



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Kraftfahrzeugtechnik

Tabellenbuch Fahrradtechnik

Bearbeitet von Gewerbelehrern, Ingenieuren und Sachverständigen

Lektorat: Dipl. Ing. Michael Gressmann, Borken (Hessen)

8. Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL • Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 • 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 23315

Autoren: Gressmann, Michael
Herkendell, Franz
Brust, Ernst
Herrmann, Jens
Leiner, Jens

Borken (Hessen)
Bonn
Schweinfurt
Dresden
Bremen

Unter Mitwirkung der Arbeitskreise „Tabellenbuch Metall“, „Tabellenbuch für Metallbau-technik“ sowie „Tabellenbuch Kraftfahrzeugtechnik“

Leitung des Arbeitskreises und Lektorat: Michael Gressmann

Bildbearbeitung: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar

Betreuung der Bildbearbeitung: Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Österreichische Normen, Gesetze und Verordnungen sind im Footer auf www.fs-fachbuch.at verlinkt.

8. Auflage 2025

Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-7585-2407-3

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

© 2025 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: Specialized Germany GmbH, Holzkirchen-Foching; Brose Antriebstechnik GmbH und Co., Berlin

Druck: optimal media GmbH, 17207 Röbel/Müritz

Das **Tabellenbuch Fahrradtechnik** ergänzt und erweitert das Lehr- und Fachbuchangebot des Verlages im Bereich Fahrrad- und E-Biketchnik. Es soll den Auszubildenden eine Hilfestellung bei Klassenarbeiten und in Zwischen- und Abschlussprüfungen sein.

Es dient als Nachschlagewerk für alle Sachgebiete rund um das Fahrrad und E-Bike:

- Mathematik und Physik
- Werkstoffe
- Gewinde
- Gangschaltung
- Bremse
- Elektrik und Licht
- Wartung und Pflege
- Formelsammlung
- Fahrradbauarten
- Rahmen
- Lager
- Räder und Reifen
- Federung
- Vermessung und Ergonomie

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Formelsammlung um die Fachgebiete Magnetismus, Gleichstrom-Elektromotoren und Akkutechnik. Die Fachbegriffe zum Elektrofahrrad wurden auf den aktuellen Stand gebracht.

Eine ausführliche Vokabelsammlung Englisch-Deutsch und Deutsch-Englisch mit allen Fachbegriffen der Fahrradtechnik und eine umfangreiche Sammlung von Fachbegriffen erleichtern die Lektüre von Prospekten, Werkstatthandbüchern und Bedienungsanleitungen. In dem Kapitel „Werkstatt und Verkauf“ sind die Arbeitswerte (AW) für Fahrräder und E-Bikes auf den aktuellen Stand gebracht.

In der vorliegenden **8. Auflage** ist das Kapitel „Elektrofahrräder“ umfassend erweitert. Neu aufgenommen sind Kennfelder von Nabenmotoren und die Fahrcharakteristik von Mittelmotoren. Die E-Bike-Fachbegriffe sind getrennt nach Antrieb und Energieversorgung aufgeführt und durch eine Liste aktueller Abkürzungen ergänzt.

Der Schwerpunkt bleibt weiterhin die traditionelle Fahrradtechnik. Neu aufgenommen, erweitert und aktualisiert wurden die Themen Getriebeschaltungen, Gebrauchsklassifizierung von Fahrrädern nach DIN 17406, Fahrradketten, Prüfverfahren für Bremsverzögerungen und die neuen gesetzlichen Bestimmungen für Fahrtrichtungsanzeiger und Kurvenlicht.

Der Verlag und die Autoren bedanken sich für Rückmeldungen und Verbesserungsvorschläge aus Industrie, Handwerk, Handel und Schule (Hinweise bitte an lektorat@europa-lehrmittel.de).

Autoren und Verlag

Sommer 2025

Mathematik/
Physik/Technik

M

Technologie

T

Bauteile
Zubehör
Gewinde
Anziehmomente

B

Elektrofahrräder

E

Fahrradtypen

F

Komponenten

K

Vermessung
Ergonomie

V

Allgemeines
Reinigung und Pflege
Werkstatt und Verkauf
Normen, Vorschriften,
Gesetze, Vokabeln

A

Der Verlag und die Autoren bedanken sich bei den aufgeführten Firmen und Institutionen für die Bereitstellung von Bild- und Informationsmaterial.

ADFC

Bremen

AVK Industrievereinigung**verstärkte Kunststoffe e.V.**

Frankfurt/Main

**BAM Bundesanstalt für Material-
forschung und -prüfung**

Berlin

Basta Deutschland

Schwerte

Bernds GmbH

Überlingen

Bike-Components.de

Aachen

Brose Antriebstechnik GmbH

Berlin

**Bundesinnungsverband für das
deutsche Zweiradmechaniker-
Handwerk**

Bonn

Busch & Müller

Meinerzhagen

Cannondale Europe B.V.

Allschwil BL (Schweiz)

Continental

Korbach

Croozer GmbH

Köln

EFBe Prüftechnik GmbH

Waltrop

ExtraEnergy e.V.

Tanna

Felt Bikes

Edeweicht

**GfT Gesellschaft für Tribologie
e.V.**

Aachen

Go-One Beyss Leichtfahrzeuge

Straelen

Grofa GmbH

Bad Camberg

Hase Spezialräder GmbH

Waltrop

HP Velotechnik

Kriftel

Humpert

Wickede/Ruhr

Handwerkskammer Rhein-Main

Frankfurt/M

Heinzmann GmbH

Schönau

Magura

Bad Urach

NC-17

Frechen

OTOUPALÍK-Bikes Radball- und**Kunsträder**

Kuřim (Tschechien)

Ottozeus GmbH

Zorneding

Paul Lange & Co.

Stuttgart

Puky GmbH & Co. KG

Wülfrath

Riese & Müller

Darmstadt

Robert Bosch GmbH

Reutlingen

Rohloff AG

Fuldatal

Ruderer Klebetechnik GmbH

Zorneding

**R&G Faserverbundwerkstoffe
GmbH**

Waldenbuch

Sapim

Wilrijk (Belgien)

Schaeffler GmbH

Schweinfurt

Schaeffler Technologies

Herzogenaurach

Schindelhauer

Berlin

Schmidt Maschinenbau (SON)

Tübingen

Schwalbe (R. Bohle)

Reichshof

Shimano (Paul Lange & Co.)

Stuttgart

Shock Service Center

Rodalben

Sigma

Neustadt/Weinstraße

SQlab GmbH

Taufkirchen

SRAM

Schweinfurt

**Stadt Bonn Amt für Abfall-
wirtschaft**

Bonn

Utopia Velo GmbH

Saarbrücken

Velodata

Stolberg

Velotech.de

Schweinfurt

velotraum

Weil der Stadt

Verlag Delius Klasing

Bielefeld

W. Schmitt

Tübingen

Windmeile GmbH

München

Wulfhorst

Gütersloh

ZF Friedrichshafen AG

Friedrichshafen

Zweirad-Industrie-Verband (ZIV)

Bad Soden am Taunus

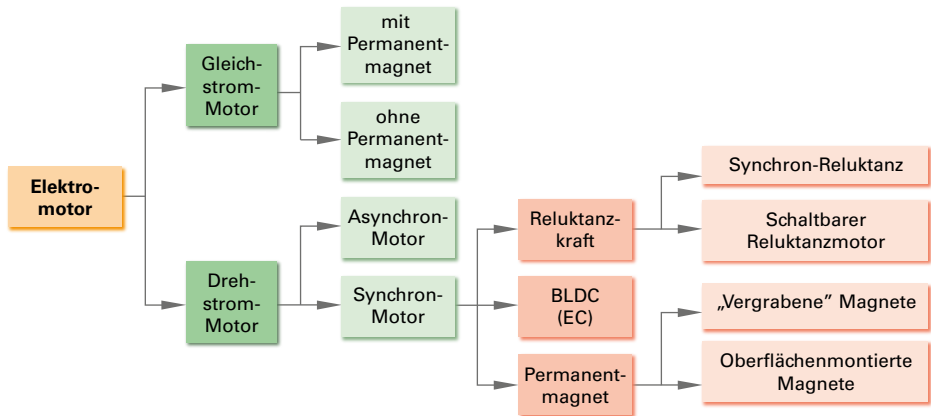
M Mathematik/Physik/Technik	
Zahlentabellen	8
Winkelfunktionen	9
Rechenregeln	11
Zeichen und Umrechnungen	21
Einheiten und Größen	22
Formelsammlung	26
T Technologie	
Werkstoffe	53
Stoffwerte	53
Stahl- und Stahllegierungen	55
Stahlrohre	69
Stahlsorten im Fahrradbau	70
Wärmebehandlung	71
Schwermetalle	75
Aluminium	76
Aluminiumrohre	78
Titan	79
Magnesium, Beryllium, Scandium	80
Zugfestigkeit, E-Modul	81
Faserverbundwerkstoffe	82
CFK-Schäden	88
CFK-Werkstoffprüfung	89
Kunststoffe	90
Werkstoffprüfung	96
Kunststoffe	96
Metalle	97
Zugversuch	97
Härteprüfung	98
Kerbschlagbiegeversuch	101
Scherversuch	101
Dauerschwingversuch	102
Wöhlerkurve	103
Schleiffunkenbilder	104
Festigkeitslehre	105
Festigkeit und Steifigkeit	105
Zulässige Spannungen	106
Belastungen und Beanspruchungen	107
Flächenmomente	108
Gestaltfestigkeit	110
Kerbwirkung	110
Korrosion	112
Korrosionsarten	112
Elektrochemische Spannungsreihe	112
Korrosionsschutz	113
Tribologie	114
Tribologisches System	114
Reibung	117
Verschleiß	120
Fertigungsverfahren	125
Bohren	125
Reiben	126
Gewindebohren- und schneiden	127
Sägen, Feilen, Schleifen	128
Drehen	129
Biegen	130
Weichlöten	132
Hartlöten	133
Gasschmelzschweißen	134
Lichtbogenhandschweißen	135
Schutzgasschweißen	137
Nahtformen, Nahtarten	139
Brennschneiden	139
Kleben	140
Passungen und Toleranzen	144
Grenzmaße	144
Passungssysteme	145
Allgemeintoleranzen	145
Einheitsbohrung, Einheitswelle	146
B Bauteile	
Lager	148
Gleitlager	148
Wälzlager	150
Rillenkugellager am Fahrrad	152
Nadellager	154
Lagerkugelgrößen, Fahrrad	154
Schrauben	155
Schraubenarten	155

