

Recycling? Upcycling!

Zu einer Kreislaufwirtschaft gehört nicht nur das Rückführen der Rohstoffe in den Kreislauf, sondern auch das Im-Kreis-Halten von Produkten. Genau hier setzt das luxemburgische Start-up Circu Li-ion an. Mithilfe von Künstlicher Intelligenz und automatisierten Prozessen erhalten Batteriezellen ein zweites Leben. RECYCLING magazin sprach mit Mitgründer und CEO Antoine Welter über die Chancen, die sich hier für das Upcycling, aber auch für eine akkurate Vorsortierung bieten.

Die Elektromobilität hält langsam, aber sicher Einzug in unseren Alltag. Ob Räder, Roller, Motorräder, Autos, Busse oder Bagger – das leise Surren von E-Mobilen ist immer öfter zu hören. Auf den zunehmenden Bedarf an Rohstoffrückgewinnung und Recycling wird reagiert: Nicht nur gefühlt entstehen gerade an jeder Ecke neue Werke und Anlagen für Batterieproduktion und -recycling. Aber ist Recycling der einzig gangbare Weg? In der vergangenen Ausgabe 11 schrieben wir über einen Bericht vom Fraunhofer ISI und Wuppertal Institut zu Deutschlands zirkulärer Zukunft (Seiten 52–53): Beim Thema Zirkularität von Fahrzeugbatterien wurde konstatiert, dass der Fokus vor allem auf dem Recycling liege. Dabei würden Aufbereitung und Wiederverwendung ökologisch und ökonomisch die größten Potenziale bieten. Genau diese möchte Circu Li-ion mit ihrer Technologie nutzen, um Batterien ein zweites Leben zu ermöglichen. Denn Batterien sind eine Ressource mit großem und bislang meist verschenktem Potenzial: Nach Angaben von Circu Li-ion können über 80 Prozent der Zellen wiederverwendet werden.

Gründung und Finanzierung

Gegründet wurde das Start-up von CEO Antoine Welter und CTO Dr. Xavier Kohll, beide gebürtige Luxemburger. Beide kannten sich von früher über gemeinsame Freundeskreise, bis Welter nach langer Pause erneut Kontakt aufnahm, um über mögliche Gründungs-



Das Gründungsteam von Circu Li-ion: CEO Antoine Welter (links) und CTO Dr. Xavier Kohll (rechts)

Foto: Circu Li-ion

vorhaben zu sprechen. Während mehrerer Corona-Spaziergänge im Lockdown 2020 reifte die Idee, im Jahr 2021 kam es zur Gründung. Ein Start-up zu gründen, noch dazu mitten in der Pandemie, war für Welter, der teilweise in Amerika aufgewachsen ist, kein Problem. „Amerikaner haben viel weniger Angst, dass etwas schiefgehen könnte, als Europäer. Anstatt mal etwas zu probieren, machen Europäer lieber nichts, denn dann macht man auch nichts falsch.“ Auch bei Mitgründer Kohll fiel Welters Idee auf fruchtbarem Boden; gegenüber „CleanElectric – der E-Mobility Podcast“ sagte Kohll 2022 zudem auch, er „wollte etwas mit Impact gründen“. Bei Circu Li-ion ist Kohll zusammen mit Welter für die strategische Ausrichtung zuständig, als Prozessingenieur von der ETH Zürich verantwortet er aber in erster Linie die technische Entwicklung des Unternehmens.

Welter kümmert sich vorrangig um betriebswirtschaftliche Themen, darunter fallen Gespräche mit Investoren und Kunden, welche Pilotprojekte verwirklicht werden können, aber auch der Zugang zu finanziellen Fördermitteln. Erst im Oktober gab das Unternehmen den erfolgreichen Abschluss einer Seed-Finanzierungsrunde in Höhe von 8,5 Millionen Euro bekannt. Darin enthalten sind 4,5 Millionen Euro, die von BonVenture (die auch in Resourcify im Portfolio haben), von mehreren Batterie-, KI- und Industrieexperten sowie vom Managementteam selber bereitgestellt wurden. Weitere 4 Millionen Euro an Zuschüssen stammen vom EICA (European Innovation Council Accelerator) und von Kooperationen mit Recyclingunternehmen und OEMs. Welter: „Ich Sorge dafür, dass wir die Mittel für den Ausbau unserer Technologie erhalten. Wir haben noch einiges vor im Hinblick auf die Wertschöpfung und das Urban Mining von Rohstoffen. Und wir möchten mithelfen, saubere Wertstoffströme zu generieren.“

Automatisierte Prozesse

Der Prozess, der einen zirkulären Batterielebenszyklus ermöglicht, erfolgt in drei automatisierten Schritten: Zuerst werden die Batterien auf dem Band von Robotern zerlegt. Der Roboter scannt und erkennt

die Autobatterien verschiedener Marken, die über das Band befördert werden. Im System ist gespeichert, wo genau die Schrauben sitzen, der Greifer öffnet die Batterie. Welter sieht in der Automatisierung große Vorteile. Nicht zuletzt auch, weil sich die Technologie über die letzten drei, vier Jahre extrem weiterentwickelt habe, was Datenverarbeitung, Bilderkennung, Computer Vision und Robotik angehe.

