Vorsicht, heiß!

Akkubrände: zwischen Panikmache und Fakten



Akkubrände: Einführung ..... **Seite 16**
Cool bleiben: Brandursachen und -vermeidung ... **Seite 22**
Akkuladetaschen und -boxen ..... **Seite 26**

Bild: KI, Collage c't

© Copyright by Heise Medien.

Medien berichten immer wieder von Bränden durch Akkus. Wir gehen der Frage nach, wie Akkus als Gefahrenquelle zu bewerten sind, was man zur Vorbeugung tun kann und wie man sich verhalten soll, wenn ein Akku seltsam aussieht oder gar zu schmoren beginnt.

Von Michael Link

Ein brennender Akku legt die Wohnung oder das ganze Haus in Trümmer, verletzt Menschen und bringt sie um Hab und Gut. Dieses Szenario scheint eine echte Gefahr zu sein, schließlich sind die Medien voll von Artikeln über durchgehende Akkus und abgebrannte Häuser: Fast jeder kennt einen, der jemanden kennt, der davon gehört hat, dass das wiederum einem anderen passiert ist. Doch wie groß ist die Gefahr wirklich?

Zu Beginn unserer Recherchen befragten wir die Leser unseres c't-Club-Abonnenten-Newsletters nach ihren Erlebnissen. Jan A. beispielsweise hatte schlechte Erfahrungen gemacht mit einem bei AliExpress bestellten Lego-kompatiblen Akku. Der verschmorte beim Aufladen und verqualmte sein Haus. Leser Mirko J. berichtete von einem Akku eines in einem Kaufhaus erworbenen Spielzeugautos, der beim Laden hochging und mithilfe des Ladekabels gerade noch aus der Wohnung geworfen werden konnte. Andreas S. schilderte einen Fall, bei dem aus einem im Treppenhaus abgestellten Elektroroller zuerst eine zähe braune Flüssigkeit austrat. Er legte den Akku nach Empfehlungen der Feuerwehr draußen auf eine Steintreppe und deckte ihn mit einer Regentonne sowie Dachziegeln ab. Der nachfolgende Brand verschonte zwar das Haus, doch trug das Leser-Ehepaar Rauchgasvergiftungen davon.

Einzelfälle, aber keine Zahlen

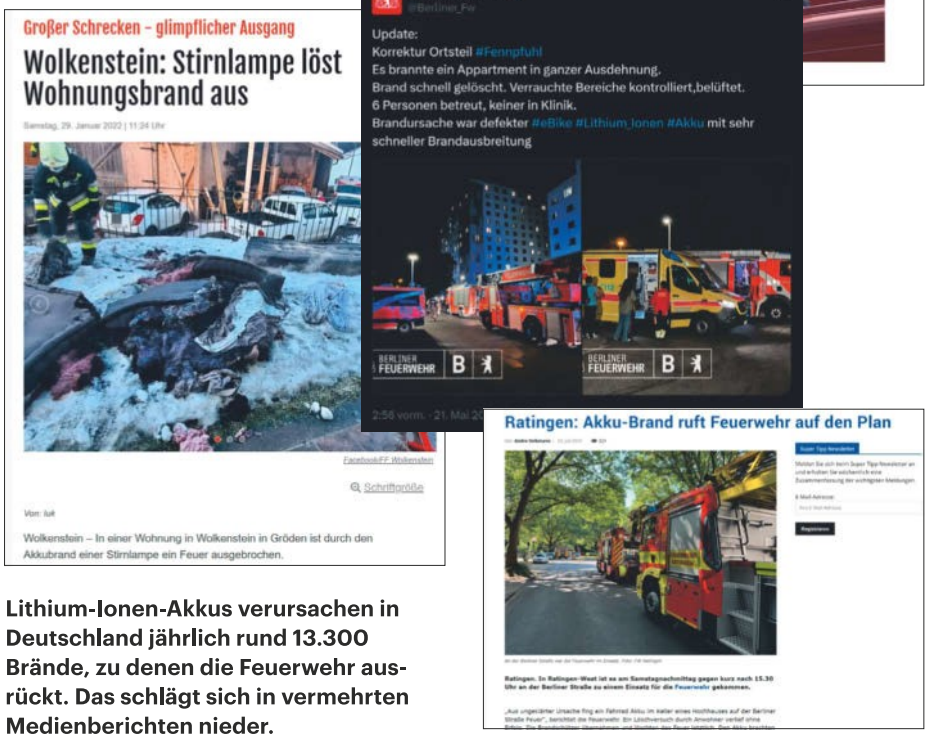
Solche Berichte über Akkubrände haben allerdings rein anekdotische Evidenz. Aus ihnen lässt sich nicht ableiten, wie groß das Problem tatsächlich ist, und valide Statistiken mit Aussagekraft sind nicht zu bekommen. Ein Grund dafür: Die Brandursache „Akku“ wird darin in der Regel nicht ausgewiesen, allenfalls die Brandentstehung durch Elektrizität. Und das kann vom Schwelbrand der Kabelverteilung über Kurzschlüsse im Herd bis hin zum brennenden Akku vieles bedeuten.

Unabhängig von der Ursache rücken die Feuerwehren in Deutschland nach Zahlen des Feuerwehrverbandes im Schnitt rund 200.000-mal jährlich zum Löschen aus. Etwa 330 Menschen sterben jedes Jahr durch Brände. Todesfälle, beispielsweise durch Brand eines Lithium-Ionen-Akkus in einem Hoverboard 2017 in Harrisburg, USA, und den eines Akkus in einer E-Zigarette ein Jahr später, sind hin und wieder in Medienberichten zu finden. Hochgerechnet liegen die Todesfallzahlen durch Brände grob in der Größenordnung der Opfer weltweiter Flugzeugabstürze.

Überwiegend kommt es bei Bränden von Akkus zu Rauchgasvergiftungen und Verbrennungen. Auch die explosionsartig umherfliegenden Teile verursachen mitunter schwere Verletzungen. Im Jahr 2016 schlug beispielsweise ein hochgehender Akku einer E-Zigarette einem 20-jährigen Kölner mehrere Zähne aus.

Nach Feststellungen des Instituts für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer (IFS) sind Defekte von Lithium-Ionen-Akkus mit 20 Prozent die häufigste Ursache bei durch Elektrizität verursachten Bränden – die wiederum rund ein Drittel aller Schadenfeuer ausmachen. Das in Kiel ansässige Institut erforscht im Auftrag von Versicherungen die Ursachen von Schadereignissen. Es beobachtet seit rund zehn Jahren „einen ebenso deutlichen wie kontinuierlichen Anstieg von Akkubränden“. Dabei entstünden drei Viertel solcher Brände in der Ladephase. Was genau beim Laden und Entladen von Lithium-Ionen-Akkus passiert, finden Sie ab Seite 22 beschrieben.

