1 Technische Grundlagen 9
1.1 Größen und Einheiten 9
1.2 Messtechnik 11
1.2.1 Grundbegriffe, Definitionen 11
1.2.2 Prüfmittel 12
1.2.3 Messabweichungen 17
1.3 Fertigungstechnik 18
1.3.1 Urformen 18
1.3.2 Umformen 19
1.3.3 Trennen 24
1.3.4 Fügen 36
1.3.4.1 Kraftschlüssiges Fügen 36
1.3.4.2 Formschlüssiges Fügen 39
1.3.4.3 Stoffschlüssiges Fügen 41
1.3.5 Beschichten 51
1.3.6 Ändern der Stoffeigenschaft 54
1.4 Werkstofftechnik 58
1.4.1 Werkstoffeigenschaften 58
1.4.2 Festigkeitsberechnung 61
1.4.3 Einteilung der Werkstoffe 67
1.4.4 Stahl 67
1.4.5 Aluminium 68
1.4.6 Titan 69
1.4.7 Magnesium 72
1.4.8 Kupfer, Messing, Bronze 73
1.4.9 Kunststoffe 73
1.4.9.1 Thermoplaste 74
1.4.9.2 Duroplaste 76
1.4.9.3 Elastomere 77
1.4.9.4 Verbundwerkstoffe 78
1.4.9.5 Herstellen von CFK-Bauteilen 82
1.4.9.6 CFK-Schäden und -prüfverfahren 86
1.4.10 Natürliche Werkstoffe 96
1.5 Maschinentechnik 98
1.5.1 Gewinde, Schrauben 99
1.5.2 Niete, Bolzen, Stifte 104
1.5.3 Muffen 105
1.5.4 Achsen, Wellen, Gelenkbolzen 106
1.5.5 Lager 107
1.5.6 Dichtungen 108
1.5.7 Seile, Seilzüge 110
1.5.8 Ketten, Riemen, Zahnräder 111
1.5.9 Getriebe 113
1.5.10 Kupplungen 114
1.5.11 Gesperre 116
1.5.12 Schaltwerk, Verstelleinrichtung 116
1.6 Tribologie und Verschleiß 117
1.6.1 Tribologisches System 117
1.6.2 Reibung 118
1.6.3 Oberflächen metallischer Bauteile 121
1.6.4 Verschleiß 121
1.6.5 Tribochemische Reaktionen 124
1.7 Korrosion 129
1.8 Elektrotechnik 132
1.8.1 Elektrische Spannung 132
1.8.2 Elektrischer Strom 132
1.8.3 Elektrischer Widerstand 134
1.8.4 Elektrische Leistung 134
1.8.5 Elektrische Arbeit 135
1.8.6 Messen elektrischer Größen 135
1.8.7 Elektrische Schaltungen 136
1.8.8 Elektrische Bauelemente 137
1.9 Steuerungs- und Regelungstechnik 141
1.9.1 Steuerung 141
1.9.2 Regelung 142
1.9.3 EVA-Prinzip 142
1.9.4 Vergleich von Steuerung und Regelung 143

2 Geschichte des Fahrrades 144

3 Fahrradbauarten 147
3.1 Alltagsfahrräder 147
3.2 Sportfahrräder 151
3.3 Sessel- und Liegefahrräder 158
3.4 Lastenfahrräder 162
3.5 Kinderfahrräder 163
3.6 Mehrpersonenfahrräder 164
3.7 Show-Bikes 166
3.8 Weitere Bauarten 167
3.8.1 Minivelo 167
3.8.2 Tallbike 167
3.8.3 Dreirad, Handtrike 168
3.8.4 Knicklenker 169
3.8.5 Roller 169
3.8.6 Tretroller, Wipproller 170
3.8.7 Laufmaschinen 171
3.8.8 Schienenfahrräder 171

4 Fahrwerk 172
4.1 Kräfte und Momente am Fahrradrahmen 172
4.1.1 Kräfte in der Rahmenebene 172
4.1.2 Laterale Kräfte 174
4.1.3 Biegemomente 174
4.2 Rahmenbauarten 175
4.3 Rahmengeometrie 178
4.3.1 Rahmenhöhe und -länge 179
4.3.2 Sitzhöhe, Sattelhöhe, Sattellängsposition und Sattelrohrwinkel 181
4.3.3 Radstand, Systemschwerpunkt und Fußfreiheit 182

