

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Energiekenngrößen
Definitionen – Begriffe – Methodik

VDI 4661

Energetic characteristics
Definitions – terms – methodology

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

| Inhalt | Seite | Contents | Page |
|--|----------|--|----------|
| Einleitung | 3 | Preliminary note | 3 |
| 1 Begriffsdefinitionen. | 5 | 1 Definitions of terms | 5 |
| 1.1 Physikalische Begriffe. | 5 | 1.1 Physical terms | 5 |
| 1.1.1 Energie E | 5 | 1.1.1 Energy E | 5 |
| 1.1.2 Exergie E_{ex} | 6 | 1.1.2 Exergy E_{ex} | 6 |
| 1.1.3 Anergie E_{an} | 6 | 1.1.3 Anergy E_{an} | 6 |
| 1.1.4 Energieformen | 6 | 1.1.4 Forms of energy | 6 |
| 1.1.5 Leistungsbegriffe | 9 | 1.1.5 Terms of power | 6 |
| 1.1.6 Elektrische Leistungsbegriffe. | 9 | 1.1.6 Terms of electrical power | 9 |
| 1.2 Energiewirtschaftliche Begriffe. | 11 | 1.2 Terms of energy economy | 11 |
| 1.2.1 Primärenergie | 11 | 1.2.1 Primary energy. | 11 |
| 1.2.2 Sekundärenergie | 11 | 1.2.2 Secondary energy | 11 |
| 1.2.3 Bezugsenergie | 11 | 1.2.3 Delivered energy. | 11 |
| 1.2.4 Endenergie | 11 | 1.2.4 Final energy | 11 |
| 1.2.5 Zielenergie | 11 | 1.2.5 Target energy. | 11 |
| 1.2.6 Nutzenergie | 12 | 1.2.6 Useful energy | 12 |
| 1.2.7 Thermodynamischer Mindestenergieaufwand | 12 | 1.2.7 Minimum energy demand from thermodynamics | 12 |
| 1.2.8 Nichtenergetischer Verbrauch | 12 | 1.2.8 Non-energetic consumption | 12 |
| 1.2.9 Energiedienstleistungen | 13 | 1.2.9 Energetic services | 13 |
| 1.2.10 Brennwert und Heizwert | 13 | 1.2.10 Superior and inferior calorific value | 13 |
| 1.2.11 Netto-Energieerzeugung $W_{\text{el, netto}}$ oder Q_{netto} | 13 | 1.2.11 Net energy generation $W_{\text{el, net}}$ or Q_{net} | 13 |
| 1.2.12 Primärenergetisch bewertete Netto-Energieerzeugung $W_{\text{el, netto, prim}}$ oder $Q_{\text{netto, prim}}$ | 14 | 1.2.12 Primary-energy-evaluated net energy generation $W_{\text{el, net, prim}}$ or $Q_{\text{net, prim}}$ | 14 |
| 1.3 Energietechnische Begriffe | 14 | 1.3 Power engineering terms. | 14 |
| 1.3.1 Energieumwandlung (Energieumformung, Energiewandlung) | 14 | 1.3.1 Energy conversion (energy transformation) | 14 |
| 1.3.2 Energiewandler | 14 | 1.3.2 Energy converters | 14 |
| 1.3.3 Energieanwendung | 14 | 1.3.3 Energy utilization | 14 |

VDI-Gesellschaft Energietechnik

Fachausschuss Energiekennwerte

VDI-Handbuch Energietechnik
VDI-Handbuch Umwelttechnik

| | Seite | | Page |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 1.3.4 | 14 | 1.3.4 | 14 |
| 1.3.5 | 14 | 1.3.5 | 14 |
| 1.3.6 | 14 | 1.3.6 | 14 |
| 1.3.7 | 15 | 1.3.7 | 15 |
| 1.3.8 | 15 | 1.3.8 | 15 |
| 1.3.9 | 15 | 1.3.9 | 15 |
| 1.4 | 15 | 1.4 | 15 |
| 1.4.1 | 15 | 1.4.1 | 15 |
| 1.4.2 | 16 | 1.4.2 | 16 |
| 1.4.3 | 17 | 1.4.3 | 17 |
| 1.4.4 | 18 | 1.4.4 | 18 |
| 1.4.5 | 18 | 1.4.5 | 18 |
| 1.4.6 | 19 | 1.4.6 | 19 |
| 1.4.7 | 19 | 1.4.7 | 19 |
| 1.4.8 | 21 | 1.4.8 | 21 |
| 1.4.9 | 21 | 1.4.9 | 21 |
| 1.4.10 | 21 | 1.4.10 | 21 |
| 1.4.11 | 22 | 1.4.11 | 22 |
| 1.5 | 22 | 1.5 | 22 |
| 1.5.1 | 22 | 1.5.1 | 22 |
| 1.5.2 | 22 | 1.5.2 | 22 |
| 1.5.3 | 22 | 1.5.3 | 22 |
| 1.5.4 | 23 | 1.5.4 | 23 |
| 1.5.5 | 24 | 1.5.5 | 24 |
| 1.5.6 | 25 | 1.5.6 | 25 |
| 2 | 27 | 2 | 27 |
| 2.1 | 27 | 2.1 | 27 |
| 2.2 | 29 | 2.2 | 29 |
| 2.3 | 31 | 2.3 | 31 |
| 2.4 | 31 | 2.4 | 31 |
| 3 | 33 | 3 | 33 |
| 3.1 | 33 | 3.1 | 33 |
| 3.1.1 | 34 | 3.1.1 | 34 |
| 3.1.2 | 34 | 3.1.2 | 34 |
| 3.1.3 | 35 | 3.1.3 | 35 |
| 3.2 | 36 | 3.2 | 36 |
| 4 | 38 | 4 | 38 |
| 4.1 | 38 | 4.1 | 38 |

