

Inhalt

Einleitung und Bedienungsanleitung 6

Vorsichtsmaßnahmen 8

Das 230-Volt-Netz 8; Das 12- oder 24-Volt-Gleichstrombordnetz 10

Was ist Strom? 12

Gleich- und Wechselstrom 12; Spannung 13; Stromstärke 13; Leistung 14; Widerstand 14; Das Ohm'sche Gesetz 15; Leistung und das Ohm'sche Gesetz 17; Energie, Verbrauch und Kapazität 18

Bauteile, Schaltzeichen und Schaltpläne 20

Aufgelöste oder zusammenhängende Darstellung? 20; Kabel und Leiter 21; Masse 22; Schalter, Taster und Relais 24; Relais 25; Widerstände 27; Dioden 28; Leuchten 29; Motoren und Generatoren 29; Sicherungen und Schutzschalter 29; Spulen und Transformatoren 30

Grundschaltungen 32

Parallelschaltung 32; Reihenschaltung 34

Prüfen und Messen 38

Spannungsmessung 39; Widerstandsmessung 41; Strommessungen 42; Strommesszangen 43; Mess-tipps 43; Hier eventuell Werbung für TuD? 45

Energiespeicher 46

Ladung und Entladung – die Chemie 46; Aufbau 49; Batteriearten 50; HD-Batterien 53; Traktions-batterien 53; Verschlussene Batterien 54; Gelbatterien 54; AGM-Batterien 56; Starterbatterien 56; Betriebsarten 57; Batteriedaten 58; Nennspannung 58; Nennkapazität 58; Kälteprüfstrom 60; Batterie-auswahl 61; Systemspannung 61; Bemessung der Kapazität 62; Ladegeräte und -methoden 66; Licht-maschinen 66; Hochleistungs-Lichtmaschinen 67; Hochleistungsregler und Motor-Batterie-Ladegeräte (A2B) 68; Sekundär geregelte Ladegeräte 69; Primär getaktete Ladegeräte 74; DC-DC-Ladegeräte 74; Trennschalter 74; Ladung unterschiedlicher Batterien mit einer Stromquelle 76; Batterieumschalter 77; Trennrelais 77; Trenndioden 81; Tiefentladung 85; Laden mit zu hohem Strom 87; Unterladung 87; Überladung 89; Lagerung mit nicht ausreichender Ladung 92; Batterieüberwachung 92; Anschluss eines Batteriemonitors 94; Desulfatierer 94; Der optimale Umgang mit Blei-Säure-Batterien 96; Namen und Typen 97; Vergleich: Bleibatterien 99; Lithium-Ionen-Batterien 101; Lithium-Polymer-Batterien 103; Lithium-Cobaltdioxid-Batterien 103; Lithium-Manganoxid 103; Lithium-Eisenphosphat 104; Lithium-Nickel-Mangan-Cobaltoxid 104; Lithium-Nickel-Cobalt-Aluminiumoxid 104; Lithium-Titanat 104; Batterie-Management-Systeme 104; Lithium: Kosten 105; Umsetzung in die Praxis 105; Lithium: Brandgefahren 106

Batterien – Einbau und Anschluss 112

Einbauort 112; Klemmen und Pole 117; Klemmen – Strombelastbarkeit 118; Leiteranschluss 120; Querschnitte 122; Sicherungen und Schutzschalter 122; Trennschalter 125; Erdung 125

Stromerzeugung: Gleichstrom 126

Gleichstromlichtmaschinen 126; Gleichstromlichtmaschinen von innen 128; Betriebsstörungen von Gleichstromlichtmaschinen 130; Drehstromlichtmaschinen 131; Hochleistungslichtmaschinen 138; Betriebsstörungen von Drehstromlichtmaschinen 139; Fehlersuche 140; Solarmodule 144; Elektrische Eigenschaften von Solarmodulen 146; Mechanische Anforderungen 149; Montage 151; Parallelschal-tung von Modulen 153; Solarregler 154; Shunt- oder Längsregler 155; Pulsweitenmodulierte (PWM) Regler 155; MPP-Regler 155; Windgeneratoren 157; Geräuschverhalten 159; Gefahren 162; Regelung 164; Wassergeneratoren 165; Wind-Wasser-Kombigeneratoren 166; Einbindung in das Bordnetz 167; Brennstoffzellen 168; Marktsituation 171; Einbau 172; Steuerung von Brennstoffzellen 172; Brennstoff-versorgung 173

Stromerzeugung an Bord: Wechselstrom 174

Synchron und asynchron 175; Mobile Generatoren 180; Dieselgeneratoren 183; 1.500 oder 3.000 Umdrehungen? 183; Invertergeneratoren 185; Gleichstromgeneratoren 186; Stir-ling-Generator 187; Konzepte für den Generatoreinsatz 188; Hybridsysteme 189; 1 190; 2 190; 3 190; Das Gleichstromkonzept 191; Einbindung in das Bordnetz 192; Einsatz von „Landgeneratoren“ 194; Inverter und Ladegeräte/Inverter-Kombis 196; Quasi-Sinus oder modifizierter Sinus 199; Sinus-Wech-selrichter 199; Lichtmaschinen als 230-Volt-Generatoren 201; Zusammenfassung 201; Dieselgenerator im Alleinbetrieb 201; Hybridsysteme 203; Gleichstromsysteme 203

Das Gleichstrombordnetz (DC) 204

Grundlagen 204; Ein- und Zweileitersysteme 204; Zweileitersysteme mit negativer Masse 205; Vollstän-dig isoliertes Zweileiter-Gleichstromsystem 207; Kabel und Leitungen 208; Farben und Kennzeichnung

