

Inhaltsverzeichnis

4 Was wollen Sie wissen?

9 Das neue Element: Der Elektroantrieb

- 10 Was spricht für E-Bikes, wo sind mögliche Haken?
- 12 E-Bike, (S-)Pedelec – das Wesentliche
- 15 „Pedelects sollten generell als Fahrräder gelten“
- 20 Die Technik im Detail
- 22 Die Antriebskonzepte
- 25 Die Sensoren
- 26 Kette oder Riemen?
- 27 Gangschaltungen
- 32 Antriebe in der Werksausstattung und zum Nachrüsten
- 36 Elektroantrieb nachrüsten – wirklich eine Alternative?
- 39 Der richtige Umgang mit Akkus
- 48 Der Kontrollbildschirm
- 52 Bremsen fürs (S-)Pedelec

57 Ein E-Bike kaufen

- 58 Der richtige Rahmen
- 60 Welcher Fahrradtyp ist der richtige?
- 73 Wie viel muss ein gutes Pedelec kosten?
- 77 Mehr Sicherheit, mehr Spaß mit Zubehör?
- 80 „Der Elektroantrieb wird immer beliebter“

83 Mit dem E-Bike unterwegs

- 84 Auf dem Papier sind alle gleich
- 89 „Ein Kurs ist empfehlenswert“
- 90 Diebstahlschutz
- 98 Mit dem E-Bike verreisen



80

Der richtige Helm für (S-)Pedelec-Fahrer – und für wen er Pflicht ist



73

Eine Checkliste mit den wichtigsten Kaufkriterien

91

Sicherer elektrisch unterwegs dank Fahrtraining



18

Pedelec, E-Bike, Kleinkraftrad? Motorisierte Zweiräder im Überblick



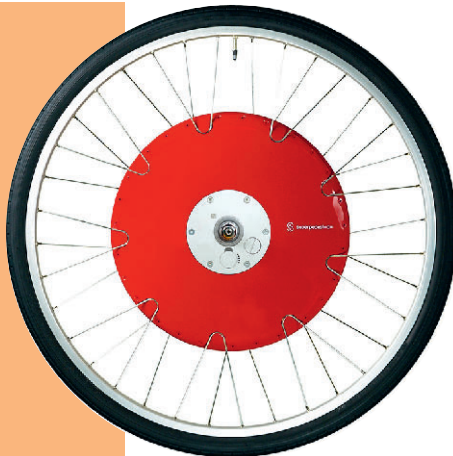
69

Wo Sie am besten kaufen – und woran Sie einen guten E-Bike-Händler erkennen



22

Wo sitzt der Elektroantrieb am Pedelec am besten?



103 Das E-Bike pflegen und warten

- 104 Das richtige Werkzeug
- 106 Vor der ersten Ausfahrt
- 108 Wartung und Reparaturen
- 119 Allgemeine Pflegemaßnahmen
- 121 „Vom Elektroantrieb sollten Laienbastler die Finger lassen“
- 124 Pedelec-typische Probleme lösen
- 129 Fehler beim BionX-Antrieb
- 131 Fehler bei Bosch-Antrieben
- 133 Fehler bei Brose-Antrieben
- 134 Fehler beim Impulse-Antrieb
- 137 Fehler beim Panasonic-Antrieb
- 140 Fehler beim Shimano-Steps-Antrieb
- 145 Fehler beim TranzX-Antrieb
- 148 Fehler bei Yamaha-Antrieben

152 Hilfe

- 152 Adressen
- 153 Übersicht Frontmotoren
- 156 Übersicht Mittelmotoren
- 165 Übersicht Heckmotoren
- 172 Stichwortverzeichnis
- 176 Impressum

Die goldene Mitte

Das Zusatzgewicht des Elektromotors stört das Fahrverhalten an dieser Stelle am wenigsten.



Die Antriebskonzepte

Wesentliches Unterscheidungsmerkmal der verschiedenen Pedelecs ist die Position des Motors. Der Antrieb kann in der Mitte des Fahrrads, am Vorderrad oder hinten erfolgen.

