

DIN EN 62282-3-200
(VDE 0130-3-200)

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 62282-3-200
(VDE 0130-3-200):2012-08

Siehe Anwendungsbeginn

Brennstoffzellentechnologien –
Teil 3-200: Stationäre Brennstoffzellen-Energiesysteme –
Leistungskennwertprüfverfahren
(IEC 62282-3-200:2015);
Deutsche Fassung EN 62282-3-200:2016

Fuel cell technologies –
 Part 3-200: Stationary fuel cell power systems –
 Performance test methods
 (IEC 62282-3-200:2015);
 German version EN 62282-3-200:2016

Technologies des piles à combustible –
 Partie 3-200: Systèmes à piles à combustible stationnaires –
 Méthodes d'essai des performances
 (IEC 62282-3-200:2015);
 Version allemande EN 62282-3-200:2016

Gesamtumfang 84 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2015-12-24 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2016-12-01.

Für DIN EN 62282-3-200 (VDE 0130-3-200):2012-08 besteht eine Übergangsfrist bis 2018-12-24.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 62282-3-200 (VDE 0130-3-200):2013-05.

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 dieser Publikation bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 62282-3-200 (VDE 0130-3-200):2012-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Norm wurde vollständig im Hinblick auf bessere Transparenz im Verständnis und den Schutzziele der geforderten Prüfungen überarbeitet;
- b) ein stabiler Bereich von $\pm 10\%$ für die thermische Ausgangsleistung bei 100 % Reaktionszeit ist nun anstelle der Prüfung der thermischen Ausgangsleistung bei 90 % Reaktionszeit vorgesehen, während die Prüfung der elektrischen Ausgangsleistung bei 90 % Reaktionszeit unverändert als Option bleibt;
- c) die Berechnung der Anstiegsrate in kW/s entfällt, es bleibt nur die Berechnung der Reaktionszeit in s;
- d) Verfahren, Merkmale und Bilder in 9.3 zu den Reaktionsmerkmalen der elektrischen und thermischen Leistungen wurden geändert, um sicherzustellen, dass sie genaue und übereinstimmende Ergebnisse liefern;
- e) die maximal zulässige momentane Transiente der elektrischen Ausgangsleistung wurde in den informativen Anhang D verschoben.

Frühere Ausgaben

DIN EN 62282-3-2 (VDE 0130-302): 2007-02

DIN EN 62282-3-200 (VDE 0130-3-200): 2012-08

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 3)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050 (alle Teile)	a	–
–	IEC 60050-151	a	–
–	IEC 60050-300	a	–
EN 60051 (alle Teile)	IEC 60051 (alle Teile)	DIN EN 60051 (alle Teile)	–
EN 60359	IEC 60359	DIN EN 60359	–
EN 60688	IEC 60688	DIN EN 60688	–
EN 61000-4-7	IEC 61000-4-7	DIN EN 61000-4-7 (VDE 0847-4-7)	VDE 0847-4-7
EN 61000-4-13	IEC 61000-4-13	DIN EN 61000-4-13 (VDE 0847-4-13)	VDE 0847-4-13
EN 61028	IEC 61028	DIN EN 61028	–
EN 61143 (alle Teile)	IEC 61143 (alle Teile)	DIN EN 61143 (alle Teile)	–
EN 61672-1	IEC 61672-1	DIN EN 61672-1	–
EN 61672-2	IEC 61672-2	DIN EN 61672-2	–
EN 62052-11	IEC 62052-11	DIN EN 62052-11 (VDE 0418-2-11)	VDE 0418-2-11
EN 62053-22	IEC 62053-22	DIN EN 62053-22 (VDE 0418-3-22)	VDE 0418-3-22
EN 62282 (alle Teile)	IEC 62282 (alle Teile)	DIN EN 62282 (VDE 0130) (alle Teile)	VDE 0130
–	IEC/TS 62282-1:2013	DIN IEC/TS 62282-1 (VDE V 0130-1):2015-06	VDE V 0130-1
EN 62282-3-201	IEC 62282-3-201	DIN EN 62282-3-201 (VDE 0130-3-201)	VDE 0130-3-201
–	ISO/IEC Guide 98-3	–	–
–	ISO 3648	–	–
EN ISO 3744	ISO 3744	DIN EN ISO 3744	–

Tabelle NA.1 (2 von 3)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	ISO 4677-1 zurückgezogen	–	–
–	ISO 4677-2 zurückgezogen	–	–
EN ISO 5167 (alle Teile)	ISO 5167 (alle Teile)	DIN EN ISO 5167 (alle Teile)	–
–	ISO 5348	DIN ISO 5348	–
–	ISO 5815-2	–	–
–	ISO 6060	DIN ISO 6060 zurückgezogen	–
EN ISO 6326 (alle Teile)	ISO 6326 (alle Teile)	DIN EN ISO 6326 (alle Teile)	–
EN ISO 6974 (alle Teile)	ISO 6974 (alle Teile)	DIN EN ISO 6974 (alle Teile)	–
EN ISO 6975 (alle Teile)	ISO 6975 (alle Teile)	DIN EN ISO 6975 (alle Teile)	–
EN ISO 6976:2005	ISO 6976:1995 + Cor. 1:1997 + Cor. 2:1997 + Cor. 3:1999	DIN EN ISO 6976:2005-09	–
–	ISO 7934	DIN ISO 7934 zurückgezogen	–
–	ISO 7935	–	–
–	ISO 8217	DIN ISO 8217	–
EN ISO 9000	ISO 9000	DIN EN ISO 9000	–
EN ISO 10101 (alle Teile)	ISO 10101 (alle Teile)	DIN EN ISO 10101 (alle Teile)	–
–	ISO 10396	–	–
EN ISO 10523	ISO 10523	DIN EN ISO 10523	–
–	ISO 10780	–	–
–	ISO 10849	–	–
–	ISO 11042-1	–	–
–	ISO 11042-2	–	–
–	ISO 11086	–	–
EN ISO 11541	ISO 11541	DIN EN ISO 11541	–
–	ISO 11564	–	–
–	ISO 11632	DIN ISO 11632 zurückgezogen	–
–	ISO 14687-1	–	–
–	ISO 14687-3	–	–
–	ISO/TR 15916	–	–
–	ISO 16622	DIN ISO 16622	–
–	ASTM F2602	–	–

Tabelle NA.1 (3 von 3)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	ASTM F2828	–	–
–	ASTM D4809-00	–	–
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60051 (alle Teile), *Direkt wirkende anzeigende elektrische Messgeräte und ihr Zubehör – Messgeräte mit Skalanzeige*

DIN EN 60359, *Elektrische und elektronische Messeinrichtungen – Angabe zum Betriebsverhalten*

DIN EN 60688, *Elektrische Messumformer zur Umwandlung von elektrischen Wechselstromgrößen und Gleichstromgrößen in analoge oder digitale Signale*

DIN EN 61000-4-7 (VDE 0847-4-7), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-7: Prüf- und Messverfahren – Allgemeiner Leitfadens für Verfahren und Geräte zur Messung von Oberschwingungen und Zwischenharmonischen in Stromversorgungsnetzen und angeschlossenen Geräten*