Bibliografische Informationen
https://d-nb.info/1293800775

digitalisiert durch DEUTSCHE NATIONAL BIBLIOTHEK

4.3.4 Kurbellagerhöhe und Bodenfreiheit 184
4.3.5 Lenkachswinkel, Gabelversatz, Nachlauf 185
4.3.6 Bauelemente an Rahmen und Gabel 189
4.4 ISO-Rahmentest 192
4.5 Werkstattkontrolle von Rahmen und Gabeln 193
4.6 Lenksystem 196
4.6.1 Gabel 196
4.6.2 Lenkungslager 199
4.6.3 Vorbau 205
4.6.4 Lenker 208
4.7 Sitzsystem 215
4.7.1 Sattel 215
4.7.2 Sattelstütze 218
4.7.3 Federung im Sitzsystem 223
4.7.4 Sessel und Liegen 226
4.8 Federung und Dämpfung 227
4.8.1 Aufgaben der Federung 227
4.8.2 Das ungefederte Fahrrad 227
4.8.3 Elemente der Federung und Dämpfung 229
4.8.4 Federung 230
4.8.5 Dämpfung 234
4.8.6 Feder-Dämpfertechnologie 238
4.8.7 Ausführungen von Federungen 245
4.8.8 Physik der Fahrradfederung 252

5 Räder 259
5.1 Scheibenrad 259
5.2 Ungespanntes Speichenrad (Druckspeichenrad) 260
5.3 Vorgespanntes Speichenrad (Zugspeichenrad) 261
5.3.1 Kräfte am vorgespannten Rad 261
5.3.2 Radiale Kräfte 261
5.3.3 Tordierende Kräfte 263
5.3.4 Laterale Kräfte 264
5.3.5 Zusammenfassung der Kräfte 265
5.3.6 Steifigkeit eines Rades 266
5.4 Vorschriften und Prüfverfahren (EN ISO 4210) 267
5.5 Naben 268
5.5.1 Naben ohne Zusatzeinrichtungen 268
5.5.2 Antriebsnaben 268
5.5.2.1 Ritzel 268
5.5.2.2 Freilaufkupplungen 270
5.5.2.3 Antriebsvarianten 273
5.5.3 Nabenflansch 274
5.5.4 Nabenlagerung 276
5.5.5 Nabenabdichtung 278
5.5.6 Nabenklemmung 278
5.6 Felgen 280
5.6.1 Reifenaufnahme 280
5.6.2 Felgenprofile 281
5.6.3 Werkstoffe und Herstellung von Felgen 284
5.6.4 Felgenbohrungen 284
5.6.5 Felge als Bremsscheibe 285
5.7 Vorgespannte Speichen 286
5.7.1 Material, Herstellung 286
5.7.2 Speichenbauarten 287
5.7.3 Speichennippel 289
5.7.4 Speichenbelastung 290
5.7.5 Einspeicharten 292
5.7.6 Speichenlänge 296
5.7.7 Einspeichverfahren 297
5.7.8 Spannen und Zentrieren 299
5.7.9 Korrosion an Speichen und Nippel 302
5.7.10 Speichen binden und verlöten 302
5.7.11 Fachgerechter Radbau 303
5.7.12 Systemräder 303
5.8 Reifen 304
5.8.1 Reifenaufbau 304
5.8.2 Vulkanisieren 306
5.8.3 Bauarten von Reifen 306
5.8.4 Kraftübertragung des Reifens 310
5.8.5 Reifenschlauch 313
5.8.6 Felgenband 314
5.8.7 Schlauch- und Reifenreparatur 314
5.8.8 Fahrradventile 315
5.8.9 Größenbezeichnungen von Reifen 317
5.8.10 Reifendruck und Karkassenspannung 319
5.8.11 Rolleigenschaften von Reifen 321

