

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEUREErmittlung des Wirkungsgrads von
konventionellen Kraftwerken

VDI 3986

Determination of efficiencies of
conventional power stationsAusg. deutsch/englisch
Issue German/English*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.**No guarantee can be given with respect to the English translation. The German version of this standard shall be taken as authoritative.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	4	Preliminary note	4
1 Anwendungsbereich	4	1 Scope	4
2 Begriffe	5	2 Terms and definitions	5
3 Formelzeichen und Indizes	5	3 Symbols and indices	5
4 Definition der Wirkungsgrade	7	4 Definition of efficiency	7
4.1 Allgemeines	7	4.1 General	7
4.2 Thermischer Wirkungsgrad	8	4.2 Thermal efficiency	8
4.2.1 Allgemein	8	4.2.1 General	8
4.2.2 Dampfkraftprozess	8	4.2.2 Steam power process	8
4.2.3 Gas-und-Dampfturbinen-Prozess	9	4.2.3 Gas/steam turbine process	9
4.3 Blockwirkungsgrad	11	4.3 Unit efficiency	11
4.3.1 Allgemein	11	4.3.1 General	11
4.3.2 Dampfkraftprozess	11	4.3.2 Steam power process	11
4.3.3 GuD-Prozess	12	4.3.3 Gas/steam turbine process	12
4.4 Blockwirkungsgrad von Dampfkraft- werken mit Dampfentnahme	12	4.4 Unit efficiency steam power stations with for steam withdrawal	12
4.4.1 Allgemein	12	4.4.1 General	12
4.4.2 Heißdampf	13	4.4.2 Heating steam	13
4.4.3 Prozessdampf	15	4.4.3 Process steam	15
4.5 Blockwirkungsgrad bei GuD-Prozessen mit Dampfentnahme	21	4.5 Unit efficiency of gas/steam turbine processes for steam withdrawal	21
4.5.1 Heißdampfentnahme	21	4.5.1 Heating steam withdrawal	21
4.5.2 Prozessdampfentnahme	23	4.5.2 Process steam withdrawal	23
5 Bezugszustände, Voraussetzungen, Versuchsbedingungen	25	5 Reference conditions, prerequisites, test conditions	25
5.1 Bezugszustände	25	5.1 Reference conditions	25
5.1.1 Allgemeines	25	5.1.1 General	25
5.1.2 Heizwert, Brennwert	25	5.1.2 Inferior/superior calorific value	25
5.1.3 Dampfturbine	25	5.1.3 Steam turbine	25
5.1.4 Gasturbine	26	5.1.4 Gas turbine	26
5.1.5 Kühlturm	26	5.1.5 Cooling tower	26
5.1.6 Phasenwinkel	26	5.1.6 Phase angle	26

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)
Fachbereich Energiewandlung und -anwendungVDI-Handbuch Energietechnik
VDI/VDE-Handbuch Prozessmesstechnik und Strukturanalyse