DIN EN 61000-4-13 (VDE 0847-4-13), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-13: Prüf- und Messverfahren – Prüfungen der Störfestigkeit am Wechselstrom-Netzanschluss gegen Oberschwingungen und Zwischenharmonische einschließlich leitungsgeführter Störgrößen aus der Signalübertragung auf elektrischen Niederspannungsnetzen*

DIN EN 61028, *Elektrische Messgeräte – X-Y-Schreiber*

DIN EN 61143 (alle Teile), *Elektrische Messgeräte – X-t-Schreiber*

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

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

DIN EN 62052-11 (VDE 0418-2-11), *Wechselstrom-Elektrizitätszähler – Allgemeine Anforderungen, Prüfungen und Prüfbedingungen – Teil 11: Messeinrichtungen*

DIN EN 62053-22 (VDE 0418-3-22), *Wechselstrom-Elektrizitätszähler – Besondere Anforderungen – Teil 22: Elektronische Wirkverbrauchszähler der Genauigkeitsklassen 0,2 S und 0,5 S*

DIN EN 62282 (VDE 0130) (alle Teile), *Brennstoffzellentechnologien*

DIN EN 62282-3-201 (VDE 0130-3-201), *Brennstoffzellentechnologien – Teil 3-201: Stationäre Brennstoffzellen-Energiesysteme – Leistungskennwertprüfverfahren für kleine Brennstoffzellen-Energiesysteme*

DIN EN ISO 3744, *Akustik – Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen – Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene*

DIN EN 62282-3-200 (VDE 0130-3-200):2016-12

DIN EN ISO 5167 (alle Teile), *Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt*

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 6976:2005-09, *Erdgas – Berechnung von Brenn- und Heizwert, Dichte, relativer Dichte und Wobbeindex aus der Zusammensetzung (ISO 6976:1995 + Corrigendum 1:1997 + Corrigendum 2:1997 + Corrigendum 3:1999); Deutsche Fassung EN ISO 6976:2005*

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

DIN EN ISO 10101 (alle Teile), *Erdgas – Bestimmung des Wassergehaltes nach Karl Fischer*

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

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

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

DIN ISO 5348, *Mechanische Schwingungen und Stöße – Mechanische Ankopplung von Beschleunigungsaufnehmern*

DIN ISO 6060 (zurückgezogen), *Wasserbeschaffenheit – Bestimmung des chemischen Sauerstoffbedarfs*

DIN ISO 7934 (zurückgezogen), *Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von Schwefeldioxid, Wasserstoffperoxid/Bariumperchlorat/Thorin-Verfahren*

DIN ISO 8217, *Mineralölerzeugnisse – Kraft- und Brennstoffe (Klasse F) – Anforderungen an Schifffahrtsbrennstoffe*

DIN ISO 11632 (zurückgezogen), *Emissionen aus stationären Quellen – Bestimmung der Massenkonzentration von Schwefeldioxid – Ionenchromatographisches Verfahren*

DIN ISO 16622, *Meteorologie – Ultraschall-Anemometer/Thermometer – Abnahmeprüfverfahren für Messungen der mittleren Windgeschwindigkeit*

**Brennstoffzellentechnologien –
Teil 3-200: Stationäre Brennstoffzellen-Energiesysteme –
Leistungskennwerteprüfverfahren
(IEC 62282-3-200:2015)**

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

Technologies des piles à combustible –
Partie 3-200: Systèmes à piles à combustible
stationnaires –
Méthodes d'essai des performances
(IEC 62282-3-200:2015)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2015-12-24 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, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

© 2016 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 62282-3-200:2016 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 105/547/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe der IEC 62282-3-200, erarbeitet vom IEC/TC 105 „Fuel cell technologies“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 62282-3-200:2016 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): 2016-09-24
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2018-12-24

Dieses Dokument ersetzt **EN 62282-3-200:2012**.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 62282-3-200:2015 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:

ISO 9000 ANMERKUNG Harmonisiert als EN ISO 9000.

ISO 6976:1995 ANMERKUNG Harmonisiert als EN ISO 6976:2005.

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	2
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe, Betriebsverlauf und Symbole	11
3.1 Begriffe	11
3.2 Betriebsverlauf	16
3.3 Symbole	17
4 Referenzbedingungen	20
4.1 Allgemeines	20
4.2 Temperatur und Druck	20
4.3 Heizwert-Basis	20
5 Gegenstand der Leistungsprüfung	20
6 Prüfvorbereitungen	21
6.1 Allgemeines	21
6.2 Messunsicherheitsuntersuchung	21
6.2.1 Untersuchung zu Messunsicherheitskriterien	21
6.2.2 Datenerfassungsplan	22
7 Messinstrumente und Messverfahren	22
7.1 Allgemeines	22
7.2 Messgeräte	22
7.3 Messverfahren	23
7.3.1 Messungen der elektrischen Leistung	23
7.3.2 Messung der Brennstoffzuführung	23
7.3.3 Messung der rückgewonnenen Wärme	26
7.3.4 Messung des Spülgasflusses	27
7.3.5 Messung der Oxidationsmittelzufuhr	27
7.3.6 Messung anderer Fluidströme	28
7.3.7 Abgasmessung	29
7.3.8 Abwassermessung	30
7.3.9 Messung des Geräuschpegels	30
7.3.10 Messung der Vibrationen	30
7.3.11 Messung der harmonischen Gesamtverzerrung	31
7.3.12 Messung der Umgebungsbedingungen	31
8 Ablaufplan der Prüfung	31
8.1 Allgemeines	31
8.2 Umgebungsbedingungen	32
8.3 Höchstzulässige Abweichungen in eingeschwungenen Betriebszuständen	32

	Seite
8.4 Durchführung des Prüfbetriebs	33
8.5 Prüfdauer und Ablesehäufigkeit	33
9 Prüfmethoden und Berechnung der Prüfergebnisse	34
9.1 Allgemeines	34
9.2 Wirkungsgradprüfung	34
9.2.1 Allgemeines	34
9.2.2 Prüfmethode	34
9.2.3 Berechnung der Eingangswerte	35
9.2.4 Berechnung der Ausgangswerte	45
9.2.5 Berechnung der Abwärmerate	47
9.2.6 Wirkungsgradberechnungen	47
9.3 Prüfung der Merkmale des elektrischen und thermischen Leistungsverhaltens	48
9.3.1 Allgemeines	48
9.3.2 Kriterien für das Erreichen des Soll-Wertes des stabilen Zustandes	49
9.3.3 Prüfung der Reaktionszeit bei Änderung der elektrischen Leistungsabgabe	50
9.3.4 Reaktionszeit auf 90 % der elektrischen Bemessungsleistungsabgabe (optional)	52
9.3.5 Prüfung der Reaktionszeit bei Änderung der thermischen Leistungsabgabe	52
9.4 Prüfung der Einschalt- und Abschalt-Charakteristik	53
9.4.1 Allgemeines	53
9.4.2 Prüfverfahren zur Bestimmung des Einschaltverhaltens	53
9.4.3 Prüfverfahren zur Bestimmung des Abschaltverhaltens	54
9.4.4 Berechnung der Einschaltzeit	54
9.4.5 Berechnung der Abschaltzeit	54
9.4.6 Berechnung der verschiedenen Einschalt-Energien	55
9.4.7 Berechnung der Einschaltenergie	56
9.5 Prüfung des Spülgasverbrauchs	56
9.5.1 Allgemein	56
9.5.2 Prüfverfahren	57
9.6 Prüfung des Wasserverbrauchs (optional)	57
9.6.1 Allgemein	57
9.6.2 Prüfverfahren	57
9.7 Prüfung der Abgasemissionen	57
9.7.1 Allgemeines	57
9.7.2 Prüfverfahren	58
9.7.3 Datenverarbeitung der Abgaskonzentrationen	58
9.7.4 Berechnung der mittleren Massenemissionsrate	58
9.7.5 Berechnung der Massenkonzentration	58
9.8 Geräuschpegelprüfung	58
9.8.1 Allgemein	58

