



Der Einkaufsratgeber

E-Bike & Pedelec

Auswahl,
Kauf, Technik
& Wartung



2. Auflage

Inhaltsverzeichnis

4 Was wollen Sie wissen?

9 Das richtige E-Bike finden

- 10 Für jeden Typ das Richtige
- 16 Der richtige Rahmen
- 20 Welcher Fahrradtyp ist der richtige?
- 33 Die richtigen Reifen
- 39 Mehr Licht
- 42 Wie viel muss ein gutes Pedelec kosten?
- 46 Mehr Sicherheit, mehr Spaß mit Zubehör?
- 50 „Der Elektroantrieb wird immer beliebter“

53 Die Extraption Schub: Der Elektro-antrieb

- 54 Was spricht für E-Bikes, wo sind mögliche Haken?
- 56 E-Bike oder Pedelec? – Die Unterschiede
- 59 „Der Gesetzgeber muss handeln“
- 64 Die Technik im Detail
- 66 Die Antriebskonzepte
- 71 Die Sensoren
- 73 Kette oder Riemen?
- 74 Gangschaltungen
- 80 Antriebe in der Werksausstattung und zum Nachrüsten
- 84 Elektroantrieb nachrüsten – wirklich eine Alternative?
- 87 Der richtige Umgang mit Akkus
- 96 Der Kontrollbildschirm
- 100 Bremsen fürs Pedelec

47

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



31

Eine Checkliste mit den wichtigsten Kaufkriterien

111

Sicherer elektrisch unterwegs dank Fahrtraining



62

Pedelec, E-Bike, Klein-kraftrad? Motorisierte Zweiräder im Überblick



27

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



66

Wo sitzt der Elektroantrieb am Pedelec am besten?



105 Mit dem E-Bike unterwegs

- 106 Auf dem Papier sind alle gleich
- 111 „Die Übung macht's!“
- 113 Diebstahlschutz
- 122 Mit dem E-Bike verreisen

127 Das E-Bike pflegen und warten

- 128 Das richtige Werkzeug
- 130 Vor der ersten Ausfahrt
- 132 Wartung und Reparaturen
- 143 Allgemeine Pflegemaßnahmen
- 145 „Vom Elektroantrieb sollten Laienbastler die Finger lassen“
- 148 Pedelec-typische Probleme lösen
- 152 Übersicht über Motorenarten

152 Hilfe

- 152 Adressen
- 172 Stichwortverzeichnis

Was wollen Sie wissen?

Durch einen Elektromotor unterstützte Fahrräder erfreuen sich wachsender Beliebtheit. Immer öfter greifen Kundinnen und Kunden zu Velos mit der Extraportion Schub. Laut Statistischem Bundesamt wuchs die Zahl der Stromer in deutschen Haushalten von 1,5 Millionen 2015 auf 4,3 Millionen Anfang 2020. Dies entspricht etwa jedem neunten Haushalt – Tendenz: rasant steigend.

Welcher E-Bike-Typ ist für mich der richtige?

Manche suchen ein E-Bike für die bequeme Fahrt zur Arbeit, andere wollen ein Sportgerät. Welches Zweirad sich für welche Nutzer eignet, klären wir gleich im Anschluss an diese Übersicht. Denn auch ein Pedelec ist zunächst ein Fahrrad; deren Typenvielfalt hat sich auf den Markt der Elektro-Zweiräder abgebildet. Es gilt also noch immer, sich für den

richtigen Rahmen, Sitz und Reifen zu entscheiden.

Die grundsätzlichen Dinge zu den rechtlichen Besonderheiten von E-Bikes und Pedelecs sowie Technik und Ausstattung der verschiedenen E-Bike-Typen finden Sie im Kapitel „Die Extraportion Schub: Der Elektroantrieb“ ab S. 53.

Wo stelle ich ein E-Bike idealerweise ab und kann es laden?

Sind Fahrräder mit elektrischem Antrieb genauso unkompliziert in der Handhabung wie konventionelle Typen? Oder bedürfen sie besonderer Aufmerksamkeit und Unterstände? Wo und wie lädt man die Batterie des E-Bikes am besten auf? Nimmt man den Akku zum

Laden in die eigenen vier Wände oder muss das ganze Fahrrad in Steckdosen-nähe platziert werden? Auch diese Fragen beantworten wir im Kapitel „Die Ex-traportion Schub: Der Elektroantrieb“ ab S. 53.

Wie gut taugen Elektro-fahrräder als Lastesel?

Ob Kind oder Kegel – die Motorunterstützung lässt E-Bikes attraktiv erscheinen für Menschen, die mehr als nur sich selbst befördern wollen. Aber viele fürs konventionelle Rad gültige Regeln gelten auch für ihre elektrischen Verwandten – und allzu schweren Lasten stehen oft

technische Grenzen wie überforderte Bremsanlagen im Weg. Was E-Bikes auch mit Anhängern oder als spezialisierte Lastenräder befördern können und wo für man besser auf andere Verkehrsmittel ausweicht, klären wir im Kapitel „Das richtige E-Bike finden“ ab S. 9.

Worauf muss ich beim Kauf besonders achten?

Neben den Details des Elektroantriebs gilt es beim Kauf eines E-Bikes weitere Dinge zu beachten. Das betrifft sowohl die verschiedenen Rahmentypen als auch Informationsmöglichkeiten – sei es auf Messen oder direkt im Geschäft. Zudem bilden sich im Markt der Elektro-

fahrräder ähnliche Modelle wie im Pkw-Handel aus, etwa Leasing-Varianten. Auch die können interessant sein – haben aber ihre Tücken. Alles zur guten Wahl von Bauart und Händler fassen wir im Kapitel „Das richtige E-Bike finden“ ab S. 9 zusammen.

Wie sichere und versichere ich mein E-Bike richtig?

E-Bikes sind teuer – manchen gebrauchten Pkw gibt es für weniger Geld. Umso wichtiger ist es, die Elektro-Velos mit robusten Schlossern und anderen Sicherungen vor Diebstahl zu schützen. Aber auch der beste mechanische

Schutz kann Fahrräder nicht vor jeder Art Angriff bewahren – im Falle eines Falles hilft die richtige Versicherung, wenigstens die materiellen Folgen des Verlusts einzudämmen. Details zum Verriegeln und Versichern lesen Sie ab S. 113.

Mit dem Pedelec in den Urlaub – was muss ich planen und beachten?

Abweichende Verkehrsregeln, richtig schalten – mit dem elektrischen Rad fährt sich's anders. Abseits des eigenen Unterstands will das teure Stück sicher vor Dieben sein – ein robustes Schloss ist Pflicht

für E-Bikes. Auch beim Transport der Elektro-Drahtesel mit dem Auto gilt es etwas mehr zu beachten als bei konventionellen Velos. Alles dazu im Kapitel „Mit dem E-Bike unterwegs“ ab S. 105.

Wer gut schmiert, fährt gut. Aber was tue ich bei streikender Elektronik?

Wie jedes technische Gerät danken auch E-Bikes gute Pflege mit besserer Performance und längerer Haltbarkeit. Aber was ist wichtig? Darf man den Fahrrädern mit dem Hochdruckreiniger zu Leibe rücken? Welche Teile können geübte

Bastlerinnen und Bastler selbst wechseln – und an welche sollte nur eine Fachkraft ran? Kann man Elektrofahrräder tunen? Und was tun bei einer Panne? Antworten auf diese Fragen liefert das Kapitel „Das E-Bike pflegen und warten“ ab S. 127.



Das richtige E-Bike finden

Unterschiedliche Nutzung verlangt nach unterschiedlichen E-Bikes – das eine richtige Pedelec-Modell gibt es nicht. Hier erfahren Sie, worauf Fahrerinnen und Fahrer achten müssen.



Pedelecs sind Fahrräder mit einem Extra. Zunächst gelten für sie also dieselben Kriterien wie für konventionelle Velos. Aber der Hilfsmotor ändert das Fahrverhalten – haben Sie sich für einen Radtyp entschieden, sollten Sie so viele E-Bikes Probe fahren, wie Sie können. Denn sie verhalten sich anders als motorlose Drahtesel. So wohl zwischen den verschiedenen Antrieben als auch im Vergleich zu konventionellen Velos können sich die Fahreigenschaften drastisch unterscheiden. Tests treffen Aussagen zur Qualität des Angebots – aber das

Pedelec mit dem besten Gesamtergebnis ist nicht zwingend das, das Ihren Bedürfnissen optimal entspricht. Schließlich muss auch der Preis für Sie erschwinglich sein.

Viele Händler vermieten Pedelecs gegen Gebühr übers Wochenende. Sollten Sie sich für ein Gefährt entscheiden, verrechnen sie mitunter die Miete mit dem Kaufpreis. Auch Leasing bieten viele Pedelec-Händler an. Messen, Bike-Festivals und spezielle Testveranstaltungen der Hersteller sind ebenfalls eine gute Möglichkeit, sich einen Eindruck vom Angebot zu verschaffen.

Für jeden Typ das Richtige

Die Zeiten, in denen Pedelecs und E-Bikes Bastelprojekte und damit seltene Ausnahmeerscheinungen waren, sind längst vorbei. Elektroräder sind im Mainstream angekommen, das Angebot ist kaum überschaubar. Aber es gibt typische Nutzerinnen und Nutzer – und ideale Pedelecs für sie.

→ Pendlerinnen und Pendler

Die Pendlerin mag es eher sportlich, etwas stilvoller und gerne auch etwas schneller. Flott und umweltbewusst mit dem Fahrrad ins Büro, aber bitte ohne groß ins Schwitzen zu kommen – die fast mühelose Radtour zur Arbeit zählt schon lange zur Lieblingsnutzung vieler E-Bike-Fans. Schließlich hält nicht jeder Arbeitgeber eine Dusche für seine Mitarbeiterinnen parat. Selbst wenn – der Sprung in die Nasszelle würde die oft so wertvollen Minuten auf dem Weg zum ersten Meeting des Tages kosten. Ein ebenso gutes Argument für die elektrisch gestützte Fahrt zur Arbeit: das grandiose Gefühl, dem Stau während der Rushhour am Morgen und Abend einfach mit dem E-Bike davonzufahren. Kein Wunder also, dass sich das E-Bike als Dienstwagenersatz immer größerer Beliebtheit erfreut; besonders dann, wenn sich Finanzamt und/oder Arbeitgeber an der Finanzierung beteiligen oder das Zweirad gleich als Firmenfahrzeug stellen.



→ Die E-Bikes

Ein leichtes Touren-E-Bike (auch Trekking-Bike genannt; S. 20), das dank Vollausrüstung mit Gepäckträger für Aktentasche oder ähnliches, Schutzblechen und Lichtanlage für alle Wetterlagen und Jahreszeiten gewappnet ist.



Ein S-Pedelec (S. 57), das dank seiner höheren E-Geschwindigkeit im normalen Verkehr auf der Straße problemlos mithält. Nachteil: Die Fahrt auf dem Radweg ist damit in aller Regel tabu (S. 106).

Ein Design-Pedelec, gern auch technisch reduziert als Single-Speed-Modell ohne Gangschaltung (S. 74).

Ein Elektro-Faltrad (S. 22) als schnelles Fortbewegungsmittel für die letzte Meile nach der Anreise mit der Bahn.

Sportlerinnen und Sportler

Er oder sie sucht ein Rad für die Freizeit, in der man sich bewegen und austoben will. Oft führt der Weg auf unbefestigte Pisten und Bergstrecken. Ein typisches Sport-E-Bike muss nicht praktisch sein, sondern soll Spaß machen. Dass Räder mit E-Motor nichts mehr mit Sport zu tun hätten, ist ein längst widerlegter Irrglaube – Studien zeigen, dass dank Motorantrieb gleichmäßiger

und damit langfristig gesünder trainiert wird. Und verausgaben kann man sich mit einem E-Mountainbike ebenso gut wie mit einem herkömmlichen, hat dabei aber einen deutlich größeren Aktionsradius – entdeckt also neue Landschaften.

→ Die E-Bikes

E-Mountainbikes (S. 21) mit besonders kraftvollen, drehmomentstarken (S. 65), speziell für sportlichen Einsatz abgestimmten Motoren (S. 69).

E-Mountainbikes mit sanftem Antrieb (S. 66) – und kleinerem, leichterem Akku (S. 87) für Fahrerinnen und Fahrer, die es auch auf Bergtouren entspannt angehen wollen.

Enduro-Bikes Diese Variante der Mountainbikes unterstützt nicht nur bei weniger beliebten Anstiegen, sondern erlaubt durch ihren tieferen Schwerpunkt rasante Abfahrten.

E-Gravelbikes (S. 21), auf Deutsch „Schotterräder“, sind ideal für



unbefestigte Wege und Querfeldein-Touren. Ihr Antrieb ist besonders harmonisch und unterstützt das natürliche Fahrgefühl.

E-Rennrad (S. 21). Die Elektrovariante des klassischen Straßenrennrad s ist besonders leicht und windschnittig, ihr Antrieb auf dauerhafte, sanfte Unterstützung und nicht auf brachiale Kraft ausgelegt.

Tourenfahrerinnen und -fahrer

Egal ob Familienausflug am Wochenende, Radurlaub (S. 122) entlang eines beliebten Flussradwegs oder gar die Weltreise mit dem Fahrrad: Auch in die Welt der Tourenfahrer hat das E-Bike Einzug gehalten. Zu geringe Reichweiten gelten dank immer stärkerer Akkus und Lösungen wie des Dual-Battery-Systems (S. 90) von Bosch nicht mehr als Gegenargument; auch das Aufladen (S. 87) der Akkus ist heute in den meisten Herbergen kein Problem. Entsprechend freuen sich Tourenfahrerinnen dank Motorunterstützung über längere Tagesetappen,

egal ob alleine oder zu mehreren. In Gruppen gleicht der Elektromotor etwaige Leistungsunterschiede unter den Teilnehmern aus und ermöglicht dadurch so manche Gruppenradreise erst.

→ Die E-Bikes

Trekking-E-Bike, die in Deutschland meistverkaufte E-Bike-Gattung. Als klassisches Tourenrad hat es Gepäckträger, Licht und Schutzbleche. Wer viel Gepäck, etwa die Campingausrüstung, mitnehmen will, sollte auf Modelle mit hohem zulässigen Gesamtgewicht (S. 30) achten. Modelle mit Federgabel sorgen für zusätzlichen Fahrkomfort.

SUV-E-Bike (S. 18). Mit seinen breiteren und grobstolligen Reifen (S. 35), oft auch einer Vollfederung, kommt man mit diesem Hybrid aus Touren- und Mountainbike auch auf unbefestigten Pisten gut und bequem voran.



Alltagsfahrerinnen und -fahrer

Zum Bäcker, ins Café, zur Post, zu den Freunden: Für viele Menschen gehört das Fahrrad untrennbar zum Lebensalltag. Schließlich lassen sich in urbanen Regionen die meisten Dinge des täglichen Lebens problemlos mit dem Velo erledigen – speziell, wenn es über einen elektrischen Hilfsmotor verfügt. Egal ob bei alt oder jung, Mann oder Frau, das E-Bike macht die Fahrten von A nach B noch einfacher und vergrößert den Aktionsradius erheblich.

→ Die E-Bikes

Touren-E-Bike. Für die meist kürzesten Fahrten braucht es nicht unbedingt das am stärksten motorisierte, sportlichste oder technisch hochgerüstete Modell.

E-Hollandrad – ein Fahrradtyp mit solider, preisbewusster Ausstattung. So kommt bei diesen Rädern etwa noch vergleichsweise häufig die funktionale, aber günstige Felgenbremse

(S. 101) zum Einsatz, wenn auch meist in hydraulischer Variante.

E-Stadtrad. Mit seiner entspannten, aufrechteren Sitzhaltung bietet es auf kurzen Strecken mehr Komfort. Auch benötigt der Stadtstromer (S. 20) nicht unbedingt viele Gänge; beliebt sind hier einfache, aber wartungsarme Nabenschaltungen (S. 77). Praktisch, etwa für das häufige Auf- und Absteigen im Stadtbetrieb oder die Nutzung mit einem Fahrradkorb, sind City-Modelle mit tiefem Einstieg (S. 16).

Lastenfahrerinnen und -fahrer

Familien mit Kleinkindern, Menschen, die Lasten oder Haustiere transportieren, gewerbliche Nutzer: Alles, was sich nicht selbst auf einem Zweirad halten kann, muss transportiert werden. Seien es Kleinkinder, Hund und Katz, das Werkzeug oder Pakete. In all diesen Fällen reicht der Platz auf einem normal ausgerüsteten Zweirad nicht aus.



→ Die E-Bikes

Touren-E-Bike mit Kindersitz. Hier finden Kinder bis zu einem Alter von sieben Jahren sicher Platz.

E-Stadtrad mit Kindersitz. Auch auf ihnen finden Kinder bis zu einem Alter von sieben Jahren Platz.

E-Bike mit Anhänger (S. 40). Das Rad muss sich fürs Ziehen eines Anhängers eignen; außerdem sollte das Pedelec einen Akku mit möglichst großer Kapazität haben, denn das Zusatzgewicht braucht Strom. Auch für Kinder im Anhänger gilt die Altersobergrenze (S. 46) von sieben Jahren. Für Haustiere und Lasten gibt es eigene, teils überdachte, teils geschlossene Hänger.

Lasten-E-Bike. Diese Modelle sind besonders robust und antriebsstark und haben – meist über dem Vorderrad – eine große Ladefläche.

Dreirädriges Lasten-E-Bike. Dieses Modell kippt nicht zur Seite, wenn Fracht mit ungleichmäßiger Gewichtsverteilung transportiert wird, und es fährt sich allgemein stabiler. Es ist aber auch schwerer, verlangt nach einem größeren Stellplatz und ist schwieriger zu manövrieren. Dennoch ist es immer dann die erste Wahl, wenn sperrige oder schwere Gegenstände zu bewegen sind.

Menschen mit gesundheitlichen Einschränkungen

Ganz gleich ob altersbedingt, nach einer Operation oder aufgrund körperlicher Einschränkungen: Viele Menschen bringen nur mit Mühe oder gar nicht die Kraft auf, die für die Fahrt auf herkömmlichen Fahrrädern nötig ist. Ihnen eröffnet die Unterstützung durch den Elektromotor ganz neue Möglichkeiten, die die Lebensqualität steigern, die Fitness verbessern und mitunter auch zu mehr menschlichem Miteinander führen.



→ Die E-Bikes

E-Stadtrad (S. 20). In der Variante als einfaches Rad mit niedrigem Einstieg ist es ideal für Menschen mit altersbedingten Gelenk- und Konditionschwächen.

E-Hollandrad. Das verwandte Hollandrad eignet sich ebenfalls gut für Menschen mit leichten Einschränkungen – es ist robust und einfach zu handhaben.

E-Dreirad (S. 22). Menschen mit eingeschränktem Gleichgewichtssinn verhelfen diese Fahrräder zu neuer Bewegungsfreiheit. Diese Räder sind solide und fahrstabil.

E-Tandem (S. 22). Wenn nur ein Teil eines Paares körperlich eingeschränkt ist, ermöglichen Tandems mit Elektrounterstützung gemeinsames Fahren. Das Tandem bietet Platz für zwei, der Elektromotor liefert Kraft für zwei.

Seniorinnen und Senioren

Grundsätzlich eignen sich alle vorgestellten Radtypen für ältere Semester – wie sich auch alle Nutzertypen in dieser Altersklasse finden. Es besteht schließlich zwischen Alter, sportlichen Interessen und körperlichen Fähigkeiten kein zwingender Zusammenhang. Ausnahme von der Regel: Für Senioren, die jahrzehntelang radsportlich aktiv waren, sind E-Rennräder interessant, weil sie etwa bei der Bewältigung langer Anstiege helfen.

Kinder

Es gibt aktuell kein gesetzliches Mindestalter fürs Fahren eines E-Bikes. Dennoch: Kinder sollten auf einem konventionellen Velo das Radfahren lernen und erst dann auf eine elektrische Variante umsteigen. Allgemein gilt ein Lebensalter von 14 Jahren als guter Einstieg in die Elektrotraktion. Sind sie reif für ein Pedelec, können sie und die Eltern sich an den genannten Fahrer- und Radtypen orientieren.



Tiefeinsteiger

Dieser Rahmentyp eignet sich für Stadt- und Touren-Pedelecs.

Der richtige Rahmen

Die wichtigste Entscheidung bei einem Zweirad gilt dem Rahmen. Dessen Form und das verwendete Material entscheiden maßgeblich über den späteren Einsatz eines E-Bikes.

 **Grob lassen sich drei** Rahmenbauformen unterscheiden: Tiefeinsteiger („Damenrad“), Diamantrahmen („Herrenrad“) und der Trapezrahmen als Kreuzung aus Tiefeinsteiger und Diamantrahmen.

Tiefeinsteiger

Der Name sagt es schon: Auf Rädern mit Tiefeinsteigerrahmen ist der Sattel ohne Verrenkungen erreichbar. Je nach Modellvariante führen ein oder zwei Rahmenrohre vom Lenker zum Tretlager. Sie tragen die Hauptlast von Rad und Fahrerin. Durch die tief liegenden Rohre muss man das Bein nicht allzu hoch heben, um auf den Sattel zu steigen, sogar mit Rock ist der Einstieg bequem. Tiefeinsteiger sind ideal für kleine oder nicht ganz so bewegliche Menschen.

Sofern der Hersteller die Rohre eines Tiefeinsteigers korrekt dimensioniert, ist diese Rahmenkonstruktion solide – allerdings ist sie nicht so verwindungssteif wie andere Rahmentypen, was sich negativ auf die Fahreigenschaften auswirkt. Speziell für Fahrten abseits befestigter Straßen ist der Tiefeinsteiger deswegen nicht ideal.

Bei früheren Tests der Stiftung Warentest von Tiefeinsteigern mussten noch mehrere Modelle wegen Mängeln bei Sicherheit und Haltbarkeit mit Mangelhaft bewertet werden. Dies setzt sich in der Untersuchung vom Juni 2020 fort – wenn auch in geringerem Umfang. In der Vergangenheit mussten Hersteller wegen Rissen in Tiefeinsteigerrahmen auch Pedelecs zurückrufen.

Diamantrahmen

Diese Bauart offeriert maximale Stabilität bei geringstem Gewicht.



Diamantrahmen

Diese Bauart ist der Klassiker unter den Rahmen. Sie hat sich seit ihrer Einführung gegen Ende des 19. Jahrhunderts kaum verändert. Der etwas irreführende Name leitet sich nicht vom Material, sondern der dem Edelstein ähnelnden Geometrie dieses Rahmens ab. Im Prinzip besteht er aus zwei Rahmendreiecken – einem größeren und einem kleineren. Im vorderen Rahmendreieck führt je ein Rohr vom Steuerrohr (in ihm sitzt die Gabel, die wiederum per Vorbau mit dem Lenker verbunden ist) beziehungsweise der Sattelstütze zum Tretlager. Darin sitzt die Kurbel, an der Kettenblätter und Pedale befestigt sind. Im hinteren Rahmendreieck führen je zwei Streben von Sitzrohr und Tretlager zum hinteren Ausfallende, in welchem das hintere Laufrad aufgenommen wird. Diese Form verspricht beste Stabilität bei geringstem Gewicht. Das Aufstei-

gen auf Pedelecs mit Diamantrahmen ist etwas beschwerlicher, weil man ein Bein über das von Sattelstütze zu Lenker führende Oberrohr heben muss. Eine moderne und heute überwiegend eingesetzte Variante des Diamantrahmens ist der Sloping-Rahmen (von englisch „slope“ = Gefälle, Neigung). Hier fällt das Oberrohr zum Sattelrohr hin leicht ab. Wesentlicher Vorteil dieser Bauart für den Hersteller ist es, dass er mit weniger Rahmengrößen, meist eingeteilt in „S“, „M“ und „L“, ein breites Kundenspektrum bedienen kann. So lassen sich die Produktionskosten deutlich senken.

Speziell an Sporträdern kommt vermehrt eine Variante des Diamantrahmens zum Einsatz, bei der die Sitzstreben (die Streben vom Sitzrohr zum hinteren Ausfallende) möglichst tief angesetzt werden, um die Dämpfungseigenschaften zu verbessern.

Guter Kompromiss – das Trapez

Dieser Rahmen ist noch bequem beim Aufsitzen und dennoch verwindungssteif.



Trapezrahmen

Trapezrahmen kombinieren die Vorteile von Tiefeinsteiger und Diamantrahmen. Statt eines Querrohrs zwischen Lenker und Sattel haben sie Schrägrohre. Eines führt, wie an anderen Rahmenkonstruktionen auch, von Lenker zum Tretlager, ein zweites verläuft oberhalb dieses Rohrs vom Lenker geradlinig zum Sitzrohr. Hier ist das Aufsitzen nicht ganz so komfortabel wie beim Tiefeinsteiger, aber immer noch bequemer als bei einem Diamantrahmen. Durch die geraden Rohre ergibt sich ein guter Kompromiss aus Gewicht und Verwindungssteifheit.

Andere Rahmentypen

Vollgefedeerte Rahmen bestehen aus einem Hauptrahmen und einem Hinterbau oder einer Schwinge, die per Achse und über einen Dämpfer verbunden sind. Sie werden wegen ihres höheren Federwegs hauptsächlich an besonders geländegängigen Mountainbikes verwendet, vermehrt aber auch an sehr komfortablen Stadt- und Tourenrädern, die im Branchenjargon in Analogie zu

entsprechenden Pkw „SUV“ genannt werden.

Beim Kreuzrahmen handelt es sich um eine der einfachsten und ältesten Rahmenformen. Wie der Name sagt, kreuzen sich in ihm zwei Rohre – eines führt vom Sattel zum Tretlager, das zweite vom Steuerrohr zum Ausfallende. Die Rohre kreuzen sich oberhalb des Tretlagers. Dieser Rahmen ist nicht sehr verwindungssteif und deshalb nur selten zu finden.

In Fachwerkrahmen sind vergleichsweise dünne Rohre zu mehreren Dreiecken verbunden. Das macht sie besonders stabil, aber auch wenig elastisch. Da sie recht kompliziert zu fertigen sind, sind sie entsprechend teuer und selten.

Prinzipiell frei formbar sind Rahmen aus dem 3D-Drucker. Die digitale Drucktechnik erlaubt die Erstellung individueller Rahmenkonstruktionen – hierbei handelt es sich aber um Einzelanfertigungen, die im Massenmarkt keine Rolle spielen.



Wertig und teuer

In der Preis-Oberklasse kommen oft Carbonrahmen zum Einsatz. Das Material ist sehr leicht, aber dennoch stabil.

Wie wichtig ist das Rahmenmaterial?

Neben der Bauform spielt auch das Rahmenmaterial bei Pedelecs eine im Wortsinn tragende Rolle. Dieser Aspekt ist im Vergleich zu konventionellen Velos umso wichtiger, weil der Elektroantrieb zusätzlich wiegt. Am verbreitetsten sind Aluminiumrahmen – sie ermöglichen einen guten Kompromiss aus Gewicht, Steifigkeit, Fahrkomfort und Kosten.

Nur in teuren Oberklasse-Pedelecs kommt Carbon als Rahmenmaterial zum Einsatz. Der Kohlefaser-Verbundwerkstoff ist extrem leicht, verwindungssteif und alterungsbeständig. Bei einem Sturz bricht er allerdings auch eher als Metall, was zu einem wirtschaftlichen Totalschaden führen kann.

Seltener wird für Pedelec-Rahmen Stahl verwendet – hauptsächlich für maßgeschneiderte Einzelanfertigungen. Stahl ist schwerer als Aluminium und weniger verwindungssteif. Das hat Vor- wie Nachteile: Die Fahrt auf einem Pedelec kann dadurch unruhiger werden, weil das Material stärker

nachgibt – gleichzeitig aber auch komfortabler, eben weil der Rahmen in sich federt.

Noch exotischer und teurer sind Titanrahmen, die nur von wenigen Herstellern angeboten werden. Sie sind deutlich schwerer als Carbonrahmen, bieten ähnlichen Fahrkomfort wie Stahlrahmen, sind dabei aber auch noch ausreichend verwindungssteif. Ihr größtes Plus ist ihre Langlebigkeit – fraglich bleibt dabei, ob dies in einem Markt mit sich rasant weiterentwickelnder Technik bei den Kunden oberste Priorität hat.

Holz und Bambus als Rahmenwerkstoffe klingen zunächst kurios. Tatsächlich haben sich Hersteller wie My Boo oder My Esel darauf spezialisiert. Die Hersteller argumentieren mit Nachhaltigkeit. Bambus ist laut Hersteller „stabil wie Stahl, leicht wie Alu und komfortabel wie Carbon“, weshalb man fünf Jahre Garantie darauf gibt. Preisliche Vorteile hat Bambus nicht – und an der Motorhalterung kommt der Hersteller nicht ohne Alu aus. Die Holzrahmen sind vor allem exklusiv; sie zeichnen sich durch ihre natürlichen Dämpfungseigenschaften aus.



Qual der Wahl

Citybike, kompaktes Klapprad und Sportmaschine – alle gängigen Fahrradtypen gibt es mit E-Motor.

Welcher Fahrradtyp ist der richtige?

Findige Hersteller wollen mit neuen E-Bike-Klassen den Markt ankurbeln. Dabei sind die entscheidenden Typfragen: Wo fährt man ein Pedelec? Fährt man zur Arbeit oder zum Vergnügen?



Nicht immer sind die Grenzen der verschiedenen Typen klar umrissen; manche Hersteller profilieren sich ganz bewusst mit Mischformen.

► Das bevorzugte Revier von **Stadträder** ist, wie der Name schon sagt, der asphaltierte Untergrund in der Stadt, auch mal ein einfacher Weg im Stadtpark. Sie erlauben eine aufrechte Sitzposition, sind meist mit einer Nabenschaltung ausgestattet, sind tendenziell robust ausgeführt, bringen alle für die Teilnahme am Straßenverkehr nötigen Sicherheitsmerkmale (siehe auch S. 62) mit und oft Möglichkeiten, Dinge zu transportieren. Bei Stadträder sind Tiefeinstiegerrah-

men verbreitet, allerdings finden sich oft auch Diamant-/Sloping-Rahmen. Im Sinne des Wortes sind sie primär Nutzfahrzeuge.

► **Tourenräder** („Trekking“) ähneln den Stadträder, sind aber eher für sportliche Ausfahrten und weniger für den zweckgebundenen Transport von A nach B gedacht. Für sie werden oft Diamant- oder Slopingrahmen verbaut. Sie haben oft eine Kettenschaltung, da sich mit dieser sportlicher und dosierter schalten lässt. In der Regel sind sie verkehrssicher ausgestattet, meist sind zudem Möglichkeiten zum Gepäcktransport für längere Touren gegeben.



- ▶ Für **Mountainbikes** kommen praktisch ausschließlich Sloping-Rahmen zum Einsatz. Dieser Radtyp ist für Fahrten abseits befestigter Straßen konzipiert. Da es sich um ein typisches Zweit- oder Freizeitrad handelt, verzichten viele Hersteller auf Licht und andere für die Teilnahme am Straßenverkehr nötige Ausrüstung, die für das Fahren abseits befestigter Straßen nicht zwingend vorgeschrieben ist. Die Sitzposition auf diesen Rädern ist eher sportlich und mehr oder weniger deutlich nach vorn geneigt. Meist sind Mountainbikes mit Ketten schaltung ausgestattet. Zudem werden an modernen Mountainbikes fast ausschließlich Scheibenbremsen verbaut, da diese stärker sind und weniger anfällig für Wasser oder Schlamm.
- ▶ Auch **Rennräder** werden mehrheitlich mit Diamant- oder Slopingrahmen gebaut. Sie sind für die Fahrt auf Asphalt oder anderen befestigten Wegen ausgelegt und möglichst leicht gebaut, um hohe Geschwindigkeiten zu erreichen.

Dazu gehört auch eine weit nach vorn gebeugte Sitzhaltung. Rennräder haben meist schmale Reifen mit flachem Profil. Es erscheint zunächst widersinnig, ausgerechnet ein typisches Sportgerät mit Elektromotor auszustatten. Tatsächlich erfreuen sich Renn-Pedelecs aber wachsender Beliebtheit. Werden sie ausschließlich für Sportfahrten auf gesperrten, nicht öffentlichen Strecken konzipiert, fehlt meist die Straßenausrüstung.

- ▶ **Gravelbikes** sind in jüngster Zeit sehr beliebt geworden. Sie kombinieren Elemente von Mountainbike und Rennrad. Mehrheitlich sind sie für sportliche Ausfahrten abseits befestigter Straßen gedacht, es gibt aber sehr wohl Modelle mit alltagstauglicher Ausrüstung und entsprechenden Fahreigenschaften. An Gravelbikes werden durch die Bank verhältnismäßig breite Reifen verbaut (siehe S. 34), immer öfter auch Feder elemente, was eine besonders komfortable Fahrt verspricht.

- ▶ **Kompakt- und Klappräder** kommen überall dort zum Zuge, wo der Platz ein Problem ist – sei es der zum Abstellen eines Pedelecs oder der zum Transport. Diese Zweiräder mit besonders kleinem Rahmen, meist eine Tiefeinsteigerkonstruktion, passen etwa auch in einen Pkw-Kofferraum. Dabei bleiben sie alltagstauglich. Kompakt- und Klapp-Pedelecs sparen gegenüber normalgroßen Modellen Platz, aber nicht zwingend Gewicht: Der Rahmen muss ja in jedem Fall den Fahrer und den Antrieb sicher tragen.
- ▶ **Lastenräder** sind für gewerbliche Nutzer interessant, bestimmte Modelle auch für Privatleute, die regelmäßig mit dem Zweirad schwere Gegenstände transportieren müssen. Es gibt sie in verschiedenen Bauarten und mit unterschiedlichen Rahmen. Die Deutsche Post etwa nutzt einen zweirädrigen Tiefeinsteiger, andere Hersteller offerieren dreirädrige Pedelecs, an denen zwischen zwei Rädern ein großer Gepäckkorb montiert ist. Lasten-Pedelecs sind besonders sinnvoll, denn auch Fahrerinnen, die mit einem reinen Fahrrad mühelos flott unterwegs sind, kommen mit Lastfahrrädern an ihre Grenzen – die elektrische Unterstützung wirkt bei diesem Einsatzzweck besonders segensreich.
- ▶ Ein **Dreirad** muss kein Lasten-Pedelec sein – auch wer nichts transportieren will, ist unter Umständen mit einem dreirädrigen Pedelec gut bedient. Diese Konstruktionen sind ideal für Personen, die sich auf einem Zweirad unsicher fühlen oder wegen gesundheitlicher Probleme objektiv kein Velo mehr fahren können. Gängiger Rahmen ist auch hier der Tiefeinsteiger, üblicherweise haben diese Pedelecs ein lenkbare Vorderrad und zwei starre Hinterräder. Wer sich als Privatanwender für ein dreirädriges Pedelec interessiert, sollte dessen größeren Platzbedarf berücksichtigen.
- ▶ **Liegeräder** werden gelegentlich belächelt – als Freizeitvehikel sind sie aber beliebt. Sie sind mit Elektroantrieb als Zwei- oder Dreirad erhältlich. Bei den Rahmen gibt es keine dominierende Bauart. Spezielle Liegeräder verhelfen auch gesundheitlich eingeschränkten Menschen zu mehr Bewegung und Bewegungsfreiheit.
- ▶ **Tandems** können prinzipiell als Variante fast aller hier genannten Pedelec-typen gebaut werden. In der Praxis wird man sie wohl am ehesten als Stadt- und Tourenrad-Varianten finden, als Lastenrad (wozu auch Rikschas gehören) oder als Dreirad mit nebeneinander angeordneten Sitzen. Da es sich oft um Sonderanfertigungen handelt, findet man sie fast ausschließlich in der gehobenen Preisklasse. Vor einem Kauf sollte man gründlich überlegen, ob diese Bauform wirklich den eigenen Wünschen und dem eigenen Nutzungsverhalten ent-

Rad und Rahmen

Die Rahmenhöhe muss zur Größe der Fahrerin oder des Fahrers passen, der Raddurchmesser ist in Grenzen Geschmackssache.



spricht. Wer als Paar oder Familie die meiste Zeit in der Gruppe radelt, kann durch ein Tandem zusätzlichen Fahrspaß gewinnen. Dies gilt besonders, wenn eine Person allein nicht mehr Rad fahren könnte. Wenn die bessere Hälfte ausfällt, wird auf dem Tandem aus dem Fahrspaß aber schnell Fahrfrust. Zwar kann man die meisten Tandems auch mit nur einer Person fahren; wegen des schwereren Fahrzeugs wird das aber mühsam.

→ Was braucht ein Pedelec für die Teilnahme am Straßenverkehr?

Für ein Pedelec gelten dieselben technischen Mindestanforderungen fürs Fahren auf öffentlichen Wegen und Straßen wie für Fahrräder. Dazu gehören zwei unabhängige Bremsen, Klingel sowie (Rück-)Strahler (ein weißer an Lenker/Gabel, ein großflächiger roter an der Rückseite des Rads, je zwei gelbe in den Pedalen und je

zwei in den Laufrädern oder reflektierendes weißes Material an Speiche, Felge oder Reifen). Zudem braucht ein Fahrrad einen weißen Frontscheinwerfer und ein rotes Rücklicht, die von einem Dynamo oder einer aufladbaren Batterie gespeist werden können. An Pedelecs kann dies der Akku des Antriebs übernehmen – ist er leer, bleiben allerdings auch die Lichter des E-Zweirads dunkel. Ab dem 1. Januar 2019 verkauft Pedelecs müssen deshalb so ausgerüstet sein, dass die Beleuchtungsanlage auch nach entladungsbedingter Abschaltung des Unterstützungsantriebs noch mindestens zwei Stunden lang ununterbrochen mit Strom versorgt werden kann.

Die richtige Rahmenhöhe

Menschen sind unterschiedlich groß – der Rahmen eines Pedelecs muss aber immer an den Fahrer angepasst sein. Unsere Tabelle sagt Ihnen, welche Rahmenhöhe an ei-

nem Standardfahrrad (also Stadt-, Touren-, Rennrad oder Mountainbike) bei welcher Körpergröße erfahrungsgemäß am besten passt. Mit Rahmenhöhe ist dabei immer die Länge von der Mitte des Tretlagers bis zum oberen Rand des Sattelrohrs gemeint. Das kann aber nur zur ersten Orientierung beim Kauf dienen, weil die anderen Dimensionen und die Proportionen des gesamten Rahmens sowie der Gabel auch wesentlichen Einfluss darauf haben, ob man sich auf einem Modell wohlfühlt oder ob man schnell verspannt ist.

Der Felgendurchmesser der Laufräder ist nicht durch die Rahmengröße vorbestimmt – hier entscheiden die Hersteller im Wesentlichen je nach Modell. Größere Felgen laufen ruhiger, sind aber auch schwerer und damit bestückte Drahtesel benötigen mehr Platz. Mit kleineren Felgen wird ein Rad agi-

ler, fährt sich aber unter Umständen weniger ruhig. An Touren- und Rennräder sind Felgen mit 26 oder 28 Zoll (66 oder 71,1 Zentimeter) Durchmesser gängig, an Mountainbikes 27,5 oder 29 Zoll (69,9 oder 73,7 Zentimeter), an Kompakträdern 20 oder 24 Zoll (50,8 oder 60 Zentimeter).

Polster fürs Sitzfleisch – der richtige Sattel

Nicht nur wegen der Laufeigenschaften empfehlen sich mit dem Pedelec der engeren Wahl ausführliche Probefahrten – bei diesen merkt man auch, wie bequem der Sattel ist. Kein Mensch ist wie der andere; den universellen Wohlfühsattel kann es folglich nicht geben.

Je nach Anatomie benötigen Menschen ganz unterschiedliche Sattelformen und/oder Sattelbreiten. Eine üppige Polsterung ist in den meisten Fällen alles andere als bequem – denn darin versinken die unteren Beckenenden („Sitzknochen“). Folge: Der Druck verlagert sich aufs Gesäß, was zu Schmerzen und gestörter Durchblutung führen kann. Für Vielfahrer ist ein eher straff gepolsterter Sattel meist die bessere Wahl.

Üblicherweise sind Sättel mit pflegegleichem Kunstleder bezogen, auf echtem Leder sitzt es sich etwas komfortabler – letztlich ist der Bezug aber eine Geschmacks- und Preisfrage. Je nach Körperform und bevorzugter Kleidung haben manche Fahrerinnen auf glatten Sätteln zu wenig Halt – hier

Körpergröße	Rahmenhöhe
155–160 cm	49–50 cm
161–165 cm	51–52 cm
166–170 cm	53–54 cm
171–175 cm	55–56 cm
176–180 cm	57–58 cm
181–185 cm	59–60 cm
186–190 cm	61–63 cm

helfen rutschhemmende Aufsätze. Als Polsterung kommt heute in den meisten Fällen Gel zum Einsatz. Achten Sie darauf, dass das Polstermaterial (bei einfacheren Sätteln Kunststoffschäum) auf der Unterseite nicht offen ist, sonst drücken Sie nach einem Regenschauer beim Sitzen das aufgesogene Wasser wie aus einem Schwamm wieder aus.

Viele Fahrer bewegen sich auf längeren Touren auf dem Sattel gern ein wenig vor und zurück – für diese Menschen ist ein Radsitz mit ebener Sitzfläche ideal. Andere bevorzugen einen festen Halt fürs Gesäß – dann sind zu den Enden hin gewölbte Sättel besser. Unabhängig vom Geschlecht bevorzugen manche Fahrer Sättel mit einer Aussparung für den Schritt. Auch hierfür gibt es außer „Ausprobieren“ keine allgemeingültige Empfehlung – es hängt von den persönlichen Vorlieben und der tatsächlichen Ausführung (insbesondere der Kanten) ab, womit man besser fährt.

Für Rennräder sind wegen der nach vorn geneigten Haltung der Fahrerin schmale Sättel besser, für Stadt- und Tourenräder wegen der (fast) aufrechten Sitzposition breite, eventuell sogar gefederte Radsitze optimal.

Tendenziell haben Frauen breitere Becken als Männer, weswegen manche Hersteller geschlechtsspezifische Sättel offerieren. Einmal mehr gilt aber: Die Menschen sind verschieden – es gibt auch Frauen, die einen eher schmalen Sattel angenehmer finden. Persönliche Vorlieben und die indi-

30 SEKUNDEN FAKTA

48,1 JAHRE

trägt der Altersdurchschnitt der E-Bike-Fahrer:innen. Sie sind damit ca. 6,7 Jahre älter als Fahrende herkömmlicher Fahrräder.

9,4 KILOMETER

legen E-Bike-Fahrer:innen im Schnitt zurück. Im Vergleich zu unmotorisierten Radler:innen sind das somit 4,6 km mehr.

6,872 KILOGRAMM

wiegt das leichteste E-Bike der Welt, ein von der TU-Dortmund modifiziertes Rennrad.

Quellen: Transportation Research Interdisciplinary Perspectives; Guinness Book of Records

Belastungsmuster

Es muss nicht immer ein handgefertigter Sattel sein – aber er muss zur Anatomie von Fahrer oder Fahrerin passen.



viduelle Anatomie entscheiden. Dazu zählt auch das Gewicht: Manche Sättel sind nur für Fahrer geeignet, die nicht mehr als 100 Kilogramm auf die Waage bringen.

Viele Hersteller geben zu ihren Sätteln zur Orientierung den empfohlenen Sitzknochenabstand an: Ein kundiger Händler kann diesen vermessen. Mit einem Stück Wellkarton können Sie ihn aber auch selbst ermitteln. Legen Sie die Pappe auf eine harte Unterlage (ungepolsterter Stuhl oder Hocker) und setzen Sie sich aufrecht darauf. Danach markieren Sie die zwei durch die Sitzknochen verursachten Vertiefungen im Karton und messen den Abstand zwischen den Zentren der Druckstellen. Bei Männern liegt er üblicherweise zwischen 9 und 11 Zentimetern, bei Frauen zwischen 12,5 und 14,5 Zentimetern. Verschiedene Sattelhersteller stattet Händler auch mit Geräten aus, die die individuelle Druckverteilung messen, um so den optimalen Sattel zu finden.

Idealerweise hat Ihr Händler mehrere Sättel zur Auswahl und bietet bei Bedarf an, den zu einem Pedelec ab Werk gelieferten

Sattel gegen einen Typ zu tauschen, auf dem Sie sich wohler fühlen.

Trotz großer Auswahl – nicht immer ist ein Sattel von der Stange ideal. Speziell für gesundheitlich beeinträchtigte Pedelec-Fahrer und -Fahrerinnen kann ein maßgefertigtes Modell eine Alternative sein.

→ Hybrid-Pedelecs – was ist denn das?

Diverse Hersteller bewerben ihre Pedelecs als „Hybrid“. Das klingt zunächst widersinnig, denn ein Pedelec ist bereits ein Hybrid aus Muskel- und Elektroantrieb. Die Idee der Anbieter: Sie bauen für eher sportliche Fahrer und Fahrerinnen besonders leichte und kompakte Antriebe als zuschaltbare Unterstützung auf Knopfdruck – bergauf oder bei starkem Gegenwind geht schließlich auch trainierten Radlern mal die Puste aus. Je nach Hersteller sind die Antriebe sehr kompakt und optisch unauffällig oder technisch identisch mit konventionellen

Hybrid-Pedelecs

unterscheiden sich auf den ersten Blick nicht von gewöhnlichen Fahrrädern.



Pedelecs und auch als solche nutzbar. Für die genannte Zielgruppe mag eine sporadische Unterstützung in Kombination mit einem kompakten, leichten Antrieb durchaus attraktiv sein – günstiger als gewöhnliche Pedelecs sind die Hybrid-Velos aber nicht. Da man auch an konventionellen Pedelecs die Elektrounterstützung vollständig abschalten kann, sprechen für die Hybridmodelle nur das gewohnte, sehr fahrradähnliche Fahrverhalten und ihr etwas niedrigeres Gewicht. In die Hybrid-Kategorie fällt auch die Idee des Herstellers Fazua, Motor und Akku als Einheit abnehmbar zu machen und so je nach Situation den Hilfsantrieb zu nutzen.