Eine merkbare Häufung sieht Ina Schmiedeberg vom IFS bei Ersatzakkus

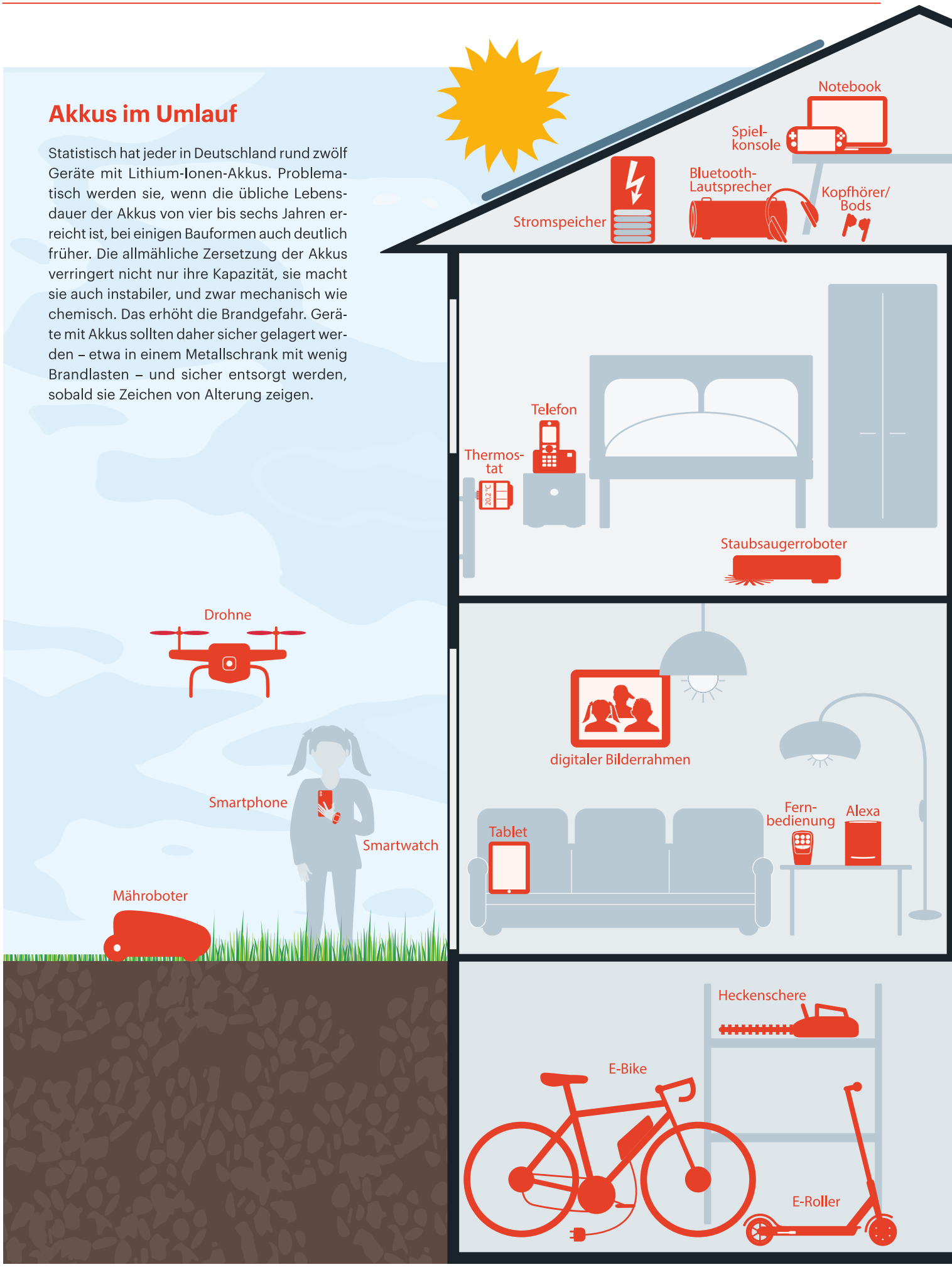


Lithium-Ionen-Akkus verursachen in Deutschland jährlich rund 13.300 Brände, zu denen die Feuerwehr ausrückt. Das schlägt sich in vermehrten Medienberichten nieder.

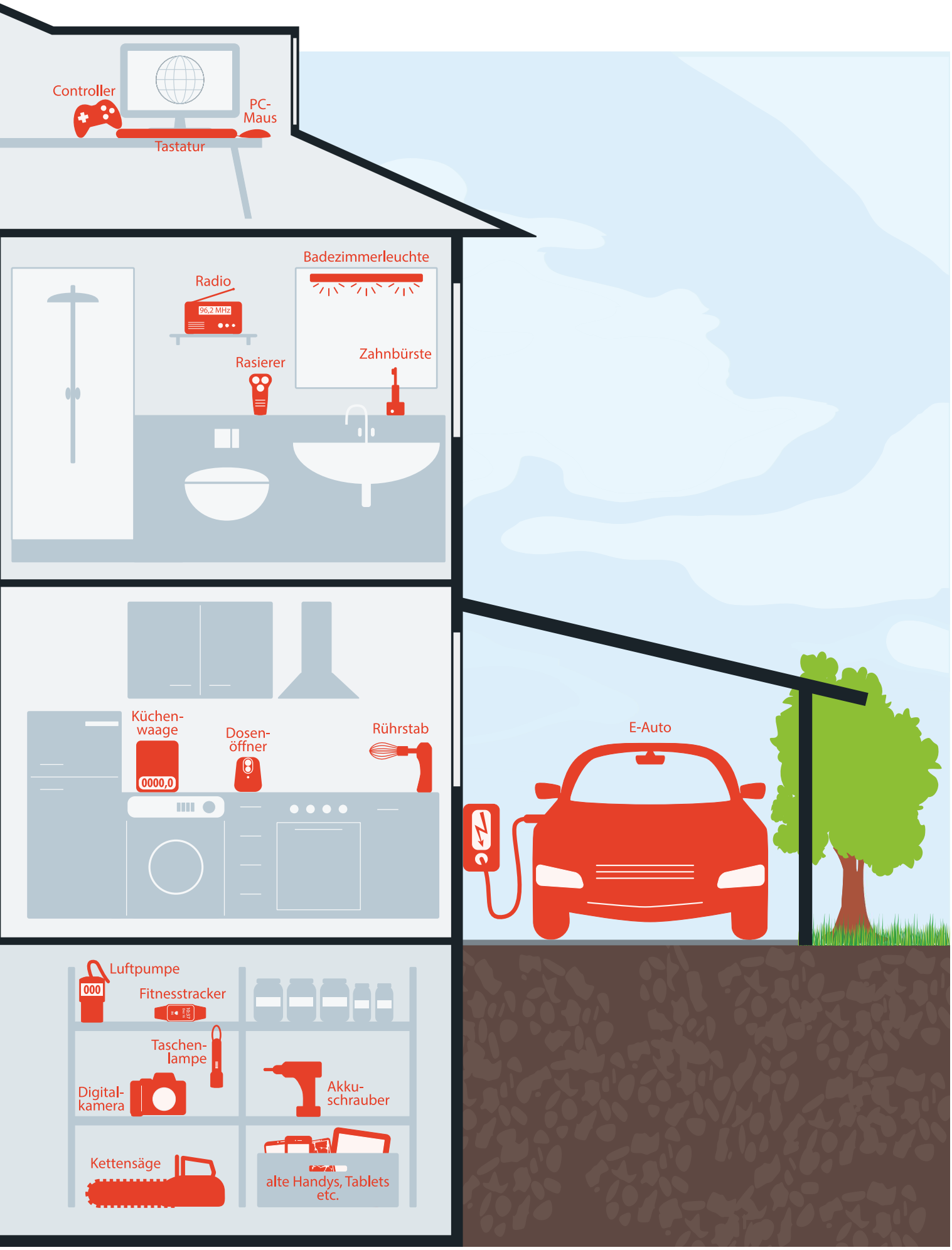
© Copyright by Heise Medien.

Akkus im Umlauf

Statistisch hat jeder in Deutschland rund zwölf Geräte mit Lithium-Ionen-Akkus. Problematisch werden sie, wenn die übliche Lebensdauer der Akkus von vier bis sechs Jahren erreicht ist, bei einigen Bauformen auch deutlich früher. Die allmähliche Zersetzung der Akkus verringert nicht nur ihre Kapazität, sie macht sie auch instabiler, und zwar mechanisch wie chemisch. Das erhöht die Brandgefahr. Geräte mit Akkus sollten daher sicher gelagert werden – etwa in einem Metallschrank mit wenig Brandlasten – und sicher entsorgt werden, sobald sie Zeichen von Alterung zeigen.



© Copyright by Heise Medien.



© Copyright by Heise Medien.

aus No-Name-Produkten und insbesondere von Werkzeugen. Bei Fremdakkus aus anonymen Quellen funktioniert das Zusammenspiel aus den darin gruppierten Zellen und dem fürs gleichmäßige und kontrollierte Laden verantwortlichen Batteriemanagementsystem gelegentlich nicht so gut.

Vermutlich dreistellige Fallzahlen

Das ist kein Wunder, denn selbst renommierte Batteriehersteller wie Samsung haben bereits verlauten lassen, dass jeder zehntausendste Akku trotz engmaschiger Qualitätskontrollen die Fabriken mit einem unerkannten Defekt verlässt. Während große Markenhersteller von Powerbanks, E-Bike-Akkus und anderen für Endgeräte konfektionierte Energiespeicher deswegen nochmals interne Eingangskontrollen der Zellen vorsehen, ist das bei Ersatzakkus aus fragwürdigen Quellen nicht der Fall. Bei Fehlern kommt es zur Überladung und häufig zum Brandausbruch. „Bei Untersuchungen von billigen Akkupacks und Ladegeräten haben wir erhebliche technische Mängel festgestellt“, sagt Chemiker und IFS-Geschäftsführer Dr. Hans-Hermann Drews.

Wie groß das Problem ist, zeigt sich auch bei den Produktrückrufen: Mangelhafte No-Name-Akkus machen mittlerweile rund die Hälfte aller Produktrückrufe wegen Brandgefahr aus. Auch Ikea war jüngst davon betroffen und musste einige Produktionsreihen seiner Powerbank mit dem unfreiwillig passenden Namen Varmfront 5 und Varmfront 10 aus dem Verkehr ziehen.

Der britische Versicherer QBE hat Zahlen veröffentlicht, nach denen Fahrzeugbrände durch Lithium-Ionen-Batterien von 2022 an innerhalb eines Jahres von 630 auf 921 Fälle zugenommen haben. Die Werte für die prozentuale Zunahme sind angesichts der niedrigen Fallzahlen mit Vorsicht zu genießen. So ergibt sich laut QBE für das Jahr 2023 allein für E-Bike-Akkus zwar eine Steigerung um 70 Prozentpunkte, aber das sind nur 270 Fälle insgesamt.

Überträgt man die Angaben der QBE auf Deutschland, liegen E-Bike-Akkubrände vermutlich ebenfalls im hohen dreistelligen Bereich. Diesen muss man die Anzahl weiterer in Haushalten verwendeter Akkus hinzustellen. Laut dem Tätigkeitsbericht der Stiftung GRS Batterien (Gemeinsames Rücknahmesystem Batterien) wurden im Vorjahr Lithium-Batterien und -Akkus in dreistelliger Millionenzahl nach Deutschland eingeführt, insgesamt waren es allein 173 Millionen Knopf- und Rundzellen. Geht man von einer Laufzeit von vier bis sechs Jahren aus, darf man von etwas weniger als einer Milliarde Akkus allein in Deutschland ausgehen, also etwa einem Dutzend Akkus pro Einwohner.