Im zweiten Schritt werden die einzelnen Zellen der Batterie innerhalb von Sekunden in einem automatisiertem Diagnoseverfahren geprüft, ob sie sozusagen ins Töpfchen oder ins Kröpfchen, sprich in die Wiederverwendung oder ins Recycling wandern. In einem dritten Schritt erfolgt die Aufbereitung der einzelnen Zellen. „Wir qualifizieren diese und geben sie entweder zur Wiederverwendung an Hersteller von beispielsweise E-Bikes, zu Produzenten von Energiespeichern, die zum Beispiel Generatoren an Baustellen mit Strom versorgen, oder – wenn sie am Ende ihres Lebenszyklus angekommen sind – sortenrein ins Recycling“, so Welter.

Wertschöpfung durch akkurate Trennung

Angefangen hatte Circu Li-ion mit Battery-Packs aus der Mikromobilität – sprich Batterien von E-Bikes, E-Scootern und E-Mopeds. Mittlerweile hat sich das Portfolio deutlich erweitert, und zwar auf Batterien von E-Autos, Drohnen, Flurförderzeuge wie Gabelstapler oder Power Tools. Bei diesen Elektrowerkzeugen gehe es um große Mengen, das bedeute, dass ein bestimmter Battery-Pack hundertausendfach verbaut werde – und das so komplex, dass es händisch gar nicht möglich sei, diese kosteneffizient zu separieren. Aber mit einem automatisierten Prozess gelänge dies. Die Roboter würden hier ebenfalls die Marke erkennen, sprich, ob sie zum Beispiel Akkuschauber von Bosch oder Hilti unter dem Greifer haben, und an den entsprechenden Stellen ansetzen, um die Schrauben zu lösen.

Aktuell arbeitet das Forschungs- und Entwicklungsteam an Elektronikgeräten. Was alles darunter fällt, beschreibt Welter wie folgt: „Von Staubsaugern über Computer bis hin zu Handys oder auch diesem Stift von meinem iPad hier“, Welter hält den Stift in die Kamera.



Foto: Circu Li-ion

Die automatisierten Prozesse von Circu Li-ion ermöglichen einen zirkulären Batterie-Lebenszyklus.



Foto: Circu Li-ion

Der Roboter erkennt, welche Batterie über das Band läuft und wo die Schrauben sitzen, die er öffnen muss.

„Da ist auch eine Batterie drinnen. Wir kucken uns die ganze Elektronikwelt an und sind in Gesprächen mit Recyclern, Herstellern und OEMs, wie man den Prozess für die Mitarbeitenden sicherer machen und wie man einen reinen Stoffstrom für ein effizientes Recycling bekommen kann.“ Ziel ist es, sowohl ökologisch als auch ökonomisch eine sinnvolle Wiederverwendung zu ermöglichen sowie eine zirkuläre Wertschöpfungskette in Europa zu etablieren. Beim Auseinanderbauen von Elektronik oder den Power Tools gehe es laut Welter, neben der Wiederverwendung der Batterien, auch darum, diese überhaupt erst mal separiert zu bekommen. Denn: „Nicht alle Batterien lassen sich wiederverwenden. Aber wenn man sauber trennt, hat man schon einen großen Teil der Aufgabe erledigt“, ist er überzeugt.

KI und Datenbank

Das Herz des Prozesses ist die KI, mit deren Hilfe die verschiedenen Batterietypen identifiziert werden können. Circu Li-ion arbeitet daran, diese KI mit Daten zu füttern. „Wir sind eine Partnerschaft mit einem großen Rechenzentrum eingegangen, um eine riesige Battery-Library aufzubauen. Vieles, was heute als KI bezeichnet wird, ist gar keine. Aber wenn man Daten konsequent sammelt, lernen die Maschinen irgendwann von selbst – das ist KI“, so Welter. Die Datenplattform soll darüber hinaus als eine ganzheitliche Lösung über die großen Datenmengen auch prädiktive Analysen ermöglichen.