Torxschrauben	156	Bauteiletausch Pedelec 25	224
Festigkeitsklassen von Schrauben	157	Bauteiletausch Pedelec 45	225
Mindesteinschraubtiefen	157	Elektrokleinstfahrzeuge	226
Sechskantschrauben	158		
Zylinderschrauben	159	F Fahrräder	
Senkschrauben	160	Fahrradbauarten	227
Blechschrauben	161	Gebrauchsklassifizierung	234
Muttern	163	Fahrradanhänger	236
Mutternarten	163	Fachbegriffe Fahrrad	237
Festigkeitsklassen von Muttern	164	Messblatt Fahrrad	249
Sechskantmutter, Splinte	165		
Schraubensicherungen	166	K Komponenten	
Scheiben	169	Terminologie Rahmen/Gabel	251
Stifte, Bolzen	170	Rahmenhöhe, Rahmenkräfte	254
Keile, Scheibenfedern	173	Rahmengeometrie, (Auswahl)	255
Dichtelemente	173	Bodenfreiheit, Fußfreiheit	256
Blindniete	175	Rahmeneigenschaften	258
Druckfedern	176	Lenker	260
Schraubenfeder, Gasfeder	177	Lenkparameter	264
Gewinde	178	Gabel	265
Gewindeeinsätze	178	Steuersatz	266
Schraubendreher	179	Naben, Einbaumaß	270
Schlüsselweite	179	Nabenarten	271
Reibungszahlen für Gewinde	181	Tretlager/Innenlager	272
Anziehungsmomente, Vorspannkräfte	182	Federung	276
Anziehungsmomente von Stahlschrauben	184	Getriebe	281
Gewinde im Fahrradbau	185	Planetengetriebe	283
Fahrradgewinde DIN 79012	187	Fahrradketten	286
Britische Gewinde	188	Kettenblatt	288
Metrische ISO-Gewinde	189	Kettenlinie	292
Rohrgewinde	190	Zahnriemen	295
Anziehungsmomente, Fahrradteile	191	Ritzel	296
		Q-Faktor	297
E Elektrofahrräder		Übersetzungen, Kettenschaltungen	298
Gliederung	195	Entfaltung, Nabenschaltungen	301
EU-Richtlinie	198	Vergleich von Fahrradschaltungen	306
Abkürzungsverzeichnis	199	Kettenwerfer, Umwerfer	314
Motoren	201	Schaltwerk, Schalthebel	315
Akkumulatoren	213	Bremse	316
Fachbegriffe Antrieb	215	Hydraulische Bremse	320
Fachbegriffe Akkumulator	220		

Scheibenbremse	323	Werkstatt und Verkauf	395
Reifen	326	Kennzeichnung von Gasflaschen	395
Rollwiderstand	332	Sicherheitskennzeichen	396
Felgen	335	Hautschutz	398
Felgenband	340	Abfallbeseitigung	399
Fahrradventile	341	Werkzeugsatz	401
Speichen	342	Checkliste Fahrraddurchsicht	402
Speichenspannung	347	Checkliste Fahrradinspektion	403
Elektrik, Schaltzeichen	348	Werkstattkontrollbogen	404
Dynamobauarten	350	Reparaturauftrag	405
Reflektoren	354	Arbeitswerte Fahrrad und E-Bike	406
Rücklichter	355	Zuschlagskalkulation	414
Scheinwerfer	356	Adressen	415
Glühlampen	357	Fahrradmuseen	415
Kurvenlicht und Fahrtrichtungsanzeiger	359	Berufsverbände, Schulen	416
Lichttechnische Vorschriften	360	Vorschriften und Gesetze	418
V Vermessung, Ergonomie		Verkehrszeichen für Radfahrer	418
Luftwiderstand	362	Vorschriften Radverkehr	421
Sitzgeometrie und Fahrradmaße	363	Verwarnungs- und Bußgelder	422
Messblatt Fahrer	365	Vorschriften für Radfahrer	423
Körpermaße	366	Radfahren mit Kindern	426
Positionsmaße	367	Checklisten	430
Tretkurbellänge	368	Checkliste E-Scooter	430
Rahmenhöhe	369	Maschinenverordnung	431
Sitzlänge	372	Benutzerinformation	432
Stack to Reach	373	Unfallerfassung	433
Sattel, Becken	373	Unfallursachen	434
Fußstellung	375	Fahrradrelevante Normen	435
Hand	377	Normen E-Bike und Akkutechnik	437
Rücken, Sitzen	379	Übersetzungsbeschränkungen im Radrennsport	440
Arbeit, Leistung, Energie	381	Reglement der UCI	441
Fachbegriffe Ergonomie	383	Vokabeln	445
A Allgemeines		Fachterminologie Englisch-Deutsch	445
Reinigungs- und Konservierungsmittel	384	Fachterminologie Deutsch-Englisch	452
Schmierstoffe	385	Fachbegriffe Fahrrad in 6 Sprachen	459
Schmierfette	390	Sachwortverzeichnis	461
Pasten, Sprays	392	Bildquellenverzeichnis	463

ZF Bike Eco System CentriXr

- Nennspannung 48 V
- Drehmoment 75/90 Nm
- Spitzenleistung 450/600 W
- Dauerleistung 250 W
- Motorgewicht ca. 2,5 Kg
- Einbaumaß 88 x 118 mm
- Akku 504/756 Wh
- Akku entnehmbar



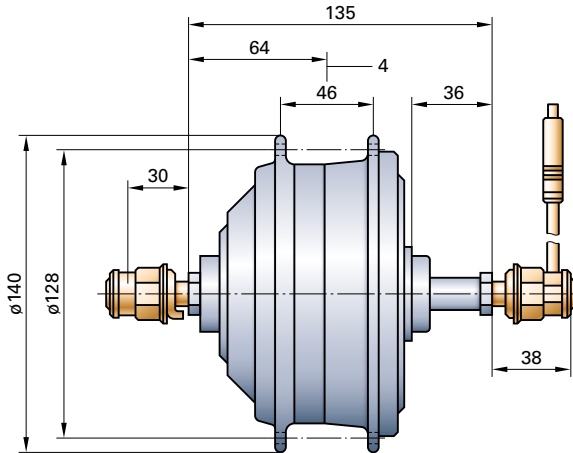
E-Bike Motoren (Auswahl)

Hersteller	Motorart: Mittelmotor M, Heckmotor H, Frontmotor F, Nabenschaltung N, Kettenschaltung K	Leistung (W)	Max. Drehmoment (Nm)	Unterstützung (%) Maximal: m	Akku-Kapazität (Wh)
Bosch Performance, Line SX Smart System	M, N, K	250	85	Turbo: 340 e-MTB: 140 - 340 Tour+: 60 - 340 Eco: 60	300, 400, 500, 625, 1250
Brose Drive3 Peak	M	250	95	m 410	814
Shimano Steps EP 801	M, N, K	250	85	m 400	418, 504, 630
Shimano Steps EP 801 Cargo Antrieb	M, N, K	250	86	m 400	-
TQ-HPR 50	M, K	300	50	m 200	340
Yamaha PW-XM	M	250	85	-	Kompatibel mit allen gängigen Batterie- Größen
Specialized 1.2	M, K	250	85	m 320	500

Spezifikation eines Nabenmotors Quelle: Windmeile GmbH München

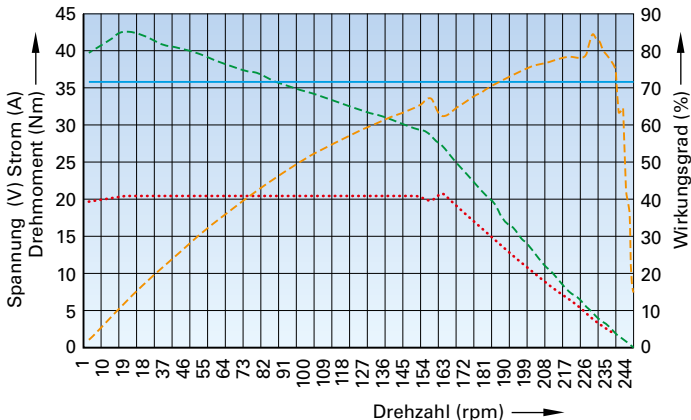
Nennspannung	36 V	Einbaubreite	135 mm	Hallsensoren	Ja
Nennleistung	250 W	Einbaulage	Hinterrad	Geschw.-sensor	Ja
Geschwindigkeit	25 km/h	Kabelführung	Rechts	Farbe	Silber o. Schwarz
Wirkungsgrad	83 %	Schraubkranz	6-7	Bremsen	Backen- u. Scheiben
Übersetzung	1 : 4,4	Felge	Hohlkammerfelge	Geräuschpegel	< 54 dB
Gewicht	3 kg	Speichenspez.	36H*13g	Schutzart	IP65

Maße in mm



Kennfeld

--- Drehmoment (Nm) — Spannung (V) Strom (A) - - - Wirkungsgrad (%)



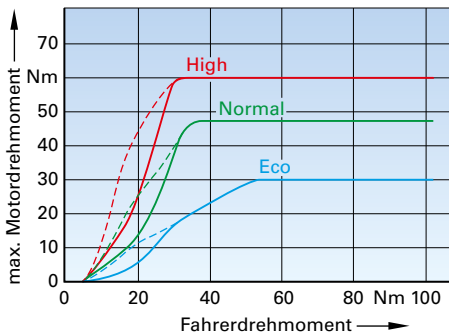
Unterstützungscharakteristik von E-Bike-Antrieben – Beispiel Shimano Steps Motor E6100 und E5000

Motor		E6100		E5000	
Fahrcharakteristik-Level (eingestellt mit E-TUBE-PROJECT)		Sportive	Comfort	Sportive	Comfort
Maximales Drehmoment		40 Nm	50 Nm	40 Nm	40 Nm
Schaltssystem	Inter-5E	60 Nm	50 Nm	40 Nm	40 Nm
	Nabenschaltung (außer Inter-5E)	50 Nm	50 Nm	40 Nm	40 Nm
	Kettenschaltung	50 Nm	50 Nm	40 Nm	40 Nm
Unterstützungsmodus	High	200 %	200 %	200 %	200 %
	Normal	125 %	100 %	125 %	100 %
	Eco	60 %	40 %	60 %	40 %

