

Taschenbuch der Automatisierung

Bearbeitet von
Von Reinhard Langmann

3., neu bearbeitete Auflage 2017. Taschenbuch. 635 S. Softcover
ISBN 978 3 446 44664 9

[Weitere Fachgebiete > Technik > Technische Instrumentierung > Mess- und
Automatisierungstechnik](#)

Zu [Inhaltsverzeichnis](#)

schnell und portofrei erhältlich bei

**beck-shop.de**
DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung beck-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.



Leseprobe

Taschenbuch der Automatisierung

Herausgegeben von Reinhard Langmann

ISBN (Buch): 978-3-446-44664-9

ISBN (E-Book): 978-3-446-45102-5

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-44664-9>

sowie im Buchhandel.

Vorwort

Das vorliegende Taschenbuch fasst die wichtigsten Themenbereiche zusammen, die für die Automatisierung technischer Prozesse erforderlich sind. Das Buch löst sich bewusst von einer sonst eher gerätebezogenen bzw. prozessorientierten Strukturierung, wie sie üblicherweise in automatisierungstechnischen Lehrgebieten (z. B. Automatisierungstechnik, Prozessleittechnik, Prozessautomatisierung, Fertigungsautomatisierung) anzutreffen ist. Es versucht mittels einer übergreifenden Systemstrukturierung die gemeinsamen Aspekte unabhängig von der Art des technischen Prozesses hervorzuheben.

Automatisierung ist heute ohne moderne Informations- und Kommunikationstechnologie nicht mehr denkbar. Die Darstellung der einzelnen Themen im Taschenbuch nimmt deshalb soweit sinnvoll auf die informationstechnischen Inhalte Bezug.

Ein Taschenbuch als Nachschlagewerk erfordert von den Autoren eher die Kunst des Weglassens als die des Hinzuschreibens. Das interdisziplinäre Team der Autoren hat sich bemüht, die Kernaussagen zu berücksichtigen und darüber hinausgehende Inhalte zu verdichten und mit markanten praktischen Beispielen zu ergänzen.

Die vorliegende dritte Auflage wurde umfassend überarbeitet und aktualisiert. Zahlreiche Kapitel wurden hinsichtlich des aktuellen Standes der Technik neu bearbeitet und z. T. ergänzt (z. B. die Kapitel 3, 6 und 8).

Für die konstruktive Mitarbeit aller Autoren sowie für die freundliche und kompetente Unterstützung durch den Fachbuchverlag Leipzig möchte ich mich bedanken und wünsche allen Lesern ein erfolgreiches Stöbern und Nachschlagen in diesem Taschenbuch.

Auch für die dritte Auflage sind die Autoren und der Herausgeber für Hinweise und Anregungen aus dem Leserkreis dankbar und werden diese bei weiteren Nachauflagen berücksichtigen.

Solingen, im März 2017

Reinhard Langmann

Inhaltsverzeichnis

0	Einleitung	17
0.1	<i>Begriff der Automatisierung</i>	17
0.2	<i>Fachinhalt</i>	17
1	Strukturen	20
1.1	<i>Automatisierung technischer Prozesse</i>	20
1.1.1	Grundbegriffe	20
1.1.1.1	Prozess und Prozesstechnik	20
1.1.1.2	Produktionstechnik	20
1.1.1.3	Informationstechnik	21
1.1.2	Strukturierung produktionstechnischer Prozesse	21
1.1.2.1	Prozessabschnitte	21
1.1.2.2	Prozessoperationen	22
1.1.2.3	Prozessschritte	23
1.1.3	Darstellungsformen für Prozesse	23
1.1.3.1	Grundfließbild	23
1.1.3.2	Formalisierte Prozessbeschreibungen	24
1.1.3.3	GRAF CET-Plan	26
1.1.3.4	Fertigungsablaufplan	27
1.1.4	Anlagenhierarchien	27
1.1.4.1	Produktionstechnische Anlagen	27
1.1.4.2	Teilanlage	28
1.1.4.3	Technische Einrichtung	29
1.1.5	Darstellung verfahrenstechnischer Anlagen	31
1.1.5.1	Fließbilder	31
1.1.5.2	Anlagen- und Apparatekennzeichen (AKZ)	33
1.1.6	Charakteristika technischer Prozesse	36
1.1.6.1	Kontinuierliche Verfahren	36
1.1.6.2	Diskontinuierliche Verfahren	36
1.1.6.3	Fertigungen	37
1.1.6.4	Mengen- und Zeitbegriffe	37
1.1.7	Anlagenkonzepte	38
1.1.7.1	Taxonomien nach NAMUR	38
1.1.7.2	Anlagen für den Fließbetrieb	39
1.1.7.3	Anlagen für den Absatzbetrieb	39
1.1.8	Anforderungen an die Leittechnik	40
1.1.8.1	Anlagentechnische Anforderungen	40
1.1.8.2	Anforderungen aus Sicht der Produktion	41
1.2	<i>Strukturen von Prozessleitsystemen</i>	43
1.2.1	Zielsetzung	43
1.2.2	Topologien	44
1.2.2.1	Parallele Technik	44
1.2.2.2	Zentrale Technik	45
1.2.2.3	Dezentrale Technik	45

1.2.3	Prozessnahe Komponenten (PNK)	47
1.2.3.1	Funktionen	47
1.2.3.2	Aufbau	47
1.2.4	Anzeige- und Bedienkomponenten (ABK)	48
1.2.4.1	Funktionen	48
1.2.4.2	Aufbau	49
1.2.5	Engineering Workstations (EWS)	50
1.2.6	Leitrechnerkomponenten (LRK)	50
1.2.7	Netzwerkkomponenten	51
1.2.7.1	Funktionen	51
1.2.7.2	Topologien und Technologien	51
1.3	<i>Aktuelle Entwicklungen</i>	52
2	Rechner	55
2.1	<i>Einführung</i>	55
2.2	<i>Rechnerkern</i>	56
2.2.1	Darstellung von Prozessgrößen	56
2.2.2	Grundstruktur eines Mikroprozessors	61
2.2.3	Basisfunktionen einer CPU	63
2.2.3.1	Befehlsarten	64
2.2.3.2	Adressierungsarten	66
2.2.3.3	Multitasking-Unterstützung	68
2.2.4	Busschnittstelle	71
2.2.5	Leistungserhöhung des Rechnerkerns	74
2.2.5.1	Parallelverarbeitung	74
2.2.5.2	Schneller Zwischenspeicher	76
2.2.5.3	Mehrkernprozessoren	77
2.3	<i>Eingabe- und Ausgabesystem</i>	78
2.3.1	Betriebsarten für die Ein- und Ausgabe	79
2.3.1.1	Programmierte Ein- und Ausgabe	79
2.3.1.2	Interruptgesteuerte Ein- und Ausgabe	80
2.3.1.3	Direkter Speicherzugriff	83
2.3.2	Prozessrechner-Schnittstellen	84
2.3.2.1	Bussysteme	85
2.3.2.2	Punkt-zu-Punkt-Verbindungen	87
2.4	<i>Spezielle Rechnerstrukturen</i>	89
2.4.1	Mikrocontroller	89
2.4.2	Signalprozessoren	92
2.4.3	Kundenspezifische Controller	93
2.5	<i>Prozessrechner-Peripherie</i>	93
2.5.1	Digitalausgabe	94
2.5.2	Digitaleingabe	94
2.5.3	Analogausgabe	96
2.5.4	Analogeingabe	97
2.5.5	Echtzeituhren	100
3	Komponenten	101
3.1	<i>Aufbau eines automatisierten Systems</i>	101
3.2	<i>Sensoren</i>	103

3.2.1	Einführung in die Sensortechnik	103
3.2.1.1	Sensoreigenschaften	104
3.2.1.2	Physikalische Effekte für Sensoren	105
3.2.1.3	Signalauswertung	108
3.2.2	Sensoren und Messverfahren	110
3.2.2.1	Temperatur	110
3.2.2.2	Kraft, Masse	116
3.2.2.3	Druck	117
3.2.2.4	Drehmoment	121
3.2.2.5	Länge, Winkel	122
3.2.2.6	Position, Lage	124
3.2.2.7	Drehzahl	125
3.2.2.8	Beschleunigung	126
3.2.2.9	Durchfluss	127
3.2.2.10	Füllstand	132
3.2.2.11	Feuchte	136
3.2.2.12	Gassensoren	139
3.3	<i>Aktoren</i>	141
3.3.1	Einführung in die Aktorik	141
3.3.2	Stellglieder für Masseströme	142
3.3.2.1	Übersicht	143
3.3.2.2	Eigenschaften und Kennlinien	143
3.3.2.3	Auswahl von Stellgliedern	146
3.3.3	Stellantriebe	147
3.3.3.1	Eigenschaften	147
3.3.3.2	Elektrische Stellantriebe	148
3.3.3.3	Pneumatische Stellantriebe	149
3.3.3.4	Hydraulische Stellantriebe	150
3.3.3.5	Thermische Stellantriebe	151
3.3.4	Ansteuereinrichtungen	153
3.4	<i>Automatisierungseinrichtungen</i>	154
3.4.1	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) – Aufbau und Wirkungsweise	156
3.4.1.1	Zentralbaugruppe	158
3.4.1.2	Peripheriebaugruppen	158
3.4.1.3	Hardwarekonfiguration	158
3.4.1.4	Einbindung des Anwendungsprogramms	159
3.4.2	PC-basierte Steuerungen (Soft-SPS)	160
3.4.3	Programmierbare Automatisierungs-Controller (Programmable Automation Controller, PAC)	161
3.5	<i>Steuerungen</i>	162
3.5.1	Einführung in die Steuerungstechnik	162
3.5.1.1	Stetige Steuerungen	162
3.5.1.2	Binäre Steuerungen	163
3.5.2	Technische Realisierung	164
3.6	<i>Regelungen</i>	165
3.6.1	Einführung in die Regelungstechnik	166

3.6.2	Berechnungsmethoden für Regelkreise	167
3.6.2.1	Linearisierung	168
3.6.2.2	Differenzialgleichung	169
3.6.2.3	Laplace-Transformation	169
3.6.2.4	Test-/Antwort-Funktionen	170
3.6.2.5	Frequenzgang	171
3.6.3	Elementare Übertragungsglieder	172
3.6.3.1	Typische Regelstrecken	172
3.6.3.2	Typische Regler	176
3.6.4	Regelkreis	179
3.6.4.1	Systemverhalten	180
3.6.4.2	Auswahl geeigneter Regler	180
3.6.4.3	Statisches Regelverhalten	180
3.6.4.4	Stabilität von Regelkreisen	181
3.6.4.5	Regelgüte	184
3.6.4.6	Einstellregeln	185
3.6.5	Technische Realisierung von Reglern	189
3.6.5.1	Elektronische Regler	189
3.6.5.2	Digitale Regler	190
3.6.5.3	Pneumatische Regler	191
3.6.5.4	Regler ohne Hilfsenergie	191
3.6.6	Ergänzende Regelverfahren	191
3.6.6.1	Störgrößenaufschaltung	192
3.6.6.2	Hilfsgrößenaufschaltung	193
3.6.6.3	Kaskadenregelung	194
3.6.6.4	Adaptive Regler	194
3.6.6.5	Schaltende Regler	196
3.6.6.6	Zweipunktregler ohne Rückführung	196
3.6.6.7	Zweipunktregler mit Rückführung	197
3.6.6.8	Dreipunktregler	198
3.6.7	Fuzzy-Regler	198
4	Modelle	202
4.1	<i>Einführung</i>	202
4.1.1	Modellbildung	202
4.1.2	Modellnutzung	203
4.2	<i>Prozessmodelle</i>	204
4.2.1	Theoretische Prozessanalyse	205
4.2.1.1	Ablauf der theoretischen Modellbildung	205
4.2.1.2	Methode der Bilanzgleichungen	206
4.2.2	Experimentelle Prozessanalyse	208
4.2.2.1	Modellgüte	208
4.2.2.2	Testsignale	209
4.3	<i>Steuer- und Ablaufmodelle</i>	210
4.3.1	Überblick	210
4.3.2	Programmablaufplan	213
4.3.3	Zustands- und Automatengraph	217
4.3.3.1	Zustandsgraph	217
4.3.3.2	Automatengraph	218

4.3.4	Steuernetz	223
4.3.5	SPS-Modelle	226
4.3.5.1	Einordnung	226
4.3.5.2	Der SPS-Standard IEC 61 131	227
4.3.5.3	Software-Modell des Standards IEC 61 131-3	228
4.3.5.4	SPS-Modelle nach IEC 61 131-3	230
4.3.5.5	Zum Umfeld der IEC 61 131-3	238
4.4	<i>Informationstechnische Modelle</i>	239
4.4.1	Software-Entwicklung	239
4.4.2	Strukturierte Methoden	241
4.4.2.1	Systementwicklung und strukturierte Methoden	241
4.4.2.2	Strukturierte Analyse	244
4.4.2.3	Real-Time-Analyse	246
4.4.3	Objektorientierte Methoden	249
4.4.3.1	Objektorientierte Analyse	249
4.4.3.2	Unified Modeling Language	250
4.4.3.3	Webbasierte Methoden	251
5	Programme	254
5.1	<i>Betriebssysteme</i>	254
5.1.1	Begriffe	254
5.1.1.1	Programmsystem	254
5.1.1.2	Betriebssystem	254
5.1.1.3	Anwendungs-Software	255
5.1.1.4	Ebenenmodell der Programmsysteme	255
5.1.1.5	Aufträge und Rechenprozesse	255
5.1.1.6	Betriebsarten	256
5.1.2	Betriebssystemkern	257
5.1.2.1	Komponenten	257
5.1.2.2	Unterbrechungsbearbeitung	259
5.1.2.3	Prozessverwaltung	260
5.1.2.4	Zeitverwaltung	268
5.1.2.5	Speicherverwaltung	269
5.1.2.6	Geräteverwaltung	271
5.1.2.7	Dateiverwaltung	273
5.1.3	Betriebssystemschale	277
5.1.3.1	Komponenten	277
5.1.3.2	Betriebssprachen	278
5.1.3.3	Grafische Bedienoberflächen	278
5.1.3.4	Programme zur Systempflege	280
5.1.4	Realzeitbetrieb	280
5.1.4.1	Begriffe und Voraussetzungen	280
5.1.4.2	Realzeitprozesse im Singletask-Betrieb	281
5.1.4.3	Realzeitprozesse im Multitask-Betrieb	282
5.1.4.4	Realzeitmöglichkeiten marktüblicher Betriebssysteme	283
5.2	<i>Programmiersprachen</i>	284
5.2.1	Genealogie	284

