

DIN EN ISO 14414

ICS 23.080

Ersatz für
DIN EN ISO 14414:2017-07**Energetische Bewertung von Pumpensystemen (ISO/ASME 14414:2019);
Deutsche Fassung EN ISO 14414:2019**Pump system energy assessment (ISO/ASME 14414:2019);
German version EN ISO 14414:2019Évaluation énergétique des systèmes de pompage (ISO/ASME 14414:2019);
Version allemande EN ISO 14414:2019

Gesamtumfang 68 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält eine Anleitung zur Durchführung einer energetischen Bewertung von Pumpensystemen.

Sie beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee ISO/TC 115 „Pumps“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 197 „Pumpen“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten EN ISO 14414:2019.

Diese Norm unterstützt die Bemühungen der Europäischen Union und ihrer Mitgliedsstaaten, den Verbrauch an elektrischer Energie zu verringern. Die Systembetrachtung ist dabei für viele Industrieprodukte der wesentliche Ansatz zur Steigerung der Energieeffizienz.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Arbeitsausschuss NA 060-11-01 AA „Kreispumpen“ im Fachbereich „Pumpen“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen

Die im Abschnitt 2 und den Literaturhinweisen zitierten Internationalen Normen sind, sofern diese gleichzeitig als Europäische Normen übernommen worden sind, als DIN-EN-ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht. Für die zitierten Internationalen Normen und Dokumente, sofern sie nicht als DIN-ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht sind, gibt es keine nationalen Entsprechungen, außer für:

ISO 17769-1	siehe	DIN EN ISO 17769-1
ISO 17769-2	siehe	DIN EN ISO 17769-2
ISO 50001	siehe	DIN EN ISO 50001
ISO 50003	siehe	DIN ISO 50003

Diese Norm enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheit „cSt“, die in Deutschland nicht zugelassen ist. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheit im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr aufgrund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen nicht zulässig ist.

Umrechnung:

Nicht zugelassene Einheit	Zugelassene Einheit	Umrechnung
cSt	mm ² /s	1 cSt = 1 mm ² /s

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 14414:2017-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) 4.2 wurde leicht modifiziert;
- b) Tabelle 2 wurde geändert und Beschreibungen der Diagramme „Histogramm“ und „Dauer“ wurden hinzugefügt;
- c) 5.6.4.4 wurde überarbeitet;
- d) der Begriff „spezifische Energie“ wurde durch „spezifischen Energieverbrauch“ ersetzt;

- e) die Formeln G.1, G.2 und G.4 wurden korrigiert, um sie an ISO 17769-1 anzupassen;
- f) die Literaturhinweise wurden geändert;
- g) das Dokument wurde redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO 14414: 2015-12, 2017-07

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

DIN EN ISO 17769-2, *Flüssigkeitspumpen und -installationen — Allgemeine Begriffe, Definitionen, Größen, Formelzeichen und Einheiten — Teil 2: Pumpensysteme (ISO 17769-2)*

DIN EN ISO 50001, *Energiemanagementsysteme — Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 50001)*

DIN ISO 50003, *Energiemanagementsysteme — Anforderungen an Stellen, die Energiemanagementsysteme auditieren und zertifizieren (ISO 50001)*

Deutsche Fassung

Energetische Bewertung von Pumpensystemen (ISO/ASME 14414:2019)

Pump system energy assessment
(ISO/ASME 14414:2019)

Évaluation énergétique des systèmes de pompage
(ISO/ASME 14414:2019)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 27. Dezember 2018 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, 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 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	5
Vorwort	6
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	10
4 Bestimmung des Bewertungsteams, seiner Befugnisse und Aufgaben	11
4.1 Bestimmung der Aufgaben des Bewertungsteams	11
4.2 Struktur, Führung und Kompetenz des Bewertungsteams	11
4.3 Unterstützung durch das Facility-Management	11
4.4 Kommunikation	12
4.5 Nutzung der Anlagen, der personellen Ressourcen und Informationen	12
4.6 Ziele der Bewertung, der Geltungsbereich und die Grenzen	12
4.7 Aktionsplan	12
4.7.1 Allgemeines	12
4.7.2 Terminplanung der Bewertung	13
4.8 Ersterfassung der Daten und Auswertung	14
4.8.1 Allgemeines	14
4.8.2 Erste Befragungen der Fachkräfte der Anlage	14
4.8.3 Geschichte des Energieprojektes	14
4.8.4 Energiekosten	14
4.8.5 Ausgangsdaten des Systems	14
4.9 Überprüfung der Ziele	15
5 Durchführung der Bewertung	15
5.1 Bewertungsstufen	15
5.1.1 Allgemeines	15
5.1.2 Bewertungen der Stufe 1	16
5.1.3 Bewertungen der Stufe 2	16
5.1.4 Bewertungen der Stufe 3	17
5.2 Ortsbesichtigung	18
5.3 Verständnis der funktionstechnischen Systemanforderungen	19
5.4 Bestimmung der Systemgrenzen und des Energiebedarfs des Systems	19
5.5 Erforderliche Informationen zur Bewertung des Wirkungsgrads eines Pumpensystems	19
5.5.1 Allgemeines	19
5.5.2 Informationen zum Elektromotor/Antrieb	20
5.5.3 Informationen zur Pumpe	20
5.5.4 Informationen zu den Flüssigkeitseigenschaften	21
5.5.5 Detaillierte Systemdaten	22
5.5.6 Messdaten	23
5.6 Datenerfassung	23
5.6.1 Systeminformation	23
5.6.2 Messung der Betriebsdaten der Pumpe und des Motors	23
5.6.3 Druck	24
5.6.4 Volumenstrom	24
5.6.5 Eingangsleistung	24

