

**Brennstoffzellentechnologien –  
Teil 3-201: Stationäre Brennstoffzellen-Energiesysteme –  
Leistungskennwertepfverfahren für kleine Brennstoffzellen-Energiesysteme**

**Inhalt**

	Seite
Einleitung .....	5
1 Anwendungsbereich .....	6
2 Normative Verweisungen .....	6
3 Begriffe .....	7
4 Symbole .....	11
5 Aufbau kleiner stationärer Brennstoffzellen-Energiesysteme .....	16
6 Referenzbedingungen .....	17
7 Heizwert-Basis .....	17
8 Prüfvorbereitungen .....	18
8.1 Allgemeines .....	18
8.2 Messunsicherheitsanalyse .....	18
8.3 Datenerfassungsplan .....	18
9 Prüfaufbau .....	18
10 Messinstrumente und Messmethoden .....	20
10.1 Allgemeines .....	20
10.2 Messgeräte .....	20
10.3 Messpunkte .....	21
10.4 Geforderte minimale systematische Messunsicherheit .....	22
11 Prüfbedingungen .....	23
11.1 Laborbedingungen .....	23
11.2 Einbau und Betriebsbedingungen des Systems .....	23
11.3 Bedingungen der Leistungsversorgung .....	23
11.4 Prüfbrennstoff .....	23
12 Betriebsablauf .....	23
13 Prüfplan .....	25
14 Typprüfung der elektrischen und thermischen Leistung .....	25
14.1 Allgemeines .....	25
14.2 Brennstoffverbrauchsprüfung .....	26
14.2.1 Verbrauchsprüfung gasförmiger Brennstoffe .....	26
14.2.2 Verbrauchsprüfung flüssiger Brennstoffe .....	29
14.3 Prüfung der elektrischen Leistungsabgabe .....	30
14.3.1 Allgemeines .....	30
14.3.2 Prüfverfahren .....	30
14.3.3 Berechnung der durchschnittlichen elektrischen Nettoleistungsabgabe .....	30

	Seite
14.4 Prüfung der Wärmerückgewinnung.....	31
14.4.1 Allgemeines.....	31
14.4.2 Prüfverfahren.....	31
14.4.3 Berechnung der durchschnittlichen Wärmerückgewinnungsleistung.....	31
14.5 Anfahrprüfung.....	33
14.5.1 Allgemeines.....	33
14.5.2 Bestimmung des Batterie-Ladezustands.....	33
14.5.3 Prüfverfahren.....	33
14.5.4 Berechnung der Ergebnisse.....	36
14.6 Hochfahrprüfung.....	38
14.6.1 Allgemeines.....	38
14.6.2 Prüfverfahren.....	38
14.6.3 Berechnung der Ergebnisse.....	38
14.7 Prüfung des Lagerungszustands.....	39
14.7.1 Allgemeines.....	39
14.7.2 Prüfverfahren.....	39
14.7.3 Berechnung der durchschnittlichen elektrischen Leistungsaufnahme im Lagerungszustand.....	39
14.8 Prüfung der Änderung der elektrischen Leistungsabgabe (Lastwechselprüfung).....	40
14.8.1 Allgemeines.....	40
14.8.2 Prüfverfahren.....	40
14.8.3 Berechnung der Änderungsgeschwindigkeit der elektrischen Leistungsabgabe (Lastwechselrate).....	42
14.9 Prüfung des Abschaltvorgangs.....	42
14.9.1 Allgemeines.....	42
14.9.2 Prüfverfahren.....	43
14.9.3 Berechnung der Ergebnisse.....	44
14.10 Berechnung des Wirkungsgrads.....	44
14.10.1 Allgemeines.....	44
14.10.2 Elektrischer Wirkungsgrad.....	45
14.10.3 Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung.....	45
14.10.4 Nutzungsgrad.....	45
14.11 Wirkungsgrad des Betriebszyklus.....	46
14.11.1 Allgemeines.....	46
14.11.2 Berechnung der Brennstoff-Energiezufuhr des Betriebszyklus.....	46
14.11.3 Berechnung der elektrischen Nettoenergieabgabe des Betriebszyklus.....	47
14.11.4 Berechnung des elektrischen Betriebszyklus-Wirkungsgrades.....	48
14.12 EMV-Prüfung.....	48
14.12.1 Allgemeine Anforderungen.....	48
14.12.2 Prüfung der Störfestigkeit gegen Entladung statischer Elektrizität.....	49

