

# BatteryNews

2. Ausgabe / September 2022



**8**

Atemberaubende Beschleunigung, strategisches Brems- und Gasspiel, Netto-Null-Emissionen: Lithium-Ionen-Akkus revolutionieren auch die Welt des Autorennsports.

**10**

Schön, sich wieder in persona gegenüberzustehen:  
Am 10. Juni 2022 traf sich die Branche zum Battery Forum in der Umwelt Arena in Spreitenbach.

**12**

Wie werden Batterien recycelt?  
Ein Besuch im einzigen Batterie-recyclingwerk der Schweiz im bernischen Wimmis.

03

Der Superheld von nebenan

06

Batterien – was steckt drin?

08

Wer bremst, gewinnt

10

Spannende Einblicke und Networking am Battery Forum

12

Batterierecycling – eine heisse Sache

15

Ein wertvoller Kreislauf

16

Mindestens haltbar bis ...?



## Editorial



In kaum einem Bereich wird derart intensiv geforscht wie bei der Speicherung von Energie. Um das Ziel eines Energiesystems zu erreichen, das auf erneuerbaren Energien beruht, führt kein Weg an leistungsfähigen Speichern vorbei. Auch in der Schweiz befassen sich verschiedene Forschungsinstitutionen mit Batterien und Unternehmen überraschen mit Innovationen. Es hat uns deshalb sehr gefreut, am Battery Forum vom 10. Juni, dem von INOBAT organisierten Branchenanlass für das Batterierecycling, zwei Vertreter aus Forschung und Industrie als Redner zu begrüßen. Prof. Dr. Andrea Vezzini von der Berner Fachhochschule gab interessante Einblicke in die Entwicklung eines Kreislaufwirtschaftsmodells für Lithium-Ionen-Akkus aus der Elektromobilität und Thomas Prohaska von Designwerk zeigte auf, dass sich Lithium-Ionen-Akkus selbst für den Schwerverkehr eignen. Einen Rückblick auf das Battery Forum finden Sie auf Seite 10.

Der Absatz steigt, der Rücklauf scheint abzunehmen: Wer die Statistik über den Verkauf und die Sammlung von Batterien und Akkus liest, könnte meinen, dass die Schweizer Bevölkerung recyclingmüde geworden ist. Die Zahlen sind allerdings trügerisch: Sie widerspiegeln in erster Linie die massive Zunahme der Nachfrage nach Lithium-Ionen-Akkus. Durch deren lange Lebensdauer erscheinen sie in der Rücklaufstatistik erst einige Jahre nach dem Verkauf. Da die Statistik den Rücklauf innerhalb eines Jahres mit dem Absatz der zwei vorangegangenen Jahre in Relation setzt, scheint die Rücklaufquote fälschlicherweise tief, weil die Akkus noch in Gebrauch sind. Aus diesem Grund weist INOBAT neben der Rücklaufquote aller Batterien und Akkus die Rücklaufquote der Lithium-Ionen-Akkus separat aus.

Wir danken Ihnen für Ihren Beitrag zum Batterierecycling und wünschen Ihnen eine gute Lektüre der zweiten Ausgabe von «Battery News».

Karin Jordi  
Mandatsleiterin INOBAT

**Fotos:**  
INOBAT, Sprachwerk, iStockphoto,  
Adobe Stock

**Konzept/Gestaltung:**  
Digicom Digitale Medien AG, Effretikon

**Druck:**  
ZT Medien AG, Zofingen



## Der Superheld von nebenan

Mit einem frischen Auftritt online und auf Plakaten begeistert Battery-Man seine Fans. Ausserdem sammelt er neu auch als Comic-Held fleissig Batterien und Akkus.



Der sympathische Recycling-Influencer kann es nicht oft genug sagen: «Bringt eure gebrauchten Batterien und Akkus zurück und werft sie auf keinen Fall in den Abfall!» Er lässt sich aber immer wieder etwas Neues einfallen, um seine Botschaft auf humorvolle Art und Weise zu transportieren.

### Aussenwerbung

Mit kontinuierlicher Präsenz im öffentlichen Raum hat es Battery-Man schon zu grosser Bekanntheit gebracht. Um daran anzuknüpfen, sieht man ihn zwischen Mai und Dezember 2022 in Strassen und in Fussgängerzonen von ca. 1200 Plakataflächen lächeln und seine Botschaft vermitteln. Zusätzlich werden auf den digitalen Werbeflächen drei verschiedene 10-sekündige Spots rund 9 Millionen Mal angezeigt.





### Social Media

Auf Instagram, TikTok und Snapchat unterhält Battery-Man seine junge Zielgruppe mit witzigen Challenges und Einblicken in das Leben eines Anti-Superhelden. Im Schnitt publiziert er pro Woche einen Post. Im März 2022 wurde die Kampagne aktualisiert. Das Ziel, Battery-Man zeitgemässer und nahbarer – als einen von uns – zu präsentieren, kommt bei seiner Followerschaft sehr gut an. Zwischen Januar und Mai 2022 gewann er 6500 neue Follower. Insbesondere auf TikTok hat die neue Kampagne Wirkung gezeigt: Innerhalb von zwei Monaten wurden seine Inhalte 2200 Mal geteilt, 80000 Mal geliked und mit 5000 neuen Followern ist deren Anzahl um 27 Prozent gewachsen – Tendenz steigend.



Auf YouTube wird die bestehende Kampagne im neuen Look weitergeführt. Drei verschiedene Videos werden als Pre-Roll-Ads geschaltet. Die Videos beinhalten die Themen Musik, Comedy und Gaming und treffen damit den Nerv des YouTube-Publikums.

### Battery-Man als Comic-Held

In den zwei beliebten Kinderzeitschriften «Maky» (Deutschschweiz) beziehungsweise «Rataplan» (Romandie) erschien im August erstmals ein Comic über Battery-Man und seine Abenteuer bei der Jagd nach ausgedienten Batterien. Weitere Folgen sind geplant.



