

## BionicHydrogenBattery

Speicherung und Transport von  
Wasserstoff mit Hilfe von Bakterien

## BionicHydrogenBattery

# Speicherung und Transport von Wasserstoff mit Hilfe von Bakterien

Mit dem biotechnologischen System BionicHydrogenBattery zeigt Festo einen völlig neuen, vollautomatisierten Lösungsansatz für die energieeffiziente Speicherung und den risikoarmen Transport eines der Energieträger der Zukunft: Wasserstoff. Er wird mit Hilfe von Bakterien in Ameisensäure umgewandelt – und das im Vergleich zu bisherigen Verfahren bei milden Temperaturen und geringem Druck.

### Effiziente Speicherung

Die Speicherung und der Transport von Wasserstoff stellen bis heute eine Herausforderung dar. Gängige Methoden komprimieren Wasserstoff unter hohem Druck, verflüssigen ihn unter extrem niedrigen Temperaturen oder wandeln ihn chemisch um. All diese Verfahren sind energieaufwändig und kompliziert.

Mit Hilfe der Bakterien *T. kivui* gelingt es, Wasserstoff bei Temperaturen um 65 °C und geringem Druck von 1,5 bar in Ameisensäure umzuwandeln, die sich mit relativ geringem Aufwand speichern und transportieren lässt.

Obwohl es sich um einen biologischen Prozess handelt, läuft diese Reaktion schnell ab, denn sie ist nicht an das Wachstum der Zellen gekoppelt. Vielmehr werden die Bakterien wie Katalysatoren genutzt: Sie werden nicht verbraucht und der Prozess lässt sich mit genügend Regenerationsphasen beliebig wiederholen – ganz im Sinne eines Kreislaufs.

**Automatisierung komplexer Abläufe**  
Was bisher nur im Labor möglich war, gelingt mit der BionicHydrogenBattery in einem industriell nutzbaren Umfang. Für die Automatisierung der hoch komplexen, biotechnologischen Prozesse sorgen viele Produkte aus dem Festo Portfolio.

### Sichere Prozesse

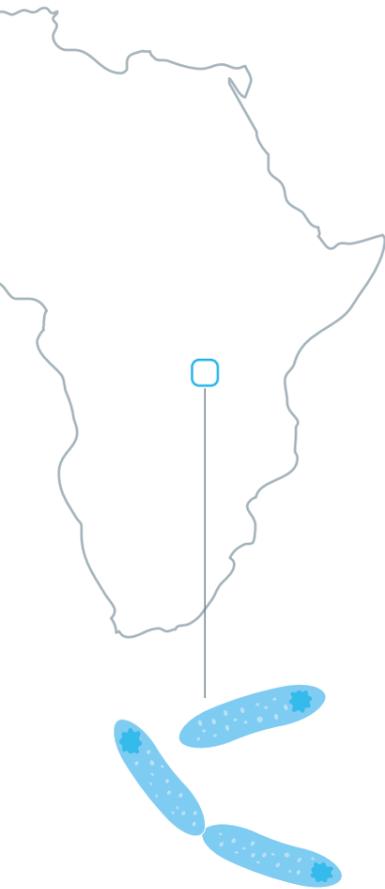
Die Bakterien *T. kivui* sind anaerob, das heißt sie gedeihen ausschließlich in Abwesenheit von Sauerstoff. Im Falle einer Leckage des Systems sterben die Bakterien sofort und stellen somit für den Menschen kein Risiko dar.

Gleichzeitig macht die Abwesenheit von Sauerstoff es für den Wasserstoff unmöglich, ein zündfähiges Gemisch zu bilden. Zudem enthält das System zu jedem Zeitpunkt davon nur kleinste Mengen.

### Nachhaltige Lösungen

Biologisierung bedeutet: Wir lernen nicht mehr nur von der Natur, sondern arbeiten mit ihr zusammen. So ermöglichen wir ökologische Innovationen und klimaschonende Lösungen für die Welt von morgen und tragen zur Verbesserung der Lebensqualität heutiger und kommender Generationen bei.

Die energieeffiziente und risikoarme Speicherung von Wasserstoff mit Hilfe von Bakterien bietet hierbei großes Potenzial. Sie erlaubt es uns, Wasserstoff dann herzustellen und zu speichern, wenn genug nachhaltig erzeugte Energie vorhanden ist – beispielsweise im Sommer oder in wind- und sonnenreichen Ländern – und ihn zurückzugewinnen, wenn er für die Energieerzeugung benötigt wird.



