

Inhaltsverzeichnis

VORWORT	III
INHALTSVERZEICHNIS	V
NOMENKLATUR	VIII
KURZFASSUNG.....	XIII
ABSTRACT	XIV
1 EINLEITUNG.....	1
1.1 Hintergrund und Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung und Schwerpunkt der Arbeit.....	3
1.3 Gliederung und Aufbau der Arbeit.....	5
2 KENNTNISSTAND.....	7
2.1 An- und Abfahrvorgang eines Kraftwerks	7
2.2 Anfahrbedingte Kosten	9
2.3 Bedeutung der monetären Bewertung des Anfahrvorgangs	10
2.3.1 Einfluss des Anfahrvorgangs auf die Instandhaltungskosten.....	10
2.3.2 Einfluss der Anfahrkosten auf den Einsatz der Blöcke.....	12
2.3.3 Einfluss der Anfahrkosten auf die Bewertung der Windenergieeinspeisung.....	12
2.4 Vorhandene Ansätze zur Bewertung des Anfahrvorgangs	14
2.4.1 Betrachtung einzelner Systeme und Komponenten	14
2.4.2 Systemübergreifende, blockweite Betrachtung.....	14
2.5 Forschungsbedarf und Anforderungen an das zu entwickelnde Referenzmodell.....	15
3 THEORETISCHE GRUNDLAGEN	20
3.1 Abnutzung als Folge des Betriebs.....	20
3.2 Schädigungsarten.....	20
3.3 Fehlerarten und das Ausfallverhalten von Systemen	24
3.4 Zeitliche Entkopplung	26
3.5 Kostenbewertungsverfahren.....	26
3.5.1 Fixe und variable Kosten	26
3.5.2 Diskontierung zukünftiger Zahlungen	27
3.5.3 Kalkulatorische Kosten.....	28
3.5.4 Irrelevante Kosten – Sunk Cost	28
4 REFERENZMODELL ZUR BESTIMMUNG ANFAHRBEDINGTER INSTANDHALTUNGSKOSTEN	30
4.1 Methodenauswahl.....	30
4.1.1 Bottom-up- und Top-down-Ansatz im Vergleich.....	30
4.1.2 Nutzung realer Betriebsdaten.....	31
4.1.3 Expertenbefragung und -interviews.....	31

4.2	Entwickelte Methodik zur Bewertung anfahrbedingter Instandhaltungskosten	36
4.2.1	Bewertung nur tatsächlich kostenverursachender Schädigung	36
4.2.2	Bewertung ausschließlich entscheidungsrelevanter Kosten	38
4.2.3	Bewertung eines erhöhten Ausfallrisikos	39
4.2.4	Bewertung innerbetrieblicher Leistungen	39
4.3	Unterteilung eines Blocks in Subsysteme	40
4.3.1	Gründe für die Unterteilung	40
4.3.2	Auswahl der Gliederungstiefe und Untergliederungssystematik	41
4.4	Datenerhebung und Aufbereitung der Datenbasis für die Bewertung	42
4.4.1	Datenerhebung	42
4.4.2	Aufbereitung der Daten für die Auswertung	45
4.4.3	Berücksichtigung von Preisentwicklung, Effizienzsteigerungen und Diskontierung	46
4.5	Unterteilung und Bewertung der Instandhaltungskosten	51
4.5.1	O&M-Kosten	52
4.5.2	Einmaleffekte und Sonderprojekte	52
4.5.3	Fixe und variable Instandhaltungskosten	54
4.5.4	Anfahr- und betriebsbedingte Instandhaltungskosten	56
4.6	Berechnungsmethodik	58
4.6.1	Unterschiedliche Bewertung von Heiß-, Warm- und Kaltstarts	58
4.6.2	EOH-Modell	62
4.6.3	Berechnung der spezifischen Bewertungsfaktoren für Starts	64
4.6.4	Berechnung der instandhaltungsrelevanten Belastung	65
4.6.5	Berechnung der kalkulatorischen variablen Instandhaltungskosten	66
5	ANPASSUNG DES REFERENZMODELLS AUF DIE BESONDERHEITEN VON BLÖCKEN AM LEBENSDAUERENDE	67
5.1	Fragestellung, Relevanz und Ausgangssituation	67
5.1.1	Fragestellungen	67
5.1.2	Relevanz der Fragestellungen	67
5.1.3	Ausgangssituation im betrachteten Unternehmen	68
5.2	Instandhaltungskosten von Kraftwerken am Lebensdauerende	69
5.2.1	Reale Instandhaltungskosten	69
5.2.2	Kalkulatorische Instandhaltungskosten zur Einsatzsteuerung	69
5.2.3	Effekte geringer Instandhaltungskosten am Ende der Nutzungsdauer	70
5.3	Zeitliche Entkopplung von Belastung und Instandhaltungskosten	71
5.3.1	Veränderung des Einsatzes	71
5.3.2	Belastungssprung	72
5.3.3	Zeitliche Entkopplung	73
5.4	Lebensdauererweiterungsmaßnahmen	75
5.4.1	Definition und Abgrenzung	76
5.4.2	Graphisch qualitative Darstellung	76
5.4.3	Umfang und Zeitpunkt von LDV-Maßnahmen	77
5.5	Bewertung von Lebensdauererweiterungsmaßnahmen	78
5.5.1	Ex-ante-Bewertung von LDV-Maßnahmen	79
5.5.2	Ex-post-Bewertung von LDV-Maßnahmen	80
5.5.3	Zusammenfassende Bewertung von LDV-Maßnahmen	83
5.6	Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen	83
5.6.1	Zusammenfassung	83
5.6.2	Handlungsempfehlungen	84
6	ANWENDUNG DES REFERENZMODELLS (FALLSTUDIE)	87
6.1	Ziel des Kapitels	87
6.2	Diskussion der angewendeten Methodik	88

