

VGB-Standard

Technische und kommerzielle Kennzahlen für Kraftwerksanlagen

9. Ausgabe 2019
(vormals VGB-RV 808)

VGB-S-002-03-2019-10-DE

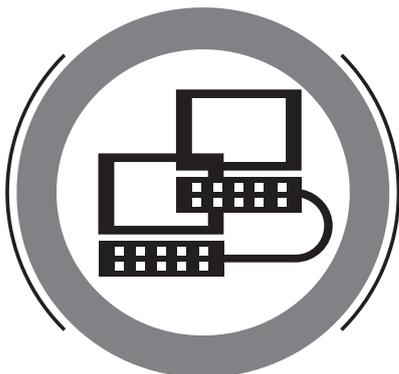


Public License Document

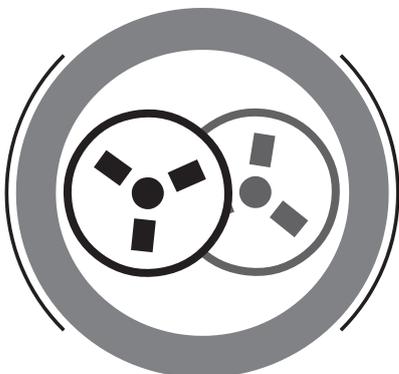
Public License Document
Freie Lizenz



Network access allowed
Einstellen in Netzwerke erlaubt



Copying and distribution allowed
Kopie und Weitergabe erlaubt



All other rights reserved.
Alle weiteren Rechte vorbehalten.

VGB-Standard

Technische und kommerzielle Kennzahlen für Kraftwerksanlagen

VGB-S-002-03-2019-10-DE

(vormals VGB-RV 808)

9. Ausgabe

Herausgeber:
VGB PowerTech e.V.

Verlag:
VGB PowerTech Service GmbH
Verlag technisch-wissenschaftlicher Schriften
Deilbachtal 173, 45257 Essen

Tel.: +49 201 8128-200
Fax: +49 201 8128-302
E-Mail: mark@vgb.org

ISBN 978-3-96284-173-7 (eBook, Deutsch)
ISBN 978-3-96284-174-4 (eBook, Englisch)



Jegliche Wiedergabe ist nur mit vorheriger Genehmigung
des VGB PowerTech gestattet.

www.vgb.org

Urheberrechtsvermerk

VGB-Standards, hier im Weiteren als „Werk“ bezeichnet, und sämtliche im Werk enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Es liegt in der alleinigen Zuständigkeit von VGB PowerTech, die Nutzungsrechte wahrzunehmen.

Der Begriff „Werk“ umfasst die vorliegende Publikation sowohl in gedruckter als auch in digitaler Form. Der Urheberrechtsschutz umfasst dieses Werk als Ganzes als auch Teile bzw. Ausschnitte.

Jede Nutzung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Genehmigung des VGB PowerTech unzulässig. Dies gilt für jede Form von Vervielfältigung, Übersetzung, Digitalisierung sowie Veränderung.

Haftungsausschluss

VGB-Standards sind Empfehlungen, deren Anwendung freigestellt ist. Sie berücksichtigen den zum Zeitpunkt der jeweiligen Ausgabe herrschenden bekannten Stand der Technik. Sie erheben jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit.

Die Anwendung erfolgt auf eigene Verantwortung und auf eigene Gefahr. VGB PowerTech e.V. schließt insoweit jegliche Haftung aus.

Hinweis zur Behandlung von Änderungsvorschlägen

Änderungsvorschläge können an die E-Mail-Adresse vgb.standard@vgb.org gesendet werden. Zur eindeutigen Zuordnung des Inhalts sollte die Betreffzeile die Kurzbezeichnung des betreffenden Dokuments enthalten.

Änderungsverzeichnis

VGB-Standard	Änderungsdatum	Kapitel	Beschreibung
VGB-S-002-03-2019-10-DE	November 2017	Kapitel 1.3.9	Präzisierung
VGB-S-002-03-2019-10-DE	Mai 2018	Kapitel 1.1	Bild 1 präzisiert
VGB-S-002-03-2019-10-DE	Mai 2018	Kapitel 2.3.8	Präzisierung
VGB-S-002-03-2019-10-DE	März 2019	Kapitel 1.1.1	Präzisierung

Vorwort

Dieser VGB-Standard ermöglicht dem Anwender eine technische und wirtschaftliche Beurteilung von Kraftwerksanlagen. Zudem kann mithilfe des VGB-Standards die Wirkung von Preiseffekten und den gesetzlichen Vorgaben auf den Kraftwerksbetrieb analysiert werden. Im Detail erhält der Anwender Analysemöglichkeiten in der Beurteilung von Kraftwerksprozessen, zur Bewertung des Anlagenbetriebes und für die Bestimmung des wirtschaftlichen Erfolges.

Denn der Betrieb von Kraftwerken bzw. die Ausnutzung unterschiedlicher Technologien in der Energieumwandlung richtet sich im wettbewerblichen Umfeld neben einer Reihe von Restriktionen vorrangig nach den Kosten wie auch nach den spezifischen politischen Rahmenbedingungen in den Strommärkten.

Mit den aufgezeigten Bewertungskriterien lassen sich u. a. Effizienz, Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der einzelnen Technologien ermitteln, untereinander vergleichen und die eigene Position der Kraftwerksanlage bestimmen. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, die eigene Wettbewerbsposition zu beeinflussen.

Die vorliegende Überarbeitung enthält Anpassungen und Ergänzungen, die sich aus veränderten politischen Randbedingungen ergeben. Diese umfassen sowohl höhere Anforderungen aus neuen Veröffentlichungs- und Registrierungspflichten von Erzeugungsanlagen und deren Produktionsdaten als auch geänderte Betriebsvoraussetzungen aufgrund weltweit wachsender Bestrebungen aus der Verstromung fossiler Ressourcen auszusteigen. Die Projektgruppe „Begriffsbestimmungen und Auswertungen“ hat die wesentlichen sich daraus ergebenden neuen und geänderten Begriffe und Definitionen in diesem VGB-Standard zusammengefasst.

Damit können auch weiterhin unterschiedliche Betrachtungen im internationalen Umfeld durchgeführt werden. Als Beispiele seien hier aufgeführt:

- Vermarktung und Optimierung des Einsatzes der Kraftwerkskapazitäten (inklusive Systemdienstleistungen)
- Vergleichende Bewertung der kostenoptimalen Betriebsszenarien unter Beachtung von Umweltrestriktionen (z. B. CO₂ u. a.)
- Vorgabe von Zielsetzungen
- Durchführung von Benchmarkvergleichen (national bzw. international)
- Unterstützung von Transparenzprozessen
- Bereitstellung von Indikatoren für die Öffentlichkeitsarbeit u. a.

Der VGB-Standard VGB-S-002-03-2019-10-DE „Technische und kommerzielle Kennzahlen für Kraftwerksanlagen“ wird kontinuierlich den aktuellen Entwicklungen angepasst. Er ist über das Internet www.vgb.org abrufbar.

Verbesserungsvorschläge für künftige Ausgaben sind erwünscht und werden von dem Ansprechpartner der VGB Fachgruppe „Betriebskennwerte“ gerne entgegengenommen (http://www.vgb.org/performance_indicators.html).

Essen, Oktober 2019

VGB PowerTech e.V.

Autoren

Dieser VGB-Standard wurde von der VGB-Projektgruppe „Begriffsbestimmungen und Auswertungen“ erstellt.

Mitglieder der Projektgruppe:

Cord Bredthauer, Uniper Kraftwerke GmbH

Uwe Dorn, LEAG Lausitz Energie Kraftwerke AG

Henrik Møller Jørgensen, Fjernvarme Fyn A/S

Ralf Kirsch, Vattenfall Europe Generation AG

Franz-Peter Laube, PreussenElektra GmbH

Jean-François Lehougre, EDF-DPIT

Stefan Prost, VGB PowerTech e.V.

Dr. Jörn Rassow, EnBW Energie Baden-Württemberg AG

Dr. Ralf Uttich, RWE Generation SE

1. Ausgabe 1970
2. Ausgabe 1973
3. Ausgabe 1980
4. Ausgabe 1987
4. Ausgabe 1991 (Englisch)
5. Ausgabe 1992
6. Ausgabe 1999
7. Ausgabe 2008
8. Ausgabe 2016
9. Ausgabe 2019

Inhalt

1	Kennwerte	17
1.1	Verfügbarkeit: Sichtweise und Definition	17
1.1.1	Verfügbarkeit und Ausnutzung	19
1.1.2	Klassifizierung der Nichtverfügbarkeit (NV)	21
1.2	Verfügbarkeitskennwerte	23
1.2.1	Zeitverfügbarkeit (Base)	23
1.2.2	Zeitverfügbarkeit in Peak-Zeiten	23
1.2.3	Arbeitsverfügbarkeit.....	24
1.2.4	Marktbewertete Verfügbarkeit.....	25
1.2.5	Zeit-NV Base/Peak	26
1.2.6	Arbeits-NV Base/Peak	26
1.3	Zuverlässigkeitskennwerte und Beanspruchbarkeit.....	27
1.3.1	Zeitverlässlichkeit	27
1.3.2	Arbeitsverlässlichkeit	27
1.3.3	Startzuverlässigkeit.....	28
1.3.4	Marktbewertete Versorgungszuverlässigkeit	28
1.3.5	Lastverteilerverlässlichkeit.....	29
1.3.6	Fahrplantreue	30
1.3.7	Beanspruchbarkeit.....	31
1.3.8	Marktbewertete Beanspruchbarkeit	31
1.3.9	Ungeplanter automatischer Lastabwurf	32
1.4	Kennwerte der Ausnutzung	34
1.4.1	Zeitausnutzung	34
1.4.2	Arbeitsausnutzung	34
1.4.3	Marktbewertete Ausnutzung	35
1.5	Ausfallrate.....	36
1.5.1	Zeitausfallrate	36
1.5.2	Arbeitsausfallrate	36
1.5.3	Lastverteilerausfallrate.....	37
1.6	Weitere Kennwerte	38
1.6.1	KWK-Kennwert	38
1.6.2	CO ₂ -Kennwert.....	38
1.7	Übersicht über Kennwerte und Basisgrößen	39
2	Begriffe	41
2.1	Hierarchie und Zusammenhang der Begriffe	41
2.2	Übersicht und Zusammenhang der Begriffe	42
2.3	Zeitbegriffe.....	43
2.3.1	Beginn der Datenerfassung	44
2.3.2	Ende der Datenerfassung.....	44
2.3.3	Nennzeit	44
2.3.4	Peak-Stunden Nennzeit.....	44
2.3.5	Verfügbarkeitszeit/Peak-Verfügbarkeitszeit	44
2.3.6	Betriebszeit.....	45
2.3.7	Verfügbare Nichteinsatzzeit.....	45
2.3.7.1	Bereitschaftszeit	45
2.3.7.2	Verfügbare Nichteinsetzbarkeitszeit (Außeneinflusszeit).....	45

2.3.8	Nichtverfügbarkeitszeit (NV-Zeit).....	46
2.3.8.1	Geplante NV-Zeit.....	46
2.3.8.2	Ungeplante NV-Zeit.....	46
2.3.8.3	Ungeplante disponible NV-Zeit.....	46
2.3.8.4	Ungeplante nicht disponible NV-Zeit.....	46
2.4	Leistungsbegriffe.....	47
2.4.1	Nennleistung.....	48
2.4.2	Verfügbare Leistung.....	49
2.4.3	Beanspruchbare Leistung.....	50
2.4.4	Betriebsleistung.....	50
2.4.4.1	Brutto- (Betriebs-)Leistung.....	50
2.4.4.2	Netto- (Betriebs-)Leistung.....	50
2.4.4.3	Betriebs-Eigenverbrauchsleistung.....	50
2.4.5	Fahrplanleistung.....	51
2.4.6	Verfügbare nicht eingesetzte Leistung.....	51
2.4.6.1	Bereitschaftsleistung.....	51
2.4.6.2	Verfügbare nicht einsetzbare Leistung (Außeneinflussleistung).....	51
2.4.7	Nicht verfügbare Leistung.....	52
2.5	Arbeitsbegriffe.....	58
2.5.1	Nennarbeit.....	59
2.5.2	Nennarbeit während Peak-Zeiten.....	59
2.5.3	Verfügbare Arbeit.....	59
2.5.4	Verfügbare Arbeit während Peak-Zeiten.....	59
2.5.5	Beanspruchbare Arbeit.....	59
2.5.6	Betriebsarbeit.....	59
2.5.7	Fahrplanarbeit.....	59
2.5.8	Verfügbare nicht erzeugte Arbeit.....	60
2.5.8.1	Bereitschaftsarbeit.....	60
2.5.8.2	Verfügbare nicht erzeugbare Arbeit (Außeneinflussarbeit).....	60
2.5.9	Nicht verfügbare Arbeit (NV-Arbeit).....	60
2.5.9.1	Geplante NV-Arbeit.....	61
2.5.9.2	Ungeplante NV-Arbeit.....	61
2.5.9.3	Ungeplante disponible NV-Arbeit.....	61
2.5.9.4	Ungeplante nicht disponible NV-Arbeit.....	61
3	Anlagen (Block)-Abgrenzung.....	63
4	Grundsätze und Ereignishierarchie.....	65
5	Leistungsschwankungen durch unterschiedliche Kühlwasser- und Lufttemperaturen.....	68
6	Überarbeit.....	68
7	Marktbewertete Versorgungszuverlässigkeit.....	68
8	Unter- und Überschreitung von geplanten Nichtverfügbarkeiten.....	69
8.1	Allgemeines.....	69
8.2	Verlängerung.....	69

9	Nachrüstmaßnahmen (Retrofit)	70
10	Außeneinflüsse	70
10.1	Leistungseinschränkungen durch Außeneinflüsse	70
10.1.1	Brennstoff	71
10.1.2	Konservierung der Anlage	71
10.1.3	Klima.....	72
10.1.4	Netzrestriktionen.....	73
10.1.5	Personalmangel.....	73
10.1.6	Sonstiges	73
11	Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen	74
11.1	Nennleistung und Nennarbeit von KWK-Anlagen	77
11.2	Äquivalente elektrische Arbeit durch Wärmeauskopplung	77
11.3	Arbeitsverfügbarkeit.....	78
11.4	Arbeitsausnutzung	78
12	Startzuverlässigkeit	79
13	Sonderregelungen	80
13.1	Maßnahmen in verfügbaren Anlagen.....	80
13.2	Ausfall von Rauchgasreinigungsanlagen	80
13.3	Kernkraftwerke.....	80
13.4	Fehlende Betriebsgenehmigung	81
13.5	Vorziehen von geplanten Nichtverfügbarkeiten	82
14	Datenerfassung	83
14.1	Verwendung von Brutto- und Nettowerten	83
15	Berechnung von Mittelwerten	84
15.1	Grundlagen	84
15.2	Mittelwert über mehrere Anlagen für ein Kalenderjahr oder ein Betriebsjahr	85
15.2.1	Mittlere Arbeitsverfügbarkeit $k_{W\text{mittel}}$ über I Anlagen	86
15.2.2	Mittlere Betriebszeit $t_{B\text{mittel}}$ über I Anlagen.....	86
15.2.3	Mittlere Ausnutzungsdauer $t_{aN\text{mittel}}$ über I Anlagen	86
15.3	Mittelwert über mehrere Anlagen für mehrere Kalender- oder Betriebsjahre	87
15.3.1	Mittlere Arbeitsverfügbarkeit $k_{W\text{mittel}}$ über I Anlagen und J Kalenderjahre bzw. M Betriebsjahre:	88
15.4	Klassifizierung und Leistungsvergleich von Anlagen	89
16	Analyse der Nichtverfügbarkeit von Wärmekraftwerken	91
16.1	Historie VGB-Richtlinie VGB-R 140	91
16.2	Analyse der Nichtverfügbarkeit von Wärmekraftwerken	91
16.3	KKS Kraftwerk-Kennzeichensystem und RDS-PP® (Reference Designation System for Power Plants).....	92
16.4	Erfassungsumfang.....	94
16.5	Erfassung der Ereignisdaten	96
16.6	Auswertung.....	102

17	Kraftwerksinformationssystem KISSY	105
17.1	KISSY Zugang und Dateneingabe.....	105
17.2	Auswertung und Berichte.....	107
18	Aufbau des Ereignismerkmalschlüsselsystems EMS und Schlüsselübersicht.....	110
18.1	Anwendungshinweise	112
18.2	Ereignismerkmalschlüssel 1 „Ereignisart“	114
18.3	Ereignismerkmalschlüssel 2 „Betriebszustand vor Ereigniseintritt“	115
18.4	Ereignismerkmalschlüssel 3 „Betriebszustand nach Ereigniseintritt“	116
18.5	Ereignismerkmalschlüssel 4 „Auswirkung auf die Anlage“	117
18.6	Ereignismerkmalschlüssel 5 „Ausfallwirkung auf System/Komponente“ ..	119
18.7	Ereignismerkmalschlüssel 6 „Ursache“	120
18.8	Ereignismerkmalschlüssel 7 „Schadensmechanismus“	124
18.9	Ereignismerkmalschlüssel 8 „Schadensbild“	128
18.10	Ereignismerkmalschlüssel 9 „Ausfallerkennung“	130
18.11	Ereignismerkmalschlüssel 10 „Instandsetzungsart“	133
18.12	Ereignismerkmalschlüssel 11 „Maßnahmen gegen Wiederholung“	134
18.13	Ereignismerkmalschlüssel 12 „Dringlichkeit von Maßnahmen“	136
19	Nutzung der technischen Beurteilung von Energieumwand- lungsanlagen für den Strommarkt und die Netzsicherheit	137
20	Anwendungsbeispiele	139
20.1	Beispiel 1: „Ungeplante nicht disponible Lasteinschränkung“	139
20.2	Beispiel 2: „Blockausfall“	140
20.3	Beispiel 3: „Ungeplante nicht disponible Blocknichtverfügbarkeit“	141
20.4	Beispiel 4: „Ausfall nach Fehlbedienung“	142
20.5	Beispiel 5: „BDEW“	143
20.6	Beispiel 6: „Leistungsbegriffe für eine technische Ressource / BDEW“ ..	144
20.7	Beispiel 7: „Leistungsbegriffe Kraftwerksobjekt / KWO Pumpspeicherkraftwerk / BDEW“	145

Allgemeine Vorbemerkungen

Der wirtschaftliche Erfolg beim Betrieb von Kraftwerken ist neben den Investitionskosten vor allem bestimmt durch die Brennstoff- und Betriebskosten. Die Verfügbarkeit spielt dabei eine entscheidende Rolle. Sie ist ein Indikator zur Beurteilung des Leistungsvermögens und der Zuverlässigkeit einer Kraftwerksanlage – sowohl aus technischer als auch aus wirtschaftlicher Sicht – sowie Spiegelbild für den technischen Fortschritt.

Die für die Ermittlung der Verfügbarkeit erforderlichen Begriffe, Definitionen, sachlichen Abgrenzungen sowie die Erfassungs- und Berechnungsvorschriften sind in dieser Richtlinie festgelegt. Sie gelten vorwiegend für Wärmekraftwerke zur Stromerzeugung, sind aber auch auf Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung anwendbar. Ergänzend werden auch für die Vermarktung der umgewandelten Energie relevante wirtschaftliche Größen definiert.

Ganz allgemein sind mithilfe der Kennwerte ein Überblick über die technische und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit einer Erzeugungseinheit und eine Aussage, wie gut die Anlage betrieben und gewartet wird, möglich.

Kennwerte werden grundsätzlich für den technischen und wirtschaftlichen Vergleich (Benchmarking) verwendet. Es handelt sich dabei um meist dimensionslose Größen, die aus den dimensionsbehafteten Begriffen abgeleitet werden.

Der Nutzen durch einheitliche und konsequente Beachtung der in diesem Heft enthaltenen Definitionen und Regeln ergibt sich u. a. bei folgenden betrieblichen und überbetrieblichen Anwendungen:

- Unterstützung
 - bei der Instandhaltungsplanung, -vorbereitung und -optimierung
 - bei der Brennstoffeinsatzplanung
 - bei der Optimierung des Kraftwerksparks und des Kraftwerkseinsatzes
 - bei der betriebswirtschaftlichen Analyse
- Ermittlung statistisch gesicherter Standards bzw. Vergleichswerte auf der Basis einer Vielzahl von Anlagen zur qualitativen technischen und wirtschaftlichen Bewertung von Kraftwerksanlagen und Systemen im Hinblick auf z. B. Konzeption, Konstruktion, Qualität der Ausführung sowie Bewährung im Betrieb
- Darstellung und Dokumentation der Betriebsergebnisse
 - Interne und externe Vergleiche von z. B. Anlagengruppen, -typen, Leistungsklassen, Kraftwerksstandorten
 - Analytische Bewertung des Niveaus und der zeitlichen Entwicklung der Verfügbarkeit

- Analyse der Nichtverfügbarkeiten
- Bereitstellung von Daten und Ergebnissen u. a. für
 - Öffentlichkeitsarbeit
 - Untersuchungen und Analysen
 - Akquisition

Für internationale Vergleiche ist darauf zu achten, dass die ggf. landesspezifisch unterschiedliche Bezugsbasis (Marktkennzahlen, Börsenpreise) zu berücksichtigen ist.

Alphabetisches Verzeichnis der Kurzzeichen

Zeichen	Benennung	Kapitel
DB	Deckungsbeitrag (= Marktpreis – Gestehungskosten)	7
DB+	Deckungsbeitrag, nur positiv, sonst null	1.4.3
e_{CO_2}	CO ₂ -Kennwert	1.6.2
e_f	Emissionsfaktor	1.6.2
e_{ox}	Oxidationsfaktor	1.6.2
f_{FP}	Fahrplantageue	1.3.6
H_u	Unterer Heizwert	1.6.2
k_b	Beanspruchbarkeit	1.3.7
K_{bm}	Marktbewertete Beanspruchbarkeit	1.3.8
k_t	Zeitverfügbarkeit (Base)	1.2.1
$k_{t\ Pe}$	Zeitverfügbarkeit in Peak-Zeiten	1.2.2
k_{tn}	Zeit-NV Base/Peak	1.2.5
$k_{tn\ Pe}$	Zeit-NV Base/Peak	1.2.5
k_W	Arbeitsverfügbarkeit	1.2.3
k_{Wm}	Marktbewertete Verfügbarkeit	1.2.4
k_{Wn}	Arbeits-NV Base/Peak	1.2.6
$k_{Wn\ Pe}$	Arbeits-NV Base/Peak	1.2.6
M_B	Brennstoffeinsatz	1.6.2
n_{KWK}	KWK-Kennwert	1.6.1
n_t	Zeitausnutzung	1.4.1
n_W	Arbeitsausnutzung	1.4.2
n_{Wm}	Marktbewertete Ausnutzung	1.4.3
P_B	Betriebsleistung	2.4.4
$P_{B\ br}$	Brutto-(Betriebs-)Leistung	2.4.4.1
$P_{B\ ne}$	Netto-(Betriebs-)Leistung	2.4.4.2
$P_{Eig\ B}$	Betriebs-Eigenverbrauchsleistung	2.4.4.3
P_{FP}	Fahrplanleistung	2.4.5
p_l	Lastverteilerausfallrate	1.5.3
P_N	Nennleistung	2.4.1
P_{ng}	Verfügbare nicht eingesetzte Leistung	2.4.6

Zeichen	Benennung	Kapitel
P_{ns}	Verfügbare nicht einsetzbare Leistung (Außeneinflussleistung)	2.4.6.2
P_{nv}	Nicht verfügbare Leistung	2.4.7
P_R	Bereitschaftsleistung	2.4.6.1
p_t	Zeitausfallrate	1.5.1
P_v	Verfügbare Leistung	2.4.2
p_v	Lastverteilerverlässlichkeit	1.3.5
p_w	Arbeitsausfallrate	1.5.2
r_m	Marktbewertete Versorgungszuverlässigkeit	1.3.4
s_e	Anzahl der erfolgreichen Starts	1.3.3
s_n	Anzahl der nicht erfolgreichen Starts	1.3.3
t_{aN}	Ausnutzungsdauer	1.4.2
t_B	Betriebszeit	2.3.6
t_N	Nennzeit	2.3.3
$t_{N Pe}$	Peak-Stunden Nennzeit	2.3.4
t_{ng}	Verfügbare Nichteinsatzzeit	2.3.7
t_{ns}	Verfügbare Nichteinsetzbarkeitszeit (Außeneinflusszeit)	2.3.7.2
t_{nv}	Nichtverfügbarkeitszeit (NV-Zeit)	2.3.8
$t_{nv p}$	Geplante NV-Zeit	2.3.8.1
$t_{nv u}$	Ungeplante NV-Zeit	2.3.8.2
$t_{nv ud}$	Ungeplante disponible NV-Zeit	2.3.8.3
$t_{nv un}$	Ungeplante nicht disponible NV-Zeit	2.3.8.4
t_R	Bereitschaftszeit	2.3.7.1
t_v	Verfügbarkeitszeit/Peak-Verfügbarkeitszeit	2.3.5
$t_{v Pe}$	Verfügbarkeitszeit/Peak-Verfügbarkeitszeit	2.3.5
UAGS	Ungeplanter automatischer Lastabwurf	1.3.9
W_B	Betriebsarbeit	2.5.6
W_b	Beanspruchbare Arbeit	2.5.5
W_{FP}	Fahrplanarbeit	2.5.7
W_N	Nennarbeit	2.5.1
$W_{N Pe}$	Nennarbeit während Peak-Zeiten	2.5.2
$W_{ne KWK}$	Erzeugte KWK Nettoarbeit	1.6.1

Zeichen	Benennung	Kapitel
W_{ng}	Verfügbare nicht erzeugte Arbeit	2.5.8
W_{nR}	Negative Regelarbeit	1.4.2
W_{ns}	Verfügbare nicht erzeugbare Arbeit (Außeneinfluss-arbeit)	2.5.8.2
W_{nv}	Nicht verfügbare Arbeit (NV-Arbeit)	2.5.9
$W_{nv p}$	Geplante NV-Arbeit	2.5.9.1
$W_{nv u}$	Ungeplante NV-Arbeit	2.5.9.2
$W_{nv ud}$	Ungeplante disponible NV-Arbeit	2.5.9.3
$W_{nv un}$	Ungeplante nicht disponible NV-Arbeit	2.5.9.4
W_R	Bereitschaftsarbeit	2.5.8.1
w_t	Zeitverlässlichkeit	1.3.1
W_v	Verfügbare Arbeit	2.5.3
w_v	Arbeitsverlässlichkeit	1.3.2
$W_{v Pe}$	Verfügbare Arbeit während Peak-Zeiten	2.5.4
z	Startzuverlässigkeit	1.3.3

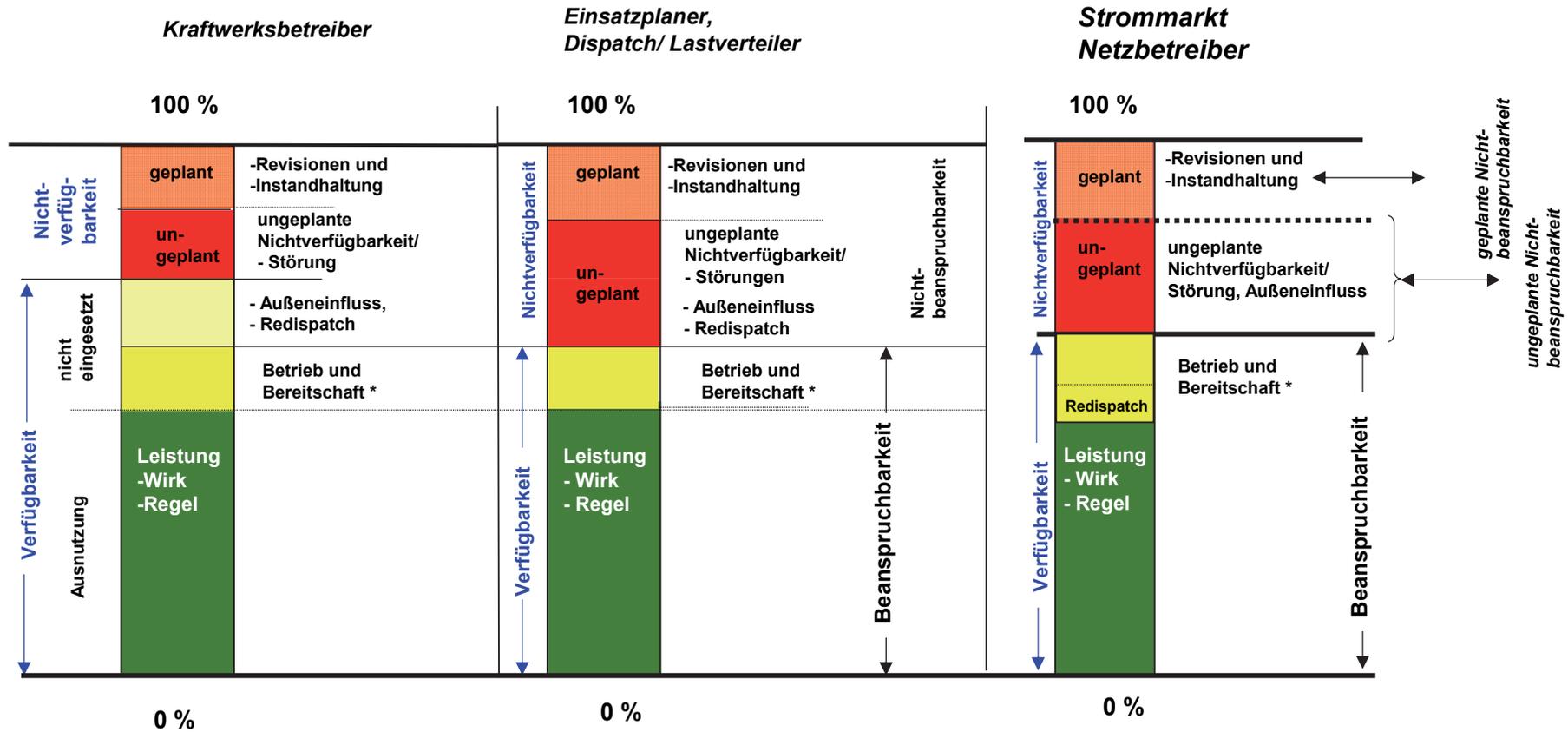
**Technische und kommerzielle Kennzahlen
für Kraftwerksanlagen**
– Grundlagen und Ermittlung –

1 Kennwerte

Der wichtigste Faktor für den Betrieb von Kraftwerksanlagen ist zunächst die technische Verfügbarkeit. Für den Lastverteiler, der mit der umgewandelten Energie arbeitet und diese ggf. an verschiedene Märkte transferiert, ist ergänzend die Zuverlässigkeit der Anlage relevant. Ist diese eingeschränkt, müssen die Ursachen für Nichtverfügbarkeit ermittelt und bewertet werden. Daraus ergeben sich weitere Kennwerte im Bereich der Ausnutzung respektive der Beanspruchbarkeit der Anlagen. Für spezielle Anwendungsfälle, z. B. Strom- und Wärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), sowie aus Umweltsicht gibt es weitere Kennwerte, deren Betrachtung und Auswertung im betrieblichen Alltag wichtige Erkenntnisse bringen. Diese werden im Folgenden definiert und erläutert.

1.1 Verfügbarkeit: Sichtweise und Definition

Die unterschiedliche Sichtweise für Kraftwerksbetreiber und Lastverteiler zeigt Bild 1. Getroffene Zuordnungen der Farben zu den Begriffen gelten für das gesamte Heft. Alle nachfolgenden Begriffe und Definitionen beziehen sich sowohl auf die bisherige Sichtweise aus technischer Sicht (aus Börsensicht: Base) als auch auf die seit der Liberalisierung der Märkte stärker in den Fokus getretene Marktsicht (Peak, Marktbewertung).



Betrieb und Bereitschaft*: Leistungsvorhaltung für Reserve und Vorhaltung Regelleistung
Außeneinfluss: Brennstoff, Klima, Netzrestriktionen, u.a.

Bild 1: Analyseebene Nichtverfügbarkeit, Verfügbarkeit, Beanspruchbarkeit (Bezugsebene Netto)

1.1.1 Verfügbarkeit und Ausnutzung

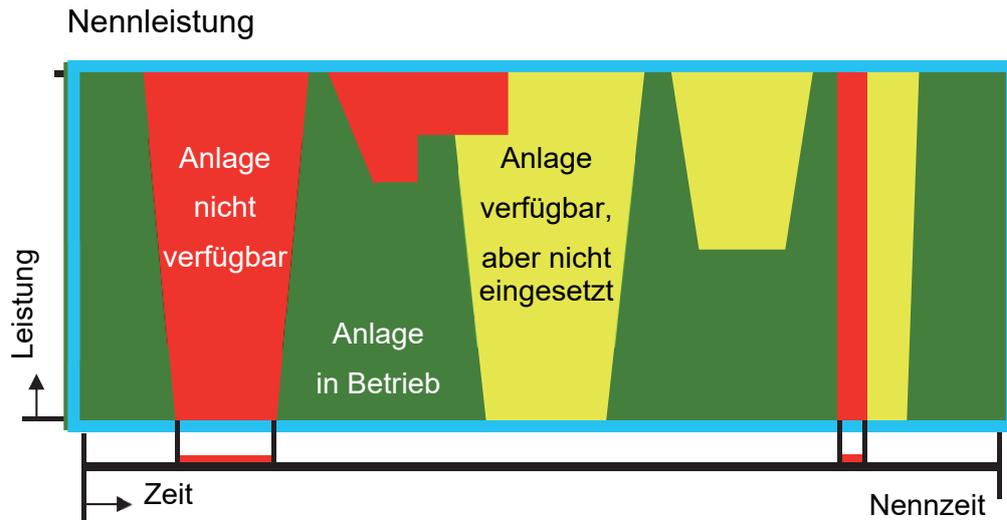
Die Verfügbarkeit kennzeichnet die Fähigkeiten einer Anlage oder eines Anlagenteiles, Energie umzuwandeln, unabhängig vom tatsächlichen Einsatz. Ereignisse außerhalb des Einflussbereiches der Betriebsleitung, die eine Leistungseinschränkung durch Außeneinflüsse oder wegen Lastmangel zur Folge haben, mindern die Verfügbarkeit nicht.

Die aussagefähigste Kenngröße ist die Arbeitsverfügbarkeit. Sie ist ein Maß für die Arbeit, die eine Anlage aufgrund ihres technischen und betrieblichen Zustandes erzeugen kann. In Verbindung mit der Arbeitsausnutzung ist sie der umfassende Kennwert zur Gesamtbeurteilung einer Anlage. Sie ermöglicht zusätzlich vergleichende Aussagen zur Qualität verschiedener Anlagen.

Im Unterschied zur Arbeitsverfügbarkeit ist die Zeitverfügbarkeit ein Maß für die zeitliche Einsatzfähigkeit einer Anlage, und zwar unabhängig von der Höhe der jeweils verfügbaren Leistung. Kann eine Anlage wegen einer Nichtverfügbarkeit nur mit verminderter Leistung gefahren werden, so ist sie – zeitlich betrachtet – voll verfügbar. Der Zahlenwert der Zeitverfügbarkeit liegt daher in der Regel über dem der Arbeitsverfügbarkeit.

Die Zeitverfügbarkeit ist einfach zu ermitteln und eignet sich zum vergleichenden Beurteilen von Anlagen oder Anlagenteilen, z. B. Müllverbrennungsanlagen, für die Arbeitswerte nicht ermittelt werden können.

Am Beispiel eines idealisierten Fahrdiagramms ist die Berechnung der Arbeitsverfügbarkeit, der Arbeitsausnutzung und der Zeitverfügbarkeit dargestellt (Bild 2). Es zeigt gleichzeitig die grundsätzlichen Unterschiede der Kenngrößen.



Arbeitsverfügbarkeit	$\frac{\text{Nennarbeit} - \text{nicht verfügbare Arbeit}}{\text{Nennarbeit}}$
Arbeitsausnutzung	$\frac{\text{Betriebsarbeit}}{\text{Nennarbeit}}$
Zeitverfügbarkeit	$= \frac{\text{Nennzeit} - \text{Nichtverfügbarkeitszeit}}{\text{Nennzeit}}$

Bild 2: Fahrdiagramm und Kennwerte

Für den Lastverteiler ist die tatsächlich einsetzbare Leistung, d. h. die Beanspruchbarkeit (siehe VGB-S-002-01 und Kapitel 1.3.7) der Anlage von Bedeutung. Bei der Beanspruchbarkeit wird über die Verfügbarkeit hinaus der aufgrund von Außeneinflüssen nicht einsetzbare Teil der Leistung berücksichtigt.

