



Lignin-Dialog



**Die Chance für eine
nachhaltige Zukunft**

Vorstellung:

29.01.2020

Leonhard Crasser

Dipl.-Ing.(FH)
Luft- und Raumfahrttechnik
-Pressereferent-
der Ortsgruppe Frankenwald Ost
des BUND Naturschutz in Bayern e.V.

gelernter Kunstschmied
Luft- und Raumfahrtingenieur
Techn. Offizier der Luftwaffe
Marketingleiter
Eigene Unternehmen
Angestellter Ingenieur

Jahrzehnte langes Engagement
im BUND Naturschutz

Plädoyer für die „Holzbatterie“

Die Ortsgruppe Frankenwald Ost des Bundes Naturschutz sieht im nachwachsenden Rohstoff Lignin riesige Chancen für die Batterietechnik. Er fällt beispielsweise im Zellstoffwerk ZPR in großen Mengen an.

Blankenstein – Mit einer „guten Nachricht“ meldet sich die der Ortsgruppe Frankenwald Ost des Bundes Naturschutz in Bayern. „Direkt vor unserer Haustür“, in Blankenstein, liegt eines der großen Zellstoffwerke Deutschlands, die ZPR. Hier werden riesigen Mengen an Zellstoff hergestellt. Ein Abfallprodukt ist das Lignin, der „Kleber“, der die Struktur des Holzes zusammenhält und bei der Zellstoffproduktion nicht gebraucht wird. Er wird herausgelöst und zur Gewinnung von Ökostrom thermisch verwertet. Lignin sei als nachwachsender ökologischer Rohstoff für die Batterietechnik hochinteressant, melden die Naturschützer.

Lignin stehe in ausreichender Menge zur Verfügung und sei in einer neuartigen Batterie als flüssig-organisches Elektrolyt ein idealer Batteriegrundstoff. Mit flüssigen Elektrolyten arbeiten die sogenannten Redox-Flow-Batterien. „Einfach gesagt: Die Elektrolyt-Flüssigkeit kann getankt werden, und die Batterie ist wieder voll. Oder man lädt diese an der Steckdose auf, wie jede andere Batterie.“ Große Reichweiten für Elektroautos, gute Speicherkapazität und kurze Ladezeiten seien die herausragenden Anwendungsnutzen. Dazu komme der ökologische Nutzen durch den nachwachsenden Rohstoff, weitab von Lithium und Kobalt, sowie die Verfügbarkeit dieses Rohstoffs als



Das Zellstoffwerk ZPR an der Landkreisgrenze wäre ein möglicher potenter Lieferant von Lignin, meint der Bund Naturschutz in Bayern.

vorhandenes Abfallprodukt aus großtechnischen Herstellungsverfahren.

Erfinder dieser „grünen“ Batterietechnik ist der Mitteilung zufolge die Schweizer Firma Innolith. In Bruchsal nahe Karlsruhe ist für die „Superbatterie“ nun die Markteinführung in Deutschland geplant. Die Ziele von Innolith seien viel versprechend: ange-

strebte 1000 Kilometer Reichweite für Elektroautos, bei 55 000 bereits nachgewiesenen Ladezyklen und einer Ladetiefe von null bis 100 Prozent, „Vollladung elektrisch in 30 Minuten oder schnelle Betankung des Elektrolyts ähnlich wie bei heutigen Benzinern oder Dieseln. Keine Brandgefahr und schadstoffarme Stoffe in der Batterie sind weitere

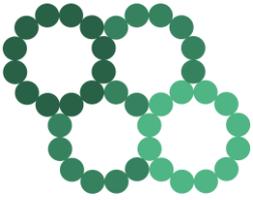
Vorteile.“ Der nachwachsende Rohstoff Lignin stelle die nachhaltige Verfügbarkeit sicher. Der Landkreis Hof wäre damit ein ausgezeichnete Standort für eine Batterieproduktion. In der ZPR wären theoretisch große Mengen des Rohstoffs Lignin verfügbar und mit kurzen Transportwegen wirtschaftlich anzuliefern.

Erster Kontakt mit dem Stoff Lignin im Jahre 2004

Mit dem Startup M-O-SYS GmbH habe ich mit meinem patentierten Verfahren des Multi-Orbitalen Reibschweißens 2004 u.a. Holz und Gras geschweißt. Dazu wird durch Reibung Hitze erzeugt, die das enthaltene Lignin in der Kontaktzone ausdampfen lässt und beim blitzschnellen Verpressen unlösbar verbindet.