Wo kauft man am besten?

Bestellungen über Apps oder Internetportale von Händlern und Herstellern sind bei vielen Deutschen beliebt – wer mag, kann sich fast alles liefern lassen. Nicht für alle Warengruppen ist dies aber wirklich sinn-

voll – wir erwähnten schon eingangs, dass vor dem Kauf eines Pedelecs idealerweise viele Probefahrten stehen. Bei Versendern – gleich, ob es sich um einen Händler oder den Internetshop eines Herstellers handelt – steht Privatkundinnen grundsätzlich auch bei Pedelecs das Recht zu, bestellte Ware bei Nichtgefallen innerhalb von zwei Wochen zurück zum Anbieter zu schicken. Viele Onlineshops schränken dies für Pedelecs aber ein: Manche sind rigoros und verweigern die Rücknahme der Ware schon, sobald Interessenten mehr als Probe sitzen, andere Anbieter akzeptieren Fahrleistungen über 10 Kilometer nicht mehr als Probefahrt. Immerhin: Üblicherweise beauftragen die Verkäufer eine Spedition mit der Abholung, wegen des Akkutransports (siehe S. 45) gibt es also keine Probleme.

Wer ein Rad verschmutzt zurückschickt, muss allerdings damit rechnen, dass der Hersteller sich die Reinigung bezahlen lässt. Um ein gründliches Studium der Vertragsdetails kommt man bei Versendern nicht herum, wenn man Ärger vermeiden will. Online angebotene Pedelecs lassen sich am

besten auf Hausmessen oder ähnlichen Veranstaltungen der Anbieter ausprobieren. Manche Radbauer betreiben auch Vorführräume beziehungsweise eigene Niederlassungen, in denen man die Gefährte testen kann.

Weniger umfassend als die Erprobungsmöglichkeiten beim Händler vor Ort sind die Möglichkeiten bei Internetversendern aber in jedem Fall – und auch um den Zusammenbau und die Einstellung etwa von Lenker, Bremsen oder Sattel müssen sich Onlinekundinnen meist selbst kümmern. Das ist nicht übermäßig kompliziert – wer aber gar kein handwerkliches Geschick und brauchbares Werkzeug hat, könnte schon damit überfordert sein.

Zudem kümmert sich der Händler vor Ort idealerweise um die richtige Höhe von Lenker und Sattel – das muss man beim Versand-Pedelec selbst erledigen. Ein wesentlicher Nachteil von Direktversendern ist der Kundendienst bei kleineren Problemen, gerade wenn sie unter die Gewährleistung fallen. Dann kann die Kundin nicht schnell bei ihrem Händler um die Ecke vorstellig werden und die Reparatur verlangen, sondern muss das Rad zurück zum Versender schicken beziehungsweise von diesem abholen lassen. Mit übers Land verteilten Niederlassungen wollen einige Versender dieses Problem lösen – flächendeckend setzte sich die Idee bislang nicht durch.

Klar ist natürlich: Ein Pedelec vom Händler ist bei vergleichbarer Qualität teurer als

eines vom Direktversender – schließlich will ja auch der Ladenbesitzer am Verkauf verdienen. Dafür kann man als Käufer Beratung und Kundendienst erwarten. Guter Service ist nicht immer selbstverständlich – hier Hinweise, woran Sie einen guten Händler erkennen:

- ▶ Achtet der Händler auf Ihre Kundenwünsche und -äußerungen, hört er zu?
- ▶ Antwortet er verständlich und konkret?
- ▶ Stellt er selbst Fragen und lotet so Ihren Bedarf beziehungsweise Ihre Wünsche aus?
- ▶ Erklärt er, welches Rad das richtige für den vorrangigen Zweck ist – und warum?
- ▶ Fragt er nach der Körpergröße, erkennt er sie oder misst gar selbst nach?
- ▶ Hat er mehrere Räder der engeren Wahl im Sortiment und zeigt sie Ihnen?
- ▶ Erklärt er Ihnen die Vor-, aber auch die Nachteile diverser Modelle?
- ▶ Hält er sich ans Budget, das Sie vorgeben, oder versucht er es zu sprengen?
- ▶ Bietet er etwa bei nicht passender Größe an, das Pedelec im richtigen Format zu bestellen oder ist er darauf erpicht, ein Rad aus seinem aktuellen Bestand zu verkaufen?
- ▶ Bietet der Händler an, individuelle Teile wie Griffe, Lenker oder Sattel (gegebenenfalls gegen den Differenzbetrag) zu tauschen?
- ▶ Kann man Probe sitzen/fahren?



Dauerlauf

Für ihre Beurteilungen simuliert das Labor der Stiftung Warentest zehn Jahre Nutzungszeit.

- ▶ Ist der erste Kundendienst im Preis eingeschlossen?
- ▶ Ist der Händler freundlich?
- ▶ Haben fachkundige Freunde/Bekannte mit dem Händler gute Erfahrungen gemacht?

→ Batterie-Prüfsiegel im Überblick

Viele Hersteller unterwerfen sich freiwillig den Vorgaben der Batso („Battery Safety Organization“, etwa: Verband für Batteriesicherheit). Trägt ein Akku dessen Zeichen, spricht das für ein Mindestmaß an Sicherheit. Es existieren aber auch andere Batterie-Prüfsiegel – das völlige Fehlen entsprechender Nachweise sollte nur an Discouterangeboten beunruhigen.

Im Zweifelsfall führt in Bezug auf den Akku kein Weg vorbei an gründlicher Nachfrage oder Kontrolle, für welche Leistungs- und Sicherheitsmerkmale



der Batterie Hersteller und Händler geradestehen. Im Kapitel „Die Extrapolation Schub: der Elektroantrieb“ gehen wir ausführlich auf die Akku-Technik ein.

Pedelecs im Test

Die Stiftung Warentest hat mehrfach Pedelecs geprüft. Beim aktuellen Test von Tourenrädern im Juni 2020 zeigten sich gegenüber einer früheren Untersuchung Verbesserungen in der Stabilität der Rahmen. Im vorangegangenen Vergleich erhielt noch ein Drittel des Testfelds, also fünf Modelle, ein gutes Mangelhaft – hauptsächlich wegen mechanischer Schwächen. Im Test 2020 war nur noch ein Viertel der Kandidaten dem Dauertest nicht gewachsen, der eine Nutzung über 20 000 Kilometer simuliert. Insgesamt bekamen nur noch zwei von zwölf Pedelecs ein Mangelhaft, also rund 17 Prozent, womit sich der Versageranteil etwa halbierte. Auslöser der Bewertung mit Mangelhaft waren zudem nicht mechanische Schwächen, sondern Brand gefährdete Ak-



Dienstrad?

Ein E-Bike kann vom Arbeitgeber als Dienstrad zur Verfügung gestellt werden. Es wird dann lohnsteuerlich gefördert wie ein Elektroauto.

kukkontakte. Dies ist zwar gravierend; vom Hersteller aber wesentlich leichter zu beheben als grundlegende strukturelle Defizite.

Anders als bei vorigen Tests ergab sich bei der jüngsten Untersuchung kein Zusammenhang zwischen Kaufpreis und Qualität. Mit einer Spanne von 2150 bis 3500 Euro gehörte keines der Modelle der Billigklasse an; alle mit Gut bewerteten Modelle lagen zwischen 2800 und 3100 Euro. Dennoch manifestieren sich die wesentlichen Unterschiede auch im aktuellen Test von Tourenräder in den Fahreigenschaften – insbesondere beladen fuhren sich manche Kandidaten unruhig. An den Bremsen gab es im jüngsten Test keine ernsthafte Kritik – hier waren, anders als in der Vergangenheit, alle Modelle wenigstens gut.

Die Qualität der Bremsen (siehe auch S. 100), wenn auch nur im Neuzustand, sowie die sonstigen Fahreigenschaften kann man auch als Laie mit einer Probetour klären. Faustregel: Fühlt man sich nicht sicher und klappert ein Pedelec schon, wenn es neu aus dem Laden rollt, sollte man andere Modelle in die engere Wahl ziehen.

Auch, ob das vom Hersteller angegebene Gesamtgewicht zu den eigenen Bedürfnissen passt, lässt sich mit den Grundrechenarten überprüfen. Gewicht des Pedelecs samt Akku und Fahrergewicht sind bekannte Größen – was nach Addition beider Werte noch zum Gesamtgewicht fehlt, entspricht der möglichen Zuladung. Nicht alle E-Bikes des jüngsten Tests tragen die gesetzlich erlaubten 25 Kilogramm auf dem Gepäckträger.

In der Praxis durchaus relevante Unterschiede zeigten sich erst auf den zweiten Blick: An manchen Bikes geht der Akku nur mit viel Gefummel ins Fach; wegen saumseiliger Ladegeräte dauert es an einigen Pedelecs bis zu sieben Stunden, bis die Fahrt weitergeht – sogenannte 4-Amperestunden-Lader erledigen das in drei Stunden (siehe auch S. 92 ff). Bedenklich: Anders als in älteren Untersuchungen fanden sich beim letzten Test in den Sätteln von drei Modellen Weichmacher (Di-2-propylheptylphthalat; DPHP). Diese Stoffe erkennen auch Laien am penetranten Kunststoffgeruch schon im Laden. Auf die Haltbarkeit der Rahmen hin-

Checkliste

Kaufentscheidende Kriterien

- Wo will ich mit dem Rad fahren? Pedelecs für den Straßenverkehr müssen verkehrssicher sein.
- Was außer der Fahrerin oder des Fahrers soll transportiert werden?
- Wie schwer ist das Pedelec (inklusive Akku/Display), wie hoch ist das mögliche Gesamtgewicht?
- Wie schwer fährt es sich ohne Motorunterstützung
- Ist der Akku leicht zu entnehmen und getrennt vom Rad zu laden?
- Wie lange dauert es, den Akku komplett zu laden?
- Wie teuer ist ein Ersatzakku?
- Kann ich den Großteil der Technik selbst warten oder muss grundsätzlich der Händler/Kundendienst ran?
- Welche Bremsen hat das Rad?
- Ist an Wohnung/Arbeitsplatz der Stellplatz fürs Wunsch-Pedelec groß genug?
- Passt vorhandenes Zubehör (Taschen, Kinderanhänger, Spiegel) ans Pedelec? Im Zweifelsfall zum Kauf mitnehmen.
- Wie schnell sind nach dem Einschalten Elektronik/Display betriebsbereit?
- Ist der Bildschirm bei Tageslicht gut lesbar? Wirkt die Reichweitenangabe verlässlich oder zeigt sie schon während der Probefahrt absurde Werte an?
- Schließt der Hersteller in den technischen Daten oder dem Handbuch bestimmte Einsatzgebiete aus?

gegen gibt die Probefahrt nur Hinweise – letztlich lässt sie sich nur im Labor ermitteln. Das Studium von Testberichten vor dem Kauf ist also immer hilfreich – aber das bestgetestete ist nicht zwingend das für Sie beste Pedelec. Es empfiehlt sich, den gesamten Test zu studieren. Zudem können weder

die Stiftung Warentest noch andere Zeitschriften oder Internetmagazine alle Pedelecs testen.

Eine Werbeaussage wie „Testsieger“ kann juristisch korrekt sein, dennoch einen falschen Eindruck erwecken, wenn etwa neben drei ausreichenden Produkten eines mit

Müh und Not ein Befriedigend schaffte. Etiketten wie „Produkt des Jahres“ sind generell fragwürdig – meist müssen die Hersteller Geld mitbringen, um überhaupt in die Auswahl des entsprechenden Wettbewerbs zu gelangen. Firmen, die sich dies nicht leisten wollen oder können, werden also bei der Vergabe derartiger Auszeichnungen gar nicht berücksichtigt.

Sind also Kundenbewertungen auf Händlerplattformen eine Alternative? Auch hier muss man sehr genau hinschauen – mit nutzlosen Aussagen ist immer zu rechnen. Diverse Agenturen bieten Anbietern wie Händlern an, gute Bewertungen gegen Geld zu verfassen. Diese Lohndateien erkennt man oft am wechselweise zu professionellen oder absichtlich laienhaften Schreibstil. Auch wenn zu einem Produkt auffällig viele ähnlich klingende Bewertungen auftauchen, ist dies ein Grund zur Skepsis.

Umgekehrt nutzt manch ein Hersteller oder Händler die vermeintliche Anonymität des Internets, um Konkurrenzprodukte grundlos schlechtzureden. Selbst zweifelsfrei echte Bewertungen sind wertlos, wenn sich die Käufer bei ihrer Einschätzung an Nebensächlichkeiten aufhalten oder unrealistische Erwartungen ans Produkt haben. Wenn man nicht selbst ein Mindestmaß an Sachkenntnis hat und die Relevanz solcher Aussagen einschätzen kann, helfen echte Kundenbewertungen nur bedingt – die gefälschten selbstverständlich gar nicht.

→ Was tun, wenn das Pedelec flattert?

Hauptsächlich Tiefeinsteigerrahmen können wegen ihrer Bauart anfällig für Flattern sein. Je nach Pedelec-Modell ist entweder der gesamte Rahmen unruhig oder das Vorderrad. Letzteres bemerkt man allerdings nur, wenn man die Hände vom Lenker nimmt, was man nur abseits öffentlicher Wege und bei entsprechendem Geschick tun sollte. Dieser Rahmen-typ ist besonders häufig bei Rädern vertreten, die eher gemächlich gefahren werden. Und wer die Hände während der Fahrt am Lenker lässt und dann kein Rütteln oder Ziehen am Vorderrad spürt, muss, wenn das Pedelec ansonsten den Vorstellungen entspricht, dieses Phänomen nicht überbewerten. Ein Makel ist das Flattern in jedem Fall. Ist der Rahmen unruhig und fühlt man sich schon bei der Probefahrt unsicher, sollte man ein anderes Pedelec wählen.



Eine runde Sache

Auch bei der Auswahl der passenden Reifen lohnt sich ein Blick auf die Details: Je nach Einsatz stehen Faktoren wie Rollwiderstand, Fahrkomfort oder Pannenschutz im Vordergrund.

Die richtigen Reifen

Prinzipiell gilt für Pedelec-Reifen dasselbe wie für die Reifen konventioneller Fahrräder: Sie müssen zum Rad und zum Einsatzzweck passen.

→ **Im Gelände** ist man mit ultraschmalen, profillosen Rennradreifen fehl am Platz, auf Asphalt wiederum hindern grobstollige Pneus am schnellen Fortkommen.

Wie bei fast jedem technischen Detail kann man auch aus der Wahl des richtigen Gummis eine eigene Wissenschaft machen – muss es aber nicht. Kauft man ein Komplett-Pedelec, kümmern sich Hersteller oder Händler um die passenden „Füße“. Deren Wahl wird nicht immer die hundertprozentig beste sein, aber auch nicht völlig unangemessen.

Wer sich aber entweder beim Händler oder Versender sein Wunsch-Pedelec zusammenstellt, Touren auf anderem als dem üblicherweise befahrenen Untergrund plant oder schlicht Ersatz für die vorhandene Be-

reifung sucht, kommt um ein wenig Reifenkunde nicht herum. Wer nicht zu tief in die Materie einsteigen möchte, kann sich fürs Erste an den Kategorisierungen der Hersteller orientieren, die eigene Reifentypen etwa für Rennräder, Mountain- oder Trekkingbikes anbieten.

Braucht man spezielle E-Bike-Reifen?

Viele Reifenhersteller bewerben ihre Pneus mit Floskeln wie „E-Bike ready“ oder Ähnlichem. Dabei ist auf den ersten Blick ein Pedelec genauso ein Fahrrad wie eines ohne Motor. Prinzipiell taugt also jeder gute Reifen auch für Pedelecs. Auf den zweiten Blick gibt es dann doch Besonderheiten: Motor und Akku bringen zusätzliches Gewicht auf

die Waage – und damit auf die Reifen. Der Elektroantrieb verführt zu längeren Ausfahrten, die Reifen sollten also möglichst verschleißfest sein. Auch beim Bremsen wirken stärkere Kräfte auf die Pneus. Und während sich ein konventionelles Fahrrad bei einem Plattfuß von einem Erwachsenen oft noch schultern lässt, wird der Transport eines Pedelecs über längere Distanzen beschwerlich – es wäre also schön, wenn ein Reifen fürs Pedelec besonders pannensicher ist, damit man gar nicht erst in diese Situation kommt. Folgende Überlegung spricht ebenso für spezielle Pedelec-Reifen: Der eigentliche Reifenwechsel (siehe S. 137) ist an einem Pedelec nicht komplizierter als an einem konventionellen Fahrrad. Aber abhängig von der konkreten Konstruktion muss man wesentlich mehr Teile abbauen, bis man überhaupt den Reifen wechseln kann.

Während spezielle E-Bike-Reifen für Pedelecs sinnvoll, aber nicht zwingend sind, sieht es bei S-Pedelecs (siehe S. 57) anders aus: Deren Reifen müssen den ECE-R75-Prüfzyklus bestanden haben.

→ **Der Reifen muss passen**

Die Wahl des Reifens hängt vom Pedelec ab – also von den vorhandenen Felgen, sofern diese weiterverwendet werden sollen. Aber auch zu Schutzblechen und natürlich zum Rahmen muss der Reifen passen – es darf nichts scheuern.

Wer mit den Reifen auch die Felgen wechseln will, muss darauf achten, dass die Wunschfelgen die richtige Größe haben. Prinzipiell kann man verschiedene Felgen mit unterschiedlichen Reifen für unterschiedliche Gelände und Wetterverhältnisse vorrätig halten – es ist aber eine Illusion zu glauben, dass man jeden Tag mal schnell die jeweils optimalen Räder ans Pedelec montieren kann. Abhängig von der Art des Motors und der Schaltung kann es Stunden dauern, bis ein Rad gewechselt ist. Man wird also die Räder tauschen, wenn man weiß, dass es im Urlaub drei Wochen in die Berge geht – aber nicht täglich wegen des Wetters.

Auf breiter Spur

Über die richtige Breite der Pneus diskutieren Pedelec-Fahrer mindestens so leidenschaftlich wie Pkw-Besitzerinnen. Fakt ist: Der Rollwiderstand und damit die mit der geringsten Anstrengung erreichbare Höchstgeschwindigkeit ist auf schmalen, bis zur Grenze des erlaubten Luftdrucks aufgepumpten Reifen am niedrigsten. Zwar ist der Rollwiderstand breiterer Reifen bei identischem Luftdruck niedriger. Sonderlich praxisnah sind derartige Vergleiche aber nicht, denn den mit schmalen Reifen möglichen Luftdruck verkraften breitere Modelle gar nicht.

Dennoch geht der Trend bei Neuausstattung wie beim Ersatzkauf zu breiter Spur – warum? Weil der Rollwiderstand ein Kriterium unter vielen ist, der zudem auch noch vom Rad- und damit Reifendurchmesser abhängt, vom Profil und dem Reifenaufbau.

Wer mit dem Rennrad auf perfekt glatten Pisten maximale Geschwindigkeiten erreichen will, wird dem Rollwiderstand alles andere unterordnen, sprich: möglichst schmale Reifen wählen. Für die meisten Fahrer sind aber andere Dinge mindestens ebenso wichtig, allen voran der Komfort. Gerade, weil breitere Reifen mit geringerem Luftdruck befüllt werden, rollen sie komfortabler – sie sind die einfachste Möglichkeit, entspannter zu fahren. Manche Anbieter neigen auch hier zu Extremen – aber grundsätzlich sind breitere Reifen gerade an Pedelecs sinnvoll. Sie verkraften das zusätzliche Gewicht des Elektroantriebs besser; den unter Umständen etwas höheren Rollwiderstand kompensiert die elektrische Unterstützung.

Drahtreifen oder Faltreifen?

Drahtreifen sind der am weitesten verbreitete Fahrrad- und Pedelec-Reiftyp. Sie sind von einer Art Stahlnetz durchzogen – ein stabiles Drahtgeflecht gibt dem Reifen Form und schützt ihn in gewissem Umfang vor Schäden. Das Material macht die Reifen allerdings auch etwas schwerer. Das Geflecht von Faltreifen besteht aus Kunststoff, was sie deutlich leichter macht und, wie der

Name bereits andeutet, faltbar. Sie sind die idealen Reifen fürs Pannenkit. Damit keine Missverständnisse aufkommen: Faltreifen taugen keinesfalls nur als Notrad – wer mag, kann auf ihnen im Alltag fahren. Sie sind aber empfindlicher als Drahtreifen; wer häufig auf schlechten Pisten unterwegs ist, muss eher mit einer Reifenpanne rechnen.

Das richtige Profil

Als Faustregel gilt: Je loser oder rutschiger der Untergrund, desto stärkeres und grobstolligeres Profil muss der Reifen haben. Das heißt im Umkehrschluss: Wer sich ausschließlich auf asphaltierten Routen bewegt, fährt mit einem möglichst feinen Profil etwas schneller. Wer sein Pedelec als universelles Fortbewegungsmittel betrachtet, wird einen Reifen wählen, der einen guten Kompromiss darstellt, also ein Profil hat, dass einerseits noch ein flottes und komfortables Fortkommen ermöglicht, andererseits bei Regen und auf unbefestigten Wegen nicht sofort die Haftung verliert. Ein möglichst universeller Reifen hat ein ausgeprägtes Profil, das aber nicht allzu tief ist – die gängige Höhe für noch alltagstaugliche Stollen liegt bei 3 bis 5 Millimetern. Reifen mit ausgeprägterem Profil wird man nur aufziehen, wenn man sich fast ausschließlich im Gelände bewegt.

Fit für den Winter

Wer sein Pedelec als Alltagsrad nutzt, will auch auf Schnee und Eis sicher unterwegs



Alles im Griff

Spezielle Profile mit extremer Ausprägung der Stollen sorgen für den gewissen Grip im unwegsamen Gelände.

sein. Wenn man absehen kann, dass nur an einigen Tagen im Jahr eine geschlossene Schneedecke auf der persönlichen Route liegt, reichen grobstollige Reifen. Muss man über einen längeren Zeitraum mit Schnee rechnen, empfehlen sich spezielle Winterreifen. Die haben nicht nur ein besonders griffiges Profil, sondern auch Nägel („Spikes“) in der Lauffläche, die maximalen Halt bieten. Diese Reifen sollte man aber wirklich nur aufziehen, wenn man die meiste Zeit auf Schnee fährt, denn auf normalen Wegen sind sie schwergängig und lärmend.

Schlauch oder nicht?

An Pkw sind schlauchlose Reifen, neu-deutsch tubeless genannt, seit rund 60 Jahren gängig. Das Gummi sitzt so dicht auf der Felge, dass es die Luft in sich hält. Warum dauerte es so lange, bis es schlauchlose Reifen auch für Fahrräder gab? Die Verhältnisse sind komplizierter; die vergleichsweise schmalen Pneus und Felgen schwieriger luftdicht zu konstruieren.

Auf den ersten Blick scheinen ihre Vorteile überwältigend. Sie sind leichter, ihr Rollwiderstand ist geringer. Wenn der Schlauch fehlt, kann er auch keinen Schaden nehmen. Sie haben aber auch Nachteile. Der harmloseste: Die Felge muss für schlauchlose Reifen geeignet sein. Anders als Pkw-Reifen halten schlauchlose Rad-Reifen nur dauerhaft dicht, wenn man sie mit Dichtmasse („Milch“) füllt – nach rund sechs Monaten ist sie ausgehärtet und muss schmutzträchtig gewechselt werden, wozu man Rad und Reifen demontieren muss. Da der Schlauch fehlt, kann er die Felge auch nicht vor Schäden schützen. Für Vielfahrer sind schlauchlose Reifen dennoch interessant – sie sind nicht unkaputtbar, aber robuster als Modelle mit Schlauch.

Umrüsten auf tubeless

Ab Werk werden die meisten Pedelecs mit Schlauchreifen ausgestattet. Speziell bei Mountainbikes bringt das Umrüsten der Laufräder auf schlauchlose Systeme deutliche Vorteile. Auch an Gravelbikes und Rennrädern wird tubeless immer beliebter. Selbst-

verständlich kann der Händler die Pedelecs umrüsten – man kann aber auch selbst zum Werkzeug greifen. So funktioniert's:

- 1** Prüfen Sie, ob das Laufrad und der Reifen tubeless-fähig sind. Oft finden sich dazu entsprechende Hinweise wie TLR (Tubeless Ready), TLE (Tubeless Easy) oder UST (Universal Standard Tubeless) auf Reifen und Felgen. Fehlt der Hinweis, hilft im Zweifel die Nachfrage beim Hersteller. In aller Regel kommen bei Tubeless-Systemen sogenannte Sclaverandventile, auch französische Ventile genannt, zum Einsatz.
- 2** Für die Umrüstung ist Zubehör wie Felgenband, spezielle Ventile und Dichtmilch erforderlich. Viele Hersteller bieten dazu kompletté Tubeless-Sets.
- 3** Bauen Sie das Laufrad aus und lassen Sie die Luft vollständig aus dem Reifen.
- 4** Demontieren sie den Reifen und entfernen Sie den Schlauch aus dem Laufrad. Achtung: Gegebenenfalls müssen Sie vorher die Sicherungsschraube des Ventils entfernen.
- 5** Montieren Sie das spezielle Tubeless-Felgenband auf der Felge. Sie dichtet die Bohrungen der Speichennippel ab. Achten Sie auf die zur Felge passende Breite des Felgenbands, damit die Luft nicht entweichen kann.
- 6** Montieren Sie das Sclaverandventil, indem Sie es von innen durch die Ventilöffnung der Felge schieben und von
- 7** außen verschrauben. Bei manchen Systemen kommt zudem noch ein Dichtungsgummi zum Einsatz.
- 8** Ziehen sie den Tubeless-Reifen auf die Felge. Lässt der Reifen sich kaum oder nur sehr schwer über die Felge bringen, kann es helfen, die Felge mit Seifenwasser zu befeuchten. Manche Hersteller bieten auch entsprechende Hilfsmittel an.
- 9** Pumpen Sie den Reifen auf. Damit er ins Felgenhorn springen kann, ohne dass zuvor die Luft entweicht, kann dazu die Arbeit mit einem Kompressor von Vorteil sein. Mittlerweile gibt es auch spezielle Tubeless-Luftpumpen, welche die Luft besonders schnell in den Reifen schießen. Ein Knall signalisiert, dass sich der Reifen ins Felgenbett gedrückt hat. Hält der Reifen die Luft nicht, sitzt er entweder nicht richtig oder das Felgenband ist nicht breit genug. Hier kann eine zweite Lage Felgenband Abhilfe schaffen.
- 10** Hält der Reifen die Luft, ist es Zeit für die Dichtmilch. Diese spezielle Flüssigkeit dichtet nicht nur den Reifen zusätzlich ab, sondern schützt auch vor Beschädigungen durch Dornen, spitze Steine und ähnlichem, indem sie kleinere Löcher im Reifen wieder schließt. Vor dem Auffüllen der Dichtmilch lassen Sie die Luft wieder aus dem Reifen und schrauben Sie den Ventilkopf aus dem Ventil.



Schlauchlos

Tubeless-Reifen erfordern stetiges Nachfüllen der speziellen Dichtmilch. Sie lohnen sich somit vor allem für Vielfahrende.

- 10 Drehen Sie das Laufrad mit dem Ventil nach unten (6 Uhr) und füllen Sie durch das Ventil die Dichtmilch in der vom Hersteller für die jeweilige Reifenbreite empfohlenen Menge ein. Dabei sollte die Dichtmilch vorher gut geschüttelt werden, damit sich die für die Abdichtung benötigten Partikel verteilen können.
- 11 Schrauben Sie den Ventilkopf wieder ins Ventil, drehen Sie das Laufrad mit dem Ventil nach oben (12 Uhr) und pumpen Sie den Reifen erneut auf.
- 12 Drehen Sie das Laufrad einige Male, damit sich die Dichtmilch verteilen kann.
- 13 Bauen Sie das Laufrad wieder ein.
- 14 Dichtmilch nach Herstelleranweisung nachfüllen, Schwalbe beispielsweise empfiehlt etwa 10 Milliliter pro Monat. Nach etwa sechs Monaten sollte die Dichtmilch ausgetauscht werden, da die Schutzwirkung nachlässt. Aufgrund des vergleichsweise hohen Aufwands lohnt sich die Umrüstung entsprechend vor allem für Vielfahrer.

Pannensicherheit

Ein schlauchloser Reifen ist ein Schritt zu mehr Betriebssicherheit und Alltagstauglichkeit von Pedelecs. Er ist aber nicht der einzige Schutz vor Pannen. Manche Hersteller schützen ihre Reifen mit anderen Mitteln vor Plattfüßen. Eine als „Dual-Smart-Guard“ beworbene Konstruktion will mit gleich zwei laut Anbieter pannensicheren Gewebeschichten im Reifen den Schlauch schützen, auch Gummimischung und Profil seien besonders robust.

Selbstreparierende Schläuche sind mit einem Gel gefüllt, welches eventuelle Löcher automatisch verklebt. Ähnlich wie die Milch der schlauchlosen Reifen ist aber auch die Wirksamkeit des Gels begrenzt: Es schützt nur rund ein halbes Jahr vor Pannen.

Das von zwei Herstellern entwickelte „Procore“-System wollte die Vorteile von Schlauch und schlauchlosen Reifen kombinieren, setzte sich aber am Markt nicht durch. In einer für schlauchlose Reifen konzipierten Felge sitzt dabei ein unter hohem Druck stehender, hochfester und leichter

Schlauch; auf ihn wird ein eigentlich schlauchloser Reifen aufgezogen, der mit niedrigem Luftdruck befüllt wird. Dies soll den Fahrkomfort eines schlauchlosen Reifens bieten – bei höchster Zuverlässigkeit. Insbesondere sollte der innere Schlauch Schäden an den Felgen verhindern.

Wie lange hält ein Reifen?

Gummi ist ein Material, dessen Eigenschaften nicht ewig konstant bleiben. Auch bei korrekter Lagerung beziehungsweise wenig Gebrauch sind Fahrradreifen nach etwa sechs Jahren spröde und nicht mehr sicher zu fahren. Zudem zeigen Indikatoren auf der Lauffläche oder ein abgefahrener Profil, wann es Zeit für neue Reifen wird.

Mehr Licht

Die gesetzlichen Vorschriften rund um Pedelecs, die sich im Straßenverkehr bewegen, haben wir bereits kurz auf S. 23 erwähnt – dazu gehören auch die Mindestanforderungen an die aktive und passive Beleuchtung.

 **Zwischen legaler und optimaler** Beleuchtung liegen Welten, die bei Nachtfahrten einen deutlichen Sicherheitsunterschied machen. So verlangt das Gesetz ein Frontlicht mit einer Helligkeit von 10 Lux (Maßeinheit für Beleuchtungsstärke) in zehn Metern Entfernung. Aktuelle Frontscheinwerfer erreichen aber Werte um 200 Lux und mehr. Die Nachtsicht lässt sich also deutlich verbessern. Mit Blick auf die potenziell höhere Geschwindigkeit lohnt sich die Investition in helleres Licht allemal. Der Trend geht, wie am Pkw, zu Abblend- und

Fernlicht für den Frontscheinwerfer und einem Bremslicht für den Rückscheinwerfer. Wenn Sie ein Pedelec neu kaufen, achten Sie auf dessen Licht-Ausstattung. Man kann aber auch besseres Licht nachrüsten.

Aktive Beleuchtung am Pedelec

An Pedelecs muss das Vorderlicht auf einer Höhe von 40 bis 120 Zentimetern montiert sein – die minimal 10 Lux Beleuchtungsstärke nannten wir bereits. Der deutsche Gesetzgeber hinkte der technischen Entwicklung jahrelang hinterher – erst seit 2019



Schlusslicht

Die eigene Sicherheit sollte bei der Wahl der Lichttechnik den Ausschlag geben – auch beim Rücklicht.

darf der Pedelec-Akku auch die Beleuchtung speisen. Vorher mussten auch E-Bikes das Licht almodisch per Dynamo versorgen. Ältere, für den Wechselstrom von Dynamos konzipierte Leuchten mit Leuchtdioden (LED) lassen sich daher an modernen Pedelecs nur betreiben, wenn sie mit „DC“ (Direct Current, englisch für Gleichstrom) gekennzeichnet sind. An den meisten dieser Leuchten wird man aber nur das Kürzel „AC“ (für Alternating Current, Wechselstrom) finden – dann funktionieren sie an aktuellen E-Bikes leider nicht. Moderne Gleichstromleuchten verkraften in der Regel Spannungen von 6 bis 60 Volt, vertragen sich also mit 36- und 42-Volt-Akkus. Sollen die Scheinwerfer über die Elektronik des Rades bedient werden, um etwa Tagfahrlicht oder das erwähnte Fernlicht ein- und auszuschalten, müssen sie zum Antrieb, genau: zu dessen Steuerung passen. Die Kompatibilitätslisten der Hersteller geben Auskunft. Viele Hersteller realisieren inzwischen Komfortfunktionen wie im Automobil – Sensoren schalten etwa automatisch das Tagfahrlicht bei trübem Himmel ein.

Bei der Ausleuchtung des Fahrwegs und der möglichen Helligkeit unterscheiden sich Frontscheinwerfer deutlich – die Wahl richtet sich nach den eigenen Anforderungen. Wer gemütlich auf gut beleuchteten Radwegen in der Stadt unterwegs ist, hat andere Ansprüche als jemand, der nachts auf dunklen Waldwegen radelt.

Für das Rücklicht sind 25 bis 120 Zentimeter Anbringungshöhe Vorschrift. Rückstrahler dürfen darin integriert sein; ein eventuelles Bremslicht ebenfalls – dessen Steuerung muss dann wieder zum Rad-Antrieb und dessen Elektronik passen. In puncto Dynamo-Betrieb und Versorgungsspannung gelten fürs Rücklicht dieselben Details wie fürs Frontlicht.

An Pedelecs sind alle Lampen erlaubt, die mit einer sogenannten K-Nummer versehen sind. Zur eigenen Sicherheit sollte der Hersteller bestätigen, dass die Leuchten für den Straßenverkehr zugelassen sind.

Blinker sind an Pedelecs nicht gestattet – Ausnahmen gibt es nur für breitere („mehrspurige“) Pedelecs, also Rikschas oder etwa Lastenräder.



Abblendlicht

Der Frontscheinwerfer muss so eingestellt sein, dass er andere Verkehrsteilnehmerinnen und -teilnehmer nicht blendet.

→ Die Richtung muss stimmen!

Die Frontscheinwerfer verstellen sich durch Berührung gern unbeabsichtigt. Lichtstarke Modelle werden schnell zum Ärgernis für andere Verkehrsteilnehmer, weil diese geblendet werden. Man sollte also regelmäßig die Justierung der Frontleuchte prüfen. Dazu misst man die Anbringungshöhe des Scheinwerfers am Pedelec und markiert diese Höhe an einer möglichst hellen Wand. Stellt man das Rad fünf Meter entfernt von der Wand auf und schaltet das Licht ein, darf die Oberkante des Lichtkegels nicht über die Markierung an der Wand ragen.

Passive Beleuchtung von Pedelecs

Hier gelten im Wesentlichen dieselben Regeln wie für gewöhnliche Velos ohne Elektrounterstützung. Die Pedale müssen mit je einem nach vorne und hinten gerichteten gelben Reflektor ausgestattet sein, in den Speichen Seitenreflektoren sitzen. Al-

ternativ sind auch Reifen mit Reflexstreifen erlaubt. Schließlich braucht ein Pedelec im Straßenverkehr einen weißen Front- und einen roten Rückstrahler.

Kinderanhänger

An mehr als ein Meter breiten Kinderanhängern muss bei Nacht vorne links eine weiße Leuchte sitzen – sie empfiehlt sich aber auch für schmalere Modelle. Hinten müssen sie zwei rote Rückstrahler haben, dazu seitlich montierte gelbe Strahler.

Sonderregeln für S-Pedelecs

S-Pedelecs sind Kleinkrafträdern gleichgestellt. Ihre Scheinwerfer müssen der Richtlinie ECE113 entsprechen, Dauerlicht bieten sowie eine Beleuchtung ihres Versicherungskennzeichens. An mehrspurigen Modellen sind Blinker Pflicht. Pedelec-Scheinwerfer sind an S-Pedelecs nicht zulässig. Der Vollständigkeit halber: S-Pedelecs brauchen Hupe, Rückspiegel und Seitenständer.



Statussymbol

E-Bikes können exorbitant teuer sein – ein solides Modell muss aber kein Vermögen kosten.

Wie viel muss ein gutes Pedelec kosten?

Wenn Sie sich schon Angebote angesehen haben, wissen Sie es: Bei den Preisen gibt es nach oben keine Grenze. Wer mag, kann (S-)Pedelecs für einen fünfstelligen Betrag erwerben.

→ **Aus Tests und den Erfahrungen** anderer Beobachter ergibt sich aber für ein solides Elektrofahrrad eine Preisuntergrenze von 1600 bis 2000 Euro, für 2500 bis 3000 Euro erhält man in der Regel sehr gute Qualität. Im erwähnten Test von 2020 war das billigste gute Zweirad, ein Raleigh-Modell, für 2800 Euro zu haben.

Zum Redaktionsschluss war der Pedelec-Markt leer gefegt. Grundsätzlich sind Auslaufmodelle für Sparfüchse aber ein guter Tipp. Man braucht nicht immer die letzten technischen Neuerungen wie Automatikschaltungen – wer auf die neueste Technik verzichtet, findet günstige Pedelecs aus der vergangenen Saison. Ebenso sind Vorführmodelle beziehungsweise bei Versendern

sogenannte B-Ware oder Retouren interessant – üblicherweise sind diese Pedelecs technisch neuwertig, weisen aber geringe Gebrauchsspuren auf. Details finden Sie im Abschnitt „Gebrauchtkauf“.

Der beste Zeitpunkt für den Kauf

Die Hauptsaison für Pedelecs reicht vom Frühjahr bis zum Frühherbst. Grundsätzlich sind Pedelecs ganzjährig lieferbar – aber nicht alle und alles gibt es jederzeit. Die größte Auswahl an aktuellen Produkten haben Kunden und Kundinnen im Frühjahr, die besten Preise gibt's im Frühherbst, weil dann die Neuheiten angekündigt wurden und die Fans auf die im kommenden Frühjahr verfügbare neueste Technik warten.

Solide Technik

Für 2500 bis 3000 Euro finden sich im Markt zuverlässige, alltagstaugliche Pedelecs.



Wie auf viele Märkte wirkt sich auch auf diesen Weihnachten aus: Spätestens im Dezember steigen Nachfrage und Preise von nach wie vor aktuellen Modellen, ab Mitte Januar sinken sie.

Lohnt sich ein Modell vom Discounter oder Baumarkt?

In unserem Test 2016 fielen Pedelecs um 1000 Euro durch – insbesondere bei der Haltbarkeit gab es schlechte Noten. Daran dürfte sich auch an aktuellen Billig-Pedelecs wenig geändert haben, denn um einen niedrigen Preis zu erreichen, müssen die Hersteller irgendwo sparen. Dennoch können auch diese Elektroräder für Wenig-, Straßent- und Langsamfahrer ausreichend sein. Für diese Zielgruppe könnten eher andere Probleme den Kauf unattraktiv machen: Die Billig-Pedelecs gibt es meist nur in einer gängigen Rahmenhöhe. Wenn die persönlichen Körpermaße nicht dazu passen, ist das billigste Schnäppchenangebot verkehrt.

Auch sollte man bei den Preisbrechern vorher klären, wer nach dem Kauf für die Garantieabwicklung und eventuell notwen-

dige Wartung zuständig ist. Manch ein seriöser Händler weigert sich, bei technischen Problemen an den Supermarkt-Velos zu arbeiten.

Was unterscheidet die Mittel- von der Spitzenklasse?

Für die genannten 2500 bis 3000 Euro finden sich bereits solide, alltagstaugliche Modelle, die die Hersteller und Händler auch in unterschiedlichen Rahmengrößen und anderen Ausstattungsvarianten anbieten. Gegenüber den Topmodellen wird meist am Akku und Display gespart. Einen aufs Wichtigste beschränkten Bildschirm kann man gut verschmerzen; der Akku (genau: die mit ihm erzielbare Reichweite) sollte aber zum persönlichen Fahrverhalten passen – siehe dazu auch S. 87.

→ Geräuschentwicklung – wirklich ein Thema an Pedelecs?

Gleich, welche Antriebseinheit Sie betrachten (siehe S. 66 ff.) – nahezu jeder Hersteller wirbt mit mindestens leisem, mancher sogar mit quasi ge-

räuschlosem Fahren. Auf den Motor selbst mag dies durchaus zutreffen – und tatsächlich gibt es zwischen den verschiedenen Antrieben Unterschiede. Je nach Bauart entwickeln die Pedelec-Motoren beim Anfahren oder Dahingleiten entlang des Maximaltempo Geräusche, wie man sie auch von anderen Elektrofahrzeugen kennt. Der Lärmpegel lässt sich mit einem Messgerät objektiv feststellen. Wie lästig er dem Fahrer wird, hängt nicht nur von der persönlichen Be- und Empfindlichkeit ab, sondern auch von den übrigen Pedelec-Komponenten und der Umgebung. Kettenantriebe sind lauter als Riemenantriebe, Scheibenbremsen in den meisten Fällen beim Verzögern akustisch penetranter als Felgenbremsen, die Reifen laufen je nach Ausführung eher leise oder laut. Auf dem Radweg einer Großstadt fallen Geräusche des eigenen fahrbaren Untersatzes weniger auf als auf einer einsamen Landstraße. Körpergröße, Kleidung und Bauart/Höhe des Rades beeinflussen den Luftwiderstand und damit Windgeräusche. Es ist also absolut sinnvoll, in Erfahrungsberichten und während Probefahrten auf Motor-/Laufgeräusche zu achten – allerdings sollte man sie im Verhältnis zu anderen Lärmquellen im Alltag nicht überbewerten.

Gebrauchtkauf – darauf müssen Sie achten

Angesichts der genannten Preise scheint der Blick auf gebrauchte Pedelecs verlockend. Er ist es auch, aber auch hier muss man die Augen offenhalten. Zu den für den Neukauf wichtigen Kriterien kommen weitere hinzu. Ein Blick auf offensichtliche Mängel wie abgefahrene Reifen ist unerlässlich, auch andere äußere Schäden erkennt man als Laie.

Drei typische Bezugsquellen für gebrauchte Pedelecs gibt es:

- ▶ Handel – meist die seriöseste, aber auch die teuerste Quelle. Der Händler will nicht nur mit dem Verkauf verdienen, er steht auch über zwölf Monate für Fehler ein. Deshalb verzichten inzwischen viele Händler auf dieses Geschäft. Fragen kostet aber nichts.
- ▶ Spezialisierte Internetportale. Sie zeichnen sich gegenüber Privatanbieterinnen durch Käuferschutz und Betrugsprävention aus.
- ▶ Kleinanzeigen(portale), Flohmärkte. Hier ist man vollständig auf die eigene Sachkunde angewiesen, Privatveräufer sind nur eingeschränkt für Mängel haftbar.

Das Alter des Akkus und andere technische Daten lassen sich vom Händler aus der Elektronik des Pedelecs auslesen – E-Räder ohne entsprechendes Protokoll sollte man nicht kaufen. Ist der Akku zu alt oder hat zu viele Ladezyklen (siehe S. 92) hinter sich, muss

man die Kosten für einen neuen Akku in die Preisverhandlungen einbeziehen. Stichwort Batterie: Sofern sie noch angeboten werden, sind Pedelecs mit den veralteten Bleiakkus keine gute Wahl – es sei denn, sie ließen sich ohne Umstände auch mit neueren Akkutypen betreiben. Sollten Sie sich für ein gebrauchtes S-Pedelec interessieren, müssen Sie auf vollständige Fahrzeugpapiere achten.

Die wenigen Pedelecs mit Carbonrahmen sind als Gebrauchtkauf eher heikel: Verborgene Risse erkennt man mit bloßem Auge nicht. Zwar gibt es die Möglichkeit, die Rahmen zu durchleuchten – ob sich der Aufwand für potenzielle Käufer lohnt, sei dahingestellt.

Fehlende Rahmennummern sollten bei Kaufinteressenten die Alarmglocken schrillen lassen – sofern der Anbieter eines Gebrauchtrads dafür keine plausible Erklärung hat. Üblicherweise sind sie unter dem Tretlager, an den Seiten des hinteren Rahmenrohrs, an der Sattelstütze des Rahmens, an den Seiten der vorderen Rahmenrohre, der hinteren Radaufhängung oder der hinteren Radgabel zu finden. Weitere Hinweise zum Diebstahlschutz finden Sie im Kapitel „Mit dem E-Bike unterwegs“.

Wer frisiert, verliert die Gewährleistung

Erster Ansprechpartner bei technischen Problemen oder Schäden ist in Deutschland der Händler. Die gesetzliche Gewährleistung umfasst 24 Monate – innerhalb der

ersten sechs Monate nach Kauf muss der Händler nachweisen, dass ein bemängelter Schaden nicht schon vor dem Kauf existierte, in den folgenden 18 Monaten muss der Käufer oder die Käuferin im Zweifelsfall belegen, dass der Fehler im Ansatz schon nach dem Kauf bestand. In der Praxis heißt das: Sofern nicht eine offensichtlich missbräuchliche oder unsachgemäße Nutzung eines Produkts vorliegt, ist der Händler im ersten halben Jahr nach dem Kauf in der Pflicht.

Unabhängig von diesen gesetzlichen Pflichten können Händler und Hersteller freiwillige Versprechen geben. Im Pedelec-Markt gängig sind beispielsweise mehrjährige Garantien für Rahmen oder eine Mindest-Akkuhaltbarkeit. Hier sollte man aber genau prüfen, wie umfänglich diese Garantien tatsächlich sind.

