

DIN EN 62282-3-201
(VDE 0130-3-201)

DIN

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** 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.

VDE

ICS 27.070

Ersatz für

DIN EN 62282-3-201
(VDE 0130-3-201):2014-05

Siehe Anwendungsbeginn

Brennstoffzellentechnologien –
Teil 3-201: Stationäre Brennstoffzellen-Energiesysteme –
Leistungskennwerteprüfverfahren für kleine Brennstoffzellen-
Energiesysteme
(IEC 62282-3-201:2017);
Deutsche Fassung EN 62282-3-201:2017

Fuel cell technologies –

Part 3-201: Stationary fuel cell power systems –

Performance test methods for small fuel cell power systems

(IEC 62282-3-201:2017);

German version EN 62282-3-201:2017

Technologies des piles à combustible –

Partie 3-201: Systèmes à piles à combustible stationnaires –

Méthodes d'essai des performances pour petits systèmes à piles à combustible

(IEC 62282-3-201:2017);

Version allemande EN 62282-3-201:2017

Gesamtumfang 84 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2017-09-14 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2018-09-01.

Für **DIN EN 62282-3-201 (VDE 0130-3-201):2014-05** besteht eine Übergangsfrist bis 2020-09-14.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 62282-3-201 (VDE 0130-3-201):2016-08.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 384 „Brennstoffzellen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 105 „Fuel cell technologies“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieses Dokuments bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 62282-3-201 (VDE 0130-3-201):2014-05** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Änderung der Begriffe für:
 - Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung (3.15)
 - elektrische Nettoleistungsabgabe (3.22)
 - elektrische Leistungsabgabe (3.23)
 - „Standby State“ in „Bereitschaftszustand“ (3.27)
- b) Einführung der Definitionen für:
 - Betriebszyklus (3.24)
 - Elektrischer Wirkungsgrad für einen Betriebszyklus (3.25)
 - Hochfahrenergie (3.28)
 - Hochfahrdauer (3.29)
- c) Überarbeitung von Abschnitt 4, Symbole;
- d) Überarbeitung der Symbole im Einklang mit der Reihe ISO/IEC 80000 und ISO/IEC Directives Part 2;
- e) Überarbeitung von Bild 2 in Abschnitt 5;
- f) Überarbeitung von Abschnitt 9, Prüfvorrichtung;
- g) Überarbeitung von 10.2, Messinstrumente;
- h) Überarbeitung der Bilder 5 und 6 in Abschnitt 12, Betriebsablauf;
- i) Einführung von 14.6, Hochfahrprüfung;
- j) Einführung von 14.11, Wirkungsgrad des Betriebszyklus;
- k) Einführung von 14.12, Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV);
- l) Überarbeitung von 15.3, Abgasprüfung;
- m) Einführung von Anhang F (informativ), Ausgewählte Dauer des Nennleistungsbetriebs.

Frühere Ausgaben

DIN EN 62282-3-201 (VDE 0130-3-201): 2014-05

Nationaler Anhang NA
(informativ)**Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten**

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1 (1 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	CISPR 11	–	–
–	IEC 60050-601:1985	a	–
EN 61000-3-2	IEC 61000-3-2	DIN EN 61000-3-2 (VDE 0838-2)	VDE 0838-2
EN 61000-4-2	IEC 61000-4-2	DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2)	VDE 0847-4-2
EN 61000-4-3	IEC 61000-4-3	DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3)	VDE 0847-4-3
EN 61000-4-4	IEC 61000-4-4	DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847-4-4)	VDE 0847-4-4
EN 61000-4-5	IEC 61000-4-5	DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5)	VDE 0847-4-5
EN 61000-4-6	IEC 61000-4-6	DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6)	VDE 0847-4-6
EN 61000-4-8	IEC 61000-4-8	DIN EN 61000-4-8 (VDE 0847-4-8)	VDE 0847-4-8
EN 61000-4-11	IEC 61000-4-11	DIN EN 61000-4-11 (VDE 0847-4-11)	VDE 0847-4-11
EN 61000-6-1:2007	IEC 61000-6-1:2005	DIN EN 61000-6-1 (VDE 0839-6-1):2007-10	VDE 0839-6-1
EN 61672-1	IEC 61672-1	DIN EN 61672-1	–
EN 61672-2	IEC 61672-2	DIN EN 61672-2	–
EN 62282-3-200:2016	IEC 62282-3-200:2015	DIN EN 62282-3-200 (VDE 0130-3-200):2016-12	VDE 0130-3-200

Tabelle NA.1 (2 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC/TS 62282-1:2013	DIN IEC/TS 62282-1 (VDE V 0130-1):2015-06	VDE V 0130-1
–	ISO 5815-2	–	–
–	ISO 6060	–	–
EN ISO 6326 (alle Teile)	ISO 6326 (alle Teile)	DIN EN ISO 6326 (alle Teile)	–
–	ISO 6798	–	–
EN ISO 6974 (alle Teile)	ISO 6974	DIN EN ISO 6974 (alle Teile)	–
EN ISO 6975 (alle Teile)	ISO 6975	DIN EN ISO 6975 (alle Teile)	–
EN ISO 6976	ISO 6976	DIN EN ISO 6976	–
–	ISO 7934	–	–
–	ISO 7935	–	–
–	ISO 7941	–	–
EN ISO 9000	ISO 9000	DIN EN ISO 9000	–
EN ISO 10523	ISO 10523	DIN EN ISO 10523	–
–	ISO 10396	–	–
–	ISO 10849	–	–
–	ISO 11042-1	–	–
–	ISO 11042-2	–	–
EN ISO 11541	ISO 11541	DIN EN ISO 11541	–
–	ISO 11564	–	–
–	ISO/TR 15916	–	–
EN 80000 (alle Teile)	ISO 80000 (alle Teile)	DIN EN 80000 (alle Teile)	–
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 61000-3-2 (VDE 0838-2), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 3-2: Grenzwerte – Grenzwerte für Oberschwingungsströme (Geräte-Eingangstrom = 16 A je Leiter)*

DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität*

DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder*

DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847-4-4), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-4: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst*

DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen*

DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren – Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder*

DIN EN 61000-4-8 (VDE 0847-4-8), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-8: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen*

DIN EN 61000-4-11 (VDE 0847-4-11), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-11: Prüf- und Messverfahren – Prüfungen der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen*

DIN EN 61000-6-1 (VDE 0839-6-1):2007-10, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-1: Fachgrundnormen – Störfestigkeit für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe (IEC 61000-6-1:2005); Deutsche Fassung EN 61000-6-1:2007*

DIN EN 61672-1, *Elektroakustik – Schallpegelmesser – Teil 1: Anforderungen*

DIN EN 61672-2, *Elektroakustik – Schallpegelmesser – Teil 2: Baumusterprüfung*

DIN EN 62282-3-200 (VDE 0130-3-200):2016-12, *Brennstoffzellentechnologien – Teil 3-200: Stationäre Brennstoffzellen-Energiesysteme – Leistungskennwerteprüfverfahren (IEC 62282-3-200:2015); Deutsche Fassung EN 62282-3-200:2016*

DIN IEC/TS 62282-1 (VDE V 0130-1:2015-06), *Brennstoffzellentechnologien – Teil 1: Begriffe (IEC/TS 62282-1:2013)*

DIN EN ISO 6326 (alle Teile), *Erdgas – Bestimmung von Schwefelverbindungen*

DIN EN ISO 6974 (alle Teile), *Erdgas – Bestimmung der Zusammensetzung und der zugehörigen Unsicherheit durch Gaschromatographie*

DIN EN ISO 6975 (alle Teile), *Erdgas – Erweiterte Analyse – Gaschromatographisches Verfahren*