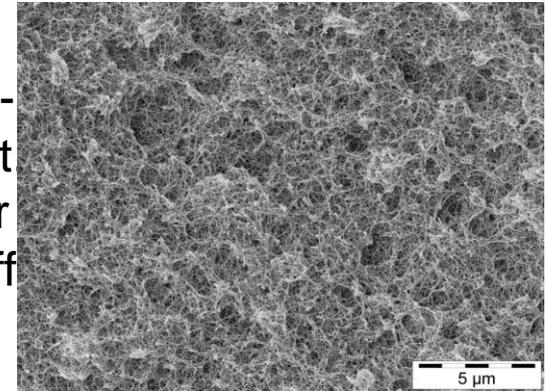


Schweißbeispiele: Bambusgras und Eukalyptusholz

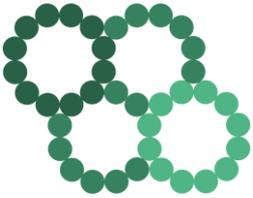


Was sind Aerogele?

Aerogele sind faszinierende Materialien mit einer hochporösen Struktur, die zu mehr als 95% aus Luft besteht. Die Poren sind dabei mehr um den Faktor 1000 kleiner als ein menschliches Haar. Gleichzeitig ist der Feststoff aus dem die Struktur aufgebaut ist, hochgradig filigran und leicht.



Aerogele werden aus einer Gelvorstufe ähnlich einem festen Wackelpudding hergestellt, in dem die Flüssigkeit aus dem Gel in einem speziellen Hochdrucktrocknungsprozess so schonend entfernt wird, dass die filigrane Struktur erhalten bleibt. Die Struktur kann dabei aus verschiedensten Grundstoffen wie mineralischen Systemen, synthetischen Polymeren oder Biopolymeren (Lignin) bestehen.



Aerogele als Produkt

In Form von Blankets oder Partikeln sind bereits seit vielen Jahrzehnten kommerzielle Aerogel-Produkte aus Silica verfügbar. Bei BASF entwickelten die Gründer von aerogel-it zudem Aerogelplatten auf Basis von Polyurethan.

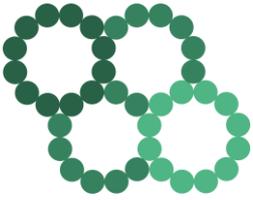


Dr. Marc Fricke

Aktuell fokussiert sich das Team auf die weltweit ersten nachhaltigen Aerogelmaterialien aus Biopolymeren.

Herstellung von Aerogelen

Da die Herstellung von Aerogelen aufgrund der speziellen Prozessschritte aufwändig und vergleichsweise kostenintensiv ist, entwickelt das Team von aerogel-it parallel Produktionsprozesse der nächsten Generation, um mittelfristig die Kosten zu senken.



Aerogelstruktur:

