

# VGB-Standard

## Wasserkraft

– Definitionen und Kennzahlen –

VGB-S-002-02-2014-06-DE

Herausgeber:

VGB PowerTech e.V.

Verlag:

VGB PowerTech Service GmbH

Verlag technisch-wissenschaftlicher Schriften

Klinkenstr. 27-31, 45136 Essen

Tel.: +49 201 8128-200

Fax: +49 201 8128-329

E-Mail: [mark@vgb.org](mailto:mark@vgb.org)

ISBN 978-3-86875-815-3 (Print)

ISBN 978-3-86875-795-8 (eBook)



Jegliche Wiedergabe ist nur mit vorheriger Genehmigung  
des VGB gestattet.

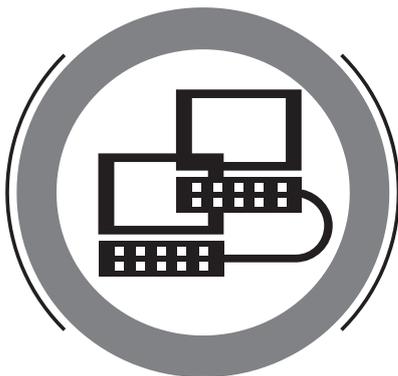
[www.vgb.org](http://www.vgb.org)

# Public License Document

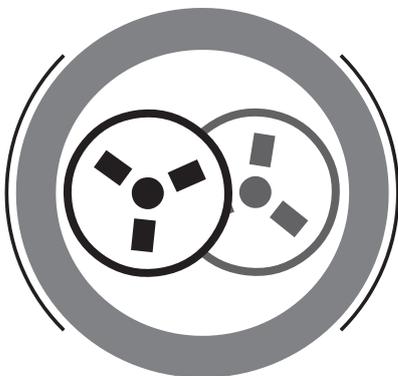
Public License Document  
Freie Lizenz



Network access allowed  
Einstellen in Netzwerke erlaubt



Copying and distribution allowed  
Kopie und Weitergabe erlaubt



All other rights reserved.  
Alle weiteren Rechte vorbehalten.

-----

### **Urheberrechtsvermerk**

*VGB-Standards, hier im Weiteren als „Werk“ bezeichnet, und alle in diesem Werk enthaltenen Beiträge und Abbildungen, sind urheberrechtlich geschützt. Dem VGB obliegt es, die Verwertungsrechte wahrzunehmen.*

*Der Begriff „Werk“ umfasst dabei sowohl diese Datei als PDF-Datei als auch die Inhalte. Der Urheberrechtsschutz umfasst das Werk als Ganzes als auch Teile bzw. Ausschnitte.*

*Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Genehmigung des VGB PowerTech e.V. unzulässig und strafbar. Dies gilt auch für herkömmliche Vervielfältigungen (darunter Fotokopien, Nachdruck), Übersetzungen, Mikroverfilmungen, jegliche Form von Digitalisierung, die Aufnahme in elektronische Datenbanken oder automatisierte Dateisysteme und Internet-Sites sowie für Vervielfältigungen auf CD-ROM oder andere digitale Medien, so auch das Einstellen des Datenträgers bzw. seiner Inhalte in Netzwerke und das Kopieren auf Festplatten und einer damit verbundenen Vervielfältigung.*

### **Haftungsausschluss**

*VGB-Standards sind Empfehlungen, deren Anwendung jedem freigestellt ist. Sie berücksichtigen den zum Zeitpunkt der jeweiligen Ausgabe herrschenden anerkannten Stand der Technik, erheben jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Richtigkeit. Wer sie anwendet, hat für die richtige Anwendung im konkreten Fall ausschließlich eigenverantwortlich Sorge zu tragen. Durch das Anwenden von VGB-Standards entzieht sich niemand der eigenen Verantwortung für sein eigenes Handeln entsprechend dem Stand der Technik, unabhängig davon ob und in welchem Ausmaß sie angewendet werden. Jeder handelt insoweit auf eigene Gefahr.*

*Eine Haftung oder Garantie des VGB PowerTech oder derjenigen, die an den VGB-Standards direkt oder indirekt, z. B. als (Mit-)Autor beteiligt sind, ist insoweit ausgeschlossen. Im Übrigen haftet VGB PowerTech und derjenige, der an den VGB-Standards direkt oder indirekt beteiligt ist, für entstehende Schäden, die keine Personenschäden sind, lediglich für Vorsatz und grobe Fahrlässigkeit; soweit kein Vorsatz vorliegt, ist die Haftung begrenzt auf den vorhersehbaren, typischerweise eintretenden Schaden.*

### **Hinweis zur Behandlung von Änderungsvorschlägen**

*Änderungsvorschläge können an die E-Mail-Adresse [vgb.standard@vgb.org](mailto:vgb.standard@vgb.org) gesendet werden. Zur eindeutigen Zuordnung des Inhalts sollte die Betreffzeile die Kurzbezeichnung des betreffenden Dokuments enthalten.*

## Änderungsverzeichnis

<b>VGB-Standard</b>	<b>Änderungsdatum</b>	<b>Kapitel</b>	<b>Beschreibung</b>
1. Ausgabe 2014, Stand Juni 2014	Juni 2014		Original

## Vorwort

Wasserkraft wurde schon in vorindustrieller Zeit zum Antrieb von Mühlen, Säge- und Hammerwerken genutzt und ist eine erprobte, bewährte, hoch effiziente sowie flexible Energieform. Heute wird mit Wasserkraft in Europa fast ausschließlich elektrischer Strom erzeugt. Mit Wirkungsgraden von mehr als 90 % leistet sie dabei einen nachhaltigen Beitrag zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Um der Bedeutung für die Energieversorgung gerecht zu werden, haben alle bisher erschienenen Hefte zur Wasserkraft versucht, die komplexen Zusammenhänge zwischen Technik, Natur und behördlich-rechtlichen Vorgaben praxistauglich abzubilden. Diese Wasserkraftwirtschaft beinhaltet ganz allgemein alle technischen und wirtschaftlichen Bereiche, die sich mit der Umwandlung der potentiellen und kinetischen Energie des Wassers in elektrische Energie befassen.

Seit dem Erscheinen der 6. Ausgabe des Heftes Wasserkraft im Jahre 1992 ist die redaktionelle Zuständigkeit für das Heft von dem vormaligen VDEW auf VGB Power-Tech e.V. übergegangen. Die Neuauflage berücksichtigt die zwischenzeitlich nachhaltige Veränderung des energiewirtschaftlichen Umfeldes der Wasserkraft.

Wichtige Veränderungen in diesem Umfeld lassen sich z. B. mit den Stichworten „Marktliberalisierung“, „Internationalisierung des Energiemarktes“ und „Energiewende“ kurz umreißen. Die daraus u. a. resultierende steigende Zahl behördlicher und verbandsseitiger Aktivitäten setzt die eindeutige Kenntnis vom Inhalt verwendeter Begriffe im internationalen Umfeld voraus.

Die vorliegende Neubearbeitung des VGB-Standards „Wasserkraft“ der bisherigen VDEW-Schriftenreihe „Begriffsbestimmungen in der Energiewirtschaft“ orientiert sich an diesem Anspruch und berücksichtigt zudem das neue elektronische Standardformat für VGB-Schriften.

Was erwartet den Leser der 1. Ausgabe des neuen VGB-Standard VGB-S-002-02-2014-06-DE

- Grundlegende Begriffsdefinitionen zur Wasserkraft (inklusive Gewässerkunde)
- Definition der Wasserkraft-spezifischen Zeit-, Leistungs- und Arbeitsbegriffe
- Ableitung statistischer und sonstiger Anlagenkenngrößen
- Überblick über aktuelle europäische Normen
- Definitionen in Ergänzungen, Erweiterungen und/oder Aktualisierung zu den gültigen DIN Normen 4048 [2] und 19700 [6]
- Grundlagen der allgemeinen Statistik

Das international zusammengesetzte Redaktionsteam ist sich bewusst, dass viele Begriffe bzw. Begriffsgruppen über den normalen Anwendungsbereich bei den meisten Wasserkraftbetreibern hinausgehen. Die Begriffe sollen deshalb für einen potentiellen Anwender auch als Angebot bzw. Orientierungshilfe verstanden werden.

Mit den umfassenden Definitionen sowie der Bereinigung synonyme Begriffserklärungen sollen die Bereitstellung von Daten für die Öffentlichkeit sowie Untersuchungen, Analysen und Akquisitionen auf ein einheitliches Verständnis gebracht werden. Verbesserungsvorschläge für künftige Ausgaben sind erwünscht und werden von der Geschäftsstelle des VGB PowerTech e. V. gern entgegengenommen.

Essen, im Juni 2014

VGB PowerTech e.V.

## Autorenverzeichnis

Dieser VGB-Standard wurde von der VGB-Projektgruppe „Verfügbarkeitsstatistik für Wasserkraftanlagen“ erstellt. Mitglieder der Projektgruppe:

Michael Brucker	E.ON Kraftwerke GmbH, Landshut
Dr. Thomas Dymek	RWE Power AG, Essen
Dr. Jörg Franke	EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Stuttgart
Eugen Kaar	VERBUND Hydro Power GmbH, Wien/Österreich
Jean-Francois Lehougre	EDF, Paris/Frankreich
Jürgen Lenz	VGB PowerTech e.V., Essen
Peter Pabst	Vattenfall Europe Generation AG, Cottbus
Stefan Prost	VGB PowerTech e.V., Essen
Dr. Jörn Rassow	EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Stuttgart
Dr. Ralf Uttich	RWE Power AG, Essen
Fernand Zanter	SEO Société de l'Our Centrale de Vianden, Vianden/Luxemburg

1. Ausgabe 1953 VDEW e.V., BGW e.V.
2. Ausgabe 1956 VDEW e.V., BGW e.V.
3. Ausgabe 1961 VDEW e.V., BGW e.V.
4. Ausgabe 1973 VDEW e.V., BGW e.V.
5. Ausgabe 1982 VDEW e.V., BGW e.V.
6. Ausgabe 1992 VDEW e.V., BGW e.V.
7. Ausgabe 2014 VGB PowerTech e.V.

## Inhalt

<b>Änderungsverzeichnis .....</b>	<b>4</b>
<b>Vorwort .....</b>	<b>5</b>
<b>Autorenverzeichnis .....</b>	<b>7</b>
<b>Inhalt .....</b>	<b>8</b>
<b>Alphabetisches Verzeichnis der Kurzzeichen.....</b>	<b>16</b>
<b>1 Grundlagen .....</b>	<b>21</b>
1.1 Allgemeines .....	23
1.1.1 Ausbaustrecke.....	23
1.1.2 Ausleitungsstelle, Entnahmestelle .....	23
1.1.3 Ausleitungsstrecke .....	23
1.1.4 Druckleitung .....	24
1.1.5 Eintiefungsstrecke .....	24
1.1.6 Einzugsgebiet .....	24
1.1.7 Entnahmestrecke .....	24
1.1.8 Freispiegelleitung .....	25
1.1.9 Rückgabestelle, Wiedereinleitungsstelle .....	25
1.1.10 Stauanlage .....	25
1.1.11 Stauhaltung .....	25
1.1.12 Staustufe .....	25
1.1.13 Stauwurzel.....	25
1.1.14 Triebwasserfassung .....	25
1.1.15 Triebwasserweg .....	26
1.1.16 Wasserschloss .....	26
1.1.17 Wehr .....	26
1.1.18 Wirksames Einzugsgebiet .....	26
1.2 Wasserkraftwerke.....	27
1.2.1 Ausleitungskraftwerk, Kanalkraftwerk.....	27
1.2.2 Brandungskraftwerk.....	27
1.2.3 Flusskraftwerk .....	27
1.2.4 Gezeitenkraftwerk.....	27
1.2.5 Hochdruckkraftwerk (Hochdruckanlage).....	27
1.2.6 Kleinwasserkraftwerk.....	27

1.2.7	Laufwasserkraftwerk.....	27
1.2.7.1	Schwellbetrieb .....	28
1.2.7.2	Schwellkette .....	28
1.2.7.3	Schwallbetrieb .....	28
1.2.8	Mehrzweckanlage.....	28
1.2.9	Niederdruckkraftwerk (Niederdruckanlage) .....	29
1.2.10	Pumpspeicherkraftwerk, Pumpspeicherwerk.....	29
1.2.11	Speicher .....	29
	Tagesspeicher .....	30
	Wochenspeicher.....	30
	Saisonspeicher .....	30
	Jahresspeicher .....	30
1.2.12	Speicherkraftwerk.....	30
1.2.13	Strömungskraftwerk.....	30
1.2.14	Wasserkraftwerk (Wasserkraftanlage).....	30
1.2.15	Wellenkraftwerk .....	30
1.3	Speicher und Stauhaltungen .....	31
1.3.1	Speicherräume (konstante Werte).....	31
1.3.1.1	Beckenraum .....	31
1.3.1.2	Gesamtspeicherraum, Gesamtstauraum.....	31
1.3.1.3	Nutzraum.....	31
1.3.1.4	Betriebsraum .....	31
1.3.1.5	Schwellraum .....	31
1.3.1.6	Freiraum .....	31
1.3.1.7	Oberer Reserveraum.....	32
1.3.1.8	Unterer Reserveraum .....	32
1.3.1.9	Totraum .....	32
1.3.2	Speicherinhalte (Momentanwerte).....	32
1.3.2.1	Gesamtspeicherinhalt, Gesamtstauinhalt .....	32
1.3.2.2	Nutzinhalt .....	32
1.3.2.3	Betriebsinhalt.....	32
1.3.2.4	Schwellrauminhalt .....	32
1.3.2.5	Oberer Reserverauminhalt .....	33
1.3.2.6	Unterer Reserverauminhalt .....	33

1.3.2.7	Totrauminhalt .....	33
1.3.3	Speicherhöhenmaße (Koten) .....	33
1.3.3.1	Stauziel.....	33
1.3.3.2	Stauzieltoleranz.....	33
1.3.3.3	Höchst möglicher Stau .....	33
1.3.3.4	Absenkziel .....	33
1.3.3.5	Tiefstmögliche Absenkung .....	34
1.3.3.6	Kronenkote .....	34
1.3.3.7	Kote Hochwasserentlastung.....	34
1.3.3.8	Freibord.....	34
1.4	Betriebsarten und Aufgaben.....	36
1.4.1	Speicher- und Stauraumbewirtschaftung.....	36
1.4.1.1	Abstau .....	36
1.4.1.2	Aufstau .....	36
1.4.1.3	Speicherinhaltsänderung.....	36
1.4.2	Laufwasserkraftwerke.....	36
1.4.2.1	Laufbetrieb .....	36
1.4.2.2	Schwellbetrieb .....	37
1.4.2.3	Durchlaufbetrieb .....	37
1.4.2.4	Kippbetrieb .....	37
1.4.2.5	Stillstand.....	37
1.4.2.6	Pumpbetrieb .....	37
1.4.2.7	Phasenschieberbetrieb.....	38
1.4.2.8	Hydraulischer Kurzschluss .....	38
1.4.2.9	Betriebsrhythmus.....	38
1.4.2.10	Tages-, Wochen-, Saisonbetrieb .....	39
1.4.2.11	Wälzbetrieb .....	39
1.4.2.12	Pendelwasser.....	39
1.4.2.13	Spitzenleistungsbereitstellung .....	39
1.4.2.14	Regelbetrieb .....	39
1.4.2.15	Reserveleistungsvorhaltung .....	39
1.5	Gewässerkunde .....	40
1.5.1	Abflussjahr, Hydrologisches Jahr .....	41
1.5.2	Hochwasser.....	41

1.5.3	Hochwasserabfluss .....	41
1.5.4	Errechneter höchster Hochwasserabfluss .....	41
1.5.5	Höchster Hochwasserabfluss .....	41
1.5.6	Höchster schiffbarer Durchfluss/Wasserstand.....	41
1.5.7	Mittelwasserabfluss .....	42
1.5.8	Mittlerer Hochwasserabfluss .....	42
1.5.9	Mittlerer Niedrigwasserabfluss .....	42
1.5.10	Nassjahr, Trockenjahr .....	42
1.5.11	Extremes Nassjahr, extremes Trockenjahr.....	42
1.5.12	Niedrigster Niedrigwasserabfluss .....	43
1.5.13	Niedrigwasserabfluss .....	43
1.5.14	n-jährlicher Hochwasserabfluss.....	43
1.5.15	Regeljahr .....	43
1.6	Durchflüsse und Wasservolumen.....	45
1.6.1	Durchfluss .....	46
	Zufluss.....	46
	Abfluss.....	46
1.6.2	Korrigierter Zufluss/ Korrigierter Abfluss.....	46
1.6.3	Gesamtzufluss.....	46
1.6.4	Fließende Welle .....	46
1.6.5	Zufluss von Kraftwerken oder Pumpwerken .....	47
	Zufluss aus Pumpwasser .....	47
	Zufluss aus Turbinenwasser.....	47
1.6.6	Natürlicher Zufluss.....	47
1.6.7	Oberliegerzufluss.....	48
1.6.8	Beileitungszufluss.....	48
1.6.9	Einleitungszufluss.....	48
1.6.10	Speicherentnahme, Zusatzwasser .....	48
1.6.11	Speicherrückhalt, Rückhaltung.....	48
1.6.12	Gesamtabfluss .....	48
1.6.13	Verfügbarer Kraftwerkszufluss, Verfügbarer Speicherabfluss .....	49
1.6.14	Ableitungsabfluss .....	49
1.6.15	Verlustabfluss .....	49
1.6.16	Überleitungsabfluss .....	49

1.6.17	Dotierwasserabfluss (Dotierwasserstrom) .....	49
1.6.18	Pflichtwasserabfluss (Pflichtwasserstrom).....	50
1.6.19	Restwasserabfluss .....	50
1.6.20	Abfluss für Kraftwerke oder Pumpwerke .....	50
	Abfluss für Pumpen .....	50
	Abfluss für Turbinen .....	51
1.6.21	Kraftwerksdurchfluss .....	51
1.6.22	Turbinendurchfluss .....	51
1.6.23	Kraftwerksverlustabfluss.....	51
1.6.24	Nutzbarer Kraftwerkszufluss.....	51
1.6.25	Anlagenbedingter Verlustabfluss .....	51
1.6.26	Betriebsbedingter Verlustabfluss .....	52
1.6.27	Ausbaudurchfluss .....	52
1.6.28	Turbinendurchfluss .....	52
1.6.29	Pumpförderstrom.....	52
1.6.30	Pumpennennförderstrom.....	52
1.7	Fallhöhen, Förderhöhen, Zulaufhöhen .....	54
1.7.1	Fallhöhen bei hydraulischen Maschinen.....	55
1.7.1.1	Nettofallhöhe .....	55
1.7.1.2	Nennfallhöhe .....	55
1.7.1.3	Verlusthöhe .....	55
1.7.2	Laufwasserkraftwerke.....	55
1.7.2.1	Rohfallhöhe .....	55
1.7.2.2	Kraftwerksfallhöhe .....	55
1.7.2.3	Kraftwerksausbaufallhöhe .....	55
1.7.2.4	Umleitungsfallhöhe .....	56
1.7.3	Speicherkraftwerke und Pumpspeicherkraftwerke .....	56
1.7.3.1	Bruttofallhöhe .....	56
1.7.3.2	Mittlere Fallhöhe .....	56
1.7.3.3	Maximale theoretische Fallhöhe .....	56
1.7.3.4	Maximale Fallhöhe .....	57
1.7.3.5	Minimale theoretische Fallhöhe .....	57
1.7.3.6	Minimale Fallhöhe .....	57
1.7.3.7	Geodätische Zulaufhöhe .....	57

1.7.3.8	Geodätische Förderhöhe .....	57
1.7.3.9	Mittlere Förderhöhe .....	57
1.7.3.10	Manometrische Förderhöhe .....	58
<b>2</b>	<b>Zeitbegriffe .....</b>	<b>62</b>
2.1	Zeit .....	63
2.2	Nennzeit .....	63
2.3	Verfügbarkeitszeit .....	63
2.4	Betriebszeit .....	63
2.5	Bereitschaftszeit .....	64
2.6	Verfügbare Nichteinsatzzeit .....	64
2.7	Nichtverfügbarkeitszeit .....	64
	Geplante Nichtverfügbarkeitszeit .....	65
	Ungeplante Nichtverfügbarkeitszeit .....	65
	Ungeplante disponible Nichtverfügbarkeitszeit .....	65
	Ungeplante nicht disponible Nichtverfügbarkeitszeit .....	65
2.8	Verfügbare Nichteinsatzbarkeitszeit .....	65
2.9	Verfügbare Nichtbeanspruchbarkeitszeit .....	65
2.10	Benutzungsdauer .....	67
	Benutzungsgrad .....	67
2.11	Ausnutzungsdauer .....	67
2.12	Ausbauzeit .....	68
2.13	Füllungsdauer eines Speichers .....	68
<b>3</b>	<b>Leistungsbegriffe .....</b>	<b>69</b>
3.1	Ausbauleistung .....	70
3.2	Bereitschaftsleistung .....	70
3.3	Betriebsleistung .....	70
3.3.1	Höchstleistung .....	70
3.4	Bilanzleistung .....	71
3.5	Engpassleistung, maximale Leistung .....	71
3.6	Gesicherte Leistung .....	72
3.7	Hydraulisch nichtverfügbare Leistung .....	74
3.8	Hydraulisch verfügbare Leistung .....	74
3.9	Leistung im Pumpbetrieb, Pumpleistung .....	75
3.10	Mittlere Leistung .....	75

3.11	Mittlere Leistung im Pumpbetrieb .....	75
3.12	Nennleistung .....	75
3.13	Technisch nichtverfügbare Leistung .....	76
3.14	Technisch nichtverfügbare Leistung mit Rückwirkung.....	76
3.15	Technisch verfügbare Leistung .....	76
3.16	Verfügbare Leistung .....	77
3.17	Nicht eingesetzte Leistung .....	77
3.18	Nicht einsetzbare Leistung .....	78
3.19	Geplante nicht verfügbare Leistung.....	78
3.20	Ungeplante nicht verfügbare Leistung.....	78
3.21	Beanspruchbare Leistung.....	78
3.22	Nicht beanspruchbare Leistung.....	79
3.23	Mindestleistung .....	79
3.24	Blindleistung .....	79
3.25	Scheinleistung .....	79
<b>4</b>	<b>Arbeitsbegriffe .....</b>	<b>83</b>
4.1	Arbeitsvermögen, Arbeitsdargebot .....	84
4.2	Regelarbeitsvermögen .....	85
4.3	Erzeugung (Betriebsarbeit).....	85
4.4	Maximaler Energieinhalt eines Speichers.....	85
4.5	Energieinhalt eines Speichers .....	86
4.6	Nicht verwertete Arbeit .....	86
4.7	Verfügbare Arbeit .....	86
4.8	Technisch verfügbare Arbeit.....	86
4.9	Technisch nicht verfügbare Arbeit.....	87
4.10	Technisch nicht verfügbare Arbeit mit Rückwirkung .....	87
4.11	Pumparbeit, Pumpenergie (Pumpstromverbrauch) .....	87
4.12	Phasenschieberbezug.....	87
4.13	Laufwasserarbeit .....	87
4.14	Wälzarbeit .....	87
4.15	Einstauverluste .....	88
4.16	Werkleistungsplan/Leistungsplan .....	88
4.17	Potenzialbegriff.....	90
4.17.1	Niederschlagspotenzial, Niederschlagsflächenpotenzial .....	90

4.17.2	Abflusspotenzial, Abflussflächenpotenzial .....	90
4.17.3	Abflusslinienpotenzial, Rohpotenzial .....	90
4.17.4	Technisches Wasserkraftpotenzial .....	91
4.17.5	Ausbauwürdiges Wasserkraftpotenzial.....	91
<b>5</b>	<b>Verfügbarkeit und Ausnutzung .....</b>	<b>92</b>
5.1	Zeitverfügbarkeit.....	94
5.2	Zeit-Nichtverfügbarkeit .....	94
5.3	Leistungsverfügbarkeit .....	95
5.4	Technische Leistungsverfügbarkeit .....	95
5.5	Arbeitsverfügbarkeit.....	95
5.6	Technische Arbeitsverfügbarkeit .....	96
5.7	Arbeits-Nichtverfügbarkeit .....	96
5.8	Zeitausnutzung .....	97
5.9	Leistungsausnutzung.....	97
5.9.1	Leistungsausnutzung der Engpassleistung .....	97
5.9.2	Leistungsausnutzung der mittleren Leistung .....	97
5.10	Ausnutzung .....	98
5.10.1	Energetische Ausnutzung.....	98
5.10.2	Regelausnutzung.....	98
5.10.3	Arbeitsausnutzung.....	98
5.11	Zeitverfügbarkeit einer Maschine (%).....	99
5.12	Zeitverfügbarkeit eines Kraftwerkes (%).....	99
5.13	Leistungsverfügbarkeit .....	100
<b>Anlage 1</b>	<b>Außeneinflüsse.....</b>	<b>101</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>104</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>105</b>
	<b>Literatur .....</b>	<b>106</b>
	<b>Alphabetisches Verzeichnis der Benennungen.....</b>	<b>108</b>
	<b>Stichwortverzeichnis.....</b>	<b>115</b>

