

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Ermittlung des Wirkungsgrads von  
konventionellen Kraftwerken

VDI 3986

Determination of efficiencies of  
conventional power stations

Ausg. 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
<b>1 Anwendungsbereich . . . . .</b>	<b>4</b>	<b>1 Scope . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>2 Begriffe . . . . .</b>	<b>5</b>	<b>2 Terms and definitions . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>3 Formelzeichen und Indizes . . . . .</b>	<b>5</b>	<b>3 Symbols and indices . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>4 Definition der Wirkungsgrade . . . . .</b>	<b>7</b>	<b>4 Definition of efficiency . . . . .</b>	<b>7</b>
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
<b>5 Bezugszustände, Voraussetzungen,   Versuchsbedingungen . . . . .</b>	<b>25</b>	<b>5 Reference conditions, prerequisites,   test conditions . . . . .</b>	<b>25</b>
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 -anwendung

VDI-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
<b>6 Messungen zur Ermittlung des</b>		<b>6 Measurements to ascertain efficiency . . . . .</b>	<b>30</b>
<b>Wirkungsgrads . . . . .</b>	<b>30</b>		
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	41	6.3.5.4	41
6.3.5.5	42	6.3.5.5	42
6.3.6	42	6.3.6	42
6.3.6.1	42	6.3.6.1	42
6.3.6.2	43	6.3.6.2	43
6.3.6.3	45	6.3.6.3	45
6.3.6.4	46	6.3.6.4	46
6.3.7	46	6.3.7	46
6.3.7.1	46	6.3.7.1	46
6.3.7.2	47	6.3.7.2	47
6.3.7.3	47	6.3.7.3	47
6.3.7.4	47	6.3.7.4	47
6.3.8	48	6.3.8	48
6.3.9	48	6.3.9	48
6.3.10	48	6.3.10	48
6.4	49	6.4	49
6.4.1	49	6.4.1	49
6.4.2	49	6.4.2	49
<b>7</b>	<b>51</b>	<b>7</b>	<b>51</b>
7.1	51	7.1	51
7.2	51	7.2	51
7.3	52	7.3	52
7.4	54	7.4	54
<b>8</b>	<b>55</b>	<b>8</b>	<b>55</b>
Schrifttum	59	Bibliography	59