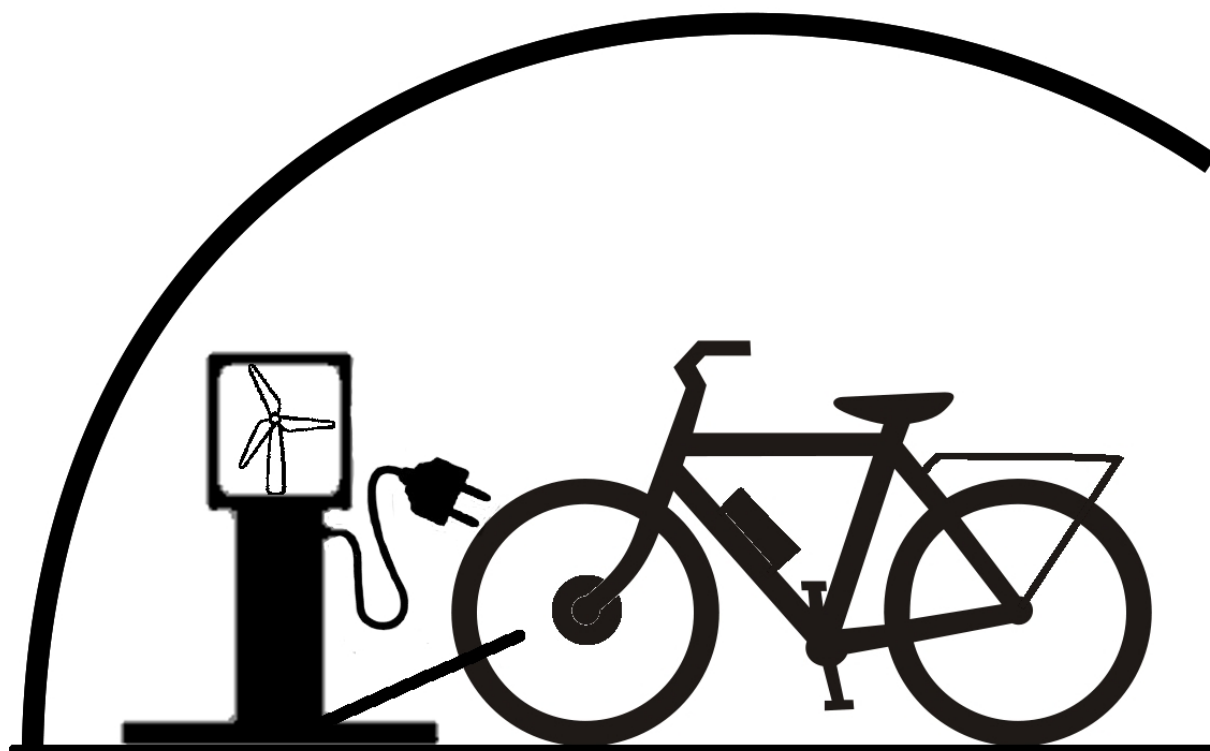


Lademöglichkeiten für Elektrofahrräder im öffentlichen Raum

- ⊙ Informationen
- ⊙ Ergebnisse
- ⊙ Empfehlungen



ADFC-Workshop
27. Oktober 2010
ITZ Fulda



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Lademöglichkeiten für Elektrofahräder im öffentlichen Raum	3
Leitfrage	3
Sind öffentliche Ladestationen notwendig und wenn ja, in welchem Umfang?	3
Elektrische Kennwerte	4
<i>i</i> Allgemeine Informationen	4
• Systemspannung	4
• Ladestrom	4
• Akku	5
• Ladezeiten	5
• Stecker Buchsen	5
<i>e</i> Ergebnis, Empfehlungen	6
Rechtsrahmen, Infrastruktur, Kosten	7
<i>i</i> Allgemeine Informationen	7
• Richtlinien Prüfungen	7
• Geeignete Standorte	8
• Kosten	8
<i>e</i> Ergebnis, Empfehlungen	8
Weiterführende Informationen	9
<i>i</i> Ökobilanz, Energieberechnungen	9
Terminologie	10