Lithium-Ionen-Akkus sind besonders verbreitet, denn sie sind zum einen sehr leicht, zum anderen speichern sie bezogen auf ihre Größe sehr viel Energie und haben darüber hinaus eine geringe Selbstentladung. Somit stecken Akkus in Lithium-Ionen-Technik mittlerweile in einer Vielzahl von Geräten, die lange Zeit nur handbetrieben oder mit Stromkabel zu haben waren: Der Akkuschrauber, die elektrische Zahnbürste, die Schrankleuchte und die elektronische Luftpumpe sind nur ein paar Bespiele dafür. Die Grafik auf den vorigen Seiten illustriert, dass es in einem Haushalt allerhand Geräte mit Lithium-Ionen-Technik gibt, die sich nach und nach ansammeln. Deren Zellchemie verändert sich im Laufe der Jahre und macht sie anfällig für das sogenannte thermische Durchgehen, also Brände. Spätestens wenn Akkus aufgebläht erscheinen, ist es höchste Zeit, sie sicher zu entsorgen. Teils schreiben die Entsorger dazu vor, dass die Anschlüsse dazu abgeklebt sein müssen.

Verbote, Aktionismus und Vorsichtsmaßnahmen

Man könnte angesichts der niedrigen Fallzahlen auf die Idee kommen, das Brandrisiko durch Akkus als Teil des allgemeinen Lebensrisikos wegzusortieren und nichts weiter dagegen unternehmen. Tatsächlich geht es aber in die andere Richtung. So empfiehlt der Verband deutscher Verkehrsunternehmen, die Mitnahme von E-Scootern – gemeint sind Tretroller mit Batterie – im öffentlichen Nahverkehr zu verbieten: wegen des „niedrigen Sicherheitsstandards der verbauten Lithium-Ionen-Akkus und dem damit verbundenen erhöhten Brand- und Explosionsrisiko und einer gesundheitsschädlichen Rauchgasfreisetzung“. Einige Verkehrsunternehmen lassen sie bereits nicht mehr an Bord, etwa die Hamburger Hochbahn, die Münchner Verkehrsgesellschaft sowie Verbünde in Leipzig und in vielen Städten in Nordrhein-Westfalen.

Solche Mitnahmeverbote sieht Richard Goebelt, Mitglied der Geschäftsführung des TÜV-Verbands kritisch, „da E-Scooter über ein vergleichbares Sicherheitsniveau wie Pedelecs verfügen und mit der unabhängigen Drittprüfung als Voraussetzung für die Allgemeine Betriebserlaubnis eine zusätzliche Sicherheitsebene ein-

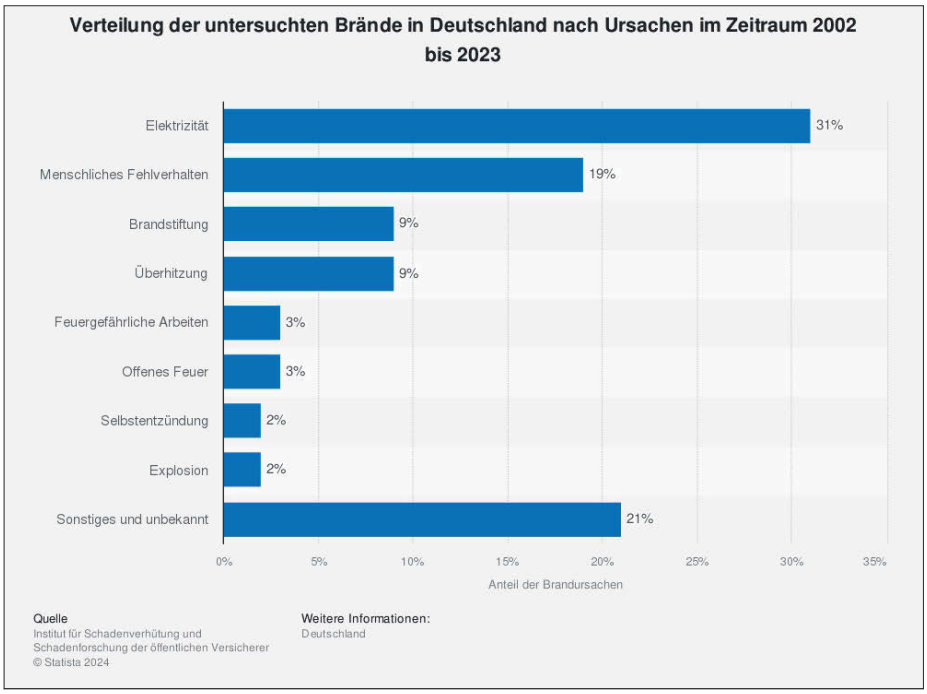


Bild: Statista

Die Statistik des Institutes für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer (IFS) weist als Brandursache zu knapp einem Drittel „Elektrizität“ als Ursache aus. Offizielle Statistiken über Brände von Lithium-Ionen-Akkus gibt es aber nicht.

© Copyright by Heise Medien.

gezogen ist.“ Gemeint ist Paragraf 7, Punkt 8 der „Verordnung über die Teilnahme von Elektrokleinstfahrzeugen (eKFV) am Straßenverkehr“. Der regelt, dass E-Scooter-Batterien den Sicherheitsanforderungen des Kapitels 4.2.3 der DIN EN 15194:2018-11 entsprechen müssen, also grundsätzlich die gleichen elektrischen Anforderungen erfüllen müssen wie Pedelecs. Die Verbotsempfehlung soll jedoch nicht dauerhaft gelten, so VDV-Pressesprecher Lars Wagner: „Auch wir haben ein Interesse daran, dass unsere Fahrgäste ihre Mobilität so flexibel wie möglich gestalten können, also zum Beispiel auch mit E-Scootern.“

Das Verbot ausgerechnet von E-Scootern in Öffis erscheint insoweit unlogisch, als es eigentlich auch eine ganze Reihe weiterer Alltagsgeräte mit Lithium-Ionen-Technik gibt, deren Mitnahme nach der Logik des VDV ebenfalls untersagt sein müsste, weil es dafür keine speziellen Akku-Sicherheitsprüfungen gibt. Das betrifft zum Beispiel E-Zigaretten.

Versicherungen und Gerichte

Versicherer elektrischer Geräte schauen bei Bränden genauer nach der Ursache. Sören Hirsch, Bereichsleiter Bike bei der Wertgarantie-Marke linexo: „Natürlich kennen wir Medienberichte über explodierende Akkus und deren verheerende Folgen. Unserem Team in der Schadenbearbeitung ist bisher aber noch kein Fall begegnet, bei dem ein E-Bike Akku unserer Kunden in Flammen aufgegangen ist.“

Auch andere von uns befragte Versicherungen sahen sich außerstande, Statistiken oder wenigstens ein paar Zahlen zu Brandfällen zu liefern. Hinweise auf das Schadengeschehen bei Versicherern erhält man nur indirekt, etwa über Streitfälle bei der Regulierung. So ziehen Versicherte vor Gericht, wenn Gebäudeassekuranzen das Begleichen der Schäden verweigern oder im Nachgang Regressforderungen stellen und diese mit fahrlässigem Umgang mit Akkus begründen.

Das OLG Bamberg zeigte 2019 durchaus Verständnis für die Firmen. So urteilte es, dass ein Versicherungsnehmer, der einen gebrauchten Spielzeughelikopter gekauft hatte, leicht fahrlässig handeln könnte, wenn er den darin enthaltenen Akku trotz unbekannter Vorschäden in einer brennbaren Umgebung auflädt und es dabei zu einem Brand kommt (Aktenzeichen 1U 34/19).

Der Bundesgerichtshof wiederum entschied, dass ein Gebäudeversicherer und nicht die Haftpflichtversicherung eines Elektrorollerfahrers für einen Brandschaden aufkommen muss, der nach der Entnahme des Akkus in einer Werkstatt entstanden war.



Foto: Miguel Perez/IKEA (Montage c't

IKEA rief einige Produktchargen seiner Varmfront-1- und Varmfront-2-Powerbanks zurück.

Restrisiko

Bleibt die Frage, wie man als Konsument mit der Frage der Brandgefahr von Lithium-Ionen-Akkus umgehen soll. Unbenommen: Bislang gibt es eine Reihe teils spektakulärer und tragischer Einzelfälle von Akkubränden. Medienberichte darüber lassen Lithium-Ionen-Akkus durchaus als gefährliche Energiequelle erscheinen. Es ist nicht anzunehmen, dass sich das Problem in nächster Zeit von allein erledigt, denn Akkus mit Lithium-Ionen-Technik werden sich aufgrund ihrer vielen positiven Eigenschaften noch deutlich stärker verbreiten als bisher. Daher wird tendenziell auch häufiger über Akkubrände zu lesen und zu hören sein. Auch die Warnindikatoren von Schadenforschern wie dem IFS deuten in diese Richtung.



Entsorgungsunternehmen warnen davor, Altbatterien und besonders Lithium-Ionen-Akkus in die Restmülltonne zu werfen.

Man muss sich aber klarmachen, dass Akkubrände mit mutmaßlich einigen hundert Fällen in Deutschland pro Jahr immer noch in einer recht moderaten Größenordnung auftreten, zumindest wenn man sie mit anderen Brandursachen vergleicht.

Zur Prävention ist dennoch einiges denkbar: Als scharfes Schwert könnte die EU die Prüfpflichten für Lithium-Ionen-Akkus verschärfen, so wie das für einige Produktgruppen, etwa E-Bike-Akkus, bereits der Fall ist. Einen Weg, potenziell durchgehende Akkus rechtzeitig zu entlarven, haben Wissenschaftler schon vorgezeichnet. Einige Studien weisen darauf hin, dass Wasserstoff-Sensoren im Akku frühzeitig vor Zelldefekten warnen könnten. Wasserstoff wird nämlich besonders zu Beginn des thermischen Durchgehens eines Akkus freigesetzt.