Raster-

Elektronen-

Mikroskop-

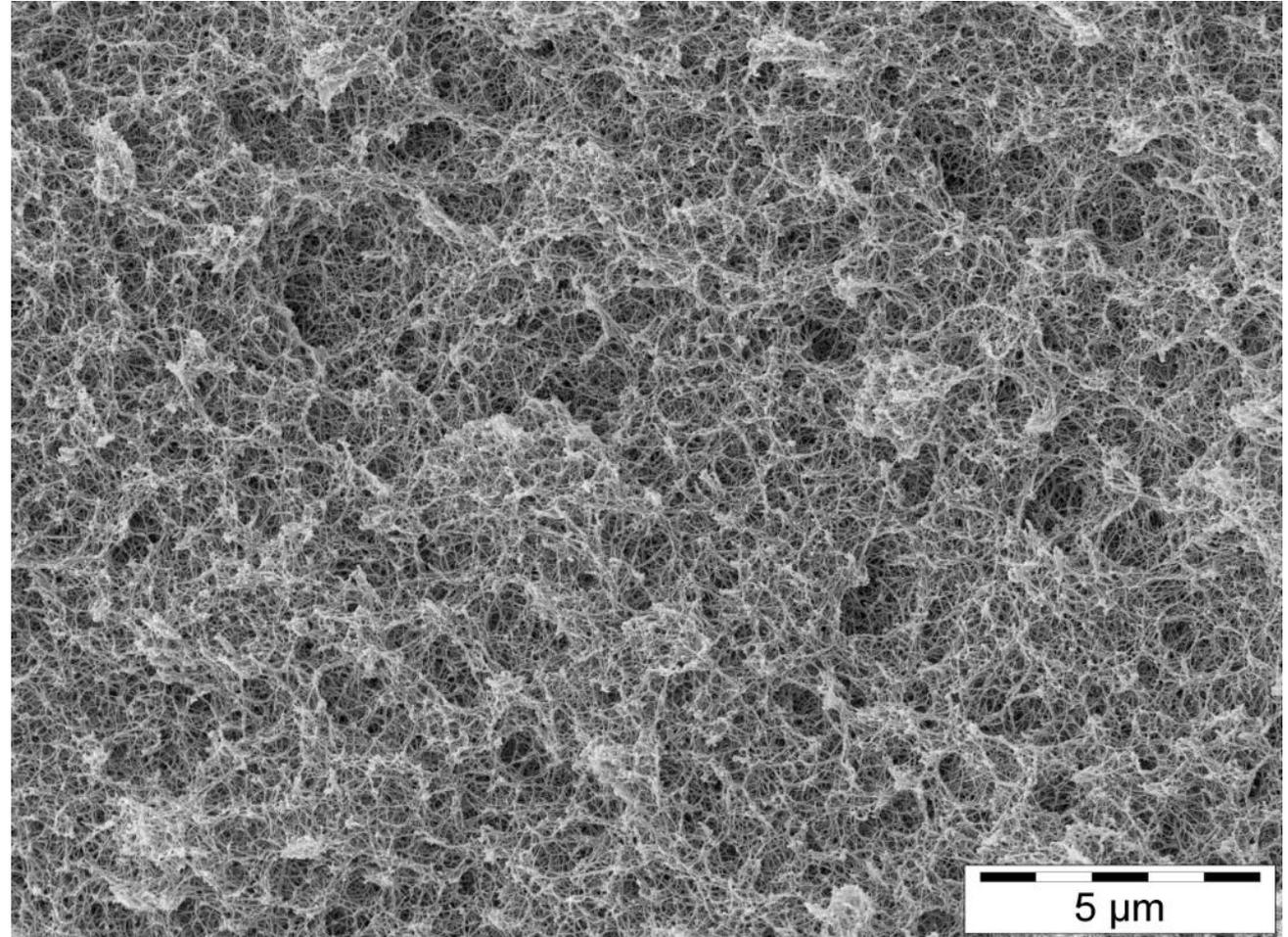
Aufnahme

Bildbreite

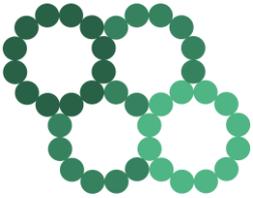
ca. 50 mal

kleiner als

ein Millimeter



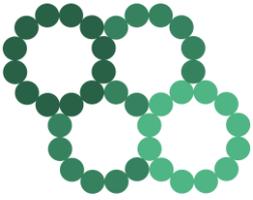
Quelle: aerogel-it



Superwärmedämmung

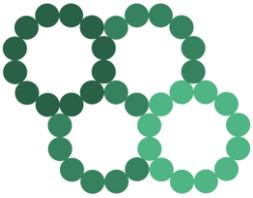
Wärmedämmstoffe bestehen üblicherweise zu einem großen Teil aus Gas, wie Luft oder speziellen, schlecht wärmeleitenden Treibgasen. Ihre Wärmedämmeigenschaften werden daher zum größten Teil durch die enthaltenen Gase bestimmt, welche die Wärme deutlich schlechter leiten als der Feststoff, aus dem der Wärmedämmstoff besteht. Dennoch weisen auch Gase eine gewisse Minimalwärmeleitung auf, die ein physikalisches Limit setzt, das nicht unterschritten werden kann.

Auch Aerogele enthalten mehr als 95% Luft. Aufgrund der sehr feinen Poren wird die Wärmeleitung der Luft dank eines physikalischen Effekts jedoch stark unterdrückt (Knudsen-Diffusion). Auf diese Weise können mit Aerogelen deutlich dünnere Dämmschichten aufgebaut und so wertvoller Platz eingespart werden als mit konventioneller Wärmedämmung. Umgekehrt ist, in einem stark begrenzten Bauraum, mit Aerogelen eine vergleichsweise hohe Wärmedämmeffizienz möglich.



Superwärmedämmung



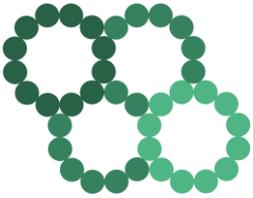


Feuerwiderstand

Die Aerogele enthalten sehr viel Luft, was eigentlich vermuten lässt, dass eine erhöhte Brandgefahr gegeben ist.

Die getesteten Aerogele halten die UL94-V0 Feuerwiderstandsklasse ein. Hier wird eine definierte Materialprobe einem 50 Watt Bunsenbrenner mit 20mm-Flamme 10 Sekunden lang ausgesetzt. Es darf:

- kein brennendes Abtropfen auftreten
- Verlöschen der Flammen innerhalb 10 Sekunden
- maximales Nachglimmen von 30 Sekunden



- Typische Produkteigenschaften des Ligninbioaerogels:
- Partikelgröße: **1-2 mm** (einstellbar)
- Dichte: **50-150 kg/m³** (einstellbar)
- Wärmeleitfähigkeit: **0.021-0.023 W/(m*K)** (bei 10°C, Partikelbett)
- Innere Oberfläche:
 - **250-350 m²/g**
 - Porenvolumen (< 100 nm): **1.9 cm³/g**
 - Porosität: **>90%**
 - **Hydrophil**
(hydrophobe Grades in der Entwicklung)



Holzatterie

**Die Chance für eine
nachhaltige Zukunft**



Inhalt Kurzüberblick:

Historie, Definitionen, Begrifflichkeiten

Stand der derzeitigen Batterieforschung und –entwicklung

Redox-Flow-Technologie

Ausblick und Chancen der Technologie insgesamt
und insbesondere für die Region

Definitionen, Begrifflichkeiten, Historie:

Eine Batterie ist ein Einmal-Produkt und nicht wieder aufladbar (Primärbatterie).