DIN EN ISO 6976, *Erdgas – Berechnung von Brenn- und Heizwert, Dichte, relativer Dichte und Wobbeindex aus der Zusammensetzung*

DIN EN ISO 9000, *Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe*

DIN EN ISO 10523, *Wasserbeschaffenheit – Bestimmung des pH-Werts*

DIN EN 80000 (alle Teile), *Größen und Einheiten*

DIN EN ISO 11541, *Erdgas – Bestimmung des Wassergehaltes unter hohem Druck*

**Brennstoffzellentechnologien –
Teil 3-201: Stationäre Brennstoffzellen-Energiesysteme –
Leistungskennwerteprüfverfahren für kleine Brennstoffzellen-Energiesysteme
(IEC 62282-3-201:2017)**

Fuel cell technologies –
Part 3-201: Stationary fuel cell power systems –
Performance test methods for small fuel cell
power systems
(IEC 62282-3-201:2017)

Technologies des piles à combustible –
Partie 3-201: Systèmes à piles à combustible
stationnaires –
Méthodes d'essai des performances pour petits
systèmes à piles à combustible
(IEC 62282-3-201:2017)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2017-09-14 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2017 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62282-3-201:2017 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 105/564/CDV, zukünftige 2. Ausgabe der IEC 62282-3-201, erarbeitet vom IEC/TC 105 „Fuel cell technologies“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 62282-3-201:2017 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2018-06-14
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2020-09-14

Dieses Dokument ersetzt **EN 62282-3-201:2013**.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62282-3-201:2017 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 61672-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61672-1.
IEC 61672-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61672-2.
ISO 6060	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 6060.
ISO 6326 (alle Teile)	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 6326 (alle Teile).
ISO 6974 (alle Teile)	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 6974 (alle Teile).
ISO 6975	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 6975.
ISO 6976	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 6976.
ISO 7941	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 7941.
ISO 9000	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 9000.
ISO 10523	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 10523.
ISO 80000 (alle Teile)	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 80000 (alle Teile).
ISO 11541	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 11541.

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	2
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Symbole	13
5 Aufbau kleiner stationärer Brennstoffzellen-Energiesysteme	18
6 Referenzbedingungen	18
7 Heizwert-Basis	18
8 Vorbereitung der Prüfung	19
8.1 Allgemeines	19
8.2 Messunsicherheitsanalyse	19
8.3 Datenerfassungsplan	19
9 Prüfvorrichtung	19
10 Messinstrumente und Messverfahren	21
10.1 Allgemeines	21
10.2 Messinstrumente	21
10.3 Messpunkte	22
10.4 Mindestanforderungen an die systematische Messunsicherheit	23
11 Prüfbedingungen	24
11.1 Laborbedingungen	24
11.2 Installation und Betriebsbedingungen des Systems	24
11.3 Bedingungen der Leistungsversorgung	24
11.4 Prüfbrennstoff	24
12 Betriebsablauf	24
13 Prüfplan	26
14 Typprüfung der elektrischen und thermischen Leistung	27
14.1 Allgemeines	27
14.2 Brennstoffverbrauchsprüfung	27
14.3 Prüfung der elektrischen Leistungsabgabe	31
14.4 Prüfung der Wärmerückgewinnung	32
14.5 Anfahrprüfung	34
14.6 Hochfahrprüfung	39
14.7 Lagerungszustandsprüfung	40
14.8 Prüfung der Änderung der elektrischen Leistungsabgabe (Lastwechselprüfung)	41
14.9 Abschaltprüfung	43
14.10 Berechnung des Wirkungsgrads	45

	Seite
14.11 Wirkungsgrad des Betriebszyklus	47
14.12 Prüfung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV)	49
15 Typprüfung der Umweltleistung	51
15.1 Allgemeines	51
15.2 Geräuschpegelmessung	51
15.3 Abgasprüfung	53
15.4 Abwasserprüfung	65
16 Prüfberichte	65
16.1 Allgemeines	65
16.2 Titelseite	65
16.3 Inhalt	66
16.4 Zusammenfassender Bericht	66
Anhang A (normativ) Heizwerte für Erdgaskomponenten	67
Anhang B (informativ) Beispiele für Erdgaszusammensetzung	69
Anhang C (informativ) Beispiel eines Prüfplans	71
Anhang D (informativ) Typische Abgaskomponenten	72
Anhang E (informativ) Richtlinien zur Erstellung von ausführlichen und vollständigen Berichten	73
E.1 Allgemeines	73
E.2 Ausführlicher Prüfbericht	73
E.3 Vollständiger Prüfbericht	73
Anhang F (informativ) Ausgewählte Dauer des Nennleistungsbetriebs	74
Literaturhinweise	75
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	77
Bilder	
Bild 1 – Symboldiagramm	16
Bild 2 – Grundsätzlicher Aufbau eines kleinen stationären Brennstoffzellen-Energiesystems	18
Bild 3 – Beispiel einer Prüfanordnung für ein kleines stationäres Brennstoffzellen-Energiesystem für gasförmige Brennstoffe, das elektrische Energie und Nutzwärme bereitstellt	20
Bild 4 – Beispiel einer Prüfanordnung für ein kleines stationäres Brennstoffzellen-Energiesystem für gasförmige Brennstoffe, das nur elektrische Energie bereitstellt	20
Bild 5 – Betriebszustände eines stationären Brennstoffzellen-Energiesystems ohne Batterie	25
Bild 6 – Betriebszustände eines stationären Brennstoffzellen-Energiesystems mit Batterie	26
Bild 7 – Beispiel des elektrischen Leistungsverlaufs während der Startdauer eines Systems ohne Batterie	35
Bild 8 – Beispiel des elektrischen Leistungsverlaufs während der Startdauer eines Systems mit Batterie	36
Bild 9 – Beispiel für Versorgungssysteme für flüssige Brennstoffe	37
Bild 10 – Beispiel des elektrischen Leistungsverlaufs während des Hochfahrens eines Systems ohne Batterie	39
Bild 11 – Änderungsverlauf der elektrischen Leistungsabgabe eines Systems ohne Batterie	42

Bild 12 – Änderungsverlauf der elektrischen Leistungsabgabe eines Systems mit Batterie	42
Bild 13 – Beispiel für Kriterien der Stabilisierung einer elektrischen Leistungsabgabeänderung	43
Bild 14 – Elektrischer Leistungsverlauf während der Abschaltdauer	44
Bild 15 – Geräuschmesspunkte für kleine stationäre Brennstoffzellen-Energiesysteme	52

Tabellen

Tabelle 1 – Symbole und ihre Bedeutungen für die elektrische/thermische Leistung	13
Tabelle 2 – Symbole und ihre Bedeutung für die Umweltverträglichkeit	16
Tabelle 3 – Kompensation der Messwerte bezüglich des Einflusses von Hintergrundgeräuschen	52
Tabelle A.1 – Heizwerte für Erdgaskomponenten bei verschiedenen Referenz- Verbrennungsbedingungen für ideale Gase	67
Tabelle B.1 – Beispiele für Erdgaszusammensetzung	69
Tabelle B.2 – Beispiel für Propangaszusammensetzung	70
Tabelle C.1 – Beispiel eines Prüfplans	71
Tabelle D.1 – Typische Abgaskomponenten bei Verwendung typischer Brennstoffe	72
Tabelle F.1 – Ausgewählte Dauer des Nennleistungsbetriebs	74

Einleitung

Dieser Teil der Normenreihe IEC 62282 beschreibt einheitliche und wiederholbare Prüfverfahren für die elektrische und thermische Leistung sowie für die Umweltverträglichkeit von kleinen stationären Brennstoffzellen-Energiesystemen.