5.7	Kreuzvalidierung.....	24
5.8	Abschlussstzung und Präsentation der ersten Ergebnisse und Empfehlungen.....	25
6	Berichterstattung und Dokumentation.....	25
6.1	Abschlussbericht der Bewertung.....	25
6.2	Daten für die Überprüfung durch Dritte.....	25
6.3	Überprüfung des Abschlussberichtes durch die Mitglieder des Bewertungsteams.....	25
Anhang A (normativ) Inhalte des Berichts.....		26
A.1	Zusammenfassung	26
A.2	Einleitung und Informationen zur Anlage.....	26
A.3	Ziele und Geltungsbereich der Bewertung	26
A.4	Beschreibung des (der) bei der Bewertung untersuchten Systems(e) und der signifikanten Systemprobleme	26
A.5	Erfassung und Messung der Bewertungsdaten	27
A.6	Datenanalyse.....	27
A.7	Ausgangsbasis für den jährlichen Energieverbrauch	27
A.8	Identifizierung und Priorisierung der Möglichkeiten zur Leistungsverbesserung.....	28
A.9	Empfehlungen zu Umsetzungsmaßnahmen.....	29
A.10	Anhänge	29
Anhang B (informativ) Empfehlungen zum effizienten Systembetrieb und zur Energieeinsparung - Beispiele.....		30
B.1	Allgemeine Empfehlungen für den effizienten Systembetrieb.....	30
B.2	Systemmanagement zur Sicherstellung des wirtschaftlichen Betriebs.....	32
B.2.1	Allgemeines	32
B.2.2	Empfehlungen zum Systemmanagement.....	32
B.2.3	Modernisierung und Verbesserung des Systems.....	32
B.2.4	Rohrleitung des Pumpensystems.....	32
B.3	Übliche Ursachen des übermäßig hohen Energieeinsatzes von Kreiselpumpen und Abhilfemaßnahmen.....	33
B.3.1	Allgemeines	33
B.3.2	Reduzieren der hydraulischen Druckverluste des Systems.....	33
B.3.3	Reduzieren des Volumenstroms des Systems.....	34
B.3.4	Sicherstellen, dass die Komponenten nahe der besten Effizienz arbeiten	34
B.3.5	Veränderung der Laufzeit des Pumpensystems.....	34
B.4	Beispiele für die Berechnung von Möglichkeiten zur grundlegenden Energieeinsparung bei Kreiselpumpen.....	35
B.4.1	Berechnung des aktuellen Energieverbrauchs und des Energieverbrauchs nach der Bewertung.....	35
B.4.2	Beispiel.....	36
B.4.3	Sekundärsysteme: Dichtungssysteme	40
B.5	Erläuterung der Berechnung von Möglichkeiten zur grundlegenden Energieeinsparung von Verdrängerpumpen.....	43
B.5.1	Allgemeines	43
B.5.2	Beispiel.....	45
Anhang C (informativ) Fachwissen, Erfahrung und Kompetenzen.....		49
C.1	Systeme	49
C.2	Pumpen	50
C.3	Motoren und Antriebe	50
C.4	Analyse und Berichterstattung.....	51
Anhang D (informativ) Empfohlene Leitlinien für die Analysesoftware		52
Anhang E (informativ) Beispiel für ein Arbeitsblatt zur Vorauswahl (Pre-Screening).....		54
Anhang F (informativ) Spezifischer Energieverbrauch		55
F.1	Allgemeines	55

F.2	Spezifischer Energieverbrauch bei unterschiedlichen Arten von Pumpensystemen.....	55
Anhang G (informativ) Parasitäre Leistung in Pumpensystemen.....		59
G.1	Allgemeines	59
G.2	Gleichungen zur parasitären Leistung.....	59
G.3	Schlussfolgerungen.....	60
G.4	Verhältnis zwischen parasitärer Leistung und Vibrationspegel	60
G.5	Korrelation zwischen parasitärem Leistungspegel in einem Pumpensystem und mittlerem Ausfallabstand (MTBF)	61
Anhang H (informativ) Beispiel für den Effizienzindikator von Pumpensystemen		62
H.1	Allgemeines	62
H.2	Berechnung des PSEI	62
H.3	Auswertung der Ergebnisse.....	63
Literaturhinweise.....		64

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 14414:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 115 „Pumps“ in Zusammenarbeit mit dem 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 August 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2019 zurückgezogen werden.

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

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 14414:2015.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, 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.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/ASME 14414:2019 wurde von CEN als EN ISO 14414:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 115, *Pumps*, in Zusammenarbeit mit ASME EA Standards Committee — *Industrial System Energy Assessment* erarbeitet.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 14414:2015), die technisch überarbeitet wurde. Sie beinhaltet die Änderung ISO 14414:2015/Amd.1:2016. Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- 4.2 wurde leicht modifiziert;
- Tabelle 2 wurde geändert und Beschreibungen der Diagramme „Histogramm“ und „Dauer“ wurden hinzugefügt;
- 5.6.4.4 wurde überarbeitet;
- der Begriff „spezifische Energie“ wurde durch „spezifischer Energieverbrauch“ ersetzt;
- die Formeln G.1, G.2 und G.4 wurden korrigiert, um sie an ISO 17769-1 anzupassen;
- die Literaturhinweise wurden geändert;
- das Dokument wurde redaktionell überarbeitet.

