

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> . . . . .	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Aufbau elektrischer Netze</b> . . . . .	<b>5</b>
2.1	Allgemeines . . . . .	5
2.2	Idealschema des Verbundnetzes . . . . .	5
2.3	Abweichungen vom Idealschema . . . . .	7
2.4	Aufbau von Unterstationen und Schaltanlagen . . . . .	9
2.5	Stelltransformatoren . . . . .	13
2.6	Kraftwerke . . . . .	15
<b>3</b>	<b>Betriebsaufgaben und Betriebsorganisation</b> . . . . .	<b>16</b>
3.1	Überblick über die Aufgaben des Netzbetriebes . . . . .	16
3.1.1	Netzführung . . . . .	16
3.1.2	Kraftwerkskoordination . . . . .	17
3.1.3	Sicherheitskontrollen . . . . .	19
3.1.4	Betriebsplanung . . . . .	19
3.1.5	Zusammensicht . . . . .	21
3.2	Allgemeines zur Arbeitsorganisation . . . . .	21
3.3	Idealschema einer Hierarchie von Netzleitstellen . . . . .	23
3.4	Idealschema der Aufgabenteilung in einer Netzleitstelle . . . . .	26
3.5	Abweichungen von den Idealschemata . . . . .	28
3.5.1	Historische Entwicklung, Inkonsistenz des Unterstationsbegriffs . . . . .	28
3.5.2	Lage der Kraftwerke, Kraftwerkskoordination . . . . .	33
3.5.3	Zuordnung der Betriebsplanung . . . . .	33
3.6	Inspektion, Wartung, Reparatur, Netzausbau . . . . .	35
3.6.1	Anlagenbegehung . . . . .	35
3.6.2	Wartung und Reparatur . . . . .	35
3.6.3	Netzausbau . . . . .	36
3.6.4	Auswirkung auf Netzbetrieb und Netzleittechnik . . . . .	36
3.7	Weitere Aufgaben des Netzbetriebes . . . . .	37
3.7.1	Zusammenarbeit mit anderen Abteilungen des EVU . . . . .	37
3.7.2	Spezielle Datensammlung und -auswertung . . . . .	38
3.8	Aus der Netzleittechnik resultierende Betriebsaufgaben . . . . .	38
3.8.1	Planung, Ausbau und Überwachung der Fernwirkverbindungen . . . . .	40
3.8.2	Wartung, Überwachung und Entstörung der Prozeßrechnerhardware . . . . .	40

3.8.3	Softwareentwicklung . . . . .	41
3.8.4	Datenpflege und -sicherung . . . . .	42
3.9	Globale Betriebszustände des Versorgungssystems . . . . .	43
3.10	Netzaufbau und Netzbetriebsführung in der VR China . . . . .	44
3.10.1	Stromerzeugung und -verbrauch . . . . .	45
3.10.2	Spannungsebenen und Übertragungsleitungen . . . . .	47
3.10.3	Besonderheiten im Betrieb der elektrischen Netze . . . . .	47
3.10.4	Betriebsorganisation und Netzleitsystem . . . . .	48
<b>4</b>	<b>Fernwirktechnik und Nachrichtenübertragung . . . . .</b>	<b>50</b>
4.1	Einführung . . . . .	50
4.1.1	Aufbau einer einfachen zeitmultiplexen Fernwirkstrecke . . . . .	51
4.1.2	Funktionen der Fernwirkgeräte . . . . .	55
4.1.3	Übertragung verschiedener Informationsarten . . . . .	58
4.2	Nachrichtenkanäle . . . . .	59
4.2.1	Tonfrequenzmodulation und Tonfrequenzkanäle . . . . .	59
4.2.2	Signalcodierung . . . . .	68
4.2.3	Leitungseigenschaften . . . . .	71
4.2.4	Telefonkanäle im Nahbereich . . . . .	81
4.2.5	Telefonkanäle im Fernbereich . . . . .	85
4.2.6	TFH-Übertragung . . . . .	92
4.2.7	Nachrichtenübertragung über Fernmeldeluftkabel, Phasenseilkabel und Erdseil . . . . .	101
4.2.8	Richtfunk . . . . .	102
4.2.9	Rundfunk . . . . .	106
4.2.10	Lichtleitertechnik . . . . .	107
4.3	Betriebs- und Verkehrsarten von Fernwirkübertragungen . . . . .	119
4.3.1	Frequenz- und zeitmultiplexe Verfahren . . . . .	119
4.3.2	Betriebsarten von zeitmultiplexen Systemen . . . . .	121
4.3.3	Telegrammaufbau . . . . .	122
4.3.4	Verkehrsarten und -strukturen . . . . .	129
4.4	Sicherung der Datenübertragung . . . . .	137
4.4.1	Signalsicherung . . . . .	138
4.4.2	Sicherung durch Wiederholung der Nachricht . . . . .	139
4.4.3	Anwendung von Block-Codes mit Fehlererkennung und -korrektur . . . . .	140
4.4.4	Sicherung des Nachrichtenübertragungssystems . . . . .	149
4.4.5	Zusätzliche Sicherungsmaßnahmen . . . . .	151
4.5	Ein- und Ausgabe von Signalen an Fernwirkgeräten . . . . .	152
4.6	Weitere im Netzbetrieb verwendete Übertragungsverfahren . . . . .	157
4.6.1	Meßwertübertragungen mittels Impulsfrequenzcodierung . . . . .	157
4.6.2	Zählwertübertragung mittels Zählimpulsen . . . . .	159
4.6.3	Höher/Tiefer-Impulse . . . . .	162
4.7	Ferndatenübertragung zwischen Rechnern . . . . .	164
4.7.1	Protokolle . . . . .	165
4.7.2	OSI-Architekturmodell . . . . .	171