## Alphabetisches Verzeichnis der Kurzzeichen

<b>Zeichen</b>	<b>Benennung</b>	<b>Kapitel</b>
$A_{HR}$	Regelbetrieb	1.4.2.14
f	Freibord	1.3.3.8
$h_{brutto}$	Bruttofallhöhe	1.7.3.1
$h_g$	Rohfallhöhe	1.7.2.1
$h_K$	Kraftwerksfallhöhe	1.7.2.2
$h_{KA}$	Kraftwerksausbaufallhöhe	1.7.2.3
$h_m$	Mittlere Fallhöhe	1.7.3.2
$h_{max}$	Maximale Fallhöhe	1.7.3.4
$h_{max\ theo}$	Maximale theoretische Fallhöhe	1.7.3.3
$h_{min}$	Minimale Fallhöhe	1.7.3.6
$h_{min\ theo}$	Minimale theoretische Fallhöhe	1.7.3.5
$h_N$	Nennfallhöhe	1.7.1.2
$h_{netto}$	Nettofallhöhe	1.7.1.1
$h_{p\ geo}$	Geodätische Förderhöhe	1.7.3.8
$h_{p\ man}$	Manometrische Förderhöhe	1.7.3.10
$h_{pm}$	Mittlere Förderhöhe	1.7.3.9
$H_{HQ}$	Höchster Hochwasserabfluss	1.5.3
$H_Q$	Hochwasserabfluss	1.5.3
$H_{Qn}$	n-jährlicher Hochwasserabfluss	1.5.14
$h_U$	Umleitungsfallhöhe	1.7.2.4
$h_V$	Verlusthöhe	1.7.1.3
$h_{z\ geo}$	Geodätische Zulaufhöhe	1.7.3.7
$I_B$	Betriebsinhalt	1.3.2.3
$I_N$	Nutzinhalt	1.3.2.2
$I_{RO}$	Oberer Reserverauminhalt	1.3.2.5
$I_{RU}$	Unterer Reserverauminhalt	1.3.2.6
$I_S$	Schwellrauminhalt	1.3.2.4
$k_{PH}$	Leistungsverfügbarkeit	5.3
$k_{PT}$	Technische Leistungsverfügbarkeit	5.4
$k_t$	Zeitverfügbarkeit	5.1
$k_t$	Zeitverfügbarkeit einer Maschine (%)	5.11
$k_t$	Zeitverfügbarkeit eines Kraftwerkes (%)	5.12

<b>Zeichen</b>	<b>Benennung</b>	<b>Kapitel</b>
$k_{tn}$	Zeit-Nichtverfügbarkeit	5.2
$k_W$	Arbeitsverfügbarkeit	5.5
$k_{Wn}$	Arbeits-Nichtverfügbarkeit	5.7
$k_{WT}$	Technische Arbeitsverfügbarkeit	5.6
$M_{HQ}$	Mittlerer Hochwasserabfluss	1.5.8
$M_{NQ}$	Mittlerer Niedrigwasserabfluss	1.5.9
$M_Q$	Mittelwasserabfluss	1.5.7
$N_{NQ}$	Niedrigster Niedrigwasserabfluss	1.5.12
$\eta_P$	Leistungsausnutzung	5.9
$\eta_{PE}$	Leistungsausnutzung der Engpassleistung	5.9.1
$\eta_{PH}$	Leistungsausnutzung der mittleren Leistung	5.9.2
$N_Q$	Niedrigwasserabfluss	1.5.13
$\eta_t$	Zeitausnutzung	5.8
$\eta_W$	Ausnutzung	5.10
$\eta_{We}$	Energetische Ausnutzung	5.10.1
$\eta_{Wr}$	Regelausnutzung	5.10.2
$P_A$	Ausbauleistung	3.1
$P_B$	Betriebsleistung	3.3
$P_b$	Beanspruchbare Leistung	3.21
$P_{Bil}$	Bilanzleistung	3.4
$P_s$	Gesicherte Leistung	3.6
$P_e$	Engpassleistung, maximale Leistung	3.5
$P_m$	Mittlere Leistung	3.10
$P_{mP}$	Mittlere Leistung im Pumpbetrieb	3.11
$P_N$	Nennleistung	3.12
$P_{nb}$	Nicht beanspruchbare Leistung	3.22
$P_{ng}$	Nicht eingesetzte Leistung	3.17
$P_{ns}$	Nicht einsetzbare Leistung	3.18
$P_{nv p}$	Geplante nicht verfügbare Leistung	3.19
$P_{nv u}$	Ungeplante nicht verfügbare Leistung	3.20
$P_{nvH}$	Hydraulisch nicht verfügbare Leistung	3.7
$P_{nvT}$	Technisch nicht verfügbare Leistung	3.13
$P_{nvTr}$	Technisch nicht verfügbare Leistung mit Rückwirkung	3.14

<b>Zeichen</b>	<b>Benennung</b>	<b>Kapitel</b>
$P_R$	Bereitschaftsleistung	3.2
$P_V$	Verfügbare Leistung	3.16
$P_{vH}$	Hydraulisch verfügbare Leistung	3.8
$P_{vT}$	Technisch verfügbare Leistung	3.15
$Q$	Durchfluss	1.6.1
$Q_A$	Ausbaudurchfluss	1.6.27
$Q_{Ab}$	Gesamtabfluss	1.6.12
$Q_{AbI}$	Ableitungsabfluss	1.6.14
$Q_{AbP}$	Abfluss für Pumpen	1.6.20
$Q_{AbT}$	Abfluss für Turbinen	1.6.20
$Q_{ATP}$	Abfluss für Kraftwerke oder Pumpwerke	1.6.20
$Q_{AV}$	Anlagenbedingter Verlustabfluss	1.6.25
$Q_{Bei}$	Beileitungszufluss	1.6.8
$Q_{BV}$	Betriebsbedingter Verlustabfluss	1.6.26
$Q_{Dot}$	Dotierwasserabfluss (Dotierwasserstrom)	1.6.17
$Q_{Ein}$	Einleitungszufluss	1.6.9
$Q_{FW}$	Fließende Welle	1.6.4
$Q_K$	Kraftwerksdurchfluss	1.6.21
$Q_{korr}$	Korrigierter Zufluss/ Korrigierter Abfluss	1.6.2
$Q_{KV}$	Kraftwerksverlustabfluss	1.6.23
$Q_N$	Nutzbarer Kraftwerkszufluss	1.6.24
$Q_{nat}$	Natürlicher Zufluss	1.6.6
$Q_{OL}$	Oberliegerzufluss	1.6.7
$Q_P$	Pumpförderstrom	1.6.29
$Q_{Pfl}$	Pflichtwasserabfluss (Pflichtwasserstrom)	1.6.18
$Q_{PN}$	Pumpennennförderstrom	1.6.30
$Q_{Rest}$	Restwasserabfluss	1.6.19
$Q_{SE}$	Speicherentnahme, Zusatzwasser	1.6.10
$Q_{SR}$	Speicherrückhalt, Rückhaltung	1.6.11
$Q_T$	Turbinendurchfluss	1.6.22
$Q_{TN}$	Turbinennenddurchfluss	1.6.28

<b>Zeichen</b>	<b>Benennung</b>	<b>Kapitel</b>
$Q_{\text{Über}}$	Überleitungsabfluss	1.6.16
$Q_V$	Verfügbarer Kraftwerkszufluss, Verfügbarer Speicherabfluss	1.6.13
$Q_{\text{Ver}}$	Verlustabfluss	1.6.15
$Q_{\text{ZTP}}$	Zufluss von Kraftwerken oder Pumpwerken	1.6.5
$Q_{\text{Zu}}$	Gesamtzufluss	1.6.3
$Q_{\text{ZuP}}$	Zufluss aus Pumpwasser	1.6.5
$Q_{\text{ZuT}}$	Zufluss aus Turbinenwasser	1.6.5
$S_{\text{SE}}$	Abstau	1.4.1.1
$S_{\text{SR}}$	Aufstau	1.4.1.2
$t$	Zeit	2.1
$t_A$	Ausbauzeit	2.12
$t_a$	Ausnutzungsdauer	2.11
$t_B$	Betriebszeit	2.4
$t_{\text{ben}}$	Benutzungsdauer	2.10
$t_f$	Füllungsdauer eines Speichers	2.13
$t_N$	Nennzeit	2.2
$t_{\text{nb}}$	Verfügbare Nichtbeanspruchbarkeitszeit	2.9
$t_{\text{ng}}$	Verfügbare Nichteinsatzzeit	2.6
$t_{\text{ns}}$	Verfügbare Nichteinsetzbarkeitszeit	2.8
$t_{\text{nv}}$	Nichtverfügbarkeitszeit	2.7
$t_{\text{nv p}}$	Geplante Nichtverfügbarkeitszeit	2.7
$t_{\text{nv u}}$	Ungeplante Nichtverfügbarkeitszeit	2.7
$t_{\text{nv ud}}$	Ungeplante disponible Nichtverfügbarkeitszeit	2.7
$t_{\text{nv un}}$	Ungeplante nicht disponible Nichtverfügbarkeitszeit	2.7
$t_R$	Bereitschaftszeit	2.5
$t_v$	Verfügbarkeitszeit	2.3
$V_B$	Betriebsraum	1.3.1.4
$V_F$	Freiraum	1.3.1.6
$V_G$	Gesamtspeicherraum, Gesamtstauraum	1.3.1.2
$V_N$	Nutzraum	1.3.1.3

<b>Zeichen</b>	<b>Benennung</b>	<b>Kapitel</b>
$V_{RO}$	Oberer Reserveraum	1.3.1.7
$V_{RU}$	Unterer Reserveraum	1.3.1.8
$V_S$	Schwellraum	1.3.1.5
$V_T$	Totraum	1.3.1.9
$W_B$	Erzeugung (Betriebsarbeit)	4.3
$W_{BH}$	Laufwasserarbeit	4.13
$W_{BW}$	Wälzarbeit	4.14
$W_H$	Arbeitsvermögen, Arbeitsdargebot	4.1
$W_{HN}$	Nicht verwertete Arbeit	4.6
$W_{HR}$	Regelarbeitsvermögen	4.2
$W_{nvT}$	Technisch nicht verfügbare Arbeit	4.9
$W_{nvTr}$	Technisch nicht verfügbare Arbeit mit Rückwirkung	4.10
$W_P$	Pumparbeit, Pumpenergie (Pumpstromverbrauch)	4.11
$W_{Ph}$	Phasenschieberbezug	4.12
$W_S$	Maximaler Energieinhalt eines Speichers	4.4
$W_{SV}$	Energieinhalt eines Speichers	4.5
$W$	Verfügbare Arbeit	4.7
$W_{Verl}$	Einstauverluste	4.15
$W$	Technisch verfügbare Arbeit	4.8
$Z_A$	Absenkziel	1.3.3.4
$Z_H$	Höchst möglicher Stau	1.3.3.3
$Z_S$	Stauziel	1.3.3.1
$Z_T$	Tiefstmögliche Absenkung	1.3.3.5
$\Delta I$	Speicherinhaltsänderung	1.4.1.3

## 1 Grundlagen

Wasserkraft kann gemäß unterschiedlicher Ansätze definiert und klassifiziert werden. Dabei besteht die Zielsetzung eines Wasserkraftwerkes vereinfacht ausgedrückt darin, die potenzielle Energie von Wasser, das eine Höhendifferenz in Richtung eines niedrigeren Niveaus überwindet, d. h. von oben nach unten fließt, zu nutzen. Das nutzbare Energiepotenzial ist proportional dem Produkt aus Strömungsmenge und Höhendifferenz.

So gibt es z. B. Klassifizierungsansätze gemäß Fallhöhe in Hoch-, Mittel- und Niederdruckanlagen. Ein anderer Ansatz berücksichtigt die jeweilige nationale Gesetzgebung im Hinblick auf die Einspeisung regenerativer Energien in das Stromnetz und die installierte Leistung. Diese Ansätze sind allerdings sehr individuell und orientieren sich stark an den landesspezifischen Gegebenheiten. Für sogenannte Kleinwasserkraftwerke schwanken die Grenzen in Europa beispielsweise zwischen 1,5 MW in Schweden und 15 MW in Frankreich.

Ein weiterer Ansatz klassifiziert Wasserkraft nach Art der ausgeführten Anlage als Laufwasserkraftwerk, (Pump-) Speicherkraftwerk oder als Kanal- oder Versorgungskraftwerk.

UNIPEDA/EURELECTRIC hat für Europa eine weitere einheitliche Klassifizierung vorgenommen, die auch von der ESHA und der Europäischen Kommission akzeptiert wird. Sie definiert Kleinwasserkraftwerke allgemein mit einer Obergrenze von 10 MW installierter elektrischer Leistung und klassifiziert die Wasserkraft wie folgt:

- Laufwasserkraftwerke: Kraftwerke ohne oder mit relativ kleiner Speicherkapazität. Diese Anlagen laufen üblicherweise im kontinuierlichen Betrieb als Grundlastanlagen. Die benötigte Zeit, um das ggf. vorhandene Speicherbecken zu füllen, ist kleiner als 2 Stunden ( $D \leq 2 \text{ h}$ ). Sie wird aus dem mittleren jährlichen Durchfluss des Gewässers ermittelt.

- Speicherkraftwerke: Wasserkraftwerke mit natürlichem Zufluss und Speichermöglichkeit in höher gelegenen Speichern zur bedarfsgerechten Erzeugung von Strom. Entsprechend der Entleerungsdauer des Speichers wird wie folgt unterschieden:
  - Kraftwerk mit Ausgleichsspeicher:  $2 \text{ h} < D < 400 \text{ h}$
  - Speicherkraftwerk:  $D \geq 400 \text{ h}$ .
- Pumpspeicherkraftwerke: Speicherkraftwerke, in denen aus tiefer gelegenen Speicherbecken Wasser in höher gelegene Becken gepumpt wird.
  - Pumpspeicherkraftwerke ohne natürlichen Zufluss: Kraftwerke mit reversibel betreibbaren Turbosätzen, die elektrischen Strom ausschließlich aus vorher in höher gelegene Speicherbecken gepumptem Wasser erzeugen. Der natürliche Zufluss ist vernachlässigbar ( $< 5 \%$  der mittleren jährlichen Turbinendurchflussmenge). Daher handelt es sich nicht um regenerative Energieumwandlung.
  - Pumpspeicherkraftwerke mit natürlichem Zufluss Pumpspeicherkraftwerke mit höher gelegenen Speicherbecken, die zu mehr als  $5 \%$  der mittleren jährlichen Turbinendurchflussmenge aus natürlichen Zuläufen gefüllt werden. Der natürliche Zufluss führt zu anteiliger regenerativer Energieumwandlung.

Darauf aufbauend dienen die im Folgenden aufgeführten Begriffe der näheren Erläuterung der Themen:

- Wasserkraft
- Speicher- und Stauhaltungen
- Betriebsarten und -aufgaben
- Gewässerkunde

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.1		Allgemeines
1.1.1 Ausbaustrecke		<p>Die Ausbaustrecke ist die einer Wasserkraftanlage zugeordnete Flussstrecke, z. B. der Abschnitt zwischen den Stellen im Wasserlauf oberhalb und unterhalb dieser Anlage, an denen sich der beeinflusste und der unbeeinflusste Wasserspiegel bei mittlerem Niedrigwasser (<math>M_{NQ}</math>) berühren, siehe Bild 4 (Seite 59) und Bild 8 (Seite 80).</p> <p>Bei Kraftwerksketten sind die einzelnen Ausbaustrecken durch behördliche oder vertragliche Regelungen festgelegt.</p>
1.1.2 Ausleitungs- stelle, Entnahme- stelle		<p>Die Ausleitungsstelle/Entnahmestelle ist derjenige Ort, an dem das zur Energiegewinnung verwendete Wasser aus dem ursprünglichen Gewässer (1.1.7) entnommen wird.</p>
1.1.3 Ausleitungs- strecke		<p>Die Ausleitungsstrecke (Umleitungsstrecke, Kanalstrecke) ist der Triebwasserweg zwischen der Ausleitungsstelle und der Rückgabestelle.</p> <p>Anmerkung:</p> <p>In Österreich wird als Ausleitungsstrecke das ursprüngliche Flussbett unterhalb einer Entnahmestelle, in der das natürliche Abflussvolumen merklich vermindert ist, bezeichnet.</p> <p>Die in Kapitel 1.1.15 definierte Ausleitungsstrecke wird in Österreich Triebwasserweg genannt.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.1.4 Druckleitung		<p>Eine Druckleitung ist eine Leitung, die im normalen Betrieb ganz mit Wasser gefüllt ist und unter Druck steht. Man unterscheidet üblicherweise</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Druckstollen/Triebwasserstollen (Neigungswinkel kleiner als etwa 30°)</li> <li>– Schrägschacht (Neigungswinkel etwa 45° bis 90°)</li> <li>– Druckschacht (Neigungswinkel 90°)</li> <li>– Druckrohrleitung (beliebiger Neigungswinkel).</li> </ul>
1.1.5 Eintiefungsstrecke		<p>Die Eintiefungsstrecke ist eine durch künstliche Maßnahmen (Baggerungen) beeinflusste Strecke des Unterwassers eines Wasserkraftwerkes.</p> <p>Anmerkung:</p> <p>Mit Sohlenerosion (natürliche Eintiefung) werden großflächige Abtragungen des Gewässerbettes, die entweder durch zu hohe Fließgeschwindigkeiten und/oder durch einen gestörten Geschiebehauhalt (Geschiebeentzug oder Geschiebemangel) verursacht sein können, bezeichnet.</p>
1.1.6 Einzugsgebiet		<p>Das Einzugsgebiet ist die in der Horizontalprojektion gemessene Fläche eines Gebietes, aus dem das Wasser einem bestimmten Ort (Staustufe, Speicher) zufließt. Die Grenzen zwischen Einzugsgebieten sind Wasserscheiden.</p>
1.1.7 Entnahmestrecke		<p>Die Entnahmestrecke (Restwasserstrecke, Mindestwasserstrecke, Mutterbett) ist die ursprüngliche Gewässerstrecke zwischen der Ausleitungsstelle und der Rückgabestelle (siehe Anmerkung bei Kapitel 1.1.3).</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.1.8 Freispiegel- leitung		Eine Freispiegelleitung ist eine Leitung, deren Querschnitt im normalen Betrieb nicht bis zum Scheitel mit Wasser gefüllt ist. Unterschieden werden Freispiegelstollen und Freispiegelrohrleitungen.
1.1.9 Rückgabe- stelle, Wieder- einleitungs- stelle		Die Rückgabestelle/Wiedereinleitungsstelle ist derjenige Ort, an dem das zur Energiegewinnung verwendete Wasser wieder in das ursprüngliche Gewässer eingeleitet wird.
1.1.10 Stauanlage		Eine Stauanlage ist ein Absperrbauwerk mit dem dazugehörigen Staubecken oder Speicherbecken.
1.1.11 Stauhaltung		Die Stauhaltung ist der von einer Staustufe flussaufwärts beeinflusste Bereich eines Flusses.
1.1.12 Staustufe		Eine Staustufe ist ein Bauwerk, das im Wesentlichen nur einen Fluss und nicht ein ganzes Tal absperrt. Es besteht in der Regel aus einem Kraftwerk, einem Wehr und ggf. einer Schleuse.
1.1.13 Stauwurzel		Die Stauwurzel ist die Stelle, bei der kein Höhenunterschied zwischen dem ungestauten und dem gestauten Wasserlauf messbar ist. Die Lage der Stauwurzel ist vom Abfluss abhängig.
1.1.14 Triebwasser- fassung		Die Triebwasserfassung ist das Bauwerk zur Entnahme des Triebwassers.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.1.15 Triebwasserweg		<p>Der Triebwasserweg ist der gesamte Weg des Wassers ab der Triebwasserfassung bis zur Wiedereinleitung in das ursprüngliche Gewässer (Rückgabestelle).</p> <p>Im Bereich der Maschinen (Turbinen) wird von Triebwasseräumen gesprochen.</p>
1.1.16 Wasserschloss		<p>Ein Wasserschloss im energiewirtschaftlichen Sinne ist ein Bauwerk im Zuge des Triebwasserweges, das der Begrenzung der bei schnellen Durchflussänderungen entstehenden Druckschwankungen dient.</p>
1.1.17 Wehr		<p>Ein Wehr ist ein Absperrbauwerk (auch Teil einer Staustufe), das zum Aufstau und meist auch zur Regelung des Wasserstandes oder des Abflusses dient.</p>
1.1.18 Wirksames Einzugsgebiet		<p>Das wirksame Einzugsgebiet ist das in seiner Fläche veränderte Einzugsgebiet aufgrund von Zu- und/oder Ableitungen aus bzw. in andere Einzugsgebiete.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.2		Wasserkraftwerke
1.2.1 Ausleitungs- kraftwerk, Kanalkraftwerk		Ein Ausleitungskraftwerk ist ein Wasserkraftwerk, das in einer Ausleitungsstrecke (Umleitungsstrecke) liegt. Ist diese Strecke ein offener Kanal, wird es auch als Kanalkraftwerk bezeichnet.
1.2.2 Brandungs- kraftwerk		Ein Brandungskraftwerk nutzt die Energie der an der Küste auflaufenden Wellen (Brandung).
1.2.3 Flusskraftwerk		Ein Flusskraftwerk ist ein Wasserkraftwerk, das mit seinem wesentlichen Anlageteilen im Flusslauf liegt. Bauweisen sind z. B. Pfeilerkraftwerk, Buchtenkraftwerk (siehe Bild 7, Seite 66).
1.2.4 Gezeiten- kraftwerk		Ein Gezeitenkraftwerk ist ein Wasserkraftwerk, das die Tide des Meeres nutzt.
1.2.5 Hochdruck- kraftwerk (Hochdruck- anlage)		Ein Hochdruckkraftwerk (Hochdruckanlage) ist ein Wasserkraftwerk mit großer Fallhöhe. Es ist in der Regel mit Francis- oder Peltonturbinen ausgerüstet.
1.2.6 Kleinwasser- kraftwerk		Ein Kleinwasserkraftwerk ist ein Wasserkraftwerk mit kleiner Ausbauleistung. Verbreitet gilt in Europa ein Grenzwert von 10 MW.
1.2.7 Laufwasser- kraftwerk		Ein Laufwasserkraftwerk ist ein Wasserkraftwerk, das den jeweilig nutzbaren natürlichen Zufluss unverzögert verwertet.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.2.7.1 Schwellbetrieb		Bei Schwellbetrieb kann durch Bewirtschaftung des zugehörigen Stauraumes der Kraftwerksdurchfluss beeinflusst werden. Die benötigte Zeit, um das ggf. vorhandene Speicherbecken zu füllen, ist kleiner als 2 Stunden ( $D \leq 2 \text{ h}$ ). Sie wird aus dem mittleren jährlichen Durchfluss des Gewässers ermittelt. Schwellbetriebsfähige Laufwasserkraftwerke gelten nicht als Speicherkraftwerke im Sinne der Definition 1.2.12.
1.2.7.2 Schwellkette		Eine Schwellkette besteht aus mehreren, am selben Gewässer unmittelbar hintereinander liegenden Laufwasserkraftwerken, von denen das oberste (Kopfspeicher) und das unterste (Endspeicher) bedingt speicherfähig sind. Die dazwischen liegenden Laufwasserkraftwerke nehmen am Schwellbetrieb teil, auch wenn sie selbst nicht schwellbetriebsfähig sein sollten.
1.2.7.3 Schwallbetrieb		Der Schwallbetrieb stellt einen außergewöhnlichen Betriebszustand bei plötzlicher Abschaltung der Kraftwerksturbinen dar. Hierbei wird bei einem Lastabwurf des Kraftwerkes möglichst viel Wasser über die ohne Last laufenden Turbinen abgeführt bis die Wehre ausreichend Abfluss übernehmen können.
1.2.8 Mehrzweck- anlage		Eine Mehrzweckanlage ist eine wasserbauliche Anlage, die neben der Nutzung der Wasserkraft vor allem anderen Zwecken dient, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="512 1527 1273 1559">– flussbaulichen Maßnahmen (Sohlenstabilisierung)</li> <li data-bbox="512 1581 1378 1697">– Anhebung des Wasserstandes (Grundwasserregulierung, Auwalderhaltung, Schutz anderer Bauten an Gewässern, Schifffahrt, Trinkwasser, Bewässerung)</li> <li data-bbox="512 1720 833 1751">– Hochwasserschutz</li> </ul>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.2.9 Niederdruck- kraftwerk (Niederdruck- anlage)		Ein Niederdruckkraftwerk (Niederdruckanlage) ist ein Wasserkraftwerk mit kleiner Fallhöhe und ist meist mit Kaplan- oder Durchströmturbinen ausgerüstet.
1.2.10 Pumpspeicher- kraftwerk, Pumpspeicher- werk		<p>Ein Pumpspeicherkraftwerk ist ein Speicherkraftwerk, dessen Speicher ganz oder teilweise durch gepumptes Wasser (Pumpwasser) gefüllt wird. Für die Bereitstellung des Pumpwassers ist im Allgemeinen ein Unterbecken erforderlich. Das Unterbecken kann auch die Stauhaltung, der Speicher eines anderen Wasserkraftwerkes oder ein natürliches Gewässer sein.</p> <p>Man unterscheidet zwischen Pumpspeicherkraftwerken mit natürlichem Zufluss und Pumpspeicherkraftwerken ohne natürlichen Zufluss in das Oberbecken.</p>
1.2.11 Speicher		<p>Ein Speicher oberhalb eines Speicherkraftwerkes (Oberbecken) dient zur Aufnahme von natürlichen und gepumpten Zuflüssen, um das Wasserdargebot zeitlich ganz oder teilweise zu verlagern. Ein Speicher unterhalb eines Speicherkraftwerkes (Unterbecken) dient zum vollständigen oder teilweisen Ausgleich des Kraftwerksdurchflusses (Gegenspeicher) oder bei Pumpspeicherkraftwerken zur Aufnahme des Pendelwassers.</p> <p>Speicher werden unterschieden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– nach der Art der Füllung (natürlicher Zufluss, Pumpspeicherung),</li> <li>– nach der Entleerungsdauer.</li> </ul> <p>Für energiewirtschaftliche Betrachtungen ist die Entleerungsdauer charakteristisch.</p>

