



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Kraftfahrzeugtechnik

Fachkunde Fahrradtechnik

8. Auflage

Bearbeitet von Gewerbelehrern, Ingenieuren, Sachverständigen und
Zweiradmechanikermeistern

Lektorat: Jens Leiner, Bremen

Verlag Europa-Lehrmittel · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 22917

Autoren der Fachkunde Fahrradtechnik

Brust, Ernst	Schweinfurt
Gressmann, Michael	Borken (He)
Herkendell, Franz	Bonn
Leiner, Jens	Bremen
Lessing, Hans-Erhard	Koblenz
Muschweck, Oliver	Feucht

Leitung des Arbeitskreises und Lektorat

Jens Leiner

Bildbearbeitung

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, 73760 Ostfildern
Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar

Der Verlag und die Autoren bedanken sich bei Herrn Dipl.-Ing. Robert Bastian, Herrn Martin Hillmeier, Herrn Dipl.-Ing. Thomas Mertin und Herrn Dipl.-Ing. Dirk Zedler für hilfreiche Anregungen und Korrekturen. Für die 8. Auflage geht der Dank zusätzlich an die Herren Gregor Arndt, Arif Dylgjeri, Jens Herrmann, Jakob Mühl dorfer, Francesco Musso, Andreas Oehler, Markus Schmid und Frank Warnecke.

Folgende Institutionen halfen mit Informationen bei der Erstellung des Buches:

- AVK Industrievereinigung verstärkte Kunststoffe e. V., Frankfurt a. M.
- Freudenberg Simrit GmbH & Co. KG, Weinheim
- Gesellschaft Tribologie e. V., Aachen
- Klüber Lubrication KG, München
- schaeffler technologies GmbH & Co KG, Herzogenaurach
- Toho Tenax Europe GmbH, Neustadt/Weinstraße

8. Auflage 2023

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-7585-2226-0

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2023 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar

Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfotos: SON Nabendynamo, Wilfried Schmidt Maschinenbau, Tübingen,
SUPERNOVA DESIGN GmbH, Gundelfingen und Specialized Germany GmbH, Holzkirchen-Föching
Druck: Himmer GmbH, 86167 Augsburg

Vorwort zur 8. Auflage

Die „Fachkunde Fahrradtechnik“, vermittelt die wesentlichen Fachkenntnisse, die für die betriebliche Ausbildung der Zweiradberufe notwendig sind. Daneben dient das „Tabellenbuch Fahrradtechnik“ aus dem gleichen Verlag als Nachschlagewerk von Daten und Fakten rund um alle Fahrrad-Sachgebiete. Zur Vertiefung von Kenntnissen von motorisierten Zweirädern wird auf die Bücher „Fachwissen E-Bike“ und „Fachkunde Motorradtechnik“ verwiesen.

Das vorliegende Fachbuch begleitet die Auszubildenden während ihrer Ausbildung. Es ist aber auch für den zukünftigen Meister und Servicetechniker ein wichtiger Begleiter in Theorie und Praxis und sollte als Nachschlagewerk in keiner Werkstattbibliothek des Zweiradhandwerks fehlen. Ebenso wird der interessierte Laie in dem Buch eine Menge von Hilfen und Anregungen für sein Hobby finden.

Für die **neue Auflage** erfuhren drei Kapitel eine Überarbeitung. Diese Überarbeitung war notwendig, um dem aktuellen Stand des Wissens gerecht zu werden und um überholte Lehrmeinungen innerhalb der Fahrradbranche zu korrigieren:

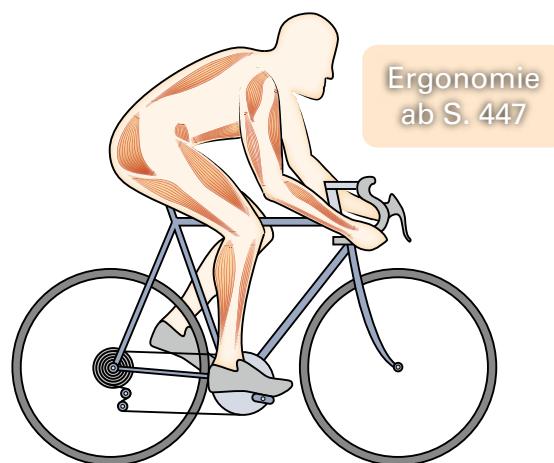
Das **Kapitel 1 „Technische Grundlagen“** ist vollständig neu gestaltet. Es ist in seiner Struktur an der Systematik des Maschinenbaus orientiert. Dazu wurden die Darstellung der Fertigungs-, Werkstoff- und Maschinentechnik in vielen Bereichen ergänzt und neu geordnet. Auch wurden Themen der Fertigungstechnik (Umformverfahren wie Walzen und Ziehen, Fügeverfahren wie Schweißen, Löten und Kleben) und Werkstofftechnik (Carbonfaserverstärkte Kunststoffe) aus dem Kapitel „Fahrwerk“ aufgenommen.