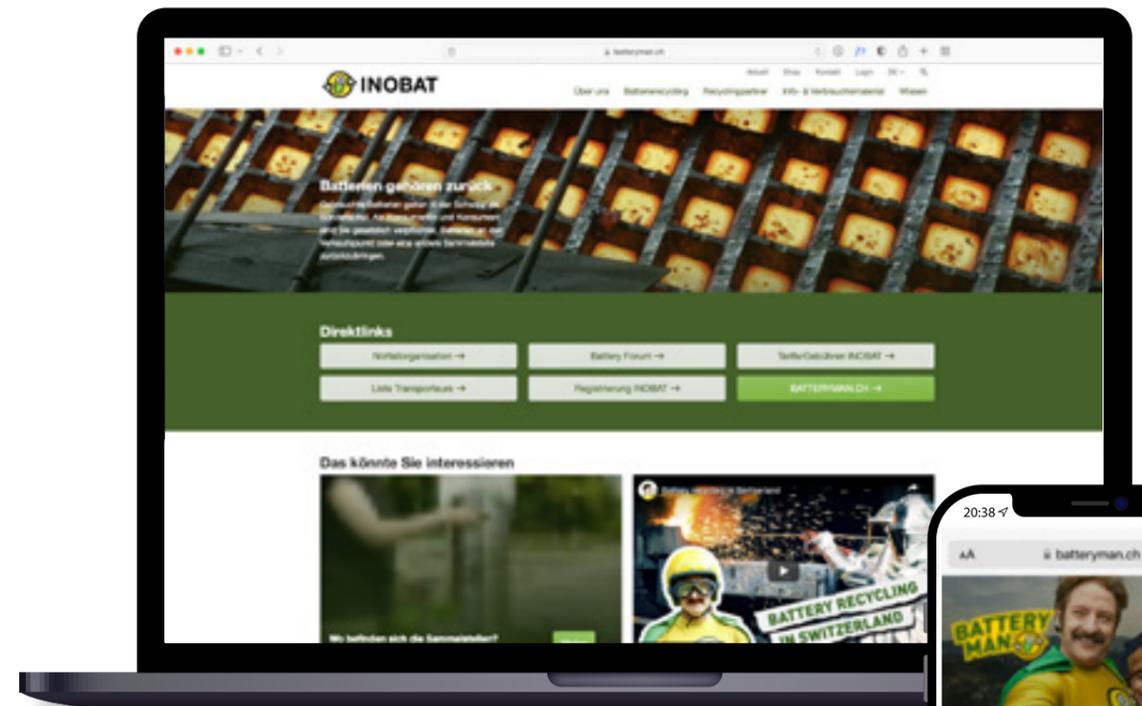
### Autogrammkarte

Battery-Mans Autogrammkarte hat ebenfalls einen neuen Auftritt bekommen. Diese verteilt er an seine Fans und sie ist auch bei Schulen sehr beliebt, um das Thema Recycling auf humorvolle Art und Weise zu thematisieren.



### Inserat

INOBAT informiert regelmässig in einer Reihe von Fachzeitschriften mit PR-Artikeln über das korrekte Recycling von Lithium-Ionen-Akkus. Die Zielgruppen sind insbesondere Verkaufsstellen von E-Bikes. Dieses Jahr erscheint ein Artikel in «inform», der Verbandszeitschrift von 2rad Schweiz. In der Oktoberausgabe erscheint zudem ein halbseitiges Inserat, mit dem sich INOBAT bei allen bedankt, die ihren Beitrag zum Akku-Recycling leisten.



### Websites in neuem Kleid

Die Websites von Battery-Man und INOBAT waren in die Jahre gekommen. Beide haben in diesem Sommer einen neuen Anstrich erhalten. Battery-Mans Webauftritt widerspiegelt seinen erfrischend fröhlichen Charakter und der von INOBAT überzeugt mit einem eleganten Design und einer übersichtlichen Struktur.

[www.inobat.ch](http://www.inobat.ch)  
[www.batteryman.ch](http://www.batteryman.ch)



# Batterien – was steckt drin?

Batterie ist nicht Batterie – es gibt sie in unterschiedlichen Materialien, Grössen, Formen und für die verschiedensten Anwendungen. Ein Blick in die Welt der meistverwendeten Batterien.



Alkali-Mangan-Batterien. (Bildquelle: georgeclerk/iStockphoto)



Lithium-Batterien. (Bildquelle: AdobeStock)

Was ist eigentlich eine Batterie? Bei den meisten tritt vor dem inneren Auge wohl ein zylinderförmiger, etwa fingerlanger und -dicker Gegenstand auf, mit dessen Hilfe sich allerlei elektronisches Gerät betreiben lässt – zum Beispiel Taschenlampen, Wecker oder Fernbedienungen, wie wir sie alle zu Hause haben.

«Batterie» ist zum einen der Oberbegriff für einen Energiespeicher an und für sich, zum anderen im engeren Sinne die Bezeichnung für eine sogenannte Primärzelle – also eine herkömmliche Batterie. Aufladbare Batterien hingegen werden auch Sekundärzelle oder landläufig Akkumulator – kurz Akku – genannt. Sowohl Batterien als auch Akkus können sehr unterschiedlich zusammengesetzt sein. Die Batterietypen werden nach den eingesetzten Materialien bezeichnet – man spricht von deren «Zellchemie». Zu den meistverwendeten und bekanntesten Typen zählen Alkali-Mangan-Batterien, Nickel-Cadmium-Batterien, Nickel-Metallhydrid-Batterien, Lithium-Batterien und Lithium-Ionen-Akkus.

## Die Klassischen

Mit jährlich rund 2500 Tonnen verkauften Exemplaren sind die umgangssprachlich auch Alkaline genannten **Alkali-Mangan-Batterien** im Schweizer Haushaltsgebrauch nach wie vor in der Überzahl. Diese nicht aufladbaren Batterien

bestehen aus einer Eisenhülle und im Inneren aus Zink und Mangan. Verwendet werden sie hauptsächlich für Geräte wie Taschenlampen, Spielzeug und Gamecontroller.

## Die Winzlinge

Für Anwendungen, die viel Power benötigen, kommen **Lithium-Batterien** zum Einsatz. Diese Batterien enthalten metallisches Lithium und sind im Gegensatz zu Lithium-Ionen-Akkumulatoren nicht wiederaufladbar. Meist sind sie in Form von Knopfzellen für die Küchenwaage, die Uhr oder das Hörgerät anzutreffen. In der Bauform einer nicht wiederauf-

ladbaren Batterie kommen sie auch für Elektronikgeräte mit hohem Energiebedarf zum Einsatz.

## Die aufladbaren «Batterien»

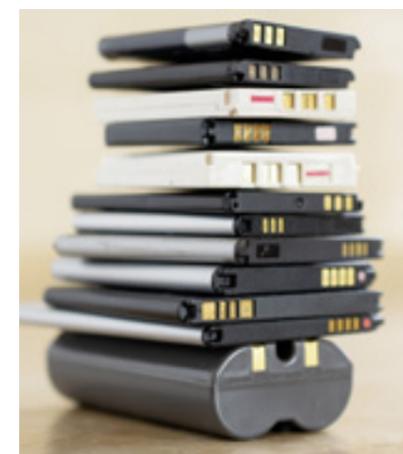
Wer eine wiederaufladbare Alternative zu den gängigen Alkali-Batterien sucht, greift heute in den meisten Fällen zu **Nickel-Metallhydrid-Akkus**. Äusserlich sehen sie aus wie normale AA- oder AAA-Batterien und lassen sich in einem universellen Ladegerät wieder mit Energie versorgen. Im Gegensatz zu ihrem Vorgänger, dem **Nickel-Cadmium-Akkumulator**, enthalten sie keine giftigen Schwermetalle.



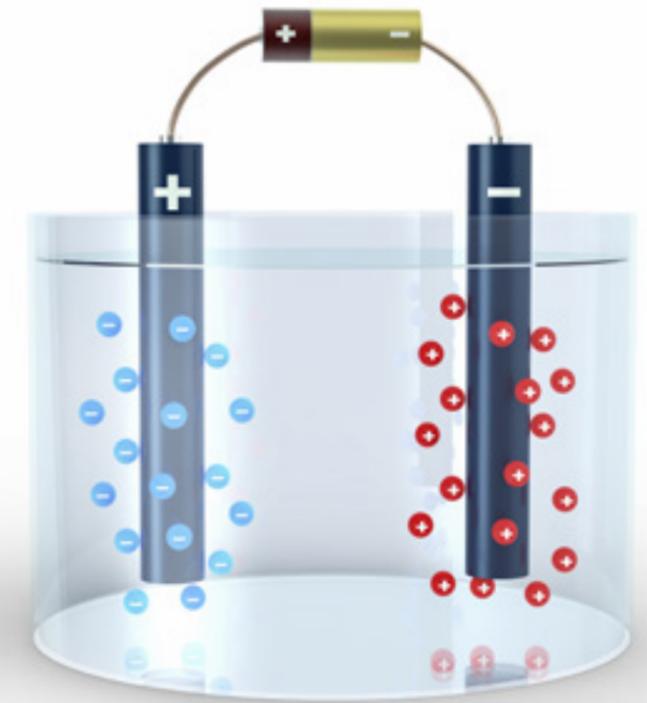
Nickel-Metallhydrid-Akkus. (Bildquelle: kenneth-cheung/iStockphoto)

