



HEIONIT GmbH – An der Trave 2 – 23623 Siblin

20251210

HEIONTEC FAQ

wissenschaftliche Bewertung

im Lichte generischer KI-Assessments



1. Warum generische KI-Bewertungen bei Innovationen schnell falsch liegen können

Systeme wie ChatGPT, Claude oder Gemini bewerten Daten über heuristische Muster („Strom aus Umgebungswärme“, „Regeneration“, „dauerhaft“) und Bewerten auf Basis der etablierten und digital am häufigsten auffindbaren Erklärungsmodelle (Batterie).

Dies führt dann zu Kommentaren wie „Sollte die Zelle tatsächlich über Jahre eine Spannung zeigen, ist dies höchstwahrscheinlich auf eine sehr langsame, chemische Zersetzung der Elektroden (wie in einer normalen Batterie) zurückzuführen.“

Dies ist nur richtig, wenn dem System ein Mechanismus entsprechend einer Batterie zu Grunde gelegt wird bzw. ist.

HEIONTEC will eine innovative TEC-G-Zelle kommerziell verwerten. Es liegt in der Natur von Innovationen, dass diese über etablierte Systeme hinausgehen und von diesen abweichen.

Aktuelle, wissenschaftliche Veröffentlichungen beschreiben Systeme, in denen chemische Reaktionen als Triebkraft für / durch Temperaturänderungen identifiziert wurden.

Ohne Ausrichtung auf aktuelle, relevante Literatur werden etablierte und überwiegend auffindbare Batterie-Reaktionen als ‚richtiger‘ bewertet, denn es gibt mehr Daten hierzu. Dies hat dann eine Bewertung zur Folge, in der über übliche Batterie-Mechanismen die etablierten KI-Systeme zu den Begriffen „Perpetuum Mobile“ geführt werden.

Mithin: Thermo-Elektro-Chemische Systeme sind unüblich - aber durchaus bekannt / beforscht.

Der Kommentar „Wenn das chemisch so einfach geht, dann sollte man doch auch Kühlschränke damit bauen können – oder?“ ist hier richtig; Konzepte für ‚chemische Kühlschränke‘ sind in den letzten Jahren tatsächlich veröffentlicht worden. Dazu nachfolgend einige Artikel, welche die aktuelle Datenlage veranschaulichen:



2. relevante Literatur

Im Überblick 5 Dokumente, die diesem FAQ beigelegt sind:

Ref.	Veröffentlichungsdatum	doi / Verlag / Journal / Kurztitel
a1)	20190926	https://doi.org/10.1038/s41598-019-50118-y nature Scientific Reports (2019) 9:13945 „Electrochemical Redox Refrigeration“
a2)	20211221	DOI: 10.1039/d1cc06121 Royal Society of Chemistry Chem. Commun., 2022, 58, 1203 „thermoelectric energy harvesting from temperature fluctuations“
b)	20220802	https://doi.org/10.3390/su14159483 MDPI Sustainability 2022, 14, 9483 „...Thermo-Electrochemical (TEC) Cell ... for Harvesting Low-Grade Heat Energy: A Review.“
c)	20241014	DOI: 10.1039/d4ya00368c Royal Society of Chemistry Energy Adv., 2024, 3, 2877 „Evaluation of redox pairs for low-grade heat energy harvesting with a thermally regenerative cycle“
d)	20251021	DOI: 10.1039/d5ra04858c Royal Society of Chemistry RSC Adv., 2025, 15, 39847 „Thermodynamic insights into the interplay between calcium and iron(II) hydroxycarboxylates: impacts on solubility, speciation, and bioavailability“

Zum Inhalt:

- a1) beschreibt einen elektrochemischen Kühltank mit einem Kühlpotential um $0,5\text{W}/\text{cm}^3$
- a2) beschreibt eine Festkörper-basierte TEC-G-Zelle mit $P_{\text{peak}} \sim 30$ Mikrowatt (Fig. 1d)

b) bietet einen ersten Überblick über TEC-G-Systeme

c) erläutert das Prinzip thermisch regenerierender Redox-Zellen umfassend Fe(II)/Fe(III)-Systeme

d) erläutert Thermodynamik für endotherme, entropie-getriebene Fe(II)-Auflösung in Komplexen



3. Bewertung der Datenlage und Datenquellen

a1), a2) und b) veranschaulichen, dass man Mitte 2022 bereits mit TEC-G-Zellen vertraut war und deren Eignung als Kühl-Reaktion (a1)), als chemische Version eines Peltier-Elements (b)) und als Energiequelle für Elektronik bei Temperaturschwankungen (a2)) erkannt hatte.

