

DIN EN 17038-4

ICS 23.080

**Pumpen –
Methoden zur Qualifikation des Energieeffizienzindex für
Kreiselpumpen –
Teil 4: Prüfung und Berechnung des Energieeffizienzindex (EEI)
mehrstufiger Tauchmotorpumpenaggregate;
Deutsche Fassung EN 17038-4:2023**

Pumps –
Methods of qualification of the Energy Efficiency Index for rotodynamic pump units –
Part 4: Testing and calculation of energy efficiency index (EEI) of submersible multistage
pump units;
German version EN 17038-4:2023

Pompes –
Méthodes de qualification de l'indice de rendement des groupes motopompes
rotodynamiques –
Partie 4: Essais et calcul de l'indice de rendement énergétique (EEI) pour les unités de
pompage submersibles des forages;
Version allemande EN 17038-4:2023

Gesamtumfang 37 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Das Dokument (EN 17038-4:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 197 „Pumpen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Ausschuss NA 060-11-01 AA „Kreiselpumpen“ im Fachbereich „Pumpen“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Pumpen so wie der Berufsgenossenschaften sind an der Erarbeitung beteiligt.

Dieses Dokument beschreibt die Ermittlung des Energieeffizienzindex EEI, der ein Maß zur Bewertung von mehrstufigen Unterwasserpumpenaggregaten nach ihrer Energieeffizienz bietet.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Deutsche Fassung

Pumpen —
Methoden zur Qualifikation des Energieeffizienzindex
für Kreiselpumpen —
Teil 4: Prüfung und Berechnung des Energieeffizienzindex
(EEI) mehrstufiger Tauchmotorpumpenaggregate

Pumps —
Methods of qualification of the Energy Efficiency Index
for rotodynamic pump units —
Part 4: Testing and calculation of energy efficiency
index (EEI) of submersible multistage pump units

Pompes —
Méthodes de qualification de l'indice de rendement des
groupes motopompes rotodynamiques —
Partie 4: Essais et calcul de l'indice de rendement
énergétique (EEI) pour les unités de pompage
submersibles des forages

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 29. Oktober 2023 angenommen.

Die CEN-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-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

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



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	10
5 Allgemeine Bedingungen für den Betrieb von mehrstufigen Tauchmotorpumpenaggregaten	11
6 Referenz- Förderstrom -Zeit-Profile und Referenz-Druckregelkurve	11
6.1 Allgemeines	11
6.2 Referenz- Förderstrom -Zeit-Profile	12
6.3 Referenz-Druckregelkurven	13
7 Bestimmung der durchschnittlichen elektrischen Leistungsaufnahme $P_{1,avg}$ durch Prüfung	13
7.1 Allgemeines	13
7.1.1 Einführung	13
7.1.2 Prüfbedingungen	14
7.1.3 Messgeräte	15
7.1.4 Messunsicherheiten der Messgrößen	15
7.2 Messverfahren	15
7.2.1 Messschritte	15
7.2.2 Bestimmung von $Q_{100\%}$ und $H_{100\%}$	16
7.2.3 Bestimmung der Referenzlastpunkte	16
7.2.4 Einstelltoleranzen	16
7.2.5 Korrekturen für Abweichungen bei Durchfluss und Förderhöhe	17
7.3 Berechnung von $P_{1,avg}$	17
8 Bestimmung der durchschnittlichen elektrischen Leistungsaufnahme $P_{1,avg}$ mit Hilfe eines semi-analytischen Modells	17
8.1 Allgemeines	17
8.2 Das semi-analytische Modell von rotodynamischen Tauchmotorpumpen	18
8.3 Pumpenaggregate im Betrieb mit fester Drehzahl	18
8.3.1 Allgemeines	18
8.3.2 Modell des Elektromotors	19
8.3.3 Zusammenwirken von Pumpe und Motor	19
8.3.4 Bestimmung von $Q_{100\%}$ und $H_{100\%}$	19
8.3.5 Bestimmung des $P_{1,avg,c}$ Wertes	20
8.4 Pumpenaggregate mit einem Antriebssystem (PDS)	21
8.4.1 Allgemeines	21
8.4.2 Das Modell des Antriebssystems (PDS)	23
8.4.3 Zusammenwirken von Pumpe und PDS	25
8.4.4 Bestimmung von $Q_{100\%}$ und $H_{100\%}$	25
8.4.5 Bestimmung von $P_{1,avg}$ für Pumpenaggregate mit PDS	26
9 Bestimmung der elektrischen Referenz-Leistungsaufnahme $P_{1,ref}$	27
10 Berechnung des Energieeffizienzindex (EEI)	29
Anhang A (informativ) Erzeugung von Eingabedaten für die Modelle der Komponenten eines mehrstufigen Tauchmotorpumpenaggregats	30
A.1 Allgemeines	30
A.2 Eingangsdaten für das Modell einer rotodynamischen Tauchpumpe	30
A.3 Eingangsdaten für das Modell eines netzgespeisten Unterwassermotors	31
A.4 Eingangsdaten für das Modell eines PDS bestehend aus Tauchmotor und CDM	31

