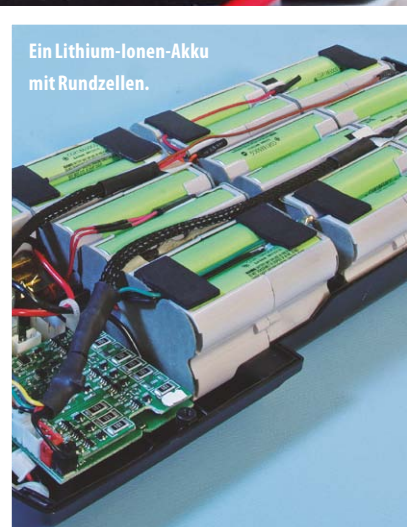


EINBLICK



Einblick in einen Pedelec-Akku mit Folienzellen.



Ein Lithium-Ionen-Akku mit Rundzellen.

Voll geladen

PEDELEC-AKKUS. Nach den Zahlen des Zweirad-Industrie-Verbandes (ZIV) beträgt der Anteil der Elektrofahrräder am Markt bereits zehn Prozent. Den Zusatzantrieb gibt es allerdings nicht ohne Zusatzenergie. Und die kommt aus dem Akku.

Batterien und Akkus gehören heute zu unserem Leben wie Telefon, Internet und der Strom aus der Steckdose. Sie versorgen mobile elektrische Geräte zuverlässig mit Strom. Batterie ist der Oberbegriff für einen elektrischen Stromspeicher. Akku ist die Abkürzung für Akkumulator, eine wiederaufladbare Batterie. Für Elektrofahrräder kommen nur wiederaufladbare Akkus in Frage.

Akku-Positionen am Elektrorad. Der Akku kann im Rahmenrohr, am Rahmenunterrohr, hinter dem Sitzrohr oder am Gepäckträger untergebracht sein. Auf die Qualität des E-Antriebs hat das keinen Einfluss, wohl aber auf das Fahrverhalten. Eine zentrale Position ist der am Gepäckträger vorzuziehen, weil der Schwerpunkt günstiger liegt und die maximale Zuladung des Gepäckträgers nicht reduziert wird. Am Rahmenunterrohr kann

der Durchstieg behindert werden, hinter dem Sitzrohr wird bei 28 Zoll-Rädern der Radstand verlängert, wodurch das Fahrverhalten weniger wendig sein kann. Liegen Motor und Akku nah beieinander, sind nur kurze Verbindungskabel erforderlich.

Lithium-Ionen-Akku. Ein Akku ist ein elektrochemischer Energiespeicher. Die Bauformen werden nach den verwendeten chemischen Stoffen benannt: Es gibt Akkus auf der Basis von Blei-Gel (Pb), Nickel-Cadmium (Ni-Cd), Nickel-Metallhydrid (Ni-Mh) und Lithium-Ionen (Li-Io). Wie in Mobiltelefonen und Notebooks werden auch bei Elektrofahrrädern fast nur noch Lithium-Ionen-Akkus eingesetzt, weil sie derzeit die höchste Energiedichte bieten, das heißt, sie speichern bei geringstem Gewicht die größte Energiemenge. Außerdem haben sie praktisch keinen Memory-Effekt. Sie können deshalb

INFO

Mehr Informationen zu Pedelecs und Akku-Pflege sowie den ungekürzten Einblick gibt es auf www.adfc.de/pedelecs.

auch nach Teilentladungen aufgeladen werden, ohne dadurch an Kapazität zu verlieren.

Unter dem Oberbegriff Lithium-Ionen-Akku sind noch mal verschiedene Arten zusammengefasst: Akkus mit Lithium-Polymer, Lithium-Mangan, Lithium-Titanat, Lithium-Eisen-Phosphat und Lithium-Luft. Sie haben alle etwas unterschiedliche Stärken und Schwächen, beispielsweise in Bezug auf Ladezeiten und Belastbarkeit durch hohe Ströme. Für den Elektrorad-Nutzer ist das aber kein Kaufkriterium, solange Antrieb und Akku als System verkauft werden und Akkus nicht beliebig austauschbar sind.

Ist ein Akku gefährlich? Ja und nein, denn eine höhere Energiedichte bedeutet auch ein erhöhtes Gefahrenpotenzial, andererseits lassen sich die Risiken durch eine hochwertige Bauweise und sorgfältige Fertigung sowie durch einen sachgerechten Umgang nahezu eliminieren. Vergleichbar ist dies etwa mit dem Kraftstofftank im Auto oder dem Gasanschluss für den Küchenherd. Unsachgemäßer Umgang, hohe Temperaturen, mechanische Einwirkungen oder falsche Ladegeräte können beim Akku gefährlich werden. Bisher prüfen die Hersteller ihre Akkus in Eigenregie. Die Battery Safety Organization (www.batso.org) hat ein Zertifikat entwickelt und wirbt für dessen Umsetzung.