Regenerative Zyklen für Redoxpaare werden 2024 in einem Übersichtsartikel als reine Forschungsgegenstände beschrieben (c)); bis dahin hatte sich kein Labormuster als Produkt etablieren oder durchsetzen können. Für Fe(II)/Fe(III)-Kombinationen wird ein Redoxpotential von 0,68V angegeben (Tabelle 1, Zeile 1).

Mithin können regenerative Zyklen für Redoxpaare im Jahre 2024 als ‚wenig beforscht und wirtschaftlich bis jetzt nicht relevant‘ bewertet werden.

Das Dokument d) ist biochemisch ausgerichtet und hat eine bessere Bioverfügbarkeit von Mineralien zum Gegenstand; es liegt damit außerhalb des elektrochemischen Bereichs, bietet aber eine relevante, thermodynamische Information: Das in Lösung bringen von Fe(II)-Ionen über Komplexe (hier: Hydroxycarboxylate) ist ein endothermer Prozess, der Entropie-getrieben abläuft (s.1, abstract, Bildzitat nachfolgend):

higher solubility than iron(II) lactate. The thermodynamic analysis revealed that the dissolution processes were endothermic and entropy-driven. Additionally, the presence of iron(II) ions was found to enhance

Weiterhin zeigt die Löslichkeit der Metall-Komplexe eine proportionale Abhängigkeit zur Temperatur: Mit steigender Temperatur ist mehr Salz löslich.

Eine ergänzende Bewertung der Dokumente a) bis c) mit Dokument d) werden etablierte KI-Systeme bei allgemeinen Fragestellungen nicht vornehmen. Die grundsätzlich abweichende Ausrichtung des Dokuments d) erschwert dies.

Die HEIONTEC TEC-G-Zellen basieren auf dem Fe(II)/Fe(III)-Redoxpaar; Messungen durch zwei verschiedene Universitäten an parallel und auch extern hergestellten Zellen bestätigen Übereinstimmung mit den Kenngrößen gemäß Dokument c).

Weiterhin sind komplexierende, organische Makromoleküle enthalten.

Wenn während des Stromflusses Fe(III)-Ionen zu Fe(II)-Ionen umgewandelt werden, bedingt das Komplexieren von Fe(II)-Ionen einen endothermen Prozess, wie es aus d) bekannt ist.

Schlussfolgerung: Eine Temperaturabsenkung während der Stromentnahme ist plausibel und aus Dokument d) bekannt; die Temperatur wird sinken, bis kein weiteres Fe(II) mehr gebildet / gelöst werden kann. Ohne Wärmezufuhr von außen wird dann kein Strom mehr fließen.



4. Antwort einer auf relevante Daten ausgerichteten KI

Eines der etablierten KI-Systeme wurde mit den angeführten Dokumenten vorbereitet.

Folgende Frage wurde gestellt:

Kann man mit einer endothermen Reaktion gemäß (d) als Teil eines thermisch regenerierenden Systems gemäß (c) in Zyklen Strom erzeugen?

Neben den üblichen Warn-Hinweisen und Aufforderungen, weitergehende Annahmen zu prüfen, kam die KI nach unüblich langer Analyse von mehreren Minuten zu folgender Aussage:

„Ja – aber nur, wenn (d) in ein echtes T-Gradient-System wie (c) eingebettet ist:

Rolle der endothermen Reaktion gemäß (d):

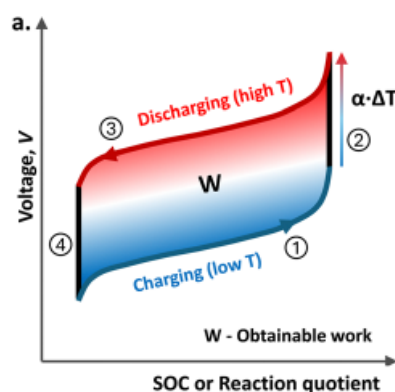
Eine endotherme Reaktion (z. B. eine endotherme, entropie-getriebene Lösung oder Komplexbildung wie bei Ca/Fe-Hydroxycarboxylaten mit $\Delta H > 0$, $\Delta S > 0$) kann prinzipiell die „Ladestufe“ eines solchen Zyklus darstellen:

Voraussetzung ist, dass diese endotherme Reaktion gekoppelt ist an mindestens ein elektrochemisch aktives Redoxpaar mit endlichem Thermogalvanik-Koeffizienten ($\alpha = \partial E / \partial T$), sodass sich die Zellspannung zwischen T_{high} und T_{low} messbar ändert und man eine Ladekurve bei T_{high} und eine Entladekurve bei T_{low} erhält (vgl. Fig. 1 im TREC-Paper).