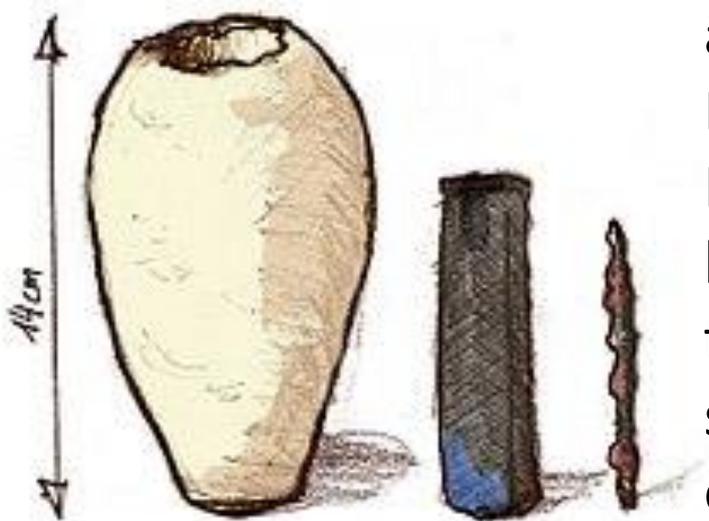


Aufladbare Speicher werden in der Technik als Akkumulatoren (Sekundärbatterien) bezeichnet.

Da sich der Begriff „Batterie“ im täglichen Umgang auch für Akkumulatoren eingebürgert hat, wird im Weiteren keine begriffliche Abgrenzung vorgenommen und allgemein von Batterien gesprochen.

Wann wurde die Batterie eigentlich erfunden?

Definitionen, Begrifflichkeiten, Historie:



Quelle: wikipedia

Die sog. Bagdad-Batterie ist die älteste bekannte Batterie (250 v.Chr.) Ein kleines tönernes Gefäß mit Kathode und Anode aus den Metallen Eisen und Kupfer, sowie Dichtungen aus Bitumen für die Batterie-säure (wahrscheinlich Essig), also eine Feststoffbatterie (0,8V). Archäologen gehen davon aus, dass diese zum Vergolden von Falschgeld genutzt wurde.

Definitionen, Begrifflichkeiten, Historie:

1780 wurde die Batterie von Luigi Galvani (IT) wieder „neu“ erfunden und andere wie Alessandro Volta (GB), sowie John Frederic Daniell (GB) erbrachten Pionierleistungen.

Die jüngsten Entwicklungen sind nun einerseits geprägt von Rohstoffspekulationen (Lithium, Kobalt) und auf der anderen Seite der Suche nach massenverfügbaren Grundstoffen ohne Verfügbarkeitsgrenzen (Nachhaltigkeit).

Sowie von innovativer Membrantechnologie und Materialien, die geeignet sind, bessere Batterien zu entwickeln.

Definitionen, Begrifflichkeiten, Historie:

Kennwerte / Eigenschaften einer Batterie/Akku:

- Kapazität = el. Ladung [Ah]
- Leistung = el. Energie/Zeit [W]
- Energiegehalt = gesp. Energie [J/kg] oder [J/m³]
- Zyklfestigkeit
- Selbstentladung -> material-, zeit- und temperaturabhängig
- Brennbarkeit / Explosionsgefahr
- Inhaltsstoffe (selten, giftig, umweltschädlich, recyclebar)
- soziale, nachhaltige und ökologische Aspekte
- ökonomische Aspekte (Marktreife, Preis usw.)

Definitionen, Begrifflichkeiten, Historie:

Spannungsreihe (Auswahl ausgesuchter Elemente):

Gold	Au	+1,50
Platin	Pt	+1,12
Silber	Ag	+0,80
Kupfer	Cu	+0,34
Wasserstoff	H	0,00
Blei	Pb	-0,13
Kobald	Co	-0,28
Eisen	Fe	-0,45
Lithium	Li	-3,04

Die Kombination der Partner
bestimmt die Zellspannung:

Li-Co => 2,76V

Fe-Cu => 0,79V (Bagdad-Batterie)

Kapazität und Leistung: Was ist der Unterschied?