Anhang B (informativ) Experimentelle Bestimmung der Reibungsverluste von Axiallagern 33
Anhang C (informativ) Bestimmung der EEI-Werte anhand von Daten für RCDMs 34
Literaturhinweise 35

Bilder

Bild 1 — Stützlastpunkte und Bereiche der Inter-/Extrapolation 24

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten 10
Tabelle 2 — Referenz-Förderstrom-Zeit-Profil und Referenz-Druckregelkurven für mehrstufige
Tauchmotorpumpenaggregate 12
Tabelle 3 — Referenz- Förderstrom -Zeit-Profil für den Betrieb mit konstantem Durchfluss . . . 13
Tabelle 4 — Referenz- Förderstrom -Zeit-Profil für den Betrieb mit variablem Durchfluss 13
Tabelle 5 — Koeffizienten, die in Gleichung (14) zu verwenden sind 22
Tabelle 6 — Koeffizienten 28

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 17038-4:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 197 „Pumpen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2024, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2024 zurückgezogen werden.

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

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Dieses Dokument ist der vierte Teil einer Normenreihe, die eine Methodik zur Beurteilung der Energieeffizienzleistung von mehrstufigen Tauchmotorpumpenaggregaten beschreibt, und umfasst eine rotodynamische Pumpe und einen Tauchmotor, der entweder direkt über das Netz gespeist wird oder mit einem Frequenzumrichter (en: complete drive module, CDM) kombiniert wird, um ein Antriebssystem (en: power drive system, PDS) zu bilden. Aus Gründen der Konsistenz mit anderen in Bezug genommenen Normen wird in diesem Dokument der Begriff CDM verwendet. VSD (en: variable speed drive), für drehzahlvariabler Antrieb, ist der in den Ökodesign-Vorschriften verwendete Begriff. Rotodynamische Pumpen und Motoren sind mit Außendurchmessern und besonderen Gestaltungsmerkmalen so ausgelegt, dass sie in Bohrlöchern installiert und vollständig von der gepumpten Flüssigkeit umgeben betrieben werden können. Die Methodik basiert auf einem dimensionslosen numerischen Wert, der Energieeffizienzindex (EEI) genannt wird. Ein EEI-Wert ermöglicht den Vergleich verschiedener Konfigurationen anhand eines gemeinsamen Indikators. Physikalische Einflüsse wie Größe und Stufenzahl der rotodynamischen Pumpe, Lastbetrieb eines Teils der Pumpeneinheit, Motoreffizienzcharakteristiken und Einflüsse des Frequenzumrichters fließen in diese Metrik ein.

Spezifische Prüfanforderungen und ein Berechnungsverfahren für den EEI, die so genannte semi-analytische Methode (SAM) für mehrstufige Tauchmotorpumpenaggregate, spezifische Durchflusszeitprofile sowie eine Referenz-Druckregelkurven werden in diesem Dokument bereitgestellt.

Der *EEI* ist ein Index zur Bewertung von mehrstufigen Tauchmotorpumpenaggregaten auf Basis ihrer Energieeffizienz, der jedoch nicht den Bedarf nach einer Lebensdauer-Kostenanalyse in Bezug auf den Energieverbrauch über die gesamte Lebensdauer des mehrstufigen Tauchmotorpumpenaggregats beseitigt.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Methoden und Verfahren zur Prüfung, Berechnung und Bestimmung des Energieeffizienzindex (EEL) von mehrstufigen Tauchmotorpumpenaggregaten fest.