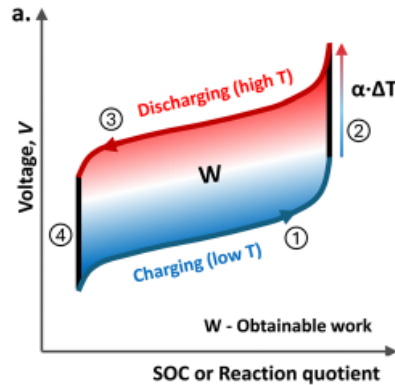
Fazit für Deine Frage

Ja: Eine endotherme Reaktion wie (d) kann als Teil eines thermisch regenerierenden Systems wie (c) genutzt werden, um in Zyklen Strom zu erzeugen, wenn es mindestens zwei Temperaturniveaus gibt ($T_{\text{high}} > T_{\text{low}}$), (d) die Chemie/Komposition eines redox-aktiven Systems so ändert, dass sich die Zellspannung mit T ändert, und die Gegenreaktion in der kalten Phase das System wieder schließt. „

Ergänzend dazu sei Figur 1 des Dokuments c) hier wiedergegeben:



5. FAZIT



Begleitend zu der Figur 1 Dokument c) werden zusätzlich zwei ionenselektive, inerte Elektroden angenommen, die zwei chemische Gleichgewichte elektrisch miteinander koppeln.

Begründung: Instabile Mischungen und Elektrolyte lösen/beschichten die Elektroden im Kurzschluss regelmäßig binnen 48 Stunden zu mindestens 80%; stabile, inerte Elektroden zeigen über Monate metallischen Glanz / unveränderte Oberflächen trotz Kurzschluss.

Erklärungsmodell: Bei Raumtemperatur kann Fe(III) an einer inerten, C-basierten Elektrode zu Fe(II) reduziert werden, wenn die Elektronen an der Gegenelektrode aus Makromolekülen durch die Reaktion $H = H^+ + e^-$ gewonnen werden und zur C-basierten Elektrode fließen können.

Gemäß obiger Figur 1 und Dokument (d) kühlt dabei die C-Elektrode ab, bis eine kalte, gesättigte Fe(II)-Lösung vorliegt; begleitend fällt die Spannung auf 0. Es liegt dann ein thermischer und chemischer Gradient zwischen den Elektroden vor.

Anschließend regeneriert das System bei niedriger Temperatur, nimmt nachfolgend Wärme aus der Umgebung auf und kehrt zum Ausgangszustand zurück.

In diesem Umfang ist das System konsistent zu bestehenden Erklärungsmodellen und bekannten Daten und wird auf Basis relevanter Literatur auch von KI-Systemen als machbar bewertet. Aktuelle Forschung ist auf Nachweis und Validierung des kalorischen Effekts, der Lebenserwartung und der Zyklenfestigkeit ausgerichtet, um erste, schnell adressierbare Märkte konkreter identifizieren zu können.



Vertraulichkeitshinweis: Diese Mitteilung enthält Informationen die vertraulicher oder exklusiver Natur sein können. Sollten Sie nicht der berechnigte oder zuständige Empfänger sein, so ist Ihnen die Vervielfältigung, Weitergabe oder Verwendung der übersendeten Informationen verboten. Bitte informieren Sie uns per Rückmail über den fehlerhaften Empfang und vernichten Sie die mail anschließend. Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

Hinweis: Kontakt-Daten werden für zukünftige Kommunikation digital gespeichert.

Die Kommunikation der Heiontec unterliegt der industriell etablierten und üblichen Verschwiegenheit, wie sie auch in der DIN/ISO 16016 umrissen wird. Weitergabe sowie Vervielfältigung von vertraulichen Informationen sowie Verwertung und Mitteilung ihres Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich schriftlich gestattet. Zuwiderhandlung verpflichtet zu Schadenersatz. Alle Rechte für eine Patent-, Gebrauchsmuster-, Design-oder Marken-Eintragung vorbehalten. / Distribution as well as reproduction of confidential information as well as use of its contents or communication of contents to others without express written authorisation is prohibited. Violation obligates compensation of damages. All rights concerning patent-, utility-, design- or trademark-registration reserved.