Weiterhin ist zu unterscheiden:

- Die Ausnutzung ist ein Maß für die tatsächliche Nutzung einer Anlage oder eines Anlagenteiles.
- Die Ausfallrate ist besonders für die Einsatzplanung von Nutzen.
- Die Startzuverlässigkeit ist für die Beurteilung von Anlagen mit häufigen Anfahrten, z. B. Gasturbinen, von Bedeutung.

1.1.2 Klassifizierung der Nichtverfügbarkeit (NV)

Die Nichtverfügbarkeit einer Anlage ist die Unfähigkeit Elektrizität oder Wärme zu erzeugen. Die Ursache kann ein internes Problem der Anlage sein, das durch Wartung, Reparatur, Ersatztausch, usw. korrigiert werden kann. Die Nichtverfügbarkeit ist in der Regel nicht durch die Betriebsführung beeinflussbar aber bleibt unter der Kontrolle des Managements.

Außeneinflüsse sind definitionsgemäß außerhalb der Kontrolle des Managements und sind keine Nichtverfügbarkeit, sondern ein Teil der Nichtbeanspruchbarkeit.

Nichtverfügbarkeiten werden unterschieden in Bezug auf die zeitliche Dringlichkeit für die Außerbetriebnahme bzw. Leistungsreduzierung (Bild 3).

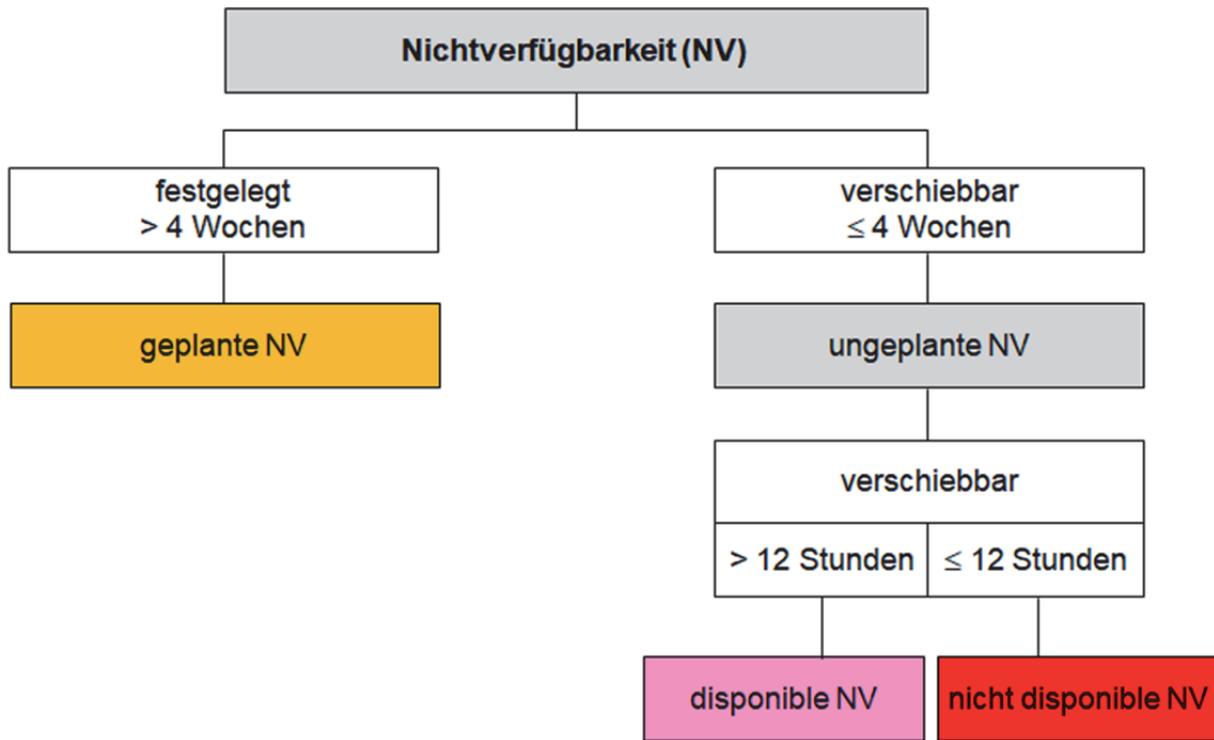


Bild 3: Klassifizierung Nichtverfügbarkeit

geplante NV	Beginn und Dauer der Nichtverfügbarkeit müssen mehr als vier Wochen vor Eintritt festgelegt sein.
ungeplante NV	Der Beginn der Nichtverfügbarkeit ist nicht oder bis vier Wochen verschiebbar.
disponibel	Der Beginn der Nichtverfügbarkeit ist mehr als zwölf Stunden bis vier Wochen verschiebbar.
nicht disponibel	Der Beginn der Nichtverfügbarkeit ist nicht oder bis zwölf Stunden verschiebbar.

1.2 Verfügbarkeitskennwerte

Benennung	Zeichen/Formel	Begriffsbezeichnung	Verwendung
<p>1.2.1 Zeitverfügbarkeit (Base)</p>	$k_t = \frac{t_v}{t_N} = \frac{t_N - t_{nv}}{t_N}$	<p>Die Zeitverfügbarkeit ist der Quotient aus der Verfügbarkeitszeit und der Nennzeit (Kalenderzeit).</p> <p>Die Verfügbarkeitszeit ist die Differenz aus Nennzeit und Nichtverfügbarkeitszeit.</p>	<p>Die Zeitverfügbarkeit ist ein Maß für die zeitliche Einsatzfähigkeit einer Anlage. Sie ist unabhängig von der Höhe der jeweils verfügbaren Leistung. Bei Bedarf kann durch Verwendung von Plan- und Außer-Plan-Nichtverfügbarkeitszeiten eine weitere Differenzierung vorgenommen werden.</p>
<p>1.2.2 Zeitverfügbarkeit in Peak-Zeiten</p>	$k_{t_{Pe}} = \frac{t_{vPe}}{t_{NPe}} = \frac{t_{NPe} - t_{nvPe}}{t_{NPe}}$	<p>Die Zeitverfügbarkeit in Peak-Zeiten ist der Quotient aus der Verfügbarkeitszeit während Peak-Zeiten und der Anzahl der Peak-Stunden in der Nennzeit.</p> <p>Die Verfügbarkeitszeit während Peak-Zeiten ist die Differenz aus der Anzahl der Peak-Stunden in der Nennzeit und der Nichtverfügbarkeitszeit während Peak-Zeiten.</p>	<p>Die Zeitverfügbarkeit in Peak-Zeiten ist ein Maß für die zeitliche Einsatzfähigkeit einer Anlage in Peak-Zeiten. Sie ist insbesondere als Maß für Anlagen geeignet, die überwiegend im Mittel- und Spitzenleistungsbereich einsatzfähig sein sollen.</p>

Benennung	Zeichen/Formel	Begriffsbezeichnung	Verwendung
1.2.3 Arbeitsverfügbarkeit	$k_w = \frac{W_v}{W_N} = \frac{W_N - W_{nv}}{P_N \cdot t_N}$	<p>Die Arbeitsverfügbarkeit ist der Quotient aus der verfügbaren Arbeit und der Nennarbeit.</p> <p>Die verfügbare Arbeit ist die Differenz aus Nennarbeit und nicht verfügbarer Arbeit. Die Nennarbeit ist das Produkt aus Nennleistung und Nennzeit (Kalenderzeit).</p>	<p>Die Zeitverfügbarkeit während Peak-Zeiten ist unabhängig von der Höhe der jeweils verfügbaren Leistung. Bei Bedarf kann durch Verwendung von Plan- und Außer-Plan-Nichtverfügbarkeitszeiten eine weitere Differenzierung vorgenommen werden.</p> <p>Die Arbeitsverfügbarkeit ist ein Maß für die Arbeit, die eine Anlage aufgrund ihres technischen und betrieblichen Zustandes erzeugen kann. Sie berücksichtigt im Unterschied zur Zeitverfügbarkeit auch Teil-Nichtverfügbarkeiten.</p>

Benennung	Zeichen/Formel	Begriffsbezeichnung	Verwendung
1.2.4 Marktbewertete Verfügbarkeit	$k_{wm} = \frac{\sum_{i=1..N} (W_{N,i} - W_{nv,i}) \cdot DB_{+i}}{\sum_{i=1..N} W_{N,i} \cdot DB_{+i}}$	<p>Die marktbewertete Verfügbarkeit ist der Quotient aus</p> <ul style="list-style-type: none"> der mit positivem Deckungsbeitrag gewichteten verfügbaren Arbeit der mit positivem Deckungsbeitrag gewichteten Nennarbeit <p>– jeweils bezogen über den betrachteten Zeitbereich</p>	<p>Die marktbewertete Verfügbarkeit kennzeichnet die Fähigkeit einer Anlage oder eines Anlagenteils, Energie ertragsorientiert umzuwandeln, unabhängig vom tatsächlichen Einsatz. Ereignisse außerhalb des Einflussbereiches der Anlage, die eine Leistungseinschränkung durch Außeneinflüsse oder wegen Bedarfsmangel zur Folge haben, vermindern die marktbewertete Verfügbarkeit nicht.</p> <p>Die Kenngröße entspricht der Arbeitsverfügbarkeit, gewichtet mit positiven Deckungsbeiträgen.</p>

Benennung	Zeichen/Formel	Begriffsbezeichnung	Verwendung
1.2.5 Zeit-NV Base/Peak	$k_{tn} = 1 - k_t$ $(k_{tn\ Pe} = 1 - k_{t\ Pe})$ $k_{tn} = \frac{t_{nv}}{t_N}$ $k_{tn} = \frac{t_{nvp} + t_{nvu}}{t_N}$	<p>Die Zeit-Nichtverfügbarkeit (Zeit-NV) ist das Komplement der Zeitverfügbarkeit zu 100 %.</p> <p>Die Zeit-NV ist der Quotient aus der Nichtverfügbarkeitszeit und der Nennzeit (Kalenderzeit).</p> <p>Die Nichtverfügbarkeitszeit ist die Summe aus geplantem und ungeplantem Anteil.</p>	<p>Die Zeit-Nichtverfügbarkeit ist ein Maß für die zeitliche Einsatzunfähigkeit einer Anlage aus Gründen, die innerhalb der Anlage liegen.</p> <p>Sie ist unabhängig von der Höhe der jeweils nichtverfügbaren Leistung. Bei Bedarf kann eine weitere Differenzierung durch Verwendung von geplanten und ungeplanten Nichtverfügbarkeitszeiten vorgenommen werden.</p>
1.2.6 Arbeits-NV Base/Peak	$k_{Wn} = 1 - k_W$ $(k_{Wn\ Pe} = 1 - k_{W\ Pe})$ $k_{Wn} = \frac{W_{nv}}{W_N}$ $k_{Wn} = \frac{W_{nvp} + W_{nvu}}{P_N * t_N}$	<p>Die Arbeits-Nichtverfügbarkeit (Arbeits-NV) ist das Komplement der Arbeitsverfügbarkeit zu 100 %.</p> <p>Die Arbeits-NV ist der Quotient aus der nicht verfügbaren Arbeit und der Nennarbeit.</p> <p>Die nicht verfügbare Arbeit ist die Summe aus geplantem und ungeplantem Anteil. Die Nennarbeit ist das Produkt aus Nennleistung und Nennzeit (Kalenderzeit).</p>	<p>Die Arbeits-NV ist ein Maß für die verlorene Arbeit aus Gründen, die innerhalb der Anlage liegen.</p> <p>Sie berücksichtigt im Unterschied zur Zeit-Nichtverfügbarkeit auch Teil-Nichtverfügbarkeiten.</p>

1.3 Zuverlässigkeitskennwerte und Beanspruchbarkeit

Benennung	Zeichen/Formel	Begriffsbezeichnung	Verwendung
1.3.1 Zeitverlässlichkeit	$W_t = \frac{t_B}{t_B + t_{nv\ un}}$	Die Zeitverlässlichkeit ist der Quotient aus der Betriebszeit und der Summe der Betriebszeit und der ungeplanten nicht disponiblen NV-Zeit.	Die Verlässlichkeit gibt eine Aussage über die Zuverlässigkeit einer Anlage bezogen auf außerplanmäßige nicht disponible Ereignisse.
1.3.2 Arbeitsverlässlichkeit – ungeplant (gesamt)	$W_v = \frac{W_B}{W_B + W_{nv\ u}}$	Die Arbeitsverlässlichkeit – ungeplant (gesamt) ist der Quotient aus der Betriebsarbeit und der Summe der Betriebsarbeit und der ungeplanten (gesamt) NV-Arbeit.	Die Arbeitsverlässlichkeit – ungeplant (gesamt) gibt eine Aussage über die Zuverlässigkeit einer Anlage bezogen auf außerplanmäßige Ereignisse.
– ungeplant, nicht disponibel	$W_v = \frac{W_B}{W_B + W_{nv\ un}}$	Die Arbeitsverlässlichkeit – ungeplant, nicht disponibel ist der Quotient aus der Betriebsarbeit und der Summe der Betriebsarbeit und der ungeplanten nicht disponiblen NV-Arbeit.	Die Arbeitsverlässlichkeit – ungeplant, nicht disponibel gibt eine Aussage über die Zuverlässigkeit einer Anlage bezogen auf außerplanmäßige Ereignisse.

Benennung	Zeichen/Formel	Begriffsbezeichnung	Verwendung
1.3.3 Startzuverlässigkeit	$Z = \frac{s_e}{s_e + s_n}$	<p>Die Startzuverlässigkeit ist der Quotient aus der Anzahl der erfolgreichen Starts (s_e) und der Summe aus der Anzahl der erfolgreichen (s_e) und der nicht erfolgreichen Starts (s_n) (s. Kapitel 12).</p>	<p>Die Startzuverlässigkeit wird zur Beurteilung von Anlagen verwendet, deren Lebensdauer wesentlich auch von der Anzahl der Starts abhängt, z. B. Gasturbinen oder Notstromaggregate.</p>
1.3.4 Marktbewertete Versorgungszuverlässigkeit	$r_m = 1 - \frac{\sum(WB_i - W_{Fpi} \cdot DB_i)}{\sum(W_{Fpi} \cdot DB_i)}$	<p>Die marktbewertete Versorgungszuverlässigkeit ist der Quotient aus dem mit dem Deckungsbeitrag gewichteten Betrag der Differenz aus Betriebsarbeit und Fahrplanarbeit und der mit dem Deckungsbeitrag gewichteten Fahrplanarbeit, jeweils bezogen auf den betrachteten Zeitbereich. Die Ermittlung der Eingangsgrößen erfolgt analog der Preisentwicklung stundenweise.</p>	<p>Die Versorgungszuverlässigkeit ist ein Maß für die wirtschaftliche Einsatzfähigkeit einer Anlage im Wholesale-Markt. Sie bewertet über die technische Einsatzfähigkeit hinaus den wirtschaftlichen Nutzen des Einsatzes.</p>

Benennung	Zeichen/Formel	Begriffsbezeichnung	Verwendung
1.3.5 Lastverteilerver- lässlichkeit – ungeplant (gesamt)	$p_v = \frac{W_B}{W_B + W_{nv\ u} + W_{ns}}$	Die Lastverteilerverlässlichkeit – ungeplant (gesamt) ist der Quotient aus der Betriebsarbeit und der Summe aus Betriebsarbeit, der ungeplanten NV-Arbeit und der Außeneinflussarbeit.	Die Lastverteilerverlässlichkeit – ungeplant (gesamt) ist ein Maß für die Zuverlässigkeit einer Anlage außerhalb geplanter Nichtverfügbarkeiten. Der Kennwert kann auch für Spitzenlastanlagen genutzt werden.
– ungeplant, nicht disponibel	$p_v = \frac{W_B}{W_B + W_{nv\ un} + W_{ns}}$	Die Lastverteilerverlässlichkeit – ungeplant, nicht disponibel ist der Quotient aus der Betriebsarbeit und der Summe aus Betriebsarbeit, der ungeplanten nicht disponiblen NV-Arbeit und der Außeneinflussarbeit.	Die Lastverteilerverlässlichkeit – ungeplant, nicht disponibel ist ein Maß für die Zuverlässigkeit einer Anlage außerhalb geplanter Nichtverfügbarkeiten. Der Kennwert kann auch für Spitzenlastanlagen genutzt werden.

Benennung	Zeichen/Formel	Begriffsbezeichnung	Verwendung
1.3.6 Fahrplantreue	$f_{FP} = \frac{W_B}{W_{FP}}$	Die Fahrplantreue ist der Quotient aus der Betriebsarbeit und Arbeitsanforderung an die Erzeugungsanlage innerhalb eines Zeitintervalls.	Diese Kennziffer kann für die Beurteilung von Bilanzkreisabweichungen benutzt werden.

Benennung	Zeichen/Formel	Begriffsbezeichnung	Verwendung
<p>1.3.7 Beanspruchbarkeit</p>	$k_b = \frac{W_b}{W_N} = \frac{W_N - W_{nv} - W_{ns}}{W_N}$	<p>Die Beanspruchbarkeit ist der Quotient aus der beanspruchbaren Arbeit und der Nennarbeit.</p>	<p>Die (Arbeits-)Beanspruchbarkeit ist ein Maß für die Arbeit, die eine Anlage aufgrund ihres technischen und betrieblichen sowie durch Außeneinfluss beeinflussten Zustandes erzeugen kann.</p>
<p>1.3.8 Marktbewertete Beanspruchbarkeit</p>	$k_{bm} = \frac{\sum_{i=1..N} (W_{N,i} - W_{nv,i} - W_{ns,i}) \cdot DB_{+i}}{\sum_{i=1..N} W_{N,i} \cdot DB_{+i}}$	<p>Die marktbewertete Beanspruchbarkeit ist der Quotient aus</p> <ul style="list-style-type: none"> - der mit positivem Deckungsbeitrag gewichteten beanspruchbaren Arbeit und - der mit positivem Deckungsbeitrag gewichteten Nennarbeit <p>jeweils bezogen über den betrachteten Zeitbereich.</p>	<p>Die marktbewertete Beanspruchbarkeit kennzeichnet die Fähigkeit einer Anlage oder eines Anlagenteiles, aufgrund ihres technischen, betrieblichen und durch Außeneinflüsse beeinflussten Zustandes Energie ertragsorientiert umzuwandeln, unabhängig vom tatsächlichen Einsatz.</p> <p>Die Kenngröße entspricht der Arbeitsbeanspruchbarkeit, gewichtet mit positiven Deckungsbeiträgen.</p>

Benennung	Zeichen/Formel	Begriffsbezeichnung	Verwendung
<p>1.3.9 Ungeplanter automatischer Lastabwurf</p>	$UAGS = \frac{\text{Anz.} \cdot 7000 \text{ h}}{t_b}$	<p>Der Indikator „Ungeplanter automatischer Lastabwurf“ ist definiert als die Anzahl der ungeplanten automatischen vollständigen Lastabwürfe (Anregung des Schutzsystems, z. B. Turbinenschnellschluss), normiert auf eine vorgegebene Betriebszeit (z. B. 7.000 h).</p>	<p>Hinweis: Für einen Händler ist die marktbewertete Beanspruchbarkeit wichtig, für einen Erzeuger die von ihm zu vertretende marktbewertete Verfügbarkeit.</p> <p>Der Faktor „Ungeplanter automatischer Lastabwurf“ reflektiert die Verbesserung der Anlagensicherheit durch Reduzierung der Anzahl unerwünschter und ungeplanter thermohydraulischer Transienten, die zum Lastabwurf führen. Ferner zeigt er an, wie gut die Anlage betrieben und gewartet wird.</p> <p>Die Berücksichtigung der Stundenanzahl, in der die Anlage dem Lastverteiler zur Verfügung stand, gestattet Rückschlüsse auf die Wirksamkeit der Bemühungen um die Reduzierung von ungeplanten automatischen Lastabwürfen.</p>

Benennung	Zeichen/Formel	Begriffsbezeichnung	Verwendung
			<p>Man hat eine Basis für Vergleiche der Anlagenwerte untereinander sowie mit den Durchschnittswerten für den gesamten Industriezweig, wenn man die Lastabwürfe der einzelnen Blöcke normiert (z. B. 7.000 h).</p>

1.4 Kennwerte der Ausnutzung

Benennung	Zeichen/Formel	Begriffsbezeichnung	Verwendung
1.4.1 Zeitausnutzung	$n_t = \frac{t_B}{t_N}$	Die Zeitausnutzung ist der Quotient aus der Betriebszeit und der Nennzeit (Kalenderzeit).	Die Zeitausnutzung ist ein Maß für den tatsächlichen zeitlichen Einsatz einer Anlage. Sie ist unabhängig von der Höhe der jeweiligen Betriebsleistungen.
1.4.2 Arbeitsausnutzung	$n_w = \frac{W_B}{W_N} = \frac{W_B}{P_N \cdot t_N}$	Die Arbeitsausnutzung ist der Quotient aus der Betriebsarbeit und der Nennarbeit.	Die Arbeitsausnutzung ist ein Maß für die Arbeit, die eine Anlage tatsächlich erzeugt (plus negativer Regelarbeit $-n_R$).
Arbeitsausnutzung bei Anforderung von negativer Regelarbeit	$n_w = \frac{W_B + W_{nR}}{W_N} = \frac{W_B + W_{nR}}{P_N \cdot t_N}$	Die Arbeitsausnutzung bei Anforderung von negativer Regelarbeit ist der Quotient aus der Betriebsarbeit plus der Regelarbeit und der Nennarbeit. Nennarbeit ist das Produkt aus Nennleistung und Nennzeit (Kalenderzeit).	Häufig verwendet werden auch die äquivalenten Begriffe „Ausnutzungsdauer“ oder „Volllastbenutzungsstunden“: $t_{aN} = \frac{W_B}{P_N}$ Der Zusammenhang zwischen Arbeitsausnutzung und Ausnutzungsdauer ist: $t_{aN} = n_w \cdot t_N$

Benennung	Zeichen/Formel	Begriffsbezeichnung	Verwendung
<p>1.4.3 Marktbewertete Ausnutzung</p>	$n_{wm} = \frac{\sum_{i=1..N} W_{B,i} \cdot DB_{-i}}{\sum_{i=1..N} W_{N,i} \cdot DB_{+i}}$	<p>Die Betriebsarbeit ist das Produkt aus Betriebsleistung und Betriebszeit (Zählerwert) plus der Betriebsleistung und Betriebszeit für die negative Regelarbeit (Zählerwert).</p> <p>Die marktbewertete Ausnutzung ist der Quotient aus</p> <ul style="list-style-type: none"> – der mit dem positiven oder negativen Deckungsbeitrag gewichteten Betriebsarbeit und – der mit dem positiven Deckungsbeitrag gewichteten Nennarbeit, <p>jeweils bezogen über den betrachteten Zeitbereich.</p>	<p>Negative Regelarbeit ist die Arbeit, die zur Sicherung von Systemdienstleistungen (Minutenreserve, Primär- und Sekundärregelenergie u. a.) zu einer Reduzierung der Betriebsarbeit der Kraftwerksanlage führt.</p> <p>Die marktbewertete Ausnutzung ist ein Maß für die ergebnisorientierte Arbeit, die eine Anlage tatsächlich erzeugt.</p> <p>Die Kenngröße entspricht der Arbeitsausnutzung gewichtet mit Deckungsbeiträgen.</p>

1.5 Ausfallrate

Benennung	Zeichen/Formel	Begriffsbezeichnung	Verwendung
1.5.1 Zeitausfallrate	$p_t = \frac{t_{nv\ u}}{t_B + t_{nv\ u}}$	Die Zeitausfallrate ist der Quotient aus der ungeplanten Nichtverfügbarkeitszeit und der Summe aus der Betriebszeit und der ungeplanten Nichtverfügbarkeitszeit.	Die Zeitausfallrate kennzeichnet die Nichteinsatzfähigkeit einer Anlage außerhalb geplanter Stillstände und außerhalb verfügbarer Nichteinsatzzeiten.
1.5.2 Arbeitsausfallrate – ungeplant (gesamt)	$p_w = \frac{W_{nv\ u}}{W_B + W_{nv\ u}}$	Die Arbeitsausfallrate – ungeplant (gesamt) ist der Quotient aus der ungeplanten nicht verfügbaren Arbeit und der Summe aus der Betriebsarbeit und der ungeplanten nicht verfügbaren Arbeit.	Die Arbeitsausfallrate – ungeplant (gesamt) ist ein Maß für die nicht erzeugbare Arbeit außerhalb geplanter Nichtverfügbarkeiten und außerhalb verfügbarer, aber aufgrund von Bereitschaften und Außeneinflüssen nicht erzeugter Arbeit.

Benennung	Zeichen/Formel	Begriffsbezeichnung	Verwendung
1.5.3 Lastverteilerausfallrate – ungeplant (gesamt)	$p_I = \frac{W_{nv\ u}}{W_B + W_{nv\ u} + W_{ns}}$	Die Lastverteilerausfallrate – ungeplant (gesamt) ist der Quotient aus der nicht verfügbaren, ungeplant nicht disponiblen Arbeit und der Summe der Betriebsarbeit, der nicht verfügbaren, ungeplant nicht disponiblen Arbeit und der Außenflussarbeit.	Die Lastverteilerausfallrate – ungeplant (gesamt) ist ein Maß für die nicht erzeugbare Arbeit außerhalb geplanter Nichtverfügbarkeiten und außerhalb verfügbarer Arbeit. Sie ist damit ein Frühwarnindikator eines Risikomanagementsystems.

1.6 Weitere Kennwerte

Benennung	Zeichen/Formel	Begriffsbezeichnung	Verwendung
1.6.1 KWK-Kennwert	$\eta_{\text{KWK}} = \frac{W_{\text{neKWK}}}{W_{\text{Nne}}}$	Der KWK-Kennwert ist der Quotient aus der erzeugten KWK-Nettoarbeit und der Nettonennarbeit.	Bewertung einer Anlage auf ihren KWK-Anteil bezogen auf ihre Nettonennarbeit.
1.6.2 CO ₂ -Kennwert	$e_{\text{CO}_2} = \frac{M_{\text{B}} \cdot H_{\text{u}} \cdot e_{\text{f}} \cdot e_{\text{ox}}}{W_{\text{Bne}}}$	Der Emissionskennwert einer Anlage ist der Quotient aus dem CO ₂ -Anfall und der Netto-Betriebsarbeit.	Dieser Kennwert zeigt die CO ₂ -Emissionen in t/MWh für die Erzeugung von Elektroenergie und Wärme an.

1.7 Übersicht über Kennwerte und Basisgrößen

Es werden definiert: (Die Auflistung der Begriffe erfolgt in alphabetischer Reihenfolge).

Anzahl Peak-Stunden in der Nennzeit	$t_{N\ Pe}$	Betriebszeit	t_B
Anzahl der erfolgreichen Starts	s_e	Brennstoffeinsatz	M_B
Anzahl der nicht erfolgreichen Starts	s_n	CO ₂ -Kennwert	e_{co2}
Arbeitsausfallrate	p_W	Deckungsbeitrag (= Marktpreis – Gestehungskosten)	DB
Arbeitsausnutzung	n_W	Deckungsbeitrag, nur positiv, sonst null	DB+
Arbeits-Nichtverfügbarkeit	$k_{Wn} = 1 - k_W$	Emissionsfaktor	e_f
Arbeitsverfügbarkeit	k_W	Erzeugte KWK Nettoarbeit	W_{ne} KWK
Arbeitsverfügbarkeit in Peak-Zeiten	$k_{W\ Pe}$	Fahrplanarbeit	W_{FP}
Arbeitsverlässlichkeit	w_v	Fahrplanleistung	P_{FP}
Außeneinflussarbeit	W_{ns}	Fahrplantreue	f_{FP}
Außeneinflussleistung	P_{ns}	Geplante NV-Arbeit	$W_{nv\ p}$
Ausnutzungsdauer	t_{aN}	Geplante NV-Leistung	$P_{nv\ p}$
Beanspruchbare Arbeit	W_b	Geplante NV-Zeit	$t_{nv\ p}$
Beanspruchbarkeit	k_b	KWK-Kennwert	n_{KWK}
Bereitschaftsarbeit	W_R	Lastverteilerausfallrate	p_l
Bereitschaftsleistung	P_R	Lastverteilerverlässlichkeit	p_v
Bereitschaftszeit	t_R	Marktbewertete Ausnutzung	n_{Wm}
Betriebsarbeit	W_B	Marktbewertete Beanspruchbarkeit	K_{bm}

Betriebsleistung (brutto o. netto)	P_B (br o.ne)	Marktbewertete Verfügbarkeit	k_{Wm}
Nennarbeit	W_N	ungeplante (nicht disponible) NV-Leistung	$P_{nv\ u(n)}$
Nennarbeit während Peak-Zeiten	$W_{N\ Pe}$	ungeplanter automatischer Lastabwurf	UAGS
Nicht beanspruchbare Arbeit	W_{nb}	unterer Heizwert	H_u
Nicht verfügbare Arbeit	W_{nv}	Verfügbare Arbeit	W_v
Nicht verfügbare Arbeit wäh- rend Peak-Zeiten	$W_{nv\ Pe}$	Verfügbare Arbeit während Peak-Zeiten	$W_{v\ Pe}$
Nicht verfügbare Leistung (NV-Leistung)	P_{nv}	Verfügbare nicht erzeugte Arbeit	W_{ng}
Nicht verfügbare Zeit (NV-Zeit)	t_{nv}	Verfügbare nicht eingesetzte Leistung	P_{ng}
Nicht verfügbare Zeit wäh- rend Peak-Zeiten	$t_{nv\ Pe}$	Verfügbare Nichteinsatzzeit (während Peak-Zeiten)	$t_{ng\ (Pe)}$
Oxidationsfaktor	e_{ox}	Marktbewertete Versorgungs- zuverlässigkeit	r_m
Peak-Stunden in der Nennzeit	$t_{N\ Pe}$	Zeitausfallrate	p_t
Startzuverlässigkeit	Z	Zeitausnutzung	n_t
ungeplante disponible NV-Arbeit	$W_{nv\ ud}$	Zeit-Nichtverfügbarkeit	$k_{tn} =$ $1 - k_t$
ungeplante disponible NV-Leistung	$P_{nv\ ud}$	Zeitverfügbarkeit (in Peak-Zeiten)	$k_t\ (Pe)$
ungeplante disponible NV-Zeit	$t_{nv\ ud}$	Zeitzuverlässigkeit	w_t
ungeplante (nicht disponible) NV-Arbeit	$W_{nv\ u(n)}$		

Um Missverständnisse zu vermeiden, sind die Begriffe Verfügbarkeit, Ausnutzung, Ausfallrate stets mit dem jeweiligen Zusatzbegriff Zeit oder Arbeit zu verwenden.

2 Begriffe

2.1 Hierarchie und Zusammenhang der Begriffe

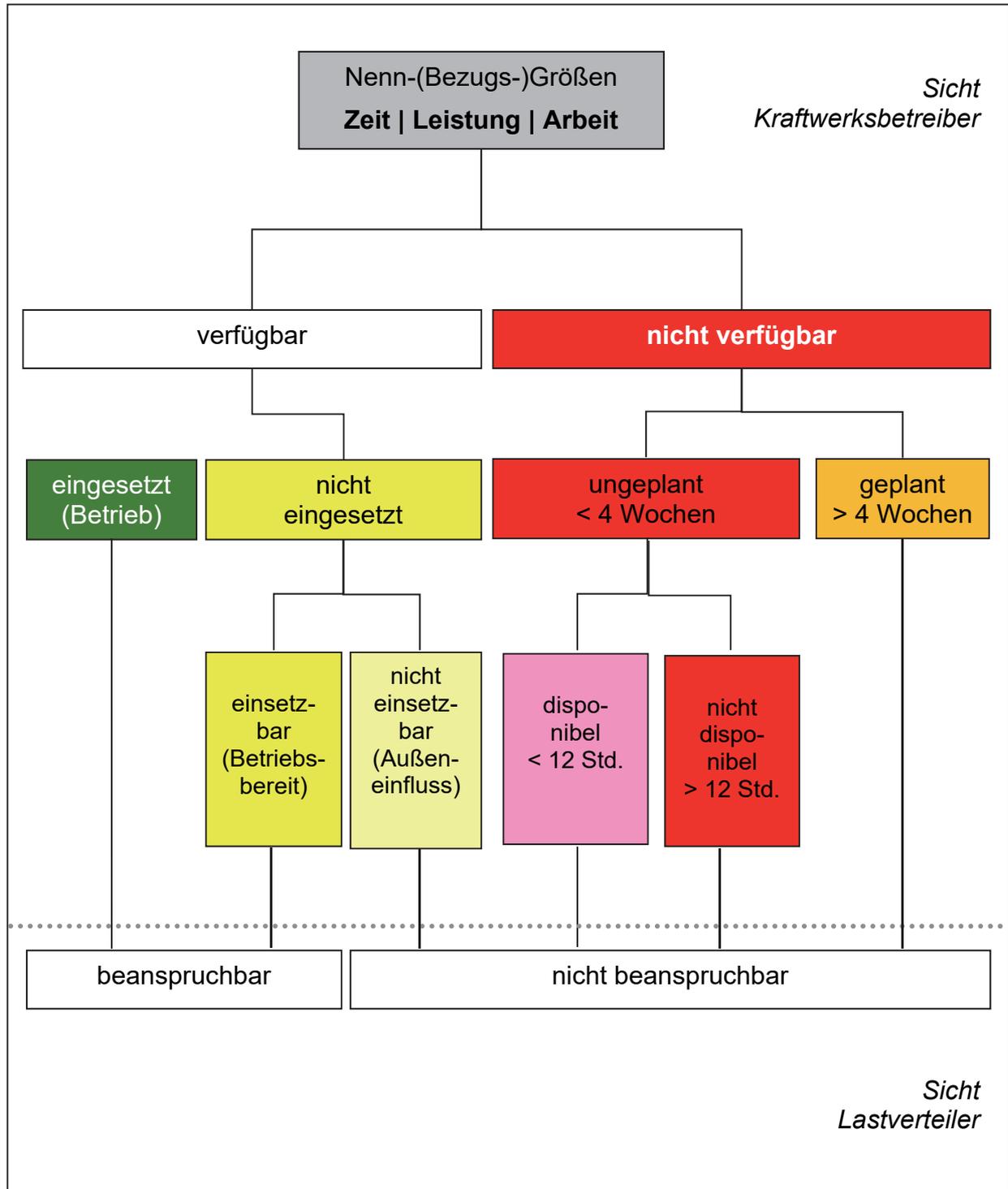


Bild 4: Hierarchie der Begriffe (Übersicht)

2.2 Übersicht und Zusammenhang der Begriffe

Zeitgrößen	Leistungsgrößen	Arbeitsgrößen
Nennzeit t_N	Nennleistung P_N	Nennarbeit W_N $W_N = P_N \cdot t_N$
Verfügbarkeitszeit t_v $t_v = t_N - t_{nv}$	Verfügbare Leistung P_v $P_v = P_N - P_{nv}$	Verfügbare Arbeit W_v $W_v = W_N - W_{nv}$
Betriebszeit t_B	Betriebsleistung P_B	Betriebsarbeit W_B
Verfügbare Nichteinsatzzeit t_{n-} $t_{ng} = t_v - t_B$ $= t_R + t_{ns}$	Verfügbare nicht eingesetzte Leistung P_{ng} $P_{ng} = P_v - P_B$ $= P_R + P_{ns}$	Verfügbare nicht erzeugte Arbeit W_{ng} $W_{ng} = W_v - W_B$ $= W_R + W_{ns}$
Bereitschaftszeit t_R $t_R = t_{ng} - t_{ns}$	Bereitschaftsleistung P_R $P_R = P_{ng} - P_{ns}$	Bereitschaftsarbeit W_R $W_R = W_N - W_{nv} - W_B - W_{ns}$
Verfügbare Nicht- einsetzbarkeitszeit (Außeneinflusszeit) t_{ns}	Verfügbare nicht einsetzbare Leistung (Außeneinflussleistung) P_{ns}	Verfügbare nicht erzeugbare Arbeit (Außeneinflussarbeit) $W_{ns} = P_{ns} \cdot t_{ns}$
Nichtverfügbarkeitszeit (NV-Zeit) t_{nv} $t_{nv} = t_{nv p} + t_{nv u}$	Nicht verfügbare Leistung (NV-Leistung) P_{nv} $P_{nv} = P_{nv p} + P_{nv u}$	Nicht verfügbare Arbeit (NV-Arbeit) W_{nv} $W_{nv} = W_{nv p} + W_{nv u}$
Geplante NV-Zeit $t_{nv p}$	Geplante NV-Leistung $P_{nv p}$	Geplante NV-Arbeit $W_{nv p}$
Ungeplante NV-Zeit $t_{nv u}$ $t_{nv u} = t_{nv ud} + t_{nv un}$	Ungeplante NV-Leistung $P_{nv u}$ $P_{nv u} = P_{nv ud} + P_{nv un}$	Ungeplante NV-Arbeit $W_{nv u}$ $W_{nv u} = W_{nv ud} + W_{nv un}$
Ungeplante disponible NV-Zeit $t_{nv ud}$	Ungeplante disponible NV-Leistung $P_{nv ud}$	Ungeplante disponible NV-Arbeit $W_{nv ud}$
Ungeplante nicht disponible NV-Zeit $t_{nv un}$	Ungeplante nicht disponible NV-Leistung $P_{nv un}$	Ungeplante nicht disponible NV-Arbeit $W_{nv un}$

2.3 Zeitbegriffe

Die nachfolgenden Zeitbegriffe (Bild 5) beziehen sich ausschließlich auf die Zustände „Anlage in Betrieb“ oder „Anlage außer Betrieb“. Beim Zustand „Anlage in Betrieb“ ist es gleichgültig, mit welcher Leistung die Anlage betrieben wird.