5.2.2	Prozessprogrammiersprachen	285
5.2.2.1	Allgemeine Kriterien	285
5.2.2.2	C als Prozessprogrammiersprache	285
5.2.3	SPS-Programmierung nach DIN EN 61 131-3	286
5.2.3.1	Softwaremodell	286
5.2.3.2	Grafische Programmiersprachen	287
5.2.3.3	Textuelle Programmiersprachen	290
5.2.3.4	Ablaufsprache	291
5.2.4	Programmierungsumgebung	293
5.2.4.1	Editoren	293
5.2.4.2	Übersetzer	294
5.2.4.3	Testhilfen	295
5.3	<i>Objektorientiertes Programmieren</i>	296
5.3.1	Grundlagen	296
5.3.1.1	Objekte und Klassen	296
5.3.1.2	Beziehungen zwischen Objekten	297
5.3.1.3	Beziehungen zwischen Klassen	298
5.3.2	Objektorientierte Programmiersprachen	299
5.3.2.1	Anforderungen	299
5.3.2.2	Eigenschaften objektorientierter Programmiersprachen	299
5.3.2.3	Beispiele objektorientierter Sprachen	300
5.4	<i>Komponentenbasiertes Programmieren</i>	303
5.4.1	Grundlagen	303
5.4.1.1	Technische Motivation	303
5.4.1.2	Anforderungen an Komponentenmodelle	303
5.4.2	Architekturen und Komponentenmodelle	304
5.4.2.1	CORBA	304
5.4.2.2	DCOM	306
5.4.2.3	Realisierte Komponentenmodelle	306
6	Kommunikation	309
6.1	<i>Kommunikationstechnik im industriellen Umfeld</i>	309
6.1.1	Zweck der industriellen Kommunikationstechnik	309
6.1.2	Anforderungen an industrielle Kommunikationstechnologien	310
6.2	<i>Referenzmodelle für Kommunikationssysteme</i>	311
6.2.1	OSI-Referenzmodell	313
6.2.2	TCP/IP-Referenzmodell	317
6.3	<i>Kommunikationstechnologien</i>	320
6.3.1	Kommunikation auf der physikalischen Ebene	321
6.3.2	Netzwerktopologien	334
6.3.3	Medienzugriff	339
6.3.4	Ethernet	353
6.3.5	Funktechnologien	363
6.4	<i>Paketübertragung auf der Netzwerkschicht</i>	382
6.4.1	IP Version 4 (IPv4)	384
6.4.2	IP Version 6 (IPv6)	390
6.5	<i>Industrielle Kommunikationstechnik</i>	394
6.5.1	Einfache digitale Schnittstellen	394

6.5.2	Feldbusse	400
6.5.3	Industrielles Ethernet	416
7	Mensch-Maschine-Systeme	422
7.1	<i>Einführung</i>	422
7.2	<i>Mensch-Maschine-Kommunikation</i>	424
7.2.1	Aufgaben- und Tätigkeitssituationen	424
7.2.2	Bedien- und Benutzerfreundlichkeit	425
7.2.3	Mensch-Rechner-Schnittstelle	426
7.2.4	Kommunikationsformen	426
7.3	<i>Grafische Benutzerschnittstellen</i>	427
7.3.1	Grundlagen	427
7.3.2	Grafische Systeme und Schnittstellen	428
7.3.3	Fenstertechnik	430
7.3.3.1	X-Window-System	431
7.3.3.2	MS Windows	431
7.3.4	Interaktion und Dialog	432
7.3.5	Gestaltung	433
7.4	<i>Informationsvisualisierung</i>	438
7.4.1	Grafische Datenanalyse	439
7.4.1.1	Datenmatrixen	439
7.4.1.2	Datenbanken	440
7.4.2	Prozessvisualisierung	441
7.4.2.1	Bildobjekte für technische Prozesse	442
7.4.2.2	Erzeugung der Bilddynamik	443
7.4.2.3	Prozessvisualisierungssysteme	446
7.4.2.4	Prozessvisualisierung im Internet	447
7.4.3	Neue Techniken der MMK	450
7.4.3.1	Virtual Reality	451
7.4.3.2	Computer Augmented Reality	452
7.4.3.3	Multimedia	453
8	Anwendungen	454
8.1	<i>Rezeptsteuerung und Verfahrenslogistik</i>	454
8.1.1	Grundbegriffe	454
8.1.2	Funktionenmodelle und Aufgabenbereiche	455
8.1.2.1	Funktionenmodell nach NE 33	455
8.1.2.2	Aufgabenbereiche nach DIN EN 61 512-1	457
8.1.3	Produktunabhängige Steuerungskomponenten für Produktionsprozesse	457
8.1.3.1	Steuerfunktionselemente	457
8.1.3.2	Steuerfunktionen	458
8.1.4	Rezepte	460
8.1.4.1	Rezeptausprägungen und -hierarchien (nach NAMUR NE 33)	460
8.1.4.2	Rezeptausprägungen und -hierarchien nach DIN EN 61 512-1	463

8.1.4.3	Aufbau von leittechnischen Grundoperationen und Steueroperationen	465
8.1.4.4	Darstellungsformen	466
8.1.5	Steuerungskomponenten für die Rezeptfahrweise und Verfahrenslogistik	468
8.1.5.1	Teilanlagensteuerung	468
8.1.5.2	Anlagensteuerung	469
8.1.6	Rezeptausführung	470
8.1.6.1	Bearbeitungsstände von Chargen	470
8.1.6.2	Zustände von Steuerungskomponenten	470
8.1.7	Bedienkonzepte	472
8.1.7.1	Betriebsarten von Steuerungskomponenten	472
8.1.7.2	Bedienen und Beobachten	474
8.1.8	Chargendokumentation	474
8.1.9	Erstellen und Pflegen von Rezepten	474
8.1.9.1	Implementierung von Ausprägungen	474
8.1.9.2	Erzeugung von Rezeptausprägungen	475
8.2	<i>Motion Control, Bahnsteuerungen</i>	476
8.2.1	Einführung, Begriffe	476
8.2.2	Geregelte elektrische Antriebssysteme	478
8.2.2.1	Grundlagen Regelung elektrischer Antriebe	478
8.2.2.1.1	Dynamisches Verhalten elektrischer Antriebe	478
8.2.2.1.2	Regelkonzepte elektrischer Antriebe	481
8.2.2.2	Gerätetechnische Ausführung von Umrichtern für Drehstromantriebe	483
8.2.2.3	Übersicht Umrichterfunktionalität	484
8.2.2.3.1	Reglergrundfunktionen	486
8.2.2.3.2	Kommunikations- und Schnittstellenfunktionen	487
8.2.2.3.3	Überwachungs- und Sicherheitsfunktionen	488
8.2.3	Motion Control – Anwendungen	489
8.2.3.1	Positioniersteuerung	490
8.2.3.2	Synchronisierte Antriebe	491
8.2.4	Grundlagen Bahnsteuerungen	493
8.2.4.1	Teileprogramm und Steuerdatenaufbereitung	494
8.2.4.2	Geometriedatenerzeugung	495
8.2.4.3	Bahninterpolator – Trajektoriengenerierung	495
8.2.4.4	Kinematische Transformationen	497
8.3	<i>NC-Technik</i>	497
8.3.1	NC-Maschinen	497
8.3.2	Grundlagen der Werkstoffbearbeitung	498
8.3.3	Koordinatensysteme in Werkzeugmaschinen	499
8.3.4	Numerische Steuerungen	501
8.3.4.1	NC-Systeme	501
8.3.4.2	Programmiersprachen	503
8.3.5	Fertigungssysteme	505
8.3.6	Fertigungsintegration	507

8.3.7	Die digitale Fabrik	509
8.3.8	Ziel und Aufgaben der digitalen Fabrik	510
8.4	<i>Industrieroboter</i>	512
8.4.1	Struktur von Industrierobotern	512
8.4.2	Programmierung von Robotern	515
8.4.3	Sensorführung	517
8.4.4	Industrielle Bildverarbeitung	520
8.4.5	Anwendungsbeispiele	524
8.5	<i>Intelligente Rechnersysteme</i>	526
8.5.1	Einleitung	526
8.5.2	Intelligente Maschinen	527
8.5.3	Fuzzy-Logik	528
8.5.3.1	Fuzzy-Sets	529
8.5.3.2	Zugehörigkeitsfunktionen	530
8.5.3.3	Fuzzy-Steuerungssystem	531
8.5.4	Expertensysteme	532
8.5.4.1	Fuzzy-Expertensysteme	534
8.5.5	Neuronale Netze	534
8.5.5.1	Aufbau von neuronalen Netzen	534
8.5.5.2	Eigenschaften	535
8.5.5.3	Lerntypen	536
8.5.5.4	Datendarstellung	537
8.5.5.5	Typen von neuronalen Netzen	537
8.5.6	Genetische Algorithmen	538
9	Projekte	539
9.1	<i>Projektmanagement</i>	539
9.1.1	Ziele	539
9.1.2	Begriffe	539
9.1.3	Abwicklungsphasen	542
9.1.3.1	Vorgehensweise im Projekt	542
9.1.3.2	Grundlagenermittlung	543
9.1.3.3	Vorplanung	544
9.1.3.4	Basisplanung	544
9.1.3.5	Ausführungsplanung	545
9.1.3.6	Errichtung	548
9.1.3.7	Inbetriebsetzung	548
9.1.3.8	Projektabschluss	549
9.1.4	Qualitätssicherung in der Prozessleittechnik	549
9.1.4.1	Begriffe	549
9.1.4.2	Qualitätssicherung in der Produktion	551
9.1.4.3	Validierung von Prozessen	551
9.2	<i>Verfügbarkeit und Sicherheit von PLS-Komponenten</i>	554
9.2.1	Begriffe zur Verfügbarkeit und Sicherheit	554
9.2.2	Erhöhung der Verfügbarkeit von PLS-Komponenten	555
9.2.2.1	Eigenüberwachung von PLS-Komponenten	555
9.2.2.2	Backup- und Redundanzkonzepte	557
9.2.3	Sicherung von Daten auf Rechnern	559
9.2.3.1	Backup-Medien	559

9.2.3.2	Organisatorische Maßnahmen für Backups	560
9.2.3.3	RAID-Technologie	561
9.2.4	Schutz gegen unautorisierten Zugang	562
9.2.5	Schutz gegen feindliche Software (Malware)	563
9.2.5.1	Malware	563
9.2.5.2	Viren	564
9.2.5.3	Würmer und Trojanische Pferde	564
9.2.5.4	Gegenmaßnahmen	565
9.3	<i>Sicherheit</i>	567
9.3.1	Begriffe	567
9.3.1.1	Sicherheit und Verfügbarkeit	567
9.3.1.2	Wertebereiche von Prozessgrößen	567
9.3.1.3	Erhöhung der Anlagensicherheit	569
9.3.1.4	Sicherheitsanalysen	570
9.3.2	Einteilung der PLT-Einrichtungen	571
9.3.2.1	Klassifizierung nach VDI/VDE und NAMUR	571
9.3.2.2	Darstellung der Funktionalität	572
9.3.3	Überwachungseinrichtungen	573
9.3.4	Schutz- und Schadensbegrenzungseinrichtungen	574
9.3.4.1	Allgemeine Kriterien	574
9.3.4.2	PLT-Schutzeinrichtungen	575
9.3.4.3	PLT-Schadensbegrenzungseinrichtungen	579
10	Anhang	580
10.1	<i>Normen und Richtlinien</i>	580
10.1.1	Normen-Auskunftscentren	580
10.1.2	Normungsinstitutionen	580
10.1.3	Bezeichnungen von Normen und Standards	580
10.1.4	DIN-Normen	581
10.1.5	VDI/VDE-Richtlinien	583
10.1.6	NAMUR-Richtlinien	586
10.1.7	Internationale Standards	586
10.2	<i>Gremien und Verbände</i>	587
10.3	<i>Messen, Ausstellungen und Veranstaltungen</i>	588
10.4	<i>Abkürzungen</i>	589
	Literaturverzeichnis	595
	Sachwortverzeichnis	611

1 Strukturen

Norbert Große, Wolfgang Schorn

1.1 Automatisierung technischer Prozesse

1.1.1 Grundbegriffe

1.1.1.1 Prozess und Prozesstechnik

Unter einem **Prozess** versteht man Abläufe, mit welchen Materie, Energie oder Information umgeformt bzw. transportiert werden, DIN EN ISO 10 628 /1.1/. Die **Prozesstechnik** befasst sich mit der Durchführung solcher Vorgänge.

Nach SCHÖNE /1.2/ und TGL 25 000-1 /1.3/ definiert man weitere Teilgebiete (→ Bild 1.1).

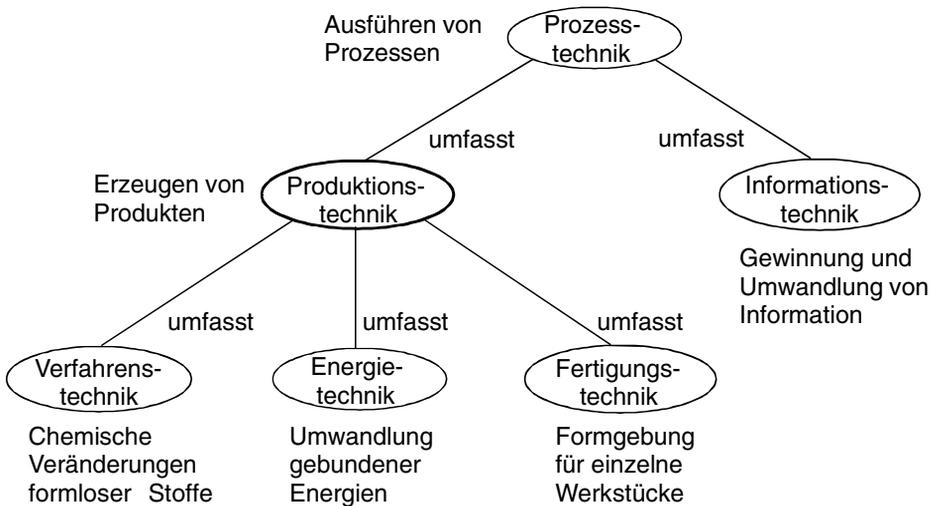


Bild 1.1 Teilgebiete der Prozesstechnik nach SCHÖNE /1.2/

1.1.1.2 Produktionstechnik

Bei der Produktionstechnik geht es um die Herstellung von Produkten und um die Gewinnung nutzbarer Energien. Hierbei unterscheidet man drei Kategorien:

- Gegenstand der **Verfahrenstechnik** ist das Erzeugen formloser Stoffe. Dies sind typisch Gase, Flüssigkeiten, Pasten, Pulver, Granulate und dgl.

Verfahrenstechnische Prozesse werden nach DIN EN ISO 10 628 /1.1/ auch **Verfahren** genannt. Verfahrensklassen sind **Fließverfahren (Konti-Verfahren)** zur kontinuierlichen Herstellung großer Stoffmengen über längere Zeiträume und **Chargenverfahren (Absatzverfahren)** für häufig wechselnde Produkte.

