

Dipl.-Ing. Jürgen H. Kasedorf

Elektrische Systeme im Kraftfahrzeug

Vogel Buchverlag



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Grundlagen der Elektrotechnik	17
1.1 Elektrischer Strom	17
1.2 Strommesser	21
1.3 Was ist Strom?	22
1.3.1 Gleichstrom	24
1.3.2 Wechselstrom	24
1.3.3 Nachweis von Gleich- und Wechselstrom	25
1.4 Spannung	26
1.4.1 Gleichspannung	26
1.4.2 Wechselspannung	27
1.5 Elektrischer Widerstand	28
1.5.1 Definition	28
1.5.2 Ohmsches Gesetz	29
1.5.3 Wesen des Widerstands	33
1.6 Energie und Leistung	34
1.7 Wirkungsgrad	36
1.8 Elektrisches Feld	39
1.8.1 Dielektrikum	42
1.8.2 Kondensatorberechnung	44
1.8.3 Kondensator bei Gleich- und Wechselstrom	46
1.8.4 Parallel- und Reihenschaltung von Kondensatoren	47
1.9 Magnetisches Feld	48
1.9.1 Amperewindungszahl und Durchflutung	50
1.9.2 Magnetische Feldstärke	52
1.9.3 Fluß und Flußdichte	54
1.9.4 Wicklung mit Eisenkern	55
1.9.5 Magnetisieren des Eisens	57
1.9.6 Dauermagnete	58
1.9.7 Dynamoeisen	59
1.9.8 Magnetischer Kreis	59
1.9.9 Kräfte im Magnetfeld	62
1.9.10 Wechselwirkung zwischen elektrischem und magnetischem Feld	63
1.9.11 Induktion	63
1.9.12 Selbstinduktion	66
1.9.13 Wirkung der Selbstinduktion bei Gleichstrom	68
1.9.14 Wirbelströme	69
2 Schaltzeichen, Schaltpläne und Klemmenbezeichnungen für Kraftfahrzeuge	71
2.1 Schaltzeichen	71
2.1.1 Verbindungen	74

	<i>Veränderbarkeit in Verbindung mit einem Schaltzeichen</i>	
	<i>Kennzeichen für mechanische Funktionen</i>	
2.1.2	Schalter	80
	<i>Mechanische Antriebe gemäß DIN 40 900 Teil 2</i>	
	<i>Elektromechanische Antriebe gemäß DIN 40 900 Teil 7</i>	
	<i>Elektromagnetische Antriebe gemäß DIN 40 713</i>	
	<i>Einfache Schalter</i>	
	<i>Mehrstellenschalter in Anlehnung an DIN 40 900 Teil 7</i>	
	<i>Kombischalter in Anlehnung an DIN 40 900 Teil 7</i>	
2.1.3	Elektrische Bauelemente	94
	<i>Widerstände nach DIN 40 900 Teil 4</i>	
	<i>Induktivitäten und Wicklungen nach DIN 40 900 Teil 4</i>	
	<i>Kapazitäten und Kondensatoren nach DIN 40 900 Teil 4</i>	
2.1.4	Digitale Informationsverarbeitung nach DIN 40 900 Teil 12	96
	<i>Grundschriftzeichen</i>	
	<i>Binäre Verknüpfungsglieder</i>	
	<i>Kippglieder</i>	
	<i>Weitere Bauelemente</i>	
2.1.5	Halbleiterbauelemente nach DIN 40 900 Teil 5	100
	<i>Grundschriftzeichen</i>	
	<i>Halbleiterwiderstände</i>	
	<i>Dioden</i>	
	<i>Thyristoren</i>	
	<i>Hallgenerator</i>	
	<i>Transistoren</i>	
	<i>Feldeffekt-Transistoren</i>	
	<i>Optoelektronische Bauelemente</i>	
	<i>Integrierte Schaltungen</i>	
2.1.6	Elektrische Geräte	108
	<i>Geräte mit Darstellung der Innenschaltung nach DIN 40 900</i>	
	<i>Geräte ohne Darstellung der Innenschaltung nach DIN 40 900</i>	
	<i>Geräte allgemein</i>	
	<i>Geräte im Kraftfahrzeug</i>	
	<i>Batterien nach DIN 40 900 Teil 6</i>	
	<i>Beleuchtung nach DIN 40 900 Teil 8 und Teil 11</i>	
	<i>Sonstige Gerätschaften nach DIN 40 900 Teil 4, Teil 7, Teil 8 und Teil 9</i>	
	<i>Meßgrößenumformer gemäß DIN 40 900 Teil 8</i>	
	<i>Anzeige-, Meß- und Prüfgeräte gemäß DIN 40 900 Teil 8</i>	
	<i>Nachrichtengeräte</i>	
2.1.7	Umlaufende Maschinen gemäß DIN 40 900 Teil 6	119
	<i>Grundschriftzeichen, teilweise nach DIN 40 900 Teil 2</i>	
	<i>Wechselstrommaschinen, Magnetzünder, Magnetzünder-Generatoren</i>	
	<i>Drehstrommaschinen</i>	
	<i>Gleichstrommaschinen</i>	
2.2	Schaltpläne	123
2.2.1	Übersichtsschaltplan	124
2.2.2	Stromlaufplan	124
	<i>Anordnung der Stromwege und Leitungen</i>	
	<i>Begrenzungslinien, Umrahmungen</i>	
	<i>Massedarstellung</i>	