	Seite
9.8.2 Prüfverfahren	59
9.8.3 Messwertverarbeitung	59
9.9 Vibrationspegelprüfung	59
9.10 Prüfung der Abwasserqualität	60
9.10.1 Allgemein	60
9.10.2 Prüfverfahren	61
10 Prüfberichte	61
10.1 Allgemeines	61
10.2 Deckblatt	61
10.3 Inhaltsverzeichnis	61
10.4 Zusammenfassender Bericht	61
10.5 Ausführlicher Bericht	62
10.6 Vollständiger Bericht	62
Anhang A (normativ) Messunsicherheitsanalyse	63
A.1 Allgemeines	63
A.2 Vorbereitungen	63
A.3 Grundlegende Annahmen	64
A.4 Allgemeiner Ansatz	65
Anhang B (normativ) Berechnung des Brennstoffheizwerts	67
Anhang C (normativ) Referenzgas	71
C.1 Allgemeines	71
C.2 Referenzgase für Erdgas und Propangas	71
Anhang D (informativ) Maximal zulässige momentane Transiente der elektrischen Leistungsabgabe	74
Literaturhinweise	75
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	76
Bilder	
Bild 1 – Diagramm Brennstoffzellensystem	9
Bild 2 – Betriebsverlaufsdarstellung des Brennstoffzellen-Energiesystems	16
Bild 3 – Symbol-Diagramm	20
Bild 4 – Elektrische und thermische Lastwechsel-Reaktionszeit	49
Bild 5 – Beispiel für die Reaktionsdauer der elektrischen und thermischen Leistung zum Erreichen des Soll-Wertes des stabilen Zustandes	50
Bild 6 – Beispiel des Leistungsverlaufs beim Einschalten	53
Bild 7 – Beispiel des Leistungsverlaufs beim Abschalten	54
Tabellen	
Tabelle 1 – Symbole	17
Tabelle 2 – Prüfpunkte und Einteilung der Prüfungen	21
Tabelle 3 – Prüfkriterien und Systemzustände	32

	Seite
Tabelle 4 – Höchstzulässige Abweichungen der Betriebsbedingungen während einer Prüfung	33
Tabelle 5 – Korrekturfaktoren für Vibrationen.....	60
Tabelle B.1 – Heizwerte für Komponenten gasförmiger Brennstoffe	67
Tabelle C.1 – Referenzgas für Erdgas	72
Tabelle C.2 – Referenzgas für Propangas	73

Einleitung

Dieser Teil der IEC 62282 beschreibt die Leistungsmessung stationärer Brennstoffzellen-Energiesysteme für Haushaltsanwendungen, kommerzielle, landwirtschaftliche und industrielle Anwendungen.

Diese Norm beschreibt ausschließlich Typprüfungen und die zugehörigen Prüfverfahren. Stückprüfungen werden weder dargestellt noch verlangt, und es werden keinerlei Zielwerte für Leistung genannt.

Folgende Brennstoffzellen-Typen werden darin berücksichtigt:

- alkalische Brennstoffzellen (AFC);
- Phosphorsäure-Brennstoffzellen (PAFC);
- Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen (PEFC);
- Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen (MCFC);
- Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC).

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62282 umfasst die Betriebs- und Umweltaspekte der Leistung von stationären Brennstoffzellen-Energiesystemen. Die Prüfverfahren betreffen folgende Bereiche:

- Leistungsabgabe unter festgelegten Betriebs- und Laständerungsbedingungen;
- elektrischer Wirkungsgrad und Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung unter festgelegten Betriebsbedingungen;
- Umwelteigenschaften, z. B. gasförmige Emissionen, Lärm usw., unter festgelegten Betriebs- und Laständerungsbedingungen.

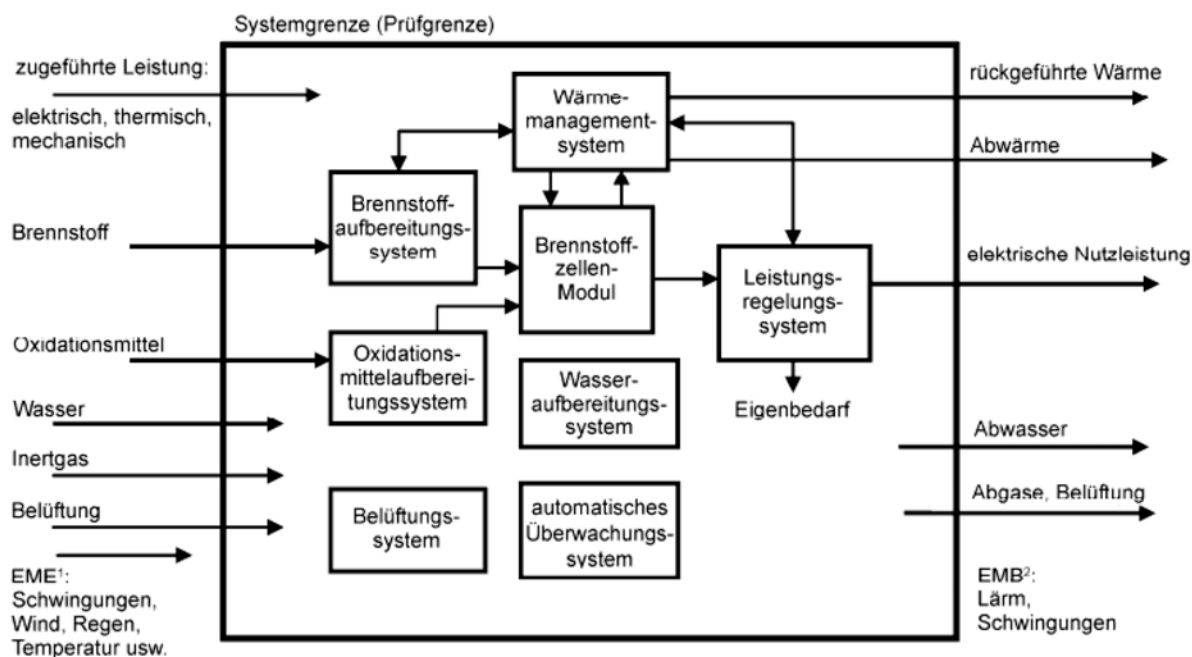
Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) wird in dieser Norm nicht behandelt.

Diese Norm gilt nicht für kleine stationäre Brennstoffzellen-Energiesysteme mit einer elektrischen Leistungsabgabe von unter 10 kW; diese werden in [IEC 62282-3-201](#) behandelt.