- Das Ziel der **Fertigungstechnik** ist die Herstellung einzelner Werkstücke (Erzeugnisse) mit definierter Form und festgelegten Abmessungen. Bei diesen Gütern spielt die geometrische Gestalt eine wichtige Rolle. Fertigungstechnische Prozesse heißen auch **Fertigungen**. Hier gibt es die **Linienfertigung** für die Herstellung großer Produktmengen über längere Zeiträume und die **Werkstattfertigung** bei wechselnden Produkten kleinerer Stückzahl.
- Im Bereich der **Energietechnik** werden gebundene Energien in Energieformen umgesetzt, welche sich unmittelbar in technischen Anwendungen nutzen lassen. Es geht dabei um das Umwandeln, Transportieren und Speichern von Energie.

1.1.1.3 Informationstechnik

Bei informationstechnischen Prozessen befasst man sich mit der Gewinnung und Auswertung von Informationen. Unter anderem gehören Mess- und Prüfprozesse ebenso dazu wie die Vorgänge bei der Informationsverarbeitung mittels EDV-Anlagen und Prozessleitsystemen.

1.1.2 Strukturierung produktionstechnischer Prozesse

1.1.2.1 Prozessabschnitte

Untergliedern kann man produktionstechnische Prozesse in weitere Einheiten, die sog. **Prozessabschnitte** (DIN 61 512-1 /1.5/). Hierunter sind Teile von Prozessen zu verstehen, welche sich organisatorisch weitgehend autark ausführen lassen und zur Verarbeitung von Stoffen dienen. Die Aufteilung eines Prozesses in Abschnitte ist von großer Bedeutung für das Aufrechterhalten der Produktion bei Störungen oder kurzzeitigen Außerbetriebnahmen etwa für Wartungsaufgaben und muss beim Anlagenbau durch das Einrichten von Pufferbehältern oder Zwischenlagern berücksichtigt werden.

In der Fertigungstechnik spricht man von **Fertigungsabschnitten**, in der Verfahrenstechnik von **Verfahrensabschnitten**. In Anlehnung an EIGENBERGER /1.6/ sind folgende Kategorien von Verfahrensabschnitten entsprechend der Art der technologischen Vorgänge unterscheidbar:

- **Stoffaufbereitung:** Hierbei werden die zu verarbeitenden Einsatzstoffe für die Produktion vorbereitet, z. B. zerkleinert, aufkonzentriert usw. Die chemischen Stoffeigenschaften werden hierbei nicht verändert.
- **Stoffumwandlung:** In einem solchen Verfahrensabschnitt stellt man die eigentlichen Produkte her. Es finden chemische Vorgänge (Reaktionen) statt, wobei neue Stoffe (i. Allg. auch unerwünschte Nebenprodukte) entstehen.
- **Stoffaufarbeitung:** Die produzierten Ausgangsstoffe werden Nachbehandlungsschritten unterzogen. Hierzu gehören beispielsweise Trennvorgänge sowie Abfüll- und Verpackungsarbeiten. Auch hier bleiben die Stoffeigenschaften erhalten.

Eine alternative Möglichkeit der Definition von Verfahrensabschnitten ergibt sich aus der zur Ausführung gewählten Produktionsmethode (kontinuierlich, diskontinuierlich).

1.1.2.2 Prozessoperationen

Prozessabschnitte setzen sich aus Vorgängen zusammen, welche die Eigenschaften von Stoffen oder Energien beeinflussen oder dem Transport oder der Speicherung dienen. Diese Vorgänge heißen nach DIN 61 512-1 /1.5/ **Prozessoperationen**.

Operationen der Fertigungstechnik nennt man **Fertigungsoperationen**; eine Operation zur Werkstückbearbeitung wird nach MEINBERG, TOPOLEWSKI /1.26/ auch als **Fertigungsstufe** bezeichnet.

In der Verfahrenstechnik spricht man von **Grundoperationen**. Bei diskontinuierlicher Produktion besteht ein Verfahrensabschnitt aus einer sequenziellen Folge solcher Operationen, welche jeweils zu quasistationären Zwischenzuständen mit definierten Produkteigenschaften führen. Kontinuierliche Verfahrensabschnitte enthalten – abgesehen von An- und Abfahrvorgängen – stets *eine* Grundoperation. **Leittechnische Grundoperationen** sind nach NAMUR NE 33 /1.7/ Arbeitsfolgen zur Realisierung der nachstehend beschriebenen **verfahrenstechnischen Grundoperationen** sowie von **Speicher-** und **Transportoperationen**.

Nach TGL 25 000-1 /1.3/ stellen **verfahrenstechnische Grundoperationen** zielgerichtete Handlungen dar, mit welchen man Zwischenprodukte mit definierten Eigenschaften erzeugen kann. Mittels solcher Grundoperationen werden über physikalische Vorgänge die Zusammensetzung, der Verteilungsgrad oder der Energieinhalt des betreffenden Guts verändert.

Der zugrunde liegende angelsächsische Begriff *Unit Operation* wurde 1915 von LITTLE /1.8/ in den USA geprägt. Nach TGL 25 000-1 /1.3/ kann man folgende Einteilung vornehmen:

- **Grundoperationen zur Stofftrennung:** Hiermit sind z. B. Vorgänge zum Destillieren, Filtrieren, Trocknen, Eindampfen, Kondensieren etc. verbunden.
- **Grundoperationen zur Stoffvereinigung:** Dazu zählt man das Kneten, Suspendieren, Verschmelzen, Mischen von Gasen usw.
- **Grundoperationen zur Stoffzerteilung:** Hierzu gehören das Brechen, Mahlen und Zerschneiden.
- **Grundoperationen zum Agglomerieren:** Diese bedeuten z. B. Tablettieren, Brikettieren, Sintern.
- **Grundoperationen zum Ändern der Enthalpie:** Hierunter versteht man Aufheiz- und Abkühlvorgänge wie etwa Verdampfen, Erstarren, Kondensieren, Erwärmen und Abkühlen von Feststoffen, Flüssigkeiten und Gasen.

1.1.2.3 Prozessschritte

Die Elemente der Prozessoperationen sind nach DIN 61 512-1 /1.5/ **Prozessschritte**. Solche Schritte lassen sich nicht sinnvoll in kleinere, prozesstechnisch autonome Einheiten zerlegen; sie sind die unterste Stufe definierbarer Vorgänge innerhalb eines technischen Prozesses. Prozessschritte werden durch Prozessereignisse oder menschliche Eingriffe beendet.

In der Fertigungstechnik kann man zwei Klassen von **Fertigungsschritten** unterscheiden:

- **Handhabungsfunktionen** nach VDI 2860 /1.27/ dienen zum Positionieren und zum Prüfen von Werkstücken.
- Mit **Arbeitsvorgängen** nach TGL 21 639 /1.28/ werden Werkstücke bearbeitet.

In der Verfahrenstechnik werden die Begriffe **Verfahrensschritt** und – nach NAMUR NE 33 /1.7/ – **Grundfunktion** verwendet. Beispiele sind Vorgänge wie Rühren, Dosieren und Heizen.

1.1.3 Darstellungsformen für Prozesse

1.1.3.1 Grundfließbild

Das **Grundfließbild** entsprechend DIN EN ISO 10 628 /1.1/ gibt Vorgänge und deren Zusammenhänge mit Rechtecken und gerichteten Linien wieder.

Bild 1.2 zeigt die Darstellung eines Verfahrens.

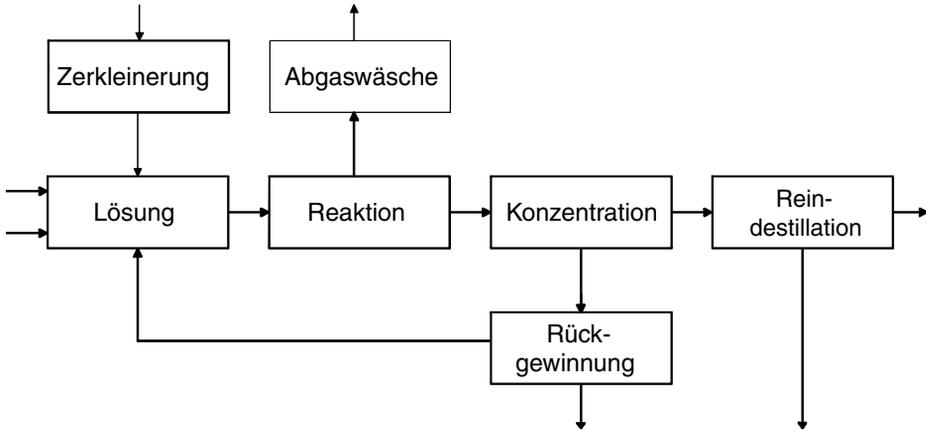


Bild 1.2 Grundfließbild nach DIN EN ISO 10628 /1.1/

Bei produktionstechnischen Prozessen bedeuten diese Rechtecke je nach Detaillierungsstufe Prozessabschnitte, Prozessoperationen oder Prozessschritte. Die gerichteten Linien repräsentieren konditionale Zusammenhänge. Speicher- und Transportoperationen werden nicht mit eigenen Symbolen dargestellt.

1.1.3.2 Formalisierte Prozessbeschreibungen

Als Alternative zum Grundfließbild kann man **formalisierte Prozessbeschreibungen** (auch unter der Bezeichnung **Phasenmodelle** bekannt) nach VDI/VDE 3682 /1.29/ verwenden. Sie beschreiben das Wechselspiel zwischen Stoffen und Energien einerseits und Vorgängen andererseits.

Diese Darstellungsformen kennen folgende Objekttypen mit zugehörigen Typkennzeichen TK und grafischen Symbolen:

- Stoffe (TK: P) werden durch Kreise dargestellt, Energien bzw. Energieträger (TK: E) durch Rauten.
- Vorgänge wie z. B. Prozessabschnitte oder -operationen (TK: O) gibt man mit Rechtecken (sog. **Prozessoperatoren**, früher als **Prozesselemente** bezeichnet) wieder. Ein Prozessoperator kann wiederum eine formalisierte Prozessbeschreibung beinhalten; ein Vorgang kann also seinerseits in Vorgänge zerlegt oder *dekomponiert* werden. Formalisierte Prozessbeschreibungen können hierarchisch aufgebaut sein.
- Für Ressourcen wie etwa Teilanlagen oder technische Einrichtungen (TK: T → 1.1.4.3) werden Langrunde verwendet.
- Stoff- oder Energieflüsse (ohne TK) stellt man mit einfachen Pfeilen dar, Ressourcennutzungen (ohne TK) mit gestrichelten Doppelpfeilen.
- Die Systemgrenze (auch: Bilanzraum) der betrachteten Vorgänge (TK: B) wird durch ein gestricheltes Rechteck wiedergegeben.

Eindeutige Bezeichnungen (Idents, engl. auch *tags*) von Objekten erhält man durch Kombination des Typkennzeichens mit einer alphanumerischen Zeichenfolge. Bei Ressourcen lässt sich ein „sprechendes“ Ident z. B. aus einem Anlagenstrukturkennzeichnungssystem AKZ (→ 1.1.5.2) ableiten, sodass eine Pumpe in einer Destillationsteilanlage etwa mit T_DS1PA10 bezeichnet werden kann.

Bild 1.3 enthält als Beispiel zwei ortssequenzielle Verfahrensabschnitte.

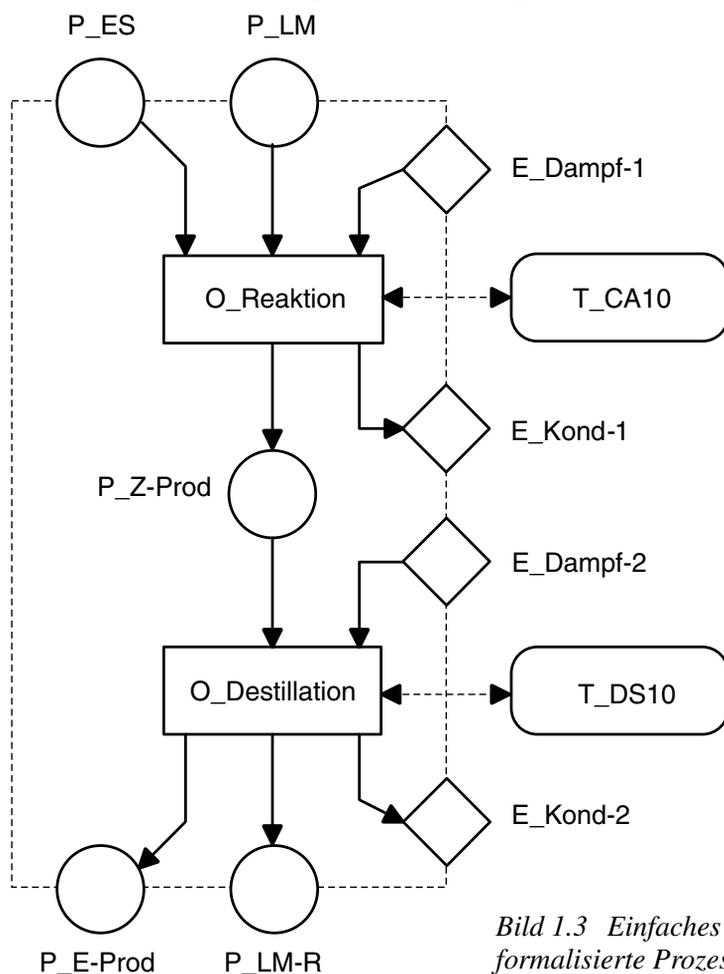


Bild 1.3 Einfaches Beispiel für eine formalisierte Prozessbeschreibung

- Im Verfahrensabschnitt **Reaktion** wird ein Zwischenprodukt *Z-Prod* aus Einsatzstoff *ES* und Lösemittel *LM* erzeugt. Hierzu wird als Energieträger Heizdampf *Dampf-1* verwendet, welcher als Kondensat *Kond-1* wieder austritt. Die Reaktion läuft in der technischen Ressource (einer Teilanlage → 1.1.4.2) *CA10* ab.
- Im Verfahrensabschnitt **Destillation** wird das Zwischenprodukt *Z-Prod* in Lösemittel *LM-R* und Endprodukt *E-Prod* aufgespalten. Auch hier wird als Energieträger Heizdampf *Dampf-2* verwendet, welcher als Kondensat *Kond-2* wieder austritt. Die Destillation läuft in der Teilanlage *DS10* ab.

Der Informationshaushalt von Prozessen wird durch **Attribute** der zugehörigen Objekte beschrieben. Hierbei unterscheidet man zwischen **Kennzeichen** und **Merkmalen**.

- Das **Kennzeichen** (die Identifikation) eines Objekts enthält das bereits angegebene Ident., einen Langnamen, einen Kurznamen, Versionsangaben u. a. Hinzu kommen objektspezifische Verweise auf Zusatzinformationen, bei einem Prozessoperator z. B. auf Produkte und Energien.
- Die **Merkmale** (Charakteristika) umfassen jeweils wiederum ein Kennzeichen (hier auch Kategorie genannt), eine Beschreibung (z. B. physikalische Einheit, Grenzwerte, Messwerthistorie) und ggf. Referenzen auf weitere Informationen, z. B. auf Prozessmodelle.

