

# ZAC+

## Zinc-Air FuelCell plus Recycler



**Projekt ZAC+**  
**Übersicht 09/2018**

by Oliver Schlüter, OpenEcoLab Rahden



# Introduction

Dies ist eine Übersicht über das ZAC+ Projekt von OpenSourceEcology Germany Stand September 2018.

## Definition: Was es ist und was es nicht ist.

Primärzelle: Batterie

\* nicht wiederaufladbar

Sekundärzelle: Akkumulator

\* wieder aufladbar

\* begrenzte Anzahl von Voll-Ladungs-Zyklen

Tertiärzelle: Brennstoffzelle

\* So lange Brennstoff zugeführt wird liefert die Zelle elektrischen Strom

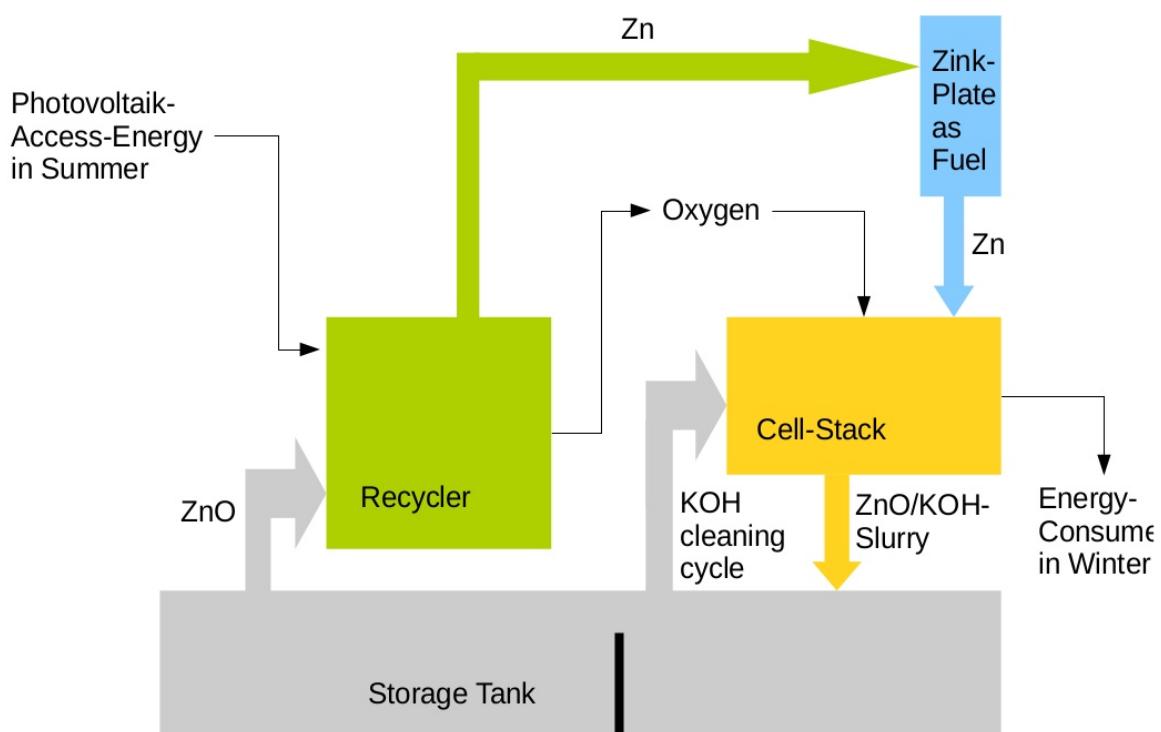
ZAC+ ist eine Tertiärzelle, d.h. eine Brennstoffzelle, der Zink als Brennstoff zugeführt wird.

Das Zink (Zn) wird via Gaskathode (Gas Diffusion Layer, GDL) mit Sauerstoff aus der Luft zu Zinkoxid (ZnO) oxidiert und dabei entsteht elektrischer Strom.