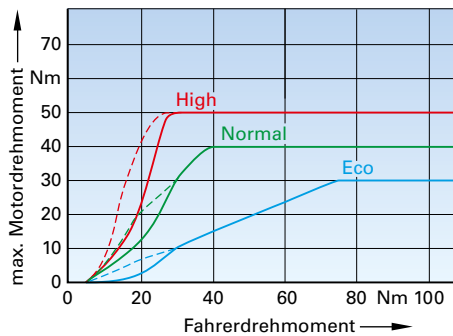
Maximales Drehmoment der Motorunterstützung/Eingangsdrehmoment im Verhältnis zur Tretkraft des Fahrers. Varianten der Unterstützungscharakteristik (über FTUBE-PROJECT Anwendung eingestellt)

Motor E6100

Fahrcharakteristik Sportive

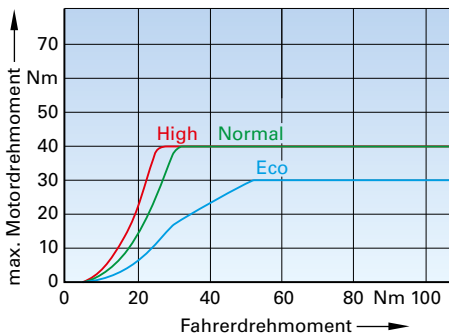


Fahrcharakteristik Comfort

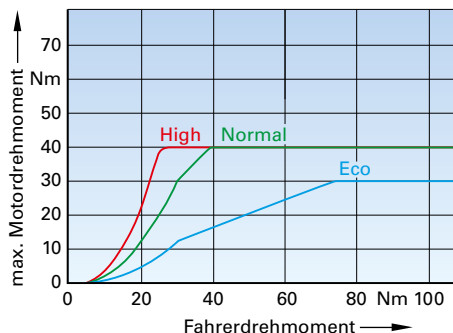


Motor E5000

Fahrcharakteristik Sportive



Fahrcharakteristik Comfort



Technische Daten Fahrrad Getriebemotor RN111–17PG10 CargoPower (www.heinzmann-electric-motors.com)							
Versorgungsspannung	36 V				48 V		
Nennleistung (abhängig vom Motorregler)	125 W	250 W	500 W	600 W	250 W	500 W	600 W
Nenn Drehzahl	200 min ⁻¹						
Nenn Drehmoment	5,95 Nm	11,9 Nm	23,8 Nm	31,0 Nm	11,9 Nm	23,8 Nm	31,0 Nm
Spitzendrehmoment	max. 113 Nm						
Spitzenleistung kurzzeitig ¹⁾	bis zu 950 W				bis zu 1350 W		
Schutzart	IP65						
Gewicht	5,1 kg						
Achslast max.	150 kg Vorderrad / 125 kg Hinterrad / 100 kg einseitige Aufhängung						
Technische Daten EC-Radnabenmotor Directpower (www.heinzmann-electric-motors.com)							
Motordaten	PRA 180-25			PRA 180-30			
Nennleistung	250 W			500 W			
Nenn Drehzahl	210 min ⁻¹			210 min ⁻¹			
Typische Höchstgeschwindigkeit ²⁾							
Radgröße 20"	25 km/h						
Radgröße 24"	32 km/h						
Radgröße 26"	34 km/h			35 km/h			
Radgröße 28"	37 km/h			38 km/h			
Nenn Drehmoment	11,4 Nm (S1)			22,7 Nm (S2, 30 min)			
Impulsmoment (Spitzenmoment)	60 Nm						
Gewicht	4,5 kg Vorderrad 4,7 kg Hinterrad			5,2 kg Vorderrad			
Kühlung	Fremdbelüftung > 5 m/s			Fremdbelüftung > 5 m/s			
Elektrische Daten							
Versorgungsspannung	36 VDC			36 VDC			
Motornennspannung	22,8 VAC			25 VAC			
Spannungskonstante	84,5 V/1000 min ⁻¹			89,7 V/1000 min ⁻¹			
Drehmomentkonstante	1,22 Nm/A			1,41 Nm/A			
Widerstand Phase-Phase	2,44 mΩ			250 mΩ			
Induktivität Phase-Phase	1,22 mH			0,82 mH			
Schutzart	IP54 ²⁾						
Sensorik							
Motorfeedback	Hall-Sensoren			Hall-Sensoren			
Temperatursensor	KTY84-130			KTY84-130			
¹⁾ Abweichende Leistungen oder Fahrgeschwindigkeiten möglich auf Anfrage.							
²⁾ IP = International Protection. 5 = Schutz gegen schädliche Staubablagerungen (u. a.), 4 = Schutz gegen starken Wasserstrahl (u. a.)							

Übersicht Akkumulatoren

Akkutyp	Energiedichte ¹⁾ Wh/kg	Leistungsdichte ²⁾ W/kg	Ladewirkungsgrad ³⁾ %	Besonderheiten
Blei	20 ... 40	100	60 ... 70	
Lithium-Ionen LiCoO ₂	120 ... 210		90	schnellladefähig, temperaturempfindlich
Lithium-Polymer LiPo	140 ... 180	bis 4000	90	Folienbauweise macht beliebige Bauformen möglich
Lithium-Mangan LiMnO ₂	120			
Lithium-Eisen-Phosphat LiFePO ₄	90 ... 130	1800	90	schnellladefähig, hochstromfähig ⁴⁾ , eigensicher, schwer
Lithium-Titanat LiTi	70 ... 90		90 ... 95	schnellladefähig
Lithium-Schwefel LiS	350 ... 400			Labortyp
Lithium-Luft	850			Labortyp
Natrium-Nickelchlorid	100 ... 120		80 ... 90	300 °C Betriebstemperatur, keine Selbstentladung
Nickel-Cadmium NiCd	45 ... 60	600	70	EU-weit verboten
Nickel-Metallhydrid NiMH	60 ... 110		70	

Akkutyp	Zyklusfestigkeit	Zellenspannung V	Selbstentladung pro Monat %	Entladeschlussspannung V
Blei	300 ... 1200	2,0	5 ... 10	1,7 ... 1,8
Lithium-Ionen LiCoO ₂	500 ... 4000	3,6 ... 3,7	1 ... 5	3
Lithium-Polymer LiPo	300 ... 500	3,7	1 ... 2	3,3
Lithium-Mangan LiMnO ₂	500 ... 1000	3,6		
Lithium-Eisen-Phosphat LiFePO ₄	2000	3,2 ... 3,3	5	2 ... 2,5
Lithium-Titanat LiTi	8000	2,3 ... 2,4	2 ... 5	1,8
Lithium-Schwefel LiS				
Lithium-Luft				
Natrium-Nickelchlorid				
Nickel-Cadmium NiCd	1000 ... 2000	1,2	10 ... 20	1
Nickel-Metallhydrid NiMH	350 ... 500		15 ... 30	1

Energiedichten w ausgewählter Energieträger

Stoff/System	w Wh/kg	Stoff/System	w Wh/kg	Stoff/System	w Wh/kg
Acetylen	13900	Adenosintriphosphat (ATP)	18	Benzin	12000
Bleiakku	20 ... 40	Braunkohle (Brikett)	2780	Dieselmotortreibstoff	12700
Erdgas (H-Gas)	13900	Erdgas (L-Gas)	10000	Ethanol	7500
Holzkohle	9500	Holzpellets	5300	Kohle-Zink-Batt.	64
Koks	8600	Li-Ion-Akku	120 ... 210	Li-Polymer-Akku	140 ... 180
Li-Titanat-Akku	70 ... 90	Lithium-Luft-Batterie	850	LiS-Akku	350 ... 400
Methanol	5500	NiCd-Akku	bis 60	NiMH-Akku	bis 110
Schwungradspeicherung	≈ 50	Steinkohle (Brikett)	8350	Torf (Trocken)	6000
Traubenzucker	4700	Wasserstoff 1 bar	40000	Zink-Luft-Batterie	330

¹⁾ Energiedichte = Nennenergie/kg. Einheit meist Wh/kg oder kJ/kg

²⁾ Leistungsdichte = Leistung pro Kilogramm. Akku mit hoher Leistungsdichte kann eine große Energiemenge in kurzer Zeit abgeben

³⁾ Ladewirkungsgrad = Entnehmbare Energie/zum Laden aufgewendete Energie

⁴⁾ Hochstromfest: Dem Akku kann über einen längeren Zeitraum ein hoher Strom entnommen werden, ohne ihn nachhaltig zu schädigen.

Technische Daten E-Bike/Pedelec-Akku mit Samsungzellen Quelle: www.windmeile.com

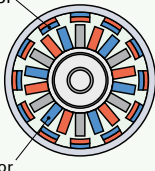
Spannung	36 V (10S) ¹⁾	39 V (10S)	48 V (13S)	48 V (13S)
Kapazität des Akkus	10,4 Ah	15,6 Ah	13,0 Ah	17,5 Ah
Anzahl der Zellen	40	60	65	65
Kapazität einer Zelle	2 600 mAh	2 600 mAh	2 600 mAh	3 500 mAh
Innenwiderstand	≤ 150 mΩ	≤ 150 mΩ	≤ 150 mΩ	≤ 150 mΩ
Standard-Ladung	2 A	2 A	2 A	2 A
Standard-Entladung	10 A	10 A	15 A	15 A
Zyklen	800 ... 1000	800 ... 1000	800 ... 1000	800 ... 1000
Maximaler Ladestrom	3 A	3 A	5 A	5 A
Maximaler Entladestrom	20 A	20 A	30 A	30 A
Überspannungsschutz	42,5 V	42,5 V	54,9 V	54,9 V
Ladetemperatur	0 °C ... 45 °C	0 °C ... 45 °C	0 °C ... 45 °C	0 °C ... 45 °C
Betriebstemperatur	20 °C ... 60 °C	20 °C ... 60 °C	20 °C ... 60 °C	20 °C ... 60 °C
Lagerungstemperatur	20 °C ... 25 °C	20 °C ... 25 °C	20 °C ... 25 °C	0 °C ... 25 °C
Akku-Maße (mit Gehäuse) L/B/H	36,5/9/11 cm	36,5/9/11 cm	36,5/9/11 cm	36,5/9/11 cm
Gesamtgewicht	2,6 kg	3,55 kg	3,8 kg	3,95 kg

Technische Daten am Beispiel Bosch-Akku und Ladegerät (Auszug)¹

	Powerpack 400 Frame	Powerpack 400 Rack	Powerpack 500 Rack	Powerpack 545 Frame
Spannung in V	36	36	36	36
Montageart	Rahmen	Gepäckträger	Gepäckträger	Rahmen
Kapazität in Ah	11,1	10,8	13,6	14,4
Energiegehalt in Wh	ca. 400	ca. 400	ca. 500	ca. 545
Gewicht in kg	ca. 2,2	ca. 2,7	ca. 2,88	ca. 3,0
Größe in mm	336 × 91 × 62	376 × 122 × 64	376 × 122 × 64	338 × 93 × 81
4 A Charger	50 % Ladung ca. 1,5 h 100 % Ladung ca. 3,5 h	50 % Ladung ca. 1,5 h 100 % Ladung ca. 3,5 h	50 % Ladung ca. 1,7 h 100 % Ladung ca. 4,5 h	50 % Ladung ca. 1,8 h 100 % Ladung ca. 4,9 h
2 A Charger	50 % Ladung ca. 2,8 h 100 % Ladung ca. 6 h	50 % Ladung ca. 2,8 h 100 % Ladung ca. 6 h	50 % Ladung ca. 3,6 h 100 % Ladung ca. 7,3 h	50 % Ladung ca. 3,8 h 100 % Ladung ca. 7,7 h

¹ Kompatibel mit Dualbatterie des smarten Systems.

