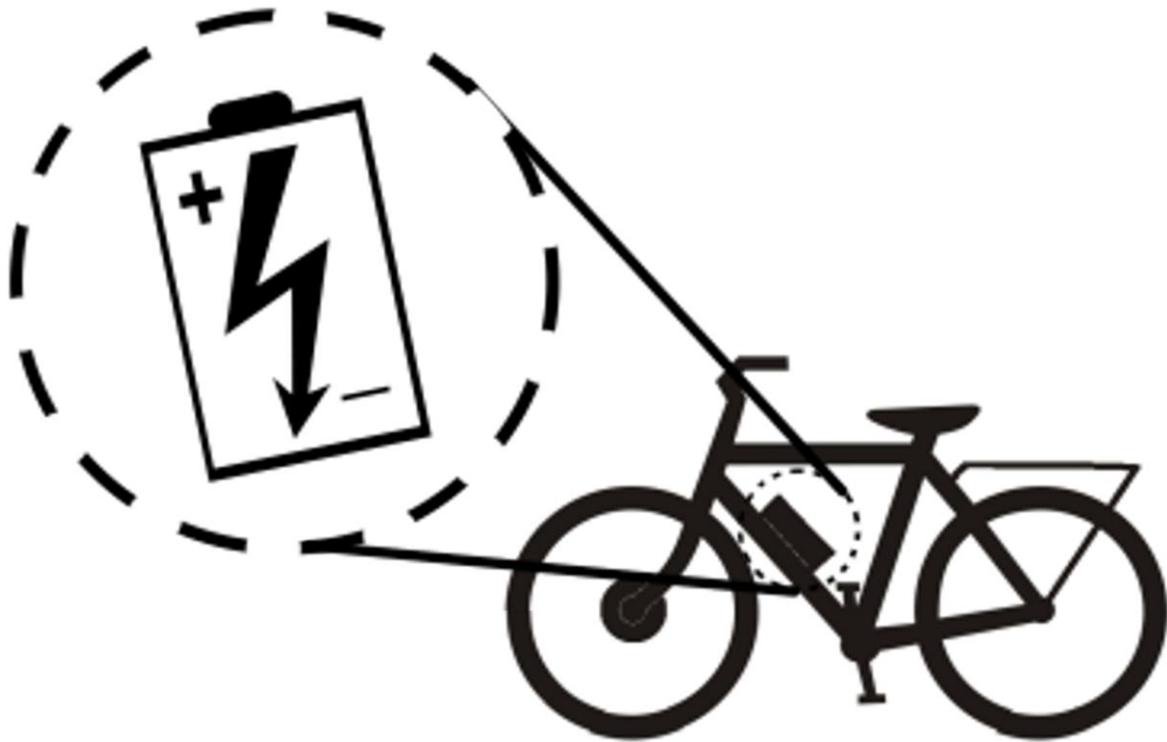


# Akkus für Elektrofahrräder

- Informationen
- Ergebnisse
- Empfehlungen



ADFC-Workshop  
26. Oktober 2011  
ITZ Fulda

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Akkus für Elektrofahrräder .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Leitfragen .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Themenbereich I: Theoretischer Hintergrund.....</b>	<b>3</b>
3.1	Funktionsprinzip einer Batterie .....	3
3.2	Akku-Arten .....	3
	Nickel-Cadmium.....	3
	Nickel-Metallhydrid .....	3
	Lithium-Ionen.....	4
	Lithium-Polymer .....	4
3.3	Das Batteriesystem.....	4
	Bestandteile des Batteriesystems .....	5
	Sicherheitskonzept .....	5
3.4	Zusammenspiel Ladegerät/Akku .....	5
3.5	Standard-Akkus.....	6
<b>4</b>	<b>Themenbereich II: Umgang mit Akkus .....</b>	<b>7</b>
4.1	Umgang mit Li-Ionen Akkus .....	7
4.2	Gefahren durch Li-Ionen Akkus.....	7
<b>5</b>	<b>Themenbereich III: Rechte, Normen und Pflichten.....</b>	<b>9</b>
5.1	Batteriegesetz.....	9
5.2	Transportvorschriften .....	9
5.3	Transport beschädigter Akkus .....	11
5.4	Gesetzliche Vorgaben für Normen und Sicherheit: .....	11
5.5	Forderungen der DIN EN 15194:2009 bezüglich Akku und Ladegerät.....	11
5.6	Anwendung der Batteriesicherheitsnorm IEC62133 .....	11
5.7	BATSO (Battery Safety Organization) - Zertifikat .....	12
5.8	Lagerung von Li-Ionen Akkus .....	12
5.9	Entsorgung des alten Akkus .....	12
<b>6</b>	<b>Zukünftige Handlungsfelder .....</b>	<b>13</b>

## 1 Akkus für Elektrofahrräder

*Wie weit fährt das Pedelec?* Das ist für viele potentielle Pedelec-Käufer eine entscheidende Frage. Die gewünschte unterstützende Wirkung des Elektromotors benötigt Energie, die durch den Akku bereitgestellt wird. Die Reichweite des Pedelecs wird somit maßgeblich durch die Kapazität des Akkus bestimmt.