Das Zinkoxid wird mechanisch separiert und in einem externen Recycler-Prozess durch Zuführung von elektrischer Energie und unter Abgabe des Sauerstoffs wieder zu Zink regeneriert. Damit ist der Kreislauf geschlossen. Das Zink kann als Brennstoff beliebig lange und in beliebig großen Mengen zwischengelagert werden  
=> saisonale Longterm-Strom-Speicherung

Als Elektrolyt kommt dabei Kaliumhydroxid (KOH) zum Einsatz, sowohl in der Brennstoffzelle als auch im Recycler.

## ZAC+ Zinc-Air FuelCell plus Recycler, for Longterm-Storage



# Konzept

## Projekt-Gliederung: 3 Module

### 1. Die Brennstoffzelle:

besteht aus

- Zinkanode
- Gaskathode (GDL)
- Reaktionskammer mit Elektrolyt

Das Zink wird in Form einer nachrutschenden Platte kontinuierlich zugeführt.

Der Elektrolyt wird in einer Elektrolytspülung fortlaufend frisch zugeführt und innerhalb einer kurzen Zirkulation gereinigt bzw. das Zinkoxid wird daraus (mechanisch) entfernt.

Auch die Luftzufuhr kann kontrolliert erfolgen (Luftdruck, Scrubber).

Die Gaskathode ist als Einschub auswechselbar.

### 2. Der Recycler:

Separater elektrogalvanischer Prozess, bei dem das in einer Elektrolyt-gefüllten Wanne befindliche Zinkoxid mittels zwei Stahlgittern als Anode und Kathode wieder zu Zink umgewandelt wird, welches sich an der Anode anlagert.

### 3. Gaskathoden-Produktion:

Limitierender Faktor (aus ökonomischer Sicht), daher sollte die Gaskathode von uns selbst produziert werden können (OSP). Bis dahin wird eine kommerzielle Gaskathode verwendet.

## Herangehensweise

Disclaimer: ZAC+ ist kein Reengineering- sondern ein R&D-Projekt ==> Ergebnis-offen

\* Andere Projekte in Forschung u. Wirtschaft versuchen einen kompakten Akku, also eine Sekundärzelle, zu entwickeln

==> Schwierig, bislang kein kommerzielles Produkt

\* Wir setzen dagegen auf mechanische Entfernung des Zinkoxids

==> nicht gut geeignet für EVs

==> aber perfekt für PV-Longterm-Storage

==> Sichere Seite, Funktion quasi garantiert

\* Dabei versuchen wir, für Dinge wie Zink-Feed, Gradienten-Bildung i.d. Kammer und Zinkoxid-Separierung die Schwerkraft zu nutzen, um Energie in der Prozessführung (z.B. für Hopper-Motor) einzusparen

==> verbesserter Gesamt-Wirkungsgrad

\* Power of OSHW: Wir ersetzen teures Nano-Tech-Equipment durch Experimente, Community-Menpower und -Skills

# Status-update

## Modul1: Brennstoffzelle

- Pre-Prototype "Kathodentester" als geschlossene Kammer, noch ohne Elektrolytspülung (Proof of concept)

==> Definiertes Test- und Mess-System zur Darstellung des Verbrennungsprozesses

==> Nachweis: Stromerzeugung funktioniert !

==> Charakterisierung verschiedener GDLs

==> Energiedichte von min. 600 Wh/Kg

==> Status: finished !