Das **Kapitel 4 „Fahrwerk“** ist von den oben genannten Inhalten entlastet. Dafür ist die Fahrwerksgeometrie detaillierter dargestellt. Die Abschnitte Lenksystem und Sitzsystem sind ebenfalls vollständig neu erstellt und erweitert.

Der Umfang des **Kapitels 8 „Beleuchtungsanlage“** vergrößerte sich durch die vollständige Überarbeitung von 17 auf 29 Seiten. Es beginnt ab dieser Auflage mit einer ausführlichen Erläuterung der Vermessung der Lichts, der Fotometrie, um das Verständnis für dessen Maßeinheiten zu verbessern.

Wenn im vorliegenden Fachbuch die Rede von Radfahrer, Benutzer, Techniker und Auszubildender ist, ist auch immer die weibliche Form gemeint.

Wenn Sie mithelfen möchten, dieses Buch für die kommenden Auflagen zu verbessern, schreiben Sie uns unter lektorat@europa-lehrmittel.de. Ihre Hinweise und Verbesserungsvorschläge nehmen wir gern auf.

Quick-Finder

1	Technische Grundlagen			
1.1	Größen und Einheiten	9	1.6.4 Verschleiß	121
1.2	Messtechnik	9	1.6.5 Tribochemische Reaktionen	124
1.2.1	Grundbegriffe, Definitionen	11	1.7 Korrosion	129
1.2.2	Prüfmittel	11	1.8 Elektrotechnik	132
1.2.3	Messabweichungen	12	1.8.1 Elektrische Spannung	132
1.3	Fertigungstechnik	17	1.8.2 Elektrischer Strom	132
1.3.1	Urformen	18	1.8.3 Elektrischer Widerstand	134
1.3.2	Umformen	18	1.8.4 Elektrische Leistung	134
1.3.3	Trennen	19	1.8.5 Elektrische Arbeit	135
1.3.4	Fügen	24	1.8.6 Messen elektrischer Größen	135
1.3.4.1	Kraftschlüssiges Fügen	36	1.8.7 Elektrische Schaltungen	136
1.3.4.2	Formschlüssiges Fügen	36	1.8.8 Elektrische Bauelemente	137
1.3.4.3	Stoffschlüssiges Fügen	39	1.9 Steuerungs- und Regelungstechnik	141
1.3.5	Beschichten	41	1.9.1 Steuerung	141
1.3.6	Ändern der Stoffeigenschaft	51	1.9.2 Regelung	142
1.4	Werkstofftechnik	54	1.9.3 EVA-Prinzip	142
1.4.1	Werkstoffeigenschaften	58	1.9.4 Vergleich von Steuerung und Regelung	143
1.4.2	Festigkeitsberechnung	61		
1.4.3	Einteilung der Werkstoffe	67		
1.4.4	Stahl	67	2 Geschichte des Fahrrades	144
1.4.5	Aluminium	68	3 Fahrradbauarten	147
1.4.6	Titan	69	3.1 Alltagsfahrräder	147
1.4.7	Magnesium	72	3.2 Sportfahrräder	151
1.4.8	Kupfer, Messing, Bronze	73	3.3 Sessel- und Liegefahrräder	158
1.4.9	Kunststoffe	73	3.4 Lastenfahrräder	162
1.4.9.1	Thermoplaste	74	3.5 Kinderfahrräder	163
1.4.9.2	Duroplaste	76	3.6 Mehrpersonenfahrräder	164
1.4.9.3	Elastomere	77	3.7 Show-Bikes	166
1.4.9.4	Verbundwerkstoffe	78	3.8 Weitere Bauarten	167
1.4.9.5	Herstellen von CFK-Bauteilen	82	3.8.1 Minivelo	167
1.4.9.6	CFK-Schäden und -prüfverfahren	86	3.8.2 Tallbike	167
1.4.10	Natürliche Werkstoffe	96	3.8.3 Dreirad, Handtrike	168
1.5	Maschinentechnik	98	3.8.4 Knicklenker	169
1.5.1	Gewinde, Schrauben	99	3.8.5 Roller	169
1.5.2	Niete, Bolzen, Stifte	104	3.8.6 Tretroller, Wipptroller	170
1.5.3	Muffen	105	3.8.7 Laufmaschinen	171
1.5.4	Achsen, Wellen, Gelenkbolzen	106	3.8.8 Schienenfahrräder	171
1.5.5	Lager	107		
1.5.6	Dichtungen	108	4 Fahrwerk	172
1.5.7	Seile, Seilzüge	110	4.1 Kräfte und Momente am Fahrradrahmen	172
1.5.8	Ketten, Riemen, Zahnräder	111	4.1.1 Kräfte in der Rahmenebene	172
1.5.9	Getriebe	113	4.1.2 Laterale Kräfte	174
1.5.10	Kupplungen	114	4.1.3 Biegemomente	174
1.5.11	Gesperre	116	4.2 Rahmenbauarten	175
1.5.12	Schaltwerk, Verstelleinrichtung	116	4.3 Rahmengeometrie	178
1.6	Tribologie und Verschleiß	117	4.3.1 Rahmenhöhe und -länge	179
1.6.1	Tribologisches System	117	4.3.2 Sitzhöhe, Sattelhöhe, Sattellängs- position und Sattelrohrwinkel	181
1.6.2	Reibung	118	4.3.3 Radstand, Systemschwerpunkt und Fußfreiheit	182
1.6.3	Oberflächen metallischer Bauteile	121		