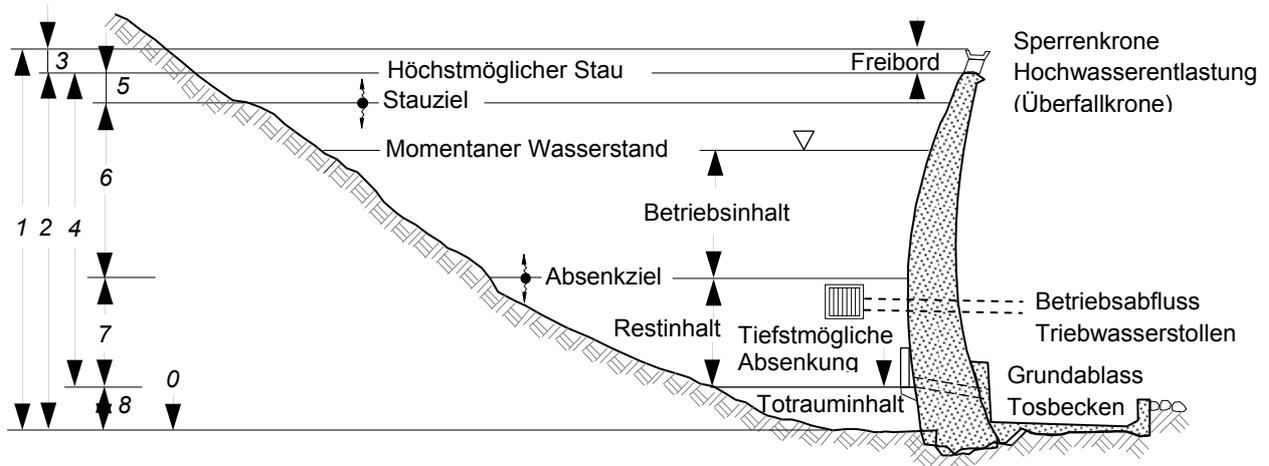
Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
Tagesspeicher		Entleerungsdauer: etwa bis zu 6 Stunden
Wochen- speicher		etwa zwischen 6 bis 25 Stunden
Saison- speicher		etwa bis zu 500 Stunden
Jahres- speicher		über etwa 500 Stunden
1.2.12 Speicher- kraft- werk		Ein Speicherkraftwerk ist ein Wasserkraftwerk, dessen Zufluss einem oder mehreren Speichern entnommen wird. Sein Einsatz ist damit weitgehend unabhängig vom zeitlichen Verlauf der Zuflüsse in seine(n) Speicher.
1.2.13 Strömungs- kraftwerk		Ein Strömungskraftwerk ist ein Wasserkraftwerk, das die im Wesentlichen kinetische Energie von Wasserströmungen nutzt (historisch: Schiffsmühlen).
1.2.14 Wasserkraft- werk (Wasser- kraftanlage)		Ein Wasserkraftwerk (Wasserkraftanlage) ist die Gesamtheit aller notwendigen Bauwerke, Maschinen und Einrichtungen, mit der die potentielle und kinetische Energie des Wassers in elektrische Energie umgewandelt und diese in das Netz eingespeist wird.  Wasserkraftwerke werden z. B. nach ihrer Lage, Art und Betriebsweise unterschieden.
1.2.15 Wellenkraft- werk		Ein Wellenkraftwerk ist ein Wasserkraftwerk, das die Energie der Wellen nutzt.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.3		<p>Speicher und Stauhaltungen</p> <p>Es ist der Raum und Inhalt zu unterscheiden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Raum ist das Volumen eines bestimmten Teils eines Speichers,</li> <li>– Inhalt ist das Wasser, das zu einem Betrachtungspunkt den Raum des angesprochenen Speicherteils ganz oder teilweise ausfüllt, siehe Bild 1, Seite 35</li> </ul>
1.3.1		Speicherräume (konstante Werte)
1.3.1.1 Beckenraum		Der Beckenraum ist der Raum zwischen der Sperrenkrone und der Talsohle und setzt sich zusammen aus Gesamtspeicherraum und Freiraum.
1.3.1.2 Gesamtspeicherraum, Gesamtstauraum	$V_G$	<p>Der Gesamtspeicherraum oder Gesamtstauraum ist der Raum zwischen dem höchstmöglichen Stau und der Sohle.</p> <p>Bei Laufwasserkraftwerken wird meistens die Benennung Stauraum angewendet.</p>
1.3.1.3 Nutzraum	$V_N$	Der Nutzraum ist der Raum zwischen dem höchstmöglichen Stau und der tiefstmöglichen Absenkung.
1.3.1.4 Betriebsraum	$V_B$	Der Betriebsraum ist der Raum zwischen Stauziel und Absenkziel.
1.3.1.5 Schwellraum	$V_S$	Der Schwellraum ist der Betriebsraum eines schwellfähigen Laufwasserkraftwerkes.
1.3.1.6 Freiraum	$V_F$	Der Freiraum ist der dem Freibord zugehörige Raum.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.3.1.7 Oberer Reserveraum	$V_{RO}$	Der obere Reserveraum ist der Raum zwischen dem jeweiligen Stauziel und dem höchstmöglichen Stau. Er dient beispielsweise der Beeinflussung des Hochwasserabflusses. Seine Größe kann jahreszeitlich variieren.
1.3.1.8 Unterer Reserveraum	$V_{RU}$	Der untere Reserveraum ist der Raum zwischen dem jeweiligen Absenkziel und der tiefstmöglichen Absenkung. Er dient beispielsweise der Abgabe von Pflichtwasser. Seine Größe (gleichbedeutend mit Inhalt) kann jahreszeitlich variieren.
1.3.1.9 Totraum	$V_T$	Der Totraum ist der Raum zwischen der tiefstmöglichen Absenkung (Grundablass) und der Sohle. Er kann nicht genutzt werden.
1.3.2		Speicherinhalte (Momentanwerte)
1.3.2.1 Gesamtspeicherinhalt, Gesamtstauinhalt		Der Gesamtspeicher- oder Gesamtstauinhalt ist der momentane Inhalt oberhalb der Sole.
1.3.2.2 Nutzhalt	$I_N$	Der Nutzhalt ist der momentane Inhalt oberhalb der tiefstmöglichen Absenkung.
1.3.2.3 Betriebsinhalt	$I_B$	Der Betriebsinhalt ist der momentane Inhalt oberhalb des Absenkziels und unterhalb des Stauziels.
1.3.2.4 Schwellrauminhalt	$I_S$	Der Schwellrauminhalt ist der Betriebsinhalt eines schwellfähigen Laufwasserkraftwerkes.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.3.2.5 Oberer Reserverauminhalt	I <sub>RO</sub>	Der obere Reserverauminhalt ist der momentane Inhalt oberhalb des Stauziels und unterhalb des höchstmöglichen Staus.
1.3.2.6 Unterer Reserverauminhalt	I <sub>RU</sub>	Der untere Reserverauminhalt ist der momentane Inhalt oberhalb der tiefstmöglichen Absenkung und unterhalb des Absenkziels.
1.3.2.7 Totrauminhalt		Der Totrauminhalt ist der Inhalt oberhalb der Sohle und unterhalb der tiefstmöglichen Absenkung.
1.3.3		Speicherhöhenmaße (Koten)
1.3.3.1 Stauziel	Z <sub>S</sub>	Das Stauziel ist der genehmigte obere Wasserstand eines Speichers oder Stauraumes.  Seine Höhe (oberes oder unteres Stauziel) kann von verschiedenen Faktoren abhängen, wie z. B. Jahreszeit, Zweck der Anlage, Zuflüsse.
1.3.3.2 Stauzieltoleranz		Die Stauzieltoleranz ist die positive und negative zulässige Abweichung vom Stauziel.
1.3.3.3 Höchstmöglicher Stau	Z <sub>H</sub>	Der höchstmögliche Stau (höchstes Stauziel) ist der baubedingte oberste mögliche Wasserstand eines Speichers oder Stauraumes.
1.3.3.4 Absenkziel	Z <sub>A</sub>	Das Absenkziel ist der jeweils zulässige untere Wasserstand eines Speichers oder Stauraumes.  Seine Höhe kann von verschiedenen Faktoren abhängen, wie z. B. Jahreszeit, Zweck der Anlage, Zuflüsse.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.3.3.5 Tiefstmögliche Absenkung	Z <sub>T</sub>	Die tiefstmögliche Absenkung (tiefstes Absenkziel) ist der baubedingte tiefste mögliche Wasserstand eines Speichers oder Stauraums.  Seine Höhenkote ist mit der Unterkante des Grundablasses identisch.
1.3.3.6 Kronenkote		Die Kronenkote ist das oberste Höhenmaß des Absperrbauwerkes eines Speichers.
1.3.3.7 Kote Hoch- wasserentlas- tung		Die Kote der Hochwasserentlastung ist das oberste Höhenmaß einer Überlaufkrone oder das oberste Höhenmaß eines entsprechenden Verschlusses (Oberkante Verschluss) bis zu der ein Speicher gefüllt sein kann.
1.3.3.8 Freibord	f	Der Freibord ist der vertikale Abstand zwischen der Krone und dem höchstmöglichen Stau.



0		Sohle
1		Beckenraum
2	$V_G$	Gesamtspeicherraum, Gesamtstauraum
3	$V_F$	Freiraum
4	$V_N$	Nutzraum
5	$V_{RO}$	Oberer Reserveraum, außergewöhnlicher Hochwasserrückhalteraum
6	$V_B$	Betriebsraum
7	$V_{RU}$	Unterer Reserveraum, Restraum
8	$V_T$	Totraum
	$I_i$	Speicherinhalte der entsprechenden Speicherräume

Bild 1: Speicherräume und Stauziele (siehe auch DIN 4048 und 19700) [1], [6] und ÖNORM M7103 [10])

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.4		Betriebsarten und Aufgaben
1.4.1		Speicher- und Stauraumbewirtschaftung
1.4.1.1 Abstau	S <sub>SE</sub>	Die Verkleinerung des Speicherinhaltes ( $\Delta I < 0$ ) heißt Abstau und tritt auf, wenn der Gesamtabfluss größer als der Gesamtzufluss ist ( $Q_{Ab} > Q_{Zu}$ ).
1.4.1.2 Aufstau	S <sub>SR</sub>	Die Vergrößerung des Speicherinhaltes ( $\Delta I > 0$ ) heißt Aufstau und tritt auf, wenn der Gesamtabfluss kleiner als der Gesamtzufluss ist ( $Q_{Ab} < Q_{Zu}$ ).
1.4.1.3 Speicherinhaltsänderung	$\Delta I$	Die Speicherinhaltsänderung ( $\Delta I$ ) ist die Differenz aus Zufluss- und Abflussvolumen über eine Zeitspanne.  $\Delta I = (Q_{Zu} - Q_{Ab}) \cdot \Delta t$ : Speicherinhaltsänderung $\Delta I > 0$ : Aufstau $\Delta I < 0$ : Abstau
1.4.2		Laufwasserkraftwerke
1.4.2.1 Laufbetrieb		Beim Laufbetrieb wird der jeweilige Kraftwerkszufluss unverzögert genutzt, d.h. ohne Speicherung zur Bereitstellung von Grundleistung (Grundlastdeckung, siehe auch VGB-S-002-T-01;2012-04.DE [14]).

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.4.2.2 Schwellbetrieb		<p>Beim Schwellbetrieb wird die Erzeugung im schwellbetriebsfähigen Laufwasserkraftwerk durch Bewirtschaftung des Stauraumes dem Leistungsbedarf (Netz) angepasst. Zu Schwachlastzeiten (Niedertarifzeiten, geringerer Elektrizitätsbedarf) wird der Gesamtzufluss <math>Q_{Zu}</math> über eine bestimmte Zeitdauer im Stauraum zurückgehalten (Aufstau). Der hierdurch geschaffene Speicherinhalt wird dann zur Starklastzeit (Peakzeit, großer Elektrizitätsbedarf) verwendet (Abstau).</p> <p>Bei der Art des Übergangs von einem niedrigeren auf einen höheren Durchfluss oder umgekehrt werden die zwei Fälle des Betriebsverlaufs „Durchlaufbetrieb“ oder „Kippbetrieb“ unterschieden.</p>
1.4.2.3 Durchlaufbetrieb		<p>Alle am Durchlaufbetrieb beteiligten Werke einer Schwellkette erhöhen ihren Durchfluss nacheinander, so dass in den Stauräumen das Stauziel eingehalten wird. Dies gilt sinngemäß auch bei der Verminderung des Durchflusses.</p>
1.4.2.4 Kippbetrieb		<p>Alle am Kippbetrieb beteiligten Werke einer Schwellkette erhöhen oder vermindern ihren Durchfluss gleichzeitig unter Verzicht auf Einhaltung der Stauziele.</p>
1.4.2.5 Stillstand		<p>Im Stillstand steht die elektrische Maschine sowie die Turbine und ggf. die Pumpe. Die elektrische Maschine ist vom Netz getrennt und ist anfahrbereit.</p>
1.4.2.6 Pumpbetrieb		<p>Im Pumpbetrieb wirkt die elektrische Maschine als Motor und bezieht elektrische Energie aus dem Netz zum Antrieb der Speicherpumpe. Diese fördert Wasser in den oberen Speicher.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.4.2.7 Phasenschieberbetrieb		Im Phasenschieberbetrieb liefert die elektrische Maschine (Synchronmaschine) als leerlaufender Motor Blindenergie in das Netz (induktive Fahrweise) oder bezieht Blindenergie aus dem Netz (kapazitive Fahrweise). Die Maschine entnimmt aus dem Netz Wirkenergie zur Deckung der Verluste.
1.4.2.8 Hydraulischer Kurzschluss		<p>Im hydraulischen Kurzschluss werden in demselben Kraftwerk gleichzeitig eine oder mehrere Turbinen und eine oder mehrere Pumpen betrieben. Die beteiligten hydraulischen Maschinen (Turbine und Pumpe) können zu einem Maschinensatz gehören.</p> <p>Das Wasser, das die Turbine(n) antreibt, stammt ganz oder teilweise direkt aus dem Pumpbetrieb.</p> <p>Anmerkung:</p> <p>Der hydraulische Kurzschluss bei Synchronmaschinen kann im Gegensatz zum Pumpbetrieb (konstante Leistungsentnahme aus dem Netz) ein Betrieb mit reduzierter und steuerbarer Leistungsentnahme sein. Mithilfe der steuerbaren Turbine kann die aus dem Netz angebotene/vereinbarte elektrische Leistung für den Pumpbetrieb eingehalten werden. Eingesetzt wird der hydraulische Kurzschluss zur Bereitstellung von Regelleistung.</p>
1.4.2.9 Betriebsrhythmus		Unter Betriebsrhythmus wird das Wechselspiel zwischen den unterschiedlichen Betriebsarten, z. B. Turbinen- und Pumpbetrieb, verstanden. Der Einsatz der Kraftwerke richtet sich nach marktwirtschaftlichen Prinzipien sowie den Anforderungen zur Sicherung eines stabilen Netzbetriebes.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.4.2.10 Tages-, Wo- chen-, Saison- betrieb		Je nach der Speicherkapazität der oberen Speicher, und der sich ergebenden Zeitspanne zum Leeren und Füllen, wird zwischen Tages-, Wochen- und Saisonbetrieb unterschieden.
1.4.2.11 Wälzbetrieb		Der Wälzbetrieb findet in einem Pumpspeicherkraftwerk statt. Das Pendelwasser (1.4.2.12) bei Turbinenbetrieb und Pumpbetrieb ist innerhalb der definierten Zeitspanne etwa gleich groß.
1.4.2.12 Pendelwasser		Die für den Wälzbetrieb benutzte Wassermenge heißt Pendelwasser. Die erzeugte elektrische Arbeit ist die Wälzarbeit, siehe Kapitel „Wälzarbeit“ (4.14).
1.4.2.13 Spitzen- leistungs- bereitstellung		Speicherkraftwerke und Pumpspeicherkraftwerke eignen sich im besonderen Maße zur Deckung von Spitzenlast (häufiges An- und Abfahren, hohe Leistungsänderungsgeschwindigkeiten, Höchstlastdeckung, siehe auch VGB-S-002-T-01;2012-04.DE [14]).
1.4.2.14 Regelbetrieb	A <sub>HR</sub>	Beim Regelbetrieb werden die Speicherkraftwerke und Pumpspeicherkraftwerke am „Belastungsgrad“ des Leistungs-Frequenz-Reglers betrieben. Dabei wird die Leistung der Maschinen dem Regelsignal angepasst (siehe auch VGB-S-002-T-01;2012-04.DE [14]).
1.4.2.15 Reserve- leistungsvorhaltung		Speicherkraftwerke und Pumpspeicherkraftwerke dienen zur Vorhaltung schnell verfügbarer Reserveleistung (Reserveleistungsvorhaltung), die bei Laständerungen und/oder Störungen in einem anderen Kraftwerk bzw. im Netz aktiviert werden kann.

## 1.5 Gewässerkunde

Die aufgeführten Begriffe entsprechen DIN 4049 [2], soweit diese dort behandelt werden. Eine Angleichung an die ÖNORM B 2400 [11] (abweichend davon gilt in den Jahren 2012 und 2013 die ÖNORM EN ISO 772 [11], Ausgabe 2011-12-15) ist, soweit das möglich war, vorgenommen worden. Hauptwerte und statistische Hauptzahlen sind Grenzwerte, arithmetische Mittelwerte sowie unter- oder überschrittene Werte der angegebenen Zeitspanne. Diese Hauptwerte werden im Folgenden nur in Verbindung mit dem Abfluss  $Q$  behandelt. Sie sind immer für einen bestimmten Ort anzugeben.

Bei Mittelwerten wird der Vorsatzbuchstabe  $M$  verwendet, z. B.  $MQ$ ,  $MHQ$ . Dieser Mittelwert ist das arithmetische Mittel aller Hauptbeobachtungen in der betrachteten Zeitspanne. Dieser Mittelwert erhält seine Bedeutung erst in Verbindung mit einer Zeitan-gabe.

Für eine Zeitspanne bis zu einem Jahr wird dieser Mittelwert als arithmetisches Mittel aus allen Beobachtungen (Merkmalswerte), also aus ihrer Summe, geteilt durch ihre Anzahl, für eine mehrjährige Zeitspanne aus den betreffenden Monats-, Halbjahres- oder Jahresmitteln, d. h. als Mittel aus Mitteln, gebildet.

Der Tageswert ist der für den jeweiligen Tag repräsentative Wert, vielfach das Tagesmittel.

Für Fälle, in denen Einzelwerte ungleiches Gewicht haben, werden in DIN 55302 [5] Sonderformeln angegeben.

Zur Erläuterung der Abflusswerte ist als Bild 2 (Zuflussdauerlinie), Seite 44, ein Auszug aus einem Gewässerkundlichen Jahrbuch [15] mit zusätzlicher Kommentierung wieder-gegeben.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.5.1 Abflussjahr, Hydrologi- sches Jahr		<p>Das Abflussjahr ist eine nach hydrologischen Gesichtspunkten festgesetzte Zeitspanne von einem Jahr (365 Tage).</p> <p>Das hydrologische Jahr zählt in Deutschland und Österreich vom 1. November des vorhergehenden Jahres bis zum 31. Oktober des Berichtsjahres. Das hydrologische Winterhalbjahr umfasst die Monate November bis einschließlich April, das hydrologische Sommerhalbjahr die Monate Mai bis einschließlich Oktober.</p>
1.5.2 Hochwasser		Bei Überschreitung eines definierten Grenzwertes des Abflusses wird von Hochwasser gesprochen.
1.5.3 Hochwasser- abfluss	$H_Q$	Der Hochwasserabfluss ist der definierte Maximalwert (Momentanwert) des Abflusses.
1.5.4 Errechneter höchster Hochwasser- abfluss		Der errechnete höchste Hochwasserabfluss ist der aus Berechnungen als größtmöglicher Hochwasserabfluss ermittelte Wert.
1.5.5 Höchster Hochwasser- abfluss	$H_{HQ}$	Der höchste Hochwasserabfluss (auch Scheitelwert genannt) ist der oberste Grenzwert der Abflüsse (Momentanwert).
1.5.6 Höchster schiffbarer Durchfluss/ Wasserstand		Der höchste schiffbare Durchfluss/Wasserstand ist derjenige, bei dem ein Schiffverkehr noch möglich ist. Er steht im Zusammenhang mit dem höchsten schiffbaren Wasserstand (HSW), bis zu dem der Schiffsverkehr auf einer Wasserstraße noch zulässig ist (siehe auch DIN 4054 [3]).

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.5.7 Mittelwasser- abfluss	$M_Q$	<p>Der Mittelwasserabfluss ist der arithmetische Mittelwert der Abflüsse in einer bestimmten anzugebenden Zeitspanne.</p> <p>Anmerkung: Es ist zweckmäßig anzugeben, welche Werte zur Bildung des Mittelwertes herangezogen werden (z. B. Stundenwerte).</p>
1.5.8 Mittlerer Hochwasser- abfluss	$M_{HQ}$	<p>Der mittlere Hochwasserabfluss ist der arithmetische Mittelwert (mittlerer oberer Grenzwert) der jeweils größten Abflüsse mehrerer gleichartiger Zeitspannen (beispielsweise gleiche Tage, Monate, Halbjahre oder Jahre). Zum Beispiel <math>M_{HQ1960/80}</math> ist der Mittelwert von <math>H_Q</math> der Jahre 1960 bis 1980. Als Basis werden Tagesmittelwerte verwendet.</p>
1.5.9 Mittlerer Nied- rigwasser- abfluss	$M_{NQ}$	<p>Der mittlere Niedrigwasserabfluss ist der arithmetische Mittelwert (mittlerer unterer Grenzwert) der jeweils kleinsten Abflüsse mehrerer gleichartiger Zeitspannen (beispielsweise gleiche Tage, Monate, Halbjahre oder Jahre). Zum Beispiel <math>M_{NQ1960/80}</math> ist der Mittelwert von <math>N_Q</math> der Jahre 1960 bis 1980. Als Basis werden Tagesmittelwerte verwendet.</p>
1.5.10 Nassjahr, Tro- ckenjahr		<p>Werden n-Jahre nach der Größe ihrer Abflussvolumen geordnet, so sind die n-Drittel-Jahre mit dem größten Abflussvolumen Nassjahre, die n-Drittel-Jahre mit dem kleinsten Abflussvolumen Trockenjahre.</p> <p>Die Anzahl der Jahre n sollte möglichst groß sein, z. B. <math>n &gt; 25</math> Jahre.</p>
1.5.11 Extremes Nassjahr, extremes Tro- ckenjahr		<p>Als extremes Nass- bzw. extremes Trockenjahr wird man das Jahr mit dem größten bzw. kleinsten Abflussvolumen in der untersuchten, ausreichend langen Jahresreihe bezeichnet.</p>

<b>Benennung</b>	<b>Zeichen</b>	<b>Begriffsbestimmung</b>
1.5.12 Niedrigster Niedrigwas- serabfluss	$N_{NQ}$	Der niedrigste Niedrigwasserabfluss ist der unterste Grenzwert der Abflüsse (Momentanwert).
1.5.13 Niedrigwas- serabfluss	$N_Q$	Der Niedrigwasserabfluss ist der untere Grenzwert (Momentanwert) in einer bestimmten anzugebenden Zeitspanne.
1.5.14 n-jährlicher Hochwasser- abfluss	$H_{Qn}$	Der n-jährliche Hochwasserabfluss, der in einer langen Reihe von Jahren im Mittel alle n Jahre einmal erreicht oder überschritten wird, z. B. $H_{Q100}$ (tritt im Mittel alle 100 Jahre einmal auf).
1.5.15 Regeljahr		<p>Das Regeljahr (Mitteljahr) ist ein fiktives Jahr, dessen wasserwirtschaftliche Größen arithmetische Mittelwerte einer zusammenhängenden Reihe von möglichst vielen, jedoch mindestens 10, für die gegebene Aufgabenstellung repräsentativen Jahren n sind. Die Zeitreihe ist bei Bedarf anzugeben; die Größen sind ggf. geänderten Voraussetzungen anzupassen.</p> <p>Fehlt eine besondere Bemerkung bei der Angabe einer Größe, so ist diese auf das Regeljahr bezogen.</p>

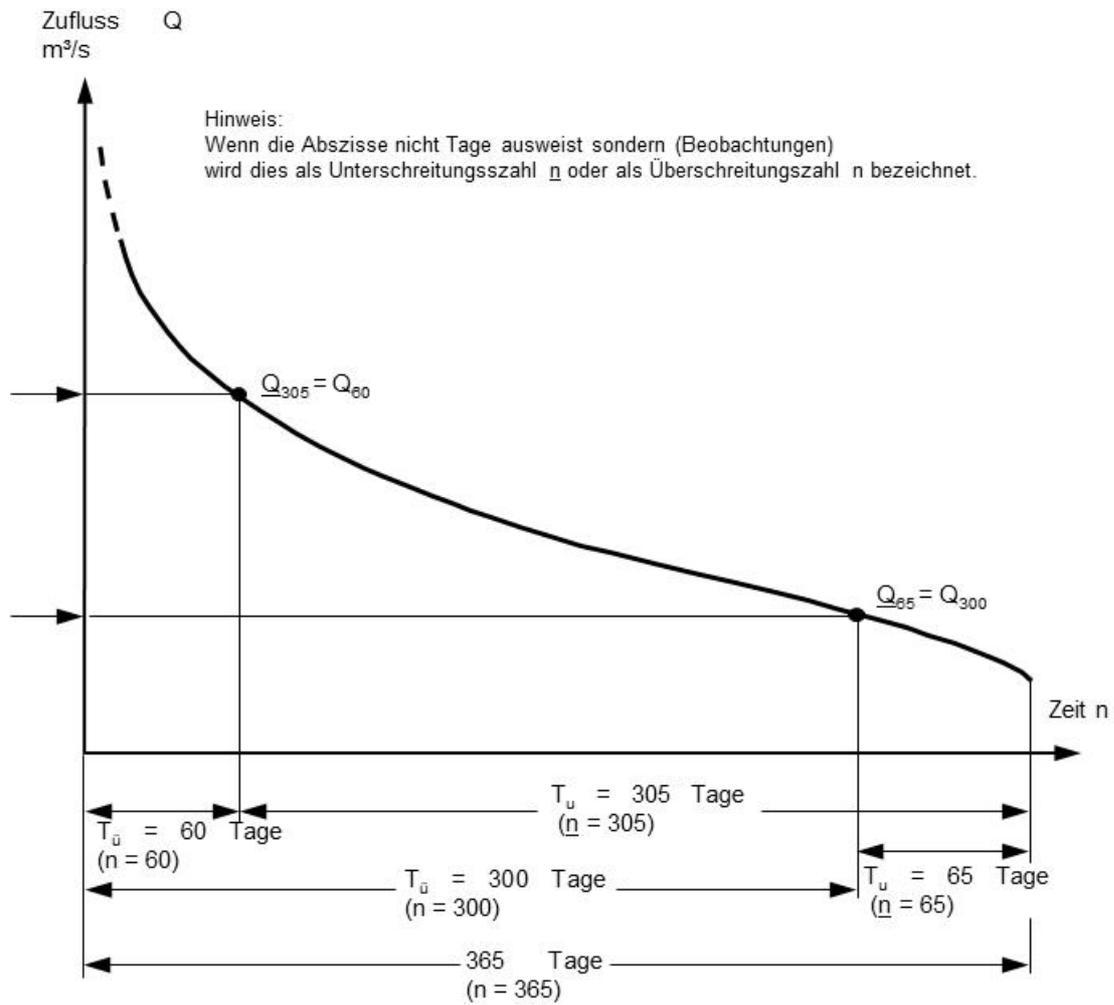


Bild 2: Zuflussdauerlinie

## 1.6 Durchflüsse und Wasservolumen (siehe Bild 3, Seite 53)

Der Durchfluss  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) ist das durch einen Querschnitt in einer Zeiteinheit (z. B. Sekunde) strömende Wasservolumen.

