

Basistext E-Bikes: Strom auf allen Wegen

von bb - Donnerstag, 5. Juni 2014

https://www.pd-f.de/2014/06/05/7491_basistext-e-bikes-strom-auf-allen-wegen/



[pd-f/hdk] Mittlerweile rollen über drei Millionen Elektrofahräder auf Deutschlands Straßen und Radwegen – etwa jedes siebte 2016 verkaufte Rad besitzt einen elektrischen Zusatzantrieb. Als Oberbegriff hat sich das Wort [E-Bike](#) eingebürgert, es gibt jedoch Unterschiede in Bauweise und Funktionsprinzipien. Der pressedienst-fahrrad erklärt umfassend Details und Hintergründe des Branchenmotors.

Antriebskonzept Pedelec

Mit Abstand am weitesten verbreitet ist das Prinzip [Pedelec](#) (von engl. Pedal Electric Cycle): Unterstützt wird nur, wer kurbelt. Über 95 Prozent aller kurz „E-Bikes“ genannten Räder funktionieren auf diese Weise. Zum Antrieb gehört ein Drehmomentsensor, der misst, wie viel Kraft der Radler auf das Pedal gibt. „So erkennt das Rad zum Beispiel: Es geht bergan, Unterstützung ist willkommen – oder man pedaliert locker vor sich hin und braucht lediglich etwas Rückenwind“, erklärt Anja Knaus vom schweizerischen Pedelec-Pionier [Flyer](#) (www.flyer.ch) den Effekt.

Bei den meisten Pedelec-Antrieben lässt sich die Stufe der Unterstützung auswählen. Die kleinste Stufe ist hier der kaum spürbare Schub mit geringstem Verbrauch, die höchste Stufe hingegen bringt schnell Maximalunterstützung und zehrt dementsprechend am Energievorrat.

In der Regel verfügen Pedelecs über eine sogenannte Schiebehilfe: Ein Knopf oder Hebel „beschleunigt“ das Rad ohne weiteres Zutun auf Schrittgeschwindigkeit. Maximal 6 km/h sind erlaubt. Die Tretunterstützung der Pedelecs geht bis 25 km/h. Sie sind somit rechtlich als Fahrräder eingeordnet – es bedarf also weder eines Führerscheins, Nummernschilds, Helms noch Mindestalters.

Sonderfall S-Pedelec

Im Funktionsprinzip identisch mit Pedelecs sind die „S-Pedelecs“ – aber sie sind schneller. S-Pedelecs, auch „offene Klasse“ genannt, unterstützen auf Wunsch bis zu 45 km/h. „Das macht sie rechtlich zu Kleinkrafträdern – weshalb andere Regeln gelten und sie sich auch äußerlich leicht von Pedelecs unterscheiden müssen, so sind gelbe Seitenstrahler und Rückspiegel Pflicht“, verdeutlicht Peter Horsch, Produktmanager beim Weiterstädter Hersteller [Riese & Müller](http://www.r-m.de) (www.r-m.de). Die Schiebe- bzw. Anfahrhilfe des S-Pedelecs bringt es teilweise auf bis zu 20 km/h, ohne dass man treten muss. Zum Betrieb eines S-Pedelecs ist ein Mofa-Führerschein ebenso nötig wie ein Versicherungskennzeichen. „Außerdem gilt die Helmpflicht; wobei sich die StVO derzeit darüber ausschweigt, was ein geeigneter [Helm](#) ist“, umschreibt Torsten Mendel von [Abus](http://www.abus.de) (www.abus.de) die Lage. „Demnach kann ein hochwertiger Fahrradhelm, der auch von Radsportlern getragen wird, die ja bergab mühelos Geschwindigkeiten von über 45 km/h erreichen, als geeignet angesehen werden. Nur ganz ohne Helm geht nicht.“ Die Radwegbenutzung ändert sich bei schnellen Pedelecs ebenfalls und sorgt nicht selten für Verwirrung. Innerorts muss man auf der Straße fahren, außerorts auf dem Radweg – so er vorhanden ist. Zu beachten ist außerdem: Umbauten dürfen am S-Pedelec nicht mehr so einfach wie am Fahrrad und Pedelec vorgenommen werden, sondern müssen dem Fahrzeugschein entsprechen, wie es auch beim Motorrad üblich ist – die Stichworte lauten Anbauerlaubnis (ABE) oder TÜV-Eintrag nach Teilegutachten gemäß StVZO, einzuholen vom Hersteller des Produktes. Dies betrifft insbesondere äußere, die Abmessungen des Fahrzeugs verändernde Komponenten wie Lenker und Reifen. Im Zweifel sollte der Hersteller zu passenden Produktalternativen befragt werden. Reifen müssen zudem ein Mindestprofil aufweisen. Hersteller konstruieren mittlerweile Produkte mit expliziter Freigabe für diese Gattung – siehe hierzu z. B. die Grafik der Firma [Schwalbe](http://www.schwalbe.com) (www.schwalbe.com).