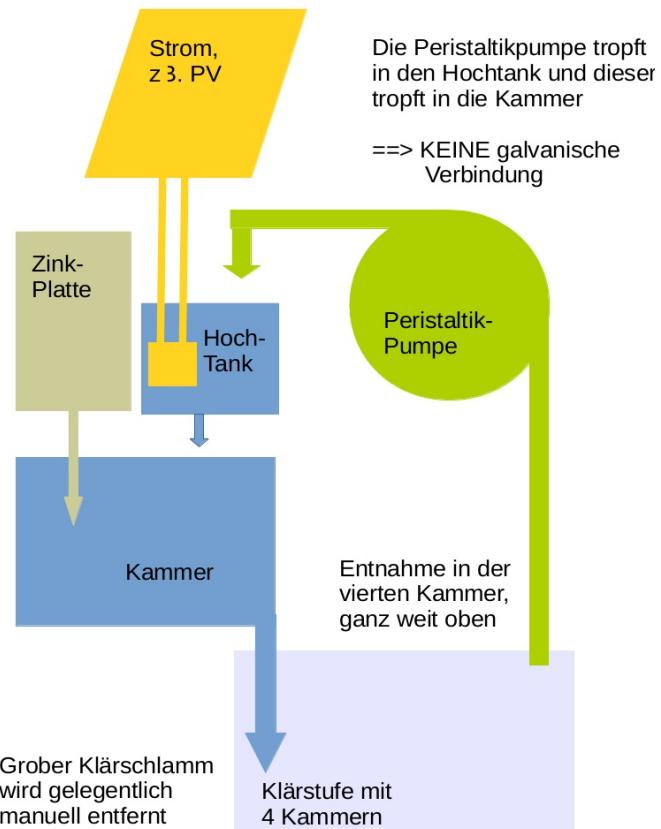
- Neuer Prototyp 1 in Arbeit (Konstruktion)

- \* Elektrolytspülung

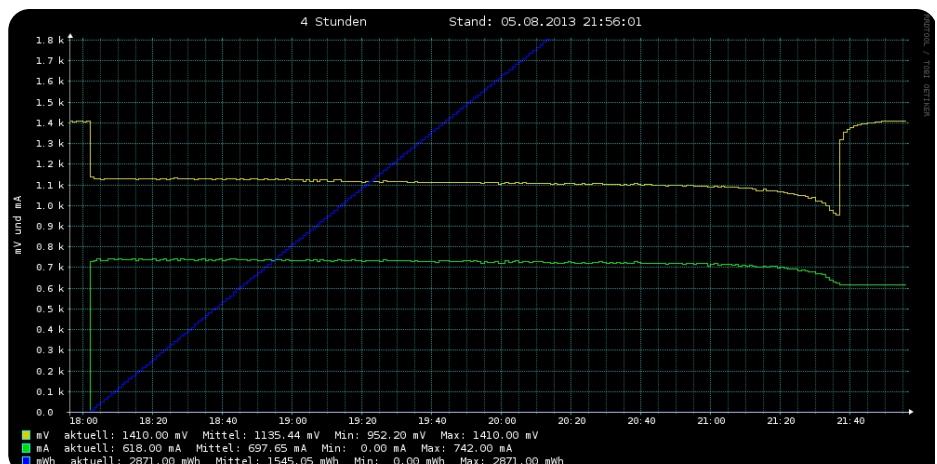
- \* Airflow-Control

- \* 3D-printable: Multiplicator f. Community

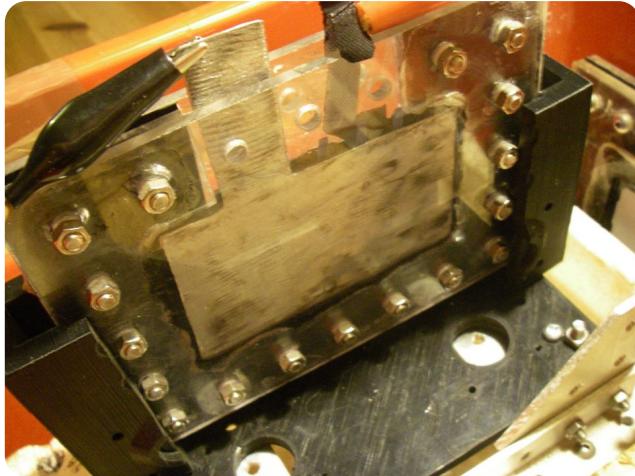
ZACplus : Schema der Elektrolyt-Zirkulation