6 Antrieb 324
6.1 Pedalbewegungen 324
6.2 Kurbelsatz 324
6.2.1 Verbindung Kurbel-Kurbelwelle 324
6.2.2 Kurbellager (Innenlager) 326
6.2.3 Kurbeln und Kettenräder 328
6.2.4 Kurbellänge 330
6.2.5 Trittweite 330
6.2.6 Kettenlinie 331
6.3 Pedale 332
6.3.1 Pedalgewinde 332
6.3.2 Pedalprüfung 333
6.3.3 Pedallagerung 334
6.3.4 Pedalausführungen 334
6.4 Antriebskette 337
6.4.1 Aufbau einer Antriebskette 337
6.4.2 Kettenreibung und Kettenverschleiß 338

6.4.3 Kettenfügen 339
6.4.4 Kettenlänge bei Kettenschaltungen 340
6.5 Zahnriemen 342
6.6 Fahrradschaltungen 344
6.6.1 Nabenschaltungen 344
6.6.2 Kettenschaltungen 362
6.6.3 Schalthebel 367
6.6.4 Weitere Schaltsysteme 370

7 Bremsen 375
7.1 Vorschriften 375
7.1.1 Gesetzliche Vorschriften 375
7.1.2 Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen 375
7.1.3 Kraftübertragung und Übersetzungsverhältnis 377
7.2 Bauarten von Bremsen 379
7.2.1 Felgenbremsen 379
7.2.2 Nabenbremsen 390

8 Beleuchtungsanlage 403
8.1 Gesetzliche Grundlagen 403
8.2 Fotometrie 406
8.2.1 Elektromagnetische Wellen und Licht 406
8.2.2 Strahlungsleistung und Lichtstrom 407
8.2.3 Lichtstärke 407
8.2.4 Beleuchtungsstärke 408
8.2.5 Leuchtdichte 408
8.2.6 Farbtemperatur 409
8.2.7 Farbwiedergabe 409
8.3 Bereitstellung elektrischer Energie 410
8.3.1 Spannungserzeugung durch Induktion 410
8.3.2 Generator – innerer Aufbau 411
8.3.3 Antriebe von Generatoren 415
8.3.4 Ladeadapter 419
8.4 Lichtquellen 420
8.4.1 Glühlampen 420
8.4.2 Leuchtdioden 421
8.5 Beleuchtung 423
8.5.1 Frontleuchte (Scheinwerfer) 423
8.5.2 Heckleuchte (Schlussleuchte) 426
8.5.3 Standlicht 426
8.5.4 Batteriebeleuchtung 427
8.5.5 Generatorleuchte 427
8.5.6 Rückstrahler 428
8.5.7 Elektrische Leitungen 428
8.6 Fehlersuche in der Beleuchtungsanlage 430

9 Zubehör 432
9.1 Schutzblech und Kettenschutz 432
9.2 Gepäckträger 433
9.3 Kindersitze 435
9.4 Fahrradständer 436
9.5 Glocke 437
9.6 Luftpumpe 438
9.7 Fahrradschlösser 439
9.8 Anhänger 440
9.9 Fahrradcomputer 441
9.10 Elektrische Spannungsversorgung für Mobilgeräte 443
9.11 GPS-Navigation 443
9.12 Helm 445
9.13 Sicherheitszelle 446

10 Ergonomie und Anpassung 447
10.1 Anpassungsbereich 447
10.2 Anpassungsmethoden 448
10.3 Messmethoden 450
10.4 Sitzpositionen 451
10.4.1 Fachbegriffe, Definitionen und Kennlinien 451
10.4.2 Sitzhöhe 452
10.4.3 Oberkörperhaltungen 454
10.5 Kontaktpunkte am Fahrrad 457
10.5.1 Kontaktpunkt Pedal 457
10.5.2 Kontaktpunkt Sattel 459
10.5.3 Kontaktpunkt Lenker 460
10.6 Auswahl der Rahmenhöhe 462
10.7 Probefahrt im Fachhandel 463
10.8 Beinmuskeln als Motor 463

11 Fahrmechanik 466
11.1 Masse, Trägheit und Gewicht 466
11.2 Kraft und Gegenkraft 468
11.3 Reibungskräfte 468
11.3.1 Haftreibung 469
11.3.2 Gleitreibung 469
11.3.3 Rollreibung 470
11.4 Schlupf 470
11.5 Gleichgewicht 471
11.5.1 Labiles Gleichgewicht 471
11.5.2 Dynamisches Gleichgewicht 471
11.6 Kurvenfahrt 471
11.7 Kreiselkräfte 473
11.8 Lenksystem 475
11.9 Bremsen 478
11.9.1 Grundlagen Bremsen 478
11.9.2 Überschlagsgefahr 479
11.9.3 Bremsen in der Kurve 480