Viele Hersteller werben mit hohen Reichweiten um die Gunst der Käufer. Umso größer ist der Frust, wenn der Käufer feststellt, dass die tatsächliche Reichweite unter der Angabe des Herstellers liegt und nach einiger Zeit die Reichweite deutlich abnimmt.

Gründe für den frühen Kapazitätsverlust könnten im falschen Umgang der Endnutzer mit den Akkus zu suchen sein. Aber schon bei der Konstruktion des Akkus kann der Hersteller dessen Eigenschaften und Lebensdauer negativ beeinflussen. Denn mindestens so entscheidend wie die Kapazität sind Lebensdauer und Sicherheit des Akkus.

Besonders auf hohe Sicherheit sollte Wert gelegt werden. Brände, hervorgerufen durch Pedelec-Akkus, schaden nicht nur einzelnen Herstellern, sondern bringen die gesamte Industrie in Verruf. So kam es in letzter Zeit zu diversen Rückrufen von Akkus und Ladegeräten aufgrund der hohen Brandgefahr.

Die genannten Probleme sollten bei einer vom Allgemeinen Deutschen Fahrrad-Club e.V. (ADFC) organisierten Expertenrunde diskutiert und Lösungskonzepte gefunden werden. Dazu wurde ein eintägiger Workshop am 26.10.2011 im ITZ in Fulda veranstaltet.

Themengebiet des Workshops war der Akku von Elektrofahrrädern. Mit den Schwerpunkten Technologie, Standards, Gefahren, Gesetze und Richtlinien richtete sich der Workshop vor allem an Hersteller von Antriebssystemen und Pedelecs, an Prüfinstitute, Fachverbände und Vertretern anderer relevanter Bereiche. Ziel war es, der Fahrradindustrie eine Plattform zu bieten, auf der aktuelle Informationen rund um den Akku ausgetauscht werden konnten.

## 2 Leitfragen

- Welche Akkutechnologien gibt es und wo liegen die Vorteile?
- Warum kommt es zu durch Akkus hervorgerufenen Bränden?
- Wie sieht der „sichere Akku“ aus?
- Welche gesetzlichen Vorgaben existieren und sind die vorgeschriebenen Prüfungen ausreichend?
- Ist ein offener Standard für Akkus zweckdienlich?
- Wann gilt ein Akku als defekt? Wie wird der Transport defekter Akkus gehandhabt?

### 3 Themenbereich I: Theoretischer Hintergrund

*Wie ist das Batteriesystem aufgebaut, welche Sicherheitskonzepte existieren und wie funktioniert das Zusammenspiel zwischen Akku und Ladegerät?*

#### 3.1 Funktionsprinzip einer Batterie

- jeder Batterie liegt die Galvanische Zelle zugrunde
- Umwandlung von chemischer in elektrische Energie
- zwei unterschiedliche Metalle in einer Elektrolytlösung erzeugen Spannung
- Bestandteile der Zelle:
  - Kathode (Pluspol)
  - Anode (Minuspol)
  - Elektrolyt
  - Separator
  - Verbindungselemente
- unterschiedliche Materialien der Elektroden bedingen unterschiedliche Potentiale
- unterschiedliche Potentiale sind Voraussetzung für den Elektronenfluss
- die Spannung der Batterie ergibt sich aus der Potentialdifferenz des Elektrodenmaterials
- Verschaltung der Batteriezellen
  - In Serie/Reihe (Verbindung gegennamiger Pole): vervielfacht die Spannung
  - Parallelschalten (Verbindung gleichnamiger Pole): vervielfacht die Kapazität
- Primärbatterie: nicht wiederaufladbare Batterie
- Sekundärbatterie: wieder aufladbare Batterie; auch Akku