➔ **Vorder- oder Hinterradmotoren** sitzen direkt auf der Nabe des jeweiligen Laufrads – von Exotenkonstruktionen abgesehen. Der Mittelmotor nimmt hingegen im Rahmen dort Platz, wo bei konventionellen Fahrrädern das Tretlager angebracht ist.

Mittelmotor

Diese Antriebsart erfreut sich mittlerweile unter Pedelec-Herstellern der größten Beliebtheit. Das hat Gründe: Der Motor ist am tiefsten Punkt des Fahrradrahmens angebracht; der Fahrzeugschwerpunkt bleibt also niedrig, was der Sicherheit zugutekommt. Das Fahrverhalten entspricht am ehesten dem eines muskelbetriebenen Fahrrads, den Nutzern fällt die Umgewöhnung also leicht. Die elektrische Verbindung

zum Akku ist meist kurz und, da der Akku oft ebenfalls im Rahmen verbaut wird, vor Beschädigung gut geschützt. Auch technisch hat der Mittelmotor beim typischen Pedelec Vorteile: Da er mit dem Pedalantrieb kombiniert ist, lässt sich die Motorunterstützung recht einfach und gezielt dosieren. Aktuelle Mittelmotor-Pedelecs lassen sich per Rücktritt bremsen, was den Gewohnheiten von Stadt- und Tourenradfahrern entgegenkommt – allerdings bietet nicht jedes Modell diese Option. Setzt der Radhersteller auf Kettenantrieb (mehr zu anderen Kraftübertragungsmöglichkeiten ab Seite 26), beansprucht ein Mittelmotor diese, das Ritzel und auch die Schaltung stärker als beim gewohnten Fahrrad. Nur Nischenanbieter offerieren Nachrüstlösungen

Allradantrieb

Ein Frontmotor bringt Elektro kraft aufs Vorder rad; das hintere wird vom Fahrer angetrieben.



auf Basis eines Mittelmotors – da der Rahmen das Gewicht des Antriebs tragen muss, taugt diese Bauart in der Regel nicht zum Umbau eines konventionellen Zweirads. Wegen der Anforderungen an den Rahmen war der Mittelmotor früher auch als teuerste Antriebsvariante verschrien. Im aktuellen Angebot beeinflussen aber andere Details den konstruktiven Aufwand und damit den Preis eines Pedelecs in höherem Maße.

Aktuelle Mittelmotoren treiben das Tretlager mit an; früher war Kettenantrieb gängig. Der Antrieb am Tretlager ist technisch eleganter; in Verbindung mit einer Kettenschaltung (siehe Seite 26) reicht am Tretlager der Platz aber an einigen Modellen nur für einen Zahnkranz; bei Kettenantrieb finden sich häufig zwei oder gar drei Zahnkränze.

Vorderradmotor

Mit einem Frontmotor ist ein Pedelec besonders günstig zu realisieren. Er bietet Radherstellern und -käufern maximale Wahlfreiheit bei der Art der Schaltung; auch die

Rücktrittsbremse ist möglich. Der Antrieb verteilt sich bei Elektrounterstützung ausgewogen auf motorisiertes Vorder- wie muskelkraftbetriebenes Hinterrad. Da der technische Aufwand gering ist, eignet sich ein Vorderradmotor prinzipiell auch zum Nachrüsten eines konventionellen Fahrrads – mehr zu möglichen Nachrüstungen ab Seite 36.

Allerdings beeinflusst sein Gewicht das Lenkverhalten. Rahmen und Gabel müssen die zusätzliche Last verkräften beziehungsweise dafür ausgelegt sein. Auch an ein neues Fahrverhalten muss man sich gewöhnen: Traditionell schiebt der Antrieb eines Fahrrads; mit Frontmotor zieht er. Vorderradmotoren beschleunigen außerdem oft mit spürbarer Verzögerung. Auf rutschigem Untergrund dreht das angetriebene Vorderrad leichter durch. Die Verkabelung vom Akku zum Motor ist länger und störanfälliger. Und zu guter Letzt gilt dieser Motortyp als vergleichsweise laut. Ob einen die im Vergleich zu herkömmlichen Fahrrädern wuchtige Radnabe stört, ist Geschmackssache –

Mehr Durchzug

Heckmotoren verleihen einem Fahrrad mehr Antritt und erlauben dynamisches Fahren.