	<i>Abbruchstellen, Kennung, Zielhinweis</i>	
	<i>Abschnittszeichenkennung</i>	
	<i>Beschriftung</i>	
	<i>Anschlußplan</i>	
2.3	Kennzeichnung von elektrischen Geräten	134
2.3.1	Kennbuchstaben	135
2.3.2	Geräteliste	135
2.3.3	Klemmenbezeichnungen nach DIN 72 552	142
	<i>Klemmenbezeichnung nach Vorgängernormen</i>	
	<i>Klemmenbezeichnung verschiedener Kfz-Ausrüster</i>	
2.4	Pkw-Stromlaufpläne	150
3	Stromversorgung im Kraftfahrzeug	159
3.1	Leistungsquerschnitt	166
3.2	Datenbus	170
3.3	Controller Area Network (CAN)	174
3.4	Schalter	180
3.5	Schaltrelais	181
3.5.1	Schließer- und Wechslerrelais	186
3.5.2	Relais mit Widerstand und Diode	187
3.6	Sicherungen	189
3.7	Störungen im Kabelnetz	191
3.7.1	Masseschluß einer Leitung	191
3.7.2	Unterbrechung in einer Leitung	192
3.7.3	Spannungsverlust	192
4	Batterien für Kraftfahrzeuge	197
4.1	Grundsätze der Energieumwandlung	197
4.1.1	Chemische Reaktionen der Batterie	198
4.1.2	Potentialdifferenz der Kraftfahrzeugbatterie	199
4.2	Grundsätze der Batteriekonstruktion	200
4.2.1	Bleiverbindungen	200
4.2.2	Batterieplatten	201
4.2.3	Separatoren	201
4.2.4	Batteriegehäuse	202
4.2.5	Batteriedeckel	202
4.2.6	Zellenverbinder und Pole	203
4.2.7	Endpole	205
4.2.8	Masse der Batterie	205
4.3	Chemische Vorgänge beim Entladen und Laden	205
4.3.1	Spannungskennlinie	206
4.4	Laden von Bleibatterien	208
4.4.1	Ausgestaltung von Laderäumen	208
4.4.2	Gefahrenverhütung beim Umgang mit Fahrzeugbatterien	209
4.4.3	Füllungen und Inbetriebsetzung neuer Batterien	209
4.4.4	Laden neuer Batterien	209
4.5	Typenbezeichnung der Starterbatterien	211
4.6	Behandlung von Bleibatterien	211
4.6.1	Batterielagerung	211
4.6.2	Behandlung abgestellter Batterien	211
4.6.3	Einbau der Batterie	212