Lademöglichkeiten für Elektrofahräder im öffentlichen Raum

Für Elektrofahräder entstehen derzeit immer mehr Lademöglichkeiten im öffentlichen Raum. Um die technischen Voraussetzungen und Anforderungen der Nutzer genauer zu definieren, hat der ADFC eine Expertenrunde zum Thema zusammengestellt.

Dazu hat der ADFC zu einem eintägigen Workshop am Mittwoch, 27. Oktober 2010 im ITZ in Fulda eingeladen. Die Teilnehmerliste findet sich im Anhang.

Ziel war es, aus verschiedenen Blickwinkeln die Voraussetzungen für nutzer- und praxisgerechte Lademöglichkeiten zu betrachten und einen gemeinsamen Katalog mit Empfehlungen zu entwickeln.

Die vorliegende Dokumentation beschreibt die zu beachtenden wirtschaftlichen, technischen, gesetzlichen und nutzerspezifischen Anforderungen an Lademöglichkeiten. Sie liefert Empfehlungen zur Umsetzung und präsentiert Lösungsvorschläge.

Leitfrage

Sind öffentliche Ladestationen notwendig und wenn ja, in welchem Umfang?

- Die Experten sind sich einig, dass öffentliche Ladestationen für Elektrofahräder zur Förderung der Elektromobilität zwingend notwendig sind.
- Je nach Anforderungsprofil (elektrische Kennwerte, Ladezeiten, Standzeiten, usw.) wird in Alltags-, und Freizeitbereich unterschieden.
- Lademöglichkeiten sollten nicht nur auf Elektrofahräder beschränkt werden, sondern es sollten auch Elektroroller und ähnliche kleine urbane Elektrofahrzeuge berücksichtigt werden.
- Lademöglichkeiten sind mit sicheren und gebrauchstauglichen Abstellmöglichkeiten zum Schutz des Elektrofahrzeuges (Diebstahl, Vandalismus, Witterung) auszustatten.
- Generell sollte aufklärend, aber nicht mahnend über das komplette Themengebiet Elektrofahräder positiv kommuniziert werden. Informationen sollten für die verschiedenen Anforderungen der Hersteller, dem Handel und den Nutzern sachgerecht aufbereitet und zur Verfügung gestellt werden.



Elektrische Kennwerte

Welche Stecker, Buchsen, Spannungen, Ströme, Akkutechnologien, Ladesysteme, Ladezeiten usw. gibt es und welche sind für Lademöglichkeiten im öffentlichen Raum geeignet?

Allgemeine Informationen

- Die Stecker der Ladegeräte bzw. der Ladebuchsen am Elektrorad sind zur Zeit nicht einheitlich. Teilweise unterscheiden sie sich sehr stark oder sie sind äußerlich gleich und passen oftmals zu anderen haushaltsüblichen Elektrogeräten. Sie haben allerdings unterschiedliche elektrische Kennwerte oder nicht kompatible Polaritäten der Stecker. Beschädigungen und Gefahren sind daher nicht auszuschließen. Dies führte schon zu Unfällen und größeren Rückrufaktionen.
- Systemübergreifende Akku-Wechselstationen sind bei der Vielzahl unterschiedlicher Bauarten anzutreffender Akkus nicht zielführend und auch nicht universell umsetzbar.
- Unter Schnellladung versteht man üblicherweise ein Nachladen bis ca. 80 Prozent der Akkukapazität. Umgangssprachlich zur Dauer dieser Schnellladung kann man formulieren: In 5 Minuten Aufladen entspricht 10 km Reichweite.
- Eine höhere Ladeleistung ist derzeit nur mit relativ schweren Geräten zu erzielen. Der Einbau im Elektrofahrzeug bzw. das Mitführen dieses Mehrgewicht am Elektrofahrzeug steht im Widerspruch zu den Entwicklungszielen und Nutzeranforderungen.
- Die Ladegeräte sind von den Herstellern meist für den Außengebrauch nicht zugelassen. Das Nichtbeachten kann zu Garantie- und Gewährleistungsverlusten bei Beschädigung des Ladegerätes, des Akkus oder der Elektronik des Elektrofahrzeuges führen.
- Das Aufladen unter 0 Grad Celsius und über 60 Grad Celsius Umgebungstemperatur ist nicht zu empfehlen und kann zu Schäden bis zur gefährlichen Zerstörung führen.
- Mechanische Einwirkung während des Ladens kann ebenso zu Gefährdungen führen
- Hausratversicherungen verlangen auf Grund von „Gefahrerhöhung“ zunehmend Sonderbeiträge für die Deckung von Schäden, die durch Batterieschäden verursacht wurden oder schließen eine Schadensdeckung aus.