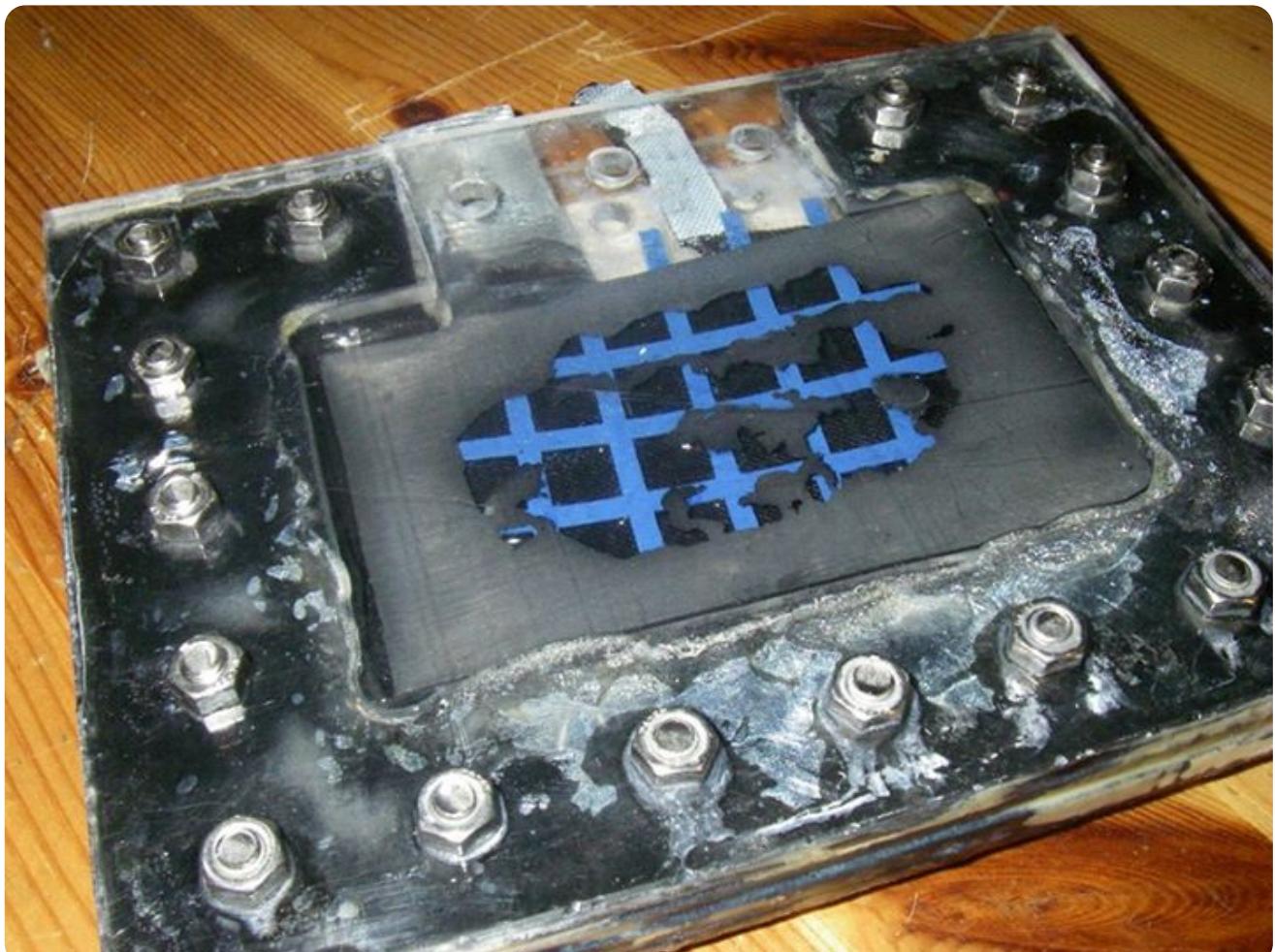
- **ZACmeter:** Mess-Aufbau u. -Verfahren, erlaubt standardisierte Bestimmung der Kapazität und Energiedichte und DB-gestützte Visualisierung