Antriebskonzept E-Bike

Streng genommen wäre „E-Bike“ die korrekte Bezeichnung für Fahrräder, deren Antrieb mit einem „Gasgriff“ gesteuert wird, die also auch ohne Pedalieren ihre Maximalleistung abgeben. Dabei kann es sich wie beim Motorrad um einen Drehgriff handeln; aber auch Hebel, wie man sie von der Schaltung kennt, sind in Verwendung. Die Gesamtzahl dieser Räder ist jedoch relativ gering und nimmt weiter ab, seit sich das Prinzip Pedelec durchgesetzt hat. E-Bikes sind wie S-Pedelecs Kleinkrafträder, solange sie nicht mehr als 20 km/h fahren. Schnellere E-Bikes gelten als Elektro-Motorroller.

Motorpositionen

Unabhängig von Art und Grad der Unterstützung unterscheidet man zwischen den verschiedenen Positionen des Elektromotors. Drei grundlegende Versionen finden sich am Markt: Der **Vorderradnabenmotor** bietet den Vorteil, dass sämtliche Schaltungen verwendet werden können (z. B. [Winora](#) „C2 AGT“ mit TranzX-Motor, ab 1.999 Euro, www.winora.de). Ein weiterer Vorteil findet sich oft im Preis dieser Räder, da man häufig reguläre Fahrradrahmen nutzen kann, sich also die Entwicklung in Grenzen hält. Die fahrdynamischen Eigenschaften sind jedoch umstritten, weil gerade bei aufrechter Sitzposition am Vorderrad die für den Antrieb nötige Traktion fehlen, das Rad folglich durchdrehen kann und das zusätzliche Gewicht am Vorderrad das Handling des Rads erschwert.

Der **Nabenmotor am Hinterrad** ist weiter verbreitet, lässt er sich doch verhältnismäßig leicht in Fahrradkonzepte (z. B. Federung) integrieren. Er begrenzt jedoch die Schaltungswahl auf Kettenschaltungen – oder Rahmengetriebe. Das Handling und die Unterstützung des Antriebs werden im Gegensatz zum Frontrahmenmodell als angenehmer beschrieben, da wie gewohnt das Hinterrad angetrieben wird (Beispiele: [Koga](#) „E-Xtension“ mit Ultra Torque-Antrieb, ab 2.799 Euro, www.koga.com, [Velotraum](#) „VK01“ mit Neodrives-Motor, 3.490 Euro, www.velotraum.de, oder Flyer Vollblut mit Panasonic-Motor, ab 3.290 Euro). Die starke Hecklastigkeit des Hinterradnabenmotors ist jedoch deutlich spürbar und von Nachteil bei sportlicher Verwendung.