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).

EN 16480:2021, *Pumpen — Kreispumpen — Geforderte Mindesteffizienz für Wasserpumpen sowie Bestimmung des Mindest-Effizienzindex (MEI)*

EN 17038-1:2019, *Pumpen — Methoden zur Qualifikation und Verifikation des Energieeffizienzindex für Kreispumpen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Vorgehensweisen zur Prüfung und Berechnung des Energieeffizienzindex (EEI)*

EN 17038-2:2019¹, *Pumpen — Methoden zur Qualifikation und Verifikation des Energieeffizienzindex für Kreispumpen — Teil 2: Prüfung und Berechnung des Energieeffizienzindex (EEI) einzelner Pumpenaggregate*

EN ISO 9906:2012, *Kreispumpen — Hydraulische Abnahmeprüfungen — Klassen 1, 2 und 3 (ISO 9906:2012)*

EN ISO 17769-1:2012, *Flüssigkeitspumpen und -installationen — Allgemeine Begriffe, Definitionen, Größen, Formelzeichen und Einheiten — Teil 1: Flüssigkeitsdichtungspumpen (ISO 17769-1:2012)*

EN 60034-1:2017, *Drehende elektrische Maschinen — Teil 1: Bemessung und Betriebsverhalten (IEC 60034-1:2010)*

EN 60034-2-1:2014, *Drehende elektrische Maschinen — Teil 2-1: Standardverfahren zur Bestimmung der Verluste und des Wirkungsgrades aus Prüfungen (ausgenommen Maschinen für Schienen- und Straßenfahrzeuge) (IEC 60034-2-1:2014)*

EN IEC 60034-2-3:2020, *Drehende elektrische Maschinen — Teil 2-3: Besondere Verfahren zur Bestimmung der Verluste und des Wirkungsgrades von umrichter gespeisten Wechselstrommaschinen (IEC 60034:2020)*

EN IEC 60038:2011/prA1:2020, *{Fragment 1}, Normspannungen für Niederspannungs-Gleichstrom-(LVDC-)Versorgung und Niederspannungs-Gleichstrom-(LVDC-)Betriebsmittel (Vorgeschlagene horizontale Norm)*

EN IEC 60038:2011/prA1:2020, *{Fragment 2}, Normspannungen für Wechselstromversorgung und Wechselstrom-Betriebsmittel (Vorgeschlagene horizontale Norm)*

EN IEC 60038:2011/prA1:2020, *{Fragment 3}, Standardspannungen für DC- und AC-Traktionssysteme)*

EN 61800-9-2:2017, *Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl — Teil 9-2: Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Einrichtungen — Indikatoren für die Energieeffizienz von Antriebssystemen und Motorstartern (IEC 61800-9-2:2017)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 17769-1:2012 und die folgenden Begriffe.

¹ Korrigiert durch EN 17038-2:2019/AC:2020.

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

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

3.1

mehrstufiges Tauchmotor-Wasserpumpenaggregat

mehrstufiges Tauchmotorpumpenaggregat besteht aus einer mehrstufigen Tauchpumpe und einem Unterwassermotor mit oder ohne drehzahlgeregelten Antrieb (VSD)

3.2

Unterwassermotor für Bohrlöcher

Elektromotor, der für den Betrieb unter Wasser bei Betriebstemperaturen nicht unter 0 °C und nicht über 40 °C ausgelegt ist

3.3

mehrstufige Unterwasserpumpe

MSS

mehrstufige ($i > 1$) rotodynamische Wasserpumpe mit einem Nenn-Außendurchmesser von 2,5'' (63,5 mm) bis 6'' (152,4 mm), konstruiert für den Betrieb in untergetauchtem Zustand bei Betriebstemperaturen im Bereich von 0 °C und 90 °C, mit einem Nennförderstrom $> 1,75 \text{ m}^3/\text{h}$

3.4

sauberes Wasser

Wasser mit einem maximalen Gehalt an nicht absorbierenden freien Feststoffen von $0,25 \text{ kg/m}^3$ und mit einem maximalen Gehalt an gelösten Feststoffgehalt von 50 kg/m^3 , sofern der Gesamtgasgehalt des Wassers das Sättigungsvolumen nicht überschreitet

Anmerkung 1 zum Begriff: Zusätze, die erforderlich sind, um das Gefrieren des Wassers bis zu -10 °C zu verhindern, bleiben unberücksichtigt.