Systemspannung

- Legt man sich bei öffentlichen Lademöglichkeiten auf eine Systemspannung fest, besteht die Gefahr der Zerstörung von Akkus niedrigerer Spannungen.
- Die Systemspannungen der aktuell am Markt anzutreffenden Elektrofahräder sind unterschiedlich und liegen zwischen 12 V bis 48 V. Bei Elektrorollern und E-Scootern sind höhere Spannung von beispielsweise 144 V üblich.
- Es ist eine Tendenz zu höheren Systemspannungen (36 V oder 48 V) festzustellen.

Ladestrom

- Die Ladeströme sind nicht einheitlich und unterscheiden sich stark. Hohe Ladeströme können zu Beschädigungen bis hin zur gefährlichen Zerstörung des Akkus führen. Geringe Ladeströme hingegen bedeuten lange Lade- und Standzeiten.
- Der Akku bzw. dessen Software begrenzen die möglichen Höhe des Ladestroms.



⦿ Akku

- Akkus sind Verschleißteile. In der Regel spricht man von einer maximalen Lebensdauer der Akkus zwischen 3 und 5 Jahren.
- Die verwendeten Lithiumbatterien altern. Dies führt zu Kapazitätsverlusten zwischen 5 Prozent bis 20 Prozent im Jahr.
- Akkus von aktuellen Elektrofahrrädern haben Akkuenenergien von ca. 240 Wh bis 480 Wh.
- Der Preis hängt stark von der Qualität, Ausstattung und Kapazität des Akkus ab.
- Teilladungen bzw. Kurzladezyklen sind entgegen der landläufigen Meinung sogar förderlich für die Lebensdauer und Leistungsfähigkeit eines Lithium-Ionen-Akkus.
- Die Akkus der Elektroräder gelten als Gefahrgut. Ein Akku darf nur von in Umgang mit Gefahrguttransporten unterwiesenen Personen unter bestimmten Auflagen, z. B. zur Verpackung, gewerblich verschickt oder transportiert werden (Batteriegesetz, Gefahrguttransportvorschriften; Achtung: Hersteller, Tourismus und Handel).
- Gewerblich importierte Akkus müssen beim Umweltbundesamt angemeldet werden, sonst droht eine Strafe bis maximal 50.000 Euro.
- Mit maximal 1.000 Ladezyklen wird aktuell geworben. Die Anzahl der Ladezyklen kann jedoch bei vielen auf dem Markt befindlichen Akkus einfacher Bauart nicht nachvollzogen werden.
- Die Akkus für Elektrofahrräder sowie die mitgelieferten Lade- oder Netzgeräte sind in der Regel nur für eine Nutzung in geschlossenen Räumen und für wenig schwankende Umgebungstemperaturen konzipiert. Zudem ist vielfach die Kombination zwischen Ladegerät und Akku nicht aufeinander abgestimmt und schädigen den Akku
- Bei Akkutemperaturen unter 10 Grad Celsius muss der Akku vor dem Ladevorgang vorgewärmt werden, da er sonst geschädigt werden kann. Bei Akkutemperaturen über 60 Grad Celsius muss eine Software den Ladevorgang verweigern. Unter Umständen wird eine längere Aufwärm- bzw. Abkühlzeit benötigt, bis eine ladefähige Temperatur erreicht ist.
- Die verwendeten Lithium-Ionen Akkus verlieren bei Eigentemperaturen über 60 Grad Celsius ihre ursprüngliche Leistungsfähigkeit und können während der Nutzung im Elektrofahrzeug Schaden nehmen.