## Die Leistungsstarken

Seit Jahren die höchsten Wachstumsraten haben **Lithium-Ionen-Akkus** – ohne sie wäre ein Erfolg der Elektromobilität und portabler elektrischer Geräte gar nicht denkbar. Durch ihre hohe Energiedichte und die vielen Ladezyklen eignen sie sich ideal für verschiedene Einsatzgebiete: von Handys, Laptops und Tablets über Powertools bis hin zu Elektrovelos und Elektroautos. Ausserdem werden sie zunehmend als stationäre Speicher verwendet – etwa, um den erzeugten Strom aus Photovoltaikanlagen zwischenspeichern. Für tragbare Geräte wie Handys oder im Modellflugbereich kommt meist die Untergruppe der sogenannten Lithium-Polymer-Akkus (LiPos) zum Einsatz. Sie unterscheiden sich von anderen Lithium-Ionen-Akkus durch ihre flache Bauform. Zudem sind sie nicht zwingend in einer festen Hülle verpackt. Unter der Hülle ist kein anderer Batterietyp so vielfältig wie Lithium-Ionen-Akkus: Es gibt Dutzende Elektrodenmaterialien mit unterschiedlichen Eigenschaften. Und die ideale Zusammensetzung eines Akkus beschäftigt namhafte Forschungsinstitute weltweit. Ziel ist einerseits, die Energiedichte weiter zu erhöhen und seltene Materialien durch reichlich verfügbare Stoffe zu ersetzen. Andererseits soll die Sicherheit erhöht werden, indem neue, nicht brennbare Elektrolyte entwickelt werden.



Lithium-Ionen-Akkus. (Bildquelle: AdobeStock)



(Bildquelle: AdobeStock)

## Der Aufbau einer Batterie – am Beispiel einer Alkali-Mangan-Primärzelle

Eine Batterie besteht aus einer oder mehreren galvanischen Zellen, die chemische Energie speichern und elektrische Energie abgeben. Umschlossen wird sie von einer Metallhülle, die den Pluspol darstellt. Das Mangan am Rand der Batterie fungiert als positive Elektrode, auch Kathode genannt. Die negative Elektrode aus Zink wird auch Anode genannt und ist durch einen papierähnlichen Stoff von der Kathode getrennt. Das Ganze ist mit einem Elektrolyt, einer Kalilauge, getränkt. In der Mitte der Batterie befindet sich ein Metallstift, der den Kontakt zu einer Metallplatte an der Unterseite herstellt. Diese bildet den Minuspol und schliesst die Batterie nach unten ab. Sie ist durch einen Isolator vom Pluspol und der Kathode getrennt.

## Memory-Effekt ade

Früher wurde wegen des Memory-Effekts davor gewarnt, Akkus zu oft zu laden: Durch zu frühzeitiges Aufladen geht Energiekapazität verloren, da sich der Akku den Energiebedarf zu merken scheint und mit der Zeit statt der ursprünglichen Energiemenge nur noch die Menge zur Verfügung steht, die bei den bisherigen Entladevorgängen benötigt wurde. Das Resultat: Der Akku muss immer häufiger geladen werden, im schlimmsten Fall wird er frühzeitig unbrauchbar. Der Memory-Effekt tritt jedoch vor allem bei Nickel-Cadmium-Akkus auf, die häufig in kabellosen Werkzeugen verbaut wurden. In etwas geringerem Ausmass ist ein ähnlicher Effekt auch bei Nickel-Metallhydrid-Akkus feststellbar. Lithium-Ionen-Akkus hingegen haben die längste Lebensdauer, wenn sich der Ladezustand immer zwischen 20 und 80 Prozent bewegt.

# Wer bremst, gewinnt

Lithium-Ionen-Akkus verändern die Welt – und so auch den Autorensport. Elektrorennautos stellen die Piloten vor neue Herausforderungen und die Events, die meist in Stadtzentren durchgeführt werden, ziehen ein breites Publikum an.



Das Rennen auf dem stillgelegten Berliner Flughafen Tempelhof steht seit der ersten Saison auf dem Rennprogramm. Es ist eine der wenigen Strecken, die ausserhalb eines Stadt-zentrums verläuft. (Bildquelle: Porsche)

2014 war es erstmals so weit: 20 Rennfahrzeuge führen in Peking ganz ohne Motorengeräusch und Benzingeruch in der Luft um die Wette und erregen damit sehr viel Aufmerksamkeit. Die Formel E war geboren, die erste Rennserie für rein elektrische Fahrzeuge. Mit dieser neuen Serie wollte der Automobilweltverband FIA aufzeigen, was mit Elektrofahrzeugen alles möglich ist. Die Rennen mitten in den Zentren abzuhalten trägt dazu bei, nicht nur eingefleischte Autofans zu erreichen, sondern die Elektromobilität direkt dort zu bewerben, wo sie auch zum Einsatz kommen soll: in den Städten. Von Bern bis Buenos Aires – die Rennen sind gut besucht und ziehen ein eher junges und urbanes Publikum an. Die Veranstalter sind stolz darauf, die erste Sportart mit zertifiziertem Netto-Null-Fussabdruck seit Entstehung zu betreiben. Aufgeladen werden die Rennfahrzeuge übrigens durch teameigene Generatoren, die auf Glycerin als Treibstoff umgerüstet sind. So ist das CO<sub>2</sub>-neutrale Fahren nicht von lokal verfügbarer grüner Energie abhängig.

## Chancengleichheit durch Reglementierung

Anfänglich traten alle Teams mit einem identischen Fahrzeugmodell an. Der Grund dafür liegt auf der Hand: Es gab noch keine vergleichbaren Fahrzeuge. Der Antrieb für ein Elektrorennauto musste neu konzipiert werden. Noch heute sind viele Fahrzeugkomponenten

vorgeschrieben. So ist etwa das Chassis der Fahrzeuge vorgegeben, und nur eine einzige Reifenmischung sowie Reifen-grösse ist zugelassen. Freie Hand haben die Hersteller beim Antriebsstrang (dazu gehören der Motor, das Getriebe und der Inverter), der Hinterradaufhängung und der Fahrzeugsoftware. Zehn von elf Teams haben mittlerweile einen selbst konstruierten Antriebsstrang. Der Akku hingegen ist so verbaut, dass er für die Teams gar nicht zugänglich ist. Eine hohe Reglementierung ist bei einer Sportart, die noch in den Kinderschuhen steckt, einerseits notwendig, andererseits versprechen sich die Veranstalter davon aber auch mehr Chancengleichheit.