Brennstoffzellen-Energiesysteme dürfen in Abhängigkeit vom Typ der Brennstoffzelle und der jeweiligen Anwendung verschiedene Untersysteme sowie unterschiedliche eingehende und ausgehende Stoff- und Energieströme haben. Gleichwohl wurden für die Bewertung des Brennstoffzellen-Energiesystems ein gemeinsames Systemdiagramm und eine Systemgrenze definiert (siehe [Bild 1](#)).

Folgende Bedingungen müssen bei der Festlegung der Systemgrenzen des Brennstoffzellen-Energiesystems berücksichtigt werden:

- Alle Energierückgewinnungssysteme liegen innerhalb der Systemgrenzen;
- alle Arten von elektrischen Energiespeichereinheiten liegen außerhalb der Systemgrenzen;
- die Berechnung des Heizwertes des zugeführten Brennstoffs (wie Erdgas, Propan, reiner Wasserstoff usw.) basiert auf dem Zustand des Brennstoffs an der Systemgrenze des Brennstoffzellen-Energiesystems.



Legende



Brennstoffzellen-Energiesystem einschließlich Untersystemen. Die Schnittstelle wird als gedankliche oder funktionale Schnittstelle anstelle einer Hardware-Schnittstelle verstanden, wie beispielsweise ein Leistungsmodul.



Untersysteme: Brennstoffzellen-Modul, Brennstoffaufbereitung usw. Der Aufbau der Untersysteme ist abhängig von der Art des Brennstoffs, dem Typ der Brennstoffzelle oder dem System.



Schnittstellenpunkte an der Systemgrenze, die zur Ermittlung von Berechnungsdaten zu messen sind.

¹ EME elektromagnetische Empfindlichkeit

² EMB elektromagnetische Beeinflussung

Bild 1 – Diagramm Brennstoffzellensystem

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 60051 (all parts), *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*

IEC 60359, *Electrical and electronic measurement equipment – Expression of performance*

IEC 60688, *Electrical measuring transducers for converting A.C. and D.C. electrical quantities to analogue or digital signals*

IEC 61000-4-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*

IEC 61000-4-13, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-13: Testing and measurement techniques – Harmonics and interharmonics including mains signalling at a.c. power port, low frequency immunity tests*

IEC 61028, *Electrical measuring instruments – X-Y recorders*

IEC 61143 (all parts), *Electrical measuring instruments – X-t recorders*

IEC 61672-1, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*

IEC 61672-2, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 2: Pattern evaluation tests*

IEC 62052-11, *Electricity metering equipment (AC) – General requirements, tests and test conditions – Part 11: Metering equipment*

IEC 62053-22, *Electricity metering equipment (a.c.) – Particular requirements – Part 22: Static meters for active energy (classes 0,2 S and 0,5 S)*

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

ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

ISO 3648, *Aviation fuels – Estimation of net specific energy*

ISO 3744, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane*

ISO 4677-1, *Atmospheres for conditioning and testing – Determination of relative humidity – Part 1: Aspirated psychrometer method*

ISO 4677-2, *Atmospheres for conditioning and testing – Determination of relative humidity – Part 2: Whirling psychrometer method*

ISO 5167 (all parts), *Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full*

ISO 5348, *Mechanical vibration and shock – Mechanical mounting of accelerometers*

ISO 5815-2, *Water quality – Determination of biochemical oxygen demand after n days (BOD_n) – Part 2: Method for undiluted samples*

ISO 6060, *Water quality – Determination of the chemical oxygen demand*

ISO 6326 (all parts), *Natural gas – Determination of sulfur compounds*

ISO 6974 (all parts), *Natural gas – Determination of composition and associated uncertainty by gas chromatography*

ISO 6975 (all parts), *Natural gas – Extended analysis – Gas chromatographic method*

ISO 7934, *Stationary source emissions – Determination of the mass concentration of sulfur dioxide – Hydrogen peroxide/barium perchlorate/Thorin method*

ISO 7935, *Stationary source emissions – Determination of the mass concentration of sulfur dioxide – Performance characteristics of automated measuring methods*

ISO 8217, *Petroleum products – Fuel (class F) – Specifications of marine fuels*

ISO 10101 (all parts), *Natural gas – Determination of water by the Karl Fisher method*

ISO 10396, *Stationary source emissions – Sampling for the automated determination of gas emission concentrations for permanently installed monitoring systems*

ISO 10523, *Water quality – Determination of pH*

ISO 10849, *Stationary source emissions – Determination of the mass concentration of nitrogen oxides – Performance characteristics of automated measuring systems*

ISO 11042-1, *Gas turbines – Exhaust gas emission – Part 1: Measurement and evaluation*

ISO 11042-2, *Gas turbines – Exhaust gas emission – Part 2: Automated emission monitoring*

ISO 11541, *Natural gas – Determination of water content at high pressure*

ISO 11564, *Stationary source emissions – Determination of the mass concentration of nitrogen oxides – Naphthylethylenediamine photometric method*

ISO 11632, *Stationary source emissions – Determination of mass concentration of sulfur dioxide – Ion chromatography method*

ISO 14687-1, *Hydrogen fuel – Product specification – Part 1: All applications except proton exchange membrane (PEM) fuel cell for road vehicles*

ISO/TR 15916, *Basic consideration for the safety of hydrogen systems*

ISO 16622, *Meteorology – Sonic anemometers/thermometers – Acceptance test methods for mean wind measurements*

ASTM D4809, *Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter (Precision Method)*

ASTM F2602, *Standard Test Method for Determining the Molar Mass of Chitosan and Chitosan Salts by Size Exclusion Chromatography with Multi-angle Light Scattering Detection (SEC-MALS)*

3 Begriffe, Betriebsverlauf und Symbole

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

elektrische Leistungszufuhr für Hilfsantriebe und -vorrichtungen

von außen zugeführte elektrische Leistung für Hilfsantriebe und -vorrichtungen

3.1.2

Hintergrund-Geräuschpegel

Schalldruck der Umgebungsgeräusche am Messpunkt

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Messung wird nach Anweisung dieser Norm durchgeführt, während sich das Brennstoffzellen-Energiesystem im kalten Zustand befindet.

3.1.3

Hintergrund-Vibrationspegel

mechanische Schwingungen, die durch die Umgebung verursacht werden und die Messung des Schwingungspegels beeinflussen

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach dieser Norm werden Hintergrundschwingungen gemessen, während sich das Brennstoffzellen-Energiesystem im kalten Zustand befindet.

3.1.4

kalter Zustand

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

3.1.5

abgeführtes Wasser

Wasser, das aus dem Brennstoffzellen-Energiesystem entsorgt wird, einschließlich Abwasser und Kondensate

3.1.6

elektrischer Wirkungsgrad

Verhältnis der durchschnittlichen Nennleistung des Brennstoffzellen-Energiesystems zur durchschnittlichen Gesamt-Eingangsleistung, die dem Brennstoffzellen-Energiesystem zugeführt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Soweit nicht anders angegeben, wird der untere Brennwert (LHV) (Heizwert) verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Alle elektrischen Leistungen, die von außen an Hilfsantriebe und -vorrichtungen des Brennstoffzellen-Energiesystems zugeführt werden, werden von der Ausgangsleistung des Brennstoffzellen-Energiesystems abgezogen.