Akkukapazität. Die Kapazität eines Akkus wird in Ampérestunden (Ah) angegeben. Für Radfahrer ist aber der Energiegehalt wichtiger, der in Wattstunden (Wh) angegeben wird – nur so sind die Akkus vergleichbar. Der Zusammenhang zwischen Kapazität und Energiegehalt wird durch die Betriebsspannung in Volt (V) bestimmt. Es gibt Antriebssysteme mit 24 V, 26 V, 36 V und 48 V. 36 Volt ist aktuell Standard.

Reichweite. Der Energiegehalt des Akkus hat direkten Einfluss auf die Reichweite des Elektrozusatzantriebs. Je größer der Energiegehalt, desto größer ist die Reichweite in Kilometern und desto teurer der Akku. Die Reichweite hängt auch von anderen Einflussgrößen ab, wie der Stärke der Motorunterstützung, Topographie, Fahrverhalten sowie dem Gewicht von Fahrer und Gepäck. Doppeltes Gewicht gleich doppelter Energieverbrauch. Kleine Gänge und eine höhere Trittfrequenz sparen Energie. Die Frage nach der Reichweite wird am häufigsten gestellt, doch auch überbewertet. In der Regel reicht für die zu fahrenden Distanzen eine Akkuladung aus, in der stärksten Stufe für mindestens 30 bis 50 km. Wer richtig lange oder bergige Strecken fährt, sollte einen Ersatz-Akku dabei haben, in der Ebene ohne Motor fahren oder das Ladegerät mitnehmen und bei einer ausgiebigen Mittags-

pause den Akku wieder aufladen. Anders als beim Auto bleibt man aber mit leerem „Tank“ nicht liegen, denn man kann ja noch ohne Elektrozusatzantrieb weiterfahren – wenn auch nicht so leicht und schnell.

Lebensdauer eines Akkus. Der Akku ist ein Verschleißteil. Mit zunehmendem Alter und wachsender Anzahl der Aufladungen nimmt seine Fähigkeit ab, Energie zu speichern und wieder abzugeben. Wie lange das geht, lässt sich nur abschätzen. Akkus haben da ein gewisses Eigenleben, und es hängt auch von der Belastung und dem Umgang mit dem Akku ab. 500 Ladezyklen garantieren die meisten Hersteller. Danach soll der Akku noch mindestens 80 Prozent der ursprünglichen Ladekapazität halten können. Generell hält ein Akku etwa fünf Jahre – auch ungenutzt gelagert. Das ist beim Kauf von Vorjahresmodellen miteinzukalkulieren. Im Betrieb mögen es Lithium-Ionen-Akkus nicht gerne, ganz leer gefahren zu werden. Besser ist es, sie jeden Tag wieder voll zu laden, auch nach Teilentladungen. Teilentladungen werden zu vollen Ladezyklen aufsummiert, zum Beispiel: 1 x 20 Prozent leer, 1 x 30 Prozent leer und 1 x 50 Prozent leer gefahren und dann jeweils wieder aufgeladen, macht in der Summe einen Ladezyklus aus. Wichtig für Reichweite und Lebensdauer ist auch das elektronische Batteriemanagementsystem (BMS), mit dem sowohl die Stromentnahme im Betrieb als auch die Aufladung überwacht und gesteuert werden. Die Kilometerleistung hängt schließlich von der Kapazität des Akkus ab. Bei einem Verbrauch von 8,5 Wh/km in der stärksten Unterstützungsstufe und

Den Energiegehalt in Wattstunden erhält man durch Multiplikation von Betriebsspannung (V) und Kapazität (Ah).
Beispiel:
 $24\text{ V} \times 10\text{ Ah} = 240\text{ Wh}$
oder
 $36\text{ V} \times 10\text{ Ah} = 360\text{ Wh}$.



Bedienfeld mit Reichweiten-Anzeige.

Der Ladezustand ist auch am Akku ablesbar.



- 500 Ladezyklen sind das beispielhaft: Akkukapazität 255 Wh: 15.000 km; Akkukapazität 425 Wh: 25.000 km; Akkukapazität 612 Wh: 35.000 km.