Dafür investiert Circu Li-ion einiges in die interne Softwareentwicklung. Allein zehn von insgesamt 36 Mitarbeitenden sind im KI-Team. „Unser ‚Head of Data and AI‘, Maxime, hat fünf Jahre bei IBM im Team ‚Künstliche Intelligenz und Machine Learning‘ in New York gearbeitet“, erzählt Welter, dessen Aufgabe es auch ist, solche „Talents“ zu finden. Dafür arbeite man eng mit Universitäten und verschiedenen Forschungsinstituten zusammen. „Wir beschäftigen viele Doktoren, die bei uns ihr Wissen in die Praxis umsetzen können.“

Standorte in Luxemburg, Karlsruhe und Berlin

Der Standort in Luxemburg sei, so Welter, vor allem eine Forschungs- und Entwicklungseinrichtung, in der aktuell 23 Mitarbeitende tätig sind. Eine große Anlage mit zehn Mitarbeitern befindet sich in Karlsruhe. Hier finden Piloten statt, Forschungsaufträge von Uni-

versitäten, vor allem aber von größeren Recyclingunternehmen und Automobilherstellern. „Wir müssen in Europa dafür sorgen, dass wir die urbanen Rohstoffe aus den Produkten schürfen. In meinem Handy sind ja genug Stoffströme enthalten, überall sind welche drin. Das Wichtige bei all diesen Projekten ist aber: Wie kriegen wir sie wirtschaftlich in den Markt positioniert? Wir machen keine Forschung um der Forschung willen, sondern um sie auf die Straße zu bringen.“ In Karlsruhe können Kunden auch ihre Batterien upcyclen lassen als Disassembly-as-a-Service. In Berlin befinden sich außerdem drei Mitarbeitende aus dem Business-Team – sie arbeiten vom Co-Working-Space „Impact Hub Berlin“ aus.

Machine-as-a-Service

In Karlsruhe werden Piloten gefahren, die dann, nach dem Proof of Concept, in der Praxis als Machine-as-a-Service-Lösung bei den Recyclern vor Ort ausgerollt werden. „Gerade sind wir dabei, für Kunden an verschiedensten Standorten in Europa Maschinen zu platzieren“, so Welter, und weiter: „Wir möchten den Recyclern die Vorsortierung abnehmen. Dafür installieren wir unsere Maschinen auf dem Recyclinghof. Mit dieser dezentralen Herangehensweise sparen wir lange Wege und ermöglichen eine sortenreine Sortierung. Wir sagen manchmal scherzhaft, das ist wie bei McDonald’s, nur eben für Upcycling, right? Die haben ihre Deutschlandzentrale in München, in der sie Prozesse und Produkte erproben, die dann über das Filialnetzwerk ausgerollt werden.“

In die Vor-Ort-Lösung sind KI-Algorithmen integriert für ein optimales Entladen, Auseinanderbauen, Demontieren und die Diagnose der einzelnen Zellen. Circu Li-ion stellt den Kunden nicht nur ihre Technologie zur Verfügung, sondern sammelt auch Daten. „Wir möchten die Wertstoffströme digitalisieren und die Informationen – wie viel Kunststoff, welche Batterien, wie viel Kobalt oder welche Metalle – an unsere Kunden weitergeben“, erklärt Welter.

Ausblick und FuE

Das Circu-Li-ion-Team soll weiterwachsen. Das betrifft zum einen den Produktionsstandort in Karlsruhe, der auf 2.000 Quadratmeter erweitert werden soll. Die Mittel aus der Seed-Finanzierungsrunde werden darüber hinaus in die technische und die Mitarbeiterentwicklung gesteckt. Man wolle, so Welter, die Mitarbeiterzahl von derzeit 36 Kolleg*innen innerhalb der nächsten zwölf Monate verdoppeln. Auf Forschungs- und Entwicklungsebene will Circu Li-ion eng mit verschiedenen Partnern in der Wertschöpfungskette zusammenarbeiten und sie in Produktentwicklung und Recyclinginitiativen zusammenbringen.

Das Start-up ist außerdem am Forschungsprojekt LAMBDA beteiligt. In diesem luxemburgisch-schweizerischen Projekt sollen die automatisierten Prozesse für die Demontage von Batterien von Elektrofahrzeugen weiter verbessert werden. Ziel ist die Entwicklung einer Pipeline für das automatische Training von Robotern mithilfe von KI-Techniken. Getestet wird zunächst anhand digitaler Nachbildungen von Batterien für eine Simulation, mit der die Roboter trainiert werden. Mithilfe von Computer Vision und maschinellem Lernen erlangen die Roboter Manipulationsfähigkeiten wie das Abschrauben für verschiedene Batteriearchitekturen, was sogar funktioniert, wenn die Batterien beschädigt sind. Im nächsten Schritt werden Testläufe mit echten Robotern bei der Demontage von realen Batteriekomponenten in einer industriellen Produktionsumgebung durchgeführt. Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer neuartigen Pipeline, die Industrierobotern fortgeschrittene Manipulationstechniken für die automatische Demontage von Batterien vermittelt. Das auf Robotik und maschinelles Lernen spezialisierte Schweizer Start-up AICA ist wichtigster Implementierungspartner. „Wir freuen uns über die Zusammenarbeit mit zukunftsorientierten Partnern“, sagt Welter, und abschließend: „Wir werden unser Entwicklungstempo verdoppeln, um intelligente und datenorientierte Lösungen zu etablieren, die es ermöglichen, Batterien wirtschaftlich und ökologisch sinnvoll zu up- und recyceln.“

Sabine Hatzfeld



Das Team von Circu Li-ion

Foto: Circu Li-ion