1.1.3.3 GRAFCET-Plan

Eine weitere Möglichkeit zur Darstellung von Prozessen ist der **GRAFCET-Plan** (auch Ablaufplan, Funktionsplan) mit Symbolen nach DIN EN 60 848 /1.30/ (→ 4.3.5). Man verwendet ihn, wenn man die zur Prozessdurchführung erforderlichen Steuerungsaktivitäten hervorheben will. Bild 1.4 gibt als Beispiel ein diskontinuierliches Verfahren wieder.

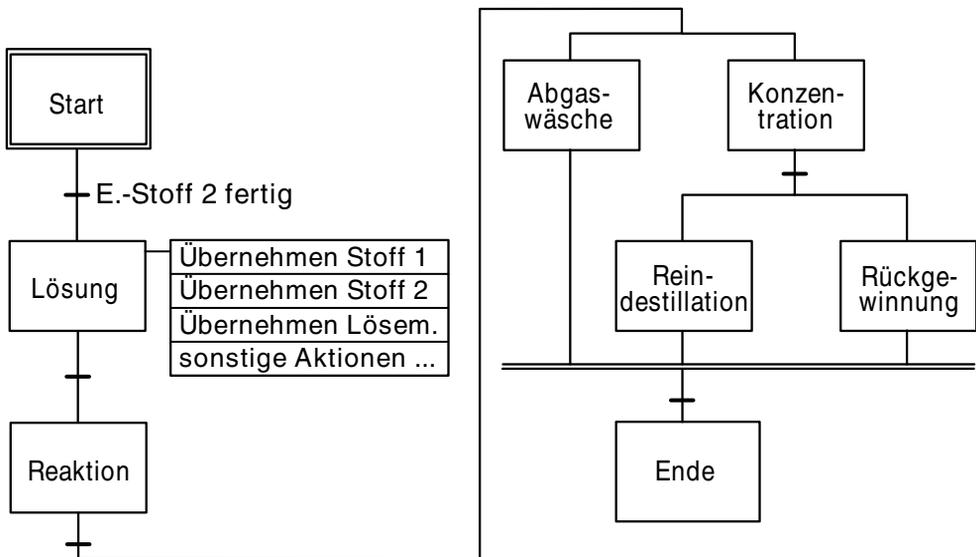


Bild 1.4 GRAFCET-Plan für ein Verfahren

Bei einem **GRAFCET-Plan** stellen die Rechtecke Maßnahmen (**Steuer-schritte**) zur Durchführung von Vorgängen dar. Auch hier können diese Vorgänge Prozessabschnitte oder Prozessoperationen sein. Die gerichteten Linien repräsentieren konditionale Zusammenhänge, und die Bedingungen

zum Durchführen eines Schritts in Abhängigkeit von anderen Schritten gibt man mit Querbalken an. Übergänge zwischen Schritten nennt man **Transitionen**. Neben den Schrittsymbolen kann man Einzelheiten der zugehörigen Maßnahmen notieren. Diese Details nennt man **Aktionen**, und sie haben – je nach Detaillierungsgrad der Darstellung – die Bedeutung von Prozessoperationen oder Prozessschritten (→ 1.1.2.3).

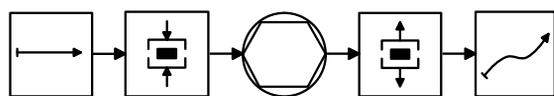
1.1.3.4 Fertigungsablaufplan

Fertigungstechnische Vorgänge können in einem **Fertigungsablaufplan (Bearbeitungsfolgegraf)** dokumentiert werden. Im einfachsten Fall werden Vorgänge durch Rechtecke dargestellt, welche man mit gerichteten Linien verbindet.

VDI 2860 /1.27/ legt verdeutlichend folgende Grundsymbole fest:

- Kreise bezeichnen Arbeitsvorgänge.
- Quadrate kennzeichnen Handhabungsfunktionen mit Ausnahme von Prüfungsvorgängen.
- Dreiecke kennzeichnen Prüfschritte.
- Funktionsfolgen werden durch gerichtete Linien dargestellt; bei parallelen Abläufen zeichnet man die zugehörigen Symbole unmittelbar nebeneinander.

In die Grundsymbole können Zusatzsymbole zur Darstellung der Funktionalität eingetragen werden. In Bild 1.5 wird ein Werkstück einer Drehmaschine zugeführt, eingespannt und bearbeitet. Dann wird es wieder gelöst und der Weiterverarbeitung zugeführt.



Zuführen Spanen Drehen Lösen Weitergeben

Bild 1.5 Einfacher Fertigungsablaufplan

1.1.4 Anlagenhierarchien

1.1.4.1 Produktionstechnische Anlagen

Eine **produktionstechnische Anlage** umfasst in Anlehnung an DIN EN ISO 10 628 /1.1/ die für die Durchführung produktionstechnischer Prozesse notwendigen Einrichtungen (Apparate, Maschinen, Leiteinrichtungen inklusive der Sensor- und Aktorsysteme etc.) und Bauten.

Sachwortverzeichnis

- 10BASE 327
- 10BASE2 324, 354 f.
- 10BASE5 324, 354 f.
- 10BASE-F 354
- 10BASE-T 324, 354 f.
- 100BASE-FX 357, 417, 419
- 100BASE-T4 327, 357 f.
- 100BASE-TX 324, 327, 357 f., 417, 420
- 1000BASE-CX 358
- 1000BASE-LX 358 f.
- 1000BASE-SX 358 f.
- 1000BASE-T 358
- A**
- A2DP 371
- Abhören 367
- Ablaufmodell 211 f.
- Ablaufplan 212, 291
- Ablaufsprache 230
- , grafische 291
- , textuelle 293
- Ablaufsteuerung 211
- Absatzbetrieb 36 f., 39
- Abschlussimpedanz 402
- Abschlusswiderstand 322, 354, 397
- Absenderadresse 319, 383, 388
- Absolutdruck 118
- absolute Zeit 61
- Abstraktion 202
- Abtastung 281
- Abwicklungsphase 542
- Access Control 379
- Access Control List 379
- Access Point 351, 365, 367
- Account 562
- achtwertige Phasenmodulation 411
- ACK 351, 378, 409
- Acknowledge 405, 409
- ACL 369, 379
- ACL Mode 379
- ActiveX 265, 306
- additiv gaußverteilt 321
- Addressierungsformat 412
- Aderpaar 323–326, 341, 357 f., 397
- , verdrehtes 323
- Ad-hoc-Mode 365
- Adressbereich 386, 390
- Adressbit 402
- Adressdarstellung 66
- Adresse 315, 360
- , effektive 66
- , logische 70
- Adressfilter 367
- Adressierungsschema 336, 383
- Adresskonstante 66
- Adressraum 69
- Adressschema 390
- Adressumsetzung 70
- Advanced Encryption Standard 376
- A/D-Wandler 97
- AES 368, 376, 379 f.
- Aknowledge 351
- Aktion 292
- Aktionsbezeichnung 293
- Aktionsinhalt 293
- Aktor 141
- , elektromagnetischer 149
- Aktor-Sensor-Interface 401
- Aktorsystem 141
- Aktortechnik 18
- AKZ 33, 35
- Al₂O₃-Feuchtesensor 138
- Algorithmus, genetischer 538
- ALOHA 345 ff.
- alphanumerische Zeichen 60
- Alternative, einfache 214
- ALU 61
- Amplitudengang 171, 175
- Amplitudenrand 183
- An- und Abfahrlilfe 41
- Analogausgabe 96
- Analogeingabe-System 97
- analoger Regler 190
- Analyse 240
- , objektorientierte 241, 249
- , strukturierte 244

- Angriff 379
 Anlagen- und Apparatekennzeichen
 33, 35
 Anlagenplanung 540
 Anlagensicherheit 540
 Anlagensicherung 567
 Anlagensteuerung 455, 469
 Anlagenstruktur 462
 Ansprechzeit 111
 Ansteuereinrichtung 141, 154
 Antwortfunktion 170
 Anweisungsliste 212, 230, 235, 290
 Anweisungsteil 237
 Anwendungsschicht 317, 320, 404,
 407, 414
 Anwendungs-Software 255
 Anzeige- und Bedienkomponente 46
 AP 365
 APL 380
 Applet 302
 Application Layer 317, 320, 380
 Application Objects 381
 Application Profiles 381
 Application Support Sub-Layer 381
 Applikations-Software 255
 APS 381
 Arbeitsprogramm 255
 Arbitrierung 311 f., 410
 Arbitrierungsphase 353, 410
 Arbitrierungsprozess 410
 ARCnet 327
 Armatur 34
 ARPAnet 318, 383 f.
 ARQ 316, 320
 AS-i-Bus 401
 AS-i-Bus-Master 403
 AS-i-Busmaster 402
 ASIC 93
 AS-i-Datenrahmen 403
 AS-i-Gerät 401
 AS-Interface 401 ff.
 AS-i-Slave 402
 AS-i-Spezifikation 403
 –, 2.04 402
 –, 2.11 402
 AS-i-Verteilermodul 402
 Assembler 294
 Assemblerbefehl 65
 asymmetrische Aufteilung 342
 asynchron 396
 Asynchronous Connection-Less 369
 ATM 327
 Auditierung 552
 Auftrag 255
 Auftragskontrollsprache 278
 Auftragssteuerung 277
 Ausbreitungsbedingung 332
 Ausfallrate, mittlere 554
 Ausfallsicherheit 561
 Ausführungsplanung 545
 Ausführungszustand 470
 Ausgabematrix 220
 Ausnahmebehandlung 68, 80
 Authentication Response 372
 Authentifizierung 312, 366, 372 f.
 Automat 247
 –, sequenzieller 219
 Automatengraph 212, 218, 221, 224
 Automaten-tabelle 212, 220
 Automatic Repeat Request 316, 320
 Automation 17
 Automatisierung 17
 Automatisierungs-Controller, program-
 mierbarer 161
 autonomer Kanal 271
 Autorisierung 372
 AVRCP 371
 azyklische Nachricht 414
 azyklische Übertragung 418
 azyklischer Dienst 406
- B**
- Backbones 330
 Backoff-Timer 351
 Backup 559 f.
 Bahnsteuerung 513
 Balkendiagramm 541
 Bandbreite 321, 332, 343
 Bänder 333
 –, lizenzfreie 333
 –, lizenzpflichtige 333
 Basisautomatisierung 457
 Basisplanung 544
 Basisstation 365
 Batch-Produktion 37
 Bau 540
 Baumstruktur 414, 420
 Baum-Topologie 338 f., 380

- B&B-System 446
BCNT-Feld 412
Bedienelement 422
–, virtuelles 434
Bedienen und Beobachten 474
Bediener 424
Bedienoberfläche 49, 278
bedingte Verarbeitung 214
Bedingungsprüfung 214
Befehlsdurchsatz 74
Befehlstyp 66
Befehlswort 65
Befehlszähler 63
Belegung 218
Belegungskoordinierung 272
Benachrichtigungsdienst 407
–, Acknowledge Event Notification 407
–, Event Notification 407
Benchmark-Programm 280
Benutzer 424
Benutzerfreundlichkeit 425
Benutzeroberfläche 427
Benutzerschnittstelle 427
–, grafische 427 f.
Beschaffung 548
Beschleunigung 126
Beschreibungsmittel 211 f.
Bestimmungszeichen 292
Betragsoptimierung 187
Betrieb, bestimmungsgemäßer 569
–, nicht bestimmungsgemäßer 568
Betriebsart 472
Betriebseinrichtung 572
Betriebsfunk 334
Betriebskennlinie 144 f.
Betriebsprache 255, 278
Betriebspracheninterpreter 278
Betriebsssystem 254
Betriebsystemkern 254
Betriebsystemschaale 255, 277
Betriebszustand 471
Beweglichkeitsgrad 515
Bewegungsanweisung 516
Bezugspunkt 499
bidirektionale Kommunikation 340
Biegebalken 119
Biegeradius 328
Bilanzraum 207
Bildodynamik 443
Bildschirmarbeitsplatz 49
Bildschirmrichtlinie 425
Bildverarbeitungssensor 518
binäre Steuerung 163
binary exponential backoff 348
Bindeprogramm 294
BIP 371
Bit 313
–, dominantes 409 f.
–, rezessives 409 f.
Bitübertragungsschicht 313, 368, 377, 380, 404, 415
Bit-Arbitrierung 351, 353, 408, 410
Bitebene 420
Bit-Takt 360, 396
Bitübertragungsschicht 314 f., 319, 357, 382, 404 f., 407, 414, 417
Bluetooth 89, 367 f., 370, 372
– 2.0 369 f.
– 2.1 373
– 3.0 369
– 4.0 370
– 4.1 370
– 4.2 370
Bluetooth-Dienst 371 ff.
Bluetooth-Funktechnologie 370
Bluetooth-Profil 370 f.
BNC-Verbinder 355
Bode-Diagramm 171
boolesche Anzeigevariable 293
Bootsektor-Virus 564
BR 373
Breakpoint 296
Brechungsindex 327, 329
Broadcast 405
Broadcast-Adresse 361, 381, 385
Brückendiagonalspannung 108
Brückenschaltung 108
Büroautomation 52
Bus 71, 336 f., 353, 360
Busabschluss 414
Business Intelligence 450
Busklemme 370
Busleitung 413
Busprotokoll 71
Busschnittstelle 71
Bussegment 402, 407, 414
Bussystem 84

- Bus-Topologie 335 ff., 339, 346, 354 f., 402
- Bustreiber 73
- Byte 57
- C**
- C 285
- C++ 301
- Cache 76, 272
- CAD-Grafik 437
- CAN 408
 - 2.0A 409
 - 2.0B 409
- CAN application protocol over EtherCAT 420
- CAN-Bus 353, 408 ff.
- CAN-Bus-Knoten 409
- CAN-Data-Frame 409
- CAN-Data-Frame-Format 409
- CAN-Feldbus 351
- Canonical Format Indicator 363
- Carrier Sense Multiple Access 346
- Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance 350
- Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect 348
- Carrier Sense Multiple Access/Collision Resolution 351
- Carrier-Sensing 345, 348, 350 f.
- Cat-1 327
- Cat-2 327
- Cat-3 327, 355
- Cat-4 327
- Cat-5 327, 358
- Cat-5e 327
- Cat-6 327
- Cat-6A 327
- Cat-7 327
- Cat-7A 327
- CDMA 343
- Centronics-Schnittstelle 88
- Challenge-Response-Verfahren 372
- Chargendokumentation 474
- Chargenproduktion 37
- Chargenprotokoll 474
- Chirp Spread Spectrum 382
- CHK-Feld 412
- CIDR 386 f., 391
- CIDR-Notation 388
- CIM 507
- CIP 371
- Circuit Switching 315
- CISC 61
- Claimant 372
- Classless Inter-Domain Routing 386
- Clear to Send 351
- Client-Server-Modell 279
- Cluster 381
- Cluster Identifier 381
- CMOS-Uhrenbaustein 100
- CNC-System 503
- Coating 328
- Code Division Multiple Access 343
- Code-Bereich 260
- Codesequenz 343
- CoE 420
- COM 306
- Command-Feld 412
- Compiler 294
- Computer Augmented Reality 452
- Continuous Function Chart 290
- Control Bit 409
- Controller Area Network 408
- Coprozessor 60
- CORBA 304
- Core-only-System 269
- Coriolis-Massedurchflussmessung 131
- CPU 55, 61
- CPU-Befehl 64
- CRC 315, 409
- CRC Delimiter Bit 409
- CSMA 346, 348, 350
 - , non-persistentes 347, 349 f.
 - , persistentes 346 f., 350
 - , *p*-persistentes 347
- CSMA/CA 350 f., 366, 378
- CSMA/CD 348–351, 354 ff., 362
- CSMA/CR 351, 353, 410
- CSRD 405 f.
- CSS 382
- CTP 371
- CTS 351, 396
- Cycle-Steal-Betrieb 83
- Cyclic Redundancy Check 409
- Cyclic-Redundancy-Check Codes 315
- D**
- Daisy-Chain 335
- Daisy-Chain-Prinzip 81