4.3.4	Kurbellagerhöhe und Bodenfreiheit	184	5.5.6	Nabenklemmung	278
4.3.5	Lenkachswinkel, Gabelversatz, Nachlauf	185	5.6	Felgen	280
4.3.6	Bauelemente an Rahmen und Gabel	189	5.6.1	Reifenaufnahme	280
4.4	ISO-Rahmentest	192	5.6.2	Felgenprofile	281
4.5	Werkstattkontrolle von Rahmen und Gabeln	193	5.6.3	Werkstoffe und Herstellung von Felgen	284
4.6	Lenksystem	196	5.6.4	Felgenbohrungen	284
4.6.1	Gabel	196	5.6.5	Felge als Bremsscheibe	285
4.6.2	Lenkungslager	199	5.7	Vorgespannte Speichen	286
4.6.3	Vorbau	205	5.7.1	Material, Herstellung	286
4.6.4	Lenker	208	5.7.2	Speichenbauarten	287
4.7	Sitzsystem	215	5.7.3	Speichennippel	289
4.7.1	Sattel	215	5.7.4	Speichenbelastung	290
4.7.2	Sattelstütze	218	5.7.5	Einspeicharten	292
4.7.3	Federung im Sitzsystem	223	5.7.6	Speichenlänge	296
4.7.4	Sessel und Liegen	226	5.7.7	Einspeichverfahren	297
4.8	Federung und Dämpfung	227	5.7.8	Spannen und Zentrieren	299
4.8.1	Aufgaben der Federung	227	5.7.9	Korrosion an Speichen und Nippel	302
4.8.2	Das ungefederte Fahrrad	227	5.7.10	Speichen binden und verlöten	302
4.8.3	Elemente der Federung und Dämpfung	229	5.7.11	Fachgerechter Radbau	303
4.8.4	Federung	230	5.7.12	Systemräder	303
4.8.5	Dämpfung	234	5.8	Reifen	304
4.8.6	Feder-Dämpfertechnologie	238	5.8.1	Reifenaufbau	304
4.8.7	Ausführungen von Federungen	245	5.8.2	Vulkanisieren	306
4.8.8	Physik der Fahrradfederung	252	5.8.3	Bauarten von Reifen	306
5	Räder	259	5.8.4	Kraftübertragung des Reifens	310
5.1	Scheibenrad	259	5.8.5	Reifenschlauch	313
5.2	Ungespanntes Speichenrad (Druckspeichenrad)	260	5.8.6	Felgenband	314
5.3	Vorgespanntes Speichenrad (Zugspeichenrad)	261	5.8.7	Schlauch- und Reifenreparatur	314
5.3.1	Kräfte am vorgespannten Rad	261	5.8.8	Fahrradventile	315
5.3.2	Radiale Kräfte	261	5.8.9	Größenbezeichnungen von Reifen	317
5.3.3	Tordierende Kräfte	263	5.8.10	Reifendruck und Karkassenspannung	319
5.3.4	Laterale Kräfte	264	5.8.11	Rolleigenschaften von Reifen	321
5.3.5	Zusammenfassung der Kräfte	265	6	Antrieb	324
5.3.6	Steifigkeit eines Rades	266	6.1	Pedalbewegungen	324
5.4	Vorschriften und Prüfverfahren (EN ISO 4210)	267	6.2	Kurbelsatz	324
5.5	Naben	268	6.2.1	Verbindung Kurbel-Kurbelwelle	324
5.5.1	Naben ohne Zusatzeinrichtungen	268	6.2.2	Kurbellager (Innenlager)	326
5.5.2	Antriebsnaben	268	6.2.3	Kurbeln und Kettenräder	328
5.5.2.1	Ritzel	268	6.2.4	Kurbellänge	330
5.5.2.2	Freilaufkupplungen	270	6.2.5	Trittweite	330
5.5.2.3	Antriebsvarianten	273	6.2.6	Kettenlinie	331
5.5.3	Nabenflansch	274	6.3	Pedale	332
5.5.4	Nabenlagerung	276	6.3.1	Pedalgewinde	332
5.5.5	Nabenabdichtung	278	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	9.3	Kindersitze	435