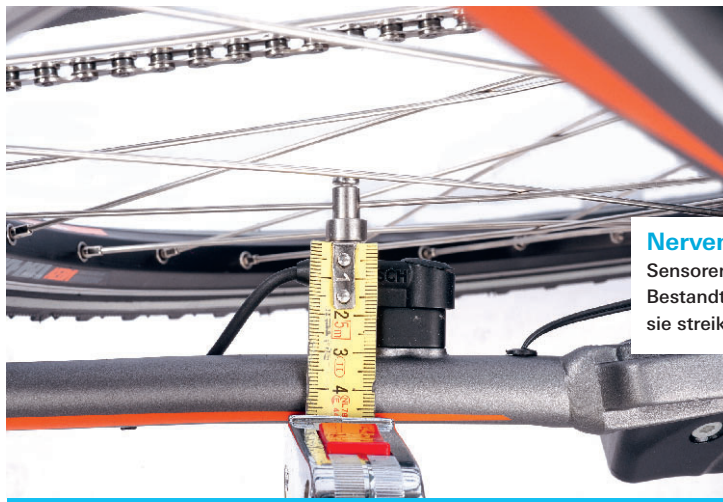
manche Kunden empfinden sie als unästhetisch. Aus den genannten Gründen finden sich Vorderradantriebe im aktuellen Pedelec-Angebot überwiegend in Discounterprodukten, gelegentlich zudem in Spezialanfertigungen.

Hinterradmotor

Ein Motor in der Nabe des Hinterrads verbessert Anpressdruck und Traktion des Reifens, was besonders bei Fahrten im Gelände oder auf rutschigem Untergrund von Vorteil ist und einer sportlichen Fahrweise entgegenkommt. Anders als der Mittelmotor wirkt er direkt aufs Rad – bei höheren Geschwindigkeiten hat er den besseren Wirkungsgrad. Unter Last bei langsamer Fahrt ist allerdings ein Mittelmotor effizienter. Dadurch, dass Schaltung und Antrieb sich auf ein Rad konzentrieren, bleibt das Vorderrad bei einer Panne leicht wechselbar – beim Frontmotor wird der Tausch beider Räder kompliziert.

Heckantriebe gelten als leise; sie belasten Kette und andere Antriebskomponenten

nicht zusätzlich. Die Heckmotoren einiger Hersteller wirken beim Bremsen als Dynamo und laden den Akku – überschätzen sollte man die so mögliche Energiegewinnung allerdings nicht. (Mehr zum Thema Rekupe-ration auf Seite 88.) Der eigentliche Heckmotor ist im Falle eines Motorschadens verhältnismäßig einfach auszubauen, der Wechsel des ihn tragenden Hinterrads wird aber durch den Elektroantrieb komplizierter. Die Verkabelung zum Akku ist anfälliger als die eines Mittelmotors, Nabenschaltung sowie Rücktrittbremse sind mit Hinterradmotor schwierig umzusetzen und werden entsprechend nur von den wenigsten Radherstellern angeboten. Das Fahrrad wird hecklastig – insbesondere, wenn auch noch der Akku auf Höhe des Gepäckträgers montiert ist oder man das Rad dort belädt. Ist der Energiespeicher im Rahmen platziert, sollte auch ein Fahrrad mit Heckmotor noch gut ausbalanciert sein – in der Praxis hängt es wohl eher vom konkreten Modell als von der Theorie ab. Dennoch verliert der Hecknabenantrieb im Handel an Bedeutung.



Nervenbahnen

Sensoren sind ein funktionaler Bestandteil von Pedelecs – ohne sie streikt die Technik.