Aufgrund mangelnder valider Zahlen über Akkubrände stehen Verbote der Mitnahme bestimmter prominenter Geräte mit Lithium-Ionen-Akkus auf schwachen Füßen, vor allem weil die Gutachten sich teils auf Akkus in Geräten stützen, die hierzulande mangels Zulassung ohnehin nicht verkauft werden dürfen. Die Gutachten weisen immerhin ebenso wie die Produktrückrufe von schadhaften Akkus auf eine Vermeidungsmöglichkeit hin, welche man als Kunde selbst in der Hand hat: Greifen Sie nicht zu No-Name-Akkus, auch wenn der Preis verlockend sein sollte.

Und: Nicht immer ist die extrem hohe Energiedichte von Lithium-Ionen-Akkus wirklich nötig. Eine etwas größere Powerbank mit Lithium-Eisenphosphat-Akkus tut es auch und entzündet sich nicht so leicht. Ansonsten: Wer Lithium-Ionen-Akkus nutzt, sollte sie nur unter Aufsicht laden und möglichst nur dort, wo wenig Brennbares in der Nähe ist. Auf den Seiten 22 finden Sie andere Vorsichts- und Sicherheitsmaßnahmen und was Brandschutztaschen bringen, lesen Sie auf Seite 26. *(mil@ct.de)* c't

© Copyright by Heise Medien.



Cool bleiben

Warum ein Akku brennt und wie Sie es verhindern können

Wenn ein Akku in Brand gerät, hat das Gründe. Wer sie kennt und entsprechend vorsorgt, kann die Gefahr minimieren.

Von Steffen Herget

Akkus auf Lithium-Ionen-Basis treiben unzählige Geräte in unserem Alltag an, vom kleinen Sensor über Smartphones, Tablets und Notebooks bis zum E-Roller, Pedelec oder Elektroauto. Kein Wunder, denn moderne Akkus sind günstig, flexibel und leistungsstark. Als weiteren Vorteil weisen sie keinen Memory-Effekt auf, wie ihn frühere Akkus hatten. Schade bloß: Sie können auch brandgefährlich sein.

Um zu verstehen, warum ein Akku zu brennen anfangen kann, muss man den Blick auf die chemischen Vorgänge in einer Akkuzelle richten. Die besteht aus den beiden Polen, der Anode (Minus) und der Kathode (Plus). Die Kathode eines Akkus auf Lithium-Ionen-Basis wird in der Regel aus Lithium-Cobalt-Oxid gefertigt, die Anode aus Graphit. Eine trennende Schicht, der sogenannte Separator, hält sie auf Abstand zueinander. Der Separator ist halbdurchlässig für Lithiumionen, die Ladungsträger. Das bedeutet: Diese können ihn durchdringen, aber nur langsam und in dosierter Menge. Zwischen den Elektroden befindet sich das Elektrolyt, das flüssig, fest oder gelartig sein kann. In ihm können sich die Ionen bewegen.

Werden nun die beiden Pole außen am Akku miteinander verbunden, lösen sich Elektronen von den Lithiumionen und wandern durch ein Kabel und verbundene Geräte von Plus nach Minus – elektrische Spannung entsteht. Im Inneren des Akkus treten die Lithiumionen, die Elektronen abgegeben haben, den Weg durch den Separator an den anderen Pol an. Dort nehmen sie die Elektronen wieder auf. Ist diese Transformation abgeschlossen, ist der Akku leer, er hat seine Spannung verloren. Beim Aufladen läuft der Prozess umgekehrt ab, danach kann es wieder von vorne losgehen. Wichtig: Der Strom darf immer nur außen fließen, im Inneren der Zelle dürfen Anode und Kathode keinen Kontakt bekommen, dann gäbe es einen Kurzschluss.

© Copyright by Heise Medien.

Zudem muss die Wanderung der Ionen in der Zelle kontrolliert geschehen, sonst wird zu viel Energie frei. Große Akkus, die in E-Bikes, Stromspeichern oder Elektroautos stecken, bestehen in der Regel aus Dutzenden bis Tausenden solcher Lithium-Ionen-Zellen, die parallel und in Reihe geschaltet werden, um die gewünschte Spannung und Leistung zu erhalten.

Tritt nun ein Defekt auf, erwärmt sich eine der Zellen übermäßig stark, selten auch mehrere. Das passiert häufig während des Ladens, denn dabei wird der Akku durch die in ihn übertragene Energie ohnehin warm. Ist die Zelle defekt, etwa durch einen zu durchlässigen Separator, gibt sie ihre elektrochemische Energie nicht als elektrische, sondern als thermische Energie ab. Die Materialien im direkten Umfeld werden geschädigt oder zerfallen, brennbare Gase und Sauerstoff entstehen. Die Temperatur steigt weiter an, es baut sich Druck auf und die Zelle gast aus oder platzt. Das bezeichnet man als „thermisches Durchgehen“, auf englisch „thermal runaway“. Durch die Hitze und die freigewordene Energie werden umliegende Zellen beschädigt, dort starten dieselben Prozesse, eine fatale Kettenreaktion kommt in Gang. Die Temperaturen bei diesem Vorgang können bis 1000 Grad Celsius steigen.

Nicht alle Lithium-Akkus sind gleich

Dabei ist Lithium-Akku nicht gleich Lithium-Akku, es gibt unterschiedliche Spielarten dieser Technologie, die verschiedene Materialien verwenden. Solche mit flüssigem Elektrolyt sehen aus wie eine handelsübliche, runde Batterie. Sie sind die eigentlichen Lithium-Ionen-Zellen, die in großer Masse parallel und in Reihe geschaltet in Powerbanks, E-Bikes und auch in Elektroautos stecken.

Die flachen Lithium-Batterien, die man von Smartphones, Tablets, Notebooks und unzähligen anderen elektronischen Geräte kennt, sind Lithium-Polymer-Akkus. Bei ihnen ist das Elektrolyt fest oder gelartig, weshalb man auf eine stabile äußere Hülle verzichten und sie in Schichten aufbauen kann. Sie haben eine geringere Energiedichte als die runden Lithium-Ionen-Zellen, dafür sind sie extrem flexibel zu dimensionieren und in jeder Größe und Kapazität erhältlich.

Eine Alternative zu diesen beiden Typen sind Lithium-Eisenphosphat-Akkus, abgekürzt LFP-Akkus. Bei ihnen besteht die Kathode nicht aus Lithium-Cobalt-Oxid, sondern eben aus Lithium-Eisenphosphat. Dieses Material hat den Vorteil, dass die chemische Reaktion in der Batterie keinen Sauerstoff freisetzt. Das reduziert die Gefahr des thermischen Durchgehens und der Kettenreaktion massiv. Insgesamt zeigen sich die LFP-Akkus deutlich unempfindlicher gegen Beschädigungen, außerdem brauchen sie weniger seltene Rohstoffe und sind dadurch noch günstiger in der Herstellung. Sie haben allerdings bei gleicher Größe eine niedrigere Energiedichte und auch die Spannung ist etwas geringer. LFP-Akkus kommen daher vor allem dort zum Einsatz, wo es nicht auf jeden Millimeter Platz ankommt, beispielsweise als Photovoltaik-Speicherlösungen oder in Fahrzeugen.

Warum brennen Akkus?

Die spezifischen Eigenschaften von Lithium und den weiteren Metallen, die in den Elektroden verwendet werden, etwa Nickel und Cobalt, sind für die Akkus Fluch und Segen zugleich. Die Stoffe sind hochgradig reaktiv und können leicht Elektronen abgeben. Sie zeichnen sich durch eine hohe Energiedichte aus, weshalb verhältnismäßig kompakte Zellen viel Strom produzieren. Das ist gut, solange der Akku einwandfrei funktioniert. Wenn allerdings eine oder mehrere Zellen defekt sind, fließt unkontrolliert Strom, die betroffenen Zellen überhitzen und lösen die verheerende Kettenreaktion aus.

Dass Zellen kaputtgehen, kann unterschiedliche Ursachen haben, meist liegt es am Alter. Auch eine generell schlechte Qualität kann zum frühzeitigen Zelltod führen und bewirken, dass sich der Akku als Ganzes verabschiedet. In der Regel führen Schäden am Separator zu einer unkontrollierten Abgabe der Energie, das ist dann der Anfang vom Ende.

c't kompakt

- Wenn Akkus in Brand geraten, ist dafür oft eine einzige Zelle verantwortlich, die anderen machen nur mit.
- Gefahren lassen sich mit Messgeräten, aber auch schon mit dem bloßen Auge und sogar mit der Nase erkennen.
- Wenn es doch anfängt zu brennen, ist schnelles Handeln gefragt.

Mechanische Belastungen können Zellen ebenfalls beschädigen und so einen Brand auslösen. Dafür muss man nicht unbedingt einen Nagel in den Akku hämmern oder ein Loch hineinbohren, schon ein unglücklicher Sturz kann ausreichen. Vor allem die mehrere Kilo schweren, wechselbaren E-Bike-Akkus, die man zum Laden entnimmt, rutschen schnell einmal aus der Hand. Knallt so ein fetter Akku auf den Asphalt, kann es brenzlig werden.