Das Wasservolumen  $S$  ( $\text{m}^3$ ) – in Österreich „Fracht“ – ist der über eine Zeitspanne integrierte Durchfluss. Zu  $Q_{\text{Zu}}$  gehört somit  $S_{\text{Zu}}$ .

Bei den genannten Begriffen (Durchflüsse) ist zu beachten, dass nicht alle erfasst und gemessen werden können; einige sind Rechengrößen.

Beziehen sich die Angaben auf das Regeljahr, so sind diese zusätzlich mit dem Index  $R$  zu kennzeichnen, z. B.  $S_{\text{Abr}}$  – Gesamtabflussvolumen im Regeljahr.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.6.1 Durchfluss	Q	Der Durchfluss ist das Wasservolumen, das einen (Durchfluss-)Querschnitt während einer bestimmten Zeiteinheit durchfließt.
Zufluss	$Q_{Zu}$	Der (Gesamt-)Zufluss ist das Wasservolumen aus einem Einzugsgebiet oder Speicher, das einem Raum in einer bestimmten Zeiteinheit zufließt.
Abfluss	$Q_{Ab}$	Der (Gesamt-)Abfluss ist das Wasservolumen aus einem Einzugsgebiet oder Speicher, das aus einem Raum in einer bestimmten Zeiteinheit abfließt.
1.6.2 Korrigierter Zufluss/ Korrigierter Abfluss	$Q_{korr}$	Der korrigierte Zufluss (korrigierter Abfluss) ist der Zufluss (Abfluss) eines Wasserlaufes, der zu einem bestimmten Zeitpunkt in einem bestimmten Querschnitt auftreten würde, wenn in Stauräumen des wirksamen Einzugsgebietes keine Speicherbewirtschaftung erfolgt wäre.
1.6.3 Gesamtzufluss	$Q_{Zu}$	Der Gesamtzufluss ist die Summe aller Zuflüsse in den betrachteten Speicher oder Stauraum, siehe Bild 3, Seite 53.  $Q_{Zu} = Q_{FW} + Q_{ZTP}$ $Q_{Zu} = Q_{OL} + Q_{Bei} + Q_{Ein} + Q_{nat} + Q_{ZuP} + Q_{ZuT}$
1.6.4 Fließende Welle	$Q_{FW}$	Die fließende Welle ist der Durchfluss eines betrachteten Speichers oder Stauraums, wenn keine Bewirtschaftung und keine Zuflüsse oder Entnahmen durch z. B. zugehörige Pumpspeicherkraftwerke erfolgen.  $Q_{FW} = Q_{OL} + Q_{Bei} + Q_{Ein} + Q_{nat}$

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.6.5 Zufluss von Kraftwerken oder Pump- werken	Q <sub>ZTP</sub>	<p>Der Zufluss von Kraftwerken oder Pumpwerken ist Teil des Gesamtzuflusses und wird durch den Betrieb anderer Speicherkraftwerke oder Pumpspeicherkraftwerke bewirkt. Dieser Zufluss kann zu einer Vergrößerung des Inhalts des betrachteten Speichers oder Stauraumes führen. Er kann auch die fließende Welle vergrößern. Der betrachtete Speicher oder Stauraum kann ein Unter- bzw. ein Oberbecken sein.</p> $Q_{ZTP} = Q_{ZuP} + Q_{ZuT}$
Zufluss aus Pumpwasser	Q <sub>ZuP</sub>	<p>Der Zufluss aus Pumpwasser ist der Teil des Gesamtzuflusses, der durch Pumpanlagen dem betrachteten Speicher oder Stauraum zugeführt wird. Der Speicher oder Stauraum kann dabei das Oberbecken eines Pumpspeicherkraftwerkes sein.</p>
Zufluss aus Turbinenwas- ser	Q <sub>ZuT</sub>	<p>Der Zufluss aus Turbinenwasser ist der Teil des Gesamtzuflusses, der von einem anderen Kraftwerk dem betrachteten Speicher oder Stauraum zugeführt wird. Der Speicher oder Stauraum kann dabei das Unterbecken dieses Kraftwerkes sein.</p>
1.6.6 Natürlicher Zufluss	Q <sub>nat</sub>	<p>Der natürliche Zufluss eines Speichers oder Stauraumes ist der Teil des Gesamtzuflusses, der aus dem Einzugsgebiet des betrachteten Speichers oder Stauraumes stammt und nur unterhalb der Oberliegergrenze zufließt (Seitengewässer). Hierzu zählen auch Niederschläge, die direkt in den betrachteten Speicher oder Stauraum fallen.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.6.7 Oberlieger- zufluss	$Q_{OL}$	Der Oberliegerzufluss ist die Summe aller direkten Oberliegerabflüsse in den betrachteten Speicher oder Stauraum.
1.6.8 Beileitungs- zufluss	$Q_{Bei}$	Der Beileitungszufluss ist der Teil des Gesamtzuflusses, der aus anderen Einzugsgebieten dem betrachteten Speicher oder Stauraum unterhalb der Oberliegergrenze zugeleitet wird.
1.6.9 Einleitungs- zufluss	$Q_{Ein}$	Der Einleitungszufluss führt dem betrachteten Speicher oder Stauraum den an anderer Stelle dieses Speichers oder Stauraums entnommenen Ableitungsabfluss $Q_{Abl}$ , z. B. Klärwasser, Kühlwasser, ganz oder teilweise wieder zu.
1.6.10 Speicherent- nahme, Zusatzwasser	$Q_{SE}$	Die Speicherentnahme oder das Zusatzwasser ist der Teil des Gesamtabflusses, der auf den Abstau $Q_{SE}$ zurückzuführen ist.
1.6.11 Speicherrück- halt, Rückhaltung	$Q_{SR}$	Der Speicherrückhalt oder die Rückhaltung ist der Teil des Gesamtzuflusses, der auf den Aufstau $S_{SR}$ zurückzuführen ist.
1.6.12 Gesamtabfluss	$Q_{Ab}$	<p>Der Gesamtabfluss ist die Summe aller Abflüsse aus einem Speicher oder Stauraum.</p> $Q_{Ab} = Q_V + Q_{Abl} + Q_{Ver} + Q_{Über} + Q_{Dot} + Q_{ATP}$ <p>Anmerkung: <math>Q_{Ab}</math> kann infolge Bewirtschaftung des Speichers oder Stauraumes gegenüber <math>Q_{Zu}</math> verschieden sein.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.6.13 Verfügbarer Kraftwerks- zufluss, Verfügbarer Speicher- abfluss	$Q_V$	<p>Der verfügbare Kraftwerkszufluss, oft „Verfügbarer Zufluss“ genannt, ist der Teil des Gesamtabflusses eines Speichers oder Stauraums, der für ein Wasserkraftwerk zur Verfügung steht.</p> <p>Je nach Standort des Betrachters wird der verfügbare Kraftwerkszufluss auch verfügbarer Speicherabfluss genannt.</p>
1.6.14 Ableitungs- abfluss	$Q_{Abl}$	<p>Der Ableitungsabfluss ist der Teil des Gesamtabflusses, der dem betrachteten Speicher oder Stauraum für Kühlwasser, Trinkwasser, Bewässerungswasser usw. entnommen wird. Er wird an anderer Stelle dem Speicher oder Stauraum als Einleitungszufluss <math>Q_{Ein}</math> ganz oder teilweise wieder zugeführt.</p>
1.6.15 Verlustabfluss	$Q_{Ver}$	<p>Der Verlustabfluss eines betrachteten Speichers oder Stauraums ist das Verdunstungs- und Sickerwasser.</p>
1.6.16 Überleitungs- abfluss	$Q_{Über}$	<p>Der Überleitungsabfluss ist der Teil des Gesamtabflusses, der dem betrachteten Speicher oder Stauraum entnommen und durch Überleitung anderen Einzugsgebieten zugeführt wird.</p>
1.6.17 Dotierwasser- abfluss (Dotierwasser- strom)	$Q_{Dot}$	<p>Der Dotierwasserabfluss (Dotierwasserstrom) ist der Abfluss, der beim Beginn der Ausleitungsstrecke in die Entnahmestrecke abgegeben werden muss (siehe Bild 5, Seite 60). Eine spätere Versickerung oder Wasserzufuhr innerhalb der Entnahmestrecke bleibt unberücksichtigt.</p> <p>Anmerkung: In Österreich ist der Begriff Dotierwasserabgabe gebräuchlich. Die behördlich vorgegebene Dotierwasserabgabe wird als Dotierwasservorschrift bezeichnet (siehe ÖNORM M7103 [10]).</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.6.18 Pflichtwasser- abfluss (Pflichtwasser- strom)	$Q_{Pfl}$	<p>Der Pflichtwasserabfluss (Pflichtwasserstrom) ist der von der Behörde vorgeschriebene oberirdische Mindestdurchfluss in einem bestimmten Durchflussquerschnitt einer Entnahmestrecke (Flussstrecke) unterhalb einer Ausleitungsstelle (1.1.2) zu einer bestimmten Zeit.</p> <p>Anmerkung: In Österreich ist der Begriff Restwasservorschreibung gebräuchlich (siehe ÖNORM M7103 [10]).</p>
1.6.19 Restwasser- abfluss	$Q_{Rest}$	Der Restwasserabfluss ist der Abfluss, der in einer Entnahmestrecke an einer bestimmten Stelle unterhalb einer Wasserentnahmestelle oberirdisch abfließt.
1.6.20 Abfluss für Kraftwerke oder Pumpwerke	$Q_{ATP}$	<p>Der Abfluss für Kraftwerke oder Pumpwerke ist der Teil des Gesamtabflusses, der durch den Betrieb anderer Speicherkraftwerke oder Pumpspeicherkraftwerke bewirkt wird. Dieser Abfluss kann zu einer Verkleinerung des Inhalts des betrachteten Speichers oder Stauraums oder zu einer Verkleinerung der fließenden Welle führen. Der betrachtete Speicher oder Stauraum kann ein Ober- bzw. Unterbecken der anderen Anlagen sein.</p> $Q_{ATP} = Q_{AbP} + Q_{AbT}$
Abfluss für Pumpen	$Q_{AbP}$	Der Abfluss für Pumpen ist der Teil des Gesamtabflusses, der durch Pumpanlagen dem betrachteten Speicher- oder Stauraum entnommen wird. Der Speicher oder Stauraum kann das Unterbecken eines Pumpspeicherkraftwerks sein.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
Abfluss für Turbinen	$Q_{AbT}$	Der Abfluss für Turbinen ist der Teil des Gesamtabflusses, der durch die Turbinen, meist eines Pumpspeicherkraftwerks, dem betrachteten Speicher oder Stauraum entnommen wird. Der Speicher oder Stauraum kann das Oberbecken dieses Pumpspeicherkraftwerkes sein.
1.6.21 Kraftwerks- durchfluss	$Q_K$	Der Kraftwerksdurchfluss ist bei Laufwasserkraftwerken und Speicherkraftwerken gleich der Summe aus dem Turbinendurchfluss und dem Kraftwerksverlustabfluss, siehe 1.6.23.  $Q_K = Q_T + Q_{KV}$
1.6.22 Turbinen- durchfluss	$Q_T$	Der Turbinendurchfluss ist der Teil des Kraftwerksdurchflusses, der von den Turbinen eines Kraftwerks genutzt wird.
1.6.23 Kraftwerks- verlustabfluss	$Q_{KV}$	Der Kraftwerksverlustabfluss ist der Teil des Kraftwerksdurchflusses, der den Turbinen nicht zur Verfügung steht, z. B. für Leerschuss, Brauchwasser, Kühlwasser, Fischtreppe oder andere.
1.6.24 Nutzbarer Kraftwerks- zufluss	$Q_N$	Der nutzbare Kraftwerkszufluss ist der Teil des Gesamtzuflusses, der von einem Kraftwerk energetisch genutzt werden kann. Er ergibt sich rechnerisch aus:  $Q_N = Q_V - Q_{AV}$
1.6.25 Anlagenbe- dingter Verlustabfluss	$Q_{AV}$	Der anlagenbedingte Verlustabfluss ist der Teil des verfügbaren Kraftwerkszuflusses, der infolge Abgaben für Wehrspülungen, Schleusenwasser, Schleusenkammerspülungen, Eisabfuhr, Wehrabflüsse oder Überschreitung des Ausbaudurchflusses energetisch nicht genutzt werden kann.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.6.26 Betriebsbe- dingter Verlustabfluss	$Q_{BV}$	Der betriebsbedingte Verlustabfluss ist der Teil des nutzbaren Kraftwerkszuflusses, der infolge von Nichtverfügbarkeit von Anlageteilen oder Störungen im Netz energetisch nicht genutzt werden kann.
	$Q_{BVI}$ $Q_{BVE}$	Der betriebsbedingte Verlustabfluss kann in interne Verlustabflüsse $Q_{BVI}$ (Kraftwerk) und externe Verlustabflüsse $Q_{BVE}$ (z. B. Netz) aufgeteilt werden.
1.6.27 Ausbaudurch- fluss	$Q_A$	Der Ausbaudurchfluss ist der Durchfluss, für den ein Kraftwerk ausgelegt ist.
1.6.28 Turbinennenn- durchfluss	$Q_{TN}$	Der Turbinennenddurchfluss ist der Durchfluss, für den die Turbine bestellt ist. Vielfach wird ein Nenndurchflussbereich angegeben.
		Anmerkung: Der Turbinennenddurchfluss kann durch Abnahmemessungen korrigiert werden.
1.6.29 Pumpförder- strom	$Q_P$	Der Pumpförderstrom ist der durch Pumpanlagen bzw. Pumpspeicherkraftwerke geförderte Durchfluss.
1.6.30 Pumpennenn- förderstrom	$Q_{PN}$	Der Pumpennennförderstrom ist der Durchfluss, für den eine Pumpe bestellt ist. Vielfach wird ein Nenndurchflussbereich angegeben.
		Anmerkung: Der Pumpennennförderstrom kann durch Abnahmemessungen korrigiert werden.

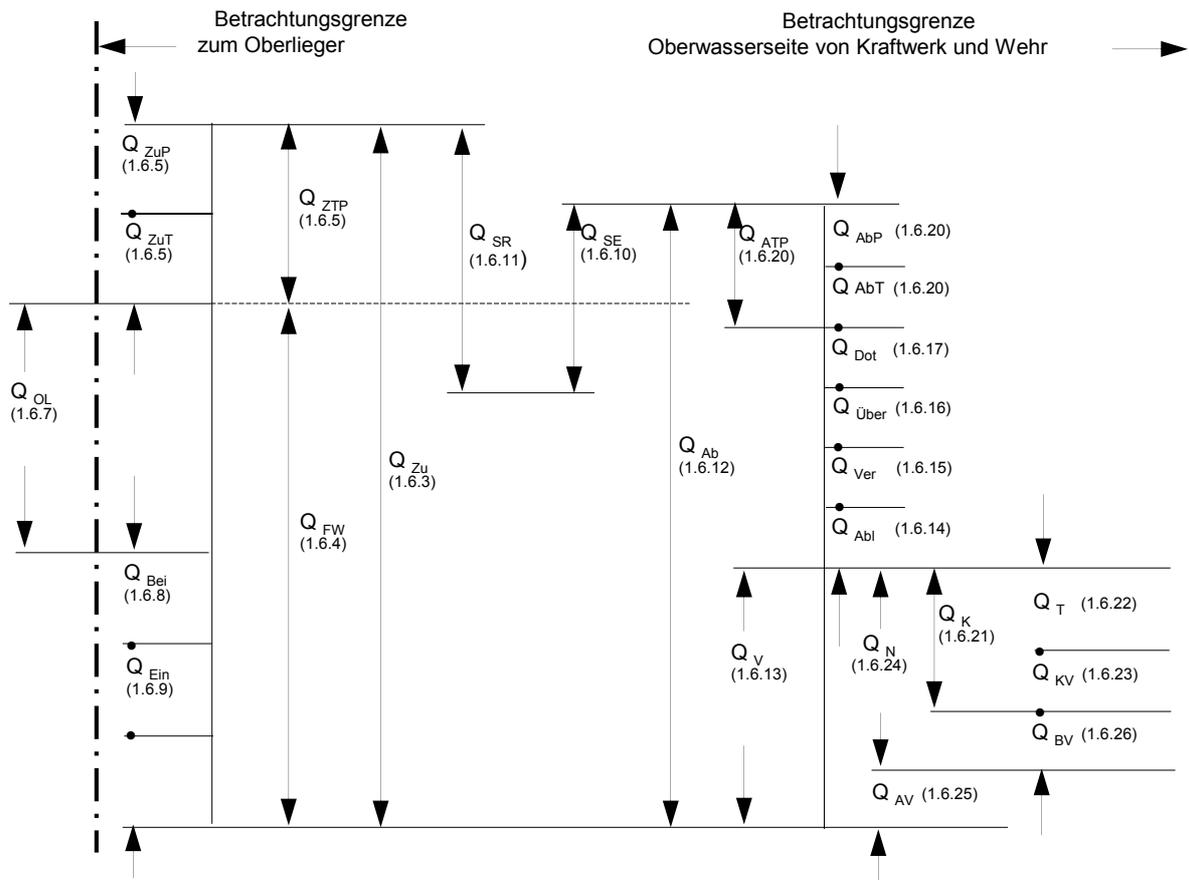


Bild 3: Allgemeinster Fall eines Durchflussschemas bei einem Laufwasserkraftwerk

(Annahme: Die Stauhaltung ist gleichzeitig das Unterbecken eines Pumpspeicherkraftwerks und das Oberbecken eines anderen Pumpspeicherkraftwerks.)

## 1.7 Fallhöhen, Förderhöhen, Zulaufhöhen

Die Fallhöhe bzw. Förderhöhe ist der Höhenunterschied zwischen zwei Energieniveaus. In der Praxis wird im Allgemeinen die Fallhöhe mit ausreichender Genauigkeit dem Höhenunterschied der Wasserspiegel (geodätische Fallhöhe) gleichgesetzt (vgl. z. B. Bild 4, Seite 59).

Bei Abnahmeversuchen an Turbinen und Pumpen müssen jedoch die Differenzen der Luftdrücke und der Geschwindigkeitshöhen berücksichtigt werden. Zusätzlich sind die geeigneten Messorte festzulegen.

In IEC 60041 [7], 60193 [8], 62097 [9] wird Näheres über die „Spezifische hydraulische Energie einer Maschine“ und über die „Spezifische hydraulische Energie“ bezüglich der Berücksichtigung von Dichte, Geschwindigkeit und Höhenlage ausgeführt.

Bei einem Laufwasserkraftwerk ist die Fallhöhe eine Funktion des Abflusses. Mit zunehmendem Abfluss steigt der Unterwasserstand, die Fallhöhe nimmt ab. Die Fallhöhe wird entweder als Mittelwert in einer Zeitspanne oder als oberer und unterer Grenzwert angegeben, um den betriebsmäßigen Schwankungsbereich zu kennzeichnen.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.7.1		Fallhöhen bei hydraulischen Maschinen
1.7.1.1 Nettofallhöhe	$h_{\text{netto}}$	Die Nettofallhöhe ist die Differenz der Energiehöhen zwischen Eintrittsquerschnitt und Austrittsquerschnitt der Turbine. Dabei sind die verschiedenen Turbinen-Bauarten zu beachten, siehe DIN 4320 [4].
1.7.1.2 Nennfallhöhe	$h_N$	Die Nennfallhöhe ist die Fallhöhe, für welche die Turbine bestellt ist. Vielfach werden für mehrere Fallhöhen Garantien bezüglich Leistung und Wirkungsgrad zwischen Hersteller und Kraftwerksbetreiber vereinbart.
1.7.1.3 Verlusthöhe	$h_V$	Die Verlusthöhe ist ein Maß für die Minderung der Energiehöhen, z. B. durch Rohrreibung, Verschlussorgane, Umlenkungen, Umleitungen, Einlaufrechen, Einlaufverluste, Auslaufverluste.
1.7.2		Laufwasserkraftwerke
1.7.2.1 Rohfallhöhe	$h_g$	Die Rohfallhöhe einer Ausbaustrecke ist der Höhenunterschied der Wasserspiegel am Anfang und am Ende der Ausbaustrecke.
1.7.2.2 Kraftwerksfallhöhe	$h_K$	Die Kraftwerksfallhöhe ist der Höhenunterschied zwischen dem Oberwasserspiegel vor dem Rechen und dem Unterwasserspiegel hinter dem Saugschlauch eines Kraftwerkes, gemessen als Pegeldifferenz.
1.7.2.3 Kraftwerksausbaufallhöhe	$h_{KA}$	Die Kraftwerksausbaufallhöhe ist die Kraftwerksfallhöhe bei Ausbaudurchfluss.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.7.2.4 Umleitungsfallhöhe	$h_U$	Die Umleitungsfallhöhe ist der Höhenunterschied des Wasserspiegels vor einer Wassererfassung und des Wasserspiegels an der Wiedereinmündungsstelle.
1.7.3		Speicherkraftwerke und Pumpspeicherkraftwerke  (siehe auch Bild 6, Seite 61)
1.7.3.1 Bruttofallhöhe	$h_{\text{brutto}}$	Die Bruttofallhöhe ist der Höhenunterschied zwischen dem Wasserspiegel des Oberbeckens und bei Überdruckturbinen (Francis, Kaplan) dem Wasserspiegel des Unterbeckens,  bei eindüsigen Freistrahlturbinen der Höhe des Berührungspunktes von Strahlachse und Strahlkreisdurchmesser,  bei mehrdüsigen Freistrahlturbinen dem Mittelwert der Berührungspunkte zwischen Strahlachsen und Strahlkreisdurchmesser.  bei mehrdüsigen Freistrahlturbinen dem Mittelwert der Berührungspunkte zwischen Strahlachsen und Strahlkreisdurchmesser.
1.7.3.2 Mittlere Fallhöhe	$h_m$	Die mittlere Fallhöhe ist der Höhenunterschied zwischen den Schwerpunkten der Betriebsräume des Oberbeckens und des Unterbeckens. Sie kann sich auch auf die Energieschwerpunkte (Einfluss der Wirkungsgradabhängigkeit) beziehen. Die besonderen Bedingungen bei Freistrahlturbinen sind zu beachten.
1.7.3.3 Maximale theoretische Fallhöhe	$h_{\text{max theo}}$	Die maximale theoretische Fallhöhe ist der Höhenunterschied zwischen dem höchstmöglichen Stau des Oberbeckens und der tiefsten Absenkung des Unterbeckens.

<b>Benennung</b>	<b>Zeichen</b>	<b>Begriffsbestimmung</b>
1.7.3.4 Maximale Fallhöhe	$h_{\max}$	Die maximale Fallhöhe ist der Höhenunterschied zwischen dem Stauziel des Oberbeckens und Absenkziel des Unterbeckens.
1.7.3.5 Minimale theoretische Fallhöhe	$h_{\min \text{ theo}}$	Die minimale theoretische Fallhöhe ist der Höhenunterschied zwischen der tiefsten Absenkung des Oberbeckens und dem höchstmöglichen Stauziel des Unterbeckens.
1.7.3.6 Minimale Fallhöhe	$h_{\min}$	Die minimale Fallhöhe ist der Höhenunterschied zwischen dem Absenkziel des Oberbeckens und dem Stauziel des Unterbeckens.
1.7.3.7 Geodätische Zulaufhöhe	$h_{z \text{ geo}}$	Die geodätische Zulaufhöhe (Pumpenzulaufdruck) ist der Höhenunterschied zwischen der Mitte des Eintrittsquerschnittes der Pumpe (die Bauart der Pumpe ist zu berücksichtigen) und dem Wasserspiegel des Unterbeckens.
1.7.3.8 Geodätische Förderhöhe	$h_{p \text{ geo}}$	Die geodätische Förderhöhe einer Pumpe ist der Höhenunterschied zwischen den Wasserspiegeln des Oberbeckens und des Unterbeckens.
1.7.3.9 Mittlere Förderhöhe	$h_{pm}$	Die mittlere Förderhöhe einer Pumpe ist der Höhenunterschied zwischen den Schwerpunkten des Oberbeckens und des Unterbeckens bezogen auf den Nutzraum.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
1.7.3.10 Manomet- rische Förder- höhe	$h_{p\ man}$	Die manometrische Förderhöhe einer Pumpe ist die maximale Differenz der Energiehöhen zwischen Ein- und Austrittsquerschnitt der Pumpe.  Anmerkung: Für Förderhöhen können weitere Begriffe in Anlehnung an die Fallhöhenbegriffe gebildet werden.