Gewährleistung wie freiwillige Garantien sind aber in dem Augenblick hinfällig, wo man das Pedelec manipuliert, um die 25 km/h-Grenze zu überwinden (siehe S. 142). Das Internet ist voll von einschlägigen Tipps – dennoch sollte man mit Blick auf die möglichen Schäden auf solche Bastateien verzichten. Selbst wenn etwa ein Akku objektiv beim Kauf schon fehlerhaft war, kann der Händler jede Gewährleistung verweigern, wenn er feststellt, dass am Pedelec Veränderungen vorgenommen wurden. Weitere Folgen derartiger Manipulationen besprechen wir im Kapitel „Das E-Bike pflegen und warten“ ab S. 127.



Anhänger mit Anhang

Mit einem E-Bike ließe sich der Nachwuchs sicher entspannter bewegen.

Mehr Sicherheit, mehr Spaß mit Zubehör?

Fast alles, was sich an konventionelle Drahtesel montieren lässt, taugt auch für Pedelecs – den nötigen Platz und erlaubtes Gesamtgewicht vorausgesetzt.



Nicht alles, was angebracht werden darf, ist aber auch sinnvoll. An einem Straßenfahrrad etwa dürfte ein Rückspiegel im dichten Verkehr eine Hilfe sein, bei der Mountainbike-Tour im Wald hingegen ist er eher nutzlos und könnte bei einem Sturz im Gelände sogar noch zum Verletzungsrisiko werden.

Zum Pedelec-spezifischen Zubehör zählen Abdeckungen für die Antriebstechnik und/oder Pedelec-Elektronik. Manche der Mützen und Polster sollen die empfindlichen Bauteile nur während des Transports, etwa auf dem Autoanhänger, schützen (mehr dazu im Kapitel „Mit dem E-Bike unterwegs“), andere können, etwa bei schlech-

ter oder kalter Witterung, dauerhaft am Zweirad bleiben.

Daneben gibt es Halterungen, um trotz Displays am Lenker eine Tasche oder einen Korb anzubringen, Smartphone-Halterungen oder für Radfahrer optimierte Navigationssysteme.

→ Kinderanhänger am Pedelec – wann ist er erlaubt?

Pedelecs sind Fahrrädern rechtlich gleichgestellt, Anhänger also erlaubt. Leider drücken sich die meisten Pedelec-Hersteller um verbindliche Angaben für Anhängerkupplungen.

Faustregel: Carbonrahmen sind eher nicht für die zusätzliche Last dimensioniert. Bei den gängigen Aluminium- und den selten verwendeten Stahlrahmen kann man es leider nur probieren. Schwerere, massivere Stadt- und Tourenräder und straßentaugliche Mountain- oder Gravelbikes sollten mit der Last am Haken zuretkommen, Tiefeinstieger oder Klappräder sind weniger geeignet.

Das wichtigste praktische Detail: Kupp lungstyp und -höhe des Anhängers müssen zum Pedelec passen. Hier gibt es leider keinen Standard – wer den Nachwuchs per Pedelec im Hänger fahren will, muss beim Kauf auf Kompatibilität achten.

Sind die Bremsen schon schwach, wenn man allein mit dem E-Velo unterwegs ist, sollte man ebenfalls auf Kinderanhänger verzichten, denn diese verlängern den Bremsweg. Auch mit guten Bremsen dürfen Anhänger samt Kind nicht schwerer als 40 Kilogramm sein. Liegt das Gesamtgewicht darüber, braucht der Anhänger eine eigene, Auflaufbremse genannte Verzögerung. Und: Durch den Anhänger fährt sich das Pedelec anders – es empfiehlt sich, ein paar Proberrunden ohne Kind im Anhänger zu drehen.

Wenn Sie die Kleinen an Bord nehmen: Es dürfen maximal zwei Kinder bewegt werden, die nicht älter als sieben Jahre sind und im Hänger angeschnallt sein müssen. Ein Helm für den Nachwuchs ist nicht vorge-

schrieben, im Falle eines Falles schützt er aber. Bewegen nicht Eltern, sondern andere Familienangehörige oder Freunde die Kinder, müssen die Fahrer mindestens 16 Jahre alt sein.

Schließlich: Wie jedes zu bewegende Zusatzgewicht zehrt auch ein Kinderanhänger erheblich an der Akkukapazität. Rechnen Sie also mit einer verminderten Reichweite bei Ihrer Tourenplanung.

Der richtige Helm

Pedelecs sind rechtlich Fahrrädern gleichgestellt – man muss also keinen Helm auf Fahrrädern mit Elektrounterstützung tragen (siehe auch S. 56 ff.), sollte es aber. Nach dem Gesetz sind Fahrradhelme ausreichend für die Fahrt auf dem E-Bike. Tendenziell ist man mit Elektrounterstützung aber flinker unterwegs – ein robuster Schutz ist also in jedem Falle sinnvoll. Zuletzt hat die Stiftung Warentest entsprechende Produkte in Heft 7/2021 untersucht. Die günstigsten Modelle für Erwachsene kosten um 35 Euro, für die teuersten Typen werden aber auch schon mal 160 Euro fällig. Von 14 Kandidaten waren acht gut; das günstigste gute Modell gibt es für 45 Euro. Schlechter als befriedigend war kein Helm; vor einem Aufprall schützen alle hinreichend.

Wie bei Pedelecs gilt aber auch für die Schutzausrüstung: Der Helm muss zur Trägerin und zum Träger passen, genauer: zu deren Kopfform. Manche eignen sich eher für runde Köpfe, andere sitzen auf längli-

DIE 3 BESTEN HELME IM TEST 2021

1 Der **Uvex City i-vo Mips** (um 120 Euro) erreichte mit einer Note von 1,8 das beste Gesamtergebnis.



Nicht nur schützt er gut, er trägt sich auch sehr gut und ist sehr gut hitzebeständig.

2 Mit einem Preis von 160 Euro gehört der **Alpina Haga LED** zu den teuersten im Test, schützt und



trägt sich aber gut. Für zusätzliche Sicherheit sorgt das LED-Licht im Helm.

3 Der **Fischer Urban Plus** ist mit einem Preis von 45 Euro das günstigste gute



Modell im Test. Bei der Sicherheit landet er auf Platz eins, dafür ist der Komfort nur befriedigend. Dieser Helm muss einem passen.

test 7/2021

chen Schädeln besser. Der Helm muss die richtige Größe haben – er darf also nicht zu groß sein und soll nicht verrutschen. Drücken sollte er natürlich auch nicht. Eine Vorauswahl ist anhand der Hersteller-Größenangaben möglich – aber so, wie fürs Pedelec eine Probefahrt empfehlenswert ist, sollte man auch einen Helm nach Möglichkeit vor dem Kauf einmal aufsetzen oder mit Rückgabemöglichkeit kaufen. Aus diesem Grunde ist es auch gefährlich, für Kinder aus falscher Sparsamkeit Helme zu kaufen, in die die Junioren „reinwachsen“ sollen. Der Helm muss den Kindern beim Kauf optimal passen – und nicht erst in zwei Jahren.

Schwere Helme sind durch ihre höhere Masse nicht sicherer. Sie können im Gegen teil sogar ein Sicherheitsrisiko darstellen, weil sie Nacken und Schultern belasten und Kopfschmerzen verursachen. Mehr als 300 Gramm muss ein sicherer Erwachsenen helm nicht wiegen.

Einige Anbieter versprechen Extra Schutz durch „Mips“ – das steht für Multi directional Impact Protection System, etwa: allseitiger Aufprallschutz. Eine bewegliche Kunststoffschale im Helm soll aufs Gehirn wirkende Drehkräfte absorbieren. Im Test zeigte sich: Wie gut oder schlecht ein Helm schützt, hängt nicht von Mips ab.

Auch auf einem Pedelec kommt man ins Schwitzen, die Sonne scheint auf den Kopf – Feuchtigkeit und Wärme sollten aus dem Helm entweichen können. Ein guter Fahrradhelm hat folglich Lüftungsschlitzte. Ein

Netz in ihnen hält Insekten davon ab, Sie während der Fahrt zu stechen.

Ein weiteres Detail hat nicht direkt mit dem Schutz vor den Folgen eines Aufpralls zu tun, kann aber tatsächlich davor schützen, dass es zu einem Aufprall kommt: Leuchtstreifen und/oder Licht am Helm können Unfälle und damit einen Aufprall verhindern.

Das Helmmaterial altert – Anbieter müssen ein Herstellungs- oder Verfallsdatum angeben. Fehlt das: Finger weg! Originalverpackt hält ein Helm etwa acht Jahre; durch Sonnenlicht und Witterung ist er im Gebrauch nach spätestens fünf Jahren mürbe. Auch nach einem Sturz sollte der Helm ersetzt werden – auch wenn sie äußerlich nicht zu erkennen sind, können sich bei einem Unfall Risse bilden, der Schutz ist dahin.

Sonderfall S-Pedelecs

S-Pedelecs (siehe S. 57) dürfen bis zu einer Geschwindigkeit von 45 km/h vom Elektroantrieb unterstützt werden, erreichen also Geschwindigkeiten eines Kleinkraftrads. Auf ihnen sind Helme Pflicht – und an diese werden höhere Ansprüche gestellt als an die für Pedelec-Fahrer. Lange bewegten sich sowohl S-Pedelec-Fahrer wie Helm-Hersteller in einer Grauzone: Mangels besserer Angebote setzten die Nutzerinnen und Nutzer Pedelec-Helme oder leichte Motorradhelme auf. Beides ist nicht optimal. Zwischenzeitlich hat sich die Norm NTA 8776 als De-

facto-Standard für S-Pedelec-Helme etabliert. Entsprechende Schädelschützer gibt es beispielsweise von Anbietern wie Abus, AGU, BBB Cycling, Casco, Cratoni, Lazer und Met.

Prallsack für den Kopf?

Nicht jeder oder jede mag Helme – sei es, weil man sich trotz korrekten Sitzes eingengt fühlt, sei es, weil der Helm die teure Frisur ruiniert. Der Hersteller Hövding will mit dem Modell 3 eine Alternative zur Kopfmontur anbieten: einen Airbag, der wie eine Halskrause getragen wird. Im Test wirkte das 350 Euro teure Utensil hervorragend – es schützt den Kopf umfassender als jeder Helm. Mit 840 Gramm ist es allerdings kein Leichtgewicht; an heißen Tagen schwitzen unsere Testerinnen und Tester unter der Krause. Gravierender: Zwar erkennt die Technik Stürze und verwandte Unfallszenarien zuverlässig. Bei einem Aufprall etwa gegen eine unachtsam geöffnete Lkw-Tür hin gegen registriert der Prallsack aus Prinzip den Unfall erst, wenn es zu spät ist. Allumfassend schützt das Gerät also nicht.

„Der Elektroantrieb wird immer beliebter“



Burkhard Stork
Geschäftsführer des
Zweirad-Industrie-
Verbands (ZIV)

Wie entwickelt sich der Pedelec-Markt?

Die Nachfrage ist so groß, dass die Hersteller kaum liefern können. Im Jahr 2020 wurden in Deutschland rund 1,9 Millionen E-Bikes verkauft – diese Zahl wird wohl auch zunächst stetig ansteigen. Sind die Liefer-schwierigkeiten beseitigt, erwarten wir weiter wachsende Verkaufszahlen.

Worauf führen Sie dieses starke Wachstum zurück?

Die Corona-Krise beeinflusste das Kaufverhalten nachhaltig. Die Käufer suchten wegen der vermuteten Ansteckungsgefahr im öffentlichen Personennahverkehr nach Ausweichmöglichkeiten, mangels anderer Reiseziele stieg auch die Beliebtheit von Fahrradausflügen. Diese Erfahrungen prägen das Publikum auch nach der Pandemie: Der Alltagsnutzen von Pedelecs hat sich herumgesprochen, sie haben sich als Alternative zu Pkw oder Bus wie auch als Sportgerät für die Freizeit etabliert. Der Allgemeine Deutsche Fahrradclub (ADFC) ermittelte,

dass im Jahr 2020 eine halbe Milliarde Fahrradausflüge in Deutschland unternommen wurden – diese positiven Erlebnisse bleiben bei den Bürgern haften.

Weitere Gründe: Die ersten Pedelecs waren entweder sportliche Bastelprojekte oder gemütliche Tiefeinsteiger und Stadträder. Letztere sind eher auf Ältere zugeschnitten, also die Zielgruppe, die eine Antriebsunterstützung wirklich braucht. Mit aktuellen Pedelecs, beispielsweise Mountainbikes, sprechen die Hersteller jetzt jüngere Radfahrer an, die die Motorunterstützung zwar nicht zwingend benötigen, sie aber gern mitnehmen. Mit dem Elektroantrieb kann man weiter, schneller und weniger anstrengend fahren – Pedelecs sind schick geworden. Zudem wird die Technik immer leistungsfähiger und zuverlässiger. Die Kunden profitieren davon, das Angebot wird attraktiver.

Wie wird sich das Pedelec-Angebot entwickeln?

Aktuell sind in Deutschland rund 40 Prozent der verkauften Fahrräder Pedelecs. Wir gehen davon aus, dass der Anteil auf 50 Prozent steigen wird. Die Vielfalt des Markts für konventionelle Fahrräder wird sich im Pedelec-Markt abbilden, es entstehen immer mehr Modellgruppen. Die Gruppe der

E-Trekkingbikes wird wichtiger, der Bereich der elektrischen Mountainbikes zieht an. Bei den Familienfahrrädern, also Lastenrädern zum Kindertransport, erwarten wir mittelfristig sogar, dass dort nur noch Modelle mit Elektrounterstützung gekauft werden.

Werden mit dem zunehmenden Pedelec-Absatz, also höheren Stückzahlen, die Preise sinken?

Solange die Lieferschwierigkeiten anhalten, sehe ich da keine Bewegung nach unten. Aber wenn sich die Situation normalisiert, erwartet der ZIV, dass sich der Markt in zwei Richtungen entwickelt. In der Oberklasse fordern die Kunden auch in Zukunft die neueste und beste Technik und sind bereit, dafür auch einen hohen Preis zu bezahlen. Im Bereich der soliden Alltagsfahrräder werden höhere Stückzahlen hingegen preissenkend wirken. Ich denke, auch höhere Stückzahlen für Share-Bike-Systeme werden diese Entwicklung voranbringen – und dieser Markt steht erst am Anfang.

Viele Nutzerinnen und Nutzer hätten lieber die in den USA geltende Geschwindigkeitsgrenze von 32 km/h; in der Schweiz fahren S-Pedelecs auf den Radwegen. Sind Sie mit dem aktuellen gesetzlichen Rahmen für Pedelecs zufrieden?

In den Städten halte ich die aktuellen Regeln für angemessen. Deutschland will ja, dass die Bürger mehr mit dem Fahrrad un-

terwegs sind. In fahrradfreundlichen Städten wie Kopenhagen oder Amsterdam hat sich erwiesen, dass die beste Geschwindigkeit für flüssigen Radverkehr bei 16 bis 18 km/h liegt. Dort wird es auch bei einem Ausbau auf den Radwegen eng; die mit S-Pedelecs höheren Geschwindigkeiten würden eher zu mehr Konflikten führen. Radwege außerorts sollten Landkreise und Gemeinden aber künftig für S-Pedelecs freigeben dürfen.

Ein generelles Argument gegen Elektromobilität sind die in den Akkus verwendeten Materialien und deren Gewinnung. Sind Pedelecs am Ende doch gar nicht so umweltfreundlich?

Einige der für Batterien nötigen Chemikalien sind heikel, zur Zeit aber leider unverzichtbar. Die Akkuhersteller wissen dies natürlich auch und suchen sowohl nach Vorkommen, die sich möglichst umweltverträglich abbauen lassen, als auch nach alternativen Komponenten. Zumindest in Deutschland ist das Recycling ausgedienter Akkus hervorragend geregelt, eine Wiederverwertung der Rohstoffe möglich. Für mich ist aber am wichtigsten: Der Rohstoffeinsatz für ein Pedelec ist ungleich geringer als der für einen Pkw. Menschen, die ein Pedelec haben, nutzen es sehr oft statt eines Pkw. Die Umwelt gewinnt durch Pedelecs in jedem Fall.



Die Extraportion Schub: Der Elektroantrieb

Erst Akku und Motor machen aus dem Fahrrad ein Pedelec. Es kommen also neue technische Elemente hinzu. Im Markt herrscht Aufbruchsstimmung – die Typenvielfalt ist enorm.



Die ersten „Motorwagen“ bestanden aus Kutschen mit drangebasteltem Verbrennungsmotor – erst nach und nach wurde die Technik speziell fürs Automobil entwickelt. Diese Evolution wiederholt sich bei den neudeutsch „E-Bikes“ genannten Elektro-Drahteseln. Antiblockiersysteme und Automatikschaltungen sind der letzte Schrei; wie beim Auto diskutieren E-Bike-Hersteller und -Käuferinnen über die Vor- und Nachteile von Front-, Mittel- oder Heckmotor.

Von der Forderung nach mehr Elektroautos auf deutschen Straßen dürften auch

die E-Bike-Fahrer profitieren – in der Akku-Technologie sind große Fortschritte zu erwarten, die auch dem Zweirad mehr Reichweite verschaffen.

Aber wie jeder entstehende Markt ist auch der für E-Bikes unübersichtlich – das beginnt schon bei der Definition. Wann ist ein Zweirad mit Motor ein Fahrrad, wann ein Kleinkraftrad? Das sind keineswegs philosophische Fragen – die technischen und rechtlichen Unterscheidungen haben direkte Auswirkungen auf Fahrerlaubnis und den nötigen Versicherungsschutz.

Genauso wichtig sind selbstverständlich die eigenen Ansprüche: Vielen genügt es, an Bergstrecken oder bei Gegenwind etwas mehr Schub zu haben – andere möchten am liebsten gar nicht mehr in die Pedale treten.

Der Schwerpunkt dieses Buches liegt auf den Pedelecs (Pedal Electric Cycles), also klassischen Fahrrädern mit Elektrounterstützung. Diese erfreuen sich der größten Beliebtheit, weil sie am ehesten dem vertrauten Fahrrad entsprechen und man für sie weder Fahrprüfung noch eine eigene

Haftpflichtversicherung braucht. Wir wollen Sie aber nicht nur bei der Kaufentscheidung unterstützen, sondern auch im alltäglichen Umgang mit dem Elektrofahrrad beraten – schließlich will die Technik gepflegt und vor Diebstahl geschützt sein.

Der technische Fortschritt vereinfacht nicht nur das Leben – er will auch bezahlt werden; zudem stellt er die Nutzerinnen und Nutzer vor neue Überlegungen und Herausforderungen. Zunächst sollten Interessenten also klären, welche Ansprüche sie an die Technik stellen.

Was spricht für E-Bikes, wo sind mögliche Haken?

Wie viele Produktgattungen haben Fahrräder mit elektrischer Unterstützung nicht nur Vorteile. Hier die wichtigsten Argumente für den Stromer – und die gegen eine Anschaffung.

 **So argumentieren die Anbieterinnen**, und viele Nutzer werden Ihnen von diesen Vorteilen erzählen:

- ▶ Das E-Bike hilft, bergige Strecken bequem und schnell zurückzulegen und es unterstützt die Fahrerin bei Gegenwind.
- ▶ Wer mit dem Rad zur Arbeit fährt, schwitzt weniger, wenn er ein E-Bike nutzt, kommt also gepfleget ans Ziel.

- ▶ E-Bikes verschaffen körperlich eingeschränkten Personen mehr Bewegungsfreiheit.
- ▶ Mit den meisten Bautypen kann man auch einen Kinderanhänger mitnehmen, ohne sich zu verausgaben.
- ▶ Auf vielen Routen ist es eine Alternative zum Pkw und spart so Geld sowie – je nach Situation – die Suche nach einem Parkplatz.



Aufwand und Nutzen

Wer sich für ein Pedelec entscheidet, muss sich im Alltag auf etwas zusätzlichen Aufwand einstellen.

- ▶ Weniger Trainierte können mit sportlicheren Fahrern mithalten, was bei gemeinsamen Touren geselliger ist.
- ▶ Auch trainierte Radfahrer profitieren vom schnelleren Beschleunigen der E-Bikes.

- Das spricht gegen Elektrofahrräder**, und Besitzerinnen eines Pedelecs werden das Ihnen gegenüber eher nicht so deutlich erwähnen oder auch herunterspielen:
- ▶ E-Bikes sind rund 500 bis 1000 Euro teurer als vergleichbare Fahrradmodelle ohne Motorantrieb.
 - ▶ Ist der Akku leer, fährt sich ein E-Bike wegen des höheren Gewichts schwerfälliger als ein konventionelles Modell.
 - ▶ Mit dem Elektroantrieb kommen zusätzliche Komponenten ans und ins Rad, die – teils von einer Fachkraft – gewartet werden müssen und ausfallen können. Ohne eventuell nötige Ersatzteile kostet eine Inspektion beim Händler etwa 80 Euro.
 - ▶ Wer sein Fahrrad regelmäßig mehrere Treppen hinauftragen muss, dürfte

vom hohen Gewicht der Elektro-Velos nicht begeistert sein.

- ▶ Wer sportlich genug ist, erreicht die mit den verbreitetsten Pedelecs mögliche Unterstützung bis 25 km/h auch ohne den Elektroantrieb, hat dadurch also wenig Vorteile, was die Höchstgeschwindigkeit betrifft.
- ▶ Wie auf fast allen Zweirädern ist man auch auf dem E-Bike der Witterung ausgesetzt – es taugt nur selten als alleiniges Fortbewegungsmittel.
- ▶ Für längere Strecken und solche, die nur auf Schnellstraßen komfortabel zu fahren sind, sind Fahrräder mit Elektroantrieb deshalb auch keine vollwertige Alternative zum Pkw.
- ▶ Ist der Akku nach einigen Jahren erschöpft, muss ein neuer Ersatzakku angeschafft werden, was mit Preisen ab 150 Euro bis zu mehreren 100 Euro spürbar Kosten verursacht. In den Akkus stecken Rohstoffe, die unter teils zweifelhaften Bedingungen gewonnen werden.

Wichtiger Unterschied

Zweiräder mit Elektromotor können sich bei der Leistung unterscheiden – mit Folgen für die nötige Fahrerlaubnis.



E-Bike oder Pedelec? – Die Unterschiede

Der schlichte Drahtesel von einst ist im 21. Jahrhundert zur sprintstarken Hightech-Maschine mutiert. So buhlen gleich mehrere Arten von Zweirädern mit Motor um die Käufergunst.

Schon bei der Bezeichnung beginnt die Verwirrung: Denn generell sind alle Fahrräder mit Elektroantrieb E-Bikes, und im Alltag sprechen Hersteller wie Kundinnen überwiegend davon. Das „E“ steht für „Elektro“ (wahlweise „Electric“), Bike ist die Kurzform des englischen „bicycle“, also wörtlich eines Zweirads. Aber darunter fallen von Muskelkraft getriebene Fahrräder ebenso wie Motorräder. In der Praxis differieren sowohl Technik wie rechtliche Voraussetzungen für die verschiedenen Bauarten. Bringen wir also Licht ins Dunkel der Elektro-Zweiräder.

Wesentliche Kriterien sind die Maximalgeschwindigkeit beziehungsweise die maxi-

male Geschwindigkeit, bis zu der der Motor unterstützt, und ob die Zweiräder sich auch ohne Zutun der Fahrerin bewegen. Alle folgenden Erläuterungen beziehen sich auf die Rechtslage in Deutschland – im deutschsprachigen Ausland, insbesondere der Schweiz, gelten andere Vorschriften.

Pedelec

Das Pedal Electric Cycle, kurz: Pedelec, ist dem klassischen Drahtesel am nächsten: Es darf einen Elektromotor mit einer Nennleistung von maximal 250 Watt (entspricht rund einem Drittel PS) mitbringen. Der unterstützt den Fahrer nur – man muss also weiterhin in die Pedale treten. Bei einer



Wie ein Fahrrad

Bei 25 km/h ist Schluss mit Motorunterstützung. Nur für Pedelecs, deren Antrieb bis zu dieser Grenze wirkt, braucht man weder Führerschein noch Versicherung.

Höchstgeschwindigkeit von rund 25 km/h (in der Praxis werden toleranzbedingt 27 bis 28 km/h erreicht) klinkt sich der Elektroantrieb aus – fitte Radlerinnen dürfen ausschließlich mit Muskelkraft natürlich so schnell fahren, wie sie können.

Versicherungs- und verkehrsrechtlich handelt es sich bei Pedelecs um Fahrräder. Es ist also kein Führerschein oder sonstige Fahrprüfung nötig und auch keine gesonderte Versicherung für dieses Fahrzeug. Eine private Haftpflichtversicherung ist aber sinnvoll, sobald man – in welcher Form auch immer – am Straßenverkehr teilnimmt. Die Autofahrern bekannte und von ihnen gefürchtete Obergrenze von 0,5 Promille Blutalkohol gilt auf Pedelecs ebenso wenig wie auf Fahrrädern.

Trotz des eigentlich nur unterstützenden Charakters des Pedelec-Elektroantriebs werden auch Modelle mit einer Anfahr- und Schiebehilfe angeboten. Diese Zweiräder setzen sich auf Knopfdruck selbsttätig in Bewegung – dies aber nur mit einer Geschwindigkeit von maximal 6 km/h. Die aktuelle

Rechtslage betrachtet auch diese Zwitter aus Pedelec und E-Bike als Fahrräder. Das ist allerdings erst seit dem Juni 2013 der Fall.

Wer eine ältere Privathaftpflichtpolice hat, sollte klären, ob auch Unfälle mit Pedelecs (mit oder ohne Anfahrhilfe) abgedeckt sind. Einen Schutzhelm sollte man auf Pedelecs tragen, muss es aber nicht.

Für das Fahren von Pedelecs gibt es kein gesetzliches Mindestalter, es wird aber allgemein davon abgeraten, Kinder unter 14 Jahren damit fahren zu lassen. Jüngere Kinder können meist das Fahr- und Beschleunigungsverhalten von Pedelecs nicht richtig einschätzen.

S-Pedelec

Das S steht hier für „schnell“ (alternativ englisch: „Speed“) – mit einem S-Pedelec ist man flotter unterwegs als mit einem Pedelec. An diesem Fahrzeugtyp darf der Elektromotor bis zu einer Geschwindigkeit von 45 km/h unterstützen und eine Leistung bis zu 4000 Watt (vor 2017: 500 Watt) haben. Dabei darf der Motor die von der Fahrerin

Bis 45 km/h schnell

Das E-Moped gilt rechtlich als Kleinkraftrad und braucht ein Versicherungskennzeichen.



aufgebrachte Kraft allerdings maximal vervierfachen. Rechtlich handelt es sich bei S-Pedelecs um Kleinkrafträder. Sofern man nach dem 1. April 1965 geboren ist, benötigt man für die Fahrt mit ihnen einen Führerschein der Klasse AM (enthalten bei Pkw-Führerschein Klasse B) und ein Versicherungskennzeichen; zudem muss man bei der Fahrt einen Helm tragen.

E-Bikes mit reinem Motorbetrieb

In der Umgangssprache unterscheidet man nicht zwischen Pedelecs und E-Bikes – Hersteller und Gesetzgeber tun dies sehr wohl.

Der wesentliche Unterschied zu (S-)Pedelecs: E-Bikes fahren auch, wenn der Fahrer nicht in die Pedale tritt. Technisch sind sie einem Mofa oder Motorroller näher als einem Fahrrad.

Bis zu einer Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h gelten E-Bikes als Leichtmofa, mit einer Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h als Mofa. Beide brauchen ein Versicherungskennzeichen, die Fahrerin, sofern sie nicht einen Führerschein für Pkw besitzt, eine Mofa-Prüfbescheinigung. Für vor dem

1. April 1965 Geborene reicht der Personalausweis. Zum Fahren dieses E-Bike-Typs muss man mindestens 15 Jahre alt sein; eine Helmpflicht besteht für die Modelle, die 25 km/h erreichen.

Die schnellsten E-Bikes dürfen wie S-Pedelecs bis zu 45 km/h schnell sein und werden als Kleinkraftrad eingestuft. Ihre Fahrer müssen mindestens 16 Jahre alt sein, man braucht mindestens einen Führerschein der Klasse AM (enthalten bei Pkw-Führerschein Klasse B) und ein Versicherungskennzeichen; zudem muss man bei der Fahrt einen Helm tragen.

Alle rechtlichen Aspekte und Bauartunterschiede haben wir in der Tabelle „Pedelecs (motorunterstützt), E-Mofas und E-Kleinkrafträder“ auf den S. 62–63 zusammengefasst.

Abseits dieser grundsätzlichen Kriterien folgt der E-Bike-Markt dem der konventionellen Zweiräder und teilt sich in ebenso viele Kategorien auf wie Stadtfahrrad, Mountainbike, Rennrad - siehe auch Kapitel „Das richtige E-Bike finden“.

„Der Gesetzgeber muss handeln“



Siegfried Brockmann

Leiter der Unfallforschung der Versicherer (UDV) im Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

Halten Sie die aktuelle Rechtslage in Bezug auf Pedelecs für praxisgerecht?

Nein – ich hätte mir eine andere Herangehensweise der Politik ans Thema gewünscht. Momentan haben wir die Situation, dass die zulassungsfreien Pedelecs für sportliche Fahrer zu langsam sind, für ältere Fahrer aber schon gefährlich schnell.

Was schlagen Sie stattdessen vor?

Die Trennung zwischen Pedelec und S-Pedelec sollte aufgehoben werden. Statt der leicht auszuhebelnden Beschränkung auf 25 km/h für Pedelecs sollte es eine manipulationsgeschützte Abhängigkeit von Tempo und Tretkraft geben. So hinge die tatsächliche Geschwindigkeit direkt von der körperlichen Leistungsfähigkeit des Fahrers ab. Eingeschränkte Personen liefern so weniger Gefahr, in Geschwindigkeitsbereiche zu geraten, die ihre Fähigkeiten übersteigen. Sportliche Personen würden Geschwindig-

keiten erreichen, die sie auch auf dem Fahrrad schaffen.

Sollten dann Pedelecs als Kraftrad eingestuft werden?

Grundsätzlich wäre das geboten, denn alles, was schneller als 6 km/h ist und nicht ausschließlich mit Muskelkraft bewegt wird, gilt eigentlich als Kraftfahrzeug. Im konkreten Fall wäre ich allerdings dafür, alle Pedelecs mit der von mir vorgeschlagenen Tempokontrolle zu den Fahrrädern zu zählen. Momentan haben wir die Situation, dass S-Pedelecs nicht auf Radwegen oder Radschnellwegen fahren dürfen. Damit werden sie unattraktiv und auch gefährlich: Vielen Autofahrern ist gar nicht bewusst, dass die schnellen E-Bikes auf der Straße, also auch neben einem Radfahrstreifen, fahren müssen, was zu Auseinandersetzungen führt. In der Schweiz ist das nach meinem Dafürhalten besser geregelt – dort unterscheidet man nicht nach dem Grad der Motorunterstützung; S-Pedelecs dürfen den Radweg nutzen.

Könnte die Einstufung aller Pedelecs als Kraftrad nicht mehr Sicherheit schaffen? Momentan erlaubt der Gesetzgeber an Pedelecs mäßig wirksame Rücktrittbremsen ebenso wie bissige Scheibenbremsen.

30 SEKUNDEN FAKTEN

Von 2012 bis 2020 stieg der **E-Bike-Anteil** am deutschen Fahrradmarkt von **10** auf **39** Prozent.

Im selben Zeitraum verdoppelte sich der durchschnittliche E-Bike-Preis fast von **1 637,24 Euro** auf **2 975 Euro**.

2010 wurden in Deutschland rund

127 000

E-Bikes produziert,

2020 waren es schon

1 300 000

Quelle: ZIV

Das stimmt zwar – die verfügbare Bremskraft halte ich in der Praxis aber nicht für das Problem. Faktisch würden auch die schwächeren Bremsen die Anforderungen erfüllen, wie sie etwa an Mofas gestellt werden. Für Neulinge ist es allerdings ungewohnt bis schwierig, die Verzögerung richtig zu dosieren.

Halten Sie das von einem Hersteller verfügbare Bremsen-Antiblockiersystem (ABS) für einen Ansatz, die Sicherheit zu verbessern?

Grundsätzlich ja. Das System wirkt auf das Vorderrad und nimmt die Angst, zu überbremsen und zu stürzen. Gerade in Deutschland sind ältere Fahrer aber noch daran gewöhnt, zuerst die Rücktrittbremse einzusetzen. Wenn man also nicht übt, auch die vordere Bremse zu ziehen, bleibt das ABS wirkungslos.

Stichwort ältere Fahrer: Sind die auf Pedelecs besonders gefährdet?

Ja – wegen der momentanen Gesetzeslage fahren viele Menschen mit einem Pedelec mit einer Geschwindigkeit von 25 km/h, die dazu auf einem konventionellen Fahrrad nicht in der Lage wären und mit diesem Tempo überfordert sind. In der Gruppe der Über-65-Jährigen steigt die Zahl der Pedelec-Unfälle. Gleichzeitig darf man Pedelecs ohne Helm fahren, was die Folgen eines Unfalls verschlimmern kann. Viele Menschen – nicht nur ältere – verzichten auf einen Helm, weil sie glauben, bei geringem Tempo könne nicht viel passieren. Das Gefährlichste an Pe-

delec-Kollisionen ist aber oft nicht der unmittelbare, sondern der Sekundär-Aufprall. Sprich: Man stürzt vom Rad auf den Asphalt – hierbei kann man sich auch bei sehr geringen Geschwindigkeiten schwerwiegende Kopfverletzungen zuziehen.

Ich bin zwar ausdrücklich gegen eine Helmpflicht, hoffe aber, dass sich Pedelecfahrer freiwillig für Helme entscheiden, denn dass sie schützen, ist wissenschaftlich erwiesen.

Ist nach Ihren Erkenntnissen Pedelecfahren grundsätzlich gefährlicher?

Pedelecs werden über längere Strecken bewegt – allein deswegen steigt schon die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls. Zudem sind Pedelecs durchschnittlich 3 km/h schneller unterwegs. Das wirkt sich bei einer Kollision zwar nicht wesentlich auf die Schwere der Verletzungen aus. Aber mit dem Tempo verlängert sich der Reaktionsweg und damit das Risiko, einen Zusammenprall nicht mehr vermeiden zu können. Hinzu kommen Gewichts- und Handlingsaspekte. Man kann deshalb durchaus sagen, dass Pedelecfahren tendenziell gefährlicher ist.

Mit Blick auf die Risiken: Fordern Sie einen Führerschein für Pedelec-Fahrer?

Nein. Aber zumindest Senioren und andere ungeübte Fahrer sollten einen Kurs machen. Ich hielte zudem ein Fahrsicherheitstraining für sinnvoll. Denn mit allen Fahrzeugen meistert man gefährliche Situationen nur, wenn man in diesem Moment

nicht nachdenken muss, sondern reflexartig das Richtige tut. Dies muss man wieder und wieder üben.

Zur Zeit wird die Nutzung von Lastenrädern als Alternative zu Pkw und Klein-Lkw für den Lieferverkehr und private Besorgungsfahrten diskutiert. Halten Sie das für sinnvoll?

Grundsätzlich ja, aber auch hier braucht es Regulierung. Das Problem ist, dass das alles, unabhängig von Größe und Gewicht, als Fahrrad gilt. Schon jetzt haben wir teils 250 Kilogramm schwere, drei- oder vierrädrige Lasten-Pedelecs auf dem Radweg und das Ende dieser Entwicklung ist nicht abzusehen. Wenn es dort zum Zusammenstoß mit einem gewöhnlichen Fahrrad, vielleicht sogar dem eines Kindes kommt, hat vor allem der Fahrer des leichteren Rads ein hohes Verletzungsrisiko. Ein Problem, was mit Lastenrädern weiter bestehen wird: Diese Vehikel sind zu schwer, um mit ihnen über den Bordstein zu fahren. Es steht zu befürchten, dass abgestellte Räder in den Städten Radwege ebenso blockieren, wie das zur Zeit die Lieferwagen tun.

Was schlagen Sie vor?

Der Gesetzgeber sollte bei den Lastenrädern über Gewichtsgrenzen nachdenken und bei Personen-Pedelecs die jetzige Ungleichbehandlung von Pedelecs und S-Pedelecs beenden. Insgesamt ist die aktuelle Rechtslage dem Stand der Technik nicht mehr angemessen und sollte neu geordnet werden.

Pedelecs (motorunterstützt), E-Mofas und E-Kleinkrafträder

	Pedelec	S-Pedelec
Motorstärke (Watt)	Bis 250	Bis 4 000 (vor 2017: 500)
Erlaubte Höchstgeschwindigkeit (km/h)	Keine Grenze	Keine Grenze
Motorunterstützung bis (km/h)	25	45
Helmpflicht	Nein	Ja
Versicherung	Haftpflicht	Kfz-Versicherung
Kindersitz	Erlaubt	Erlaubt
Kinderanhänger	Erlaubt (nur an geeigneten Modellen zweckmäßig)	Nicht erlaubt
Führerschein	Nein	Klasse AM
Mindestalter	– (empfohlen: 14 Jahre)	16
Allgemeine Betriebserlaubnis nötig	Nein	Ja
Kennzeichen	Nein	Versicherungskennzeichen
Radwegnutzung	Vorgeschrieben	Wenn freigegeben
Gilt verkehrsrechtlich als	Fahrrad	Kleinkraftrad
Blutalkoholgrenze (Promille)	1,6	0,5
Rückspiegel nötig	Erlaubt	Ja
Bremslicht nötig	Erlaubt	Ja
Ständer nötig	Erlaubt	Ja

	E-Bike Bis 500	E-Bike Bis 500	E-Bike Bis 4 000 (vor 2017: 500)
	20	25	45
	–	–	–
	Nein	Ja	Ja
	Kfz-Versicherung	Kfz-Versicherung	Kfz-Versicherung
	Erlaubt	Erlaubt	Erlaubt
	Nicht erlaubt	Nicht erlaubt	Erlaubt, aber keine freigegebenen Modelle
	Mofa-Prüfbescheinigung (wenn geboren nach 1.4.1965)	Mofa-Prüfbescheinigung (wenn geboren nach 1.4.1965)	Klasse AM
	15	15	16
	Ja	Ja	Ja
	Versicherungskennzeichen	Versicherungskennzeichen	Versicherungskennzeichen
	Wenn für Mofas freigegeben	Wenn für Mofas freigegeben	Nicht erlaubt
	Leichtmofa	Mofa	Kleinkraftrad
	0,5	0,5	0,5
	Ja	Ja	Ja
	Erlaubt	Ja	Ja
	Ja	Ja	Ja



Die Technik im Detail

Genug der juristischen Spitzfindigkeiten – im Folgenden wollen wir uns im Wesentlichen mit der Technik elektrisch betriebener beziehungsweise unterstützter Fahrräder befassen.

→ **Schon unser kurzer Überblick** verrät es: E-Bikes sind im Prinzip Motorroller, die statt eines Kraftstoff- einen Elektroantrieb haben. Eine Stromquelle, der Akkumulator, versorgt den Motor mit Energie; mit einem Regler bestimmt die Fahrerin die gewünschte Geschwindigkeit. Nur wenn der Akku leer ist, muss der Nutzer selbst in die Pedale treten – vorausgesetzt, das E-Bike hat welche.

Wesentlich komplexer ist die Technik bei (S-)Pedelecs: Wie erwähnt, unterstützen sie die Fahrradfahrerin nur. Das heißt: Zum Zweirad gesellt sich ein weiteres Element – der Elektromotor.

Für die zulassungsfreien Pedelecs ist er auf 250 Watt Nennleistung beschränkt –

praktisch alle Anbieter verbauen entsprechende Motoren. Aus gutem Grund: Die Leistung eines durchschnittlichen Radfahrs entspricht bereits rund 100 Watt.

Der Motor allein macht das Pedelec nicht: Erst weitere Komponenten erwecken es zum Leben. Neben dem Akku gehören zum Paket ein Steuergerät, neudeutsch Controller genannt, sowie Sensoren – idealerweise für Drehmoment, Trittfrequenz und Geschwindigkeit. Ein üblicherweise am Lenker montierter Bildschirm ergänzt die E-Fahrradtechnik. Schlichte Ausführungen zeigen nur die wichtigsten Betriebsdaten an, etwa Geschwindigkeit und Akkuladestand. Ausgefeilte Modelle integrieren weitere Funktionen, etwa die Navigation.



Antriebspaket

Zum Motor (links) gehören Akku (rechts), Display (2. von rechts) und optional ein ABS-Modul (2. von links).

Die Motornennleistung ist auf 250 Watt begrenzt. Dennoch unterscheiden sich die verschiedenen Modelle stark im Fahrverhalten – das Drehmoment macht's. In der Pedelec-Klasse sind Werte von 40 bis 90 Newtonmeter (Nm), vereinzelt auch bis 120 gängig. Je höher das Drehmoment, desto durchzugstärker und dynamischer wird der Vortrieb – desto eher kann er ungeübte Fahrer aber auch überfordern. Die Fahrt mit drehmomentstarken Pedelecs wird zudem oft als weniger harmonisch empfunden. Viel hilft also nicht zwingend viel.

Die meisten Pedelecs offerieren verschiedene Unterstützungsstufen, wahlweise auch Fahrmodi genannt. Gängig sind drei bis fünf Stufen. Mit ihnen lässt sich wählen, wie sehr die Fahrt durch den Elektromotor getrieben wird. Dies ist nicht nur eine Frage der persönlichen Leistungsfähigkeit und Laune – sie wirkt sich auch direkt auf die mit dem Akku erreichbare Reichweite aus. Logisch: Tritt man mit weniger Krafteinsatz in die Pedale, ist der Akku schneller leer.

Muss man mit dem Pedelec nur ein paar Kilometer bis zur Arbeit, möchte also nach Möglichkeit möglichst wenig verschwitzt bei Kolleginnen oder Kunden erscheinen, wird man eine Stufe mit hoher Unterstützung wählen – in den meisten Fällen wird sich am Arbeitsplatz eine Lademöglichkeit finden. Für ausgedehnte Touren hingegen dürfte eine möglichst dezente Unterstützung die klügste Wahl sein, um nicht zum Ende der Ausfahrt ohne Motorkraft zu fahren, sprich: Akku und Antrieb selbst per pedes befördern zu müssen.

Bei den Getrieben („Gangschaltungen“) zeichnen sich ähnliche Entwicklungen ab wie im Automobilbereich: Neben den vergleichsweise günstigen, aber auch pflegebedürftigen Kettenschaltungen bieten manche Hersteller komplexe, teils vollautomatische Nabenschaltungen an. Andere integrieren das Getriebe ins Gehäuse eines Mittelmotors oder mit einem Hecknabenantrieb, wodurch die Technik weniger Platz braucht – aber leider nicht günstiger wird.



Die goldene Mitte

Mittelmotoren sitzen an der Stelle des Tretlagers und beeinflussen das Fahrverhalten 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 und auch dem Handling zugutekommt. Das Fahrverhalten entspricht am ehesten dem eines muskelbetriebenen Fahrrads, den NutzerInnen fällt die Umgewöhnung also leicht. Die elektri-

sche 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. Allerdings erfordert diese Bauart auch einen entsprechend speziell entwickelten Fahrradrahmen, der den Motor samt Tretlager aufnehmen kann. Manche aktuellen Mittelmotor-Pedelecs lassen sich per Rücktritt bremsen, was den Gewohnheiten von Stadt- und Tourenrad-Fahrern entgegenkommt – allerdings bietet nicht jedes Modell diese Option. Setzt der Radhersteller auf Kettenantrieb (mehr zu anderen Kraftübertragungsmöglichkeiten



Allradantrieb

Ein Frontmotor bringt Elektroraft aufs Vorderrad; das hintere wird von Fahrer oder Fahrerin angetrieben.

ab S. 73), beansprucht ein Mittelmotor diese, das Ritzel und auch die Schaltung stärker als beim gewohnten Fahrrad. Nur Nischenanbieter offerieren Nachrüstlösungen 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 und weniger störanfällig; in Verbindung mit einer Kettenschaltung (siehe S. 76) reicht am Tretlager der Platz aber an einigen Modellen nur für einen Zahnkranz; bei Kettenantrieb finden sich häufig zwei oder gar drei Zahnkränze. Eine Rekuperation, also das Aufladen des Akkus während des Einsatzes durch beim Bremsvorgang ge-

wonnene Energie, ist beim Mittelmotor nicht möglich.

Vorderradmotor

Mit einem Frontmotor ist ein Pedelec besonders einfach und entsprechend günstig zu realisieren. Denn anders als beim Mittelmotor muss der Rahmen nicht speziell auf die Aufnahme des als Nabenumotor im Vorderrad sitzenden Antriebs ausgelegt sein. So bietet er Radherstellern und -käuferinnen die maximale Wahlfreiheit bei der Art der Schaltung; auch die Rücktrittbremse ist möglich. Vereinfacht gesagt muss lediglich das Vorderrad getauscht, der Akku im oder am Fahrrad platziert und die Kontrolleinheit am Cockpit montiert werden.

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 S. 80.

Mehr Durchzug
Heckmotoren verleihen
einem Fahrrad mehr
Antritt und erlauben
dynamisches Fahren.



Allerdings beeinflusst sein Gewicht das Lenkverhalten. Rahmen und Gabel müssen die zusätzliche Last verkraften 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 oder im Anstieg dreht das angetriebene Vorderrad leichter durch, was wiederum mit erhöhter Sturzgefahr einhergeht. Entsprechend eignen sich Modelle mit Frontantrieb eher für den Einsatz in flachem Terrain. Die Verkabelung vom Akku zum Motor ist länger und störanfälliger. Und zu guter Letzt gilt dieser Motortyp als vergleichsweise laut. Da er besonders kompakt gebaut sein muss, hat er eine hohe Drehzahl. Entsprechend benötigt der Vorderradmotor ein integriertes Getriebe zur Übertragung der Motorleistung auf die Achse. Ob einen die im Vergleich zu herkömmlichen Fahrrädern wuchtige Radnabe stört, ist Geschmackssache – manche Kunden empfinden sie als unästhetisch, wobei sich aktuelle Modelle optisch oft kaum noch von Nabendynamos unterscheiden lassen. 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 Fahren 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



Kernkomponenten

Die wesentlichen Bestandteile eines Antriebspakets (von links nach rechts): Motor, Zusatzakku (optional), Rahmenakku, Display.