Die Nennzeit kann aus technischer Sicht die Kalenderzeit (Base) sein oder aus Marktsicht andere Börsenzeiten berücksichtigen (z. B. Peak).

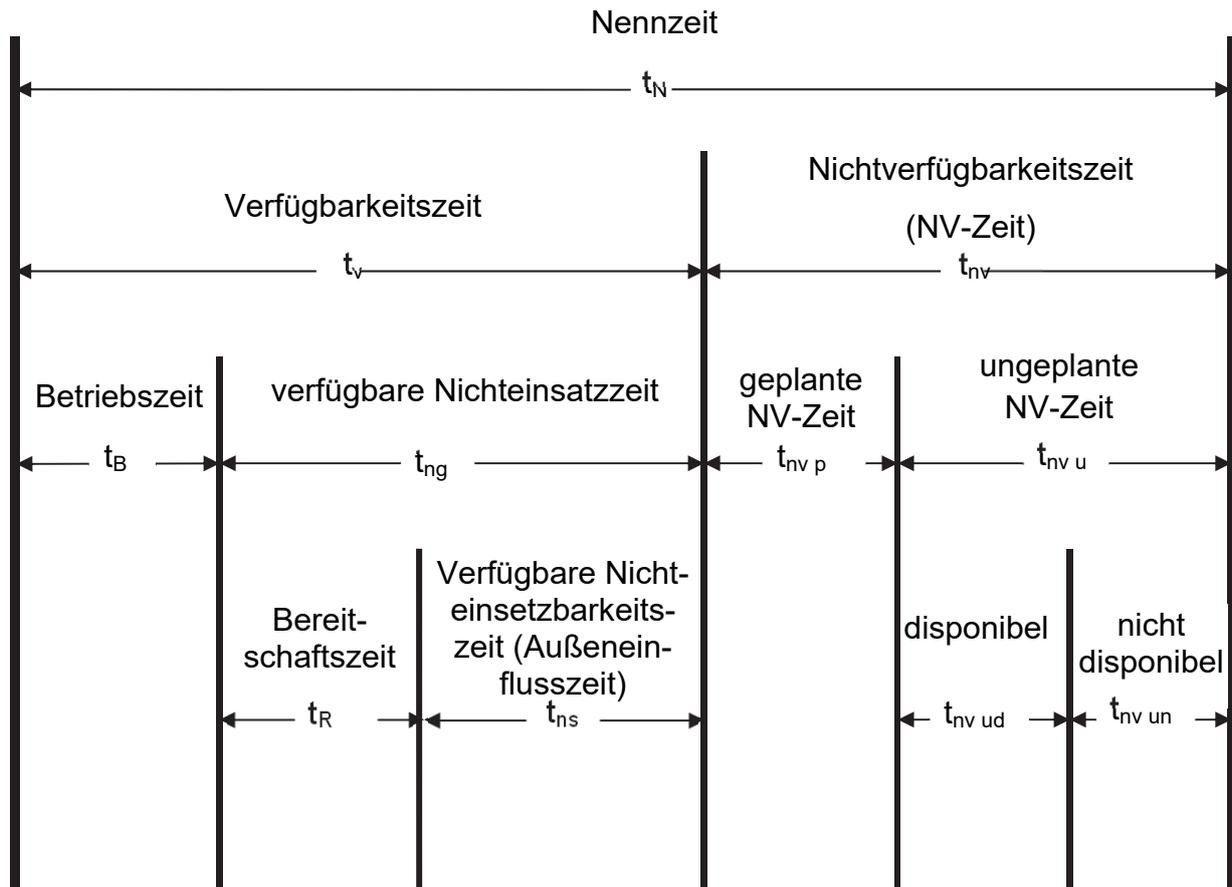


Bild 5: Darstellung der Zeitbegriffe

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
2.3.1 Beginn der Datenerfassung		Die Datenerfassung für Verfügbarkeitsermittlungen beginnt mit dem Übergang der Anlage in die Verantwortung des Betreibers nach Abschluss des Probetriebes.
2.3.2 Ende der Datenerfassung		Die Datenerfassung für Verfügbarkeitsermittlungen endet mit der Stilllegung (Abmeldung) der Anlage.
2.3.3 Nennzeit	t_N	Die Nennzeit ist die gesamte Berichtszeitspanne ohne jegliche Unterbrechung (Kalenderzeit).
2.3.4 Peak-Stunden Nennzeit	t_{NPe}	Die Peak-Stunden innerhalb der Nennzeit umfassen alle börsentypischen Peak-Zeiten (z. B. in Deutschland: montags bis freitags alle Stunden von 08:00 bis 20:00 Uhr; auf diese Tage fallende Feiertage zählen als normale Werktage).
2.3.5 Verfügbarkeitszeit/Peak- Verfügbarkeitszeit	t_v	Die Verfügbarkeitszeit ist die Zeitspanne, in der eine Anlage Energie umwandelt oder umwandeln kann, unabhängig von der Höhe der erreichbaren Leistung.
	t_{vPe}	Die Peak-Verfügbarkeitszeit reduziert die betrachtete Zeitspanne auf die Peak-Stunden.
		$t_v = t_N - t_{nv}$

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
2.3.6 Betriebszeit	t_B	<p>Die Betriebszeit ist die Zeitspanne, in der eine Anlage Energie umwandelt.</p> <p>Als Beginn der Betriebszeit gilt das Parallelschalten und als Ende das Trennen des Generators vom Netz.</p>
2.3.7 Verfügbare Nichteinsatzzeit	t_{ng}	<p>Die verfügbare Nichteinsatzzeit ist die Zeitspanne, in der eine Anlage verfügbar, aber nicht eingesetzt wird und/oder wegen Außeneinflüssen nicht einsetzbar ist.</p> $t_{ng} = t_v - t_B$ $= t_R + t_{ns}$
2.3.7.1 Bereitschaftszeit	t_R	<p>Die Bereitschaftszeit ist die Zeitspanne, in der eine Anlage einsetzbar ist, aber nicht eingesetzt wird.</p> $t_R = t_{ng} - t_{ns}$
2.3.7.2 Verfügbare Nichteinsetzbarkeitszeit (Außeneinflusszeit)	t_{ns}	<p>Die verfügbare Nichteinsetzbarkeitszeit ist die Zeitspanne, in der eine Anlage aufgrund von Außeneinflüssen nicht einsetzbar ist.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
2.3.8 Nichtverfügbarkeitszeit (NV-Zeit)	t_{nv}	<p>Die Nichtverfügbarkeitszeit ist die Zeitspanne, in der eine Anlage aus technischen Gründen, die innerhalb der Anlage liegen, nicht betrieben werden kann.</p> <p>Die NV-Zeit setzt sich aus einem geplanten und einem ungeplanten Anteil zusammen.</p> $t_{nv} = t_{nv p} + t_{nv u}$
2.3.8.1 Geplante NV-Zeit	$t_{nv p}$	Die geplante NV-Zeit ist die Zeitspanne, in der eine Anlage wegen eines langfristig geplanten Stillstandes nicht betrieben werden kann. Beginn und Dauer des Stillstands müssen mehr als vier Wochen vorher festgelegt sein.
2.3.8.2 Ungeplante NV-Zeit	$t_{nv u}$	<p>Die ungeplante NV-Zeit ist die Zeitspanne, in der eine Anlage wegen eines ungeplanten Stillstands nicht betrieben werden kann, wobei der Stillstand nicht oder bis vier Wochen verschiebbar ist.</p> <p>Die ungeplante NV-Zeit wird unterteilt in einen disponiblen und einen nicht disponiblen Anteil.</p> $t_{nv u} = t_{nv ud} + t_{nv un}$
2.3.8.3 Ungeplante disponible NV-Zeit	$t_{nv ud}$	Die disponible ungeplante NV-Zeit ist der Teil der ungeplanten NV-Zeit, der mehr als zwölf Stunden bis vier Wochen verschiebbar ist.
2.3.8.4 Ungeplante nicht disponible NV-Zeit	$t_{nv un}$	Die nicht disponible ungeplante NV-Zeit ist der Teil der ungeplanten NV-Zeit, der nicht oder bis zwölf Stunden verschiebbar ist.

2.4 Leistungsbegriffe

Die fundamentale Bezugsgröße für Verfügbarkeitsermittlungen ist die Nennleistung. Die Nennleistung einer Anlage basiert auf einem in der Regel für die gesamte Lebensdauer verbindlich festgelegten Wert, der nur Leistungsänderungen sehr eingeschränkter Art zulässt.

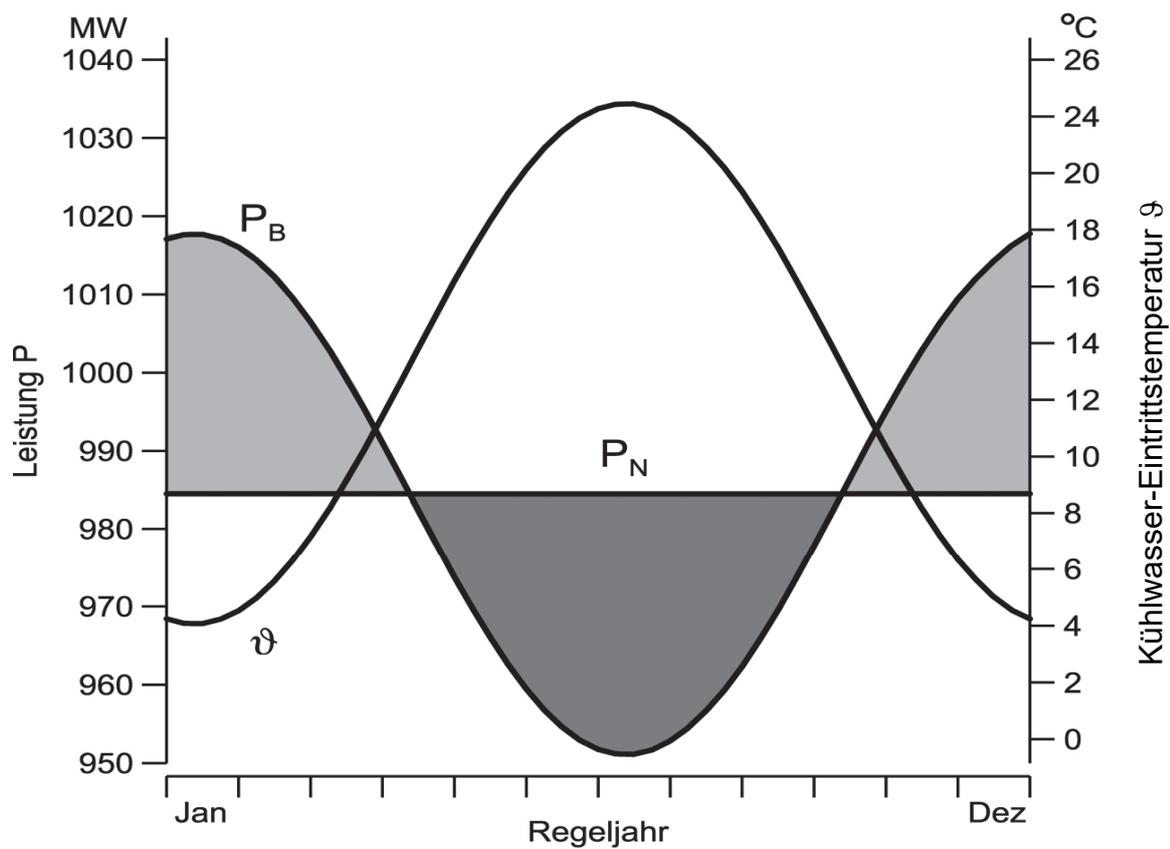
Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
2.4.1 Nennleistung	P_N	<p>Die Nennleistung einer Anlage ist die höchste Dauerleistung unter Nennbedingungen, die eine Anlage zum Übergabezeitpunkt erreicht.</p> <p>Leistungsänderungen sind nur bei wesentlichen Änderungen der Nennbedingungen und bei konstruktiven Maßnahmen an der Anlage zulässig.</p> <p>Bis zur genauen Ermittlung dieser Nennleistung ist der Bestellwert gemäß der Liefervereinbarung anzugeben.</p> <p>Entspricht der Bestellwert nicht eindeutig den zu erwartenden realen Genehmigungs- und Betriebsbedingungen, so ist vorab, bis gesicherte Messergebnisse vorliegen, ein vorläufiger durchschnittlicher Leistungswert als Nennleistung zu ermitteln. Er ist so festzulegen, dass sich die möglichen Mehr- und Mindererzeugungen bezogen auf ein Regeljahr ausgleichen (z. B. aufgrund des Kühlwasser-Temperaturverlaufs, wie in Bild 6 dargestellt).</p> <p>Die endgültige Festlegung der Nennleistung eines Kraftwerksblocks erfolgt nach Übergabe der Anlage, in der Regel nach Vorliegen der Ergebnisse aus den Abnahmemessungen. Hierbei ist von wesentlicher Bedeutung, dass sich die Nennbedingungen auf einen Jahresmittelwert beziehen, d. h. dass die jahreszeitlichen Einflüsse (z. B. die Kühlwasser- und Lufteintrittstemperatur), der elektrische und dampfseitige Eigenbedarf sich ausgleichen und dass idealtypische Bedingungen bei der Abnahmemessung, wie z. B. spezielle Kreislaufschaltungen, auf normale Betriebsbedingungen umzurechnen sind.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
2.4.2 Verfügbare Leistung	P _v	<p>Die Nennleistung darf im Gegensatz zur Engpassleistung nicht an eine vorübergehende Leistungsänderung angepasst werden. Auch darf keine Änderung der Nennleistung vorgenommen werden bei Leistungsabsenkungen als Folge oder zur Vermeidung von Schäden. Ebenso ist eine Herabsetzung der Nennleistung wegen Alterung, Verschleiß oder Verschmutzung nicht statthaft.</p> <p>Leistungsänderungen sind nur zulässig, wenn</p> <ul style="list-style-type: none"> - zusätzliche Investitionen, z. B. wirkungsgradverbessernde Retrofitmaßnahmen, getätigt werden mit dem Ziel, die Leistung der Anlage zu steigern, - Anlagenteile endgültig stillgelegt oder entfernt werden, unter bewusster Inkaufnahme von Leistungseinbußen - die Anlage durch Außeneinflüsse, siehe Kapitel 10, dauerhaft, d. h. für den Rest der Lebensdauer, außerhalb des in den Liefervereinbarungen festgelegten Auslegungsbereiches betrieben wird oder - die Anlage aufgrund von gesetzlichen Vorschriften bzw. behördlichen Anordnungen, ohne dass ein technischer Mangel innerhalb der Anlage vorliegt, bis zum Lebensdauerende nur noch mit einer verminderten Leistung betrieben werden darf. <p>Die verfügbare Leistung ist die aufgrund des technischen und betrieblichen Zustandes der Anlage erreichbare Leistung.</p> $P_v = P_N - P_{nv}$

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
2.4.3 Beanspruchbare Leistung	P_b	<p>Die beanspruchbare Leistung ist die Differenz aus verfügbarer Leistung und Außeneinflussleistung</p> $P_b = P_v - P_{ns}$ <p>Die nicht beanspruchbare Leistung ergibt sich analog zur NV-Leistung.</p>
2.4.4 Betriebsleistung	P_B	<p>Die Betriebsleistung (brutto oder netto) ist die zum jeweiligen Zeitpunkt gefahrene Leistung.</p> <p>Die Betriebsleistung kann größer sein als die Nennleistung, z. B. Überleistung aufgrund günstiger Kühlwasserverhältnisse (siehe Bild 6).</p>
2.4.4.1 Brutto- (Betriebs-)Leistung	$P_{B\ br}$	<p>Die Brutto-(Betriebs-)leistung einer Anlage ist die abgegebene Leistung an den Klemmen des Generators.</p>
2.4.4.2 Netto- (Betriebs-)Leistung	$P_{B\ ne}$	<p>Die Netto-(Betriebs-)leistung einer Anlage ist die an das Versorgungssystem (Übertragungs- und Verteilungsnetz, Verbraucher) abgegebene Leistung abzüglich eines etwaigen Bezugs in der Betriebszeit. Sie ergibt sich aus der Bruttoleistung nach Abzug der elektrischen Eigenverbrauchsleistung während des Betriebes, auch wenn diese nicht aus der Erzeugungseinheit selbst, sondern anderweitig bereitgestellt wird.</p> $P_{B\ ne} = P_{B\ br} - P_{Eig\ B}$
2.4.4.3 Betriebs- Eigenverbrauchsleistung	$P_{Eig\ B}$	<p>Die Betriebs-Eigenverbrauchsleistung ist die während des Betriebes (Generator am Netz) einer Anlage für deren Neben- und Hilfsanlagen benötigte elektrische Leistung.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
2.4.5 Fahrplanleistung	P_{FP}	Die Fahrplanleistung (Wirk- einschließlich Regelleistung) brutto oder netto ist die zum jeweiligen Zeitintervall vorgegebene zu fahrende und/oder vorzuhaltende Leistung.
2.4.6 Verfügbare nicht eingesetzte Leistung	P_{ng}	Die verfügbare nicht eingesetzte Leistung ist der Teil der verfügbaren Leistung, der betriebsbereit, aber nicht eingesetzt ist und/oder aufgrund von Außeneinflüssen nicht einsetzbar ist. $P_{ng} = P_v - P_B$ $= P_R + P_{ns}$
2.4.6.1 Bereitschaftsleistung	P_R	Die Bereitschaftsleistung ist die über die Betriebsleistung hinaus vom Lastverteiler einsetzbare, aber nicht eingesetzte Leistung. $P_R = P_{ng} - P_{ns}$
2.4.6.2 Verfügbare nicht einsetzbare Leistung (Außeneinflussleistung)	P_{ns}	Die verfügbare nicht einsetzbare Leistung ist die Leistung, welche die Anlage erbringen könnte, aber aufgrund von Außeneinflüssen, d. h. aus Gründen, die außerhalb der Anlage liegen, vom Lastverteiler nicht in Anspruch genommen werden kann. Aufgrund der Festlegung der Nennleistung als mittlere Jahresnennleistung ist zu beachten, dass die als Restglied aus der Beziehung $P_{ns} = P_N - P_{nv} - P_B - P_R$ berechnete verfügbare nicht einsetzbare Leistung für kürzere Auswertzeiträume als ein Regeljahr Abweichungen vom genauen Wert aufweisen kann.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
<p>2.4.7 Nicht verfügbare Leistung (NV-Leistung)</p>	<p>P_{nv}</p>	<p>Wenn in besonderen Fällen auch für kürzere Auswerteziträume als ein Kalenderjahr die verfügbare nicht einsetzbare Leistung exakt zu ermitteln ist, so müssen die Momentanwerte in obige Beziehung eingesetzt werden.</p> <p>Die nicht verfügbare Leistung ist die auf die Nennleistung bezogene nicht fahrbare Leistung einer Anlage aus Gründen, die innerhalb der Anlage liegen oder durch die Betriebsführung nicht beeinflusst werden können.</p> $P_{nv} = P_N - P_v$ <p>Die Unterteilung der NV-Leistung in einen geplanten und einen ungeplanten Anteil erfolgt gemäß Bild 4.</p>



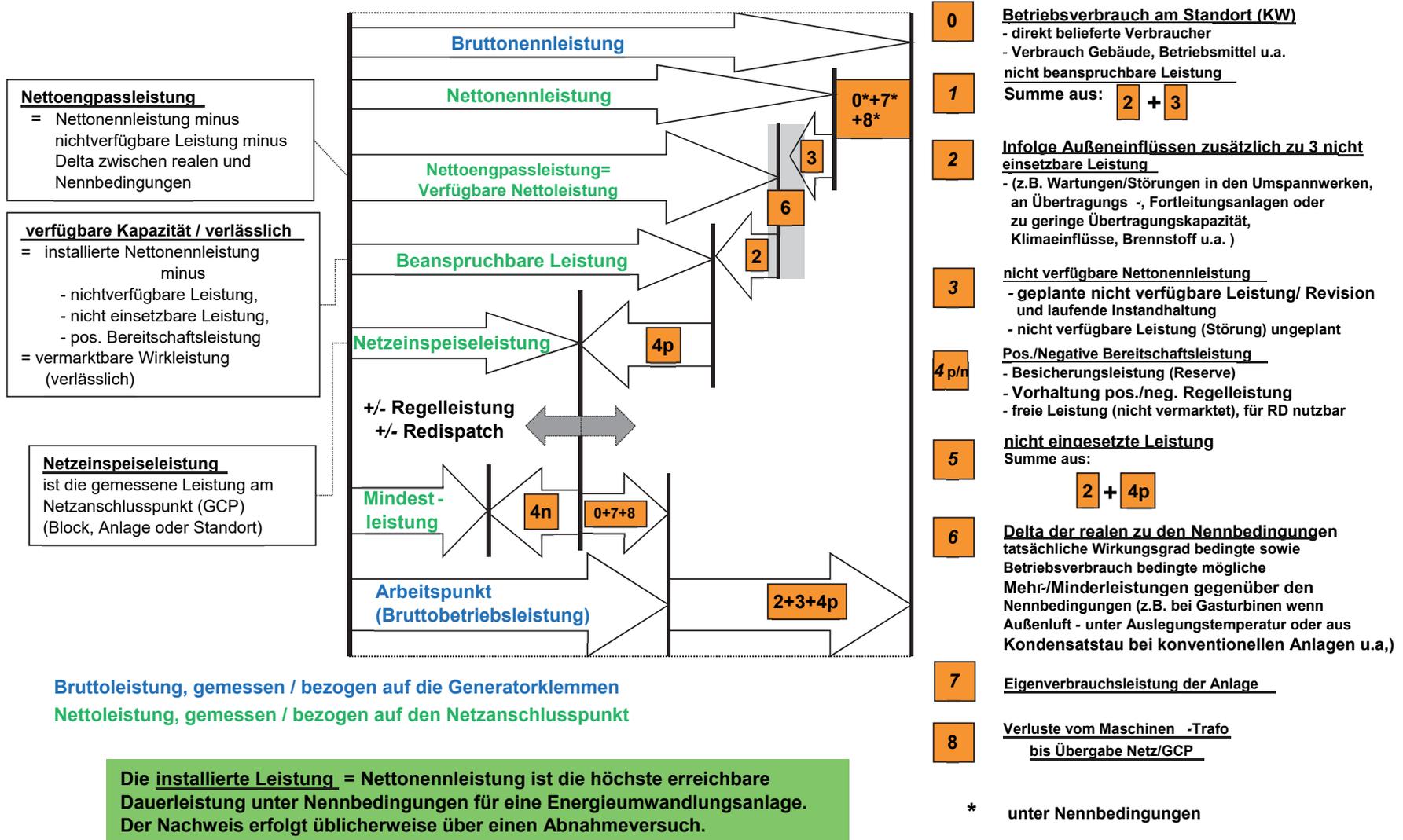
Mehrerzeugung
 Mindererzeugung

P_B : Leistungsverlauf in Abhängigkeit der Kühlwasser-Eintrittstemperatur

P_N : Nennleistung entsprechend der Mehr- bzw. Mindererzeugung

ϑ : jahreszeitlich bedingter Verlauf der Kühlwasser-Eintrittstemperatur im Regeljahr

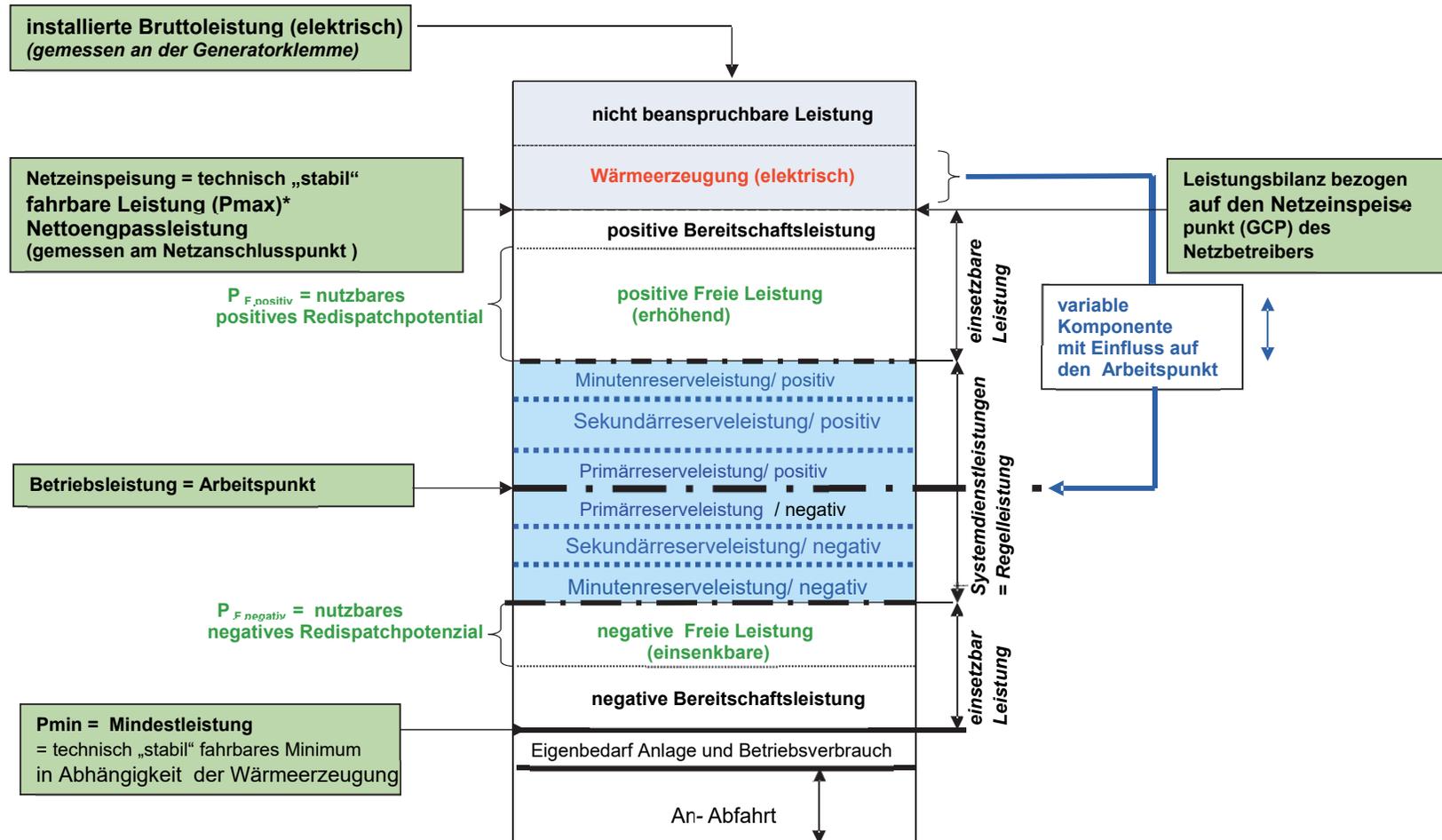
Bild 6: Beispiel zur Ermittlung der Nennleistung aufgrund des Zusammenhangs zwischen Betriebsleistung und Kühlwasser-Eintrittstemperatur



Bruttoleistung, gemessen / bezogen auf die Generatorklemmen
Nettleistung, gemessen / bezogen auf den Netzanschlusspunkt

Die **installierte Leistung** = Nettonennleistung ist die höchste erreichbare Dauerleistung unter Nennbedingungen für eine Energieumwandlungsanlage. Der Nachweis erfolgt üblicherweise über einen Abnahmeversuch.

Bild 7: Leistungsbegriffe für Energieumwandlungsanlagen



Besicherungsleistung und Reserveleistung = Bereitschaftsleistung
 * Betrachtung ohne Mehrleistungsbereich

Bild 8: Leistungsbegriffe für strom- und wärmegeführte Anlagen

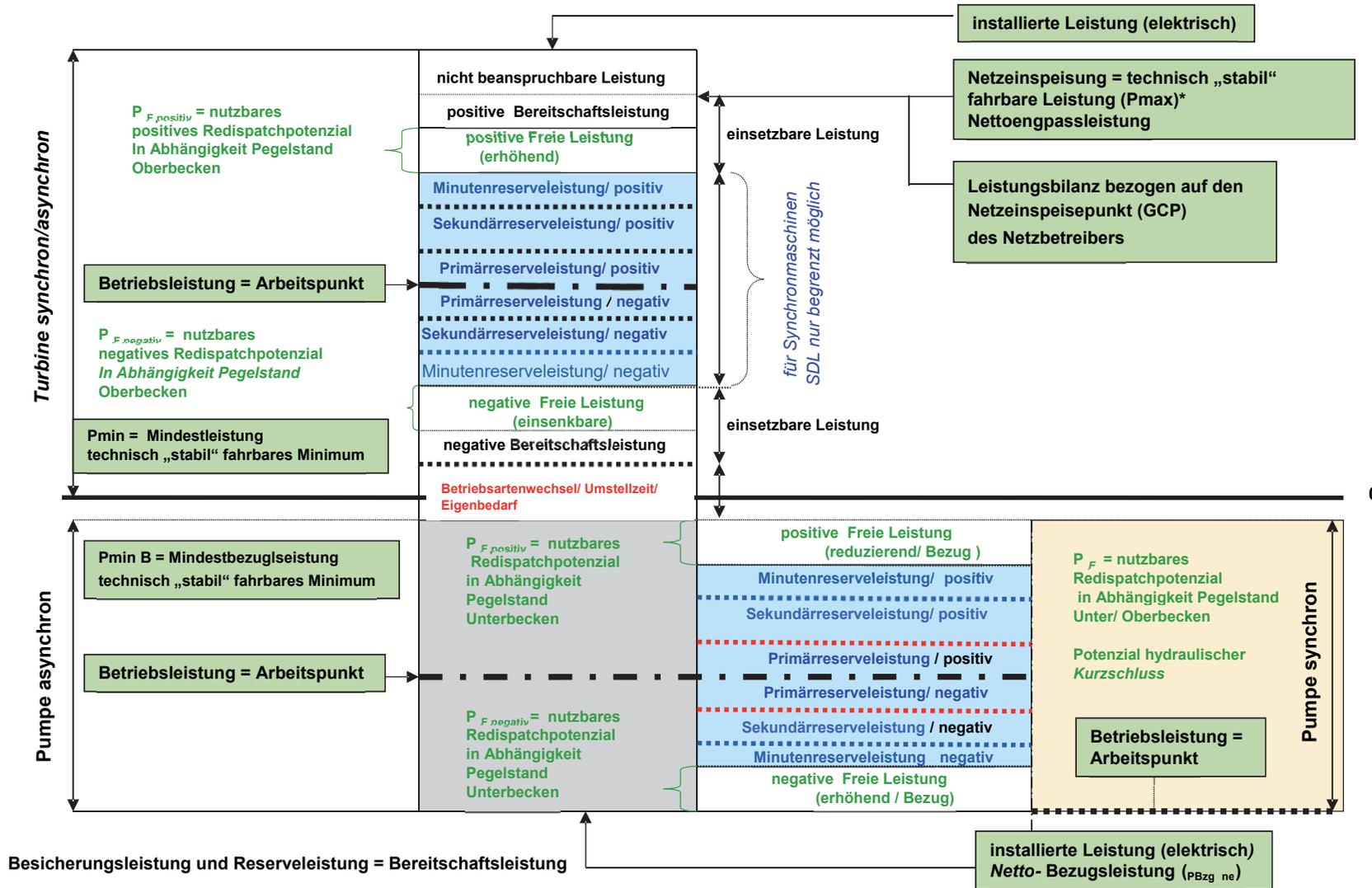
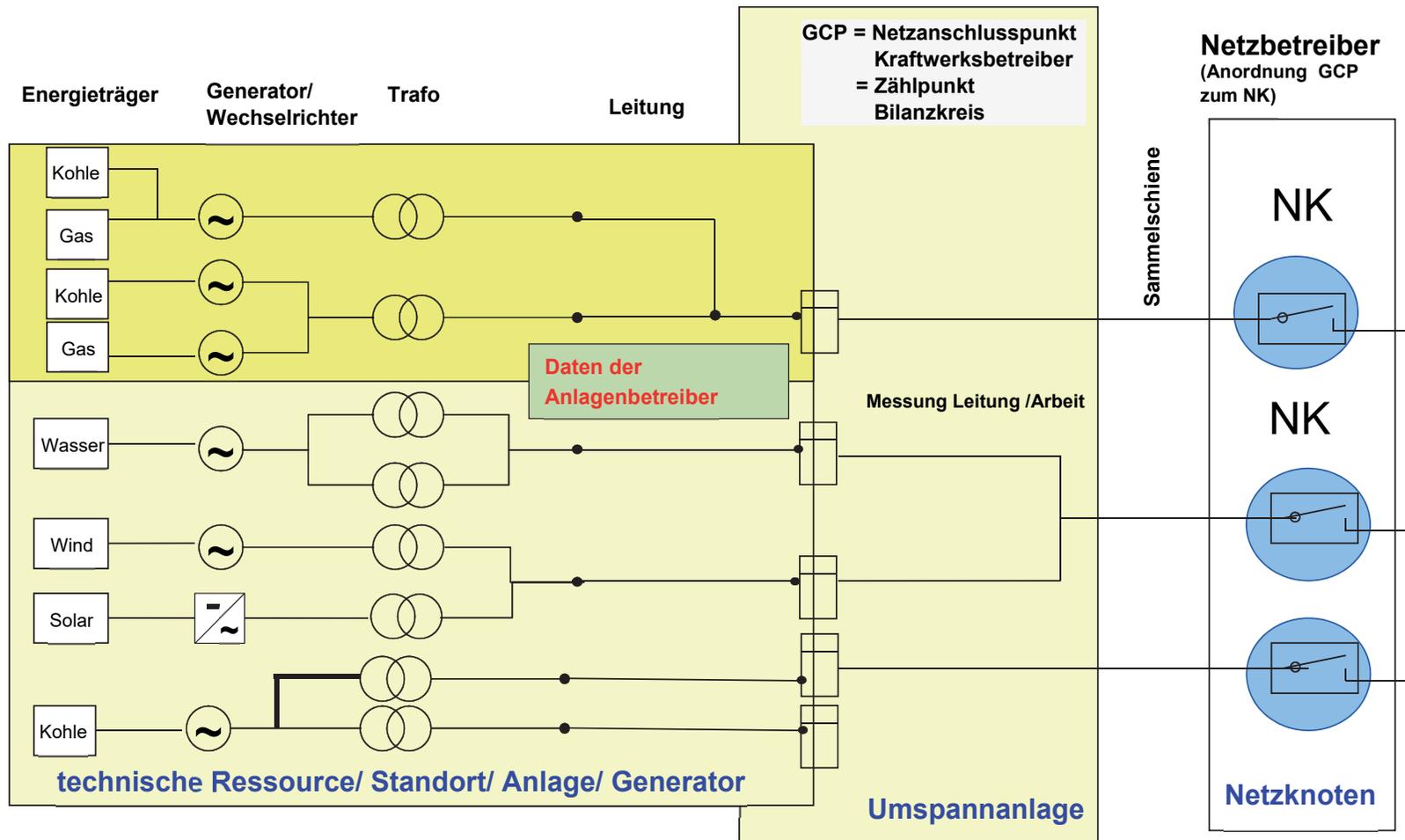


Bild 9: Leistungsbegriffe für Pumpspeicherkraftwerke



Der Grid Connection (GCP) Point charakterisiert die Höhe der physikalischen Einspeisung oder die Entnahme von Strom (aus Wirkleistung und Regelleistung) in das oder aus dem öffentlichen Netz.
 Mehrere GCP an einem Standort ergeben die Summe der physikalischen Einspeisung in das öffentliche Netz bzw. der Entnahme.