4.7.3	HDLC-Prozedur . . . . .	173
4.8	Tonfrequenz-Rundsteueranlagen (TRA) . . . . .	176
4.8.1	Steuerfrequenz und Ansprechspannung der Empfänger . . . . .	178
4.8.2	Ankopplungsarten . . . . .	180
4.8.3	Codierung der Rundsteuerungssignale . . . . .	182
4.8.4	Aufbau einer Rundsteueranlage . . . . .	183
4.9	Betriebsfunk . . . . .	185
4.10	Telex, Telefax . . . . .	189
<b>5</b>	<b>Betriebsdaten und Datenmodelle . . . . .</b>	<b>193</b>
5.1	Zustands- und Ereignisbuchführung . . . . .	193
5.2	Betriebsterminologie . . . . .	196
5.2.1	Spezies . . . . .	197
5.2.2	Spezieseseigenschaften, Zustände und Attribute . . . . .	198
5.2.3	Objektidentifikation, Lokation . . . . .	200
5.2.4	Aussagemodi . . . . .	201
5.2.5	Ereignisattribute . . . . .	202
5.2.6	Namensgebung . . . . .	204
5.2.7	Abkürzungen . . . . .	207
5.2.8	Kommentare . . . . .	208
5.3	Betriebsdaten . . . . .	209
5.3.1	Übersicht . . . . .	209
5.3.2	Stellungsmeldungen und Befehle . . . . .	221
5.3.3	Funktionsmeldungen . . . . .	222
5.3.4	Meßwerte und Sollwerte . . . . .	223
5.3.5	Zählwerte . . . . .	225
5.3.6	Transformatorstufenstellungen . . . . .	226
5.3.7	Besondere Betriebsobjekte . . . . .	227
5.3.8	Besondere Übertragungsverfahren . . . . .	229
5.3.9	Meldungen aus dem Informationssystem . . . . .	230
5.3.10	Meldungen der Netzleitstelle . . . . .	230
5.3.11	Handsetzungen, Markierungen . . . . .	231
5.4	Aufbau von Datenmodellen . . . . .	232
5.4.1	Positionale und deskriptive Datenidentifikation . . . . .	235
5.4.2	Ordnen nach Objekten oder Attributen . . . . .	236
5.4.3	Sortierung nach Speziesklassen . . . . .	238
5.4.4	Trennung von „festen“ und „variablen“ Daten . . . . .	239
5.4.5	Mehrstufige Datenidentifikation . . . . .	241
5.4.6	Kettung der Datenidentifikation im Zugriffssystem . . . . .	247
5.4.7	Praktische Gesichtspunkte . . . . .	252
5.4.8	Potentielle Topologie . . . . .	253
5.4.9	Objektidentifikation in Ereignisaussagen . . . . .	255
5.4.10	Multiple Zugriffspfade, Koppellisten . . . . .	255
5.5	Quelldaten, Änderungsdienst und Datensicherung . . . . .	257
5.5.1	Aufgabe . . . . .	257
5.5.2	Quellbestandsbeschreibung . . . . .	259