## Status update



Modul 1: Brennstoffzelle: ZACmeter



# Status-update

## Modul2: Recycler

- relativ einfacher elektrogalvanischer Prozess
- qualitative Darstellung der Regenerierung  
==> Zinkpartikel können auf einfache Weise gewonnen und zu Platten verpresst werden
- ==> Kreislauf geschlossen
- ==> funktioniert gut mit KOH als Elektrolyt
- erste quantitative Messungen  
==> Verhältnis Strom/Spannung steigt linear
- ==> wahrscheinlich Gesamtwirkungsgrad von mindestens 32% ! (Sehr guter Wert, vgl. H+- und Methan-Synthese / Power2X)



# Status-update

## Modul3: GDL-Production

Bilder: kommerzielle GDLs der Fa. Gaskatel

- bislang heben wir noch keine funktionierenden GDLs hergestellt (sondern uns hauptsächlich auf Modul1 konzentriert)

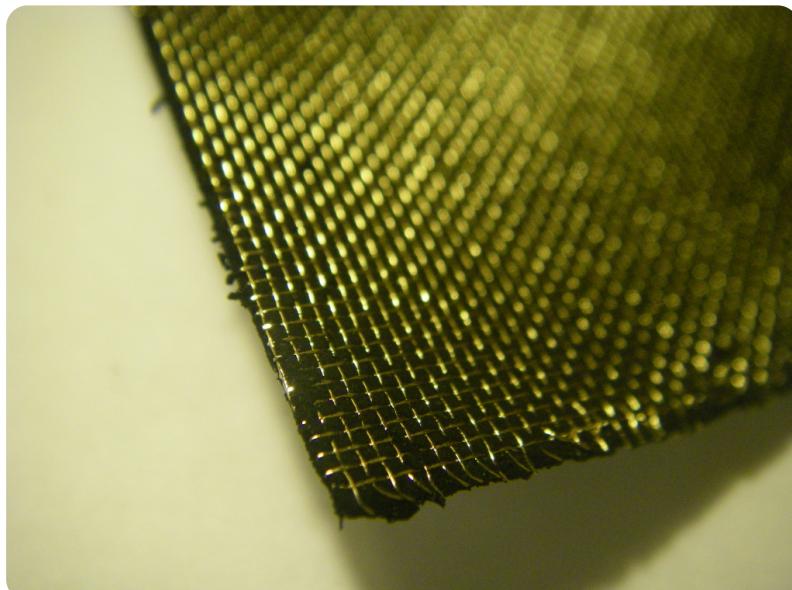
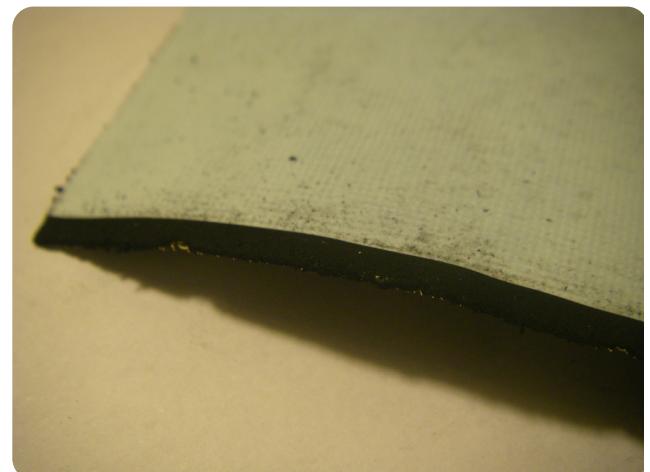
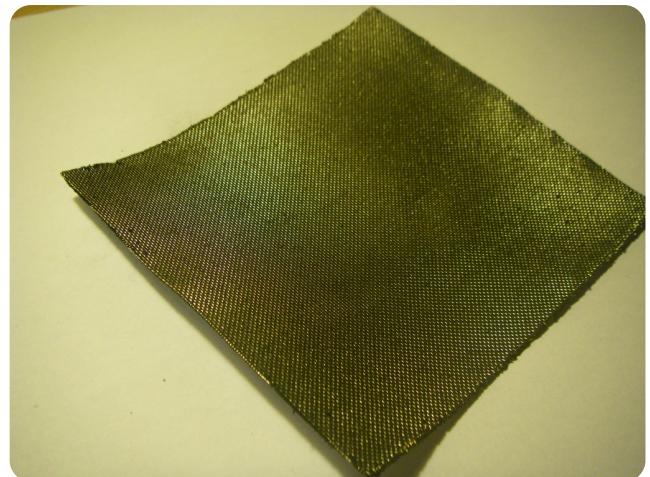
- Aber: Erste Vorversuche waren schon recht vielversprechend

