E DIN EN 17038-3:2025-04 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2025-03-14

Pumpen - Methoden zur Qualifikation des Energieeffizienzindexes für Kreiselpumpen - Teil 3: Prüfung und Berechnung des Energieeffizienzindexes (EEI) von Druckerhöhungsanlagen; Deutsche und Englische Fassung prEN 17038-3:2024

Pumps - Methods of qualification of the Energy Efficiency Index for rotordynamic pump units - Part 3: Testing and calculation of energy efficiency index (EEI) of booster sets; German and English version prEN 17038-3:2024

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort 8

Einleitung 9

1 Anwendungsbereich 10

2 Normative Verweisungen 10

3 Begriffe 10

4 Symbole und Einheiten 13

5 Bezugsdruck-Regelkurve und Bezugs-Förderstrom-Zeit-Profil 14
5.1 100%-Betriebspunkt 14
5.2 Bezugsdruck-Regelkurve 15
5.3 Bezugs-Förderstrom-Zeit-Profil 15

6 Bestimmung der durchschnittlichen elektrischen Eingangsleistung $P_{1,avg}$ durch Prüfung 16
6.1 Allgemeines 16
6.2 Aufbau des Prüfstands 17
6.2.1 Allgemeines 17
6.2.2 Prüfbedingungen 17
6.2.3 Beschreibung 17
6.2.4 Messgeräte 19
6.2.5 Messunsicherheiten der Messgrößen 19
6.2.6 Messraten und Bandbreite der Messgeräte 20
6.2.7 Stationärer Zustand 20
6.2.8 Dokumentation 20
6.3 Druckerhöhungsanlage 20
6.3.1 Ausdehnungsgefäß 20
6.3.2 Stand-by-Pumpe 21
6.3.3 Jockey-Pumpe 21
6.3.4 Einlaufen 21
6.3.5 Reglerdynamik 21
6.3.6 Dokumentation 21
6.4 100%-Betriebspunkt und Steuerkurveneinstellung 22
6.4.1 Überblick 22
6.4.2 Bestimmung der zu messenden Betriebspunkte 23
6.4.3 Messung der Werte 23
6.4.4 Berechneter Förderstrom 23
6.4.5 Berechneter Förderdruck 25
6.4.6 Ansaugdruck im 100%-Betriebspunkt 26
6.4.7 Berechneter Förderdruck bei Null-Förderstrom 27
6.4.8 Förderhöhe 28
6.4.9 Eingestellter Förderdruck 28

6.4.10 Angepasster Volumenstrom ... 29
6.4.11 Angepasster Enddruck bei Null-Förderstrom ... 29
6.5 Einschaltdauer-Messung ... 29
6.5.1 Überblick ... 29
6.5.2 Bestimmung der Bezugsförderströme ... 31
6.5.3 Einstelltoleranzen ... 31
6.5.4 Messung der Werte ... 32
6.5.5 Betriebspunkt nicht erreichbar ... 33
6.6 Berechnung der Bewertung ... 33
6.6.1 Überblick ... 33
6.6.2 Korrektur des Saugdrucks ... 35
6.6.3 Korrektur des Auslassdrucks (Pönale) ... 35
6.6.4 Repräsentative Werte pro gemessenem Betriebspunkt ... 37
6.6.5 Korrektur des Förderstroms ... 38
6.6.6 Berechnung von $P_{1,avg}$ ... 41

7 Bestimmung der durchschnittlichen elektrischen Leistungsaufnahme $P_{1,avg}$ mit Hilfe eines halbanalytischen Modells (*SAM*) ... 42
7.1 Allgemeines ... 42
7.1.1 Allgemeines ... 42
7.1.2 Bereitschaftspumpe (Stand-by) ... 42
7.1.3 Jockeypumpe ... 42
7.2 Allgemeines ... 42
7.3 Vordefinierte Betriebsart und Ausführung der Druck- und Schaltregelung ... 43
7.4 Das semi-analytische Modell der Pumpen ... 45
7.5 Das semi-analytische Modell von Elektromotoren oder von Power-Drive-Systemen (PDS) ... 45
7.6 Modellierung von internen Rohrleitungen und Ventilverlusten ... 46
7.7 Elektrische Hilfsverluste ... 47
7.8 Berechnung von $Q_{100\%}$ und $H_{100\%}$ ... 47
7.9 Berechnung von P_1 in Abhängigkeit von $Q/Q_{100\%}$ ... 48
7.9.1 Druckerhöhungsanlagen mit fester Drehzahl betrieben ... 48
7.9.2 Druckerhöhungsanlagen betrieben mit variabler Drehzahl ... 51
7.10 Berechnung von $P_{1,avg}$ ... 55