5.5.3	Quellbeschreibung der potentiellen Topologie . . . . .	263
5.5.4	Änderungsdienst . . . . .	264
5.5.5	Datensicherung . . . . .	268
5.6	Datenbanken und Prozeßdatenbanken . . . . .	270
5.6.1	Funktion einer Datenbank . . . . .	270
5.6.2	Datenbankarten . . . . .	273
5.6.3	Prozeßdatenbanken für Netzbetriebsaufgaben . . . . .	278
5.7	Die Netzdatensprache als Beispiel einer sprachorientierten Netzbeschreibung . . . . .	279
5.7.1	Objektdeskriptor . . . . .	280
5.7.2	Spezies . . . . .	282
5.7.3	Diktionar . . . . .	284
5.7.4	Potentielle Zustände, Attributliste . . . . .	288
5.7.5	Übersetzung der Quellbeschreibung in ein rechnerinternes Datenmodell . . . . .	290
5.7.6	Datenbank, Änderungsdienst . . . . .	293
5.7.7	Beschreibung der potentiellen Topologie . . . . .	297
5.7.8	Typen . . . . .	301
5.7.9	Netzbeschreibung . . . . .	302
5.7.10	Betriebsaussagen . . . . .	308
5.7.11	Weitere Möglichkeiten . . . . .	309
<b>6</b>	<b>Datenverarbeitung in Unterstationen und Nachrichtennetzen . . . . .</b>	<b>312</b>
6.1	Betriebsaufgaben in der Unterstation . . . . .	313
6.1.1	Verriegelungen . . . . .	313
6.1.2	Programmierte Schaltfolgen . . . . .	314
6.1.3	Zählerstandserfassung und Summierung . . . . .	315
6.1.4	Meßwertverarbeitung . . . . .	316
6.1.5	Zeitechte Erfassung von Meldungen . . . . .	318
6.1.6	Befehlsgabe . . . . .	319
6.1.7	Schutzaufgaben . . . . .	319
6.2	Idealkonzept für die Datenverarbeitung in der Unterstation . . . . .	321
6.2.1	Integrierte Stationsleittechnik . . . . .	321
6.2.2	Funktionsanpassung, Softwaresicherung . . . . .	329
6.3	Organisationskonzepte für den Datenverkehr im gesamten elektrischen Netz. . . . .	331
6.3.1	Direkte Datenübertragung . . . . .	333
6.3.2	Indirekte Datenübertragung . . . . .	337
6.3.3	Knotenrechner . . . . .	339
6.3.4	Praktische Gesichtspunkte in der Realisierung . . . . .	342
<b>7</b>	<b>Aufbau von Netzleitstellen . . . . .</b>	<b>347</b>
7.1	Gebäudeplanung . . . . .	347
7.2	Aufbau der Warte . . . . .	351
7.2.1	Mensch/Maschineinterkommunikation . . . . .	351
7.2.2	Arbeitsplatz . . . . .	354

7.2.3	Sichtgeräte und Bildschirmformate . . . . .	358
7.2.4	Graphiktablett . . . . .	367
7.2.5	Meldebild . . . . .	368
7.2.6	Daueranzeigen, Hilfstafeln, Instrumententräger . . . . .	374
7.2.7	Druckende Geräte . . . . .	375
7.2.8	Ein- und Ausgabe chinesischer Schriftzeichen . . . . .	376
7.2.9	Wartenarchitektur . . . . .	379
7.3	Eigenbedarf, Notstromversorgung . . . . .	383
7.4	Brandschutz . . . . .	386
<b>8</b>	<b>Rechnersysteme . . . . .</b>	<b>388</b>
8.1	Aufbau von Rechnern . . . . .	390
8.1.1	Grundfunktionen . . . . .	390
8.1.2	Anschluß peripherer Geräte . . . . .	397
8.1.3	Standard- und Cacheregister . . . . .	399
8.1.4	Wortlänge und Adreßraum . . . . .	400
8.1.5	Interrupt-Organisation . . . . .	403
8.1.6	Peripherenspeicherorganisation . . . . .	406
8.1.7	Rechnerkanäle und Externbusse . . . . .	407
8.1.8	Standardperipherie . . . . .	408
8.1.9	V.24-Schnittstelle . . . . .	413
8.1.10	Prozeßinterface . . . . .	415
8.1.11	Lokale Rechnernetzwerke . . . . .	419
8.2	Rechnerausüstung von Netzleitstellen . . . . .	421
8.2.1	Einrechnersystem . . . . .	422
8.2.2	Zweirechnersystem . . . . .	423
8.2.3	Mehrrechnersysteme . . . . .	430
8.2.4	Fernwirkkoppelungen . . . . .	436
8.2.5	Weitere Entwicklungen . . . . .	440
<b>9</b>	<b>Softwaresystem . . . . .</b>	<b>443</b>
9.1	Übersicht . . . . .	443
9.2.	Systemsoftware . . . . .	444
9.2.1	Betriebssystem . . . . .	444
9.2.2	Assembler, Compiler, Programmiersprachen . . . . .	450
9.2.3	Weitere Dienstprogramme . . . . .	455
9.3	Grundzüge des Anwendersystemaufbaus . . . . .	456
9.3.1	Programmeigenschaften und Aufgabenteilung in Mehrrechnersystemen . . . . .	456
9.3.2	Portabilität und Mehrfachnutzung . . . . .	458
9.3.3	Datenspeicherung . . . . .	460
9.3.4	Außensteuerung von Programmen . . . . .	462
9.3.5	Vorwärtslieferung und Rückwärtsabholung von Daten . . . . .	472
9.3.6	Nahtstellensystem . . . . .	476
9.3.7	Datenhandlingssystem . . . . .	477
9.4	Primäranalyse . . . . .	485