4.6.4	Wartung und Pflege eingebauter Batterien	212
4.6.5	Messen der Säuredichte	215
4.6.6	Reinigen der Batterieoberflächen und der Klemmen	216
4.6.7	Befestigung der Batterien	217
4.7	Beurteilen und Prüfen von Batterien	217
4.7.1	Beurteilung des Batteriezustandes	217
4.7.2	Einfache Erprobung der Batterie	217
4.7.3	Beurteilung des Batteriezustandes durch den Zellenprüfer	217
4.7.4	Prüfen einer Starterbatterie durch Stoßbelastung	218
4.7.5	Prüfen von Batterien mit eingegossenen Zellenverbindern	219
4.7.6	Automatische Batterietester	219
4.7.7	Elektronische Batterietester	220
4.7.8	Prüfen der Batterien durch die Kapazitätsprobe	220
4.8	Entsorgung von Altbatterien	221
5	Generatoren	223
5.1	Gleichstromgeneratoren	223
5.1.1	Regler für Gleichstromgeneratoren	229
	<i>Kennlinie des Variodenreglers</i>	
	<i>Ladeanzeigelampe</i>	
5.1.2	Generatorausführungen	236
	<i>Typenerläuterung</i>	
	<i>Einbauspezifikation</i>	
5.2	Drehstromgeneratoren	236
5.2.1	Prinzip des Drehstromgenerators	248
	<i>Wechselspannungen gleichrichten</i>	
	<i>Brückenschaltung zur Drehstromgleichrichtung</i>	
	<i>Rückstromsperre</i>	
	<i>Gleichrichterioden</i>	
	<i>Stromkreise</i>	
	<i>Spannungsregelung</i>	
5.2.2	Generatöraufbau	259
5.2.3	Generatorausführungen	260
	<i>Elektrische Daten und Baugrößen</i>	
	<i>Klauenpolgeneratoren mit Schleifringen</i>	
	<i>Generatoren in Topfbauart</i>	
	<i>Einzelpolgeneratoren mit Schleifringen</i>	
	<i>Generatoren mit Leitstückläufer ohne Schleifringe</i>	
5.2.4	Reglerausführungen	271
	<i>Elektromagnetische Spannungsregler</i>	
	<i>Einelement-Zweikontaktregler</i>	
	<i>Elektronische Spannungsregler</i>	
5.2.5	Überspannungsschutz	279
	<i>Ursachen für Überspannungen</i>	
	<i>Überspannungsschutzgeräte mit Einschaltautomatik</i>	
5.2.6	Generator- und Diodenkühlung	283
5.2.7	Geräuschentwicklung der Drehstromgeneratoren	286
5.2.8	Kennlinien und Wirkungsgrad	287
	<i>Stromkennlinie (I)</i>	
	<i>Kennlinie der Antriebsleistung (P)</i>	
	<i>Wirkungsgrad des Generators</i>	

5.2.9	Verlustleistungen	290
5.2.10	Erläuterung der Typformel	292
5.2.11	Generatorschaltungen	292
	<i>Parallelgeschaltete Leistungsdioden</i>	
	<i>Zusatzdioden im Sternpunkt</i>	
	<i>Parallelbetrieb von Drehstromgeneratoren</i>	
5.2.12	Entstörmaßnahmen	295
5.2.13	Leistungsanforderungen an Generatoren im Fahrzeugbetrieb	295
5.2.14	Generatorbestimmung	298
5.2.15	Einbau und Antrieb des Generators	300
5.2.16	Hinweise für den Generatorbetrieb	303
5.2.17	Prüf- und Testgeräte	305
5.3	Generatorregler mit Batterietemperaturfühler	305
6	Starter	309
6.1	Grundaufbau elektrischer Starter	317
6.1.1	Nebenschlußmotoren	318
6.1.2	Permanenterregte Motoren	318
6.1.3	Reihenschlußmotoren	318
6.1.4	Kombinierte Neben- und Reihenschlußmotoren	318
6.1.5	Einrückrelais	319
6.1.6	Einspurgetriebe	321
6.1.7	Freilauf	322
	<i>Rollenfreilauf</i>	
	<i>Lamellenfreilauf</i>	
	<i>Stirnzahnfreilauf</i>	
6.1.8	Ankerabbremmung	327
6.1.9	Startertypen	328
6.2	Schub-Schraubtrieb-Starter	332
6.2.1	Schub-Schraubtrieb-Starter ohne Vorgelege	332
6.2.2	Schub-Schraubtrieb-Starter mit Vorgelege	337
6.3	Schubtrieb-Starter mit mechanischer Ritzelverdrehung	338
6.4	Schubtrieb-Starter mit elektromotorischer Ritzelverdrehung	341
7	Starthilfen für den Dieselmotor	347
7.1	Glühkerzen	348
7.2	Glühstiftkerzen	350
7.3	Heizflansche	352
7.4	Flammglühkerze	353
7.5	Elektronisch gesteuerte Vorglühanlagen	354
7.6	Beheizung des Dieselkraftstoffs	356
8	Batteriezündanlagen für Ottomotoren	359
8.1	Konventionelle Spulenzündung	362
8.1.1	Zündspulen	362
	<i>Wirkungsweise</i>	
	<i>Betriebsverhalten</i>	
	<i>Anschluß</i>	
8.1.2	Zündkondensatoren	366
8.1.3	Primärer Schwingkreis	367
8.1.4	Zündunterbrecher	368

