

1 Grundstufe Fahrradtechnik	9	2 Geschichte des Fahrrades	98
1.1 Prüfen und Messen	9		
1.1.1 Grundbegriffe und Definitionen	9	3 Fahrradtypen	101
1.1.2 Messen	10	3.1 Standardtypen	101
1.1.3 Messabweichungen	10	3.2 Sporträder	104
1.1.4 Prüfmittel	11	3.3 Kinderfahrräder	106
1.2 Maschinenelemente	14	3.4 Sonderkonstruktionen	107
1.2.1 Schraubverbindungen und Gewinde	14	3.5 Fahrräder mit Verbrennungsmotor	109
1.2.2 Nietverbindungen	22	3.6 Anhänger	110
1.2.3 Bolzen und Stifte	23	3.7 Elektrofahrräder	111
1.2.4 Lager	24	3.7.1 Fahrzeugtypen	111
1.2.5 Dichtungen	26	3.7.2 Rahmen und Sicherheit	112
1.3 Fertigungsverfahren	28	3.7.3 Funktion von Elektromotoren	113
1.3.1 Grundlagen des Spanens	28	3.7.4 Gleichstrommotoren	113
1.3.2 Sägen	29	3.7.5 Motorsteuerung	116
1.3.3 Feilen	30	3.7.6 Motorposition	117
1.3.4 Bohren, Senken und Reiben	31	3.7.7 Akkus	118
1.3.5 Gewinde und Gewindeschneiden	38	3.7.8 Ladegeräte	121
1.3.6 Spanende Fertigung mit Werkzeugmaschinen	41	3.7.9 Montageorte des Akkus	122
1.3.7 Scherschneiden	43	3.7.10 Bedienung und Display	123
1.3.8 Biegen von Blechen	43	3.7.11 Akku-Angaben	124
1.3.9 Biegen von Rohren	44	3.7.12 Serien-Elektrobikes	124
1.4 Werkstofftechnik	45	3.7.13 Nachrüstsätze	125
1.4.1 Eigenschaften von Werkstoffen	45	4 Rahmen, Lenkung, Federung	126
1.4.2 Stahl	48	4.1 Kräfte und Momente am Fahrradrahmen	126
1.4.3 Aluminium	51	4.1.1 Vertikalkräfte	126
1.4.4 Titan	54	4.1.2 Horizontalkräfte	127
1.4.5 Magnesium	55	4.1.3 Seitenkräfte	128
1.4.6 Faserverstärkte Werkstoffe	56	4.1.4 Antriebs- und Bremskräfte	129
1.5 Tribologie und Verschleiß	61	4.1.5 Biegemomente	129
1.5.1 Tribologisches System	61	4.2 Rahmentest	130
1.5.2 Reibung	63	4.3 Rahmenbauarten	132
1.5.3 Oberflächen metallischer Bauteile	66	4.4 Rohrerstellung	136
1.5.4 Verschleiß	66	4.4.1 Stahlrohre	136
1.5.5 Tribochemische Reaktionen	69	4.4.2 Aluminiumrohre	137
1.6 Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik	74	4.4.3 Carbonrohre	138
1.6.1 Elektrische Größen	74	4.4.4 Rohrverfeinerungen	138
1.6.2 Berechnung elektrischer Größen	76	4.4.5 Zuschneiden der Rohre	139
1.6.3 Messen elektrischer Größen	77	4.5 Rahmenfügen	140
1.6.4 Schaltungen	78	4.5.1 Löten	140
1.6.5 Bauelemente	78	4.5.2 Schweißen	145
1.7 Steuerungs- und Regelungstechnik	89	4.5.3 Kleben	148
1.7.1 Steuern	89	4.5.4 Herstellen von Carbonrahmen	149
1.7.2 Regeln	89	4.5.5 CFK-Schäden und Prüfverfahren	153
1.7.3 EVA-Prinzip	91	4.6 Rahmengenometrie	164
1.7.4 Signalarten	91	4.6.1 Rahmenhöhe und -länge	164
1.7.5 Signalweg	92	4.6.2 Radstand und Fußfreiheit	165
1.7.6 Steuerungsarten	93	4.6.3 Tretlagerhöhe und Bodenfreiheit	166
1.7.7 Verknüpfungen	95	4.6.4 Nachlauf, Rücksprung und Absenkung	167
		4.6.5 Einfluss auf das Fahrverhalten	169

4.7	Kontrolle von Rahmen und Gabeln	170	6.2	Bauarten von Bremsen	287