Hersteller wirken beim Bremsen als Dynamo und laden den Akku – überschätzen sollte man die so mögliche Energiegewinnung allerdings nicht. (Mehr zum Thema Rekuperation auf S. 110.) 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. Massivere Modelle mit größerem Durchmesser treiben das Hinterrad direkt an, kleinere Modelle benötigen, wie beim Frontmotor, ein zusätzliches Getriebe.

Speziell mit kompakten Hinterradmotoren lassen sich mittlerweile optisch kaum noch als Pedelec erkennbare Fahrzeuge realisieren – dann nämlich, wenn der Akku unsichtbar im Inneren des Rahmens verbaut ist und der Heckmotor links von der Brems Scheibe und rechts vom Ritzelpaket der Gangschaltung verdeckt wird. Kompakte und besonders leichte Systeme wie etwa von Mahle erfreuen sich in sportlichen E-Bikes wie Rennrädern, Gravelbikes und auch leichten Mountainbikes steigender Beliebtheit.

Antrieb ohne Riemen oder Kette

Zum Herbst 2021 stellten der Automobilzulieferer Schaeffler und sein Systempartner Heinzmann ein neuartiges Antriebsprinzip für Pedelecs vor. Zum ersten Mal wurde hier ein konsequent auf den elektrischen Antrieb optimiertes System konzipiert. Der „Free Drive“ genannte Antrieb kommt ohne mechanische Kraftübertragung von Kurbel aufs Rad aus – es gibt also weder Kette noch Riemen (siehe nächster Abschnitt), die verschleißen oder reißen könnten.



Vollektrisch

Das „Free Drive“-Konzept nutzt das Tretlager als Generator, der über den Akku den Motor mit Strom versorgt. Ketten oder Riemen werden überflüssig.

Anstelle eines Mittelmotors oder Tretlagern sitzt im Rahmen am deren Stelle ein Generator. Ähnlich wie auf einem Ergometer treten Fahrer oder Fahrerin in die Pedale, um direkt Strom zu erzeugen – je kräftiger sie treten, desto mehr Strom produzieren die Nutzer. Der Generator versorgt den Motor – reicht die eigene Kraft nicht, schießt ein Akku Strom hinzu. Umgekehrt wird überschüssige Energie im Akku gespeichert. Zudem verwandelt dieses Antriebsprinzip Bremsenergie in Strom, „rekuperiert“ also Bremsleistung, was die Effizienz weiter steigert. Zunächst sind Antriebe für Lasten-Pedelecs geplant, also mit Motoren mit einer Nennleistung von 250 Watt. Stärkere Varianten für S-Pedelecs sind aber damit ebenso realisierbar. Eine zwingender Zusammenhang zwischen Lastenbeförderung und „Free Drive“ besteht nicht; wenn sich das System bewährt, dürfte es auch für klassische Zweiräder interessant sein.

Heinzmann liefert den Antriebsstrang an Fahrradhersteller, ab dem Frühjahr 2022 sollen die ersten damit ausgestatteten Modelle verfügbar sein. Der Hersteller erwartet,

dass das „bike-by-wire“-Konzept preislich mit anderen Antrieben vergleichbar ist. Die endgültige Kalkulation bleibt aber den Pedelec-Anbietern überlassen. Bei leerem Akku sollen „Free Drive“-Pedelecs ebenso wie andere per Muskelkraft bewegt werden können; bei einem Ausfall der Elektronik bleiben nur Schieben oder Abtransportieren. Je nach Fehler und E-Bike-Modell kann dies aber auch mit konventionellen Pedelecs passieren.

Die Papierform dieses Konzepts scheint wegen seines konsequenten Einsatzes elektrischer Komponenten überaus interessant. Es reduziert die Zahl bewegter mechanischer Teile und damit von Bauteilen, die gewartet werden müssen oder ausfallen können. Eine tatsächliche Beurteilung ist natürlich erst möglich, wenn damit ausgestattete Pedelecs als Serienmuster verfügbar sind.



Sensoren à la carte

Die Messfühler des Oberhachinger Unternehmens NCTE erfassen Drehmoment, Drehzahl und Drehrichtung: (von links nach rechts) Modelle für Mittel- und Nabenumotor sowie eingebaut in eine Schaltung.

Die Sensoren

Pedelecs sind auf Sensoren angewiesen, um den elektrischen Antrieb passend zur Muskelkraft von Fahrerin und Fahrer zu dosieren – die unscheinbaren Bauteile sind dabei zentrale Komponenten.



Sie sind die Sinne des Pedelecs, sozusagen seine Augen und Ohren. Ohne die Sensoren wüsste das Antriebssystem weder, wann es Motorpower zur Unterstützung der Pedalkraft der Fahrerin einsetzen muss, noch wie viel Zusatzleistung es denn sein darf. Dabei gilt: Je hochwertiger und meist auch teurer das E-Bike, desto ausgefeilter die Sensortechnik. Die „Fühler“ und die Verarbeitung der von ihnen gemessenen Werte sind entscheidend für die Qualität der Motorunterstützung und damit auch das Fahrgefühl. Von verzögert, kantig und übertrieben stark bis harmonisch, unaufdringlich und ausgeglichen – die Sensoren prägen den Charakter eines E-Bikes.

Günstige Pedelecs sind häufig nur mit einem Bewegungs-/Drehsensor ausgestattet. Er sitzt am Tretlager und ermittelt, ob die Pedale bewegt werden. Stellt er das fest, gibt er Motorleistung zu. Mit Drehsensoren 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. Manche Modelle liefern schon dann volle Motorunterstützung, wenn die Kurbeln praktisch ohne jeglichen körperlichen Krafteinsatz einfach nur locker gedreht werden. Deshalb haben nur mit Drehsensor bestückte Pedelecs häufig eine geringere Reichweite

– der Elektromotor verschwendet unnötig die Ladung des Akkus. Zudem reagieren Pedelecs mit solch einfachen Sensoren träge: Die Motorunterstützung setzt spürbar verzögert ein und auch wieder aus, was sowohl beim Anfahren in steilen Abschnitten als auch bei abrupten Haltemanövern unangenehm werden kann, etwa wenn der Motor an der roten Ampel noch weiter schiebt.

Höherwertige Systeme ergänzen den Bewegungssensor durch einen Kraft- oder Drehmomentsensor. Er erkennt nicht nur die Trittfrequenz, sondern auch, mit wie viel Kraft in die Pedale getreten wird. Dazu wird beispielsweise über Messstreifen ermittelt, wie stark sich die Tretlagerachse unter der Kraft des Pedaltritts verbiegt. Mit diesem Sensortyp bestückte E-Bikes sind heute Standard. Sie verhalten sich mehr wie ein konventionelles Fahrrad, fahren sanfter an und führen die Kraft sehr direkt und unmittelbar zu. Zudem fahren sich solche Modelle harmonischer, da die Leistungszufuhr des Motors von dem Einsatz des Menschen abhängt. Sprich: Je stärker der Fahrer in die Pedale tritt, desto mehr Unterstützung erhält er vom Motor. Dank dieser durch feinfühlige Sensorik präziser dosierten Motorunterstützung erhöht sich auch die mit Strom mögliche Reichweite des E-Bikes.

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 Stunden-

kilometerzahl erreicht ist. In der Regel ist er am Fahrradrahmen, zum Beispiel an der Kettenstrebbe, 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. Modelle mit Mittelmotor verfügen zudem oft über einen Schaltsensor. Er meldet, wenn ein Schaltvorgang eingeleitet wurde, damit der Motor kurz die Unterstützungsleistung zurückfahren kann, um so einen geschmeidigeren Gangwechsel zu ermöglichen. In Pedelecs mit ABS arbeiten ergänzend Sensoren, die erkennen, ob und wie stark die Bremsen betätigt werden. Weitere Fühler sitzen etwa in Motor und Akku, um vor Schäden durch Überhitzung oder Überspannung zu schützen.

Mindestens so wichtig wie die Sensorik ist die Frage, wie der Controller sie als „Gehirn“ des Bikes interpretiert und verarbeitet. Dessen Software muss tausende Signale empfangen, koordinieren und so verarbeiten, dass der Motor die dem entsprechenden Leistungsprofil bestmöglich angepasste Unterstützung liefert – und zwar in Echtzeit und mit jedem Pedaltritt. In dieser Funktion hat die Software entscheidenden Einfluss darauf, wie sich ein Pedelec fährt. Nicht umsonst legen viele Fahrradhersteller großen Wert darauf, die Software für ihre Modelle und Bedürfnisse entsprechend anpassen oder gar selbst entwickeln zu können.



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 Fahrenden 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 carbonverstärkten Riemens sind teurer als Kettenantriebe, versprechen aber leiseren Betrieb und längeres Leben als eine Kette. Statt 1500 bis 2000 Kilometer halten Riemen 15 000 bis 20 000 Kilometer. Ketten werden von einem Mittelmotor mehr strapaziert als von einem rein menschlichen Antrieb. Praktiker verweisen 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 Ersatz-

zahnriemen sind rund 100 Euro fällig. Hinzu kommt der Arbeitslohn, denn den Riemen muss eine Fachkraft wechseln.

Da Riemen nicht geschmiert werden müssen, bleiben lange Hosen sauber, wenn man mit den Beinen in Antriebsnähe kommt. Manche Nutzerinnen 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 Nabens- oder Getriebebeschaltung möglich – das dürfte insbesondere sportliche Fahrer abschrecken, die eher auf Kettenschaltung setzen. Allerdings ist die Kombination aus

Zahnriemen und Nabenschaltung weniger schmutzempfindlich als Kettentechnik.

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 speziell dafür konstruiert sein oder über ein sogenanntes Rahmenschloss verfügen – als

Nachrüstlösung taugt ein Riemenantrieb nicht.

Die Riemenspannung muss beim Wechsel eingehalten werden, wozu Spezialwerkzeug erforderlich ist. Eine Kette verzeiht im Vergleich größere Toleranzen.

Heute kommen die meisten Riemen mit einer Führungsrolle („Center Track“, etwa: Mittelpur) und Stegen zwischen den Zähnen der Riemscheiben, 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 stehen zu bleiben, 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 E-Bikes. 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 die Pedalisten



Kettenschaltungen

sind vor allem bei sportlichen Fahrer:innen beliebt.

bisher auf sich allein gestellt war. Praktiker halten acht Schaltstufen im Alltag für völlig ausreichend und empfehlen mehr Gänge nur, wenn ein Pedelec hauptsächlich im Gelände auf Steilstrecken gefahren wird.

Kettenschaltungen

Klassischerweise überträgt eine Kette die Kraft der Radfahrerin (sowie die von in Rahmenmitte verbauten Motoren) aufs Hinterrad. Für die verschiedenen Übersetzungen oder Gänge werden typischerweise bis zu 13 Zahnkränze (oder „Ritzel“) an der Hinterradnabe platziert und bis zu drei Kettenblätter am Tretlager. Per Seilzug oder seit einigen Jahren auch per Elektromotor/Relais bewegte Hebel legen die Kette auf die gewünschten Ritzel. An der Hinterachse bewirkt die Wahl eines Ritzels mit vielen Zähnen ein stärkeres Drehmoment bei niedrigerer Geschwindigkeit – diese Gänge wird man also bei Bergfahrten oder Gegenwind wählen. An den vorderen Kettenblättern steigt die Kraftübertragung und sinkt die Geschwindigkeit, wenn man ein Blatt mit wenig Zähnen wählt – und umgekehrt.

Kettenschaltungen lassen sich mit allen angebotenen Motortypen kombinieren. Sie sind vergleichsweise günstig und in den meisten Fällen auch von Laien zu warten und zu reparieren. Sie bedürfen allerdings auch größerer Aufmerksamkeit und Pflege als andere Kraftübertragungen. Häufige Fahrten im Regen können sich auf deren Haltbarkeit auswirken, Mountainbike-Fahrer wissen, dass sich Schlamm ins Getriebe setzen und es schlimmstenfalls blockieren kann. Wie die Kette sollten auch die Ritzel regelmäßig geschmiert werden.

Kettenschaltungen erlauben eine dynamischere Fahrweise. Wer unter Last schalten will, wird zu ihnen greifen. Eine völlig unterbrechungsfreie Kraftübertragung während des Schaltens ist mit ihnen allerdings nicht möglich, denn während die Kette auf ein anderes Ritzel gelegt wird, sollte die Fahrerin nur sachte in die Pedale treten. Die meisten Motorsensoren erkennen mittlerweile diese Schaltpause zuverlässig – ältere Motoren bewegen die Kette in diesem Moment weiter, wodurch es buchstäblich im Getriebe



Fahrerfreundlich

Nabenschaltungen sind wartungsarm und erlauben komfortables Radeln.

knirscht. Mehr dazu im Kapitel „Mit dem E-Bike unterwegs“.

Nabenschaltungen

Hier ist die Mechanik für die unterschiedlichen Übersetzungen in der Nabe der Hinterachse untergebracht. Je nach Zahl der zur Verfügung stehenden Schaltstufen sorgen ein oder mehrere Planetengetriebe für die gewünschten Kräfteverhältnisse. Durch die Unterbringung in der Radnabe ist die auch Innenschaltung genannte Technik vor Schmutz und äußeren Einwirkungen geschützt und wartungsarm – manche Hersteller versprechen sogar völlige Wartungsfreiheit. Sollte allerdings eine Nabenschaltung repariert werden müssen, ist sie ein Fall für eine Fachkraft. Wegen der komplexeren Mechanik ist auch ihr Kaufpreis höher als der einer vergleichbaren Kettenschaltung. Zurzeit werden Nabenschaltungen mit 2 bis 14 Schaltstufen angeboten.

Nabenschaltungen mit Planetengetriebe schalten wie Kettenschaltungen in Stufen. Werden die Planetengetriebe mit Kugeln kombiniert, lässt sich das Kraft-/Geschwindigkeitsverhältnis von Nabenschaltungen auch stufenlos, also in beliebig feinen „Gängen“ dosieren. Entsprechende Produkte bietet beispielsweise Enviolo an. Die meisten Nabenschaltungen verkräften keine Motoren mit mehr als 50 Nanometer Drehmoment und finden sich deshalb vorwiegend in Stadträdern.

digkeitsverhältnis von Nabenschaltungen auch stufenlos, also in beliebig feinen „Gängen“ dosieren. Entsprechende Produkte bieten beispielsweise Enviolo an. Die meisten Nabenschaltungen verkräften keine Motoren mit mehr als 50 Nanometer Drehmoment und finden sich deshalb vorwiegend in Stadträdern.

Kombinierte Ketten-/Naben-schaltungen

Wie der Name sagt: Produkte wie der CS-RK3 und CS-RF3 von Sturmey-Archer verheiraten eine Dreigang-Nabenschaltung mit bis zu zehn Kettenschaltungsritzeln. Die Anbieter versprechen bequemes Schalten – auch unter Last und im Stand. Für dieses Produkt reicht ein Bedienelement am Lenker, das allerdings zwei Hebel für Nabenschaltung mitbringt. Ob dies, wie von einem Hersteller angegeben, weniger vom Verkehrsgeschehen ablenkt als andere Schaltungen mit zwei Hebelen, ist fraglich. Die Anbieter versprechen maximale Übersetzungsspreizung, die sich vor allem bei Fahrten abseits befestigter Straßen aus-



Variomatic

Diese Kugel-Nabenschaltung verspricht stufenlose Übersetzungswahl.



zahlen soll. Allerdings vereinen die Schaltkombinationen auch die Nachteile von Ketten- wie Nabenschaltung: höheren Wartungsaufwand und höheren Preis.

Motor-/Schaltungskombinationen

Gerade die Verbindung mit einem Mittelmotor erlaubt den Konstrukteuren, Getriebe abseits der konventionellen Fahrradtechnik zu entwickeln. So gibt es Anläufe, Mittelmotor und Schaltung in einem kompakten Gehäuse zu vereinen – durchsetzen konnten sie sich noch nicht. Wie im Pkw sind zudem Schalt-Automatiken verfügbar, die den Pedelec-Fahrer weiter entlasten.

Die mechanische Einheit von Schaltung und Motor ist nicht zwangsläufig – der japanische Marktführer Shimano etwa offeriert zu seiner „Steps“-Motorenreihe die mechanisch getrennte Automatik Di 2, die über die Sensorik mit der Fahrstufensteuerung verbunden ist und so das Radeln wesentlich entspannter macht. Diese Automatik arbeitet aber auch mit der Sensorik von Bosch-Antrieben (siehe nächster Abschnitt) zusammen.

Ob Automatik- oder Schaltgetriebe: Die Konzentration von Mittelmotor und Schaltung in der Rahmenmitte ist dem Fahrverhalten förderlich, es hängt weniger Gewicht an der Hinterachse. Allerdings ist auch die Reparatur dieser Produkte ein Fall für jemanden vom Fach; die Komplexität des Drahtesels steigt weiter.

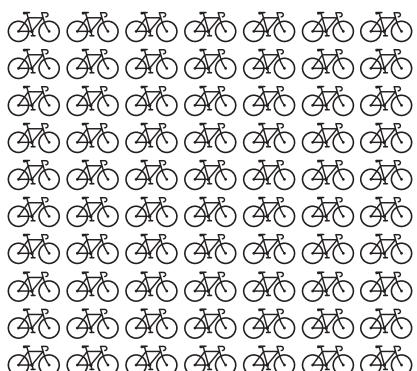
Integration ist der Knackpunkt

An einfacheren sowie nachträglich zum Pedelec umgebauten Bikes agiert die Schaltung – gleich, welchen Typs – wie gewohnt unabhängig vom menschlichen und/oder maschinellen Antrieb. Die Fahrerin muss sich also Gedanken machen, welchen Gang sie für welche Situation wählt und zusätzlich über den Grad der elektrischen Unterstützung entscheiden, das heißt die gewünschte Fahrstufe einstellen (siehe S. 88). Wie geschildert erlaubt es die Sensorik in Elektromotor und Fahrrad aber, diese Optionen aufeinander abzustimmen, was dem Fahrer Arbeit abnimmt und, da immer die optimale Gangstufe eingelegt ist, für eine effizientere Fortbewegung sorgt. Will man

100

VON HUNDERT PEDELECS ...

... wurden im Jahr 2020



70 Prozent mit **Bosch-Antrieb**
verkauft,



10 Prozent mit **Shimano**,



9 Prozent mit **Yamaha**



und 3 Prozent mit **Trio**.

Quelle: fahrrad.de

diesen Zusatzkomfort nutzen, müssen physisch getrennte Antriebs- und Schaltkomponenten über kompatible Steuerleitungen verfügen; bei einer Einheit von Motor und Getriebe hängt es vom Hersteller ab, ob er diese auch zur optimalen und für die Fahrein entspannten Kraftübertragung nutzt.

Elektrische Schaltunterstützung – der Komfort hat Tücken

Ob Ketten- oder Nabenge triebe, ob Automatik-, stufenlose oder Gangschaltung: Werden diese Komponenten elektrisch/elektronisch betätigt oder kontrolliert, zehrt dies in geringem Maße am Akku, kostet also Reichweite. Ist der Akku leer, ist mit elektrisch unterstützten Getrieben in der Regel kein Gangwechsel mehr möglich, was die Heimfahrt bei aufgebrauchter Batterie mühsam gestaltet.

Die alternative Schaltung

Die Firma Pinion aus Denkendorf bei Stuttgart offeriert mit ihrem gleichnamigen Getriebe seit 2014 eine Alternative zu herkömmlichen Ketten- oder Nabenschaltungen. Sie verspricht, die Feinfühligkeit einer Kettenschaltung mit der Betriebssicherheit einer Nabenschaltung zu vereinen. Die ursprünglich bei einem Stuttgarter Sportwagenbauer angestellten Firmengründer versprechen Automobiltechnik fürs E-Fahrrad.

Die wesentliche Neuerung dieser Schaltung: Das Getriebe sitzt nicht in der Hinterradnabe, sondern im Rahmen an der Stelle



Der richtige Dreh

Die Schaltung des Herstellers Pinion will mit Wartungsarmut und besonders feinfühliger Kraftübertragung punkten. Allerdings hat sie ihren Preis.

von Tretlager oder Mittelmotor. Tretlager und Getriebe sind eine Einheit. Im gekapselten Gehäuse bilden zwei auf parallelen Wellen angeordnete, nacheinander geschaltete Teilgetriebe ein Stirnradgetriebe. Aus der Kombination der beiden Teilgetriebe mit ihren unterschiedlichen Radpaaren werden die einzelnen Gänge abgeleitet.

Der Pinion-Ansatz verspricht bis zu 18 Gänge mit einer Übersetzungsbandbreite von 636 Prozent, was laut Hersteller die größte am Markt ist. Diese lassen sich im Stand wie auch während der Fahrt schalten. Zudem soll die Schaltung sehr wartungs- und verschleißarm sein – anders als Ketten- schaltungen muss sie nicht feinjustiert werden; der erste Ölwechsel ist nach 10 000 Kilometern fällig. Auch die Ketten werden nach Herstellerangaben von deren Schal-

tung weniger beansprucht als durch andere Übersetzungen.

Das Getriebe wurde ursprünglich für konventionelle Fahrräder entworfen, spielt aber auch mit Pedelec-Heckmotoren zusammen. Abhängig vom Modell lassen sich auch konventionelle Fahrräder mit Pinion-Getriebe nachträglich mit Heckmotoren ausrüsten. Zum Redaktionsschluss verbauten mehr als 20 Hersteller von Pedelecs, S-Pedelecs und elektrounterstützten Lastenfahrrädern in einigen ihrer Velos das Pinion-Getriebe. Ab Werk gibt es Pedelecs mit dieser Schaltung ab etwa 4000 Euro.



Meist im Paket

Viele Antriebsanbieter verkaufen Motor, Akku, Sensorik und Display gebündelt.

Antriebe in der Werksausstattung und zum Nachrüsten

Ob neues Pedelec oder Nachrüstung – das Herz eines elektrisch unterstützten Fahrrads ist der Motor.

→ **Kein Wunder**, dass sich sowohl die Prospektangaben der Radanbieter als auch die Fachsimpeleien der (potenziellen) Käuferinnen und Käufer oft genug um den Motor drehen. Tatsächlich greift dies aber zu kurz: Erst mit Stromspeicher (Akku), Sensoren, Getriebe und einem mehr oder weniger aufwendigen Bildschirm, wahlweise auch dem Smartphone, erwacht die elektrische Maschinerie zum Leben.

In der Praxis meint „Motor“ fast immer ein Paket, das mindestens aus Motor, Akku und Sensoren besteht. Dennoch nennen Radhersteller oft nur den Typ des von ihnen verbauten Motors, obwohl er Teil eines Systems ist, also etwa nur mit den vom Anbieter vorgesehenen Akkus zusammenarbeitet

und sein Austausch gegen ein leistungsfähigeres Exemplar höchstens in engen Grenzen möglich ist. Auch die Sensoren müssen auf die Eigenheiten des jeweiligen Motors abgestimmt sein.

Keine Regel ohne Ausnahme: Manch ein Radhersteller kombiniert in Absprache mit den Zulieferern Komponenten unterschiedlicher Provenienz und verpasst ihnen per Betriebssoftware andere, zum jeweiligen Pedelec-Typ passende Eigenschaften. So kann etwa ein Antriebssystem, dessen Kraft für Tourenräder wie Mountainbikes reicht, je nach Fahrrad verschiedene Charakteristika entwickeln.

Der deutsche Gesetzgeber hat die Motorisierung von Pedelecs auf 250 Watt be-



Thema mit Variationen

Beide Pedelecs haben einen Mittelmotor, aber den Akku mal im Rahmendreieck (links) oder unterm Gepäckträger (rechts) montiert.

grenzt – dennoch finden Sie in unserer Übersicht (siehe Tabelle S. 153 ff.) auch Motoren, die mehr leisten. Verbaut ein Fahrradhersteller ein System eines Lieferanten, ist der Radanbieter dafür zuständig, die Leistung in zulassungsfreien Pedelecs entsprechend zu begrenzen. Einige Modelle unserer Übersicht werden aber auch in S-Pedelecs verbaut oder für Länder mit höherer Maximalgeschwindigkeit konzipiert – in den USA etwa dürfen Pedelecs bis 20 Meilen pro Stunde (32 km/h) mit Motorunterstützung fahren.

Im Abschnitt „Die Antriebskonzepte“ (S. 66 ff.) konnten Sie bereits erfahren, dass sich insbesondere Nabennmotoren auch zur Nachrüstung vorhandener Fahrräder eignen – unsere Motorenübersicht ab S. 153 enthält deshalb die Angabe, ob die Antriebe der Hersteller zum nachträglichen Einbau taugen. Außer zur Nachrüstung kauft man als Verbraucher aber ein vollständiges Pedelec. Ein Blick auf das verbaute System ist natürlich dennoch erlaubt.

→ Unterscheidung vom Wettbewerb – eine Zwickmühle für die Fahrradbauer

Die Elektrifizierung des klassischen Drahtesels ist für die Radanbieter Segen und Fluch zugleich. Einerseits ist der Pedelec-Boom eine willkommene Gelegenheit, neue Zweiräder zu verkaufen, andererseits stammen für die Fahreigenschaften wesentliche Komponenten von einem Zulieferer. Da wird es schwierig, sich von der Konkurrenz abzuheben und – bei identischem Antriebspaket – einen eventuellen Mehrpreis gegenüber den Kunden zu erklären.

Der klassische Fahrradbauer kennt sich mit Mechanik aus, nicht mit Elektronik. Da die verschiedenen Komponenten des Elektroantriebs aufeinander abgestimmt werden müssen, liegt es nahe, von einem der zahlreichen Lieferanten ein komplettes System einzukaufen. Trotzdem können sich zwei Räder mit

Kann Unfrieden stift-en

Der E-Motor verschiebt die Wahrnehmung der Kund:in weg vom Radhersteller zum Motorlieferanten.



identischem Antrieb unterschiedlich fahren. Denn viele Lieferanten offerieren den Fahrradbauern, das Betriebsprogramm der Motorsteuerung an die unterschiedlichen Zweiradgattungen sowie Kundenwünsche anzupassen.

Mit ein wenig Know-how kann ein Radanbieter auch aus frei verfügbaren Komponenten ein individuelles, nur bei ihm erhältliches Antriebspaket zusammenstellen. Viele Motoren-, Sensoren- sowie Akkuhersteller nutzen mit dem in der Automobilindustrie gängigen CAN-Bus („Controller Area Network“) und der früher an PCs üblichen seriellen Verbindung („UART“; Universal Asynchronous Receiver Transmitter) dokumentierte Schnittstellen, über die sich Antriebskomponenten kontrollieren und deren Werte auslesen lassen. Jeder Anbieter entscheidet für sich, ob Eigenentwicklungen lohnen oder ein System von der Stange unterm Strich das attraktiveres Produkt ermöglicht.

An Pedelecs ist die erlaubte Motornennleistung auf 250 Watt begrenzt, durch das verfügbare Drehmoment ergibt sich aber dennoch ein deutlich unterschiedliches Fahrverhalten. Faustregel: Je mehr Drehmoment ein Motor liefert, desto agiler und spurstärker ist er – aber auch schwieriger zu fahren. Unsichere Radfahrer sollten also zu eher sacht ziehenden Antriebspaketen greifen.

Grundsätzliches zu den Vor- und Nachteilen der verschiedenen Motoren konnten Sie hier bereits kennenlernen – vor allem, dass für von Anfang an auf Elektrobetrieb ausgelegte Fahrräder der Mittelmotor für die meisten Radler und Einsatzgebiete die beste Wahl ist. Zum Erscheinungszeitpunkt dieses Buches ist der deutsche Hersteller Bosch Marktführer bei den Mittelmotoren. Unumstritten ist er allerdings nicht: Die Firma fordert von den Radherstellern, dass das Bosch-Logo gut sichtbar auf dem Antrieb platziert wird. Damit zieht sie den Unmut einiger Fahrradbauer auf sich, weil viele Kunden nicht mehr nach einem Velo von Hersteller XY fragen, sondern nach einem Bosch-Rad. Nicht nur deswegen rechnen

sich andere Hersteller von Antrieben Chancen aus, ebenfalls ein Stück vom Kuchen abzukommen.

Unabhängig von solchen Scharmützeln: Wie wichtig ist bei einem Komplettrad der Hersteller des Antriebs tatsächlich? Viele Faktoren beeinflussen die Gesamtperformance eines Pedelecs, eine universelle Empfehlung ist weder machbar noch sinnvoll. Denn ein Antrieb, der etwa ein Tourenrad mit Zahnriemenantrieb problemlos und zuverlässig voranbringt, kann durchaus problematisch werden, wenn er stattdessen ein Mountainbike mit Ketteneschaltung bewegen soll – und umgekehrt. Fahrerinnen, die dauerhaft hohe Motorunterstützung fordern, strapazieren Motor und Akku mehr als solche, die nur bergauf ein wenig Extraschub wollen.

Zudem entwickeln die Hersteller ihre Produkte weiter – Schwachstellen, die Tester wie Anwenderinnen an existierenden Modellen einer Firma völlig zu Recht bemängeln, sind in der nächsten Generation oft beseitigt. Im Kapitel „Das richtige E-Bike finden“ gehen wir genauer auf die Ansprüche der verschiedenen Fahrertypen ein und erläutern, für wen welche Kriterien des Antriebssystems wichtig sind. Das Herkunftsland des Herstellers oder der Preis des Antriebs lassen jedenfalls keine seriösen Rückschlüsse auf die erwartbare Qualität zu.

→ Antriebspaket: Wie viel Volt sind ideal?

Die Mehrzahl der verfügbaren Motorenmodelle arbeiten mit einer Betriebsspannung von 36 Volt. Einige Hersteller haben aber auf 48 Volt gewechselt. Das hat zwei Gründe: 48 Volt sind in neueren Automobilen gebräuchlich; die Übernahme von Komponenten dieser Branche ist also einfacher. Das verspricht weniger Entwicklungs-/Anpassungsaufwand und damit niedrigere Kosten. Der wichtigere Grund ist aber: Die verfügbare Leistung (Formelzeichen: P , wird in Watt angegeben) wird bestimmt durch die Stromstärke I (wird in Ampere beziffert), multipliziert mit der Spannung U (Maßeinheit: Volt). Will man mehr Leistung, kann man also die Stromstärke erhöhen, die Spannung oder beides.

Eine höhere Stromstärke bedingt dickere, damit schwerere und teurere Leitungen, während höhere Spannung nur überschaubare Zusatz-/Sicherheitsmaßnahmen fordert. Höhere Spannung bedeutet also an E-Bikes mehr Leistung mit geringstmöglichen Mehraufwand.



Nachhaltig

Im Prinzip lässt sich ein konventionelles Velo zum Pedelec umrüsten.

Elektroantrieb nachrüsten – wirklich eine Alternative?

Gerade Radfahrer, die viel Geld in ihr Velo investiert haben, sind verständlicherweise wenig begeistert vom Gedanken, erneut mehrere Tausend Euro für ein Pedelec auszugeben.



Die Idee, dem vorhandenen Drahtesel mit einem Nachrüstsatz auf die Sprünge zu helfen, ist also ebenso nachhaltig wie naheliegend – denn genauso entstanden die ersten E-Bikes. In der Praxis ist es aber leider komplizierter – sowohl was die Technik als auch die Rechtslage angeht.

Fangen wir mit der Technik an: Bereits mehrfach haben wir erwähnt, dass Rahmen, Gabel, Kette, Ritzel und Bremsen eines Pedelecs durch die Elektrounterstützung stärker strapaziert werden. Als Laie ist es sehr schwierig, die Folgen fürs Material abzuschätzen – unter Umständen hat man nicht lange Freude am Stromschub. Eine gerissene Kette als Folge unfachmännischer Nach-

rüstung ist nur lästig, während der Fahrt brechende Rahmen oder Gabeln hingegen sind gefährlich. In der Branche gelten insbesondere Fahrradrahmen aus Aluminium als heikel: Vor einer Umrüstung sollten diese unbedingt sorgfältig auf Risse kontrolliert werden. Die schwereren Stahlrahmen sind zwar mit Blick auf die Rissbildung unkritisch – aber auch sie können brechen. Wer ein Fahrrad mit Carbonrahmen nachrüsten will, sollte in jedem Fall den Hersteller fragen, ob der Rahmen die zusätzliche Beanspruchung verkraftet.

Wer schon bisher sein Rad selbst gewartet hat, also über ein Mindestmaß an Werkzeug und handwerklichem Geschick verfügt,



Unter Strom gesetzt

Das Zwickauer Unternehmen Pendix bietet Nachrüstsätze mit Heck- oder Mittelmotor.

könnte es dennoch mit einem Nachrüstsatz probieren. Sinnvoll für Endverbraucherinnen sind komplette Antriebseinheiten aus Motor, Akku, Sensorik und Display – einzeln sollte man diese Komponenten als Laie nur kaufen, wenn beispielsweise der Motoranbieter ausdrücklich spezifiziert, welche Antriebsteile anderer Hersteller mit seinem Motor harmonieren. Es schadet außerdem nicht, sich vor dem Kauf zu vergewissern, dass auch tatsächlich alle nötigen Bauteile lieferbar sind. Solange diese explizit als „Pedelec-Nachrüstsatz“ (zur Selbstmontage typischerweise für 800 bis 1 000 Euro) verkauft werden, bleibt ein damit umgebauter Drahtesel rechtlich ein Fahrrad – man braucht also keine Fahrerlaubnis und verliert auch nicht den Schutz seiner Haftpflichtversicherung. Die Garantie fürs Fahrrad erlischt aber – klugerweise wartet man also mit dem Umbau bis zum Ablauf der Velo-Gewährleistung.

Völlig anders sieht es aus, wenn man aus seinem Fahrrad ein S-Pedelec (siehe auch S. 57) machen will: Um sich damit im öffentlichen Verkehr zu bewegen, muss der Herstel-

ler – in dem Falle der Eigentümer – die Bauart zulassen, was für eine normale Radlerin einen kaum zu leistenden und unwirtschaftlichen Aufwand darstellt. Faktisch bastelt man sich mit Antrieben, die die Pedelec-Grenzen überschreiten, ein flinkes Geländerad, für das öffentliche Straßen tabu sind. Wer das Verbot ignoriert und auffällt, riskiert im harmlosesten Falle ein Bußgeld; wird man mit einem nicht zugelassenen Fahrzeug in einen Unfall verwickelt, steht man ohne Versicherungsschutz da.

Auch wenn Anbieter von Nachrüstsätzen optimistisch damit werben, ein Laie könne die Technik in fünf bis sechs Stunden ins Fahrrad geschraubt haben – wer's schon mal probiert hat, kennt die praktischen Probleme: Mal passt der Nabenzug nicht in die entsprechende Aufnahme („Ausfallende“), mal fehlt ein geeigneter Platz für den Akku. Um ein konventionelles Tretlager gegen einen dafür geeigneten Mittelmotor auszutauschen, benötigt man Spezialwerkzeug. Je nach Fahrrad sind beim Umbau ganz profane Dinge wie Fahrradständer oder Schutzbleche im Weg.



Lange Leitung?

Akku und Motor bilden bei diesem Nachrüstsatz eine Einheit – das ganze Fahrrad muss zum Laden in Steckdossennähe.

Weiteres mögliches Problem: Viele Hersteller von Nachrüstkomponenten verkaufen nur an Händler – anders als Laien sind die gerüstet, wenn etwa ein Nabenzmotor eingespeicht werden muss. Da Händler rechtlich zu Herstellern werden, ist vielen der gewerbliche Umbau von Kundenfahrrädern mittlerweile zu heikel – allerdings haben sich einige Firmen auf die Nachrüstung konventioneller Fahrräder spezialisiert. Diese kennen typische Probleme beim Umbau und sind erfahren darin, sie zu umschiffen. Viele dieser Anbieter lassen sich vorab Bilder des umzubauenden Velos schicken, um abzuschätzen, ob sich das Kundenrad erfolgreich nachrüsten lässt. Ihre Mühen lassen sich die Umrüster mit etwa 1500 bis 2000 Euro (einschließlich der Teile) entlohnen – da muss jede Interessentin mit spitzem Stift rechnen, ob sich der Umbau des alten Zweirads lohnt.

Ähnlich teuer sind Komplettumbausätze für Endkunden: Das durch Kundenvorschüsse finanzierte „Copenhagen Wheel“ erregte bei seinem Start einiges Aufsehen. Hier steckt die gesamte Pedelec-Technik

samt Akku im Hinterrad, das die Nutzerin gegen das vorhandene wechselt. Neben dem Elektro-Hinterrad muss nur noch eine sogenannte Drehmomentstütze am Rahmen angebracht werden – sie hält den Motor in Position, damit die Sensorik richtig arbeitet.

Viele typische Nachrüstprobleme lassen sich mit solchen Konstruktionen tatsächlich umgehen – sie schaffen aber neue. Der Akku ist Bestandteil des Systems und am Ende seiner Lebenszeit nicht durch den Kunden zu tauschen. Zum Laden muss ein derart nachgerüstetes Velo in Steckdossennähe sein. Diese und andere Nachrüstlösungen ohne passenden Bildschirm (passende Steuereinheit) lassen sich oft nur per Smartphone bedienen – dumm, wenn der Akku dieses Geräts während der Tour das Ende seiner Kapazität erreicht. Zudem darf man Unterstützungsstufen und Ähnliches legal nur im Stand schalten – auch auf dem Fahrrad ist die Handynutzung während der Fahrt verboten.

Fazit: Ein gewerblicher Umbau eines vorhandenen Fahrrads dürfte nur bei sehr teuren Velos wirtschaftlich sein. Wer Werkzeug

und Geschick hat, um sich selbst an die Nachrüstung zu machen, ist mit Pedelec-Sets rechtlich auf der sicheren Seite, sollte aber vorab äußerst penibel prüfen, ob sich das Fahrrad technisch eignet und ob Ein-

bau-/Befestigungsmöglichkeiten für alle Pedelec-Komponenten vorhanden sind. Und man sollte beim Umrüsten immer auf unangenehme Überraschungen gefasst sein.

Der richtige Umgang mit Akkus

Strom ist der Treibstoff jedes Pedelecs – fehlt der, bleibt nur die Muskelkraft des Radlers. Abseits von Steckdosen oder Ladestationen liefert ein Akku die nötige Antriebskraft.

 **Die wiederaufladbare Variante** der Batterie nennt sich Akkumulator oder kurz Akku. Der Begriff leitet sich vom lateinischen „accumulare“ ab, was „anhäufen“ oder „sammeln“ meint – in diesem Fall das Sammeln elektrischer Energie. Akkus sind keine neue Erfindung – ganz im Gegenteil. Die im Auto noch heute gängigen Bleiakkus entwickelte Wilhelm Josef Sinsteden bereits 1854, die bis etwa zum Jahr 2000 verbreiteten Nickel-Cadmium-Akkus (NiCd) entstanden 1899. Wer technische Geräte aus dieser Zeit kennt, weiß: Viele Bleiakkus wollen regelmäßig gewartet werden, NiCd-Batterien speichern im Verhältnis zu ihrer Größe wenig Strom und leiden unter dem Memory-Effekt. Dieser Begriff meint, dass sich die Batte-

rien eine Teilentladung „merken“ und nach dem nächsten Ladevorgang nicht mehr die maximale Energie des Akkus zur Verfügung steht. Nickel-Metallhydrid-Akkus (NiMH) sind für diesen Effekt deutlich weniger anfällig und haben die NiCd-Batterien aus diesem Grunde (und wegen schärferer Umweltvorschriften) fast vollständig verdrängt. Zudem speichern sie mehr Energie als NiCd-Akkus.

Für tragbare Computer, Tablets, Smartphones und eben Pedelecs reicht die Energiedichte von NiMH-Akkus aber nicht. Hier kommen fast durchgängig Lithium-Ionen-Batterien (Li-Ion) zum Zug, das ist der derzeit leistungsfähigste Batterietyp. Innerhalb der Li-Ion-Klasse unterscheiden Techniker noch detaillierter nach den jeweils verwen-



Reichlich Reserven

Akkus mit 625 Wattstunden Kapazität bewegen auch bei längeren Ausfahrten.

deten Materialien – für die Kundin sind diese Feinheiten aber nicht von Belang.

Viel hilft viel – oder?

Als Käufer hat man auf den verwendeten Akku nur bedingt Einfluss. Die Batteriespannung – üblicherweise 36 oder 48 Volt (V) – ist durch den Motor vorgegeben; die Ladeelektronik des Akkus arbeitet mit der übrigen Pedelec-Sensorik zusammen, deswegen kann das Batteriepack nicht immer einfach durch ein anderes Modell ersetzt werden. Allerdings hat man bei fast allen Radherstellern und Anbieterinnen von Nachrüstsätzen die Wahl zwischen Akkus verschiedener Kapazitäten. Deren Speicherfähigkeit oder Energiegehalt wird in Wattstunden (Wh) angegeben. Gängig sind derzeit Akkus mit Kapazitäten von 500 Wattstunden.

→ Wie viele Wattstunden sind eine Amperestunde?

Manche Batterielieferanten nennen statt des anschaulicheren Wattstunden-Werts die Kapazität in

Amperestunden (Ah). Um diese Angabe mit Wattstunden-Werten vergleichen zu können, bedarf es minimaler Rechenkünste: Multiplizieren Sie einfach die Amperestunden-Zahl mit der Spannung des Akkus. Eine Batterie mit 17,4 Amperestunden Kapazität und 36 Volt Spannung verfügt folglich über einen Energiegehalt von 625 Wattstunden.

Ein verständlicher Reflex ist es, den Akku mit dem höchsten Energiegehalt zu bestellen, denn davon hängt maßgeblich die erzielbare Reichweite ab. Dennoch ist der größte Akku nicht immer ideal. Erstens sind Akkus mit höherer Kapazität entsprechend etwas schwerer und/oder sperriger, zweitens teurer. Wer sein Pedelec überwiegend für kurze Strecken nutzt und viele Lademöglichkeiten hat, braucht keinen Akku, der über 100 Kilometer durchhält. Andererseits: Akkus altern und verlieren im Laufe der Jahre an Kapazität; auch bei niedrigen Temperaturen liefern sie weniger Energie. Sofern Mehrgewicht und -preis eines größere-

ren Akkus nicht zu stark zu Buche schlagen, kann sich ein kapazitätsstarker Akku auch für Pedelec-Nutzer lohnen, die überwiegend kurze Strecken zurücklegen.

→ **Laden am Arbeitsplatz – rechtzeitig klären!**

Immer wieder machen Arbeitgeberinnen Schlagzeilen, die Mitarbeiter abmahnern oder gar entlassen, weil diese ihre privaten Handys an Firmensteinkästen aufgeladen haben – auch das Laden eines Elektrorollers, bei dem ein Angestellter Strom für 1,8 Cent entnahm, beschäftigte bereits 2009 ein deutsches Arbeitsgericht.

Fakt ist: Auch das Aneignen geringster Werte kann mindestens eine Abmahnung rechtfertigen – relevant ist nicht der tatsächliche materielle Schaden, sondern ein gestörtes Vertrauensverhältnis. Wer sein Pedelec für den Weg zur Arbeit nutzen will, sollte rechtzeitig mit der Arbeitgeberin klären, ob und wo er es im Betrieb laden kann. Denn unabhängig von den Energiekosten sollen die Elektrofahrräder ja nicht andere Kollegen behindern; sie dürfen auch keine Fluchtwiege verstellen. In manchen Firmen ist der Abzug einer Strompauschale vom Lohn vereinbart, wenn Mitarbeiterinnen private Geräte im Büro befüllen wollen.

HÄTTEN SIE'S GEWUSST?

Die großen Batteriehersteller haben sich um 2017 auf einen neuen Formfaktor für die Größe der Akkuzellen geeinigt – den Typ 21 700 mit 21 mal 70 Millimetern Abmessung. Zuvor waren in Pedelec-Akkus die Typen 18 650 (also 18 mal 65 Millimeter) gängig.

Mit der Größe steigt die Kapazität. Waren 2018 Batterien mit einer Kapazität von 500 Wattstunden Standard, sind mittlerweile 625 Wattstunden gängig. Bei der Vorstellung des aktuellen Formfaktors versprach der deutsche Hersteller BMZ zudem, dass die neuen Zellen statt seinerzeit rund 500 Ladezyklen nun 1500 bis 2000 überstehen, was die Betriebskosten eines E-Velos deutlich senkt.

Durch die neuen Zellen sind bei identischer Größe höhere Reichweiten möglich oder kompaktere Akkus bei gleicher Reichweite wie bisher.



Schlechte Lage ...

An manchen Pedelecs findet der Akku nur im Gepäckträger Platz.

Schon der genannte Aspekt belegt: Allgemeingültige, seriöse Aussagen zur optimalen Akkukapazität sind leider unmöglich – es hängt vom Strombedarf des Motors, vom Grad der gewünschten Motorunterstützung, von Art und Länge der hauptsächlich gefahrenen Strecke, vom Wetter und nicht zuletzt vom Gewicht von Fahrrad und Fahrerin ab, welche Stromspeicherfähigkeiten richtig für die eigenen Anforderungen sind.

Als Faustregel gilt: Bei mäßiger („Eco“) Motorunterstützung, einem 100 Kilogramm schweren Fahrer und ebener Strecke fährt ein Pedelec mit einem 400-Wattstunden-Akku etwa 100 Kilometer elektrisch, das 625-Wattstunden-Modell rund 155 Kilometer. Für Durchschnittsfahrerinnen und -strecken sollte also das kleinere Batteriemodell reichen; für ausgedehnte Touren greift man zum größten verfügbaren Akku.

Alternativ gibt es von einigen Herstellern Pedelecs mit zwei Akkuhalterungen – Bosch nennt es „Dual Battery“. Die Idee dahinter: Für den Alltagsbetrieb setzt man nur eine Batterie ins Fahrrad; für längere Touren flanscht man den zweiten Akku an. Die Elek-

tronik des Rades ist auf die zweite Stromquelle vorbereitet und fährt beide Akkus gleichmäßig leer. Zudem ist es komfortabler und sicherer, den Zweitakku am Fahrrad zu transportieren als etwa im Rucksack.