8 Bestimmung der elektrischen Bezugsleistungsaufnahme $P_{1,ref}$ ... 56
8.1 Definition ... 56
8.2 Hydraulische Leistung der Bezugspumpe ... 56
8.3 Bezugs-Pumpenwirkungsgrad ... 57
8.4 Referenz-Pumpenwellenleistung ... 57
8.5 Bezugs-Wirkungsgrad des Motors ... 58
8.6 Elektrische Bezugs-Eingangsleistung ... 58

9 Berechnung des Energieeffizienzindex (*EEI*) ... 58

Anhang A (informativ) Konfigurationen und Modi für den Betrieb und die Regelung ... 60
A.1 Konfigurationen und Modi für den Betrieb ... 60
A.2 Steuerungsvarianten ... 61
A.2.1 Arten der Druckregelung ... 61
A.2.2 Arten der Schaltsteuerung ... 61

Anhang B (informativ) Einfluss der Betriebsart und der Art der Druckregelung auf den EEI ... 63

Anhang C (informativ) Auswirkungen von Regelabweichungen auf den EEI ... 65

Anhang D (informativ) Unsicherheiten und Toleranzen der *EEI* ... 67
D.1 Allgemeines ... 67
D.2 Die Messunsicherheit der durch Prüfung ermittelten EEI-Werte ... 67
D.3 Die Modellunsicherheit der mit den Mitteln des SAM ermittelten EEI-Werte ... 71
D.3.1 Allgemeines ... 71
D.3.2 Betriebsart: Konstante Drehzahl ... 71
D.3.3 Betriebsart: Variable Drehzahl ... 71

D.3.4 Die Herstellungstoleranz des *EEI*-Wertes von Druckerhöhungsanlagen ... 72
D.4 Die Gesamttoleranz der durch Prüfungen ermittelten *EEI*-Werte ... 73
D.4.1 Die Gesamttoleranz des EEI-Wertes einer einmaligen Konfiguration ... 73
D.4.2 Die Gesamttoleranz des mittleren *EEI*-Wertes einer Typenreihe, die durch die Prüfung nur einer Druckerhöhungsanlage ermittelt wurde ... 73
D.4.3 Die Gesamttoleranz des mittleren *EEI*-Wertes einer Typenreihe, bestimmt durch Prüfung einer Stichprobe von *M* Druckerhöhungsanlagen gleicher Konfiguration ... 73
D.5 Die Gesamttoleranz der mit den Mitteln der SAM ermittelten *EEI*-Werte ... 74
D.5.1 Die Gesamttoleranz des *EEI*-Wertes einer eindeutigen Konfiguration ... 74
D.5.2 Die Gesamttoleranz des mittleren *EEI*-Wertes ... 74

Literaturhinweise ... 75

Bilder

Bild 1 — Bezugsdruck-Regelkurve ... 15

Bild 2 — Bezugs-Förderstrom-Zeit-Profil für Druckerhöhungsanlagen als Diagramm ... 16

Bild 3 — Prüfstandsanordnung ... 18

Bild 4 — Saugdruck-Abweichungen ... 18

Bild 5 — Bezugsdruck-Kontrollkurve ... 22

Bild 6 — Betriebspunkte ... 31

Bild 7 — Einstelltoleranzen ... 32

Bild 8 — Berechnungsschritte der Bewertung ... 34

Bild 9 — Korrektur des Auslassdrucks (Pönale) ... 36

Bild 10 — Korrektur des Förderstroms ... 39

Bild 11 — Definition der Hysterese für die Sollwertumschaltung von Druckerhöhungsanlagen mit Pumpen fester Drehzahl ... 45

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten ... 13

Tabelle 2 — Indizes ... 14

Tabelle 3 — Bezugs-Förderstrom-Zeit-Profil für Druckerhöhungsanlagen ... 15

Tabelle 4 — Fallbeispiele für Volumen der Ausdehnungsgefäße ... 21

Tabelle B.1 — Auswirkung der Pumpenanzahl auf den *EEI* bei verschiedenen Kombinationen von Betriebsart und Druckregelung ... 63

Tabelle B.2 — Einfluss der Betriebsart auf den *EEI* bei z = 3 und konstanter Druckregelung ... 64

Tabelle B.3 — Einfluss der Betriebsart auf den EEI bei z = 3 und variabler Druckregelung ... 64

Tabelle C.1 — Empfindlichkeit des EEI in Bezug auf Druckregelabweichungen ... 66

Tabelle D.1 — Genäherte Werte der Empfindlichkeitsfaktoren ... 69