ASME ist das eingetragene Warenzeichen der American Society of Mechanical Engineers (Amerikanische Gesellschaft der Maschinenbauer).

Diese Norm wurde im Rahmen von Verfahren entwickelt, die als den Kriterien der Amerikanischen Nationalen Normen entsprechend genehmigt wurden. Der Normenausschuss, der die Norm genehmigt hat, war ausgewogen zusammengesetzt, um sicherzustellen, dass qualifizierte Personen aus betroffenen Interessengruppen Gelegenheit hatten, daran mitzuwirken. Der vorgeschlagene Kodex oder die Norm wurde zur öffentlichen Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Dies ist zusätzliche eine Gelegenheit, öffentlich Beiträge aus der Industrie, akademischen Kreisen, von Aufsichtsbehörden und der allgemeinen Öffentlichkeit zu erhalten.

ASME wird Produkte, Konstruktionen, Geräte oder Aktivitäten weder „genehmigen“, noch „bewerten“ oder „empfehlen“. ASME nimmt nicht Stellung bezüglich der Gültigkeit von Patentrechten, geltend gemacht in Verbindung mit jedwedem Gegenstand in diesem Dokument und sichert niemandem, der eine Norm anwendet, weder eine Haftung bei Verletzung von Schutzrechten zu noch irgendeine Verbindlichkeit. Die Anwender einer Norm werden ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Prüfung der Gültigkeit solcher Patentrechte sowie das Risiko einer Schutzrechtsverletzung ausschließlich ihrer eigenen Verantwortung unterliegen.

Eine Teilnahme von Vertretern der Bundesbehörden oder Personen der Industrie ist nicht als Anerkennung dieser Norm durch staatliche oder wirtschaftliche Seite zu werten.

ASME erklärt sich lediglich verantwortlich für die Auslegungen von bezeichneten Unterlagen, die nach den festgelegten ASME-Verfahren und Richtlinien herausgegeben wurden, was die Herausgabe von Interpretationen von Einzelpersonen ausschließt. Die ASME gibt keine schriftlichen Auslegungen der Ausgabe dieser Norm heraus.

ISO/ASME 14414 wurde als Nationaler Amerikanischer Standard von dem American National Standards Institute am 2015-02-06 genehmigt.

Einleitung

Pumpensysteme sind in vielen Industriezweigen für einen signifikanten Anteil des Energieverbrauchs einer Anlage verantwortlich. Bei der Mehrheit der Pumpensysteme ist die Energie, die der Arbeitsflüssigkeit durch die Pumpe zugeführt wird, viel größer als die vom Prozess benötigte Energie. Die dem System zugeführte überschüssige Energie (d. h. über ein gedrosseltes Regelventil) verstärkt die Faktoren Wärme, Lärm und Vibration, kann aber auch zu vermehrten Wartungskosten des Systems führen. Zu groß dimensionierte Pumpen erzeugen in einem System überschüssige Energie. Werden Komponenten innerhalb eines Systems (wie z. B. Rohre, Ventile und Wärmetauscher) größer angelegt, so wird ggf. weniger Energie verbraucht.

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur Bewertung von Pumpensystemen fest, um die Möglichkeiten zur Reduzierung des Energieverbrauchs des Pumpensystems und die Verbesserungsmöglichkeiten hinsichtlich der Verfügbarkeit (Zuverlässigkeit) zu identifizieren und zu quantifizieren. Es wird eine allgemeine Definition dessen angegeben, was unter einer Bewertung in Bezug sowohl auf die Anwender als auch auf die Anbieter der Bewertungsdienstleistungen zu verstehen ist. Ziel ist es, Klarheit für diese Dienstleistungsarten zu schaffen, die als energetische Bewertungen, Energieaudits und Energiebilanzen verschiedenartig beschrieben wurden.

In allen Fällen werden die Systeme (energiebetriebene logische Gruppen von Geräten, die zur Ausführung einer spezifischen Funktion angeordnet sind) durch verschiedene Verfahren, z. B. Messung, analysiert, die zur Identifizierung, Dokumentation und Priorisierung der Verbesserungsmöglichkeiten der energiebezogenen Leistung führen.

Das Anlagenpersonal darf bei einem Vertragsabschluss für Bewertungsdienstleistungen dieses Dokument anwenden, um den von ihnen geforderten Geltungsbereich der Bewertungsmaßnahme gegenüber dritten Auftragsnehmern und Beratern zu bestimmen und zu vermitteln.

Dieses Dokument soll ein Beitrag zu einem geringeren Energieverbrauch und in Folge natürlich auch zu einer verminderten CO₂-Bilanz sein.

Dieses Dokument enthält in Anhang A den geforderten Inhalt des Bewertungsberichts. Sie legt in Anhang B Beispiele für effizienten Systembetrieb und Möglichkeiten der Energiereduzierung vor, informiert zu Kompetenzen und Erfahrungen, die für eine Auditdurchführung sinnvoll sind (in Anhang C), informiert in Anhang D über Analysesoftware, legt in Anhang E ein typisches Arbeitsblatt zur Vorauswahl vor, informiert in Anhang F über spezifischen Energieverbrauch und in Anhang G über das Konzept der parasitären Leistung. Anhang H enthält Beispiele zum Effizienzindikator eines Pumpensystems.