Am häufigsten anzutreffen ist der **Mittelmotor**. Als Vorreiter gilt hier der Antrieb von Panasonic, wie ihn Pedelec-Pionier Flyer aus der Schweiz seit zwölf Jahren und mittlerweile in fünfter Generation verbaut (Beispiel Flyer „C-Serie“, ab 2.290 Euro). Seit drei Jahren ist auch die Firma Bosch mit immensem Erfolg in diesem Feld vertreten (Beispiele: [Blue Label](#) „Wave hybrid“, ab 2.399 Euro, [www.r-m.de/bluelabel](#), [Felt](#) „QXe90-EQ Women“, 2.649 Euro, [www.felt.de](#) oder [Haibike](#) „Xduro Cross SL“, 2.499 Euro, [www.haibike.de](#)). Der Antrieb sitzt an der Tretkurbel, also tief und mittig, wo sich das Mehrgewicht am wenigsten auf die Handhabung des Rads auswirkt. Mittelmotoren ermöglichen Naben- und Kettenschaltungen gleichermaßen, letztere allerdings bisher nur mit einem Kettenblatt, wohin aber der Trend der Kettenschaltung im Impulse gebenden Mountainbikesport ohnehin geht (vergleiche [Sram](#) X01, XX1 und X1, [www.sram.com](#)).

Akkupositionen

Je nach Antriebs- oder Rahmendesign verwenden die Hersteller hauptsächlich vier verschiedene Punkte für die Akkumontage. Am Gepäckträger (z. B. Flyer „B-Serie“, ab 2.890 Euro oder Felt „Verza e30“, 2.599 Euro) fühlt sich das Zusatzgewicht wie Gepäck an, der Schwerpunkt liegt recht hoch. Ein im Hauptdreieck verbauter Akku hat einen niedrigeren, mittleren Schwerpunkt und garantiert somit besseres Handling (z. B. Riese & Müller „Delite hybrid II“, ab 3.999 Euro). Ähnliches gilt für Akkus zwischen Sattelrohr und Hinterrad, wie sie für den Panasonic-Antrieb Flyer (z. B. Flyer „C-Serie“) typisch sind. Hierdurch wird allerdings der Radstand länger, was Laufruhe bringt und Agilität vermindert. Bei wenigen Modellen ist der Akku „versteckt“ im Hauptrahmen (z. B. Koga „E-Tour“, 2.999 Euro).

Akkus und Aufladen

Geladen wird der Akku des E-Rads einfach an der Steckdose. Dafür lässt er sich bei den meisten Modellen herausnehmen. Je nach System und Kapazität dauert eine Ladung zwischen zwei und sechs Stunden. „Moderne Energiespeicher sind Lithium-Ionen-Akkus, die sich wesentlich einfacher als ihre Vorfahren handhaben lassen“, erklärt Anke Namendorf von Koga. „Sie haben einen Schutz gegen Tiefentladung und keinen Memory-Effekt mehr. So sind Teilladungen zwischendurch möglich.“ Für Vielfahrer, etwa Reiseradler und Pendler, empfiehlt Namendorf einen zweiten Akku – oder ein zweites Ladegerät, das ist billiger und lässt sich umstandslos etwa am Arbeitsplatz deponieren.

Die Kosten für eine Akkuladung fallen je nach Kapazität des Systems und örtlichem Strompreis unterschiedlich aus. Als Richtwert lässt sich mit zehn Eurocent rechnen.

Rekuperation: Laden beim Fahren und Bremsen

Die Energierückgewinnung durch „Motorbremse“ (Rekuperation) wird bei Zügen und Elektroautos eingesetzt und ist auch beim E-Rad theoretisch denkbar, praktisch aber kaum zu finden. „Bei den weit verbreiteten Mittelmotoren ist Rekuperation technisch nur mit sehr großem Aufwand umsetzbar; bei Nabenmotoren aber durchaus möglich“, erklärt Christian Malik von Haibike aus Schweinfurt.

Technisch sei noch wesentlich mehr machbar, erklärt Branchenkenner Hannes Neupert von Extra Energy e. V. ([www.extraenergy.org](#)), allerdings sei bei der Entwicklung heute verbreiteter Produkte (Motor, Leistungselektronik und Batterie) kein Wert auf eine wirkungsvolle Rekuperation gelegt worden. Die Investitionen in die notwendige Leistungselektronik gelten bisher als nicht effektiv verkaufsfähig. „Dass es sich lohnen kann, das Thema Rekuperation nicht nur als Bremse, sondern auch zur Optimierung des menschlichen Wirkungsgrades zu betrachten, zeigt der neue italienische Antrieb ‚Bike+‘, der je nach Wirkungsgrad des Menschen entweder mechanische Energie in Strom umwandelt und in der Batterie zwischenspeichert oder den Menschen dann unterstützt, wenn der menschliche Wirkungsgrad in einem schlechten Bereich ist“, so Neupert weiter. Speziell auch bei „serienhybriden Pedelecs“ (Elektorräder ohne mechanische Übertragung der Muskelkraft) erwartet Neupert wegweisende Innovationen.

