn Verbindungen und Trennungen durchgeführt werden.
- x) Die Kartusche sowie das System sind über Indikatorpapier umzudrehen, so dass das Ventil nach unten zum Indikatorpapier gerichtet ist. Es ist auf Anzeichen von Leckagen hin zu prüfen.
- xi) Die Brennstoffkartusche ist mit der Mikrobrennstoffzelleneinheit zu verbinden und es ist eine Überprüfung auf Leckagen während der Verbindung durchzuführen.
- xii) Die Brennstoffzelleneinheit ist in Betrieb zu nehmen oder es ist auf andere Weise ein Brennstofffluss für eine Minute nachzubilden.
- xiii) Die Einheit ist abzuschalten oder der nachgebildete Brennstoffstrom ist zu unterbrechen.
- xiv) Die Brennstoffkartusche ist zu trennen und auf Leckagen hin zu überprüfen.
- xv) **Abnahmekriterien:** Es darf keine Leckage, kein Brand und keine Explosion auftreten.
- xvi) Es ist durch Sichtprüfung auf Leckagen hin zu untersuchen; sofern eine zugängliche Flüssigkeitsleckage gefunden wird, ist die Prüfung nicht bestanden.
- xvii) Es ist unter Verwendung eines Seihtuches auf Flammen hin zu prüfen.
- xviii) Es ist durch Sichtprüfung auf Explosion hin zu prüfen, um sicherzustellen, dass es zu keiner Beschädigung des Systems oder der Prüfzelle gekommen ist.

### 7.3.13 Entfällt

### 7.3.14 Emissionsprüfung

**Prüfmuster:** Eine Mikrobrennstoffzelleneinheit, die entsprechend den Herstellerangaben mit Brennstoff versehen ist oder ein Mikrobrennstoffzellensystem mit ungebrauchter Brennstoffkartusche.

**Zweck der Prüfung:** Die Emission von CO/CO<sub>2</sub>-Gas und organischen Verbindungen wie Methanol, Formaldehyd, Methansäure und Methylformiat muss während Lagerungs- und Betriebsbedingungen der mit Methanol betriebenen Mikrobrennstoffzelleneinheit bzw. des Mikrobrennstoffzellensystems unter den angegebenen Werten liegen.

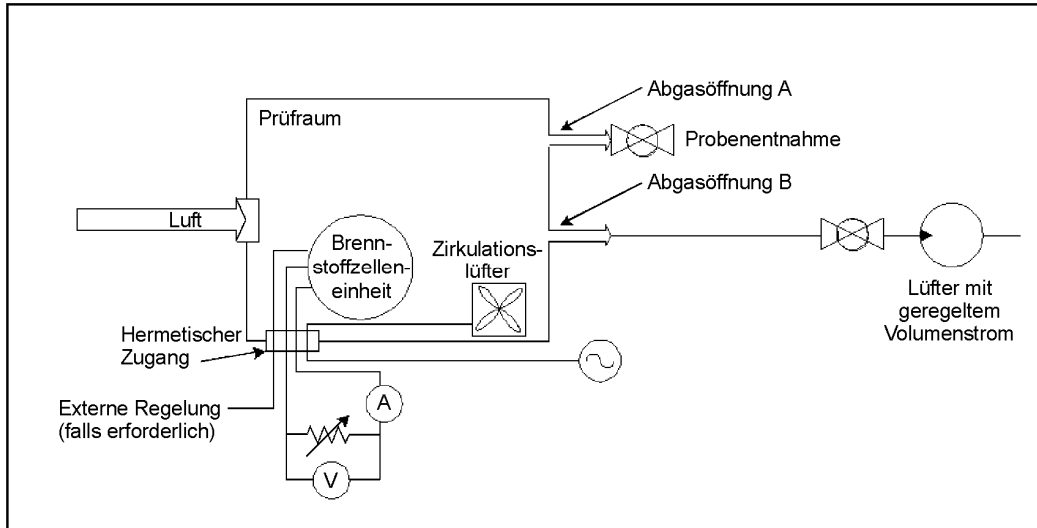


Bild 7.3.14.1 – Prüfapparat für Betriebsemissionen

**Prüfapparat:** Einer der Prüfapparate für Betriebsemissionen ist in Bild 7.3.14.1 dargestellt.

- i) Emittierte Gase können aus giftigen organischen Materialien wie Methanol, Formaldehyd, Methansäure und Methylformiat zusammengesetzt sein, die möglicherweise von Mikrobrennstoffzelleneinheiten bzw. Mikrobrennstoffzellensystemen ausgestoßen werden.
- ii) Zur Analyse dieser organischen Materialien ist ein Gaschromatograph mit einem Flammionisationsdetektor (GF/FID) oder mit einem Massenspektrometer (GC/MS) und ein Hochleistungsflüssigkeitschromatograph einzusetzen, wobei das emittierte Gas entweder durch die Abgasöffnung A des Prüfraums einem Sorptionsrohr zur Absorption zugeführt wird, oder aber direkt einem Analysator durch die Abgasöffnung A nach Bild 7.3.14.1 zugeführt wird.
- iii) Die CO- und CO<sub>2</sub>-Konzentration kann durch einen „non-disperse infrared absorption“- (NDIA)-Analysator bestimmt werden. Diese Analysegeräte müssen ISO 16000-3, ISO/DIS 16000-6 und ISO 16017-1 entsprechen. Jedoch ist es zulässig, andere Geräte einzusetzen, sofern deren Leistung gleichwertig oder besser ist als die der in den oben genannten Normen enthaltenen.

#### Durchführung der Prüfung:

- i) Die Mikrobrennstoffzelleneinheit oder das Mikrobrennstoffzellensystem ist bei Nennleistung innerhalb der kleinen in Bild 7.3.4.1 dargestellten Prüfkammer zu betreiben. Die kleine Prüfkammer ist mit sauberer Luft zu versorgen.
- ii) Die Abgasprobe der Mikrobrennstoffzelleneinheit bzw. des Mikrobrennstoffzellensystems ist am Austritt der kleinen Prüfkammer zu entnehmen.
- iii) Die Luft zur Versorgung der Prüfkammer sollte aus einer bekannten, sauberen Quelle stammen. Sofern keine Druckluft aus Flaschen eingesetzt wird, ist der Einsatz von Leermessungen vorzusehen, um Hintergrundkonzentrationen zu erfassen, so dass fälschlich nicht-konforme Ergebnisse vermieden werden.
- iv) Es sind Proben des gasförmigen Inhalts der Prüfkammer durch Entnahmeanschluss A zu entnehmen, während der Durchfluss durch das System gemessen und aufgezeichnet wird.
- v) Die Konzentrationen der chemischen Verbindungen von Interesse sind aufzuzeichnen, siehe Tabelle 7.3.14.1.
- vi) Es sind die Emissionsraten der chemischen Verbindungen zu berechnen, indem die Konzentration jedes Bestandteils mit dem Luftdurchfluss durch das System multipliziert und die gemessene maximale Emissionsrate mit Tabelle 7.3.14.1 verglichen wird.
- vii) **Abnahmekriterien:** Die maximale Emissionsrate für jeden Bestandteil von Interesse muss unterhalb dem Wert der Emissionsrate in Tabelle 7.3.14.1 liegen. Sofern die Brennstoffzelle nicht in Betrieb ist, oder in sicherer Weise herunterfährt, bevor ein Grenzwert überschritten wird, so ist die Prüfung bestanden.