- Daisy-Chain-Topologie 335, 420
Dämpfung 328, 330
Darstellungsschicht 316 f., 320
Data Carrier Detect 396
Data Encryption 379
Data Frames 315
Data Link Layer 315, 405
Data Set Ready 396
Data Terminal Ready 396
DATA-Feld 412
Data-Frame 353, 409 f.
Datagramm 315, 388 f., 394
Datei 274
Dateibaum 274
dateiinfiltrierender Virus 564
Dateistruktur 276
Dateisystem 275
Dateiverwaltung 258, 273
Daten 55, 359 f.
–, grafische 429
Datenanalyse, grafische 439
Datenaustausch 448
Datenbank, relationale 475
Datenbankschnittstelle 440
Datenbereich 260
Datendurchsatz 340, 365
Datenfeld 274, 361
Datenfeldlänge 412
Datenfluss 244
Datenflussdiagramm 244
Datenkapselung 300 f.
Datenleitung 322
Datenmatrix 439
Datennetz 330, 420
Datenpaket 315, 319, 346
Datenrahmen 315, 355 f., 359–363, 379
Datenrate 321 f., 325, 328–332, 364 f., 395, 397 f., 401
Datensatz 274
Datensicherheit 275, 300, 375, 378
Datenspeicher 244
Datentyp 60
Datentypkonzeption 227
Datenübertragungsrate 357, 415
DB25 396
DB9 396
DCD 396
DCOM 306
DDC-Betrieb 557
deadlock 271, 283
DECT 374
DECT Standard Authentication Algorithm 375
DECT Standard Cipher 375
DECT Ultra Low Energy 334
DECT-Frequenzbereich 374
DECT-Standard 333 f.
DECT-ULE 375
Defuzzifizierung 200, 532
Defuzzyfikation 200, 532
Dehnstoff-Antrieb 152
Dehnungsmessstreifen 119
Deklarationsteil 237
Dekomposition 205
demarshalling 306
Design 240
Design Qualification 553
destination address 389, 394
dezentrale Technik 45
dezentrales Prozessleitsystem 45
df 389
df-Feld 389
DFT 342
Diagnoseprogramm 280
Diagramm 212
Dialog 432
Dialogbetrieb 257
Dialogkontrolle 316
Dielektrikum 325
Dienst 238
Dienstzugriff 372
differentielles Übertragungsverfahren 397
Differenzdruck 118
Differenzdruckzelle 120
Differenzialgleichung, lineare 169
Differenzialkondensator 123
Differenzialtransformatorprinzip 122
Diffie-Hellman-Schlüsselaustausch 372
Digital Enhanced Cordless Telecommunications 374
Digital/Analog-Wandler 96
digitale Schnittstelle 394 f.
Digitaleingabe 94
digitaler Regler 190
DIN EN 61 512-1 457, 463

DIN/PDV-Bus 87
Direct Sequence Spread Spectrum 343
directory 274
direkt dargestellte Variable 287
Diskless Client 269, 560
diskrete Fouriertransformation 342
Displaycontroller 428
Distributed Component Object Model 306
DMA-Controller 83
DMA-Kanal 84, 94
DMS 119
DNS 320
Document Type Definitions 252
Domain Name System 320
dominant 352 f.
dominantes Bit 409 f.
dominant-rezessiv 408
don't fragment 389
door 266
DP 405
Drahtgeflecht 323, 325
drahtlose Kommunikation 331
drahtloses Kommunikationssystem 331 f.
Drehmoment 121
Drehmomentaufnehmer 121
Drehzahl 125
3-D-Objektmodell 438
Dreipunktregler 198
Drei-Zustands-Ausgang 74
Drosselstellverfahren 142
Druck 117
Drucksensor 118
–, kapazitiver 120
–, piezoelektrischer 120
DSAA 375
DSC 375
DSR 396
DSSS 343, 365, 378
D-Sub-Steckverbinder 396, 404
DTD 252
DTR 396
DUN 371
Duplexing 340
Duplex-Verfahren 340, 342
Durchfluss 127
Durchflusskennlinie 144

Durchflussmesser, magnetisch-induktiver 130
–, Ultraschall- 130
Durchsatz 346
Dynamikattribut 444
dynamische Beziehung 297
dynamisches Modell 205, 249
Dynamisierung 444
E
E/A-Baustein 78
Echtzeitanforderung 332, 344 f., 383, 405
Echtzeitanwendung 432
Echtzeitbetrieb 56
Echtzeitprotokoll 418 f.
Echtzeituhr 93, 100
Echtzeitverhalten 441
Echtzeitvisualisierung 451
Editor 293
EDR 369, 373
Effective Isotropic Radiation Power 334
Effective Radiation Power 334
effektive Adresse 66
EIA/TIA 568 324
EIA/TIA 568A 326
EIA/TIA 568B 324
Eigenüberwachung 555
Ein-/Ausgabe-System 55
Einfallswinkel 327 f.
Einkopplung, induktive 322
Einproduktanlage 39
Einstellregel 185
–, Chien, Hrones und Reswick 186
–, Kessler 187 f.
–, Ziegler und Nichols 185
Einstranganlage 38
Einzelementvariable 287
Einzelleiteebene 457
Einzelsteuereinheit 457
EIRP 334
elektrischer Leiter 321, 327
elektrisches Feld 322
elektrochemischer Gassensor 140
elektromagnetische Wellen 321, 332, 366
elektromagnetischer Aktor 149
Elektromotor 148

- embedded controller 89
- Embedded-Web-Server 449
- Empfänger-Adresse 383
- Empfindlichkeit 111
- EMSR-Kreis 33
- Encryption Mode 372
- End of Frame 409
- End User 392
- Endpunkt-Adresse 381
- Energieeffizienz 364
- Engineering Workstation 50
- Enhanced Data Rate 369
- enhanced SCO 369
- Entfernungsbestimmung 382
- Entscheidungstabelle 212, 247
- EoE 420
- EOF 409
- Ereignis 239
- Ergonomie 423
- ERP 334
- Ersatzsystem 173
- eSCO 369
- ESDP 371
- EtherCAT 357 f., 420
- Ethernet 324, 331, 345 f., 348, 350, 353–356, 362, 420
 - , industrielles 416
- Ethernet for Control Automation Technology 420
- Ethernet II Format 360 f.
- Ethernet II Rahmenformat 361
- Ethernet over EtherCAT 420
- Ethernet-Backbone 421
- Ethernet-Bus-Topologie 354
- Ethernet-Frame 360 f.
- Ethernet-Rahmen 360 f.
- Ethernet-Rahmenformat 359, 362
- Ethernet-Standard 417
- Ethernet-Switch 330, 358, 360, 363, 419
- ETSI 374
- ETSI-Standard 374
- EU 392
- European Telecommunications Standards Institute 374
- EVA-Prinzip 282
- Expansion-Feld 412
- Expertensystem 532
 - , Fuzzy- 534
- Extended-Frame 409
- eXtensible Markup Language 241, 251
- F**
- Fachsprache 212
- Fahrabweisung 456
- Fahrweise 458
- Failsafe-Terminierung 397
- Fall 225
- Farbcode 326
- Farbdisplay 428
- FAS 414
- Faser 327 ff.
 - , optische 327
 - , polymeroptische 328
- Faserhygrometer 137
- Fast Ethernet 357
- Fast-Ethernet 324, 357
- FAX 371
- FDD 342
- FDDI 327
- FDMA 342
- Fehlerbereich, unzulässiger 568
 - , zulässiger 568
- Fehlerbaum 570
- fehlerbehaftetes Modell 208
- Fehlerkorrektur 364
- fehlertolerant 364
- Feld 287
 - , elektrisches 322
- Feldbus 87, 315, 400 f., 405, 408, 415
- Feldbusstandard 413
- Feldcontroller 415
- Feldebene 320, 335 f., 338 ff., 400 f., 405
- Feldgerät 379, 412 ff., 418
- Feldplatte 126
- Fenster 430
- Fenstermanager 430
- Fenstersystem 430
- Fenstertechnik 431
- Fernservice 447
- Fernzugriff 448
- Fertigung, rechnerintegrierte 507
- Fertigungsintegration 507
- Fertigungsleitsystem 506
- Fertigungssystem 505
- Festkommaarithmetik 92
- Festkommazahl 59

- Festkörperionenleiter 140
Feuchte 136
–, absolute 136
–, maximale 136
–, relative 136
Feuchtesensor, Al₂O₃- 138
–, Faserhygrometer 137
–, kapazitiver 137
–, LiCl-Hygrometer 138
–, Psychrometer 136
–, Tauspiegelhygrometer 136
FFD 377
F/FTP 325
FHSS 343, 365, 368
Fibre Channel 51
Fieldbus Access Sublayer 414
Fieldbus Foundation 413, 420
Fieldbus Message Specification 415
file 274
File Transfer Protocol 320
Firewall 566
Firewire 89
Fließbetrieb 36, 39
Fließbild 31, 33, 442
flow label 394
Flusskontrollmechanismus 395
FMDA 374
FMS 405, 415
FMS-Schicht 415
Folienschirmung 323
formalisierte Prozessbeschreibung 466
Formatierungsprogramm 280
Formgedächtnis-Legierung 151
Forwarding 383
Fotodiode 327, 330
FOUNDATION Fieldbus 413 f.
FOUNDATION High Speed Ethernet 421
FOUNDATION HSE 420 f.
FPGA 93
Fragment 389
fragmentiert 389
Frame 500
Frame Format 360
Frame Integrity 379
Frequency Division Duplexing 342
Frequency Division Multiple Access 342
Frequency Hopping Spread Spectrum 343, 368
Frequency Shift Keying 411
Frequenzband 334, 364, 374, 378
Frequenzbereich 333, 342, 364, 366, 374 f., 378
Frequenzfolge 343
Frequenzgang 171
Frequenzspreizung 368
Frequenzzuteilung 333
FSK 411
FSoE 420
F-SPS-System 557
F/STP 325
FTP 320
Führungsgröße 162
Führungsverhalten 180
Full Function Devices 377
Füllstand 132
Füllstandsmessung, hydrostatische 132
–, kapazitive 133
–, mechanische 132
– mit Laufzeitmessung 134
– mit Schwingsonde 135
–, thermische 134
–, Ultraschall- 134
Functional Block 408
Funkkanal 382
Funknetz 350, 366 f.
Funknetzwerk 366, 376
–, unverschlüsseltes 367
Funksystem 332
Funktechnik 331
Funktechnologie 331 f., 363 f.
Funktion 229, 233, 286, 539
funktionales Modell 249
Funktionalität 539
Funktionsbaustein 229, 233, 238 f., 265, 286
Funktionsbausteinsprache 230, 233, 288
Funktionsdiagramm 212
Funktionsmodell 203
Funktionsplan 212
Funkübertragungssystem 342
Funkzelle 365
F/UTP 325
Fuzzifizierung 200
Fuzzy-Expertensystem 534

Fuzzy-Logik 198, 528

Fuzzy-Regler 198

G

GAP 371, 375

Gassensor 139

–, elektrochemischer 140

–, Metalloxidhalbleiter- 140

–, Pellistor 139

Gateway 415

gaußverteilt 321

GAVDP 371

Gefahr 567

Geflechschirmung 325

Gelenkfreiheitsgrad 514

General Access Profile 375

genetischer Algorithmus 538

Geräteadresse 412

Gerätedeskriptor 271

Geräteklasse 369

Gerätetreiber 271

Geräteverwaltung 258

Gestaltung 425

Gigabit-Ethernet 324, 327, 358

Glasfaser 328 f., 357, 359, 404

Gleitkommaarithmetik 92

Gleitkommaeinheit 60

Gleitkommazahl 60

Global Unicast Address 391

globale Variable 287

GND 396

GOEP 371

Gradientenprofil 329

GRAFCECET 26, 231

Grafiksystem 428

grafische Ablaufsprache 291

grafische Bedienoberfläche 278

grafische Benutzerschnittstelle 427 f.

grafische Daten 429

grafische Datenanalyse 439

grafisches Objekt 435

Graph 212, 217

–, Kante 217, 221

–, Knoten 217, 221

Grenzabweichung 113

Grenzschicht 327

Grenzwertschalter, faseroptischer 135

Grundfließbild 31

Grundfunktion 465

Grundlagenermittlung 543

Grundmode 329

Grundrezept 461, 463, 475

Grundzustand 471

Gruppenleitebene 458

Gutbereich 568

Gütekriterium 209

H

H1-Bus 414

H1-Bussegment 414

Haarhygrometer 137

Halbduplex 354 f., 357

Halbduplex-Betrieb 341

Halbduplex-Übertragung 340 f.

Handshake-Verfahren 79

Hardware-RAID 562

Hardware-Unterbrechung 259

HART 411 f.

HART Revision 6 412

HART-Modem 411

HART-Multiplexer 413

HART-Protokoll 53, 395, 411

HART-Spezifikation 411

HART-Telegramm 411 f.