Auch das Überladen zählt zu den Gefahrenquellen. Pumpt man über lange Zeit mit einem nicht geeigneten oder nicht korrekt funktionierenden Ladegerät zu viel Strom in den Akku, wird irgendwann fast automatisch eine Zelle so heiß, dass ihr Elektrolyt in den gasförmigen Zustand überzugehen beginnt, sodass die Zelle instabil wird. Sogar die Tiefentladung kann zum Problem werden, wenn die chemischen Prozesse im Akku zusammenbrechen. Die komplette Entladung schließen allerdings die allermeisten Batterie-Management-Systeme (BMS) in den Geräten und Akkus aus.

Extreme Temperaturen, Hitze mehr als Kälte, sind eine weitere Gefahrenquel-



In Smartphones stecken flache Lithium-Polymer-Akkus. Durch das feste oder gelartige Elektrolyt kommen sie ohne feste Hülle aus.

© Copyright by Heise Medien.

le; spätestens ab 50 Grad Celsius steigt das Risiko für Schäden am Akku. Solche und noch höhere Temperaturen können beispielsweise im Sommer im Auto entstehen, wenn der Wagen in der prallen Sonne steht. In der Nähe von offenem Feuer, Grill oder Backofen haben Geräte mit normalen Akkus und ohne besonderen Hitzeschutz ohnehin nichts verloren.

Schäden frühzeitig erkennen

So gefährlich das auch alles klingen mag: Nicht jeder Schaden führt sofort zu einem Brand. Die Gefahr kann allerdings mit der Zeit steigen, wenn man nichts unternimmt. Doch wie erkennt man, ob ein Akku beschädigt ist? Die Anzeichen dafür, dass etwas mit dem Energiespender nicht stimmt, fallen grundsätzlich in zwei Kategorien: Optische Auffälligkeiten und Änderungen in der Funktion, also im Verhalten des Akkus.

Bläht sich ein Akku auf, ist das ein ernstes Alarmsignal, das Sie nicht ignorieren sollten. Selbst wenn der eigentliche Akku meist im Inneren der Geräte verborgen oder, wie im Fall vieler E-Bike-Akkus, von einer schützenden Hülle aus Kunststoff oder Metall umgeben ist, macht sich ein Aufblähen häufig bemerkbar. Von außen sicht- und fühlbare Spalte entstehen, Rückseiten von Smartphones oder Notebooks wölben sich oder springen auf.

Mechanische Belastungen hinterlassen Schäden in der Ummantelung der Akkuzellen oder Verformungen, häufig verursacht durch einen Sturz auf harten Boden. Hatten Sie mit Ihrem E-Bike einen heftigen Unfall oder ist das Rad umgefallen und ungünstig aufgeschlagen, checken Sie am besten gleich den Akku. Obwohl Fahrräder auch bei schlechtem Wetter bewegt werden, gilt es unbedingt zu vermeiden, dass der Akku komplett in Wasser eintaucht. Solche Wasserschäden können zum Beispiel auftreten, wenn der Keller bei Starkregen vollläuft. Wechselbare Akkus, bei denen an den Elektroden Verfärbungen, kristalline Auswüchse oder Korrosion zu beobachten sind, sollten ebenfalls unbedingt überprüft werden.

Die letztgenannten Schäden können auch an den Kontakten einzelner Zellen auftreten, die sind allerdings nur dann zu bemerken, wenn man den Akku öffnet und das Innenleben aus der Hülle holt. Das sollten Sie nur dann selbst machen, wenn Sie über die entsprechenden technischen Fähigkeiten und geeignete Schutzausrüstung verfügen. Bestenfalls arbeitet man dabei an der frischen Luft, immer jedoch auf eigenes Risiko – weder empfehlen wir das, noch übernehmen wir die Haftung, wenn etwas schiefgeht. In der Regel sind schadhafte Zellen am Pluspol zu erkennen, denn dort tritt bei einem Schaden die Energie aus. Das ist so gewollt, an diesem Ende der Zellen bauen Hersteller innere Sicherheitsmechanismen ein, die etwa beim Aufblähen den Stromfluss unterbrechen sollen, um ein Entzünden zu verhindern. Klappt manchmal, aber leider nicht immer.

Wer tief in den Akku eintauchen will – bildlich gesprochen – kann die Zellen auch mit einer Wärmebildkamera untersuchen, am besten bei voller Aufladung. Schon eine um zwei bis drei Grad erhöhte Temperatur in einer Zelle deutet darauf hin, dass sie sich dem Ende ihrer Zeit nähert und zum Problem werden könnte.

Widerstände selber messen

Ein interessantes Tool zur Bestimmung der Gesundheit eines Akkus und der Berechnung der möglichen Gefahren heißt Lili und kommt von Dr. Andreas Schmitz, der als „Akkudoktor“ unter anderem auf YouTube über alles berichtet, was mit Strom zu tun hat. Auf der LiLi-Website (ct.de/ybtj) kann man die Werte seines Akkus eintragen, die man mit einem Widerstandsmessgerät selbst erfasst. Dieses muss im Milliohm-Bereich messen können. Aus der Anzahl der einzelnen Zellen sowie deren Schaltung, Gesamtwiderstand, Widerstand des BMS, des Messgerätes sowie der Konnektoren und der Kapazität der Zellen berechnet das Tool die Restkapazität und die geschätzte Wahrscheinlichkeit, dass der Akku einen Defekt aufweist.

Auch wenn optisch nichts auf Probleme hindeutet, kann der Akku trotzdem beschädigt sein. Bemerken Sie Auffälligkeiten in der täglichen Verwendung, sollten Sie diesen nachgehen. Wird der Akku beispielsweise beim Aufladen übermäßig warm, hält er schlagartig wesentlich kürzer durch oder braucht viel länger zum Aufladen, können Sie davon ausgehen, dass eine oder mehrere Zellen nicht mehr so funktionieren wie gewünscht.

Am Geruch können Sie schadhafte Akkus ebenfalls erkennen, zumindest dann, wenn bereits Elektrolyt oder Gase austreten. Deren stechender Geruch, der an Lösungsmittel erinnert, ist deutlich und sollte alle Alarmglocken schrillen lassen.

Steckbrief: die wichtigsten Akkutypen

- Lithium-Ionen: Runde Zellen ähnlich wie gängige Batterien. Hohe Energiedichte, starre Hülle und flüssiges Elektrolyt im Innenleben. Stecken in großer Zahl in E-Bikes, Rollern und E-Autos.
- Lithium-Polymer: Weiterentwicklung des Lithium-Ionen-Akkus mit festem oder gelartigem statt flüssigem Elektrolyt, brauchen kein festes Gehäuse. Schichtartig aufgebaut, meist flach und rechteckig. Ähnliche Energiedichte wie Lithium-Ionen-Zellen, etwas anfälliger gegen Überladung und maximale Temperaturen.
- Lithium-Eisenphosphat: Graphit statt Cobalt in den Elektroden, daher günstiger und weniger entflammbar. Größer, schwerer und von geringerer Energiedichte als Lithium-Ionen-Akkus.
- Nickel-Metallhydrid-Akkus: Als Ersatz für reguläre Batterien gebräuchlich. Geringere Selbstentladung als frühere Nickel-Cadmium-Akkus. Energiedichte geringer als bei Lithium-Ionen-Akkus.
- Bleiakkus: Verwenden Elektroden aus Blei. Groß, schwer und relativ temperaturempfindlich. Einsatz hauptsächlich als Starterbatterie für Kraftfahrzeuge sowie in Gabelstaplern.

Dos and Don'ts

Im Umgang mit Akkus sollten Sie …
… nur das Originalladegerät verwenden (außer bei USB-C-Ladebuchsen).
… große Hitze und tiefen Frost vermeiden.
… den Ladestand möglichst zwischen 20 und 80 Prozent halten.
… Stöße und Schläge vermeiden.
… auf plötzliche Änderungen im Lade- und Entladeverhalten achten.

Hingegen sollten Sie keinesfalls …
… beschädigte Akkus weiter verwenden.
… Akkus komplett entladen lagern.
… eine Überladung herbeiführen.
… selbst am Akku herumbasteln.
… Akkus in der Nähe von Zündquellen aufbewahren.

© Copyright by Heise Medien.

Liegt eine Beschädigung vor oder besteht der Verdacht auf eine solche, sollte der Akku erst einmal weder verwendet noch geladen werden. Ansprechpartner für die Frage, ob mit dem Akku tatsächlich etwas nicht stimmt, können zunächst der Händler und der Hersteller des jeweiligen Gerätes sein. Sind die nicht greifbar oder in der Lage, zu helfen, kann sich der Weg zum Spezialisten lohnen. In vielen Städten gibt es Unternehmen, die Akkus reparieren, warten und aufbereiten. Zum Check bieten die meisten mindestens eine Kapazitätsprüfung an, dafür sollten Sie einen Preis von 20 bis 30 Euro einkalkulieren. Beim Versand müssen Sie einiges berücksichtigen, denn defekte beziehungsweise potenziell defekte Akkus sind von Privatleuten kaum regelkonform zu verschicken (ct.de/ybtj). Im Zweifelsfall sollten Sie den Akku lieber fachgerecht entsorgen und Ersatz beschaffen.



Bläht sich ein Akku so auf wie der in dieser Powerbank, sollten Sie ihn nicht weiter verwenden.