Bild 10: Übergabepunkt im Datenaustausch zwischen Erzeuger, Netzbetreiber

2.5 Arbeitsbegriffe

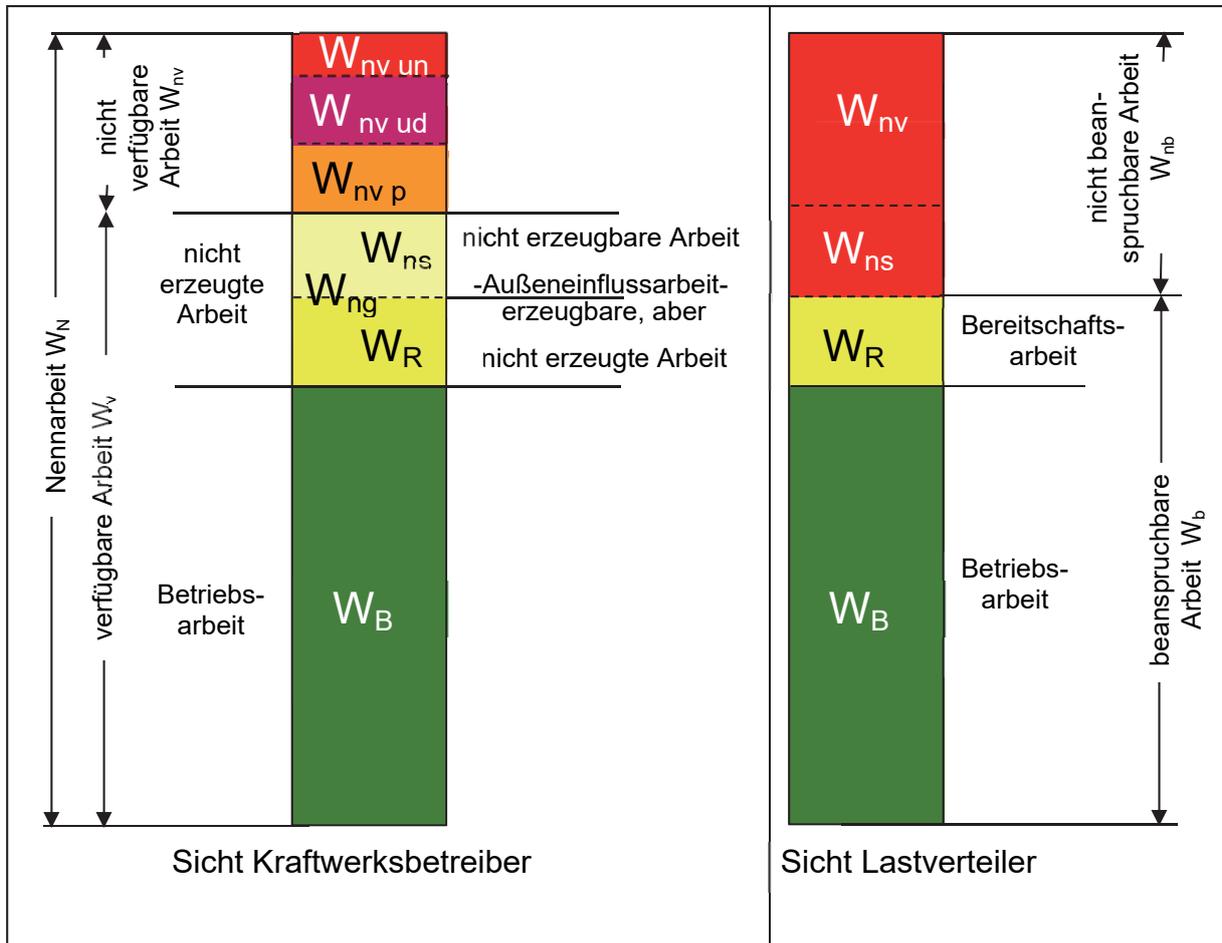


Bild 11: Darstellung der Arbeitsbegriffe

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
2.5.1 Nennarbeit	W_N	Die Nennarbeit ist das Produkt aus Nennleistung und Nennzeit. $W_N = P_N \cdot t_N$
2.5.2 Nennarbeit während Peak-Zeiten	$W_{N Pe}$	Die Nennarbeit während Peak-Zeiten ist das Produkt aus Nennleistung und auf die Peak-Zeiten beschränkter Nennzeit. $W_{N Pe} = P_N \cdot t_{N Pe}$
2.5.3 Verfügbare Arbeit	W_V	Die verfügbare Arbeit ist die in der Nennzeit aufgrund des technischen und betrieblichen Zustandes der Anlage erzeugbare Arbeit. $W_V = W_N - W_{nv}$
2.5.4 Verfügbare Arbeit während Peak-Zeiten	$W_{V Pe}$	Die verfügbare Arbeit ist die in der Peak-Zeit aufgrund des technischen und betrieblichen Zustandes der Anlage erzeugbare Arbeit. $W_{V Pe} = W_{N Pe} - W_{nv Pe}$
2.5.5 Beanspruchbare Arbeit	W_b	Die beanspruchbare Arbeit ist die Differenz aus verfügbarer Arbeit und Außeneinflussarbeit $W_b = W_V - W_{ns}$ Die nicht beanspruchbare Arbeit ergibt sich analog zur NV-Arbeit.
2.5.6 Betriebsarbeit	W_B	Die Betriebsarbeit ist die in der Betriebszeit erzeugte elektrische Arbeit.
2.5.7 Fahrplanarbeit	W_{FP}	Die Fahrplanarbeit ist die Arbeit, die auf Basis des vom Lastverteiler vorgegebenen Fahrplans zu leisten ist.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
2.5.8 Verfügbare nicht erzeugte Arbeit	W_{ng}	<p>Die verfügbare nicht erzeugte Arbeit ist der Teil der verfügbaren Arbeit, der nicht erzeugt wird oder aufgrund von Außeneinflüssen nicht erzeugt werden kann.</p> $W_{ng} = W_v - W_B$ $= W_R + W_{ns}$
2.5.8.1 Bereitschaftsarbeit	W_R	Die Bereitschaftsarbeit ist die über die Betriebsarbeit hinaus erzeugbare, aber nicht erzeugte Arbeit.
2.5.8.2 Verfügbare nicht erzeugbare Arbeit (Außeneinflussarbeit)	W_{ns}	Die verfügbare nicht erzeugbare Arbeit ist die Arbeit, die aufgrund von Außeneinflüssen, d. h. aus Gründen, die außerhalb der Anlage liegen, nicht erzeugt werden kann. Beachten Sie hierzu analog den Hinweis in Kapitel 2.4.6.
2.5.9 Nicht verfügbare Arbeit (NV-Arbeit)	W_{nv}	<p>Die nicht verfügbare Arbeit ist die nicht erzeugbare Arbeit aus Gründen, die innerhalb der Anlage liegen oder durch die Betriebsführung nicht beeinflusst werden können.</p> <p>Die NV-Arbeit wird errechnet aus der Summe der NV-Leistungen multipliziert mit den jeweiligen Zeitspannen:</p> $W_{nv} = \sum (P_{nv} \cdot t)$ <p>Die jeweilige Zeitspanne t ist nicht immer identisch mit der NV-Zeit t_{nv} nach Kapitel 2.5.8</p> <p>Die NV-Arbeit setzt sich aus einem geplanten und einem ungeplanten Anteil zusammen.</p> $W_{nv} = W_{nv p} + W_{nv u}$

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
2.5.9.1 Geplante NV-Arbeit	$W_{nv\ p}$	Die geplante NV-Arbeit ist die NV-Arbeit, deren Beginn und Dauer mehr als vier Wochen im Voraus festgelegt sein müssen.
2.5.9.2 Ungeplante NV- Arbeit	$W_{nv\ u}$	Die ungeplante NV-Arbeit ist die NV-Arbeit, deren Beginn nicht oder bis vier Wochen verschiebbar ist. Die ungeplante NV-Arbeit wird unterteilt in einen disponiblen und einen nicht disponiblen Anteil. $W_{nv\ u} = W_{nv\ ud} + W_{nv\ un}$
2.5.9.3 Ungeplante dis- ponible NV-Arbeit	$W_{nv\ ud}$	Die ungeplante dispoible NV-Arbeit ist der Teil der ungeplanten NV-Arbeit, deren Beginn mehr als zwölf Stunden bis vier Wochen verschiebbar ist.
2.5.9.4 Ungeplante nicht disponible NV- Arbeit	$W_{nv\ un}$	Die ungeplante nicht dispoible NV-Arbeit ist der Teil der ungeplanten NV-Arbeit, deren Beginn nicht oder bis zwölf Stunden verschiebbar ist.

**Analyse der Nichtverfügbarkeit
von Kraftwerksanlagen**
– Anleitung zur Durchführung –

B ERMITTLUNG DER KENNWERTE

– Regeln und Vorschriften –

3 Anlagen (Block)-Abgrenzung

Für die Vergleichbarkeit von Verfügbarkeitsergebnissen müssen sachliche Abgrenzungen von Kraftwerksanlagen beachtet werden.

Die Verfügbarkeitsermittlung wird in den meisten Fällen für Blöcke durchgeführt. Die Abgrenzung einer Anlage (Block) erfolgt netzseitig an den Überspannungsklemmen des Maschinentransformators, brennstoffseitig an der Übergabestelle zum Kraftwerk.

Haben mehrere Blöcke gemeinsame Einrichtungen, z. B. Brennstoffversorgung, Kamin, Rauchgasreinigungsanlage, so ist zu beachten, dass Nichtverfügbarkeiten dieser gemeinsamen Einrichtungen jedem davon betroffenen Block zugerechnet werden.

Für Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist die Abgrenzung für die Wärmeauskopplung in der Regel die Übergabestelle.

Kraftwerksblock

Kraftwerksblöcke mit gemeinsamen Einrichtungen

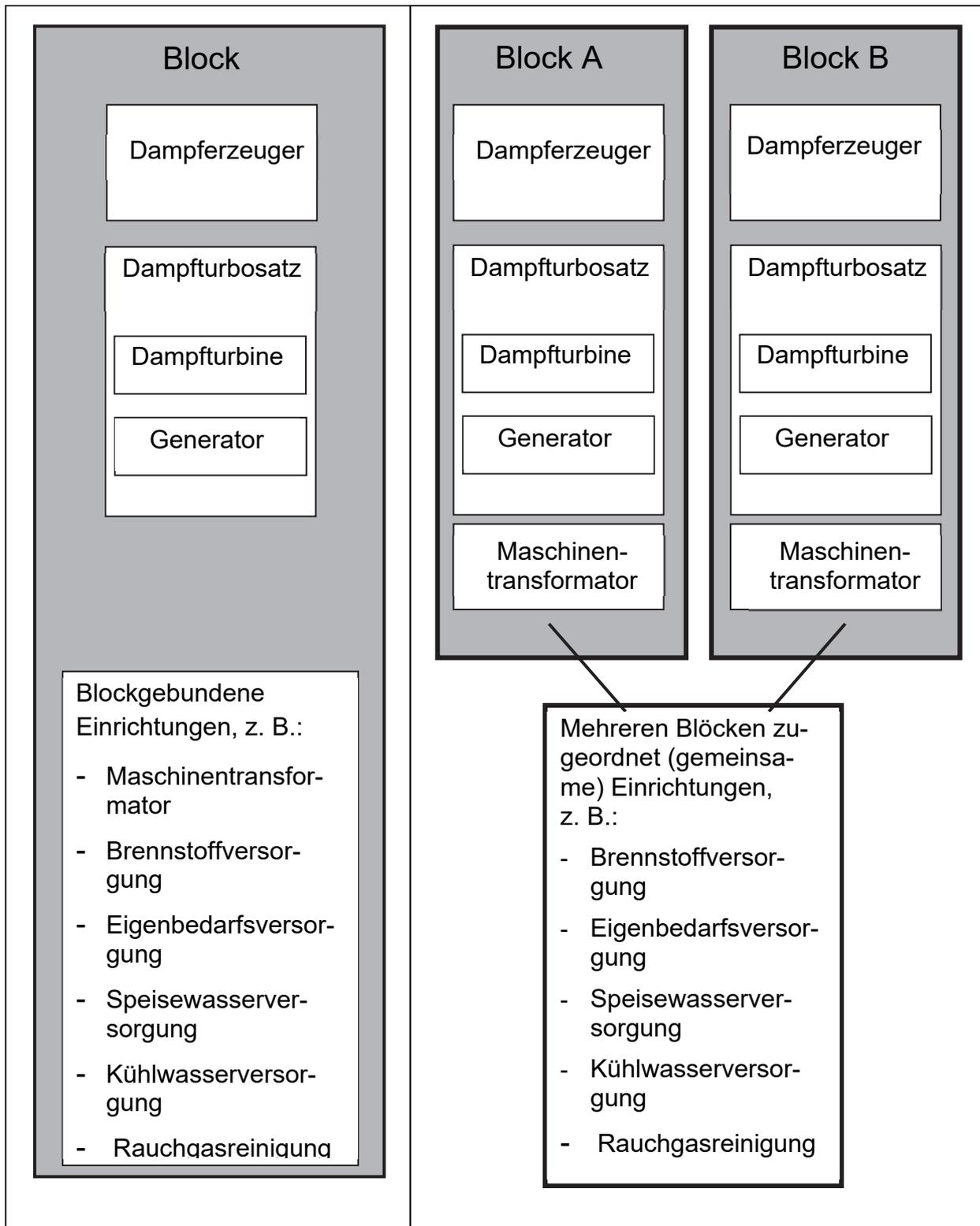


Bild 12: Sachliche Abgrenzung von Kraftwerksanlagen

4 Grundsätze und Ereignishierarchie

Zu beachten ist, dass die Nichtverfügbarkeit grundsätzlich immer auf die Nennleistung zu beziehen ist.

Die für eine Nichtverfügbarkeit getroffene Zuordnung in

- geplant
- ungeplant disponibel
- ungeplant nicht disponibel

bleibt für die gesamte Dauer der Nichtverfügbarkeit bestehen (Ausnahme siehe Kapitel 13.5).

Ereignishierarchie

Liegen gleichzeitig mehrere Gründe für einen Stillstand oder eine Leistungsminde- rung einer Anlage vor (Bild 13 bis Bild 16) so gilt für die Bewertung die Rangfolge:

- 1. Nichtverfügbarkeit, geplant**
- 2. Nichtverfügbarkeit, ungeplant**
- 3. Außeneinfluss**
- 4. Bereitschaft**

Liegen gleichzeitig eine Nichtverfügbarkeit und ein Außeneinfluss oder eine Bereit- schaft vor, so ist die nicht verfügbare Arbeit so zu ermitteln, als wären Außeneinfluss bzw. Bereitschaft nicht vorhanden (Bild 15 und Bild 16).

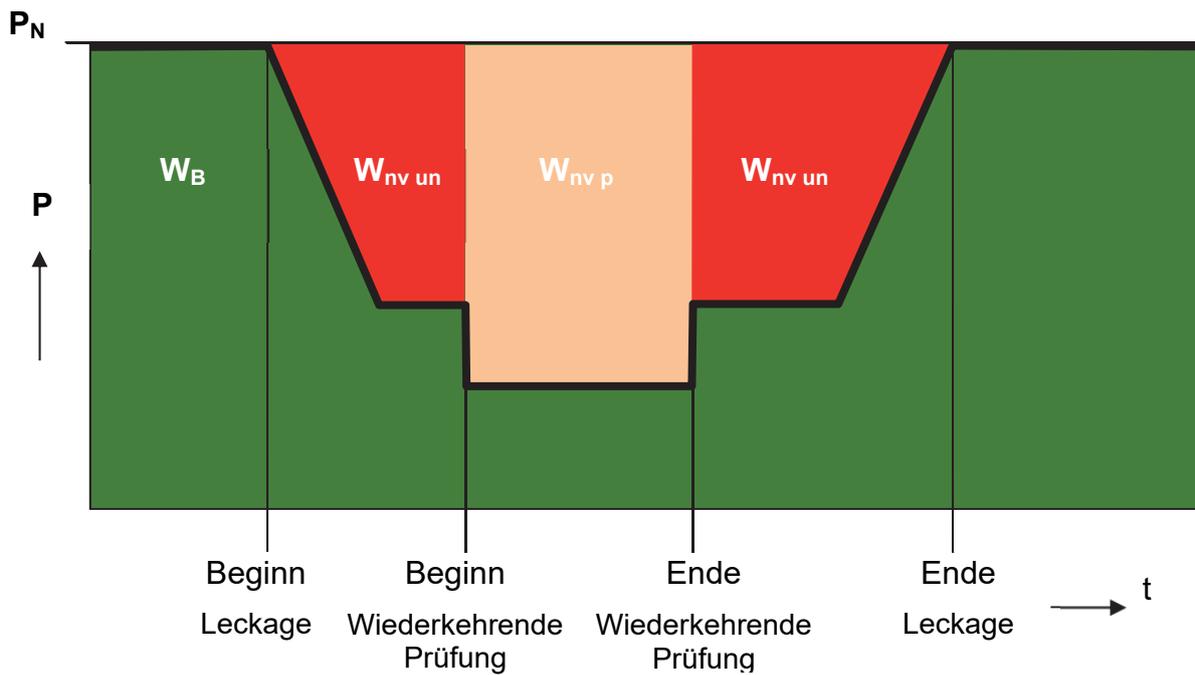


Bild 13: Beispiel zur Ermittlung der Nichtverfügbarkeit bei gleichzeitigem Vorliegen einer geplanten (z. B. Wiederkehrende Prüfung) und einer ungeplanten Teil-Nichtverfügbarkeit (z. B. Leckage)

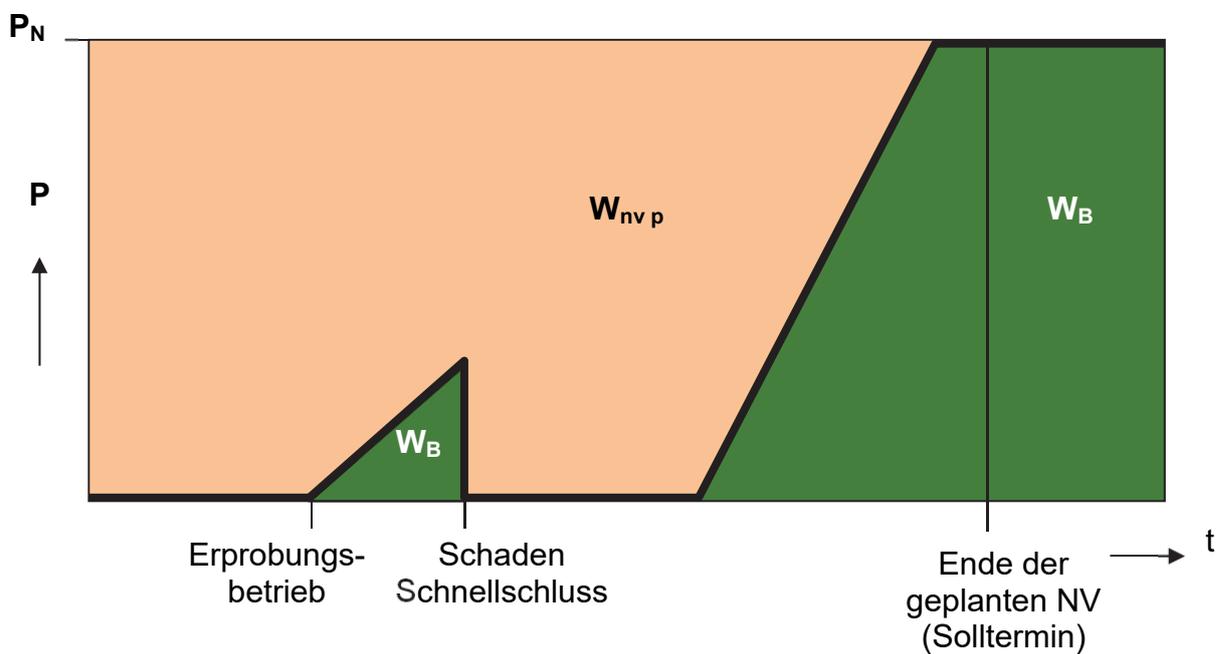


Bild 14: Beispiel zur Ermittlung der Nichtverfügbarkeit bei gleichzeitigem Vorliegen einer geplanten Nichtverfügbarkeit (z. B. Revision) und einem ungeplanten Ereignis (z. B. Turbinenschnellschluss)

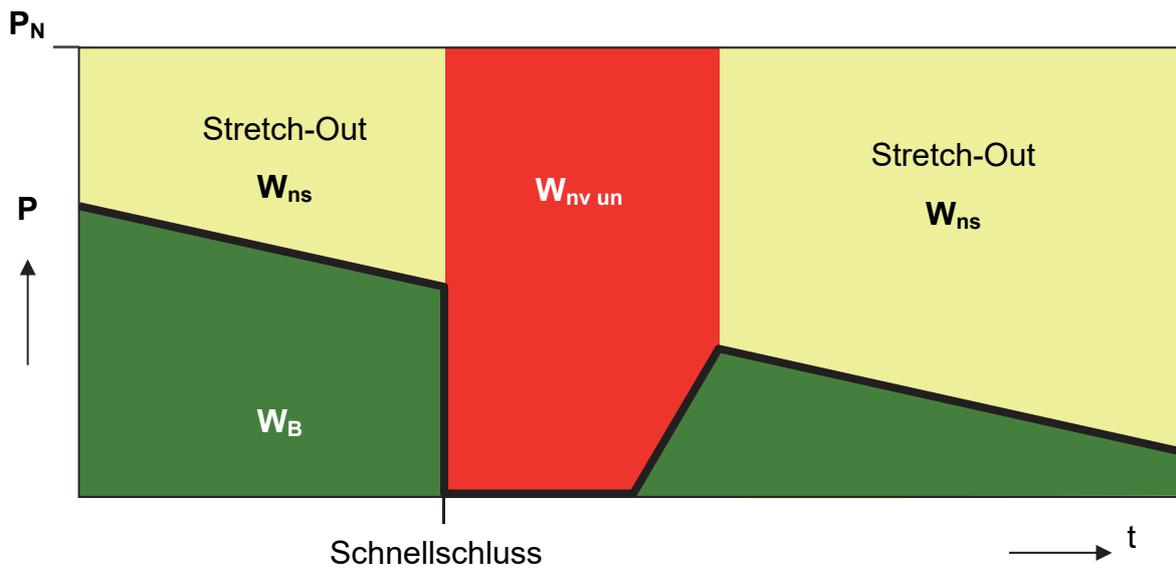


Bild 15: Beispiel zur Ermittlung der Nichtverfügbarkeit bei gleichzeitigem Vorliegen einer ungeplanten Nichtverfügbarkeit (z. B. Turbinenschnellschluss) und einem Außeneinfluss (z. B. Stretch-out-Betrieb bei Kernkraftwerken)

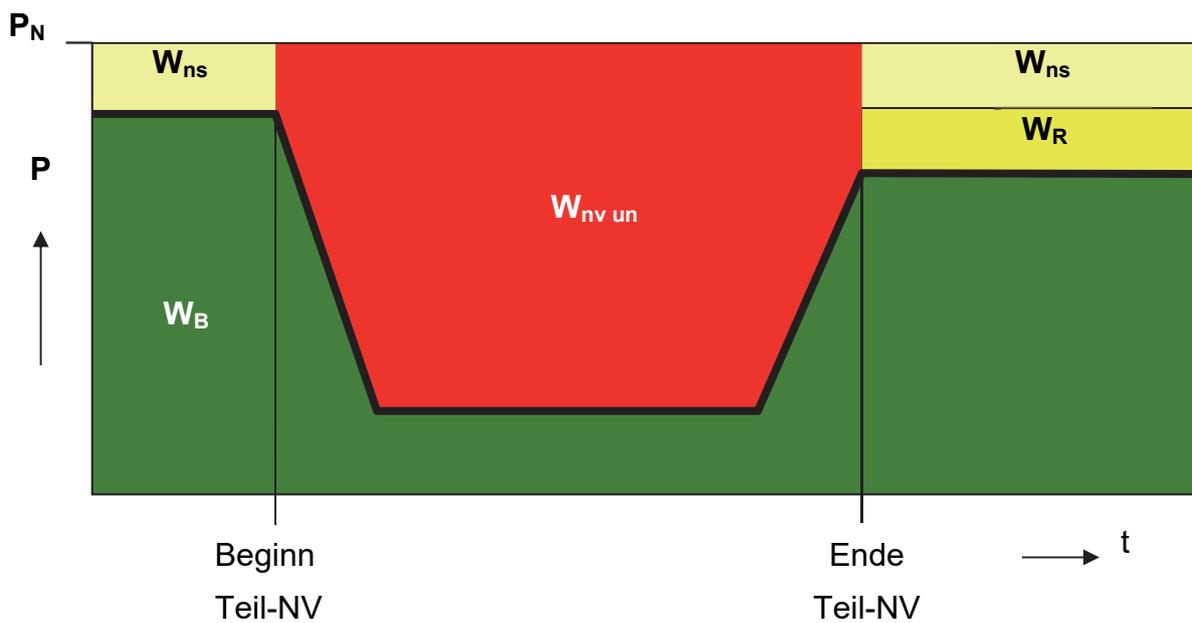


Bild 16: Beispiel zur Ermittlung der Nichtverfügbarkeit bei gleichzeitigem Vorliegen einer ungeplanten Teil-Nichtverfügbarkeit (z. B. Ausfall einer Speisewasserpumpe), einem Außeneinfluss (z. B. Kühlwassertemperatur außerhalb der Auslegungsschwankungsbreite) und einer Bereitschaft (z. B. Lastmangel)

5 Leistungsschwankungen durch unterschiedliche Kühlwasser- und Lufttemperaturen

Die Leistungsschwankungen, die sich durch jahreszeitlich bedingte unterschiedliche Kühlwassereintrittstemperaturen am Kondensator bzw. Lufteintrittstemperatur bei Gasturbinen ergeben, sind Grundlage der Definition der Nennleistung (Bild 6). Minderleistungen innerhalb der Schwankungsbreite, z. B. in den Sommermonaten, sind damit definitionsgemäß keine NV-Leistungen und auch keine Außeneinflussleistungen.

6 Überarbeit

Bei der Ermittlung der Arbeitsverfügbarkeit werden definitionsgemäß Überarbeiten (Arbeiten oberhalb der Nennleistung) nicht berücksichtigt.

Damit sind Werte > 1 bzw. $> 100\%$ nicht möglich.

Bei der Arbeitsausnutzung werden Überarbeiten im Gegensatz zur Arbeitsverfügbarkeit mitberücksichtigt, so dass Werte > 1 bzw. $> 100\%$ möglich sind.

Nicht verfügbare Arbeiten oberhalb der Nennleistung werden grundsätzlich nicht berücksichtigt.

7 Marktbewertete Versorgungszuverlässigkeit

Die marktbewertete Versorgungszuverlässigkeit ist eine finanzielle Betrachtung und stellt den wirtschaftlichen Einsatz einer Anlage am Markt dar. Durch die Betrachtung der Abweichungen zwischen Betriebs- und Fahrplanarbeit in einem Zeitintervall und die Gewichtung der Abweichung mit dem zum Intervall gehörenden Deckungsbeitrag (Marktpreis, z. B. EEX in Deutschland, abzüglich der spezifischen Arbeitskosten) einer Anlage wird angezeigt, ob eine Anlage am Markt effektiv eingesetzt werden konnte.

In den spezifischen Arbeitskosten sollten mindestens die Brennstoffkosten (einschließlich der CO₂-Kosten für konventionelle Anlagen) betrachtet werden.

Der Fahrplan (Kraftwerksfahrplan) ist die Vorgabe zur Leistungs-/Arbeitsbereitstellung aus einer Kraftwerksanlage in einem Zeitintervall (z. B. 15 Minuten).

8 Unter- und Überschreitung von geplanten Nichtverfügbarkeiten

8.1 Allgemeines

Eine geplante Nichtverfügbarkeit endet gemäß Kapitel 2, mit dem mindestens vier Wochen vor Beginn der Nichtverfügbarkeit festgelegten Zeitpunkt (Solltermin). Dieser Termin kann unterschritten oder überschritten werden (Verlängerung, siehe Kapitel 8.2).

Im Fall der Unterschreitung endet die geplante Nichtverfügbarkeit zeitlich mit der Netzsynchronisation, leistungsmäßig mit dem Erreichen der geforderten Leistung (Bild 14).

Wird vor dem Ende der geplanten Nichtverfügbarkeit (Solltermin) ein Erprobungs-/Einstellbetrieb durchgeführt, der aufgrund einer Störung oder eines Schadens abgebrochen wird, so bleibt die Einstufung der Nichtverfügbarkeit entsprechend der Ereignishierarchie, als geplant bis zum Solltermin bestehen (siehe Kapitel 1).

8.2 Verlängerung

Jede Überschreitung des Solltermins einer geplanten Nichtverfügbarkeit ist eine Verlängerung und muss gesondert erfasst werden. Gründe für eine Verlängerung können sowohl geplant als auch ungeplant sein.

Eine Verlängerung ist geplant, wenn sie mindestens vier Wochen vor dem Solltermin festgelegt wird. Wie bei der geplanten Nichtverfügbarkeit ist auch bei der geplanten Verlängerung die Dauer, d. h. der neue Solltermin, festzulegen. Alle anderen Verlängerungen sind ungeplante nicht disponible Nichtverfügbarkeiten (Bild 17).

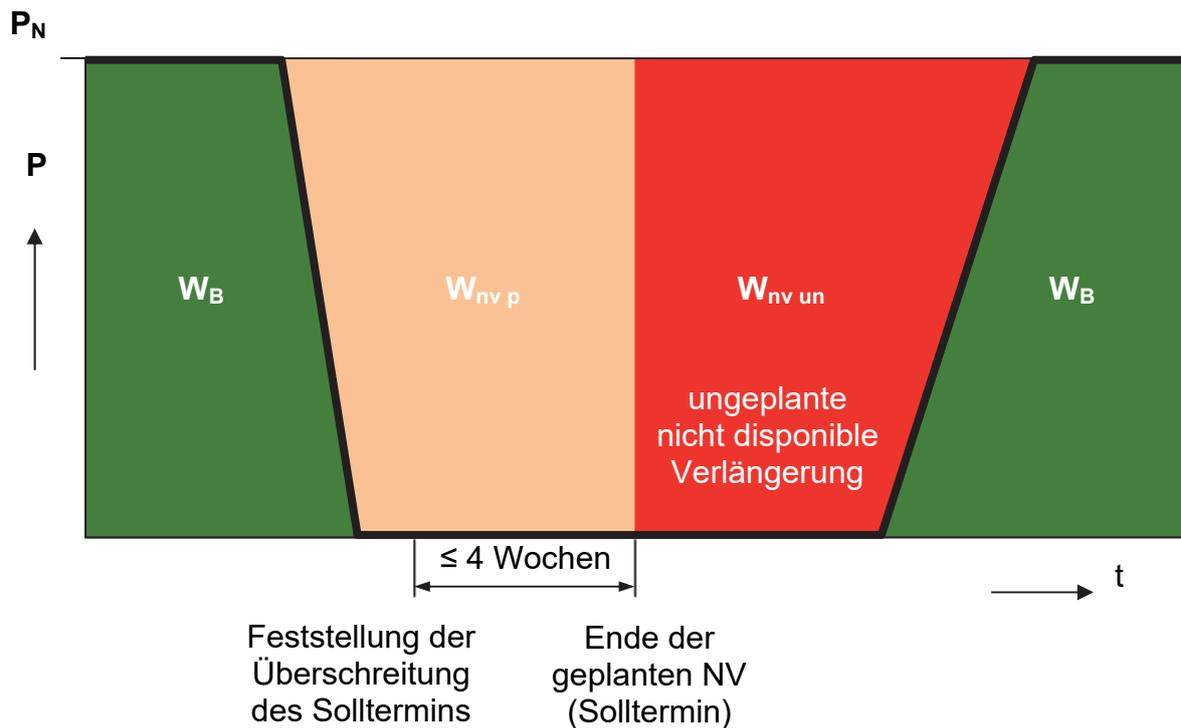


Bild 17: Verlängerung einer geplanten Nichtverfügbarkeit

9 Nachrüstmaßnahmen (Retrofit)

Stillstände wegen Nachrüstung oder Ertüchtigung unterbrechen nicht die Datenerfassung zur Verfügbarkeitsermittlung.

10 Außeneinflüsse

Außeneinflüsse sind alle äußeren Ereignisse, die auf eine Kraftwerksanlage/-block einwirken, wodurch eine Leistungsbereitstellung/Verfügbarkeit beeinflusst wird. Auf die Ereignisse (z. B. Klima, Auflagen) hat der Anlagenbetreiber keinen Einfluss.

10.1 Leistungseinschränkungen durch Außeneinflüsse

Einschränkungen der Leistungsfähigkeit einer Anlage aufgrund äußerer Einflüsse, auf die die Betriebsführung keinen oder nur geringen Einfluss hat, mindern nicht die Verfügbarkeit. Die Leistungseinschränkungen durch Außeneinflüsse sind als verfügbare nicht einsetzbare Leistung definiert, sofern die Ursache für die Leistungseinbuße durch nachstehend aufgeführte oder vergleichbare Ereignisse begründet ist und diese keinen technischen Schaden oder Störung (unabhängig ob disponibel oder nicht disponibel) in der Anlage nach sich ziehen.

Verursacht ein Außeneinfluss, gegen den die Anlage ausgelegt ist, einen technischen Schaden oder eine Störung in der Anlage, so ist dies eine Nichtverfügbarkeit.

10.1.1 Brennstoff

- Brennstoffmangel (z. B. Lieferschwierigkeiten, Vereisung)
- Brennstoffqualität (außerhalb des Auslegungsbandes)
- Stretch-Out-/Stretch-In-Betrieb bei Kernkraftwerken
- brennstoffbedingte Minderleistung

Brennstoffbedingte Minderleistungen können auch aus kommerziellen Gründen bewusst bewirkt werden. Diese zählen nicht als Außeneinfluss.

10.1.2 Konservierung der Anlage

Konservierungsmaßnahmen, z. B. bei Bereitstellung der Anlage als Kaltreserve, gelten ebenfalls als Außeneinfluss, sofern die Anlage ansonsten im vollen Umfang technisch verfügbar ist.

Verfügbarkeitsstatistiken können durch die Einbeziehung kaltkonservierter Anlagen (100 % verfügbar im Sinne Außeneinfluss) allerdings verfälscht werden, wenn diese Anlagen wegen der Konservierung über längere Zeit (> 4 Wochen) nicht in Betrieb sind. Für statistische Auswertungen sind kaltkonservierte Anlagen insofern nur mit einer um die Konservierungsdauer reduzierten Nennzeit zu berücksichtigen. Die Nennzeit beginnt mit der ersten Verfügbarkeitsmeldung der Anlage nach einer Konservierungsmaßnahme und endet ggf. vorzeitig, wenn die Anlage (erneut) konserviert wird.

Ein Sonderfall der Konservierung stellt die staatlich regulierte Bereitstellung von Reserveenergie dar.

In Deutschland betrifft dies beispielsweise Kapazitäts- und Klimareserve (Stand 2015). Die Nichtbeanspruchbarkeit einer dementsprechend konservierten Anlage ist als Außeneinfluss zu führen.

Somit haben diese im Übrigen ungestörten Anlagen eine technische Verfügbarkeit von 100 %, obwohl sie für den Handelsmarkt nicht zu Verfügung stehen. Unabhängig davon sind bis zur endgültigen Stilllegung alle Ereignisse an VGB zu berichten.

