

<p>VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE  VERBAND DER ELEKTROTECHNIK ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK</p>	<p><b>Blockregelung von Wärmekraftwerken</b>  <b>Unit control of thermal power stations</b></p>	<p><b>VDI/VDE 3508</b></p>
<p>Ausg. deutsch/englisch Issue German/English</p>		

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.



## Inhalt

Vorbemerkung . . . . .	3
Zweck und Geltungsbereich . . . . .	3
<b>1 Einleitung . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>2 Allgemeine Grundlagen . . . . .</b>	<b>4</b>
2.1 Definition und Abgrenzung . . . . .	4
2.2 Eigenschaften und Kenngrößen der Netze .	8
2.2.1 Elektrisches Netz . . . . .	8
2.2.2 Prozessdampfnetz . . . . .	9
2.2.3 Fernwärmennetz . . . . .	10
<b>3 Anforderungen der Netze . . . . .</b>	<b>11</b>
3.1 Elektrisches Netz . . . . .	11
3.2 Prozessdampfnetz . . . . .	12
3.3 Fernwärmennetz . . . . .	12
<b>4 Dynamische Merkmale des Kraftwerk-blockes und seiner Komponenten . . . . .</b>	<b>13</b>
4.1 Dampferzeuger . . . . .	15
4.1.1 Fossil beheizte Dampferzeuger .	15
4.1.2 Nuklear beheizte Dampferzeuger	17
4.2 Turbosatz . . . . .	17
4.3 Weitere Komponenten . . . . .	18
4.4 Kombianlagen mit Gasturbinen (GuD-Kraftwerke) . . . . .	19
<b>5 Strukturen der Blockregelung . . . . .</b>	<b>20</b>
5.1 Konventionelle Kraftwerke zur Strom- erzeugung . . . . .	21
5.1.1 Betriebsart: Turbine führt (Dampferzeuger folgt) . . . . .	23
5.1.2 Betriebsart: Dampferzeuger führt (Turbine folgt) . . . . .	26
5.1.3 Frequenzregelung (Primärregelung) mittels Kondensatanstauverfahren .	29

## Contents

	Page
Preliminary note . . . . .	3
Objective and scope . . . . .	3
<b>1 Introduction . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>2 General principles . . . . .</b>	<b>4</b>
2.1 Definition. . . . .	4
2.2 Characteristics and characteristic quantities of the networks . . . . .	8
2.2.1 Electrical power network . . . . .	8
2.2.2 Process steam network . . . . .	9
2.2.3 District heat network . . . . .	10
<b>3 Requirements on the part of the networks . . . . .</b>	<b>11</b>
3.1 Electrical power network. . . . .	11
3.2 Process steam network . . . . .	12
3.3 District heat network . . . . .	12
<b>4 Dynamic characteristics of the power station unit and its components . . . . .</b>	<b>13</b>
4.1 Steam generator . . . . .	15
4.1.1 Fossil fired steam generators . . . . .	15
4.1.2 Nuclear steam generators . . . . .	17
4.2 Turbogenerator set . . . . .	17
4.3 Other components . . . . .	18
4.4 Combined plants with gas turbines (gas and steam power stations). . . . .	19
<b>5 Structures of unit control . . . . .</b>	<b>20</b>
5.1 Fossil fired electrical power stations . .	21
5.1.1 Operating mode: Turbine in control (steam generator following) . . . . .	23
5.1.2 Operating mode: Steam generator in control (turbine following) . . . . .	26
5.1.3 Frequency control (primary control) by means of condensate retention . .	29