12 Oberflächenschutz 481
12.1 Lacke 481
12.2 Beschichtungsverfahren 481

12.2.1 Nasslackierung 481
12.2.2 Pulverlackierung 482
12.2.3 Kombinationen von Lackierungen 483
12.2.4 Elektrotauchlackierung 484
12.3 Eloxieren 484

13 Schmierung, Reinigung und Pflege 485
13.1 Schmierung 485
13.1.1 Aufgaben und Arten von Schmierstoffen 485
13.1.2 Schmierstoffe in der Fahrradinstandhaltung 487
13.1.3 Prüfverfahren für Schmierstoffe 490
13.1.4 Alterung, Neuschmierung und Entfettung 490
13.1.5 Tribologische Sonderfälle in der Fahrradtechnik 491
13.2 Pflege und Reinigung von Fahrradbauteilen 495
13.3 Abfallentsorgung 502
13.3.1 Gesetzliche Grundlagen 502
13.3.2 Beseitigung von Abfällen in Fahrradgeschäften 502

14 *Instandhaltung, Werkzeuge* 504

15 Arbeitssicherheit 512
15.1 Gesetzliche Grundlagen 512
15.2 Sicherheitszeichen 512
15.3 Gefahrstoffe 513
15.4 Persönliche Schutzausrüstung 514
15.5 Unfallverhütung 515

16 *Produktsicherheit* 516
16.1 Benutzerinformationen für Gebrauchsgüter 516
16.1.1 Informationspflicht 516
16.1.2 Informationsinhalte 516
16.1.3 Informationsfehler 516
16.2 Gewährleistung 517
16.2.1 Sachmangel 517
16.2.2 Beweislastumkehr 517
16.3 Haftung 517
16.3.1 Haftungsansprüche 517
16.3.2 Zivilrechtliche Produzentenhaftung 518
16.4 Garantie und Kulanz 518
16.5 Normen 519
16.5.1 Das DIN 519
16.5.2 Normungsarbeit 519
16.5.3 Sicherheitsnormen Fahrrad 519
16.6 Gesetzliche Vorschriften Fahrrad 520
16.6.1 Die StVZO 520
16.6.2 Bauvorschriften Fahrrad 521
16.6.3 Typprüfung Fahrrad 521
16.7 Sicherheitstechnische Untersuchungen 521
16.7.1 Betriebslasten 521
16.7.2 Betriebslastenermittlungen 522
16.7.3 Messfahrten und Labormessungen 523
16.7.4 Prüfgrundlagen 523
16.7.5 Testverfahren, Testeinrichtungen 523
16.8 Schadensbegutachtung 526
16.8.1 Sach- und Körperschäden 526
16.8.2 Produkt- und Instruktionsfehler 527
16.8.3 Gerichts- und Privatgutachten 527
16.9 Risiken 527
16.10 Produktsicherheit Elektrofahrrad 528

17 *Fachrechnen und physikalisch-technologische Grundlagen* 529
17.1 Längen 529
17.2 Drehzahl 529
17.3 Geschwindigkeit 529
17.4 Beschleunigung und Verzögerung 531
17.5 Anhalteweg und Bremsweg 531
17.6 Masse und Dichte 531
17.7 Trägheit und Trägheitsmoment 532
17.8 Flächenmoment und Widerstandsmoment 532
17.9 Kraft 532
17.10 Antriebsschlupf und Bremsschlupf 537
17.11 Mechanische Arbeit 537
17.12 Energie 538
17.13 Leistung 538
17.14 Wirkungsgrad 540
17.15 Drehmoment 541
17.16 Hebel und Bremsen 541
17.17 Kreiselmoment und Kreiselkraft 551
17.18 Getriebe 551
17.19 Kurvenfahrt 557
17.20 Federung 558
17.21 Festigkeit 567
17.22 Elektrotechnik 569
17.23 Projekt Elektrofahrrad 571

18 *Terminologie* 574

19 Sponsoren 577

Bildquellenverzeichnis 586

Sachwortverzeichnis 590