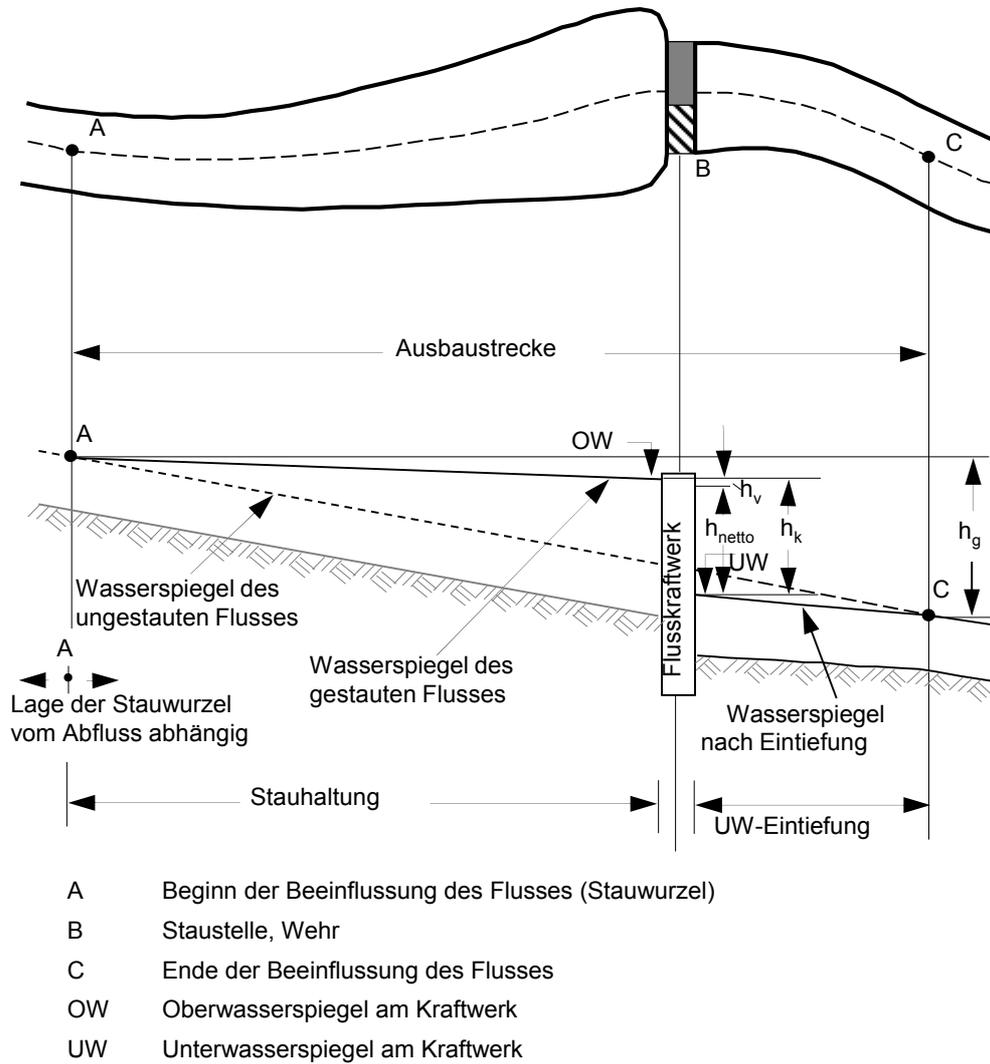
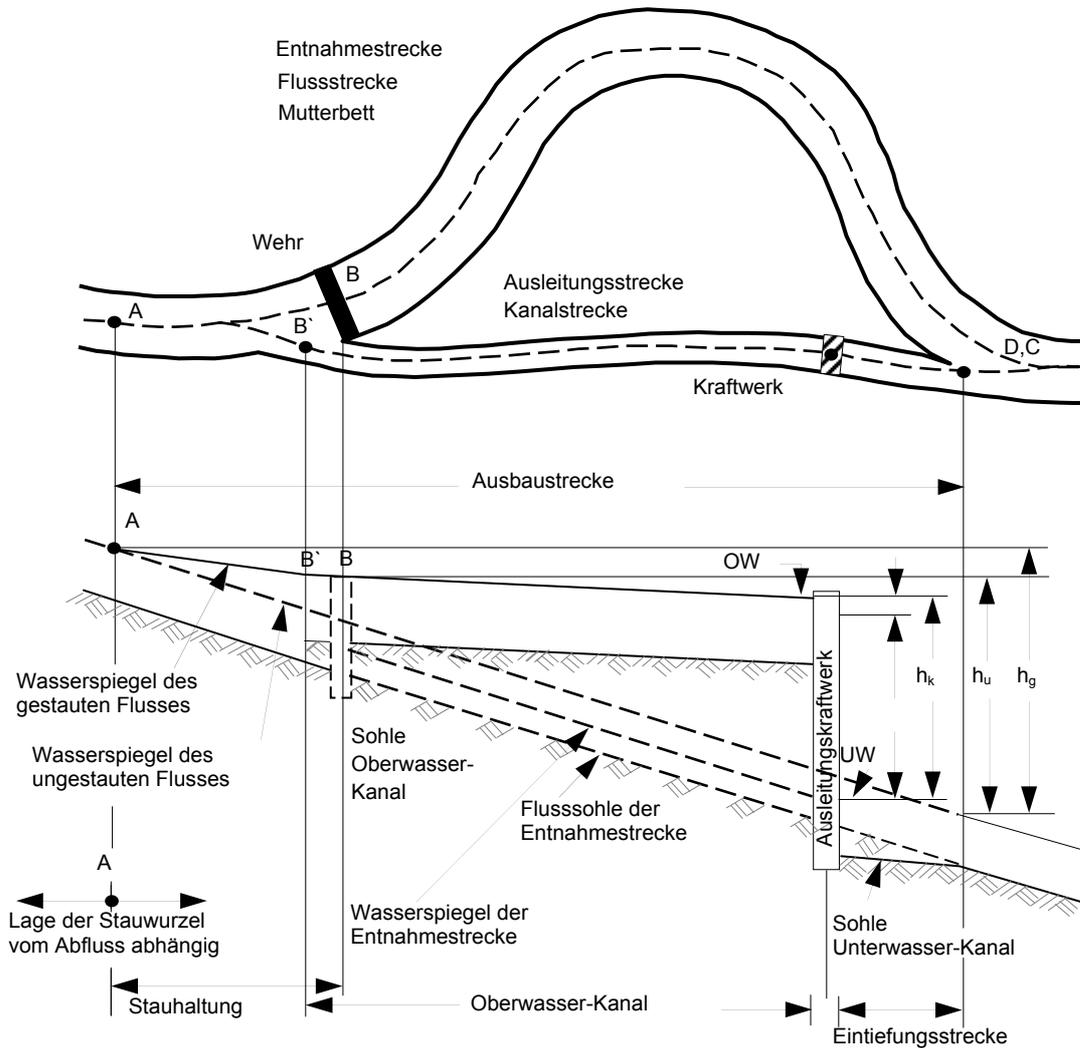


Bild 4: Fallhöhenschema bei Laufwasserkraftwerken



- A Beginn der Beeinflussung des Flusses (Stauwurzel)
- B Staustelle, Wehr
- B' Wasserfassung, Einlaufbauwerk
- C Ende der Beeinflussung des Flusses
- D Einmündung des Unterwasserkanals
- OW Oberwasserspiegel am Kraftwerk
- UW Unterwasserspiegel am Kraftwerk

Bild 5: Fallhöhenschema bei Ausleitungskraftwerken (siehe auch Bild 4)

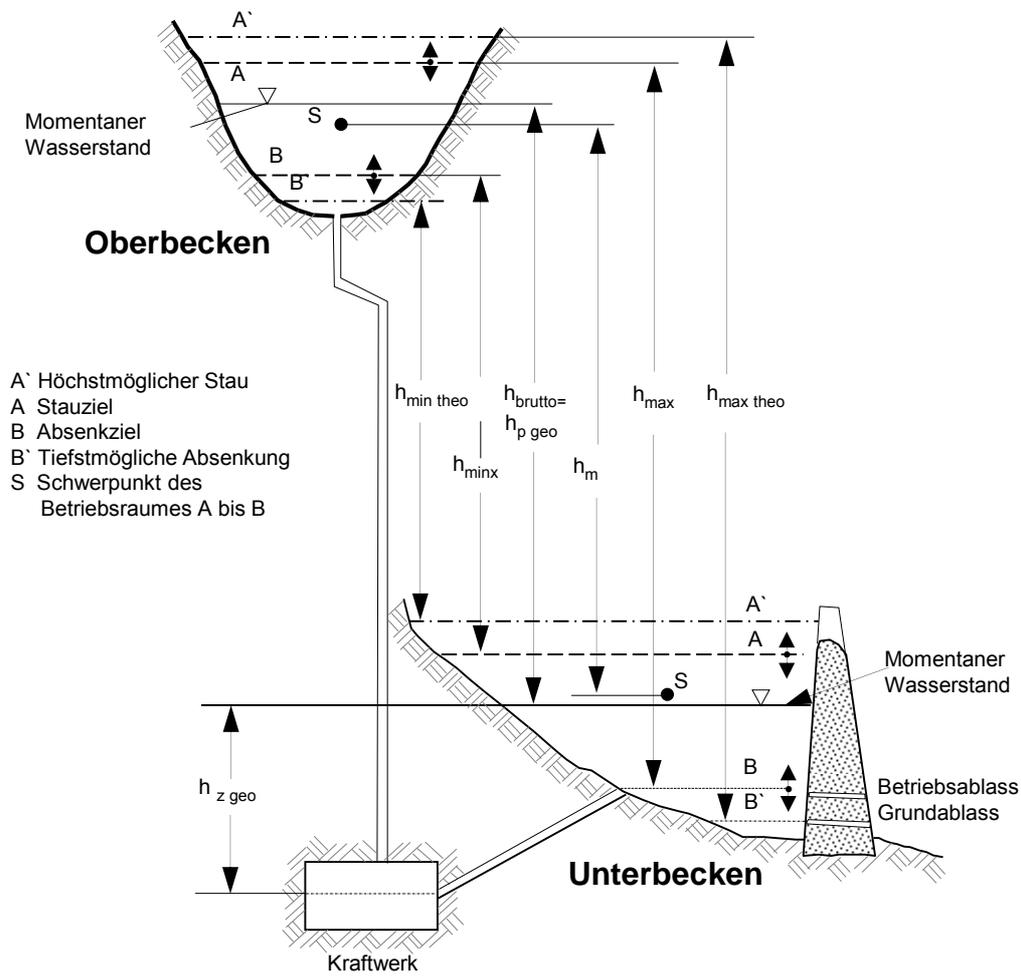


Bild 6: Fallhöhenschema bei Speicherkraftwerken und Pumpspeicherkraftwerken (siehe auch DIN 4048 [1] und ÖNORM M7103 [9])

## 2 Zeitbegriffe

Unter Zeit ist in der Regel eine Zeitspanne  $T$  zu verstehen. Die Zeitspanne (Berichts-, Bezugs-, Betrachtungszeitspanne) ist eine jedenfalls sachlich zusammenhängende Zeitspanne, die auch aus mehreren, nicht unmittelbar aufeinander folgenden Teilzeitspannen zusammengesetzt werden kann. Die jeweils betrachtete Zeitspanne ist deutlich zu kennzeichnen.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung								
2.1 Zeit	t	Die Zeit ist eine Zeitspanne, welche die Dauer eines Vorgangs angibt.								
2.2 Nennzeit	t <sub>N</sub>	Die Nennzeit ist die gesamte Berichtszeitspanne, ohne jegliche Unterbrechung (Kalenderzeit, z. B. Tag, Monat, Quartal, Jahr)								
2.3 Verfügbar- keitszeit	t <sub>v</sub>	Die Verfügbarkeitszeit ist die Zeitspanne, in der eine Anlage oder ein Anlagenteil aufgrund des technischen Zustandes Energie umwandelt oder überträgt bzw. umwandeln oder übertragen könnte, unabhängig von der Höhe der erreichbaren Leistung. Sie ist die Differenz aus Nennzeit und Nichtverfügbarkeitszeit.  $t_v = t_N - t_{nv}$								
2.4 Betriebszeit	t <sub>B</sub>	Die Betriebszeit ist die Zeitspanne, in der eine Anlage oder ein Anlagenteil Energie umwandelt oder überträgt. Die Betriebszeit beginnt mit der Zuschaltung und endet mit der Trennung der Anlage oder des Anlagenteiles zum bzw. vom Netz. An- und Abfahrzeiten von Erzeugungsanlagen ohne nutzbare Energieabgabe zählen insoweit nicht zur Betriebszeit.  Die Betriebszeiten können nach Betriebsarten für Kraftwerke und Maschinensätze ermittelt werden: <table style="margin-left: 40px; margin-top: 10px;"> <tr> <td>Turbinenbetrieb (Generatorbetrieb)</td> <td>t<sub>TU</sub></td> </tr> <tr> <td>Pumpbetrieb (Motorbetrieb)</td> <td>t<sub>PU</sub></td> </tr> <tr> <td>Phasenschieberbetrieb</td> <td>t<sub>PH</sub></td> </tr> <tr> <td>Hydraulischer Kurzschluss</td> <td>t<sub>HY</sub></td> </tr> </table> $t_B = t_{TU} + t_{PU} + t_{PH} + t_{HY}$	Turbinenbetrieb (Generatorbetrieb)	t <sub>TU</sub>	Pumpbetrieb (Motorbetrieb)	t <sub>PU</sub>	Phasenschieberbetrieb	t <sub>PH</sub>	Hydraulischer Kurzschluss	t <sub>HY</sub>
Turbinenbetrieb (Generatorbetrieb)	t <sub>TU</sub>									
Pumpbetrieb (Motorbetrieb)	t <sub>PU</sub>									
Phasenschieberbetrieb	t <sub>PH</sub>									
Hydraulischer Kurzschluss	t <sub>HY</sub>									

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
2.5 Bereitschafts- zeit	$t_R$	<p>Die Bereitschaftszeit ist die Zeitspanne, in der eine Anlage oder ein Anlageteil betriebsbereit ist, aber nicht betrieben wird.</p> <p>Anmerkung: In der Bereitschaftszeit muss die Anlage gemäß den Vorschriften des Herstellers oder des Betreibers angefahren werden können. An- und Abfahrzeiten gelten insofern als Bereitschaftszeiten.</p>
2.6 Verfügbare Nichteinsatz- zeit	$t_{ng}$	<p>Die verfügbare Nichteinsatzzeit ist die Zeitspanne, in der eine Anlage oder ein Anlageteil verfügbar, aber nicht eingesetzt wird und/oder wegen Außeneinflüssen (siehe Anlage 1) nicht einsetzbar ist.</p> <p><math>t_{ng} = t_v - t_B</math> <math>t_{ng} = t_R + t_{ns}</math></p>
2.7 Nichtverfüg- barkeitszeit	$t_{nv}$	<p>Die Nichtverfügbarkeitszeit ist die Zeitspanne, in der eine Anlage oder ein Anlageteil aufgrund des technischen Zustandes der Anlage oder des Anlagenteils nicht betrieben werden kann aus Gründen, die innerhalb der Anlage liegen oder durch die Betriebsführung nicht beeinflusst werden können.</p> <p><math>t_{nv} = t_N - t_v</math></p> <p>Die Nichtverfügbarkeitszeit setzt sich aus einem geplanten und einem ungeplanten Anteil zusammen. Letzterer gliedert sich wiederum in einen disponiblen und einen nicht disponiblen Teil.</p> <p><math>t_{nv} = t_{nv p} + t_{nv u}</math></p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
Geplante Nichtverfügbarkeitszeit	$t_{nv\ p}$	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.
Ungeplante Nichtverfügbarkeitszeit	$t_{nv\ u}$	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.  Die ungeplante NV-Zeit wird unterteilt in einen disponiblen und einen nicht disponiblen Anteil.  $t_{nv\ u} = t_{nv\ ud} + t_{nv\ un}$
Ungeplante disponible Nichtverfügbarkeitszeit	$t_{nv\ ud}$	Die disponible ungeplante NV-Zeit ist der Teil der ungeplanten NV-Zeit, der mehr als zwölf Stunden bis vier Wochen verschiebbar ist.
Ungeplante nicht disponible Nichtverfügbarkeitszeit	$t_{nv\ un}$	Die nicht disponible ungeplante NV-Zeit ist der Teil der ungeplanten NV-Zeit, der nicht oder bis zwölf Stunden verschiebbar ist.
2.8 Verfügbare Nichteinsatzbarkeitszeit	$t_{ns}$	Die verfügbare Nichteinsatzbarkeitszeit ist die Zeitspanne, während der eine Anlage oder ein Anlagenteil aufgrund von Außeneinflüssen nicht eingesetzt werden kann, obwohl die Anlage selbst funktionsfähig wäre.
2.9 Verfügbare Nichtbeanspruchbarkeitszeit	$t_{nb}$	Die Nichtbeanspruchbarkeitszeit ist die Summe aus der Nichtverfügbarkeitszeit (2.7) und der verfügbaren Nichteinsatzbarkeitszeit (2.8).  $t_{nb} = t_{nv} + t_{ns}$

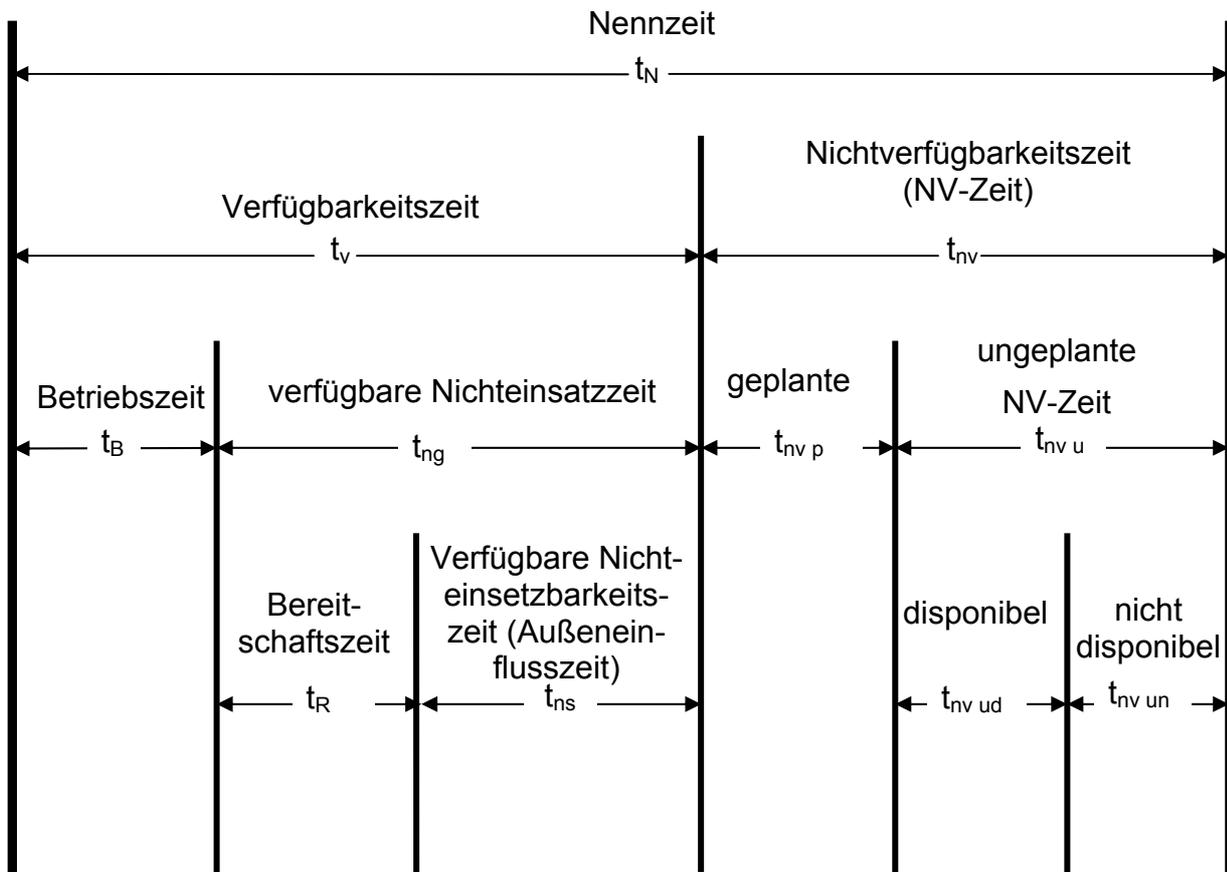


Bild 7: Schema zur Erläuterung von Zeitbegriffen

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
2.10 Benutzungsdauer	$t_{\text{ben}}$	<p>Die Benutzungsdauer allgemein ist der Quotient aus der Arbeit in einer bestimmten Zeitspanne und einer Leistung in derselben Zeitspanne. Als Leistungen gebräuchlich sind, z. B. Höchstleistung und Vertragsleistung.</p>
Benutzungsgrad		$t_{\text{ben}} = \frac{W}{P}$ <p>Anmerkung: Eine inhaltlich verwandte Größe zur Benutzungsdauer ist der Prozentwert des Benutzungsgrades. Bei Verwendung dieser Begriffe sind stets die Art der Leistung (z. B. Höchstleistung, Vertragsleistung, bestellte Leistung, Abrechnungsleistung) und die Zeitspanne (z. B. Jahr, Monat) anzugeben.</p>
2.11 Ausnutzungsdauer	$t_a$	<p>Die Ausnutzungsdauer einer Erzeugungseinheit oder einer Anlage als Spezialfall der Benutzungsdauer ist der Quotient aus der Betriebsarbeit dieser Erzeugungseinheit oder Anlage in einer bestimmten Zeitspanne und einer die Anlage kennzeichnenden Leistung.</p> <p>Speziell definiert ist die Ausnutzungsdauer: Ausnutzungsdauer der Engpassleistung</p> $t_{aE} = \frac{W_B}{P_E}$ <p>Ausnutzungsdauer der mittleren verfügbaren Leistung bei Speicherkraftwerken und Pumpspeicherkraftwerken.</p> $t_{aE} = \frac{W_B}{P_V} = \frac{W_B}{W_V} \cdot t_N$ <p><math>P_V</math> ist dabei ein Mittelwert über <math>t_N</math>.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
		<p>Anmerkung:</p> <p>Eine inhaltlich verwandte Größe zur Ausnutzungsdauer ist der Prozentwert der Arbeitsausnutzung.</p> <p>Im Gegensatz zur Berechnung von Verfügbarkeiten wird bei der Ausnutzungsdauer die Überarbeit mit einbezogen.</p>
2.12 Ausbauzeit	$t_A$	Die Ausbauezeit (Ausbautage) für ein Laufwasserkraftwerk gibt an, an wieviel Tagen des Regeljahres der Ausbaudurchfluss erreicht oder überschritten wird.
2.13 Füllungsdauer eines Speichers	$t_f$	<p>Die Füllungsdauer eines Speichers ist der Quotient aus seinem maximalen Nutzraum und dem Pumpförderstrom bei mittlerer Förderhöhe.</p> $t_f = \frac{V_N}{Q_P}$ <p>In der Praxis wird näherungsweise ermittelt:</p> $t_f = \frac{A_S}{\eta_{PT} \cdot P_{Pm}}$

### 3 Leistungsbegriffe

Die Leistung ist der Differentialquotient  $\frac{dW}{dt}$ . Besteht in einer Anlage keine Möglichkeit, direkt eine Leistungsmessung durchzuführen, so wird die Leistung  $P$  aus der Arbeit  $W$  und der Zeit  $t$  abgeleitet,  $P = \frac{W}{t}$ .

Unter Leistung ist im Folgenden immer die elektrische Wirkleistung zu verstehen. Die Leistungsangabe bezieht sich dabei auf die an den Klemmen der elektrischen Maschine gemessenen Werte.

Im Turbinenbetrieb wird an den Klemmen des Generators die Brutto-Leistung gemessen. Die Netto-Leistung ergibt sich nach Abzug der Eigenbedarfsleistung des Kraftwerks und der Verlustleistung des Maschinentransformators.

Im Pumpbetrieb wird an den Klemmen des Motors die Netto-Leistung gemessen. Die Brutto-Leistung ergibt sich durch Addition der Eigenbedarfsleistung des Kraftwerks und der Verlustleistung des Maschinentransformators.

Im VGB-S-002-T-01;2012-04.DE [14] sind eine Vielzahl elektrizitätswirtschaftlicher Leistungsbegriffe aufgeführt. Für Wasserkraftanlagen gelten im Besonderen die folgenden Begriffe.

Die Verhältnisse bei Laufwasser-Kraftwerken sind im Bild 8, Seite 80, dargestellt.