So minimieren Sie die Gefahr

Offensichtliche Gefahrenquellen wie Hitze, Stöße, Schläge, Wasser und andere Misshandlungen zu vermeiden, ist das eine. Am besten erhalten Sie die Gesundheit des Akkus aber, indem Sie ihn richtig laden und entladen. Am wohlsten fühlen sich die Batterien, wenn sich der Ladestand zwischen 20 und 80 Prozent bewegt. Manche Smartphones etwa kann man so einstellen, dass sie bei 80 oder 90 Prozent das Laden bereits abbrechen. Der Akku muss dann vielleicht ein paar Studen früher wieder ans Netz, lebt aber insgesamt deutlich länger.

Zudem sollten Sie für nicht standardkonforme Akkus möglichst das Originalladegerät verwenden. Das Lademanagement der Geräte ist aufeinander abgestimmt, um die richtige Balance aus schnellem und schonendem Laden zu gewährleisten. Bei E-Bikes beispielsweise gibt es keinen einheitlichen Ladestecker, sondern unterschiedliche Anschlüsse. Gleicher Stecker muss hier aber nicht heißen, dass auch die gleiche Ladetechnik verwendet wird. Beim Netzteil aus dem Karton des Herstellers ist dies garantiert.

Bei Smartphones, Tablets und vielen USB-C-Geräten ist es nun aber so, dass viele Hersteller kein Netzteil mehr beilegen. Diese Geräte sind durch Industriestandards wie USB Power Delivery, die die Kommunikation zwischen Gerät und Netzteil regeln, weitgehend unempfindlich und kaum zu überladen. Verwendet man ein stärkeres Netzteil als das übliche, regelt das Smartphone selbstständig die Leistung herunter. Trotzdem sollten Sie die Geräte, wenn sie fertig geladen sind, vom Kabel trennen.

Mit der korrekten Lagerung können Sie ebenfalls zur Sicherung beitragen. Bewahren Sie Akkus bei moderaten Temperaturen zwischen 15 und 25 Grad auf; von der manchmal empfohlenen Lagerung im Kühlschrank raten wir ab. Eine trockene, gut belüftete Umgebung ist wichtig; Feuchtigkeit und Akku sind keine Freunde. Vermeiden Sie Zündquellen in der Nähe, die dazu führen könnten, austretende Gase zu entflammen. Selbstredend sollten Akkus auch nirgends aufbewahrt werden, wo sie leicht aus größerer Höhe herunterfallen können, wenn man einmal nicht aufpasst.

Und wenn es doch brennt?

Trotz aller Vorsichtsmaßnahmen, richtigen Verhaltens und korrekten Gebrauchs: In seltenen Fällen kann es doch zu einem Akkubrand kommen. Ist die thermische Kettenreaktion erst einmal im Gange, gibt es kaum etwas, das sie stoppen kann. Die Sauerstoffzufuhr zu kappen bringt nichts, denn die chemische Reaktion setzt den Stoff selbst frei und hält sich damit am Laufen. Zudem kann durch die große Hitze beim Löschen mit Wasser gefährlicher Wasserstoff entstehen, der einen enormen Druck erzeugt und viel Energie freiwerden lässt. Giftige Gase entweichen in jedem Fall, die Sie keinesfalls einatmen sollten. Einzig ein starkes Absenken der Temperatur schafft effektiv Abhilfe, dazu müsste man den Akku aber in einer möglichst großen Menge Wasser versenken. Ein geeignetes Becken dafür dürfte vor allem für große Batterien kaum zur Verfügung stehen; zudem muss man die heiße, stinkende und giftig dampfende Masse, die jederzeit eine meterlange Stichflamme ausspucken kann, dorthin transportieren.

So hart das auch klingen mag: Zu diesem Zeitpunkt geht es zuvorderst darum, sich selbst und eventuell anwesende weitere Personen zu schützen. Insbesondere große Akkupacks mit vielen Zellen brennen lange, es können immer wieder spontan Zellen aufflammen und explodieren, und ein Eimer Wasser oder eine darüber geworfene Decke wird den Brand nicht stoppen. Je kleiner der Akku, desto schneller ist der Brand vorbei. Bei einem brennenden Handyakku kann das Spülbecken oder der Haushaltsfeuerlöscher schon helfen, zur Not auch ein Kochtopf, den man über den brennenden Akku stülpt. Doch auch bei kleineren Akkus sollten Sie die gesundheitlichen Risiken nicht unterschätzen, denn bei einem Brand entstehen giftige Dämpfe, die einen Raum viel schneller füllen, als viele Menschen vermuten.

Brennt es, heißt es also zuerst: Ruhe bewahren. Haben Sie den beginnenden Brand früh genug bemerkt, schaffen Sie den Akku ins Freie, bevor das Feuerwerk richtig losgeht. Falls möglich, können Sie einen Löschversuch unternehmen, aber vor allem bei größeren Akkus sind die Erfolgsaussichten ohne Feuerlöscher mit speziellem Schaum gering. Dann bleibt ihnen nur, den Gefahrenort schnellstmöglich zu verlassen, Fenster und Türen zu schließen und den Notruf zu wählen.

Wer nach technischen Mitteln sucht, die in so einem Fall den kompletten Wohnungsbrand verhindern, landet rasch bei feuerfesten Taschen oder Kisten, in denen man Akkus laden und aufbewahren kann. Manche sind erstaunlich günstig, andere kosten vierstellige Beträge. Einen Überblick darüber, was sie können und wie viel Geld man dafür in die Hand nehmen muss, liefert der folgende Artikel.

(sht@ct.de) c't

© Copyright by Heise Medien.



Brandversuch macht kluch

Akkuladetaschen und -boxen: Exemplarischer Brandtest und Marktübersicht

Von der Ladetasche für 20 Euro bis zu Boxen für über 1000 Euro: Diverse Produkte versprechen Schutz für den Fall, dass sich der Akku während des Ladens entzündet – also dann, wenn nach bisherigen Erkenntnissen die Brandgefahr am höchsten ist. Wir haben eine Billigtasche einem Brandtest unterzogen – und recherchiert, welche Tests und Zertifikate die Hersteller teurerer Produkte vorweisen.

Von Christian Wölbert

Wir wollten wissen: Was passiert, wenn ein E-Bike-Akku in einer 20 Euro teuren Ladetasche abbrennt, die auf Amazon.de als „feuerfest bis 1000 °C“ und „explosionssicher“ beworben wird? Einen solchen Brandtest zu organisieren, war nicht einfach. Viele Feuerwehren haben zwar Erfahrung im Löschen von Lithium-Ionen-Akkus, jedoch nicht damit, Akkus in Brand zu setzen, während diese in einer verschlossenen Tasche liegen. Experimente mit nicht erprobten oder gefährlichen Zündmethoden – Stichwort Nagel – wollten wir vermeiden.

Nach längerer Suche entschieden wir uns dafür, den Brandtest bei der Fisacon GmbH auf deren Testgelände in Rheda-Wiedenbrück durchzuführen. Diese Firma entwickelt selbst Akku-Ladeboxen, konkurriert also mit den Herstellern von Ladetaschen, auch wenn die Fisacon-Boxen mit Preisen jenseits 1500 Euro in einem anderen Segment unterwegs sind. Da wir die Tasche und den Akku selbst auswählten und Fisacon lediglich die Zündvorrichtung und den Brandcontainer stellte, erschien uns diese Entscheidung vertretbar.

Als Brandlast fungierte ein voll aufgeladener Akku mit einer Kapazität von 375 Wattstunden – ein fairer Gegner für die Billigtasche, zumal es auch E-Bike-Akkus mit mehr als 700 Wattstunden gibt. Im ersten Schritt öffneten wir das Kunststoffgehäuse des Akkus. Daraufhin konnte ein Fisacon-Mitarbeiter an den Akkuzellen einen elektrischen Glühzünder installieren, wie er in Heizkesseln zum Einsatz kommt. Wir verschlossen den Akku

© Copyright by Heise Medien.

wieder, legten ihn in die Tasche und verschlossen diese dann ebenfalls.

Nur noch Fetzen übrig

Etwa fünf Minuten nach dem Einschalten des Glühzünders aus sicherer Entfernung quollen die ersten grauen Rauchschwaden aus der Tasche, fünf Minuten später plusterte sie sich plötzlich auf und es knallte. Zehn Sekunden danach stand die Tasche in Flammen. Nach und nach fackelte sie ab und wurde von den explodierenden Zellen zerrissen. Die Zellen flogen nun ungehindert als glühende Raketen im Container umher, eine knallte an die etwa zwei Meter hohe Decke. Von der Tasche blieben am Ende nur einige schwarze Fetzen übrig. Etwa 20 Minuten lang brannte der Akku, die Flammen schlugen über einen Meter hoch. Das Video des Brandtests finden Sie über ct.de/y16c.

Zwar hatten wir der Tasche ohnehin nicht viel zugetraut, dennoch erschreckte uns das Ergebnis. Wir wollen keine Panik verbreiten, schließlich sind Brandfälle, gemessen an der Zahl der verkauften Akkus, extrem selten und bei äußerlich intakten Akkus noch viel seltener. Doch auf eine Billigtasche sollte man sich auf keinen Fall verlassen. Hätte unser Test in einer Wohnung stattgefunden, hätte der Akku nicht nur Möbel in der unmittelbaren Umgebung in Brand gesetzt, sondern vermutlich auch brennbare Gegenstände in einigen Metern Entfernung.