Der Anwendungsbereich dieses Dokuments ist auf kleine stationäre Brennstoffzellen-Energiesysteme (elektrische Leistungsabgabe unter 10 kW) beschränkt und bietet detaillierte, speziell für diese entwickelte Prüfverfahren. Grundlage dieser Norm ist **IEC 62282-3-200**, die die für alle Arten von Brennstoffzellen gemeinsam geltenden Prüfverfahren für die elektrische und thermische Leistung beschreibt.

Dieses Dokument ist für Hersteller kleiner stationärer Brennstoffzellen-Energiesysteme und/oder jene vorgesehen, die die Leistung der Systeme zu Zertifizierungsprozessen zu bewerten haben.

Anwender dieses Dokuments können aus den hier dargestellten Prüfungen diejenigen auswählen, die für ihre Zwecke geeignet sind. Dieses Dokument schließt weitere Verfahren nicht aus.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der Normenreihe IEC 62282 beschreibt die Prüfverfahren für die elektrische und thermische Leistung sowie für die Umweltverträglichkeit von kleinen stationären Brennstoffzellen-Energiesystemen, die folgende Kriterien erfüllen:

- Ausgang: elektrische Leistungsabgabe unter 10 kW;
- Ausgangbetriebsart: netzparalleler, netzunabhängiger oder Insel-Betrieb mit einphasigem Wechselstrom- oder dreiphasigem Drehstrom-Ausgang bis zu 1 000 V oder Gleichstromausgang bis 1 500 V;
ANMERKUNG Die Beschränkung auf 1 000 V für Wechselstrom ist Folge der Definition für „Niederspannung“ in IEC 60050-601:1985, 601-01-26.
- Betriebsdruck: maximal zulässiger Betriebsdruck unter 0,1 MPa (Überdruck) für den Brennstoff- und den Oxidationsmittel-Durchfluss;
- Brennstoff: gasförmige Brennstoffe (Erdgas, Flüssiggas, Propan, Butan, Wasserstoff usw.) oder flüssige Brennstoffe (Kerosin, Methanol usw.);
- Oxidationsmittel: Luft.

Dieses Dokument beschreibt ausschließlich Typprüfungen und die zugehörigen Prüfverfahren. Stückprüfungen werden nicht benötigt oder identifiziert. Leistungsziele sind nicht in diesem Dokument definiert.

Dieses Dokument gilt für Brennstoffzellen-Energiesysteme, deren vorrangiger Zweck die Erzeugung elektrischer Energie ist und deren Nebenzweck die Nutzung von Wärme sein kann. Demzufolge sind Brennstoffzellen-Energiesysteme, deren Hauptzweck die Wärmenutzung ist und die Nutzung von Stromnebenzwecken, außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Dokuments.

Alle Systeme mit integrierten Batterien werden in diesem Dokument behandelt. Dies schließt Systeme mit Batterien für die interne Aufladung oder Aufladung durch eine externe Quelle ein.

Dieses Dokument gilt nicht für zusätzliche Hilfswärmequellen zur Erzeugung von thermischer Energie.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

CISPR 11, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

IEC 61000-3-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-6-1:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 62282-3-200:2015, *Fuel cell technologies – Part 3-200: Stationary fuel cell power systems – Performance test methods*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen Terminologie-Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Geräuschpegel

durch das Brennstoffzellen-Energiesystem erzeugter Schalldruckpegel

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Geräuschpegel wird in Dezibel (dB) ausgedrückt und entsprechend 15.2 gemessen.

3.2

Hintergrund-Geräuschpegel

Schalldruck der Umgebungsgeräusche am Messpunkt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Messung ist wie in 15.2 beschrieben, wobei das Brennstoffzellen-Energiesystem im kalten Zustand ist.

3.3

Batterie

elektrochemischer Energiespeicher zur Energieversorgung von zusätzlichen Maschinen und Einrichtungen, die für den Betrieb des Brennstoffzellen-Energiesystems notwendig sind, und/oder zur elektrischen Energieabgabe

Anmerkung 1 zum Begriff: Pufferbatterien für den Speicher der Steuerungs-Software und ähnliche Anwendungen sind nicht eingeschlossen.

3.4

kalter Zustand

Zustand eines startbereiten Brennstoffzellen-Energiesystems bei Umgebungstemperatur, ohne dass Leistung zu- oder abgeführt wird

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.110.1, modifiziert – „startbereiten“ ergänzt]

3.5

Abgasrate

Masse oder ausgetragenes Abgas einer Komponente je Zeiteinheit

3.6

Abwasser

Wasser, das vom Brennstoffzellen-Energiesystem abgegeben wird, einschließlich Schmutzwasser und Kondensat

Anmerkung 1 zum Begriff: Abwasser ist kein Bestandteil des thermischen Rückgewinnungssystems.

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 2.2, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff hinzugefügt.]

3.7

elektrischer Wirkungsgrad

Verhältnis der über einen gegebenen Zeitraum gemittelten abgeführten elektrischen Nettoleistungabgabe eines Brennstoffzellen-Energiesystems zu der durchschnittlichen Brennstoff-Eingangsleistung, die über denselben Zeitraum demselben Brennstoffzellen-Energiesystem zugeführt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Sofern nicht anders angegeben, wird vom unteren Heizwert (LHV) ausgegangen

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.30.1, modifiziert – „gemittelten“ zur „abgeführten elektrischen Nettoleistungsabgabe“ hinzugefügt, „durchschnittlichen Brennstoff-Eingangsleistung“ anstelle von „gesamten Enthalpiefluss“]

3.8

elektrische Energiezufuhr

integrierte elektrische Leistungsaufnahme an den Eingangsklemmen

3.9

elektrische Energieabgabe

integrierte elektrische Leistungsabgabe an den Ausgangsklemmen

3.10

elektrische Leistungsaufnahme

elektrische Leistungsaufnahme an den elektrischen Eingangsklemmen des Brennstoffzellen-Energiesystems

3.11

elektrische Leistungsabgabe

elektrische Leistungsabgabe an den elektrischen Ausgangsklemmen des Brennstoffzellen-Energiesystems

3.12

Brennstoffzellen-Energiesystem

Energiewandlungssystem, das ein oder mehrere Brennstoffzellenmodule verwendet, um elektrische Arbeit und Wärme zu erzeugen

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.49, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff gelöscht]

3.13

Brennstoffeintrag

Menge an Erdgas, Wasserstoff, Methanol, Flüssiggas, Propan, Butan oder anderen chemischen Energieträgern, die unter festgelegten Betriebsbedingungen vom Brennstoffzellen-Energiesystem verbraucht wird

3.14

Brennstoff-Eingangsleistung

Energieaufnahme des Brennstoffzellen-Energiesystems aus Brennstoff je Zeiteinheit

3.15

Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung

Verhältnis der über einen vorgegebenen Zeitraum gemittelten rückgewonnenen Wärmeleistung zu der über denselben Zeitraum durchschnittlichen Gesamtleistungsaufnahme

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.30.3, modifiziert – „gemittelten rückgewonnen Wärmeleistung“ ersetzt „rückgewonnener Wärmefluss“, „durchschnittlichen Gesamtleistungsaufnahme“ anstelle von „gesamten Enthalpiefluss“ und Anmerkung 1 zum Begriff gestrichen]

3.16

Wärmeträger

Fluid, das zur Rückgewinnung von Wärmeenergie zwischen dem Brennstoffzellen-Energiesystem und einer Wärmesenke zirkuliert

3.17

inertes Spülgas

inertes oder Verdünnungsgas, das keine chemische Energie enthält und das dem Brennstoffzellen-Energiesystem unter bestimmten Bedingungen zugeführt wird, um es auf den Betrieb oder die Abschaltung vorzubereiten

Anmerkung 1 zum Begriff: Verdünnungsgas mit chemischer Energie ist als Brennstoff zu betrachten.