Als Kapazität bezeichnet man die Füllmenge, die max. aufgenommen werden kann, hier bei beiden Behältern gleich: 10 Ltr./kg Wasser (Beim Akku: Ah oder kWh)

Als Leistung wird die max. abgebbare Menge pro Zeiteinheit bezeichnet. Hier bei der Gießkanne wesentlich kleiner als beim Eimer. Es dauert länger die Kanne zu entleeren als den Eimer.

Definitionen, Begrifflichkeiten, Historie:

Derzeitige Entwicklungs-Treiber :

- Nano-Technologie
- Graphen-Technologie
- MOF's (metal organic frames)
- politischer Wille
- ökonomischer Anreiz
- Klimadiskussion
- CO₂-Bepreisung
- und noch weitere...



Spinnenbatterie nutzt deren blaues Blut (Cu)

Stand der derzeitigen Batterie-Forschung und –Entwicklung:

(kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Welche Arten von Stromspeichern gibt es?

- Feststoffbatterien und -akkus
- Kondensatoren (super-caps)
- Radionuklidbatterie (α -oder β -Strahlung)
- Tieftemperaturakkus
- und weitere, sowie Kombinationen daraus
- Flüssigbatterien -> Redox-Flow-Akkus

Quelle: wikipedia

Stand der derzeitigen Batterie-Forschung und –Entwicklung:

(kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Feststoffbatterien:

Interessant sind hier Entwicklungen die keine Seltenerden oder –salze mehr benötigen, sondern sich aus den meist vorkommenden Elementen der Erdkruste bedienen, wie z.B. Natrium und Silizium (Kochsalz, Quarz). Hervorzuheben ist die Entwicklung der Natrium-Glas-Batterie, die eben genau auf diesen quasi unendlichen Erdkrusten-Leichtmetallen basiert. Auch Eisen-Phosphat Batterien sind mit 240 Wh/kg auf Zellebene interessant.

Quelle: wikipedia

Stand der derzeitigen Batterie-Forschung und –Entwicklung:

(kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Kondensatoren:

In modernen SUV's werden bereits 48V-Bordnetze verbaut, die mit Kondensatorspeichern arbeiten. In Hamburg fahren schon Stadtbusse, die an den Haltestellen in ca. 30s Haltezeit ihre Super-Caps aufladen um damit die nächsten 8km zu fahren. Diese eignen sich auch besonders zur Rekuperation, also zur Rückgewinnung von Bremsenergie. Auch erste e-Autos fahren schon mit 800V-Spannungsnetz.



Stand der derzeitigen Batterie-Forschung und –Entwicklung:

(kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Atombatterien:

Diese Sonderform der Batterien basiert auf dem Alpha- oder Betazerfall von langlebigen Isotopen, wie z.B. Americium (erbrütetes Plutonium), die die Strahlung oder Zerfallswärme in elektr. Strom umwandeln. Diese Batterien haben eine Lebensdauer bis zu 5.000 Jahren (auch Radionuklid-, Isotopenbatterie)



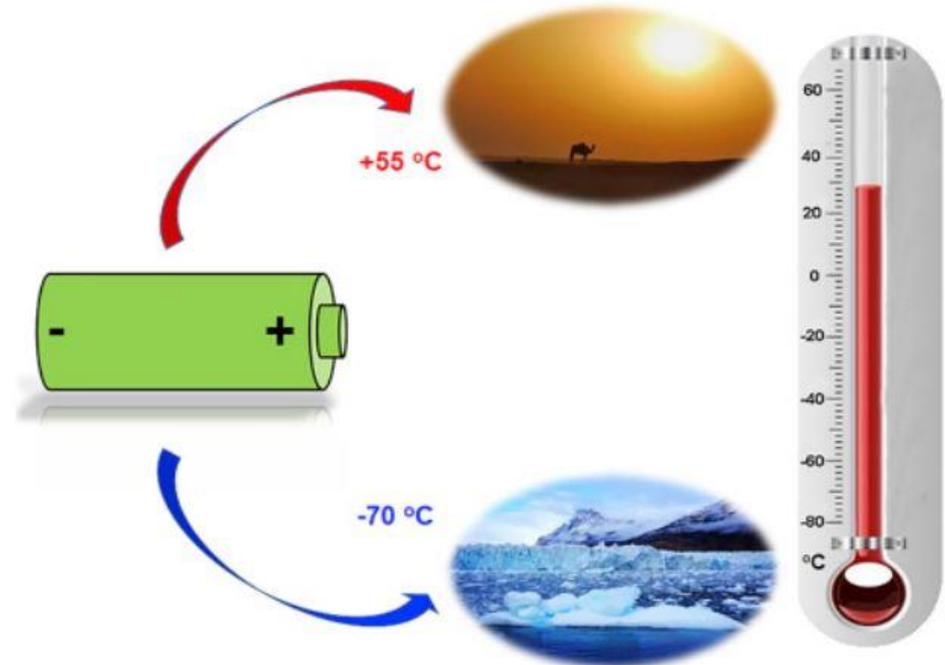
Quelle: ingenieur.de

Stand der derzeitigen Batterie-Forschung und –Entwicklung:

(kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Tieftemperaturakkus:

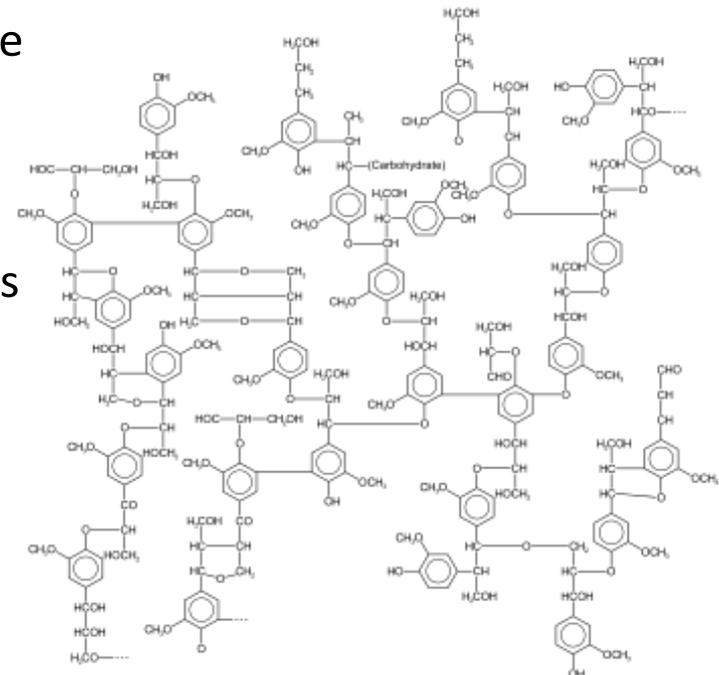
In der Fudan Universität in Schanghai haben Forscher einen Lithium-Ionen-Akku mit besonderem Frostschutz entwickelt, der bei -40°C noch nahezu 100% und bei -70°C noch 3/4 Kapazität aufweist (Energiedichte wie Bleiakku).



Quelle: solarify.eu

Was ist Lignin, die Grundlage der ökologischen Redox-Flow-Batterie:

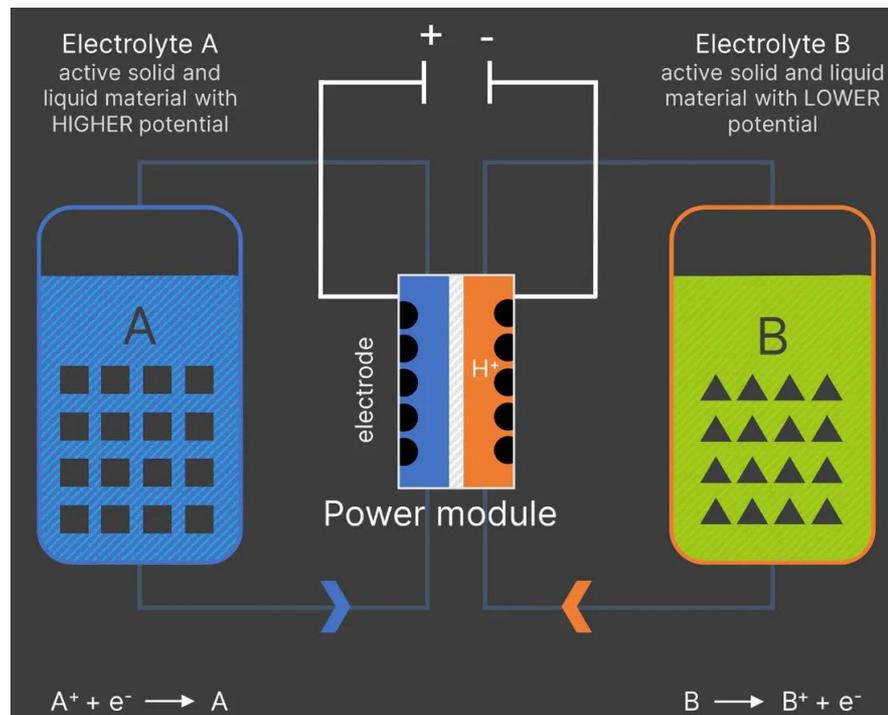
Lignine (lat. lignum „Holz“) bilden eine Gruppe von phenolischen Makromolekülen, die sich aus verschiedenen Monomerbausteinen zusammensetzen. Es sind feste Biopolymere, die in die pflanzliche Zellwand eingelagert werden und dadurch die Verholzung der Zelle bewirken (Lignifizierung). Etwa 20 bis 30 Prozent der Trockenmasse verholzter Pflanzen bestehen aus Ligninen, damit sind sie neben der Cellulose und dem Chitin die häufigsten organischen Verbindungen der Erde. Der Gesamtzuwachs von Ligninen auf unserem Planeten wird jährlich auf etwa 20 Mrd. Tonnen geschätzt.
Quelle: wikipedia