Die Marke der abgefackelten Tasche und den Namen des chinesischen Verkäufers nennen wir bewusst nicht, da sich beides leicht ändern kann und es auf Plattformen wie Amazon oder eBay zig ähnliche Taschenmodelle gibt. Sie bestehen meist nur aus einem hauchdünnen Glasfaservlies und einer noch dünneren Außenschicht aus Kunststoff (siehe Bild auf S. 29). Zu erkennen sind sie aber auch an haltlosen Werbeversprechen wie „feuerfest“, ohne Angaben dazu, wie lang die Tasche einem Akkubrand standhält. Gerne wird auch mit erfundenen oder sinnfreien Zertifizierungen geworben, in der Art: „UTL-Zertifizierung durch Berufsverbände“.

Wenn überhaupt, relativieren die Anbieter ihre Versprechen nur im Kleingedruckten. „Diese Lipo Safe Bag kann das Entstehen von Bränden nur verzögern und Akkubrände, Akkuexplosionen oder andere Schäden durch defekte Akkus nicht vollständig verhindern“, heißt es darin zum Beispiel. Manchmal weisen die Verkäufer auch gut versteckt darauf hin, dass man den Akku nicht unbeaufsichtigt in der Tasche laden soll.

c't kompakt

- Im Brandtest von c't versagte eine Ladetasche, die als feuerfest beworben wurde, kläglich.
- Schlechte Ladetaschen können im Ernstfall sogar mehr schaden als nutzen.
- Teure Ladeboxen sollen mit Alarmfunktion und Filtersystem schützen, bislang gibt es jedoch nur wenige Modelle, die im Labor unter nachvollziehbaren Bedingungen getestet wurden.

Taschen können mehr schaden als nutzen

Eine schlechte Tasche könne sogar mehr schaden als nutzen, erklärt uns der Akkuexperte Sascha Bruns von der Gesellschaft für Werkstoffprüfung (GWP), der selbst zahlreiche Brandtests durchgeführt hat. „In einer Tasche wird die Wärme konzentriert, was die Kettenreaktion des Akkus wahrscheinlicher macht und sogar beschleunigt“, sagt er. Explodierten deshalb mehrere Zellen, könne der Akku die Tasche zerreißen oder verbrennen und das Ergebnis letztlich schlimmer ausfallen als ohne Behältnis.

Bruns betont außerdem, dass eine Tasche prinzipiell nicht verhindere, dass entflammbare Gase aus ihr austreten. Denn wenn der Elektrolyt verdampft, steigt sein Volumen um ein Vielfaches. „Hat die Tasche keine Öffnungen, gehen die Gase flächig durch das Gewebe oder die Nähte reißen.“ Mit Pech entflammen die Gase dann auch außerhalb der Tasche, sodass es zu einer gefährlichen Verpuffung kommt. Auch deshalb sei es wichtig, Akkus in einem Raum mit möglichst wenig Brandlast zu lagern, eventuell unter einem offenem Fenster oder an einem ausreichend kühlen Ort im Freien.

Wie aber findet man eine Tasche oder eine Box, die besser schützt? Zwar hätten wir unseren Brandtest mit hochwertigeren Produkten wiederholen können, doch die Aussagekraft wäre gering gewesen. Schließlich können auch baugleiche Akkus von Fall zu Fall ganz unterschiedlich bren-





Für unseren Brandtest wählten wir einen E-Bike-Akku mit 375 Wattstunden aus. Als Zündvorrichtung diente ein Heizungsglühzünder.

© Copyright by Heise Medien.



Fünf Minuten nach Testbeginn stiegen erste Rauchschwaden aus der Tasche auf, nach nochmals fünf Minuten ging dann alles sehr schnell: Die Tasche plusterte sich auf, platzte und Flammen schlugen heraus.

nen. Wir hätten also keine fairen Tests durchführen können. Im Folgenden geben wir deshalb einen Überblick über das Angebot an Taschen und Boxen und legen dar, welche (echten) Zertifikate und Tests die Hersteller vorweisen.

Zertifizierte Transportbehälter

Vorweg das Wichtigste: Zu vielen Produkten gibt es kaum verlässliche Informationen. Denn ein offizielles Zertifizierungssystem existiert nur für Transportbehälter. Dabei handelt es sich um die sogenannten ADR-Vorschriften, die unter dem Dach der Vereinten Nationen (UN) entwickelt werden.

Doch Vorsicht: Die ADR-Vorschriften wurden vor allem für Speditionen und Entsorgungsfirmen geschaffen, die (defekte) Akkus lagern oder transportieren wollen. So regelt zum Beispiel die Verpackungsanweisung P908, dass beschädigte oder defekte Lithium-Ionen-Akkus in Behältern der Verpackungsgruppe II zu transportieren sind. Diese müssen unter anderem Falltests bestehen. Jeder Akku muss einzeln in einer Innenverpackung stecken, die von einem nicht brennbaren Wärmedämmstoff umschlossen ist und wiederum in eine Außenverpackung eingesetzt wird. Beide Verpackungen müssen dicht sein, damit kein Elektrolyt auslaufen kann. Dicht verschlossene Verpackungen brauchen eine Entlüftungseinrichtung.

In Deutschland prüft die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) oder eine von ihr anerkannte Prüfstelle solche Transportbehälter. Zugelassene Boxen der Verpackungsgruppen II findet man bei spezialisierten Händlern wie Denios oder LionCare. Dabei handelt es sich in der Regel um Kunststoff- oder Metallboxen, die mit Brandschutzkissen gekleidet sind, die im Brandfall Wärme aufnehmen. Die Kosten liegen in der Regel bei einigen Hundert Euro.

Auch Modellflieger oder Drohnenpiloten, die mit ihren Akkus reisen, können sich an den ADR-Vorschriften orientieren. In den entsprechend zertifizierten Produkten lassen sich die Akkus allerdings in der Regel nicht aufladen. Das macht sie wiederum für die meisten Privatpersonen und Unternehmen uninteressant, da die meisten Brände nach bisherigen Erkenntnissen beim Laden entstehen.

Es gibt noch strengere ADR-Anforderungen, etwa die Verpackungsanweisung P 911 für beschädigte Akkus, die sich leicht entzünden könnten. Dafür ist ein Behälter der Verpackungsgruppe I nötig, dessen Oberfläche im Brandfall maximal 100 Grad Celsius heiß werden darf; nur kurze Temperaturspitzen bis 200 Grad sind erlaubt. Dabei handelt es sich um Fässer oder Boxen, die gut und gerne 100 Kilogramm wiegen und mehrere Tausend Euro kosten. Einen guten Überblick über die ADR-Regeln gibt es auf der Webseite der GRS Batterien Service Gmbh (ct.de/y16c).

Ladetaschen- und boxen

Bei Akkuboxen und -taschen mit Lademöglichkeit hat sich leider noch kein hilfreicher oder gar verbindlicher Standard etabliert. Einige Hersteller werben zwar damit, Brandtests durchgeführt zu haben, schweigen sich über die genauen Testkriterien jedoch aus. Welche Kapazität hatte der abgebrannte Akku? War er voll aufgeladen oder nur halb? Ohne solche Informationen lässt sich das Ergebnis eines Brandtests nicht seriös bewerten. Nur einige Hersteller mit relativ teuren Produkten veröffentlichen Prüfprotokolle externer Dienstleister, die die Kriterien und den Ablauf ihrer Brandtests beschreiben.

Ein Beispiel für eine relativ hochwertige Tasche ist die 80 Euro teure „E-Bike Akku-Tasche XL“ von Vlitex. Der Hersteller aus Deutschland ist auf Brandschutzprodukte spezialisiert und wirbt deutlich seriöser als die meisten chinesischen



Nur Sekunden nach der Explosion der ersten Akkuzelle stand die Tasche vollständig in Flammen. Danach explodierten immer wieder Zellen, sodass die Tasche am Ende mehr und mehr zerissen wurde. Von der als „feuerfest“ und „explosionssicher“ beworbenen 20-Euro-Tasche blieb am Ende nicht mehr viel übrig.

© Copyright by Heise Medien.

Händler auf Amazon & Co. So betont er auf seiner Webseite, dass das Glasfasergewebe der Tasche „kurzfristig“ bis 1000 Grad Celsius hitzefest sei. Und schreibt sicherheitshalber in aller Deutlichkeit: „Wir betonen nochmal: kurzfristig. Also so schnell wie möglich vom Akku entfernen!“ Außerdem warnt er davor, den Akku unbeaufsichtigt zu laden und empfiehlt, ihn vom Netz zu trennen, sobald er voll ist.

Gleich beim Auspacken der Tasche fällt auf, dass diese relativ schwer ist. Unser Exemplar wiegt 1060 Gramm, doppelt so viel wie das abgefackelte 20-Euro-Modell. Außerdem ist sie deutlich dicker und besteht aus drei dünnen Schichten und dazwischen zwei dicken Lagen, laut Hersteller aus Glasfasergewebe (siehe Bild rechts).

Vlitex hat nach eigenen Angaben Brandtests mit voll aufgeladenen 400-Wh-Akkus durchgeführt. Ein Video eines solchen Brandtests mit einem ähnlichen Vorgängermodell der Tasche kann man auf der Webseite anschauen (siehe ct.de/y16c). Darin ist zu sehen, dass Rauch aus der Tasche entweicht, am Ende sieht sie noch intakt aus. Nachweise unabhängiger Labore ersetzt ein solches Video jedoch nicht.





Die rund 80 Euro teure Tasche von Vlitex (links) besteht aus drei dünnen und zwei dicken Schichten, das 20-Euro-Modell nur aus zwei dünnen.