HART-Telegrammformat 412

Harvard-Struktur 92

Hauptklasse 386

Hauptsatz 504

HCRP 371

HDP 371

Header 388 f.

header checksum 389

header length 388

Headerformat 392

Headeroption 390

Heimautomatisierung 382

herstellerspezifische Schnittstelle 429

Hexadezimalziffer 58

HFD 371

HID 371

High-Speed 369

Highway Addressable Remote Transducer 411

Hitzdraht-(Heißfilm-)Anemometer 131

Hochfrequenz 323, 333

Hochfrequenzfilter 343

Hochfrequenztechnik 313

hop limit 394

- Host-Anteil 385
Hot-Plugging 337, 420
HS 369, 373
HSP 371
H-SPS-System 557
HTTP 317, 320
Hub 337, 355, 370, 420
Human Machine Interface 48
Hurwitz-Kriterium 182
Hybrid-Topologie 338 f., 414
hydrostatische Füllstandsmessung 132
Hypertext 312
Hypertext Transfer Protocol 317, 320
Hyper-Threading 75
- I**
- IANA 392
Icon 434 f.
ICP 371
IDE 409
identification 389
Identifizierer 353, 409 f.
Identifizierer Extension 409
Identifizierer-Bit 409
Identifizierer-Block 409
Identifikation 296
Identität 372
IDL 304 f.
IEC 61 131 227
IEC-Bus 86
IEEE 345
– 802.11 351, 364 f., 367 f., 376
– 802.11a 365, 369
– 802.11ac 365
– 802.11b 364 f., 369
– 802.11c 369
– 802.11g 364 f.
– 802.11n 364 f.
– 802.15.1 368, 376
– 802.15.4 376–380, 382
– 802.15.4a 382
– 802.1P 417
– 802.1Q 362 f., 417
– 802.3 324, 353 f., 359 f., 417
– 802.3u 357 f.
– 802.3z 358
– 802.4 345
– 802.5 345
IEEE-Format 361
IEEE-Rahmenformat 361
IFS 350 f., 409
Impedanz 322, 354
Implementierung 240
Inbetriebsetzung 548
induktiv 323
induktive Einkopplung 322
induktiver Impulsgeber 126
induktiver Sensor 122
Induktivitätsbelag 321
industrielles Ethernet 416
Industrieroboter 512
Inferenz 200
Inferenzmaschine 533
Information Hiding 297
Informationsbit 402
Informationstechnik 18, 21, 310
informationstechnisches Modell 241
Informationstheorie 313
Informationsvisualisierung 438
Infrarotbereich 328
Infrastructure-Mode 365
inkrementales Messsystem 124
Inselnetz 386
Inspektion 575
Installation Qualification 553
Instandhaltung 575
Instandsetzung 575
Instanz 297
Instanziierung 301
Instrumentationsverstärker 108
integrierender Regler 178
Interaktion 452
Interaktionsdiagramm 251
Interaktionstechnik 432
interaktives System 242
INTERBUS 416
Interface 303
Interface Description Language 305
Interframe Spacing 350, 409
International Telecommunication
 Union 333
Internet 318, 320, 386, 391
Internet Assigned Numbers Authority
 392
Internet Layer 319
Internet of Things 370, 382
Internet Protocol 318, 383 f.
Internet Protocol version 4 384

- Internet Service Provider 392
internetbasierte Technologie 251
Internet-Browser 450
Internetschicht 318 f.
Internet-Technologie 450
Interpreter 294
Interpretersystem 295
Interrupt 259
Interrupt Service Routine 259
Interruptbearbeitungsroutine 80
interruptgesteuerte E/A 80
Interruptquittungssignal 82
Interruptsystem 81
Interruptvektor 82
IO-Controller 418
IO-Device 418
IO-Link 399 f.
IO-Link-Gerät 400
IO-Link-Master 399 f.
IoT 370, 382
IP 318, 383 f., 418
IP Version 6 390
IP-Adresse 384 f., 390, 392
–, private 386
IP-Datenformat 319
IP-Netz 394
IP-Paket 390
IP-Protokoll 388, 393
IPv4 384 ff., 390 f., 393
–, -Paket 389
–, -Router 389
IPv4-Adresse 384, 390
IPv4-Datagramm-Headerformat 388
IPv4-Headerformat 388
IPv4-Quelladresse 389
IPv4-Zieladresse 389
IPv6 370, 390 ff., 394
IPv6-Adressbereich 391
IPv6-Adresse 390 ff.
IPv6-Adresszuweisung 392
IPv6-Datagramm 392, 394
IPv6-Datagramm-Header 393
IPv6-Datagramm-Headerformat 393
IPv6-Header 394
IPv6-Headerformat 392
IPv6-Quelladresse 394
IPv6-Zieladresse 394
I-Regler 178
IRT 419
IRT-Protokoll 419
ISDN 327, 371
ISM-Band 333, 364, 366, 368, 374, 377
–, lizenzfrei 374
ISM-Frequenzbänder 333 f.
Isochronous Real-Time-Protokoll 419
ISP 392
ITU 333
ITU-T V.11 397
- J**
Jam-Signal 349
Java 302
Java Virtual Machine 302
job 255
Job Control Language 255, 278
- K**
Kabel 321
Kabelfernsehtz 323
Kanal 321, 340 f., 345–348, 366
–, autonomer 271
Kanalabstand 366
Kanalbandbreite 342 f.
Kanalbreite 364, 366
Kanalcodieralgorithmus 312
Kanalzugriff 342, 346
Kapazitätsbelag 321, 397
kapazitiver Drucksensor 120
kapazitiver Feuchtesensor 137
kapazitiver Füllstandsmesser 133
Karmansche Wirbelstrasse 129
Kern 327
Kerndurchmesser 328 f., 359
Kernel 257
–, monolithischer 258
Kerntabelle 261
Kernel-Thread 263
Klasse 296, 298
klassenbasierte Adressierung 385 f.
klassenbasiertes IPv4-Adressschema 385
klassenlose IPv4-Adressierung 386
Koaxialkabel 322 f., 325, 346, 354
–, RG58 354
–, RG8 354
Kollaborationsdiagramm 251
Kollektor, offener 73

- Kollision 315, 337, 339 f., 346 ff., 350 f., 356, 409
- Kollisionsauflösung 347 f., 351
- Kollisionsdomäne 355 f.
- Kollisionserkennung 348, 351
- Kollisionsvermeidung 350 f.
- Kollisionswahrscheinlichkeit 350
- Kommandoprozessor 278
- Kommunikation 238
- Kommunikationsform 426
- Kommunikationssystem 44
- Kommunikationstechnik 18
- Komponente 303
 - , prozessferne 47
 - , prozessnahe 46 f.
- komponentenbasiertes Programmieren 303
- Komponentenmodell 303
- Konfiguration 228, 286
- Konfiguriererrichtlinie 547
- Konnektor 292
- Konsistenz 276
- Kontaktplan 230, 232, 287
- Kontaktplansprache 287
- Kontaktprellen 95
- Kontextdiagramm 244
- Kontrollspezifikation 246
- kooperatives Multitasking 257, 262, 283
- Koordinatensystem 500
- Koordinierungssteuerung 457
- Kopierprogramm 280
- Kraft-Weg-Sensor 519
- kritischer Pfad 542
- kritischer Winkel 327
- kryptographische Methode 312
- kryptographischer Algorithmus 375
- Künstliche Intelligenz 526
- Kurzstrecken-Funknetzwerk 367
- L**
- Ladungsverstärker 109
- Lambda-Regelung 141
- Lambda-Sonde 140
- LAN 334, 560
- Länge 122, 360 f.
- Langzeitstabilität 111
- LAP 371
- Laplace-Transformation 169
- LAS 414
- Laserdiode 327, 330
- Lastenheft 544
- Lastkennlinie 145
- Latenzzeit 311, 332, 382, 400 f.
- Laufzeit 319
- Lauschangriff 332
- Layoutkonzept 440
- LE 370
- Lean Management 53
- LED 327
- Leiter, elektrischer 327
- Leitfunktion 547
- Leitrechnerkomponente 50
- Leitsystem 446
- Leittechnik 18
 - leittechnische Grundoperation 465
- Leitungsimpedanz 322, 397
- Leitungslänge 398
 - leitungsvermittelte Verbindung 369
 - leitungsvermittelter Netz 383
- Leitungsvermittlung 315, 383
- Leitungswegsuche 383
- Leitungswellenwiderstand 321
 - , verlustloser 322
- Lichtwellenleiter 321, 327–330, 341, 354, 357, 404 f., 419
- LiCl-Hygrometer 138
- lineares System 167
- linearisiertes Modell 206
- Linienstruktur 420
- Linientopologie 335, 402, 404, 408, 414, 419
- Link Active Scheduler 414
- Link Key 372 f.
- Linker 294
- Linux 52, 283
- LIR 392
- lizenzfrei 334
 - lizenzfreie Frequenzbänder 333
 - lizenzpflichtig 334
 - lizenzpflichtige Bänder 333
- Local Internet Registries 392
- LocalTalk 327
- Logikbaustein, programmierbarer 93
- Logikplan 212
- logische Adresse 70
- logische Bombe 564
- logisches Laufwerk 275

- lokale Variable 287
- lokales Netz 386
- lokales Netzwerk 324, 330 f., 359
- Long Frame 412
- Longitudinal Redundancy Check 556
- Low Energy 370
- LSB 58
- LWL 327, 404
- M**
- M12-Steckverbinder 400
- MAC 380
- MAC-Adresse 360, 367
 - , globale 361
 - , lokale 361
- MAC-Adressfilter 367
- MAC-Layer 378, 380
- magnetisches Wechselfeld 322 f.
- magnetisch-induktiver Durchflussmesser 130
- Main-Thread 264
- Makroassembler 295
- Makrobefehl 292
- Malware 563
- Manipulation 332, 366, 374, 379
 - , direkte 433
- Manipulator 512
- Mantel 327
- Marke 224
- marshalling 305
- Masche 338
- Maschinenbefehl 64
- Maschinen-Koordinatensystem 500
- Maschinenstellverfahren 142
- masquerading 566
- Massestrom 127
- Master Klasse 407
- Master Link Key 372
- Master/Slave-Betrieb 405, 418
- MAU 354
- Mealy-Automat 219
- Mean Time Between Failures 554
- Mean Time To Repair 554
- mechanischer Füllstandsmesser 132
- Media Access Control 360
- Media Attachment Units 354
- Media Redundancy Protocol 417
- Media Redundancy Real-Time Protocol 417
- Medienzugriff 339 f., 408, 419, 421
- Medium Access Control Layer 378
- Mehrantennensystem 364
- Mehrbenutzerkoordination 335 f.
- Mehrkernprozessor 77
- Mehrprodukthanlage 39 f.
- Mehrstranganlage 39
- Mehrstrang-Mehrweganlage 39
- Mensch-Maschine-Dialog 425, 432
- Mensch-Maschine-Interaktion 423
- Mensch-Maschine-Kommunikation 424
- Mensch-Maschine-System 18, 422
- Mensch-Prozess-System 423
- Mensch-Rechner-Schnittstelle 426
- MeshScape 382
- Messeinsatz 114
- Messglied 164
- Messsystem, inkrementales 124
- Messumformer 103
- Messverfahren, optisches 124
- Messverstärker 108
- Metadvice 275
- Metall-DMS-Drucksensor 119
- Metallfolie 323, 325
- Metalloxidhalbleiter-Gassensor 140
- Metall-Widerstandsthermometer 111
- mf 389
- Microkernel 258
- Mikrocontroller 89, 103
- Mikroprozessor 61
- Mikrowelle 135
- MIMO 364
- MIMO-OFDM 365
- mittlere Ausfallrate 554
- MMS 422
- Mode 328 f.
- Modell 202
 - , dynamisches 205, 249
 - , fehlerbehaftetes 208
 - , funktionales 249
 - , informationstechnisches 241
 - , linearisiertes 206
 - , parametrisches 208
 - , qualitatives 205
 - , statisches 249
- Modellbildung 202
- Modellgenauigkeit 210
- Modellgleichung 206 f.

- Modellgüte 209
- Modellierung 243
 - , objektorientierte 249
- Modellierungssprache 250
- Modendispersion 329, 331
- Modifizierer 235
- Monitoring 295
- Monomode-Faser 329 ff., 359
- Montage 524, 548
- Moore-Automat 219
- Mooresches Gesetz 62
- more fragments 389
- MRP 417
- MRRT 417
- MS Windows 431
- MSB 58
- Multicast 405
- Multicast-Adresse 361, 386
- Multicore-Prozessor 77
- Multidrop 398
- Multidrop-Betrieb 412 f.
- Multidrop-Netzwerk 397
- Multimedia 453
- Multimode-Faser 328–331, 358 f.
- Multimode-Glasfaser 357
- Multiple Access 342
- Multiple-Input Multiple-Output 364
- Multiplex 342
- Multiplexing 312, 342
- Multitask-Betrieb 256, 262
- Multitask-Betriebssystem 282
- Multitasking 68, 262
 - , kooperatives 257, 262, 283
 - , präemptives 257, 262, 283
- Multithreading 263, 302
- Multi-User MIMO-OFDM 365
- Multiuser-MIMO 365
- N**
- Nachricht, azyklische 414
 - , zyklische 414
- Nachrichtentechnik 540
- Nachrichtentyp 412
- Näherungssensor 518
- Namensraum 307
- Namenssystem 545
- NAMUR 38
- nanoLOC 382
- NC-Maschine 498
- NC-Satz 503
- NC-Sprache 503
- NC-Steuerung 498
- Network Access Layer 319
- network beacons 378
- Network File System 274
- Network Layer 315
- Netz 212
 - , leitungsvermitteltes 383
 - , lokales 386
 - , neuronales 534
 - , paketvermitteltes 383
 - , selbstorganisierendes 377
 - , selbstorganisierendes vermaschtes 379
- Netzauslastung 348
- Netzlast 383
- Netzmaske 385 ff., 389, 392
- Netzplantechnik 541
- Netztheorie 225
- Netzwerk 51
 - , lokales 324, 330 f., 359
 - , privates 391
 - , vermaschtes 377
- Netzwerkadresse 384
- Netzwerkanteil 385
- Netzwerkauslastung 362
- Netzwerkdurchsatz 311, 336, 347, 356
- Netzwerkklasse 385 f.
- Netzwerkkomponente 51
- Netzwerklast 389
- Netzwerkmanager 380
- Netzwerkmaske 391
- Netzwerkprotokoll 382, 388
- Netzwerkschicht 315 f., 319, 382, 415, 421
- Netzwerksegment 316, 389
- Netzwerksicherheit 367
- Netzwerktechnologie 420
- Netzwerkteilnehmeranteil 385
- Netzwerktopologie 334, 376, 417
- Netzwerkverteiler 358
- Netzwerkverwaltung 258
- Netzwerkzugangsschicht 319
- Neuron 535
- neuronales Netz 534
- next header 394
- non-persistentes CSMA 347, 349 f.
- NRU-Verfahren 270