<== Alle Komponenten (Stahlgitter, PTFE-Pulver, Carbonpulver, PTFE-Membran) sind leicht erhältlich aus regulären Quellen

<== Es wird eine Temperatur von 320°C benötigt und ein Kalander-artiger Prozess bzw. Gerät (vgl. Quantumsphere, <https://www.youtube.com/watch?v=ZyKOzVrc7lo> min 4:40 - 5:30)

- Bislang verwendet: Kommerzielle GDLs

==> Schöner Vergleichsmaßstab



# Scientific Research & Development

## Research: Kernfragen

### 1. GDL-Lebensdauer und Anzahl IM Arbeitsstunden ?

\* Wieviel Arbeitsstunden kann die Gaskathode erreichen (Gaskatel, OSEG-GDL) ?

\* Welche Faktoren beeinflussen wie stark d. Lebensdauer (==> Optimierungsansätze)?

Mögliche Faktoren:

- Zinkoxid-Sättigung d. Elektrolyten
- Verstopfung d. GDL-Poren durch
  - a. Zinkoxid
  - b. Kalium-Carbonat (==> Scrubber !)
- Absaufen der GDL (==> Luftdruck !)

### 2. Optimale Verbrennung ?

\* Gradient, Strömung, Verwirbelung

### 3. Optimale Umlaufgeschwindigkeit des KOH-Elektrolyten ?

### 4. Gesamt-Wirkungsgrad des Systems ?

### 5. Nenn-Leistung d. Zelle ?

\* Stack, Economy

## Development: Optimierungen

### 1. Allgemein: Oberfläche der 3-Phasen-Grenze vergrößern

### 2. Mechanische Separierung von Zinkoxid

### 3. Scrubber

### 4. Rahmen, Gehäuse (Integration mit FreeCAD, UniProKit)

### 5. Recycler und Plattenpressung

Zur Erforschung und Beantwortung der Kernfragen und Anwendung der möglichen Optmierungen dient der aktuell in der Entwicklung befindliche Prototyp 1.

Dabei handelt es sich um eine kleine Einzel-Zelle mit Elektrolyt-Spülung. Sobald wir damit eine akzeptable GDL-Lebensdauer erreichen können wir auf Basis unserer resultierenden Erfahrungen damit beginnen, den Prototyp 2 zu bauen.

Dieser ist dadurch gekennzeichnet, dass die Einzel-Zelle bereits die maximale bzw. endgültige GDL-Größe aufweist.

Desweiteren wird sie auf "Schlankheit" (SlimLine) optimiert und somit die Voraussetzung für einen Stack geschaffen

==> Leistungsfähige Produktiv-Version

# Detail-Aspekte

## - Technisches Modell

- \* erlaubt unterschiedliche Szenarien f. Dimensionierung u. Skalierung
- \* macht Vorschläge f. sinnvolle Startwerte
- \* hilft Optimierungspunkte u. Abhängigkeiten zu identifizieren ( ==> Wirkungsgrad)
- \* Tech Specs

## - 3D-Druck

- \* Nicht ganz trivial bei großen Teilen in ABS (Warping, Cracks) ev. hilft Thermosolierung
- \* entweder mit großem 3D-Drucker (min. 30cm)
- \* oder mit Normaldrucker ==> kleben
- \* Wichtiger Multiplikator, mehrere ZAC+-Zellen zum testen bauen !

## - ökonomisches Modell

- \* Use-Case, zB. OEL2:  
7000KWh, 3KW, 32KWh/d  
==> wieviel Stacks, wieviel Zellen ?
- \* Herstellungskosten
- \* Betriebskosten
- \* Benefit, Surplus (z.B. RWE w/o EEG: x2.5)