Zum Redaktionsschluss bot Bosch auf seiner Internetseite einen Reichweitenrechner an. Der ist zwar auf die Produkte des Hauses abgestimmt, dennoch lassen sich hier Unterstützungsstufe, Fahrergewicht, Piste und Trittfrequenz variieren und so anschaulich nachvollziehen, wie sehr diese Parameter den Aktionsradius beeinflussen (bosch-ebike.com/de/service/reichweiten-assistent).

Der beste Platz für den Akku

Nur wer ein konventionelles Fahrrad zum Pedelec umbaut, hat – in Grenzen – Einfluss auf den Anbringungsort des Akkus. Für neue Pedelecs trifft der Hersteller die Entscheidung – beim Kauf hilft es aber, die Vorteile und Nachteile der verschiedenen Möglichkeiten zu kennen.

Der ungünstigste Platz für einen Akku ist der unter dem Fahrradgepäckträger. Wegen



Gute Lage

Je tiefer die Batterie im Rahmen sitzt, desto weniger beeinflusst sie das Fahrverhalten.

seines hohen Schwerpunkts kann das Pedelec leichter kippen, je nach Modell verträgt das Rad weniger Zuladung. Dennoch sind Gepäckträgerakkus noch an vielen Pedelecs mit Tiefeinstiegerrahmen („Damenrad“, mehr dazu im Kapitel „Das richtige E-Bike finden“) gebräuchlich, ebenso an Nachrüstssets oder Countermodellen.

Wie für den Motor ist auch für die Batterie der beste Platz an möglichst tiefer Stelle im Rahmen – dort beeinträchtigt sie die Fahreigenschaften am wenigsten. Zurzeit sitzen die Akkus oft am Unterrohr, also dem Träger des Rahmens, der zum Tretlager führt. Alternativ kann er am Sitzrohr montiert werden. Theoretisch ist die Montage am Unterrohr fürs Fahrverhalten vorteilhafter; in der Praxis verwischen diese Unterschiede aber, denn auch die Art des Fahrrads (und damit der Rahmenkonstruktion), seine Höhe und der Motortyp (siehe S. 66) wirken sich stark auf die Gewichtsverteilung aus.

An vielen neuen Pedelecs ist der Akku nicht am Rahmen befestigt, sondern im Rahmen integriert – das wird oft unter dem

neudeutschen Begriff „Power Tube“ angeboten. Hier ist das Batteriefach Teil des Rahmens. Dass die Pedelec-Optik durch die Integration im Rahmen gefälliger wird, ist sicher ein angenehmer Nebeneffekt dieser Bauart. Die tatsächlichen Vorteile liegen anderswo. Im Rahmen ist der Akku optimal vor Witterung und Steinschlag geschützt, es gibt weniger Ecken, in denen sich Schmutz sammeln kann.

Strom zum Mitnehmen

Aus gutem Grund ließen sich an früheren Pedelecs die Akkus fast immer mit wenigen Handgriffen (und dem passenden Schlüssel) vom Velo entfernen. Ausgerechnet an vielen der aktuellen Pedelecs mit „PowerTube“-Rahmen ist dies nicht mehr möglich. Die Hersteller argumentieren mit Diebstahlschutz – einem geübten Schlossknacker widerstehen die Akkuschlösser nicht allzu lange. Dennoch sollte man sehr genau überlegen, ob man ein Modell mit fest verbautem Akku kauft.

Der Akku ist das teuerste abnehmbare Teil eines Pedelecs, die Diebstahlgefahr

durchaus gegeben. Aber wenn er entnehmbar ist, lässt er sich am Zielort einfach aus dem Rahmen ziehen; dreiste Diebe stehlen im Zweifelsfall ohnehin das ganze Pedelec. Außerdem lässt sich die Batterie wesentlich flexibler laden, wenn sie getrennt vom Fahrrad bewegt werden kann. Akkus sind zudem Verschleißteile mit begrenzter Lebensdauer. Schon deshalb ist es hilfreich, wenn sie sich problemlos ausbauen lassen.

Wie lange hält die Batterie?

Bei sorgfältigem, sachgerechtem Umgang halten Akkus etwa fünf Jahre durch. Die meisten Hersteller garantieren, dass die Batterie 500 Ladezyklen übersteht; Praktiker berichten von etwa 1 000. Als Ladezyklus gilt eine vollständige Be- und Entladung. Lädt man dreimal eine Batterie, die noch zu zwei Dritteln gefüllt ist, entspricht dies einem Ladezyklus.

Wie bereits kurz erwähnt, verliert der Akku mit der Zeit aber Kapazität – bei der letzten Untersuchung der Stiftung Warentest 2016 stellten wir Verluste von bis zu 25 Prozent nach dem 500. Ladegang fest. Beim teuersten Akku des damaligen Testfelds ergab sich ein Akku-Kilometerpreis von 3,4 Cent, die zum Redaktionsschluss gängigen Akkus liegen preislich unter diesem Modell – bei einer typischen Fahrleistung von 35 000 Kilometern und einem Batteriepreis von 500 Euro kostet der Kilometer einschließlich Strom 1,6 Cent.

Wie geht man richtig mit dem Akku um?

Nicht nur, um die Batterie bequem zu laden, ist es wichtig, dass sie sich einfach vom Fahrrad trennen lässt. Akkus mögen weder Hitze noch Kälte und quittieren extreme Temperaturen mit geringerer Kapazität – vor pralem Sonnenlicht sollte man sie also ebenso schützen wie vor klirrender Kälte. Einmal mehr sind hier fest verbaute Akkus im Nachteil. Die entsprechenden Angaben der Hersteller sollte man auf jeden Fall beachten. Typisch sind

- ▶ Betriebstemperaturen von -10 bis 45 °C,
- ▶ empfohlene Ladetemperaturen von 10 bis 30 °C,
- ▶ erlaubte Ladetemperaturen von 0 bis 45 °C und
- ▶ Lagertemperaturen von 15 bis 20 °C.

Im Hochsommer wie Winter sollten die Batterien also unabhängig von Ladewünschen jeweils aus dem Pedelec genommen werden, wenn das Rad den Außentemperaturen ohne Schutz ausgesetzt ist. Will man den Akku laden, nachdem er im Freien Hitze oder Kälte ausgesetzt war, empfiehlt es sich, ihn erst auf Raumtemperatur kommen zu lassen, bevor man ihn mit dem Ladegerät verbindet. Einige Zubehörhersteller offerieren bereits Thermoshüllen für die gängigen Akkutypen.

Lithium-Ionen-Akkus ist der Memory-Effekt weitgehend fremd, viele Hersteller empfehlen ausdrücklich, die Akkus bei je-



Unterm Deckel

In vielen aktuellen Pedelecs ist der Akku im Rahmenrohr integriert – zunehmend wird er dort fest verbaut, was nicht nur Vorteile hat.

dem Stopp zu laden, auch wenn sie noch zu einem Drittel oder mehr gefüllt sind.

Je nach Anbieter ist es für eine korrekte Anzeige des Batteriestands und der entsprechenden Restreichweite am Radcomputer/Bildschirm nötig, direkt nach dem Kauf und in meist halbjährlichem Abstand sogenannte „Lernzyklen“ durchzuführen. Dabei wird ein vollgeladener Akku einmal bis zum Aussetzen des Elektroantriebs leergefahren, aber nicht bis zur Tiefentladung.

Viele Akkus schalten nach einiger Zeit der Nichtbenutzung in einen sogenannten Schlafmodus, um eine Tiefentladung zu verhindern, denn diese vollständige Entleerung kann den Akku schädigen oder sogar zerstören. Auch lassen sie sich manuell in den Schlafmodus versetzen, wenn man den Akku für längere Zeit lagern will. Details handhabt jeder Hersteller unterschiedlich – das Handbuch weiß mehr.

Akkus in Mountainbikes oder anderen Geländefahrrädern verkraften zwar die mit diesen Pedelecs erwartbaren Erschütterungen – generell sollten die Batterien aber von Stößen aller Art so weit wie möglich ver-

sichert bleiben. Dazu gehört, sie beim Einsetzen oder Herausziehen gut festzuhalten, damit sie nicht hart auf die Erde fallen, und beim Pedelec-Transport per Pkw die Akkus vorher auszubauen.

Nach einem Sturz oder Zusammenstoß ist ein Kontrollblick auf den Akku unerlässlich. Zeigen sich Schäden, empfiehlt es sich, ihn sofort von der Fahrradelektronik zu trennen und die Reststrecke ohne Motorunterstützung zurückzulegen. Ein Fachmann sollte kontrollieren, ob die Batterie nur kosmetische Blessuren davongetragen hat oder tatsächlich defekt ist. Mutmaßlich beschädigte Akkus dürfen nicht per Paket verschickt werden!

Auch in Passagierflugzeugen kommen Elektrofahrräder mit Akku nicht mit. Für den Urlaub ist es aus diesem Grund sinnvoller, vor Ort nach einem Pedelec-Verleih zu schauen. Wer in ferne Länder zieht und sein Hab und Gut mitnehmen will, kann den E-Bike-Akku ausbauen und separat als Gefahrgut der Klasse 9 verschicken, sofern dieser nach der UN-Transportklasse T38.3 spezifiziert ist.

Generell sind aufladbare Batterien deutlich ungefährlicher als etwa der Kraftstofftank eines Pkw oder der Gashahn in der Küche. Dennoch: Bei Schäden oder unsachgemäßem Umgang können sie brennen oder platzen. Ein CE-Kennzeichen garantiert ein Mindestmaß an Sicherheit, viele Batteriehersteller unterwerfen sich dem freiwilligen Prozedere der Batso (Battery Safety Organization). Einige Markenhersteller prüfen die Sicherheit ihrer Akkus allerdings unabhängig von diesem Verband – das Fehlen eines Batso-Siegels bedeutet nicht zwangsläufig unsichere Technik.

→ Schnellladung – eine sinnvolle Alternative?

Ein leerer 500-Wattstunden-Akku ist bei konventioneller Betankung nach etwa viereinhalb bis fünf Stunden vollgeladen. Da liegt die Versuchung nahe, mit Schnellladegeräten von Drittanbietern diesen Vorgang zu verkürzen. Tatsächlich sollte man derartige Tricksereien nach Möglichkeit vermeiden. Je nach Akku verliert man die Gewährleistung, wenn ein anderes als das Herstellerladegerät verwendet wird – ein Blick in die Garantiebedingungen und/oder die Bedienungsanleitung hilft. Nach Ablauf der Garantie mag manchem der rechtliche Aspekt gleich sein, es besteht aber bei der Nutzung fremder Lade-

geräte Brand- und Beschädigungsgefahr.

Anders sieht es aus, wenn der Hersteller selbst ein Schnellladegerät anbietet – dann sind die Akkus dafür ausgelegt.

Ersatzbatterien und Entsorgung

Batterien altern auch dann, wenn sie nicht benutzt werden. Gleich, ob man sich auf dem Gebrauchtmarkt oder bei einem Händler umsieht: Der Blick aufs Produktionsdatum der Batterie ist unerlässlich. Sofern der Preis stimmt und die Akkus nicht zu betagt sind, kann man durchaus zu älterer/gebrauchter Ware greifen – vor allem, wenn diese Akkus nur als Reserve für längere Touren mitgenommen werden.

Wie bei allen anderen Ersatzakkus ist auch beim Kauf neuer Pedelec-Batterien Vorsicht geboten – gefälschte Akkus stellen nicht nur selbst eine Gefahrenquelle dar, sie können auch die übrige Technik in Mitleidenschaft ziehen. Bei äußerlich gut gemachten Nachbauten hat man als Normalverbraucherin wenig Chancen, eine Fälschung zu erkennen. Ein außergewöhnlich niedriger Preis ist immer ein Warnsignal, teilweise finden sich Hinweise zur Plagiatserkennung auf den Internetseiten der Originalhersteller. Der sicherste, wenn auch meist teuerste Weg führt bei Batterien tatsächlich zum Fachhändler – der kann die Se-

riosität seiner Lieferanten einschätzen und muss geradestehen, sollte er Kunden aus Versehen oder Absicht minderwertige Ware verkauft haben. Nebenbei nimmt er auch den alten Akku zurück – wie alle Batterien gehören auch E-Bike-Akkus am Ende ihres Lebens nicht in den Hausmüll. Bei einer sachgemäßen Entsorgung – neben Händlern nehmen auch die meisten kommunalen Wertstoffhöfe leere Batterien an – besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass die Materialien für neue Batterien wiederverwendet werden, die Umweltbelastung also gering bleibt.

→ **Brennstoffzellen – ist die Zeit der Akkus schon vorüber?**

Ob für Züge oder Autos – für viele Elektrofahrzeuge werden Brennstoffzellen als Alternative zu Akkus gehandelt. Für Pedelecs demonstrierte das deutsche Unternehmen Linde Ende 2015 Prototypen, seit November 2017 verkauft der Anbieter Pragma Industries aus Frankreich sein Alpha 2.0 genanntes E-Bike. Zielgruppe sind allerdings gewerbliche Nutzer, also Anbieter von Leihräder oder Firmen mit großem Betriebsgelände.

In Brennstoffzellen reagiert Wasserstoff mit Luftsauerstoff, wobei Strom und als Abfallprodukt Wasserdampf entsteht. Eine einer typischen Pedelec-Akkuladung vergleichbare

Reichweite lässt sich bei Linde in 6 Minuten tanken, Pragma gibt für sein Fahrrad sogar nur 2 Minuten an. Anders als Akkus liefern Brennstoffzellen (nach dem englischen Fuel Cells auch FC abgekürzt) selbst bei winterlichen Temperaturen maximale Energie; sofern der zur Gewinnung des Wasserstoffs nötige Strom aus erneuerbaren Energien stammt, ist die FC-Umweltbilanz hervorragend.

Wasserstoff ist allerdings ein explosives und flüchtiges Gas, seine Lagerung ist schwierig. Pragma konzentriert sich deshalb auf gewerbliche Anwender, weil es sich für diese rechnet, die entsprechende Infrastruktur mit speziellen Zapfsäulen aufzubauen. Auch der Preis von rund 7 500 Euro pro Velo dürfte selbst solvenienten Pedelec-Freundinnen zu hoch sein.

Mittelfristig könnte die FC-Technik für Normalverbraucher interessant werden – die Sicherheit der Wasserstofftanks ist kein Problem mehr. Zurzeit sind Brennstoffzellen aber noch keine praktikable Alternative zu Akkus; ein zuletzt für 2020 angekündigter Nachrüstsatz auf FC-Basis wurde verschoben.



Schlicht und einfach

Dieses Display zeigt alle wichtigen Informationen während der Fahrt an.

Der Kontrollbildschirm

Zu fast jedem Pedelec oder E-Bike gehört ein im Branchenjargon meist Display genanntes Kombiinstrument. Allein für diese Komponente ist die Auswahl mancher Anbieter überwältigend.



Nur an dem ein oder anderen

Nachrüstsatz, Billigangebot oder alten Modell findet sich statt eines Displays noch eine Reihe mit ein paar Leuchtdioden (LEDs). Diese informieren nur sehr rudimentär über den Ladestand des Akkus und die gewählte Unterstützungsstufe. Bei Sonnenschein ist nur schwer zu erkennen, ob die LEDs tatsächlich leuchten oder nicht. Selbst Elektroradlerinnen mit bescheidenen Ansprüchen sollten bei einem Neukauf derartdürftig ausgestattete Pedelecs links liegen lassen.

Zeitgemäße Displays werden an Vorbau oder Lenker angebracht; zu ihnen gehört eine Steuereinheit, die idealerweise so platziert ist, dass sie mit der Hand am Lenker bedient werden kann. Hier sind die Schalter

für die Fahrstufensteuerung angebracht, je nach Modell schaltet man per Steuereinheit durch die verschiedenen Anzeigemodi. Alternativ befinden sich die Tasten am Rand des Displaygehäuses. Die luxuriösesten Varianten arbeiten mit berührungsempfindlichem Bildschirm – dieser ergänzt die Steuereinheit, ersetzt sie aber nicht. Sind Display und Bedieneinheit mit konventionellen Tasten ausgestattet, sind deren Größe und definierter Druckpunkt wichtig – auch mit dicken Handschuhen will man das Pedelec ja sicher bedienen können.

Passive Displays

Praktisch alle verfügbaren Bildschirme für Pedelecs zeigen die Informationen mit Flüssigkristallen (LCD, Liquid Crystal Display)



Farbfernsehen

Aufwendigere Bildschirmtechniken stellen viele Informationen detailliert dar.

an. Diese Art LCD zeigt schwarze Balken auf grauem Grund. Die Technik ist günstig und robust, komplexere Schriftzüge oder gar Grafiken zeigen passive LCDs aber nur sehr unvollkommen an. Zwar kann man auf Basis der Passivtechnik auch Farbbildschirme bauen; wegen der deutlich besseren Qualität bleibt in der Praxis Farbe aber fast ausschließlich den TFT-LCDs vorbehalten.

Aktive (TFT-)Displays

Auch die aktiv genannten Bildschirme basieren auf Flüssigkristallen. Hier sitzt aber hinter jedem sichtbaren Bildpunkt („Pixel“) ein Miniatur-Transistor (daher die englische Abkürzung TFT: Thin-film Transistor, also Dünnschichttransistor). So lässt sich jeder Bildpunkt präzise ansteuern, ohne dass benachbarte Pixel Geisterbilder zeigen. TFT-Displays sind daher ideal für eine klare Darstellung von Landkarten und anderen hochaufgelösten Informationen.

Die Lesbarkeit der Anzeigen

Passive wie aktive Flüssigkristallanzeigen leuchten nicht selbst, sie benötigen Umge-

bungslicht, um ein sichtbares Bild zu zeigen. Fürs Fahrrad sind transreflektive Bauarten ideal – sie reflektieren das Tageslicht durch die LC-Schicht des Bildschirms. So ist die Anzeige auch bei Sonnenschein gut erkennbar, ohne Strom zu verbrauchen.

Bei Nacht brauchen LCD-Displays aber eine eigene Lichtquelle. Die meisten Bildschirme schalten dank eines Sensors bei Dunkelheit automatisch eine Hintergrundbeleuchtung zu – idealerweise kann man deren Helligkeit selber regeln.

Was zeigen die Displays an?

Absolutes Minimum ist die Darstellung von Unterstützungsstufe und Ladestand des Akkus. Auf den meisten aktuellen Einsteigerbildschirmen Standard sind die Anzeigen von Geschwindigkeit und voraussichtlicher Restreichweite. Auch die zurückgelegte Strecke gehört zum gängigen Display-Reperoire; mit entsprechendem Zubehör sogar die Herzfrequenz des Fahrers. Die meisten Bildschirme signalisieren auch, ob das Licht aktiviert ist oder nicht, zudem lässt es sich über das Display oder dessen Steuereinheit

ein- und ausschalten. Die mehrere 100 Euro teuren Display-Topmodelle einiger Anbieter bringen dank GPS-Empfänger (Global Positioning System) eine autarke Navigationsfunktion mit.

Wichtig ist immer, dass die Anzeige gut gegliedert ist und relevante Zahlen sofort erkennbar sind – dazu gehört auch eine eingängige Menüstruktur.

Benötige ich überhaupt Display und Steuereinheit?

Reicht nicht auch mein Smartphone? Im Zeitalter allgegenwärtiger Mobilcomputer mag ein eigener, bei gehobener Ausstattung nicht ganz billiger Bildschirm überflüssig erscheinen. Manches Antriebspaket verfügt ab Werk über Bluetooth-Kurzstreckenfunk und die übrige Technik, um mit Smartphones zu kommunizieren. Also einfach das Handy in eine Lenkradhalterung klemmen und losfahren? Es kommt darauf an.

Ein ständig aktiver Bildschirm saugt den Handyakku schnell leer – nur wenn sich das Smartphone per USB vom E-Bike-Akku speisen lässt, bleibt die kontrollierte Unterstützung durch den Motor zuverlässig bedienbar.

Weitere Schwachpunkte: Typische Smartphonedisplays sind bei Sonnenlicht wegen der Spiegelungen schwer zu lesen. Hier sind aktuelle Smartphones allerdings deutlich besser geworden.

Und mit einem Fahrrad kann man immer stürzen; bei Geländefahrten besteht die

Gefahr von Steinschlag, die wenigsten Smartphones sind wasserdicht – will man ein unter Umständen mehrere 100 Euro teures Handy diesen Gefahren aussetzen?

Schließlich ist auch die Gesetzeslage in Deutschland eindeutig: Auf dem Fahrrad ist das Hantieren am Handy während der Fahrt verboten – selbst wenn man nur schauen will, wie spät es ist. Die Konsequenz: Nur im Stand lassen sich Unterstützungsstufen wählen oder Routen eingeben. Als alleiniges Anzeige- und Bedienelement ist ein Smartphone fürs Pedelec also grenzwertig – als Option und Ergänzung eines konventionellen Displays aber eine feine Sache. Das nutzen auch immer mehr Hersteller. Am Zweirad finden sich nur noch spartanische Displays – die vollen Einstellmöglichkeiten gibt es per Smartphone-App. Viele Hersteller erlauben darüber etwa das Anpassen von Motorkennlinien; seit Neuestem ist es auch möglich, Updates per Mobiltelefon einzuspielen. Das spart die Fahrt zum Händler.

Wegen der wachsenden Fähigkeiten sind viele aktuelle Displays darauf vorbereitet, Smartphones per USB-Kontakt mit Strom zu versorgen, die abgezweigte Energie macht sich bei der Reichweite nur minimal bemerkbar. Ein kompaktes, günstiges Passivdisplay mit Steuereinheit erledigt dann alle wichtigen Aufgaben autark, für Komfortfunktionen wie Navigation oder Fitness-Apps ist das Handy zuständig – sofern man das Risiko der Beschädigung in Kauf nimmt. Manch eine Pedelec-Fahrerin minimiert es,



Symbiose

Smartphone und Display können sich für mehr Komfort ergänzen.

indem sie beispielsweise die gewünschte Route eingibt, das Smartphone in Rucksack oder Jackentasche steckt und sich den Weg über den Lautsprecher ansagen lässt. Andere Displaykonzepte bestehen aus einem tagessichttauglichen, aber „dummen“ Bildschirm, der mit dem Smartphone gekoppelt wird – das bleibt dann ebenfalls im sicheren Rucksack, berechnet dort die Routeninformationen und gibt sie per Funk zur Anzeige an das Display.

Einige Displays können sich auch per ANT verbinden – der Navi-Hersteller Garmin entwickelte diese Nahfunktechnik speziell für Geräte wie Pulsmesser, Fitnessarmbänder und Ähnliches.

Strom für die Displays

Displays, die als universelle Ergänzung mit verschiedenen Antrieben harmonieren, speisen sich meist aus einer eigenen Knopfzelle. Diese ist sehr langlebig, bei Bedarf ist es aber hilfreich, wenn sie sich ohne Werkzeug ersetzen lässt. Eine Variante dieser Technik ist ein ins Display integrierter Akku, der sich aus dem Hauptakku speist. Batte-

rie- wie Akku-Variante haben den Vorteil, dass das autarke Display wichtige Daten behält, wenn man es vom Pedelec trennt.

Alternativ versorgt der Pedelec-Akku das Display direkt, was bei den einfacheren Varianten ausreicht. Wenn sie nur Werte wie Geschwindigkeit oder Ladezustand anzeigen, gehen keine Informationen verloren, wenn der Bildschirm vorübergehend von der Stromversorgung getrennt wird.

Wie sicher sind Displays im Alltag?

Selbst an älteren Pedelecs ist nach den Erfahrungen vieler Praktiker schlechtes Wetter kein Problem – die Bildschirme versagen auch bei starkem Regen nicht. Wer es genau wissen will, achtet auf die sogenannte Schutzklasse „IP XY“. Die erste Ziffer (X) zeigt jeweils den Fremdkörperschutz an, die zweite (Y) die Wasserfestigkeit.

Manche Displays lassen sich zum Schutz vor Langfingern auch abnehmen – an vielen aktuellen Pedelecs sind sie aber fest verbaut.



Lebensrettend

Gute Bremsen machen in Gefahrensituationen den entscheidenden Unterschied – sie können Leben retten.

Bremsen fürs Pedelec

Bisher war vor allem von der durch Elektroantrieb möglichen Spurtsstärke und Agilität die Rede. Aber ohne wirksame Verzögerung verfliegt die Freude am flinksten E-Bike sehr schnell.

→ Glücklicherweise stehen auch für Pedelecs leistungsfähige Bremsen zur Verfügung – selbstverständlich sind sie aber nicht. Bei der zu berücksichtigenden Maximalgeschwindigkeit stellen (S-)Pedelecs keine höheren Anforderungen an Bremsen als solche für konventionelle Fahrräder – bergab erreicht auch ein untrainierter Fahrer Geschwindigkeiten von 50 km/h und mehr. Auch aus diesem Tempo müssen die Bremsen ein Zweirad schnell und sicher zum Stehen bringen können. Allerdings verlangt das höhere Gewicht den Verzögerungselementen mehr Standfestigkeit ab als denjenigen für motorlose Velos – was in der Vergangenheit nicht alle Hersteller boten. Noch 2011 bemängelten ADAC und Stiftung Warentest in einer Gemeinschaftsuntersu-

chung die schwachen Bremsen vieler Produkte. 2016 musste die Stiftung Warentest noch an 3 von 15 Rädern schlechte Bremsen konstatieren. Beim letzten Test im Jahr 2020 gab es hier keine Beanstandungen mehr. Ein Blick auf diese höchst sicherheitsrelevante Pedelec-Komponente lohnt sich also durchaus. Wie bei vielen Dingen entscheiden letztlich aber nicht das Funktionsprinzip einer Bremse und dessen theoretische Vorteile über die Wirksamkeit, sondern die praktische Umsetzung, sprich: die verwendeten Materialien und deren Qualität.

Und: An keinem anderen Bauteil eines Fahrrads – gleich, ob mit oder ohne Elektrounterstützung – rächt sich nachlässige Wartung eher und im Zweifelsfalle mit gravierenderen Folgen als an den Bremsen.



Bremsen an der Felge

Selbst das teure Hochleistungs-Triathlon-Rad ist mit Felgenbremsen ausgestattet.

Bremsen per Rücktritt

Technisch handelt es sich um eine in der Hinterradnabe untergebrachte Bremse. Tritt die Fahrerin rückwärts in die Pedale, bremst das Hinterrad. Dazu werden Walzen oder Scheiben gegen das Innere der Radnabe gedrückt. Rücktrittbremsen gelten als robust, zuverlässig und wartungsarm; zudem arbeiten sie witterungsunabhängig. Sie sind allerdings technisch ausgereizt, ihre Bremswirkung im Vergleich zu anderen Prinzipien mäßig. Reißt die Kette während der Fahrt, lässt sich die Rücktrittbremse nicht mehr betätigen. Aktuell spielt sie nur noch im deutschen und schwedischen Markt eine Rolle – dort ist sie an Stadt- und Tourenrädern beliebt. Fahrräder müssen mit zwei unabhängigen Bremsen ausgestattet sein. In der Praxis wird an neuen Velos die Rücktrittbremse als drittes System installiert. Welche Motoren beziehungsweise Antriebspakete sich mit Rücktritt kombinieren lassen, lesen Sie ab S. 66 beziehungsweise in den Tabellen ab S. 153.

Felgenbremsen

In einfacher Form ist dieser Bremsentyp schon seit Jahrzehnten an Fahrrädern gängig. Gummiklötzte werden seitlich gegen die Flanken der Radfelgen gedrückt und verzögern so die Räder. Die im aktuellen Sortiment gängige Felgenbremse nennt sich V-Brake; eine Variante ist die Cantilever-Bremse. Das ist das englische Wort für Ausleger – gemeint ist der sogenannte Bremsarm. Die einfachere Variante der Felgenbremse wird per Seilzug betätigt. Seit einigen Jahren sind an Pedelecs aber Systeme mit effektiverer hydraulischer Kraftübertragung auf dem Vormarsch.

Felgenbremsen sind vergleichsweise günstig, die Seilzugvarianten auch von Laien gut zu warten. Dadurch, dass sie am Radrand greifen, bremsen sie mit großer Hebelwirkung und damit effektiv. Bei Regen- oder Geländefahrten beeinträchtigen Nässe und Matsch auf den Felgen aber die Bremswirkung. Läuft das Rad wegen nachlässiger Montage oder einer Unwucht nicht rund, fehlt der Felgenbremse ein Teil der Angriffsfläche. Zudem wird bei diesem Bremsentyp

Kaum schmutzanfällig

Scheibenbremsen begannen ihren Siegeszug an Mountainbikes.



die Felge, auf der der Bremsbelag greift, zum Verschleißteil. In der Praxis erleben zwar viele Fahrräder das Ende der Lebensdauer der Felge nicht, aber theoretisch ist sie nach einigen 10 000 Kilometern so weit abgeschliffen, dass sie ausgetauscht werden sollte. Bei Dauerbremsen auf langen Abfahrten kann die Felge zudem so heiß werden, dass der Schlauch im Reifen platzt. Diese Gefahr betrifft allerdings hauptsächlich Carbonlaufräder, die nur selten in Pedelecs verwendet werden.

Felgenbremsen werden an aktuellen Pedelecs nicht mehr so häufig verbaut – die hydraulischen Varianten wirken aber nach wie vor zuverlässig.

Scheibenbremsen

Im Pkw sind sie seit Jahrzehnten Stand der Technik – auch an Fahrrädern sind sie mittlerweile der marktbeherrschende Bremsentyp. Wegen der Schmutz- und Nässeempfindlichkeit von Felgenbremsen wurden Scheibenbremsen zunächst für Mountainbikes genutzt, heute findet man sie an fast allen Fahrradgattungen. Auf der Radnabe ist

eine Bremsscheibe angebracht. In einem Sattel montierte Kolben drücken bei Bedarf Bremsbeläge auf die Bremsscheiben und verzögern so das Pedelec. Die meisten Scheibenbremsen werden per Hydraulik betätigt; gelegentlich finden sich noch Modelle, die per Seilzug kontrolliert werden. Letztere arbeiten meist mit nur einem Kolben, der einen Bremsbelag gegen die Bremsscheibe und diese an einen dahinterliegenden, starr montierten zweiten Belag drückt. In hydraulischen Anlagen sind hingegen zwei Kolben Standard – sie pressen die Bremsbeläge gleichmäßig gegen beide Seiten der Bremsscheibe und verzögern dadurch besser. In schweren S-Pedelecs und solchen, die hauptsächlich in bergigen Gegenden gefahren werden, kommen auch moderne Vierkolbenbremsen zum Einsatz. Je nach Ausführung drücken je zwei Kolben auf einen entsprechend großen Bremsbelag oder die vier Kolben auf vier (zwei auf jeder Seite der Bremsscheibe) Beläge, was gegenüber den Zweikolbenbremsen die Verzögerung nochmals verbessert. Innerhalb ihrer Produktgattung gehören die Vierkolbenbremsen al-



Mehr Sicherheit

Seit 2018 ist von Bosch ein Antiblockiersystem für E-Bike-Bremsen verfügbar.

lerdings auch zu den teuersten, an normalgewichtigen Tourenräder und Mountainbikes und für normalgewichtige Fahrer ist ihr Einsatz überzogen.

Mit Scheibenbremsen lässt sich die Bremskraft präzise dosieren. Sie verzögern im Allgemeinen sehr zuverlässig – speziell auch bei Regen beziehungsweise auf feuchtem Untergrund. Sie sind allerdings auch teurer als andere Bremsentypen und verlangen für die Wartung nach Spezialwerkzeug.

→ Mehr Sicherheit durch ABS?

In neuen Pkw ist das elektronische Antiblockiersystem, kurz: ABS, seit fast zwei Jahrzehnten Standard. Beim Bremsen überwachen Sensoren die Räder und verhindern, dass sie blockieren, wodurch der Wagen auch bei einer Vollbremsung lenkbar bleibt. Seit Herbst 2018 ist Boschs ABS für Pedelecs verfügbar – es wurde zusammen mit dem Bremsenspezialisten Magura entwickelt. Abgeleitet

wurde es aus dem Antiblockiersystem, welches der Hersteller schon seit Längerem für Motorräder offeriert. Anders als dieses (oder das in Pkw) wirkt das System für Pedelecs nur auf die vordere Bremse, was laut Bosch aber diejenige ist, die am häufigsten Stürze verursacht, wenn sie falsch dosiert wird. Das ABS erkennt nicht nur eine drohende Radblockade, sondern auch einen bevorstehenden Überschlag des Zweirads („Hinterrad-Abheberegelung“). Die neue Technik bringt etwa 800 Gramm zusätzlich auf die Waage und soll Pedelecs um rund 500 Euro verteuern. Ein von der Firma Blubrake entwickeltes ABS integriert der Schweizer Bi ke-Hersteller Stromer im Rahmen seines S-Pedelec-Modells ST 5.



Mit dem E-Bike unterwegs

Pedelecs gelten rechtlich ohne Unterschied als Fahrräder. Anders – und für alle Verkehrsteilnehmerinnen und -teilnehmer manchmal verwirrend – ist die Situation für S-Pedelecs.

→ **Dass Pedelecs wie Velos** eingestuft werden, bedeutet aber nicht, dass sie sich beim Fahren identisch verhalten. Schon ein konventionelles Fahrrad kann technische Besonderheiten aufweisen, die sich nicht auf den ersten Blick erschließen – für Pedelecs gilt dies in viel höherem Maße, denn Antrieb und Elektronik sind komplexe Baugruppen.

Vor der ersten Fahrt sollten Sie die Bedienungsanleitung einmal in aller Ruhe durchblättern und sich die wesentlichen Informationen merken. Das ist auch für Nutzerin-

nen zu empfehlen, die schon einmal auf einem Pedelec saßen. Denn wie Sie den vorausgegangenen Kapiteln entnehmen können, ist die technische Vielfalt im Markt momentan sehr groß – dadurch fahren sich verschiedene Modelle auch unterschiedlich. Nebenbei vermeidet der Blick in die Anleitung teure Bedien- oder Wartungsfehler.

Schließlich sollten die teuren Zweiräder besonders gründlich vor Langfingern geschützt werden und auch auf Reisen mit dem elektrischen Untersatz gilt es, einige Besonderheiten zu berücksichtigen.



Rechtlich ein Fahrrad

Pedelec-Fahrer:innen müssen in Deutschland die vorhandenen Radwege nutzen.

Auf dem Papier sind alle gleich

Der Gesetzgeber betrachtet Pedelecs als gewöhnliche Drahtesel – folglich gelten für beide dieselben Verkehrsregeln.

→ **Pedelecs darf man** ohne Führerschein oder andere Fahrprüfung/-erlaubnis fahren – explizit auch, wenn man beispielsweise wegen einer Trunkenheitsfahrt das Auto oder Motorrad stehen lassen muss. Wo es welche gibt, müssen auch Pedelec-Fahrer Radwege benutzen, alle für Radfahrerinnen freigegebenen Wege stehen auch Pedelecs offen – in vielen Städten etwa dürfen Velos auch Einbahnstraßen in beiden Richtungen nutzen. S-Pedelecs hingegen gelten als Kleinkraftrad und haben auf Fahrradwegen nichts zu suchen.

Wer aber bereits einmal ein Pedelec fuhr, weiß: Trotz der rechtlichen Gleichstellung verhält es sich anders als ein Fahrrad ohne Elektrounterstützung.

Funktionskontrolle vor der Fahrt

Auf Licht, Bremsen, Schaltung und Reifen sollte man im Grunde immer einen schnellen Blick werfen, bevor man sich auf den Sattel schwingt.

Ein „Platter“ fällt wohl in den meisten Fällen sofort auf – schwieriger wird es, wenn Luft langsam den Pneus entweicht. Wie am Auto sollte man den Reifenluftdruck deshalb regelmäßig kontrollieren – besonders natürlich, wenn das Pedelec längere Zeit nicht benutzt wurde. Auf der Seitenflanke von Reifen sind zulässiger Minimal- und Maximaldruck angegeben – für Pedelecs sollte man Reifen wegen des höheren Zweiradgewichts eher etwas mehr als gewohnt aufpumpen.

E-Bikes sind schwerer

Der Elektroantrieb eines Pedelecs bringt zusätzliches Gewicht auf die Waage – das kann nicht nur den Schwerpunkt eines Fahrrads verlagern (siehe dazu auch „Die Antriebskonzepte“, S. 66). Durch die zusätzlichen Pfunde verzögert ein Pedelec beim Bremsen auch anders. Gleichzeitig ist es, solange der Elektroantrieb funktioniert, spürstärker.

Beide Eigenschaften fordern noch mehr als konventionelle Velos möglichst vorausschauendes und konzentriertes Fahren. Auf vermeintlich lässliche Sünden wie die Handynutzung während der Fahrt sollten Sie verzichten – nicht nur, weil auf Sie ein Bußgeld zukommt, falls die Polizei Sie erwischt, sondern vor allem, weil es ablenkt und wirklich gefährlich ist. Auch Kunststückchen wie freihändiges Fahren sind auf öffentlichen Wegen und erst recht im Straßenverkehr fehl am Platze.

Richtig bremsen und ausweichen

Beim Auf- wie Absteigen gilt: Bremse ziehen, damit das E-Bike keinen Satz nach vorn macht. Sich erst dann zentral über dem Rad positionieren. Es hilft beim Aufsteigen, wenn das belastete Pedal auf neun Uhr steht.

Pedelecs verfügen über mindestens zwei Bremssysteme – beide sollte man nutzen. In der Ebene und bergab empfiehlt es sich, die Hinterradbremse stärker als die fürs Vorderrad zu dosieren.

DIE DREI HÄUFIGSTEN FEHLER VON PEDELEC-NOVIZEN

1 Sich sofort in den rauen Alltag stürzen. E-Bikes fahren sich anders; sind einerseits schwerer, andererseits flinker, solange der Motor hilft. An dieses Verhalten muss man sich gewöhnen – am besten auf einem leeren Parkplatz oder anderem sicheren Gelände.

2 Dem Elektrokomfort erliegen. Solange die Ladung des Akkus reicht, kann man sich fast ohne Muskelkraft vom Velo fahren lassen. Das verführt zur maximalen Unterstützung – und kann überraschend schnell mit einer leeren Batterie enden.

3 Das Schalten vergessen. Auf einem Pedelec muss man genauso ans Schalten denken wie auf einem konventionellen Zweirad – die Motorunterstützung kann einen davon ablenken. Aber nur, wer sich im optimalen Gang bewegt, kommt schnell voran und nutzt die Reichweite optimal aus.



Lange Bergabfahrten
strapazieren die Bremsen besonders. Achten Sie darauf, dass diese nicht überhitzen.

Besitzerinnen von Pedelecs mit Scheibenbremse müssen eine Eigenheit dieses Bremsentyps berücksichtigen: Neue Scheibenbremsen bedürfen einer besonderen Behandlung, um die volle Bremsleistung zu entfalten. Für dieses sogenannte Einbremsen wird das Rad aus einer Geschwindigkeit von rund 30 km/h zum Stehen gebracht. Dabei sollten die Räder nicht blockieren. Der Vorgang ist zu wiederholen, bis sich die Bremsleistung spürbar verbessert – die Hersteller empfehlen hier zwischen 10 und 30 Bremsmanöver. Bei dieser Prozedur gasen die Bremsbeläge aus und verhärten. Erst dann können Scheibenbremsen ihre optimale Leistung entfalten, verschleißt weniger schnell und sind weniger temperaturempfindlich. Entsprechend überhitzen sie auch bei längeren, harten Bremseinsätzen, etwa auf der Abfahrt vom Berg, nicht so schnell, was einen deutlichen Leistungsabfall bedeuten würde.

Trotzdem gilt: Um Überhitzungen vorzu-beugen, ziehen Sie die Bremshebel bei Bedarf eher kurz und gut dosiert an. Dauer-bremsen beziehungsweise das Schleifen-

lassen der Bremsbeläge gilt es hingegen zu vermeiden.

Die verschiedenen Bremsentypen wirken unterschiedlich stark; auch zwischen den Konstruktionen verschiedener Hersteller unterscheidet sich die Bremswirkung deutlich. Bei einem neuen Pedelec empfehlen wir, das Bremsverhalten auf freier Strecke oder einem geschlossenen Platz extra zu erproben, um ein Gefühl für die richtige Dosierung zu bekommen.

Wichtige Voraussetzung für sicheres Bremsen ist auch ein perfekt eingestelltes Cockpit. Dabei sollte der Bremshebel bei ausgestreckter, auf dem Lenker liegender Hand während der Fahrt in einer Linie mit dem Arm liegen. Bitten Sie im Zweifel Ihren Fachhändler, Ihnen bei der korrekten Einstellung zu helfen.

Unbewusst lenkt man Fahrrad wie Pedelec dorthin, wohin man schaut. Auch deshalb sollten die Augen nicht auf dem Vorderrad ruhen, sondern auf der Piste. Taucht ein Hindernis auf, konzentrieren Sie sich nicht darauf, sondern auf den Weg, der daran vorbeiführt. Zum vorausschauenden



Vorausschauend fahren

Mit dem E-Bike ist man tendenziell schneller unterwegs – das fordert mehr Konzentration.

Fahren gehört, nicht erst in einer Kurve, sondern bereits vorher zu bremsen, damit das Vorderrad nicht wegrutscht. Der Blick voraus hilft auch in der Kurve: Blicken Sie an deren Ende frühzeitig aus der Kurve heraus. Achten Sie in einer Kurve auch auf die Pedalstellung: Das kurveninnere Pedal sollte oben stehen. Ansonsten könnte es bei starker Neigung des Rades aufsetzen und zum Sturz führen.

Üblicherweise sitzt man ja auf dem Fahrrad ebenso wie auf dem Pedelec. In schwierigen Situationen aber, etwa bei der Fahrt steil bergauf oder über Unebenheiten, ist es besser, im Stehen zu treten beziehungsweise kurz aus dem Sattel zu gehen. Dazu dreht man die Kurbeln des Tretlagers in eine waagerechte Position, hat den Fuß, mit dem man stärker auftritt, auf dem vorn stehenden Pedal und streckt Arme und Beine weitestgehend durch.

Durch Verlagerung des Körperschwerpunkts auf die Radmitte passt man sich intuitiv der Neigung des Weges an.

Muss man etwa in einer gefährlichen Situation scharf bremsen, hebt man das

Gesäß vom Sattel und verlagert den Körperschwerpunkt hinter den Sitz. Arme und Beine stützen sich gegen Pedale und Lenker und sind weitestgehend gestreckt – die Arme dabei aber nicht ganz durchstrecken, um sich so noch Spielraum für eventuell nötige Lenkbewegungen zu erhalten.

Das Überholen anderer Radler ist mit einem Pedelec in den meisten Fällen unkritisch, weil man flinker als die übrigen Radfahrer unterwegs ist, den Überholvorgang also schneller abschließen kann. Ein paar Dinge gilt es dennoch zu beachten: Wegen der höheren Geschwindigkeit kommt dem schon erwähnten vorausschauenden Fahren auch beim Überholen erhöhte Bedeutung zu – mit Elektrounterstützung kommt man der nächsten Kurve oder einem Hindernis schneller nahe als beim gemütlichen Strampeln. Sofern vorhanden, ist vor dem Überholen ein Blick in den Rückspiegel oder eben über die Schulter Pflicht: Man weiß nie, ob andere Radler – mit oder ohne elektrische Hilfe – nicht schneller unterwegs sind und ihrerseits vorbeiziehen möchten. Falls Sie bereits mit maximaler elektrischer

Unterstützung unterwegs sind, kalkulieren Sie das Verhalten Ihres Pedelecs für den Augenblick ein, in dem sich der Elektroantrieb ausklinkt. Sind Sie dann noch schnell genug, um zu überholen?

Richtig schalten

Im Kapitel „Die Extrapolation Schub: Der Elektroantrieb“ erwähnten wir bereits automatische Gangschaltungen. Vorausgesetzt, diese arbeiten im Alltag so zuverlässig wie die Hersteller versprechen, muss man sich damit ums Schalten keine Gedanken mehr machen.

Für längere Zeit dürfte das Gros der verfügbaren Pedelecs aber mit manuell zu bedienenden Schaltungen ausgerüstet sein – hier ist die Fahrerin noch ein bisschen mehr gefragt als auf einem Fahrrad ohne Zusatzantrieb. Ganz auf sich gestellt sind Pedelec-Fahrer aber nicht: Das Bosch Intuvia-Display etwa weist die Fahrerin auf die richtigen Momente für den Gangwechsel hin.

Schon in der Ebene ist der richtige Gang wichtig: Nur wer frühzeitig schaltet, hält den Elektromotor im optimalen Drehzahlbereich – ideal ist, wenn man flüssig treten kann. Theoretisch kann der Antrieb überhitzen, wenn man fortgesetzt mit ungeeigneter Übersetzung fährt – in der Praxis passt dies allerdings nur selten. Die Lebensdauer des Elektromotors ist Fahren im falschen Gang aber kaum zuträglich.

Zum erwähnten vorausschauenden Fahren gehört, rechtzeitig an die geeignete

Übersetzung zu denken – vor allem beim Bergauffahren. Hier rollt das Velo nicht von selbst; hat man einen ungeeigneten Gang eingelegt, muss man sich hoch kämpfen oder bleibt schlicht stehen. Gangwechsel unter Vollast strapazieren die Kette und das Schaltwerk extrem – das kann teuer werden. Zudem belastet das Fahren in „dicken Gängen“ den Akku enorm. Nehmen Sie deshalb während des Schaltens etwas Druck vom Pedal, damit die Kette geschmeidig aufs nächste Ritzel wechselt.

Schon mit einem konventionellen Fahrrad ist die Fahrt am Berg fahrtechnisch fordernd – besonders abseits befestigter Straßen. Pedelecs mit Heckmotor und hohem Schwerpunkt, etwa weil der Akku unterm Gepäckträger montiert ist, können bergauf heikel sein. Fährt man sie falsch, kann das Vorderrad abheben.