Dieses Dokument ist im Rahmen von ISO 50001, ISO 50002 und ISO 50003 erarbeitet worden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anforderungen an die Durchführung und die Berichterstattung der Ergebnisse einer energetischen Bewertung eines Pumpensystems (im Folgenden als „Bewertung“ bezeichnet) fest; dabei wird das gesamte Pumpensystem von den Energiezufuhren bis zu der als Ergebnis dieser Zufuhren ausgeführten Leistung berücksichtigt.

Ziel einer energetischen Bewertung eines Pumpensystems ist die Feststellung des aktuellen Energieverbrauchs eines bestehenden Systems und die Ermittlung von Möglichkeiten zur Verbesserung des Wirkungsgrads des Systems.

Die Anforderungen umfassen:

- die Organisation und Durchführung einer Bewertung,
- die Analyse der Bewertungsdaten sowie
- die Berichterstellung und Dokumentation der Bewertungsergebnisse.

Dieses Dokument ist konzipiert worden, um bei Bedarf für Pumpensysteme mit offenem und geschlossenem Kreislauf angewendet zu werden, die üblicherweise in industriellen, institutionellen, kommerziellen und kommunalen Anlagen eingesetzt werden.

Dieses Dokument legt das Augenmerk auf die Bewertung von elektrisch angetriebenen Pumpenanlagen, welche vorherrschend in den meisten Einrichtungen verwendet werden, gilt jedoch auch für andere Antriebstypen wie Dampfturbinen und Motoren. Folgendes erbringt dieses Dokument nicht:

- a) es legt nicht fest, wie eine Pumpenanlage zu konstruieren ist;
- b) es enthält keine detaillierten Angaben zu den Qualifikationen und Fachkenntnissen, die von der Person, die die Internationale Norm anwendet, gefordert werden, obwohl im Anhang C eine Aufstellung des Wissensspektrums enthalten ist;
- c) es behandelt nicht die Schulung oder Zertifizierung von Personen;
- d) es legt nicht fest, wie die während der Bewertung entwickelten Empfehlungen umzusetzen sind, umfasst jedoch Anforderungen an einen Aktionsplan;
- e) es legt nicht fest, wie die Energieeinsparungen zu messen und zu validieren sind, die sich aus der Umsetzung der Empfehlungen der Bewertung ergeben;
- f) es legt nicht fest, wie Messungen durchzuführen und die während der Bewertung eingesetzten Prüfgeräte zu kalibrieren sind;
- g) es legt nicht fest, wie die Kosten der Umsetzung abzuschätzen sind oder wie die Finanzanalyse in Bezug auf die während der Bewertung entwickelten Empfehlungen durchzuführen ist;
- h) es legt keine konkreten Maßnahmen fest, die für den sicheren Betrieb der Geräte während der Bewertung erforderlich sind. Das für den Normalbetrieb der Geräte zuständige Anlagenpersonal ist für die Sicherstellung verantwortlich, dass diese Geräte während der Phase der Datenerfassung der Bewertung sicher betrieben werden;
- i) es behandelt keine Themen hinsichtlich des geistigen Eigentums, des Schutzes, der Vertraulichkeit und der Sicherheit.

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).

ISO 17769-1, *Liquid pumps and installation — General terms, definitions, quantities, letter symbols and units — Part 1: Liquid pumps*

ISO 17769-2, *Liquid pumps and installation — General terms, definitions, quantities, letter symbols and units — Part 2: Pumping system*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 17769-1 und ISO 17769-2 und die folgenden Begriffe.

ISO and IEC unterhalten Datenbanken zur Terminologie für die Verwendung in Normen unter folgenden Adressen:

- ISO Online browsing platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Energiebedarf des Systems

Mindest-Energiemenge, die ein Pumpensystem in einem festgelegten Prozess erfordert

3.2

Komponenten

einzelne Einheiten der Geräte innerhalb eines Systems

BEISPIEL Pumpe, Motor, Antrieb, Ventil, Wärmetauscher.

3.3

hydraulische Leistung

Wasserleistung

Leistung, die der Flüssigkeit durch die Pumpe zugeführt wird

3.4

elektrische Leistungsaufnahme

Leistung, die zur Unterstützung des Pumpensystembetriebs erforderlich ist

3.5

spezifischer Energieverbrauch

Energie, die zum Befördern eines bestimmten Flüssigkeitsvolumens durch das System erforderlich ist

3.6

parasitäre Leistung

an die Welle einer Pumpe abgegebene Leistung, die nicht zum Befördern der Flüssigkeit durch das System genutzt wird

4 Bestimmung des Bewertungsteams, seiner Befugnisse und Aufgaben

4.1 Bestimmung der Aufgaben des Bewertungsteams

Das aus sachkundigen Mitarbeitern bestehende Bewertungsteam muss über Mitglieder verfügen, denen zur Ausführung der folgenden Aufgaben Verantwortung und Autorität übertragen wird:

- Bereitstellung von Ressourcen, um:
 - die Finanzierung und die Ressourcen bereitzustellen, die für die Planung und Durchführung der Bewertung erforderlich sind,
 - die endgültige Entscheidungsbefugnis hinsichtlich der Ressourcen auszuüben,
 - die mögliche Beteiligung von außerbetrieblichem Personal, einschließlich der Verträge, Terminplanung, Vertraulichkeitsvereinbarungen und Leistungsbeschreibung, zu leiten.
- Koordinierung, Logistik und Kommunikation, um:
 - während der Bewertung die notwendige Unterstützung durch das Anlagenpersonal und andere Einzelpersonen und Organisationen zu erhalten,
 - sich an der Organisation des Bewertungsteams zu beteiligen und die Verfügbarkeit des erforderlichen Personals, erforderlicher Systeme und Anlagen zu koordinieren,
 - die Bewertung zu organisieren und zu verwalten sowie Aktivitäten terminlich zu planen.