3.18

integrierter Brennstoffverbrauch

Volumen oder Masse des Brennstoffs, welche(s) von dem Brennstoffzellen-Energiesystem unter spezifizierten Betriebsbedingungen verbraucht wird

3.19

Messstellenpunkt

Messpunkt an der Systemgrenze eines Brennstoffzellen-Energiesystems, an der Stoffe und/oder Energie ein- oder austreten

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Systemgrenze ist so zu wählen, dass die Leistung des Systems exakt ermittelt werden kann. Falls erforderlich, sollte die Systemgrenze bzw. sollten die zu berücksichtigenden Messstellenpunkte des Brennstoffzellen-Energiesystems (Bild 2) durch die Beteiligten festgelegt werden.

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.65]

3.20

Massenkonzentration

volumetrische Massenkonzentration einer Gaskomponente im Abgas

3.21

elektrische Minimalleistungsabgabe

kleinste Nettoleistungsabgabe, bei der ein Brennstoffzellen-Energiesystem ununterbrochen stabil betrieben werden kann

3.22

elektrische Nettoleistungsabgabe

extern verfügbare elektrische Leistung des Brennstoffzellen-Energiesystems

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.85.3, modifiziert – „abgabe“ zur Benennung hinzugefügt und Anmerkungen 1 und 2 zum Begriff gestrichen]

3.23

elektrische Leistungsabgabe

elektrische Leistungsabgabe an den Ausgangsklemmen des Brennstoffzellen-Energiesystems unter üblichen, vom Hersteller definierten Betriebsbedingungen

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.85.4, modifiziert – „elektrische“ und „abgabe“ zur Benennung hinzugefügt und Anmerkung 1 zum Begriff gestrichen]

3.24

Betriebszyklus

vollständige Abfolge aufeinanderfolgender Betriebsphasen eines Brennstoffzellen-Energiesystems, die sich aus Anfahren (Start), Hochfahren, Bemessungsbetrieb und Abschalten zusammensetzt

3.25

elektrischer Wirkungsgrad des Betriebszyklus

Verhältnis der elektrischen Nettoenergieabgabe eines Brennstoffzellen-Energiesystems zur Brennstoffenergie, die demselben Brennstoffzellen-Energiesystem während eines vollständigen Betriebszyklus, d. h. Anfahren (Start), Hochfahren, Bemessungsbetrieb und Abschalten, zugeführt wird

3.26

gesamter Energiewirkungsgrad

Verhältnis der nutzbaren Gesamtleistungsabgabe (elektrische Nettoleistung und rückgewonnene thermische Leistung) zur durchschnittlichen Gesamtleistungsaufnahme, die dem Brennstoffzellen-Energiesystem zugeführt wird

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.30.4 modifiziert – alternativer Ausdruck gelöscht, „leistungsabgabe“ anstelle von „-energieflusses“, „durchschnittlichen Gesamtleistungsaufnahme“ anstelle von „gesamten Enthalpiefluss“ und Anmerkungen 1 und 2 zum Begriff gestrichen]

3.27

Bereitschaftszustand

Zustand eines Brennstoffzellen-Energiesystems bei ausreichender Betriebstemperatur und in einem Betriebszustand elektrischer Leistungsabgabe null, so dass das Brennstoffzellen-Energiesystem sofort in einen Betriebszustand mit deutlicher Wirkleistungsabgabe geschaltet werden kann

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.110.4]

3.28

Hochfahrenergie

elektrische und/oder chemische (Brennstoff-)Energie, die für den Übergang von positiver elektrischer Nettoleistungsabgabe zur bemessenen elektrischen Nettoleistungsabgabe erforderlich ist

3.29

Hochfahrdauer

Dauer, die für den Übergang von positiver elektrischer Nettoleistungsabgabe zur bemessenen elektrischen Nettoleistungsabgabe erforderlich ist

3.30

rückgewonnene Wärme

Wärmeenergie, die für Anwendungszwecke rückgewonnen wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Die rückgeführte Wärme wird gemessen, indem die Temperaturen und Durchflüsse des Wärmeträgers (Wasser, Dampf, Luft oder Öl usw.) ermittelt werden, die am Messstellenpunkt des Brennstoffzellen-Energiesystems in das Wärmerückgewinnungsteilsystem eintreten oder aus diesem austreten.

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 2.2, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff hinzugefügt]

3.31

rückgewonnene thermische Leistung

rückgewonnene Wärme je Zeiteinheit

3.32

Abschaltenergie

Summe aus elektrischer, thermischer und/oder chemischer (Brennstoff-)Energie, die während der Abschalt-dauer benötigt wird

3.33

Abschaltdauer

Dauer des Zeitintervalls zwischen dem Zeitpunkt der Auslösung eines Abschaltvorgangs bei bemessener elektrischer Leistungsabgabe und dem Erreichen des kalten Zustands oder des Lagerungszustands, wie vom Hersteller festgelegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Abschaltvorgang wird eingestuft in die Typen übliches Abschalten und Notabschaltung.

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.115.4, modifiziert – „der Auslösung eines Abschaltvorgangs bei bemessener elektrischer Leistungsabgabe“ anstelle von „in dem die Last entfernt wird,“ und „des Erreichens des kalten Zustands oder des Lagerungszustands“ anstelle von „in dem die Abschaltung ... abgeschlossen ist“]

3.34

Startenergie

- a) <Brennstoffzellen-Energiesystemen ohne Batterie> Summe der elektrischen, thermischen und/oder chemischen (Brennstoff-)Energie, die für den Übergang vom kalten Zustand oder Lagerungszustand zum Zustand der positiven elektrischen Nettoleistungsabgabe benötigt wird
- b) <Brennstoffzellen-Energiesystemen mit Batterie> Summe der elektrischen, thermischen und/oder chemischen (Brennstoff-)Energie, die für das Wiederaufladen der zur Bereitstellung der bemessenen elektrischen Leistungsabgabe während der Startdauer entladenen Batterie auf einen vorgegebenen Nennladezustand benötigt wird

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.109, modifiziert mit Zufügung der Domäne – Fall b) ergänzt und im Fall a) „für den Übergang vom kalten Zustand oder Lagerungszustand zum Zustand der positiven elektrischen Nettoleistungsabgabe“ anstelle von „während der Startdauer“]

3.35

Anfahrtsphase

- a) für Systeme, die keine externe elektrische Leistung im Lagerungszustand benötigen: Dauer zwischen dem Zeitpunkt, in dem der kalte Zustand verlassen wird, und dem ersten Zeitpunkt, in dem eine positive elektrische Nettoleistungsabgabe abgegeben wird
- b) für Systeme, die externe elektrische Leistung im Lagerungszustand benötigen: Dauer des Zeitintervalls zwischen dem Zeitpunkt, in dem der Lagerungszustand verlassen wird, und dem ersten Zeitpunkt, in dem eine positive elektrische Nettoleistungsabgabe abgegeben wird

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.115.5, modifiziert – „eine elektrische Nettoleistungsabgabe“ anstelle von „die elektrische Nettoleistung“]

3.36

stationäres Brennstoffzellen-Energiesystem

Brennstoffzellen-Energiesystem, das fest an einem Ort fixiert ist

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.49.3]

3.37

Lagerungszustand

Zustand eines startbereiten Brennstoffzellen-Energiesystems, in dem es nicht in Betrieb ist und in dem möglicherweise nach Herstellerangaben eine Versorgung mit Wärme- und/oder elektrischer Energie und/oder inerter Atmosphäre erforderlich ist, um eine Schädigung von Komponenten zu vermeiden und/oder Steuerungs-/Regelungssysteme oder andere Komponenten zu versorgen

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.110.6, modifiziert – „startbereiten“ sowie „und/oder Steuerungs-/Regelungssysteme oder andere Komponenten zu versorgen“ ergänzt]

3.38

Prüflauf

Zeitabschnitt, innerhalb dessen die Messwerte von Datenpunkten aufgezeichnet werden, die zur Berechnung der Prüfergebnisse erforderlich sind

3.39

thermische Speichereinheit

Einheit, in der die aus dem Brennstoffzellen-Energiesystem rückgewonnene Wärme in einem thermischen Speichermedium gespeichert wird und die diese Wärme nach Bedarf mittels eines Wärmeträgers nach außen liefert

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie besteht aus einem Wärmespeicherbehälter, einem Wärmetauscher und einem Wärmeträger-Versorgungssystem.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein typisches thermisches Speichermedium ist Wasser.