Die Sensoren

Pedelecs sind auf Sensoren angewiesen, um den elektrischen Antrieb passend zur Muskelkraft des Fahrers zu dosieren – die unscheinbaren Bauteile sind dabei zentrale Komponenten.

→ Günstige Pedelecs sind häufig nur mit einem Bewegungs-/Drehensensor ausgestattet. Der ermittelt, ob die Pedale bewegt werden. Stellt er das fest, gibt er Motorleistung zu. Mit Drehensensoren lassen sich konventionelle Fahrräder zum Pedelec nachrüsten. Das Anfahrverhalten ist aber durch diesen Sensortyp ungewohnt, durch die unpräzise Datenaufnahme lässt sich die nötige Leistung des Motors (und damit der Stromverbrauch) nur grob dosieren. Pedelecs, die nur mit Drehensensor bestückt sind, haben deshalb eine geringere Reichweite.

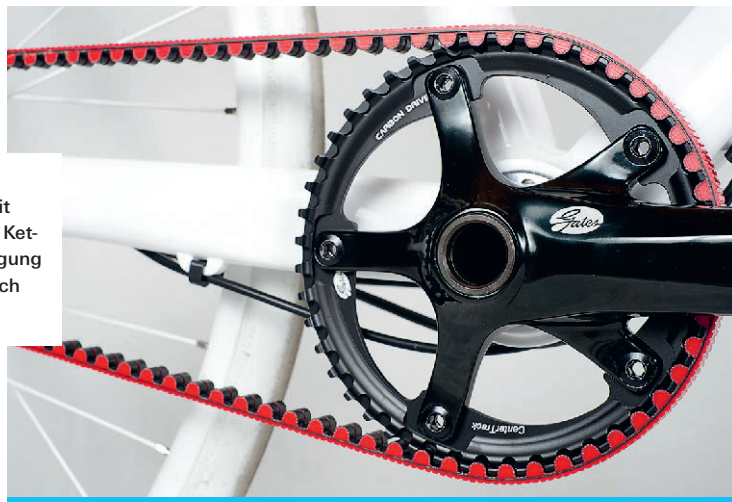
Der Kraft- oder Drehmomentsensor hingegen erkennt nicht nur die Trittfrequenz, sondern auch, mit wie viel Kraft in die Pedale getreten wird. Mit diesem Sensortyp bestückte E-Bikes verhalten sich mehr wie ein

konventionelles Fahrrad; sie fahren sanfter an. Durch die feinfühligere Sensorik lässt sich die Motorunterstützung präziser dosieren, was die mit Strom mögliche Reichweite steigert.

Ergänzt werden diese Sensoren vom Geschwindigkeitssensor – er stellt die aktuelle Geschwindigkeit des Pedelecs fest und regelt die Motorunterstützung ab, wenn die für den jeweiligen Radtyp erlaubte Stundenkilometerzahl erreicht ist. In der Regel ist er am Fahrradrahmen montiert und misst die Umdrehungen eines in den Speichen angebrachten Magneten. Pedelecs mit automatischer Schaltung bringen – je nach Hersteller – zusätzlich einen Lagesensor mit, der Bergauffahrten erkennt und eine dafür sinnvolle Schaltstufe wählt.

Zahnriemen

schicken sich an, die seit Jahrzehnten etablierten Ketten bei der Kraftübertragung abzulösen, sind aber noch deutlich teurer.



Kette oder Riemen?

Vorderrad- und Hinterradmotoren geben ihre Kraft unmittelbar aufs Laufrad. Um die Energie eines Mittelmotors und des Radlers ans Hinterrad zu übertragen, ist ein Vermittler nötig.

→ **Klassischerweise** ist dies eine Kette aus Metallgliedern; wie im Motorradbau sind auch bei Fahrrädern seit einiger Zeit Zahnriemen aus Kunststoff als alternative Transmission beliebt.