Quelle: Bedienungsanleitung unter www.bosch-ebike.com

Fachbegriffe Elektrofahrrad Antrieb	
Ansteuerungsart	Über → Geschwindigkeitsstufen, → Stromstufen, → Fahrerleistung
Auto Shift	Automatische Schalttechnologie. Eine Pedaltrittedynamik wird erfasst und aktiviert die passende Übersetzung. Knopfbetätigung nicht erforderlich.
Außenläufermotor 	Elektromotor, bei dem sich der Stator im Zentrum und der Rotor außen befindet. Meist Nabenmotoren. Gegenüber dem Innenläufer hat ein Außenläufer den Vorteil, dass er bei gleicher Baugröße ein höheres Drehmoment und eine geringere Drehzahl aufweist.
Balancing	Ladungsausgleich von in Serie geschalteten Zellen oder Modulen.
Bewegungssensor	Misst die Pedalbewegung am Tretlager und gibt bei Trittbewegung den Elektroantrieb frei.
BLDC-Motor	Bürstenloser Gleichstrom-Motor (brussless direct current). Im Gegensatz zu einem konventionellen Gleichstrommotor besteht keine Verbindung über Kohlebürsten vom Rotor zum Stator, sondern elektronisch kommutierend mit Dauermagneten als Rotor und Magnetspulen als Stator.
Blockkommutierung	Die Stromimpulse, mit denen die Motorwicklungen beaufschlagt werden, haben annähernd Rechteck- oder Trapezform. Bei der Sinuskommutierung verlaufen die Ströme annähernd sinusförmig.
Bluetooth	Kabellose Datenübertragung. Beispiel E-Bike: Datenübertragung zwischen Smartphone und Display über Funksignale.
Bremsabschalter	Schaltet den Motor ab, sobald der Bremshebel gezogen wird. Bei → Direktläufern auch zur Aktivierung der → Rekuperation verwendet.
CAN-BUS	Das Controller Area Network ist eine Technologie zur digitalen Datenübertragung. Das meist zweikabelige Leitungssystem vernetzt sämtliche elektronischen Komponenten wie → Steuergerät, Motor, → Sensoren, Akku und → Display miteinander. Über eine Schnittstelle lassen sich Daten speichern, Fehler analysieren, Leistungsparameter anpassen und die neueste Software laden.
Controller	Steuergerät, siehe Kommutierung. Über den Controller wird das Antriebssystem betrieben und Informationen von allen Sensoren verarbeitet und an das → Display übermittelt.
Daumengas	Der Motor wird über einen „Gasgriff“ wie beim Motorrad angesteuert.
Dehnungsmessstreifen (DMS)	DMS ändern schon bei geringen Verformungen ihren elektrischen Widerstand. Sie werden als Dehnungssensoren eingesetzt. Man klebt sie mit Spezialkleber auf Bauteile, die sich unter Belastung minimal verformen. Beispiel: BionX verwendet einen Dehnungsmessstreifen an der Hinterachse für die Drehmomentsteuerung des Antriebes.
Direktläufer	Der Motor sitzt in der Nabe des Laufrades und hat weder Getriebe noch mechanischen Freilauf. Durch den fehlenden Freilauf kann ein Direktläufer → rekuperieren.
Display	Elektronische Datenzentrale mit Anzeige- und Bedieneinheit. Varianten: analoges LED-Display, digitales → LED-Display, → LCD-Display, → Smartphone-App

E

Drehmoment	In Umfangsrichtung wirkende Drehkraft multipliziert mit dem Abstand zur Drehachse. Einheit ist Newtonmeter (Nm). Es ist ein Indikator für den Vortriebsschub.
Drehmomentkonstante k_M	Gibt den Zusammenhang zwischen Drehmoment und Stromstärke eines Elektromotors an. Einheit: Nm/A
Drehmomentsensor	Ermittelt das vom Fahrer aufgebrachte Drehmoment und die Trittfrequenz.
Drehmomentstütze	Jede Kraft erzeugt eine Gegenkraft, so auch jedes Drehmoment ein Gegenmoment gleicher Größe. Das Gegenmoment muss sich am Fahrzeug abstützen. Beispiel: Treibt bei einem Mittelmotor die Motorwelle das E-Bike an, versucht das Motorgehäuse, sich in die Gegenrichtung zu drehen. Über die Aufhängung des Motorgehäuses wird die Stützkraft an das Fahrzeug weitergegeben. Bei einem Nabenmotor muss die Achse gegen Verdrehen gesichert sein.
Drehzahlkonstante k_n	Sie gibt an, wie viele Umdrehungen pro Minute und Volt ein Elektromotor im Leerlauf (unbelastet) macht. Einheit: n/V. Spannungskonstante $1/k_n$
E-Bike	Elektrofahrrad mit tretunabhängigem Zusatzantrieb (Vollantrieb). Oft auch als Sammelbegriff für Pedelecs aller Art benutzt.
Encoder	Wandelt eine Bewegung in ein elektrisches Signal um.
EnergyBus	Offener Standard für die Verbindung von elektrischen Komponenten in Leicht-Elektro-Fahrzeugen (LEV). Besteht aus einer Steckerfamilie und einem auf der Maschinsprache CANopen basierenden Kommunikationsprotokoll. Der Einsatz serieller Bussysteme ist Stand der Technik.
E-Scooter, auch E-Roller	Zweirad-Elektrofahrzeuge ohne Pedale. E-Scooter gelten als Kleinkrafträder und bedürfen einer Betriebserlaubnis und der Fahrerlaubnis-Klasse M bzw. AM.
EPAC	In der Europäischen Gesetzgebung verwendeter Begriff für Pedelec 25. Steht für <i>Electric Power Assistant Cycle</i> .
Fahrerleistung	Am Display wird die Verstärkung der Fahrerleistung P_F voreingestellt. Über einen → Drehmomentsensor wird die Fahrerleistung erfasst: $P_F = M \cdot \pi \cdot f$, der Motor gibt dann proportional Leistung P_M ab: $P_M = U \cdot I$ bzw. $P_M = \text{Faktor} \cdot P_F$
Free Shift	Gangwechsel ohne Pedalieren möglich. Knopfbetätigung erforderlich.
Freilauf des Motors	Wenn der Fahrer aufhört zu pedalisieren, setzt die Motorunterstützung aus.
Geschwindigkeitsstufen	Am → Display wird eine Geschwindigkeitsstufe voreingestellt. Sobald sich die Pedale vorwärtsdrehen, wird diese Geschwindigkeit angefahren, Sensor: → PAS. Oft auch Drei-Stufen-Schalter. Man kann die Geschwindigkeit durch Eigenleistung nicht beeinflussen. Wenn man stärker tritt, sinkt nur die Stromaufnahme des Motors. Die Geschwindigkeit bleibt gleich.
Getriebe-Nabenmotor	Der Motor sitzt in der Nabe des Laufrades und hat ein Untersetzungsgetriebe, meist auch einen Freilauf.
Hall-Sensor	Wird oft zur kontaktlosen Lagerfassung des Rotors verwendet. Im Elektrofahrrad werden Hall-Sensoren im Motor, im Leistungs-drehgriff (Gas) und als Pedalsensor eingesetzt.

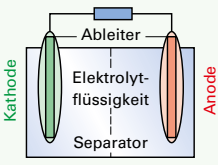


<p>Hybridfahrzeug</p>	<p>Fahrzeug, das mit zwei Antriebsarten betrieben wird. Beim Pedelec sind es die menschliche Muskelkraft und der Elektromotor. Bei Autos bezeichnet „hybrid“ meist eine Kombination aus Elektro- und Verbrennungsmotor.</p>
<p>Innenläufermotor</p>  <p>Stator</p> <p>Rotor</p>	<p>Elektromotor, bei dem sich der Stator außen und der Rotor im Zentrum befindet. Beim Pedelec meist Mittelmotoren.</p>
<p>Kleinkraftrad</p>	<p>Zweirädriges Kraftfahrzeug mit einer Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h und einer Leistung bis 4 kW. Bedarf einer Betriebserlaubnis und einer Fahrerlaubnis mindestens der Klasse M bzw. AM. Mindestalter des Fahrers 16 Jahre.</p>
<p>Kommutierung</p>	<p>Der Controller (Steuergerät) muss ein zur Lage des Rotors passendes Magnetfeld erzeugen, damit der Motor dreht. Die Rotorlage kann durch → Hallsensoren am Motor oder sensorlos durch Induktionseffekte erfasst werden.</p>
<p>Kraftsensor (Drehmoment-sensor)</p>	<p>Dient bei Pedelecs mit Drehmomentsteuerung zur Erfassung der (Muskel)Trittkraft. Die Information dient dem Steuergerät (Controller), die Motorunterstützung in Relation zur Trittkraft abzugeben – entsprechend dem eingestellten → Unterstützungsgrad.</p>
<p>LCD-Display</p>	<p>LCD-Anzeige von verschiedenen Parametern wie Fahrstufe, Geschwindigkeit, Leistung, Akkustand usw. Viele Untermenüs. Bedienung durch Tasten.</p>
<p>LED-Display</p>	<p>Einfaches Display. Meist nur mit LED-Anzeige von Fahrstufe und Akkustand. Meist nur drei Bedientasten.</p>
<p>Leerlaufspannung</p>	<p>Spannung (ohne Belastung), die der Akku liefert, wenn er vollständig aufgeladen (Li-Ionen-Akku 4,2 V je Zelle) oder vollständig entladen (Li-Ionen- Akku 3,0 V je Zelle) ist.</p>
<p>Leistungselektronik</p>	<p>Steuert und regelt in Pedelecs, E-Bikes und den dazugehörigen Ladegeräten die Arbeitsströme.</p>
<p>L-Fahrzeugklasse</p>	<p>EU-Fahrzeugklasse für zwei- oder dreirädrige Kraftfahrzeuge und leichte vierrädrige Kraftfahrzeuge. Beispiele: E-Scooter, Mofas, L2e dreirädrige Kleinkrafträder.</p>
<p>Maximale Nenn-dauerleistung</p>	<p>Es ist die maximale Leistung über 30 Minuten an der Abtriebswelle eines Elektromotors (UN-ECE-Regelung Nr. 85). Der begrenzende Parameter ist die thermische Komponente. Beispiel: Ein 250 W-Motor darf nur soviel Abwärme produzieren, dass die Motortemperatur innerhalb von 30 Minuten nicht mehr als 20 °C ansteigt. Die maximale Nenndauerleistung ist bei EU-Pedelecs rechtlich unbegrenzt.</p>
<p>Mittelmotor</p>	<p>Am Rahmen zwischen den Rädern befestigter Antriebsmotor. Man unterscheidet Tretlagermotoren oder an das Tretlager angeflanschte Motoren. Beim Tretlagermotor gibt es zwei Bauarten: 1. Ein Ritzel greift in die Fahrradkette und unterstützt mit Motorkraft die Tretkraft des Fahrers. 2. Der Motor treibt über ein Getriebe direkt die Tretlagerwelle an.</p>