Diese Anlagen werden seitens der VGB extra geführt und gehen ab dem Jahr nach der Konservierung nicht in die Standardauswertung ein, sind aber weiterhin Bestandteil der zurückliegenden Jahre der technisch-wissenschaftlichen Berichte.

10.1.3 Klima

- Wassermangel aufgrund von z. B. Vereisung, Eisschollen, Rechengut, Hoch-/Niedrigwasser, Eindringen von Fischen etc.
- Kühlwassertemperatur (außerhalb des Auslegungsbandes bzw. der Genehmigungswerte der Anlage), siehe Kapitel 5
- Smog, Emissionen in der Umgebung der Anlage
- Leistungseinsenkungen durch außergewöhnliche Umwelteinflüsse

10.1.4 Netzrestriktionen

Die Abgrenzung der Anlage zur Netzseite erfolgt an den Oberspannungsklemmen des Maschinentransformators.

Sämtliche Ereignisse, die eine Beeinträchtigung der Energieableitung in den Leitungen, Kuppelstellen usw. zur Folge haben, sind als Außeneinfluss zu werten:

- Maßnahmen, welche die Fortleitung der Energie außerhalb des Verantwortungsbereiches des Anlagenbetreibers nicht gestatten. (z. B. Wartungsarbeiten/Störungen in den Umspannwerken bzw. an den Übertragungsleitungen und zu geringe Übertragungskapazitäten)
- Maßnahmen zur Sicherheit oder Zuverlässigkeit des Elektrizitätsversorgungssystems, die durch den Netzbetreiber aufgerufen werden, sogenannter Redispatch.

Anmerkung:

Eine Anfahrt aufgrund einer Redispatch-Anweisung eines Netzbetreibers ist weder eine Nichtverfügbarkeit noch eine technische Leistungseinschränkung und somit auch kein Bestandteil der NV-/AV-Statistik.

10.1.5 Personalmangel

Nicht vorhandene Betriebsbereitschaft wegen Reduzierung des Schichtpersonals in bestimmten Schwachlastzeiten aus wirtschaftlichen Gründen, z. B. Stillstände am Wochenende.

10.1.6 Sonstiges

- Streik, Belagerung, Besetzung, Terroranschlag, Schiffs- und Flugzeugunglück, Erdbeben, höhere Gewalt
- Tag der offenen Tür
- keine Erteilung der Anfahr genehmigung für eine verfügbare Anlage in der Kernenergie
- fehlende Umweltzertifikate
- zusätzliche behördliche Auflagen bei bestehender Betriebsgenehmigung

Anlagen, die temporär oder dauerhaft Dampf oder Wärme bereit stellen, sind gemäß den Ausführungen im folgenden Kapitel für Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen zu handhaben. Die Änderung der Art der Energieumwandlung von Strom in Dampf/Wärme oder umgekehrt stellt insofern keinen Außeneinfluss dar.

Anmerkung:

Sofern die betroffene Anlage statistisch als reine Stromerzeugungsanlage betrachtet wird, ist eine Umrechnung der Dampf-/Wärmemenge in die äquivalente elektrische Energie vorzunehmen.

11 Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen

Verfügbarkeitsermittlungen von Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung sind nur sinnvoll, wenn sie eine Beurteilung der Gesamtanlage ermöglichen, das heißt einschließlich der Wärmeauskopplung durchgeführt werden.

Voraussetzung hierzu ist die Definition der Gesamtleistung, das heißt der Nennleistung der KWK-Anlage. Dabei sind drei Fälle möglich:

Fall (a): Die elektrische Leistung entspricht der Gesamtleistung

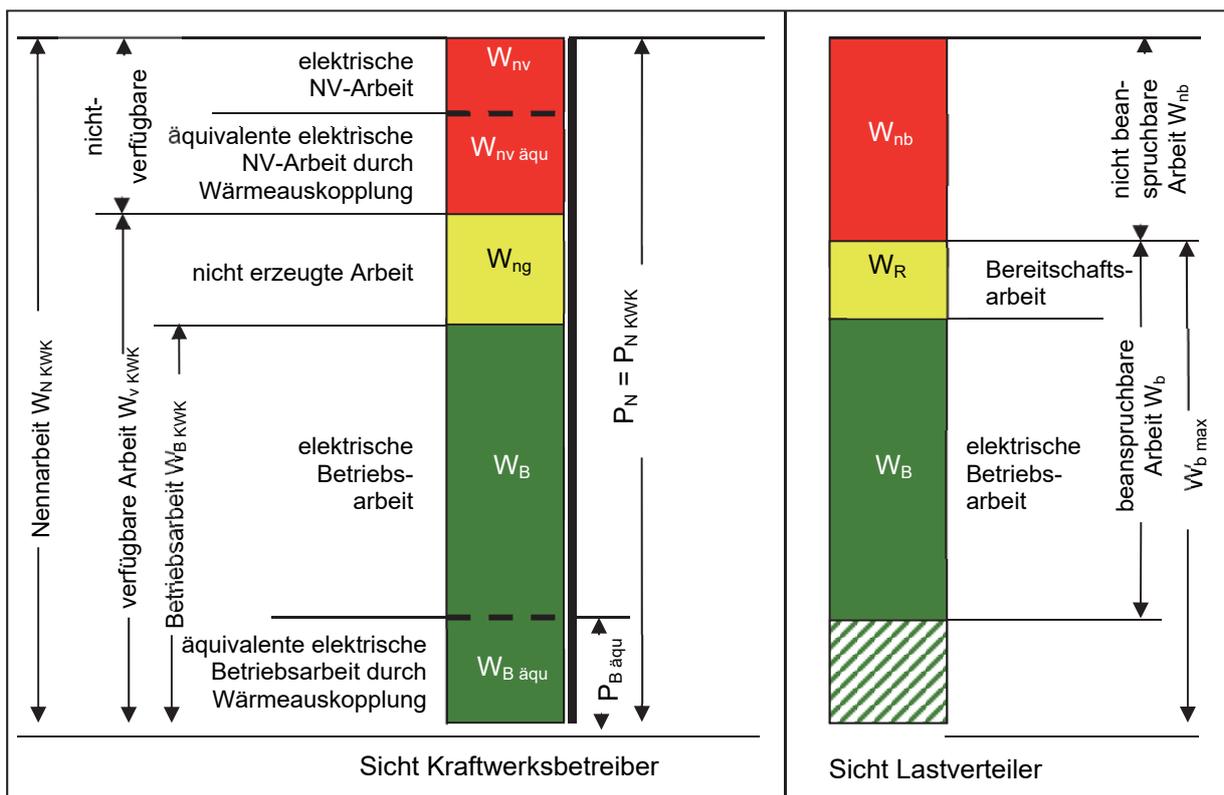


Bild 18: KWK-Anlage mit Entnahme-Kondensations-Turbine, Fall (a)

Fall (b): Die elektrische Leistung und die Wärmeleistung addieren sich zur Gesamtleistung

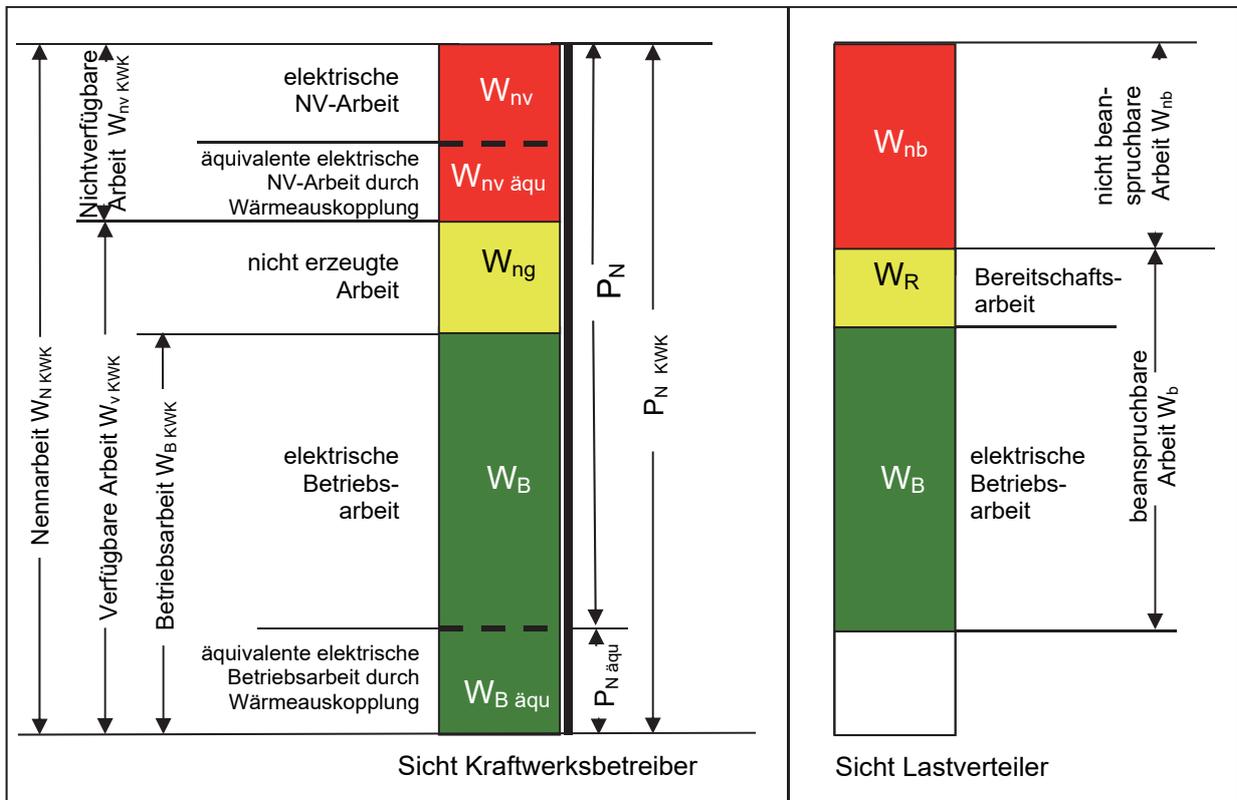


Bild 19: KWK-Anlage mit Entnahme-Kondensations-Turbine, Fall (b)

Fall (c): Die elektrische Leistung und die Wärmeleistung überschneiden sich in einem Teilbereich, d. h. die Summe aus beiden ist größer als die Gesamtleistung

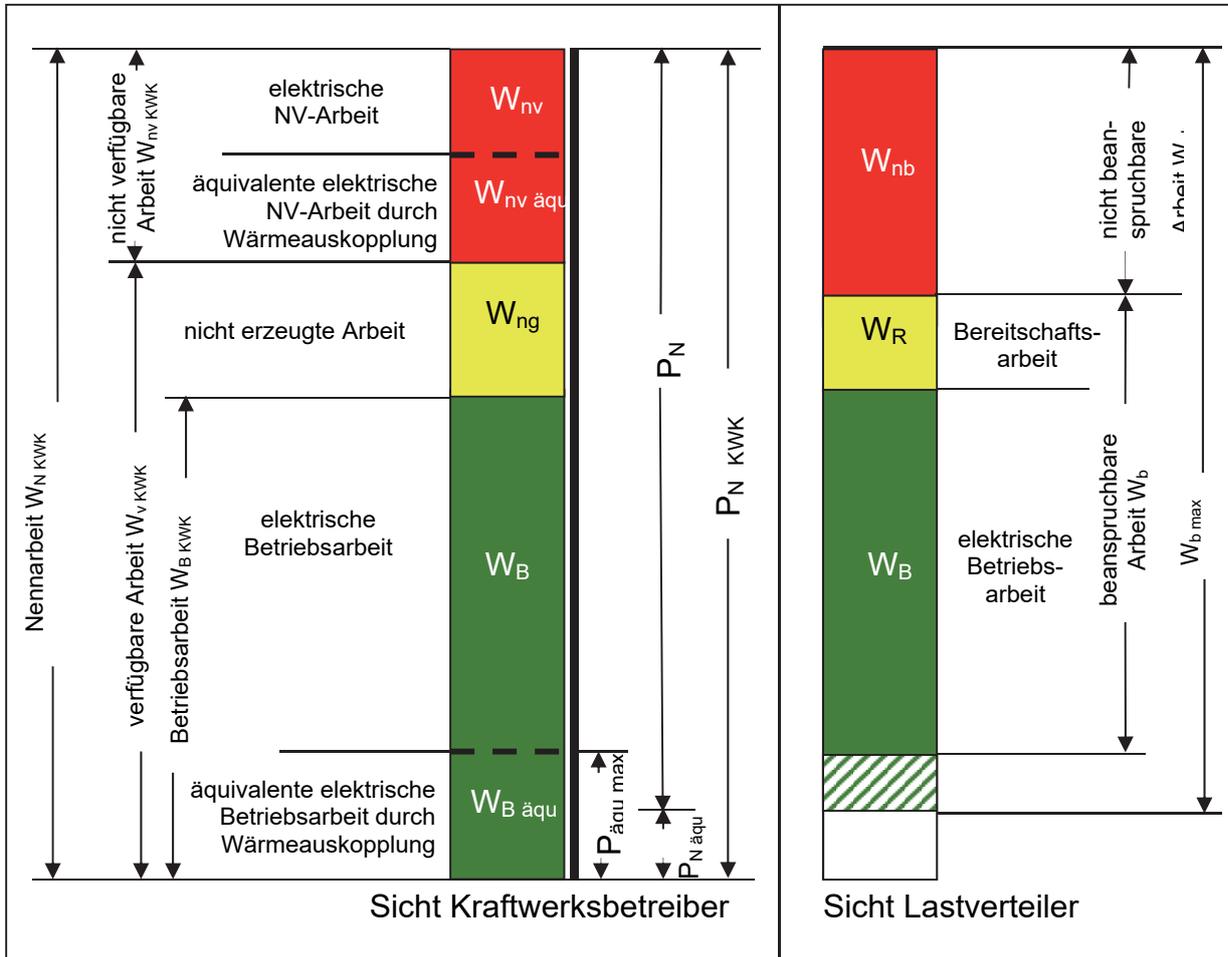


Bild 20: KWK-Anlage mit Entnahme-Kondensations-Turbine, Fall (c)

11.1 Nennleistung und Nennarbeit von KWK-Anlagen

Bei der Festlegung der Gesamtleistung der KWK-Anlage $P_{N\ KWK}$ ist immer von der höchsten elektrischen Dauerleistung (Nennleistung P_N gemäß Kapitel 2.4.1) auszugehen. Diese ist im Fall b) und c) zu ergänzen um die über P_N hinausgehende Wärmeleistung, umgerechnet in eine äquivalente elektrische Leistung $P_{N\ äqu}$.

$$P_{N\ KWK} = P_N + P_{N\ äqu}$$

$P_{N\ KWK}$: Nennleistung der KWK-Anlage

P_N : Höchste elektrische Dauerleistung

$P_{N\ äqu}$: Über P_N hinausgehende äquivalente elektrische Leistung der Wärmeauskopplung

Die Nennleistung $P_{N\ KWK}$ ist bei Betriebsübernahme festzulegen. Leistungsänderungen sind nur bei wesentlichen Änderungen der Nennbedingungen (z. B. bleibende Änderungen der Wärmeabnahmeverhältnisse) und bei konstruktiven Maßnahmen an der Anlage zulässig. Dementsprechend ist die Nennarbeit einer KWK-Anlage.

$$W_{N\ KWK} = W_N + W_{N\ äqu}$$

$W_{N\ KWK}$: Nennarbeit der KWK-Anlage

W_N : Elektrische Nennarbeit (siehe Kapitel 2.5.1)

$W_{N\ äqu}$: Über W_N hinausgehende äquivalente elektrische Nennarbeit durch Wärmeauskopplung

11.2 Äquivalente elektrische Arbeit durch Wärmeauskopplung

Die äquivalente elektrische Arbeit ist das Produkt aus der Dampfmenge und der vom Dampfzustand abhängigen spezifischen Arbeit des Dampfes. Diese entspricht der Arbeit, die eine Entnahmedampfmenge in der Turbinenanlage erzeugen könnte.

$$W_{\text{äqu}} = \sum_i (D_i \cdot a_i)$$

$W_{\text{äqu}}$: Äquivalente elektrische Arbeit durch Wärmeauskopplung

D: Entnahmedampfmenge

i: Entnahmestelle

a: Spezifische Arbeit

11.3 Arbeitsverfügbarkeit

$$k_W = \frac{W_{N\text{ KWK}} - W_{nv\text{ KWK}}}{W_{N\text{ KWK}}} \quad \text{mit} \quad W_{nv\text{ KWK}} = W_{nv} + W_{nv\text{ äqu}}$$

W_{nv} : Nicht verfügbare elektrische Arbeit (siehe Kapitel 2.5.9)

$W_{nv\text{ äqu}}$: Äquivalente nicht verfügbare elektrische Arbeit durch Wärmeauskopplung

11.4 Arbeitsausnutzung

$$n_W = \frac{W_{B\text{ KWK}}}{W_{N\text{ KWK}}} = \frac{W_B + W_{B\text{ äqu}}}{W_{N\text{ KWK}}}$$

$W_{B\text{ KWK}}$: Betriebsarbeit der KWK-Anlage

W_B : Elektrische Betriebsarbeit (siehe Kapitel 2.5.6)

$W_{B\text{ äqu}}$: Äquivalente elektrische Betriebsarbeit durch Wärmeauskopplung

12 Startzuverlässigkeit

Die Startzuverlässigkeit ist der Quotient aus der Anzahl der erfolgreichen Starts und der Summe aus der Anzahl der nicht erfolgreichen Starts (siehe Kapitel 1.3.3).

Ein Start ist technisch erfolgreich, wenn die Netzsynchronisation erfolgt ist und ein stabiler Betriebszustand erreicht ist. Für die Ermittlung der Startzuverlässigkeit gilt:

Zu zählen sind nur Starts, wenn die Anlage verfügbar gemeldet ist. Alle während einer Nichtverfügbarkeit durchgeführten Starts, wie Fehlversuch-, Prüf- oder Teststarts, sind nicht zu zählen. Ein erfolgreicher Start ist mit dem Erreichen der vom Lastverteiler geforderten Leistung gegeben. Hierbei ist eine Toleranz von $\pm 1/4$ Stunde zulässig. Die Anlage muss die geforderte Leistung mindestens für eine Dauer von einer $1/2$ Stunde stabil erbringen.

Für Gasturbinen und Notstromaggregate gelten strengere Bedingungen. Zum Beispiel muss die Netzsynchronisation innerhalb von 10 Minuten nach der Anforderung durch den Lastverteiler erfolgt sein.

13 Sonderregelungen

13.1 Maßnahmen in verfügbaren Anlagen

Maßnahmen in einer verfügbaren aber nicht eingesetzten Anlage, die nicht länger als 30 Minuten dauern, mindern nicht die Verfügbarkeit.

Maßnahmen, die länger als 30 Minuten dauern, sind Nichtverfügbarkeiten, auch wenn die Arbeiten jederzeit unterbrochen werden können und die Anlage in ihrer normalen Anfahrtzeit angefahren werden kann.

Bei Nichtbeachtung dieser Regel würden sich unzulässige Verzerrungen bei der Nichtverfügbarkeit ergeben.

13.2 Ausfall von Rauchgasreinigungsanlagen

Grundsätzlich ist jede durch die Rauchgasreinigungs-Anlage verursachte Leistungseinschränkung des Blockes eine Nichtverfügbarkeit.

Eine Feuerungsanlage und damit der Kraftwerksblock darf in der Bundesrepublik Deutschland gemäß 13. BImSchV auch bei Ausfall der Rauchgasentschwefelungseinrichtung weiterbetrieben werden, wenn die Ausfallzeit 72 aufeinander folgende Stunden und innerhalb eines Kalenderjahres 240 Stunden nicht überschreitet.

Für DeNO_x-Anlagen gelten in der Regel, obwohl nicht allgemein gesetzlich verankert, die gleichen Ausnahmeregelungen.

13.3 Kernkraftwerke

In Anpassung an die Verfügbarkeitsermittlung der WANO [5] sind bei Kernkraftwerken seit dem 01.01.1991 Leistungseinschränkungen durch Stretch-Out/Stretch-In-Betrieb als verfügbare nicht einsetzbare Leistung (Außeneinflussleistung) definiert, sofern nicht gleichzeitig eine Nichtverfügbarkeit vorliegt (Kapitel 4 und Bild 15).

Bei Anfahrten nach Brennstoffschonprogramm laut Betriebshandbuch gelten die in Kapitel 4 und Bild 15 getroffenen Regelungen.

13.4 Fehlende Betriebsgenehmigung

Stillstände bzw. Fahrweise mit reduzierter Leistung aufgrund fehlender/aufgehobener Betriebsgenehmigung sind nur dann Nichtverfügbarkeiten, wenn technische Mängel innerhalb der Anlage vorliegen.

Wird festgestellt, dass vermutete technische und/oder organisatorische Mängel nicht vorlagen und wurden keine Prüfungen oder Versuche durchgeführt, um dieses nachzuweisen, so sind diese Ereignisse rückwirkend als verfügbare nicht einsetzbare Leistung/nicht erzeugbare Arbeit aufgrund von Außeneinflüssen zu bewerten.

Waren zum Nachweis des technisch einwandfreien Zustands der Anlage Prüfungen und Versuche erforderlich, so darf nur die Zeit nach Abschluss der Prüfungen/Versuche bis zur Wiedererteilung der Betriebsgenehmigung zur Ermittlung der verfügbaren nicht einsetzbaren Leistung/nicht erzeugbare Arbeit aufgrund von Außeneinflüssen herangezogen werden.

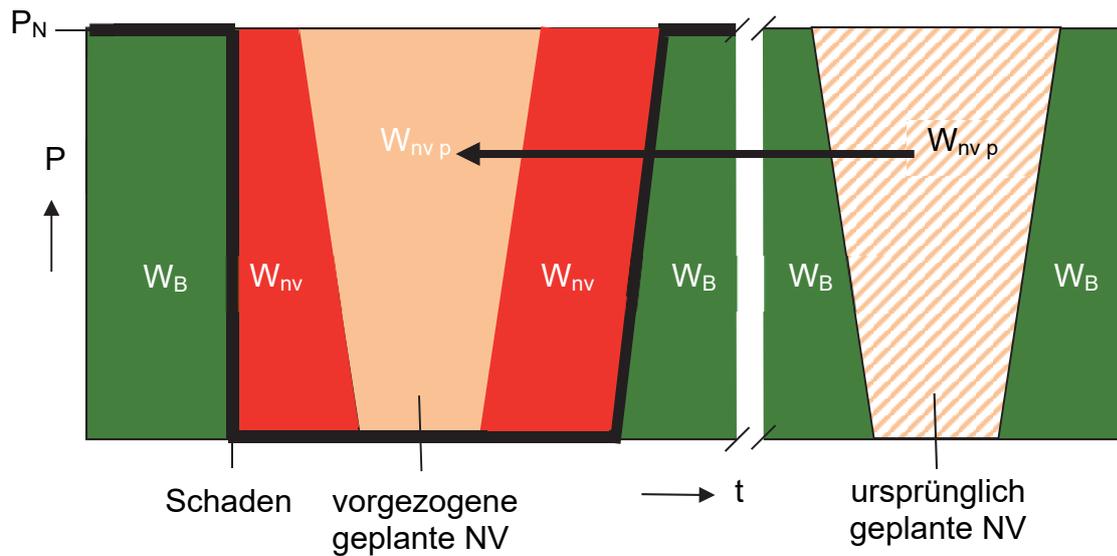


Bild 21: Vorziehen einer geplanten Nichtverfügbarkeit anlässlich eines Schadens

13.5 Vorziehen von geplanten Nichtverfügbarkeiten

Anlässlich einer ungeplanten Nichtverfügbarkeit wird eine zu einem späteren Zeitpunkt geplante Nichtverfügbarkeit vorgezogen.

Entgegen der ursprünglichen Zuordnung (siehe Kapitel 4) ist die Nichtverfügbarkeit ab Beginn der vorgezogenen Nichtverfügbarkeit für die ursprüngliche Dauer (Sollwert) als geplant zu werten (Bild 21). Das gilt auch, wenn die geplante Nichtverfügbarkeit aus wirtschaftlichen Gründen vorgezogen wird, sofern nachgewiesen werden kann, dass keine betrieblichen und/oder sicherheitsrelevanten Gründe für das Vorziehen bestehen.

14 Datenerfassung

14.1 Verwendung von Brutto- und Nettowerten

Für Verfügbarkeitsermittlungen kann mit Brutto- und Nettowerten gerechnet werden. Vorzugsweise werden im Betriebsalltag nettobasierte Werte verwendet. Durch die Beschränkung der Betriebsarbeit auf die Betriebszeit der Anlage (Generator am Netz) wird bei Verwendung der Nettoleistung zur Ermittlung der Betriebsarbeit eine negative Leistung/Arbeit vermieden (z. B. bei Bezug des Stillstandseigenverbrauchs aus dem Netz).

Geringe Unterschiede ergeben sich z. B. durch das Umschalten von nicht elektrischen Antrieben auf elektrische Antriebe und sonstige Veränderungen des elektrischen Eigenbedarfs. Andere Unterschiede, die sich z. B. durch (flexible) Wärmeabgabe einstellen können, sind durch Umrechnung dieser Wärme in äquivalente elektrische Arbeit auszugleichen (siehe Kapitel 11.2).

15 Berechnung von Mittelwerten

Für vergleichbare Verfügbarkeitsbetrachtungen sind neben einheitlichen Begriffsbestimmungen und Ermittlungsverfahren auch eindeutige und einheitliche Vorschriften für die Berechnung von Mittelwerten erforderlich. Die folgenden Abschnitte zeigen, wie Mittelwerte über mehrere Anlagen für ein bzw. mehrere Kalender- oder Betriebsjahre zu bilden sind.

15.1 Grundlagen

In den nachfolgenden Formeln und Bildern gelten:

$i = 1, 2, \dots, I$	Anlagennummerierung
$j = 2002, 2003, \dots, J$	Kalenderjahre, z. B. 2002, 2003
$m = 0, 1, 2, \dots, M$	Betriebsjahre der Anlagen
	<ul style="list-style-type: none"> - Das Kalenderjahr, in dem die Übernahme erfolgt, ist das Betriebsjahr mit Index 0 ($m = 0$). - Ein Betriebsjahr entspricht einem Kalenderjahr (1. Januar bis 31. Dezember). <p>Eine Ausnahme ist in der Regel das Jahr der Übernahme und der Stilllegung.</p>
t_N	Nennzeit (siehe Kapitel 2.3.3), entspricht der Anzahl der Stunden des betrachteten Kalenderjahres:
	Normaljahr $t_N = 8760 \text{ h}$
	Schaltjahr $t_N = 8784 \text{ h}$

15.2 Mittelwert über mehrere Anlagen für ein Kalenderjahr oder ein Betriebsjahr

Die verschiedenen Mittelwertbildungen sind aus der nachstehenden Matrix zu ersehen, z. B. für die verfügbare Arbeit W_v :

	Jahr der Übernahme der Anlage 1 (m=0) j=2002	j=2003	Jahr der Übernahme der Anlage 2 (m=0) j=2004	Jahr der Übernahme der Anlagen 3+4 (m=0) j=2005	j=2006	...	j=J
Anlage 1 (i=1)	$W_{v,1}$ (m=0)	$W_{v,1}$ (m=1)	$W_{v,1}$ (m=2)	$W_{v,1}$ (m=3)	$W_{v,1}$ (m=4)		$W_{v,1}$ (m=M)
Anlage 2 (i=2)			$W_{v,2}$ (m=0)	$W_{v,2}$ (m=1)	$W_{v,2}$ (m=2)		$W_{v,2}$ (m=M)
Anlage 3 (i=3)				$W_{v,3}$ (m=0)	$W_{v,3}$ (m=1)		$W_{v,3}$ (m=M)
Anlage 4 (i=4)				$W_{v,4}$ (m=0)	$W_{v,4}$ (m=1)		$W_{v,4}$ (m=M)
...							
Anlage I (i=I)					$W_{v,I}$ (m=0)		$W_{v,I}$ (m=M)

 $W_{v,i,j}$ für ein bestimmtes Kalenderjahr (z. B.: j = 2005)

 $W_{v,i,m}$ für ein bestimmtes Betriebsjahr (z. B.: m = 1)

15.2.1 Mittlere Arbeitsverfügbarkeit $k_{W_{\text{mittel}}}$ über I Anlagen

im j-ten Kalenderjahr:	im m-ten Betriebsjahr:
$k_{W,j}^{\text{mittel}} = \frac{\sum_{i=1}^I W_{v,i,j}}{\sum_{i=1}^I W_{N,i,j}}$ $= \frac{W_{v,1,j} + W_{v,2,j} + \dots + W_{v,I,j}}{W_{N,1,j} + W_{N,2,j} + \dots + W_{N,I,j}}$	$k_{W,m}^{\text{mittel}} = \frac{\sum_{i=1}^I W_{v,i,m}}{\sum_{i=1}^I W_{N,i,m}}$ $= \frac{W_{v,1,m} + W_{v,2,m} + \dots + W_{v,I,m}}{W_{N,1,m} + W_{N,2,m} + \dots + W_{N,I,m}}$

Die Berechnung der übrigen Kennwerte erfolgt analog, wobei zu ersetzen ist bei der:

Zeitverfügbarkeit k_t :	W_v durch t_v , W_N durch t_N
Zeitausnutzung n_t :	W_v durch t_B , W_N durch t_N
Arbeitsausnutzung n_W :	W_v durch t_B

15.2.2 Mittlere Betriebszeit $t_{B_{\text{mittel}}}$ über I Anlagen

im j-ten Kalenderjahr:	im m-ten Betriebsjahr:
$t_{B,j}^{\text{mittel}} = n_{t,j}^{\text{mittel}} \cdot t_N$	$t_{B,m}^{\text{mittel}} = n_{t,m}^{\text{mittel}} \cdot t_N$

Die Berechnung der mittleren Betriebszeit für mehrere Anlagen mit Hilfe der mittleren Zeitausnutzung n_t dieser Anlagen ermöglicht es, auch Anlagen einzubeziehen und richtig zu bewerten, deren Übernahme oder Stilllegung innerhalb eines Kalender- bzw. Betriebsjahres erfolgt ist.

15.2.3 Mittlere Ausnutzungsdauer $t_{aN_{\text{mittel}}}$ über I Anlagen

im j-ten Kalenderjahr:	im m-ten Betriebsjahr:
$t_{aN,j}^{\text{mittel}} = n_W^{\text{mittel}} \cdot t_N$	$t_{aN,m}^{\text{mittel}} = n_W^{\text{mittel}} \cdot t_N$

Die Berechnung der mittleren Ausnutzungsdauer für mehrere Anlagen mit Hilfe der mittleren Arbeitsausnutzung n_w dieser Anlagen ermöglicht es, auch Anlagen einzu- beziehen und richtig zu bewerten, deren Übernahme oder Stilllegung innerhalb eines Kalender- bzw. Betriebsjahres erfolgt ist.

15.3 Mittelwert über mehrere Anlagen für mehrere Kalender- oder Betriebsjahre

Die verschiedenen Mittelwertbildungen sind aus der nachstehenden Matrix zu erse- hen, z. B. für die verfügbare Arbeit W_v :

	Jahr der Übernahme der Anlage 1 (m=0) j=2002	j=2003	Jahr der Übernahme der Anlage 2 (m=0) j=2004	Jahr der Über- nahme der Anlagen 3+4 (m=0) j=2005	j=2006	...	j=J
Anlage 1 (i=1)	$W_{v,1}$ (m=0)	$W_{v,1}$ (m=1)	$W_{v,1}$ (m=2)	$W_{v,1}$ (m=3)	$W_{v,1}$ (m=4)		$W_{v,1}$ (m=M)
Anlage 2 (i=2)			$W_{v,2}$ (m=0)	$W_{v,2}$ (m=1)	$W_{v,2}$ (m=2)		$W_{v,2}$ (m=M)
Anlage 3 (i=3)				$W_{v,3}$ (m=0)	$W_{v,3}$ (m=1)		$W_{v,3}$ (m=M)
Anlage 4 (i=4)				$W_{v,4}$ (m=0)	$W_{v,4}$ (m=1)		$W_{v,4}$ (m=M)
...							
Anlage I (i=I)					$W_{v,I}$ (m=0)		$W_{v,I}$ (m=M)



$W_{v,i,j}$ bis zu einem bestimmten Kalenderjahr (z. B.: j = 2005)



$W_{v,i,m}$ bis zu einem bestimmten Betriebsjahr (z. B.: M = 2)

15.3.1 Mittlere Arbeitsverfügbarkeit $k_{W_{\text{mittel}}}$ über I Anlagen und J Kalenderjahre bzw. M Betriebsjahre:

für J Kalenderjahre:

$$k_{W,j}^{\text{mittel}} = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{j=20..}^J W_{v,i,j}}{\sum_{i=1}^I \sum_{j=20..}^J W_{N,i,j}}$$

$$= \frac{(W_{v,1,20..} + \dots + W_{v,1,J}) + (W_{v,2,20..} + \dots + W_{v,2,J}) + \dots + (W_{v,I,20..} + \dots + W_{v,I,J})}{(W_{N,1,20..} + \dots + W_{N,1,J}) + (W_{N,2,20..} + \dots + W_{N,2,J}) + \dots + (W_{N,I,20..} + \dots + W_{N,I,J})}$$

für M Betriebsjahre:

$$k_{W,m}^{\text{mittel}} = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{m=0}^M W_{v,i,m}}{\sum_{i=1}^I \sum_{m=0}^M W_{N,i,m}}$$

$$= \frac{(W_{v,1,0} + \dots + W_{v,1,M}) + (W_{v,2,0} + \dots + W_{v,2,M}) + \dots + (W_{v,I,0} + \dots + W_{v,I,M})}{(W_{N,1,0} + \dots + W_{N,1,M}) + (W_{N,2,0} + \dots + W_{N,2,M}) + \dots + (W_{N,I,0} + \dots + W_{N,I,M})}$$

Die Berechnung der übrigen Kennwerte erfolgt analog, wobei zu ersetzen ist bei der:

- Zeitverfügbarkeit k_t : W_v durch t_v , W_N durch t_N
- Zeitausnutzung n_t : W_v durch t_B , W_N durch t_N
- Arbeitsausnutzung n_W : W_v durch t_B

In die Mittelwertbildung über M Betriebsjahre dürfen nur Anlagen in die Berechnung einbezogen werden, die das Betriebsjahr M erreicht oder überschritten haben.

15.4 Klassifizierung und Leistungsvergleich von Anlagen

Es können zwei Typen von Grafiken benutzt werden, um den Betrieb sowie die Leistungen einer Anlage mit anderen zu vergleichen:

- Perzentil-Diagramm
- Pareto-Diagramm

Das Perzentil-Diagramm kann die relative Position in einer homogenen statistischen Gruppe mit ähnlichen Kenndaten bestimmen. Es erlaubt z. B. den Vergleich eines Betriebsparameters einer Einzelanlage mit dem gleichen Parameter einer Anlagen-Gruppe.