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.30.1, modifiziert – „durchschnittlich“ hinzugefügt vor „elektrische Netto-Ausgangsleistung“; „durchschnittlichen Gesamt-Eingangsleistung“ anstelle von „Gesamtenthalpiefluss“; Anmerkung 2 zum Begriff hinzugefügt]

3.1.7

Wärmeenergie

zusätzliche Wärmeenergie von außen, wie z. B. Zusatzwasser und Kondensat-Rückführung

3.1.8

Brennstoffzellen-Modul

Baugruppe mit einem oder mehreren Brennstoffzellenstack(s) und anderen Einrichtungen und möglicherweise zusätzlichen Komponenten, vorgesehen zum Einbau in Kraftwerke

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Brennstoffzellen-Modul enthält folgende Hauptbestandteile: einen oder mehrere Brennstoffzellenstack(s), Rohrleitungssysteme zum Transport von Brennstoffen, Oxidationsmitteln und Abgasen, elektrische Verbindungen zur Ableitung der von dem/den Stack(s) erzeugten elektrischen Energie und Einrichtungen für Überwachung und Steuerung. Zusätzlich können Einrichtungen zum Transport weiterer Fluide (z. B. Kühlmedien, Inertgase), Einrichtungen zur Registrierung normaler und nicht normaler Betriebszustände, Umhüllungen oder Druckgefäße und Belüftungssysteme für das Modul sowie notwendige elektronische Komponenten zur Betriebskontrolle und zur Leistungsaufbereitung enthalten sein.

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.48, modifiziert – „oder ein Fahrzeug“ entfernt]

3.1.9

Brennstoffzellen-Energiesystem

Generatorsystem, das ein oder mehrere Brennstoffzellen-Modul(e) nutzt, um elektrische Energie und Wärme zu erzeugen

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Brennstoffzellen-Energiesystem setzt sich aus allen oder einem Teil der in Bild 1 gezeigten Untersysteme zusammen.

3.1.10

Brennstoffzufuhr

Menge an Erdgas, Wasserstoff, Methanol, Benzin, Propan, Butan oder anderen Trägern chemischer Energie, die unter spezifizierten Betriebsbedingungen dem Brennstoffzellen-Energiesystem zugeführt wird

3.1.11

Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung

Verhältnis der durchschnittlichen rückgewonnenen thermischen Energie zur durchschnittlichen gesamten Energiezufuhr zu dem Brennstoffzellen-Energiesystem

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.30.3, modifiziert – „durchschnittliche rückgewonnene thermische Wärmeabfuhr“ anstelle „rückgewonnener Wärmefluss“; „durchschnittliche gesamte Energiezufuhr“ anstelle „Gesamtenthalpiefluss“]

3.1.12

Schnittstellenpunkt

Messpunkt an der Systemgrenze eines Brennstoffzellen-Energiesystems, an dem Stoffe und/oder Energie entweder zu- oder abgeführt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Systemgrenze ist bewusst gewählt, um die Leistung des Systems genau messen zu können. Falls erforderlich, sollten die Systemgrenzen oder Schnittstellenpunkte am Brennstoffzellen-Energiesystem (Bild 1) in Abstimmung mit den Beteiligten gewählt werden.

3.1.13

Minimalleistung

kleinste abgegebene elektrische Nennleistung, bei der ein Brennstoffzellen-Energiesystem unter stabilen Betriebsbedingungen dauerhaft betrieben werden kann

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.85.2, modifiziert – „Ausgang“ hinzugefügt, „Anmerkung 1 zum Begriff“ entfernt]

3.1.14

Geräuschpegel

durch das Brennstoffzellen-Energiesystem erzeugter Schalldruck

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Schalldruck wird in Dezibel (dB) ausgedrückt. Er wird in der in diesem Dokument angegebenen Weise in einem festgelegten Abstand bei sämtlichen Betriebszuständen gemessen.

3.1.15

Betriebstemperatur

Temperatur, bei der das Brennstoffzellenenergiesystem betrieben wird und die für einen bestimmten Messpunkt vom Hersteller vorgegeben ist

3.1.16

Gesamtwirkungsgrad (eines Brennstoffzellen-Energiesystems)

Verhältnis der gesamten nutzbaren abgegebenen Nutzenergie (elektrische Nettoleistung und rückgewonnene thermische Leistung) zur gesamten durchschnittlichen an das Brennstoffzellen-Energiesystem zugeführten Energie

Anmerkung 1 zum Begriff: Die gesamte durch den Brennstoff zugeführte Energie sollte wegen der besseren Vergleichbarkeit mit anderen Energiewandlern auf den unteren Brennwert (LHV) bezogen werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe 4.3 hinsichtlich der Berichterstattung auf Basis LHV oder HHV.

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.30.4, modifiziert – alternativer Ausdruck „oder gesamter thermischer Wirkungsgrad“ entfernt; „Ausgangsleistung“ anstelle „Energiefluss“, „durchschnittliche Eingangsleistung“ anstelle „Gesamtenthalpiefluss“]

3.1.17

Oxidationsmittelzufuhr

Menge an Sauerstoff (Luft), die unter spezifizierten Betriebsbedingungen in das Brennstoffzellen-Energiesystem eingebracht wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Oxidationsmittel ist gewöhnlich Luft, jedoch können auch andere Oxidationsmittel (z. B. Sauerstoff) verwendet werden.

3.1.18

Lastwechsel-Reaktionszeit

Zeitdauer zwischen dem Zeitpunkt, zu dem eine Änderung der elektrischen oder thermischen Ausgangsleistung initiiert wird, und dem Zeitpunkt, zu dem die elektrische oder thermische Leistungsabgabe den Soll-Wert innerhalb der entsprechenden Toleranz erreicht hat

3.1.19

90%-Leistungs-Ansprechzeit

Zeitdauer zwischen dem Zeitpunkt, zu dem eine Änderung der elektrischen oder thermischen Ausgangsleistung initiiert wird, und dem Zeitpunkt, zu dem die elektrische oder thermische Leistungsabgabe 90 % des Soll-Wertes erreicht hat

3.1.20

Bereitschaftszustand

Leerlauf

Zustand, bei dem sich das Brennstoffzellen-Energiesystem auf ausreichend hoher Betriebstemperatur und in einem Betriebsmodus ohne Leistungsabgabe befindet, aus dem heraus es unmittelbar in einen Betriebsmodus geschaltet werden kann, in dem es elektrische oder thermische Leistung abgibt

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.110.4, modifiziert – „oder thermische Leistung“ hinzugefügt]

3.1.21

Spülgasverbrauch

Menge an Inertgas oder Verdünnungsgas, mit der das Brennstoffzellen-Energiesystem unter bestimmten Bedingungen versorgt wird, um es für Betrieb oder Abschaltung vorzubereiten

3.1.22

Bemessungsleistung

maximale elektrische Dauerleistung unter vom Hersteller spezifizierten Normalbetriebsbedingungen, für die das Brennstoffzellen-Energiesystem ausgelegt ist

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.85.4, modifiziert – „Anmerkung 1 zum Begriff“ entfernt]

3.1.23

rückgewonnene Wärme

Wärmeenergie, die zur Nutzung zurückgewonnen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die rückgewonnene Wärme wird gemessen, indem die Temperaturen und Durchflüsse der Wärmerückführungsmedien (Wasser, Dampf, Luft oder Öl usw.) ermittelt werden, die am Schnittstellenpunkt des Brennstoffzellen-Energiesystems in das Wärmemanagement-Untersystem eintreten oder aus diesem austreten.