4.8	Rahmen- und Gabel-Anbauteile	173	6.2.1	Felgenbremsen	287
4.9	Lenkung	176	6.2.2	Nabenbremsen	298
4.9.1	Gabel	176	7	Laufräder	311
4.9.2	Steuersatz	179	7.1	Druckspeichenrad	311
4.9.3	Vorbau	183	7.2	Drahtspeichenrad	311
4.9.4	Lenker	186	7.2.1	Vertikale Belastung	312
4.10	Sattel und Sattelstütze	192	7.2.2	Antriebsbelastung	312
4.10.1	Sattel	192	7.2.3	Seitenbelastung	313
4.10.2	Sattelstütze	194	7.3	Systemlaufräder	315
4.11	Fahrradfederung	196	7.4	Vorschriften und Prüfverfahren	317
4.11.1	Aufgaben der Fahrradfederung	196	7.5	Naben	318
4.11.2	Das ungefederte Fahrrad	196	7.5.1	Ausführungen von Nabem	318
4.11.3	Elemente der Federung	199	7.5.2	Vorderradnaben	319
4.11.4	Fachbegriffe der Federtechnologie	206	7.5.3	Hinterradnaben	320
4.11.5	Ausführungen von Federungen	211	7.5.4	Nabenklemmung	321
4.11.6	Physik der Fahrradfederung	218	7.5.5	Nabenlagerung	323
4.11.7	Übungsaufgabe Federung	224	7.5.6	Nabdichtungen	324
5	Antrieb	232	7.5.7	Freilauf	325
5.1	Pedalbewegung	232	7.6	Felgen	328
5.2	Tretlagersatz	232	7.6.1	Werkstoffe und Herstellung	328
5.2.1	Verbindung Kurbelarm-Lagerwelle	232	7.6.2	Felgentypen	329
5.2.2	Tretlager	234	7.6.3	Felgenprofile	330
5.2.3	Kurbelarme und Kettenblätter	236	7.6.4	Felgengeometrie	331
5.2.4	Kurbellänge	238	7.6.5	Bremswirkung von Felgen	331
5.2.5	Pedalabstand	238	7.6.6	Speichenlöcher und Felgenbänder	333
5.2.6	Kettenlinie	239	7.7	Speichen	334
5.3	Pedale	240	7.7.1	Eigenschaften und Herstellung von Speichen	334
5.3.1	Pedalgewinde	240	7.7.2	Speichenausführungen	336
5.3.2	Pedalprüfung	241	7.7.3	Einspeicharten	337
5.3.3	Pedallagerung	242	7.7.4	Ermittlung der Speichenlänge	339
5.3.4	Pedalausführungen	242	7.7.5	Standard-Einspeichanleitung	340
5.4	Fahrradkette	245	7.8	Fahrradbereifung	343
5.4.1	Aufbau einer Fahrradkette	245	7.8.1	Vorschriften	343
5.4.2	Kettenreibung und Kettenverschleiß	246	7.8.2	Reifenaufbau	343
5.4.3	Kettenfügen	247	7.8.3	Bauarten von Reifen	344
5.4.4	Kettenlänge bei Kettenschaltungen	248	7.8.4	Reifenprofile	346
5.5	Zahnriemen	250	7.8.5	Fahrradschlauch	348
5.6	Fahrradschaltungen	252	7.8.6	Größenbezeichnungen von Reifen	348
5.6.1	Nabenschaltungen	252	7.8.7	Rolleigenschaften von Reifen	349
5.6.2	Kettenschaltungen	270	7.8.8	Reifendruck	350
5.6.3	Schalthebel	275	7.8.9	Montageempfehlungen	351
5.6.4	Weitere Schaltsysteme	278	7.8.10	Fahrradventile	351
6	Bremsen	283	8	Elektrische Ausrüstung	353
6.1	Vorschriften	283	8.1	Gesetzliche Grundlagen	353
6.1.1	Gesetzliche Vorschriften	283	8.2	Lichtmaschine	354
6.1.2	Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen	283	8.2.1	Spannungserzeugung durch Induktion	354
6.1.3	Kraftübertragung und Übersetzungsverhältnis	285	8.2.2	Dynamobauarten	355

8.3	Lichtquellen _____	359	12	Fachrechnen und physikalisch- technologische Grundlagen	415
