

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 $W_{el, netto}$ oder Q_{netto}	13	1.2.11 Net energy generation $W_{el, net}$ or Q_{net}	13
1.2.12 Primärenergetisch bewertete Netto-Energieerzeugung $W_{el, netto, prim}$ oder $Q_{netto, prim}$	14	1.2.12 Primary-energy-evaluated net energy generation $W_{el, net, prim}$ or $Q_{net, prim}$	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	Energiebedarf 14	1.3.4	Energy demand 14
1.3.5	Energieverbrauch 14	1.3.5	Energy consumption. 14
1.3.6	Energieverlust. 14	1.3.6	Energy loss 14
1.3.7	Umwandlungsverlust. 15	1.3.7	Conversion loss 15
1.3.8	Abwärme 15	1.3.8	Waste heat 15
1.3.9	Fortwärme 15	1.3.9	Off-heat 15
1.4	Energiekenngrößen 15	1.4	Energetic characteristics 15
1.4.1	Spezifischer Energiebedarf/ Energieverbrauch w 15	1.4.1	Specific energy demand/energy consumption w 15
1.4.2	Wirkungsgrade 16	1.4.2	Efficiencies 16
1.4.3	Mittlere Wirkungsgrade über Zeiträume 17	1.4.3	Averaged efficiencies over periods of time 17
1.4.4	Leistungszahl ϵ 18	1.4.4	Performance coefficient ϵ 18
1.4.5	Arbeitszahl b 18	1.4.5	Work coefficient b 18
1.4.6	Nenndaten 19	1.4.6	Rated data 19
1.4.7	Leistungsbegriffe 19	1.4.7	Terms of power 19
1.4.8	Benutzungsdauer T_{ben} 21	1.4.8	Utilization period T_{ben} 21
1.4.9	Benutzungsgrad, Belastungsgrad g_{ben} 21	1.4.9	Utilization factor, load factor g_{ben} . . 21
1.4.10	Ausnutzungsdauer T_{aN} 21	1.4.10	Utilization period at maximum capacity T_{aN} 21
1.4.11	Arbeitsausnutzung n_A 22	1.4.11	Utilization factor of maximum capacity n_A 22
1.5	Energiekennwerte für ganzheitliche Bewertung. 22	1.5	Energetic characteristics for an integral evaluation. 22
1.5.1	Kumulierter Energieaufwand KEA . 22	1.5.1	Cumulative energy demand KEA . . 22
1.5.2	Kumulierter Nichtregenerativer Energieaufwand KEA_{NR} 22	1.5.2	Cumulative non-regenerative energy demand KEA_{NR} 22
1.5.3	Bereitstellungsnutzungsgrade g . . 22	1.5.3	Overall supply efficiency g 22
1.5.4	Erntefaktor EF 23	1.5.4	Harvest factor EF 23
1.5.5	Energetische Amortisationszeit AZ 24	1.5.5	Energy amortization time AZ 24
1.5.6	Energiekennwerte bei Koppel- prozessen 25	1.5.6	Energetic characteristics of co-generation processes. 25
2	Energiebilanzen 27	2	Energy balances 27
2.1	Energiebilanzen für technische Systeme . . 27	2.1	Energy balances for technical systems . . . 27
2.2	Energiebilanzen für Wirtschaftsräume . . . 29	2.2	Energy balances for economic areas. . . . 29
2.3	Umrechnungsfaktoren 31	2.3	Conversion factors 31
2.4	Bewertung der Energieträger 31	2.4	Evaluation of the energy carriers 31
3	Anwendungsmöglichkeiten von Energiekenngrößen. 33	3	Possible applications for energetic characteristics 33
3.1	Energiekennwerte im betrieblichen Energiemanagement 33	3.1	Energetic characteristics in operational energy management 33
3.1.1	Verwendung von Kennwerten zur Analyse 34	3.1.1	Use of characteristics for analysis. . . 34
3.1.2	Verwendung von Kennwerten zur Steuerung. 34	3.1.2	Use of characteristics for control . . 34
3.1.3	Kennwertvergleich 35	3.1.3	Comparison of characteristic values 35
3.2	Energiekennwerte in Benchmarking- Projekten 36	3.2	Energetic characteristics in benchmarking projects. 36
4	Methodik zur Ermittlung und zum Vergleich von Energiekenngrößen 38	4	Methods of determining and comparing energetic characteristics 38
4.1	Wesentliche Einflussfaktoren auf Energiekenngrößen 38	4.1	Important factors affecting energetic characteristics 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.