⦿ Ladezeiten

- Die Ladezeiten sind abhängig von der Aufnahmeleistung des Akkus und damit von der begrenzten Höhe des Ladestroms. Einmaliges Nachladen (80 Prozent bis 100 Prozent) dauert zwischen 1h bis 6h.
- Im öffentlichen Raum und an Zwischenhalten sind kurze Nachladezeiten bis maximal 1 Stunde für Nutzer akzeptabel.
- Am Start- und Endpunkt der Fahrt sind längere Ladezeiten akzeptabel (beispielsweise am Arbeit- oder Wohnort).

⦿ Stecker | Buchsen

- Eine Tendenz zum Einsatz einheitlicher, verwendungsfähiger Stecker/Buchsen, sowie eine einheitliche Polaritätsfestlegung in passenden Steckern/Buchsen ist nicht erkennbar.
- Aktuell verwendete Stecker (beispielsweise XLR) sind nur für 20 mögliche Steckzyklen ausgelegt, was praxisfremd und nicht gebrauchstauglich ist.
- Aktuell verwendete Stecker (beispielsweise XLR) sind nicht für die hohen Ladeströme geeignet, die für einen Schnellladevorgang notwendig sind.



① Ergebnis, Empfehlungen

- Ein einheitliches, unabhängiges, universales, kommunikationsfähiges, zukunftssicheres und bedienerfreundliches Ladesystem mit einer ausreichenden Anzahl möglicher Steckzyklen ist zur Förderung der Elektromobilität notwendig.
- Die verwendeten Akkus sollten eine Software aufweisen, die eine Kommunikation mit dem Ladegerät ermöglicht. Die dafür notwendigen Mehrkosten fallen im Verhältnis zum Gesamtpreis des Akkus bzw. des Fahrzeuges nicht ins Gewicht.
- Die Akkus müssen eigensicher sein.
- Für öffentliche Lademöglichkeiten sind praxisrelevante Anforderungen wie beispielsweise Ladezeiten, Diebstahlschutz, Außennutzung, Kabellänge, Witterungsschutz, Umgebungstemperaturen, Missbrauch und Anforderungen der elektrischen Sicherheit sind zu berücksichtigen.
- Die Möglichkeit für Hilfsstrom (Wake up- Funktion) wird empfohlen.
- Möglichen Schäden des Akkus, die bei bestimmungsgemäßen Gebrauch auftreten können, muss vorgebeugt werden. Diese können beispielsweise temperaturbedingt sein oder durch mechanische Einwirkung oder Tiefentladung entstehen.
- Zusätzlich zum schnellen Laden im öffentlichen Raum wird eine kompakte, leichte Geräteoption empfohlen, die ein Laden in geschlossenen Räumen am Start- bzw. Zielort in üblicher Zeitspanne ermöglicht.
- Eine Steckersicherheit von 60 Ampere und 5.000 mögliche Steckzyklen werden als realistische und empfehlenswerte Größen eingeschätzt. Mit diesen Kennwerten ist ein schnelles Nachladen der Akkus im Niederspannungsbereich der Elektrofahräder, sowie ein normales Aufladen der Akkus mit höheren Spannungen (E-Scooter) möglich.
- Das Ladegerät (Master) und der Akku (Slave) sind als Einheit zu betrachten, müssen aufeinander abgestimmt sein und zusammen für ihren Anwendungsfall freigegeben sein.
- **Die Experten des Workshops sind sich einig, dass das unabhängige Ladesystem *EnergyBus* (<http://www.energybus.org/>) alle Voraussetzungen erfüllt, und empfehlen dieses System als Standardanwendung.**