#### 3.2 Akku-Arten

##### Nickel-Cadmium

- nach EU-Verordnung von 2004 nicht mehr marktfähig, da Cadmium hoch giftig ist
- schnellladefähig
- kälteresistent
- Memory-Effekt bei häufigen Teilentladungen
- Memory-Effekt lässt sich durch mehrmaliges Entladen bis zur Entladeschlussspannung und anschließendem Laden bedingt rückgängig machen

##### Nickel-Metallhydrid

- anfällig für Überladen und Tiefentladen
- hohe Selbstentladung
- „Umweltfreundliche“ Inhaltsstoffe
- relativ preisgünstig in der Herstellung

## Lithium-Ionen

- kein Memory-Effekt
- enthält kein metallisches Lithium
- hohe Energiedichte; somit kleinere und leichtere Akkus möglich
- keine giftigen Substanzen
- Lithium stellt als Ion nur die aktive Spezies dar; es wird in den Elektroden eingelagert
- je nach Anwendungsfall können verschiedene Lithiumchemien (LiNiCo, LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, LiFePO<sub>4</sub> u.a.) zum Einsatz kommen
- Sehr intensive Entwicklungsarbeit auf dem Sektor der Batteriechemie, die größere Entwicklungsschritte erwarten lässt.

## Lithium-Polymer

- Weiterentwicklung der Lithium-Ionen-Zellen, wobei die Zellchemie identisch ist
- Anode: Graphit
- Kathode: LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (LMO)
- kein flüssiger Elektrolyt sondern Gel, daher auslaufsicher
- Kunststoff- oder beschichtete Metallfolien können als Zellengehäuse verwendet werden, daher günstiger, leichter und es lassen sich verschiedene Formen realisieren.
- hohe elektrische, thermische (< 0°C und > 60°C) und mechanische Empfindlichkeit (empfindliche Außenhaut)

Tab. 1: Akkuarten und deren Spezifikationen im Überblick

	Energiedichte [Wh/kg]	Zellspannung [V]	monatl. Selbstentladung [%]	Ladezyklen
Blei-Gel	30	2,0	5-10	200-300
Nickel-Cadmium	40-60	1,2	10	1.000
Nickel-Metallhydrid	65-110	1,2	15-25	1.000
Lithium-Ionen	110-180	3,7	< 2	500
Lithium-Polymer	110-210	3,7	< 2	500

### 3.3 Das Batteriesystem

- Die Energiedichte der Batteriesysteme ist etwa 30% geringer als der Zellen. Zusätzlich sind Batteriemanagementsystem (BMS), Kühlvorrichtungen etc. notwendig. Die Energiedichte von Li-Ionen Akkus liegt bei ca. 80 bis 100 Wh/kg.
- Mit der Zeit werden Akkus unbrauchbar, sie können die geforderten Leistungen nicht mehr erbringen. Für Li-Ionen Akkus sind zwei Alterungsprozesse wesentlich:
  - Zell-Oxidation (gebrauchs- und alterungsabhängig), führt zum Kapazitätsverlust

- Innenwiderstand der Zellen steigt an (zeitabhängig), es kann nicht mehr die gesamte Kapazität entnommen werden.
- ➔ Durch hohe Temperaturen und einen hohen Ladestand werden diese Prozesse beschleunigt

### **Bestandteile des Batteriesystems**

- Batteriesysteme bestehen aus parallel und in Serie geschalteten Batterien (bspw. 3S3P; 3 in Serie, 3 Parallel)
- BMS: schützt unter anderem vor Überladung oder Tiefentladung
- Kommunikationssystem: Datenübermittlung zum Ladegerät
- Zellhaltersystem
- Plastikgehäuse

### **Sicherheitskonzept**

- Sicherheitssysteme im Zellinneren
  - PTC (positive temperature coefficient): bei zu hohem Stromfluss dehnt sich das Bauteil durch Erwärmung aus und reduziert den Stromfluss
  - CID (circuit intercept device): unterbricht bei zu hohem innerem Druck den Ladestrom
  - Sicherheitsventil: Sollbruchstelle, die bei internem Druck reißt; verhindert Explosion der Zelle
- BMS dient der Überwachung der:
  - oberen und unteren Spannungsgrenze beim Laden
  - maximalen Lade- und Entladeströme
  - minimalen und maximalen Lade- und Entladetemperatur
- Ein sicheres System ist nur mit Einzelzellüberwachung zu realisieren.
- Die Sicherheit der Einzelzelle ist eine entscheidende Voraussetzung für ein sicheres Akkusystem (kurzschlussfest, nicht brennbar, nicht explosiv, kein thermal runaway). Jedoch sind auch die Packkonstruktion und die thermischen Verhältnisse im Pack sehr wichtig.