6.4.4	Kettenlänge bei Kettenschaltungen	340	9.4	Fahrradständer	436
6.5	Zahnriemen	342	9.5	Glocke	437
6.6	Fahrradschaltungen	344	9.6	Luftpumpe	438
6.6.1	Nabenschaltungen	344	9.7	Fahrradschlösser	439
6.6.2	Kettenschaltungen	362	9.8	Anhänger	440
6.6.3	Schalthebel	367	9.9	Fahrradcomputer	441
6.6.4	Weitere Schaltsysteme	370	9.10	Elektrische Spannungsversorgung für Mobilgeräte	443
7	Bremsen	375	9.11	GPS-Navigation	443
7.1	Vorschriften	375	9.12	Helm	445
7.1.1	Gesetzliche Vorschriften	375	9.13	Sicherheitszelle	446
7.1.2	Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfungen	375	10	Ergonomie und Anpassung	447
7.1.3	Kraftübertragung und Übersetzungsverhältnis	377	10.1	Anpassungsbereich	447
7.2	Bauarten von Bremsen	379	10.2	Anpassungsmethoden	448
7.2.1	Felgenbremsen	379	10.3	Messmethoden	450
7.2.2	Nabenbremsen	390	10.4	Sitzpositionen	451
8	Beleuchtungsanlage	403	10.4.1	Fachbegriffe, Definitionen und Kennlinien	451
8.1	Gesetzliche Grundlagen	403	10.4.2	Sitzhöhe	452
8.2	Fotometrie	406	10.4.3	Oberkörperhaltungen	454
8.2.1	Elektromagnetische Wellen und Licht	406	10.5	Kontaktpunkte am Fahrrad	457
8.2.2	Strahlungsleistung und Lichtstrom	407	10.5.1	Kontaktpunkt Pedal	457
8.2.3	Lichtstärke	407	10.5.2	Kontaktpunkt Sattel	459
8.2.4	Beleuchtungsstärke	408	10.5.3	Kontaktpunkt Lenker	460
8.2.5	Leuchtdichte	408	10.6	Auswahl der Rahmenhöhe	462
8.2.6	Farbtemperatur	409	10.7	Probefahrt im Fachhandel	463
8.2.7	Farbwiedergabe	409	10.8	Beinmuskeln als Motor	463
8.3	Bereitstellung elektrischer Energie	410	11	Fahrmechanik	466
8.3.1	Spannungserzeugung durch Induktion	410	11.1	Masse, Trägheit und Gewicht	466
8.3.2	Generator – innerer Aufbau	411	11.2	Kraft und Gegenkraft	468
8.3.3	Antriebe von Generatoren	415	11.3	Reibungskräfte	468
8.3.4	Ladeadapter	419	11.3.1	Haftreibung	469
8.4	Lichtquellen	420	11.3.2	Gleitreibung	469
8.4.1	Glühlampen	420	11.3.3	Rollreibung	470
8.4.2	Leuchtdioden	421	11.4	Schlupf	470
8.5	Beleuchtung	423	11.5	Gleichgewicht	471
8.5.1	Frontleuchte (Scheinwerfer)	423	11.5.1	Labiles Gleichgewicht	471
8.5.2	Heckleuchte (Schlussleuchte)	426	11.5.2	Dynamisches Gleichgewicht	471
8.5.3	Standlicht	426	11.6	Kurvenfahrt	471
8.5.4	Batteriebeleuchtung	427	11.7	Kreiselkräfte	473
8.5.5	Generatorleuchte	427	11.8	Lenksystem	475
8.5.6	Rückstrahler	428	11.9	Bremsen	478
8.5.7	Elektrische Leitungen	428	11.9.1	Grundlagen Bremsen	478
8.6	Fehlersuche in der Beleuchtungs- anlage	430	11.9.2	Überschlagsgefahr	479
9	Zubehör	432	11.9.3	Bremsen in der Kurve	480
9.1	Schutzblech und Kettenschutz	432	12	Oberflächenschutz	481
9.2	Gepäckträger	433	12.1	Lacke	481
			12.2	Beschichtungsverfahren	481