Rechtsrahmen, Infrastruktur, Kosten

Welche Gesetze, Bestimmungen, Richtlinien usw. sind im öffentlichen Raum zu beachten, was könnte man vereinfachen, verbessern und was hat der Nutzer und der Betreiber zu berücksichtigen?

Wo sind geeignete Standorte, wie können diese gestaltet werden und was eignet sich zur Erfassung der Ladungen, welche Kosten entstehen? Ist eine gesetzliche Grundlage für den Aufbau eines Ladestationen-Systems möglich und/oder sinnvoll?

ⓘ Allgemeine Informationen

- Auf EU-Ebene wird es mittelfristig, ähnlich wie im Mobiltelefonbereich, zu einer Verordnung eines geeigneten Ladesystems mit einer Empfehlung eines herstellerunabhängigen Steckersystems kommen.
- Nach Erfahrungen mit bestehenden regionalen und bauartabhängigen Lademöglichkeiten beträgt die Nutzungsdauer unter 30 Minuten mehr als 80 Prozent.
- Die Errichtung von Ladestationen im öffentlichen Raum ist eine erlaubnis- und gebührenpflichtige Sondernutzung und nicht bundeseinheitlich geregelt.
- Ladestationen unterliegen wie Zapfsäulen an Tankstellen dem GPSG (Geräte- und Produktsicherheitsgesetz).
- Die Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) ist privilegienfeindlich. Es ist den Straßenverkehrsbehörden nicht ohne weiteres erlaubt, einzelne Gruppen von Verkehrsteilnehmern (z. B. die Fahrern von Elektrofahrzeugen) zu bevorzugen, indem sie ihnen besondere Stell- oder Parkplätze im öffentlichen Raum schaffen oder frei halten. Das gilt selbst dann, wenn die Betreiber oder Nutzer bereit wären, die Kosten der Einrichtung dieser Plätze zu übernehmen (OVG Bremen, Urteil vom 10.11.1998, 1 BA 20/97, Neue Zeitschrift für Verkehrsrecht 2000, 140).
Ein vergleichbares Problem haben Carsharing-Unternehmen: Eine Sonderregelung in der StVO zugunsten von reservierten Carsharing-Stellplätzen ist vom Bundesrat bisher abgelehnt worden. Manche Carsharing-Betreiber behelfen sich mit der Anmietung privater Flächen, die aber nicht immer an den gewünschten Standorten zur Verfügung stehen. Im Hinblick auf Sonderparkplätze haben Carsharing-Unternehmer und Betreiber von Ladestationen (mit zugehörigen Stellplätzen) ähnliche Interessen.
- Ladestationen mit autarker Solarstromproduktion benötigen zusätzliche Pufferspeicher, oftmals Transformation der Spannung und geeignete Stellplätze (Gebäude- oder Eigenschatten).

⊙ Richtlinien | Prüfungen

- Bauvorschriften der Länder bzw. der Kommunen sind zu beachten
- Genehmigungen des Tief- und Hochbauamtes, des Energieversorgers (Anschlussbedingungen) sowie zum Einsatz gemäß der StVO sind einzuholen.
- Eine CE-Konformität ist mit einer positiv abgeschlossenen Prüfung und entsprechendem Bericht zu der Lademöglichkeit durch den In-Verkehr-Bringer zu bestätigen.
- Die Niederspannungsrichtlinie ist bei Systemen unter 48 Volt einzuhalten.
- Witterungsschutz (IPX-Klassen) muss gegeben sein.
- Elektrische Absicherung (Schutzschaltung, Erdung) ist notwendig.
- Vandalismus, unbefugte Nutzung und Missbrauch muss ausgeschlossen werden können.