3.40

Abwärme

Wärmeenergie, die abgeführt und nicht rückgewonnen wird

[QUELLE: IEC TS 62282-1:2013, 2.2]

4 Symbole

Symbole und deren Bedeutung, wie sie in diesem Teil von IEC 62282 verwendet werden, sind mit den entsprechenden Einheiten in Tabelle 1 für die elektrische und thermische Leistung und in Tabelle 2 für die Umweltverträglichkeit aufgeführt.

Tabelle 1 – Symbole und ihre Bedeutungen für die elektrische/thermische Leistung (1 von 3)

Symbol	Definition	Einheit
c	spezifische Wärme	
c_{HR}	spezifische Wärmekapazität des Wärmeträgers	$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
E	Energie	
E_{mf}	Energiezufuhr des gasförmigen Brennstoffs je Masseinheit	kJ/kg
E_{vf}	Energiezufuhr des Brennstoffs je Volumeneinheit	kJ/m^3
E_{fin}	Brennstoffeingangsenergie	kJ
$E_{finstbat}$	benötigte Brennstoffeingangsenergie während der Startdauer für Systeme mit Batterie	kJ
E_{finst}	benötigte Brennstoffeingangsenergie während der Startdauer	kJ
$E_{finramp}$	benötigte Brennstoffeingangsenergie für das Hochfahren	kJ
$E_{finshut}$	benötigte Brennstoffeingangsenergie für das Abschalten	kJ
E_{fincyc}	benötigte Brennstoffeingangsenergie für einen Betriebszyklus vom Starten über das Hochfahren und den Bemessungsbetrieb bis zum Abschalten	kJ
H	Heizwert	
H_{f0}	Heizwert des Brennstoffs auf molarer Basis bei Referenzbedingungen	kJ/mol
H_{f0j}	Heizwert der Komponente j bei der Referenztemperatur T_0	kJ/mol
H_{fl}	Heizwert des Flüssigbrennstoffs	kJ/kg
M	Molare Masse	
M_f	molare Masse des Brennstoffs	kg/mol
m	Masse	
m_f	Massendurchfluss, der über die Prüfdauer gemessen wird	kg
m_{HR}	Masse des Wärmeträgers	kg
P, dP	Leistung, Leistungswechselrate	
P_n	durchschnittliche elektrische Nettoleistungsabgabe	kW
P_{rated}	bemessene elektrische Leistungsabgabe	kW
P_{min}	minimale elektrische Leistungsabgabe	kW
P_d	Änderung der elektrischen Leistungsabgabe zwischen P_{rated} und P_{min}	kW
$P_{instore}$	durchschnittliche elektrische Leistungsaufnahme im Lagerungszustand	kW
P_{HR}	durchschnittliche rückgewonnene Wärmeleistung	kJ/s
P_{fin}	durchschnittliche Brennstoff-Eingangsleistung	kJ/s
dP_{down}	Abnahme der elektrischen Leistungsabgabe	kW/s
dP_{up}	Zunahme der elektrischen Leistungsabgabe	kW/s

Tabelle 1 (2 von 3)

Symbol	Definition	Einheit
Druck		
p		
p_0	Referenzdruck (101,325 kPa [absolut])	kPa [absolut]
p_t	durchschnittlicher Druck des Brennstoffs	kPa [absolut]
Massendurchfluss		
q_m		
q_{mf}	durchschnittliche Massendurchflussrate des Brennstoffs	kg/s
q_{mHR}	durchschnittlicher Wärmeträger-Massenfluss	kg/s
Volumendurchsatz		
q_v		
q_{vf}	durchschnittlicher Volumendurchsatz des Brennstoffs bei Prüfbedingungen	m ³ /s
q_{vf0}	durchschnittlicher Volumendurchsatz des Brennstoffs bei Referenzbedingungen	m ³ /s
q_{vHR}	durchschnittlicher Volumendurchsatz des Wärmeträgers	m ³ /s
Temperatur		
T		
T_0	Referenztemperatur (288,15 K)	K
T_t	durchschnittliche Brennstofftemperatur	K
T_{HR1}	mittlere Wärmeträgertemperatur am Vorlauf	K
T_{HR2}	mittlere Wärmeträgertemperatur am Rücklauf	K
T_s	Normaltemperatur (273,15 K)	K
ΔT	Temperaturdifferenz zwischen Eingang und Ausgang der Flüssigkeit zur Wärmerückgewinnung	K
Zeit		
t		
Δt	Prüfdauer	s
Δt_{st}	Startdauer	s
Δt_{stbat}	Zeitspanne von der Auslösung der Anfahrtsphase bis zur Beendigung der vollständigen Wiederaufladung der Batterie	s
t_{st1}	Startzeit der Anfahrtsphase	
t_{st2}	Zeitpunkt der Beendigung der Anfahrtsphase	
t_{st3bat}	Zeitpunkt der vollständigen Wiederaufladung der Batterie	
Δt_{shut}	Abschaltdauer	s
t_{shut1}	Startzeit der Abschaltphase	
t_{shut2}	Zeitpunkt der Beendigung der Abschaltphase	
Δt_{lcdown}	Zeitspanne der Abnahme der elektrischen Leistungsabgabe von t_{lc1} bis t_{lc2}	s
Δt_{lcup}	Zeitspanne der Zunahme der elektrischen Leistungsabgabe von t_{lc3} bis t_{lc4}	s
t_{lc1}	Anfangszeitpunkt der Abnahme der elektrischen Leistungsabgabe	
t_{lc2}	Zeitpunkt, zu dem die elektrische Leistungsabgabe die minimale elektrische Leistungsabgabe innerhalb von $\pm 2\%$ der bemessenen elektrischen Leistungsabgabe erreicht hat	
t_{lc3}	Anfangszeitpunkt der Zunahme der elektrischen Leistungsabgabe	
t_{lc4}	Zeitpunkt, zu dem die elektrische Leistungsabgabe die bemessene elektrische Leistungsabgabe innerhalb von $\pm 2\%$ der bemessenen elektrischen Leistungsabgabe erreicht hat	
t_{rated}	Dauer der Phase mit bemessener elektrischer Leistungsabgabe eines Betriebszyklus vom Starten über das Hochfahren und die bemessene Leistungsabgabe bis zum Abschalten	s
Δt_{ramp}	Hochfahrdauer	s

Tabelle 1 (3 von 3)