### **3.4 Zusammenspiel Ladegerät/Akku**

- Der Ladevorgang wird durch die Laderegler gesteuert. Diese befinden sich in der Regel im separaten Ladegerät.
- Mittels Ladeschaltungen wird vor dem Laden die Leerlaufspannung gemessen, um eine mögliche Tiefentladung festzustellen.
- Ladeschlussspannung: Batteriespannung vorm Abschalten des Ladestroms beim Vollladen (Li-Ionen Akkus: 4,2 V). Maßgebend ist die höchste Einzelzellspannung.
- Entladeschlussspannung: Spannung, unter der die Batterie nicht entladen werden darf, um schadenfrei zu bleiben (Li-Ionen Akkus: 2,5 V). Maßgebend ist die niedrigste Einzelzellspannung.
- Hohe Entladeschlussspannungen und niedrige Ladeschlussspannungen (geringe Zyklientiefe) wirken sich positiv auf die Lebensdauer des Akkus aus.
- Balancer überwachen die Ladestände der einzelnen Zellen und passen sie einander an. Denn durch die unterschiedlichen Selbstentladeströme der einzelnen Zellen erreichen die Zellen unterschiedliche Spannungslagen, die

zum Unter- bzw. Überschreiten der Entlade- bzw. Ladeschlussspannung und somit zur Schädigung einzelner Zellen führen kann.

- IU- Ladeverfahren (auch CCCV – constant current constant voltage)
  - In der ersten Ladephase wird mit einem konstanten vorgegebenem Strom geladen.
  - Sobald die gewählte Ladeschlussspannung erreicht ist, wird mit konstanter Spannung weiter geladen.
  - Mit zunehmendem Ladestand reduziert sich der Ladestrom selbstständig.
  - Sowohl Ladespannung als auch Ladestrom müssen an die jeweilige Batterie angepasst werden.
- Bei hochwertigen Systemen wird zum einen die Kompatibilität zwischen Ladegerät und Akku und zum anderen die Umgebungstemperatur kontrolliert und im Falle einer Abweichung der Ladevorgang unterbrochen.

### **3.5 Standard-Akkus**

- Einheitliche Akkus würden die Verbreitung von Lade und Akkuwechselstationen erleichtern
- Die Kapazität von Standard-Akkus würde keine Rolle mehr spielen, da der Akku jederzeit gegen einen geladenen gewechselt werden könnte.
- Standard-Akkus können durch Massenfertigung preiswerter werden. Die höheren Absatzchancen locken aber auch Hersteller billiger, minderwertiger Akkus an.
- Ein Standard-Akku schränkt die Integration des Akkus in das Pedelec ein und würde momentan den Fortschritt aufhalten.

**Die Expertenrunde ist sich einig, dass ein Standard-Akku zurzeit nicht sinnvoll wäre, da die Nachteile überwiegen. Jedoch ist ein Standard der Schnittstellen wünschenswert und voraussichtlich 2012 in Form des EnergyBus Steckers marktreif.**

## 4 Themenbereich II: Umgang mit Akkus

*Was muss der Endverbraucher/Händler im Umgang mit Akkus beachten, wie werden sie geladen, entladen, gelagert und gepflegt und welche Gefahren gehen von Akkus aus? Was sind typische Reklamationen des Endverbrauchers?*