Redox-Flow-Batterie:

Im Gegensatz zu Feststoffbatterien, mit zwei festen Elementen (Metalle) die durch einen flüssigen Elektrolyten voneinander getrennt sind, haben Redox-Flow-Batterien Flüssigpole:

Hier bilden zwei Flüssigkeiten die „Pole“ und eine Membran trennt diese elektrisch voneinander.



Redox-Prozesse verwendet auch der menschliche Körper zur Energiegewinnung:

Die Energieversorgung der Gehirnzellen und die Umsetzung von Nahrung in Energie im menschlichem Körper ist eine Redox-Reaktion auf Basis organischer Ringmoleküle. Diese Ringmoleküle sind in der Lage, Energie aufzunehmen, zu speichern und bei Bedarf wieder abzugeben.

Mit Lignin funktioniert das ebenso:

Das braune Abwasser, das in der Zellstoffindustrie anfällt, enthält Lignin-Derivate die mit Polypyrrolen kombinierbar sind. Polypyrrole sind leitfähige Polymere, die in der Sensor- und Solarzelltechnik bereits eingesetzt werden.

Lignine besitzen ebenfalls solche organischen Ringmoleküle, die als Chinone bezeichnet werden. Durch die Verbindung mit Polypyrrolen können Lignine ein **Proton** abgeben, und das Polypyrrol kann das abgegebene **Proton** aufnehmen, und durch Entladung kann das **Proton** wieder zur Chinon-Verbindung zurückkehren. Auf diese Weise wird elektrische Ladung gespeichert.

Lignin als Öko-Stromspeicher:

(kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Lignin, ein nachwachsender Rohstoff:

- zuwachsendes Lignin in der Biosphäre jährlich 20 Mrd. to
- Zellstoffproduzenten verbrennen derzeit weltweit 50 Mio. to/a
- Lignin ist auch im Gras, Stroh usw. enthalten und die größte Quelle für natürliche aromatische Verbindungen

Lignin als Öko-Stromspeicher:

(kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Features von Lignin:

- skalierbar in Leistung und Kapazität
- nicht brennbar oder explosiv
- Lignin verbraucht sich nicht prozessbedingt
- Schaltzeit im Millisekundenbereich + Schwarz-Start-Fähigkeit
- keine Selbstentladung + hohe Lebensdauer (Zyklusfestigkeit)
- regenerativ, umweltschonend und nicht umwelttoxisch

Quelle: www.cmblu.de

Stand der derzeitigen Batterie-Forschung und –Entwicklung:

(kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Redox-Flow-Batterien:

Derzeit basieren die am Markt verfügbaren Modelle noch auf einem Flüssigelektrolyten, der Vanadium enthält.

Produkt: VoltStorage GmbH mit 6,8 kWh Speicherkapazität und 2 kW Leistung mit 220 Ltr. Elektrolytflüssigkeit. 10.000

Ladezyklen garantiert. Für Privathaushalte konzipiert 6.999,-€

Quelle: energie-experten.org



Stand der derzeitigen Batterie-Forschung und –Entwicklung:

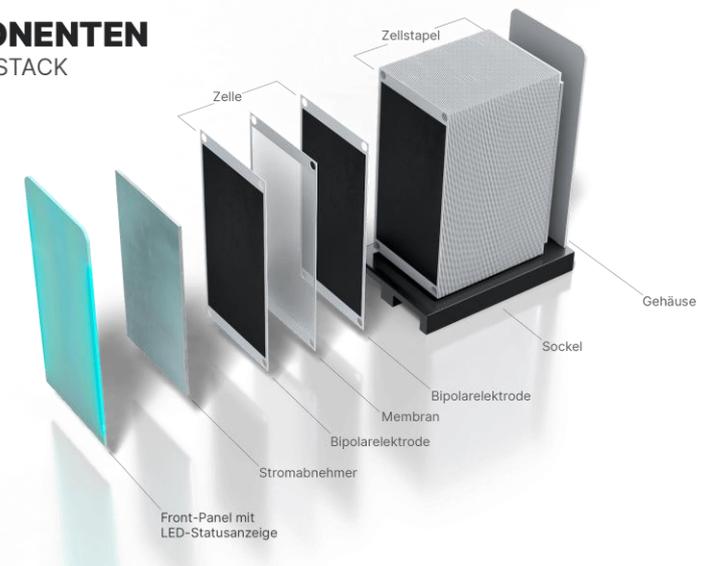
(kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Redox-Flow-Batterien:

Da die Ladung hier von der Flüssigkeit aufgenommen und gespeichert wird, ist die Fläche zum Ladungstransport davon unanhängig. Die sog. Stacks sind getrennt von der kapazitiven Speichermenge beliebig erweiterbar. Hierzu werden einfach mehrere Stacks parallel angeordnet und quer durchströmt. Die so entstandenen Batterie-Stacks können ebenfalls wiederum vervielfältigt kombiniert werden. Als Baukastensystem für die Massenproduktion geeignet.