4.2 Struktur, Führung und Kompetenz des Bewertungsteams

Das Bewertungsteam sollte aus Mitarbeitern mit funktionsübergreifendem Wissen und Können bestehen.

Zum Team müssen folgende Personen gehören:

- ein Sachverständiger, der über die in Anhang C beschriebenen Kompetenzen in Bezug auf das Pumpensystem verfügt;
- der Vertreter der Gastorganisation, der die Gesamtverantwortung und das Eigentumsrecht an der Bewertung hat;

Im Bewertungsteam sollten zudem folgende Personen mitwirken:

- fachlich kompetente Personen, die mit den Prozessen und der Funktion der Anlage vertraut sind;
- fachlich kompetente Personen, die mit den Wartungsverfahren der Pumpenanlage vertraut sind;
- fachlich kompetente Personen, die dem Team Kostendaten vorlegen können.

Das Bewertungsteam darf von der Gastorganisation gestellt werden oder darf, insbesondere hinsichtlich der Kompetenz des Gutachters, durch Einbeziehung externer Spezialisten verstärkt werden.

Die Gastorganisation muss den Leiter des Bewertungsteams benennen. Diese Person kann ein Angestellter der Gastanlage oder ein externer Gutachter sein. Bei kleinen Organisationen darf der Teamleiter der kompetente Gutachter sein.

4.3 Unterstützung durch das Facility-Management

Das Facility-Management muss den Zweck der Bewertung verstehen und unterstützen.

Das Facility-Management muss den Mitgliedern des Bewertungsteams, die an der Anlage beschäftigt sind, erlauben, im erforderlichen Umfang an der Bewertung teilzunehmen.

Das Bewertungsteam muss vor Durchführung der Bewertung vom Facility-Management eine schriftliche Unterstützung dahingehend erhalten, dass:

- die Finanzierung, personelle und sonstige Ressourcen, die zur Unterstützung der Bewertung erforderlich ist (sind), zur Verfügung gestellt wird (werden);
- dem Anlagenpersonal die Bedeutung der Bewertung in Bezug auf die Organisation vermittelt wird.

4.4 Kommunikation

Die für die Bewertung notwendigen Kommunikationswege müssen eingerichtet werden.

Das Bewertungsteam muss eine eindeutige Richtlinie bereitstellen, um die Kommunikation zwischen den Mitgliedern des Bewertungsteams zu unterstützen, damit alle erforderlichen Informationen und Daten zeitnah übertragen werden können. Hierzu gehören Verwaltungsdaten, logistische Informationen sowie Betriebs- und Wartungsdaten.

4.5 Nutzung der Anlagen, der personellen Ressourcen und Informationen

Das Bewertungsteam muss:

- Zugang zu den für die Durchführung der Bewertung benötigten Werksbereiche und Pumpensysteme erhalten,
- sich mit Anlagenpersonal (Technik, Bedienung, Instandhaltung, ...), Anlagenverkäufern, Vertragspartnern und anderen Parteien zur Erhebung von Daten austauschen können, die für die Bewertungsaktivitäten und die Analyse von Daten erforderlich sind, die zur Berichtserstellung genutzt werden,
- Zugriff auf andere Informationsquellen erhalten (wie z. B. Zeichnungen, Handbücher, Datenblätter, Instandhaltungsprotokolle, Prüfberichte, Rechnungen der Energieversorger, Computerüberwachungs- und -steuerdaten, Elektroschaltschränke und Kalibrierberichte).

Alle anfangs als wesentlich für die Bewertung erkannten Daten müssen in Diskussionen mit dem sachkundigen Personal der Anlage ermittelt werden.

4.6 Ziele der Bewertung, der Geltungsbereich und die Grenzen

Die Gesamtziele und der Umfang der Bewertung einschließlich des/der Teils/Teile der Anlage und die Grenzen des/der Systems/Systeme, das/die zu bewerten sind, müssen frühzeitig mit dem Bewertungsteam erörtert und vereinbart werden.

Das Bewertungsteam muss eine Aufstellung der standortspezifischen Ziele für jedes Pumpensystem erarbeiten, wie z. B. Ziele der Leistungssteigerung.

4.7 Aktionsplan

4.7.1 Allgemeines

Ein erster Aktionsplan für die Bewertung muss vom Bewertungsteam und den Anlageneigentümern entwickelt und vereinbart werden, um die Bewertung zu vereinfachen und damit allen Mitgliedern des Bewertungsteams klar ist, wie die Bewertung durchgeführt werden muss.