3.5

sauberes kaltes Wasser

sauberes Wasser, das für die Pumpenprüfung zu verwenden ist, mit einer maximalen kinematischen Viskosität von $1,5 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, einer maximalen Dichte von $1\,050 \text{ kg/m}^3$ und einer maximalen Temperatur von 40 °C

3.6

Pumpenaggregat mit fester Drehzahl

Pumpenaggregat ohne drehzahlvariablen Antrieb (VSD)

3.7

Pumpenaggregat mit variabler Drehzahl

Pumpenaggregat mit Frequenzumrichter

3.8

komplettes Antriebsmodul

CDM

Antrieb mit variabler Drehzahl

VSD

elektronischer Leistungswandler zwischen der Stromversorgung und einem Motor sowie Erweiterungen wie Schutzeinrichtungen, Transformatoren und Hilfsgeräten (nach EN 61800-2)

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff ist in EN 61800-2 definiert.

3.9

Antriebssystem

PDS

Kombination aus CDM und Motor

3.10

Rückschlagventil

Rückschlagventil

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein solches Ventil wird häufig in mehrstufige Tauchpumpenaggregate eingebaut.

3.11

konstanter Förderstrom

geringe Schwankungen des Förderstroms um den Nennwert

Anmerkung 1 zum Begriff: Verursacht durch sekundäre Einflüsse aus dem Prozess, wie z. B. den (mäßig) schwankenden Flüssigkeitsstand in Behältern usw. Die Schwankung des Förderstroms liegt typischerweise in dem Bereich, der durch die Definition und Bestimmung des Mindesteffizienzindex (MEI) der Pumpe abgedeckt wird (siehe EN 16480) und der von 0,75 $Q_{100\%}$ bis 1,1 $Q_{100\%}$ reicht.

3.12

variabler Förderstrom

stark schwankender Förderstrom

Anmerkung 1 zum Begriff: Typischerweise ist der tatsächliche Bedarf an Förderstrom Q und Förderhöhe H der Pumpe bei einem beträchtlichen Teil der Gesamtbetriebszeit wesentlich geringer als die Werte im Betriebspunkt des maximalen Förderstroms, die von der Anwendung gefordert wird.

3.13

Saugdruck

Druck am Einlass der mehrstufigen Unterwasserpumpe

Anmerkung 1 zum Begriff: Alle Drücke sind Überdruckwerte (bezogen auf den Umgebungsdruck).

3.14

Austrittsdruck

Druck am Austritt einer mehrstufigen Tauchpumpe

3.15

Gesamthöhe

Gesamtenergie in jedem Bereich

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Gesamthöhe ist gegeben durch:

$$H_x = z_x + \frac{p_x}{\rho \times g} + \frac{U_x^2}{2 \times g} \quad (1)$$

Dabei ist

z die Höhe der Mitte des Querschnitts über der Bezugsebene;

p der Überdruck in Bezug auf die Mitte des Querschnitts;

U die Strömungsgeschwindigkeit.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die absolute Gesamtförderhöhe in jedem Bereich ist gegeben durch:

$$H_{x(\text{abs})} = z_x + \frac{p_x}{\rho \times g} + \frac{p_{\text{amb}}}{\rho \times g} + \frac{U_x^2}{2g}$$

3.16

hydraulische Leistung

arithmetisches Produkt aus dem Durchfluss Q und der Förderhöhe H und einer Konstante a nach Gleichung (2):

$$P_{\text{hyd}} = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H \quad (2)$$

Dabei ist

P_{hyd} die hydraulische Leistung [W];

Q der Durchfluss [m^3/s];

H die Gesamthöhe [m];

g die Gravitationskonstante $9,81 \text{ m/s}^2$;

ρ die Dichte der Flüssigkeit [kg/m^3].