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

3.1.24

Referenzbedingungen

Werte der vorgeschriebenen Einflussgrößen zur Prüfung eines Messgeräts, die in diesem Dokument 288,15 K (15 °C) für die Referenztemperatur und 101,325 kPa für den Referenzdruck sind

3.1.25

Reaktionszeit bei Lastwechsel auf Bemessungsleistung

Zeitdauer zwischen dem Zeitpunkt der Initiierung eines schrittförmigen Lastwechsels auf Bemessungsleistung und dem ersten Moment, in dem dieser Wert innerhalb des Toleranzbereichs erreicht wird

3.1.26

Wellenarbeit

mechanische Energiezufuhr von außerhalb der Systemgrenze zur Verrichtung nutzbarer Arbeit

3.1.27

Abschaltzeit

Zeitdauer zwischen dem Zeitpunkt der Trennung der Last bei Bemessungsleistung und dem Zeitpunkt der Beendigung der Abschaltprozedur, wie vom Hersteller festgelegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Abschaltvorgängen werden normale Abschaltung und Notabschaltung unterschieden.

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.115.4, modifiziert – „bei Bemessungsleistung“ hinzugefügt. „Anmerkung 1 zum Begriff“ hinzugefügt]

3.1.28

Anfahrenergie

Summe der elektrischen, thermischen und/oder chemischen (Brennstoff-)Energie, die während des Anfahrvorgangs eines Brennstoffzellen-Energiesystems erforderlich ist

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.109, modifiziert – „mechanisch“ hinzugefügt]

3.1.29

Anfahrzeit

- a) erforderliche Zeitdauer für den Übergang vom kalten Zustand in den Zustand der positiven elektrischen Nettoleistungsabgabe für Systeme, die für die Aufrechterhaltung des Lagerungszustandes keine externe Leistung benötigen
- b) erforderliche Zeitdauer für den Übergang vom Lagerungszustand in den Zustand der positiven elektrischen Nettoleistungsabgabe für Systeme, die für die Aufrechterhaltung des Lagerungszustandes externe Leistung benötigen

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.115.5, modifiziert – „positive“ hinzugefügt]

3.1.30

Lagerungszustand

Zustand des sich nicht in Betrieb befindlichen Brennstoffzellen-Energiesystems, bei dem unter vom Hersteller festgelegten Bedingungen möglicherweise die Zufuhr von Wärme und/oder elektrischer Energie und/oder inerte Gase erforderlich ist, um den Verschleiß von Bauteilen zu verhindern und/oder die Versorgung von Steuerungssystemen zu gewährleisten

[QUELLE: IEC/TS 62282-1:2013, 3.110.6, modifiziert – „und/oder die Versorgung von Steuerungssystemen“ hinzugefügt]

3.1.31

Prüflauf

Zeitraum zur Aufnahme der notwendigen Daten zur Berechnung der Prüfergebnisse

3.1.32

gesamte Leistungszufuhr

gesamte Leistungsaufnahme in Form von Brennstoff, Oxidationsmittel (Luft), Elektrizität für Hilfsantriebe und -vorrichtungen, mechanischer Leistung und von außen zugeführter thermischer Leistung

3.1.33

Schwingungspegel

Messwert der mechanischen Schwingungen, den das Brennstoffzellen-Energiesystem während des Betriebs erzeugt

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Wert wird in Dezibel (dB) nach Anweisung dieses Dokuments ausgedrückt.

3.1.34

Abwärme

thermische Energie, die nicht rückgewonnen wird

3.1.35

Abwasser

überschüssiges Wasser, das aus dem Brennstoffzellen-Energiesystem entfernt wird und das nicht Teil des Wärmerückgewinnungssystems ist

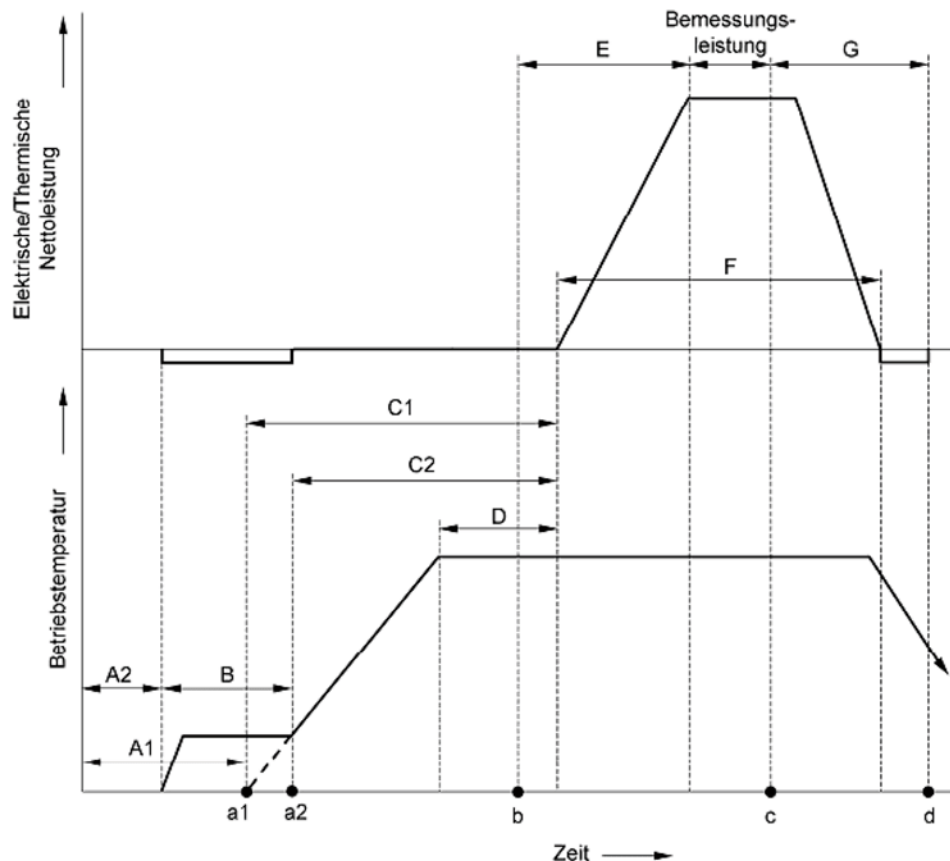
3.1.36

Wasserverbrauch

Wasser, mit dem das Brennstoffzellen-Energiesystem von außerhalb der Systemgrenzen versorgt wird und das keine anfängliche Befüllung darstellt

3.2 Betriebsverlauf

In Bild 2 sind die typischen Betriebszustände eines stationären Brennstoffzellen-Energiesystems dargestellt. Das Bild zeigt eine zeitliche Abfolge von Änderungen des Betriebszustands vom Anlauf über die Erzeugung bis zur Abschaltung und stellt Definitionen zu den verschiedenen Betriebszuständen bereit.