- NTC-Thermistor 112
Nullpunkt 499
Nutzdatenfeld 394
NWK 380
Nyquist-Kriterium 183
- O**
- Object Linking and Embedding 265
Object Management Architecture 304
Object Management Group 304
Objekt 296
–, grafisches 435
Objekthierarchie 307
Objektindizes 406
Objektmodell 436
objektorientierte Analyse 241, 249
objektorientierte Methode 433
objektorientierte Modellierung 249
objektorientierte Programmiersprache 299 f.
objektorientiertes Programmieren 296
obligatorischer Dienst 406
Abort 407
–, Get Object Dictionary 407
Identify 407
–, Initiate 407
–, Reject 407
–, Status 407
OFDM 342, 365
OFDMA 342
offener Kollektor 73
offener Regelkreis 180
offenes System 53
Offline-Programmierung 513, 516
Öffnungskennlinie 143
Oktalziffer 58
OLE 265, 306
OLE for Process Control 53, 306
OPC 53, 306, 313
OPC AE 317
OPC Alarms and Events 317
OPC DA 317
Opc Data Access 317
OPC Extended Markup Language 317
OPC XML 317
Open Plattform Communications 313
Open Systems Interconnection 313
Operation 64
Operational Qualification 553
Operator 424
OPP 371
optionaler Dienst 407
–, Download Services 407
–, Information Report 407
–, Physical Read 407
–, Physical Write 407
–, Read 407
–, Write 407
optionaler Header 393 f.
options 390
Optionsfeld 392
optisch dichter 327
optisch dünner 327
optische Faser 327
optisches Messverfahren 124
ORB 304
Original 202
Orthogonal Frequency Division Multiple Access 342
Orthogonal Frequency Division Multiplexing 342
orthogonaler Code 343
orthogonales Mehrträgerverfahren 342
Ortskurve 171, 175
OSI 313
OSI-Modell 313, 316–320, 382
OSI-Referenzmodell 313 f., 317, 319, 376, 404
OSI-Schicht 369, 379
OSI-Sicherungsschicht 359, 378
- P**
- Packet Switching 315
Pad 359 f.
Pad-Feld 361
Paging 270
Pairing 372
Paketfilter 566
paketorientiert 319, 383
paketvermittelt 316, 369, 394
paketvermitteltes Netz 383
Paketvermittlung 315
PAN 371
PAN-Koordinator 376 ff.
Paralleldrahtleitung 322 f.
parallele Technik 44
Parallelsierung 75
Parallelschaltung 167

- parameteradaptive Regelung 42
- parametrisches Modell 208
- Partition 275
- payload length 394
- PC 56
- PCD 419
- PC-Interface-System 89
- PCP 363
- PD-Regler 178
- Peer-to-Peer 376 f.
- Pellistor 139
- Performance Qualification 553
- Peripheriebus 86
- persistentes CSMA 346 f., 350
- Persönliche Identifikationsnummer 372
- Petri-Netz 212, 223 f.
- Pflichtenheft 544
- Phase 465
- Phasengang 171, 175
- Phasenmodell 32, 542
- Phasenmodulation, achtwertige 411
- Phasenrand 183, 188
- PHY 380
- Physical Block 408
- Physical Layer 313
- Physical Layer PHY 404
- physikalische Netzwerktopologie 334
- PID-Regler 179
- Piezo-Antrieb 149
- piezoelektrischer Drucksensor 120
- piezoelektrischer Effekt 105
- piezoresistiver Effekt 106
- Piktogramm 434
- PIN 372 f.
- Pipe 264
- Pipeless Plants 40
- Pipelining 75
- PI-Regler 178
- Pixel 428
- Platz 223
- Play-Back-Programmierung 515
- PLCopen 227
- PLS 43
- PLT-Stelle 33
- P-NET 415
- P-NET-Bus 415
- POF 328, 404
- Polling-Betrieb 403
- Polling-Verfahren 80
- polymeroptische Faser 328, 404
- Polymorphismus 298
- Port 355 f., 361, 399, 420
- Port-Zustand 399
- Positionsbestimmung 382
- POSIX-Standard 266
- potenziometrische Weg/Winkel-Messung 122
- Power-Fail-Interrupt 83
- p-persistentes CSMA 347
- PPS 52
- Prüfbit 402
- Präambel 359 ff., 411
- präemptives Multitasking 257, 262, 283
- P-Regler 177
- Presentation Layer 316
- Primitive 255
- Priorisierung 311 f., 350, 363, 394, 400, 417
- Priorität 353, 389
- Prioritätslogik 81
- Priority Code Point 363
- private IP-Adresse 386
- privates Netzwerk 391
- Produktion, Batch- 37
- , Chargen- 37
- , diskontinuierliche 36
- , kontinuierliche 36
- Produktionsmethode 462
- Produktionsplanung 508
- Produktionsplanungs- und Steuerungssystem 52
- Produktionssteuerung 508
- Produktionstechnik 20
- PROFIBUS 403 f.
- PROFIBUS-DP 404, 407 f., 418
- PROFIBUS-FMS 403, 406, 408, 415
- PROFIBUS-PA 404, 408
- PROFIBUS-PA-Profil 408
- PROFIBUS-Sicherungsschicht 405
- PROFIBUS-Standard 404
- PROFIBUS-Varianten 404
- Profil 370, 375
- PROFINET 357 f., 405, 417 ff.
- PROFINET Component Description 419
- PROFINET-CBA 418

- PROFINET-FMS 407
PROFINET-IO 418
PROFINET-IO-Modell 418
PROFINET-IRT 419
PROFINET-Kommunikationsprotokoll 419
PROFINET-PA 405
PROFINET-Standard 405
PROFISafe 408
PROFISafe-Profil 408
Programm 55, 229, 286
–, freilaufend 287
–, interruptgesteuert 287
–, zyklisch 287
Programmablaufplan 212 f.
programmierbarer Automatisierungs-Controller 161
programmierbarer Logikbaustein 93
Programmiersprache 284
–, objektorientierte 299 f.
programmierte E/A 79
Programmierung, objektorientierte 296
Programmkonstrukt 213
Programmorganisationseinheit 286
Programmorganisationskonzept 228
Programmsystem 254
Projekt 539
Projektabschluss 549
Proportionalregler 177
Protokoll 317, 320, 474
Protokollierfunktion 42 f.
proxy 305
Proxy-Server 566
Prozedurfunktionsplan 466
Prozedursteuerung 457
Prozess 20, 244
Prozessabschnitt 21
Prozessaktivierungstabelle 247
Prozessanalysetechnik 540
Prozessbeschreibung, formalisierte 466
Prozessbus 86
Prozessdatenbank 445
prozessferne Komponente 47
Prozessgröße 58
Prozessklasse 262, 267
Prozesskommunikation 264
Prozesskontrollblock 260
Prozesskontrolleinheit 456
Prozessleitsystem 43, 446, 547
–, dezentrales 45
Prozessleittechnik 540
Prozessmodell 41, 204
prozessnahe Komponente 46 f.
Prozessperipherie 56
Prozessprogrammiersprache 285
Prozessrechner 55 ff.
Prozessrechner-Peripherie 93
Prozessrechner-Schnittstelle 84
Prozesssicherungsgröße 568
Prozessspezifikation 244
Prozesstechnik 20
Prozessverwaltung 258, 260
Prozessvisualisierung 441
– im Internet 447
–, Projektierung 442
Prozessvisualisierungssystem 446
Prüfsumme 315, 359 f., 362, 389, 393, 408 f.
Prüfsummenfeld 362
Psychrometer 136
PTC-Thermistor 113
Puffer 469
–, virtueller 469
Pufferüberlauf 356
Pufferspeicher 356
Pufferzeit 542
Punkt-zu-Multipunkt-Verbindung 397
Punkt-zu-Punkt 398
Punkt-zu-Punkt-Kommunikation 395, 413
Punkt-zu-Punkt-Schnittstelle 87, 399
Punkt-zu-Punkt-Steuerung 513
Punkt-zu-Punkt-Topologie 334 f., 340
Punkt-zu-Punkt-Verbindung 84, 309, 335, 397, 412 f.
Pyrometer 115
- ## Q
- QM-Element 550
QM-Verfahrensweisung 550
QoS 394
Qualifizierung 552
Qualität 549
qualitatives Modell 205
Qualitätskontrolle 525
Qualitätsmanagementsystem 550
Qualitätssicherung 549

- Quality of Service 394
 Quarzthermometer 114
 Quelladresse 359, 389, 394
 Quell-Adressfeld 362
 Quellenkennlinie 145
 Quell-MAC-Adresse 359 ff.
 Queuing-Priorität 389
- R**
- Radar 135
 Radio Regulations 333
 Rahmenformat 359
 Rahmen-Synchronisation 360
 RAID 561
 RAID-Level 562
 RAID-Technologie 561
 RAM-Aufteilung 269
 Random Challenge 372
 Rasterdisplay 428
 Rauschleistung 321
 Rauschleistungsdichte 321
 RC-Terminierung 397
 Ready to Send 351
 Reaktionszeit 311, 320, 400, 405, 417, 419
 Realtime 267
 Real-Time-Analyse 246
 Realtime-Protokoll 419
 Realzeiterweiterung 284
 Realzeitverhalten 280
 Rechenprozess 68, 255, 260, 266
 Rechenwerk 61, 64
 Rechner 55
 rechnerintegrierte Fertigung 507
 Rechnerkern 55
 Rechnerkernkanal 271
 Recieve Data 396
 Reduced Function Devices 377
 Redundanz 557
 Redundanzmanager 417
 Referenzmodell 313, 317
 Referenzpunkt 499
 Reflexion 322
 Regelalgorithmus 190
 Regelgüte 184
 Regelkreis 179
 –, offener 180
 Regelstrecke, mit integralem Verhalten 176
 – mit proportionalem Verhalten 172
 – mit Totzeit 176
 Regelung 165
 –, parameteradaptive 42
 –, strukturadaptive 42
 Regelungstechnik 18
 Regional Internet Registries 392
 Register 261
 Regler 177
 –, analoger 190
 –, digitaler 190
 –, Fuzzy- 198
 –, integrierender 178
 –, Proportional- 177
 Reichweite 328, 332, 359, 364, 368, 376, 395, 397, 400 f.
 Reihenschaltung 167
 relationale Datenbank 475
 Relativdruck 118
 relative Zeit 61
 Relativzeitgeber 100
 Remote Procedure Call 266
 Remote Transmission Request 409
 Repeater 379, 402, 414 f.
 Request to Send 396
 Requester 406
 Resolver 125
 Responder 406
 Ressource 229, 286, 469
 –, Verwaltung 469
 Rezept 454, 460
 Rezeptaufbau 461
 Rezeptausführung 470
 Rezeptfahrweise, leitsystemgestützte 455
 Rezeptkopf 461
 Rezeptsteuerung 454
 rezessiv 352 f.
 rezessives Bit 409 f.
 RFD 377
 RFID 334
 RG58 354
 RG8 354
 RI 396
 Ring 337
 Ring Indicator 396
 Ringstruktur 420

- Ringtopologie 336 f., 339, 344, 415 ff.,
419 f.
RIPE NCC 392
Ripe Network Coordination Centre
392
RIR 392
RISC 61, 67
RJ45 324, 326
RJ45 Twisted-Pair-Steckerbelegung
326
RJ45-Steckverbinder 355
Roboter 512 f.
Robotermechanik 514
Roboterprogrammiersprache 516
Robotertechnik 18
Rohrleitung 33
Rohrleitungs- und Instrumentenfließ-
bild 33
Round-Robin-Verfahren 262
Route 319, 389
route summarization 392
Router 330, 358, 383, 386, 388 f., 393
–, Übertragungsfehler 389
Routing 315, 319, 335 f., 338, 377,
379, 383, 390, 392
RS 422 88
RS 485 88
RS-232-Schnittstelle 371, 395 ff.
RS-232-Standard 397
RS-422-Schnittstelle 397 ff.
RS-422-Standard 398
RS-422-Übertragung 397
RS-485/LWL-Umsetzer 405
RS-485-Schnittstelle 398 f., 404
RS-485-Standard 415
RT 419
RT-Modell 246
RT-Protokoll 419
RTR 409
RTS 351
RTS/CTS-Handshake 351, 366
Rückführschaltung 167
Rundfunk 342
R&I-Fließbild 33
RxD 396
- S**
Sabotage 332, 366
Safety over EtherCAT 420
SAP 371
Schadensbegrenzungseinrichtung 572
Schalteingriff 572
Schaltplan 212
Schalttransienten 332
scheduled messages 414
Schichtprotokoll 474
Schirmung 325
Schlüssel 367, 372, 375
Schnittstelle 303
–, digitale 394 f.
–, herstellerspezifische 429
Schnittstellenspezifikation 370
Schritt 231
Schutz 567
Schutzeinrichtung 572
Schutzummantelung 328
Schwebekörper-Durchflussmesser 129
Schweißen 525
Schwingquarz-Hygrometer 139
Schwingsonde 135
SCO 369
SDA 405 f.
SDAP 371
SDD 341
SDN 405 f.
Secure Simple Pairing 372 f.
Secured Mode 379
Seebeck-Effekt 107
Seeheim-Modell 426
Segment 274
Segmentdeskriptor 70
segmentieren 319
segmentiert 316, 361
Segmentkoppler 405
selbstorganisierendes Netz 377
selbstorganisierendes vermaschtes Netz
379
Semantik 316
semantische Beziehung 297
Sendeenergie 321
Sendefrequenz 343
Sendeleistung 321, 369, 375
Sensor 103
–, induktiver 122
–, taktile 519
Sensorelement 103
Sensorführung 518
Sensorfunktion 518

- Sensortechnik 18
- Sequential freshness 379
- Sequential Function Chart 291
- Sequenzdiagramm 251
- sequenzielle Speicherung 276
- sequenzieller Automat 218
- Sequenznummer 379
- SERCOS 419
- SERCOS III 358, 419
- Serial Realtime Communication System 419
- serielle Datenübertragung 394
- serielle Schnittstelle 335
- Server 275, 358
- Service Layer 415
- Service Set Identification 365
- Servodrive-Profil über EtherCAT 420
- Session Layer 316
- SFD 360
- SF/FTP 325
- SFP 330
- SFP-Modul 330 f.
- SFP-Schnittstelle 330
- SFP-Switch 331
- S/FTP 325
- SF/UTP 325
- Shannon-Hartley-Gleichung 321
- Shared Memory 265, 270
- Shell 278
- Short Frame 412
- Sicherheit 320, 332, 364, 368, 371 f., 375, 555, 567
- Sicherheits- und Schutzeinrichtung 40
- Sicherheitsanalyse 570
- Sicherheitsaspekt 366, 371, 375
- Sicherheitsdienst 379
- Sicherheitsfunktion 373
- Sicherheitskonzept 372
- Sicherheitskopie 559
- Sicherheitsmechanismus 373
- Sicherheitsmodus 373
- Sicherungsschicht 315, 319, 368, 378, 404 f., 407, 414 f., 417, 419, 421
- Signal 264
- Signal Ground 396
- Signalbandbreite 326
- Signalflussplan 164
- Signallaufzeit 343, 349
- Signalleistung 321
- Signalprozessor 92
- Signalreflexion 322, 414
- Signalverarbeitung 92
- Silicium-Drucksensor, piezoresistiver 118
- Silicium-Temperatursensor 113
- SIMD-Architektur 75
- Simple Mail Transfer Protocol 320
- Simplex-Übertragung 340
- Simplexübertragung 340
- Simulation 203
- Simulationswerkzeug 203 f.
- single-ended 396 f.
- Singlemode-Faser 329
- Singlestep-Mode 296
- Singletask-Betrieb 256, 281
- Singletask-Betriebssystem 282
- SIO 399
- SIO-Modus 399 f.
- Sitzung 316
- Sitzungsschicht 316, 320
- Skeleton 306
- Slave-Feldgerät 412
- Slave-Gerät 412
- Slotted ALOHA 346
- Slotted Mode 378
- Small Form-factor Pluggable 330
- SMP-Multiprozessor-Architektur 75
- SMTP 320
- Snelliussches Brechungsgesetz 327
- SoE 420
- Soft Computing 528
- Software Engineering 240
- Software-Entwicklung 239
- Software-Herstellung 240
- Software-Lebenszyklus 240
- Software-Modell 228
- Software-RAID 562
- Softwaretechnik 240, 313
- Software-Unterbrechung 259
- Software-Liste 415
- Software-Nummer 415
- source address 389, 394
- Space Division Duplexing 341
- Spanning-Tree 338
- SPC-Betrieb 557
- Speicher 469
- , virtueller 70, 269
- Speicherhierarchie 76