Der Aktionsplan muss ausreichend flexibel sein, damit verschiedene Ergebnisse der bei der Bewertung gemachten Beobachtungen einbezogen werden können, unter anderem:

- a) Feststellung der Ziele der Bewertung, insbesondere:
 - Bestimmen der Systemgrenzen (siehe 5.4);
 - Prüfung der vor Beginn der Bewertung erhobenen Daten;

- Ermittlung dessen, was bereits über das System bekannt ist und der Informationen, die noch beschafft werden müssen;
 - Beginn mit einer Bewertung der Stufe 1 (siehe 5.1.2);
- b) Bestimmen von Informationszielen für die Bewertung (siehe 5.1):
- Feststellen des Umfangs der Bewertung;
 - Bestimmen der Systeme, die in der Bewertung mit enthalten sind;
 - bestimmen, welche speziellen Informationen vorhanden sind und welche Daten noch beschafft werden müssen;
 - Bestimmen der Informationen, die in schriftlicher Form vorliegen (wie etwa in Form von Protokollen) oder elektronisch in den Computersystemen der Einrichtung gespeichert sind sowie der Systemparameter, deren Messung noch erforderlich ist;
 - bestimmen, wer hier beteiligt wird und wer für die Zusammenstellung der erforderlichen Daten verantwortlich ist;
- c) Festlegen der Messanforderungen (siehe 5.6) insbesondere:
- bestimmen, ob eine Momentaufnahme des Zustands ausreicht (Stufe 2 nach Tabelle 1), oder ob die Daten über einen längeren Zeitraum gesammelt werden müssen (Stufe 3 nach Tabelle 2);
 - identifizieren, ob dauerhaft eingebaute Messanlagen vorhanden und ob diese verlässlich sind;
- d) Identifizieren weiterer Informationsziele und insbesondere echter Prozessanforderungen (siehe 5.4);
- e) Bestimmen der Methoden, die erforderlich sind, um die Informationsziele der Bewertung zu erreichen:
- Bestimmen, wie die Daten zu analysieren sind, wobei die Empfehlungen aus Anhang B mit einzubeziehen sind;
 - Bestimmen der zu verwendenden Werkzeuge/Softwareprogramme;
- f) Bestimmen des Berichtsinhalts und der Verantwortlichkeiten.

4.7.2 Terminplanung der Bewertung

Die Termine der Bewertung und die Termine und Zeitangaben von wichtigen Sitzungen müssen vor dem Beginn der Bewertung festgelegt werden.

Die Bewertungssitzungen müssen umfassen:

- eine Auftaktsitzung. Diese muss kurz vor dem Beginn der Bewertung stattfinden. Der Zweck dieser Sitzung ist die Überprüfung der Informationen, die bei der Ersterfassung der Daten und Auswertung zu sammeln sind (siehe 4.8) und das Aufstellen des Ablaufplanes. Bei dieser Sitzung sollte das Bewertungsteam über die erforderlichen Sicherheitsprotokolle, Werkzeuge, Verfahren, Messungen, Mess- und Diagnosegeräte beraten;
- den (die) täglichen Ablaufplan/-pläne für die Bewertung vor Ort;
- die regelmäßige Berichterstattung in Form von Einsatznachbesprechungen (Debriefings) mit den Facility-Managern; diese sollten wie mit dem Bewertungsteam vereinbart stattfinden;
- eine Abschlusssitzung am Ende der Bewertungsmaßnahmen vor Ort. Diese dient dazu, die Ermittlungen hinsichtlich der Bewertung und erste Empfehlungen darzustellen (siehe 5.8).

Das Bewertungsteam muss korrigierende Handlungsoptionen für Unregelmäßigkeiten festlegen, die während einer Bewertung auftreten oder auftreten können (z. B. das Versagen eines computergestützten Erfassungssystems).

4.8 Ersterfassung der Daten und Auswertung

4.8.1 Allgemeines

Vor dem Beginn der Bewertung muss die Ersterfassung der Daten erfolgen (siehe 4.7.1 a) und b)). Zur Beschleunigung dieses Vorgangs ist eine Datenvorerfassung möglich.

ANMERKUNG Diese Informationen werden in sämtlichen Bewertungsphasen verwendet.

4.8.2 Erste Befragungen der Fachkräfte der Anlage

Das Bewertungsteam muss durch die Kontaktaufnahme mit dem Personal und den Fachkräften Informationen über Betriebspraktiken und spezifische betriebliche Erwägungen sammeln, die den Energieverbrauch für die Geräte beeinflussen.

Das Bewertungsteam muss ebenso Zugang zu dem Personal der Anlage haben, das über Kenntnisse zu den angeschlossenen Systemen verfügt, die durch am Pumpensystem vorgenommene Veränderungen beeinflusst werden.

4.8.3 Geschichte des Energieprojektes

Das Bewertungsteam muss Informationen über Projekte zur Energieeinsparung, Bewertungen, Audits, Baselines oder über bereits für das zu bewertende Pumpensystem durchgeführte Prozessvergleiche sammeln und diese prüfen.

4.8.4 Energiekosten

Das Bewertungsteam muss Kostendaten einschließlich der Stromkosten je kWh oder weitere ähnliche Positionen aufnehmen, wobei alle Kosten berücksichtigt werden wie z. B. Leistungsentgelte, Spitzengebühren, Tageskurse und alle weiteren Kosten bis zur Verwendungsstelle. Falls erforderlich, sollten geeignete Kosten der vor Ort erzeugten Energie zugeordnet werden. Diese Kosten sollten in den folgenden Analysen angewendet werden. Wird der Strom vor Ort erzeugt, sollten die eingesparten Kosten oder die möglichen Verkaufskosten für den Strom eingesetzt werden.