## Beschleunigung ist beachtlich

Das Tempo in der Formel E ist (noch) nicht mit der Formel 1 zu vergleichen: Momentan beläuft sich die Höchstgeschwindigkeit auf etwa 240km/h, in der nächsten Saison werden es bereits 320km/h sein, während in der Formel 1 bis zu 380km/h möglich sind. Spektakulär ist aber insbesondere die Beschleunigung. Im Unterschied zu Autos mit Verbrennungsmotoren können Elektroautos ihr maximales Drehmoment direkt aus dem Stand abrufen. So beschleunigen sie schon bei einer tiefen Geschwindigkeit sehr rasant. Die aktuelle Generation der Formel-E-Boliden ist in 2,8 Sekunden von 0 auf 100km/h. Der 385kg schwere Akku bringt für Rennzwecke Vor- und Nachteile: Trägt sein Gewicht einerseits

zu einem höheren Verbrauch bei, wirkt er gleichzeitig auch stabilisierend während der Fahrt.

## Patentiertes Akku-Kühlungssystem

Aber eignet sich denn ein Lithium-Ionen-Akku, der bekanntlich nicht zu grosser Hitze ausgesetzt werden soll, für das Rennfahren? Anfänglich zeigten sich tatsächlich einige Probleme mit der Überhitzung. Darauf wurde eine spezielle Kühlmethode entwickelt: Eine nicht elektrisch leitende Flüssigkeit zirkuliert in Röhren um den Akku. Sie wird von einer Pumpe zu einem Kühleradiator gepumpt, wo sich das Kühlmittel durch den Fahrtwind abkühlt. Diese patentierte Methode erwies sich als wirksam: Es gab seither keine Zwischenfälle mit überhitzten Akkus mehr. Weitere Sicherheitsmechanismen sind jedoch vorhanden: Erhitzt sich der Akku zu stark, wird die Leistung des Fahrzeugs automatisch reduziert und für den absoluten Notfall ist ein Feuerlöscher ins Fahrzeug eingebaut. Das Ziel ist, die Zellen immer unter 57 °C zu halten – was etwa bei Rennen in Malaysia, bei Temperaturen von über 40 °C im Schatten, natürlich nicht immer möglich ist. Allgemein hat der Akku in Formel-E-Fahrzeugen seit Beginn der Rennserie schon eine grosse Entwicklung durchgemacht. In den ersten Jahren mussten die Fahrer nach 20 Minuten das Fahrzeug wechseln, weil die Reichweite der Akkus nicht mehr hergab. Mittlerweile sorgt ein 52-kWh-Akku dafür, dass die Rennen ohne Boxenstopp



Auf fünf Kontinenten finden bereits Formel-E-Rennen statt. 2018 stand ein Rennen in Zürich auf dem Programm und 2019 eins in Bern. Dazu wurde eine Sondergenehmigung des Bundesrats ausgestellt, denn in der Schweiz sind öffentliche Rundstreckenrennen eigentlich verboten. (Bildquelle: Nissan)

machbar sind. Darin liegt allerdings die grosse Kunst in der Formel E: die verfügbare Energie richtig einzusetzen.

## Energierückgewinn durch Rekuperation

Wer mit einem Elektrofahrzeug gewinnen will, muss zwar auch möglichst schnell fahren, jedoch nicht so schnell, dass der Akku leer wird – und dieser stellt für das 45-minütige Rennen nicht genügend Energie zur Verfügung, um die ganze Zeit Vollgas zu fahren. Das Energiemanagement ist die strategische Herausforderung in der Formel E. Damit beschäftigt sich ein ganzes Team aus Ingenieuren, die hinter den Fahrern stehen. Eine entscheidende Rolle spielt dabei die Rekuperation, die Rückgewinnung von Energie bei Gefälle oder durch gezieltes Bremsen. Dabei arbeitet der Antriebsstrang in entgegengesetzter Richtung. Wie viel Energie rekuperiert wird, kann vom Fahrer mit dem Bremsdruck gesteuert werden, mit dem er die Bremse vor einer Kurve betätigt. Dafür steht am Lenkrad ein Schalter zur Verfügung, mit dem bis zu zehn unterschiedliche Rekuperationsstufen gewählt werden können. Betätigt der Pilot diese Schaltwippe, bremst der Motor die Hinterräder mehr oder weniger ab. Die dadurch entstehende Energie fliesst in den Energiespeicher und ist später nutzbar. Durch Rekuperation kann ein Pilot die Reichweite seiner Batterie während eines Rennens um bis zu 20 Prozent verlängern.

## Unvorhersehbarkeit schafft Spannung

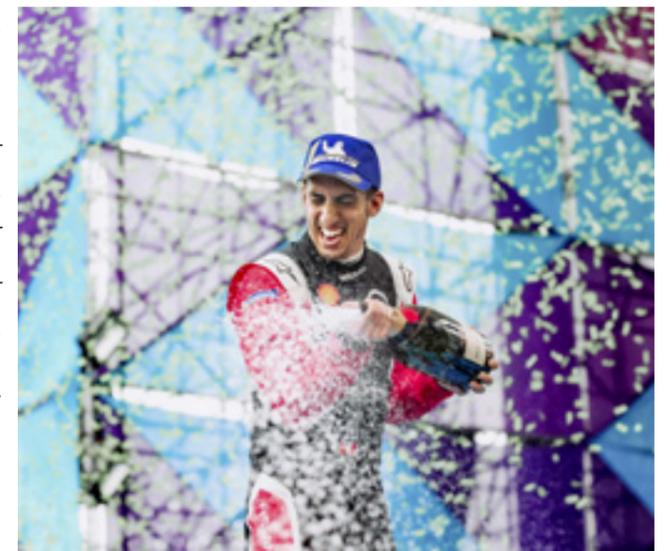
Fahrer berichten, dass die Formel E auch für erfahrene Rennfahrer anderer Serien noch etwas ganz Neues sei. «Unvorhersehbar» sei der passendste Begriff, um ein Rennen zu beschreiben. Die Teams legen sich vorab eine Strategie zurecht,

müssen diese aber laufend anpassen. Während des Rennens sehen sie nicht nur das Energielevel des eigenen Fahrzeugs, sondern auch jenes der Gegner. Mit der Hilfe von Simulationssoftware treffen sie strategische Entscheide über Gas geben oder bremsen und teilen sie dem Fahrer via Funk mit. Zusätzliche Spannung bringen der Fanboost und der Attack-Mode: Beides sind temporäre zusätzliche Leistungsschübe für das Fahrzeug, die strategisch eingesetzt werden können, etwa um einen Zweikampf zu gewinnen. Während alle Fahrer den Attack-Mode verwenden können, ist der Fanboost ein spezielles Goodie. Die Fans können in einem Online-Voting abstimmen, welche fünf Fahrer davon profitieren sollen. Eine grosse Herausforderung für die Fahrer ist zudem das Terrain: Die Rennen der Formel E finden nicht wie die Formel 1 auf gepflegten Rennstrecken statt, sondern meist direkt in Stadtzentren. Der Asphalt ist nicht in einem optimalen Zustand und die Streckenführung ist durch die Gegebenheiten beschränkt – Auslaufzonen für die Sicherheit lassen sich nicht so einfach einbauen. Erschwerend kommt hinzu, dass während eines Rennens nur ein einziger Satz Reifen verbraucht werden darf.