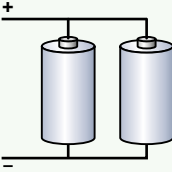
Mofa-Prüfbescheinigung	Wer auf öffentlichen Straßen ein Pedelec 45 oder ein E-Bike fährt, muss in einer Prüfung nachweisen, dass er ausreichende Kenntnisse über die Verkehrsvorschriften hat und mit den Gefahren des Straßenverkehrs vertraut ist.
MOSFET	Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor mit mindestens drei Anschlüssen: G (gate = <i>Steuerelektrode</i>), D (drain = <i>Abfluss</i>), S (source = <i>Quelle</i>). MOSFETs wirken wie spannungsgesteuerte Widerstände, das heißt, über die Steuerspannung kann der Widerstand und somit der Arbeitsstrom um mehrere Größenordnungen geändert werden. Im Controller des Elektrofahrrades steuern MOSFETs den gesamten Arbeitsstrom.
Motorbremse	Der Elektro-Antriebsmotor wird dabei in Generatorbetrieb umgeschaltet und der erzeugte Bremsstrom lädt den Akku auf → (Rekuperation). Die Bremskraft kann entweder in Stufen oder stufenlos eingeschaltet werden. Derzeit nur bei wenigen Elektrofahrrädern mit Nabenmotor-Antrieb eingesetzt.
Motorsteuerung	Meist als → Controller bezeichnet. Im Controller befindet sich die Leistungselektronik, die die Batteriespannung auf unterschiedliche Höhe transformiert (Gleichstromsteller) und für die bürstenlosen Motoren zusätzlich ein Drehfeld erzeugt (Drehstromsteller).
Parametrierung	Verfahren, wie stark der Motor unterstützen soll. Möglich durch → Daumengas, per Kabel und PC, per Display und/oder per Smartphone-App.
PAS	Pedal-Assist-Sensor. Ermittelt die Trittfrequenz und die Richtung der Kurbelbewegung.
Pedalsensor Tretsensor	Zeigt an, dass der Radfahrer die Pedale aus eigener Kraft bewegt. Kann aus einer auf der Tretkurbelwelle befestigten Magnetscheibe und einer am Rahmen befestigten Hallsonde, die bei Pedalbewegungen Impulse an den Controller leitet, bestehen.
Protokoll	Datenaustausch über Sender und Empfänger. Beispiel E-Bike: Kommunikation über → CAN oder → UART
Pulsweitenmodulation (PWM)	Hier wird über eine Transistor-Brückenschaltung die Gleichspannung der Batterie in schneller Folge ein- und ausgeschaltet. Die Breite des Spannungsimpulses steuert den Arbeitsstrom des Motors.
Rastmoment	Durch die Änderung des Luftspalts beim Vorbeistreichen der Permanentmagnete an den Ständernnuten variiert der magnetische Widerstand und damit die Kraft auf den Rotor. Rastmomente führen zu schwankenden Drehmomenten und unruhigem Lauf insbesondere bei kleinen Drehzahlen. Der Rotor bleibt nach dem Auslaufen in bestimmten Stellungen stehen.
Reichweite	Gibt die Strecke an, die mit unterstützender Motorkraft zurückgelegt werden kann. Geschwindigkeit, Streckenbeschaffenheit, Unterstützungsgrad, Trittfrequenz, Gegenwind, Umgebungstemperatur und Systemgewicht beeinflussen die Reichweite. Erfahrungswert: Pedelec 25: 7 bis 10 Wh je Kilometer bei 100 %-Unterstützung, 10 bis 14 Wh/km beim E-MTB oder Pedelec 45. Die Reichweite hängt in erster Linie von der Kapazität (Ladungsmenge) des Akkus ab. Aussagekräftiger ist die Angabe des Energieinhaltes in → Wattstunden (Wh).

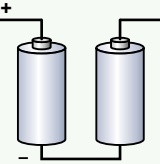
Rekuperation	Rückspeisung (Rückladung) von Bremsenergie in den Akku. Einige Antriebe lassen sich zum Bremsen in den Generatormodus umschalten. Die Reichweite kann sich durch Rückladung um bis zu 15 % erhöhen (Angabe BionX).
Remote	Fernbedienung
Scheibenläufermotor	Sonderform der Gleichstrommaschine. Der Anker besteht aus einer dünnen Kunststoffscheibe, auf der Kupferwicklungen aufgebracht sind. Die Kohlebürsten schleifen direkt auf den blanken Kupferleitungen, sodass ein getrennter Stromwender nicht erforderlich ist.
Schiebehilfe, Anfahrhilfe	Wird durch Drehgriff bzw. Taster geschaltet und muss dauerhaft aktiviert sein. Beschleunigt das Pedelec bis zu 6 km/h, ohne dass in die Pedale getreten werden muss. Praktisch an Rampen, wenn der Fahrer nebenherlaufen muss und beim Anfahren am Berg. Schiebehilfe bis 20 km/h beim Pedelec 45 (S-Pedelec).
Sensor	Wandelt die zu messende physikalische Größe in eine elektrische Größe um und leitet diese zur Verarbeitung weiter. E-Bike (u.a.): Rotations- und Pedalkraftsensoren.
Shiftsensor	Spricht beim Gangwechsel an. Bewirkt, dass die Antriebskraft während des Gangwechsels reduziert wird.
Sinuskommutierung	Die drei Phasen werden gleichzeitig bestromt, sodass ein sinusförmiger Stromverlauf entsteht. Die „Vorzündung“ der → Kommutierung wird so eingestellt, dass möglichst wenig Verlustwärme und möglichst viel Drehmoment erzeugt wird. FOG ist eine Sonderform der Sinuskommutierung,
Smartphone-App	Von Herstellern angeboten, die die Funktion des → Display über → Bluetooth übernehmen. Meist mit Navigationsfunktionen ergänzt.
Stromstufen	Am → Display wird eine Stromstufe voreingestellt. Sobald sich die Pedale drehen, gibt der Motor zur Fahrerleistung eine konstante elektrische Leistung dazu: $P_M = U \cdot I$ (siehe auch Controller mit → Torque-Simulation).
Torque-Simulation	Der Motorstrom wird proportional zur Trittfrequenz hochgefahren. Ab einer Grenz-Trittfrequenz wird der Strom konstant auf dem Sollwert gehalten (notwendig: → PAS). Der Fahrer kann durch Eigenleistung die Geschwindigkeit beeinflussen – aber nur nach oben. Zum Langsamerwerden muss eine niedrigere Stufe gewählt werden.
Tuning	Nachträgliche Veränderung an der Motorsteuerung mit der Absicht, die Leistung des Fahrzeugs zu steigern. Meist nicht StVZO-konform.
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter. Protokoll für den Austausch serieller Daten zwischen zwei Geräten. Einfacher Aufbau, da nur zwei Leitungen zwischen Sender und Empfänger nötig, um in beiden Richtungen zu senden und zu empfangen.
Unterstützungsgrad	Bezeichnet die Kraft, die der Antrieb zusätzlich zur Trittkraft des Fahrers beisteuert. Beträgt der U-Faktor 1,5, wird das eingebrachte Pedaldrehmoment um zusätzliche 150 % verstärkt – sofern die Verstärkung noch im Leistungsbereich des Motors liegt. Kann je nach Modell in bis zu 5 Schritten reguliert werden und bis zu 200 % der Eigenleistung betragen.

Fachbegriffe Elektrofahrrad Akkumulator

Ah	Elektrische Einheit für die Ladung (siehe Ladungsmenge). Gibt an, welche Stromstärke über eine Zeitdauer von einer Stunde (dem Akku) entnommen werden kann.
Akkumulator	(kurz Akku). Speicher für elektrische Energie. Geben durch Rückumwandlung die Energie wieder ab. Sie unterscheiden sich hauptsächlich durch den chemischen Aufbau (Blei-, NiMH-, Li-Ionen-Akkus).
Aktive Masse	Elektrodenmaterial, das am elektrochemischen Prozess teilnimmt.
Arbeitsspannung	Spannung, die sich beim Anschluss eines Verbrauchers einstellt.
Batterie	Ein Verbund von Einzelzellen, die in einem Gehäuse untergebracht sind. Eine einzelne Zelle besteht aus Anode, Kathode, Separator und Elektrolyt.
BATSO	Steht für <i>BatterySafetyOrganization</i> . Der Sicherheitsstandard beschreibt Prüfungen zum Transport und Gebrauch von Batterien. Seit 2016 mit EN 50604-1 umgesetzt..
Belastbarkeit	Maximale Stromentnahme über einen definierten Zeitraum, ohne dass die Entladeschlussspannung unterschritten wird. Beispiel: Belastbarkeit C = 25, Akkukapazität = 8 A. Theoretisch mit $8 \cdot 25 = 200$ A dauernd belastbar.
BMS	<i>Batterie Management System</i> . Überwachungselektronik, die in der Batteriepackung integriert ist und dafür sorgt, dass die Zellen keinen Schaden nehmen. Standardfunktionen: Zellschutz, Lade/Entlade-Kontrolle, Temperaturüberwachung, Ausgleich der Ladezustände.
Brennstoffzelle	Wie im Verbrennungsmotor wird Kraftstoff mittels Sauerstoffzuführung verbrannt. Die chemische Energie wird dabei direkt in elektrische Energie umgesetzt. Beispiel: Die Wasserstoff-Sauerstoffzelle wandelt bis zu 60 % der im Treibstoff enthaltenen Energie in elektrische Energie um. Im Fahrrad wird die Brennstoffzelle noch nicht serienmäßig eingesetzt.
C-Rating	Mit dem C-Wert (C-Rating) wird der Lade- oder Entladestrom in Ampere angegeben (die angegebene Nennkapazität geteilt durch eine Stunde). Beispiel: Nennkapazität einer Batterie 3,5 Ah 1C-Rate = 3,5 A 0,2C-Rate = 0,7 A 10C-Rate = 35 A
Degradation	Die Ladungsmenge, die eine Batterie über einen bestimmten Zeitraum verliert. Gründe sind: Abnutzung, Alterung, mangelhafte Pflege und bei einigen Typen der Memoryeffekt.
Elektrode Elektrolyt	Elektrode besteht aus Aktivmaterial und Ableiter (Beispiel Anode aus Graphit und Kupferfolie). Elektrolyt ist ein flüssiges oder gelhaltiges Medium, das den Transport der Ionen zwischen Anode und Kathode zum Ladungsausgleich gewährleistet. 

