

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	.	.	.	1
1.1	Bedeutung der elektrischen Energie	.	.	.	1
1.2	Anforderungen an die Energieversorgung	.	.	.	1
1.3	Aufbau von Energieverteilnetzen	.	.	.	2
1.4	Konventionelle Leistungsannahmen	.	.	.	3
1.5	Netzberechnung unter Berücksichtigung von Erzeugungsprofilen	.	.	.	3
1.6	Zusammenfassung zur Einleitung	.	.	.	6
2	Netzplanung	.	.	.	9
2.1	Aufgaben in der Netzplanung	.	.	.	9
2.2	Bedingungen für den Anschluss von Erzeugungsanlagen	.	.	.	10
2.3	Thermische Belastbarkeit von Betriebsmitteln	.	.	.	11
2.4	Anforderungen an die Spannung	.	.	.	12
2.5	Zusammenfassung zur Netzplanung	.	.	.	13
	Literatur	.	.	.	13
3	Netzberechnung	.	.	.	15
3.1	Formen der Leistungsflussberechnung	.	.	.	16
3.2	Ablauf einer Leistungsflussberechnung	.	.	.	17
3.3	Netzberechnung mit Erzeugungsprofilen	.	.	.	19
3.4	Anwendung der Monte-Carlo-Methode	.	.	.	20
3.5	Zusammenfassung zur Netzberechnung	.	.	.	22
	Literatur	.	.	.	22
4	Photovoltaikanlagen	.	.	.	23
4.1	Aufbau von Photovoltaikanlagen	.	.	.	23
4.2	Einflussfaktoren Einstrahlung und Temperatur	.	.	.	24
4.2.1	Beispiel zur Berechnung der Modulleistung	.	.	.	29
4.3	Genäherte Bestimmung der Modultemperatur	.	.	.	30
4.3.1	Beispiel zur Berechnung der Modultemperatur und -leistung	.	.	.	31
4.4	Dargebot solarer Einstrahlung	.	.	.	32

4.5	Weitere Einflussgrößen auf die Leistung von Photovoltaikanlagen	35
4.6	Zeitreihen für Photovoltaikanlagen unterschiedlicher Ausrichtung	36
4.7	Zusammenwirken unterschiedlich ausgerichteter Photovoltaikanlagen	37
4.7.1	Beispiel zur Auswirkung unterschiedlicher Ausrichtungen	38
4.8	Zusammenfassung zum Verhalten von Photovoltaikanlagen	40
	Literatur	41
5	Windkraftanlagen	43
5.1	Die besondere Bedeutung der Windgeschwindigkeit	43
5.2	Aufbau und Konzepte zur Netzanbindung von Windkraftanlagen	45
5.3	Leistungskennlinien von Windkraftanlagen	47
5.4	Winddargebot	48
5.5	Einfluss der Höhe	49
5.6	Berechnung der Zeitreihen für unterschiedliche Windkraftanlagen	51
5.7	Beispiel zur Leistung von Windkraftanlagen	53
5.8	Zusammenfassung zum Verhalten von Windkraftanlagen	56
	Literatur	56
6	Zusammenwirken von Windkraft- und Photovoltaikanlagen	57
6.1	Regionale Unterschiede	57
6.2	Abhängigkeit der maximal erzeugten Leistung aus Photovoltaik von der erzeugten Leistung aus Windkraft	59
6.3	Anwendungsmöglichkeiten	61
6.4	Beispiel zum Zusammenwirken von Photovoltaik und Windkraft	63
6.5	Zusammenfassung zum Zusammenwirken von Photovoltaik und Windkraft	65
7	Anwendungsbeispiel Auslastung von Transformatoren	67
7.1	Verluste in Transformatoren	68
7.2	Belastbarkeit von ölfüllten Transformatoren	70
7.3	Beschreibung der Aufgabenstellung	71
7.4	Beschreibung der Vorgehensweise	71
7.5	Zu treffende Annahmen	72
7.6	Eingangsparameter	74
7.7	Ergebnisse der Temperaturberechnung	74
7.8	Weitere Überlegungen zur Auslastung des Transformators	75
7.9	Zusammenfassung zum Anwendungsbeispiel zur Auslastung eines ölfüllten Transformators	77
	Literatur	78

8 Anwendungsbeispiel zur Weitbereichsregelung	79
8.1 Direkte Spannungseinstellung von Transformatoren	80
8.2 Anforderungen an eine Weitbereichsregelung	81
8.3 Beschreibung der Aufgabenstellung	83
8.4 Beschreibung der Vorgehensweise und Annahmen	83
8.5 Ergebnisse der Berechnungen ohne geregelte Sammelschienenspannung	85
8.6 Analyse und Entwurf einer $U_{\text{soll}}(P)$ -Regelung	87
8.7 Erneute Berechnung mit geregelter Sammelschienenspannung	89
8.8 Weitere Überlegungen zur Weitbereichsregelung	90
8.9 Zusammenfassung zum Anwendungsbeispiel zur Weitbereichsregelung .	92
Literatur	94
9 Zusammenfassung	95
Anhang	99
Glossar	117
Weiterführende Literatur und Informationen	121
Sachverzeichnis	123