### 4.1 Umgang mit Li-Ionen Akkus

- Akkus dürfen grundsätzlich nur mit dem vorgesehenen Ladegerät geladen werden.
- BMS verhindern in der Regel Überladungen oder Tiefentladungen.
- Der Akku sollte nicht über längere Zeit und nicht in der Nähe von brennbarem Material unbeaufsichtigt geladen werden, da große Hitze entstehen könnte.
- Der zulässige Temperaturbereich zum Laden und Entladen des Akkus ist im Benutzerhandbuch angegeben und muss eingehalten werden. Üblicherweise liegt der Bereich bei:
  - Laden: 0 bis 45°C
  - Entladen: -20 bis 60°C
- Bei Hitze nimmt der Akku Schaden.
- Mit zunehmender Kälte verringern sich die Kapazität und die Lebensdauer der Akkus.
- Bei längerem Stillstand des Pedelecs empfiehlt es sich den Akku kühl (ca. 15°C) zu lagern. Der Akku sollte einen Ladezustand zwischen 50 und 80 % aufweisen. Aufgrund der geringen Selbstentladung sind Erhaltungsladungen bei Lithium-Akkus theoretisch nicht erforderlich. Jedoch verbrauchen die eingebauten Schutzschalter Ladung. Bei einer Lagerung von über 4 Monaten sollte deshalb der Ladestand kontrolliert werden, um eine Tiefentladung zu vermeiden.
- Die maximalen Ladezyklen betragen je nach Hersteller 500 bis 1.100 Zyklen und geben die Anzahl der Zyklen an, die geladen werden können, bis eine definierte Restkapazität unterschritten wird.
- Als Ladezyklus ist bei Li-Ionen Akkus nur ein kompletter Ladevorgang (0 bis 100 % Kapazität) relevant. Teilladungen können entsprechend öfter vorgenommen werden.
- Sind die maximalen Ladezyklen erreicht, kann der Akku auch weiterhin (allerdings mit geringer Restkapazität) verwendet werden.
- Für Li-Ionen Akkus gilt: wird der Akku möglichst nach jedem Gebrauch wieder geladen, erhöht sich die Lebensdauer.

### 4.2 Gefahren durch Li-Ionen Akkus

- Durch mechanische Beschädigung des Akkus kann es zu einem Zellenkurzschluss kommen, der zum Brand oder zu einer Explosion führen kann.
- Auch ein Überladen, ein Kurzschluss oder eine Tiefentladung kann zum Akku-Brand führen.
- Dreipolige „Kaltgerätestecker“ passen unter Umständen in Pedelecs aus Fernost. In diesem Fall werden mit 230 V Spannung 34 oder 36 V Akkus geladen.
- Einige Pedelecs verfügen über auf der XLR-Norm basierte Stecker, welche für Musikanlagen etc. verwendet werden. Diese bergen die Gefahr, dass die üblichen Kabel der Musikanlagen für hohe Ströme und Spannungen nicht

ausgelegt sind und bei Verwendung zum Laden des Pedelec-Akkus sich stark erhitzen.

- Beim Ladevorgang, insbesondere beim Laden defekter Akkus, entsteht Hitze, die unter Umständen in der Nähe befindliche, leichtentzündliche Gegenstände in Brand setzen kann (z.B. Kunststoffmaterialien vom Gehäuse des Ladegerätes und der Batterie).
- Wenn es zu einem Akkubrand kommen sollte, ist Folgendes zu beachten:
  - Bei zerstörten, insbesondere brennenden Akkus werden giftige Gase freigesetzt.
  - Wenn es die Situation zulässt, ist der Akku ins Freie zu befördern, andernfalls sollte man sich vor den Gasen schützen. Zweckmäßig ist es, einen transportablen Behälter mit Sand bereitzuhalten.
  - Zum Löschen bieten sich alle üblichen Feuerlöscher an, den geringsten Schaden an der Umgebung hinterlassen CO<sub>2</sub>-Feuerlöscher oder sehr viel Wasser.
  - Einige Batteriesysteme setzen bei der Reaktion Sauerstoff frei. In diesem Fall ist ein Löschen durch Sauerstoffentzug (s.o.) nicht wirksam.

## 5 Themenbereich III: Rechte, Normen und Pflichten

*Welche Gesetze, Normen, Prüfungen usw. gelten für Hersteller, Händler und Endverbraucher im Umgang, bei Lagerung und bei Transport mit Akkus? Sind diese ausreichend?*