Symbol	Definition	Einheit
t_{ramp1}	Startzeit der Hochfahrphase	
t_{ramp2}	Zeitpunkt der Beendigung der Hochfahrphase	
V	Volumen	
V_f	Brennstoffvolumen, das über die Prüfdauer gemessen wird	m ³
V_{HR}	Volumen des Wärmeträgers	m ³
V_m	Molvolumen	
V_m	Referenzmolvolumen eines idealen Gases ($2,364\,5 \times 10^{-2}$ m ³ /mol bei Referenztemperatur $T_0 = 288,15$ K oder $2,241\,4 \times 10^{-2}$ m ³ /mol bei Normaltemperatur $T_s = 273,15$ K, beide unter Referenzdruck $p_0 = 101,325$ kPa)	m ³ /mol
W	Elektrische Energie	
W_{out}	elektrischer Energieaustrag	kWh
W_{outbat}	elektrische Energieabgabe während der Zeitspanne von der Auslösung der Anfahrtsphase, t_{st1} , bis zum Zeitpunkt der vollständigen Wiederaufladung der Batterie, t_{st3bat}	kWh
W_{in}	elektrische Energiezufuhr	kWh
W_{inbat}	elektrische Energiezufuhr während der Zeitspanne von der Auslösung der Anfahrtsphase, t_{st1} , bis zum Zeitpunkt der vollständigen Wiederaufladung der Batterie, t_{st3bat}	kWh
W_{inst}	elektrische Energiezufuhr während der Anfahrtsphase	kWh
W_{instbat}	benötigte elektrische Energie während der Zeitspanne von der Auslösung der Anfahrtsphase, t_{st1} , bis zum Zeitpunkt der vollständigen Wiederaufladung der Batterie, t_{st3bat}	kWh
W_{inshut}	elektrische Energiezufuhr während der Abschaltphase	kWh
W_{instore}	elektrische Energiezufuhr im Lagerungszustand	kWh
W_{outramp}	elektrische Energieabgabe während des Hochfahrens	kWh
W_{outcyc}	elektrische Energieabgabe während eines Betriebszyklus vom Starten über das Hochfahren und den Bemessungsbetrieb bis zum Abschalten	kWh
x	Stoffmengenanteil (Molenbruch)	
x_j	Stoffmengenanteil der Komponente j	
η	Wirkungsgrad	
η_{el}	elektrischer Wirkungsgrad	%
η_{th}	Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung	%
η_{total}	Gesamtenergieeffizienz	%
η_{cyc}	elektrischer Betriebszyklus-Wirkungsgrad	%
ρ	Dichte	
ρ_{HR}	Dichte des Wärmeträgers bei T_{HR1}	kg/m ³

ANMERKUNG Die Hauptsymbole innerhalb der Brennstoffzellen-Energiesystems sind Bild 1 zu entnehmen.

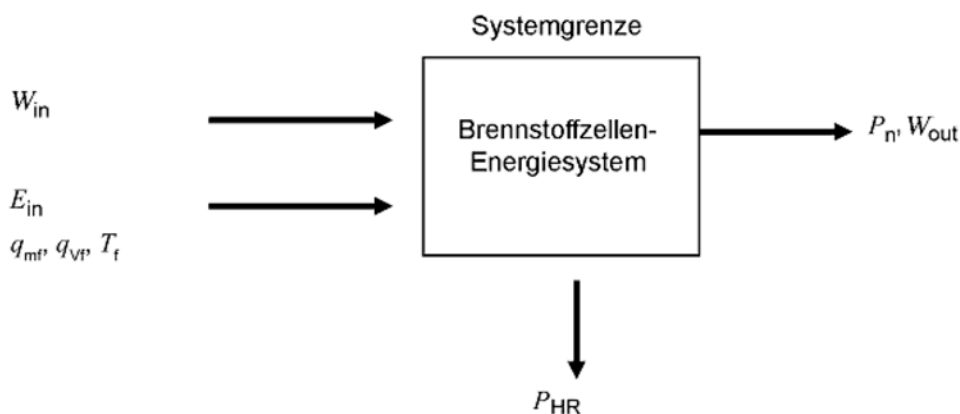


Bild 1 – Symboldiagramm

Tabelle 2 – Symbole und ihre Bedeutung für die Umweltverträglichkeit (1 von 2)

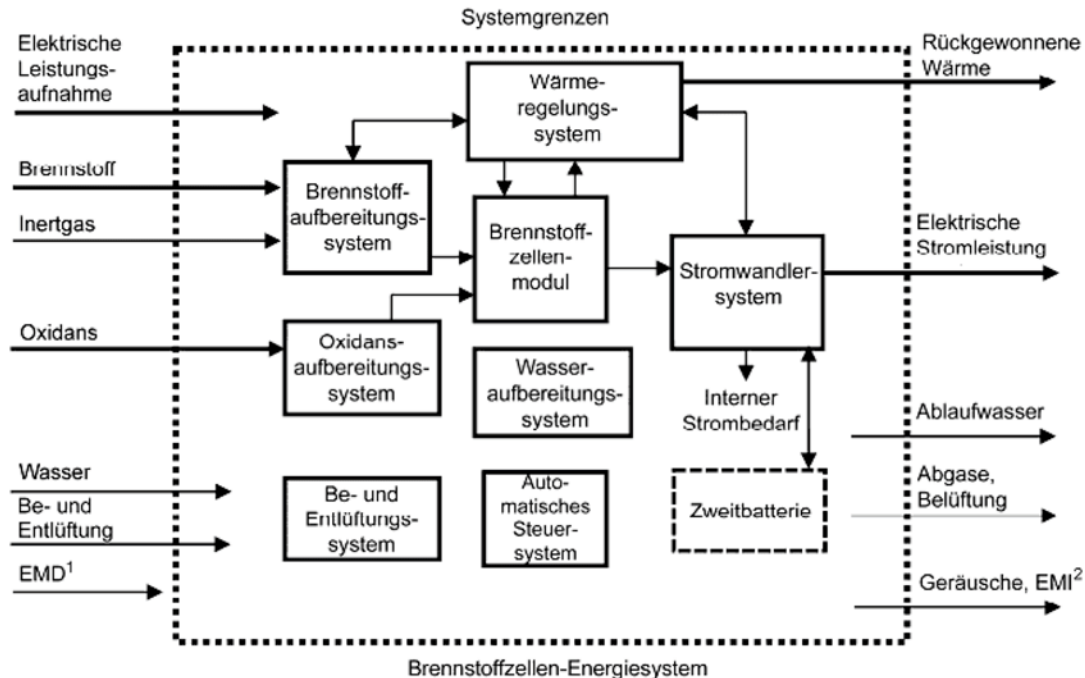
Symbol	Definition	Einheit
M_r	Relative Molekülmasse	
$M_{r,t}$	zusammensetzungsbedingte relative Molekülmasse des Brennstoffs	
$M_r(\text{CO}_2)$	relative Molekülmasse von CO_2 ($M_r(\text{CO}_2) \approx 44,01$)	
$M_r(\text{CO})$	relative Molekülmasse von CO ($M_r(\text{CO}) \approx 28,01$)	
$M_r(\text{THC})$	zusammensetzungsbedingte relative Molekülmasse von THC	
$M_r(\text{NO}_x)$	relative Molekülmasse von NO_x unter der Annahme, dass die gesamte NO_x -Menge als NO_2 vorliegt ($M_r(\text{NO}_x) \approx 46,01$)	
$M_r(\text{SO}_2)$	relative Molekülmasse von SO_2 ($M_r(\text{SO}_2) \approx 64,06$)	
q_m	Massenausstoß	
$q_{m,\text{ex}}(\text{CO}_2)$	CO_2 -Massenausstoß durch das Abgas	g/h
$q_{m,\text{ex}}(\text{CO})$	CO -Massenausstoß durch das Abgas	g/h
$q_{m,\text{ex}}(\text{THC})$	THC-Massenausstoß durch das Abgas	g/h
$q_{m,\text{ex}}(\text{NO}_x)$	NO_x -Massenausstoß durch das Abgas	g/h
$q_{m,\text{ex}}(\text{SO}_2)$	SO_2 -Massenausstoß durch das Abgas	g/h
V	Volumen	
$V_{\text{ex,th,dr},V}$	theoretisches Volumen des trockenen Abgases je Zufuhrvolumen des gasförmigen Brennstoffs	m^3/m^3
$V_{\text{ex,th,dr},m}$	theoretisches Volumen des trockenen Abgases je Zufuhrvolumen des flüssigen Brennstoffs	m^3/kg
$V_f(\text{H}_2)$	H_2 -Volumen in Volumeneinheit je Brennstoffzufuhrvolumen	m^3/m^3
$V_f(\text{CO})$	CO -Volumen in Volumeneinheit je Brennstoffzufuhrvolumen	m^3/m^3
$V_f(\text{CO}_2)$	CO_2 -Volumen in Volumeneinheit je Brennstoffzufuhrvolumen	m^3/m^3
$V_f(\text{N}_2)$	N_2 -Volumen in Volumeneinheit je Brennstoffzufuhrvolumen	m^3/m^3
$V_f(\text{CH}_4)$	CH_4 -Volumen in Volumeneinheit je Brennstoffzufuhrvolumen	m^3/m^3
$V_f(\text{C}_2\text{H}_6)$	C_2H_6 -Volumen in Volumeneinheit je Brennstoffzufuhrvolumen	m^3/m^3
$V_f(\text{C}_3\text{H}_8)$	C_3H_8 -Volumen in Volumeneinheit je Brennstoffzufuhrvolumen	m^3/m^3
$V_f(\text{C}_4\text{H}_{10})$	C_4H_{10} -Volumen in Volumeneinheit je Brennstoffzufuhrvolumen	m^3/m^3
$V_f(\text{C}_5\text{H}_{12})$	C_5H_{12} -Volumen in Volumeneinheit je Brennstoffzufuhrvolumen	m^3/m^3