Die üblicherweise karbonverstärkten Riemen sind teurer als Kettenantriebe, versprechen aber leiseren Betrieb und längeres Leben als eine Kette. Diese wird von einem Mittelmotor mehr strapaziert als von einem rein menschlichen Antrieb. Praktiker weisen allerdings darauf, dass auch das Riemenmaterial spröde werden kann, hochwertige Ketten ebenfalls haltbar sind und ihr Ersatz um 20 bis 30 Euro kostet. Zum Vergleich: Für einen hochwertigen Ersatzzahnriemen sind rund 100 Euro fällig.

Da Riemen nicht geschmiert werden müssen, bleiben lange Hosen sauber, wenn man mit den Beinen in Antriebsnähe kommt. Manche Nutzer beschreiben das Fahrgefühl mit einem Riemen als weniger direkt und bemängeln gegenüber einer Kette höhere Kraftverluste. Vorteilhaft ist, dass nicht nur der Riemen wartungsfrei ist, sondern auch andere zu wartende Teile (Kettenspanner oder Ähnliches) im Antriebsstrang wegfallen. Mit Riemenantrieb ist nur eine Naben- oder Getriebschaltung möglich – das dürfte insbesondere sportliche Fahrer abschrecken, die eher auf Kettenschaltung setzen. Allerdings ist die Kombination aus Zahnriemen und Nabenschaltung weniger schmutzempfindlich als Kettentechnik, was Fahrten abseits befestigter Wege erleichtert.

Muss ein Riemen gewechselt werden, ist dessen Montage aufwendiger als die einer neuen Kette, denn der alte Zahnriemen (sofern er nicht gerissen ist) muss entspannt, der neue mit definierter Kraft gespannt werden. Dies wird durch Verschieben des Hinterrads bei Demontage und Montage erreicht. Um überhaupt den Riemen wechseln zu können, muss der Fahrradrahmen ein sogenanntes Rahmenschloss mitbringen – als Nachrüstsolution taugt ein Riemenantrieb nicht. Die vom Hersteller vorgegebene Rie-

menspannung muss beim Wechsel eingehalten werden, wozu Spezialwerkzeug erforderlich ist. Eine Kette verzeiht im Vergleich größere Toleranzen, ihre Montage ist einfacher.

Neueste Riemen kommen mit einer Führungsrille („Center Track“, etwa: Mittelspur) und Stegen zwischen den Zähnen der Riemenscheiben, was sie sicherer hält und die Montage ebenfalls etwas erleichtert. Die korrekte Spannung muss aber immer noch eingehalten werden.

Gangschaltungen

Um im Flachen möglichst schnell vorwärtszukommen, andererseits am Hang aber nicht stehenzubleiben, muss ein Getriebe zwischen Mensch/Motor und angetriebenem Rad vermitteln.



Aus konventionellen Fahrrädern sind Ketten- sowie Nabenschaltwerke bekannt. Sie finden sich in diversen Varianten auch in Fahrrädern mit Elektrounterstützung. Darüber hinaus entstanden in jüngster Zeit Antriebsvarianten exklusiv für Pedelecs.

Wie viele Gänge braucht das Elektrofahrrad?

Bevor wir auf die Einzelheiten der verschiedenen Schaltwerke eingehen, hilft es, sich

die Anforderungen daran klarzumachen. Ausschließlich mit Muskelkraft betriebene Fahrräder werden mit Schaltwerken mit bis zu 33 Gängen angeboten. Das erlaubt einerseits ein extrem feinfühliges und sportliches Fahren – erfordert andererseits aber auch so viel Konzentration, dass die Technik im Straßenverkehr eher ablenkt. Hinzu kommt: Der Elektromotor hilft ja gerade in den Situationen – Anfahren, Bergauffahrten, Gegenwind –, in denen der Pedalast bisher auf sich allein gestellt war. Praktiker hal-

Stichwortverzeichnis

A

ABS (Fahrräder) 55
 Akku 5, 39
 – bei Hitze und Kälte 44
 – Diebstahlgefahr 43
 –, gefälschter 46
 – leer 11
 – Platinendefekte 126
 – Platzierung 42
 Akkupack 133
 Alarmanlagen
 an Pedelecs 96
 Amperestunden 40
 Antiblockiersystem 16
 Antriebskonzepte 22
 Antriebssystem 32
 Apps für Pedelecfahrer 100
 Auflaufbremse 78
 Auslaufmodelle 73
 Außenanschlag
 einstellen 111