- speicherinfizierender Virus 564
speicherprogrammierbare Steuerung
48, 226, 395
Speicherschutz 70
Speicherstruktur 76
Speicherung, gestreute 277
–, sequenzielle 276
Speicherverwaltung 68 f., 258, 269
Speicherverwaltungseinheit 69
Speicherzugriff, direkter 83
Spektralbereich 333
spektrale Aufspreizung 343
spektrale Effizienz 332
Spektrum 333
Spleiß 330
Spooling 272
SPP 371
Sprachausgabe 427, 453
Spracheingabe 427, 453
Sprechfunksystem 342
Sprungantwort 175
SPS 395
–, fehlersichere 557
–, hochverfügbare 557
SPS-Modell 213, 226
SPS-Programm 227
SPS-Programmiersystem 228
SRD 405 f.
SRD-Band 377
SRD-Nachricht 406
SRR 409
SSID 365
SSP 372 f.
S/STP 325
Störspektrum 332
Stabilität 181
Stabilitätskriterium 182
Stackbereich 260
Standard-Ethernet-Frame 419
Standardfenstersystem 431
Standard-Frame 409
Standard-I/O 399
Standardisierung 54
Stapelbetrieb 257
Start Frame Delimiter 360
Start-Bit 396
START-Feld 412
Startmarkierung 412
statisches Modell 249
STATUS-Feld 412
Steckverbinder 314, 330
Stellantrieb 141, 147
–, elektrischer 148
–, elektromagnetischer 149
–, elektromotorischer 148
–, hydraulischer 150
–, pneumatischer 149
Stellbereich 147
Stelleinrichtung 141, 153
Stellenblatt 545
Stellenfunktionsplan 546
Stellenplan 546
Stellen/Transitions-Netz 224
Stellgeschwindigkeit 147
Stellglied 146, 164
Stellgröße 162
Stellkraft 147
Stellungsalgorithmus 190
–, rekursiver 190
Stellverhältnis 144
Stellweg 148
Stellwinkel 148
Sternstruktur 420
Stern-Topologie 337, 355, 376, 380 f.
Steuereinrichtung 164, 210
Steuerfunktion 41, 455 f., 458, 573
Steuerfunktionselement 41, 456 f., 573
Steuergröße 162
Steuermodell 210, 212
Steuern 162
Steuernetz 223
Steuerobjekt 210
Steueroperation 465
Steuerrezept 461, 463
Steuersprache 211
Steuerung 162, 165
–, binäre 163
–, speicherprogrammierbare 48, 226
–, verbindungsprogrammierte 226
Steuerungskomponente 456
Steuerungsprogramm 165, 255
Steuerungssystem, verteiltes 238
Steuerungstechnik 18
Stoffaufarbeitung 22
Stoffaufbereitung 22
Stoffliste 461
Stoffumwandlung 22
Stopp-Bit 396

- Störanfälligkeit 321
 Störfaktor 332
 Störsicherheit 323
 Störsignal 322
 Störung 323
 Störverhalten 180
 STP 358
 Strahlungsthermometer 115
 Streufeld 332
 Stromlaufplan 212
 Stromschleife 87, 395
 Stromschleifenschnittstelle 395, 411, 413
 Struktogramm 212
 Struktur 287
 strukturadaptive Regelung 42
 strukturierte Analyse 244
 strukturierte Methode 241
 strukturierter Text 212, 230, 237, 291
 strukturinstabil 180
 strukturstabil 180
 Stub 305
 Stufenprofil 329
 Sub-Kanal 341 f.
 Sub-Kanal 342
 Subnetz 387
 Substitute Remote Request 409
 Superframe 378
 superskalare Architektur 75
 Supervisor Call 259
 Supervisor-Mode 68
 S/UTP 325
 Swap-Bereich 270
 Swapping 270
 Switch 330, 337, 355 f., 417, 420
 Symbol 435
 symmetrischer Schlüssel 379
 symmetrisches Optimum 188
 SYNCH 371
 synchron 352
 synchrone Ausgabe 79
 synchrone Eingabe 79
 Synchronisation 314, 316, 346, 360, 411
 Synchronisierung 100, 343, 359 f., 376, 378, 396
 Synchronous Connection-Oriented 369
 Syntax 316
 System 241, 268
 –, lineares 167
 –, interaktives 242
 –, verteiltes 303
 –, zeitinvariantes 167
 System on a Chip 93
 Systemanalyse 205, 242
 Systembus 85
 Systementwicklung 241
 Systemergonomie 423
 Systemmodell 242
 Systempflege 277, 280
 Systemspezifikation 242
- T**
- Tabelle 212
 Tag Control Information 363
 Tag Protocol Identifier 362
 taktiler Sensor 519
 Taktsynchronisierung 419
 Task 229, 255, 287
 Taskkonzept 228
 Taupunkt 136
 Taupunktspiegelhygrometer 136
 TCI 363
 TCP 318 ff.
 TCP/IP 318 ff., 419 ff.
 TCP/IP-Modell 319
 TCP/IP-Protokoll 417
 TCP/IP-Referenzmodell 317–320
 TDD 342, 366, 374
 TDMA 343, 374, 380
 technische Einrichtung 29
 Teilanlagensteuerung 455, 468
 Teilnehmertrennung 342
 Telefon 355, 357
 Telefonnetz 323, 383
 Telefonsystem 327
 Temperatur 110
 Temperaturkoeffizient 112, 114
 Terminator 244, 322
 Terminierung 414
 Terminierungswiderstand 398
 Test 240
 Testhilfe 295
 Testsignal 209
 Text, strukturierter 212, 230, 237, 291
 textuelle Ablaufsprache 293
 thermische Füllstandsmessung 134

- Thermobimetall 151
thermoelektrischer (Seebeck-)Effekt 107
Thermoelement 111
Thermospannung 107
Thermowiderstands-Effekt 107
Thread 263 f.
Thunderbolt 89
TIA-232-F 395
TIA-485-A 398
TIA/EIA-422 397 f.
TIA/EIA-485-A 398
Time Division Duplexing 342
Time Division Multiple Access 343
time to live 389
Timesharing 262, 268
Timing-Anforderung 314
TKIP 368
Token 344 f., 406, 414
Token-Passing 415
Token-Passing 344 f., 405
Token-Ring 327, 345
Topologie 334, 344, 376, 402
TOS 389
TOS-Feld 393
total datagram length 389
Totalreflexion 328
Totmannsignal 556
TPID 362 f.
Tracing 295
traffic class 393
Trägerfrequenz 342
Trägersignal 346 f.
Transceiver 330, 340 f., 369
Transducer Block 408
Transition 224, 231, 292
Transmission Control Protocol 318 f.
Transmission-Request-Frame 409
Transmit Data 396
Transport Layer 316, 319
Transportschicht 316 f., 319, 415
trap 259
Tristate 74
Trojanisches Pferd 564
TTL 389
TTL-Feld 389, 393 f.
Twinax 358
Twinax-Kabel 325
Twisted Pair 51
Twisted-Pair 327, 355 f.
–, Cat-3 354, 357
–, Cat-5 357 f.
Twisted-Pair-Kabel 323–326
Twisted-Pair-Kabelkategorie 327
Twisted-Pair-Leitung 324, 355
TxD 396
Typ 359
type of service 389
Typ-Feld 361
- U**
Überführungsmatrix 220
Überladen 302
Übersetzer 294
Übertragungsbandbreite 321 f., 326, 341, 419
Übertragungsfehler 362, 389
Übertragungsfunktion 170, 175
Übertragungsglied 174 f.
Übertragungsmedium 51, 321, 334–337, 340 ff., 346 f., 354, 401
Übertragungsmodell 208
Übertragungsprotokoll 402
Überwachungseinrichtung 572
UDP 320, 418
UDP/IP 419
ULE 334, 375
Ultra Low Energy 375
Ultra Wide Band 382
Ultraschall-Durchflussmesser 130
Ultraschall-Füllstandsmessung 134
Ultraschallsensor 124
UML 241, 250
unbefugte Nutzung 367
unbefugter Zugriff 372
Unicast 405
Unicast-Nachricht 406
Unified Modeling Language 241, 250
Uninterruptible Power Supplies 558
Universalrechner 55
Unix 283
unscheduled messages 414
Unsecured Mode 379
unsicher 373
Unslotted Mode 378
Unterbrechungsbearbeitung 258
unterbrechungsfreie Stromversorgung 558

- Unterbrechungswerk 69
- Unterklasse 298
- Urrezept 460
- US 134
- USB 88
- User Datagram Protocol 319
- User-Mode 68
- User-Thread 263
- UTP 325
- UWB 382
- V**
- V.24 87, 395
- Validierung 551
- Variable 287
 - , direkt dargestellte 287
 - , globale 287
 - , lokale 287
- Variable-Level 267
- Variablenkonzeption 227
- Varianz 321
- Ventil-Durchflusskoeffizient 144
- verbindungslos 316, 320
- verbindungsprogrammierte Steuerung 226
- Verbindungsweg 315, 338
- verdrilltes Aderpaar 323
- Vererbung 298, 301
- Verfahrensabschnitt 455
- Verfahrensfließbild 33
- Verfahrensrezept 463
- Verfahrensvorschrift 461
- Verfügbarkeit 401, 554, 567
- Verhaltensmodell 203
- Verifier 372
- Verklemmung 271, 283
- Verknüpfungsplan 288
- Verknüpfungssteuerung 163, 210
- verlustloser Leitungswellenwiderstand 322
- vermaschte Topologie 338, 380 f.
- vermaschtes Netzwerk 338, 377
- vermaschtes WirelessHART 380
- Vermittlungsstelle 383
- Verschlüsselung 312, 364, 367 f., 372 f., 378 f.
- version 388, 393
- Versionsnummer 393
- verteilter Steuerungssystem 238
- verteilt System 303
- Vertical Redundancy Check 556
- Vertraulichkeit 372
- Verzeichnis 274
- Verzögerungszeit 320, 347
- Videobild 453
- Vielfachzugriff 312, 315, 344, 346 f., 365 f.
- Vielfachzugriffsmechanismus 405
- Vielfachzugriffsprotokoll 344 f.
- Vielfachzugriffsverfahren 342
- Virens scanner 565
- Virtual Local Area Network 362
- Virtual Reality 451
- virtuelle Methode 302
- virtueller Speicher 70, 269
- virtuelles Bedienelement 434
- virtuelles lokales Netz 362
- Virus 564
 - , Bootsektor- 564
 - , dateiinfiltrierender 564
 - , speicherinfiltrierender 564
- VLAN 362 f., 417
- VLAN-Tag 362 f.
- VME-Bus 85 f.
- V-Modell 553
- VMS-Bus 86
- VMX-Bus 86
- Vollduplex 342, 356 ff., 417, 419
- Vollduplex-Übertragung 341
- Volumenstrom 127
- von Neumannsches Konzept 55
- Vorplanung 544
- Vorwärtsfehlerkorrekturcode 315
- VRML 451
- W**
- Wake-up-Sequenz 400
- Wärmeleitfähigkeitssensor 139
- Wärmetönungssensor 139
- Warteschlange 262, 272
- Wartezeit, zufällige 347 f., 350
- Wartung 575
- Watchdog-Signal 556
- webbasierte Methode 251
- Webcontroller 91
- Web-Serviceanwendung 449
- Wechselfeld, magnetisches 322 f.
- Weitverkehrsnetz 331

- Wellenlänge 328, 330
WEP 128 368
WEP 64 368
Werksrezept 463
Werkstück-Koordinatensystem 500
Werkzeugmaschine 497
Widerstandsbelag 321 f.
Widerstandsthermometer 111
Window-Manager 280
Windows 52, 283
Winkel 122
Wirbelzähler 129
Wireless LAN 52
Wireless Lan 351, 364
Wireless Personal Area Network 367
WirelessHART 379, 382
–, vermaschtes 380
Wirkdruckverfahren 128
Wissensbasis 533
WLAN 364 f.
–, lizenzfrei 368
–, unverschlüsselt 367
–, verschlüsselt 367
Wlan Access Point 366
WLAN Access Point 367
Wort 56
Wortlänge 56
WPA2-Enterprise 368
WPA2-PSK 368
WPAN 367
WPA-PSK 368
Wurm 564
Wurzelort-Kriterium 182
WYSIWYG 433
- X**
X11-System 279
XML 241, 251, 419
XML-Dokument 252
X-Window-System 278, 431
- Z**
Zahl, gebrochene 59
Zahlenbereich 60
ZC 381
ZDO 381
ZED 381
Zeit, absolute 61
–, relative 61
Zeitbereich 342 f.
zeitinvariantes System 167
Zeitraster 418
Zeitschlitz 343, 346, 348, 374, 378, 380
Zeitschlitzverfahren 419
Zeitstempel 408
Zeitverhalten 332
Zeitverwaltung 258, 268
zentrale Technik 45
Zerlegungsstrategie 242
Zero-Page 267
Zieladresse 319, 359, 388
Ziel-MAC-Adresse 359–362
ZigBee 380, 382
ZigBee Alliance 380 f.
ZigBee Application Framework 381
ZigBee Device Object 381
ZigBee IP 382
ZigBee network layer 380
ZigBee Radio Frequency for Consumer Electronics 381
ZigBee RF4CE 381
ZigBee Router 381
ZigBee-Anwendungsschicht 381
ZigBee-Gerät 381
ZigBee-Koordinator 381
ZR 381
zufällige Wartezeit 347 f., 350
Zugangskontrolle 367
Zugehörigkeitsfunktion 529
Zugriffsrecht 275
Zustandsdiagramm 247, 250
Zustandsgleichung 218
Zustandsgraph 217
Zustellverfahren 142
Zuverlässigkeit 332, 401, 567
Z-Wave 376
Zweidrahtleitung 401
Zweipunktregler 196
– mit Rückführung 197
– ohne Rückführung 196
Zwischenspeicher 76
zyklische Nachricht 414
zyklischer Datenaustausch 406
Zykluszeit 311, 320, 403, 405, 412, 419, 421