8.1.5	Beurteilung des Kontaktverschleißes	369
8.1.6	Zündabstand	369
8.1.7	Schließwinkel	370
8.1.8	Fliehkraftversteller	371
8.1.9	Unterdruckversteller	371
8.2	Elektronische Zündsysteme	372
8.2.1	Kontaktgesteuerte Transistorzündung TZ-K	373
8.2.2	Kontaktlos gesteuerte Transistorzündung	376
	<i>Transistorzündung mit Hallgeber TZ-H</i>	
	<i>Transistorzündung mit Induktionsgeber TZ-I</i>	
8.2.3	Elektronische Zündung EZ	389
8.2.4	Vollelektronische Zündung VZ	394
8.2.5	Hochspannungs-Kondensatorzündung HKZ	397
8.3	Klopfregelung	400
8.3.1	Klopfregelungssystem für geringere Ansprüche	403
8.3.2	Klopfregelung bei Turbomotoren	404
8.3.3	Diagnose- und Sicherheitseinrichtungen	406
8.4	Ein- und Mehrfunkenzündspulen	407
8.5	Verbindungsmittel des Zündsystems	408
8.6	Funkentstörung von Zündsystemen	411
8.7	Zündungstest	411
8.7.1	Zündzeitpunkt-Stroboskop	411
8.7.2	Motortester	412
8.7.3	Fehlersuchplan	412
9	Zündkerzen	413
9.1	Aufgabe	413
9.2	Aufbau	413
9.2.1	Anschlußbolzen	414
9.2.2	Elektroden	415
	<i>Elektrodenformen</i>	
	<i>Elektrodenabstand</i>	
	<i>Elektrodenwerkstoffe</i>	
9.2.3	Zündkerze mit Verbundmittelelektrode	419
9.2.4	Zündkerze mit Platinelektrode	422
9.2.5	Isolierkörper	423
9.2.6	Kerzengehäuse	424
9.3	Temperaturverhalten und Wärmewert	424
9.3.1	Einfluß der Isolatorform auf das Temperaturverhalten	425
9.3.2	Wärmewert	425
9.3.3	Wärmewert-Betriebsbereich	425
9.3.4	Gesteuerte Wärmeableitung	427
9.4	Entstörte Zündkerzen	428
9.5	Auswahl und Betriebsverhalten	429
9.5.1	Wahl der Zündkerze	429
9.5.2	Betriebsverhalten	430
9.6	Kerzengesicht	430
9.6.1	Einflüsse der Fahrweise	430
9.6.2	Elektrodenabbrand und Alterung	431
9.7	Prüfen von Zündkerzen	431
9.8	Einbau von Zündkerzen	436

9.8.1	Gewindelänge und Dichtringe	436
9.8.2	Festbrennen von Zündkerzen	436
9.8.3	Anzugsdrehmomente	436
10	Beleuchtungseinrichtungen	437
10.1	Lichttechnik	437
10.1.1	Hellempfindlichkeitsgrad	438
10.1.2	Allgemeine Vorschrift zur Lichttechnik	441
10.1.3	Lichttechnische Begriffe	441
10.2	Hauptscheinwerfer	444
10.2.1	Bauartgenehmigung	448
10.2.2	Europäische Verordnungen und Richtlinien für Hauptscheinwerfer	448
	<i>Abblendlicht</i>	
	<i>Fernlicht</i>	
	<i>Sealed-Beam-Scheinwerfereinsätze</i>	
10.2.3	Abblendlicht	451
10.2.4	Fernlicht	458
10.2.5	Prüffläche für Scheinwerferlicht	462
10.3	Leuchtweiteinstellung	463
10.3.1	Automatische elektrische Leuchtweiteregelung	466
10.3.2	Steuergerät	469
10.3.3	Achssensoren	470
10.3.4	Steller	470
10.4	Nebelscheinwerfer	472
10.4.1	CD-Nebelscheinwerfer	473
10.5	Zusatz-Fernlichtscheinwerfer	473
10.6	Leuchten	474
10.6.1	Fahrtrichtungsanzeiger	475
	<i>Blinkanlage für Kraftfahrzeuge ohne Anhänger</i>	
	<i>Blinkanlagen für Kraftfahrzeuge ohne bzw. mit Anhänger</i>	
10.6.2	Leuchten für die Fahrzeugbegrenzung	478
10.6.3	Bremsleuchten	479
10.6.4	Nebelschlußleuchten	479
10.6.5	Rückfahrcheinwerfer	480
10.6.6	Parkleuchten	480
10.6.7	Kennzeichenleuchte	480
10.7	Lampen	481
11	Akustische Signalgeräte	485
11.1	Tonfolgeschalter	486
12	Elektrische Kleinmotoren im Kraftfahrzeug	489
12.1	Benzinpumpen	492
12.2	Scheibenwischermotoren	494
12.3	Heiz- und Klimaanlage	498
12.4	Fensterantriebe	499
12.5	Dachantriebe	501
12.6	Elektrische Sitz- und Lenkradverstellung	502
12.7	Pneumatische und elektromotorische Zentralverriegelung	503
12.8	Elektromotorisch betriebene Fahrzeuglenkungen	505