B

Batso 46
 – Siegel 69
 Baumarkt 73
 Bauteile austauschen 123
 BB-Sensor 145
 Beleuchtung, Probleme 128
 Betriebsspannung 35
 Bewegungssensor 25
 Billig-Pedelecs 74
 BionX-Antrieb, Fehler 129
 Blick über die Schulter 88
 Bosch Active Line 131
 Bosch Performance Line 131
 Bosch-Antriebe, Fehler 131

Bremsen 52
 – justieren und
 reparieren 108
 –, sicheres 86
 Bremshebel einstellen 106
 Bremsklötze 109
 Bremszüge 108
 Brennstoffzellen 47, 81
 Brose-Antriebe, Fehler 133
 Bügelschlösser 93

C

CAN-Bus 34
 Cantilever 53
 CoBi 51
 Controller 20
 Copenhagen Wheel 38
 Cut-Off-Bremshebel 146

D

Demo-Modus 130
 Diamantrahmen 58
 Diebstahlschutz 90
 Discounter 73
 Display 48
 – Probleme 124
 Drehmoment 34
 Drehmomentsensor 25
 Drehsensor 25
 Dreirad 62

E

E-Bike 4
 – Definition 12
 – kaufen 57

– transportieren 99
 – Vorteile 10
 E-Bike-Typ 4
 Einbahnstraßen 84
 Einbremsen bei
 Scheibenbremsen 86
 Electrolyte-Hybride 66
 Elektroantrieb 9
 – nachrüsten 36
 Ersatzakku 11
 Ersatzbatterien 46

F

Fahren 87
 –, energiesparendes 89
 –, vorausschauendes 87
 Fahrradhelme (siehe Helme)
 Fahrradschlösser 93
 – mit Sirenen 95
 Fahrradtouren 98
 Fahrradträger 99
 Fahrradtypen 60
 Fahrradversicherung 97
 Faltschlösser 94
 Fehlersuche 103
 Felgenbremsen 53
 – warten 109
 Felgendurchmesser 63
 Fernbusse 99
 Fremdkörperschutz 51
 Frontmotor 23, 153
 Führerschein 14, 18

G

G2-Bildschirme 124
 Gangschaltungen 27

Garantien der Hersteller 76
 Gebrauchtkauf 75
 Gepäckträgerakkus 43
 Geräuschentwicklung 74
 Gesamtgewicht,
 zulässiges 69
 Geschwindigkeitssensor 25,
 125, 131
 Gewährleistung 76
 Global Positioning System
 in Pedelecs 97
 Grundreinigung 120
 GS-Siegel 68

H

Händler vor Ort 67
 Hausratversicherung 97
 Heckantrieb 24
 Heckmotoren 165
 Helme 78
 – für S-Pedelecs 79
 – im Test 79
 Helmpflicht 18
 Hinterradmotor 24
 Höchstgeschwindigkeit,
 erlaubte 18
 Hybrid-Pedelecs 66

I

Innenanschlag
 einstellen 111

K

Kabeldurchführungen 59
 Kauf eines E-Bikes 6
 Kette warten/wechseln 116
 Kettenantrieb 26

Kettennietendrücker 117
 Kettenschaltungen 28
 – warten 111
 Kettenschlösser 94
 Kettenzustand 116
 Kinderanhänger 77
 Klappräder 61
 Kleinkrafträder 14, 18
 Kodierung von Pedelecs 92
 Kompakträder 61
 Kraftfahrzeug, Definition 15
 Kraftsensor 25
 Kriterien,
 kaufentscheidende 71
 Kugel-Nabenschaltung 30