Energiedichte	<p>Energieinhalt, der in einem Kilogramm (Batterie) gespeichert werden kann. Einheit Wh/kg oder kJ/kg.</p> <p>Beispiele: Ein 3 kg-Akku mit einem Energieinhalt (Energienmenge) von 360 Wh hat die Energiedichte 120 Wh/kg. Blei-Säure-Batterien haben Energiedichten von 20 Wh/kg bis 35 Wh/kg, Li-Ionen-Batterien der neuesten Generation bis 210 Wh/kg.</p> <p>Ein Akku mit einer hohen Energiedichte kann eine mittlere Energie über einen längeren Zeitraum abgeben (siehe dazu: Leistungsdichte).</p>
Energienmenge	<p>Andere Bezeichnung ist Energieinhalt oder Energiegehalt.</p> <p>Einheit Wh oder kWh.</p> <p>Umrechnung: 1 Wh = 3,6 kJ</p>
Entladeschlussspannung	<p>Untergrenze der Zellen- oder Batteriespannung, bis zu der entladen werden darf, ohne dass eine Beschädigung des Akkus erfolgt.</p>
Entladestrom	<p>Strom, mit der ein Akku entladen wird. Für jeden Akkutyp gibt es einen maximalen Entladestrom, der nicht überschritten werden darf.</p>
Entladungsladung	<p>Über die Vollladung hinaus folgende ständige Ladung mit sehr geringem Strom, wodurch die Selbstentladung ausgeglichen wird.</p>
Füllgrad	<p>Ladezustand eines Akkus im SOC (State of Charge). Ein vollgeladener Akku hat 100 % SOC.</p>
Kapazität (Nennkapazität)	<p>Gespeicherte Ladungsmenge. Verfügbarer Energieinhalt eines Akkus. Umgangssprachlich auch Speicherkapazität bezeichnet. Maßeinheit ist die Amperestunde (Ah).</p> <p>Beispiel: Eine Batterie mit 1500 mAh kann eine Stunde lang einen Strom der Stärke 1500 mA abgeben.</p>
Ladefaktor	<p>Quotient aus der geladenen Ladungsmenge zu der zuvor entnommenen Ladungsmenge.</p>
Ladeschluss-Spannung	<p>Klemmenspannung des angeschlossenen Ladegerätes. Bei Li-Ion-Akkus 4,1 V. Die Klemmenspannung ist höher als die Nennspannung (Li-Ion-Akku 3,6 V).</p>
Ladezyklus	<p>Entladung und anschließende Ladung eines Akkus. Kann mehrere Teilladungen (z. B. 4 x 25 %) umfassen. 500 Ladezyklen bedeuten, dass der Akku mindestens 500-mal zu 100 % aufgeladen werden kann und danach noch 80 % von seiner Nennkapazität aufweist.</p>
Ladung	<p>Die Einheit der elektrischen Ladung ist As oder C (C = Coulomb).</p> <p>Beispiel: 1 Elektron als Ladungsträger hat den Betrag $1,6 \times 10^{-19}$ C. Man spricht von einer Elementarladung.</p> <p>Oder $n = 6,24 \times 10^{18}$ Elementarladungen sind 1 C.</p>
Ladungsdichte	<p>Ladungsmenge (bzw. Kapazität) pro Kilogramm. Einheit Ah/kg</p>
Ladungsmenge	<p>Andere Bezeichnung ist Kapazität. Einheit Ah. Die Kapazität multipliziert mit der Spannung ergibt die verfügbare Energiemenge (Energieinhalt) in Wh (Watt-Stunde).</p>

Leistungsdichte	Leistung pro Kilogramm, Einheit W/kg. Ein Akku mit einer hohen Leistungsdichte kann eine große Energie in kürzerer Zeit abgeben.
Li-Ion-Akku	Akkumulator mit Lithium-Metall als Aktiv-Element. Lithium-Akkus werden gegenwärtig fast in allen Elektrofahrrädern eingesetzt. Die Lithium-Technologie hat gegenüber anderen Systemen den Vorteil, dass sie mehr Energie je Volumen oder Gewichtseinheit speichern kann.
Memoryeffekt	Tritt vor allem bei Nickel-Cadmium-Akkus auf. Wird der Akku ständig nur teilentladen, „merkt“ sich der Akku das Niveau und gibt darüber hinaus nur die Menge an Energie ab, die ihm bei den bisherigen Entladevorgängen entnommen wurde. Bei Li-Ionen-Akkus tritt dieser Effekt nicht auf.
Nennenergie	Nennenergie ist die Energie in Wh, die eine Zelle (oder Batterie) unter definierten Bedingungen abgeben kann. Nennkapazität (Ah) multipliziert mit der Nennspannung (V) ergibt den → Energiegehalt (Wh). Beispiel: $1500 \text{ mA} \times 3,6 \text{ V} = 5,4 \text{ Wh}$.
Nennleistung	Gibt die Leistung an, die ein E-Motor auf Dauer liefern kann. Auch vom Hersteller als nominelle Leistung bezeichnet. Für Pedelecs 25 sind 250 W die Obergrenze. Die → maximale Nenndauerleistung kann wesentlich höher sein.
Nennspannung	Charakteristische Betriebsspannung einer Zelle oder Batterie. Beispiel: Bleizelle 2,0 V, Li-Ion-Zelle 3,6 V.
Nominalspannung	Die Gesamt-Nominalspannung eines Akkus ergibt sich aus der Anzahl der seriell verschalteten Zellen und deren Nominalspannung. Nominalspannung einiger Zellentypen: Li-Ion = 3,6 V, LiFePO ₄ = 3,3 V, LiPo = 3,7 V Die Ladeschluss-Spannung liegt über der Nominalspannung, die Entladeschluss-Spannung deutlich darunter. Im Verlauf des Entladevorgangs sinkt die Spannung von der anfänglichen Ladeschluss-Spannung über die Nominalspannung bis auf die Entladeschluss-Spannung.
Nutzungsdauer	Verwendbarer Zeitrahmen einer Zelle oder Batterie. Hersteller definieren meist die Nutzungsdauer bis zu dem Wert, an dem nur noch 60 % der ursprünglichen Nennkapazität vorhanden ist.
Parallelschaltung +	Zusammenschaltung gleichnamiger Pole mehrerer Zellen. Erhöht die Kapazität (Spannung bleibt gleich) und den maximalen Entladestrom. Beispiel: Zelle A mit Kapazität 1,5 Ah → Entladestrom 1 C (= 1,5 A), Zelle B mit Kapazität 1,5 Ah → Entladestrom 1 C, Batterie A + B → Kapazität 3,0 Ah → Entladestrom 1 C = 3,0 A
	
Peukert-Effekt	Benannt nach Wilhelm Peukert. Beschreibt das Speichervermögen eines Akkumulators in Abhängigkeit vom Entladestrom. Je höher der Entladestrom, desto weniger Energie kann dem Akku entnommen werden. Gründe für den Peukert-Effekt sind die mit zunehmendem Strom steigenden Verluste am Innenwiderstand des Akkus.

<p>Polymerzelle Pouchzelle</p>	<p>Elektrolytlösung vollständig als Polymerfolie (fest oder gelartig), kein Metallgehäuse, große Energiedichte</p>
<p>Primärbatterie Primärzelle</p>	<p>Nicht wiederaufladbare Batterie. Beispiele: Li-Metall-Batterie, Alkali-Mangan-Batterie</p>
<p>Reihenschaltung Serielle Schaltung</p> 	<p>Zusammenschaltung ungleichnamiger Pole mehrerer Zelle. Erhöht die Spannung, Kapazität bleibt gleich. Beispiel: Zelle A = 3,6 V, Zelle B = 3,6 V, Akkupack = 7,2 V.</p>
<p>Ruhespannung (ocv)</p>	<p>Potentialdifferenz (= Spannung) zwischen den Anschlüssen einer Zelle oder Batterie bei geöffnetem Schaltkreis im unbelasteten Zustand.</p>
<p>Schnellladung</p>	<p>Ladung mit dem für den Akkutyp maximal höchsten Strom, ohne dass der Akku geschädigt wird.</p>
<p>Selbstentladung</p>	<p>Selbsttätiger, ständiger Ladungsverlust eines Akkus durch innere chemische Reaktionen, ohne dass er nach außen Energie abgibt.</p>
<p>Sekundärbatterie Sekundärzelle</p>	<p>Wiederaufladbare Batterie. Beispiele: Bleibatterie, NiCd-Batterie, NiMH-Matterie, Li-Ion-Batterie</p>
<p>Separator</p>	<p>Elektrolytdurchlässige Trennvorrichtung, mit dem die Elektroden vor gegenseitiger Berührung geschützt werden (vermeidet Kurzschluss).</p>
<p>Überladung</p>	<p>Ladevorgang, bei dem die Ladeschlussspannung überschritten wurde. Verhinderung durch → BMS.</p>
<p>Tiefentladung</p>	<p>Wenn die Spannung einer Zelle unter die Entlade-Schlussspannung sinkt. Tiefentladung kann bleibenden Schaden verursachen. Verhinderung durch → BMS.</p>
<p>Wirkungsgrad Akku</p>	<p>Verhältnis der entladbaren Energiemenge zur hineingeladenen Energiemenge.</p>
<p>Wattstunde Wh</p>	<p>Tatsächlicher Energieinhalt des Akkus. Produkt aus Ladung bzw. Kapazität (Ah) und Spannung (V). Der Energieinhalt eines 10 Ah/36 V-Akkus beträgt 360 Wh.</p>
<p>Zyklus</p>	<p>Vorgang eines Entlade- und Ladevorganges unabhängig von der Tiefe der Ladung/Entladung. Lebensdauer einer Batterie wird meistens in Anzahl der Zyklen angegeben.</p>

E

Leitfaden für Bauteiletausch bei CE-gekennzeichneten Pedelecs 25 (Auszug)

ZIV, VSF, TÜV Rheinland und der Bundesinnungsverband für das Deutsche Zweiradmechaniker-Handwerk haben einen Leitfaden zum Bauteiletausch bei Pedelecs 25 und 45 erstellt.