8.3.1	Temperaturstrahler _____	359	12.1	Längen _____	415
8.3.2	Leuchtdioden _____	360	12.2	Drehzahl _____	415
8.4	Beleuchtung _____	362	12.3	Geschwindigkeit _____	415
8.4.1	Scheinwerfer _____	362	12.4	Beschleunigung und Verzögerung _____	417
8.4.2	Rücklicht (Schlussleuchte) _____	364	12.5	Anhalteweg und Bremsweg _____	417
8.4.3	Rückstrahler (Reflektoren) _____	364	12.6	Masse und Dichte _____	417
8.4.4	Standlicht _____	365	12.7	Trägheit und Trägheitsmoment _____	418
8.4.5	Verkabelung _____	365	12.8	Flächenmoment und Widerstandsmoment _____	418
8.5	Sicherheits- und Komforteinrichtungen _____	366	12.9	Kraft _____	418
8.6	Fehlersuche in der Beleuchtungsanlage _____	367	12.10	Antriebsschlupf und Bremsschlupf _____	423
8.7	Fahrradcomputer _____	368	12.11	Mechanische Arbeit _____	423
8.8	GPS-Navigation _____	370	12.12	Energie _____	424
9	Zubehör _____	372	12.13	Leistung _____	424
9.1	Schutzblech und Kettenschutz _____	372	12.14	Wirkungsgrad _____	426
9.2	Gepäckträger _____	373	12.15	Drehmoment _____	427
9.3	Kindersitze _____	375	12.16	Hebel und Bremsen _____	427
9.4	Fahrradständer _____	376	12.17	Kreiselmoment und Kreiselkraft _____	436
9.5	Glocke _____	377	12.18	Getriebe _____	436
9.6	Luftpumpe _____	378	12.19	Kurvenfahrt _____	442
9.7	Fahrradschlösser _____	379	12.20	Federung _____	443
9.8	Helm _____	380	12.21	Festigkeit _____	444
9.9	Sicherheitszelle _____	381	12.22	Elektrotechnik _____	445
10	Anpassung und Ergonomie _____	382	13	Oberflächenschutz _____	448
10.1	Körpermaße _____	382	13.1	Lacke _____	448
10.2	Fahrrad- und Positionsmaße _____	383	13.2	Beschichtungsverfahren _____	448
10.3	Ergonomie _____	391	13.2.1	Nasslackierung _____	448
10.3.1	Muskeln als Motor _____	391	13.2.2	Pulverlackierung _____	449
10.3.2	Sitzposition und Pedalkraft _____	392	13.2.3	Kombinationen von Lackierungen _____	450
10.3.3	Individuelle Sitzpositionen _____	393	13.2.4	Elektrotauchlackierung _____	450
10.4	Energie- und Leistungsbilanz _____	397	13.3	Eloxieren _____	451
11	Fahrmechanik _____	400	14	Schmierung, Reinigung und Pflege	452
11.1	Masse, Trägheit und Gewicht _____	400	14.1	Schmierung _____	452
11.2	Kraft und Gegenkraft _____	402	14.1.1	Aufgaben und Arten von Schmierstoffen _____	452
11.3	Reibungskräfte _____	402	14.1.2	Schmierstoffe in der Fahrradstandhaltung _____	454
11.3.1	Haftreibung _____	403	14.1.3	Prüfverfahren für Schmierstoffe _____	457
11.3.2	Gleitreibung _____	403	14.1.4	Alterung, Neuschmierung und Entfettung _____	457
11.3.3	Rollreibung _____	404	14.1.5	Tribologische Sonderfälle in der Fahrradtechnik _____	458
11.4	Schlupf _____	404	14.2	Pflege und Reinigung von Fahrradbauteilen _____	462
11.5	Gleichgewicht _____	405	14.3	Abfallentsorgung _____	469
11.6	Kurvenfahrt _____	405	14.3.1	Gesetzliche Grundlagen _____	469