Quelle: cmblu

KOMPONENTEN BATTERIE-STACK

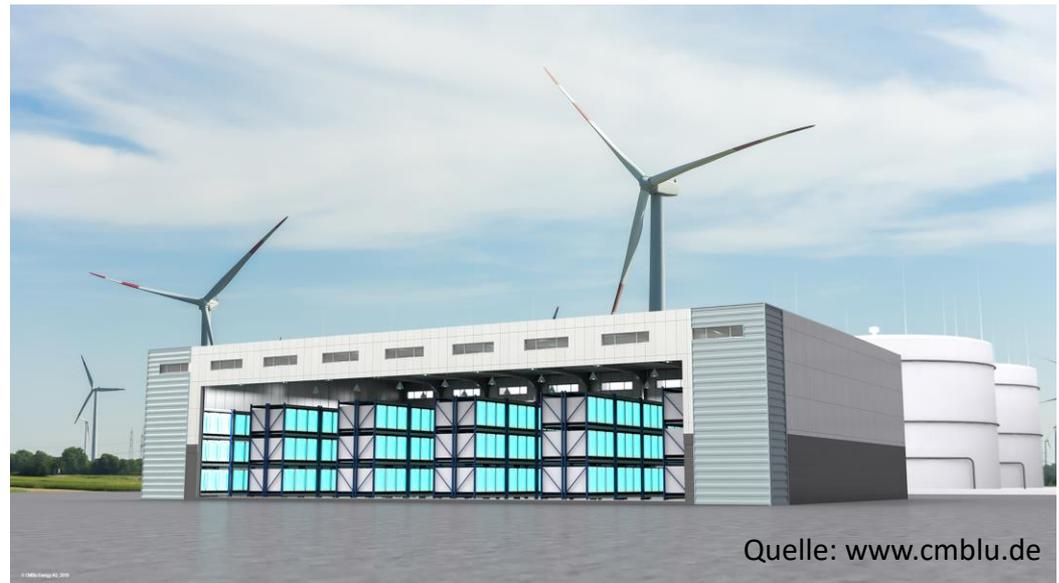


Stand der derzeitigen Batterie-Forschung und –Entwicklung:

(kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Redox-Flow-Batterien:

die neben stehende Abbildung zeigt eine mögliche Anordnung von Stacks in einer separaten Halle. Dahinter die Lignin-Tanks, die zur Speicherung dienen.



Quelle: www.cmb.lu.de

Diese technisch einfache und flexible Anordnung lässt riesige Speichermengen zu, sowie bisher ungekannte Einspeiseleistung ins Stromnetz.

Nicht Stromleitungen sind die Lösung – sondern Puffer:

Gestaffelt nach Kapazität und notwendiger Versorgungssicherheit

e-Fahrzeuge geparkt und an der Steckdose



Potenzial: **30-50 Mio.** Fahrzeuge

Ein Auto ist streng genommen kein Fahrzeug, sondern ein Stehzeug mit > 95% durchschnittlicher Standzeit.

Speicher im Haus, Garage, Parkplatz



30 Mio. Haushalte und Unternehmen

optimale Nutzung von Photovoltaik und zur Entlastung der Niederspannungsnetze vor allem zu Stoßzeiten. Schnell-Ladung realisierbar!

Großspeicher im Hoch-/Mittelspannungsnetz



800 entspricht 2 Stk. pro LK bzw. Kf Stadt

keine Abregelung von erneuerbarer Energieerzeugung (EEG-Gesetz reformieren).

Lignin als Öko-Stromspeicher:

(kein Anspruch auf Vollständigkeit)

Ausblick und Chancen allgemein und für die Region:

- Die International Energy Agency erwartet den Durchbruch in der Speichertechnologie bei Kosten unter 0,08 € pro gespeicherte kWh. Durch die „einfache“ Technologie und den nachwachsenden Rohstoff Lignin ist dies keine Utopie mehr: Man spricht hier bereits schon von 5 €-Cent/kWh.
- Im Umkreis von großen Lignin-Produzenten könnte eine völlig neue Industriesparte (Batteriewerke) entstehen
- Klima- und Energiekrise zwingt jetzt zum Handeln

Die Herren meinten,
Sie übernehmen die
Rechnung!

Herzlichen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!
Fragen und Diskussion