13	Diebstahlalarmanlagen und elektronische Wegfahrsperrn	509
13.1	Diebstahlalarmanlage	509
13.2	Elektronische Wegfahrsperrn	512
14	Autoradio	513
14.1	Zusatzsysteme	514
14.2	Radiofunktion und Bedienung	518
15	Photovoltaische Solaranlagen mit Blei-Gitterplatten-Batterien	529
15.1	Solartechnik	529
15.1.1	Grundkonzeption	529
15.1.2	Solargenerator	530
15.1.3	Funktionsprinzip	531
15.1.4	Spannungsregelung und Tiefentladeschutz	533
15.2	Aufbau eines Blei-Akkumulators für Solaranlagen	536
15.2.1	Varta-Solarbatterie 82 000	538
15.2.2	Entnehmbare Kapazitäten	540
15.2.3	Batteriezusammenschaltung bei Anlagenerweiterungen	541
15.3	Energiehaushalt in Solaranlagen	542
15.3.1	Elektrische Verbraucher	542
15.3.2	Berechnungsbeispiel zum Energiehaushalt einer Solarbatterie	543
15.3.3	Betrieb von Solaranlagen mit täglicher Ladungsentnahme	545
15.4	Installations- und Servicehinweise	546
15.4.1	Spannungsverluste in Solaranlagen	546
15.4.2	Berechnungsbeispiel zur Leitungsdimensionierung einer Solaranlage	547
15.4.3	Batterieüberwachung und -ladezustand	547
15.4.4	Batterieunterbringung	548
15.4.5	Batteriepflge	548
15.4.6	Meß- und Kontrollgeräte	549
15.5	Konzeptionsbeispiele für Solaranlagen	549
16	Funkentstörung	553
16.1	Spezifische Störquellen im Automobil	553
16.2	Funktechnische Grundbegriffe	557
16.2.1	Schwingung	557
16.2.2	Frequenz	558
16.2.3	Wellenlänge	559
16.2.4	Amplitude	559
16.3	Hochfrequenzwellen	561
16.4	Funkstörungen	563
16.5	Störabstand	567
16.6	Entstörmittel	568
16.6.1	Entstörwiderstände	571
16.6.2	Entstörkondensatoren	573
	<i>Zweipolkondensatoren</i>	
	<i>Nichtkoaxiale Durchführungskondensatoren</i>	
	<i>Koaxiale Durchführungskondensatoren</i>	
16.6.3	Entstördrossel	577
16.6.4	Entstörfilter	579
16.6.5	Schirmung	579
	<i>Wirkungsweise</i>	

16.6.6	Masseverbindung	584
16.6.7	Ausgleich von elektrischen Potentialunterschieden	585
16.7	Antenne und Empfangsgerät	585
16.7.1	Compactantenne	586
16.7.2	Scheibenantenne	587
16.7.3	Antennenzuleitung	588
16.7.4	Elektronische Antennen bzw. Antennenverstärker	588
16.7.5	Empfangsgerät	588
16.8	Entstörklassen	589
16.8.1	Fernentstörung	591
16.8.2	Nahentstörung	595
16.9	Entstörung für CB-Autosprechfunk	597
16.10	Praktische Durchführung der Entstörung	599
16.10.1	Feststellen des Übertragungsweges von Störungen	604
16.10.2	Prüfen der entstörten Anlage	605
16.10.3	Vorschriften und Richtlinien für die Funkentstörung (Robert Bosch GmbH)	609
16.11	Elektromagnetische Verträglichkeit EMV	611
Quellenverzeichnis		617
Stichwortverzeichnis		619