Seite	Page
5.2 Konventionelle Kraftwerke zur Prozessdampferzeugung (Industriekraftwerke) . . . . .	32
5.3 Konventionelle Kraftwerke zur Fernwärmeverzeugung (Heizkraftwerke) . . . . .	34
5.4 Entnahme-Kondensationskraftwerke . . . . .	37
5.5 Kombianlagen mit Gasturbinen . . . . .	40
5.5.1 Kombiniertes Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk (GuD-Kraftwerk)	41
5.5.2 Kombiniertes Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk mit Zusatzfeuerung . . . . .	41
5.6 Kernkraftwerke . . . . .	46
5.6.1 Kernkraftwerk mit Druckwasserreaktor . . . . .	46
5.6.2 Kernkraftwerk mit Siedewasserreaktor . . . . .	50
5.7 Modellgestützte Blockregelung . . . . .	50
5.7.1 Blocksteuerung . . . . .	53
5.7.2 Modellgestützte Sollwertführung . . . . .	56
5.7.3 Betriebsartenabhängige Blockregelung	57
5.7.4 Wirksamkeit des modellgestützten Blockführungs- und Regelkonzeptes	58
5.8 Übergeordnete Block-Sollwertführung . . . . .	59
<b>6 Eignung und Anwendbarkeit der Blockregelungsstrukturen . . . . .</b>	<b>62</b>
6.1 Bestimmende Größen und Einflüsse . . . . .	62
6.2 Eignung der Regelungsstrukturen . . . . .	63
6.2.1 Eignung der Betriebsart „Turbine führt“ . . . . .	65
6.2.2 Eignung der Betriebsart „Dampferzeuger führt“ . . . . .	66
6.2.3 Eignung der Betriebsart „Dampferzeuger führt“ mit modellgestützter Blockregelung und Kondensatanstau-Verfahren . . . . .	67
<b>7 Regelgüte . . . . .</b>	<b>70</b>
7.1 Begriff der Regelgüte . . . . .	70
7.2 Ermittlung der Regelgüte . . . . .	71
7.3 Prüfanregungen . . . . .	72
7.4 Berücksichtigung von Störeinflüssen bei Prüfungen . . . . .	78
7.5 Ergänzende Hinweise . . . . .	79
<b>8 Formelzeichen und Benennungen . . . . .</b>	<b>80</b>
8.1 Formelzeichen . . . . .	80
8.2 Abkürzungen, Indizes . . . . .	81
Schrifttum . . . . .	82
<b>Anhang</b> Ergänzende Erläuterung zu Fernwärmenetzen und ihren Regelungen . . . . .	83
<b>5.2 Fossil fired power stations for process steam generator (industrial power stations)</b>	32
5.3 Fossil fired power stations for district heat generation (combined heating and power stations, CHPs) . . . . .	34
5.4 Extraction condensing power stations . . . . .	37
5.5 Combined plants with gas turbines . . . . .	40
5.5.1 Combined gas and steam turbine power station (gas-and-steam power station) . . . . .	41
5.5.2 Combined gas and steam turbine power station with additional furnace . . . . .	41
5.6 Nuclear power stations . . . . .	46
5.6.1 Nuclear power station with pressurized water reactor . . . . .	46
5.6.2 Nuclear power station with boiling water reactor . . . . .	50
5.7 Model-based unit control . . . . .	50
5.7.1 Unit feedforward control . . . . .	53
5.7.2 Model-based setpoint control . . . . .	56
5.7.3 Unit control dependent on operating mode . . . . .	57
5.7.4 Efficacy of the model-based unit feedforward and feedback control concept . . . . .	58
5.8 Superordinate determination of setpoints (target output limiting) . . . . .	59
<b>6 Suitability and applicability of the unit control structures . . . . .</b>	<b>62</b>
6.1 Determining variables and influences . . . . .	62
6.2 Suitability of the control structures . . . . .	63
6.2.1 Suitability of the operating mode „turbine in control“ . . . . .	65
6.2.2 Suitability of the operating mode „steam generator in control“ . . . . .	66
6.2.3 Suitability of the operating mode „steam generator in control“ with model-based unit control and use of the condensate retention method . . . . .	67
<b>7 Control performance . . . . .</b>	<b>70</b>
7.1 The notion of control performance . . . . .	70
7.2 Determination of control performance . . . . .	71
7.3 Test stimuli . . . . .	72
7.4 Consideration of disturbing influences in tests . . . . .	78
7.5 Supplementary information . . . . .	79
<b>8 Symbols and terms . . . . .</b>	<b>80</b>
8.1 Symbols . . . . .	80
8.2 Abbreviations/subscripts . . . . .	81
Bibliography . . . . .	82
<b>Annex</b> Supplementary information on district heat networks and their controls . . . . .	83