11.7	Kreiselkräfte _____	407	14.3.2	Beseitigung von Abfällen in Fahrradgeschäften _____	469
11.8	Lenksystem _____	409			
11.9	Bremsen _____	412			
11.9.1	Grundlagen Bremsen _____	412			
11.9.2	Überschlagsgefahr _____	413			
11.9.3	Bremsen in der Kurve _____	414			

14.3.3	Altmetalle	471	17.2.2	Arbeitsschritte des Otto-Zweitakt- motors	495
14.3.4	Hautschutz	471	17.3	Motorsteuerung	496
15	Werkzeuge	472	17.4	Motorschmierung	497
16	Produktsicherheit	479	17.4.1	Mischungsschmierung	497
16.1	Benutzerinformation für Gebrauchsgüter	479	17.4.2	Frischölschmierung	498
16.1.1	Informationspflicht	479	17.4.3	Druckumlaufschmierung	498
16.1.2	Informationsinhalte	479	17.4.4	Trockensumpfschmierung	498
16.1.3	Informationsfehler	479	17.5	Motorkühlung	498
16.2	Gewährleistung	480	17.5.1	Luftkühlung	498
16.2.1	Sachmangel	480	17.5.2	Flüssigkeitskühlung	499
16.2.2	Beweislastumkehr	480	17.6	Betriebsstoffe	499
16.3	Haftung	480	17.6.1	Kraftstoffe	499
16.3.1	Haftungsansprüche	480	17.6.2	Schmierstoffe	500
16.3.2	Zivilrechtliche Produzentenhaftung	481	17.7	Zündung	500
16.4	Garantie und Kulanz	481	17.7.1	Zündkerze	501
16.5	Normen	482	17.7.2	Erzeugung des Zündfunken	501
16.5.1	Das DIN	482	17.8	Gemischtaufbereitung	502
16.5.2	Normungsarbeit	482	17.8.1	Vergaser	502
16.5.3	Sicherheitsnormen Fahrrad	482	17.8.2	Einspritzanlage	504
16.6	Gesetzliche Vorschriften Fahrrad	483	17.9	Abgasanlage	504
16.6.1	Die StVZO	483	18	Wirtschaftskunde	505
16.6.2	Bauvorschriften Fahrrad	484	18.1	Grundlagen der Wirtschaftskunde	505
16.6.3	Typprüfung Fahrrad	484	18.1.1	Bedürfnisse	505
16.7	Sicherheitstechnische Untersuchungen	484	18.1.2	Wirtschaften	505
16.7.1	Betriebslasten	484	18.2	Der Betrieb	506
16.7.2	Betriebslastenermittlungen	485	18.2.1	Merkmale der Unternehmung	506
16.7.3	Messfahrten und Labormessungen	486	18.2.2	Rechtsformen	506
16.7.4	Prüfgrundlagen	486	18.2.3	Organisation eines Betriebes	507
16.7.5	Testverfahren, Testeinrichtungen	486	18.2.4	Lagerhaltung	507
16.8	Schadensbegutachtung	490	18.2.5	Kalkulation	508
16.8.1	Sach- und Körperschäden	490	18.3	Der Markt	509
16.8.2	Produkt- und Instruktionsfehler	490	18.3.1	Markt und Wettbewerb	509
16.8.3	Gerichts- und Privatgutachten	490	18.3.2	Marketinginstrumente	510
16.9	Risiken	490	18.4	Der Verkauf	510
16.10	Produktsicherheit Elektrofahrrad	491	18.4.1	Der Kunde	510
17	Antriebssysteme mit Verbrennungsmotoren	492	18.4.2	Verkaufsgespräche	511
17.1	Otto-Viertaktmotor	492	18.4.3	Werkstattorganisation	512
17.1.1	Arbeitsschritte des Otto-Viertakt- motors	492	18.4.4	Die Ware	513
17.1.2	Aufbau des Otto-Viertaktmotors	493	18.4.5	Der Kaufvertrag	514
17.2	Otto-Zweitaktmotor	495	18.4.6	Zahlungsverkehr	515
17.2.1	Aufbau des Otto-Zweitaktmotors	495	18.4.7	Warenpräsentation	516
			19	Sponsoren	517
			20	Sachwortverzeichnis	530