Kategorie 3 beim Pedelec 25 listet die Teile auf, die erst nach Freigabe des Fahrzeug- oder Teileherstellers getauscht werden dürfen: Kurbel, Laufrad ohne Motor, Kette, Zahnriemen, Felgenband, Bremszüge, Bremsleitungen, Bremsbeläge, Lenker, Vorbau, Sattel, Sattelstütze, Scheinwerfer, Reifen. Stärkere Beschleunigung, zusätzliches Gewicht und dynamischeres Kurvenfahren machen den Einsatz von Reifen notwendig, die für den Elektrofahrrad-Einsatz freigegeben sind. Dabei gilt zu berücksichtigen, dass die ETRTO eingehalten wird.

Kategorie 1:

Bauteile, die nur nach Freigabe des Fahrzeugherstellers/Systemanbieters getauscht werden dürfen.

Motor
Sensoren
Elektronische Steuerung
Elektrische Leitungen
Bedieneinheiten am Lenker
Akku-Pack
Ladegerät

Kategorie 2:

Bauteile, die nur nach Freigabe des Fahrzeugherstellers getauscht werden dürfen.

Rahmen
Federbein
Starr- und Federgabel
Laufrad für Nabenmotor
Bremsanlage
Bremsbeläge (Felgenbremse)
Gepäckträger

Kategorie 3:

Bauteile, die nach Freigabe des Fahrzeug- oder Teileherstellers getauscht werden dürfen.

Tretkurbel (wenn der Q-Faktor eingehalten wird)
Laufrad ohne Nabenmotor (wenn die ETRTO eingehalten wird)
Kette/Zahnriemen (wenn die Originalbreite eingehalten wird)
Felgenband
Reifen (wenn die ETRTO eingehalten wird)
Bremszüge/Bremsleitungen
Bremsbeläge (Scheiben-, Rollen-, Trommelbremsen)
Lenker-Vorbau-Einheit (eine Veränderung der Sitzposition sollte möglich sein)
Sattel und Sattelstützeinheit (wenn der Versatz nach hinten zum Serien/Original-Einsatzbereich nicht größer als 20 cm ist)
Scheinwerfer (die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) muss gewährleistet sein)

Kategorie 4:

Bauteile, für die keine spezielle Freigabe notwendig ist.

Steuerlager
Innenlager
Pedale
Umwerfer
Schaltwerk
Schalthebel/Drehgriff
Schaltzüge und Hüllen
Kettenblätter/Riemenscheiben/Zahnkranz (wenn die Zähnezahzahl und der Durchmesser gleich dem Serien/Original-Einsatzbereich sind)
Kettenschutz
Radschützer
Speichen
Schlauch gleicher Bauart und gleiches Ventil
Dynamo
Rückstrahler
Speichenrückstrahler
Ständer
Griffe mit Schraubklemmung
Glocke

¹⁾ Hinweis zu Kategorie 3: Eine Freigabe des Teileherstellers kann nur erfolgen, wenn das Bauteil gemäß seiner Bestimmung und den entsprechenden Normen ausreichend geprüft und eine Risikoanalyse durchgeführt wurde (Stand 27.6.2017).

Leitfaden für Bauteiletausch bei CE-gekennzeichneten Pedelecs 45 (S-Pedelec) (Auszug)

Kategorie 1: Allgemeine Hinweise	Kategorie 2: Bauteile, die nur bei Vorlage eines gültigen Prüfzeugnisses (Teilegenehmigung, ABE, EG, ECE) oder Teilegutachten getauscht werden dürfen.
<p>Vor Arbeitsbeginn die Angaben in den Fahrzeugpapieren prüfen.</p> <p>Fahrzeuge mit Einzelbetriebserlaubnis unterliegen den Vorschriften der EU-Richtlinie 168/2013.</p> <p>Alle Bauteile, die nicht in der Liste aufgeführt sind, dürfen nur gegen Originalbauteile ausgetauscht werden.</p>	<p>Lenker-Vorbau-Einheit (sofern die Zug-und/oder Leitungslängen nicht verändert werden müssen. Innerhalb der originalen Zuglängen sollte eine Veränderung der Sitzposition möglich sein).</p> <p>Sattelstütze (siehe Sattelstütze Kategorie 3)</p> <p>Scheinwerfer (nur mit gültiger Bauartgenehmigung)</p> <p>Rücklicht ggf. mit Bremslicht und Kennzeichenbeleuchtung (ECE-R 50 Prüfung)</p> <p>Rückstrahler (nur mit gültiger Bauartgenehmigung)</p> <p>Rückspiegel (nach ECE-R 81 Prüfung)</p> <p>Hupe (wenn ECE-R 28 geprüft)</p> <p>Pedale (Fahrzeuge mit 168/2013-Genehmigung)</p>
Kategorie 3: Bauteile, die unter Berücksichtigung der nachfolgenden Bedingungen getauscht werden dürfen.	Kategorie 4: Besondere Hinweise beim Anbau von Zubehör
<p>Pedale (nicht breiter als Serien/Originalpedale)</p> <p>Reifen (nach ECE-R 75 oder mit Freigabe des Herstellers)</p> <p>Griffe mit Klemmung (darf die Fahrzeugbreite nicht verändern)</p> <p>Steuerlager</p> <p>Innenlager</p> <p>Schaltwerk und Umwerfer</p> <p>Schalthebel/Drehgriff</p> <p>Schaltzüge und Hüllen</p> <p>Kettenblätter/Riemenscheibe/Zahnkranz (wenn Zähnezahl und Durchmesser gleich wie beim Serien/Original sind)</p> <p>Kettenschutz</p> <p>Radschützer</p> <p>Speichen (Abmessungen müssen dem Original entsprechen)</p> <p>Schlauch</p> <p>Tretkurbel (wenn Länge und Q-Faktor eingehalten wird)</p> <p>Kette/Zahnriemen (wenn Originalbreite eingehalten wird)</p> <p>Felgenband</p> <p>Sattel (wenn der Versatz nach hinten zum Serien/Original-Einsatzbereich nicht größer als 20 cm ist. Lastverteilung beachten)</p>	<p>Zusatzbatterie für Akkuscheinwerfer nicht zulässig</p> <p>Anhänger nur zulässig mit Nr. 17 der Übereinstimmungsbescheinigung.</p> <p>Zulässige Anhängerlast 50 % des Leergewichts (ohne Batterie).</p> <p>Kindertransport im Anhänger verboten</p> <p>Von einer Anbringung von Kindersitzen wird dringend abgeraten.</p> <p>Topcase auf dem Gepäckträger sind zulässig, sofern sie die Traglast des Gepäckträgers nicht überschreiten.</p>

Elektrokleinstfahrzeuge (im Folgenden mit EKF bezeichnet)¹⁾

Definition EKF: Fahrzeugart: Kfz (Motor vorhanden) + elektrischer Antrieb mit bauartbedingter Höchstgeschwindigkeit (bbH) von 6 km/h bis 20 km/h.

Definition Selbstbalancierend: integrierte elektronische Balance-, Antriebs-, Lenk- und Verzögerungstechnik. Eigenständiges Balancehalten muss möglich sein.

Zusätzliche Merkmale:

- Fahrzeug ohne Sitz oder selbstbalancierendes Fahrzeug mit oder ohne Sitz
- Lenk- oder Haltestange mit Sitz: min. 50 cm lang, ohne Sitz min. 70 cm lang
- Nenndauerleistung max. 500 W oder max. 1400 W, wenn mindestens 60 % der Leistung zur Selbstbalancierung verwendet werden. Die Nenndauerleistung ist nach genau bestimmten Verfahren zu bestimmen (siehe VO Text).
- Gesamtbreite max. 70 cm
- Gesamthöhe max. 1,4 m
- Gesamtlänge max. 2 m
- Fahrzeugmasse (ohne Fahrer) max. 55 kg
- Zwei voneinander unabhängige Bremsen
- Weißer Scheinwerfer vorn und rotes Rücklicht hinten
- Klingel bzw. Warnsignal

**Reihenfolge der mechanischen Prüfungen:**

- Bremsenprüfung nach der eKFV (§ 4), Prüfung der bauartbedingten Höchstgeschwindigkeit (bbH) und Verzögerung.
- Prüfungen nach DIN EN 14619 (§ 7 der eKFV fordert „ein sicheres Produkt“. Es werden Prüfungen mit erhöhten Kräften empfohlen).
- Prüfungen (Dauertest und Mindest-Schalldruckpegel) der Glocke für Fahrräder mit Hilfsmotor nach DIN 33946.
- Restliche Prüfungen nach der Anlage der eKFV „Fahrodynamik“ (in Anlehnung an E DIN 79010: 2019-03 für Pedelec/Lastenfahrräder) und Prüfung der „Antriebsdeaktivierung“.