Empfehlenswert:

- Sicherer Stellplatz (ADFC-empfohlene Abstellanlage)



① Geeignete Standorte

- Gastronomie, Hotellerie an touristischen Wegen (zusätzliches Serviceangebot)
- Sehenswürdigkeiten
- Innerstädtisch (Bahnhöfe, Radstationen, Abstellanlagen, Parkhäuser, Tiefgaragen)
- Integriert an bestehender Infrastruktur (Tankstellen, Carsharing-Stützpunkte)
- Vor Schulen, Universitäten, Einkaufszentren, Schwimmbädern

② Kosten

- Einmaliges Aufladen kostet zwischen 1 Cent bei 60 Wh und 9 Cent bei 420 Wh, je nach Kapazität des Akkus und einem Strompreis von 21,13ct/kWh (Bundesdurchschnitt 2008).
- Weitere Kosten, die für die Erschließung, Stellfläche (Pacht, Miete, Kauf), Genehmigungen, Gebühren usw. anfallen, sind unterschiedlich hoch und daher nicht explizit zu beziffern.
- Kosten für die Ladestation sind unter anderem abhängig von der Technologie, der Menge der Stellplätze, Materialien, Ausstattung und Ausgestaltung.
- Nutzer sind bereit, bis maximal 1 Euro pro Tag für ein sicheres Parken von Fahrrädern zu zahlen (ohne Lademöglichkeit, Elektrofahrzeuge im Schnitt deutlich teurer)
- Ladestationen ohne Abrechnungssysteme ersparen hohe Investitions- und Betriebskosten.

③ Ergebnis, Empfehlungen

- Elektrofahräder, Elektroroller und leichte, kleine Elektrofahrzeuge werden als funktionierende, massentaugliche und bereits bestehende Fahrzeugklassen eingeschätzt und sollten im Rahmen der Elektromobilität in Verbindung mit geeigneten Verkehrskonzepten gefördert werden.
- Sichere und geeignete Abstellmöglichkeiten sind für die Nutzung zwingend notwendig.
- Eine bundeseinheitliche, einfache und klare Regelung zum Erstellen von Lademöglichkeiten und der damit verbundenen Nutzung der Stellflächen (Sondernutzung, StVO) wird gefordert.
- Eine bundeseinheitliche Förderung zur Errichtung und kostenfreien Nutzung (Kommunen) von öffentlichen Lademöglichkeiten und der damit verbundenen Steigerung der Elektromobilität wird gefordert.
- In Verbindung mit Marketingmodellen sollte das sichere Abstellen und Aufladen als Service für den Nutzer kostenfrei und für den Betreiber kostendeckend angeboten werden können.
- Es sollte Strom aus 100 Prozent regenerativer Energien genutzt werden.
- Eine Einführung und Etablierung einer weiteren mobilen, mindestens bundesweit einheitlichen Identifikations- und Abrechnungskarte wird als unrealistisch eingestuft. Wenn eine Abrechnung genutzt werden soll, dann nur in Verbindung mit bestehenden Kartensystemen (Kreditkarte, EC-Karte), Mobiltelefonen oder Bargeld und nur für das sichere Abstellen, nicht für das Aufladen.
- Die psychologische, emotionale Komponente der Nutzer wird als wichtig eingeschätzt und muss berücksichtigt werden. So könnten optische Anzeigen an der Lademöglichkeit als positives Kommunikationsmedium (CO₂-Einsparung, 100 % regenerativer Strom, Anzahl Nutzer, Menge Strom) als Anreiz zur Förderung der Elektromobilität genutzt werden. Die entstehenden Mehrkosten im Aufbau und Betrieb werden durch die dadurch erzeugte Steigerung der Elektromobilität ausgeglichen.