## Gute Zukunftsaussichten

Es ist davon auszugehen, dass sich die Fahrzeuge noch enorm entwickeln werden. Allein die Reifen wurden bereits dahingehend optimiert, dass sie im Vergleich zur ersten Saison 20 Prozent leichter geworden sind, wodurch das Fahrzeug 9 Kilogramm Gewicht verlor. Mittlerweile sind viele grosse Autohersteller bei der Formel E mit dabei. Und auch bei den Fahrern kommen immer wieder Namen hinzu, die aus der Formel 1 bekannt sind und sich einer neuen Herausforderung stellen. Dass die Formel E der Formel 1 in absehbarer Zeit prestigemässig den Rang ablaufen wird, ist nicht zu erwarten. Für die Hersteller sind die Rennen jedoch eine optimale Plattform, um ihre Innovationen zu zeigen und unter Extrembedingungen zu testen. Komponenten, die sich dabei beweisen, finden auch in Serienwagen Verwendung. Der Elektrorennsport gewinnt laufend neue Kategorien dazu: Mit der ETCR gibt es zum Beispiel eine Tourenwagenmeisterschaft, die Extreme E ist eine Rennserie für vollelektrische SUVs, die offroad antreten, und in der Eco-Grand-Prix-Serie gilt es, innerhalb einer bestimmten Dauer eine möglichst weite Distanz zurückzulegen.

Der Waadtländer Sébastien Buemi ist einer von zwei Schweizern, die in der Formel E äusserst erfolgreich mitfahren. Der 33-jährige Nissan-Pilot ist seit dem Beginn der Rennserie mit dabei und gewann in der Saison 2015/2016 die Gesamtwertung. (Bildquelle: Nissan)



# Spannende Einblicke und Networking am Battery Forum

Am 10. Juni lud INOBAT zum vierten Battery Forum in die Umwelt Arena Spreitenbach. Der Schwerpunkt der interessanten Fachvorträge lag auf den Lithium-Ionen-Batterien für die Elektromobilität.

Mit den Worten «Wir freuen uns sehr, Sie wieder vor Ort begrüßen zu dürfen» eröffnete INOBAT-Mandatsleiterin Karin Jordi das Battery Forum. Nachdem der Branchenanlass 2021 ohne Publikum vor Ort durchgeführt werden musste, war es etwas Besonderes, wieder alle Interessierten in einem Raum zu versammeln statt vor den Bildschirmen. Rund 70 Personen fanden sich in Spreitenbach ein.

## Zahlen und Aktivitäten

Zum Auftakt der Referate gab Karin Jordi einen kurzen Überblick über die Absatz- und Rücklaufzahlen der Batterien und Akkus in der Schweiz im Jahr 2020. Mit einer Rücklaufquote von 82,3 Prozent lag der Wert bei den Geräte- und Industriebatterien ohne Lithiumanteil gewohnt hoch. Bei den Lithium-Ionen-Akkus hingegen nahm die Differenz zwischen Absatz und Rücklauf weiter zu. Jordi wies darauf hin, dass dies ein bekanntes Phänomen sei: Da die Lebensdauer von Lithium-Ionen-Akkus rund sieben bis zehn Jahre beträgt, erscheinen sie in der Rücklaufstatistik erst mit einer entsprechenden Verzögerung. Weil der Absatz aber laufend zunimmt, scheint es, als ob die Akkus kaum zurückgebracht würden (Rücklaufquote: 18,6 Prozent). Es ist davon auszugehen, dass diese Entwicklung noch einige Jahre lang anhalten wird. Weiter stellte Jordi das Informationsangebot seitens INOBAT zum Umgang mit Lithium-Ionen-Akkus und die zur Verfügung gestellten Sammelgefässer vor und informierte über die Kommunikationsaktivitäten von INOBAT.

## Kreislaufmodell für die Elektromobilität

Prof. Dr. Andrea Vezzini, Leiter des Zentrums Energiespeicherung an der Berner Fachhochschule (BFH) und Präsident der Forschungsgemeinschaft iBat, präsentierte zum Einstieg in sein Referat einen Überblick über den Stand der Entwicklung bei Elektrofahrzeugen. Er betonte: «Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Akkus die Fahrzeuge überdauern und bis zu einer Million Kilometer oder mehr laufen werden.» Daraufhin zeigte

Vezzini auf, wie wichtig und dringend es ist, ein Kreislaufmodell für die ausgedienten Batterien von Elektrofahrzeugen zu entwickeln. Fachleute gehen davon aus, dass von diesen im Jahr 2035 in Europa etwa 250 000 Stück beziehungsweise rund 125 000 Tonnen anfallen werden. Im Rahmen des Forschungsprogramms CircuBAT suchen elf Forschungsgruppen von sieben renommierten Institutionen (wie die BFH, die EMPA oder das CSEM) sowie 24 Industriepartner auf verschiedenen Ebenen nach Lösungen, um Lithium-Ionen-Akkus aus der Elektromobilität in einem Kreislauf zu halten. Dazu gehören Themen wie Batteriedesign, Optimierung des Ersteinsatzes, Second-Life-Anwendung, Rückgewinnung der Rohstoffe und die Entwicklung von nachhaltigen Geschäftsmodellen. Das Programm läuft von 2022 bis 2025 und wird von Innosuisse unterstützt, aber auch zur Hälfte durch die Industrie finanziert.



Prof. Dr. Andrea Vezzini. (Bild Kurt Meier)



Andrea Vezzini präsentierte das Forschungsprogramm CircuBAT. (Bild Kurt Meier)

## Elektrotrucks auf dem Vormarsch

Thomas Prohaska, Produktmanager bei Designwerk, ging in seinem Referat auf Traktionsbatterien für Elektrotrucks ein. Er zeigte sich überzeugt: «Elektrische Lastwagen sind keine Alternative – sie sind eine Lösung.» Das Winterthurer Unternehmen glaubte schon an den Elektroantrieb für den Schwerverkehr, als noch kaum jemand diesen für möglich hielt. Seit 2015 fertigt es kompakte, modulare Batterien für LKWs unterschiedlicher Hersteller. 2016 wurde ihr erster Elektro-LKW als Abfallsammel-fahrzeug in Betrieb genommen. Prohaska sieht grosses Potenzial für elektrisch angetriebene LKWs und Busse: «Über den gesamten Produktzyklus weisen sie gegenüber den Verbrennern 70 Prozent weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen auf.» Bei ihrer Erstanwendung bleiben die Batterien von Designwerk bis zu einer Restkapazität von ca. 80 Prozent im Einsatz. Danach eignen sie sich beispielsweise als stationäre Stromspeicher. Auch dazu entwickelt Designwerk innovative Lösungen wie den DC-Ladecontainer «Mega-watt Charger» für mobile Anwendungen mit einer beeindruckenden Leistung von 2,4 MW. Damit lassen sich Elektro-LKWs in unter einer Stunde aufladen.



Thomas Prohaska. (Bild Kurt Meier)

## Fragerunde und Schlusswort

Im Anschluss beantworteten Andrea Vezzini, Thomas Prohaska und Karin Jordi auf dem Podium Fragen aus dem Publikum. Auf die Frage, ob sich die Elektromobilität auch im öffentlichen Verkehr durchsetzen werde, zeigte sich Prohaska sehr optimistisch, insbesondere für den Einsatz in den Innenstädten. Damit diese Entwicklung schnell vorstättengehe, brauche es den Druck von politischer Seite, aber mit der Zeit sehe



Karin Jordi, Moderator Joerg Kressig, Andrea Vezzini und Thomas Prohaska bei der Podiumsdiskussion. (Bild Kurt Meier)

er keine grosse Notwendigkeit mehr für Fördermassnahmen, da die Vorteile der Technologie zum Durchbruch verhelfen würden.