Die Verhältnisse bei Pumpspeicher-Kraftwerken sind im Bild 9, Seite 81, dargestellt.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
3.1 Ausbauleistung	$P_A$	<p>Die Ausbauleistung eines Laufwasserkraftwerks ist die mit dem Ausbaudurchfluss bei der Kraftwerksausbaufallhöhe erzielbare Leistung, siehe Bild 11, Seite 89.</p> <p>Anmerkung: Bei Speicherkraftwerken und Pumpspeicherkraftwerken wird eine Ausbauleistung nicht definiert.</p>
3.2 Bereitschaftsleistung	$P_R$	<p>Die Bereitschaftsleistung ist die zum jeweiligen Zeitpunkt über die Betriebsleistung hinaus verfügbare, aber zur Lastdeckung nicht angeforderte Leistung. Sie wird ermittelt als Differenz der verfügbaren Leistung und der Betriebsleistung.</p> $P_R = P_v - P_B$ <p>In Speicherkraftwerken und Pumpspeicherkraftwerken kann sich die Bereitschaftsleistung ergeben aus (siehe dazu Bild 10, Seite 82):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>stehender Bereitschaftsleistung</li> <li>drehender Bereitschaftsleistung im Phasenschieberbetrieb</li> <li>drehender Bereitschaftsleistung im Generatorbetrieb</li> </ul>
3.3 Betriebsleistung	$P_B$	<p>Die Betriebsleistung eines Kraftwerks ist die zum jeweiligen Zeitpunkt tatsächlich gefahrene Leistung, (siehe Bild 10, Seite 82).</p>
3.3.1 Höchstleistung		<p>Die Höchstleistung ist die höchste gefahrene Betriebsleistung (international üblich: maximal „produzierte“ Leistung) eines Kraftwerks. Sie wird ermittelt als Momentanwert oder Mittelwert über eine kurze Zeitspanne, z. B. über eine ¼ Stunde.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
3.4 Bilanzleistung	$P_{\text{Bil}}$	Die Bilanzleistung ist die geplante Betriebsleistung über eine bestimmte Zeitspanne.
3.5 Engpassleistung, maximale Leistung	$P_e$	<p>Die Engpassleistung (international üblich: maximale Leistung <math>P_m</math>) eines Wasserkraftwerks ist die höchste von der Anlage dauernd ausfahrbare elektrische Leistung unter der Voraussetzung, dass der Durchfluss in Verbindung mit der Fallhöhe den Optimalwert aufweist.</p> <p>Bei Laufwasserkraftwerken ist die Engpassleistung vielfach die Ausbauleistung.</p> <p>Bei Speicherkraftwerken und Pumpspeicherkraftwerken ist die Engpassleistung die höchste ausfahrbare Leistung bei maximaler Fallhöhe.</p> <p>Anmerkung:</p> <p>Eine Änderung der Engpassleistung sollte nur vorgenommen werden, wenn</p> <p>Anlageteile endgültig stillgelegt oder entfernt werden unter bewusster Inkaufnahme von Leistungseinbußen oder durch andere Einflüsse eine neue Festsetzung notwendig wird (z. B. behördliche Auflagen, geänderte Zuflüsse, geänderte Stau- oder Absenkziele, Eintiefungen).</p> <p>Kurzfristig nicht einsatzfähige Anlageteile mindern die Engpassleistung nicht.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
3.6 Gesicherte Leistung	$P_s$	<p>a) Die gesicherte Leistung eines Laufwasserkraftwerks ist diejenige Leistung, die an 330 Tagen des Regeljahres überschritten wird (siehe Bild 11, Seite 89).</p> <p>Anmerkung: In Österreich ist die gesicherte Leistung diejenige Leistung, die dem nutzbaren Zufluss <math>Q_{95}</math> im Regeljahr entspricht. Als nutzbarer Zufluss <math>Q_{95}</math> wird jener Durchfluss bezeichnet, der im Regeljahr an 95 % der Tage des Regeljahres nicht unterschritten wird.</p> <p>b) Die gesicherte Leistung eines mit einem Kurzzeitspeicher (Tages- oder Wochenspeicher) ausgestatteten Wasserkraftwerks (z. B. auch eines schwellbetriebsfähigen Laufwasserkraftwerks) bestimmt sich durch seine Leistungsverlagerungsfähigkeit. Die verfügbare Zeit der gesicherten Leistung (z. B. 10 Stunden täglich) wird zweckmäßig angegeben, z. B. <math>P_{s10}</math>.</p> <p>Anmerkung: In Österreich ist die gesicherte Leistung eines schwellbetriebsfähigen Laufwasserkraftwerks jene Leistung, die dem doppelten Zufluss <math>Q_{95}</math> (siehe Anmerkung unter a) entspricht. Bei Tages- und Wochenspeichern wird für die Ermittlung der gesicherten Leistung der 3fache Zufluss <math>Q_{95}</math> herangezogen, wobei nachzuweisen ist, ob durch die Umlagerung im Speicher dieser Ansatz gerechtfertigt ist.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
		<p>c) Die gesicherte Leistung eines Speicherkraftwerks (Saison- oder Jahresspeicher) ist die höchste Leistung, die das Speicherkraftwerk bei einem Betriebsinhalt von 10 % des Betriebsraums ausfahren kann.</p> <p>d) Die gesicherte Leistung eines Pumpspeicherkraftwerks ist die mittlere Leistung, siehe Kapitel 3.10.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
3.7 Hydraulisch nicht verfügbare Leistung	$P_{nvH}$	<p>Die hydraulisch nicht verfügbare Leistung (Momentanwert, Zeitangabe erforderlich) ist die Differenz aus der Engpasseleistung (maximalen Leistung) und der hydraulisch verfügbaren Leistung.</p> $P_{nvH} = P_e - P_{vH}$ <p>Abgrenzung:</p> <p>Die nicht verfügbare Leistung einer Erzeugungseinheit ist die zum jeweiligen Zeitpunkt aufgrund des technischen und betrieblichen Zustandes der Anlage nicht erzeugbare Leistung.</p> $P_{nv} = P_N - P_v \text{ für } P_N \geq P_v$ <p>Dabei kann unterschieden werden zwischen dem geplanten und ungeplanten Anteil der nicht verfügbaren Leistung.</p> $P_{nv} = P_{nv p} + P_{nv u}$
3.8 Hydraulisch verfügbare Leistung	$P_{vH}$	<p>Die hydraulisch verfügbare Leistung eines Laufwasserkraftwerks ist die zu einem bestimmten Zeitpunkt unter den jeweiligen Bedingungen von Zufluss und Fallhöhe erreichbare Leistung ohne Berücksichtigung von technischen Nichtverfügbarkeiten.</p> <p>Die hydraulisch verfügbare Leistung eines Speicherkraftwerks oder Pumpspeicherkraftwerks ist die zu einem bestimmten Zeitpunkt bei der jeweiligen Fallhöhe erreichbare Leistung ohne Berücksichtigung von technischen Nichtverfügbarkeiten.</p> <p>Vielfach genügt bei Betrachtung einer längeren Zeitspanne <math>P_{vH} = P_m</math> zu setzen.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
3.9 Leistung im Pumpbetrieb, Pumpleistung		Die Leistung im Pumpbetrieb (Pumpleistung) ist die vom Motor aufgenommene elektrische Leistung.
3.10 Mittlere Leistung	$P_m$	<p>Die mittlere Leistung eines Laufwasserkraftwerks ist der Quotient aus der Betriebsarbeit <math>W_B</math> innerhalb einer betrachteten Zeitspanne und der dazugehörenden Nennzeit.</p> $P_m = \frac{W_B}{t_N}$ <p>Die mittlere Leistung eines Laufwasserkraftwerks kann auch als Quotient aus dem Arbeitsvermögen <math>W_H</math> und einer betrachteten Zeitspanne errechnet werden.</p> $P_{mH} = \frac{W_H}{t_N}$ <p>Die mittlere Leistung eines Speicherkraftwerks oder Pumpspeicherkraftwerks ist die größte ausfahrbare Leistung bei mittlerer Fallhöhe <math>h_m</math>.</p>
3.11 Mittlere Leistung im Pumpbetrieb	$P_{mP}$	Die mittlere Leistung im Pumpbetrieb eines Pumpspeicherkraftwerks ist die aufgenommene elektrische Leistung bei mittlerer Förderhöhe $h_{pm}$ .
3.12 Nennleistung	$P_N$	Die Nennleistung einer Anlage ist die höchste Dauerleistung unter Nennbedingungen, die eine Anlage zum Übergabezeitpunkt erreicht. Leistungsänderungen sind nur bei wesentlichen Änderungen der Nennbedingungen und bei konstruktiven Maßnahmen an der Anlage zulässig. Die Nennleistung darf im Gegensatz zur Engpassleistung nicht an eine vorübergehende Leistungsänderung angepasst werden (vergleiche VGB-S-002-T-01;2012-04.DE [14]).

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
3.13 Technisch nicht verfü- bare Leistung	$P_{nvT}$	Die technisch nicht verfügbare Leistung (Momentanwert, Zeitangabe erforderlich) ist die Differenz aus der Engpassleistung (maximalen Leistung) und der technisch verfügbaren Leistung. $P_{nvT} = P_e - P_{vT}$
3.14 Technisch nicht verfü- bare Leistung mit Rückwir- kung	$P_{nvTr}$	Die technisch nicht verfügbare Leistung mit Rückwirkung (Momentanwert, Zeitangabe erforderlich) ist die Differenz aus der technisch und hydraulisch nicht verfügbaren Leistung. $P_{nvTr} = P_{nvT} - P_{nvH} = P_{vH} - P_{vT}$ Gilt nur, wenn $P_{nvTr} > 0$  Anmerkung: Die technisch nicht verfügbare Leistung wird aufgeteilt in einen Teil mit Rückwirkung, bei dem natürliches Dargebot nicht genutzt werden kann, und einen Teil ohne Rückwirkung, bei dem das natürliche Dargebot nicht vorhanden ist.
3.15 Technisch verfügbare Leistung	$P_{vT}$	Die technisch verfügbare Leistung eines Wasserkraftwerks ist die zu einem bestimmten Zeitpunkt unter den technisch gegebenen Bedingungen erreichbare Leistung unabhängig von den hydraulischen Gegebenheiten. Sie ist gleich der Engpassleistung (maximale Leistung) oder um den Betrag kleiner, der dem Ausfall von Anlagenteilen in dem bestimmten Zeitpunkt entspricht.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
3.16 Verfügbare Leistung	$P_v$	<p>Die verfügbare Leistung ist die aufgrund des technischen und betrieblichen Zustandes der Anlage erreichbare Leistung. Die verfügbare Leistung ist die Summe aus Betriebsleistung und nicht eingesetzter Leistung bzw. die Differenz zwischen Nennleistung und nicht verfügbarer Leistung.</p> $P_v = P_B + P_{ng}$ $= P_N - P_{nv}$ <p>Die verfügbare Leistung (Momentanwert, Zeitangabe erforderlich) eines Laufwasserkraftwerks ist die aufgrund des technischen Zustandes der Anlage (<math>P_{vT}</math>) und der wasserwirtschaftlichen Einflüsse (jeweiliger nutzbarer Zufluss und Fallhöhe - <math>P_{vH}</math>) erreichbare Leistung, wobei immer der kleinere Wert anzusetzen ist.</p> $P_v = \min(P_{vH}, P_{vT})$ <p>Die verfügbare Leistung (Momentanwert, Zeitangabe erforderlich) eines Speicherkraftwerks oder Pumpspeicherkraftwerks ist die zum jeweiligen Zeitpunkt aufgrund des Zustandes der Anlage (<math>P_{vT}</math>) und der Fallhöhe (<math>P_{vH}</math>) erreichbare Leistung. Für eine längere Zeitspanne ist für die verfügbare Leistung (Mittelwert über diese Zeitspanne) die mittlere Fallhöhe zugrunde zu legen. Es ist immer der kleinere Wert anzusetzen.</p> $P_v = \min(P_{vH}, P_{vT})$
3.17 Nicht eingesetzte Leistung	$P_{ng}$	<p>Die nicht eingesetzte Leistung einer Erzeugungseinheit ist derjenige Teil der verfügbaren Leistung, der nicht in Betrieb ist.</p> $P_{ng} = P_v - P_B$

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
3.18 Nicht einsetzbare Leistung	$P_{ns}$	Die nicht einsetzbare Leistung ergibt sich als Differenz aus der nicht eingesetzten und der Bereitschaftsleistung.  $P_{ns} = P_{ng} - P_R$
3.19 Geplante nicht verfügbare Leistung	$P_{nv p}$	Die geplante <sup>1</sup> nicht verfügbare Leistung ist die zum jeweiligen Zeitpunkt aufgrund geplanter Maßnahmen nicht verfügbare Leistung.
3.20 Ungeplante nicht verfügbare Leistung	$P_{nv u}$	Die ungeplante nicht verfügbare Leistung ist die zum jeweiligen Zeitpunkt außerplanmäßig aufgrund von Störungen, Schäden oder anderen Ereignissen nicht verfügbare Leistung. Sie gliedert sich in einen disponiblen und nicht disponiblen <sup>2</sup> Teil.
3.21 Beanspruchbare Leistung	$P_b$	Die beanspruchbare Leistung einer Erzeugungseinheit ist die Summe aus Betriebsleistung und Bereitschaftsleistung.  $P_b = P_B + P_R$

<sup>1</sup> Nicht verfügbare Leistung „geplant“ heißt mit mehr als 4 Wochen Vorlauf festgelegt

<sup>2</sup> Ungeplante disponible Leistung bedeutet  $\geq 12$  Stunden bis  $\leq 4$  Wochen. Ungeplante „nicht disponible“ Leistung meint  $\leq 12$  Stunden

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
3.22 Nicht beanspruchbare Leistung	$P_{nb}$	<p>Die nicht beanspruchbare Leistung einer Erzeugungseinheit ist die Summe aus nicht verfügbarer Leistung und nicht einsetzbarer Leistung.</p> $P_{nb} = P_{nv} + P_{ns}$
3.23 Mindestleistung		<p>Die Mindestleistung einer Erzeugungseinheit ist die Leistung, die aus anlagenspezifischen oder betriebsmittelbedingten Gründen im Dauerbetrieb nicht unterschritten werden kann. Soll die Mindestleistung nicht auf den Dauerbetrieb, sondern auf eine kürzere Zeitspanne bezogen werden, so ist das besonders zu kennzeichnen.</p> <p>Neben der Wirkleistung haben im Kraftwerksbetrieb auch Blind- und Scheinleistung Relevanz:</p>
3.24 Blindleistung		<p>Die Blindleistung ist die elektrische Leistung, die zum Aufbau von magnetischen Feldern (z. B. in Motoren, Transformatoren) oder von elektrischen Feldern (z. B. in Kondensatoren, Kabeln, Leitungen) benötigt wird und nicht zur nutzbaren Arbeit beiträgt.</p>
3.25 Scheinleistung		<p>Die Scheinleistung ist die geometrische Summe aus Wirk- und Blindleistung. Sie ist u. a. für die Auslegung elektrischer Anlagen maßgebend.</p>

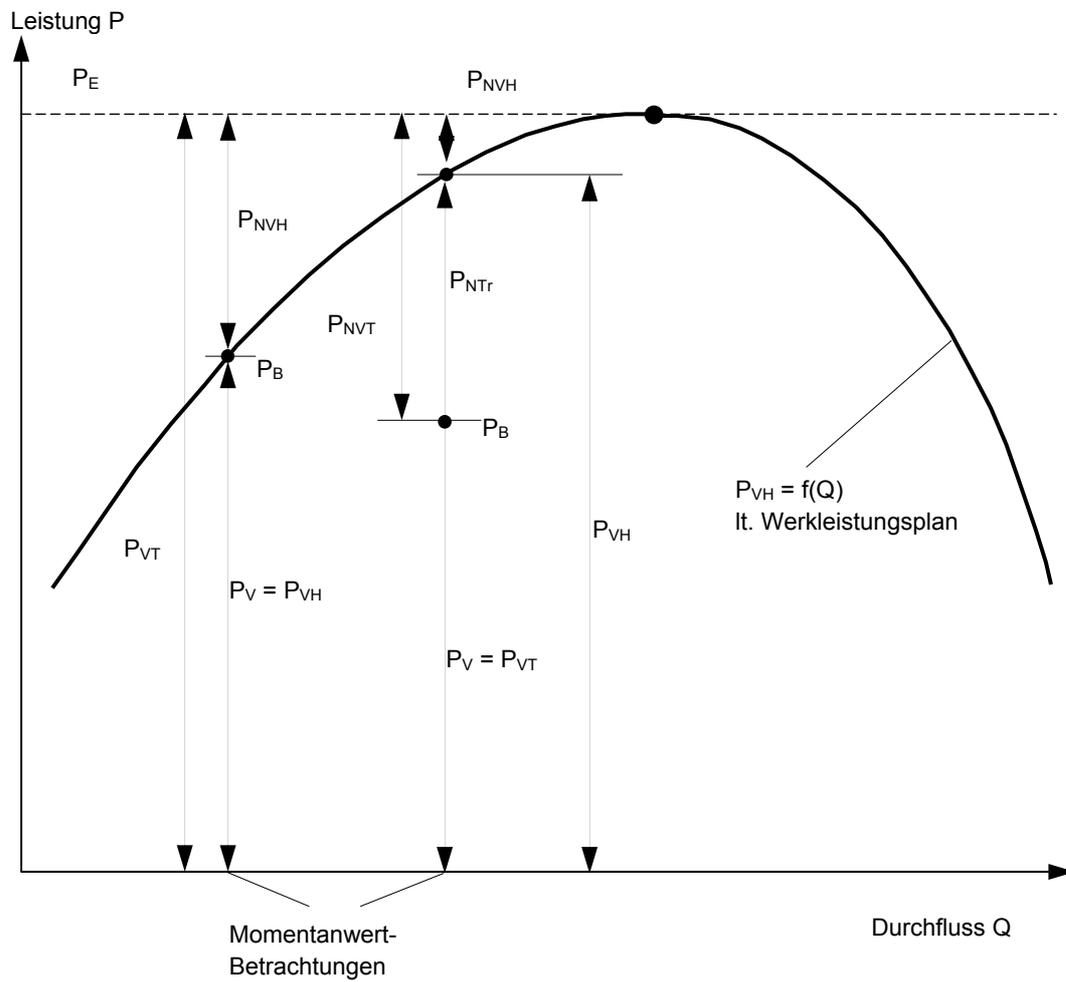


Bild 8: Leistungsbegriffe für Laufwasserkraftwerke

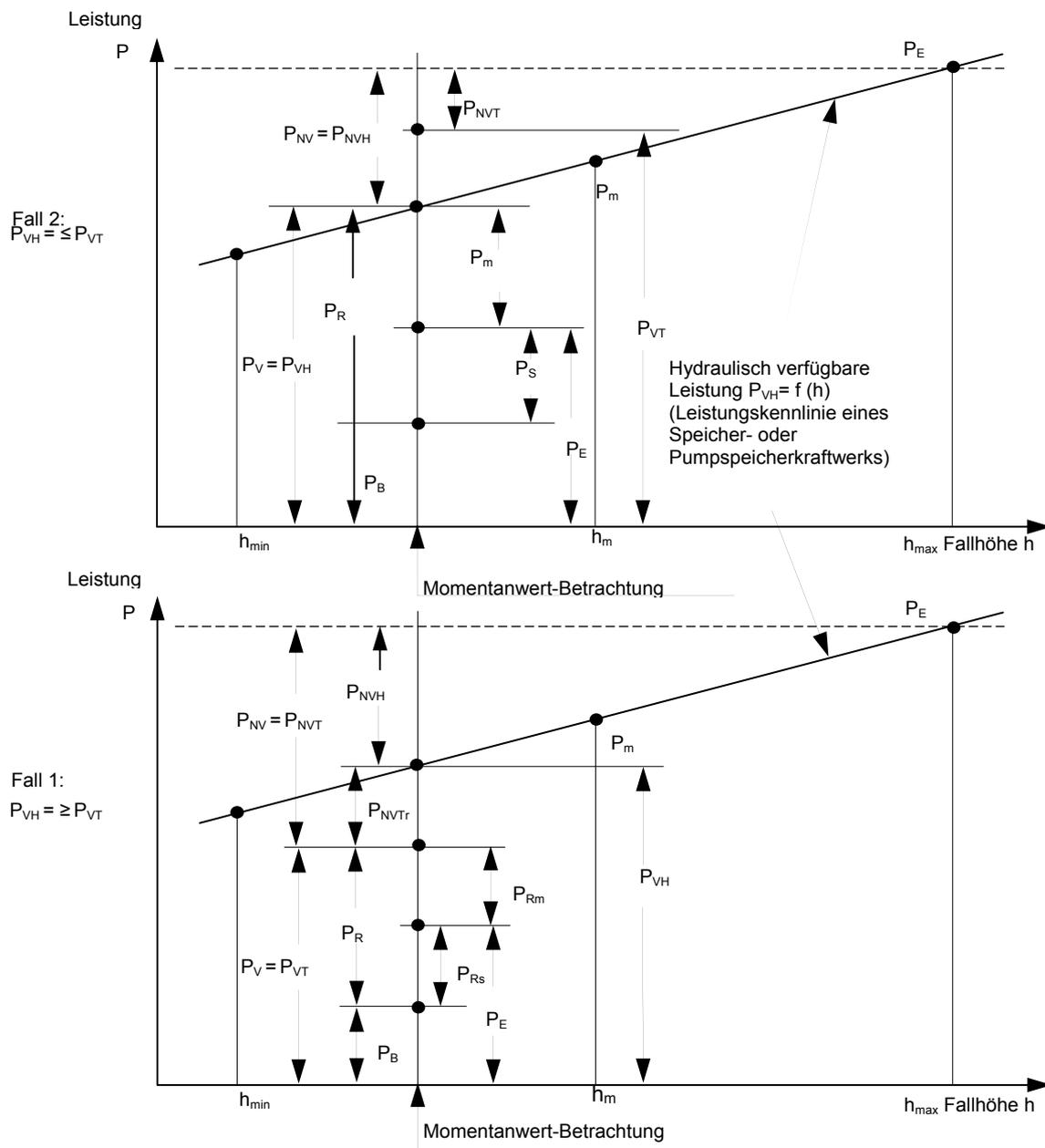
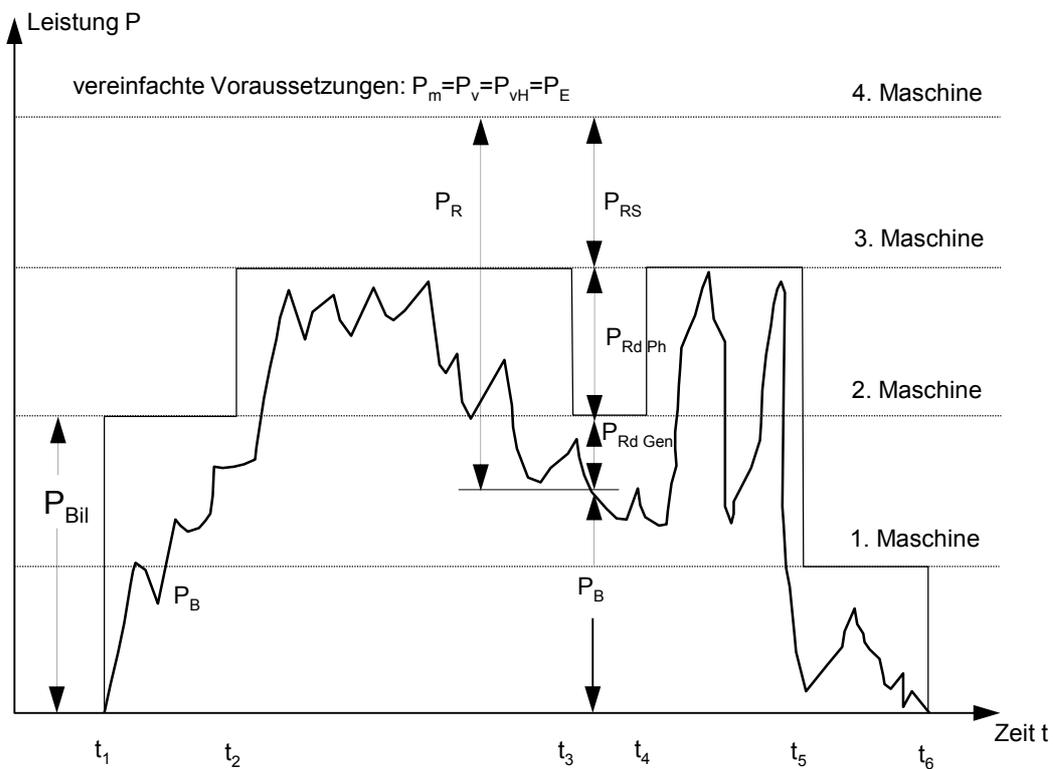


Bild 9: Leistungsbegriffe für Speicherkraftwerke und Pumpspeicherkraftwerke  
 Fall 1:  $P_{VH} \geq P_{VT}$ , Fall 2:  $P_{VH} \leq P_{VT}$



- $t_1$  Anfahren der 1. und 2. Maschine (in den Generatorbetrieb)
- $t_2$  Anfahren der 3. Maschine
- $t_3$  Umsteuern einer Maschine in den Phasenschieberbetrieb
- $t_4$  Umsteuern einer Maschine vom Phasenschieber- in den Generatorbetrieb
- $t_5$  Abstellen von zwei Maschinen
- $t_6$  Abstellen der dritten Maschine

Bild 10: Prinzipielle Darstellung des Einsatzes eines Speicherkraftwerks oder Pumpspeicherkraftwerks

## 4 Arbeitsbegriffe

Im Turbinenbetrieb/Generatorbetrieb wird an den Klemmen des Generators die Brutto-Arbeit gemessen. Die Netto-Arbeit ergibt sich durch Subtraktion des Eigenbedarfs des Kraftwerks einschließlich der Verluste des Maschinentransformators.

Im Pumpbetrieb wird an den Klemmen des Motors die Netto-Arbeit gemessen. Die Brutto-Arbeit ergibt sich durch Addition des Eigenbedarfs des Kraftwerks einschließlich der Verluste des Maschinentransformators.

Die Bezeichnung „Brutto“ oder „Netto“ sollte angegeben werden.