Reichweiten

„Die Frage nach der Reichweite einer Akkuladung beim E-Bike bekommen wir sehr oft gestellt. Sie ist aber stark überbewertet“, gibt Paul Hollants, Geschäftsführer des Liegeradherstellers [HP Velotechnik](http://www.hpvelotechnik.com) (www.hpvelotechnik.com) zu Protokoll. Der Verbrauch des Elektroantriebs hänge nämlich sehr stark von äußeren Faktoren ab: gewählter Unterstützungsmodus, Fahrstil, Topografie, Systemgewicht und Aerodynamik. „Ein schwerer Fahrer mit Gepäck bekommt einen S-Pedelec-Akku unter Vollast in 20 Kilometern leer“, stellt Hollants klar. Eine leichte FahrerIn mit Wunsch nach seichtem Gegenwind-Ausgleich könne mit demselben Akku durchaus 100 Kilometer weit kommen. Orientierung beim Kauf bietet die Angabe der Wattstunden (Wh). Je höher dieser Wert ist, desto mehr Energie kann gespeichert werden und umso weiter kommt man.

„Ein interessanter Aspekt der Reichweitenüberlegung ist übrigens, dass die Hälfte aller im Alltag zurückgelegten Wege kürzer als fünf Kilometer ausfällt“, berichtet Andreas Hombach vom Infrastrukturspezialisten [wsm](http://www.wsm.eu) (www.wsm.eu).

Akku-Handhabung und -Pflege

Die Energiespeicher von E-Rädern sollten nicht unbeaufsichtigt geladen werden. „Beim Parken und Laden müssen die Räder außerdem vor extremen Temperaturen und direkter Sonneneinstrahlung Schutz erhalten“, rät Heiko Böhle, Produktmanager bei Felt. Meist wird eine Umgebung von null bis 40 °C empfohlen. „Die ideale Temperatur für Fahren und Lagern liegt zwischen 5 und 20 °C“, so Böhle weiter. Es darf außerdem nur das originale Ladegerät und dieses niemals in feuchten Bedingungen verwendet werden.

„Die Akkutechnik ist inzwischen genauso sicher wie bei anderen Geräten, die Lithium-Ionen-Akkus verwenden: Mobiltelefone, Akkuschauber, Notebooks. Lediglich der Energiegehalt ist entsprechend größer. Der Akkuhersteller trägt durch

die Ladeelektronik und Akkukonstruktion dafür Sorge, dass von der verwendeten Technik keine Gefahr für den Anwender ausgeht. Dies muss auch in unabhängigen Tests überprüft und nachgewiesen werden. Deshalb ist es so wichtig, ausschließlich Originalzubehör zu verwenden und der Betriebsanleitung Folge zu leisten“, weist Peter Horsch auf ein häufiges Problem hin. Sollte ein Akku ausgetauscht werden müssen, wendet man sich am besten an den Fachhändler oder direkt an den Hersteller. Anja Knaus von Flyer gibt noch einen Tipp für Reisen mit E-Velos: „Im Gegensatz zu Laptop-Akkus gelten Pedelec-Akkus als Gefahrgut, sie dürfen daher nicht in Passagierflugzeugen mitfliegen. Der Transport in Auto und Zug ist hingegen absolut unkritisch.“

Beleuchtung an Pedelecs und Co.