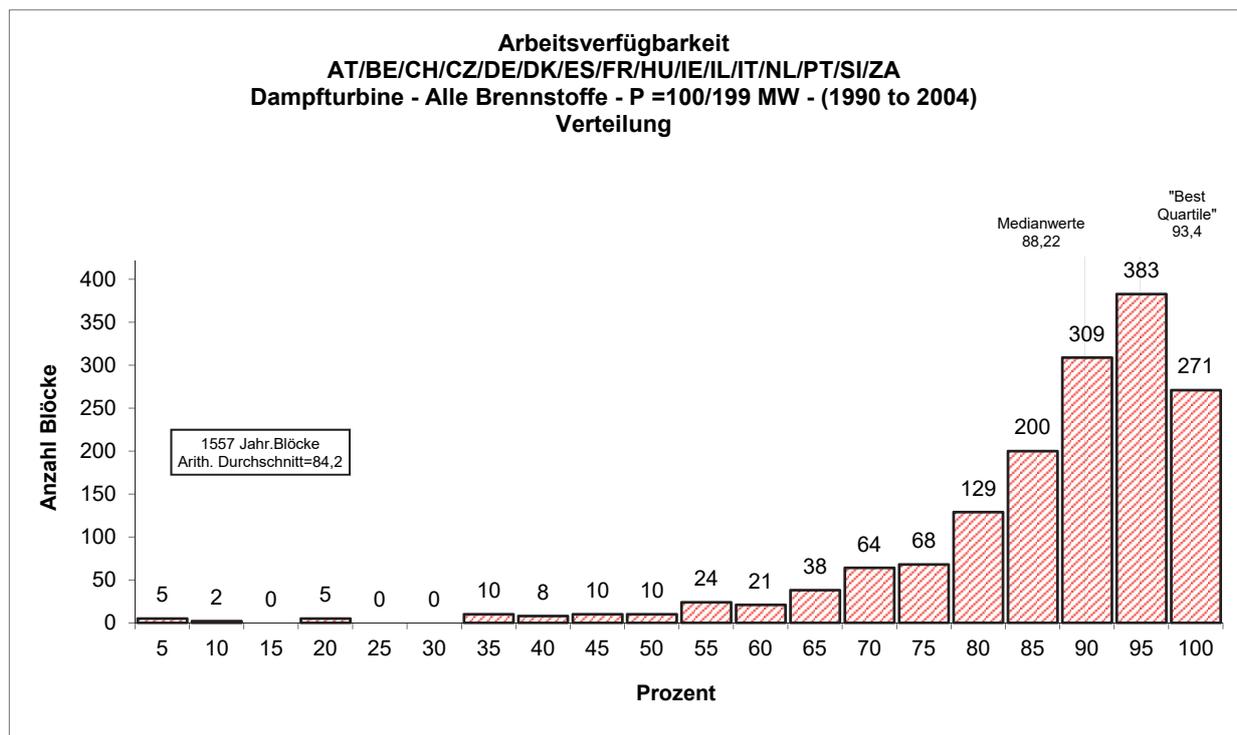


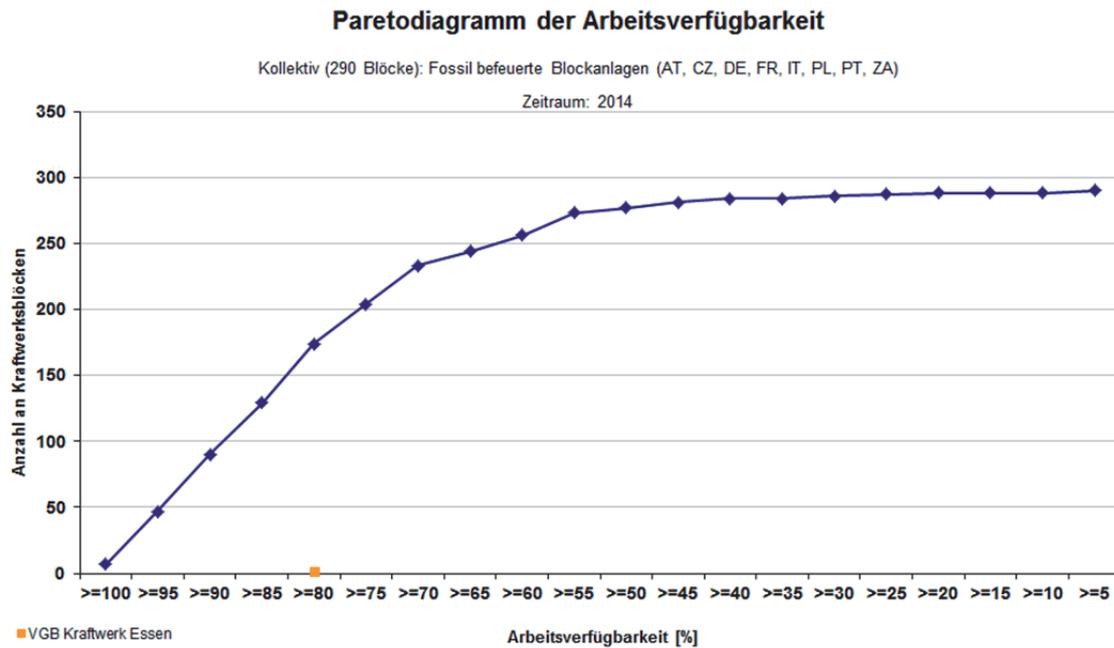
Bild 22: *Beispiel einer Häufigkeitsverteilung aus einem Thermal Performance Report [Eurelectric]*

Die Verteilung wird in vier Quartile unterteilt. Das unterste Quartil (Perzentil 25) wird als „Worst Quartile“ und das oberste Quartil (Perzentil 75) als „Best Quartile“ bezeichnet (vgl. Bild 22). Die Differenz zwischen diesen beiden Quartilen umfasst genau 50 % der Verteilung und kann damit als Streuungsmaß genutzt werden.

Eine weitere wichtige Kenngröße ist der Median (Perzentil 50, mittleres Quartil oder auch Zentralwert), der die Gruppe in zwei gleichgroße Teile trennt.

Das Pareto-Prinzip wird häufig mit der „80 zu 20 Regel“ umschrieben. Diese Regel besagt, dass in den meisten Situationen ungefähr 80 % des Problems durch 20 % der möglichen Ursachen begründet werden.

Das Pareto-Diagramm wird mit Hilfe einer Betriebsfaktorliste oder einer Fehlersammelliste erstellt. Dabei werden die aufgelisteten Betriebsfaktoren oder Fehlerarten absteigend sortiert und kumuliert von links nach rechts auf der Abszisse des Diagramms abgetragen. Die Ergebnisse werden oftmals grafisch verdeutlicht.



© Dieses Dokument ist durch nationale und internationale Gesetze urheberrechtlich geschützt.

VGB PowerTech e.V. • www.vgb.org
Deilbachtal 173 • D-45257 Essen • kissy@vgb.org

Bild 23: Beispiel eines Pareto-Diagramms

16 Analyse der Nichtverfügbarkeit von Wärmekraftwerken

16.1 Historie VGB-Richtlinie VGB-R 140

Die überbetriebliche Verfügbarkeitsermittlung von Wärmekraftwerken durch die VGB wurde im Jahre 1988 auf die Analyse der Nichtverfügbarkeiten ausgedehnt. Die bisherige VGB-Richtlinie VGB-R 140 enthielt die für eine systematische und überbetrieblich einheitliche Erfassung der Nichtverfügbarkeitsereignisse und Weitermeldung an VGB zu beachtenden Grundsätze und Besonderheiten. Gleichzeitig war sie Basis für innerbetriebliche Ermittlungen, die in der Regel detaillierter sind.

Die VGB-Richtlinie VGB-R 140 wurde in den vorliegenden VGB-Standard integriert und wird daher nicht mehr separat weitergeführt.

16.2 Analyse der Nichtverfügbarkeit von Wärmekraftwerken

Die Nichtverfügbarkeitsanalyse (NV-Analyse) hat das Ziel, Gründe und Verursacher der Nichtverfügbarkeiten zu ermitteln und zu beurteilen. Sie liefert Hinweise auf betriebliche und konstruktive Schwachstellen und ermöglicht es, Maßnahmen zu ergreifen, die insbesondere die ungeplante Nichtverfügbarkeit verringert und damit die Verfügbarkeit, vor allem im Anforderungsfall, erhöht.

Die nachfolgenden Ausführungen geben Regeln zur Datenerfassung und zum Datenfluss vor und zeigen die Auswertemöglichkeiten in der NV-Analyse auf. Den Zusammenhang zwischen Grundlagen, Datenerfassung und -auswertung sowie zwischen NV-Analyse und Verfügbarkeitsermittlung stellt Bild 24 dar.

Hinsichtlich Aufwand und Nutzen ist die NV-Analyse ein sinnvoller Schritt zwischen der Block-Nichtverfügbarkeits-Ermittlung und einer umfassenden und aufwändigen Schadensstatistik.

Die Systematik der NV-Analyse ist in Bild 25 für fossil befeuerte Blockanlagen beispielhaft dargestellt. Ausgehend von der Verfügbarkeitsermittlung [3] wird die Nichtverfügbarkeit nach den Kriterien

- Auswirkung auf die Anlage, Zeitrahmen (Kapitel 18.5)
- Ereignisart (Kapitel 18.2) und
- Verursacher (KKS-Funktion) [4]

aufgeteilt.

16.3 KKS Kraftwerk-Kennzeichensystem und RDS-PP® (Reference Designation System for Power Plants)

Neue und zurückgezogene Normen sowie überarbeitete EU-Richtlinien mit Bezug auf Anlagenkennzeichnung und Dokumentation hatten ihren erheblichen Einfluss auf das Kraftwerk-Kennzeichensystem KKS [4] des VGB PowerTech. Auch mit der Entwicklung der Kraftwerkstechnik hatte im Laufe der Zeit das KKS letztendlich seine Mühen bei der notwendigen Anpassung. Zur Erhaltung der Akzeptanz auf internationalen Märkten und zur Sicherstellung von Übereinstimmung mit gültigen Normen, ist für Hersteller und Betreiber gleichermaßen die Notwendigkeit einer Anpassung des KKS an die aktuellen Standards entstanden. Erfahrungen und erkannte Verbesserungspotenziale bei der Anwendung des KKS komplettieren die Anpassung und Erstellung des KKS-Nachfolgesystems. Das neue, den Normen entsprechende Kennzeichensystem hat den Namen „Reference Designation System for Power Plants“, kurz RDS-PP® [9] erhalten und wird ebenfalls von der VGB PowerTech gepflegt.

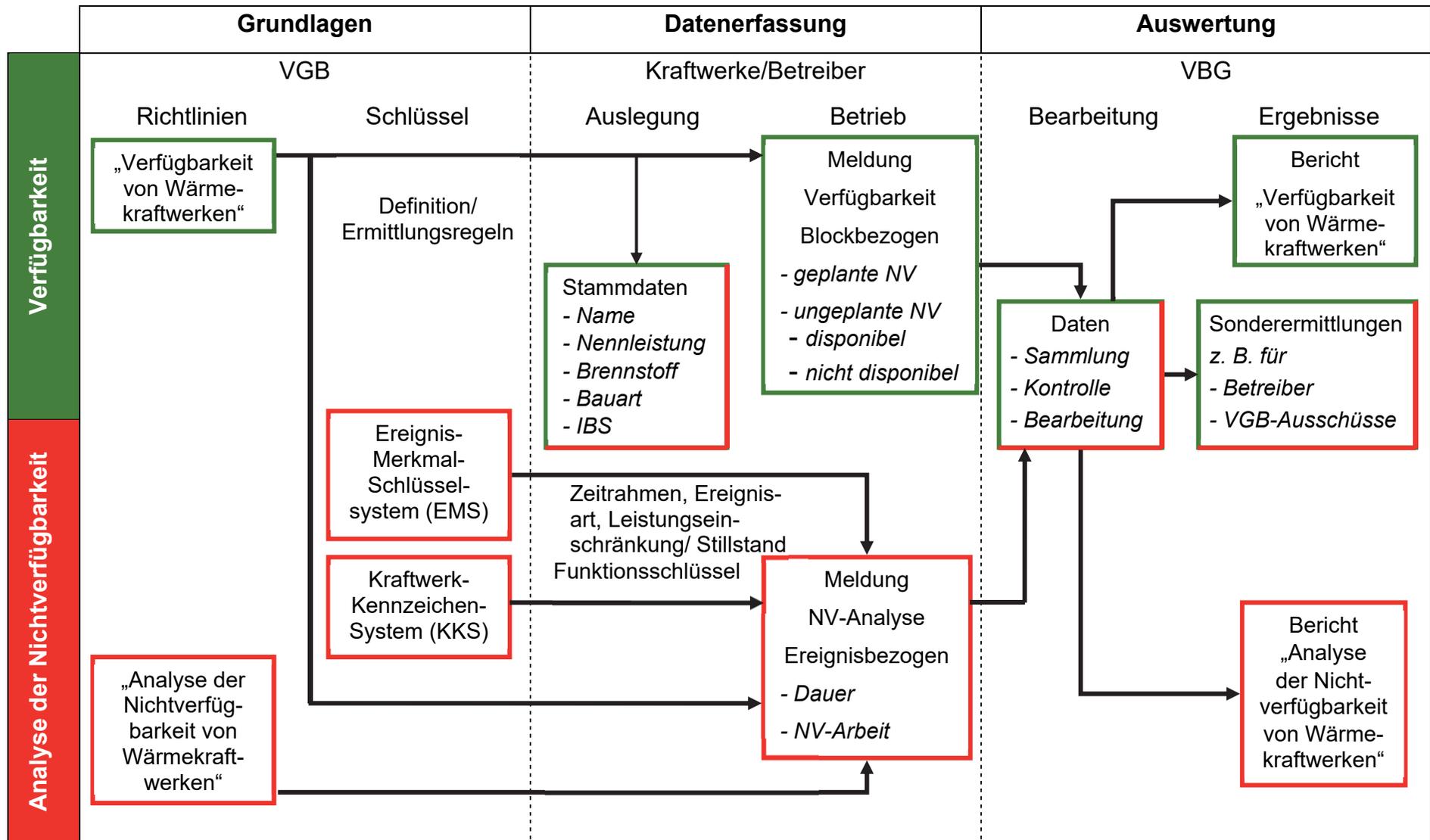


Bild 24: Informationsfluss Datenerfassung und -bearbeitung

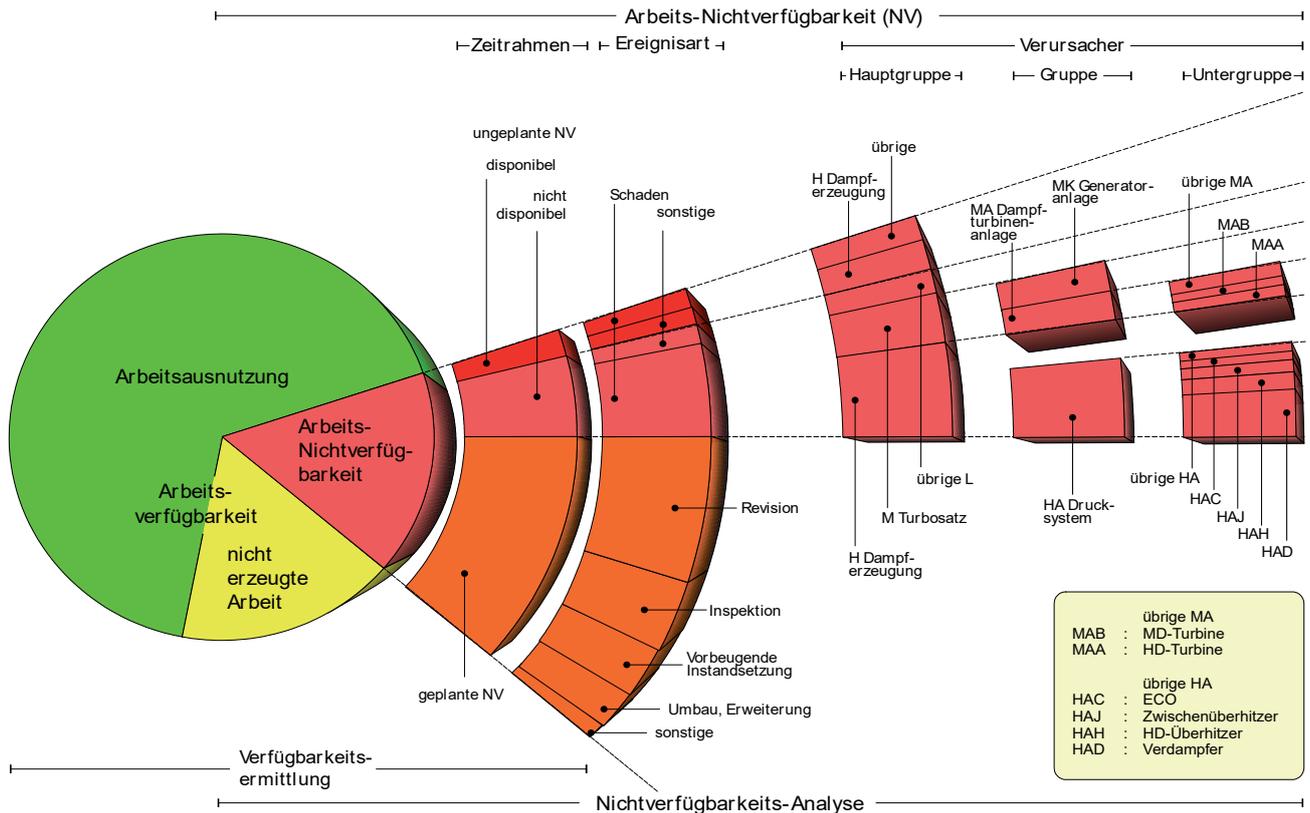


Bild 25: Beispiel zur möglichen Untersuchungstiefe der Nichtverfügbarkeits-Analyse

16.4 Erfassungsumfang

Im Rahmen der NV-Analyse sind nur Ereignisse zu erfassen, die Voll- und Teil-Nichtverfügbarkeiten eines Blockes zur Folge haben.

Zur Durchführung ist es erforderlich, die Nichtverfügbarkeiten so zusammenzutragen, wie es den hierfür geltenden Regeln dieses Hefts entspricht. Nur so ist es möglich, im Rahmen der Vorgaben zu aussagefähigen und vergleichbaren Werten zu gelangen.

Wichtig ist ferner, dass die sachlichen Abgrenzungen von Kraftwerksanlagen beachtet werden (Kapitel 3). Für Blockanlagen erfolgen sie netzseitig an den Oberspannungsklemmen des Maschinentransformators, brennstoffseitig an der Übergabestelle zum Kraftwerk.

Nichtverfügbarkeiten sind solche Ereignisse, die durch anlagentechnische Schäden, Mängel oder Maßnahmen die Fähigkeit der Anlage oder des Anlagenteils einschränken, Energie umzuwandeln bzw. ihre jeweilige Funktion zu erfüllen.

Auch Leistungseinschränkungen durch Außeneinflüsse gemäß Kapitel 10 sind zusätzlich für Fragen der Einsatzplanung zu erfassen.

Die für die überbetriebliche NV-Analyse benötigten Daten liegen bereits teilweise sowohl beim Betreiber als auch bei der VGB PowerTech vor. Um eine eindeutige Zuordnung der Kraftwerksblöcke zu den verschiedenen Auswertemodi zu ermöglichen, sind in Verbindung mit den NV-Ereignissen folgende Auslegungs- und Betriebsdaten anzugeben (siehe VGB-S-002-33 Anlagenheft, Kapitel „Eingabe-bzw. Ausgabeformulare“):

- Unternehmen,
- Kraftwerksname,
- Block-Bezeichnung,
- Nennleistung, netto (brutto),
- Berichtsjahr.

Zur Ereignisbeschreibung sind folgende Angaben erforderlich:

- Dauer der NV (Beginn und Ende)
- Nichtverfügbare Arbeit, netto oder nichtverfügbare Leistung, netto (brutto),
- Anlagenkennzeichnung des NV-Verursachers nach dem KKS [4];
- Gliederungstiefe ist der dreistellige Funktionsschlüssel,
- Kennzeichnung der Merkmale der Ereignisse nach den Schlüsselarten 1 und 4 des EMS (Kapitel 18.2 und 18.5),
- Kurzbeschreibung.

Bei den Schlüssel- bzw. Kennzeichensystemen (EMS/KKS bzw. RDS-PP^{®1}) ist die jeweils gültige Fassung zu verwenden.

Wenn neben der Erfassung der NV über Einzelereignisse parallel eine Erfassung der Blockverfügbarkeit erfolgt, ist sicherzustellen, dass die Verfügbarkeits- und NV-Ergebnisse nach beiden Vorgehensweisen gleich sind.

Es muss darauf geachtet werden, dass die Bewertung und Zuordnung der Nichtverfügbarkeiten in

- geplante NV,
- ungeplante disponible NV,
- ungeplante nicht disponible NV

gegenüber anderen Erfassungen nicht divergieren.

Die Datenübergabe für die NV-Analyse an VGB soll mindestens einmal jährlich erfolgen. Die elektronische Datenübermittlung ist vorzuziehen und mit VGB abzustimmen.

¹ RDS-PP ist der auf internationalen Normen basierende Nachfolge-Anlagenschlüssel für KKS

16.5 Erfassung der Ereignisdaten

Im Rahmen der überbetrieblichen Verfügbarkeitsermittlung bei VGB liegen die wesentlichen Auslegungs- und Betriebsdaten der beteiligten Kraftwerksblöcke bereits vor. Daher sind für die NV-Analyse nur die **NV-Ereignisse** der Kraftwerksblöcke zu erfassen.

Allgemein gilt:

- Die Bewertung eines Ereignisses als NV-Ereignis richtet sich nach den Grundsätzen und Regeln dieses Heftes.
- Nur Ereignisse, die eine Voll- oder Teil-Nichtverfügbarkeit eines Blockes zur Folge haben, sind zu erfassen. Ereignisse mit der Folge Inselbetrieb oder ohne Leistungseinschränkung sind für überbetriebliche Zwecke nicht zu erfassen.
- Zu jeder Block-NV ist in der Regel nur jeweils eine Meldung zu erstellen. Dies gilt auch für geplante Nichtverfügbarkeiten (z. B. Revision).
- Zur Beschreibung eines Ereignisses ist in allen Feldern des Datenblattes die geforderte Eintragung vorzunehmen.
- Für die Erfassung vorgezogener geplanter Maßnahmen (z. B. Revision) siehe Kapitel 13.5.

Weitere Hinweise zur Erfassung sowie Erfassungsbeispiele auf den nachfolgenden Seiten:

- Regeln zur Erfassung der Ereignisdaten (Tabelle 1)
- Verschlüsselung der Ereignisdaten (Tabelle 2) an einem Beispiel eines Einzelereignisses (Bild 26)
- Zeitlicher Verlauf von Beispielen eines Einzelereignisses und zeitlich überlappenden Ereignissen (Bild 26 bis Bild 28)
- Erfassung von den vorgenannten Beispielereignissen (siehe VGB-S-002-33 Anlagenheft, Erfassungsbeispiele „Einzelereignis und zeitlich überlappende Ereignisse“)

Tabelle 1: Regeln zur Erfassung der Ereignisdaten

Lfd. Nr.	Regel
1	<p>Beginn und Ende einer NV</p> <p>Eine NV während des Betriebes beginnt mit dem Zeitpunkt, zu dem die Leistung des Blockes reduziert werden musste oder automatisch reduziert wurde. Die NV endet mit dem Zeitpunkt, zu dem die geforderte Leistung erreicht ist, siehe Bild 16.</p> <p>Wird während einer Nichteinsatzzeit eine NV festgestellt, so beginnt der Zeitpunkt der NV mit der Feststellung des teilweisen oder vollständigen Ausfalls der verfügbaren Leistung. Die NV endet mit dem Zeitpunkt, zu dem der Block wieder einsetzbar ist.</p>
2	<p>NV über mehrere Leistungsstufen</p> <p>Geht die Nichtverfügbarkeit über mehrere Leistungsstufen, so ist dieses Ereignis mit einer Meldung zu dokumentieren, sofern die Verschlüsselung von KKS und EMS in allen Leistungsstufen gleich ist und sich alle Leistungsstufen lückenlos aneinander anschließen.</p> <p>Geht aber eine Teil-Nichtverfügbarkeit bei gleichem Verursacher (KKS) in einen Vollausfall über, so sind zwei Ereignisse zu erfassen (Bild 27). Es ist die NV-Arbeit/mittlere NV-Leistung einzutragen.</p>
3	<p>Zeitliche überlappende Nichtverfügbarkeiten</p> <p>Kommt zu einer Teil-NV (z. B. Ausfall eines Frischlüfters) ein weiteres Ereignis mit einem anderen Verursacher hinzu (z. B. Generatorschaden), so ist darauf zu achten, dass während der zeitlichen Überlappung der Ereignisse die NV-Arbeit für den Block nicht doppelt erfasst wird (Bild 28); siehe Kapitel 4.</p>
4	<p>Verursacher einer NV</p> <p>Es ist die KKS-Funktion des Verursachers anzugeben, der für die Dauer des Voll- oder Teilausfalls verantwortlich ist, und zwar möglichst dreistellig. Die KKS-Angabe kann entfallen, wenn sich die Aktivitäten bzw. Maßnahmen auf den Gesamtblock beziehen (z. B. Revision).</p>

5	Auswirkung auf die Anlage – Zeitrahmen Auswahl EMS 4/1. z. B. Code H = mehr als 12 Stunden verschiebbar.
6	Ereignisart der NV Auswahl EMS 1 z. B. Code A2 = Schaden.
7	Auswirkung auf die Anlage – Hauptauswirkung Auswahl EMS 4/2 z. B. Code 4 = Blockstillstand erforderlich. Bei Ereignissen in Kombi-/GuD-Anlagen wird „4“ nur verwendet, wenn Gas- und Dampfturbinenbereich bei KWK-Anlagen Strom- und Wärmeabgabe zeitgleich und vollständig nicht verfügbar sind.

Tabelle 2: Verschlüsselung der Ereignisdaten

(siehe hierzu Erfassungsbeispiele „Einzelereignis“, siehe VGB-S-002-33 Anlagenheft, Erfassungsbeispiele „Einzelereignis und zeitlich überlappende Ereignisse“)

Frage zur Verschlüsselung	Information	Eintragung	Zu prüfende Regel
Wann hat die NV begonnen? Wann war die NV beendet?	Schichtbuch: Leistungsabsenkung nach der Abendspitze um 18:31 Uhr. Block vom Netz 19:02 Uhr Schichtbuch: Generator wurde nach Ende der Reparatur um 12:00 Uhr wieder synchronisiert. Lastverteileranforderung um 12:25 Uhr erreicht.	(1) 25.02., 18:31 (2) 25.02., 19:02 (3) 26.02., 12:00 (4) 26.02., 12:25	1 3
Welche Arbeit war durch diese NV nicht verfügbar?	NV-Arbeit (vgl. Kapitel 2.5)	4.358,33 MWh	2 3
Welches Anlagensystem bzw. welche KKS-Funktion war Hauptverursacher?	Verdampfer	HAD	4
Wie dringend war die Beseitigung des Schadens? (Auswirkung auf die Anlage – Zeitrahmen, EMS 4/1)	Undichtigkeit wurde um 11:30 Uhr vom Schichtgänger entdeckt, Block konnte aber bis nach der Abendspitze weiter betrieben werden.	C	5
Was war der Grund der NV? (Ereignisart, EMS 1)	Anriss an Verdampferrohr durch Dehnungsbehinderung, Instandsetzung erforderlich.	A2	6
Hat das Ereignis einen Voll- oder Teilausfall des Blockes verursacht? (Auswirkung auf die Anlage/Hauptauswirkung, EMS 4/2)	Block musste zur Reparatur vollständig außer Betrieb genommen werden.	4	7

Einzelereignis

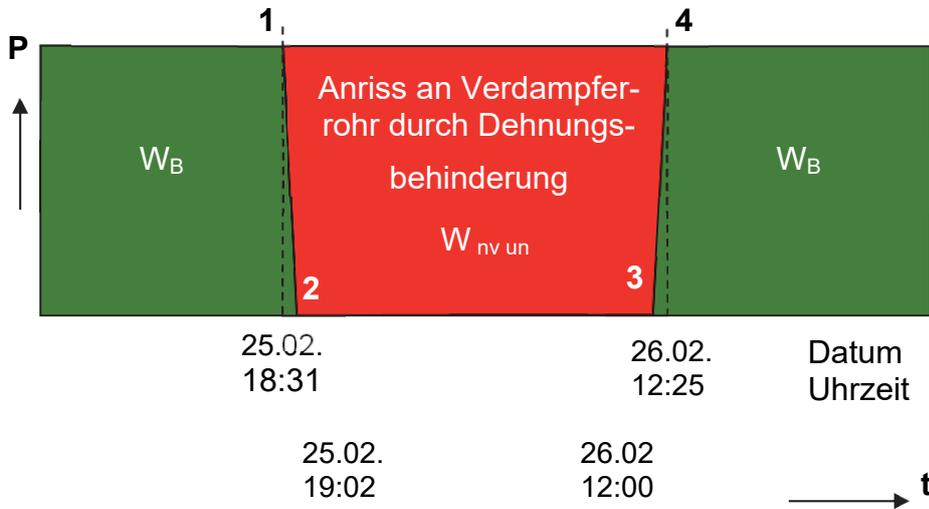


Bild 26: NV-Einzelereignis „Anriss Verdampferrohr“ (vgl. Erfassungsbeispiele im VGB-S-002-33 Anlagenheft, Erfassungsbeispiele „Einzelereignis und zeitlich überlappende Ereignisse“)

Zeitlich überlappende Ereignisse

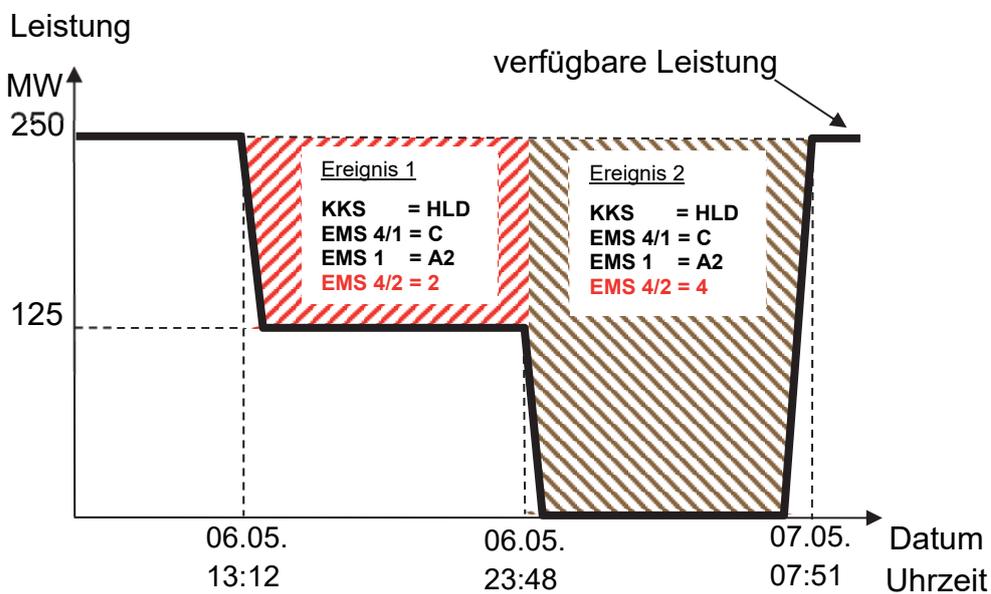


Bild 27: Nichtverfügbarkeit über mehrere Leistungsstufen (vgl. Erfassungsbeispiele im VGB-S-002-33 Anlagenheft, Erfassungsbeispiele „Einzelereignis und zeitlich überlappende Ereignisse“)

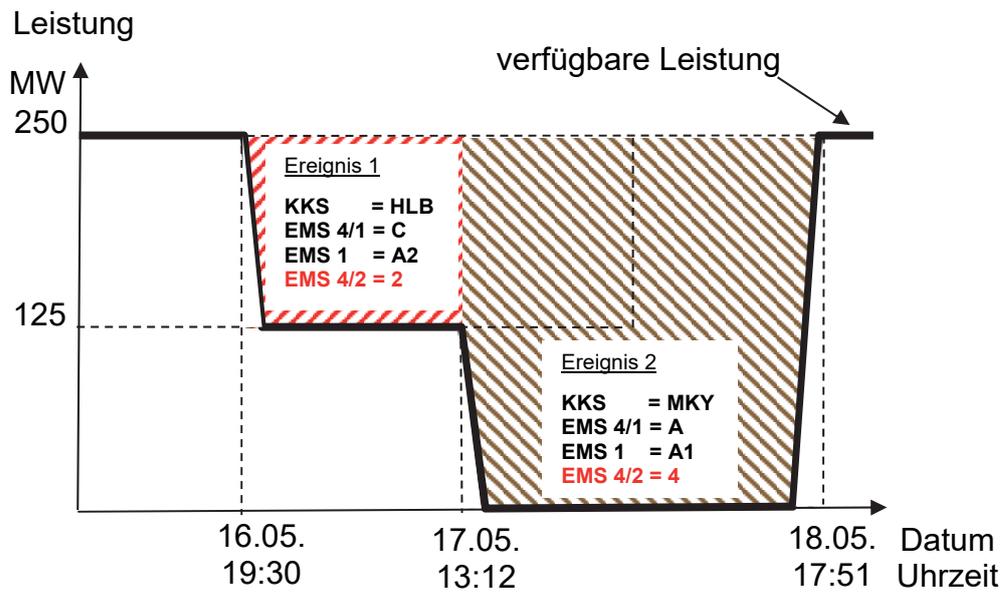


Bild 28: Ausfall eines Frischlüfters und des Generators im Leistungsbetrieb (vgl. Erfassungsbeispiele im VGB-S-002-33 Anlagenheft, Erfassungsbeispiele „Einzelereignis und zeitlich überlappende Ereignisse“)

16.6 Auswertung

Die Auswertung der Nichtverfügbarkeiten erfolgt mindestens einmal jährlich. Die Ergebnisse werden z. B. im VGB Technisch-Wissenschaftlichen Bericht „Analyse der Nichtverfügbarkeit von Wärmekraftwerken“ [8] zusammengestellt und veröffentlicht.

Die „NV-Analyse“ ist eine ergänzende und weiterführende Untersuchung der in dem VGB Technisch-Wissenschaftlichen Bericht „Verfügbarkeit von Wärmekraftwerken“ [3] wiedergegebenen Block-Nichtverfügbarkeiten. Sie liefert neben der Analyse z. B. der Gründe für die geplanten Anteile der Block-NV vor allem zur ungeplanten disponiblen und nicht disponiblen NV Informationen über die Verursacher.

Die Analyse erfolgt in verschiedenen Detaillierungsstufen:

- Zusammenfassung der Verursacher unter der **ersten** Stelle der KKS-Funktion,
- Differenzierung der Verursacher jeweils nach den **ersten drei** Stellen der KKS-Funktion getrennt für die brennstoffbezogenen und die brennstoffunabhängigen Bereiche der Kraftwerksanlagen.

Dabei werden die in die Analyse einbezogenen Anlagen nach Primärenergien, Leistungsgrößen, Prozessmerkmalen (z. B. Kombi-Anlagen) zusammengefasst. Weiter erfolgt die Analyse der ungeplanten NV nach den EMS-Schlüsseln:

- Auswirkung auf die Anlage – Zeitrahmen und Hauptauswirkung
- Ereignisart.

Bild 29 zeigt, wie die NV-Daten nach Kriterien der Datengruppen „Auslegungsdaten“, „Zeitpunkt“ und „Ereignisdaten“ ausgewertet werden können.

Für die VGB-NV-Analyse sind aus diesen Möglichkeiten einige für die regelmäßige Berichterstattung [8] ausgewählt worden. Sie sollen dem Benutzer einen Einstieg in die NV-Analyse ermöglichen. In Ergänzung dazu können weitere Auswertungsmöglichkeiten über VGB auf Anfrage genutzt werden.

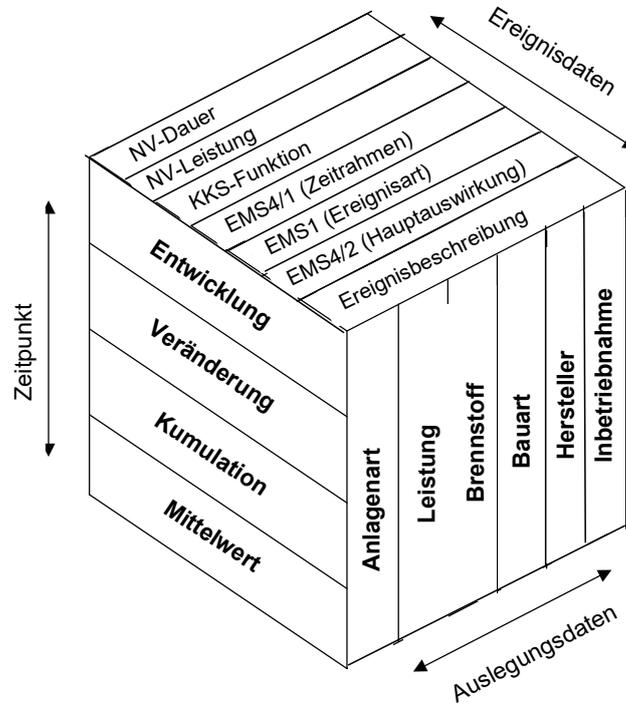


Bild 29: Auswertemöglichkeiten

III. EMS Ereignis-Merkmal-Schlüsselsystem – Anwendung und Schlüsselteil –

C Elektronische Erfassung der Daten durch die VGB-Datenbank und Statistik für Betriebskennwerte

17 Kraftwerksinformationssystem KISSY

Technische Kennzahlen haben für alle Kraftwerksbetreiber einen hohen Stellenwert. Die elektronische Erfassung von Verfügbarkeitsdaten und die Ermittlung von Betriebskennwerten sind strategische Werkzeuge für alle VGB Mitgliedsunternehmen zur Optimierung der Leistungsfähigkeit eines Kraftwerks im Wettbewerb sowie das komplette Benchmarking eines Kollektivs gleichartiger Anlagen. Die Datenerfassung und Verarbeitung erfolgt bei VGB mit einem modernen Online-Kraftwerksinformationssystem (**KISSY**).