Bergab funktionieren viele Heckmotoren als Bremse, entlasten also die mechanischen Bremsen, zudem laden sie den Akku („Rekuperation“), erhöhen also die Reichweite etwas. An manchen Antrieben kann die Bremswirkung des Motors individuell dosiert werden. Überschätzen sollte man den dadurch möglichen Stromgewinn aber nicht – für spürbar mehr Kilometer mit Elektrounterstützung muss man schon eine längere Strecke bergab fahren.

Energiesparend fahren

Die Pedelec-Technik mit ihrem „eingebauten Rückenwind“ ist verführerisch: Wenn

man will, fährt das Pedelec in der höchsten Unterstützungsstufe praktisch wie von selbst. Schneller als vermutet steht der Nutzer dann aber mit leerem Akku da. Wer körperlich fit und gesund ist und auf eine alltagstaugliche Reichweite Wert legt, wählt eine eher niedrige Unterstützungsstufe und schaltet in der Ebene vielleicht auch mal den Motor ganz ab.

Auch Menschen, die das Pedelec mühelos schneller fahren könnten, neigen dazu, sich an den zusätzlichen Schub durch den Motor zu gewöhnen. Das kostet Reichweite. Unsichtige Fahrer behalten die Reichweitenanzeige des Displays im Auge. Zudem sollte man sich hin und wieder zwingen, ganz bewusst über die Unterstützungsgrenze von 25 km/h hinaus zu beschleunigen.

„Die Übung macht's!“



Rainer Hauck
Referent beim Verkehrsclub Deutschland (VCD) in Berlin

Der VCD informiert unter e-radfahren.vcd.org/e-rad-kurse über aktuelle Pedelec-Kursangebote. Braucht man wirklich einen solchen Kurs?

Routinierte Radfahrer bewegen sich meist auch ohne Unterweisung sicher auf einem Pedelec im Verkehr. Die von uns gelisteten Kurse sind vor allem für Personen interessant, die sich unsicher fühlen oder längere Zeit nicht mit dem Fahrrad unterwegs waren. Unter Anleitung einer Trainerin oder eines Trainers können sie ihre Fahrfähigkei-

ten auffrischen und die Eigenheiten von Pedelecs kennenlernen. Wer noch kein eigenes E-Rad hat, kann in Schnupperkursen ausprobieren, ob und welches Pedelec für ihn das Richtige ist.

Hilft der VCD Interessierten dabei festzustellen, ob sie einen entsprechenden Kurs absolvieren sollten?

Wir haben eigens zu diesem Thema eine Broschüre entwickelt: „Sicher fahren mit dem Pedelec.“ Die gibt's gedruckt gegen Erstattung der Versandkosten in unserem Shop oder kostenlos als PDF unter e-radfahren.vcd.org/sicher-e-radfahren/pedelec-uebungsheft. Darin beschreiben wir einfache Übungen für Pedelec-Neulinge. Die helfen durchschnittlich trainierten Menschen, sich mit den Fahreigenschaften des Fahrrad-

Elektroantriebs vertraut zu machen. Sie erlauben den Fahrerinnen und Fahrern aber auch eine Einschätzung ihrer Fertigkeiten. Wer auch nach mehreren Anläufen mit den von uns vorgeschlagenen Übungen Schwierigkeiten hat, sollte sich für einen Pedelec-Kurs entscheiden.

Die Kurse wenden sich aber nicht nur an unschlüssige oder unsichere Fahrerinnen und Fahrer?

Nein – das Angebot ist vielfältig. Neben Einführungskursen weist unsere Kurs-Karte auch Schulungen für Fortgeschrittene auf. Unter den Veranstaltungen finden sich zweistündige Schnupperkurse ebenso wie mehrtägige Kurse. Wichtig ist aber: Alle aufgeführten Kurse setzen voraus, dass sich die Teilnehmenden auf einem konventionellen Fahrrad bewegen können. Personen, die das Radfahren lernen wollen, empfehlen wir als Vorbereitung Kurse des Allgemeinen Deutschen Fahrrad-Clubs (ADFC) – zu finden sind sie unter radfahrschule.adfc.de/radfahrschulen.

Wer veranstaltet die Schulungen?

Aktuell führt unsere Online-Karte vor allem Kurse des Autoclubs Europa (ACE), des ADFC, der Deutschen Verkehrswacht und einiger privater Schulen. Wir nehmen gern weitere Anbieter auf. Für die Veranstalter ist der Eintrag kostenfrei.

Was konkret passiert in den Kursen?

Grundsätzlich sind die Anbieter in der Gestaltung frei. Üblich sind neben theoretischen Erklärungen Übungsfahrten auf ge-

sperrtem Gelände, wo sich die Teilnehmer gefahrlos erproben können. Bei umfangreicheren Kursen gehören auch Ausfahrten auf öffentlichen Straßen und Radwegen zum Programm. Technikfragen werden ebenso behandelt wie Verkehrsregeln. Typische Risiken werden erklärt, etwa Gefahren durch rechtsabbiegende Kraftfahrzeuge oder das richtige Anfahren und Bremsen mit dem Pedelec. Oft ist auch ein Geschicklichkeitsparcours Bestandteil der Kurse.

Manche Menschen können sich aus gesundheitlichen Gründen auf einem Zweirad nicht halten. Müssen sie auf die Vorteile von Pedelecs verzichten?

Im Gegenteil – diesem Personenkreis eröffnen Pedelecs mit drei Rädern erst wieder, sicher, selbstbestimmt und aktiv mobil sein zu können. Der Markt für elektrisch unterstütztes Radfahren wird immer vielfältiger – davon profitieren auch körperlich eingeschränkte Menschen. E-Dreiräder eröffnen Menschen, die bisher von Radtouren oder Einkäufen mit einem Zweirad ausgeschlossen waren, die Möglichkeit, sich eigenständig zu versorgen und an Freizeitaktivitäten teilzunehmen. Das erhöht gerade die im Alter so wichtigen sozialen Kontakte. Die Unterstützung durch die Technik kann man also gar nicht hoch genug einschätzen! Der VCD bietet in seiner E-Dreiraddatenbank unter e-radfahren.vcd.org/e-dreirader/e-dreirad-datenbank einen Überblick über das mittlerweile recht umfangreiche Angebot an altersgerechten Elektro-Dreirädern.



Wiedererkennungswert

Eine eindeutige Kodierung eines E-Bikes kann Diebe abschrecken.

Diebstahlschutz

Für ganz Deutschland wurden der Polizei im Jahr 2020 rund 260 000 Fahrräder als gestohlen gemeldet. Wegen des höheren Preises sollten E-Bike-Fahrer ihre Velos besonders gut sichern.

Nicht nur die Verkehrsregeln gelten für antriebslose Fahrräder wie für Pedelecs gleichermaßen. Auch beim Schutz vor Diebstahl heißt es: Alles, was für konventionelle Drahtesel hilfreich ist, schützt auch Pedelecs. Dabei sollte man nicht vergessen: Mit passendem Werkzeug und ausreichend Zeit lässt sich jede Sicherung überwinden – es kann immer nur darum gehen, es Dieben möglichst schwer zu machen.

Grundregeln

Schließen Sie, wann immer möglich, Ihr Pedelec an etwas an, statt es freistehend abzuschließen – dreiste Diebe stehlen sonst Räder einfach mitsamt Schloss, wenn dieses nirgendwo angekettet ist. Suchen Sie sich zum Verankern einen Gegenstand aus, über

den sich das Pedelec nicht mitsamt Schloss heben lässt. Glatte, nur hüfthohe Poller taugen nicht als Pedelec-Anker.

Wenn möglich, stellen Sie Ihr Zweirad an wechselnden Plätzen ab, damit nicht jeder sofort sieht, zu welchen Zeiten Ihr Pedelec an welchem Ort steht. Öffentlichkeit ist zwar kein Allheilmittel; dennoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fahrrad auf einem belebten Platz gestohlen wird geringer, als wenn es in einer einsamen Seitenstraße steht. Wann immer möglich sollten Sie Ihr Zweirad in geschlossenen Räumen abstellen, also in Ihrem Keller, einer Tiefgarage, Fahrrad-Abstellanlagen/-boxen oder zur Not auch in der eigenen Wohnung. Im Treppenhaus eines Mehrparteienhauses sind Fahrräder kaum sicherer als auf öffentlichen Plät-

30 SEKUNDEN FAKTEN

Mehr als

700

Fahrräder wurden in Deutschland 2020 jeden Tag gestohlen.

Die Diebstahl-Hochburgen:

1 539 Fahrräder pro 100 000 Einwohner wurden 2020 in

LEIPZIG

gestohlen.

1 416 Fahrräder pro 100 000 Einwohner waren es in

MÜNSTER.

13 592 Fahrräder wurden in den beiden Diebstahl-Hochburgen 2020 geknackt. Nach absoluten Zahlen führt Berlin mit 27 588 die Statistik an.

110 Millionen Euro zahlten die Hausratversicherungen, um diese Schäden auszugleichen.

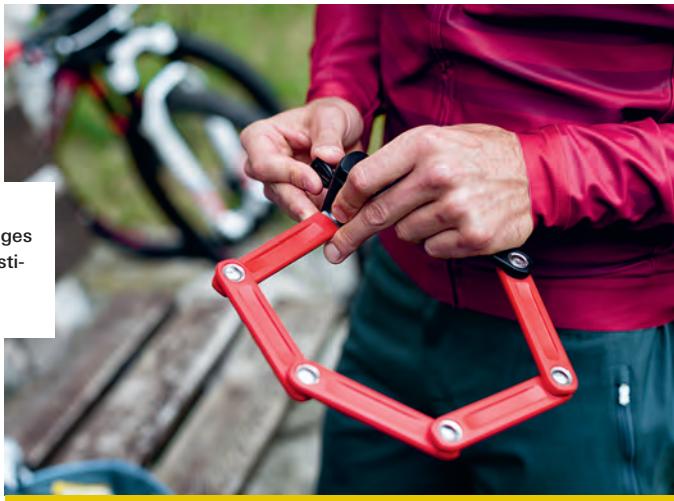
Quellen: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V./Bundeskriminalamt

zen oder Straßen und behindern die übrigen Bewohner oder deren Besucherinnen.

Ob und inwieweit eine möglichst einzigartige, auffällige Gestaltung ein Pedelec vor Dieben schützt, ist umstritten. Banden bevorzugen sicher unauffällige, gut wiederverkaufbare Massenware. Will jemand ein Zweirad aber für sich selbst und weit entfernt vom Tatort nutzen, wird er sich wahrscheinlich nicht von einem ausgefallenen Design vom Stehlen abhalten lassen. Einzigartige Details erhöhen aber die Chance, dass das Zweirad anderen (auch der Polizei) auffällt und dem Eigentümer zugeordnet werden kann. Unabhängig davon sollten Sie alle wichtigen Details zum Rad, vor allem die Rahmennummer, notieren.

→ **Zweiräder kodieren und registrieren – ein wirksamer Diebstahlschutz?**

Praktisch jedes neue Pedelec hat eine Rahmennummer – für Zweiräder mit und ohne Elektroantrieb gilt aber: Die ist nicht eindeutig. Manche Hersteller zählen nur bis zu einer bestimmten Stückzahl (meist 1 Million) hoch und beginnen dann wieder mit der Nummerierung bei Null. Deshalb bieten Polizei, der Allgemeine Deutsche Fahrrad-Club ADFC und andere Institutionen an, Velos unzweifelhaft zu kennzeichnen und/oder zu registrieren. Gängige Verfahren zur Kenn-



Leicht, aber sicher

Faltschlösser verbinden geringes Gewicht mit vielfältigen Befestigungsmöglichkeiten.

zeichnung („Kodierung“) sind Aufkleber oder die Gravur einer Ziffern-/Buchstabenfolge in den Rahmen. Bei der Gravur wird zwangsläufig der Lack bearbeitet (eine transparente Folie schützt vor Korrosion) – zu diesem Schritt sollte man sich erst entschließen, wenn Garantie und andere Fristen verstrichen sind. Aufkleber mit Kennzeichnungen sind unkritisch, aber nicht so sicher. Mit der Heißluftpistole lassen sie sich leicht entfernen.

Mit einer Kodierung wird ein Zweirad einer Eigentümerin zugeordnet – will man das Velo verkaufen, sollte man den Kauf mit schriftlichem Vertrag samt Kodierunterlagen abwickeln. Für Gelegenheitsdiebe, die Hehlerware auf dem nächsten Flohmarkt an den Mann bringen wollen, ist ein kodiertes Velo sicher unattraktiver. Gewerbsmäßig arbeitende Banden, die ihre Beute außer Landes bringen, dürften sich von der zusätzlichen Markierung kaum abschrecken lassen. Oft genug zerlegen diese ihre Beute in Ein-

zelteile – dann ist es kaum noch möglich, die Pedelec-Komponenten einer Eigentümerin zuzuordnen.

Ob es sinnvoll ist, Pedelecs bei der Polizei zu registrieren, ist eine Einzelfallentscheidung. Kritiker bemängeln, dass die Datenbanken nicht vernetzt sind, eine Registrierung am Wohnort also nicht viel hilft, wenn das Velo etwa am Urlaubsort entwendet wird. Das stimmt – oft werden die Drahtesel die meiste Zeit des Jahres in einem überschaubaren Radius bewegt. Im Falle eines Falles ist es also durchaus wahrscheinlich, dass der Vorgang bei der örtlichen Polizei landet. Auf polizei-beratung.de finden Sie Hinweise zum Kodieren und Registrieren von Zweirädern mit oder ohne Elektroantrieb sowie zu einem Fahrradpass – den gibt es inzwischen auch als App fürs Smartphone.

Das richtige Schloss

Fahrradschlösser müssen widersprüchliche Eigenschaften vereinen: Einerseits sollen sie möglichst leicht und kompakt sein, andererseits robust und massiv. Manche Kon-

DIE 3 WICHTIGSTEN ERGEBNISSE DES SCHLOSSTESTS 2021

1 **10 von 20** Fahrradschlössern im Test überzeugten: das Bügelschloss Abus Granit Plus 640/135HB150 (um 85 Euro), das Rahmenschloss Trelock RS 453 Protect-O-Connect (um 74 Euro), das Textilmantelschloss Litelok Gold Wearable, Größe L (um 160 Euro), 5 Kettenschlösser – am günstigsten sind Decathlon B'Twin 900 Chain L (um 30 Euro) und Trelock BC 680 (um 63 Euro) – sowie 2 Faltschlösser: das Kryptonite Kryptolok 685 Folding Lock (um 50 Euro) und Trelock FS 480 Cops (um 95 Euro).

2 **5 Schlösser** wurden abgewertet, weil Griffe und Ummantelungen gesundheitsschädigende Stoffe enthielten.

3 **Kettenschlösser** sind sicher, aber unpraktisch: Die bis zu vier Kilogramm schweren Teile steckt man am besten in einen Rucksack.

Quelle: test 5/2021

struktionen schaffen es aber, diese Gegenstände in einem Produkt sinnvoll zu kombinieren.

Grob unterscheidet man fünf Arten Schlösser: Bügelschlösser, Faltschlösser, Panzerkabel/Ketten, Rahmenschlösser sowie Spiralkabel- und Textilmantelschlösser. Wann immer möglich, sollten Pedelecs mit zwei unterschiedlichen Schlosstypen gesichert werden – viele Kriminelle haben nur Werkzeug für eine bestimmte Bauform griffbereit beziehungsweise sind nur im Knacken eines Schlosstyps routiniert. Zudem ist man so für unterschiedliche Situationen gerüstet, denn nicht überall trifft man fürs Zweirad optimale Verankerungsmöglichkeiten an. Mit einer Kette beispielsweise lassen sich auch Anbauteile sichern.

Als besonders sicher gelten **Bügelschlösser** – sie bestehen aus einem U-förmigen Metallkörper und einem Schlosszylinder mit zwei Öffnungen. Sie sind aber auch unflexibel. Idealerweise probiert man vor dem Kauf, ob sich ein Bügelschloss am eigenen Pedelec sinnvoll befestigen lässt. Bei der Gelegenheit kann man auch gleich testen, ob eine mitgelieferte oder optionale Halterung ans Zweirad passt. Zum Schutz des Pedelecs sind Schlösser ideal, deren Bügel mit Kunststoff ummantelt sind. Hat der Bügel einen weichen, elastischen Kern, ist er vor Aufbruchversuchen mit Kältespray gefeit. Das Bügeläußere sollte aus gehärtetem Spezialstahl bestehen. Die Spitzenmodelle der Her-



Pfahl-Bau

Eine ummantelte Kette schützt den E-Bike-Lack und fixiert das Pedelec ausreichend sicher.

steller sind auch vor Schlossknackern (neudeutsch „Lock Picker“) geschützt.

Ein offensichtlicher Nachteil des Bügelschlusses ist die Kürze des Bügels – schon aus praktischen Gründen kann der nicht beliebig groß sein; mit zunehmendem Umfang bietet der Bügel Dieben zudem bessere Möglichkeiten, sie mit einem hydraulischen Wagenheber auseinanderzudrücken.

Eine Alternative sind die zollstockähnlichen **Faltschlösser**. Gute Modelle sind ähnlich robust wie Bügelschlösser; durch ihren Faltmechanismus einerseits kompakt, wenn sie nicht gebraucht werden, bei Bedarf aber lang genug, um etwa auch einen massiven Laternenmast zu umspannen.

Die konservative Variante des Faltschlusses sind **Panzerkabel-** und **Kettenschlösser**. Sie sind flexibler beim Anketten des Zwei rads und seiner Anbauteile, können aber bei hoher Solidität schon schwer und sperrig ausfallen.

Ketten sind die erste Wahl, wenn ein möglichst beweglicher Diebstahlschutz gefordert wird – keine andere Sicherung lässt sich so vielfältig um Masten und Fahrrad

schlingen. Kettenschlösser gibt es als Einheit, man kann aber auch eine Kette mit einem separaten Vorhängeschloss kombinieren – die Robustheit beider Komponenten entscheidet über den praktischen Nutzen.

Panzerkabel sind etwas steifer und meist auch nicht so lang wie Ketten. Panzerkabelschlösser sind eine Einheit aus Seil und Verriegelung – an die Qualität beider Bestandteile werden die selben Anforderungen wie an Bügelschlösser gestellt. Zuletzt prüfte die Stiftung Warentest im Juli 2017 auch Panzerkabelschlösser – deren Stabilität lag unter der guter Bügelschlösser. Das muss aber nicht für alle am Markt befindlichen Produkte gelten.

Auch an Panzerkabel- und Kettenschlössern ist eine langlebige Ummantelung des Schlosses wichtig, um Kratzer im Pedelec-Lack zu vermeiden.

An **Textilmantelschlössern** umhüllen Textilschichten einen Metallkern, etwa Stahlseile oder eine gehärtete Kette. Sie sind flexibel, aber stabil. Manche Modelle lassen sich aber nur mit viel Kraft schließen.

Solide Sache

Bügelschlösser sind vergleichsweise kompakt, gute Modelle auch von Profis nur schwer zu knacken.



Rahmen- und Spiralkabelschlösser taugen nur als Ergänzung anderer Sicherungen beziehungsweise als Kurzzeitschutz, während man beispielsweise schnell ein paar Brötchen kauft. Rahmenschlösser sichern als Wegfahrsperrre lediglich das Hinterrad, Spiralkabel wirken wie Ketten oder Panzerkabel, sind aber wegen ihres dünneren und leichteren Materials schon mit einfachem Werkzeug zu knacken.

Die VdS Schadenverhütung GmbH (ursprünglich: Verband der Sachversicherer), ein Unternehmen des Gesamtverbands der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV), zertifiziert auch Fahrradschlösser in den Klassen A+ und B+. Eine aktuelle Übersicht findet sich online bei vds.de/zertifikate/verzeichnis/V3496/ unter „Zweiradschlösser“.

→ Wie sinnvoll sind Sirenen?

Verschiedene Hersteller bieten Fahrradschlösser mit integrierten Sirenen an. Wie alle Alarmvorrichtungen können diese Diebe abschrecken, müssen es aber nicht; an Plätzen mit we-

nig Publikum dürften abgebrühte Langfinger ein piependes Velo ungeführt wegtragen. Umgekehrt kann es auch an sehr belebten Plätzen vorkommen, dass sich niemand um das Geräusch kümmert – sei es aus Gleichgültigkeit, sei es, weil man Quelle oder Auslöser nicht lokalisieren kann. Sirenen, die auf Erschütterungen, also vermeintliches Wegtragen des Pedelecs reagieren, könnten an verkehrsreichen Standorten oder in der Nähe von Baustellen Fehlalarme provozieren, was eventuelle Anwohnerinnen eher wenig erfreut.

Auch eigenständige Alarmanlagen sind als Zubehör erhältlich. Alles Gesagte gilt grundsätzlich auch für sie. Ein möglicher Vorteil ist, dass man deren Sirene auch per Fernbedienung aktivieren kann. Entreißt einem ein dreister Dieb etwa an einer Ampel das Pedelec, kann man die Sirene per Fernbedienung aktivieren.

Pedelec richtig abschließen

- ▶ Bringen Sie Schlösser immer so hoch wie möglich an, damit sich Langfinger mit ihrem Werkzeug nicht am Boden abstützen können.
- ▶ Befestigen Sie wenigstens ein Schloss am Oberrohr des Rahmens oder einem anderen geschlossenen Teil des Rahmens. Teure und/oder leicht zu entfernende Anbauteile nehmen Sie mit.
- ▶ Sichern Sie mit einem flexiblen Schloss die Laufräder und schwere Anbauteile.
- ▶ Gelegenheit macht Diebe – schließen Sie Ihr Pedelec immer ab, wenn Sie es unbeaufsichtigt lassen müssen. Pkw-Fahrradträger sind keine Garage – es wurden schon nicht verankerte Velos während Rotphasen an Ampeln vom Fahrradträger gestohlen.
- ▶ Wer sein Pedelec regelmäßig an derselben Stelle auf privatem Grund abschließen muss, kann dort einen geeigneten Diebstahlschutz (eine Kette mit getrenntem Vorhängeschloss dürfte sich empfehlen) etwa an einem Fahrradständer deponieren – dessen Gewicht muss man dann nicht bewegen.
- ▶ Ein solides Schloss muss kein Vermögen kosten. In der letzten Untersuchung der Stiftung Warentest gab es gute Produkte ab 30 Euro. Dennoch: Falsche Sparsamkeit ist bei der Sicherung Ihres Eigentums fehl am Platze – als Faustregel gilt: Etwa 200 Euro sollte man bei wertigen Pedelecs in zwei Schlösser investieren.

Mehr Sicherheit mit GPS?

Pedelecs enthalten ohnehin Elektronik – warum also nicht gleich ein Ortungssystem einbauen? Verschiedene Pedelec-Hersteller, etwa der Schweizer Hersteller Stromer, bietet Elektro-Drahtesel mit der Möglichkeit an, sie per Global Positioning System (GPS) orten zu können. Der Anbieter Haibike vermarktet zusammen mit der Deutschen Telekom ein „eConnect“ genanntes umfassendes Sicherungssystem. Andere Firmen bieten ins Rücklicht integrierte Ortungssysteme („velocate“, Vodafone Curve Bike Light & GPS Tracker) oder Kleinsender zum Verschrauben („insect“, „Rexbike“) an (ab 120 bis etwa 200 Euro). Das Angebot ist recht vielfältig.

Ab Werk integrierte Systeme dürften Dieben nachhaltig das Handwerk legen, denn sie lassen sich nicht mal eben ausbauen. Nachrüst-Sender könnten zumindest kundigen Kriminellen auffallen. Je nach Typ benötigen die Sender eine SIM-Karte fürs Mobilfunknetz, wodurch weitere Kosten entstehen. Die meisten Produkte senden dem Eigentümer eines Pedelecs eine Nachricht aufs Handy, wenn sie Diebstahlversuche registrieren. Bemerkt ein Dieb den Peilsender nicht sofort, lässt sich der Standort eines gestohlenen Velos recht genau lokalisieren. Man muss aber realistisch sagen: Wegen eines Pedelecs wird die Polizei kein ganzes Hochhaus durchsuchen, wenn von dort das Signal kommt.

Manche der angebotenen Systeme funktionieren auch als Notruf: Stürzt man etwa, wird ein zuvor hinterlegter Teilnehmer benachrichtigt.

Die richtige Versicherung

Hat man bereits eine Hausratversicherung, ist ein Pedelec in den meisten Fällen gegen Diebstahl vom eigenen Grund versichert. Manche Assekuranzanzen schließen elektrische und andere besonders hochwertige Fahrräder vom Standardschutz aus – ein Blick in den Vertrag klärt die Sachlage. Anders als der Name suggeriert, kann man das Velo über die Hausratversicherung auch gegen Diebstahl außerhalb der eigenen Wohnung versichern – das kostet allerdings extra. Die Höhe des Zuschlags richtet sich nach den örtlichen Diebstahlzahlen – in der Fahrradhochburg Münster etwa ermittelte die Stiftung Warentest einen Aufpreis von 350 Euro pro Jahr. Dort und an anderen Orten mit hohen Fallzahlen ist eine eigene Fahrradversicherung meist günstiger. Zudem deckt sie außer Diebstahl weitere Eventualitäten ab, etwa Vandalismus und Unfälle. Eine pauschale Empfehlung lässt sich hier leider nicht aussprechen – man muss jeweils die für den Wohnort geltenden Angebote vergleichen.

Auch wenn nur zehn Prozent der gemeldeten Fahrraddiebstähle aufgeklärt werden: Wer von der Versicherung nach einem Pedelec-Diebstahl Geld haben will, muss ihn in jedem Fall anzeigen.

Hilfreiche Apps für Pedelec-Fahrerinnen und -Fahrer

E-Bike-Ladestationen

- ▶ Gratis
- ▶ Nie mehr ohne Strom: Die App des Onlineradshops fahrrad.de zeigt per interaktiver Karte die E-Tankstellen in Deutschland, Österreich und der Schweiz an.



Naviki

- ▶ Gratis, mit In-App-Käufen
- ▶ Wo geht's lang? Die App zeigt den Weg von A nach B, Touren können am PC erstellt oder aus der Naviki-Community geladen werden. Features wie die Navigation inklusive Sprachsteuerung kosten allerdings extra.



Erste Hilfe

- ▶ 0,99 Euro (iOS), 0,89 Euro (Android)
- ▶ Die App des Deutschen Roten Kreuzes kann richtig wertvoll sein, denn sie bietet im Notfall wichtige Tipps für die Erste Hilfe vor Ort, etwa als Zeugin eines schwereren Fahrradunfalls. Zudem kann aus der App heraus ein Notruf getätigter werden.



Fahrradpass

- ▶ Gratis
- ▶ Gib mir mein Rad zurück:
Mit dieser App können Fahrradbesitzer die Daten ihrer Räder verwalten, also Rahmennummer, Kodianummer oder Ausstattungsdetails. Diese Informationen können nach einem Diebstahl helfen, das Fahrrad zu identifizieren. Dazu können Polizei und Versicherung mithilfe der App schnell über einen Diebstahl informiert werden.



Komoot

- ▶ Gratis, mit In-App-Käufen
- ▶ Wegweisend: Die Navigations-App gibt Tipps für Touren rund um den Globus und erlaubt die Planung eigener Touren. Die Kartendaten können auch heruntergeladen und offline genutzt werden. Die Karte für eine Region der Wahl ist gratis, weitere Regionen kosten 3,99 Euro, das Komplettpaket gibt es für 29,99 Euro. Im Aufzeichnungsmodus fungiert die App zudem als Fahrradcomputer.



Bett+Bike

- ▶ Gratis
- ▶ Gute Rad-Reise: Die App des Allgemeinen Deutschen Fahrrad-Clubs ADFC kennt rund 5 800 fahrradfreundliche Unterkünfte in ganz Europa, vom Campingplatz bis zum Luxushotel. Unterkünfte können nach vielen Kriterien gesucht werden, bei Bedarf navigiert die App gar zum gewählten Ziel.



ADFC Karten

- ▶ Gratis, mit In-App-Käufen
- ▶ Dieser Routenplaner verspricht das Beste aus Offline- und Onlinewelt. Er enthält detaillierte Infos zur Beschaffenheit und geografischen Lage von Radwegen und zeigt dank Satellitennavigation die eigene Position an. Die App speichert die Karten im Smartphone, arbeitet also auch im Funkloch. Karten für den Bodenseeraum, die Oberlausitz, die Nordseeküste/Schleswig-Holstein, die Rhön sowie den Raum Trier gibt's kostenlos, weitere Regionen für jeweils 3,99 Euro.



MAPS.ME

- ▶ Gratis
- ▶ Kostenloses Navigationsprogramm, Karten können vorab geladen werden und stehen auch im Funkloch zur Verfügung.





Ausfahrt mit Schwung

Pedelecs erlauben ausgedehnte Urlaubsfahrten.

Mit dem E-Bike verreisen

Pedelecs bieten sich für längere Ausfahrten geradezu an. Wer bisher schon Fahrradtouren unternommen hat, sollte sich aber nicht völlig ohne Vorbereitung in den Elektrourlaub stürzen.

Wichtigste wie naheliegendste Besonderheit: Der Akku des E-Bikes will jeden Abend an die Steckdose. In Hotels ist es normalerweise kein Problem, elektrische Geräte aufzuladen. Auf Auslandsreisen muss man eventuell an Steckdosenadaptern denken, außerhalb Europas muss das Ladegerät auch auf eine andere Netzspannung vorbereitet sein – ein Blick aufs Typenschild des Laders schafft Klarheit.

Eine Übersicht der weltweit gebräuchlichen Netzspannungen und -stecker bietet die deutschsprachige Wikipedia-Online-Enzyklopädie (Suchbegriff „Netzstecker“ eingeben). In Jugendherbergen und anderen Unterkünften/Raststationen sollte man aber klären, ob Lademöglichkeiten bestehen und was deren Nutzung eventuell kostet.

Die Strecke einer Pedelec-Ausfahrt unterscheidet sich nicht von der einer Tour mit dem Standard-Drahtesel – Tipps für landschaftlich oder geschichtlich reizvolle Touren finden Sie im Internet beispielsweise auf radroutenplaner-deutschland.de. Auch der Allgemeine Deutsche Fahrrad-Club ADFC informiert auf seinen Seiten: adfc.de/auf-tour.

Auf naviki.org findet sich ein kostenloser Routenplaner speziell für Radler, der freie Kartendienst Open Street Map listet unter wiki.openstreetmap.org/wiki/DE:Bicycle Fahrradkarten auf, interessante Routen bietet auch radweit.de. Schließlich kennt auch der Routenplaner der Internetsuchmaschine Google die Option, Strecken für Fahrräder zu berechnen.

Das E-Bike transportieren

Pedelecs sind schwerer als konventionelle Fahrräder, mit dem Akku haben sie ein in bestimmten Situationen gefährliches Bau teil an Bord – beides macht den Transport komplizierter. Vorhandene Fahrradträger für Wohnmobil oder Pkw sollte man nur benutzen, wenn sie zweifelsfrei das höhere Gewicht eines oder mehrerer Pedelecs tragen.

Weitere Einschränkungen: Aufs Dach hievt man die schweren Pedelecs ungern (manch Untrainierter wird es auch gar nicht schaffen), das Zusatzgewicht auf dem Dach ändert den Pkw-Schwerpunkt und damit das Fahrverhalten. Besser sind entsprechend robuste Träger für die Anhänger kupplung. Besonders komfortable Vertreter dieser Bauart bringen eine Hebemechanik mit („Eufab Bikelift“), mit der sich die Pedelecs in Straßenhöhe auf die Halterung schieben lassen. Andere Fabrikate erleichtern das Laden durch Schienen. In Heft 2/2021 prüfte die Stiftung Warentest Träger für die Anhänger kupplung – die Modelle Thule Easy-Fold XT 2 (665 Euro), Eufab Premium II Plus (450 Euro) und Oris Traveller II (450 Euro) wurden mit Gut bewertet.

Den Akku nimmt man während der Fahrt aus dem Pedelec. Sollten die Ladekontakte dann offen liegen, empfiehlt es sich, sie abzudecken – zur Not zieht man eine Kunststofftüte darüber. Die Akkus packt man am besten in den Kofferraum, idealerweise in eine Decke oder eine andere Polstierung eingeschlagen. Beachten Sie im Som-

mer die erlaubten Lagertemperaturen des Akkus (siehe auch S. 92 ff.) – eventuell müssen Sie am Ziel eine Abkühlpause für die Batterien einlegen.

Im DB-Fernverkehr beträgt der Aufpreis fürs Velo bei Redaktionsschluss 8 Euro (5,40 Euro mit Bahncard 25/50, in der Bahncard 100 ist der Fahrradtransport enthalten; für die meisten Nordseeinseln und Hiddensee ist ein weiterer Zuschlag fällig). Der Stellplatz muss vorab reserviert werden. Klapp-Pedelecs können als Handgepäck kostenfrei transportiert werden, Anhänger nur, wenn sie sich zusammenklappen lassen – und pro Pedelec nur einer. Ähnlich halten es auch die wenigen anderen Fernzugbetreiber. Flixtrain etwa verlangt 9 Euro fürs Velo; die Zweiräder dürfen nicht mehr als 20 Kilogramm wiegen; an Pedelecs muss während der Fahrt der Akku abgeklemmt werden. Bis zur dritten Generation dachte die DB bei ihren ICE nicht an Radfahrer und Radfahrerinnen; mit dem ICE-4 hat sich das geändert. Bei der Buchung per Internet zeigt die DB-Seite den Kunden an, ob auf der gewünschten Strecke Platz für Fahrräder und Pedelecs ist. Trotz Reservierung kann es leider passieren, dass wegen technischer oder betrieblicher Probleme ein älterer ICE-Typ eingesetzt wird – dann hat man mit dem Pedelec ein Problem. S-Pedelecs nimmt kein Schienenfernverkehrsbetreiber mit.

Der Fernbusmarkt in Deutschland hat sich stark gelichtet. Zum Redaktionsschluss transportieren der dominierende Betreiber

Wie ein Velo

Im öffentlichen Nahverkehr gelten für E-Bikes die gleichen Bedingungen wie für konventionelle Fahrräder.



Flixbus wie auch Konkurrent Blablabus schlicht keine Pedelecs.

Schwierig bis unmöglich ist die Mitnahme von Pedelecs auf Flugreisen. Im Laderaum haben die Akkus nichts zu suchen – es stürzte tatsächlich schon einmal ein Flugzeug wegen unsachgemäß verstauter Batterien im Frachtraum ab. In die Kabine dürfen sie aber auch nicht. Theoretisch kann man die Akkus getrennt als Gefahrgut der Klasse 9 verschicken, sofern dieses nach der UN-Transportklasse T38.3 spezifiziert ist – das empfiehlt sich aber eher bei einem Umzug, nicht für einen Urlaub.

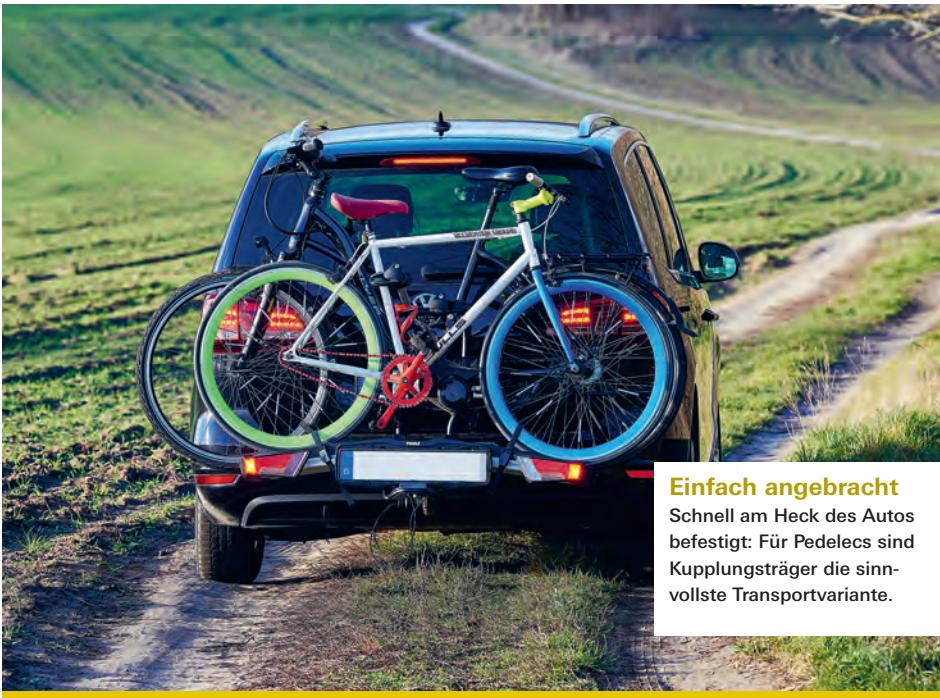
Nicht nur auf Flugreisen kann es also durchaus sinnvoll sein, das eigene Pedelec im heimischen Fahrradkeller zu lassen und vor Ort eines zu leihen; gängig sind Tarife von 180 bis 250 Euro pro Woche. An Bahnhöfen tummeln sich Pedelecs dieses Anbieters: e-bike-stationen.de. Im Ausland ist die Situation unübersichtlicher. Wer im Hotel, Ferienhaus oder auf einem Campingplatz wohnt, erkundigt sich am besten gleich bei der Buchung nach Pedelec-Verleihern in der Nähe.

→ Fahrradträger im Test

In Ausgabe 2/2021 prüfte die Stiftung Warentest zuletzt Fahrradträger für zwei Pedelecs, die an der Pkw-Anhängerkupplung befestigt werden. Der Test bestätigte: Modelle fürs Dach oder die Heckklappe sind für den Pedelec-Transport kaum zu empfehlen.

Von acht Kandidaten erhielten drei ein Gut – der teuerste, der Thule EasyFold XT 2 (665 Euro) ist der beste. Deutlich günstiger und noch knapp gut sind der Oris Traveller II und der Eufab Premium II Plus (je 450 Euro). Auch der im Gesamturteil befriedigende Westfalia-Automotive Bikelander (480 Euro) ist noch eine Empfehlung wert.

Die Spreu vom Weizen trennte sich beim Aufpralltest: Bei einem simulierten Frontalcrash fiel die Hälfte der Kandidaten durch. Vom Uebler i21 (ausreichend, 625 Euro) lösten sich beim Test Kleinteile, die andere Verkehrsteilnehmer gefährden könnten. Atera Strada Vario 2 (550 Euro) und XLC Azura



Einfach angebracht

Schnell am Heck des Autos befestigt: Für Pedelecs sind Kupplungsträger die sinnvollste Transportvariante.

Xtra LED VC-Co5 (470 Euro) saßen nach dem simulierten Zusammenstoß nicht mehr richtig auf der Anhängerkupplung. Der MFT Compact 2E+1 (430 Euro) löste sich vollständig von der Kupplung. Die drei Letztgenannten erhielten samt und sonders nur eine mangelhafte Note.

Auch die Kandidaten, die den Crashtest einwandfrei absolvierten, sollte man nach einem heftigen Aufprall nicht mehr verwenden – es besteht immer die Gefahr, dass sie sich beim Unfall verzogen haben, die Pedelecs also nicht mehr richtig auf dem Träger sitzen.

Gegen Witterung sind alle Kandidaten ausreichend gefeit – dennoch gab es Mängel am Material. Ausgerechnet an den insgesamt guten Oris Traveller II und Eufab Premium II Plus brach ein Rücklicht ab. Alle Modelle sind faltbar und damit platzspa-

rend aufzubewahren; die vier empfehlenswerten Modelle ließen sich gut handhaben.

Selbst die günstigen guten Produkte sind keine Schnäppchen – andererseits kosten sie in etwa so viel wie die Leihgebühr eines Pedelecs für rund zwei Wochen. Wer ohnehin mit dem eigenen Pkw in Urlaub fährt, hat den Preis für den Träger also schnell erwirtschaftet. Allerdings braucht man natürlich eine Anhängerkupplung am Pkw; die Zweiräder am Heck erhöhen den Luftwiderstand; der Spritverbrauch steigt also. Am Urlaubsort muss man sich unter Umständen auch noch um einen sicheren Abstellplatz für die Zweiräder bemühen – nicht in jeder Gegend wird man die Velos über Nacht am Auto lassen wollen.



Das E-Bike pflegen und warten

Pedelecs bleiben im Wesentlichen Fahrräder. Das gilt auch für die Pflege und kleinere Reparaturen. Der Motorantrieb stellt aber besondere Forderungen an die Wartung – E-Bikes sind deshalb öfter ein Fall für die Profi-Werkstatt.



Bei Display, Motor und Akku sind die Eingriffsmöglichkeiten normaler Nutzerinnen und Nutzer begrenzt. Was man selbst machen kann und was die Fehlercodes der verschiedenen Hersteller bedeuten, erläutern wir ausführlich auf den folgenden Seiten. Ansonsten beschränkt sich die Fehler suche bei Antrieb, Akku und Display darauf, ob überhaupt Strom fließt und Kabel oder Sensoren sichtbar beschädigt beziehungsweise dejustiert sind.

Aber ein Pedelec ist ein Fahrrad – die daran typischen Einstellungen und Probleme

kann man auch an dessen Elektrovarianten mit etwas Geschick selbst erledigen. Nur das höhere Gewicht kann bei manchen Arbeiten ungewohnte Probleme bereiten. Ein bisher für normale Fahrräder genutzter Montages tänder kann damit eventuell überfordert sein.

Im Rahmen dieses Ratgebers können wir nicht auf alle Spezialitäten und Hersteller-Besonderheiten eingehen – die Stiftung Warentest bietet mit „Fahrradreparaturen“ ein 350-seitiges Handbuch zu diesem Thema an.

Das richtige Werkzeug

Viel Werkzeug braucht man nicht für Wartung und Reparaturen eines Pedelecs. Wer bisher schon an seinen Zweirädern geschraubt hat, hat schon fast alle wichtigen Tools beieinander.

 **Mit den Arbeitsgeräten**, Werkstoffen und Hilfsmitteln, die wir in der Checkliste rechts auflisten, sollten Sie für alles gerüstet sein, was man als Nutzer oder Nutzerin selbst an einem Pedelec justieren und reparieren kann. Ähnlich wie bei anderen Produkten setzen aber manche E-Bike-Hersteller auch auf Spezialschrauben oder -bauteile – im Einzelfall sind also weitere Arbeitshilfen erforderlich.

Die richtige Halterung

Alle Arbeiten rund ums Pedelec sollten Sie in einem trockenen Raum erledigen. Optimal für Arbeiten an den Pedelecs und E-Bikes sind Montageständer aus dem Zubehörhandel (ab etwa 50 Euro), dank derer alle Stellen bequem und sicher erreichbar sind. Es gibt für Garage oder Keller auch entsprechende Wandhalterungen. Für alle Halterungen gilt aber, dass sie das höhere Pedelec-Gewicht tragen können müssen.

So mancher einfache Fahrrad-Montageständer kann damit überfordert sein, was zu vermeidbaren Unfällen führt. Heimwerker basteln sich eine passende Haltevorrichtung vielleicht selbst. Auch dann gilt es, die Last des Elektrofahrrads einzukalkulieren.

Zur Not stellt man das Pedelec für die Arbeiten, bei denen es stehen muss, ebenerdig mit dem Fahrradständer auf.

Sind Teile zu warten, die besser von unten zu erreichen sind, dreht man das Pedelec auf den Kopf. Beachten Sie einmal mehr das höhere Gewicht im Vergleich zum konventionellen Fahrrad. Wenn Sie allein nicht in der Lage sind, das Zweirad sicher zu heben und zu senken, organisieren Sie sich Helfer. Zudem müssen Sie vor dem Kopfstand des Bikes alle losen Teile entfernen.

Sorgen Sie für eine saubere, trockene Unterlage. Ein Wellkarton in der Länge des Velos ist ideal; dünne Lappen unter Sattel und Lenker schützen diese vor Beschädigungen. Achten Sie an Pedelecs besonders auf das teure Display: Je nach Größe und Lenkerbauform würde es beim Kopfstand beschädigt – dann müssen Sie es vorher abbauen.

An Display, Motor und Akku ist Ihr Wirkungsbereich begrenzt. Nach einer allgemeinen Einführung im Kapitel „Pedelec-typische Probleme lösen“ ab S. 148 gehen wir auf die spezifischen Fehlermeldungen der meistverbreiteten Antriebshersteller ein. Beachten Sie, dass sich diese nach einem Softwareupdate des Systems verändern können.



Checkliste

Der Pflege- und Werkzeugkasten für E-Bikes

- Ein Werkzeugkoffer schafft Ordnung und Übersicht
- Satz Maulschlüssel (8–19 mm)
- Satz Inbussechskantschlüssel (4–10 mm)
- Satz Innensechskantschlüssel (2–8 mm)
- Torxschlüssel (T 20, T 25, T 30)
- Kombizange
- Kettenmesslehre
- Speichenschlüssel (Nippelspanner)
- Drehmomentschlüssel
- Kreuzschlitz-Schraubendreher
- Schlitz-Schraubendreher
- Kettennieter oder Kettenverschlusszange
- 2 bis 3 Reifenheber
- Standpumpe, am besten mit Luftdruckanzeige
- Schlauch-Flickset oder Ersatzschlauch
- Wasserwaage
- Maßband/Meterstab
- Jo-Jo oder anderes Lot
- Kabelbinder für alle möglichen Zwecke
- Pflege: Bremsenreiniger, Kontakt-spray, Kriechöl, Kettenöl
- Küchenrolle (Papier zum Putzen)
- Putzlappen (Stoff)
- Reinigungsbürsten
- Spülmittel bzw. Haushaltsreiniger
- Azeton oder Fettlösemittel
- Blatt Papier und Bleistift
- Multimeter (Elektro-Universal-messgerät)
- Bei Modellen mit Federgabeln: Dämpferpumpe

Vor der ersten Ausfahrt

Gerade mit Pedelecs aus dem Versandhandel ist man auf sich allein gestellt. Vor der ersten Fahrt wollen Lenkung, Bedienhebel und Sattel in die optimale Position gebracht werden.

→ **Alles im Griff am Steuer**

Ermüdfrei und sicher fährt es sich auf Fahrrad und Pedelec nur, wenn der Lenker und die daran angebrachten Hebel und Instrumente gut zu greifen beziehungsweise zu sehen sind.