L

Laden am Arbeitsplatz 41
 Ladezyklen 44
 Lagesensor 25
 Langzeitqualität 70
 Lastenräder 62
 LCD 49
 Leichtmofa 14, 18
 Lenker und Bedienelemente
 einstellen 106
 Lernzyklen bei Akkus 45
 Liegeräder 62
 Lithium-Ionen-Batterien 39

M

Memory-Effekt 39
 Mittelmotor 22, 156
 Mofa 18
 Montageständer 104
 Motorunterstützung 5
 Mountainbikes 61
 Multimeter 127

N

Nabendynamos 128
 Nabenschaltungen 29
 Nachrüstatz 36
 Navigationsfunktion 50
 Neigung des Sattels 107
 Nickel-Metallhydrid-
 Akkus 39

O

Onlineshops 67
 Ortungssysteme für
 Pedelecs 97

P

Panasonic Centermotor,
 Fehler 139
 Panasonic-Antrieb,
 Fehler 137
 Panasonic-Motoren 127
 Panzerkabelschlösser 94
 Pedelec 4, 10
 – auf Flugreisen 100
 – Definition 12
 – flattert 72
 – in der Bahn 99
 – mieten 100
 – mit Carbonrahmen 76
 Pedelec-Kursangebote 89
 Pedelec-Markt 80
 Power Tube 43
 Preisunterschiede 73
 Probefahrt 70
 Prüfsiegel 68

R

Radwege 84
 Radwegnutzung 18
 Rahmenhöhe 63
 Rahmennummer 76, 91
 Rahmenschloss 27, 95
 Reifen wechseln 113
 Reifenheber 114
 Rekuperation 88
 Rekuperationsmodus 130
 Renn-Pedelecs 61
 Rennräder 61
 Richtig schalten 88
 Riemenantrieb 26
 Rücktrittbremsen 53

S

Sattel 64
 – einstellen 106
 –, geschlechtsspezifische 65
 Sattelformen 64
 Sattelposition einstellen 107
 Schaltkäfig 111
 Schaltröllchen 117
 Schaltunterstützung,
 elektrische 31
 Scheibenbremsen 54
 – warten 109
 Schlafmodus (Akku) 45
 Schlauch wechseln 113
 Schnellladung 46
 Schutzklasse (Displays) 51
 Schwachstellen getesteter
 Pedelecs 69
 Sensoren 20, 25
 Shimano Steps DI2-Schal-
 tung, Fehler 140
 Sitzhöhe 107

Sitzknochenabstand 65
 Slopings-Rahmen 59
 Smartphone fürs Pedelec 50
 Softwareupdate 121
 S-Pedelec 4
 – Definition 13
 Speichenmagnet ver-
 rutscht 125
 Spiralkabelschlösser 95
 Stadträder 60
 Steuereinheit 48

T

Testurteile, Werbung 70
 TFT-Displays 49
 Tiefensteiger-Pedelecs 58
 Tiefensteigerrahmen 72
 Tiefschlafmodus beim
 Akku 129
 TMM-4-Sensor 145
 Tourenräder 60
 TranzX-Antrieb 145
 – kalibrieren 145
 – Fehler 145
 Trapezrahmen 58
 Treppen 11
 Trommelbremsen 108
 Tuning-Bausätze 119

U

Umschlingungswinkel
 der Kette 111
 Umwerfer 111
 – einstellen 112
 Unfallforschung 15
 Unterstützungsstufen 21
 Urlaub mit Pedelec 7

V

Verkehrsregeln 84
 Verkehrssicherheit 62
 Verreisen mit E-Bike 98
 Versicherung 18
 – gegen Diebstahl 97
 Vierkolbenbremsen 54
 Vivax-Antrieb 66
 Vorderradmotor 23
 Vorführmodelle 73

W

Waschen 119
 Wasserfestigkeit 51
 Wattstunden 40
 Werkzeug 104
 Werkzeugkasten für
 E-Radler 105
 Wo kaufen 66

Y

Yamaha-Antriebe, Fehler 148

Z

Zahnriemen 27
 Zubehör 77
 Zuladung, mögliche 70
 Zweikolbenbremsen 54
 Zweiräder registrieren
 lassen 91