Brandschutzboxen

Weiter oben auf der Preisskala findet man Akku-Ladeboxen in diversen Größen. Um einen Eindruck zu gewinnen, haben wir vier Boxen ausgeliehen, in die typische E-Bike-Akkus hineinpassen: die „Akku Ladebox klein feuerfest“ vom Brandschutzcenter Ostalb (290 Euro), die „Retron Box“ der Remondis-Tochterfirma Retron (300 Euro), die „EproSafe 1“ der Firma Deutsche E-Bike Akkuservice (ab 450 Euro) und die deutlich teurere Raclan Box von Fisacon (1500 Euro).

Bei der Box des Brandschutzcenter Ostalb handelt es sich um eine Alukiste mit einer Durchführung für zwei Ladekabel. Diese Durchführung ist mit einer gemäß EN 45545-3 („Anforderungen an den Feuerwiderstand von Feuerschutzabschlüssen“) zertifizierten Brandschutzmatte gesichert. Außerdem ist die Kiste mit Brandschutzkissen ausgelegt, die mit dem Löschgranulat Extover gefüllt sind. Extover besteht aus Recyclingglas und nimmt im Brandfall Wärme auf. Der Hersteller des Granulats hat bei einem externen Labor einen Brandtest mit einem Lithium-Ionen-Akku durchführen lassen. Der Bericht samt Fotos steht online (ct.de/y16c). In diesem Test spielte die Box jedoch keine Rolle, stattdessen wurden große Mengen des Granulats direkt auf einen brennenden Akku gekippt.

Informationen über Brandtests mit der Box lieferte uns das Brandschutzcenter nicht. Dieses wirbt auf der Webseite mit einer eher schwammigen Aussage: „Die sichere Akku Ladebox ist feuerfest bis max. 30 Minuten, je nach Zellinhalt.“ Anders als die anderen Boxen, bietet sie keine Entgasungsöffnung. Stattdessen sollen die Gase durch die Deckeldichtung entweichen.

Die Retron Box besteht aus verzinktem Stahlblech, auf der Rückseite befinden sich vergitterte Entgasungslöcher, an der Seite eine Durchführung für zwei Ladekabel. Im Inneren liegen zwei große Brandschutzkissen, die laut Retron flammhemmend wirken, Elektrolyte aufsaugen und giftige Bestandteile des Rauchgases „teilweise“ herausfiltern sollen. Retron weist darauf hin, dass die Box sich im Fall eines Akkubrands stark aufheizt und man zwischen ihr und brennbaren Gegenständen „genügend Abstand“ einhalten soll. Im Ernstfall solle man sofort die Feuerwehr rufen und verrauchte Räume auf keinen Fall betreten.

Alarmsystem für unbeaufsichtigtes Laden

Die EproSafe-Kiste besteht aus Edelstahlblechen, die mit Brandschutzplatten aus-



Von links nach rechts: Raclan Box, EproSafe, Retron Box und die „Akku Ladebox klein feuerfest“.

© Copyright by Heise Medien.

gekleidet sind, wie sie zum Beispiel für Türen verwendet werden. Im Inneren liegt ein Würfel mit fünf Steckdosen für Ladegeräte, außen schließt man ein Kaltgerätekabel an. Ein Lüfter soll die beim Laden entstehende Wärme abführen. Ein batteriebetriebenes Überwachungssystem mit Temperatursensor soll im Brandfall laut piepsen und eine LED blinken lassen. „Das Laden des Akkus mit dem Ladegerät ist damit unbeaufsichtigt möglich“, wirbt der Hersteller. Ein Abgassystem mit Edelstahlwolle und Aktivkohle soll den Rauch filtern und eine Federklappe den Druck bei Explosionen ableiten.

Etwas fragwürdig erschien uns die Aussage des Herstellers auf seiner Webseite, es handle sich um eine „hochwertige sedimer verzinkte Stahlbox mit Feuerschutzklasse > F30“. Denn zertifiziert sind nur die Brandschutzplatten (Fermacell Firepanel A1), nicht die Box als Gesamtsystem. Der Hersteller erklärte auf Anfrage, dass er beabsichtige, seine Boxen zertifizieren zu lassen. Ein kurzes Video, das das Ergebnis eines Brandtests des Herstellers zeigt, findet man bei YouTube.

Die Raclan Box von Fisacon kostet mit etwa 1500 Euro deutlich mehr als die bisher erwähnten Kisten, bietet aber auch einige Besonderheiten. Der wichtigste Unterschied besteht darin, dass sie Akkubrände aktiv bekämpfen soll: Registriert die eingebaute Elektronik eine Temperatur von über 90 Grad Celsius, versprüht eine Düse ein flüssiges Löschmittel namens Trident, um den Akku zu kühlen. Ein dreistufiges Filtersystem soll schädliche Bestandteile des Rauchgases absorbieren und austretenden Dampf auf unter 80 Grad kühlen. Mit dieser Löschanlage erreicht die Box allerdings auch ein Gewicht von 25 Kilogramm.



Im oberen Teil der Raclan Box sind die Löschanlage und die Elektronik versteckt, das Rohr gehört zur Abgasfilteranlage.

Der Hersteller hat die Box von der TÜV-Nord-Tochterfirma DMT gemäß deren „Prüfgrundsatz M 02-2022 Aufbewahrungsmittel für Lithium-Ionen-Akkus“ testen lassen. Die Kriterien sind nicht öffentlich. Der TÜV Nord erklärte das auf Anfrage damit, dass es sich um einen vergleichbar jungen Prüfgrundsatz handele, „der sich in permanenter Überarbeitung befindet, um auf aktuelle Anforderungen und technische Neuerungen reagieren zu können“. Fisacon hat jedoch ausführliche Testprotokolle von DMT online gestellt. Die Box bestand demnach alle Prüfungen, darunter einen Brandtest mit zwei 877-Wattstunden-Akkus. Geprüft wurden dabei unter anderem der Temperaturanstieg, das „Fortbestehen des Raumabschlusses“ sowie die Konzentration von giftigem Fluorwasserstoff im Abgasstrom.

Fazit

Unser Brandtest zeigt erschreckend klar, dass man sich auf eine billige Ladetasche nicht verlassen kann. Im Ernstfall schadet so eine Tasche womöglich sogar mehr, als sie nutzt. Eine gute Tasche wiederum könnte einem zumindest ein paar wertvolle Sekunden verschaffen, in denen man den Akku mitsamt Tasche ins Freie befördern oder selbst flüchten kann, bevor große Mengen giftiger Gase austreten oder brennende Teile herumfliegen.

Ob eine teure Ladebox sinnvoll ist, lässt sich nicht pauschal sagen. Wer seinen Akku in einer sicheren Umgebung lädt, wird eher darauf verzichten können. Die Tipps aus unserem Artikel auf Seite 22 sind kostenlos und schützen unter dem Strich vielleicht besser als eine achtlos auf einen Holztisch gestellte Schutzbox. Wer auf engem Raum mit großen Akkus hantiert, sollte sich mit Brandschutzexperten und eventuell mit seiner Versicherung abstimmen. Als Normalnutzer braucht man jedenfalls nicht in Panik zu verfallen: Bedenken Sie, dass die Wahrscheinlichkeit eines Akkubrands, trotz spektakulärer Einzelfälle, sehr, sehr gering ist. *(cwo@ct.de)* c't

Sicherheitsboxen für Akkus (Auswahl)

Modell	Akku Ladebox klein feuerfest	EproSafe 1	Raclan Box	Retron Box
Hersteller, URL	Brandschutzcenter Ostalb, brandschutzcenter.expert	Deutsche E-Bike Akkuservice, eprosafe.de	Fisacon, fisacon.de	Retron, retron.world
Gehäusematerial	Aluminium	Edelstahl, Brandschutzplatten	nicht brennbares Kompositmaterial	Stahlblech
Maße (H × B × T) außen / innen	27,6 cm × 42,5 cm × 32,5 cm / 25,5 cm × 39 cm × 28,8 cm	26,5 cm × 29 cm × 67,5 cm / 22,1 cm × 24 cm × 58 cm	39,5 cm × 57,9 cm × 38 cm / 24,2 cm × 54,5 cm × 35,1 cm	20,5 cm × 52,5 cm × 42,9 cm / 18,5 cm × 47,2 cm × 37,8 cm
Ladefunktion	Durchführung für bis zu zwei Ladekabel	Cube mit 5 230-Volt-Steckdosen	2 fest eingebaute 230-Volt-Steckdosen	Durchführung für bis zu zwei Ladekabel
Besonderheiten	Brandschutzkissen	Alarmfunktion, Kühlung während des Ladevorgangs, Abgasfilter, Entgasungsöffnungen	abschließbar, Temperaturüberwachung, Alarmfunktion, Lösch- und Kühlanlage mit flüssigem Löschmittel (Trident), Abgasfilter, Entgasungsöffnungen u.m.	Entgasungsöffnungen mit Flammschutzgitter, Brandschutzkissen
Gewicht	8,3 kg	21,7 kg	25,7 kg	8,8 kg
Preis (Straße)	289 €	525 € (mit Schnappverschluss & Ladefunktion) [1]	1500 €	298 €

[1] weitere Varianten erhältlich

ADR-Vorschriften, Prüfprotokolle, Brandtest-Videos: ***ct.de/y16c***

© Copyright by Heise Medien.