Seit der Gesetzesnovelle des §67 der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) zum 1. August 2013 ist für Fahrräder und somit ebenso für Pedelecs die Speisung der [Beleuchtung](#) durch einen Akku zulässig. „Auch Elektroräder dürfen somit auf generative Energiequellen wie Dynamos verzichten“, berichtet Guido Müller vom Beleuchtungsspezialisten [Busch & Müller](http://www.bumm.de) (www.bumm.de). Das sei durchaus sinnvoll, da der große Akku des Antriebs selbst im „leergefahrenen“ Zustand immer noch für mehrere Stunden Licht biete. Im Umkehrschluss bedeute das aber auch, so Müller, dass Frontscheinwerfer und Rücklichter besondere Anforderungen erfüllen müssen (z. B. Systemspannung) – sie sollten daher vom Fachmann montiert werden. Über die aktiven Lichtquellen hinaus müssen Pedelecs übrigens über die beim Fahrrad obligatorischen elf Rückstrahler verfügen (einer an der Front, zwei am Heck, je vier an den Pedalen und in den Speichen/alternativ Reflexstreifenreifen).

Antriebe zum Nachrüsten

Es gibt eine wachsende Anzahl von Elektromotoren zum Nachrüsten am Markt. Doch was im ersten Moment nach einer cleveren Idee klingt, erweist sich bei näherer Betrachtung als komplizierter: Wer einen Zusatzantrieb an ein Fahrrad baut, wird automatisch zum Hersteller und haftet für die Konstruktion, egal ob Radladen oder Privatperson. „In jedem Falle muss der Hersteller des Fahrrads befragt werden, ob er ein Nachrüsten am entsprechenden Modell zulässt“, betont Stefan Stiener von der Manufaktur Velotraum (www.velotraum.de). Velotraum passt sowohl Alltags- und Reiseräder wie auch Pedelecs an individuelle Wünsche und ergonomische Bedürfnisse an, was vor allem Vielfahrern wichtig ist. Generell sei ein Nachrüsten des Antriebs nur bei sehr hochwertigen Fahrrädern anzuraten, denn günstige Komponenten wie zum Beispiel Laufräder und Bremsen sind möglicherweise nicht für die höheren Belastungen geeignet.

Transport von Gütern und Kindern

Es liegt auf der Hand, dass Elektrounterstützung sich hervorragend für Lastenräder anbietet, der Markt zeigt diverse Varianten. „Ebenso eignen sich Pedelecs sehr gut zum Ziehen von Fahrradanhängern“, beschreibt Anne Richarz von Zweipluszwei, dem Kölner Vertrieb der [Croozer](http://www.croozer.de)- und [Bob](http://www.bobtrailers.de)-Anhänger. Doch gibt sie zu bedenken, dass die Geschwindigkeiten viel höher sind als beim Fahrrad ohne Motor. „Das Fahrverhalten des Anhängers und auch das Bremsverhalten des gesamten Gespanns verändert sich dadurch. Fahrer müssen stark Rücksicht darauf nehmen.“

Bei E-Rädern mit Nabenmotor im Hinterrad ist möglicherweise die übliche Montage eines Anhängers an der Achse verboten. Informationen hierzu finden sich beim Hersteller. „Die Montage sollte in jedem Falle vom Fachhändler übernommen werden“, betont Richarz.

Ein weiterer Hinweis ist Anne Richarz wichtig: „S-Pedelecs und E-Bikes mit Gasgriff sind nicht für den Kindertransport freigegeben, weder im Anhänger, noch im Kindersitz!“ Für Körbe und andere fest montierte Erweiterungen wie z. B. Lastenanhänger bedarf es bei diesen Fahrzeugen immer einer Anbauerlaubnis. Packtaschen lassen sich jedoch sowohl technisch als auch rechtlich wie gewohnt verwenden – E-Bikes mit Akkus im Gepäckträger bieten diese Möglichkeit ebenfalls.