6.3	Vergleichbarkeit der Basisblöcke	88
6.4	Darstellung der Ergebnisse auf unterschiedlichen Aggregationsstufen	89
6.4.1	Ergebnisse der Bewertung auf Blockebene	90
6.4.2	Ergebnisse der Bewertung auf Subsystemebene	93
6.4.3	Ergebnisse der Bewertung auf Anlagenbereichsebene	95
6.5	Nutzung der Ergebnisse für die Bestimmung von Bewertungsfaktoren	102
6.6	Zusammenfassung der Ergebnisse	103
7	ÜBERTRAGUNG DER ERGEBNISSE AUF EINEN MODELLBLOCK UND SZENARIENBETRACHTUNG	105
7.1	Modellblock-Ansatz	105
7.1.1	Gründe für die Übertragung der Ergebnisse auf einen Modellblock	105
7.1.2	Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Kraftwerksbetreiber	105
7.2	Spezifische Instandhaltungskosten des Modellblocks	106
7.2.1	Datenbasis	106
7.2.2	Berechnung der spezifischen Instandhaltungskosten des Modellblocks	106
7.3	Methodik zur Übertragung der Kennwerte auf Blöcke anderer Leistung	108
7.3.1	Linearer Ansatz – keine Berücksichtigung von Größenvorteilen	108
7.3.2	Berücksichtigung von Größenvorteilen	108
7.3.3	Zusammenfassende Berechnung der um Größeneffekte bereinigten Kennwerte	110
7.4	Szenarienbetrachtung (deterministisch)	111
7.4.1	Zu variierende Parameter	111
7.4.2	Betrachtete Szenarien	111
7.4.3	Einsatz in den betrachteten Szenarien	112
7.4.4	Belastung in den betrachteten Szenarien	114
7.4.5	Instandhaltungskosten in den betrachteten Szenarien	114
7.4.6	Kalkulatorische variable IH-Kosten in den betrachteten Szenarien	115
7.5	Szenarienbetrachtung (stochastisch)	116
7.5.1	Monte-Carlo-Simulation	116
7.5.2	Streuung des Einsatzes bei den beobachteten Betriebszuständen	117
7.5.3	Ableitung von Verteilungen aus der beobachteten Streuung	118
7.5.4	Berechnung der Instandhaltungskosten der jeweiligen Szenarien	120
7.5.5	Interpretation der Ergebnisse der stochastischen Betrachtung	120
7.6	Sensitivitätsanalyse	122
7.7	Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen	125
8	ZUSAMMENFASSUNG, HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN UND AUSBLICK	127
	LITERATURVERZEICHNIS	131
	ANHANG	143
	Anhang A: Bewertung und Gewichtung des Anfahrvorgangs einzelner Systeme	143
	Anhang B: Unterteilung eines Kraftwerks nach KKS	144
	Anhang C: Unterteilung eines Steinkohleblocks in 20 Anlagenbereiche	145
	Anhang D: Graphische Darstellung der Bewertung innerbetrieblicher Leistungen	150
	Anhang E: Allokation der Instandhaltungskosten auf einzelne Jahre	151
	Anhang F: Unterteilung des Systems „H“ in Anlagenbereiche	152
	Anhang G: Blockeinsatz in Abhängigkeit von den Anfahrkosten	153
	Anhang H: Entity-Relationship-Modell der zu erhebenden Daten	154
	Anhang I: Verteilungen der Abweichungen	155

Nomenklatur

Abkürzungen

a	Jahr
AB	Anlagenbereich
Arb.	Arbeit
Bh	Betriebsstunde
DAGAVO	Dampfgasvorwärmer
EHS	Equivalent Hot Start (auf Deutsch äquivalenter Heißstart)
el.	elektrisch
EOH	Equivalent Operating Hours (auf Deutsch äquivalente Betriebsstunden)
ERM	Entity-Relationship-Modell (auf Deutsch „Gegenstands-Beziehungs-Modell“)
EU	Europäische Union
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FB	Fachbereich
ggf.	gegebenenfalls
GR	Große Revision
HD	Hochdruck
HZÜ	Heißes Zwischenüberhitzerleitungssystem
IBL	Innerbetriebliche Leistungen
IBN	Inbetriebnahme
IH	Instandhaltung
K	Komponente
KKS	Kraftwerk-Kennzeichensystem
Koeff.	Koeffizient
KR	Kurzrevision