Weiterführende Informationen

Ökobilanz, Energieberechnungen

- Es gibt keine komplette Ökobilanz inkl. CO₂-Berechnungen für Lithium-Ionen-Akkus, wie sie im Elektrorad genutzt werden. Die nachfolgenden Aussagen basieren auf eigenen Berechnungen.
- Alle Berechnungen basieren auf dem Bundesdurchschnitt für einen Strompreis im Jahre 2008 von 21,43 ct/kWh.
- CO₂-Emissionen zur Stromerzeugung (Bundesdurchschnitt 2008): 514 g/kWh
- Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien machte im Jahr 2009 in Deutschland etwa 16,1 % der Gesamtstromerzeugung aus.
- Verluste im Gesamtsystem, der Primärenergiebedarf (Stromerzeugung, Kraftwerk, Rohstoffe, Verarbeitung, Gewinnung, ...), die Wirkungsgrade (Motor, Getriebe, Akku, Kraftwerke,...) sowie Selbstentladung, Qualität, Lebensdauer Akku und einiges mehr sind nicht berücksichtigt.
- Die Herstellung und das extrem energieaufwendige Recyceln von Lithium-Ionen-Akkus wird und kann oftmals nicht berücksichtigt werden. Unseres Wissens gibt es bislang kein angewandtes Recycling-System für Lithium-Zellen. Bislang werden sie als Sondermüll (Gefahrstoff) behandelt. Lithium muss zudem einen hohen Reinheitsgrad aufweisen, um verwendet werden zu können. Auch bei der Förderung dieses knappen Rohstoffes ist sehr viel Energie notwendig. Siehe auch <http://publica.fraunhofer.de/starweb/servlet.starweb?path=urn.web&search=urn:nbn:de:0011-n-1178865>
- Akkus von Elektrofahrzeugen haben oftmals Kapazitäten zwischen 240 Wh bis 360 Wh. Es wird teils mit 1.000 Ladezyklen geworben. Das wären nur rein für die Akkuladungen $0,514 \text{ kg/kWh} \cdot 0,240 \text{ kWh} \cdot 1000 \text{ Ladezyklen} = 123,4 \text{ kg CO}_2$ bzw. 185 kg CO₂ bei 360 Wh
- Schnitt Pkw (Neuwagen), deutscher Hersteller 2009: 163 g/km.
- Elektrofahrzeug mit 1kWh/100km = 5,14 g/km, errechnet aus durchschnittlichem Energiebedarf.
- Die Kosten für den reinen Energiebedarf während des Betriebes der Elektrofahräder sind mit ca. 20 Cent pro 100 km im Durchschnitt gering, wenn man von einem durchschnittlichen Energiebedarf von 1 kWh auf 100 km ausgeht. Es ist oftmals ein höherer stark nutzer-, technik- und topographieabhängiger durchschnittlicher Energiebedarf vorhanden.
- Rechnet man den Akku dazu (Neukauf, Ladezyklen), ergeben sich Kosten von 3,70 Euro pro 100 km im Schnitt (1 kWh auf 100 km). Dies ist stark vom Energiebedarf und dem Akkupreis abhängig.
- Um einen durchschnittlichen Akku einmal aufzuladen, fallen Stromkosten unter 10 Cent an. Über die Ladezyklen (Schnitt 750) sind es fast 40 Euro.
- Rein aus den Energie-Berechnungen ergeben sich daher Reichweiten von etwa 40 km im Durchschnitt.
- Ein durchschnittlicher Akku (240 Wh, 750 Ladezyklen, 600 Euro) kostet umgerechnet auf kWh ca. 3,70 Euro/kWh, was etwa 2,78 Euro/100km entspricht



Terminologie

- **Pedelec**

Die Bezeichnung „Pedelec“, die für Pedal Electric Cycle steht, hat sich im deutschen Sprachgebrauch festgesetzt. Europäisch wird auch die Abkürzung EPAC (Electrically Power Assisted Cycle) verwendet. International wird auch übergreifend die Abkürzung LEV (Light Electric Vehicle bzw. Low Emission Vehicle) benutzt.