3.17

elektrische Leistungsaufnahme P_1

zugeführte elektrische Leistung:

- an den Motor im Falle eines (netzgespeisten) Pumpenaggregats mit fester Drehzahl;
- an den CDM im Falle eines drehzahlgeregelten Pumpenaggregats

3.18

Wirkungsgrad des Pumpenaggregats

Verhältnis zwischen der hydraulischen Leistung P_{hyd} und der elektrischen Leistungsaufnahme P_1

3.19

Punkt des besten Wirkungsgrads des Pumpenaggregats

$Q_{\text{BEP,unit}}/H_{\text{BEP,unit}}$

Förderhöhe, bei der das Pumpenaggregat mit dem besten Wirkungsgrad und bei maximalem Betrieb läuft

3.20

Bezugsdurchfluss, $Q_{100\%}$

Durchfluss je Zeiteinheit [m^3/h] am Punkt des besten Wirkungsgrades (BEP) des Pumpenaggregats

3.21

Bezugsförderhöhe, $H_{100\%}$

Gesamthöhe [m] am Punkt des besten Wirkungsgrades (BEP) des Pumpenaggregats

3.22

Kontrollkurve

funktionale Abhängigkeit der geforderten Förderhöhe H von des Förderstroms Q in Form eines dimensionslosen Zusammenhangs $H/H_{100\%} = f(Q/Q_{100\%})$

3.23

Referenz-Kontrollkurve

vordefinierte funktionale Abhängigkeit $H/H_{100\%} = f(Q/Q_{100\%})$ für standardisierte Messungen und Berechnungen der durchschnittlichen Leistungsaufnahme $P_{1, \text{avg}}$

3.24
Durchfluss-Zeit-Profil

Verhältnis zwischen den Intervallen des Förderstroms und dem relativen Betriebszeitmuster der Perzentile der Zeit, in der das Pumpenaggregat einen bestimmten Förderstrom liefert.

3.25
Mindesteffizienz-Index (MEI)
dimensionslose Zahl für die Energieeffizienz von Pumpen

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff ist in EN 16480:2021 definiert.

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Zwecke dieses Dokuments gelten die in Tabelle 1 aufgeführten Symbole und Einheiten.

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten

Symbol	Beschreibung	Einheit
g	Gravitationskonstante	m/s^2
H	(Gesamt-)Höhe	m
$H_{\text{BEP,unit}}$	(Gesamt-)Höhe am Punkt des besten Wirkungsgrades einer Pumpe	m
$H_{\text{BEP,N}}$	(Gesamt-)Förderhöhe bei	m
H_{geo}	geodätische Förderhöhe	m
$H_{\text{L,cv}}$	Förderhöhenverlust durch ein Rückschlagventil	m
H_{meas}	gemessene Förderhöhe	m
H_{ref}	Bezugsförderhöhe	m
$H_{\text{resistance}}$	Förderhöhenverlust des versorgten hydraulischen Systems	m
$H_{100 \%}$	Förderhöhe am Punkt des besten Wirkungsgrads eines Pumpenaggregats	m
i	Stufenzahl der mehrstufigen Pumpen	—
i	fortlaufende Anzahl der Lastpunkte	[-]
k	Anzahl der Stützpunkte	[-]
K	Konstante in Gleichung (3)	s^2/m^5 oder h^2/m^5
n	Drehzahl	min^{-1}
$n_{\text{N,PU}}$	Nenndrehzahl einer Pumpe	min^{-1}
n_{s}	spezifische Drehzahl einer Pumpe	min^{-1}
N	Gesamtzahl der Lastpunkte	[-]
p	Druck	bar (g)
p_{s}	Ansaugdruck	bar (g)
p_{d}	Druck am Auslass	bar (g)
P_1	elektrische Leistungsaufnahme	W, kW
$P_{1,\text{ref}}$	Referenzwert der elektrischen Leistungsaufnahme	W, kW
$P_{1,\text{meas}}$	gemessene elektrische Eingangsleistung	W, kW
P_2	mechanische Leistung, die vom Motor auf den hydraulischen Pumpenteil übertragen wird	W, kW