9.4.1	Betriebsfunktionen . . . . .	486
9.4.2	Programmfunktionen . . . . .	489
9.4.3	Basisverarbeitung . . . . .	491
9.4.4	Meßwertverarbeitung . . . . .	492
9.4.5	Zeitliche Mittelung von Meßwerten . . . . .	495
9.4.6	Meldungsverarbeitung . . . . .	498
9.4.7	Zählwertverarbeitung . . . . .	505
9.4.8	Abwicklung einer Schalthandlung . . . . .	507
9.4.9	Schaltfolgen . . . . .	511
9.4.10	Bildaktualisierung . . . . .	514
9.4.11	Netzregelung (Leistungsfrequenzregelung) . . . . .	516
9.4.12	Übergabeleistungsregelung . . . . .	522
9.4.13	Momentanoptimierung . . . . .	527
9.4.14	Textausgaben, Protokolle . . . . .	534
9.4.15	Quittierfunktion . . . . .	538
9.4.16	Kommentarverwaltung . . . . .	539
9.4.17	Topologieauswertung . . . . .	542
9.5	Sekundäranalyse . . . . .	543
9.5.1	Aufgaben der Sekundäranalyse . . . . .	543
9.5.2	Zustandsestimation . . . . .	545
9.5.3	On line Lastfluß . . . . .	550
9.5.4	Kontingenzanalyse . . . . .	553
9.5.5	Lastprognose . . . . .	554
9.5.6	Maschineneinsatzplanung . . . . .	558
<b>10</b>	<b>Expertensysteme . . . . .</b>	<b>566</b>
<b>11</b>	<b>Trainingssimulatoren . . . . .</b>	<b>570</b>
<b>12</b>	<b>Planung und Errichtung von Netzleitsystemen . . . . .</b>	<b>579</b>
12.1	Vorentscheidungen . . . . .	579
12.1.1	Unterstationen . . . . .	580
12.1.2	Kraftwerke . . . . .	581
12.1.3	Netzleitstellen . . . . .	582
12.1.4	Nachrichtenübertragungsnetz . . . . .	582
12.2	Systemplanung . . . . .	583
12.2.1	Erfassung der Aufgaben und Betriebsfunktionen . . . . .	583
12.2.2	Erfassung der Betriebsdaten . . . . .	583
12.2.3	Vorplanung der Informationsübertragung . . . . .	586
12.2.4	Warten und Infrastruktur . . . . .	589
12.2.5	Systemstudien . . . . .	590
12.2.6	Planung des künftigen Personalstandes . . . . .	590
12.3	Auftragsvergabe oder Selbsterstellung . . . . .	590
12.4	Abwicklung . . . . .	592
12.4.1	Zeitlicher Ablauf . . . . .	592
12.4.2	Planung der Geräte und Verbindungen . . . . .	595

12.4.3	Softwareerstellung . . . . .	596
12.4.4	Inbetriebnahme . . . . .	599
12.4.5	Probetrieb . . . . .	600
12.4.6	Softwaredokumentation, Programmsicherung . . . . .	600
<b>13</b>	<b>Anhang: Häufig verwendete Spezies mit Zuordnung von Abkürzungen und potentiellen Attributen . . . . .</b>	<b>603</b>
13.1	Spezies . . . . .	603
13.1.1	Schaltgeräte . . . . .	603
13.1.2	Messung, Zählung, Sollwertvorgabe . . . . .	604
13.1.3	Transformatoren . . . . .	605
13.1.4	Kabel . . . . .	605
13.1.5	Schutz und Relais . . . . .	606
13.1.6	Hilfseinrichtungen, allgemeine Meldungen . . . . .	606
13.1.7	Markierungen, Hinweise, Kurzbefehle . . . . .	606
13.1.8	Informationssystem . . . . .	607
13.2	Attribute und Abkürzungen, alphabetisch . . . . .	607
13.3	Potentielle Attribute . . . . .	608
	<b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>	<b>610</b>
	<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>624</b>