Am Lenker müssen die Griffe sowie Brems- und Schalthebel gut erreichbar sein. Um die Hebel auszurichten, lösen Sie die Innensechskantschrauben an Schalt- und Bremshebeln. Achten Sie beim Bewegen der Hebel darauf, eventuelle Beschichtungen des Lenkers nicht zu zerkratzen.

Die Hebel sollten Sie auf dem Lenker so platzieren, dass Sie sie während der Fahrt bequem aus Ihrer Sitzposition erreichen. Um Maß zu nehmen, setzen Sie sich auf den Sattel des Fahrrads. Mountainbike-Bremshebel müssen sich mit 1 bis 2, die Hebel anderer Radtypen mit 3 bis 4 Fingern bequem bewegen lassen.

Auch die Neigung der Bremshebel muss stimmen. Wenn Sie im Sattel sitzen, sollten die Hebel in einer gedachten Linie Ihren Unterarm verlängern. Eventuell winkeln Sie die Handgelenke leicht an – hier dürfen Sie nach Ihrem Wunsch entscheiden. Die Bremshebel sollen angenehm in Ihrer Hand liegen.

Wenn die Position der Bremshebel passt, ziehen Sie die Innensechskantschrauben wieder fest.

Wenn die Position der Bremshebel stimmt, gilt das Augenmerk als Nächstes der Hebelweite – also dem Punkt, ab dem die Bremse greift. Je nach Modell haben die Bremshebel eine Einstellschraube oder ein Einstellrad. Wenn Sie den Hebel bequem greifen können und er bei voller Bremswirkung etwa parallel zum Lenker steht, stimmt die Hebelweite.

Zu guter Letzt bringen Sie Schalthebel und Bremshebel zueinander – sofern diese nicht ohnehin in einem Bauteil vereint sind. Auch die Gangwahl soll ja während der Fahrt gut erreichbar sein. Rücken Sie dazu den oder die Schalthebel an die Bremshebel heran und richten Sie diese entlang deren Neigung aus, sodass Ihre Finger den oder die Hebel gut greifen können. Eine kurze Probefahrt klärt, ob alles passt.

Den Sattel richtig einstellen

Bei normaler Fahrt sitzt man auf einem Pedelec – die Sitzhöhe, der Abstand des Sattels zum Lenker sowie die Neigung des Sattels müssen der Fahrerin angepasst sein.



Einstellungssache

Die Sattelposition muss an die Fahrerin oder den Fahrer individuell angepasst werden.

- 1 Für die richtige Sitzhöhe** können Sie sich gegebenenfalls an Ihrem bisherigen Rad orientieren. Messen Sie den Abstand von der Kurbelmitte bis zur Satteldecke.
 - 2 Lösen Sie dann am Pedelec die Schraube** der Sattelstützenklemme, stellen Sie die gemessene Höhe ein und ziehen Sie die Schraube wieder fest.
 - 3 Falls das Pedelec Ihr erster Drahtesel ist,** Ihnen also eine Referenz fehlt, nehmen Sie einfach Platz! Bewegen Sie ein Pedal auf den tiefsten Punkt, bringen Sie den Sattel ungefähr auf Ihre Höhe und ziehen die Klemme wieder fest. Setzen Sie sich und strecken Sie das Bein senkrecht nach unten fast komplett durch. Wenn Sie bei durchgestrecktem Bein mit der Ferse auf dem Pedal stehen, sitzen Sie richtig.
- Es folgt die Einstellung des Abstands zwischen Sattel und Lenker.
- 1 Um die horizontale Position einzustellen,** den Sattel also vor- oder zurückzuschieben, lösen Sie die Schrauben der Sattelklemmung per Innensechskantschlüssel. Markierungen auf den Sattelstreben zeigen in der Regel den Spielraum des Sattels nach vorn und hinten an.
 - 2 Richtig ausgerichtet** ist er, wenn wie im Bild oben beim Sitzen die Kniescheibe und das Pedal in vorderster Position lotrecht übereinanderstehen. Stellen Sie zur Kontrolle ein Pedal im 90-Grad-Winkel gerade nach vorn und legen Sie Ihren Fußballen auf das Pedal. Als „Messgerät“ reicht ein Jo-Jo oder ein Senkblei.
- Die meisten Radfahrerinnen und -fahrer bevorzugen eine exakt waagerechte Position. Mit einer Wasserwaage können Sie das überprüfen. Aber jeder Mensch ist anders: Drückt Sie der waagerecht gestellte Sattel beim Fahren im Schritt, neigen Sie ihn vorn etwas nach unten. Zwickt hingegen das Gesäß, schwenken Sie ihn hinten ein wenig höher – das geht mit der oder den Schrauben an der Sattelstütze.
- 1 Um die horizontale Position einzustellen,** den Sattel also vor- oder zurückzuschieben, lösen Sie die



Bewegung, bitte!
Bei Cantilever- und V-Brakes sind vor allem die Drehpunkte und das Querkabel zu schmieren.

Wartung und Reparaturen

Routinearbeiten lassen sich an Pedelecs so einfach wie an konventionellen Fahrrädern erledigen. Am pflegebedürftigsten sind meist die bewegten Teile, also Schaltung, Kette und Bremsen.

→ Bremsen justieren und reparieren

Alle Naben- und Rücktrittbremsen gehören zur Klasse der Trommelbremsen. Dieser Bremsentyp ist sehr wartungsarm. Wenn es mit ihm aber doch einmal Probleme gibt, ist das meist ein Fall für jemanden vom Fach.

Gängig sind an Pedelecs Felgen- und Scheibenbremsen. Wie im Kapitel „Das neue Element: Der Elektroantrieb“ beschrieben, können sie per Seilzug oder Hydraulik betätigt werden. Prinzipiell sind hydraulische Systeme laienkompatibel – aber selbst Praktikerinnen, die die anderen hier beschriebenen Arbeiten mühelos meistern, schrecken vor der Arbeit daran zurück, weil das Werkeln an Hydrauliksystemen diffizil und langwierig ist (siehe das Interview ab S. 121).

Auch hier empfehlen wir, eine Fachgröße einzuschalten.

An die eigentlichen Felgen- oder Scheibenbremsen können sich Pedelec-Neulinge bei etwas handwerklichem Geschick durchaus wagen – ebenso wie an die Bremsseilzüge.

Die Seilzüge warten und pflegen

Die Bremszüge sind Stahlseile, die meist durch Zughüllen geführt werden. Es hilft, sowohl an den Bremshebeln (dazu den Hebel bis zum Anschlag ziehen) wie an den Bremsen die Seilenden gelegentlich mit ein wenig Sprühöl zu pflegen.

Achten Sie aber unbedingt darauf, dass Bremsklötze oder -scheiben kein Öl abbekommen, wenn Sie die Seilenden fetten.



Nicht vergessen:

Auch das Kabel am Bremshebel und die Gelenke ölen.

Wenn Sie einen Lappen hinter das Seil halten, fängt er überschüssiges Fett auf.

Die Seilzüge können nach intensiver Nutzung einfach verschlissen sein und im Extremfall reißen. Da die Bremse ein sicherheitsrelevantes Bauteil ist, sollte man die Züge bei erkennbarem Verschleiß tauschen. Die Züge sind einzeln und ohne Zughülle im Handel erhältlich. Müssen sie ersetzt werden, kappt man die alten Züge und fädelt neue in die Zughülle.

Die Seilzüge für die Schaltung ähneln zwar denen für die Bremsen, sind aber dünner und dürfen daher keinesfalls verwendet werden. Wer es sich einfach machen will, findet im Handel fertig konfektionierte Bremsseilzüge samt Ummantelung und den passenden Nippeln, die an Bremshebel und Bremse eingehakt werden.

Felgenbremsen

Dieser Bremsentyp drückt Bremsklötze gegen die Außenseiten der Laufradfelgen. Die Mechanik der Bremszangen sollte regelmäßig geölt werden – auch hierbei hält ein Lap-

pen überschüssiges Öl von Bremsklötzen und Felgen ab.

Die Bremsklötze sind Verschleißteile – ein kurzer Blick auf ihren Zustand empfiehlt sich vor jeder Fahrt. Eine Mindesthöhe von 6 Millimetern sollten Bremsbeläge aufweisen – in der Regel verfügen die Bremsbeläge über eine Markierung als Verschleißindikator. Haben sie das Ende ihrer Lebensdauer erreicht, muss man sie austauschen.

Je nach Bremsenhersteller sind die Klötze ein einzelnes Bauteil, das in die Bremszangen verschraubt wird. An anderen Bremsen sitzen die Klötze in einer Art Halterung.

Scheibenbremsen

Scheibenbremsen sollten Sie regelmäßig pflegen und die Bremsbeläge kontrollieren.

- ➊ Lösen Sie dazu als Erstes den Schnellspannhebel beziehungsweise die Radmuttern der Radachse und entnehmen das Laufrad. An neueren Pedelecs finden sich stattdessen oft sogenannte Steckachsen, die in ihrer Handhabung dem Schnellspanner ähneln. Besonde-

re Modelle können mit nur einer halben Drehung geöffnet werden.

- 2** An Pedelecs mit Heckmotor müssen Sie zudem gegebenenfalls das Anschlusskabel abziehen. Achtung: Ziehen Sie nicht mehr am Bremshebel, sobald das Laufrad ausgebaut ist – denn dann fahren die Bremskolben aus und die Beläge können zusammenkleben! Nähern Sie sich auch den Bremsscheiben mit Bedacht – diese sind scharfkantig. Um sie zu reinigen, verwenden Sie Bremsenreiniger oder Wasser. Greifen Sie nicht direkt mit den Fingern auf die Bremsscheiben – sie können fettige Beläge hinterlassen.

Einen ersten Eindruck vom Zustand der Bremsbeläge können Sie sich verschaffen, indem Sie einfach ein Blatt helles Papier hinter die Aufnahme der Bremsbacken halten und diese inspizieren. Ist klar erkennbar, dass sie verschlissen oder in mindestens fragwürdigem Zustand sind, bauen Sie sie aus, um sie gründlicher zu kontrollieren und/oder zu ersetzen.

- 1** Entfernen Sie dazu die Halterung der Beläge – meist ist es ein Sicherungsstift, oft eine kleine Schraube. Auch Kombinationen beider Teile sind gängig. Jetzt können Sie die Bremsbeläge entnehmen. Eventuell müssen Sie nachhelfen und mit den Fingern die Beläge aus dem Bremssattel drücken. Nutzen Sie dazu keine scharfkantigen

Werkzeuge, diese könnten die Beläge beschädigen.

- 2** Halten Sie die Beläge in den Händen, können Sie deren Zustand inspizieren. Sind sie stark abgenutzt, tauschen Sie sie aus.
- 3** Drücken Sie dazu zunächst die Bremskolben zurück – ein stumpfes Plastikteil wie beispielsweise ein Reifenheber ist dafür ideal. Scharfkantige Werkzeuge sind auch für diese Arbeit tabu, denn die Bremskolbendichtungen sind sensible Bauteile.
- 4** Bevor Sie neue Bremsbeläge montieren, reinigen Sie den Bremssattel. Am einfachsten geht das, wenn Sie einen mit Bremsenreiniger getränkten Lappen einige Male durch die Bremse ziehen. Bei der Gelegenheit wischen Sie auch das Äußere des Bremssattels.
- 5** Nun können Sie die neuen Bremsbeläge in die Bremse einsetzen. Arbeiten Sie sorgfältig – an die Beläge darf beim Einsetzen kein Öl oder Fett gelangen.
- 6** Zum Schluss schieben Sie den Sicherungsstift samt Splint wieder in die Bremse, setzen das Laufrad ein und ziehen Schnellspanner beziehungsweise Radmutter fest.
- 7** An hydraulischen Bremsen ziehen Sie vor der ersten Fahrt ein paar Mal an den Bremshebeln, damit sich Druck aufbaut. Auch die neuen Beläge müssen eingebremst werden (siehe Kapitel „Mit dem E-Bike unterwegs“).



Treffsicher

Schaltkäfig (links) und Umwerfer (rechts) müssen die Kette exakt an die richtige Position befördern.

Die Ketten schaltung warten

Ähnlich wie Nabenbremsen sind auch Nabenschaltungen wartungsarm, bei einem Defekt aber am besten bei jemandem vom Fach aufgehoben.

Kettenschaltungen hingegen kann ein engagierter Laie justieren und gegebenenfalls reparieren.

Relevant sind die beweglichen Teile der Kettenschaltung – das sogenannte Schaltwerk (das Teil der Schaltung, das die Kette über die verschiedenen Ritzel des Hinterrads bewegt) und der Umwerfer, der die Kette bei entsprechenden Modellen auf einen der zwei oder drei Kränze am Tretlager legt.

Beginnen wir mit dem Schaltwerk – dem muss man seine Grenzen aufzeigen.

Zunächst wird der Außenanschlag eingestellt, also der Punkt, bis zu dem sich die Kette bewegen darf, um das äußerste Ritzel zu erreichen. Sitzt dieser Punkt daneben, schaltet das Pedelec nicht richtig, im schlimmsten Fall springt die Kette ab.

- 1 Zum Justieren schalten Sie die Kette in Fahrtrichtung betrachtet nach rechts, also auf das äußerste (kleinste) Ritzel.

Drehen Sie nun die kleine, meist mit einem „H“ gekennzeichnete Schraube so, dass das kleinste Ritzel in einer Linie mit der Leitrolle des Schaltkäfigs steht.

- 2 Für den Innenanschlag wiederholen Sie diesen Vorgang – nur schalten Sie die Kette jetzt auf das größte Ritzel und positionieren die Schraube „L“ so, dass die Leitrolle des Schaltwerks mit dem Zahnrad auf einer Linie steht.
- 3 Jetzt gilt es, den Umschlingungswinkel der Kette zu justieren, also zu definieren, wie weit die Kette das jeweilige Ritzel umgreift. Am Schaltwerk befindet sich dazu eine ganz kleine Schraube in der Nähe des sogenannten Schaltauges – das ist der Bügel, der das Schaltwerk mit dem Fahrrad verbindet. Diese Einstellung stimmt, wenn zwischen oberem Schaltröllchen und größtem Ritzel 5 bis 6 Millimeter liegen.
- 4 Als Letztes prüfen Sie, ob sich alle Gänge sauber durchschalten lassen. Falls Ihr Pedelec mehrere Kettenblätter hat, setzen Sie die Kette auf das größte.

**Halte-Position**

Das Schaltauge (das blanke Metallteil am Ausfallende) darf nicht verbogen sein.

Jetzt gehen Sie mit dem Schalthebel die Gänge durch.

- ⑤ Hakt die Schaltung, korrigieren Sie die Zugspannung über die Einstellschraube am Schalthebel. Drehen gegen den Uhrzeigersinn schiebt das Schaltwerk in Fahrtrichtung gesehen nach links, also auf die inneren Ritzel. Drehen im Uhrzeigersinn schiebt das Schaltwerk in die entgegengesetzte Richtung, also nach rechts zu den äußeren Ritzeln.
- ② Wie beim Schaltwerk müssen auch beim Umwerfer die Endanschläge stimmen. Um den Innenanschlag zu justieren, wechseln Sie den Gang auf das kleinste Kettenblatt und drehen die Schraube „L“, bis die Kette das innere Leitblech des Umwerfers gerade nicht mehr touchiert.
- ③ Zur Einstellung des korrekten Außenanschlags schalten Sie auf das größte Kettenblatt und drehen dann die Schraube „H“, bis das äußere Leitblech gerade keinen Berührungspunkt mit der Kette mehr hat. Nun sollten Sie die Kette problemlos über alle Kettenblätter dirigieren können.

An Pedelecs mit mehreren großen Kettenblättern an der Kurbelachse macht der sogenannte Umwerfer genau dies – er wirft die Kette vom größeren Blatt auf das kleine und hebt es vom kleineren auf das größere. Üblicherweise ist er an der Sattelsäule des Zwei rads befestigt. Korrekt steht er parallel zum Kettenblatt. Störende Schleifgeräusche während der Fahrt sind ein Indiz dafür, dass an dieser Stelle Handlungsbedarf besteht.

- ① Der Abstand zwischen Zähnen und Umwerfer sollte 2 bis 3 Millimeter betragen. Wenn die Position stimmt, ziehen Sie die Schraube an der Umwerfer-

schelle gemäß der Drehmomentangaben des Herstellers fest.

- ② Wie beim Schaltwerk müssen auch beim Umwerfer die Endanschläge stimmen. Um den Innenanschlag zu justieren, wechseln Sie den Gang auf das kleinste Kettenblatt und drehen die Schraube „L“, bis die Kette das innere Leitblech des Umwerfers gerade nicht mehr touchiert.
- ③ Zur Einstellung des korrekten Außenanschlags schalten Sie auf das größte Kettenblatt und drehen dann die Schraube „H“, bis das äußere Leitblech gerade keinen Berührungspunkt mit der Kette mehr hat. Nun sollten Sie die Kette problemlos über alle Kettenblätter dirigieren können.

Die erstbeste Möglichkeit, die korrekte Funktion der Schaltung zu kontrollieren, ist eine kurze Probefahrt. Besser geht es allerdings, wenn das komplette Rad fest an einem Montageständer hängt. Falls die Kette nicht sauber über die Kettenblätter läuft, sollten Sie einmal mehr die Zugspannung des be-

Wiedererkennungswert

Markieren Sie vor dem Wechsel die Ventilposition, greifen Sie dann den Reifen mit beiden Händen und bewegen Sie ihn auf der Felge nach unten.



treffenden Schalthebels am Lenker prüfen. Drehen am Einstellrad gegen den Uhrzeigersinn schiebt den Umwerfer nach außen; umgekehrt wandert er bei einer Drehung im Uhrzeigersinn nach innen.

Reifen/Schlauch wechseln

Eine häufige wie lästigste Panne an Fahrrädern mit und ohne Elektroantrieb sind Verschleiß oder Schäden an Reifen. Reifenplatzer während der Fahrt sind nicht nur ärgerlich, sondern auch potenziell gefährlich – zur gründlichen Wartung gehört daher auch eine regelmäßige Sichtkontrolle der Pneus.

Achten Sie auf ein ausreichendes Profil. Scheint an einer Stelle des Gummis schon die Karkasse durch, ist es höchste Zeit für einen Reifenwechsel.

- 1 Bauen Sie dazu das Laufrad aus und lassen Sie die Luft vollständig aus dem Reifen. Dunlop- und Blitzventile müssen Sie aufschrauben, Schrader- und Auto-Ventile drücken, Sclaverand und sogenannte französische Ventile erst aufschrauben und danach drücken.
- 2 Drücken Sie nun den Reifen rundherum vom Felgenhorn (dem äußeren



Der richtige Luftdruck: Bei normalem Wetter fahren sich Standardreifen am besten, wenn sie bis nahe des angegebenen Maximums aufgepumpt werden. Am einfachsten geht das mit Luftpumpen mit integriertem Luftdruckmesser.

Im Winter kann man einen etwas geringeren Luftdruck zulassen – das vergrößert die Auflagefläche des Reifens und erhöht die Bodenhaftung. Den vom Hersteller vorgeschriebenen Minimalwert für den Luftdruck sollten Sie aber nie unterschreiten.



Tauchgang

Manchmal muss man den aufgepumpten Schlauch unter Wasser halten, um ein Leck zu finden (links). Dann markiert man die Stelle (Mitte) und raut sie mit Schleifpapier an (rechts), damit der Flicken besser hält.

Rand der Felge) Richtung Mitte ins Felgenbett.

- 3** Um den Reifen von der Felge zu trennen, müssen Sie die Reifenflanke über das Felgenhorn hebeln. Ideales Werkzeug hierfür ist ein Reifenheber aus Kunststoff – der hinterlässt keine Kratzer oder gar Scharten auf der Felge. Je nach Felgen- und Reifenmodell müssen Sie für eine erfolgreiche Aktion zwei Reifenheber ansetzen.
- 4** Ist der Reifen auf einer Seite vollständig von der Felge entfernt, ziehen Sie den Schlauch unterm Reifen heraus und heben den ganzen Pneu aus dem Felgenbett.
- 5** Behandeln Sie den Schlauch vorsichtig, um Schäden zu vermeiden. Ist nur der Schlauch defekt, kontrollieren Sie behutsam, ob sich Nägel, scharfkantige Steine oder andere Fremdkörper in den Mantel gegraben haben.
- 6** Ist die Felge von Altreifen und altem Schlauch befreit, kann der Ersatz drauf. Die Handgriffe sind dieselben, nur der Ablauf ist genau umgekehrt.
- 7** Bevor Sie loslegen, schauen Sie nach der meist auf der Flanke vermerkten Laufrichtung des Reifens. Stimmt die mit der des Rades überein, hebeln Sie mit dem Reifenheber zunächst eine Reifenflanke in das Felgenbett.
- 8** Pumpen Sie den Schlauch leicht auf, um ihm Gestalt zu verleihen – das erleichtert das Einsetzen und verringert das Risiko, den Schlauch zwischen Mantel und Felge einzuklemmen. Ist ausreichend Luft im Schlauch, schieben Sie ihn behutsam unter den Mantel. Prüfen Sie, ob der Schlauch nicht zwischen Mantel und Felge klemmt.
- 9** Sitzt er richtig, drücken Sie die zweite Flanke des Reifens in die Felge – beginnend auf der dem Ventil gegenüberliegenden Seite. Mit dem Daumen drücken Sie den Reifen in die Felge. Dass Sie auf dem letzten Stück kräftiger drücken müssen, ist normal. Falls es zu beschwerlich wird, hilft einmal mehr der Reifenheber. Der Reifen muss am Ende mittig auf der Felge im Felgenbett liegen.



- 10** Schauen Sie noch einmal gründlich rund um das Laufrad herum, ob der Mantel überall richtig sitzt und Sie den Schlauch nicht zwischen Felge und Mantel eingeklemmt haben. Sind Sie unschlüssig, drücken Sie kurz auf den Reifen und prüfen so, ob alles richtig sitzt.
- 11** Ist das der Fall, können Sie den Reifen aufpumpen. Gehen Sie nicht über den vom Reifenhersteller angegebenen Maximaldruck. Bei normalen Tourenreifen ist ein Druck von 3 bis 4 Bar gängig. Schmalere Reifen verlangen nach höherem, breitere nach niedrigerem Druck.
- 12** Ist die Luft im Schlauch, kontrollieren Sie, ob der Reifen im Wortsinne rund läuft: Einfach das Laufrad an der Achse halten und ein paar Runden um diese drehen.
- 13** Eiert der Reifen, sitzt er vermutlich nicht korrekt im Felgenbett. Um das zu korrigieren, hilft ein bisschen Spülmittelschaum: Lassen Sie die Luft wieder aus dem Schlauch und reiben die Reifenflanke mit etwas Schaum ein. Wenn Sie den Reifen anschließend wieder aufpumpen, sollte alles passen.
- 14** Sitzen Schlauch und Mantel auf der Felge und sind ausreichend gefüllt, schließen Sie das Ventil, sofern es das nicht automatisch erledigt. Die Ventilkappe bewahrt das Ventil im Alltag vor Verschmutzungen, ist also nicht zwingend nötig. Auch der Nutzen der Mutter am Ventilende ist umstritten: Einseitig verhindert sie, dass der Schlauch wandert, andererseits kann sie zu Rissen am Ventil führen.
- 15** Ist das Laufrad komplett einsatzbereit, können Sie es wieder an Ihr E-Bike montieren. Am einfachsten geht dies, wenn Sie das Fahrrad dafür wieder auf den Boden setzen. So verhindern Sie beispielsweise, dass die Scheibenbremsen schleifen – das Laufrad sitzt sauber in seiner Position.
- 16** Schließen Sie den Schnellspanner beziehungsweise ziehen Sie die Radmutter wieder an. Faustregel für den Schnellspanner: Steht er im 90-Grad-



Ausgeleiert

Bei mehr als 3 Millimeter „Luft“ sollte man die Kette austauschen.

Präzisere Kontrolle

Eine Verschleißanzeige (hier ein Rohloff-Modell) zeigt den Grad der Abnutzung an.



Winkel zum Fahrrad, ist er halb geschlossen – dann sollten Sie einen Widerstand spüren. Um den Schnellspanner vollständig zu schließen, sollte ein gewisser, aber nicht übermäßiger Kraftaufwand erforderlich sein. Der Schnellspannhebel soll weder Gabel noch Rahmen berühren und nicht vom Fahrrad abstehen. Machen Sie ihn so fest, dass Sie ihn aus der gewählten Lage heraus gut wieder öffnen können.

So warten und wechseln Sie die Kette

Die Kraftübertragung per altgedienter Kette ist nicht mehr alternativlos. Als haltbarere, im Zweifelsfalle aber eben auch teurere Konkurrenztechnik stehen Zahnriemen bereit. Dennoch werden Ketten nicht nur aus günstigen Pedelecs nicht so schnell verschwinden – es hilft also, wenn man sich helfen kann.

Ketten sind Verschleißteile – die Qualität der Metallglieder sollte man regelmäßig kontrollieren. Reißt die Kette, ist ihr Ausfall offensichtlich. Nicht auf den ersten Blick zu

erkennen ist, wie sehr sich die Kette durch den Gebrauch dehnt. Wird sie zu lang, greifen die Glieder nicht mehr richtig in Ritzel und Zahnkranz, was beide beschädigen kann. Aus der Praxis ist eine durchschnittliche Lebensdauer von rund 2 000 bis zu 4 000 Kilometern bekannt – nicht zuletzt bestimmt regelmäßige Wartung die Lebensdauer des Materials.

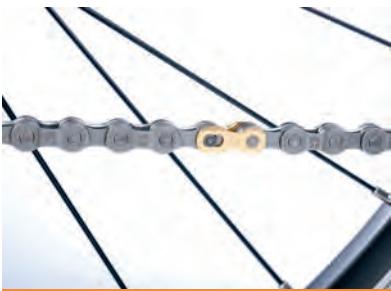
Eine ungefähre Kontrolle ist durch Augenschein möglich: Wenn die Kette sich am größten Kettenblatt mit einem Schraubendreher mühelos um drei Millimeter oder mehr abheben lässt, ist ein genauerer Blick auf den Kettenzustand und wahrscheinlich deren Wechsel angesagt.

Alternativer Kontrollpunkt bei Pedelecs mit Mittelmotor: Die halbe Strecke zwischen Tretlager/Motor und Ritzel: Hier sollte sich die Kette um nicht mehr als anderthalb Zentimeter auslenken lassen.

Haben Sie den Verdacht, dass die Kette am Ende ihrer Lebensdauer angekommen ist, empfiehlt sich als Werkzeug etwa der Prüfer „Park Tool“ oder die Messlehre „Rohloff Caliber“. Zeigen sie, dass sich die Kette

Geschlossene Gesellschaft

Hält ein Schloss die Kette zusammen, müssen Sie es für den Wechsel öffnen.



Niet- und nagelfest

An vielen Ketten findet sich kein Schloss – das abgebildete Werkzeug (Kettennietendrücker) öffnet dann die Kette.

um mehr als ein Dreiviertel Prozent gegenüber dem Neuzustand gelängt hat, sollte sie ausgetauscht werden.

Für konventionelle Drahtesel gibt es Ketten in verschiedenen Längen und Gliederbreiten („Innenmaß“). Für Velos mit Nabenschaltung oder Kettenschaltungen mit wenigen Zahnrädern hinten sind sie etwas breiter, für Kettenschaltungen mit mehr Schaltstufen etwas schmäler. In der Praxis müssen Sie nur darauf achten, dass die Ersatzkette fürs jeweilige Schaltwerk freigegeben ist und die richtige Länge hat.

Bevor man eine neue aufziehen kann, muss die alte Kette runter. Für Ketten mit einem Kettenschloss ist eine entsprechende Zange ideal, mit der man das Schloss aufdrückt, für alle anderen benötigt man einen Kettennietendrücker.

Da nicht nur die Ketten, sondern auch die darin verwendeten Nietstifte unterschiedlich groß sind, muss der Kettennieter entweder zur Kette passen oder ein Universalmodell sein.

- Legen Sie ein Glied der Kette mittig in das Werkzeug, drehen Sie dessen Griff

im Uhrzeigersinn, bis der bewegliche Dorn den Nietstift aus der Kette gepresst hat und sie sich öffnet.

- Ziehen Sie dann die Kette aus dem Antrieb.
- Der kettenfreie Moment ist ideal, um die übrigen Teile des Antriebs zu reinigen, besonders die Schaltröllchen (die kleinen Führungsräder am Schaltkäfig). Groben Schmutz entfernt ein Kunststoffschaber, für den Feinschliff ist ein Lappen ideal. Erneut schmieren muss man dieses Bauteil nicht.
- Neue Ketten gibt es in verschiedenen Längen – aber nur selten passen sie ohne Kürzung exakt. Die neue Kraftübertragung muss also aufs rechte Maß gestutzt werden. Grob können Sie sich orientieren, wenn Sie einfach die alte Kette neben die neue legen – ziehen Sie aber die Dehnung der Altkette ab und berücksichtigen Sie, dass Sie ein „männliches“ Kettenglied mit einem „weiblichen“ verbinden müssen.
- Haben Sie die passende Länge ermittelt, fädeln Sie die Kette durchs Schalt-



Eingehakt

Sitzt die neue Kette, legen Sie das Kettenschloss auf und ziehen an der Kette, die sich dann von selbst verriegelt.

- werk. Üblicherweise haben die Ketten eine Laufrichtung. Wenn Sie keine anderen Hinweise finden, gehört die beschriftete Kettenseite nach außen.
- 6 Wenn die Kette richtig sitzt und alles passt, können Sie sie fixieren. An einem Typ mit Kettenschloss verriegeln Sie dieses wie oben links im Bild, ansonsten setzen Sie den mitgelieferten Nietstift in die Kette, legen die Kette mit der Nietstiftstelle in den Kettenrieter und drehen den Stift vollständig in die Kette.
 - 7 Ein Teil des Stifts steht nach der Montage aus der Kette heraus (**Bild oben rechts**). An ihm befindet sich eine Sollbruchstelle. Manche Kettenrieter haben ein eigenes Werkzeug, um diesen überstehenden Teil zu entfernen und so die Kette vollständig zu verriegeln – falls nicht, können Sie ihn aber auch mit einer Zange abknipsen.
 - 8 Überzeugen Sie sich davon, dass das Kettenglied mit dem Nietstift leichtgängig ist. Wenn alles passt, sollten Sie der Kette etwas Öl gönnen – es sei denn, die Kette ist bereits vorgeschiert. Falls nicht: Geben Sie auf jedes Glied einen Tropfen Schmiermittel und lassen diesen einwirken/-ziehen. Wischen Sie dann mit einem fusselfreien Lappen überschüssiges Öl ab, damit sich an der Kette nicht mehr Schmutz sammelt, als unvermeidlich ist.

Finger weg von „Tuning-Tricks“!

Früher erfüllte ab einem Alter von 15 Jahren ein Mofa den Traum von individueller Mobilität. Aber vielen Jugendlichen war dessen Höchstgeschwindigkeit von 25 km/h zu langsam. Die entsprechenden Aufbohr- und Manipulationstipps sind Legende – ebenso wie die Aktionen der Polizei, die frisierten Zweitakter aus dem Verkehr zu ziehen.

Im Zeitalter der Elektromobilität ist das Internet voll mit Tipps, wie man die Geschwindigkeitsbegrenzung der Pedelec-Motoren aushebt und/oder den Drahteseln mit Tuning-Bausätzen mehr Tempo abgewinnt. Von all diesen Kniffen ist abzuraten. Bastelt man während der Garantie am

Pedelec, wird jeder Händler und Hersteller mit Fug und Recht die Haftung bei technischen Problemen verweigern.

Die Tuning-Bausätze kann man zwar vor dem Gang zum Händler entfernen – ihr Einsatz hinterlässt aber Spuren in der Motor-elektronik, die der Händler auslesen kann. Auch Versicherungen und Polizei kennen natürlich die einschlägigen Tricks und schauen bei einem Unfall nach unzulässi-

gen Veränderungen am Pedelec. Finden sie etwas, bleibt man auf den Unfallkosten sitzen. Mit Gutachten, Verfahrenskosten und Strafen kostet die Fahrt auf einem manipulierten Pedelec um die 3000 Euro; je nach sonstigen Umständen gibt es zusätzlichen Ärger, weil man ohne Fahrerlaubnis und Zulassung unterwegs war. Wenn Ihnen ein Pedelec zu langsam ist, greifen Sie zu einem S-Pedelec.

Allgemeine Pflegemaßnahmen

Die Pflege eines E-Bikes ist kein Hexenwerk – wer im Hobbykeller für Fahrrad oder Pkw ein paar Putzmittel hat, hat meist die wichtigsten Hilfsmittel griffbereit.

Waschen und Trocknen

Konventionelle Fahrräder wie Pedelecs vertragen Wasser. Auch mit Bürsten, Schwämmen und sanftem Reinigungsschaum darf man ihnen zu Leibe rücken. Vom Einsatz eines scharfen Wasserstrahls und erst recht von Hochdruck-/Dampfreinigern sollten Sie aber Abstand nehmen. Beides kann Lager, Lack, Motor und Elektronik beschädigen.

Wichtig beim Pedelecputzen: Vor Reinigungsarbeiten unbedingt die Fahrradelektronik abschalten. Falls der Akku in einem wasserdichten Gehäuse sitzt, können

Sie ihn auch ausbauen – seine Halterung verschließen Sie dann wieder, damit kein Wasser an Kontakte kommt.

Falls Sie zum Putzen das Display ausbauen wollen oder müssen, decken Sie eventuell freiliegende Kontakte ab – zur Not ziehen Sie eine Plastiktüte über die Displayhalterung und schließen deren Ende mit Klebestreifen.

An Mountainbikes und anderen gelände-gängigen Velos ist es selbstverständlich, dass sie schmutzig werden – aber bei Regen, Schnee oder schlechten Wegen sammelt sich auch an Stadträdern mehr als der nor-



Kettenpflege

Man reinigt sie mit einem fusselfreien, mit Waschbenzin getränkten Lappen (links), die Führungsrollen putzt eine Zahnbürste gut (rechts).

male Staub. Wann immer möglich, entfernen Sie den Schmutz möglichst schnell, damit er gar nicht erst festtrocknet.

- 1 Für die Grundreinigung ist ein Haushaltsschwamm ideal. Geben Sie ein normales Geschirrspülmittel oder milde Allzweckreiniger in einen Eimer mit lauwarmem Wasser, tauchen den Schwamm darin ein und schäumen Sie Ihr Pedelec gründlich mit dem Schwamm ein. Versuchen Sie, ohne großen Druck auszuüben, so viel Schmutz wie möglich zu lösen. Sie dürfen sich mit dem Schwamm auch dem Motorgehäuse nähern – solange das Nass mit normalem Druck darauf plätschert, passiert nichts.
- 2 Mit einer alten Zahnbürste kommen Sie auch in schlecht zugängliche Ecken.
- 3 Haben Sie mit dem Einseifen allen Schmutz gelöst, folgt die Klarwäsche. Falls Sie einen Gartenschlauch in Reichweite haben, spülen Sie Schaum und gelösten Schmutz sachte mit niedrigem Wasserdruck weg.

- 4 Ansonsten tauschen Sie den Eimer mit gelöstem Spülmittel gegen einen mit klarem, nach Möglichkeit ebenfalls lauwarmem Wasser und wischen das Reinigungsmittel mit dem Schwamm weg.
- 5 Trocknen Sie anschließend das Pedelec mit einem fusselfreien Lappen.

Kette, Schaltwerk und Kettenblätter/Ritzel bedürfen auch abseits des beschriebenen Wechsels ein wenig Pflege.

- 1 Von der Kette wischen Sie zunächst mit einem Lappen, der schmutzig werden darf, überschüssiges Öl und Straßendreck.
- 2 Dann geben Sie – wie nach dem Kettenwechsel – auf jedes Glied einen Tropfen Öl, lassen ihn kurz einwirken und wischen zum Schluss überschüssiges Schmiermittel wieder mit dem Lappen ab.
- 3 Die beweglichen Teile des Schaltwerks sowie die Lager der Schaltröllchen sprühen Sie von Zeit zu Zeit mit kriechfähigem Öl ein. Auch von diesen Bau-

teilen müssen Sie überschüssiges Schmiermittel wischen.

- 4 Zur Schaltung gehört an Fahrrädern mit mehreren Kettenblättern auch der Umwerfer (siehe S. 136) – auch dessen Gelenk freut sich über einige Spritzer kriechfähigen Öls und das Entfernen des Überschusses.
- 5 Verfügt die Vorderradaufhängung Ihres Pedelecs über eine Federgabel, sprühen Sie die Standrohre mit säurefreiem Öl ein und wischen dieses gleich wieder ab. Keine Angst: Das Öl

entfaltet seine Schmierwirkung trotzdem. Wenn man es nicht abwischt, liefe es aber zusammen mit Schmutzpartikeln in die Gabeldichtungen, wodurch diese beschädigt würden.

► Noch mehr Tipps zu Technikproblemen finden Sie in unserem großen Werkstattbuch „Fahrradreparaturen“, das sich auch für E-Bikes eignet.



„Vom Elektroantrieb sollten Laienbastler die Finger lassen“



Thomas Busch
Inhaber „e-motion
e-Bike Welt Bonn“

Sollten Pedelec-Fahrer und -Fahrerinnen selbst Hand an ihr Gefährt legen?

Wenn man nicht die berühmten zwei linken Hände hat, spricht nichts dagegen. Speziell die mechanischen Komponenten des Pedelecs lassen sich oft problemlos reparieren. All das also, was den klassischen Fahrradan-

teil am Pedelec ausmacht. Reifenwechsel etwa, das Austauschen der Schaltzüge oder das Einsetzen einer neuen Kette.

Wie sieht es mit den Elektrokomponenten aus?

Von den Bauteilen, die zum Elektroantrieb gehören, sollten unbedarfte Bastler tunlichst die Finger lassen. Bei entsprechenden Fehlern rate ich dazu, einen Händler aufzusuchen. Der kann mit einem Softwareupdate helfen, kann Kabel, Steckverbindungen und Kontakte überprüfen und die elek-

tronischen Komponenten durchmessen. Defekte Bauteile müssen in der Regel ausgetauscht werden – Motor, Display oder Akku etwa. Öffnen darf die heutzutage meist verkapselten Teile in der Regel selbst der Händler nicht, da sonst die Gewährleistung erloschen würde.

Moderne Pedelecs verfügen meist über hydraulische Bremsysteme. Sollte man da selbst zum Werkzeug greifen?

Wenn es nur um den Wechsel der Bremsbeläge geht, ist das kein Thema. Anders sieht es beim Entlüften des hydraulischen Systems oder gar dem Wechsel der Bremsflüssigkeit aus. Mit entsprechendem technischen Verständnis und dem passenden Zubehör lässt sich das zwar lernen, aber ganz einfach ist es nicht. Zumal hier schnell schwerwiegende Fehler unterlaufen. Wer zum Beispiel die falsche Bremsflüssigkeit einfüllt, kann das System zerstören – dann muss man alle Hydraulikleitungen oder gar alle Komponenten ersetzen, ganz abgesehen natürlich von dem damit einhergehenden Ausfall dieses hochgradig sicherheitsrelevanten Systems. Von daher würde ich sagen: Im Zweifel lieber Hände weg.

Welche typischen Fehler unterlaufen Pedelec-Neulingen?

Speziell beim Akku herrscht oft noch die Idee vor, man müsse ihn entweder stets komplett leerfahren oder bei jeder Gelegenheit aufladen. Dabei fühlt sich der Akku bei einem Ladestand zwischen etwa 20 und 80

Prozent am wohlsten. Und extremen Temperaturen darf man ihn einfach nicht aussetzen. Oft lassen Kunden den Akku etwa während des Urlaubs im Auto zurück, das in der prallen Sonne steht.

Ein Fehler ist es auch, dass Pedal beim Einschalten des Systems zu belasten. Das kann den Sensor durcheinanderbringen. Gleiches gilt für das Aus- und Einschalten des Systems während er Fahrt. Zudem sollte das Bike abgeschaltet werden, bevor das Display aus der Halterung genommen wird. Speziell wer bei einem Pedelec mit Heckmotor das Hinterrad ausbaut, um etwa den Reifen zu wechseln, sollte unbedingt vorher das System ausschalten und am besten gleich das Display abnehmen. Sonst kann es zu Kurzschlüssen kommen, die im schlimmsten Fall den Motor ruinieren.

Lassen sich die Arbeiten am Pedelec generell mit Standardwerkzeug durchführen?

Für gängige Reparaturen wie Reifenwechsel, Kettenwechsel oder Probleme mit der Beleuchtung braucht es kein Spezialwerkzeug. Anders sieht es beim Kettenblatt aus, da haben die Motorenhersteller heute meist individuelle Lösungen, für die man entsprechende Werkzeuge benötigt. Und wer statt der Kette einen Zahnriemen zur Kraftübertragung nutzt, sollte den Riemen nach einem etwaigen Wechsel mit einem Spezialwerkzeug auf die richtige Spannung kontrollieren. Eine zu hohe Spannung kann sonst die Lager der Nabenschaltung zerstören.

Wie oft empfehlen Sie eine Wartung?

Zunächst sollte der Kunde wie bei jedem normalen Fahrrad nach etwa zwei Monaten zum sogenannten Erstcheck kommen. Denn bei einem neuen Fahrrad können sich die Speichen noch setzen, die Züge längen sich und auch die Schrauben sollten vielleicht nochmal nachgezogen werden. Ansonsten empfehlen wir alle 4000 Kilometer oder mindestens einmal pro Jahr einen kompletten Service. Hier wird dann zusätzlich zur klassischen Fahrradinspektion auch das Antriebssystem überprüft. Dazu werden etwaige Softwareupdates aufgespielt, die Fahrdaten sowie Akku, Motor und Display ausgelesen und geprüft und die Elektronik gecheckt. Da ein solch aufwendiger Service nicht in einer halben Stunde gemacht ist, halte ich hier eine Pauschale von etwa 70 bis 100 Euro für angemessen.

Welche Bauteile des Pedelecs dürfen ohne Probleme ausgetauscht werden?

Anfragen zum Umbau von Pedelecs erreichen uns in der E-Motion-Gruppe beinahe täglich. Da gelten jedoch aufgrund der CE-Zertifizierung relativ strenge Vorgaben. Speziell für das Antriebssystem oder sicherheitsrelevante Bauteile des Fahrrads, etwa Rahmen, Gabel und Bremssystem, ist eine Freigabe durch den Hersteller erforderlich. Teile wie Kurbel, Kette und Reifen müssen vom Fahrrad- oder Teilehersteller für den entsprechenden Einsatz freigegeben sein. Und

schließlich gibt es Bauteile, für die in der Regel keine Freigabe notwendig ist. Das sind etwa Pedale, Griffen, Lager und das Rücklicht.

Wie sieht es mit dem Einbau stärkerer Motoren oder größerer Akkus aus?

Der Einbau stärkerer Motoren ist heute kaum noch ein Thema. Es gibt inzwischen so viele verschiedene Motoren, dass für jeden der richtige dabei ist. Außerdem hat jeder Motor einen spezifischen Software-Container geladen, der ihn mit „seinem“ Pedelec verbindet, er ist also eigens für das jeweilige Bike-Modell programmiert. Ein neuer und anderer Motor hätte diese spezifische Programmierung nicht und würde entsprechend nicht funktionieren. Hinzu kommt, dass sich beispielsweise bei vielen Bikes mit 7- oder 8-fach Nexus-Schaltung eine Aufrüstung nicht bewähren würde, da die stärkeren Motoren durch ein zu hohes Drehmoment diese Nabenhäuse zerstörten.

Beim Akku hingegen ist es in der Regel kein Problem. Entweder man tauscht ihn gegen ein größeres Modell des gleichen Herstellers oder man lässt ihn von entsprechenden Anbietern upgraden. Denn Unternehmen wie Liofit bereiten nicht nur alte Akkus wieder auf, sie können auch die verbauten Akkuzellen gegen größere tauschen und so die Kapazität erhöhen. Allerdings sollte man Letzteres erst tun, wenn die Gewährleitungsfrist für das Rad abgelaufen ist, da die Bike-Hersteller Akku-Upgrades von Drittanbietern ungern sehen.

Kontaktpflege

Die elektrischen Kontakte zwischen Akkupack und Halterung können verschmutzen oder korrodieren.



Pedelec-typische Probleme lösen

Die zusätzliche Technik von Pedelecs bringt auch neue Fehlerquellen und Problemchen mit sich. Die meisten lassen sich aber leicht beheben.

→ Probleme mit dem Display

Der Bildschirm der Bordelektronik ist ein Bauteil, das häufig Ärger macht – fast immer lässt sich das Problem buchstäblich im Handumdrehen lösen.

Bleibt das Display des Bordcomputers tot, sitzt der meist nur nicht richtig in den Kontakten der Halterung. Einmal abziehen und wieder mit etwas Nachdruck aufstecken beseitigt den Fehler meistens.

Falls nicht, haben die Kontakte vermutlich Wasser abbekommen – dann reinigen Sie diese mit einem trockenen, staubfreien Lappen.

Etwas kniffliger, aber ebenfalls leicht lösbar sind kleine Unzulänglichkeiten der

Hardware: Die G2-Bildschirme von BionX reagieren mimosenhaft, wenn deren Halterung zu fest verschraubt wird. Sie verzieht sich dadurch; die Kontakte des Displays verfehlten die der Halterung. Wenn man die Schrauben ein wenig löst, löst sich auch das Problem.

Bei anderen Problemen älterer Pedelec-Displaytypen hilft leider nur der Gang zum Händler: So bocken die Bosch-Nyon-Radcomputer der ersten Generation gelegentlich, wenn sie sich mit einem drahtlosen Netzwerk (W-Lan) verbinden sollen, in Xion-Displays schlägt sich bei Temperaturschwüngen Feuchtigkeit nieder, und einige ältere Yamaha-Bildschirme fallen we-



Verwirrte Sensorik

Sitzt der Speichenmagnet falsch, weiß der Geschwindigkeitssensor nicht weiter.

gen eines Verkabelungsfehlers aus und würgen dabei auch den Motor ab.