### 5.1 Batteriegesetz

- Laut BattG dürfen cadmium- und quecksilberhaltige Batterien nicht mehr vertrieben werden.
- „Industriebatterien sind Batterien, die ausschließlich für industrielle, gewerbliche oder landwirtschaftliche Zwecke, für **Elektrofahrzeuge** jeder Art oder zum Vortrieb von Hybridfahrzeugen bestimmt sind. [...]“ (§ 1 Absatz 5 BattG)
- Vertreiber: Jeder, der „Batterien gewerblich an den Endnutzer abgibt.“ (§ 2 Absatz 14 BattG)
- Hersteller: „Jeder, der, unabhängig von der Vertriebsmethode, gewerblich Batterien im Geltungsbereich dieses Gesetzes erstmals in den Verkehr bringt.“ (§ 2 Absatz 15 BattG)
  - Erstinverkehrbringer und Importeure von Batterien
  - Importeure von Produkten mit eingebauten oder beigefügten Batterien
  - Händler, die vorsätzlich oder fahrlässig Batterien von Herstellern in Verkehr bringen, die sich nicht beim Umweltbundesamt angezeigt haben (vgl. § 2 Absatz 15 BattG)
- Pflichten für den Vertreiber von Industriebatterien:
  - unentgeltliche Rücknahme gebrauchter Altbatterien (§ 9 BattG)
  - zurückgenommene Industrie-Altbatterien selbst oder durch Dritte ordnungsgemäß verwerten oder einem Hersteller überlassen (§ 9 BattG)
  - Kundeninformation durch Schrift- und Bildtafel (§ 18 BattG)
  - jährliche Erfolgskontrollberichte (§ 15 BattG)
- Pflichten für den Hersteller von Industriebatterien:
  - Teilnahme am Gemeinsamen Rücknahme System Batterien (GRS Batterien) oder Einrichtung eines behördlich genehmigten, herstellereigenen Rücknahmesystems (§ 5 bis 7 BattG)
  - anzeige der Marktteilnahme gegenüber dem Umweltbundesamt (§ 4 BattG)
  - Kennzeichnung von Neubatterien (§ 17 BattG)
  - Information der Öffentlichkeit (§ 18 BattG)
- Händler sind verpflichtet auch Batterien anzunehmen, die sie nicht vertreiben. Pedelec-Akkus dürfen nur in einem für das Akkumodell geprüften Karton versendet werden (s. 5.2). Bei alten, nicht mehr produzierten Akkus kann die Entsorgung den Händler vor ein unlösbares Problem stellen.

### 5.2 Transportvorschriften

- Der Versender haftet für den korrekt deklarierten Inhalt und dessen Unbedenklichkeit auf dem Transport.
- Alle Lithium-Batterien und Einzelzellen müssen erfolgreich gemäß UN-Manual „Test and Criteria“ Teil III, 38.3 Rev. 5 geprüft werden, um für den Transport zugelassen zu werden. Dazu zählen die Prüfungen:
  - T1 Höhensimulation
  - T2 Thermischer Test

- T3 Vibrationstest
- T4 Stoßtest
- T5 Externer Kurzschluss
- T6 Schlagprüfung
- T7 Überladungstest
- T8 Erzwungene Entladung
- Bei den Verpackungs- und Transportvorschriften wird unterschieden nach den Bestimmungen UN 3480 bzw. 3481 für Lithium-Ionen-Batterien und UN 3090 bzw. 3091 für Lithium-Metall-Batterien.
- Lithiumbatterien werden als Gefahrgut eingestuft (Klasse 9)
- Batterien können zum erleichterten Transport freigestellt werden. Folgende Grundlagen müssen eingehalten werden (Sondervorschrift 188):
  - Nennenergie für Lithium-Ionen-Zellen höchstens 20 Wh, für Batterien höchstens 100 Wh (Pedelec-Akkus überschreiten diesen Wert)
  - Lithiumgehalt für Lithium-Metall-Zellen höchstens 1 g, für Batterien höchstens 2 g Lithium
  - die Verpackung muss einen Falltest aus 1,20 m Höhe ohne Beschädigung überstehen
  - Innenverpackungen müssen die Batterien/Zellen komplett umschließen
  - Batterien/Zellen müssen vor Kurzschluss geschützt verpackt sein
  - Batterien/Zellen müssen vor Berührungen durch leitendes Material geschützt sein
  - Kennzeichnung der Packstücke mit einem speziellen Handlinglabel für Lithiumbatterien
  - jeder Sendung muss ein Dokument beigelegt sein, das unter anderen folgende Informationen enthält:
    - Angabe über den Inhalt (Li-Ionen- bzw. Li-Metall-Batterien)
    - Vorgehensweise bei einer möglichen Beschädigung
    - Telefonnummer
    - Angabe über die eingehaltenen Verpackungsvorschriften
    - Angabe, dass keine defekten oder zurückgerufenen Batterien enthalten sind
- gilt die SV188 nicht, wie es bei Pedelec-Akkus der Fall ist, müssen Batterien als Gefahrgut versandt werden und folgende Vorschriften eingehalten werden:
  - alle Verpackungen müssen unbeschädigt sein
  - Sendung gekennzeichnet mit folgenden Angaben:
    - UN-Nummer (UN 3090/3091 bzw. UN 3480/3481)
    - Symbol der Gefahrgutklasse 9
    - UN-Prüfnummer der Außenverpackung
    - Symbol „Diese Seite nach oben“
- Verpackungsvorschrift
  - Transport auf dem Luftweg: PI 965 bis PI 970, jeweils Teil 1; je nach Batterietyp und Versand in, mit oder ohne Ausrüstung
  - Transport auf der Straße: P 903
  - Verpackungen müssen von der Bundesanstalt für Materialforschung (BAM) zertifiziert sein