Sonderfälle bei E-Spezialrädern

Liebhaber und Nutznießer von Radkonzepten abseits der breiten Masse kommen beim Elektroantrieb voll auf ihre Kosten. **Falträder** mit E-Motor beispielsweise bieten neben ihren Kernqualifikationen Packmaß und leichte Verstellbarkeit auch im Urlaub oder beim Pendeln mit der Bahn den Komfort des Rückenwinds aus der Steckdose. „Einziger Kompromiss freilich ist das zum einfachen Transport nicht ganz ideale Gesamtgewicht eines Pedelecs“, erklärt Fachjournalist und Faltradbuch-Autor Gunnar Fehlau. Kompromisse an dieser Stelle würden zulasten der Leistung oder Reichweite gehen. Vertreter dieser Art wären das Flyer „Faltrad Deluxe“ (2.290 Euro) oder Winoras „fold:exp 3-G Nexus“ (1.599 Euro).

Die Gattung der **Liegeräder** ist bekannt für die ergonomisch-entspannte Sitzposition, was sie zum Genussreiserad prädestiniert. Immer beliebter werden hier die dreirädrigen Modelle, die sich aufgrund ihres stabilen Standes auch für Reha-Zwecke eignen. „Beide Einsatzzwecke, Reise und die Rückgewinnung der eigenen Mobilität, profitieren immens vom Elektroantrieb“, erklärt Paul Hollants von HP Velotechnik. Bauartbedingt können die Trikes zwei weitere Vorteile ausspielen: Beim Einsatz der Elektrotechnik wächst die Durchschnittsgeschwindigkeit, umso wichtiger wird die Aerodynamik. Da haben Liegeräder einen Vorteil. Bei den Dreirädern kommt hinzu: Konstruktionsbedingt lässt sich optional ein zweiter Akku völlig problemlos symmetrisch unter dem Sitz anbringen. Das verdoppelt auf einen Schlag die Reichweite (erhältlich im Baukastensystem zum Aufpreis von 800 Euro).

Und auch zu mehreren auf dem Rad kann man die Elektrounterstützung nutzen – bei **Tandems** fügt sich das Mehrgewicht des Antriebs ähnlich wie bei Liegerädern besser ins System ein. Flyer offeriert mit dem „Tandem Deluxe“ drei Ausstattungen ab 4.790 Euro. Der Panasonic-Mittelmotor sitzt hier an der vorderen Tretkurbel, am Heck verrichten wahlweise Shimano-Kettenschaltung

oder Nabenschaltungen von Nuvinci bzw. [Rohloff](#) ihren Dienst. Das [Tandem](#) ist als Herren- und Tiefeinsteigerrahmen erhältlich.

Infrastrukturelle Vorreiter – Verkehr der Zukunft

E-Bikes verändern die Branche nachhaltig: Fahrradhersteller werden zu Fahrzeugherstellern; die Firmen haben mit neuen Techniken und auch anderen Finanzvolumina zu tun. Wichtiger für die Allgemeinheit sind aber die Veränderungen im Stadtbild und der individuellen Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmer. Denn E-Radler sind nicht nur schneller unterwegs als Radfahrer, sie sind oftmals zusätzlich zu den Radfahrern auf der Straße, denn sie motivieren Nutzer anderer Verkehrsmittel zum Umstieg auf zwei Räder. Ihre steigende Zahl steht also ganz direkt für das Wachstum des Radverkehrs. „Dies alles ruft natürlich nach Änderungen der Grundvoraussetzung, sprich der Infrastruktur“, schlussfolgert Andreas Hombach von wsm. Ein paar Pilotprojekte machen derzeit in Deutschland von sich reden. Im Gegensatz zu herkömmlichen Radfern- und -wanderwegen steht hier nicht die touristische, sondern vielmehr die alltägliche Nutzung des Rads im Fokus, zumeist sind dies klassische Pendelstrecken mit mehr als fünf Kilometern Länge. So werden Ballungsgebiete durchzogen oder Vororte mit Innenstädten verbunden. Hierbei bekommen Pedelecs, Transporträder und Gespanne mit Hänger ausreichend Platz. „So helfen Radschnellwege auch beim Umstieg vom Auto auf das Fahrrad.“ Daher gestalten sich die Kriterien anders, weiß Hombach: „Es geht vor allem um den Verkehrsfluss, also grüne Wellen bei Ampeln, oder gleich das Umgehen von Kreuzungen, etwa durch Brücken oder Unterführungen.“ Vorbilder für Strecken dieser Art existieren reichlich in Holland und Dänemark – und auch in Deutschland finden sich erste Ansätze: In seiner Heimat NRW seien derzeit fünf solcher Schnellwege in Planung, berichtet Hombach, zwei in Ostwestfalen und drei im Rheinland.