KISSY ist eine relationale Datenbank auf einer Oracle-Plattform. Sie enthält derzeit Verfügbarkeitsdaten, Betriebskennwerte sowie die Nichtverfügbarkeits-Ereignisse (NV-Ereignisse) internationaler Kraftwerke seit dem Betriebsjahr 1970.

17.1 KISSY Zugang und Dateneingabe

Zugang zur KISSY-Datenbank haben die ordentlichen Mitgliedsunternehmen, die in die Datenbank Verfügbarkeitsdaten sowie NV-Ereignisse einspeisen. Dafür bekommen die Einspeiser einen Benutzernamen und ein Passwort mit denen sie online über eine gesicherte Internet-Verbindung (SSL-Verschlüsselung) Daten für ihre eigenen Kraftwerke in die KISSY-Datenbank eingeben, ändern und lesen können.

VGB richtet auf Nachfrage die Zugangsberechtigung zur KISSY-Datenbank ein.

Entsprechend dem Kraftwerkstyp werden die Verfügbarkeitsdaten eingespeist (Bild 30 und Bild 31):

- Mindestens jährlich für alle fossil befeuerten Anlagen,
- Monatlich für die Kernkraftwerke.



Bild 30: Bildschirm mit dem Datentyp pro Kraftwerk/Block



Bild 31: Beispiel zu jährlichem Betriebs- und Verfügbarkeitsdaten eines Kraftwerkes

Der Benutzer kann über eine Datenmaske jedes Ereignis detailliert in die Datenbank eingeben (Bild 32).

Datenmeldung: Nichtverfügbarkeits-Ereignisse			Hard Coal Unit - (12 Meldungen)			
			20.08.2014 15:30			
	Einheit		Dateneingabe		Hilfe	Prüfung
Nichtverfügbarkeits-(NV)-Ereignisse (Voll- und Teilausfälle des Blockes)						
1	Lfd. Ereignis-Nr.	<input type="checkbox"/>	20130201			
Dauer der NV						
2	Beginn: (TT.MM.JJJJ hh:mm)	<input checked="" type="checkbox"/>	09.02.2013 02:45		?	..//
3	Ende: (TT.MM.JJJJ hh:mm)	<input checked="" type="checkbox"/>	12.02.2013 14:30		?	..//
Datenbasis Arbeitswerte		Auswahl erforderlich	netto			
4	NV-Arbeit	MWh	<input checked="" type="checkbox"/>	57033,75		
4	NV-Leistung	MW	<input checked="" type="checkbox"/>	681,00		
5	Anlagen-System (KKS-Funktion)		<input checked="" type="checkbox"/>	ETA Förderanlage für Nassasche	?	..//
Ereignismerkmale						
6	Zeitraumen EMS 4/1		<input checked="" type="checkbox"/>	D - Wiederanfahrt nicht möglich	?	..//
7	Ereignisart EMS 1		<input checked="" type="checkbox"/>	A2 Schaden	?	..//
8	Hauptauswirkung EMS 4/2		<input checked="" type="checkbox"/>	4 Stillstand	?	..//
9	Kurzbeschreibung		<input type="checkbox"/>	Test	?	..//

[Neue Meldung] [Eingabebericht anfordern] [Daten überprüfen] [Eingabe speichern]

Bild 32: Beispiel zu einem Nichtverfügbarkeitsereignis

Bei großen Datenmengen ist die Dateneingabe über eine Import-Funktion möglich.

17.2 Auswertung und Berichte

Die eingetragenen Daten werden von VGB zur vergleichenden Bewertung klassifiziert und katalogisiert.

In den Klassen und Kategorien befinden sich jeweils die Daten von Kraftwerken mit gleichartigen charakteristischen Eigenschaften. Damit kann zum Beispiel die Leistungsfähigkeit anonym verglichen werden.

Wesentliche Gruppen für Standardauswertungen sind:

- Fossil befeuerte Blockanlagen,
- Kernkraftwerke,
- GuD-Anlagen,
- Gasturbinen
- Regenerative Erzeugungsanlagen.

Gruppiert wird unter anderem nach:

- Blockgröße,
- Betriebsalter,
- Betriebszeit,
- Brennstoff,
- Feuerungsart,
- Mono-/Duo-Blockanlagen,
- unter-/überkritische Anlagen.

Die Auswertung erfolgt z. B. für die Kennwerte:

- Zeitverfügbarkeit,
- Zeitausnutzung,
- Arbeitsverfügbarkeit,
- Arbeits-Nichtverfügbarkeit,
- Arbeitsausnutzung,
- Quartile.

Diejenigen Unternehmen, die Verfügbarkeitsdaten in die KISSY-Datenbank einspeisen, erhalten jährlich kostenlos standardisierte Berichte für die genannten Gruppen mit Auswertungen zu Verfügbarkeitskennzahlen und mit Analysen der Nichtverfügbarkeit von Kraftwerkskomponenten (z. B.: für die jeweils letzten 10 Jahres-Perioden). Aktualisierungen werden zum Download von der VGB Website für die VGB-Mitglieder in einer geschlossenen Benutzergruppe kostenfrei zur Verfügung gestellt. Alle Standardberichte sind öffentlich gegen Gebühr bei VGB verfügbar. Spezielle Auswertungen werden auf Wunsch kostenpflichtig angefertigt. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, mit KISSY standardisierte Online-Auswertungen durchzuführen.

D EMS Ereignis-Merkmal-Schlüsselsystem

– Anwendung und Schlüsselteil –

Historie und Zweck des EMS

Bei der Erfassung von Betriebsereignissen waren historisch betrachtet in Deutschland je nach Zielrichtung verschiedene Kennzeichnungs- und Schlüsselsysteme zur Ereignis-Charakterisierung bei Betreibern, Herstellern und Institutionen in Anwendung:

- VGB-Schadensmerkmalschlüssel (SMS) zur Erfassung von Nichtverfügbarkeitsereignissen in Kraftwerken,
- GRS-Verschlüsselung für die Meldung der „Meldepflichtigen Ereignisse“ in Kernkraftwerken,
- GRS-Verschlüsselung zur Zuverlässigkeitskenngrößenermittlung in Kernkraftwerken,
- IAEA-Schlüssel für die Erfassung der Voll- und Teilausfälle in Kernkraftwerken,
- VDEW-Kennziffernverzeichnis zur Erfassung von Netzstörungen und -schäden,
- Herstellerschlüssel,
- Schlüsselsystem für probabilistische Sicherheitsanalysen,
- Schlüsselsysteme im Rahmen der Einführung integrierter Betriebsführungssysteme

und andere.

Das vorliegende EMS wurde 2003 eingeführt und hat den Anspruch, alle bisherigen ereignisbeschreibenden Schlüssel-Systeme in Deutschland zu ersetzen. Mit EMS werden Doppel- und Mehrfacherfassungen eines Ereignisses und damit unterschiedliche Bewertungen vermieden und eine eindeutige Verschlüsselung für die Analyse sichergestellt. Darüber hinaus kann EMS als Basis für ein internationales Schlüsselsystem Verwendung finden.

18 Aufbau des Ereignismerkmalschlüsselsystems EMS und Schlüsselübersicht

Das EMS beschreibt unterschiedliche Aspekte eines Ereignisses mit 12 Schlüsseln. Jeder Schlüssel beinhaltet eine oder mehrere Gruppen. Die Gruppen sind zum Teil hierarchisch gegliedert. Jeder Gruppe sind Ereignismerkmale zugeordnet.

Für jeden Schlüssel, jede Gruppe sowie jedes Merkmal gibt es sowohl einen Langtext als auch einen Code. Der Code setzt sich zusammen aus einem oder mehreren Buchstaben oder Ziffern oder einer Kombination aus beiden.

Zur eindeutigen und vollständigen Beschreibung eines Ereignisses müssen zu jedem Schlüssel und allen Gruppen definierte Merkmale angegeben werden.

Nachfolgend ist die Struktur der Kodierung eines Merkmales dargestellt:

Schlüssel Nr.

--	--

Gruppe Nr.

--

Ereignismerkmal Code

--	--	--

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die 12 Schlüssel und Ihre Gruppen zusammengestellt.

Tabelle 3: Schlüsselübersicht

Schlüssel Nr.	Bezeichnung	Gruppe	Bezeichnung	Merkmal-Code
01	Ereignisart	1	Ereignisart	ANN
02	Betriebszustand vor Ereigniseintritt	1	Betriebszustand vor Ereigniseintritt	AN
03	Betriebszustand nach Ereigniseintritt	1	Betriebszustand nach Ereigniseintritt	AN
04	Auswirkung auf die Anlage	1 2 3	Zeitraumen Hauptauswirkung Auswirkungen auf KKW	A N A
05	Ausfallwirkung auf System/Komponente	1	Ausfallwirkung auf System/Komponente	AN
06	Ursache	1 2 3	Ursprung Einfluss/Tätigkeit Fehler/Einwirkung auf die Anlage	AN AA NN
07	Schadensmechanismus	1 2	Art der Schädigung Beanspruchung	AN ANN
08	Schadensbild	1	Schadensbild	AN
09	Ausfallerkennung	1 2	Erkennungsgelegenheit Ausfalläußerung	AN ANN/ AAN/AA
10	Instandsetzungsart	1	Instandsetzungsart	A
11	Maßnahmen gegen Wiederholung	1	Maßnahmen gegen Wiederholung	ANN
12	Dringlichkeit von Maßnahmen	1 2	Dringlichkeit des Arbeitsbeginns, Personal-Einsatz	A N

Alphanumerisch:	A
Numerisch:	N
Einstelliger Code:	A oder N
Zweistelliger Code:	AA, AN oder NN
Dreistelliger Code:	AAN oder ANN

18.1 Anwendungshinweise

- Es wird empfohlen, EMS mit dem KKS Kraftwerk-Kennzeichensystem zu kombinieren, um das Ereignis einer Funktion, einem Aggregat oder einem Betriebsmittel zuzuordnen.
- Das EMS ist ein umfassendes Kennzeichnungs-System, aus dem je Anforderungsfall die erforderlichen Schlüssel, Gruppen oder einzelnen Merkmale ausgewählt werden können.
- Beispiel: Bei der überbetrieblichen Nichtverfügbarkeitsereignis-Erfassung bei VGB werden nur die relevanten Kodierungen verwendet. Im Schlüssel 1 wurden die Codes A0, B0, D0 und D1 und im Schlüssel 4 die Gruppen 1 und 2 weggelassen.
- Die Darstellung von Hierarchien innerhalb einer Gruppe ist im VGB-Standard durch Einrücken des Textes dargestellt.
- Die hierarchisch gegliederten Gruppen in den Schlüsseln ermöglichen auch eine größere Klassifizierung. In den Fällen, in denen eine Gliederungstiefe (gekennzeichnet durch einfache oder doppelte Einrückung) entfällt, können die letzte beziehungsweise die beiden letzten Stellen bei der Kodierung weggelassen werden.
- Beispiel: Es kann betriebsintern festgelegt werden, den Schlüssel 11 nur zweistellig (mittlere Gliederungstiefe) oder sogar nur einstellig zu verwenden. Damit würden im ersten Fall alle zweifach eingerückten, im zweiten Fall zusätzlich noch alle einfach eingerückten Merkmale entfallen.
- Werden dagegen in hierarchisch gegliederten Gruppen die zweite oder dritte Gliederungsebene verwendet, so dürfen nur die Merkmale der jeweiligen Gliederungsebene erfasst werden. Die gleichzeitige Angabe der übergeordneten Merkmale ist nicht zulässig, da die vorderen Stellen des Codes diese automatisch beinhalten.

Beispiel: Schlüssel 1, Gruppe 1, Merkmal B4 „Inspektion“: In diesem Fall entfällt die Angabe von B0 „Instandhaltung“ (vgl. Kapitel 18.2).

Für interne betriebliche Zwecke ist es möglich mehr als drei Gliederungsebenen zu verwenden. Damit es dabei nicht zu Verwechslungen kommt, sind firmenintern Doppelbuchstaben zu verwenden.

Beispiel: XX = Deckungsbeitrag nicht erwirtschaftbar.

- In einigen Gruppen des EMS ist es möglich, je Ereignis gleichzeitig mehrere Merkmale in einer Gruppe zu erfassen (Mehrfachnennungen). Werden Mehrfachnennungen zugelassen, so sind dafür Regelungen für die Erfassung und die Auswertung zu treffen und bei der Interpretation die erweiterte Aussagefähigkeit zu beachten.

Hinweise: Es sind mehr Felder für die Erfassung vorzusehen.

- Es vergrößert sich die Treffermenge bei der Suche nach Ereignissen mit gleichem Merkmal.
- In diesen Fällen ist bei Datenweitergabe ein Hinweis erforderlich.
- Die Erfassungsstruktur in Erfassungsvordrucken oder -masken ist grundsätzlich für alle Schlüssel des EMS gleich.
- Der Merkmalcode ist aus Gründen der Eindeutigkeit und Auswertbarkeit immer linksbündig einzutragen. Bei einigen Schlüsseln sind die Codefelder der Gruppe 3 und bei anderen die Felder der Gruppen 2 und 3 nicht belegt, so dass Felder rechts und/oder mittig frei bleiben.
- Wurden Mehrfachnennungen für eine Gruppe oder einen kompletten Schlüssel zugelassen, so sind die Codefelder für die Merkmale n-fach vorzusehen.

18.2 Ereignismerkmalschlüssel 1 „Ereignisart“

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
01	1		Ereignisart
		A0	Ausfall
		A1	Störung ohne Schaden
		A2	Schaden
		B0	Instandhaltung
		B1	Kontrolle/Zustandsprüfung
		B2	Schmierung
		B3	Wartung
		B4	Inspektion
		B5	Vorbeugende Instandsetzung
		B6	Sauberhaltung
		B7	Revision
		B8	Brennelementwechsel
		C0	Umbau / Erweiterung
		D0	Nichteinsatz
		D1	Bereitschaft
		D2	Außeneinfluss (ohne Schaden)
		D21	Brennstoff
		D22	Konservierung der Anlage
		D23	Klima
D24	Netzrestriktionen		
D241	Redispatch		
D25	Personalmangel		
D26	Sonstiges		
E0	Versuche/Funktionsproben/Funktionsprüfung		
F0	Amtliche Prüfung/Maßnahme		
G0	Reaktivitätsmangel		
K0	Kommerzieller Brennstoffeinsatz		
Z0	Sonstige Ereignisart		

Hinweis: Eine Aufschlüsselung der „Außeneinflüsse“ (D2) kann durch Kombination mit Schlüssel 6, Gruppe 3 erreicht werden.

18.3 Ereignismerkmalschlüssel 2 „Betriebszustand vor Ereigniseintritt“

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
02	1		Betriebszustand
		A0	Betriebsänderung
		A1	Anfahren
		A2	Abfahren
		A3	Leistungsänderung
		A4	Änderung der Betriebsart
		B0	Stationärer Betrieb
		B1	Nulllast
		B2	Mindestlast
		B3	Teillast
		B4	Volllast
		B5	Überlast
		B6	Umleitbetrieb
		B7	Inselbetrieb
		B8	Phasenschieberbetrieb
		B9	Pumpbetrieb bei Pumpspeicher-Kraftwerken
		S0	Stillstand
		S1	Revision/Brennelementwechsel
		S2	Stillstand kalt
S3	Hot-Stand-by		
S4	Reserve		

Hinweis: Die Merkmale in den Schlüsseln 2 und 3 sind identisch. Schlüssel 2 beschreibt im Unterschied zu Schlüssel 3 den Betriebszustand vor Ereigniseintritt.

18.4 Ereignismerkmalschlüssel 3 „Betriebszustand nach Ereigniseintritt“

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
03	1		Betriebszustand
		A0	Betriebsänderung
		A1	Anfahren
		A2	Abfahren
		A3	Leistungsänderung
		A4	Änderung der Betriebsart
		B0	Stationärer Betrieb
		B1	Nulllast
		B2	Mindestlast
		B3	Teillast
		B4	Volllast
		B5	Überlast
		B6	Umleitbetrieb
		B7	Inselbetrieb
		B8	Phasenschieberbetrieb
		B9	Pumpbetrieb bei Pumpspeicher-Kraftwerken
		S0	Stillstand
		S1	Revision/Brennelementwechsel
		S2	Stillstand kalt
		S3	Hot-Stand-by
S4	Reserve		

Hinweis: Die Merkmale in den Schlüsseln 2 und 3 sind identisch. Schlüssel 3 beschreibt im Unterschied zu Schlüssel 2 den Betriebszustand nach Ereigniseintritt.

18.5 Ereignismerkmalschlüssel 4 „Auswirkung auf die Anlage“

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
04	1		Zeitraumen
		A	Automatischer Lastabwurf/Schnellschluss
		B	Manueller Lastabwurf/Schnellschluss
		C	Geordnete Abfahrt oder Leistungsreduktion innerhalb von 12 Stunden
		D	Wiederanfahren bzw. Wiederinbetriebnahme nicht möglich (soweit nicht Punkte E, K, L). Aufgrund technischer Mängel kann der Anfahrvorgang nicht eingeleitet werden.
		E	Überschreitung der geplanten Ereignis-Zeit nach Punkt J oder K durch ungeplante Maßnahmen (Schäden, Störungen, ...)
		F	Anfahrverzögerung. Ein eingeleiteter Anfahrvorgang kann in der vorgegebenen Zeit nicht zur Netzschaltung gebracht werden.
		G	Anfahrverlängerung. Nach der Netzschaltung ist eine Leistungssteigerung nicht entsprechend der Anfahrkurve / dem Betriebs- handbuch möglich.
		H	Mehr als 12 Stunden verschiebbar
		J	Mehr als 4 Wochen vorher festgelegt
		K	Jahresstillstandsprogramm
		L	Überschreitung der geplanten Ereignis-Zeit nach Punkt J oder K durch Verlängerung der geplanten Dauer
		M	Ohne Auswirkung (nur in Verbindung mit Anlagen- komponenten zulässig)
	2		Hauptauswirkung
		1	ohne Leistungseinschränkung ($P2 = P1$)
		2	Leistungseinschränkung ($0 < P2 < P1$)
		3	Inselbetrieb
		4	Stillstand ($P2 = 0$)

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
04	3		Auswirkungen auf KKW
		A	Notstromfall
		B	Teilabfahren (automatisch)
		C	Abblasen über Dach
		D	Ansprechen von Frischdampf-Sicherheitsventilen
		E	Ansprechen von Primär-Sicherheits-Abblase-Entlastungsventilen
		F	RESA automatisch
		G	RESA von Hand
		H	Durchdringungsabschluss
		J	Gebäudeabschluss
		K	Lüftungsabschluss
		L	Kernnotkühlung
		M	Notspeisung
		N	Auswirkung auf andere Blöcke

Hinweis: In der Gruppe 2 bedeutet P1 die Leistung vor Ereigniseintritt und P2 die Leistung nach Ereigniseintritt.

18.6 Ereignismerkmalschlüssel 5 „Ausfallwirkung auf System/Komponente“

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
05	1		Ausfallwirkung
		A0	Kein Einfluss auf Betriebsmittel
		B0	Langzeitausfall Betriebsmittel
		C0	Ausfall Betriebsmittel
		D0	Ausfall Komponenten oder Messung bzw. Regelung
		E0	Ausfall Funktionseinheiten
		F1 F2	Ausfall eines Teilstranges (betrieblich) Ausfall Teilstrang auch bei Anforderung aus Reaktorschutz
		G1 G2	Ausfall eines Gesamtstranges Ausfall Gesamtstrang auch bei Anforderung aus Reaktorschutz
		H0	Ausfall der Systemfunktion
		J0	Ausfall mehrerer Systemfunktionen
		X0	Ausfallwirkung nicht klärbar
		Y0	Ausfallwirkung nicht untersucht
		Z0	Sonstige Ausfallwirkungen

Hinweis: Die Anwendung dieses Schlüssels verlangt eine eindeutige Abgrenzung von System und Komponente durch den Anwender. Dabei ist die Systematik der KKS-Struktur anzuwenden.

18.7 Ereignismerkmalschlüssel 6 „Ursache“

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
06	1		Ursprung
		A0	Projektierung/Planung
		A1	Konzipieren
		A2	Planen
		A3	Auslegen
		A4	Konstruieren
		A5	Genehmigen
		B0	Spezifikation
		B1	Spezifikation des Auftraggebers
		B2	Spezifikation des Auftragnehmers
		C0	Herstellung/Fertigung
		C1	Herstellen/Fertigen
		C2	Montieren/Demontieren/Durchführen
		C3	Prüfen/Kontrollieren
		C4	Lagern
		D0	Errichtung/Einbau
		D1	Montieren/Demontieren/Durchführen
D2	Prüfen/Kontrollieren		
E0	Inbetriebsetzung		
F0	Betreiben		
F1	Betrieb		
F2	Stillstand ohne Arbeiten an der Betrachtungseinheit		
F3	Stillstand mit Arbeiten an der Betrachtungseinheit		
F4	Temporär außer Betrieb gestellt		
G0	Änderung		
G1	Umbauen		
G2	Ertüchtigen		
G3	Ersetzen		
H0	Rückbau/Verschrottung/Abriss		

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext	
06	1	J0	Transport	
		J1	Versenden	
	J2	Transportieren		
	J3	Lagern		
	Z0	Verursachung nicht durch betroffene Betrachtungseinheit		
	2		Einfluss/Tätigkeit	
		TA	Zeichnungserstellung	
		TB	Werkstoffauswahl	
		TC	Bemessung/Berechnung	
		TD	(auch Festsetzung Instandhaltungsstrategie)	
		TE	Formgebung	
		TF	Bedienung	
		TG	Justierung/Einstellung/Kalibrierung	
		TH	Bearbeitung (mechanisch, ...)	
		TJ	Montieren/Zusammenbauen	
		TK	Prüfen/Kontrollieren	
		TL	Schweißen	
TM		Löten		
TN		Schmieren		
TO		Reinigen		
TP	Kommunikation			
TQ	Prozessbeobachtung			
TR	Zustandsbewertung			
TS	Schulung			
TT	Organisation und Verwaltung			
TX	Programmieren			
TY	Tätigkeit nicht klärbar			
TZ	Tätigkeit nicht untersucht			
		Sonstige Tätigkeiten bzw. keine Unterteilung gegenüber „Ursprung“		
EA	Auslegungsüberschreitende äußere Einwirkungen			
EJ	Auslegungsüberschreitende innere Einwirkungen			
EX	Einwirkung nicht klärbar			
EY	Einwirkung nicht untersucht			
EZ	Sonstige Einwirkungen			

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext	
06	2	UA	Unterbrechung/Einschränkung durch amtliche Anordnung (Genehmigung, Anweisung, ...)	
		UE	Technische Unterbrechung/Einschränkung der Entsorgung (Reststoffe, Abfälle, Abwasser, ...)	
		UP	Technische Unterbrechung/Einschränkung der Produktabführung (Strom, Wärme, Gips, ...)	
		UV	Technische Unterbrechung/Einschränkung der Versorgung (Strom, Brennstoff, Wasser, ...)	
		UW	Sonstiger zivilisatorischer Einfluss	
		UX	Unterbrechung nicht klärbar	
		UY	Unterbrechung nicht untersucht	
		UZ	Sonstige Unterbrechungen	
	3			Fehler/Einwirkung auf die Anlage
		10		Fehler bei der Durchführung/Ausführung
		11		Unterlassene Maßnahme
		12		Fehlerhafte Maßnahme
		13		Verwendung von falschem/ungeeignetem Material
		14		Falscher/fehlerhafter Auftrag
		15		Verwendung ungeeigneter Werkzeuge,
		16		Prüfeinrichtungen oder Messgeräte Verwechslung
		20		Fehler bei Anwendung von Vorschriften und Anweisungen
21			Nichteinhalten überbetrieblicher Vorschriften	
22			Nichteinhalten interner Vorschriften	
23			Vorschriften und Anweisungen fehlerhaft	
24			Vorschriften und Anweisungen nicht vorhanden	
25			Ungenügende Beachtung von Regeln/Richtlinien	
30			Fehler bei der Nutzung von Unterlagen	
31		Benutzung unzutreffender Unterlagen		
32		Benutzung fehlerhafter Unterlagen		
33		Fehler in benutzten Unterlagen		
34		Erstellung fehlerhafter Unterlagen		

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
06	3	50	Einwirkungen
		51	Hitze
		52	Brand
		53	Explosion
		54	Frost/Kälte
		55	Vereisung
		56	Mechanische Gewalteinwirkung
		57	Fremdkörper (auch Schmutz, Ablagerungen)
		58	Schadstoffe/chemische Einwirkung
		59	Eisgang
		60	Radioaktive Strahlung
		61	elektromagnetische Felder
		62	Überspannungen/Überstrom
		63	Niederschlag (z. B. Schnee, Regen, Hagel)
		64	Hochwasser
		65	Niedrigwasser
		66	Überflutung
		67	Nebel / Raureif
		68	Durchfeuchtung
		69	Blitzschlag
70	Sturm		
71	Erdbeben/Erschütterung		
72	Erdrutsch		
73	Tiere		
97	Nicht klärbar		
98	Nicht untersucht		
99	Sonstige Einwirkungen		

Hinweis: Ein größtmöglicher Nutzen ergibt sich bei diesem Schlüssel, wenn Merkmale aller drei Gruppen verwendet werden, aber in den Gruppen die Anzahl der Merkmale auf das betrieblich Erforderliche reduziert wird.

18.8 Ereignismerkmalschlüssel 7 „Schadensmechanismus“

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
07	1		Art der Schädigung
		A0	Verschleiß
		A1	Gleitverschleiß
		A2	Rollverschleiß
		A3	Prallverschleiß
		A4	Schwingverschleiß
		A5	Erosion (Spülverschleiß/Strahlverschleiß)
		A6	Kavitation
		A7	Tropfenschlag
		E0	Ermüdung
		K0	Korrosion
		K1	Erosionskorrosion
		K2	Spannungsrissskorrosion
		K3	Dehnungsinduzierte Risskorrosion
		K4	Schwingungsrissskorrosion
		K5	Lochkorrosion
		K6	Muldenkorrosion
		K7	Flächenkorrosion
		K8	Spaltkorrosion
		K9	Kontaktkorrosion
		L0	Alterung
		L1	Materialalterung
		L2	Betriebsmittelalterung
		L3	Kriechen
		L4	Sonstige Änderungen der Werkstoffeigenschaften
		G0	Gewaltnutzung
		G1	Mechanische Gewaltnutzung
G2	Thermische Gewaltnutzung		
G3	Elektrische Gewaltnutzung		
G4	Chemische Gewaltnutzung		

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext	
07	1	S0	Verschmutzung	
		V0	Vorschädigung	
		V1	Lunker/Pore/Einschluss	
		V2	Dopplung	
		W0	Keine Schädigung	
		X0	Schädigung nicht klärbar	
		Y0	Schädigung nicht untersucht	
		Z0	Sonstige Schädigungen	
	2			Beanspruchung
		M00		Mechanisch
		M01		Stoß/Schlag
		M02		Kavitation
		M03		Rollen/Wälzen
		M04		Gleiten
		M05		Adhäsion
		M06		Abrasion
		M07		Stromübergang (Funkenerosion, elektrolytische Zersetzung)
		M08		Fremdkörperabrieb
		M09		Fremdkörpereinwirkung
		M10		Ablagerung
M11		Anstrahlung		
M12		Verkleben		
M13		Schmierstoffmangel		
M14		Ungünstige Werkstoffpaarung		
M15		Schwingungen/Ermüdung (low cycle)		
M16		Schwingungen/Ermüdung (high cycle)		
M17		Spannungen/Verspannungen (statisch)		
T00			Thermisch	
T01			Überhitzung/Erwärmung	
T02			Unterkühlung/Abkühlung	
T03			Thermische Wechselbelastung	
T04			Verschweißung	
T05			Verschmelzung/Auslötung	

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
07	2	E00	Elektrisch
		E01	Überspannung/Überstrom
		E02	Unterspannung/Spannungszusammenbruch
		E03	Isolationserhöhung/Übergangswiderstand/ Unterbrechung
		E04	Isolationsverschlechterung/Kurzschluss/ Lichtbogen
		E05	Frequenzabweichung
		E06	Defektes elektrisches/elektronisches Bauteil
		E07	Drift
		E08	Einwirkung von magnetischen Feldern
		E09	Einwirkung von elektromagnetischen Feldern
		E10	Schutzabschaltung (nur wenn primärer Auslöser)
		C00	Chemisch
		C01	Verätzung
		C02	Chemische Kontamination
		C03	Chemische Reaktion (direkt ablaufende)
		C04	Verharzen
		C05	Auflösen/Zersetzung
		C06	Ungeeignete Bedingungen (für Ablauf chemischer Reaktionen)
		C07	Rauch-/Dampf-/Staubeinwirkung
		C08	Explosion/Detonation
		H00	Hydraulisch/Pneumatisch
		H01	Druckverlust
		H02	Gaseinschluss
		H03	Wasserschlag
		H04	Flüssigkeitseinschluss
		H05	Wirbelbildung
		H06	Kondensationsschlag
		H07	Strömungsinduzierte Schwingungen
		H08	Druckstoß
		H09	Pulsation

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
07	2	N00	Normale betriebliche Beanspruchung
		X00	Beanspruchung nicht klärbar
		Y00	Beanspruchung nicht untersucht
		Z00	Sonstige Beanspruchungen bzw. nicht anwendbar

Hinweis: Ein größtmöglicher Nutzen ergibt sich bei diesem Schlüssel, wenn Merkmale aller drei Gruppen verwendet werden, aber in den Gruppen die Anzahl der Merkmale auf das betrieblich Erforderliche reduziert wird.

18.9 Ereignismerkmalschlüssel 8 „Schadensbild“

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
08	1		Schadensbild
		A0	Verschmutzung
		A1	Lose Ablagerung
		A2	Benetzung/Durchfeuchtung/Überflutung
		A3	Verkrustung/Verschlackung/Versalzung/ Ansinterung
		A4	Vereisung
		A5	Verstopfung
		A6	Medienverunreinigung
		A7	Radioaktive Kontamination
		B0	Materialschwächung
		B1	Flächenförmiger Materialabtrag/Flächenfraß
		B2	Riefe/Kerbe
		B3	Punktförmiger Materialabtrag
		B4	Anriss/Haarriss
		B5	Einschluss/Lunker/Pore
		B6	Dopplung
		B7	Porosität
		C0	Materialverformung
		C1	Dehnung/Streckung
		C2	Stauchung/Quetschung
		C3	Verbiegung/Knickung
		C4	Verdrehung
		C5	Aufweitung/Ausschlagen
		C6	Aus-/Einbeulen
		C7	Ovalität
		D0	Lageveränderung
		D1	Lockerung
		D2	Lösen
		D3	Klemmen/Festsitz
		D4	Verlagerung/Verstellen
		D5	Unzulässiges Spiel

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
08	1	E0	Materialveränderung
		E1	Gefügeveränderung
		E2	Konzentrationsveränderung
		E3	Viskositätsveränderung
		E4	Ausglühen/Verbrennen/Verschmoren
		E5	Verfaulen
		E6	Austrocknen
		E7	Neutronenversprödung
		F0	Materialtrennung
		F1	Bruch/Abriss
		F2	Abscheren
		F3	Riss/Loch
		F4	Abschmelzen/Ausglühen
		F5	Unterbrechung elektrisch
		F6	Zerstörung
		G0	Elektrische Materialveränderung
		G1	Kurzschluss
		G2	Elektrische Unterbrechung
		G3	Übergangswiderstand
		G4	Elektronische Fehlfunktion
		H0	Festsetzen
		H1	Verschmelzen
		H2	Verkleben
		J0	Sonstige Sollzustandsabweichung
		J1	Fehlendes Bauteil
		J2	Falsches Bauteil
		J3	Fehlerhafte Software
		K0	Sonstige Stoffveränderung
K1	Entmischung		
K2	Trübung		
S0	Kein Schadensbild		
X0	Schadensbild nicht klärbar		
Y0	Schadensbild nicht untersucht		
Z0	Sonstiges Schadensbild		

18.10 Ereignismerkmalschlüssel 9 „Ausfallerkennung“

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
09	1		Erkennungsgelegenheit
		A0	System-/Komponentenanforderung
		B0	Anforderung zur Funktionsprüfung
		C0	Betriebsüberwachung in Warten/Leitständen
		C1	Parameterverfolgung
		C2	Störungsmeldung
		C3	Schutzanregung
		D0	Begehung/Beobachtung vor Ort
		E0	Inspektion
		F0	Wiederkehrende Zustandsprüfung
		G0	Durch technische Überlegung/Betriebserfahrung veranlasste Prüfung
		H0	Wartung/Instandsetzung/Funktionsprobe nach Ar- beiten
J0	Vorbetriebsphase		

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
09	2		Ausfalläußerung
		A00	Schadenssymptome
		A01	Geräusch
		A02	Geruch
		A03	Feuer/Rauch
		A04	Erwärmung
		A05	Verfärbung
		A06	Verbrennen/Verschmoren/Verkohlen/ Ausglühen
		A07	Verschmutzung/Verstopfung/Trübung/ Kontamination
		A08	Vereisung
		A09	Leckage/Undichtheit
		A10	Benetzung/Durchfeuchtung/Überflutung
		A11	Vibration
		A12	Lockern/Lösen einer Verbindung
		A13	Verkleben/Blockieren
		A14	Verlagerung/Verschiebung/Verformung
		A15	Materialabtrag/-schwächung
		A16	Bruch/Abriss/Bersten
		A17	Elektrische Trennung/Unterbrechung
		A18	Lichtbogen
		A19	Fehlendes/falsch eingebautes Teil
		A20	Fehlstellung von Schaltern/Armaturen
		A99	Sonstige Schadenssymptome

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
09	2	BB0	Funktionsmangel
		BB1	Funktionsausfall bei Anforderung
		BB2	Funktionsänderung bei Ansteuerung
		BB3	Kenndatendrift von Funktionsparametern
		BB9	Sonstige Funktionsmängel
		CC	Abweichungen von Mess- und Zustandsgrößen
		CD	Dichte
		CE	Elektrische Größe
		CF	Durchfluss/Durchsatz (Volumen-/Massenstrom)
		CG	Abstand/Länge/Drehrichtung
		CK	Zeit
		CL	Füllstand/Niveau
		CM	Feuchte
		CP	Druck/Differenzdruck
		CQ	Qualitätsgrößen (Analysen, Stoffeigenschaften)
		CR	Strahlungsgröße
		CS	Geschwindigkeit/Drehzahl/Frequenz (mechanisch)/Beschleunigung
		CT	Temperatur
		CU	Zusammengesetzte Größe
		CV	Viskosität
		CW	Gewichtskraft/Masse
		CX	Neutronenfluss
		CY	Schwingung/Dehnung
		CZ	Sonstige Mess- und Zustandsgrößen (auch Steuerung, Regelung, Schutz)
		Z00	Sonstige Ausfalläußerung

Hinweis: In Gruppe 2 sind die unterschiedlichen Kodierungsarten (ANN/AAN/AA) zu beachten. Die "Ausfalläußerung" (Gruppe 2) ist die erste Wahrnehmung der Abweichung vom normalen Betriebszustand; wahrnehmbar/feststellbar durch menschliche Sinnesorgane oder durch Messgeräte.