Legende

- (A1) kalter Zustand (falls Lagerungszustand nicht benötigt)
- (A2) kalter Zustand (Lagerungszustand benötigt)
- B Lagerungszustand (Beispiel eines Lagerungszustands, währenddessen thermische und/oder elektrische Energiezufuhr benötigt wird)
- C1 Anfahrzeit für Systeme, die im Lagerungszustand keine externe Energie benötigen; diese wird vom kalten Zustand aus gemessen
- C2 Anfahrzeit für Systeme, die im Lagerungszustand externe Energie benötigen; diese wird vom Lagerungszustand aus gemessen
- D Bereitschaftszustand
- E Einschaltvorgang eingeleitet
- F Reaktionszeit bis zur Erreichung der Bemessungsleistung
- G Betriebszustand
- a1 Abschaltzeit
- a2 Abschaltzustand erreicht
- b Zeitpunkt der Initiierung des Anfahrvorgangs (vom kalten Zustand aus)
- c Zeitpunkt der Initiierung des Anfahrvorgangs (vom Lagerungszustand aus)
- d Zeitpunkt der Initiierung der Leistungsabgabe
- a1 oder a2 bis d Abschaltvorgang eingeleitet
- a1 oder a2 bis d Abschaltzeit
- a1 oder a2 bis d Betriebszustände (von der Initiierung des Anfahrvorgangs bis zur Beendigung des Abschaltvorgangs)

Bild 2 – Betriebsverlaufsdarstellung des Brennstoffzellen-Energiesystems

3.3 Symbole

Symbole, die in diesem Teil von IEC 62282 verwendet werden, sowie deren Bedeutung sind in Tabelle 1 mit den entsprechenden Einheiten aufgeführt.

Tabelle 1 – Symbole (1 von 3)

Symbol	Definition	Einheit
c	spezifische Wärme	
c_{HR}	spezifische Wärme des Wärmerückgewinnungsfluids	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
c_j	spezifische Wärme der reinen Komponente j	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
E	Energie	
E_{st}	Anfahrenergie	kJ
E_{elst}	elektrische Anfahrenergie	kJ
E_{fst}	Anfahrenergie aus Brennstoff	kJ
E_{ast}	Anfahrenergie aus Oxidationsmittel (Luft)	kJ
E_{vt}	Energiezufuhr aus Brennstoff je Volumeneinheit	kJ/m^3
E_{mf}	Energiezufuhr aus Brennstoff je Mol (nach Arbeitsblatt 1 , Anhang B)	kJ/mol
E_{mpf}	druckbezogene Brennstoffenergie je Mol bei durchschnittlichem Druck p_f	kJ/mol
E_{ma}	Energiezufuhr aus Oxidationsmittel (Luft) je Mol	kJ/mol
E_{mpa}	druckbezogene Energie des Oxidationsmittels (Luft) je Mol	kJ/mol
H	Heiz- und Brennwerte	
H_{t0}	Heizwert des Brenngases unter Referenzbedingungen	kJ/mol
H_{t0j}	Heizwert der Komponente j bei Referenztemperatur T_0	kJ/mol
H_{fl}	Heizwert des flüssigen Brennstoffs bei Durchschnittstemperatur T_f	kJ/kg
H_m	molare Enthalpie	
H_{ma}	molare Enthalpie des Oxidationsmittels (Luft) bei Durchschnittstemperatur T_a	kJ/mol
H_{mf0}	molare Enthalpie des Brennstoffs bei Referenztemperatur T_0	kJ/mol
H_{ma0}	molare Enthalpie des Oxidationsmittels (Luft) bei Referenztemperatur T_0	kJ/mol
H_{mtj}	molare Enthalpie der Komponente j bei Durchschnittstemperatur T_f	kJ/mol
h_m	spezifische Enthalpie	
$h_{m\text{ in}}$	durchschnittliche spezifische Enthalpie des Wärmeträgerfluids (Dampf, Luft, usw.), das während der Prüfdauer dem Brennstoffzellen-Energiesystem zugeführt wird	kJ/kg
$h_{m\text{ out}}$	durchschnittliche spezifische Enthalpie des Wärmeträgerfluids (Dampf, Luft, usw.), das während der Prüfdauer aus dem Brennstoffzellen-Energiesystem abgeführt wird	kJ/kg
h_{mwsat0}	spezifische Enthalpie gesättigten Wassers bei Referenztemperatur T_0	kJ/kg
h_{mair0}	spezifische Enthalpie trockener Luft bei Referenzdruck p_0 und Referenztemperatur T_0	kJ/kg
M_m	Molmasse	
M_{ma}	Molmasse des Oxidationsmittels (Luft)	kg/mol
M_{mf}	Molmasse des Brennstoffs	kg/mol
m	Masse	
m_{htf}	Masse des Wärmeträgerfluids (Dampf, Luft, usw.), das während der Prüfdauer dem Brennstoffzellen-Energiesystem zugeführt oder aus ihm abgeführt wird	kg
P	Leistung	
P_{elout}	durchschnittliche elektrische Ausgangsleistung (einschließlich Gleichstrom)	kW

Tabelle 1 (2 von 3)

Symbol	Definition	Einheit
P_{elin}	durchschnittliche elektrische Leistung für Hilfsantriebe und -vorrichtungen, zugeführt aus externen Quellen (einschließlich Gleichstrom)	kW
P_n	durchschnittliche elektrische Netto-Ausgangsleistung	kW
P_{min}	minimale elektrische Netto-Ausgangsleistung	kW
P_{rated}	elektrische Netto-Ausgangsleistung nach Bemessung (Bemessungsleistung)	kW
P_{in}	durchschnittliche gesamte Leistungszufuhr	kJ/s
P_{fin}	durchschnittliche Leistungszufuhr aus gasförmigem oder flüssigem Brennstoff	kJ/s
P_{ain}	durchschnittliche Leistungszufuhr aus Oxidationsmittel (Luft)	kJ/s
P_{wsin}	durchschnittlich zugeführte Wellenleistung	kJ/s
P_{HR}	während der Prüfdauer durchschnittlich rückgeführte thermische Ausgangsleistung	kJ/s
P_{thin}	durchschnittliche thermische Leistungszufuhr von außen	kJ/s
p	Druck	
p_0	Referenzdruck	kPa
p_t	durchschnittlicher Brennstoffdruck während der Prüfdauer	kPa
p_a	durchschnittlicher Druck des Oxidationsmittels (Luft) während der Prüfdauer	kPa
Q	thermische Energie	
Q_{HR}	während der Prüfdauer rückgeführte thermische Energie	kJ
Q_{thin}	gesamte dem Brennstoffzellen-Energiesystem während der Prüfdauer zugeführte thermische Energie	kJ
Q_{thst}	thermische Anfahrerenergie	kJ
q_m	Massenfluss	
q_{mw}	Wasserverbrauch	kg/s
q_{mf}	durchschnittlicher Brennstoff-Massenfluss	kg/s
q_{ma}	durchschnittlicher Massenfluss des Oxidationsmittels (Luft)	kg/s
q_{mHR}	Massenfluss des Wärmeträger-Fluids	kg/s
q_V	volumetrischer Fluss	
q_{Vt0}	durchschnittlicher volumetrischer Brennstofffluss und Referenzbedingungen	m ³ /s
q_{Va0}	durchschnittlicher volumetrischer Oxidationsmittel-(Luft)-Fluss unter Referenzbedingungen	m ³ /s
q_{Vt}	durchschnittlicher volumetrischer Brennstofffluss bei Durchschnittstemperatur T_t und Durchschnittsdruck p_t	m ³ /s
q_{Va}	durchschnittlicher volumetrischer Oxidationsmittelfluss (Luftfluss) bei durchschnittlicher Temperatur T_a und durchschnittlichem Druck p_a	m ³ /s
q_{Vpg}	Spülgasfluss	m ³ /s
q_{VHR}	volumetrischer Fluss des Wärmeträgerfluids	m ³ /s
T	Temperatur	
T_0	Referenztemperatur	K
T_t	durchschnittliche Brennstofftemperatur während der Prüfdauer	K
T_a	Durchschnittstemperatur des Oxidationsmittels (Luft) während der Prüfdauer	K
T_{HR1}	Ausgangstemperatur des Wärmeträgerfluids	K
T_{HR2}	Eingangstemperatur des Wärmeträgerfluids	K