	Seite
14.12.3 Prüfung der Störfestigkeit gegen (abgestrahlte) hochfrequente elektromagnetische Felder .....	49
14.12.4 Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst .....	49
14.12.5 Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen .....	49
14.12.6 Prüfung der Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder .....	49
14.12.7 Prüfung der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen .....	49
14.12.8 Prüfung der Störfestigkeit gegen Spannungsabfall und Spannungsunterbrechung .....	50
14.12.9 Prüfung bezüglich gestrahlter Störgrößen durch Messung der Störaussendung .....	50
14.12.10 Prüfung bezüglich leitungsgeführter Störgrößen durch Messung der Störaussendung .....	50
14.12.11 Prüfung bezüglich Netz-Oberschwingungsströmen durch Messung der Störaussendung .....	50
15 Typprüfungen zur Umweltverträglichkeit .....	50
15.1 Allgemeines .....	50
15.2 Prüfung des Geräuschpegels .....	50
15.2.1 Allgemeines .....	50
15.2.2 Prüfbedingungen .....	51
15.2.3 Prüfverfahren .....	52
15.2.4 Datenaufbereitung .....	52
15.3 Abgasprüfung .....	52
15.3.1 Allgemeines .....	52
15.3.2 Zu messende Komponenten .....	53
15.3.3 Prüfverfahren .....	53
15.3.4 Datenaufbereitung .....	53
15.4 Abwasserprüfung .....	62
15.4.1 Allgemeines .....	62
15.4.2 Prüfverfahren .....	62
16 Prüfberichte .....	62
16.1 Allgemeines .....	62
16.2 Deckblatt .....	62
16.3 Inhaltsverzeichnis .....	63
16.4 Zusammenfassender Bericht .....	63
Anhang A (normativ) Heizwerte der Erdgaskomponenten .....	64
Anhang B (informativ) Beispiel für Erdgaszusammensetzung .....	66
Anhang C (informativ) Beispiel eines Prüfplans .....	68
Anhang D (informativ) Typische Abgaskomponenten .....	69
Annex E (informativ) Richtlinien zur Erstellung von ausführlichen und vollständigen Berichten .....	70
Anhang F (informativ) Typische Dauer von Betriebszyklen .....	71
Literaturhinweise .....	72

**Bilder**

Bild 1 – Symboldiagramm.....	15
Bild 2 – Grundsätzlicher Aufbau eines kleinen stationären Brennstoffzellen-Energiesystems .....	17
Bild 3 – Beispiel einer Prüfanordnung für ein kleines stationäres Brennstoffzellen-Energiesystem für gasförmige Brennstoffe, das elektrische Energie und Nutzwärme bereitstellt.....	19
Bild 4 – Beispiel einer Prüfanordnung für ein kleines stationäres Brennstoffzellen-Energiesystem für gasförmige Brennstoffe, das nur elektrische Energie bereitstellt.....	19
Bild 5 – Betriebszustände eines stationären Brennstoffzellen-Energiesystems ohne Batterie .....	24
Bild 6 – Betriebszustände eines stationären Brennstoffzellen-Energiesystems mit Batterie .....	25
Bild 7 – Beispiel eines elektrischen Leistungsverlaufes beim Anfahren eines Systems ohne Batterie .....	34
Bild 8 – Beispiel eines elektrischen Leistungsverlaufes beim Anfahren eines Systems mit Batterie.....	35
Bild 9 – Beispiel für Versorgungssysteme für flüssige Brennstoffe .....	36
Bild 10 – Beispiel des elektrischen Leistungsverlaufs während des Hochfahrens eines Systems ohne Batterie .....	38
Bild 11 – Änderungsverlauf der elektrischen Leistungsabgabe eines Systems ohne Batterie .....	41
Bild 12 – Änderungsverlauf der elektrischen Leistungsabgabe eines Systems mit Batterie.....	41
Bild 13 – Beispiel für Kriterien der Stabilisierung einer elektrischen Leistungsabgabeänderung .....	42
Bild 14 – Elektrischer Leistungsverlauf während des Abschaltvorgangs .....	43
Bild 18 – Geräuschemesspunkte für kleine stationäre Brennstoffzellen-Energiesysteme .....	51

**Tabellen**

Tabelle 1 – Symbole und deren Bedeutung für elektrische und thermische Leistung .....	12
Tabelle 2 – Symbole und ihre Bedeutung für die Umweltverträglichkeit .....	15
Tabelle 3 – Kompensation der Messwerte bezüglich des Einflusses von Hintergrundgeräuschen.....	51
Tabelle A.1 – Heizwerte für Erdgaskomponenten bei verschiedenen Referenz-Verbrennungsbedingungen für ideale Gase .....	64
Tabelle B.1 – Beispiel für Erdgaszusammensetzung (%) .....	66
Tabelle B.2 – Beispiel für die Zusammensetzung von Propangas (%) .....	67
Tabelle C.1 – Beispiel eines Prüfplans .....	68
Tabelle D.1 – Typische Abgaskomponenten bei Verwendung typischer Brennstoffe.....	69
Tabelle F.1 – Typische Dauer von Betriebszyklen .....	71