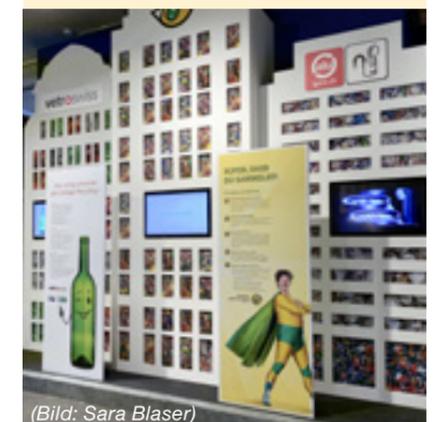
Auf grosses Interesse stiess die Frage, ob bei einer Second- oder Third-Life-Anwendung die vorgezogene Entsorgungsgebühr ein weiteres Mal zu entrichten sei und wer diese übernehme. Jordi sagte, dass die Gebühr pro Batterie nur einmal vereinnahmt werde, da die Kosten für die Verwertung nur einmal anfielen. Beim Schlusswort bedankte sich die Gastgeberin bei allen Beteiligten und Anwesenden und kündigte an, dass das nächste Battery Forum – je nach Gesundheitslage – im Sommer oder Herbst 2023 in Olten stattfinden wird. Wer mochte, konnte sich nach einer Stärkung beim Stehlunch und geselligen Netzwerken noch die Ausstellungen der Umwelt Arena ansehen.



(Bild: Kurt Meier)

## Die INOBAT in der Umwelt Arena

In der Dauerausstellung «Recycling City» der Umwelt Arena ist INOBAT mit einem Infostand vertreten. In guter Gesellschaft zwischen Altglas, PET und Textilien macht Battery-Man auf die Wichtigkeit der Batterieverwertung aufmerksam. Eine Tafel fasst interessante Fakten und alle wichtigen Informationen rund um das Recycling zusammen. Auf einem Bildschirm wird den Besucherinnen und Besuchern der Umwelt Arena der VEG-Kreislauf nähergebracht. Ein rasantes Videospiel, bei dem verschiedene Wertstoffe so schnell wie möglich in den richtigen Sammelbehälter befördert werden müssen, rundet den Auftritt ab.



(Bild: Sara Blaser)

# Batterierecycling – eine heisse Sache

Was passiert mit meiner gebrauchten Batterie? Ein Besuch bei der BATREC Industrie AG im Berner Oberland gibt Einblick, wie Batterien verwertet werden.



Das «Anstechen» der Ferromangan-Schmelze mit Sauerstofflanzen ist Knochenarbeit. (Bild: David Schweizer)

Funken sprühen, eine orange glühende Masse verlässt den meterhohen Schmelzofen und sorgt für spektakuläre Effekte. Zwei Arbeiter in silbernen Hitzeschutzanzügen stehen unmittelbar neben der 1500 °C heissen Schmelze und stellen sicher, dass sie gleichmässig fliesst. Keine Frage, wer bei der BATREC Industrie AG im bernischen Wimmis arbeitet, darf tropische Temperaturen und strenge Arbeit nicht scheuen.

## Endstation Berner Oberland

In der Schweiz landen leider noch immer etliche Batterien im Abfall. Wird eine Batterie korrekt im Geschäft oder an Sammelstellen abgegeben, gelangt

sie zur BATREC. Dort wird sie entweder verwertet oder für einen Weitertransport vorbereitet, denn nicht jede Batterieart wird in Wimmis aufbereitet. Jeden Tag treffen ein- bis zweimal gebrauchte Batterien – zum Beispiel in den Sammelfässern von INOBAT – ein. In einem ersten Schritt werden Fremdstoffe wie E-Zigaretten oder Abfall, aber auch Lithium-Ionen-Akkus entfernt. Dann gelangen die Batterien in die Sortieranlage, wo sie nach Grösse sortiert werden. Grosse Batterien wie Blockbatterien von Weidezäunen bleiben zuerst hängen, bis schliesslich nur noch die kleinen Knopfzellen und Gerätebatterien übrig bleiben. Im Anschluss sortie-

ren Mitarbeitende an einem Fließband von Hand zum Beispiel wiederaufladbare oder Nickel-Cadmium-Batterien aus. «Geld, Haarspangen oder Spielzeugfiguren – man findet alles Mögliche unter den Batterien», weiss der Leiter der Batterierecyclinganlage, Philipp Rädercker. Von der Sortieranlage geht es zuerst für sechs bis sieben Stunden in die Pyrolyse im Schachtofen bei 700 °C. Dort verbrennen Kunststoffe und der Elektrolyt verdampft, sodass nur noch metallische Komponenten, wie das Stahlgehäuse, aber auch Oxide, wie Mangan- und Zinkoxid, übrig bleiben. Auch allfällig enthaltenes Quecksilber – es kommt kaum noch vor, da es seit Jahren bei der Herstellung

von Alkaline-Batterien verboten ist – verdampft bei diesem Prozess. Es wird aus dem Dampf kondensiert, in einer separaten Behandlung unschädlich gemacht und deponiert.

## Der Ofen steht nie still

Nach der Pyrolyse werden die Alkaline-Batterien dem Schmelzofen – einem Elektrolichtbogenofen – zugeführt und bei 1500 °C eingeschmolzen. Dazu werden die Batterien aus sechs grossen Silos zu einem passenden Mix zusammengefügt und die notwendige Kohle dosiert. Der Ofen läuft 24/7, denn es würde bis zu zwei Tagen dauern, den Betrieb herunterzufahren.



Haarspangen und Münzen – das Personal findet beim Sortieren der Batterien allerlei. (Bild: Sara Blaser)

Im unteren Teil des Ofens setzt sich das schwere Gemisch aus Eisen und Mangan, das sogenannte Ferromangan, ab. Der Schmelzofen füllt sich langsam, oben auf schwimmen die leichten oxidischen Bestandteile, welche als Schlacke bezeichnet werden. Der untere Teil, die Metallschmelze, also das Ferromangan, wird durch das Personal, das in schwere silberne Hitzeschutzanzüge gehüllt ist, mit Sauerstofflanzen «angestochen», damit es aus dem Ofen fliesst und in ein Förderband eingelassene Hohlräume, sogenannte Kokillen, füllt. Durch Kühlung der Kokillen mit Wasser zieht sich die Masse zusammen und fällt aus der Form in eine Mulde. Das Ferromangan dient später als Zuschlag für die Stahl- oder Giessereiindustrie.

Die Batterien enthalten unter anderem Zink beziehungsweise Zinkoxid. Der wertvolle Rohstoff verdampft, wird kondensiert, mit einer grossen Kelle abgeschöpft und zu Platten gegossen. Im Rest, Dross genannt, ist immer noch viel Zink vorhanden. Er wird in Trommeln gesammelt und erneut eingeschmolzen, um ein zweites Mal Zink zurückzugewinnen.

## Nicht alles wird aufbereitet

Rund 3000 Tonnen Batterien und Akkus werden jährlich bei der BATREC angeliefert. Davon verwertet das Unterneh-

men 2500 Tonnen im eigenen Ofen, nämlich die sogenannten Alkaline-Batterien, die aus Zink und Manganoxid bestehen. Batterien, die nicht aus diesen chemischen Zusammensetzungen bestehen, werden deshalb zu anderen Unternehmen transportiert, um dort aufbereitet zu werden.

