

Wo kann die grüne Energie geparkt werden?

Strom aus Sonne und Wind macht Vorratshaltung notwendig / Eine Chance für die Redox-Flow-Batterie

Noch vor dem Frühschick fünf Kilometer durch den Wald zu laufen, stellt für die meisten Menschen kein Problem dar. Die benötigte Energie, gewonnen aus den Mahlzeiten vorhergehender Tage, speichert der Körper als organische Stoffe wie Fett oder Zucker – und ruft sie in Sekunden wieder ab. Den sich mit jedem Schritt leistungsfähig wieder auf. Können Ingenieure von diesem in Jahrmillionen der Evolution perfektionierten Energiesystem etwas lernen?

Mittlerweile setzt sich die Erkenntnis durch, dass für den Erfolg der Energiewende nicht die Erzeugung von Sonnen- und Windstrom, sondern dessen Speicherung und Transport die eigentliche Herausforderung darstellen. Beides hängt miteinander zusammen: Je mehr Strom nahe am Ort der Erzeugung gespeichert werden kann, desto weniger Leitungskapazität wird benötigt – oder desto seltener müssen Anlagen abgeregelt werden. Bisher heute wird an Nord- und Ostsee damit mit großen Speichern experimentiert. So setzt der Energiespeicher Wegmag in Schweden einen Großspeicher mit einer Kapazität von 15 Megawattstunden aus mehr als 50 000 Lithium-Ionen-Akkus zusammen. Während aktuell noch neue Zellen verwendet werden, könnten künftige Großspeicher mit den Atakkus aus Elektrolyt arbeiten. Denn auch nach 200 000 Kilometern können diese noch zwischen 70 und 80 Prozent ihrer

ursprünglichen Kapazität aufweisen. So sinnvoll es ist, über solche Zweitbehälter Konzepte nachzudenken: Grundsätzlich handelt es sich um einen Akku, bei dem Leistung und Speicherkapazität untrennbar miteinander verbunden sind. Wichtigster Vorteil der Lithium-Ionen-Technologie ist die hohe spezifische Energiedichte – doch das ist für stationäre Anwendungen kein entscheidendes Kriterium. Deshalb ist parallel ein ganz anderes Speicherprinzip im Rennen: die Redox-Flow-Batterie, die beispielsweise schon auf der Nordseeinsel Pellworm erprobt wurde.

Der Aufbau einer Redox-Flow-Batterie ähnelt einer Brennstoffzelle. Sie besteht aus einem flüssigen Elektrolyt, das Elektroden binden (reduzieren) oder abgeben (oxidieren) kann. Der Elektrolyt wird aus zwei Tanks in zwei voneinander unabhängigen Kreisläufen durch die Zelle gepumpt, getrennt nur durch einen hauchdünnen Separator. Legt man an die Zelle eine Spannung an, wandern Ionen, zum Beispiel Wasserstoffkerne, durch den Separator von einer Flüssigkeit zur anderen. Die zugehörigen Elektronen nehmen den Umweg über die Elektroden, es fließt Strom.

Die Speichergröße einer Redox-Flow-Batterie ist nahezu beliebig über die Größe der Tanks einzustellen, die Leistung hingegen über die Anzahl der parallel geschalteten Zellen. Um zwischen Lade- und Entladevorgang zu wechseln, werden die Elektroden umgepolt. Bislang lassen die Elektrolyten in Redox-Flow-

Batterien in der Regel auf Vanadium. Dieses Metall ist weder giftig noch besonders selten – allerdings etwas teuer, und außerdem fließt die Jahresförderung von rund 80 000 Tonnen weitgehend in die Stahlindustrie, wo es als Legierungszusatz zum Einsatz kommt. Seit einigen Jahren wird daher vor allem in Amerika, daran geht es, organische Verbindungen einzusetzen. Ein vielversprechender Ansatz kommt aus Deutschland: Das von Industriepartnern wie Mann+Hummel und Schaeffler gestützte Start-up CM Blue will Lignin einsetzen, das als Abfall bei