	Seite		Page
5.2 Voraussetzungen, Bedingungen,		5.2 Prerequisites, conditions,	
Schaltungen	27	circuit condition	27
5.2.1 Allgemein	27	5.2.1 General	27
5.2.2 Schaltung	27	5.2.2 Circuit condition	27
5.2.3 Lastpunkt	27	5.2.3 Load point	27
5.2.4 Wirkungsgrad	27	5.2.4 Efficiency	27
5.2.5 Beharrungszustand,		5.2.5 Stationary state, start of test	27
Versuchsbeginn	27		
5.2.6 Istzustand	28	5.2.6 Actual condition	28
5.2.7 Elektrischer Eigenbedarf	28	5.2.7 Auxiliary load	28
5.2.8 Nettoleistung	28	5.2.8 Net output	28
5.2.9 Leistung des Generators	29	5.2.9 Generator output	29
5.2.10 Heizwert/Brennwert.	30	5.2.10 Superior/inferior calorific value	30
6 Messungen zur Ermittlung des		6 Measurements to ascertain efficiency	30
Wirkungsgrads	30		
6.1 Thermischer Wirkungsgrad	30	6.1 Thermal efficiency	30
6.1.1 Mechanische Leistung der		6.1.1 Mechanical output of the	
Dampfturbine.	30	steam turbine	30
6.1.2 Mechanische Leistung der		6.1.2 Mechanical output of the	
Gasturbine	31	gas turbine.	31
6.1.3 Mechanische Leistung der		6.1.3 Mechanical input of the	
Speisepumpe	31	feed pump	31
6.1.4 Übertragener Wärmestrom	32	6.1.4 Transferred heat flow	32
6.2 Blockwirkungsgrad	33	6.2 Unit efficiency	33
6.2.1 Brennstoffmassenstrom	33	6.2.1 Fuel mass flow.	33
6.2.2 Heizwert oder Brennwert.	33	6.2.2 Superior or inferior calorific value	33
6.2.3 Elektrische Leistung	33	6.2.3 Electrical output	33
6.3 Messverfahren und Messgeräte	34	6.3 Measuring procedures and measuring	
		equipment	34
6.3.1 Allgemeines	34	6.3.1 General	34
6.3.1.1 Messgeräte	34	6.3.1.1 Measuring equipment.	34
6.3.1.2 Messaufbau	35	6.3.1.2 Measuring configuration	35
6.3.1.3 Messstellen.	35	6.3.1.3 Measuring sites	35
6.3.2 Brennstoffmassenstrom	35	6.3.2 Fuel mass flows	35
6.3.2.1 Gasförmige Brennstoffe,		6.3.2.1 Gaseous fuels, burnable gas	35
Brenngase	35		
6.3.2.2 Flüssige Brennstoffe, Heizöl	36	6.3.2.2 Liquid fuels, fuel oil	36
6.3.2.3 Feste Brennstoffe	37	6.3.2.3 Solid fuels.	37
6.3.3 Heizwert	38	6.3.3 Calorific value	38
6.3.3.1 Heizwert der Brennstoffe	38	6.3.3.1 Calorific value of the fuels	38
6.3.3.2 Probenahme von		6.3.3.2 Sampling fuels	39
Brennstoffen	39		
6.3.4 Druck	39	6.3.4 Pressure	39
6.3.4.1 Druckentnahmestelle.	39	6.3.4.1 Pressure tap	39
6.3.4.2 Druckmessgerät	39	6.3.4.2 Pressure measuring unit.	39
6.3.4.3 Hinweise	40	6.3.4.3 Remarks.	40
6.3.5 Temperatur	40	6.3.5 Temperature	40
6.3.5.1 Temperaturmessstelle im		6.3.5.1 Temperature measuring site	
Wasser-/Dampfkreislauf	40	in water/steam circuit	40
6.3.5.2 Temperaturmessstelle im		6.3.5.2 Temperature measuring site	
Luft-/Rauchgasweg	40	in air/flue gas lines	40
6.3.5.3 Temperaturmessstelle im		6.3.5.3 Temperature measuring site	
Kühlwasserkreislauf	41	in the coolant circuit	41

	Seite		Page
6.3.5.4	Temperaturmessgeräte . . . 41	6.3.5.4	Temperature measuring equipment. 41
6.3.5.5	Einsatz elektrischer Berührungsthermometer . 42	6.3.5.5	Use of electrical contact thermometers 42
6.3.6	Massenstrom/Durchfluss 42	6.3.6	Mass flow/flow rate 42
6.3.6.1	Allgemein 42	6.3.6.1	General 42
6.3.6.2	Durchflussmessung nach dem Wirkdruckverfahren . 43	6.3.6.2	Flow measurement with the differential pressure procedure 43
6.3.6.3	Durchflussmessung im Kühlwasserkreislauf. . . . 45	6.3.6.3	Flow measurement in the cooling water circuit . . . 45
6.3.6.4	Durchflussmessung in Luft- und Rauchgaskanälen . . . 46	6.3.6.4	Flow measurement in air and flue gas ducts. 46
6.3.7	Elektrische Leistung 46	6.3.7	Electrical output 46
6.3.7.1	Messung der elektrischen Leistung 46	6.3.7.1	Measuring electrical output 46
6.3.7.2	Elektrische Messinstrumente 47	6.3.7.2	Electrical measuring instruments 47
6.3.7.3	Messwandler 47	6.3.7.3	Measuring transformers . 47
6.3.7.4	Anschlüsse für elektrische Messinstrumente 47	6.3.7.4	Connections for electrical measuring instruments . . 47
6.3.8	Drehmoment 48	6.3.8	Torque 48
6.3.9	Drehzahl 48	6.3.9	Velocity 48
6.3.10	Füllstand 48	6.3.10	Filling level 48
6.4	Messwerte 49	6.4	Measured values 49
6.4.1	Messwertaufnahme. 49	6.4.1	Recording measured values 49
6.4.2	Zeitliche Mittelwertbildung 49	6.4.2	Taking the mean value in time . . . 49
7	Umrechnung auf Bezugszustände 51	7	Conversion to reference conditions 51
7.1	Allgemeines 51	7.1	General 51
7.2	Brennwert/Heizwert. 51	7.2	Superior/inferior calorific value 51
7.3	Dampfturbine 52	7.3	Steam turbine 52
7.4	Gasturbine. 54	7.4	Gas turbine 54
8	Messunsicherheiten 55	8	Measuring uncertainties. 55
	Schrifttum 59		Bibliography 59