Das Bewertungsteam muss den Zeitraum, für den die Kosten als gültig angesehen werden, vereinbaren.

Das Bewertungsteam sollte ebenfalls Themen berücksichtigen, wie z. B. Bedarfskosten und Trends, um Situationen zu erkennen, die durch die Anwendung von Mittelwerten nicht offensichtlich werden.

Aus diesen Informationen muss das Bewertungsteam die mittleren jährlichen Energiekosten je kWh während der vorausgegangenen 12 Monate bestimmen.

Falls eine Anlage Grenzkosten beim Energieverbrauch festgestellt hat, ist es zulässig, diese bei der Berechnung der Energiekosteneinsparung zu verwenden.

4.8.5 Ausgangsdaten des Systems

Das Bewertungsteam hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Festlegen der funktionellen und prozessseitigen Anforderungen der Anlage(n);
- Ermitteln von Anlagen mit hohem Energieverbrauch;
- Ermitteln von Kontrollmethoden;
- Ermitteln von Anlagen mit hoher, niedriger oder negativer statischer Förderhöhe;
- Ermitteln von ineffizienten Geräten (offensichtliche Anzeichen von Schäden oder fehlerhaften Betriebs);
- Ermitteln von Pumpensystemen mit geringerer MTBF (mittlerer Betriebsdauer zwischen Ausfällen), was ein Hinweis auf ineffizienten Betrieb sein könnte (siehe Bild B.2).

4.9 Überprüfung der Ziele

Vor der Durchführung der Bewertung muss das Bewertungsteam sicherstellen, dass der Aktionsplan die festgelegten Ziele der Bewertung erfüllt.

Um die gewünschten Ergebnisse zu erreichen, müssen der Aktionsplan der Bewertung und die Ziele hinsichtlich Relevanz, Kostenwirksamkeit und Kapazität überprüft werden.

5 Durchführung der Bewertung

5.1 Bewertungsstufen

5.1.1 Allgemeines

Abhängig von den Anforderungen der Gastorganisation müssen eine oder mehrere der in Tabelle 1 angegebenen Bewertungsstufen ausgewählt werden.

Tabelle 1 — Übersicht der Bewertungsstufen

Maßnahmen	Bewertungsstufe 1	Bewertungsstufe 2	Bewertungsstufe 3
Möglichkeiten der Vorauswahl	Erforderlich	Erforderlich	Erforderlich
Ortsbesichtigung	Optional	Erforderlich	Erforderlich
Ermitteln der Systeme mit potentiellen Einsparungsmöglichkeiten	Erforderlich	Erforderlich	Erforderlich
Bewerten von Systemen mit potentiellen Einsparungsmöglichkeiten	Optional	Erforderlich	Erforderlich
Messen von Betriebsdaten für einen charakteristischen einzelnen Arbeitspunkt	Optional	Erforderlich	Erforderlich
Messen/Messwerterfassung von Systemen mit veränderlichen Betriebsbedingungen	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	Erforderlich
ANMERKUNG 1 Eine Bewertung der Stufe 1 ist eine qualitative Überprüfung mit möglichen quantitativen Elementen, die zur Bestimmung des Potentials signifikanter Energieeinsparungen auf der Grundlage weiterer Bewertungen und zur Identifizierung der spezifischen Systeme vorgesehen ist, die eine besondere Aufmerksamkeit verdienen. ANMERKUNG 2 Eine Bewertung der Stufe 2 ist eine quantitative Überprüfung, die zur Bestimmung des Energieverbrauchs und der potentiellen Einsparungen auf der Grundlage einer Messung einer einzelnen stationären Betriebsbedingung vorgesehen ist, die eine einzelne Messreihe erfordert. ANMERKUNG 3 Eine Bewertung der Stufe 3 ist eine quantitative Überprüfung unter Berücksichtigung unterschiedlicher Systemanforderungen, die mittels Überwachung des Systems über eine Zeitspanne erfolgt, die ausreichend lang ist, um die verschiedenen Betriebsbedingungen zu erfassen, die ihre eigene Messreihe erfordern.			

In Abhängigkeit von der Bewertungsstufe müssen die Daten entsprechend Tabelle 2 erfasst werden.

5.1.2 Bewertungen der Stufe 1

Eine Bewertung der Stufe 1 muss die Erfassung der Systeminformationen für die zur Beurteilung vorgesehenen Pumpensysteme innerhalb des Geltungsbereiches der Bewertung umfassen.

Die Bewertungsstufe 1 muss mit der Vorauswahl beginnen.

Während der Vorauswahl müssen die Regelungsverfahren für die unterschiedlichen Systeme vermerkt werden. Es müssen die Systeme bestimmt werden, die am besten für eine genauere Bewertung geeignet sind. Es sollte ebenfalls vermerkt werden, wenn sich Veränderungen des Pumpensystems auf andere Systeme auswirken, wodurch Auflagen zu potentiellen Optimierungsstrategien für das Pumpensystem entstehen.

Je nach praktischer Durchführbarkeit sollten möglichst viele Informationen während der Bewertung der Stufe 1 erfasst werden.

Die Verfügbarkeit einiger Datenarten an der Anlage (siehe 5.5) sollte während der Bewertungsstufe 1 ebenfalls angegeben werden, selbst dann, wenn diese nicht erfasst wurden.