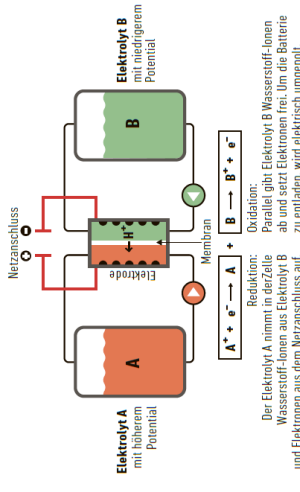
der Papier- und Zellstoffproduktion entsteht und bislang verbrannt wird. Rund ein Drittel des Holzes, das in einer Zellstofffabrik verarbeitet wird, besteht aus Lignin – ein in allen Pflanzen enthaltenes Bindgewebe, das der Festigkeit des Aufbaus dient, aber sehr schwer nutzbar ist. Mit einem neuen Prozess sollen die besonders stabilen Ringverbindungen aus dem Lignin herausgelöst und neu zusammengesetzt werden. „Das Ausgangsmaterial ist in nahezu unbegrenzter Menge vorhanden“, rechnet CM-Blue-Gründer Peter Geigle vor. Weltweit entstünden derzeit

30 Millionen Tonnen Ligninabfall. Rund 30 Prozent davon sind als Batterierohstoff nutzbar. Um eine Gigawattstunde Strom zu speichern, werden rund 8000 Tonnen organischer Materials, also rund 40 000 Tonnen Ausgangsmaterial benötigt.

Noch behindert sich die organische Flowbatterie in einem frühen Entwicklungsstadium, denn für eine großtechnische Umsetzung muss nicht nur das elektrochemische Material optimiert werden, sondern auch jede andere Komponente der Batterie. Dazu gehören die Elektroden, die in diesem Fall auf reinem Graphit mit einer strukturierten Oberfläche basieren. Sie werden wie in den meisten Brennstoffzellen als Bipolarplatten bis zu 1,20 Meter hohen Platten ist ein wesentlicher Punkt, um die Langzeitstabilität der Batterie zu garantieren. Insbesondere in der Elektrolyt nicht mit Sauerstoff in Berührung kommen, um nicht zu oxidieren – was die Effizienz in Ladungsträgern mindert, macht. Trotz der ungeliebten Nebenwirkungen rechnet Geigle damit, dass es maximal 5 Cent Kosten für die Kilowattstunde Strom mit einem Wirkungsgrad von 90 Prozent zu speichern.

Die Redox-Flow-Technologie eignet sich nicht nur für die Stromspeicherung, sondern auch für die Erzeugung von grünem Wasserstoff. „Das ist ein sehr interessantes Feld“, sagt Geigle. „Auch wo in kurzer Zeit hohe Leistungen benötigt werden, müssen die das Vorkommen hat. „Das ist ein sehr interessantes Feld“, sagt Geigle. „Auch wo in kurzer Zeit hohe Leistungen benötigt werden, müssen die das Vorkommen hat.“

Aufladen einer Redox-Flow-Batterie



in Deutschland mit Schnellladern für Elektrofahrzeuge auszurüsten. Steht man von Autobahnrasenplätzen ab, verfügen die wenigsten Tankstellen über einen Mittelspannungsanschluss. Sollen mehrere Elektrofahrzeuge gleichzeitig mit 30 Kilowatt geladen werden, kommt ohne Erhöhung der Verteilnetze in vielen Quartieren die Lichte ausgehen.

Um allerdings eine Dunkelflaute zu überbrücken, zwei Winterwochen, in denen der Stromertrag aus Sonne und Wind nahe null ist, reichen weder große Tanks in der Größe eines Flugzeughangars für Redox-Flow-Batterien, zuzunehmen der Strombedarf durch die Elektronenmobilität weiter ansteigt. „Wenigstens die Elektrodenwahlung allein chemische Speichermedien geeignet sind. In einem anderen Fall ist das reine Wasserstoff, der direkt in Kavernen gelagert oder zu Methan weiterverarbeitet werden kann.“ Ein gemeinsames Papier von BMWi, Deutsche Energieagentur und der Akademie der Technikwissenschaften zeigt, wohn die Reise geht. „Um eine saubere Stromerzeugung in Industrieländern zu gewährleisten, zu gewährleisten, im Jahr 2050 eine erhebliche Kapazität von bis zu 100 Gigawatt zur Verfügung stehen. Wenn die nicht mit fossilen Energieträgern betrieben werden sollen, führt kein Weg an neuen Großspeichern vorbei.“

JOHANNES WINTERHAGEN