### **5.3 Transport beschädigter Akkus**

- Bislang fehlt eine exakte Definition für defekte Akkus
- Für Schäden beim Transport durch defekte Akkus haftet der Versender.
- Beschädigte Akkus können beim Transport in Brand geraten und sollten deshalb nur in einem feuerfesten Behälter transportiert werden.
- Defekte Akkus dürfen nur als genehmigter Einzeltransport befördert werden.
- Im Falle einer Garantieabwicklung steht der Händler vor einem Problem: Er haftet für den Transport des defekten Akkus!
- Teilweise werden Privatpersonen angehalten, den Akku zu versenden, da für Privatpersonen die Transportvorschriften nicht gelten. Von dieser Umgehung der Transportvorschriften ist dringend abzuraten.

### **5.4 Gesetzliche Vorgaben für Normen und Sicherheit:**

- Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG) einschließlich CE-Konformitätserklärung
- relevant für Pedelecs sind unter anderem:
  - Maschinenrichtlinie 2006/42/EG
  - EMV-Richtlinie 2004/108/EG (Elektromagnetische Verträglichkeit) für Akku und Ladegerät
  - Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG für das Ladegerät

### **5.5 Forderungen der DIN EN 15194:2009 bezüglich Akku und Ladegerät**

- Prüfung der Batterie und des Pedelecs, wobei kein Feuer, geschmolzene Teile etc. auftreten dürfen:
  - Kurzschluss an der vollständig geladenen Batterie
  - Kurzschluss des Motors
  - Betrieb des Pedelecs mit verriegeltem Antriebssystem bis zur Abschaltung oder Entladung der Batterie
  - Laden der Batterie mit der doppelten empfohlenen Ladezeit oder 24h
- Sicherheit und Verträglichkeit der Batterie und Ladeeinheit
- Sicherung der Batterieanschlüsse gegen Kurzschluss
- Etikettierung von Batterie und Ladegerät

### **5.6 Anwendung der Batteriesicherheitsnorm IEC62133**

- Standard im IEC-CB Verfahren für Werkzeuge, Haushaltsgeräte, Gartengeräte, Leuchten, aber keine Anwendung bei Pedelecs
- Inhalt:
  - Dauerladen mit geringem Strom
  - Vibration
  - Beanspruchung von Spritzgussgehäusen
  - Zyklische Temperaturwechsel
  - Kurzschluss
  - Freier Fall
  - Schock
  - Thermische Fehlbehandlung
  - Quetschen
  - Unterdruck
  - Überladung
  - Tiefentladung
  - Schutz der Zellen vor hohen Ladeströmen
- Prüfung von Zelle und Batterie

- Erfolgreiche Prüfung Voraussetzung für GS-Prüfzeichen
- Obwohl der Energiegehalt bei Pedelecs viel größer ist als bei den oben genannten Elektrogeräten, findet die IEC keine Anwendung bei Pedelecs.

### **5.7 BATSO (Battery Safety Organization) - Zertifikat**

- Das BATSO-Zertifikat erweitert den UN-T Test (Sicherheit beim Transport) um Tests zur Sicherheit bei der Anwendung.
- Im Gegensatz zum UN-T Zertifikat ist das BATSO Zertifikat auf den Batterien deutlich für den Endverbraucher wahrnehmbar.
- BATSO Zertifikat umfasst folgende Punkte
  - Vortests in der Entwicklungsphase der Batterieherstellung
  - BATSO Prüfung
    - UN T 38.3 Prüfung
    - Partieller Kurzschluss
    - Falltest
    - Crashtest
  - Fertigungskontrolle im Herstellungsprozess

### **5.8 Lagerung von Li-Ionen Akkus**

- Für die Lagerung gelten keine Vorschriften.
- Die zuständigen Versicherungen sollten über die Lagerung von Gefahrgut der Klasse 9 informiert werden.
- Lagertemperatur: -20 bis 45°C (Dauerhafte Lagerung von über 25°C schadet dem Akku)
- Zu lange Lagerung führt zu irreversiblen Kapazitätsverlust und die (geringe) Selbstentladung kann zu einer Tiefentladung des Akkus führen.
- Zu hohe Luftfeuchtigkeit in Verbindung mit hohen Temperaturen kann zu einem Kurzschluss führen.
- kurzschlussgeschützt lagern
- bei 50 bis 80 % Ladezustand lagern
- Beim Laden des Akkus sollte insbesondere auf eine feuerfeste Umgebung geachtet werden.
- Für defekte Akkus sind hohe Sicherheitsvorkehrungen notwendig (Akkusafe).