Als erste nutzbare Strecke verbindet ein Teilstück des sogenannten E-Radschnellwegs seit dem Frühjahr 2014 den Bahnhof mit dem Nordcampus der Universitätsstadt Göttingen. „Die hohe Anzahl von Einpendlern aus dem Umland brachte uns zu dieser Überlegung“, erklärt Norman Krieger von der Göttinger Stadtverwaltung. „Wir haben 25.000 Studenten und über 14.000 Beschäftigte an der Uni insgesamt. Etwa 2.000 Fahrräder stehen im Schnitt vor dem Bahnhof geparkt und der Radverkehrszähler im E-Radschnellweg erkennt werktäglich 5.800 einzelne Radfahrer, Tendenz steigend“, so Krieger weiter. Die Georg-August-Universität selbst ist als Partner involviert: Es läuft ein Forschungsprojekt zur Eignung von Pedelecs für Berufspendler. Weitere Routen der Metropolregion Hannover-Braunschweig-Göttingen-Wolfsburg sind in Vorbereitung.

Technisches Glossar zu Motor und Akku

Ampere (A) – generell: Stromstärke

Amperestunden (Ah) – Ladung des Akkus (Wie viel Stromstärke lässt sich in einer Stunde aus dem Akku nutzen?)

Volt (V) – **Spannung.** Die meisten Systeme haben 24, 36 oder 42 Volt.

Watt (W) – gibt die nominelle Leistung des Elektromotors an

Wattstunden (Wh) – Einheit der im Akku gespeicherten Energie

Hierbei gilt: Spannung (V) mal Ladung (A) gleich Energie des Akkus (Wh) – so werden Kapazitäten unterschiedlicher Systeme vergleichbar.

Ladezyklus – vom Hersteller angegebene Mindestlebensdauer eines Akkus (meist 500-1.000 Zyklen), mehrere Teilladungen entsprechen einem Zyklus.

Lebensdauer der Akkus – je nach Fahrweise, Art und Kapazität des Akkus (vgl. Absatz „Reichweite“) haben Akkus eine Lebensleistung von 20.000 bis 50.000 Kilometern

Lithium-Ionen und **Lithium-Polymer** – moderne Akkutypen mit nutzerfreundlichen Eigenschaften, die in den meisten Pedelecs Verwendung finden, da sie 1. effektivere und somit leichtere Energiespeicher als älterer Typen (z. B. Nickel-Cadmium- oder Bleigel-Akkus) abgeben und 2. deren Nachteile (z. B. Tiefentladung und Memory-Effekt bei Teilladung) nicht mehr auftreten

Drehmoment – ist die Kraft, die auf eine Drehbewegung ausgeübt wird (z. B. beim Festziehen von Schrauben), Einheit

Newtonmeter (Nm). Ein Pedelec misst das Drehmoment, das der Fahrer auf die Kurbel gibt und verstärkt je nach Modus.

[Bildauswahl zum Thema](#) (66 Bilder)

Passende Themen beim pd-f:

[S-Pedelecs: Wenn das Fahrrad zum Fahrzeug wird](#)

[Integrationsleistung: Wie das Fahrrad mit dem Licht verschmilzt](#)

[Radfahren im Winter: Akkus bauen ab, LED-Licht wird heller](#)

[Kommentar: Gezielte Verunsicherung durch Unfallzahlen](#)

[Mit dem E-Bike sicher durch Herbst und Winter](#)

[So funktioniert das E-Bike](#)

[Themenblatt E-Bike/Pedelec](#)

[Typenkunde - E-Bike](#)

[Kaufberatung: So finden Sie das richtige E-Bike](#)

[Rad am Ring: Mit dem Hot Rod durch die Grüne Hölle](#)

Passendes Bildmaterial