| | Seite |
|-----------------|---|
| 4.1.1 | Anlagengröße 39 |
| 4.1.2 | Auslastung der Anlage 39 |
| 4.1.3 | Bilanzgrenzen 42 |
| 4.1.4 | Art und Qualität der Rohstoffe und Energieträger. 44 |
| 4.1.5 | Produktqualität 45 |
| 4.1.6 | Umwelteinflüsse bzw. Witterung . 46 |
| 4.2 | Datenerfassung und -verarbeitung 46 |
| 4.2.1 | Erfassung von Messgrößen. 47 |
| 4.2.2 | Dokumentation von Daten 48 |
| 4.2.3 | Bildung von Verhältniszahlen 48 |
| 5 | Formelzeichen und Indizes 50 |
| | Schrifttum 52 |
| Anhang A | Energieeinheiten. 52 |

| | Page |
|----------------|---|
| 4.1.1 | Plant size. 39 |
| 4.1.2 | Degree of utilization of plants. . . . 39 |
| 4.1.3 | Balance boundaries 42 |
| 4.1.4 | Type and quality of the raw materials and energy carriers 44 |
| 4.1.5 | Product quality 45 |
| 4.1.6 | Environmental influences and weathering. 46 |
| 4.2 | Data acquisition and processing 46 |
| 4.2.1 | Acquisition of measured variables . 47 |
| 4.2.2 | Documentation of data 48 |
| 4.2.3 | Generation of ratios 48 |
| 5 | Symbols and units 50 |
| | Bibliography 52 |
| Annex A | Units of energy 52 |

Einleitung

Die Diskussionen um eine sichere, umweltschonende und nachhaltige Energieversorgung und -anwendung führen durch unklare Vorstellungen über die Begriffsinhalte, mangelnde Klarheit begrifflicher Definitionen und oft allein schon durch die missverständliche Verwendung des Begriffs Energie zu Fehlmeinungen und -urteilen. Eine einheitliche Begriffsfestlegung ist die erste Voraussetzung für das Verständnis energiewirtschaftlicher Grundlagen.

Der Vergleich und die Beurteilung der energetischen Qualität von Geräten, Anlagen, Systemen und ihre technische und wirtschaftliche Optimierung erfolgt auf der Grundlage von Energiekenngrößen. Die Energiekenngrößen sind in den meisten Fällen Verhältniszahlen, die zum Teil dimensionsbehaftet und zum Teil dimensionslos sind. Im Allgemeinen sind neben den Energiekenngrößen noch zusätzliche Angaben notwendig, um eine eindeutige Bewertung zu ermöglichen.

Energieumwandlungen können durch die Gesetze der Thermodynamik beschrieben werden. Allerdings ist das Gleichungssystem der Thermodynamik nur für ideale, d.h. reversible Prozesse geschlossen. In der Praxis ist die exakte analytische Bestimmung von energietechnischen Vorgängen meist nicht möglich. Dazu sind die Verknüpfungen der energetischen Bestimmungsgrößen mit anderen Bestimmungsfaktoren, wie fertigungstechnische Bedingungen, wirtschaftliche und soziale Strukturen und Umweltbedingungen, zu komplex, zum Teil nicht bekannt und unwägbar. Die Einflussfaktoren sind oft stochastisch und nur schwer reproduzierbar.

Preliminary note

Due to an indistinct understanding of the meaning of terms and a lack of clarity regarding the definitions of the terms, and frequently simply due solely to a misguided use of the term "energy", discussions about a safe and sustained energy supply and utilization with low environmental impact often results in misleded opinions and judgments. A uniform definition of terms is the first condition of understanding fundamentals of energy economy.

Comparison and evaluation of the energetic quality of equipment, plants, systems and also their technical and economic optimization is made on the basis of energetic characteristics. In most cases these energetic characteristics are relative values some of which are dimensionalized and others non-dimensionalized. In general, further items of information are required in addition to the energetic characteristics until an unambiguous assessment can be made.

The various types of energy conversion can be described by the laws of thermodynamics. However, the system of equations in thermodynamics is a closed system only for ideal – i.e. reversible – processes. In practice, it is sometimes not possible to obtain an exact analytical estimation of energetic processes. Therefore energetic fundamental variables are linked to other determining factors, such as technical conditions of production, economical and social structures and environmental conditions, in a way which is too complex, and in some cases not known and therefore imponderable. Commonly, the affecting factors are stochastic and only reproducible with difficulty.