Im VGB-S-002-T-01;2012-04.DE [14] sind eine Vielzahl von elektrizitätswirtschaftlichen Arbeitsbegriffen aufgeführt. Für Wasserkraftwerke gelten besonders folgende Begriffe, wobei zu beachten ist, dass zu einigen Leistungsbegriffen keine analogen Arbeitsbegriffe im Allgemeinen Anwendung finden. Auf entsprechende Definitionen wird deshalb verzichtet. Die im VGB-S-002-T-01;2012-04.DE [14] definierte Nennarbeit  $W_N$  ist für Wasserkraftwerke nicht anwendbar.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
4.1 Arbeitsvermögen, Arbeitsdargebot	$W_H$	<p>Das Arbeitsvermögen eines Laufwasserkraftwerks ist die mit der jeweils gegebenen hydraulisch verfügbaren Leistung <math>P_{vH}</math> (3.8) in einer Zeitspanne erzeugbare elektrische Arbeit.</p> $W_H = \int P_{vH} \cdot dt$ <p>Anmerkung:</p> <p>Die Ermittlung des Arbeitsvermögens erfolgt üblicherweise für eine Berichtszeitspanne (z. B. Monate, Halbjahre, Jahre). Für die genannten Kraftwerksarten beinhaltet das Arbeitsvermögen auch Zuflüsse von Überleitungen aus anderen Einzugsgebieten, dabei ist die Pumparbeit für Zubringerpumpen (Zwangspumpen) abzuziehen.</p> <p>Das Arbeitsvermögen von Speicherkraftwerken und Pumpspeicherkraftwerken mit natürlichem Zufluss ist die nur mit dem natürlichen Zufluss <math>Q_{nat}</math> (Gesamtzufluss abzüglich gepumptem Zufluss) erzeugbare elektrische Arbeit.</p> <p>Das Arbeitsvermögen von Pumpspeicherwerken wird in das Arbeitsvermögen Turbinenarbeit und Pumparbeit bezogen auf den Speicherinhalt des oberen Speicherbeckens unterschieden.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
4.2 Regelarbeits- vermögen	$W_{HR}$	<p>Das Regelarbeitsvermögen (RAV) ist das Arbeitsvermögen im Regeljahr.</p> <p>Anmerkung:</p> <p>Vereinfacht lässt sich der Wert für das Regelarbeitsvermögen als Mittelwert der Erzeugung aus einer Reihe von Betriebsjahren (mind. 10 Jahre) errechnen - möglicherweise auch als gleitender Mittelwert. Dabei ist zu beachten, dass technische Ausfälle zu unbrauchbaren Werten für das RAV führen können. Die Anmerkung Kapitel 1.5.1 gilt sinngemäß.</p>
4.3 Erzeugung (Betriebs- arbeit)	$W_B$	<p>Die Erzeugung oder die Betriebsarbeit eines Wasserkraftwerks ist die in einer Zeitspanne tatsächlich erzeugte elektrische Arbeit (Zählerablesungen).</p> $W_B = \int P_B \cdot dt$ <p>In Pumpspeicherwerken mit natürlichem Zufluss werden Wälzarbeit (<math>W_{BW}</math>) (4.14) und Laufwasserarbeit (<math>W_{BH}</math>) (4.13) unterschieden.</p>
4.4 Maximaler Energieinhalt eines Speichers  (max. Arbeits- vermögen eines Spei- chers)	$W_S$	<p>Der maximale Energieinhalt eines Speichers ist die mit dem maximalen Betriebsinhalt erzeugbare elektrische Arbeit, bei Pumpspeicherwerken auch Angabe der erforderlichen Pumparbeit zum Füllen des Speichers.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
4.5 Energieinhalt eines Speichers	$W_{SV}$	Der Energieinhalt eines Speichers (Arbeitsvorrat eines Speichers) ist die mit dem momentanen Betriebsinhalt bei der zugehörigen Fallhöhe und dem anzusetzenden Wirkungsgrad erzeugbare elektrische Arbeit.
(Arbeitsvermögen eines Speichers)		Anmerkung zu 1.5.10 und 1.5.12 Der Energieinhalt von Speichern einer Kraftwerksgruppe kann auf das nachgeordnete oder das unterste Kraftwerk der Kraftwerksgruppe bezogen werden; der Bezug ist anzugeben (siehe auch Anmerkung bei 1.5.10.)
4.6 Nicht verwertete Arbeit	$W_{HN}$	Die nicht verwertete Arbeit eines Laufwasserkraftwerks ist die Differenz aus dem Arbeitsvermögen und der Erzeugung (Betriebsarbeit). $W_{HN} = W_H - W_B$ Die nicht verwertete Arbeit eines Speicherkraftwerkes oder Pumpspeicherkraftwerks ist der Teil der Arbeit des nutzbaren Kraftwerkszuflusses, der energiewirtschaftlich nicht genutzt wird.
4.7 Verfügbare Arbeit	$W_V$	Die verfügbare Arbeit ist die Arbeit, die aufgrund der verfügbaren Leistung $P_V$ (3.16) erzeugt werden kann. <sup>3</sup> $W_V = \int P_V \cdot dt$
4.8 Technisch verfügbare Arbeit	$W_{VT}$	Die technisch verfügbare Arbeit ist die Arbeit, die aufgrund der technisch verfügbaren Leistung $P_{VT}$ (3.15) erzeugt werden könnte. <sup>3</sup> $W_{VT} = \int P_{VT} \cdot dt$

<sup>3</sup> Für Pumpspeicherkraftwerke ist die verfügbare Arbeit vom Füllgrad des Oberbeckens abhängig.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
4.9 Technisch nicht verfügbare Arbeit	$W_{nvT}$	Die technisch nicht verfügbare Arbeit ist die Arbeit, die aufgrund der technisch nicht verfügbaren Leistung $P_{nvT}$ (3.13) nicht erzeugt werden kann. <sup>3</sup>  $W_{nvT} = \int P_{nvT} \cdot dt$
4.10 Technisch nicht verfügbare Arbeit mit Rückwirkung	$W_{nvTr}$	Die technisch nicht verfügbare Arbeit mit Rückwirkung (siehe Anmerkung Kapitel 3.14) ist die Arbeit, die aufgrund der technisch nicht verfügbaren Leistung mit Rückwirkung $P_{nvTr}$ (3.14) nicht erzeugt werden kann. <sup>3</sup>  $W_{nvTr} = \int P_{nvTr} \cdot dt$
4.11 Pumparbeit, Pumpenergie (Pumpstromverbrauch)	$W_P$	Die Pumparbeit (Pumpstromverbrauch) ist die elektrische Arbeit, die zum Fördern des Speicherwassers eingesetzt wird.  Anmerkung: Bezüglich der Unterscheidung zwischen Brutto- und Nettowerten siehe Einleitung bei Kapitel 4.
4.12 Phasen- schieberbezug	$W_{Ph}$	Energiebezug zum Betreiben des Generators speziell zur Blindleistungserzeugung (kapazitiv oder induktiv) (vorwiegend in Pumpspeicherkraftwerken praktiziert)
4.13 Laufwasser- arbeit	$W_{BH}$	Erzeugung aus natürlichem Zufluss
4.14 Wälzarbeit	$W_{BW}$	Die Wälzarbeit ist die aus gepumptem Wasser wieder erzeugbare elektrische Arbeit unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades. Sie wird nur für Pumpspeicherkraftwerke ermittelt.  $W_{BW} = W_P \cdot \eta_{PT}$

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
4.15 Einstau- verluste	$W_{\text{Vert}}$	<p>Unter Einstauverlusten wird die Erzeugungsminderung eines Laufwasserkraftwerks verstanden, die sich infolge der Unterwasserbeeinflussung durch ein Unterliegerkraftwerk (Neubau oder Veränderung des Stauzieles) ergibt. Die Einstauverluste vermindern das Regelarbeitsvermögen des Laufwasserkraftwerks.</p> <p>Anmerkung: Die Verlusterstattung kann entgeltlich oder über Energie-realaustausch erfolgen.</p>
4.16 Werkleis- tungsplan/ Leistungsplan		<p>Der Werkleistungsplan – auch Leistungsplan genannt – ist die grafische Darstellung der Zusammenhänge zwischen Durchfluss, Fallhöhe und Leistung. Der Durchfluss wird als Dauerlinie, die Fallhöhe und die Leistung in Abhängigkeit vom Durchfluss dargestellt. Die Kurven für die Fallhöhe und die Leistung sind daher nur indirekt Dauerlinien. Er dient zur Ermittlung des Regelarbeitsvermögens. Bild 11 zeigt einen Werkleistungsplan für Laufwasserkraftwerke.</p>

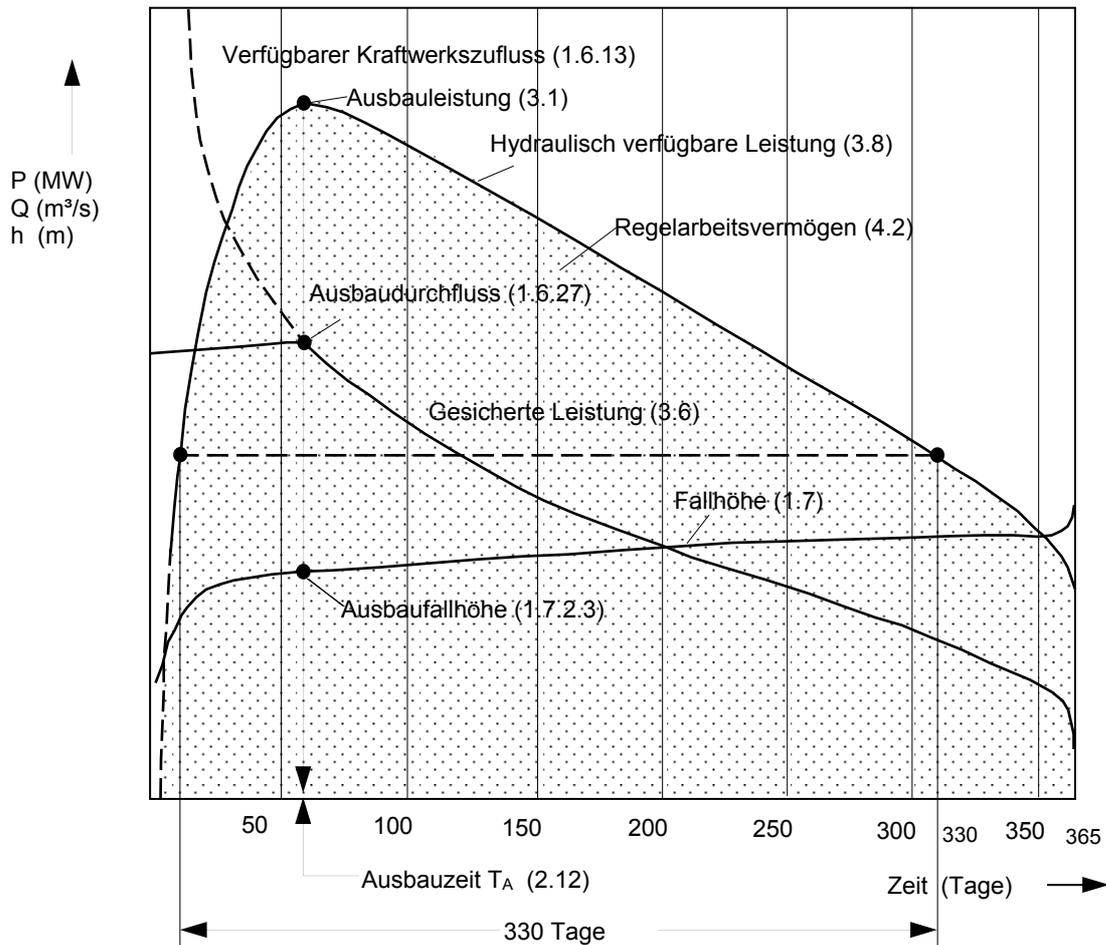


Bild 11: Werkleistungsplan eines Laufwasserkraftwerks

(Hinweis: Der Ausbaudurchfluss entspricht seiner Dauerlinie; die Fallhöhe und die Leistung sind in Abhängigkeit vom verfügbaren Kraftwerkszufluss aufgetragen.)

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
4.17 Potenzial- begriff		Allgemeine Werte zur Wasserkraftnutzung (regenerative Energie) werden in der Regel als Arbeitswerte erfasst. Je nach Aussageziel werden unterschiedliche Potenzial-Begriffe benutzt. Die Arbeitswerte können sich auf Flüsse, Flussgebiete, politische Regionen etc. beziehen.
4.17.1 Niederschlags- potenzial, Niederschlags- flächenpoten- zial		Das Niederschlagspotenzial (Niederschlagsflächenpotenzial) eines Einzugsgebietes oder einer Region ist ein theoretisches Potenzial. Es wird aus dem Niederschlagsvolumen eines Jahres bzw. dem Mittelwert einer Reihe von Jahren (mind. 10 Jahre) und der gegebenen Topographie dieses Gebietes ermittelt.
4.17.2 Abflusspoten- zial, Abflussflä- chenpotenzial		Das Abflusspotenzial (Abflussflächenpotenzial) ist ein theoretisches Potenzial. Es wird aus dem Niederschlagspotenzial unter Berücksichtigung der Verdunstung ermittelt.
4.17.3 Abflusslinien- potenzial, Rohpotenzial		Das Abflusslinienpotenzial (Rohpotenzial) ist ein theoretisches Potenzial. Es wird nur für Fließgewässer aufgrund des gegebenen mittleren Jahreswasservolumens bzw. dem Mittelwert einer Reihe von Jahren (mind. 10 Jahre) und dem vorhandenen Gefälle ohne Berücksichtigung von Fließverlusten und Energieumwandlungs-Wirkungsgraden ermittelt, Versickerungen und Quellschüttungen werden indirekt berücksichtigt.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
4.17.4 Technisches Wasserkraft- potenzial		<p>Das technische Wasserkraftpotenzial ergibt sich aus dem Abflusslinienpotenzial bei Annahme konkreter Standorte und bei Berücksichtigung von Fließverlusten und Energieumwandlungswirkungsgraden.</p> <p>Anmerkung: Das technische Wasserkraftpotenzial wird üblicherweise ermittelt aus der Summation der Erzeugung/Erzeugungsmöglichkeiten (Regelarbeitsvermögen) aller bestehenden Anlagen, der im Bau befindlichen Anlagen, aus den zusätzlichen Erzeugungsmöglichkeiten durch Erweiterungsbauten, der stillgelegten Anlagen (sofern eine Reaktivierung unter hydraulischen Aspekten möglich ist) und aller sonstigen unter hydraulisch/technischen Aspekten als sinnvoll festgestellten Standorte (Projekte, Machbarkeitsstudien).</p>
4.17.5 Ausbauwür- diges Wasserkraft- potenzial		<p>Das ausbauwürdige Wasserkraftpotenzial ergibt sich aus der Summation der Regularbeitsvermögen aller im Bau befindlichen Wasserkraftwerke sowie aller als ökonomisch sinnvoll und ökologisch vertretbar bzw. notwendig beurteilten Projekte zum Zeitpunkt der Betrachtung.</p> <p>Anmerkung: In Österreich werden zum ausbauwürdigen Wasserkraftpotenzial auch die bestehenden Anlagen gezählt. Dagegen wird in Deutschland dieser Begriff nur zukunftsorientiert verstanden.</p>

## 5 Verfügbarkeit und Ausnutzung

Die Verfügbarkeit ist ein Maß für die Fähigkeit eines Kraftwerks (oder eines Anlagenteiles), Energie zu erzeugen oder eine sonstige betriebliche Funktion auszuüben, unabhängig von seinem tatsächlichen Einsatz. Die Verfügbarkeit dient vorrangig der Beurteilung der technischen Qualität eines Kraftwerks. Der Betrachtungsbereich erstreckt sich deshalb nur auf den unmittelbaren Kraftwerksbereich – üblicherweise die Oberspannungsseite des Maschinentransformators.

Es ist auch eine erweiterte Betrachtung möglich, bei der auch sog. Außeneinflüsse (z. B. Netzstörungen, Wassermangel, Streik) einbezogen werden können, siehe Anlage 1.

Die Ausnutzung ist ein Maß für die tatsächliche Nutzung eines Kraftwerks (oder eines Anlagenteiles).

Die Begriffe Verfügbarkeit und Ausnutzung werden quantifiziert durch die Bildung von Verhältniszahlen der Zeit-, Leistungs- und Arbeitswerte. Um Missverständnisse zu vermeiden, sind sie stets mit dem jeweiligen Zusatzbegriff Zeit, Leistung oder Arbeit zu verwenden.

Die Richtlinie VGB-RV 808 [13] enthält eine umfassende Darstellung der Ermittlung der Verfügbarkeits- und Ausnutzungs-Kenngrößen von Wärmekraftwerken. Eine vollständige Übertragung dieser Ermittlungsmethodik ist für Wasserkraftwerke sehr aufwendig. Zum Beispiel weist das unterschiedliche Wasserdargebot bei Laufwasserkraftwerken und die Leistungsabhängigkeit der Speicherkraftwerke und Pumpspeicherkraftwerke von der jeweiligen Fallhöhe auf die Unzweckmäßigkeit hin, die Arbeitsausnutzung und die Arbeitsverfügbarkeit in jedem Fall auf die Nennleistung einer Anlage zu beziehen.

Bei Wasserkraftwerken wird zweckmäßigerweise unterschieden einerseits zwischen Verfügbarkeits- und Ausnutzungs-Begriffen für das Kraftwerk als ganze Einheit und andererseits solchen für die einzelnen Maschinensätze oder deren Summe. Dies erlaubt sowohl die Berücksichtigung der wasserwirtschaftlichen Voraussetzungen für den Betrieb beim Wasserkraftwerk selbst, als auch eine von diesen Bedingungen unabhängige Betrachtung für die Maschinensätze.

Allgemein ist zu bemerken, dass die zeit- und arbeitsbezogenen Verfügbarkeits- und Ausnutzungskennwerte Mittelwerte über bestimmte Zeitspannen sind, dass aber die leistungsbezogenen Verfügbarkeits- und Ausnutzungskennwerte als Momentanwerte gebildet werden, die dann auch als solche besonders zu kennzeichnen sind.

Bei Pumpspeicherkraftwerken ist die Angabe von Arbeitsausnutzungskennwerten nicht gebräuchlich. Meist beschränkt man sich auf eine Analyse zeitbezogener Werte, getrennt für jeden Maschinensatz.

Im Folgenden ist eine Auswahl von Kennwerten aufgeführt, die den besonderen Bedingungen der Wasserkraftanlagen Rechnung tragen.

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
5.1 Zeitverfügbarkeit	$k_t$	<p>Die Zeitverfügbarkeit eignet sich zum vergleichenden Beurteilen von Maschinensätzen und z. B. von Anlagenteilen, bei denen Arbeitswerte nicht erfasst werden. Sie berücksichtigt nicht die Leistungsgröße, sondern nur Stillstände.</p> <p>Die Zeitverfügbarkeit eines Kraftwerks oder eines Anlagenteils ist der Quotient aus der Verfügbarkeitszeit und der Nennzeit.</p> $k_t = \frac{t_v}{t_N} = \frac{t_B + t_R}{t_N}$ <p>Anmerkung:</p> <p>Die Ermittlung der Zeitverfügbarkeit bei Pumpspeicherkraftwerken kann sinnvollerweise auf einer getrennten Zeiterfassung der charakteristischen Betriebszustände, also Turbinenbetrieb (Generatorbetrieb), Pumpbetrieb, Phasenschieberbetrieb, hydraulischer Kurzschluss und Bereitschaft aufgebaut werden (siehe auch Kapitel 2.4).</p>
5.2 Zeit-Nichtverfügbarkeit	$k_{tn}$	<p>Die Zeit-Nichtverfügbarkeit ist der komplementäre Wert der Zeitverfügbarkeit.</p> $k_{tn} = 1 - k_t = 1 - \frac{t_v}{t_N}$

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
5.3 Leistungsverfügbarkeit	$k_{PH}$	Die Leistungsverfügbarkeit als Momentanwert ist zur Kennzeichnung einer momentanen Verfügbarkeit, z. B. für die Lastverteilung, geeignet.
		<p>Die Leistungsverfügbarkeit eines Kraftwerks ist als Momentanwert der Quotient aus der verfügbaren Leistung und der hydraulisch verfügbaren Leistung.</p> $k_{PH} = \frac{P_v}{P_{VH}}$
5.4 Technische Leistungsverfügbarkeit	$k_{PT}$	Die technische Leistungsverfügbarkeit einer Anlage ist als Momentanwert der Quotient aus der technisch verfügbaren Leistung und der Engpassleistung (maximalen Leistung).
		$k_{PT} = \frac{P_{VT}}{P_E}$
5.5 Arbeitsverfügbarkeit	$k_W$	Die Arbeitsverfügbarkeit allgemein ist der umfassende Kennwert zur Gesamtbeurteilung der Verfügbarkeit eines Kraftwerks und erlaubt einen langfristigen Qualitätsvergleich. Sie berücksichtigt alle Leistungsminderungen und Stillstände.
		<p>Die Arbeitsverfügbarkeit ist der Quotient aus der verfügbaren Arbeit in einer Zeitspanne und dem Arbeitsvermögen in derselben Zeitspanne.</p> $k_W = \frac{W_v}{W_H}$

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
5.6 Technische Arbeitsverfüg- barkeit	$k_{WT}$	<p>Sollen alle technischen Ausfälle berücksichtigt werden, so ist die technische Arbeitsverfügbarkeit der Quotient aus der technisch verfügbaren Arbeit und der technisch maximal erreichbaren Arbeit.</p> $k_{WT} = \frac{W_{vT}}{P_E \cdot t_N}$ <p>Anmerkung: Die Bildung von Arbeitsverfügbarkeitswerten für Pumpspeicherkraftwerke ist auch wegen der Definition von <math>W_H</math> nicht sinnvoll.</p>
5.7 Arbeits- Nichtverfüg- barkeit	$k_{Wn}$	<p>Die Arbeits-Nichtverfügbarkeit ist der komplementäre Wert der jeweils betrachteten Arbeitsverfügbarkeit.</p> $k_{Wn} = 1 - k_W$ <p>Anmerkung: Dieser Wert weist indirekt die Erzeugungsverluste aus, die durch technische Ausfälle der Anlagen bei nutzbarem Wasserdargebot entstanden sind. Auf die Größe dieses Wertes wird im Vorspann dieses Kapitels hingewiesen.</p>

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
5.8 Zeitaus- nutzung	$n_t$	Die Zeitausnutzung ist der Quotient aus Betriebszeit und Nennzeit.  $n_t = \frac{t_B}{t_N}$
5.9 Leistungsaus- nutzung	$n_P$	Die Leistungsausnutzung als Momentanwert ist der Quotient aus der Betriebsleistung und
5.9.1 Leistungsaus- nutzung der Engpassleis- tung	$n_{PE}$	der Engpassleistung (maximale Leistung)  $n_{PE} = \frac{P_B}{P_E}$
5.9.2 Leistungsaus- nutzung der mittleren Leistung	$n_{PH}$	a) der mittleren Leistung $P_{mH}$ (siehe Kapitel 3.10)  $n_{PH} = \frac{P_B}{P_{mH}}$

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
5.10 Ausnutzung	$n_w$	Die Ausnutzung ist ein Maß für die Arbeit, die eine Anlage tatsächlich erzeugt.  Anmerkung: Die Kennziffern können für Pumpspeicherkraftwerke getrennt für Turbinen- und Pumpbetrieb ermittelt werden, jedoch ist die Ermittlung der Ausnutzung für Pumpspeicherkraftwerke nicht gebräuchlich.
5.10.1 Energetische Ausnutzung	$n_{we}$	Die energetische Ausnutzung ist der Quotient aus der Erzeugung und dem Arbeitsvermögen $n_{we} = \frac{W_B}{W_H}$ , oder vereinfacht für konstante mittlere Fallhöhe  $n_{we} = \sum_{i=1}^5 \frac{(Q_{Ni} - Q_{BVi})}{Q_{Ni}}$
5.10.2 Regelausnutzung	$n_{wr}$	Die Regelausnutzung ist der Quotient aus der Erzeugung und dem Regelarbeitsvermögen  $n_{wr} = \frac{W_B}{W_{HR}}$
5.10.3 Arbeitsausnutzung	$n_w$	Die Arbeitsausnutzung ist der Quotient aus der Erzeugung und der theoretisch maximal möglichen Arbeit durch die Engpassleistung bzw. die Ausbauleistung, siehe VGB-RV 808 [13].  $n_w = \frac{W_B}{P_E \cdot t_N}$

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
5.11 Zeitverfügbarkeit einer Maschine (%)	$k_t$	<p>Die Zeitverfügbarkeit ist der Quotient aus der Verfügbarkeitszeit und der Nennzeit</p> $k_t = \frac{t_v}{t_N}$ <p>Quotient aus der Summe der Betriebszeit <math>t_B</math> (*) und der Bereitschaftszeit <math>t_R</math> (beides ergibt die Verfügbarkeitszeit <math>t_v</math>) und der Nennzeit <math>t_N</math> einer Maschine in einem Berichtsjahr (Kalenderzeit).</p> $k_t = \frac{t_B + t_R}{t_N}$ <p>(*): <math>t_B = t_{TU} + t_{PU} + t_{PH} + t_{HY}</math>  <math>t_{TU}</math> = Betriebszeit im Turbinenbetrieb  <math>t_{PU}</math> = Betriebszeit im Pumpbetrieb  <math>t_{PH}</math> = Betriebszeit im Phasenschieberbetrieb  <math>t_{HY}</math> = Betriebszeit im hydraulischen Kurzschluss</p>
5.12 Zeitverfügbarkeit eines Kraftwerkes (%)	$k_t$	<p>Die Zeitverfügbarkeit eines Kraftwerkes ist der Quotient aus Zeitverfügbarkeit der einzelnen Maschinensätze multipliziert mit der Nennleistung der Maschine(n) und der Nennleistung des gesamten Kraftwerkes <math>P_N</math>.</p> <p>oder der Quotient aus der Summe der Betriebszeit <math>t_B</math> und der Bereitschaftszeit <math>t_R</math> und der Nennzeit <math>t_N</math> aller Maschinensätze in einem Berichtsjahr.</p> $k_t = \frac{\sum t_B + t_R}{\sum t_N}$

Benennung	Zeichen	Begriffsbestimmung
5.13 Leistungsverfügbarkeit	k <sub>PH</sub>	Die Leistungsverfügbarkeit ist der Quotient der verfügbaren Leistung und der Nennleistung. $k_{PH} = \frac{P_V}{P_N}$

**Anlage 1****Außeneinflüsse**Außeneinfluss<sup>4</sup>

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

## 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.

## Klima

- Wasserqualität (z. B. Veralgung, Wasserpest)
- Wassermangel aufgrund von z. B. Vereisung, Eisschollen, Rechengut, Geschwemmsel, Hoch-/Niedrigwasser, Trockenheit, Stauziel-/Arbeitsabsenkung wegen sehr hoher Windgeschwindigkeit
- Leistungs-/Arbeitseinschränkungen durch außergewöhnliche Umwelteinflüsse z. B. Sturm, Lawinenabgang, Felssturz, Felsicherungsarbeiten

---

<sup>4</sup> Außeneinfluss ist im VGB-RV 808 [13] definiert. Der hier wiedergegebene Auszug ist wasserkraftspezifisch.

Netzrestriktionen	<p>Die Abgrenzung der Anlage zur Netzseite erfolgt an den Oberspannungsklemmen des Maschinentransformators.</p> <p>Sämtliche Ereignisse, die eine Beeinträchtigung der Energieableitung in den Leitungen, Kuppelstellen usw. zur Folge haben, sind als Außeneinfluss zu werten:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– 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)</li><li>– Maßnahmen zur Sicherheit oder Zuverlässigkeit des Elektrizitätsversorgungssystems, die durch den Netzbetreiber aufgerufen werden</li><li>– Redispatch ÜNB (Einsatzänderung Intraday durch Netzbetreiber)</li><li>– Schutzauslösung im Übertragungsnetz z. B. infolge Blitzschlag</li></ul>
Personalmangel	<p>Nicht vorhandene Betriebsbereitschaft wegen Streik, Pandemie, Belagerung, Besetzung</p>
Sonstiges	<ul style="list-style-type: none"><li>– Terroranschlag, polizeiliche Ermittlung, Schiffs- und Flugzeugunglück, Erdbeben, höhere Gewalt</li><li>– Tag der offenen Tür/Öffentlichkeitsarbeit</li><li>– zusätzliche behördliche Auflagen bei bestehender Betriebsgenehmigung z. B. erhöhter (nicht erlaubter) Lärmpegel</li><li>– Restriktionen durch Wasserrecht/Gewässerbewirtschaftung</li><li>– Bergungsarbeiten</li><li>– Ölfilm durch Fremdeinwirkung (Unter- bzw. Oberwasser)</li></ul>

### Beispiele für Außeneinfluss bei Wasserkraftwerken

Konservierung der Anlage, Stillstände im Zusammenhang mit Konservierungsmaßnahmen gelten ebenfalls als Außeneinfluss, sofern die Anlage ansonsten im vollen Umfang technisch verfügbar ist.

Verfügbarkeitsstatistiken können durch die Einbeziehung konservierter Anlagen (100 % verfügbar im Sinne Außeneinfluss) allerdings verfälscht werden, wenn diese Anlagen wegen der Konservierung über längere Zeit nicht in Betrieb sind. Für statistische Auswertungen sind konservierte Anlagen insofern nur mit einer 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.