Tabelle 2 (2 von 2)

Symbol	Definition	Einheit
w	Massenanteil	
$w(C)$	Massenanteil des Elements C je Masseinheit des Brennstoffverbrauchs	kg/kg
$w(H)$	Massenanteil des Elements H je Masseinheit des Brennstoffverbrauchs	kg/kg
$w(S)$	Massenanteil des Elements S je Masseinheit des Brennstoffverbrauchs	kg/kg
$w(N)$	Massenanteil des Elements N je Masseinheit des Brennstoffverbrauchs	kg/kg
$w(O)$	Massenanteil des Elements O je Masseinheit des Brennstoffverbrauchs	kg/kg
α	Atomares Verhältnis von Wasserstoff zu Kohlenstoff	
α_f	atomares Verhältnis von Wasserstoff zu Kohlenstoff im Brennstoff	
$\alpha(THC)$	atomares Verhältnis von Wasserstoff zu Kohlenstoff im Abgas	
γ	Massenkonzentration	
$\gamma_{ex}(CO)$	CO-Massenkonzentration im trockenen Abgas	mg/m ³
$\gamma_{ex}(THC)$	THC-Massenkonzentration im trockenen Abgas	mg/m ³
$\gamma_{ex}(NO_x)$	NO _x -Massenkonzentration im trockenen Abgas	mg/m ³
$\gamma_{ex}(SO_2)$	SO ₂ -Massenkonzentration im trockenen Abgas	mg/m ³
ε	Emission	
$\varepsilon(CO)$	Masse der CO-Emission je Energieinheit des Brennstoffverbrauchs	mg/kW·h
$\varepsilon(THC)$	Masse der THC-Emission je Energieinheit des Brennstoffverbrauchs	mg/kW·h
$\varepsilon(NO_x)$	Masse der NO _x -Emission je Energieinheit des Brennstoffverbrauchs	mg/kW·h
$\varepsilon(SO_2)$	Masse der SO ₂ -Emission je Energieinheit des Brennstoffverbrauchs	mg/kW·h
ρ	Dichte	
$\rho(CO)$	CO-Dichte	kg/m ³
$\rho(NO_2)$	NO ₂ -Dichte	kg/m ³
$\rho(SO_2)$	SO ₂ -Dichte	kg/m ³
φ	Volumenanteil	
$\varphi_{B,corr}$	korrigierter Volumenanteil der Komponente B	ml/m ³ , Vol %
$\varphi_{B,meas}$	gemessener Volumenanteil der Komponente B	ml/m ³ , Vol %
$\varphi_{at}(O_2)$	gemessener O ₂ -Volumenanteil in der Atmosphäre am Lufteinlass im trockenen Zustand (für Frischluft gilt $\varphi_{at}(O_2) \approx 21\%$)	Vol %
$\varphi_{ex}(O_2)$	gemessener O ₂ -Volumenanteil im trockenen Abgas	Vol %
$\varphi_{ex,corr}(CO_2)$	korrigierter CO ₂ -Volumenanteil im trockenen Abgas	Vol %
$\varphi_{ex,corr}(CO)$	korrigierter CO-Volumenanteil im trockenen Abgas	ml/m ³
$\varphi_{ex,corr}(THC)$	korrigierter THC-Volumenanteil im trockenen Abgas (Kohlenstoff-Äquivalent)	ml/m ³
$\varphi_{ex,corr}(NO_x)$	korrigierter NO _x -Volumenanteil im trockenen Abgas	ml/m ³
$\varphi_{ex,corr}(SO_2)$	korrigierter SO ₂ -Volumenanteil im trockenen Abgas	ml/m ³

5 Aufbau kleiner stationärer Brennstoffzellen-Energiesysteme

Bild 2 zeigt den prinzipiellen Aufbau von in diesem Dokument behandelten kleinen stationären Brennstoffzellen-Energiesystemen sowie die Prüfgrenzen und die Zu- und Abströme zum und vom Brennstoffzellen-Energiesystem.



Legende

- ¹ EMD elektromagnetische Störung
² EMI elektromagnetische Störung

Bild 2 – Grundsätzlicher Aufbau eines kleinen stationären Brennstoffzellen-Energiesystems

6 Referenzbedingungen

Die Referenzbedingungen sind folgendermaßen spezifiziert:

- Referenztemperatur: $T_0 = 288,15 \text{ K}$ (15 °C);
- Referenzdruck: $p_0 = 101,325 \text{ kPa}$ (abs).

7 Heizwert-Basis

Unter Heizwert des Brennstoffs wird grundsätzlich der untere Heizwert (LHV) (en: lower heating value) verstanden.

Im Fall der Anwendung des LHV für die Berechnung des Wirkungsgrades ist es nicht nötig, das Symbol „LHV“ hinzuzufügen:

$$\eta_{\text{el}}, \eta_{\text{th}} \text{ oder } \eta_{\text{gesamt}} = \text{XX} \%$$

Wird der obere Heizwert (HHV) (en: higher heating value) verwendet, muss die Abkürzung „HHV“ zum Wert des Energiewirkungsgrades wie folgt hinzugefügt werden:

$$\eta_{\text{el}}, \eta_{\text{th}} \text{ oder } \eta_{\text{gesamt}} = \text{XX} \% (\text{HHV})$$

ANMERKUNG LHV und HHV von Brennstoffen sind in [Tabelle A.1](#) aufgeführt.

8 Vorbereitung der Prüfung

8.1 Allgemeines

Abschnitt 8 beschreibt typische Kriterien, die vor der Durchführung einer Prüfung zu berücksichtigen sind. Bei allen Prüfungen ist es erforderlich, die Messunsicherheit zu minimieren, indem man Hochpräzisionsmessgeräte auswählt und die Prüfungen gründlich und detailliert plant. Detaillierte Prüfanleitungen, basierend auf diesem Dokument, sind von den Beteiligten vor der Prüfung vorzubereiten. Eine schriftliche Prüfanleitung muss erstellt werden.

Die folgenden Punkte müssen in der Prüfanleitung berücksichtigt werden:

- a) Ziel;
- b) die Prüfspezifikationen;
- c) Qualifikationen des Prüfpersonals;
- d) Normen zur Qualitätssicherung (z.B. ISO 9000 oder andere vergleichbare Normen);
- e) einzuhaltende Messunsicherheit;
- f) Messgeräteausrüstung (mit Bezug auf [Abschnitt 10](#));
- g) erwarteter Bereich der Prüfparameter;
- h) Datenerfassungsplan.