So werden auch die immer beliebter werdenden Lithium-Ionen-Akkus aus Bohrmaschinen, E-Bikes oder anderen Geräten aktuell bei der BATREC noch nicht verwertet, sondern lediglich für das Recycling vorbereitet, indem sie mechanisch zerkleinert werden. Dabei entsteht ein Schreddergut, welches unter anderem die wertvolle sogenannte Schwarzmasse, mit den Komponenten Kobalt, Nickel und natürlich Lithium, enthält. Dieses Schreddergut geht zum Teil zum Schwesterwerk der BATREC nach Frankreich, wo die eigentliche Verwertung, eine mechanische Separation, stattfindet und Kobalt und Nickel beispielsweise zu 98 Prozent als separate Schwarzmassefraktion zurückgewonnen werden. Da die BATREC plant, künftig Lithium-Ionen-Akkus selbst aufzubereiten, lagert sie bereits heute einen Teil des zerkleinerten Materials ein. «Die Konkurrenz schläft jedoch nicht, überall auf der Welt entstehen riesige Aufbereitungsanlagen», blickt Rädercker der Realität ins Auge.



### Strenge Vorgaben für Luft und Wasser

Mit dem Einschmelzen der Batterien ist es längst nicht getan. Die Batterieaufbereitung ist nicht nur energieintensiv, sondern es fallen auch problematische Gase und Abwasser an, die behandelt werden müssen. Die Abgas- und Abwasserbehandlung ist deshalb ähnlich aufwendig wie das thermische Einschmelzen und muss exakt überwacht werden. Schadstoffe und Schwermetalle werden aus dem Abgas herausgewaschen. «Kohlenmonoxid setzen wir als Brenngas ein und bemühen uns um eine vollständige Umsetzung», so Rädicker, der einen Dokortitel in Metallurgie besitzt.

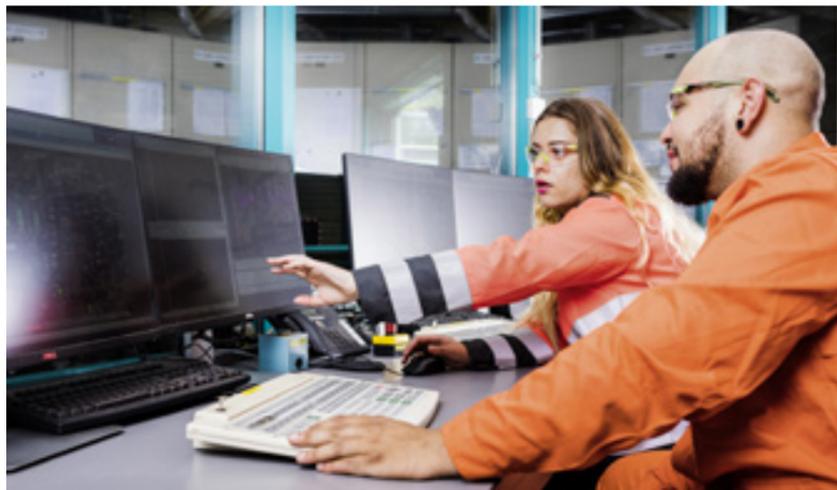
Bei der Abgaswäsche entsteht saures Abwasser, das ebenfalls behandelt werden muss. Durch Anheben des pH-Wertes fallen Schwermetalle, wie zum Beispiel Zink als Zinkhydroxid, aus. In der folgenden Entgiftung werden organische Stoffe zerstört und eine letzte Schwermetallfällung entfernt gelöste Quecksilberreste. Quecksilber wird ebenfalls bei der BATREC in einer eigenen Anlage stabilisiert und für eine Deponierung vorbereitet, es verlässt den Markt. Nachdem das Abwasser zu guter Letzt noch mehrere Filter durchlaufen hat, gelangt es schliesslich in die Kanalisation. Täglich wird jeder Tank beprobt und im hauseigenen Labor analysiert.

### Am Puls der Technologie

Der Prozess der Batterieaufbereitung stammt ursprünglich aus Südafrika. Als die BATREC 1992 gegründet wurde, übernahm sie dieses Verfahren für ihre erste Anlage. Seither wurde die Anlage stetig weiterentwickelt. «Offenbar soll zu Beginn die Vision bestanden haben, die Anlage einst mit weissen Handschuhen zu bedienen», schmunzelt Rädicker. Das ist definitiv nicht der Fall, was der Freude an seiner Tätigkeit jedoch keinen Abbruch tut. Ihm gefällt die Abwechslung: «Die Entwicklung schreitet voran und wir müssen auf Veränderungen reagieren. Die Batteriezusammensetzung ändert sich über die Zeit und wir sind stets gefordert, unsere Prozesse anzupassen, um noch ein Quäntchen besser zu werden.» Ziel ist, dass alle Einsatzstoffe in einen geschlossenen Kreislauf gebracht werden und somit keine Deponierung notwendig ist.

*Was von der Batterie übrig bleibt: Das geschmolzene Ferromangan füllt in ein Förderband eingelassene Hohlräume, wird mit Wasser gekühlt und dient später als Zuschlag für die Stahl- oder Giessereiindustrie. (Bild: BATREC)*

*In der Leitzentrale der BATREC laufen die Fäden zusammen: Hier lassen sich jederzeit alle wichtigen Informationen abrufen und der Betrieb steuern. (Bild: David Schweizer)*



## Ein wertvoller Kreislauf

Gebrauchte Batterien und Akkus gehören nie in den Hausmüll, sondern zurück in die Verkaufs- oder Sammelstelle. Dank der vorgezogenen Entsorgungsgebühr (VEG) geht es von dort zur fachgerechten Verwertung.

In der Schweiz kennt ihn jedes Kind – den Battery-Man. Seine grün-gelbe Aufmachung ist witzig, doch die Botschaft ist ernst: Bringt eure Batterien zurück! Denn Batterien sind Sonderabfall und einige der Inhaltsstoffe verschmutzen die Umwelt, wenn sie nicht fachgerecht entsorgt werden. Gebrauchte Batterien und Akkus müssen deshalb – gemäss Anhang 2.15 der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung – an Verkaufs- oder Sammelstellen abgegeben werden.

### Sammeln, entsorgen, informieren

Seit 2001 ist im Verkaufspreis von Batterien und Akkus eine vorgezogene Entsorgungsgebühr (VEG) enthalten, mit der die Sammlung, der Transport und das Recycling finanziert werden. Batterien und Akkus können an Sammelstellen oder bei jeder Verkaufsstelle kostenlos abgegeben werden. Die dafür notwendigen Behälter und das Infomaterial stellt die INOBAT zur Verfügung.

Rund 6340 Tonnen Batterien werden in der Schweiz pro Jahr verkauft. Einen grossen Teil machen Alkali-Mangan-Batterien aus, die heute kaum noch schädliche Schwermetalle enthalten. Einen starken Zuwachs verzeichnen die Lithium-Ionen-Akkus, die durch ihre hohe Energiedichte ideal für tragbare Geräte mit einem grossen Stromverbrauch sind.