18.11 Ereignismerkmalschlüssel 10 „Instandsetzungsart“

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
10	1		Instandsetzungsart
		A	Nur Schalthandlung (Bedienung, Kontrolle, sonst keine Maßnahme durchgeführt)
		B	Nur Inspektion
		C	Reinigung, Spülung, Entleerung, Entlüftung, Dekontamination
		D	Ergänzen, Nachfüllen
		E	Wechseln
		F	Einstellen, Justieren, Kalibrieren, Nacheichen
		G	Wiederherstellende Reparatur
		H	Austausch-Reparatur
		J	Änderung, Umbau
		K	Softwarearbeiten
		Z	Sonstige Instandsetzungsart

18.12 Ereignismerkmalschlüssel 11 „Maßnahmen gegen Wiederholung“

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
11	1		Maßnahmen gegen Wiederholung
		A00	Keine Maßnahmen (nur Behebung der Störung/des Schadens)
		A10	Maßnahmen wurden bei einem früheren, gleichartigen Ereignis eingeleitet
		A20	Maßnahmen sind in Vorbereitung
		B00	Änderung in der Herstellung/Errichtung
		B10	Entwicklung
		B20	Planung/Konstruktion
		B30	Fertigung
		B40	Prüfung/Q-Stelle (Änderung des Prüfplanes)
		B50	Transport/Lagerung
		B60	Montage
		B70	Inbetriebnahme
		C00	Vorbeugende Instandhaltung
		C10	Änderung der Häufigkeit und der Inhalte von Prüfungen und Inspektionen
C20	Änderung der Wartung		
C30	Änderung der Überwachung		
C40	Änderung von Transport und Lagerung		
D00	Überprüfung vergleichbarer Einrichtungen		

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
11	1	E00	Änderung/Umbau der Anlage
		E10	Änderung/Umbau – andere Typen
		E11	Bauteil
		E12	Betriebsmittel
		E13	Aggregat
		E14	Komponente/System/Anlage
		E20	Änderung/Umbau – andere Materialien
		E30	Änderung/Umbau – andere Konstruktion
		E40	Änderung/Umbau – andere Auslegung
		E50	Änderung der Betriebsweise (nicht E10 bis E40)
		E51	Überwachung
		E52	Steuerung
		E53	Regelung (auch Gradienten/Parameter)
		E54	Schutz
		E55	Bedienung
		E56	Betriebsstoffe
		F00	Organisatorische Änderung
		F10	Personalschulung
		F20	Aufbauorganisation
		F21	Personelle
		F22	Zuständigkeit
		F23	Struktur
		F30	Dokumentation
		F40	Qualitätssicherungsmaßnahmen sichern
		F41	Prüfpläne
		F42	Qualitätssicherungssystem
		Z00	Sonstige Maßnahmen

18.13 Ereignismerkmalschlüssel 12 „Dringlichkeit von Maßnahmen“

Schlüssel	Gruppe	Code	Klartext
12	1		Dringlichkeit des Arbeitsbeginns
		A	Arbeitsbeginn sofort
		B	Arbeitsbeginn innerhalb von 3 Tagen
		C	Arbeiten mit festem Kalendertermin
		D	Arbeiten mit frei planbarem Arbeitstermin
		E	Arbeit muss beim nächsten Stillstand erledigt werden
		F	Arbeit muss beim Stillstand/Revision erledigt werden
	2		Personal-Einsatz
		1	Optimierter Personaleinsatz im Hinblick auf minimale Maßnahmendauer
		2	Personaleinsatz während der Normalarbeitszeit

Hinweis: Die Anwendung dieses Schlüssels erfordert den Abgleich mit den Erfassungssystemen der Instandhaltung.

19 Nutzung der technischen Beurteilung von Energieumwandlungsanlagen für den Strommarkt und die Netzsicherheit

Der Netzbetreiber benötigt für seine Prozesse zur Gewährleistung der Systemsicherheit Daten von den Kraftwerksbetreibern.

Neben den Daten zum Anlageneinsatz sind für ihn die Nichtverfügbarkeiten - in seinem Verständnis „Nichtbeanspruchbarkeit“ - von Bedeutung. Im Bild 33 ist dies aus der Sicht der Netzbetreiber/Strommarkt verdeutlicht. Dazu kann der Kraftwerksbetreiber die in diesem Heft beschriebene Analytik zur Verfügbarkeit und Nichtverfügbarkeit nutzen.

Die Bereitstellung der Daten für den Netzbetreiber zur Ermittlung der Systemsicherheit, gemäß seiner Beanspruchbarkeitsdefinition (aus Sicht des Kraftwerksbetreibers ist dies eine technische Verfügbarkeit), ermöglicht dem Netzbetreiber seinen Anforderungen zur Systemführung des Energiesystems nachzukommen.

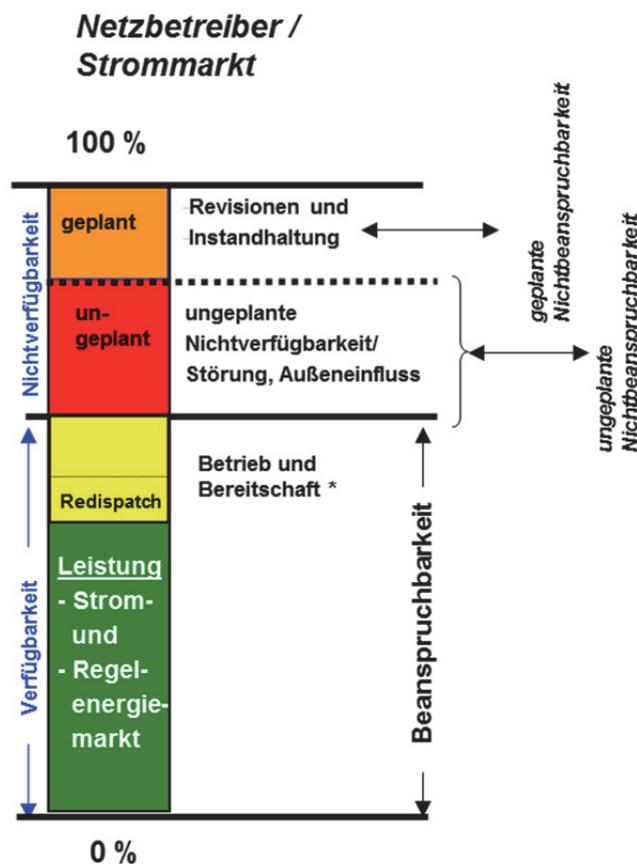


Bild 33: Analyseebene Nichtverfügbarkeit, Verfügbarkeit, Beanspruchbarkeit (Bezugsebene Netto) / BDEW

In der Datenlieferung des Kraftwerksbetreibers an den Netzbetreiber ist zu beachten, dass eine geplante Nichtbeanspruchbarkeit/Nichtverfügbarkeit alle Ereignisse an einer Kraftwerksanlage (Revision, Reparatur) in die Zukunft bedeutet. Eine ungeplante Nichtbeanspruchbarkeit/Nichtverfügbarkeit ist für den Netzbetreiber ein Ereignis, welches in der Kraftwerksanlage bereits eingetreten ist.

Weiterhin werden die Leistungsbegriffe, wie davor beschrieben, durch den Netzbetreiber aus seiner Sicht anders definiert. Diesen Sachverhalt verdeutlichen Bild 34, Bild 35 und Bild 36.

20 Anwendungsbeispiele

20.1 Beispiel 1: „Ungeplante nicht disponible Lasteinschränkung“

Ereignisnummer:	00000000142
Anlage:	KW A, Block P
KKS Kennzeichnung:	P OCAA 20
Ereignisbeginn:	30.07.2007 10:49
Ereignisende:	30.07.2007 20:32

EMS:

Schlüssel		Gruppe		Merkmal	
Nr.	Klartext	Nr.	Klartext	Code	Klartext
01	Ereignisart	1	Ereignisart	A2	Schaden
02	Betriebszustand vor Ereigniseintritt	1	Betriebszustand	B4	Volllast
04	Auswirkung auf die Anlage	1	Zeitraumen	C	Geordnete Abfahrt
		2	Hauptauswirkung	2	Leistungs- einschränkung
06	Ursache	1	Ursprung	F1	Betrieb
07	Schadensmechanismus	1	Art der Schädigung	E0	Ermüdung
09	Ausfallerkennung	1	Erkennungsgelegenheit	C2	Störungsmeldung
		2	Ausfalläußerung	CF	Abweichung Durchsatz

Nicht verfügbare elektrische Leistung: 180 MW

Beschreibung:

Ausfall Maschinenkondensatpumpe, da Spindel Kondensat-Regelventil entkuppelt (Schutzverriegelung)

20.2 Beispiel 2: „Blockausfall“

Ereignisnummer:	00000000086
Anlage:	KW B, Block A
KKS Kennzeichnung:	A 0BAT 01
Ereignisbeginn:	02.06.2007 03:17
Ereignisende:	02.06.2007 18:09

EMS:

Schlüssel		Gruppe		Merkmal	
Nr.	Klartext	Nr.	Klartext	Code	Klartext
01	Ereignisart	1	Ereignisart	A2	Schaden
02	Betriebszustand vor Ereigniseintritt	1	Betriebszustand	B4	Volllast
04	Auswirkung auf die Anlage	1	Zeitraumen	A	autom. Schnellschluss
		2	Hauptauswirkung	4	Stillstand
06	Ursache	1	Ursprung	D1	Montage
07	Schadensmechanismus	1	Art der Schädigung	V0	Vorschädigung
09	Ausfallerkennung	1	Erkennungsgelegenheit	C3	Schutzanregung
		2	Ausfalläußerung	CE	Abweichung el. Größe

Nicht verfügbare elektrische Leistung: 840 MW

Beschreibung:

Maschinen-Trafo Isolationsdurchführung defekt

20.3 Beispiel 3: „Ungeplante nicht disponible Blocknichtverfügbarkeit“

Ereignisnummer:	00000000820
Anlage:	KW C, Block C, Dampfkessel 2
KKS Kennzeichnung:	C 2HAH
Ereignisbeginn:	07.09.2007 06:14
Ereignisende:	08.09.2007 15:00

EMS:

Schlüssel		Gruppe		Merkmal	
Nr.	Klartext	Nr.	Klartext	Code	Klartext
01	Ereignisart	1	Ereignisart	A2	Schaden
02	Betriebszustand vor Ereigniseintritt	1	Betriebszustand	B4	Volllast
04	Auswirkung auf die Anlage	1	Zeitraumen	C	Geordnete Abfahrt
		2	Hauptauswirkung	4	Stillstand
06	Ursache	1	Ursprung	D1	Montage
07	Schadensmechanismus	1	Art der Schädigung	V0	Vorschädigung
09	Ausfallerkennung	1	Erkennungsgele- genheit	D0	Begehung
		2	Ausfalläußerung	A01	Geräusch

Nicht verfügbare elektrische Leistung: 250 MW

Beschreibung:

Druckkörperschaden Hochdrucküberhitzer 2-Austritt, Schweißnaht-Pore

20.4 Beispiel 4: „Ausfall nach Fehlbedienung“

Ereignisnummer:	00000000321
Anlage:	KW C, Block A, Dampfkessel 2
KKS Kennzeichnung:	A 2H
Ereignisbeginn:	06.04.2007 10:52
Ereignisende:	06.04.2007 11:18

EMS:

Schlüssel		Gruppe		Merkmal	
Nr.	Klartext	Nr.	Klartext	Code	Klartext
01	Ereignisart	1	Ereignisart	A1	Störung ohne Schaden
02	Betriebszustand vor Ereigniseintritt	1	Betriebszustand	B4	Volllast
04	Auswirkung auf die Anlage	1	Zeitraumen	A	autom. Schnellschluss
		2	Hauptauswirkung	4	Stillstand
06	Ursache	1	Ursprung	F0	Betreiben
07	Schadensmechanismus	1	Art der Schädigung	W0	Keine Schädigung
09	Ausfallerkennung	1	Erkennungsgelegen- heit	D0	Beobachtung vor Ort
		2	Ausfalläußerung	CE	Abweichung el. Größe

Nicht verfügbare elektrische Leistung: 250 MW

Beschreibung:

Bedienungsfehler durch Verwechseln der Sicherungsautomaten bei Ausschalten einer Steuerungsspannung

20.5 Beispiel 5: „BDEW“

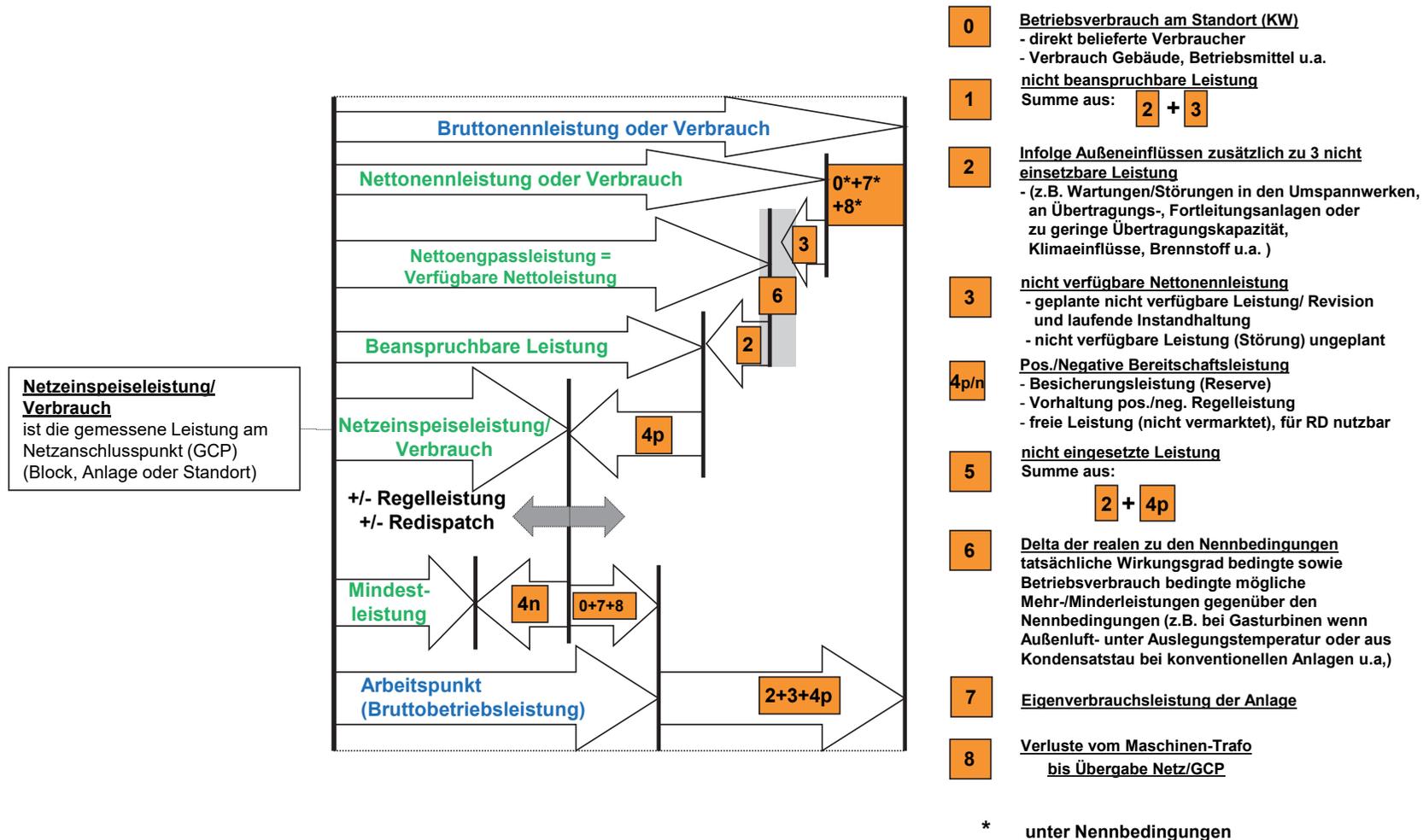


Bild 34: BDEW

20.6 Beispiel 6: „Leistungsbegriffe für eine technische Ressource / BDEW“

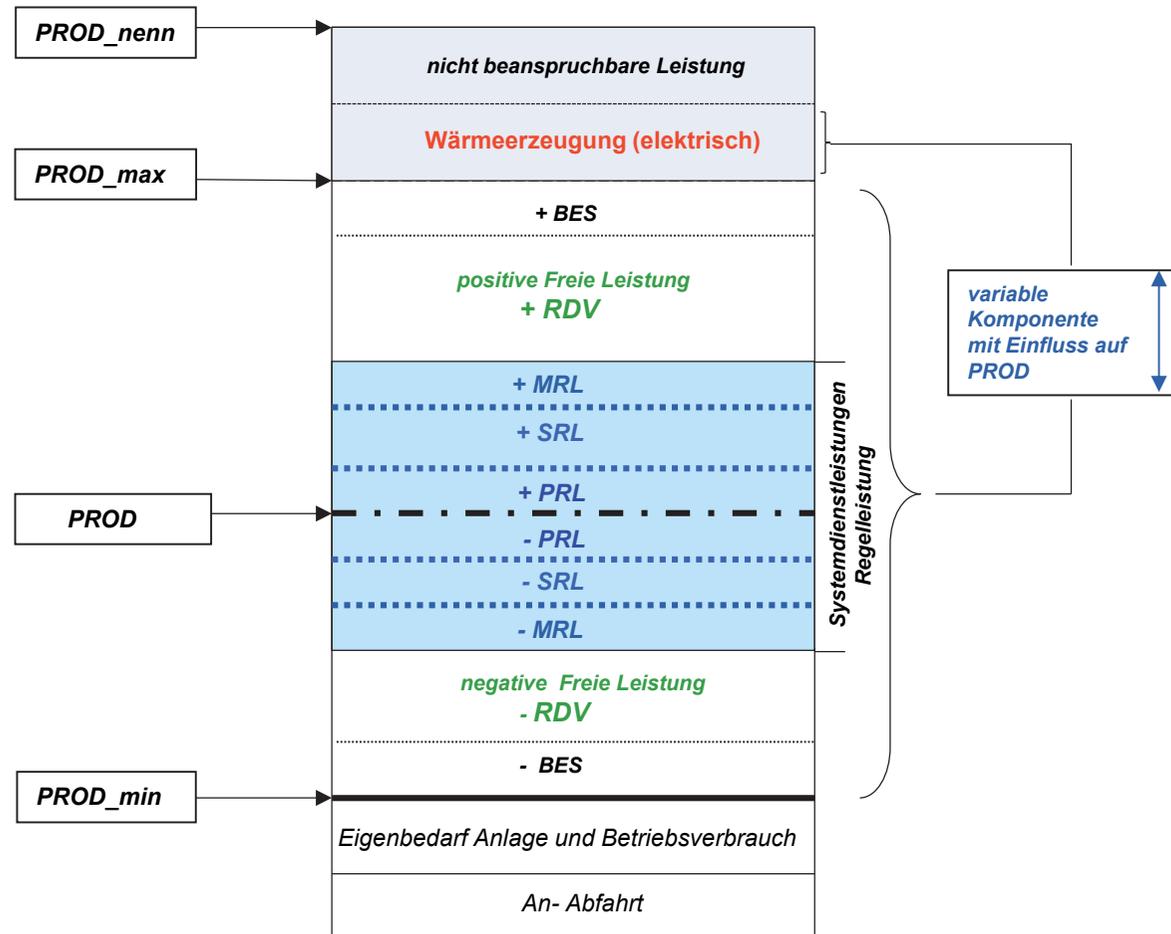


Bild 35: Übersicht über das Verhältnis der Leistungswerte einer technischen Ressource (Generator/ Pumpe) bezogen auf dem Netzanschlusspunkt

20.7 Beispiel 7: „Leistungsbegriffe Kraftwerksobjekt / KWO Pumpspeicherkraftwerk / BDEW“

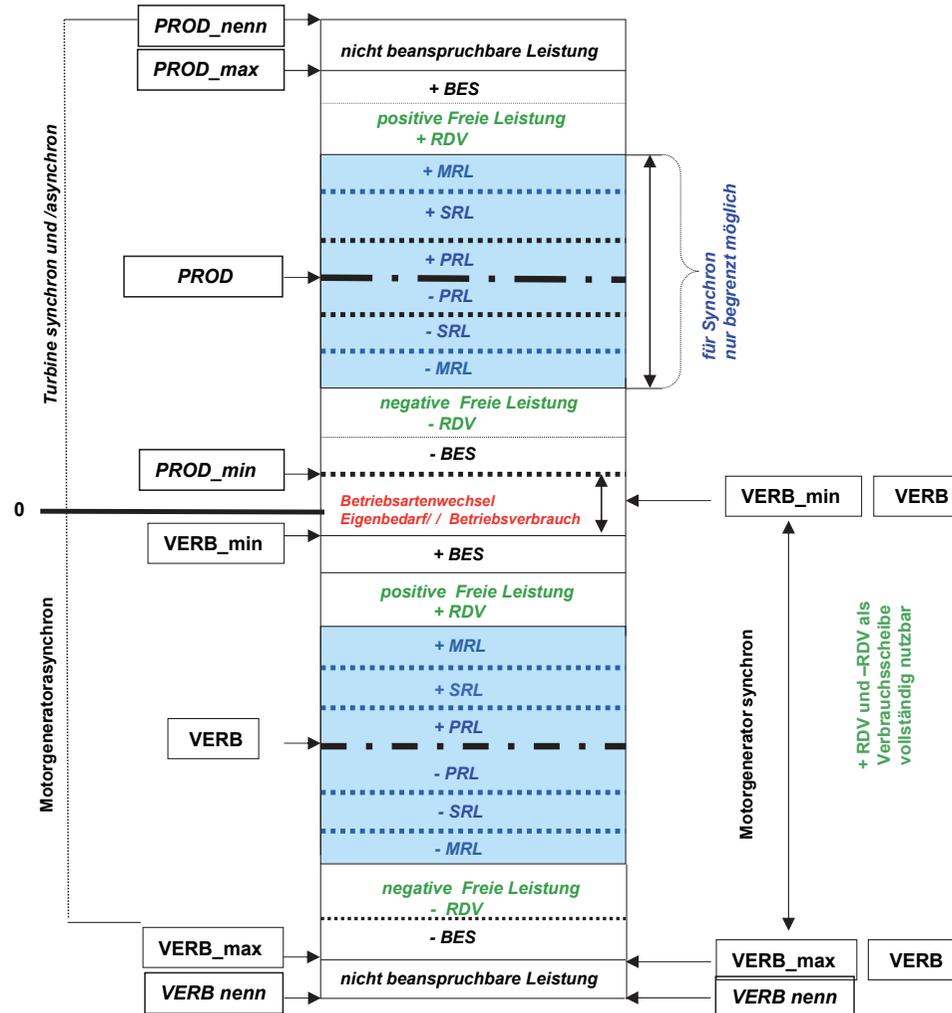


Bild 36: Leistungsbegriffe Kraftwerksobjekt / KWO Pumpspeicherkraftwerk / BDEW

Abkürzungsverzeichnis

KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
CO ₂	Kohlendioxid
NV	Nichtverfügbarkeit
EEX	European Energy Exchange
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
WANO	World Association of Nuclear Operators
EMS	Ereignis-Merkmal-Schlüsselsystem
KKS	Kraftwerk-Kennzeichensystem
RDS-PP [®]	Reference Designation System for Power Plants
KISSY	Kraftwerksinformationssystem
GuD	Gas und Dampf
SMS	Schadens-Merkmal-Schlüssel
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft

Bild- und Tabellenverzeichnis

Bild 1:	Analysenebene Nichtverfügbarkeit, Verfügbarkeit, Beanspruchbarkeit (Bezugsebene Netto).....	18
Bild 2:	Fahrtdiagramm und Kennwerte	20
Bild 3:	Klassifizierung Nichtverfügbarkeit.....	22
Bild 4:	Hierarchie der Begriffe (Übersicht)	41
Bild 5:	Darstellung der Zeitbegriffe.....	43
Bild 6:	Beispiel zur Ermittlung der Nennleistung aufgrund des Zusammenhangs zwischen Betriebsleistung und Kühlwasser-Eintrittstemperatur	53
Bild 7:	Leistungsbegriffe für Energieumwandlungsanlagen	54
Bild 8:	Leistungsbegriffe für strom- und wärmegeführte Anlagen	55
Bild 9:	Leistungsbegriffe für Pumpspeicherkraftwerke	56
Bild 10:	Übergabepunkt im Datenaustausch zwischen Erzeuger, Netzbetreiber	57
Bild 11:	Darstellung der Arbeitsbegriffe	58
Bild 12:	Sachliche Abgrenzung von Kraftwerksanlagen.....	64
Bild 13:	Beispiel zur Ermittlung der Nichtverfügbarkeit bei gleichzeitigem Vorliegen einer geplanten (z. B. Wiederkehrende Prüfung) und einer ungeplanten Teil-Nichtverfügbarkeit (z. B. Leckage)	66
Bild 14:	Beispiel zur Ermittlung der Nichtverfügbarkeit bei gleichzeitigem Vorliegen einer geplanten Nichtverfügbarkeit (z. B. Revision) und einem ungeplanten Ereignis (z. B. Turbinenschnellschluss)66	
Bild 15:	Beispiel zur Ermittlung der Nichtverfügbarkeit bei gleichzeitigem Vorliegen einer ungeplanten Nichtverfügbarkeit (z. B. Turbinenschnellschluss) und einem Außeneinfluss (z. B. Stretch-out-Betrieb bei Kernkraftwerken)	67
Bild 16:	Beispiel zur Ermittlung der Nichtverfügbarkeit bei gleichzeitigem Vorliegen einer ungeplanten Teil-Nichtverfügbarkeit (z. B. Ausfall einer Speisewasserpumpe), einem Außeneinfluss (z. B. Kühlwassertemperatur außerhalb der Auslegungsschwankungsbreite) und einer Bereitschaft (z. B. Lastmangel).....	67
Bild 17:	Verlängerung einer geplanten Nichtverfügbarkeit.....	70
Bild 18:	KWK-Anlage mit Entnahme-Kondensations-Turbine, Fall (a)	74
Bild 19:	KWK-Anlage mit Entnahme-Kondensations-Turbine, Fall (b)	75
Bild 20:	KWK-Anlage mit Entnahme-Kondensations-Turbine, Fall (c)	76
Bild 21:	Vorziehen einer geplanten Nichtverfügbarkeit anlässlich eines Schadens	82
Bild 22:	Beispiel einer Häufigkeitsverteilung aus einem Thermal Performance Report [Eurelectric]	89
Bild 23:	Beispiel eines Pareto-Diagramms.....	90
Bild 24:	Informationsfluss Datenerfassung und -bearbeitung	93

Bild 25:	Beispiel zur möglichen Untersuchungstiefe der Nichtverfügbarkeits-Analyse	94
Bild 26:	NV-Einzelereignis „Anriss Verdampferrohr“ (vgl. Erfassungsbeispiele im VGB-S-002-33 Anlagenheft, Erfassungsbeispiele „Einzelereignis und zeitlich überlappende Ereignisse“)	100
Bild 27:	Nichtverfügbarkeit über mehrere Leistungsstufen (vgl. Erfassungsbeispiele im VGB-S-002-33 Anlagenheft, Erfassungsbeispiele „Einzelereignis und zeitlich überlappende Ereignisse“)	100
Bild 28:	Ausfall eines Frischlüfters und des Generators im Leistungsbetrieb (vgl. Erfassungsbeispiele im VGB-S-002-33 Anlagenheft, Erfassungsbeispiele „Einzelereignis und zeitlich überlappende Ereignisse“)	101
Bild 29:	Auswertemöglichkeiten	103
Bild 30:	Bildschirm mit dem Datentyp pro Kraftwerk/Block	106
Bild 31:	Beispiel zu jährlichem Betriebs- und Verfügbarkeitsdaten eines Kraftwerkes	106
Bild 32:	Beispiel zu einem Nichtverfügbarkeitsereignis.....	107
Bild 33:	Analyseebene Nichtverfügbarkeit, Verfügbarkeit, Beanspruchbarkeit (Bezugsebene Netto) / BDEW	137
Bild 34:	BDEW	143
Bild 35:	Übersicht über das Verhältnis der Leistungswerte einer technischen Ressource (Generator/ Pumpe) bezogen auf dem Netzanschlusspunkt	144
Bild 36:	Leistungsbegriffe Kraftwerksobjekt / KWO Pumpspeicherkraftwerk / BDEW	145
Tabelle 1:	Regeln zur Erfassung der Ereignisdaten	97
Tabelle 2:	Verschlüsselung der Ereignisdaten	99
Tabelle 3:	Schlüsselübersicht.....	111

Literatur

- [1] VGB: Availability of Thermal Power Plants – Definitions and Determination Methods. Translation of the 4th German edition 1987 (VGB-R 808 e). June 1991, VGB PowerTech Service GmbH, Essen.
- [2] VDEW: Begriffe der Versorgungswirtschaft. Teil B, Heft 1: Elektrizitätswirtschaftliche Grundbegriffe. 7. Ausgabe 1999, VDEW, Frankfurt am Main.
- [3] VGB-Bericht: Verfügbarkeit von Kraftwerken. VGB Technisch-wissenschaftliche Berichte (VGB-TW 103 V) Jahresberichte seit 1970.
und
VGB Report: Availability of Power Plants. VGB Technical Scientific (VGB-TW 103 Ve) annual reports since 1970, English issues since 1991, VGB PowerTech Service GmbH, Essen.
- [4] KKS: Kraftwerk-Kennzeichensystem – Richtlinie zur Anwendung und Schlüsselteil (VGB-S-811-01-2018-01-DE, 8. Ausgabe 2018, und VGB-B 106), VGB PowerTech Service GmbH, Essen.
und
KKS: Power Plant Classification System – Guidelines for Application and Key Part (VGB-S-811-01-2018-01-EN, 8th edition 2018, and VGB-B 106), VGB PowerTech Service GmbH, Essen.
- [5] World Association of Nuclear Operators (WANO): Detailed Descriptions of International Nuclear Power Plant Performance Indicators. August 1989, London.
- [6] Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie Électrique (UNIPED): Detailed Descriptions of International Performance Indicators for Fossil-Fired Power Plants. December 1991, Paris.
- [7] Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie Électrique (UNIPED): Statistical Terminology Employed in the Electricity Supply Industry. 4th Edition, June 1991, Paris.
- [8] VGB-Bericht: Analyse der Nichtverfügbarkeit von Kraftwerken. VGB Technisch-wissenschaftliche Berichte (VGB-TW 103 A) Jahresberichte seit 1988
und
VGB Report: Analysis of Unavailability of Power Plants. VGB Technical Scientific Reports (VGB-TW 103 Ae) annual report since 1988, English issues since 1991, VGB PowerTech Service GmbH, Essen.
- [9] RDS-PP Kennbuchstaben für Kraftwerkssysteme (System Schlüssel) Revision a (VGB B 101e). 3. überarb. Aufl. 2011,
und
RDS-PP Letter Code for Power Plant Systems (System key). 3rd Edition 2011, VGB PowerTech Service GmbH, Essen.

Stichwortverzeichnis

A

Anlagenabgrenzung	64	Ausnutzung	22, 35
Anlagenkonservierung	72	marktbewertet	36
Arbeit		Ausnutzungsdauer	87
äquivalente elektrische	78	Außeneinfluss	22, 66, 71
beanspruchbare	60	Brennstoff	72
geplante	62	Höhere Gewalt	74
geplante nicht verfügbare	43	Klima	73
Nennarbeit	Siehe Nennarbeit	Konservierung	72
nicht verfügbare	43	Netzrestriktionen	74
nicht verfügbare	61	Personalmangel	74
ungeplante disponible nicht verfügbare ...	43	Außeneinflussarbeitssiehe Arbeit, verfügbare nicht erzeugbare	
ungeplante disponible nicht verfügbare ...	62	Außeneinflussleistung	siehe Leistung, verfügbare nicht einsetzbare
ungeplante nicht disponible nicht verfügbare	43	Außeneinflusszeit	siehe Nichteinsetzbarkeitszeit, verfügbare
ungeplante nicht disponible nicht verfügbare	62	B	
ungeplante nicht verfügbare	43	Basisgrößen, Übersicht	40
ungeplante nicht verfügbare	62	Beanspruchbare Leistung	51
verfügbare	43, 60	Beanspruchbarkeit	22, 28 , 32, 42
verfügbare nicht eingesetzte	43	marktbewertet	32
Verfügbare nicht erzeugbare	43, 61	Begriffe	
verfügbare nicht erzeugte	61	Arbeitsbegriffe	59
verfügbare während Peak-Zeiten	60	Hierarchie	42
Arbeitsausnutzung	20, 35, 69, 79, 87, 89	Zeitbegriffe	44
Arbeitskosten	69	Zusammenhang	43
Arbeits-NV	27	Bereitschaft	42 , 66
Arbeitsverfügbarkeit	20, 25, 79, 87, 89	Bereitschaftsarbeit	43, 61
Arbeitsverlässlichkeit	28	Bereitschaftsleistung	43, 52
ungeplant	28	Bereitschaftszeit	43, 46
ungeplant nicht disponibel	28	Betrieb	42
Ausfallrate	22	stretch-out/ stretch-in	68, 72, 81
Arbeit	37	Betriebsarbeit	43, 60
Lastverteiler	38	Betriebsleistung	43, 51
Zeit	37	Bruttoleistung	51
		Eigenverbrauchsleistung	51

Nettleistung	51	ungeplant.....	30
Betriebszeit	43, 46 , 87	ungeplant nicht disponibel.....	30
D		Leistung.....	55, 56, 57
Datenerfassung.....	45, 84	Äquivalente elektrische	78
Beginn.....	45	Nennleistung	siehe Nennleistung
Ende.....	45	nicht verfügbare	43, 53
Deckungsbeitrag	69	verfügbare	43, 50
E		verfügbare nicht eingesetzte	43, 52
Ereignishierarchie	66	Verfügbare nicht einsetzbare	43
Ereignis-Merkmal-Schlüsselsystem		Leistungseinschränkung	
Anwendungsbeispiele	140	Außeneinfluss	71
Aufbau.....	111	Leistungsschwachung	
F		Kühlwasser- und Lufttemperaturen.....	69
Fahrdiagramm.....	21	Leistungsvergleich	90
Fahrplan.....	69	M	
Fahrplanarbeit.....	60	Mittelwertberechnung.....	85
Fahrplanleistung	52	N	
Fahrplantreue.....	31	Nachrüstmaßnahmen.....	71
K		Nennarbeit.....	43, 60
Kennwerte	19, 21, 40	KWK-Anlage.....	78
Ausfallrate	37	während Peak-Zeiten	15, 60
Ausnutzung	35	Nennleistung	43, 49 , 54
CO ₂ -Kennwert.....	39	KWK-Anlage.....	78
KWK-Kennwert	39	Nennzeit	43, 45
Verfügbarkeit.....	24	Peak-Stunden	45
weitere	39	Nichtbeanspruchbarkeit	siehe Nichtverfügbarkeit
Zuverlässigkeitskennwerte	28	Nichteinsatzzeit	
KISSY Siehe Kraftwerksinformationssystem		verfügbare	43
Konservierung Siehe Anlagenkonservierung		Verfügbare	46
Kraft-Wärme-Kopplung	Siehe KWK	Nichteinsatzbarkeitszeit	
Kraftwerksinformationssystem.....	106	verfügbare	43
Auswertung	108	Verfügbare	15 , 46
Dateneingabe.....	106	Nichtverfügbarkeit	22 , 23, 42, 66, 71
KWK-Anlage	64	Analyse.....	92
KWK-Anlagen	75	arbeit	27
L		Auswertung	103
Lastverteilerverlässlichkeit			

Erfassung	95, 97	Kernkraftwerke	81
geplant	23	Rauchgasreinigungsanlagen	81
Klassifizierung	22, 23	Startzuverlässigkeit	22, 29, 80
ungeplant	23	Gasturbinen und Notstromaggregate	80
ungeplante disponible	23	U	
ungeplante nicht disponible	23	Überarbeit	69
Unterschreitung	70	Übergabepunkt, Netzanschlusspunkt	58
Verlängerung	70	V	
vorziehen geplanter	83	Verfügbarkeit	18, 20, 42
zeit	27	marktbewertet	26
Nichtverfügbarkeitszeit	15, 43, 47	Verfügbarkeitskennwerte	24
geplante	43, 47	Verfügbarkeitszeit	15, 43, 45
ungeplante	43, 47	Peak-Verfügbarkeitszeit	45
ungeplante disponible	43, 47	Versorgungszuverlässigkeit	
ungeplante nicht disponible	43, 47	marktbewertet	29, 69
P		VGB-Richtlinie 140	92
Pareto-Diagramm	91	Z	
Perzentil-Diagramm	90	Zeit	
R		Nennzeit	Siehe Nennzeit
Regelarbeit	35	Zeitausfallrate	37
Retrofit	Siehe Nachrüstmaßnahmen	Zeitausnutzung	35, 87, 89
S		Zeit-NV	27
Sonderregelungen	81	Zeitverfügbarkeit	20, 24, 87, 89
fehlende Betriebsgenehmigung	82	Zeiverlässlichkeit	28