Tabelle 1 (3 von 3)

Symbol	Definition	Einheit
t	Zeit	
Δt_{st}	Anfahrzeitspanne	s
t_{st1}	Anfahrzeitpunkt	
t_{st2}	Zeitpunkt der Beendigung des Anfahrvorgangs	
Δt_{shut}	Abschaltzeitspanne	s
t_{shut1}	Zeitpunkt des Beginns der Abschaltvorgangs	
t_{shut2}	Zeitpunkt der Beendigung des Abschaltvorgangs	
t_{oben}	benötigte Reaktionszeit von t_{Start} nach $t_{Bemessung_erreicht}$	s
t_{unten}	benötigte Reaktionszeit von t_{Start} nach $t_{min_erreicht}$	s
$t_{Bemessung_erreicht}$	Zeitpunkt, zu dem die elektrische oder thermische Netto-Bemessungsleistungsabgabe innerhalb einer Toleranz von $\pm 2\%$ der jeweiligen Bemessungsleistung erreicht wird	
$t_{min_erreicht}$	Zeitpunkt, zu dem die elektrische oder thermische Netto-Mindestleistungsabgabe innerhalb einer Toleranz von $\pm 2\%$ der jeweiligen Bemessungsleistung erreicht wird	
t_{Start}	Zeitpunkt, zu dem eine Änderung der elektrischen oder thermischen Ausgangsleistung vom Nutzer angefordert wird	
t_{dur}	Messdauer	s
V_m	Molvolumen	
V_{m0}	Molvolumen des idealen Gases ($2,364\ 5 \times 10^{-2}\ \text{m}^3/\text{mol}$) (bei Referenzbedingungen; 101,325 kPa: $t_0 = 288,15\ \text{K}$)	m^3/mol
W_s	Wellenarbeit	
W_{sin}	gesamte Wellenarbeit	kJ
W_{sst}	Wellenarbeit für Anfahrvorgang	kJ
x	Molverhältnis	
x_j	Molverhältnis der Komponente j	
η	Wirkungsgrad	
η_{el}	elektrischer Wirkungsgrad	%
η_{th}	Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung	%
η_{total}	energetischer Gesamtwirkungsgrad	%
λ	Leistungsfaktor	
$\tilde{\lambda}$	Verhältnis der Wirkleistung zur Scheinleistung	
ρ	Dichte	
ρ_{t0}	Brennstoffdichte unter Referenzbedingungen	kg/m^3
ρ_{fl}	Dichte des flüssigen Brennstoffs bei Durchschnittstemperatur T_f	kg/m^3
ρ_{a0}	Dichte des Oxidationsmittels (Luft) unter Referenzbedingungen	kg/m^3
ρ_{HR}	Dichte des Wärmeträgerfluids bei gemessenem Druck und gemessener Temperatur	kg/m^3
Φ	Abwärmefluss	
Φ_{WH}	durchschnittlicher Abwärmefluss	kJ/s
ANMERKUNG Wesentliche Symbole des Brennstoffzellen-Energiesystems sind in Bild 3 dargestellt.		

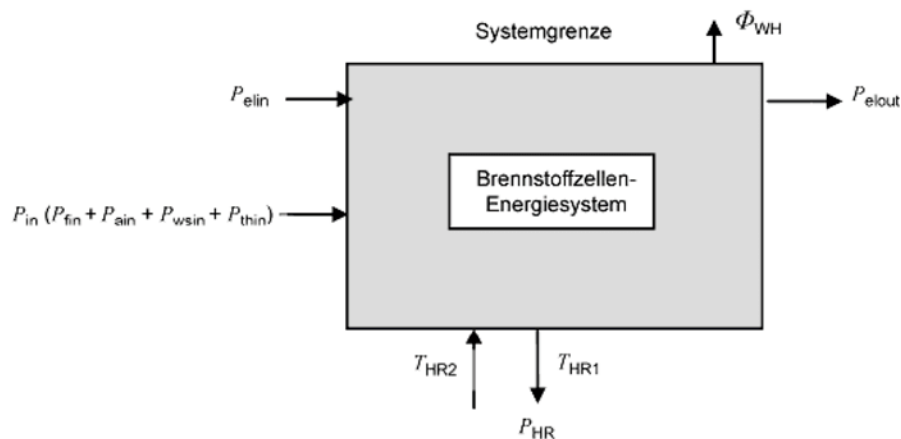


Bild 3 – Symbol-Diagramm

4 Referenzbedingungen

4.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt 4 enthält grundlegende Referenzbedingungen zur Berechnung der Prüfergebnisse.

4.2 Temperatur und Druck

Die Referenzbedingungen sind folgendermaßen festgelegt:

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

4.3 Heizwert-Basis

Unter Heizwert des Brennstoffs wird grundsätzlich der untere Brennwert (LHV) (en: lower heating value) verstanden. Der energetische Wirkungsgrad wird wie folgt ausgedrückt:

$$\eta_{el} \text{ bzw. } \eta_{th}; \text{ in } \%$$

Im Fall der Anwendung des unteren Brennwertes (LHV) ist es nicht nötig, das Symbol „LHV“ hinzuzufügen.

Wird der höhere Brennwert (HHV) verwendet, muss die Abkürzung „HHV“ zum Wert des energetischen Wirkungsgrades wie folgt hinzugefügt werden:

$$\eta_{el} \text{ bzw. } \eta_{th}; \text{ in } \% \text{ (HHV)}$$

5 Gegenstand der Leistungsprüfung

Die Bewertung der Leistung des Brennstoffzellen-Energiesystems ist unter folgenden Gesichtspunkten zu betrachten:

- a) Betriebsaspekt: Leistungsprüfung des Systems bei normalem Betrieb sowie während betriebsbedingter Übergangszustände.
- b) Umweltaspekte: Prüfung, wie das System seine Umgebung beeinflusst.

Tabelle 2 führt die Prüfpunkte für die Leistungsprüfung im Betrieb sowie die Leistungsprüfung unter Umweltaspekten auf. Das Brennstoffzellen-Energiesystem ist den Prüfkriterien nach **Tabelle 2** im Ganzen zu unterwerfen.