Bei dieser Vorauswahl muss das Arbeitsblatt „Vorauswahl“ als Hilfestellung verwendet werden. Ein typisches Beispiel für ein Arbeitsblatt zur Hilfe im Prozess der Datenerfassung ist in Anhang E angegeben.

Im Allgemeinen müssen die während der Vorauswahl unternommenen Arbeitsschritte Folgendes umfassen:

- a) Sortieren nach Antriebsgröße, Jahresbetriebsstunden sowie geschätzte Energiekosten;
- b) Ausrichten auf Kreiselpumpen, die mit konstanter Drehzahl betrieben werden;
- c) Ausrichten auf Pumpensysteme mit Drossel und Umwälzung für die Regelung des Förderstroms;
- d) das Suchen nach Anzeichen von Energieverlust (-verschwendung), z. B. große Unterschiede zwischen dem Zulauf und dem Bedarf, häufig entstanden durch Ventildrosselung und Bypass-Förderströme (siehe 5.5.5);
- e) Identifizieren von ineffizienten Pumpenanlagen durch Befragungen des Wartungs- und Betriebspersonals und Durchsicht der Wartungsberichte;
- f) Auswahl derjenigen Systeme für die Bewertung, bei denen höchstwahrscheinlich anzunehmen ist, dass sie ein Einsparpotential aufweisen.

Aus diesen Informationen muss das Bewertungsteam Einschätzungen in Bezug auf das Potential der Energieeinsparungen in jedem System vornehmen und die Pumpensysteme auswählen, die die Kriterien für eine Bewertung nach Stufe 2 oder Stufe 3 erfüllen.

5.1.3 Bewertungen der Stufe 2

Die Bewertungen der Stufe 2 müssen durchgeführt werden, wenn eindeutig feststeht, dass die beobachteten Betriebsbedingungen repräsentativ für den Betrieb der Systeme und die Veränderungen der Betriebsbedingung gering oder nicht vorhanden sind.

Die Bewertungen der Stufe 2 müssen mit den aus den Informationssystemen der Anlage in Papierform oder in elektronischer Form erhaltenen oder mit den von tragbaren Messgeräten ermittelten Daten durchgeführt werden. Die Messungen müssen eine begrenzte Zeitdauer abdecken; dadurch ergibt sich eine Momentaufnahme der Betriebsbedingungen zum Zeitpunkt der Messung.

5.1.4 Bewertungen der Stufe 3

Die Bewertungen der Stufe 3 müssen bei Pumpensystemen erfolgen, bei denen sich die Bedingungen wesentlich im Laufe der Zeit verändern. Bei derartigen Systemen muss das Bewertungsteam die Systemleistungsdaten über einen Zeitraum aufzeichnen oder alle Daten bei den extremen Betriebspunkten erfassen. Um sicherzustellen, dass die Betriebsbedingungen an den verschiedenen Betriebspunkten (d. h. Auslegungspunkt, normale, maximale und minimale Volumenströme und Nennvolumenstrom) genau bestimmt werden können, muss diese Aktivität mit einer vermehrten Überwachung vor Ort verbunden sein. Die Überwachung hat durch Anschluss eines Messumformers an das Messwerterfassungsgerät und mit der Aufzeichnung der Ausgabedaten des Sensors zu erfolgen; bei einigen Anlagen, deren Verlaufsdaten gespeichert sind, sollten die relevanten Informationen aus dem Informationssystem der Anlage heruntergeladen werden.

Tabelle 2 — Erforderliche und optionale Daten für die Bewertungsstufe 1, 2 und 3

Systeminformation	Bewertungsstufe 1	Bewertungsstufe 2	Bewertungsstufe 3
Beschreibung der Anlage	Erforderlich	Erforderlich	Erforderlich
Bestandsaufnahme des Pumpensystems (vor Beginn der Bewertung vorgesehen) für Systeme, die die Vorauswahlkriterien erfüllen: — Liste der Pumpen; — Beschreibung der Pumpen (einschließlich Fördermedien); — Pumpentyp; — Pumpenanwendung; — jährliche Betriebsstunden (oder prozentualer Betrieb); — Regelverfahren (z. B. Regelventil, drehzahl geregelter Antrieb (VSD, en: variable speed drive), Bypass)	Erforderlich	Erforderlich	Erforderlich
— physikalischer Standort der Pumpe; — Daten des eingebauten Motors (Typenschildangabe der Nennleistung, Spannung, Stromstärke bei Vollast und Drehzahl)	Optional		
Betriebsparameter (einschließlich Förderstrom, Druck und Energie)	Optional	Erforderlich	Erforderlich
Pumpenkurve(n)	Optional	Erforderlich	Erforderlich
Auslegungspunkt	Optional	Erforderlich	Erforderlich
Kavitation an der Pumpe oder im System	Erforderlich	Erforderlich	Erforderlich
Instandhaltungsstufe (niedrig, mittel, hoch)	Erforderlich	Erforderlich	Erforderlich
Geräteinformationen (Servicetyp, Betriebsdauer, gemeinsam genutzte Betriebsarten, Spannung)	Optional	Erforderlich	Erforderlich
Typische Volumenströme sowie deren Varianten	Optional	Erforderlich	Erforderlich
Zeitverlaufsdigramme (Diagramm mit der Angabe der Dauer, für die der Wert eines Parameters einen bestimmten Wert überschreitet, d. h. der Förderstrom ist größer als Q für 3 000 Stunden/Jahr)	Optional	Optional	Erforderlich