8.2 Messunsicherheitsanalyse

Für die drei unten genannten Messgrößen ist eine Messunsicherheitsanalyse durchzuführen, um die Zuverlässigkeit der Prüfergebnisse zu definieren und den Anforderungen des Kunden zu entsprechen. Die nachfolgend aufgeführten Prüfergebnisse sind zur Bestimmung der absoluten und relativen Messunsicherheit zu untersuchen. Eine Prüfung ist so zu planen, dass die Zuverlässigkeit der Ergebnisse für die folgenden Punkte ausgewertet werden kann:

- elektrischer Wirkungsgrad;
- Wirkungsgrad der rückgeführten Wärme;
- energetischer Gesamtwirkungsgrad (Nutzungsgrad).

ANMERKUNG Siehe auch IEC 62282-3-200:2015, Anhang A.

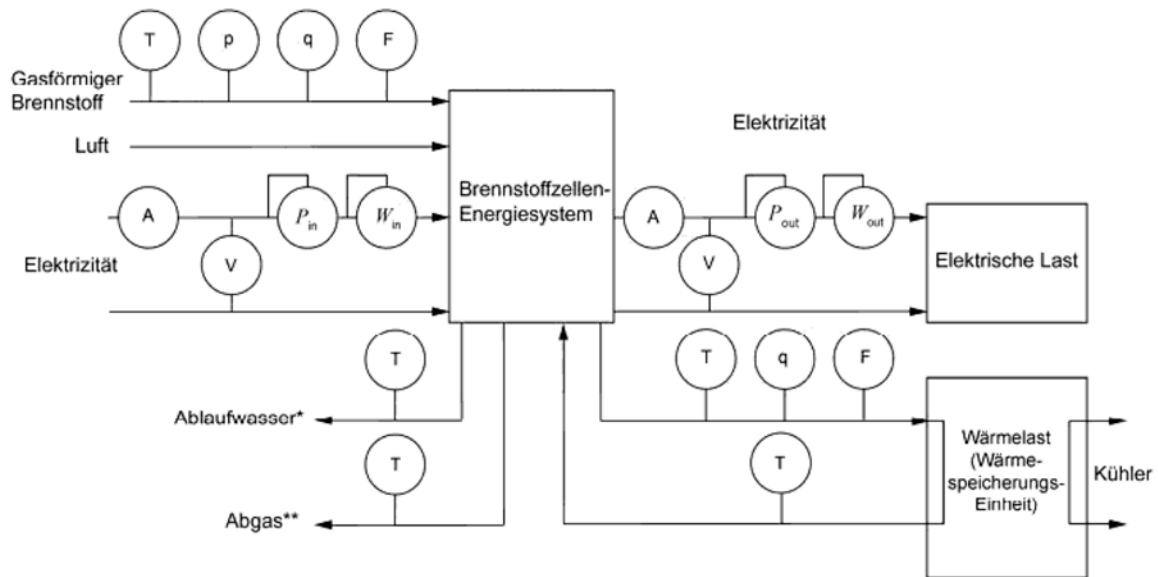
8.3 Datenerfassungsplan

Vor Beginn der Leistungsprüfung sind das für die tolerierbare Messunsicherheit nötige Datenerfassungssystem und die für die erforderliche Aufzeichnungshäufigkeit und -geschwindigkeit geeignete Ausrüstung zur Messwertaufzeichnung vorzubereiten.

Eine automatisierte Datenerfassung durch einen Computer oder ähnliche Geräte ist zu bevorzugen.

9 Prüfvorrichtung

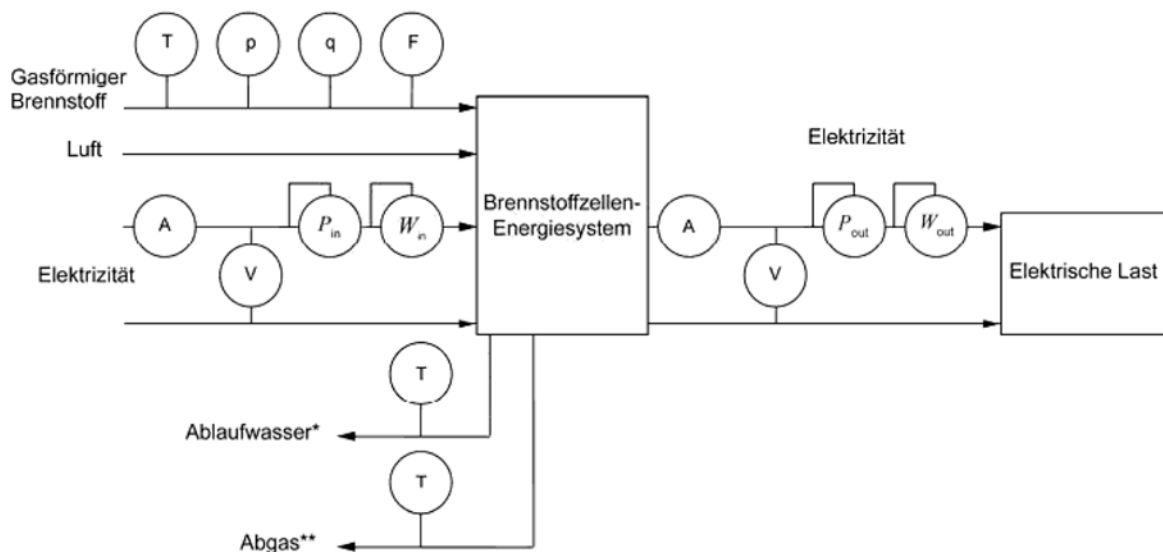
[Bild 3](#) und [Bild 4](#) zeigen Beispiele des Prüfaufbaus, um Prüfungen von kleinen stationären Brennstoffzellen-Energiesystemen mit gasförmigen Brennstoffen nach Anweisung dieses Dokuments durchzuführen. In [Bild 3](#) sind an das Brennstoffzellen-Energiesystem ein elektrischer und ein thermischer Verbraucher angeschlossen. [Bild 3](#) zeigt die Messung der elektrischen Eigenschaften und der Wärmerückgewinnungseigenschaften des Systems. Als thermischer Verbraucher kann eine Wärmespeichereinheit benutzt werden, die aus dem Brennstoffzellen-Energiesystem rückgewonnene Wärme in einem thermischen Speichermedium speichert. In [Bild 4](#) ist nur eine elektrische Last mit dem Brennstoffzellen-Energiesystem verbunden. [Bild 4](#) zeigt die Messung der elektrischen Eigenschaften des Systems.



Legende

Siehe Legende zu Bild 4.

Bild 3 – Beispiel einer Prüfanordnung für ein kleines stationäres Brennstoffzellen-Energiesystem für gasförmige Brennstoffe, das elektrische Energie und Nutzwärme bereitstellt



Legende

(A) Ammeter	(q) Strömungsmessgerät
(V) Spannungsmessgerät	(F) integriertes Strömungsmessgerät
(T) Thermometer	(P) Stromflussmessgerät
(p) Druckmessgerät	(W) elektrisches Energiemessgerät

* Ableitung zur Auffangvorrichtung für die Messung des Volumens (oder der Masse), des pH-Werts, des BSB (biochemischer Sauerstoffbedarf), CSB (chemischer Sauerstoffbedarf)

** zur Auffangvorrichtung für die Analyse der Abgaskomponenten

Bild 4 – Beispiel einer Prüfanordnung für ein kleines stationäres Brennstoffzellen-Energiesystem für gasförmige Brennstoffe, das nur elektrische Energie bereitstellt