Diese Kategorie der Elektrofahrräder stellt den größten Teil der auf dem Markt anzutreffenden Elektrofahrräder dar. Durch eine europäische Richtlinie gelten die Pedelecs rechtlich als Fahrräder, wenn sie bestimmte Bedienungen erfüllen: Mit dem Motor darf nur die Pedalbewegung unterstützt werden. Dies mit maximal 250 Watt Motorleistung und bis höchstens 25 Stundenkilometer. Hört der Fahrer auf, in die Pedale zu treten, muss der Motor die Unterstützung abbrechen. Manche Modelle haben zusätzlich eine sogenannte Anfahrhilfe bis 6 Stundenkilometer. In diesem Bereich kann auch regelkonform allein mit dem Motor gefahren werden. Hierfür ist allerdings eine Mofa-Prüfbescheinigung erforderlich, wenn man nach dem 1. April 1965 geboren ist. Für die Pedelecs gelten alle Rechte und Pflichten wie für den Fahrradfahrer.

- **E-Bike**

Die E-Bikes lassen sich am schnellsten dadurch von den Pedelecs unterscheiden, dass an ihnen ein gültiges Versicherungskennzeichen angebracht werden muss. Unter die E-Bikes fallen einerseits nun die sogenannten schnellen Pedelecs und die klassischen E-Bikes.

Die schnellen Pedelecs funktionieren prinzipiell wie die normalen Pedelecs. Wie der Name aber schon voraussagt, dürfen die schnellen Pedelecs die Pedalbewegung bis 45 Stundenkilometer mit einem Elektromotor bis 500 W unterstützen. Dadurch stellen sie aber Kraftfahrzeuge dar, fallen unter die Klasse der Kleinkrafträder und benötigen somit das Versicherungskennzeichen und eine Betriebserlaubnis. Zum Fahren ist immer mindestens eine Mofa-Prüfbescheinigung erforderlich, wenn man nach dem 1. April 1965 geboren ist, oder ein höherklassiger Führerschein.

Die klassischen E-Bikes kann der Elektromotor mit höchstens 500 W alleine mit einem Gasgriff oder Schalter bis zu einer Geschwindigkeit von 20 km/h ohne Pedalbewegung antreiben. Es muss also wie bei Mofas nicht mehr getreten werden. Auch hier ist wieder mindestens eine Mofa-Prüfbescheinigung ab einem bestimmten Alter oder ein gültiger Führerschein, eine Betriebserlaubnis und ein Versicherungskennzeichen notwendig, da es ein Kleinkraftrad darstellt.

Für alle E-Bikes gelten die Rechte und Pflichten wie für Fahrer von Kleinkrafträdern.

- **Akkuenergie [Wh]**

Die Akkuenergie in Wh der Batterie ergibt sich aus Akkukapazität in Ah und der Akkuspannung in V. Da die angegebene Energie nicht komplett entnommen werden kann und um eine Tiefentladung zu vermeiden, regelt die Elektronik den Motor früher ab. Ferner gibt es Schwankungen in der Fertigung der Kapazität, deshalb sollte man die Akkuenergie mit dem Wert von 0.8 multipliziert werden. Dieser Abschlag von 20 Prozent ist ein Erfahrungswert von ExtraEnergy.

- **Systemspannung**

Für das Betreiben des jeweiligen Elektrofahrrades notwendige Spannung in Volt. Die Systemspannung ist herstellerabhängig und unterschiedlich, liegt jedoch maximal bei 48 Volt (Niederspannungsrichtlinie).