Folgende Unterlagen müssen zum Produkt mitgeliefert werden:

- Kurzanleitung
- Rechtliche Hinweise zum E-Scooter
- Benutzerhandbuch zum E-Scooter
- EG-Konformitätserklärung nach EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG

Auswahl von Elektro-Scootern mit Straßenzulassung (Quelle ADAC)

Hersteller/Modell	zulässiges Gesamtgewicht	Hersteller/Modell	zulässiges Gesamtgewicht
BMW X2 City	150 kg	Segway-Ninebot Max G30D	120 kg
Egret-Eight V3	114 kg	Streetbooster One	120 kg
Egret-Ten V4	117 kg	SXT Buddy V2	100 kg
Iconbit City	k. A.	SXT Light Plus V	136 kg
Iconbit Delta Pro	111 kg	SXT MAX	143 kg
Iconbit Tracer Street	112 kg	The-Urban #BRLN V3	114 kg
IO Hawk Exit-Cross	120 kg	The-Urban #HMBRG V3	100 kg
IO Hawk Sparrow	100 kg	Trekstor EG 31108	135 kg
Metz Moover	110 kg	Trekstor EG 3178	135 kg
Moovi E-Scooter	120 kg	Trekstor EG 6078	164 kg

¹⁾ Auszüge aus lafp.polizei.nrw

Fahrradbauarten	
Untertyp	Merkmale
Alltags- und Tourenfahrräder	
Trekkingrad, Tourenrad	Touren- und alltagstauglich, Ketten- oder Nabenschaltung mit hoher Gangzahl, ohne Rücktrittbremse, vorwiegend 28"-, selten 26"-Lauf- räder, Reifenbreite 30...45 mm, gefedert oder ungefedert, meist mit Nabendynamo, aufrechte bis leicht gestreckte Sitzposition.
Reiserad	Für lange Radreisen konzipiert, oft mit 14 Gängen (Rohloff) und mehr, längerer Hinterbau, Befestigungsmöglichkeiten für Gepäck- träger vorn und hinten, mehrere Flaschenhalter, 26" bis 29"-Kon- zepte, teilweise mit Federgabel, selten vollgefedert. Steife Felgen, meist 36-Lochnabe; 2,4 mm Speichen, stabiler Seitenständer, indivi- duelle Anfertigung möglich.
Randonneur	28"-Reiserad, mit Rennlenker und schmalerer Bereifung als Trek- kingrad, längerer Radstand.
Stadtrad, Cityrad	Alltagstauglich und bedingt tauglich für längere Radtouren, meist mit Nabenschaltung und Nabendynamo, 26"- und 28"- Laufräder, aufrechtere Sitzposition, breitere Sättel, breite Reifen.
Hollandrad	Alltags- und Stadtrad, Rahmengeometrie für flache Wegstrecke kon- zipiert, Nabenschaltung mit Rücktrittbremse, aufrechte Sitzposition, Mantel- und Rockschutz, geschlossener Kettenschutz, besonders korrosionsgeschützte Metallbauteile für salzhaltige Meerluft, hohes Eigengewicht.
Pedersenrad	Aus dünnen Rohren aufgebaut, Sattel auf Gurtband montiert und mit Stahlseilen verspannt, kein Diamantrahmen
Urban Bike	Alltagstauglich, überwiegend mit Nabenschaltung, modernes mi- nimalistisches Design und Ausstattung, soll ein zeitgemäßes Fort- bewegungsmittel darstellen, optisch ansprechende Alternative zum Automobil.
Crossbike, Hybridrad	Sportliche Variante desTrekkingrads – jedoch ohne Straßenausstat- tung, 28"-Laufräder und Kettenschaltung, vorwiegend mit Federga- bel, gelegentlich vollgefedert.
Cruiser	Stadtrad ohne oder mit Nabenschaltung, sehr breite 26"-Bereifung, auffällig geschwungene Rahmenform, hoher, breiter Lenker, auf- rechte Sitzposition, Untergruppen... ¹⁾
Kompaktrad	Variante zwischen Faltrad und Cityrad. 20"-Laufräder, kurzer Rad- stand, wendig im Stadtverkehr, bequem zu transportieren.
Faltrad, Zerlegerad	Zerleg- oder faltbares Rad jeder Kategorie, 12" ... 26"-Räder
Sportfahrräder	
Straßenrennrad	Training, Straßenrennen, meist 28"-Drahtreifen, vereinzelt auch 27"-Schlauchreifen, Kettenschaltung bis 30 Gängen.
Fitnessbike	Rennrad mit geradem oder leicht gebogenem Tourenlenker (Flat- bar), konzipiert für den Freizeitsport und für kürzere Distanzen.
Zeitfahrrad	Aerodynamisch optimiertes Rennrad, oft Scheibenrad hinten, Len- keraufsatz zum Auflegen der Unterarme.
Bahnrennrad	Rennrad ohne Bremsen, Schaltung und Freilauf, gefahren wird mit starrer Übersetzung, kurzer Radstand, Tretlager erhöht

¹⁾ ... sind Beachcruiser, Stretchcruiser, Softcruiser, Chopperbike und Lowrider.

Fahrradbauarten Fortsetzung	
Untertyp	Merkmale
Steherrad	Zum Fahren im Windschatten von Motorrädern auf der Bahn. Große Übersetzung, kurzer Radstand, Vorderrad kleiner als Hinterrad, Gabelbiegung nach hinten, großer Nachlauf, VR 24", HR 27".
Triathlonrad	Je nach Rennregeln und Streckenlänge Mischung aus Rennrad und Zeitfahrmaschine, in Bauform weniger eingengt, aerodynamisch optimiert, Armauflage, Schaltung am Lenkeraufsatz
Mountainbike (MTB)	Robust, für unbefestigtes, bergiges Gelände, meist 26"-, neuerdings auch 27,5" und 29"-Laufräder, viele Untertypen je nach Einsatzzweck (Enduro, XC, Allmountain, Freeride, Downhill, Dual Slalom), Hardtail: Ohne Federung oder nur Federgabel/Federsattelstütze, Fully: Vollgefedert mit Federgabel und Rahmenfederung
Querfeldeinrad, Cyclocrosser, Radcross	Geländegängiges Rennrad für Querfeldeinrennen (Radquer), Cantilever-, V-Bremsen oder Scheibenbremsen, Reifenbreite bis 33 mm in Wettbewerben zulässig, höheres Tretlager
Gravelbike (USA: „Adventurebikes“)	Zum schnellen Fahren auf befestigten und unbefestigten Wegen, z. B. Schotterbelag (gravel = engl. Schotter). Eher aufrechte Sitzposition. Rennradlenker, Schaltgruppen aus dem Rennradbereich, robuste Ausführung mit etwas geringerem Anspruch auf Gewichtsreduzierung, 28"-Räder, Reifenbreite bis 50 mm. Größerer Nachlauf und längerer Radstand als bei Rennrädern.
Trialbike	Spezielles Rad zum Überwinden von Hinderniskursen, 20"-, und 26"-Lauftradgrößen, geringe Rahmenhöhe, meist nur ein Gang
Radball Rad	Für die Sportarten Radball und Radpolo, 1:1-Übersetzung
Kunstrad, Saalsportrad	Für die Sportart Kunstradfahren, Sonderform Reigenrad
BMX-Rad	20"-Rad für BMX-Bahn, Street, Freestyle, Ramps oder Pipe, keine Gangschaltung, große Lenkerfreiheit
Sonderfahrräder	
Cavallo	Fahrradähnliches Fahrzeug mit Gelenkviereck-Antrieb
Mehrspurige Fahrräder	Dreiräder mit parallelen Rädern vorn oder hinten, Velomobil als Dreirad mit geschlossener Verkleidung, Vierräder meist als Sesselfahrräder, Handbikes mit Armantrieb
Einrad	Rad nur mit Kurbel und Sattel, zum Trainieren des Gleichgewichtsinns und für Artisten, kein Freilauf
Fahrradtaxi, Rikscha	Personentransport
Single Speed, Fixie	1-Gang-Fahrrad mit Freilauf oder starrer Nabe
Lastenfahrrad, Transportrad	Ein- und mehrspurige Fahrzeuge zum Transportieren von Lasten
Bonanzarad	Besonders niedriges Rad, 20"-Räder, Bananensattel
Tandem	Zwei Personen hintereinander
Mehrpersen-Tandem	Triplet (3 Personen hintereinander), Quad (4), Quint (5), Hexes (6)
Nebeneinandertandem	Zwei Personen nebeneinander
Stufentandem	Liegeposition vorn, Sattelposition hinten

Fahrradbauarten Fortsetzung				
Untertyp		Merkmale		
REHA-Fahrräder		Sondermodelle für Menschen mit eingeschränkten Bewegungsmöglichkeiten, Hand- oder Elektroantrieb		
Tretroller für Erwachsene, Sportroller		Meist 12,5"-.20"-Laufräder, auch 26" und 28" möglich		
Fatbike		Besserer Grip auf weichen Untergründen (Sand, Schnee ...) aufgrund großer Reifenbreiten bis 120 mm. Niedriger Reifendruck, grobstolliges Profil, längere Kurbelwelle und größere Klemmmaße VR/HR.		
Kinder- und Jugendräder				
Kinderfahrräder (Spielräder)		Gemäß § 24 (1) StVO, zum spielerischen Umherfahren vorgesehen, weiterhin zur Übung der Koordination von Tretkurbelantrieb und Lenkung, Benutzung erlaubt nur auf Gehwegen (unter Aufsicht), Spielplätzen und Privatgrundstücken. Sie unterliegen nicht der StVZO § 67, da sie keine Fahrräder (i. S. d. StVZO) sind.		
Laufrad		Funktion und Aufbau ähnlich Drais'-Laufmaschine, Standard-Laufradgröße 12,5"; Bremse empfohlen		
Kinderroller		Tretroller, 10"- oder 12"-Laufräder, Fußbremse, größere Tretroller auch V-Bremse		
Kinderfahrrad		12"...22"; ab 20" meist mit Gangschaltung und Beleuchtung, abnehmbare Stützräder, Vorderrad Felgenbremse		
Jugendfahrrad		24"...26"; Komplettausstattung, oft MTB-Optik		
Liegeräder, Sessleräder				
Langlieger		Liegerad mit langem Radstand, für längere Radtouren		
Kurzlieger		Liegerad mit kurzem Radstand, für Radtouren und als Stadtrad geeignet		
Tieflieger		Liegerennrad, aerodynamisch optimiert, dadurch 3...6 km/h höhere Durchschnittsgeschwindigkeit gegenüber einem Rennrad		
Semitieflieger, Bauchlieger		Geringer Luftwiderstand, sehr selten		
Sesselrad, Scooterbike, Komfortrad		Für Stadt- und Alltagsnutzung konzipiertes Liegerad, 16"...20"-Laufräder, Sitzposition zwischen Normal- und Liegerad		
Velomobil		Vollverkleidet, 3 oder 4 Räder, hohe Geschwindigkeit möglich		
Liegetandem		2 oder 3 Räder		
Fahrradbauarten und maximale Sattelhöhe (Quelle: DIN EN ISO 4210-1)				
Fahrradtyp	City- und Trekkingfahrräder	Jugendfahrräder	Geländefahrräder	Rennräder
Maximale Sattelhöhe	≥ 635 mm	≥ 635 mm, aber weniger als 750 mm	≥ 635 mm	≥ 635 mm
Anmerkung: Bei Fahrrädern mit einer maximalen Sattelhöhe von 435 mm oder weniger siehe ISO 8124-1 und bei einer maximalen Sattelhöhe von mehr als 435 mm und weniger als 635 mm siehe ISO 8098.				