### **5.9 Entsorgung des alten Akkus**

- Entsorgung nur über dafür vorgesehene Stellen (z.B. Stiftung GRS Batterien, Gemeinsames Rücknahme System Batterien)
- Pole der Akkus müssen isoliert werden
- Ab einem Akkugewicht von 500 g sind gesonderte Behälter mit der Kennzeichnung „Nur für Lithium-Ionen Akkus aus Elektrofahrrädern“ zu nutzen.

## 6 Zukünftige Handlungsfelder

Während des ADFC-Workshops fand ein reger Austausch innerhalb der Expertenrunde statt. Die aus nahezu allen relevanten Bereichen stammenden Teilnehmer erarbeiteten Problem- und Handlungsfelder. So besteht beim Transport defekter Akkus ein Bedarf nach einem praktikablen rechtlichen Rahmen. Die Handlungsfelder definieren sich wie folgt:

- Es existiert kein standardisierter Test zur Reichweitenbestimmung von Pedelecs. Der Endverbraucher kann die Herstellerangaben nicht miteinander vergleichen. Angeregt wurde eine für Verbraucher nachvollziehbare Angabe ähnlich den Kraftstoff-Verbrauchswerten für Kfz.
- Die Lebensdauer der Akkus wird von den Endverbrauchern nur unzureichend ausgenutzt. So werden viele Akkus bereits bei einer Restkapazität von ca. 85 % entsorgt. Beispielsweise könnten gebrauchte Akkus in Verbindung mit Photovoltaik-Anlagen als Energiespeicher für Haushalte verwendet werden. Akkuleasing würde das Problem gänzlich vermeiden.
- Die Rohstoffe, die für die Herstellung des Akkus benötigt werden, müssen effizienter ausgenutzt werden (derzeit rentiert sich das Recycling der Akkus nicht).
- Die bestehenden Pflichten und Richtlinien für Hersteller von Batterien und Pedelecs sind nach Meinung einiger Experten ausreichend. Allerdings mangelt es an der Einhaltung. So sind nicht alle Akkus UN-T zertifiziert, obwohl dies in Deutschland seit 2003 vorgeschrieben ist. Das Problem wird vom BMVBS, vom BAG und vom UBA vernachlässigt.
- Es fehlt eine zentrale, übergeordnete Anlaufstelle, die sowohl den Transport als auch die Lagerung von Akkus regelt und überwacht.
- In Folge der fehlenden UN-T-Zertifizierung einiger Akkus und des Umstands, dass dem bloßen Akku die Zertifizierung nicht anzusehen ist, bestehen große Schwierigkeiten bei der späteren Entsorgung der Akkus. So dürften große Stückzahlen von Akkus nicht zur Entsorgungsstelle transportiert werden. Das Problem besteht auch bei nicht mehr produzierten Akkus, für die zum Transport keine zertifizierten Kartons mehr vorhanden sind.
- Es fehlt eine Definition für defekte Batterien. Sind auch Batterien als transportunsicher zu betrachten, die eine gewisse Restkapazität unterschreiten, von einem Rückruf betroffen sind - oder erst, wenn äußere Schäden sichtbar sind? An einer praktikablen Regelung zum Transport defekter Akkus wird laut einigen Experten zurzeit gearbeitet. Dieses Problem wird auch im Regierungsprogramm Elektromobilität der Bundesregierung angesprochen.
- Die Händler sind das Bindeglied zwischen Industrie und Endverbraucher. Nach Ansicht der Experten sind einige Händler nicht in der Lage, den hohen Serviceansprüchen beim Pedelecverkauf gerecht zu werden. Sie informieren unzureichend über den Umgang mit Akkus, sei es aus Unwissenheit oder um die „Gefahren“ zu verschweigen. Hier besteht Handlungsbedarf für die Hersteller. Diese müssen die Händler umfangreich, auch über die eigene Produktpalette hinaus, schulen. Es muss ein umfangreiches Grundwissen über die Akkuchemie, -physik und Rechtsgrundlagen geschaffen werden.
- Industriebatterien sollten, in Anlehnung an Autobatterien, gegen Pfand verkauft werden. So würde zum einen die Rücklaufquote erhöht werden und zum anderen die Kundenbindung zum Händler gestärkt werden.