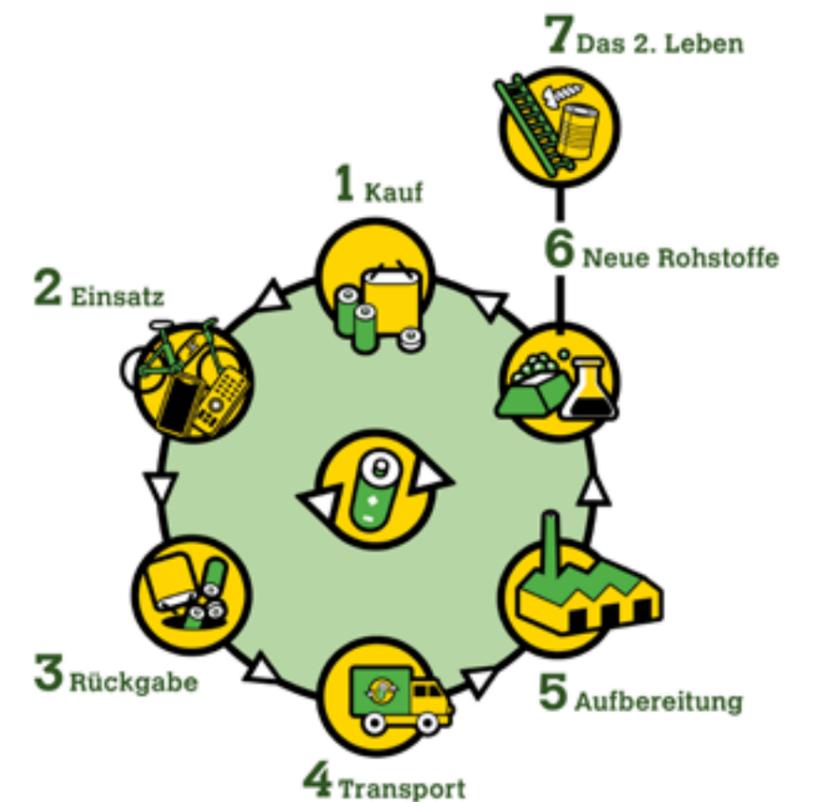
### Kostenlos transportiert und fachgerecht aufbereitet

Wie gelangen Batterien und Akkus in die Wiederaufbereitung? Ist der ADR-konforme Sammelbehälter voll, reicht ein Anruf und eines der befugten Transportunternehmen holt diesen kostenlos ab. Lithium-Ionen-Akkus sind Gefahrgut

und benötigen, wie alle Batterien, für den Transport Begleitpapiere. Wird diese Aufgabe von den Transporteuren übernommen, können sie dafür einen kleinen Beitrag verlangen.

Gebrauchte Batterien und Akkus sind voller wiederverwertbarer Materialien. Die fachgerechte Wiederaufbereitung verhindert, dass toxische Schwermetalle wie Cadmium oder Blei in die Umwelt gelangen. In der Schweiz werden Batterien von der BATREC Industrie AG recycelt.

Dadurch können Zink und eine Schmelze aus Eisen und Mangan, das sogenannte Ferromangan, zurückgewonnen werden. Lithium-Ionen-Akkus werden in einem mehrwöchigen Salzwasserbad vollständig entladen und anschliessend unter Wasser geschreddert. Die Rückgewinnung von Graphit, Kobalt, Nickel, Mangan und Lithium findet in einem Schwesterwerk der BATREC Industrie AG in Frankreich statt.



*Der Recyclingkreislauf: In der Schweiz werden jährlich 182 Millionen Batterien verbraucht – lose oder in Geräte integriert. Dank dem Engagement der INOBAT gelangten 2020 über 82 Prozent der Batterien (ohne Lithium-Ionen-Akkus) wieder zurück in den Kreislauf.*

## Die VEG in Kürze

Die INOBAT erhebt die VEG im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU). Sie finanziert nebst Sammlung, Transport und Recycling die Kommunikation mit der Bevölkerung und dem Handel. Die VEG sichert die umweltgerechte Verwertung der Batterien und trägt zur Erhöhung der Menge an gesammelten Batterien bei. Jede Batterie, die auf den Schweizer Markt gebracht wird, muss der INOBAT gemeldet werden.

# Mindestens haltbar bis ...?

Batterien laufen manchmal aus – aber laufen sie auch ab? Auf jeder Packung ist ein Ablaufdatum abgedruckt. Was bedeutet das und was passiert bei Erreichen dieses Datums in der Batterie?

«Juni 2027» ist klein auf der Batterie aufgedruckt, gekauft Anfang 2022. Rund fünf Jahre darf meine Alkaline-AA-Batterie also in der «Chaos-Schublade» liegen und auf ihren Einsatz warten. Wie lange sind andere Batterietypen haltbar? Haben wiederaufladbare Batterien auch ein aufgedrucktes Datum? Auf einer solchen, eine im Herbst 2021 gekaufte Nickel-Metallhydrid-Batterie, findet sich keines. Denn hier spielt weniger das Alter als vielmehr die Anzahl Ladezyklen eine Rolle. 500 bis 1000 Ladevorgänge sollte eine Batterie aushalten – bei wöchentlichem Laden entspricht dies also zehn Jahren oder mehr. Die Haltbarkeit bezieht sich auf eine Lagerung bei Raumtemperatur, wer seine Batterien in der ungeheizten Werkstatt aufbewahrt, muss eine geringere Lebensdauer in Kauf nehmen, selbst wenn die Batterie nicht zum Einsatz kommt. Hochleistungs-Lithium-Ionen-Akkus wie zum Beispiel jene der E-Bikes danken einen fachgerechten

Umgang mit einer längeren Lebensdauer und Leistungsfähigkeit. Die INOBAT hat dazu ein Merkblatt zusammengestellt.

## So altert die Batterie

Wenn die Batterie altert, zersetzen sich ihre Bestandteile langsam, sodass die elektrische Leistung abnimmt. Bei grossen Stromstärken entstehen hohe Temperaturen, die zu unerwünschten chemischen Reaktionen führen. Dabei können die Elektrodenmaterialien irreversibel geschädigt werden, was die Alterung der Batterie beschleunigt. Bei den wiederaufladbaren Akkus ist meist das Auf- und Entladen für den Alterungsprozess in der Batterie verantwortlich. Die meisten nicht aufladbaren Batterietypen halten zwischen fünf und zehn Jahre, bevor dies geschieht. Bis zum aufgedruckten Datum garantiert der Hersteller die Qualität seines Produkts. Wer sich also beim Kauf einer preisgünstigen Grosspackung schon einmal

gefragt hat, ob sich das lohnt, muss sich in der Regel keine Sorgen machen. Auch Lithium-Knopfzellen sind sehr lange haltbar – zehn, manchmal sogar zwanzig Jahre sind hier Standard. Etwas anders sieht dies bei den 9-V-Alkaline-Batterien aus, für deren Haltbarkeit Hersteller oft nur drei oder bei hochwertigen Produkten fünf Jahre bürgen.

Eine weitere Ursache für eine vorzeitige Alterung bei den Akkus ist die Tiefentladung, bei der die Spannung unter einen für den Batterietyp bestimmten Grenzwert fällt. Gar nicht gerne mögen Batterien zudem Feuchtigkeit, sie können dann auslaufen. Batterien verschiedener Marken unterscheiden sich geringfügig in ihrer chemischen Zusammensetzung und auch in ihrer Leistung. Die schwächste Batterie bestimmt jeweils den Stromfluss – deshalb sollten idealerweise immer gleiche Produkte zusammen verwendet werden.

*Wie lange kann ich meine Batterien aufbewahren und was passiert, wenn das Ablaufdatum erreicht ist? Drei, fünf oder zehn Jahre: Verschiedene Batterietypen altern unterschiedlich schnell. Bei nicht aufladbaren Batterien ist das Haltbarkeitsdatum sowohl auf der Verpackung als auch auf der Batterie aufgedruckt. (Bild: Rahel Meister)*