Der Speichenmagnet ist verrutscht

Ebenfalls ein sehr häufiges, aber leicht zu korrigierendes Problem ist die falsche Position des Magneten auf der Speiche. Er versorgt den am Rahmen befestigten Geschwindigkeitssensor mit Messimpulsen – beziehungsweise tut es nicht, wenn er verrutscht ist. Der erste Blick, wenn der Motor scheinbar seinen Dienst verweigert, gilt folglich diesem Magneten. Fast immer ist der richtige Anbringungsort für ihn auf dem Sensor markiert. Schieben Sie den Magneten an diese Stelle und ziehen Sie ihn mit einem Schraubendreher fest.

Sitzt der Geschwindigkeitssensor im Motor, ist er im Normalfall wartungsfrei – macht die Technik dann aber einmal Probleme, ist eine Fachkraft gefragt.

Ein Kabel sitzt lose

Fast so trivial wie der verrutschte Magnet sind lose Kabel – und ebenso ärgerlich. Lo-

ckere Verschraubungen oder Kontakte gehören zu den immer wieder auftretenden Problemen an Pedelecs. Offensichtlich gelöste Verbindungen schraubt oder steckt man wieder zusammen. Fertig.

Typische Problemzonen sind der Anschluss des Displays, Steckverbindungen am Steuerrohr oder, speziell bei Heckmoto- ren, an der Kettenstrebe.

Lösen sich die Kabel immer wieder, sind sie eventuell zu kurz beziehungsweise zu eng verlegt. An neuen Pedelecs dürften solche Probleme im Rahmen der Garantie beseitigt werden, an älteren Modellen sollte man zusammen mit dem Händler diskutieren, mit welchem Aufwand sich die Verkabe- lung betriebssicher modifizieren ließe.

Sind die Kabel im Rahmeninneren verlegt, sind Fehler in den Leitungen nicht so leicht zu erkennen und erst recht nicht zu beheben. Mit einem Multimeter, einem Messgerät für elektrische Bauteile, können Sie die Probleme zumindest einkreisen – mehr dazu im Infokasten auf S. 150.

Firmware aktualisieren

Pedelecs sind wie moderne Autos fahrende Computer. Wie sie sich bei bestimmten Betriebszuständen oder Fehlern verhalten, ist in der sogenannten Firmware hinterlegt, einem fest eingebrannten Betriebssystem. Be seitigt der Hersteller eines Pedelecs Fehler oder fügt neue Funktionen hinzu, muss die Firmware aktualisiert werden. Bei den meisten der aktuell verkauften Pedelecs ist dies ein Fall für den Händler – während der Garantiezeit geht dies auf seine Kosten. Neueste Pedelecs, die sich ohnehin mit den Smartphones der Nutzerinnen verbinden können, nutzen dies aber auch, um Firmware ins Fahrrad zu spielen, was Zeit und Geld spart.

→ Fehlersuche mit dem Multimeter

Eine detaillierte Fehlersuche in der Elektronik eines Pedelecs ist für Laien praktisch unmöglich und verbietet sich in vielen Fällen während der Garantiezeit. Dennoch ist der Kauf eines universellen Elektro-Messinstruments, eines sogenannten Multimeters, hilfreich, um Probleme am Pedelec zumindest einkreisen zu können. Nebenbei hilft es unter Umständen, Fehler in der Beleuchtung zu lokalisieren.

Bei Elektronikhändlern und -versendern gibt es Multimeter ab 10 Euro, etwas flexiblere und robustere Modelle kosten 25 bis 35 Euro. Mit einem

Multimeter lässt sich direkt am Akku prüfen, ob er noch Strom liefert, und Kabel und andere Bauteile können darauf kontrolliert werden, ob sie überhaupt noch Strom leiten.

Da man Multimeter auch für andere Prüfungen an elektrischen Geräten und der Hauselektrik nutzen kann, lohnt sich der Kauf in jedem Fall.

Probleme mit der Beleuchtung

An Pedelecs kann die Beleuchtung auf vier Wegen mit Strom versorgt werden. Nur noch an sehr alten Modellen wird man den klassischen Reifendynamo finden. Bis Ende der 2010er-Jahre Standard waren Nabendynamos im Vorderrad. Seit 2019 darf das Licht direkt vom Antriebsakku gespeist werden. Letzte Möglichkeit sind Ansteckleuchten mit eigenen Batterien oder Akkus.

Wahrscheinlichste Fehlerquelle bei allen Leuchten ohne eigene Stromversorgung ist deren Verkabelung; hier sind Brüche häufiger zu beklagen. Ist ein Kabeldefekt offensichtlich und nicht durch Schließen einer Schraube oder einer Steckkupplung zu beheben, muss das Kabel ersetzt werden. Findet man keinen augenfälligen Defekt, hilft es, die Verbindungskabel mit dem Multimeter auf ihre Leitfähigkeit zu prüfen.

Wird das Licht vom Bordakku gespeist, sind ebenfalls Schäden an der Verkabelung eine häufige Fehlerquelle – auch dann hilft das Multimeter. Ist der Akku vollgeladen

Vielseitiger Helfer

Ein Multimeter hilft nicht nur bei der Fehlersuche an Pedelecs.



und sind die Kabel zu den Leuchten einwandfrei, muss man ein Problem in der Steuerelektronik in Betracht ziehen. Eventuell gibt das Pedelec einen hilfreichen Fehlercode aus; für dessen Beseitigung ist dann aber der Händler gefragt. Was gelegentlich Verwirrung stiftet: Der Bordakku und dessen Elektronik müssen so dimensioniert sein, dass er, wenn er schon zu sehr entladen ist, um den Motor noch anzutreiben, immer noch für zwei Stunden das Licht versorgt. Verhält sich ein Pedelec exakt so, muss der Akku also nur an die Steckdose.

An Front- und Heckleuchten mit eigenen Batterien oder Akkus können sich keine externen Kabel lösen oder brechen. Einweg-Batterien und Wechselakkus könnten sich aus ihrer Halterung gelöst haben – sonstige Fehlerquellen gibt es an diesem Leuchtentyp nicht. Sind Akkus fest in die Leuchten eingebaut und haben diese das Ende ihrer Speicherfähigkeit erreicht, kann man nur klären, ob der Hersteller oder Drittanbieter die Akkus ersetzen können oder ob neue Lampen hermüssen.

An den Leuchtmitteln gibt es kaum etwas zu machen. Die früher üblichen Fahrradleuchten mit Glühbirnchen wurden längst von Leuchtdioden (LED) verdrängt. Deren typische Lebensdauer liegt deutlich jenseits von 10 000 Stunden. Sie sind meist fest mit der Leuchte verbaut und bei einem Ausfall ohnehin nicht von der Fahrerin zu wechseln. Einmal mehr kann man nur eruieren, ob es Reparaturmöglichkeiten gibt oder ob sie ein Fall für den Wertstoffhof sind.

Fehlercodes richtig deuten

Über Display, Leuchtdioden oder die Verbindung zum Smartphone geben Pedelecs mehr oder weniger kryptische Fehlermeldungen aus. Blinkt eine LED oder zeigt das Display ein paar Ziffern an, helfen nur das Handbuch oder eine Internetrecherche. Hier kann es leider keine allgemeingültigen Hinweise geben: Schon innerhalb der Bau-reihen eines Herstellers können die Codes unterschiedliche Bedeutungen haben, eine universelle Anleitung für alle Marken ist schlicht unmöglich.

Hilfe

1 Adressen

Eine Auswahl hilfreicher Adressen zur weiterführenden Information

2 E-Bike- und Pedelec-motoren im Vergleich

Hersteller, die nur an Pedelec-Anbieter verkaufen, verzichten gelegentlich auf einen eigenen Endkunden-/Internetauftritt und stellen auch nicht immer alle Informationen bereit – in den technischen Unterlagen des Pedelec-Herstellers sollten Sie aber alle relevanten Daten finden. Hier stehen die wichtigsten Kennzahlen der aktuellen Motoren für (S-)Pedelecs und E-Bikes – sortiert nach Front-, Mittel- und Heckantrieben. Alle Angaben beruhen auf Herstellerunterlagen und sind ohne Gewähr.

3 Stichwortverzeichnis

Schneller Zugriff auf die wichtigen Stichwörter und Fachbegriffe

Adressen

Verbände, die sich mit den Themen Pedelec und E-Bike befassen

Allgemeiner Deutscher Fahrrad Club e. V.

Mohrenstraße 69
10117 Berlin
Telefon: 030-2091498-0
E-Mail: kontakt@adfc.de
Internet: adfc.de

VCD Verkehrsclub Deutschland e.V.

Wallstraße 58
10179 Berlin
Telefon: 030-28 03 51-0
E-Mail: mail@vcd.org
Internet: vcd.org

Fachmessen

eurobike.com

Die Eurobike richtet sich hauptsächlich an Fachbesucher, ist aber auch für interessierte Verbraucher zugänglich.

iaa.de

Diese Messe startete als reine Automobilmesse; seit 2021 versteht sie sich als Mobilitätsmesse.

Übersicht Frontmotoren

Hersteller	AEG		Ansmann		
Modelle	EasyDrive Front	EasyDrive Mini	FM4.1	FM4.2	FM6.0
Zur Nachrüstung geeignet	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Gewicht (Motor)	K. A.	K. A.	1,8 kg	1,8 kg	2,1 kg
Spannung	36 V	36 V	36 V	36 V	36 V
Nennleistung	250 W	250 W	250 W	250 W	250 W
Max. Drehmoment	40 Nm	40 Nm	35 Nm	35 Nm	40 Nm
Unterstützungsstufen	5	5	6	4	6
Rücktrittbremse möglich	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Rekuperation	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Maximal lieferbare Akkukapazität	522 Wh	252 Wh	418 Wh	252 Wh	504 Wh
Vom Hersteller verfügbare Displays	Easycontrol, LCD	Easycontrol, LCD	LED, LCD	OLED	LCD
Smartphone-App / Steuerung per App	Nein	Nein	K. A.	K. A.	K. A.
Vollautomatik möglich	K. A.	K. A.	K. A.	K. A.	K. A.
Besonderheiten					
URL				ansmann-energy.com	

K. A. = Keine Angabe.

Übersicht Frontmotoren

Hersteller	Ansmann	Bafang	Heinzmann	
Modelle	FM8.0	H400	H600	CargoPower RN 111 Classic
Zur Nachrüstung geeignet	Ja	K. A.	K. A.	K. A. Ja
Gewicht (Motor)	2,7 kg	2,4 kg	1,7 kg	5,1 kg 3,5 kg
Spannung	36 V	36 / 43 V	36 / 43 V	36 / 48 V 36 V
Nennleistung	250 W	250 W	250 W	250 / 600 W 250 W
Max. Drehmoment	60 Nm	45 Nm	30 Nm	113 Nm 60 Nm
Unterstützungsstufen	6	Nach Kundenwunsch	Nach Kundenwunsch	K. A. 2
Rücktrittbremse möglich	Ja	Ja	Ja	Ja
Rekuperation	Nein	Nein	Nein	Ja Nein
Maximal lieferbare Akkukapazität	504 Wh	750 Wh	750 Wh	807 Wh 486 Wh
Vom Hersteller verfügbare Displays	LCD	K. A.	5	1 –
Smartphone-App / Steuerung per App	K. A.	K. A.	K. A.	Ja Nein
Vollautomatik möglich	K. A.	K. A.	K. A.	K. A. K. A.
Besonderheiten				Lastenrad-Motor, auch als Heckantrieb einsetzbar Auch als Heckantrieb einsetzbar
URL		bafang-e.com		ebike.heinzmann.com

			SR Suntour	TranzX	Hersteller
	DirectPower PRA 180–25	DirectPower PRA 180–30	F250 HP	F 15	Modelle
	Ja	Ja	Nein	Ja	Zur Nachrüstung geeignet
	4,5 kg	5,2 kg	2,3 kg	2,35 kg	Gewicht (Motor)
	36 V	36 V	36 V	36 V	Spannung
	250/500 W	500 W	250 W	250 W	Nennleistung
	60 Nm	60 Nm	40 Nm	45 Nm	Max. Drehmoment
	Nach Kundenwunsch	Nach Kundenwunsch	4	4	Unterstützungsstufen
	Ja	Ja	Ja	Ja	Rücktrittbremse möglich
	Ja	Ja	Nein	Nein	Rekuperation
	515 Wh	515 Wh	K. A.	601 Wh	Maximal lieferbare Akkukapazität
	1	1	ATS Display	DP16, DP27, DP29 BLE	Vom Hersteller verfügbare Displays
	Nein	Nein	Nein	Ja	Smartphone-App / Steuerung per App
	K. A.	K. A.	K. A.	K. A.	Vollautomatik möglich
	S-Pedelec-Motor				Besonderheiten
	srsuntour-cycling.com			tranzx.com	URL

K. A. = Keine Angabe.

Übersicht Mittelmotoren

Hersteller	AEG				Bafang
Modelle	ComfortDrive / ComfortDrive C	EcoDrive / EcoDrive C	SpeedDrive	SportDrive	M200
Zur Nachrüstung geeignet	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Gewicht (Motor)	K.A.	K.A.	K.A.	K.A.	3,2 kg
Spannung	36 V	36 V	48 V	48 V	36/43 V
Nennleistung	250 W	250 W	500 W	250 W	250 W
Max. Drehmoment	100 Nm	50 Nm	100 Nm	100 Nm	65 Nm
Unterstützungsstufen	5	5	5	5	K.A.
Rücktrittbremse möglich	Ja	Ja	Nein	Nein	K.A.
Rekuperation	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Maximal lieferbare Akkukapazität	576 Wh	418 Wh	K.A.	615 Wh	750 Wh
Vom Hersteller verfügbare Displays	Easycontrol, LCD	Easycontrol, LCD	K.A.	Easycontrol, LCD	5
Smartphone-App / Steuerung per App	Ja / Nein	Ja / Nein	K.A.	Ja / Nein	K.A.
Vollautomatik möglich	K.A.	K.A.	K.A.	K.A.	K.A.
Besonderheiten	proKey-Chip-Technologie	proKey-Chip-Technologie		proKey-Chip-Technologie	
URL					

				Bosch	Hersteller
	M420	M510	M800		
	Nein	Nein	Nein	Nein	Zur Nachrüstung geeignet
	3,6 kg	3,0 kg	2,3 kg	2,9 kg	Gewicht (Motor)
	36 / 48 V	36 / 48 V	36 / 48 V	36 V	Spannung
	250 W	250 W	200 W	250 W	Nennleistung
	80 Nm	95 Nm	55 Nm	40 Nm	Max. Drehmoment
	K. A.	K. A.	5	4	Unterstützungsstufen
	K. A.	K. A.	K. A.	Ja	Rücktrittbremse möglich
	Nein	Nein	Nein	Nein	Rekuperation
	750 Wh	615 Wh	615 Wh	625 Wh	Maximal lieferbare Akkukapazität
	5	4	3	Purion, Intuvia, Nyon, Kiox	Vom Hersteller verfügbare Displays
	K. A.	K. A.	K. A.	Ja	Smartphone-App / Steuerung per App
	K. A.	K. A.	K. A.	Ja	Vollautomatik möglich
			2x Kettenblatt möglich, 25 / 32 / 45 km/h	1250 Wh mit Dual-Battery-Technologie, ABS optional	Besonderheiten
				bosch-ebike.com/de/	URL

K. A. = Keine Angabe.

Übersicht Mittelmotoren

Hersteller	Bosch				
Modelle	Active Line Plus	Cargo Line Cruise	Cargo Line Speed	Performance Line Cruise	Performance Line CX
Zur Nachrüstung geeignet	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Gewicht (Motor)	3,2 kg	2,9 kg	2,9 kg	3,2 kg	4 kg
Spannung	36 V				
Nennleistung	250 W	250 W	350 W	250 W	250 W
Max. Drehmoment	50 Nm	85 Nm	85 Nm	65 Nm	75 Nm
Unterstützungsstufen	4	4	4	4	4
Rücktrittbremse möglich	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein
Rekuperation	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Maximal lieferbare Akkukapazität	625 Wh				
Vom Hersteller verfügbare Displays	Purion, Intuvia, Nyon, Kiox				
Smartphone-App / Steuerung per App	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Vollautomatik möglich	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Besonderheiten					
URL					

		Brose				Hersteller
	Performance Line Speed	Drive C Alu / Mag	Drive S Alu / Mag	Drive T Alu / Mag	Drive TF Alu / Mag	Modelle
	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Zur Nachrüstung geeignet
	3,2 kg	2,9/3,4 kg	2,9/3,4 kg	2,9/3,4 kg	2,9/3,4 kg	Gewicht (Motor)
	36 V	36 V	36 V	36 V	36 V	Spannung
	250 W	250 W	250 W	250 W	250 W	Nennleistung
	85 Nm	50 Nm	90 Nm	70 Nm	90 Nm	Max. Drehmoment
	4	3	4	3	3	Unterstützungsstufen
	Nein	K. A.	K. A.	K. A.	K. A.	Rücktrittbremse möglich
	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Rekuperation
	625 Wh	630 Wh	630 Wh	630 Wh	630 Wh	Maximal lieferbare Akkukapazität
	Purion, Intuvia, Nyon, Kiox	Allround, Remote, Central	Allround, Remote, Central	Allround, Remote, Central	Allround, Remote, Central	Vom Hersteller verfügbare Displays
	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Smartphone-App / Steuerung per App
	Ja	K. A.	K. A.	K. A.	K. A.	Vollautomatik möglich
					S-Pedelec-Motor	Besonderheiten
		brose-ebike.com				URL

K. A. = Keine Angabe.

Übersicht Mittelmotoren

Hersteller	Fazua			Giant
Modelle	Ride 50 Evation	Ride 50 Street	Ride 50 Trail	SyncDrive Core (baugleich Yamaha PW CE)
Zur Nachrüstung geeignet	Nein	Nein	Nein	Nein
Gewicht (Motor)	3,2 kg	3 kg	3 kg	3,4 kg
Spannung	36 V	36 V	36 V	36 V
Nennleistung	250 W	300 W	300 W	250 W
Max. Drehmoment	55 Nm	58 Nm	58 Nm	50 Nm
Unterstützungsstufen	3	3	3	5
Rücktrittbremse möglich	Nein	Nein	Nein	Nein
Rekuperation	Nein	Nein	Nein	Nein
Maximal lieferbare Akkukapazität	252 Wh	252 Wh	252 Wh	625 Wh
Vom Hersteller verfügbare Displays	3	3	3	Ridedash Evo, Ridedash Plus
Smartphone-App / Steuerung per App	Ja	Ja	Ja	Ja
Vollautomatik möglich	Nein	Nein	Nein	Ja
Besonderheiten	Entnehmbares System	Entnehmbares System	Entnehmbares System	
URL	fazua.com			giant-bicycles.com

			Panasonic		Hersteller
	SyncDrive Pro (baugleich Yamaha PW-X2)	SyncDrive Sport (baugleich Yamaha PW ST)	GX Power	GX Power Plus	Modelle
	Nein	Nein	Nein	Nein	Zur Nachrüstung geeignet
	3,1 kg	3,4 kg	3,2 kg	3,2 kg	Gewicht (Motor)
	36 V	36 V	36 V	36 V	Spannung
	250 W	250 W	250 W	250 W	Nennleistung
	80 Nm	70 Nm	60 Nm	75 Nm	Max. Drehmoment
	5	5	4	4	Unterstützungsstufen
	Nein	Nein	Ja	Ja	Rücktrittbremse möglich
	Nein	Nein	Nein	Nein	Rekuperation
	625 Wh	625 Wh	726 Wh	726 Wh	Maximal lieferbare Akkukapazität
	Ridedash Evo, Ridedash Plus	Ridedash Evo, Ridedash Plus	1	1	Vom Hersteller verfügbare Displays
	K. A.	Ja	Nein	Nein	Smartphone-App / Steuerung per App
	Ja	Ja	Ja	Ja	Vollautomatik möglich
			Integrierte Getriebeschaltung		Besonderheiten
			eu.industrial.panasonic.com		URL

K. A. = Keine Angabe.

Übersicht Mittelmotoren

Hersteller	Panasonic	Pendix	Shimano		
Modelle	GX Ultimate	eDrive	E5000	E6100 / E6100-CRG	E7000
Zur Nachrüstung geeignet	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein
Gewicht (Motor)	3 kg	4,2 kg	2,4 kg	2,8 kg	2,8 kg
Spannung	36 V	48 V	36 V	36 V	36 V
Nennleistung	250 W	250 W	250 W	250 W	250 W
Max. Drehmoment	90 Nm	65 Nm	40 Nm	60 Nm	60 Nm
Unterstützungsstufen	4	3	3	3	3
Rücktrittbremse möglich	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein
Rekuperation	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Maximal lieferbare Akkukapazität	726 Wh	497 Wh	630 Wh	630 Wh	630 Wh
Vom Hersteller verfügbare Displays	1	Nur via Handy	SC-E6100, SC-E5000	SC-E6100, SC-E5000	SC-E7000, SC-E5000
Smartphone-App / Steuerung per App	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein
Vollautomatik möglich	Ja	K. A.	Ja	Ja	Nein
Besonderheiten	S-Pedelec-Option	Nachrüst-Motor			
URL			shimano-steps.com		

		TQ Drive			Hersteller
	EP800 / EP800-CRG	HPR 120S 25 km/h	HPR 120S 45 km/h	HPR 120S-R	Modelle
	Nein	Nein	Nein	Nein	Zur Nachrüstung geeignet
	2,6 kg	3,9 kg	3,9 kg	3,9 kg	Gewicht (Motor)
	36 V	48 V	48 V	48 V	Spannung
	250 W	250 W	500 W	920 W	Nennleistung
	85 Nm	120 Nm	120 Nm	120 Nm	Max. Drehmoment
	3	5	5	5	Unterstützungsstufen
	Nein	Nein	Nein	Nein	Rücktrittbremse möglich
	Nein	Nein	Nein	Nein	Rekuperation
	630 Wh	880 Wh	880 Wh	880 Wh	Maximal lieferbare Akkukapazität
	SC-EM800, SC-E5003	2	2	2	Vom Hersteller verfügbare Displays
	Nein	Ja/Nein	Ja/Nein	Ja/Nein	Smartphone-App / Steuerung per App
	Nein	K. A.	K. A.	K. A.	Vollautomatik möglich
			S-Pedelec-Motor	Ohne Leistungsbegrenzung	Besonderheiten
		tq-drives.com			URL

K. A. = Keine Angabe.

Übersicht Mittelmotoren

Hersteller	TranzX		Yamaha	
Modelle	M16GT / GTA	M17	PW CE	PW ST
Zur Nachrüstung geeignet	Nein	Nein	Nein	Nein
Gewicht (Motor)	3,9 kg	3,2 kg	3 kg	3,4 kg
Spannung	36 / 48 V	36 V	36 V	36 V
Nennleistung	250 / 350 W	250 W	250 W	250 W
Max. Drehmoment	65 Nm	85 Nm	50 Nm	70 Nm
Unterstützungsstufen	4	4	5	5
Rücktrittbremse möglich	Ja	Ja	Ja	Nein
Rekuperation	Nein	Nein	Nein	Nein
Maximal lieferbare Akkukapazität	601 / 418 Wh	504 Wh	600 Wh	600 Wh
Vom Hersteller verfügbare Displays	DP 16, DP29 BLE	DP 16, DP29 BLE, DP30, RC30	A, C, X	A, C, X
Smartphone-App / Steuerung per App	Ja	Ja	Ja	Ja
Vollautomatik möglich	K. A.	Ja	Ja	Ja
Besonderheiten				
URL	tranzx.com		global.yamaha-motor.com	

				ZF Micro Mobility	Hersteller
PW TE	PW-X3	X2 45	Sachs RS	Modelle	
Nein	Nein	Nein	Nein	Zur Nachrüstung geeignet	
3,4 kg	2,8 kg	3,1 kg	3,5 kg	Gewicht (Motor)	
36 V	36 V	36 V	48 V	Spannung	
250 W	250 W	500 W	250 W	Nennleistung	
60 Nm	85 Nm	80 Nm	112 Nm	Max. Drehmoment	
5	5	5	K. A.	Unterstützungsstufen	
Nein	Nein	Nein	K. A.	Rücktrittbremse möglich	
Nein	Nein	Nein	Nein	Rekuperation	
600 Wh	600 Wh	600 Wh	820 Wh	Maximal lieferbare Akkukapazität	
A, C, X	A, C, X	A, C, X	K. A.	Vom Hersteller verfügbare Displays	
Ja	Ja	Ja	K. A.	Smartphone-App / Steuerung per App	
Ja	Ja	Ja	K. A.	Vollautomatik möglich	
		S-Pedelec	S-Pedelec-Option	Besonderheiten	
				URL	

K. A. = Keine Angabe.

Übersicht Heckmotoren

Hersteller	AEG		Alber	
Modelle	EasyDrive Heck	EasyDrive+ Heck	Neodrives Z20	Neodrives Z20 RS
Zur Nachrüstung geeignet	Nein	Nein	Nein	Nein
Gewicht (Motor)	K.A.	K.A.	4 kg	4 kg
Spannung	36 V	36 V	36 V	48 V
Nennleistung	250 W	250 W	250 W	500 W
Max. Drehmoment	40 Nm	46 Nm	40 Nm	40 Nm
Unterstützungsstufen	5	5	5	5
Rücktrittbremse möglich	Ja	Ja	Nein	Nein
Rekuperation	Nein	Nein	Ja	Ja
Maximal lieferbare Akkukapazität	522 Wh	522 Wh	625 Wh	652 Wh
Vom Hersteller verfügbare Displays	Easycontrol, LCD	Easycontrol, LCD	neiMMI 20c	neiMMI 20c
Smartphone-App / Steuerung per App	Nein	Nein	Ja	Ja
Vollautomatik möglich	K.A.	K.A.	K.A.	K.A.
Besonderheiten				
URL				

	Ansmann			Bafang			Hersteller
	RM5.1/ RM5.2	RM5.4	RM9.0/ RM9.2	H300	H400B	H600	Modelle
	Ja	Ja	Ja	K. A.	K. A.	K. A.	Zur Nachrüstung geeignet
	2 kg	2 kg	2,8 kg	3 kg	3,3 kg	2,0 kg	Gewicht (Motor)
	36 V	36 V	36 V	36 / 43 V	36 / 48 V	36 / 43 V	Spannung
	250 W	250 W	250 W	250 W	250 / 350 W	250 W	Nennleistung
	35 Nm	35 Nm	60 Nm	32 Nm	45 Nm	30 Nm	Max. Drehmoment
	6	4	6	Nach Kundenwunsch			Unterstützungs- stufen
	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Rücktrittbremse möglich
	Nein	Nein	Nein	K. A.	Nein	K. A.	Rekuperation
	418 Wh	252 Wh	504 Wh	K. A.	750 Wh	615 Wh	Maximal lieferbare Akkukapazität
	LED, LCD	OLED	LCS	K. A.	5	3	Vom Hersteller ver- fügbare Displays
	K. A.	K. A.	K. A.	K. A.	K. A.	K. A.	Smartphone-App / Steuerung per App
	K. A.	K. A.	K. A.	K. A.	K. A.	K. A.	Vollautomatik möglich
							Besonderheiten
							URL

K. A. = Keine Angabe.

Übersicht Heckmotoren

Hersteller	Heinzmann			
Modelle	CargoPower RN 111	Classic	DirectPower PRA 180–25	DirectPower PRA 180–30
Zur Nachrüstung geeignet	K.A.	Ja	Ja	Ja
Gewicht (Motor)	5,1 kg	3,5 kg	4,7 kg	5,2 kg
Spannung	36 / 48 V	36 V	36 V	36 V
Nennleistung	250 / 600 W	250 W	250 / 500 W	500 W
Max. Drehmoment	113 Nm	60 Nm	60 Nm	60 Nm
Unterstützungsstufen	K.A.	2	Nach Kundenwunsch	nach Kundenwunsch
Rücktrittbremse möglich	Ja	Ja	Nein	Nein
Rekuperation	Ja	Nein	Ja	Ja
Maximal lieferbare Akkukapazität	807 Wh	486 Wh	515 Wh	515 Wh
Vom Hersteller verfügbare Displays	1	–	1	1
Smartphone-App / Steuerung per App	Ja	Nein	Nein	Nein
Vollautomatik möglich	K.A.	K.A.	K.A.	K.A.
Besonderheiten	Lastenrad-Motor, auch als Frontantrieb einsetzbar	Auch als Heckantrieb einsetzbar		S-Pedelec-Motor
URL	ebike.heinzmann.com			

	Mahle	Pendix	Schaeffler	Hersteller
	Ebikemotion X35+	eDrive IN	Free Drive	Modelle
	Nein	Nein	Nein	Zur Nachrüstung geeignet
	2,1 kg	4,6 kg	K. A.	Gewicht (Motor)
	36 V	36 / 48 V	K. A.	Spannung
	250 W	250 W	1200 W	Nennleistung
	40 Nm	70 Nm	200 Nm	Max. Drehmoment
	K. A.	3	K. A.	Unterstützungsstufen
	Nein	Nein	K. A.	Rücktrittbremse möglich
	Nein	Ja	K. A.	Rekuperation
	245 Wh	Keine (auch für Fremdakkus offen)	K. A.	Maximal lieferbare Akkukapazität
	Pulsar One	Nur via Handy	K. A.	Vom Hersteller verfügbare Displays
	Ja	Ja	K. A.	Smartphone-App / Steuerung per App
	K. A.	K. A.	K. A.	Vollautomatik möglich
	Optionaler Zweitakku		Bike-by-Wire	Besonderheiten
				URL

K. A. = Keine Angabe.

Übersicht Heckmotoren

Hersteller	SR Suntour		Stromer	
Modelle	R250 HP	R250 TA HP	Cyro Drive IG	Cyro Drive II
Zur Nachrüstung geeignet	Nein	Nein	Nein	Nein
Gewicht (Motor)	3,2 kg	3,9 kg	K.A.	K.A.
Spannung	36 V	36 V	48 V	48 V
Nennleistung	250 W	250 W	750 W	670 W
Max. Drehmoment	60 Nm	60 Nm	40 Nm	35 Nm
Unterstützungsstufen	4	4	3	3
Rücktrittbremse möglich	Nein	Nein	Nein	Nein
Rekuperation	Ja	Nein	Ja	Ja
Maximal lieferbare Akkukapazität	K.A.	K.A.	983 Wh	983 Wh
Vom Hersteller verfügbare Displays	ATS Display	ATS Display	OMNI Display	OMNI Display
Smartphone-App / Steuerung per App	Nein	Nein	Ja	Ja
Vollautomatik möglich	K.A.	K.A.	Nein	Nein
Besonderheiten		S-Pedelec-Motor	S-Pedelec-Option	S-Pedelec-Option
URL			stromerbike.com	

			TranzX		Hersteller
	Syno Drive II	Syno Sport	R 15	R 16	Modelle
	Nein	Nein	Nein	Nein	Zur Nachrüstung geeignet
	K. A.	K. A.	2,4 kg	1,95 kg	Gewicht (Motor)
	48 V	48 V	36 / 48 V	36 V	Spannung
	820 W	850 W	250 / 350 W	250 W	Nennleistung
	44 Nm	48 Nm	45 Nm	45 Nm	Max. Drehmoment
	3	4	4	4	Unterstützungsstufen
	Nein	Nein	Nein	Nein	Rücktrittbremse möglich
	Ja	Ja	Nein	Nein	Rekuperation
	983 Wh	983 Wh	396 / 418 WH	504 Wh	Maximal lieferbare Akkukapazität
	OMNI Display	OMNI Display	DP 15, DP29 BLE	DP 16, DP29 BLE, DP30, RC30	Vom Hersteller verfügbare Displays
	Ja	Ja	Ja	Ja	Smartphone-App / Steuerung per App
	Nein	Nein	K. A.	K. A.	Vollautomatik möglich
	S-Pedelec-Option	S-Pedelec-Option	S-Pedelec-Option		Besonderheiten
			tranzx.com		URL

K. A. = Keine Angabe.

Stichwortverzeichnis

A

- ABS (Fahrräder) 103
- Akku 5, 87
 - bei Hitze und Kälte 92
 - Diebstahlgefahr 91
 - gefälschter 94
 - leer 55
 - Platzierung 90
- Alarmanlagen an
 - Pedelecs 118
- Alltagsfahrer 13
- Amperestunden 88
- Antiblockiersystem 60, 103
- Antriebskonzepte 66
- Antriebssystem 80
- Apps für Pedelecfahrer 120
- Auflaufbremse 47
- Auslaufmodelle 42
- Außenanschlag
 - einstellen 135

B

- Batso 94
- Batso-Siegel 29
- Baumarkt 43
- Bauteile austauschen 147
- Beleuchtung 39
 - Probleme 150
- Betriebsspannung 83
- Bewegungssensor 72
- Billig-Pedelecs 43
- Blick über die Schulter 109
- Bremsen 100
 - justieren und
 - reparieren 132
 - sicheres 108
- Bremshebel einstellen 130

Bremsklötze 133

Bremszüge 132

Brennstoffzellen 95

Bügelschlösser 116

E-Dreirad 15

E-Gravelbikes 11, 21

E-Hollandrad 15

Einbahnstraßen 106

Einbremsen bei Scheibenbremsen 108

Elektroantrieb 53

– nachrüsten 84

Elektro-Faltrad 11

E-Mountainbikes 11

Enduro-Bikes 11

Energiesparend fahren 110

E-Rennrad 12

Ersatzakkus 55

Ersatzbatterien 94

E-Stadtrad 13

– mit Kindersitz 14

E-Tandem 15

D

- Design-Pedelecs 11
- Diamantrahmen 17
- Dichtmilch 37
- Diebstahlschutz 113
- Discounter 43
- Display 96
 - Probleme 148
- Drahtreifen 35
- Drehmoment 65, 72, 82
- Drehsensor 71
- Dreirad 22
- Dynamo 40

F

- Fahren, vorausschauendes 107
- Fahrradhelm 47
- Fahrradschlösser 115
 - mit Sirenen 118
- Fahrradtouren 122
- Fahrradträger 123
- Fahrradtyp 20
- Fahrradversicherung 120
- Faltreifen 35
- Faltschlösser 117
- Fehlercodes 151
- Fehlersuche 127
- Felgenbremsen 101
 - warten 133
- Felgendurchmesser 24
- Fremdkörperschutz 99

E

- E-Bike
 - Definition 56
 - mit Anhänger 14
 - Nachteile 55
 - ready 33
 - transportieren 123
 - Vorteile 54
- E-Bike-Reifen 33

Frontmotor 67, 153
Führerschein 58, 62

G

G-2-Bildschirme 148
Gangschaltungen 74
Garantien der Hersteller 45
Gebrauchtkauf 44
Geschwindigkeitssensor 72, 149
Gepäckträgerakkus 91
Geräuschentwicklung 43
gesundheitliche Einschränkung 14
Gewährleistung 45
Global Positioning System (GPS) 119
Gravelbikes 21
Grundreinigung 144

H

Händler vor Ort 28
Hausratversicherung 120
Heckantrieb 68
Helme
– für S-Pedelecs 49
– im Test 48
Helmmaterial 49
Helmpflicht 62
Hinterradmotor 68
Höchstgeschwindigkeit 57
– erlaubte 62
Hybrid-Pedelecs 26

I

Innenanschlag
einstellen 135

K

Kauf eines E-Bikes 9
Kette
– warten 140
– wechseln 140
Kettenantrieb 73
Kettennietendrücker 141
Kettenschaltung 75
– warten 135
Kettenschlösser 117
Kettenzustand 140
Kinder 15
Kinderanhänger 41, 46
Klappräder 22
Klein-Kraftrad 58, 62
Kodierung von Pedelecs 115
Kompakträder 22
Kraftfahrzeug, Definition 59
Kraftmoment 72
Kriterien, Kaufentscheidende 31
Kugel-Nabenschaltung 77

L

Laden am Arbeitsplatz 89
Ladezyklen 92
Lagesensor 72
Lasten-E-Bike 14
Lastenfahrer 13
Lastenräder 22
LCD 96
LEDs 40
Leichtmofa 58, 62
Lenker und Bedienelemente
einstellen 130
Lernzyklen bei Akkus 93
Licht 39
Liegeräder 22
Lithium-Ionen-Batterien 87

M

Memory-Effekt 87
Mips 48
Mittelmotor 66, 156
Mofa 62
Montageständer 128
Motorunterstützung 5, 62
Mountainbikes 21
Multimeter 150

N

Nabenschaltungen 76
Nachrüstsatz 84
Navigationsfunktion 98
Neigung des Sattels 130
Nickel-Metallhydrid-Akkus 87

O

Onlineshops 27
Ortungssysteme 119

P

Pannensicherheit 38
Panzerkabelschlösser 117
Pedelec 54
– auf Flugreisen 124
– Definition 56
– flattert 32
– in der Bahn 123
– in Fernbussen 123
– mieten 124
– mit Carbonrahmen 19
Pedelec-Kursangebote 111
Pedelec-Markt 50
Pendler 10
Power Tube 91

Preisunterschiede 42
Prüfsiegel 29

R

Radwege 106
Radwegnutzung 62
Rahmenhöhe 23
Rahmennummer 45, 114
Rahmenschloss 74, 118
Reifen 33, 34
– schlauchlose 36
– wechseln 137
Reifenheber 138
Reifenprofil 35
Rekuperation 110
Renn-Pedelecs 21
Rennräder 21
Riemenantrieb 73
Rollwiderstand 34
Rücktrittbremsen 101

S

Sattel 24
– einstellen 130
– geschlechtsspezifischer 25
Sattelformen 24
Schalten 110
Schaltkäfig 135
Schaltröllchen 141
Schaltunterstützung,
elektrische 78
Scheibenbremsen 102
– warten 133
Schlafmodus (Akku) 93
Schlauch wechseln 137
Schnellladung 94
Schutzklasse (Displays) 99

Schweizer Klasse (siehe
S-Pedelec)
Senioren 15
Sensoren 64, 71
Sitzhöhe 131
Sitzknochenabstand 26
Sloping-Rahmen 17
Smartphone 98
Softwareupdate 145
S-Pedelec 11
– Definition 57
Speichenmagnet
verrutscht 149
Spikes 36
Spiralkabelschlösser 118
Sportler 11
Stadtrad 15, 20
Steuereinheit 96
SUV-E-Bikes 12

T

Tandem 22
Textilmantelschlösser 117
TFT-Displays 97
Tiefeinsteiger 16
Tiefeinsteigerrahmen 32
Touren-E-Bike 10, 13
– mit Kindersitz 14
Tourenfahrer 12
Tourenräder 20
Trapezrahmen 18
Trekking 20
Trekking-E-Bike 12
Treppen 55
Trommelbremsen 132
tubeless 36
Tuning-Bausätze 143

U

Umschlingungswinkel der
Kette 135
Umwerfer 135
– einstellen 136
Unfallforschung 59
Unterstützungsstufen 65
Urlaub mit Pedelec 7, 122

V

Verkehrsregeln 106
Verkehrssicherheit 23
Verreisen mit E-Bike 122
Versicherung 62
Versicherung gegen
Diebstahl 120
Vierkolbenbremsen 102
Vorderradmotor 67
Vorführmodelle 42

W

Waschen 143
Wasserfestigkeit 99
Wattstunden 88
Werkzeug 128
Werkzeugkasten für
E-Bikes 129
Winter 36
Wo kaufen 27

Z

Zahnriemen 73
Zubehör 46
Zweikolbenbremsen 102
Zweiräder registrieren
lassen 114

Bildnachweis: Abus (115, 118); ADFC/Marcus Gloger (124); ADFC/Schabacher (113); Apollo Vredenstein B.V. (33); Bloks. GmbH (64); Bosch (65, 96, 99, 103, 106); Bosch/Maarten de Groot Photography (82); Bosch/Ralph Klohs Photographie (100); Busch & Müller KG/Thomas von der Heiden (41); Centurion (16); Continental Reifen Deutschland GmbH (36); croozer (46); Derby Cycle (66, 67, 68); Fahrer Berlin GmbH (90, 91); feddz/Henry M.Linder (58); flyer-bikes (52, 122); Gates Corporation (73); Getty Images/Alloy/Robert Niedring (80); Getty Images/iStockphoto/Piksel (84); Getty Images/LOOK/Jan Greune (109); Getty Images/nullplus (108); Go Swiss Drive (97); Gregor Bresser (30, 117); haibike (42); haibike/Martin Erd (75, 104); Kalkhoff Bikes (23); Kalkhoff Bikes/Ralph Wagner (43); Mahle GmbH (69); Marcus Gloger (145); Merida (56); Messe Friedrichshafen/Felix Kästle (8); NCTE (71); NuVinci Cycling/Johannes Poettgens (77); NuVinci Cycling/Oliver Farys (57, 76); Pendix GmbH (85, 79); pressedienst-fahrrad GmbH (131);

Quantor Bikes/KW Sports GmbH (19); Ralph Kaiser, Michael Haase (129, 132–133, 135–142, 144, 148–149, 151); Riese & Müller (55); Schaeffler Technologies AG & Co. KG (70); Schwalbe (Ralf Bohle GmbH) (38); Shimano Europe (88, 102); Sqlab/Jan Greune (26); Stiftung Warentest/Andreas Labes (93, 125); Stiftung Warentest/H. Noll (29); Stiftung Warentest/Ralph Kaiser (48); Supernova Design GmbH/ David Schultheiß (40); Superpedestrian (86); UDV – Unfallforschung der Versicherer (59); Urtze/Emotion (20, 21 l.); Urtze/BH (21 r., 101); VCD e.V./Markus Bachmann (111); vivax (17, 18, 27); Volker Martin/www.winora.de | pd-f (12); Wayhome Studio/stock.adobe.com (126); winora/Dennis Stratmann (81); www.cannondale.com | pd-f (11); www.flyer-bikes.com | pd-f (13); www.pd-f.de/Florian Schuh (14); www.pd-f.de/Sebastian Hofer (15); www.stevensbikes.de | pd-f (10); Zweirad-Industrie-Verband e.V. (50)

Die Stiftung Warentest wurde 1964 auf Beschluss des Deutschen Bundestages gegründet, um dem Verbraucher durch vergleichende Tests von Waren und Dienstleistungen eine unabhängige und objektive Unterstützung zu bieten.

Wir kaufen – anonym im Handel, nehmen Dienstleistungen verdeckt in Anspruch.

Wir testen – mit wissenschaftlichen Methoden in unabhängigen Instituten nach unseren Vorgaben.

Wir bewerten – von sehr gut bis mangelhaft, ausschließlich auf Basis der objektivierten Untersuchungsergebnisse.

Wir veröffentlichen – anzeigenfrei in unseren Büchern, den Zeitschriften test und Finanztest und im Internet unter www.test.de.

2. Auflage

© 2021 Stiftung Warentest, Berlin

© 2021 Stiftung Warentest, Berlin (gedruckte Ausgabe)



Stiftung Warentest
Lützowplatz 11–13
10785 Berlin
Telefon 0 30/26 31–0
Fax 0 30/26 31–25 25
www.test.de
email@stiftung-warentest.de

USt-IdNr.: DE136725570

Vorstand: Hubertus Primus

Weitere Mitglieder der Geschäftsleitung:

Dr. Holger Brackemann, Julia Bönnisch, Daniel Gläser

Alle veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Die Reproduktion – ganz oder in Teilen – bedarf ungeachtet des Mediums der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlags. Alle übrigen Rechte bleiben vorbehalten.

Programmleitung: Niclas Dewitz

Karl-Gerhard Haas ist Technikjournalist und in allen Themen bewandert, die mit elektrischem Strom und Elektronik zu tun haben. Sein Fachwissen gibt er in anschaulicher Weise als Autor zahlreicher verständlich geschriebener Technikratgeber und -artikel weiter.

Felix Krakow führt ein Leben auf zwei Rädern: Egal ob privat oder beruflich, der Diplom-Journalist ist praktisch immer auf dem Fahrrad und für das Fahrrad unterwegs. Seit mehr als zehn Jahren schreibt er vor allem für Special Interest Magazine über Fahrräder aller Art, darunter viele Jahre lang für das Magazin „ElektroBIKE“. Privat sitzt der Mann aus dem Rheinland allerdings in der Regel auf unmotorisierten Fahrrädern.

Autoren: Karl-Gerhard Haas, Felix Krakow

Projektleitung/Lektorat: Uwe Meilahn, Alexandra Germann

Mitarbeit: Merit Niemeitz

Korrektorat: Katharina Hellriegel-Stauder, Berlin

Titelentwurf: Christian Königsmann

Layout: Büro Brendel, Berlin

Grafik, Satz: Phillip Hailperin, Berlin

Bildredaktion: Barbara Pütter, Stephan Scholtz, Hamburg; Phillip Hailperin, Berlin

Litho: tiff.any, Berlin

Herstellung: Yuen Men Cheung, Vera Göring, Catrin Knaak, Merit Niemeitz, Martin Schmidt, Johannes Tretau

ISBN: 978-3-7471-0471-2 (gedruckte Ausgabe)

ISBN: 978-3-7471-0497-2 (gedruckte Ausgabe)

Der große E-Bike-Ratgeber

Ein Pedelec ist eine teure Anschaffung, deshalb sollte es das richtige Modell für lange Fahrerfreude sein. Was Sie von Akkutechnik über Motoren bis Verkehrsregeln wissen sollten, steht in diesem Buch.

- ▶ **E-Bikes für alle Fälle:** Ob Pendler, Sportler oder Lastenfahrer – finden Sie Ihren idealen Pedelec-Typ
- ▶ **Das passende Modell:** Alle Rahmenformen und Motorenmodelle im großen Vergleich
- ▶ **Ein E-Bike kaufen:** Den richtigen Antrieb finden, alles über Motoren und Akkupacks wissen, die richtige Gangschaltung und gute Bremsen auswählen
- ▶ **Im Alltag und auf Reisen:** Was Sie im Straßenverkehr, beim Transport und bei der Technik beachten müssen
- ▶ **Pflege und Wartung:** Wie Sie selbst für ein langes Pedelec-Leben sorgen – und wann Sie besser zum Service fahren