Kosten eines Ersatzakkus. Ein Ersatzakku kostet je nach Kapazität 350 bis 1.100 Euro. Das sind etwa 1,50 €/Wh bis 1,80 €/Wh. Rechnet man diese Kosten auf die Kilometerleistung um, muss man bei 500 Ladezyklen und 8,5 Wh/km mit Betriebskosten von etwa 3 ct/km rechnen, wenn man immer in der stärksten Unterstützungsstufe fährt. Mit weniger Unterstützung sinken die Kosten.

Entsorgung und Recycling. Verbrauchte Batterien und Akkus müssen in Deutschland vom Handel zurückgenommen und der umweltgerechten Entsorgung zugeführt werden. Das gilt auch für die Akkus von Elektrofahrrädern. Wünschenswert wäre ein Recycling, bei dem die wertvollen Metalle und seltenen Rohstoffe wie Kobalt, Nickel, Mangan und Lithium rückgewonnen werden. Doch die Logistik dafür wäre sehr aufwändig, weil Akkus als Gefahrgut gelten und entsprechend transportiert werden müssen.

CO₂-Bilanz des Akkus. Als Nachteile der Elektrofahrräder wird oft der höhere CO₂-Ausstoß gegenüber dem Fahrrad ohne Motor angeführt und hier insbesondere der bei der Herstellung des Akkus. Legt man die Zahlen einer Studie der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA) von 2010 zugrunde, die den CO₂-Ausstoß für die Herstellung von Akkus für Elektroautos berechnete und den CO₂-Ausstoß bei der Erzeugung des Strommix in Deutschland, beträgt die CO₂-Belastung für die Fahrenergie beim



Akkus sollten mindestens 500 Ladezyklen mitmachen. Wer sehr lange oder bergige Strecken fährt, sollte einen Ersatzakku dabei haben.

Elektrofahrrad etwa 4,5 g CO₂/km und für die Herstellung des Akkus bei knapp 1,0 g CO₂/km. Gemessen an anderen motorisierten Fahrzeugen ist das verschwindend gering: Schon ein Mofa stößt etwa 50 g CO₂/km aus, ein Diesel-Pkw nach Norm 124 g CO₂/km (4l/100km) und ein Benziner 200 g CO₂/km (8l/100 km).

Transport des Akkus. Elektrofahrräder kann und darf man in der Regel in Bus und Bahn sowie im Auto wie ein Fahrrad transportieren. Beim Transport im oder am Auto sollte man den Akku immer herausnehmen und im Innenraum transportieren. In Passagierflugzeugen dürfen Elektrofahrräder in der Regel nicht transportiert werden. Hier könnte man alternativ den Akku separat als Gefahrgut versenden, wenn er nach UN T38.3 zertifiziert ist. Diese Richtlinie gilt generell für den Versand von Akkus. Ab 150 Wh und 0,5 kg Gewicht sind sie in die Gefahrgutklasse 9 eingestuft. Zum Versand gibt es spezielle Gefahrgutverpackungen mit Gefahrgutkennzeichen.

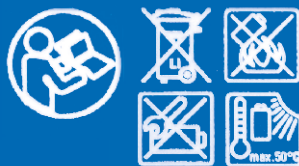
Blick in die Zukunft. Ideen für die Zukunft gibt es genug, deren Umsetzung aber noch dauern wird. Dazu zählen standardisierte Ladestecker und -geräte, Ladeschlosskabel zum gleichzeitigen Abschließen an der Ladestation, Akkuwechselstationen nach dem Vorbild der Sprudelwasserpatronen oder modular aufgebaute Akkus, bei denen einzelne Zellen geprüft und ausgetauscht werden können sowie neue Akkutechnologien.

○ Peter Barzel

UMGANG MIT DEM AKKU

Zum sicheren und pfleglichen Umgang mit dem Pedelec-Akku gehören:

- Bedienungsanleitung beachten.
- Nur Originalakku des Pedelec-Antriebs verwenden.
- Nur das zugehörige Original-Ladegerät verwenden.
- Nur im zugelassenen Außen- bzw. Raumtemperaturbereich (meist 0 bis 40°C) laden.
- Akkus niemals fallen lassen. Mechanische Beschädigungen vermeiden.
- Akkus niemals öffnen.
- Den Akku im Winter (unter 10 °C) warm im Haus lagern und im Sommer kühl (unter 40 °C), also nicht im Auto in der Sonne.



EINBLICK VERPASST?

Alle Einblick-Artikel als PDF-Dateien können sich ADFC-Mitglieder kostenlos auf www.adfc.de/mitglieder herunterladen.