## Abbildungsverzeichnis

Bild 1:	Speicherräume und Stauziele (siehe auch DIN 4048 und 19700) [1], [6] und ÖNORM M7103 [10]).....	35
Bild 2:	Zuflussdauerlinie.....	44
Bild 3:	Allgemeinster Fall eines Durchflussschemas bei einem Laufwasserkraftwerk.....	53
Bild 4:	Fallhöhenschema bei Laufwasserkraftwerken.....	59
Bild 5:	Fallhöhenschema bei Ausleitungskraftwerken (siehe auch Bild 4).....	60
Bild 6:	Fallhöhenschema bei Speicherkraftwerken und Pumpspeicherkraftwerken.....	61
Bild 7:	Schema zur Erläuterung von Zeitbegriffen.....	66
Bild 8:	Leistungsbegriffe für Laufwasserkraftwerke.....	80
Bild 9:	Leistungsbegriffe für Speicherkraftwerke und Pumpspeicherkraftwerke Fall 1: $PVH \geq PVT$ , Fall 2: $PVH \leq PVT$ .....	81
Bild 10:	Prinzipielle Darstellung des Einsatzes eines Speicherkraftwerks oder Pumpspeicherkraftwerks.....	82
Bild 11:	Werkleistungsplan eines Laufwasserkraftwerks.....	89

## Literatur

- [1] DIN 4048, Teil 1  
Wasserbau; Begriffe; Stauanlagen, Ausgabe 01/1987
- [2] DIN 4049, Teil 1  
Hydrologie: Grundbegriffe, Ausgabe 12/1992
- [3] DIN 4054  
Verkehrswasserbau; Begriffe, Ausgabe 09/1977
- [4] DIN 4320  
Wasserturbinen; Benennungen nach der Wirkungsweise und nach der Bauweise, Ausgabe 10/1971
- [5] DIN 55302  
Statistische Auswertungsverfahren, Ausgabe 1970
- [6] DIN 19700, Teil 10  
Stauanlagen, Ausgabe 07/2004
- [7] IEC 60041  
Field acceptance tests to determine the hydraulic performance of hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines, Edition 11/1991
- [8] IEC 60193  
Hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines – Model acceptance tests, Ausgabe 11/1999
- [9] IEC 62097  
Hydraulic machines, radial and axial – Performance conversion method from model to prototype, Edition 02/2009
- [10] ÖNORM M7103  
Grundbegriffe der Energiewirtschaft – Wasserkraftwirtschaft, Ausgabe 05/1991
- [11] ÖNORM B 2400  
Hydrologie – Hydrographische Fachausdrücke und Zeichen - Ergänzende Bestimmungen zur ÖNORM EN ISO 772, Ausgabe 12/2011
- [12] VDI 4620, Blatt 1  
Wasserkraftanlagen; Begriffe
- [13] VGB-RV 808  
Begriffe der Versorgungswirtschaft, Teil B Elektrizität und Fernwärme, Heft 3 Grundlagen und Systematik der Verfügbarkeitsermittlung für Wärme-

kraftwerke, Ausgabe 03/2008

- [14] VGB-S-002-T-01;2012-04.DE  
Elektrizitätswirtschaftliche Grundbegriffe, Ausgabe 01/2012
  
- [15] Deutsches gewässerkundliches Jahrbuch  
(hier: Donaugebiet, Abflussjahr 1988, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München)
  
- [16] Gesetz über Einheiten im Messwesen vom 2. Juli 1969  
letzte Ausführungsverordnung: 2. Verordnung zur Änderung der Ausführungsverordnung zum Gesetz über Einheiten im Messwesen vom 12. Dezember 1977, Bundesgesetzblatt Jahrgang 1977, Teil I, Seite 2537

## Alphabetisches Verzeichnis der Benennungen

Benennung	Zeichen	Kapitel
Abfluss für Kraftwerke oder Pumpwerke	$Q_{ATP}$	1.6.20
Abflussjahr, Hydrologisches Jahr		1.5.1
Abflusslinienpotenzial, Rohpotenzial		4.17.3
Abflusspotenzial, Abflussflächenpotenzial		4.17.2
Ableitungsabfluss	$Q_{Abl}$	1.6.14
Absenkziel	$Z_A$	1.3.3.4
Abstau	$S_{SE}$	1.4.1.1
Anlagenbedingter Verlustabfluss	$Q_{AV}$	1.6.25
Arbeitsausnutzung	$n_W$	5.10.3
Arbeits-Nichtverfügbarkeit	$k_{Wn}$	5.7
Arbeitsverfügbarkeit	$k_W$	5.5
Arbeitsvermögen, Arbeitsdargebot	$W_H$	4.1
Aufstau	$S_{SR}$	1.4.1.2
Ausbaudurchfluss	$Q_A$	1.6.27
Ausbauleistung	$P_A$	3.1
Ausbaustrecke		1.1.1
Ausbauwürdiges Wasserkraftpotenzial		4.17.5
Ausbauzeit	$t_A$	2.12
Ausleitungskraftwerk, Kanalkraftwerk		1.2.1
Ausleitungsstelle, Entnahmestelle		1.1.2
Ausleitungsstrecke		1.1.3
Ausnutzung	$n_W$	5.10
Ausnutzungsdauer	$t_a$	2.11
Beanspruchbare Leistung	$P_b$	3.21
Beckenraum		1.3.1.1
Beileitungszufluss	$Q_{Bei}$	1.6.8
Benutzungsdauer	$t_{ben}$	2.10
Bereitschaftsleistung	$P_R$	3.2
Bereitschaftszeit	$t_R$	2.5
Betriebsbedingter Verlustabfluss	$Q_{BV}$	1.6.26

Benennung	Zeichen	Kapitel
Betriebsinhalt	$I_B$	1.3.2.3
Betriebsleistung	$P_B$	3.3
Betriebsraum	$V_B$	1.3.1.4
Betriebsrhythmus		1.4.2.9
Betriebszeit	$t_B$	2.4
Bilanzleistung	$P_{Bil}$	3.4
Blindleistung		3.24
Brandungskraftwerk		1.2.2
Bruttofallhöhe	$h_{brutto}$	1.7.3.1
Dotierwasserabfluss (Dotierwasserstrom)	$Q_{Dot}$	1.6.17
Druckleitung		1.1.4
Durchfluss	$Q$	1.6.1
Durchlaufbetrieb		1.4.2.3
Einleitungszufluss	$Q_{Ein}$	1.6.9
Einstauverluste	$W_{Verl}$	4.15
Eintiefungsstrecke		1.1.5
Einzugsgebiet		1.1.6
Energetische Ausnutzung	$n_{WE}$	5.10.1
Energieinhalt eines Speichers	$W_{SV}$	4.5
Engpassleistung, maximale Leistung	$P_e$	3.5
Entnahmestrecke		1.1.7
Errechneter höchster Hochwasserabfluss		1.5.4
Erzeugung (Betriebsarbeit)	$W_B$	4.3
Extremes Nassjahr, extremes Trockenjahr		1.5.11
Fließende Welle	$Q_{FW}$	1.6.4
Flusskraftwerk		1.2.3
Freibord	$f$	1.3.3.8
Freiraum	$V_F$	1.3.1.6
Freispiegelleitung		1.1.8
Füllungsdauer eines Speichers	$t_f$	2.13
Geodätische Förderhöhe	$h_{p\ geo}$	1.7.3.8
Geodätische Zulaufhöhe	$h_{z\ geo}$	1.7.3.7

<b>Benennung</b>	<b>Zeichen</b>	<b>Kapitel</b>
Geplante nicht verfügbare Leistung	$P_{nv p}$	3.19
Gesamtabfluss	$Q_{Ab}$	1.6.12
Gesamtspeicherinhalt, Gesamtstauinhalt		1.3.2.1
Gesamtspeicherraum, Gesamtstauraum	$V_G$	1.3.1.2
Gesamtzufluss	$Q_{Zu}$	1.6.3
Gesicherte Leistung	$P_s$	3.6
Gezeitenkraftwerk		1.2.4
Hochdruckkraftwerk (Hochdruckanlage)		1.2.5
Höchster Hochwasserabfluss	$H_{HQ}$	1.5.5
Höchster schiffbarer Durchfluss/ Wasserstand		1.5.6
Höchstleistung		3.3.1
Höchstmöglicher Stau	$Z_H$	1.3.3.3
Hochwasser		1.5.2
Hochwasserabfluss	$H_Q$	1.5.3
Hydraulisch nicht verfügbare Leistung	$P_{nvH}$	3.7
Hydraulisch verfügbare Leistung	$P_{vH}$	3.8
Hydraulischer Kurzschluss		1.4.2.8
Kippbetrieb		1.4.2.4
Kleinwasserkraftwerk		1.2.6
Korrigierter Zufluss/ Korrigierter Abfluss	$Q_{korr}$	1.6.2
Kote Hochwasserentlastung		1.3.3.7
Kraftwerksausbaufallhöhe	$h_{KA}$	1.7.2.3
Kraftwerksdurchfluss	$Q_K$	1.6.21
Kraftwerksfallhöhe	$h_K$	1.7.2.2
Kraftwerksverlustabfluss	$Q_{KV}$	1.6.23
Kronenkote		1.3.3.6
Laufbetrieb		1.4.2.1
Laufwasserarbeit	$W_{BH}$	4.13
Leistung im Pumpbetrieb, Pumpleistung		3.9
Leistungsausnutzung	$\eta_P$	5.9
Leistungsverfügbarkeit	$k_{PH}$	5.3

Benennung	Zeichen	Kapitel
Manometrische Förderhöhe	$h_{p\ man}$	1.7.3.10
Maximale Fallhöhe	$h_{max}$	1.7.3.4
Maximale theoretische Fallhöhe	$h_{max\ theo}$	1.7.3.3
Maximaler Energieinhalt eines Speichers	$W_S$	4.4
Mehrzweckanlage		1.2.8
Mindestleistung		3.23
Minimale Fallhöhe	$h_{min}$	1.7.3.6
Minimale theoretische Fallhöhe	$h_{min\ theo}$	1.7.3.5
Mittelwasserabfluss	$M_Q$	1.5.7
Mittlere Fallhöhe	$h_m$	1.7.3.2
Mittlere Förderhöhe	$h_{pm}$	1.7.3.9
Mittlere Leistung	$P_m$	3.10
Mittlere Leistung im Pumpbetrieb	$P_{mP}$	3.11
Mittlerer Hochwasserabfluss	$M_{HQ}$	1.5.8
Mittlerer Niedrigwasserabfluss	$M_{NQ}$	1.5.9
Nassjahr, Trockenjahr		1.5.10
Natürlicher Zufluss	$Q_{nat}$	1.6.6
Nennfallhöhe	$h_N$	1.7.1.2
Nennleistung	$P_N$	3.12
Nennzeit	$t_N$	2.2
Nettofallhöhe	$h_{netto}$	1.7.1.1
Nicht beanspruchbare Leistung	$P_{nb}$	3.22
Nicht eingesetzte Leistung	$P_{ng}$	3.17
Nicht einsetzbare Leistung	$P_{ns}$	3.18
Nichtverfügbarkeitszeit	$t_{nv}$	2.7
Nicht verwertete Arbeit	$W_{HN}$	4.6
Niederdruckkraftwerk		1.2.9
Niederschlagspotenzial, Niederschlagsflächenpotenzial		4.17.1
Niedrigster Niedrigwasserabfluss	$N_{NQ}$	1.5.12
Niedrigwasserabfluss	$N_Q$	1.5.13
n-jährlicher Hochwasserabfluss	$H_{Qn}$	1.5.14
Nutzbarer Kraftwerkszufluss	$Q_N$	1.6.24

Benennung	Zeichen	Kapitel
Nutzhalt	$I_N$	1.3.2.2
Nutzraum	$V_N$	1.3.1.3
Oberer Reserveraum	$V_{RO}$	1.3.1.7
Oberer Reserverauminhalt	$I_{RO}$	1.3.2.5
Oberliegerzufluss	$Q_{OL}$	1.6.7
Pendelwasser		1.4.2.12
Pflichtwasserabfluss (Pflichtwasserstrom)	$Q_{Pfl}$	1.6.18
Phasenschieberbetrieb		1.4.2.7
Phasenschieberbezug	$W_{Ph}$	4.12
Potenzialbegriff		4.17
Pumparbeit, Pumpenergie (Pumpstromverbrauch)	$W_P$	4.11
Pumpbetrieb		1.4.2.6
Pumpennennförderstrom	$Q_{PN}$	1.6.30
Pumpförderstrom	$Q_P$	1.6.29
Pumpspeicherkraftwerk, Pumpspeicherwerk		1.2.10
Regelarbeitsvermögen	$W_{HR}$	4.2
Regelausnutzung	$n_{Wr}$	5.10.2
Regelbetrieb	$A_{HR}$	1.4.2.14
Regeljahr		1.5.15
Reserveleistungsvorhaltung		1.4.2.15
Restwasserabfluss	$Q_{Rest}$	1.6.19
Rohfallhöhe	$h_g$	1.7.2.1
Rückgabestelle, Wiedereinleitungsstelle		1.1.9
Scheinleistung		3.25
Schwallbetrieb		1.2.7.3
Schwellbetrieb		1.2.7.1
Schwellbetrieb		1.4.2.2
Schwellkette		1.2.7.2
Schwellraum	$V_S$	1.3.1.5
Schwellrauminhalt	$I_S$	1.3.2.4
Speicher		1.2.11
Speicherentnahme, Zusatzwasser	$Q_{SE}$	1.6.10

Benennung	Zeichen	Kapitel
Speicherinhaltsänderung	$\Delta I$	1.4.1.3
Speicherkraftwerk		1.2.12
Speicherrückhalt, Rückhaltung	$Q_{SR}$	1.6.11
Spitzenleistungsbereitstellung		1.4.2.13
Stauanlage		1.1.10
Stauhaltung		1.1.11
Staustufe		1.1.12
Stauwurzel		1.1.13
Stauziel	$Z_S$	1.3.3.1
Stauzieltoleranz		1.3.3.2
Stillstand		1.4.2.5
Strömungskraftwerk		1.2.13
Tages-, Wochen-, Saisonbetrieb		1.4.2.10
Technisch nicht verfügbare Arbeit	$W_{nvT}$	4.9
Technisch nicht verfügbare Arbeit mit Rückwirkung	$W_{nvTr}$	4.10
Technisch nicht verfügbare Leistung	$P_{nvT}$	3.13
Technisch nicht verfügbare Leistung mit Rückwirkung	$P_{nvTr}$	3.14
Technisch verfügbare Arbeit	$W$	4.8
Technisch verfügbare Leistung	$P_{vT}$	3.15
Technische Arbeitsverfügbarkeit	$k_{WT}$	5.6
Technische Leistungsverfügbarkeit	$k_{PT}$	5.4
Technisches Wasserkraftpotenzial		4.17.4
Tiefstmögliche Absenkung	$Z_T$	1.3.3.5
Totraum	$V_T$	1.3.1.9
Totrauminhalt		1.3.2.7
Triebwasserfassung		1.1.14
Triebwasserweg		1.1.15
Turbinendurchfluss	$Q_T$	1.6.22
Turbinennendurchfluss	$Q_{TN}$	1.6.28
Überleitungsabfluss	$Q_{Über}$	1.6.16
Umleitungsfallhöhe	$h_U$	1.7.2.4
Ungeplante nicht verfügbare Leistung	$P_{nv u}$	3.20

Benennung	Zeichen	Kapitel
Unterer Reserveraum	$V_{RU}$	1.3.1.8
Unterer Reserverauminhalt	$I_{RU}$	1.3.2.6
Verfügbare Arbeit	$W$	4.7
Verfügbare Leistung	$P_v$	3.16
Verfügbare Nichtbeanspruchbarkeitszeit	$t_{nb}$	2.9
Verfügbare Nichteinsatzzeit	$t_{ng}$	2.6
Verfügbare Nichteinsetzbarkeitszeit	$t_{ns}$	2.8
Verfügbarer Kraftwerkszufluss, Verfügbarer Speicherabfluss	$Q_v$	1.6.13
Verfügbarkeitszeit	$t_v$	2.3
Verlustabfluss	$Q_{Ver}$	1.6.15
Verlusthöhe	$h_v$	1.7.1.3
Wälzarbeit	$W_{BW}$	4.14
Wälzbetrieb		1.4.2.11
Wasserkraftwerk (Wasserkraftanlage)		1.2.14
Wasserschloss		1.1.16
Wehr		1.1.17
Wellenkraftwerk		1.2.15
Werkleistungsplan/ Leistungsplan		4.16
Wirksames Einzugsgebiet		1.1.18
Zeit	$t$	2.1
Zeitausnutzung	$n_t$	5.8
Zeit-Nichtverfügbarkeit	$k_{tn}$	5.2
Zeitverfügbarkeit	$k_t$	5.1
Zeitverfügbarkeit einer Maschine (%)	$k_t$	5.11
eines Kraftwerkes (%)	$k_t$	5.12
Zufluss von Kraftwerken oder Pumpwerken	$Q_{ZTP}$	1.6.5

## Stichwortverzeichnis

### A

Abfluss.....	50, 51
Gesamtabfluss.....	46
Abflussjahr.....	41
Abflusswert.....	40
Absenkung.....	34
Absenkziel.....	33
Abstau.....	36, 37
Arbeit	
nichtverwertete.....	86
Pump.....	87
technisch nicht verfügbare.....	87
technisch verfügbare.....	86
verfügbare.....	86
Arbeitsausnutzung.....	98
Arbeitsbegriffe.....	83
Arbeitsdargebot.....	84
Arbeitsnichtverfügbarkeit.....	96
Arbeitsverfügbarkeit.....	95
technische.....	96
Arbeitsvermögen.....	84, 86
Aufstau.....	36, 37
Ausbaudurchfluss.....	52
Ausbauleistung.....	70
Ausbaustrecke.....	23, 55
Ausbauzeit.....	68
Ausleitungsstelle.....	23, 24

Ausleitungsstrecke.....	23, 49
Ausnutzung.....	92, 98
energetisch.....	98
Ausnutzungsdauer.....	67
<b>Außeneinfluss</b> .....	101
Beispiele.....	103
Klima.....	101
Netzrestriktionen.....	102
Personalmangel.....	102
Sonstiges.....	102

### B

Beckenraum.....	31
Beileitungszufluss.....	48
Benutzungsdauer.....	67
Benutzungsgrad.....	67
Bereitschaftsleistung.....	70
Bereitschaftszeit.....	64
Betriebsarbeit.....	85
Betriebsinhalt.....	32
Betriebsleistung.....	70
Betriebsraum.....	31
Betriebsrhythmus.....	38
Betriebszeit.....	63
Bilanzleistung.....	71
Bruttofallhöhe.....	56

### D

Dotierwasser

-abfluss .....	49	mittlere .....	57
-strom.....	49	Freibord .....	34
Druckleitung.....	24	Freiraum .....	31
Durchfluss.....	41, 45, 46	Freispiegelleitung.....	25
Durchflussschema .....	53	Füllungsdauer .....	68
Durchlaufbetrieb .....	37		
<b>E</b>		<b>G</b>	
Einleitungszufluss .....	48	Gesamtabfluss.....	48
Einstauverluste .....	88	Gesamtspeicherraum .....	31
Eintiefungsstrecke .....	24	Gesamtstauraum .....	31
Einzugsgebiet .....	24	Gesamtzufluss .....	46
wirksames .....	26	Gewässerkunde.....	40
Energieinhalt.....	86		
maximaler .....	85	<b>H</b>	
Engpassleistung .....	71, 97	Höchstleistung .....	70
Entnahmestelle.....	23	Hochwasser .....	41
Entnahmestrecke.....	24, 49	Hochwasserabfluss.....	41, 42, 43
Erzeugung .....	85	Hochwasserentlastung .....	34
<b>F</b>		Höhenmaß .....	34
Fallhöhe.....	27, 54, 74, 77	Hydraulischer Kurzschluss .....	38
maximale .....	57	Hydrologisches Jahr .....	41
maximale theoretische .....	56		
minimale .....	57	<b>J</b>	
minimale theoretische .....	57	Jahresspeicher .....	30
mittlere .....	56		
Fallhöhenschema .....	59, 61	<b>K</b>	
Flussbett.....	23	Kippbetrieb .....	37
Förderhöhe .....	54, 68	Kote .....	34
geodätische .....	57	Koten .....	33
manometrische .....	58	Kraftwerk	
		Ausleitungs .....	27, 60
		Brandungs.....	27
		Bucht.....	27

Fluss .....	27	hydraulisch verfügbare.....	74
Gezeiten .....	27	maximale.....	71
Hochdruck.....	27	mindest .....	79
Kanal.....	21, 27	mittlere .....	75, 97
Kleinwasser .....	21, 27	nicht beanspruchbare.....	79
Laufwasser .....	21, 27, 31, 37, 53, 55	nicht eingesetzte .....	77
Niederdruck .....	29	nicht einsetzbare.....	78
Pfeiler.....	27	Schein .....	79
Pumpspeicher .....	22, 29, 47, 56, 61	technisch nicht verfügbare .....	76
Speicher.....	22, 29, 30, 47, 56, 61	ungeplante nicht verfügbare.....	78
Strömungs .....	30	verfügbare .....	77
Versorgungsleitungs .....	21	Leistungsausnutzung.....	97
Wasser.....	30	Leistungsbegriffe .....	69
Wellen.....	30	Leistungsplan.....	88
Kraftwerksausbaufallhöhe .....	55	Leistungsschema .....	80, 81
Kraftwerksdurchfluss .....	51	Leistungsverfügbarkeit.....	95, 100
Kraftwerksfallhöhe .....	55	technische.....	95
Kraftwerksverlustabfluss.....	51	<b>M</b>	
Kraftwerkszufluss .....	51	Mehrweckanlage.....	28
verfügbarer .....	49	Mindestleistung.....	79
Kronenkote .....	34	Mittelwasserabfluss .....	42
<b>L</b>		<b>N</b>	
Laufbetrieb.....	36	Nassjahr .....	42
Laufwasserarbeit .....	87	Nennfallhöhe.....	55
Leistung		Nennleistung.....	75
beanspruchbare .....	78	Nennzeit .....	63
Blind.....	79	Nettofallhöhe.....	55
geplante nicht verfügbare .....	78	Nichtbeanspruchbarkeitszeit	
gesicherte .....	72, 73	verfügbare .....	65
hydraulisch nichtverfügbare .....	74	Nichteinsatzzeit	

verfügbare.....	64	Pumpleistung .....	75
Nichteinsetzbarkeitszeit		Pumpwasser .....	47
verfügbare.....	65	<b>R</b>	
Nichtverfügbarkeitszeit .....	64, 94	Regelarbeitsvermögen.....	85
disponibel.....	65	Regelarbeitsvermögen.....	98
geplant.....	65	Regelausnutzung.....	98
nicht disponibel .....	65	Regelbetrieb .....	39
ungeplant .....	65	Regeljahr .....	43
Niedrigwasser.....	23	Reserveleistung .....	39
Niedrigwasserabfluss .....	42, 43	Reserveleistungsvorhaltung .....	39
Nutzinhalt.....	32	Reserveraum .....	32
Nutzraum.....	31, 68	Reserverauminhalt.....	33
<b>O</b>		Restwasserabfluss.....	50
Oberliegerzufluss.....	48	Rohfallhöhe.....	55
<b>P</b>		Rückgabestelle .....	24, 25, 26
Pendelwasser .....	39	Rückhaltung.....	48
Pflichtwasserabfluss .....	50	Rückwirkung .....	76, 87
Phasenschieberbetrieb .....	38	<b>S</b>	
Phasenschieberbezug .....	87	Saisonbetrieb.....	39
Potenzial		Saisonspeicher .....	30
Abflusslinien.....	90	Scheinleistung .....	79
ausbauwürdiges.....	91	Schleuse.....	25
Niederschlag .....	90	Schwellbetrieb .....	28, 37
Roh .....	90	Schwellkette.....	28
technisches.....	91	Schwellraum .....	31
Potenzialbegriff.....	90	Schwellrauminhalt.....	32
Pumparbeit .....	87	Speicherabfluss	
Pumpbetrieb .....	37, 75	verfügbarer.....	49
Pumpennennförderstrom .....	52	Speicherbecken .....	25
Pumpförderstrom.....	52	Speicherentnahme.....	48

Speicherhaltung.....	31	<b>V</b>	
Speicherhöhenmaß .....	33	Verfügbarkeit .....	92
Speicherinhaltsänderung .....	36	Verfügbarkeitszeit .....	63
Speicherrückhalt.....	48	Verlustabfluss .....	49, 51, 52
Spitzenlast.....	39	Verlusthöhe.....	55
Stauanlage .....	25	<b>W</b>	
Staubecken.....	25	Wälzarbeit.....	87
Stauhaltung .....	25, 29, 31	Wälzbetrieb.....	39
Stauinhalt.....	32	Wasserkraftpotenzial .....	91
Staustufe .....	24, 25, 26	Wasserschloss.....	26
Stauwurzel.....	25	Wasserstand.....	41
Stauziel.....	33	Wasservolumen .....	45
Stauzieltoleranz .....	33	Wehr .....	25
Stillstand .....	37	Welle	
<b>T</b>		fließende .....	46
Tagesbetrieb.....	39	Werkleistungsplan .....	88
Tagesspeicher .....	30, 72	Werkleistungsplanschema .....	89
Totraum .....	32	Wiedereinleitungsstelle.....	25
Totrauminhalt.....	33	Wochenbetrieb.....	39
Triebwasserfassung .....	25	Wochenspeicher .....	30, 72
Triebwasserraum.....	26	<b>Z</b>	
Triebwasserweg .....	23, 26	Zeit.....	63
Trockenjahr.....	42	Zeitausnutzung .....	97
Turbinendurchfluss .....	51	Zeitbegriffe.....	62
Turbinennenddurchfluss .....	52	Zeitschema .....	66
Turbinenwasser .....	47	Zeitspanne .....	62
<b>U</b>		Zeitverfügbarkeit.....	94
Überleitungsabfluss .....	49	einer Maschine.....	99
Umleitungsfallhöhe .....	56	eines Kraftwerkes.....	99
		Zufluss .....	47, 72, 77

Beileitung .....	48	Zuflussdauerlinie.....	40, 44
Einleitung .....	48	Zulaufhöhe.....	54
Gesamtzufluss .....	46	geodätische.....	57
natürlicher .....	47	Zusatzwasser.....	48
Oberlieger .....	48		