212; Überstrom- und Kurzschlusschutz 216; Sicherungen und Schutzschalter 219; Anordnung und Dimensionierung von Überstromschutzelementen 222; Absicherung von Generatoren und Ladegeräten 224; Anschlüsse und Verbindungen 224; Schalttafeln 227; Batterien 228; Steckdosen 229; Zündschutz 229; Batterien – Kippsicherheit 229; Grundlagen 230; Gepolt mit Trenntransformator 231; Gepolt mit Polarisierungstransformator 231; Ungepolt 231; Schutzerdung 233; 1 Ungepoltes System 234; 2 Gepoltes System mit Trenntransformator 234; Potenzialausgleich 237; Fehlerstromschutzschalter 239; Landstromanlage 240; Transformatoren 241; Polaritätstransformatoren 245; Generatoren 247; Inverter und Inverter-Lade-Kombigeräte 249; Kabel und Leitungen 252; Verteilertafeln 253; Zusammenfassung 253; ESD - tödliche Spezialität aus Amerika 254; Was schützt europäische Schwimmer? 255; Schutz-erdung 256; Fremde Schiffe 257

Netze der Zukunft: Bus-Systeme 258

Bus-Prinzip 258; 1 258; 2 258; 3 258; 4 258; Knoten 260; Konventionelle Bauteile 263; PROFET 263; Die Systeme 264; 1 264; 2 264; 3 264; 4 264; Knoten und Module 265; Konventionelles System 266; Bus-System 266; Steuerung und Programmierung 267; Legende 267; Komfort und Sicherheit 269; Zusammenfassung 269; NMEA Autor: Dr. Jan Athenstädt 270; Der aktuelle Standard: NMEA2000 270; Was bringt die Zukunft? 271; Aufbau eines NMEA2000-Netzwerks 272; Regeln für Kabellängen 272; Das Problem mit dem Windmesser 273; NMEA2000-Netzwerk testen 273; Energieversorgung im NMEA2000-Netzwerk 273; Kabeltypen: Lite, Mid und Heavy 274; Absicherung des NMEA2000-Netzwerks 274; Stromversorgung im NMEA2000 Netzwerk platzieren 274; Spannungsabfall minimieren in größere Netzwerken 275

Blitzschutz 276

Blitze in Zahlen 276; • Die Höhe des Blitzstroms bestimmt den Spannungsabfall am und im getroffenen Objekt und ist für die Potentialdifferenz zwischen dem Objekt und seiner Umgebung verantwortlich. 276; Schäden durch Blitzeinschläge 279; Äußerer Blitzschutz 282; Innerer Blitzschutz 284; Blitzstrom- und Überspannungsableiter 286; Funkanlagen 287; Provisorischer Blitzschutz 288; Multiple Blitzerdung 288; An Land 289; Auf dem Wasser 290; Die Lösung 290; Der „Stand der Technik“ 292; Blitzschutz an Land 293; Umsetzung der Theorie 293; Äußerer Blitzschutz 294; Fangeinrichtung 295; Ableiter 295; Ringleiter 296; Erdung 297; Aufwand und Grenzen 298; Potenzialausgleich 299; Innerer Blitzschutz 299; Blitzschutz zonen und SPD 300; Umsetzung 301; Weitergehende und ausführliche technische Details und Anleitungen gibt es in „Blitzschutz auf Yachten“, erschienen bei Yachtinside. 301

Motorelektrik 302

Systeme 302; Startzündschalter 302; Warnleuchten 305; Anzeigeeinstrumente 306; Umfang der Überwachung 307; Glühanlage 309; Starter 310; Starterfehler 311; Lichtmaschine 316; Abstellung 316; Pflege und Instandhaltung 317; Unterbrechung des Minusleiters 319; Fehlersuche 319; Motor-Bus-Systeme 321

Elektroantriebe 324

Scheibenläufer 329; Außenläufer 330; Ringläufer 331; Energieversorgung 331; Fazit 333

Beleuchtung 334

Beleuchtungsstärke 334 • Lichtfarbe 337 • Stromverbrauch 337 • Leuchten 339 • Leuchtstoff oder LED? 346 • Einsatzbereiche 349 • Erreichbare Einsparungen 356 • Positionslaternen 362

Elektrochemische Korrosion 364

Galvanische und elektrolytische Korrosion 365 • Elektrolytische Korrosion 369 • Größe der Elektroden 372 • Werkstoffe 375 • Schutzmaßnahmen gegen galvanische Korrosion 377 • Metallrumpfe und Opferanoden 382 • Schutzmaßnahmen gegen elektrolytische Korrosion 386

Handwerkliche Grundlagen 388

Ausfallursachen 388 • Anforderungen an die Verbindungen 392 • Flachsteckverbinder 394 • Ringkabelschuhe 394 • Aderendhülsen 395 • Schrauben und Schraubendreher 398 • Leitungsführung 398 • Handwerkzeuge 399 • Verbrauchsmaterial 401

Dokumentation 401

Anhang 405

Strom, Spannung, Widerstand und Leistung – das Formelrad 405 • Das Leistungsdreieck 406 • IP-Schutzarten 406 • Widerstand von Leitern 407 • Abzugskräfte von Verbindungen 408 • Warnungen und Anweisungen im „Handbuch für Schiffsführer“ 409 • Netzformen 409 • Normen und Richtlinien 415