*T. kivui*

#### (*Thermoanaerobacter kivui*)

Das Bakterium lebt in Zentralafrika, tief im Schlamm des Kivu-Sees, fernab von Licht und Sauerstoff. Es verfügt von Natur aus über ein besonderes Enzym, das es in die Lage versetzt, Wasserstoff (H<sub>2</sub>) und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) in Ameisensäure (CH<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) umzuwandeln und umgekehrt.

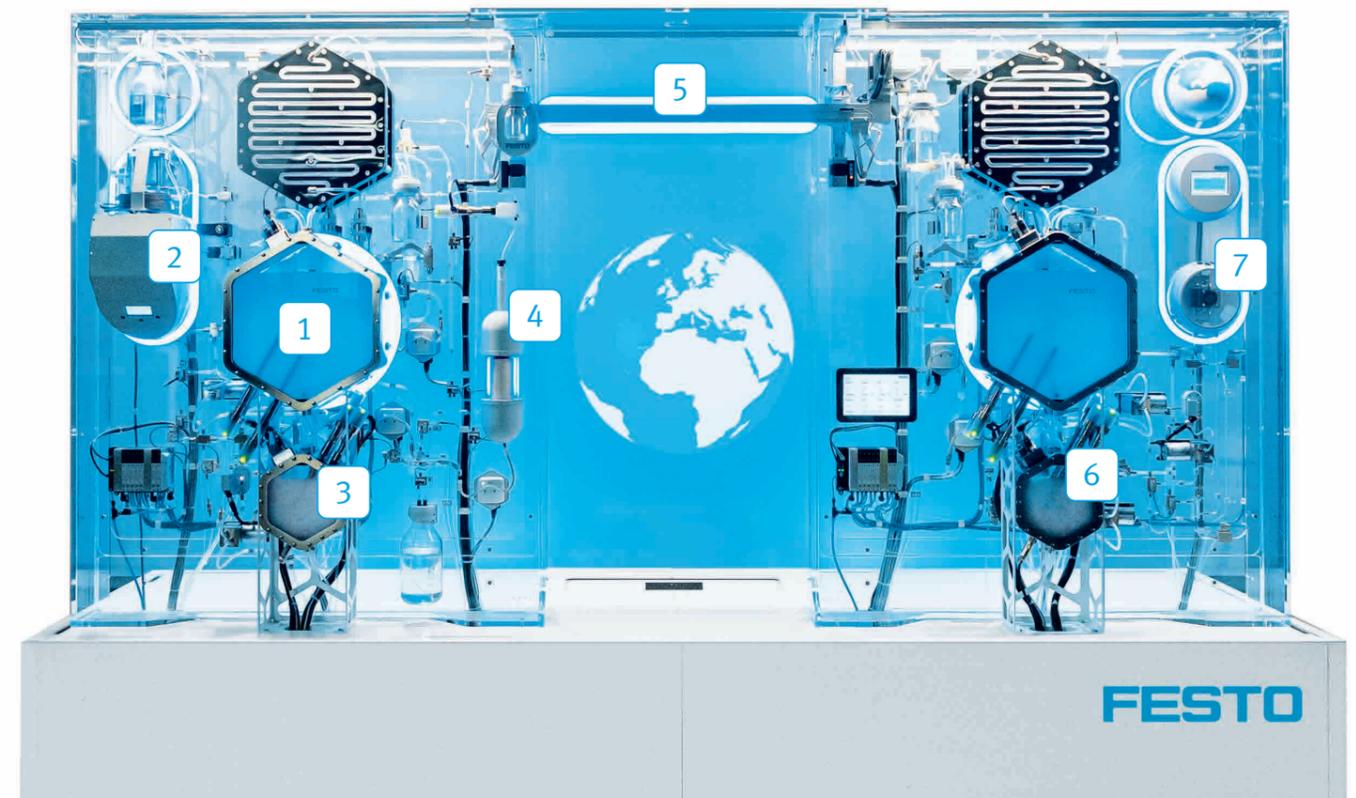
Grundlegend erforscht wurde diese Eigenschaft vom Team um Prof. Dr. Volker Müller, Leiter der Abteilung „Molekulare Mikrobiologie und Bioenergetik“ an der Goethe-Universität Frankfurt, mit dem Festo in dem Projekt eng zusammenarbeitet.



Kultivierungsreaktor: optimiertes Wachstum des Bakteriums dank Automatisierungstechnik

Produktionsreaktor: Umwandlung von Wasserstoff und CO<sub>2</sub> in Ameisensäure

Automatisierungstechnik im Sockel: Steuerung und Regelung der komplexen Prozesse



FESTO

## Von Wasserstoff zu Ameisensäure – und zurück

Über Jahrmillionen der Evolution haben Bakterien ihre Stoffwechselprozesse optimiert. Wir können ihre Fähigkeiten nutzen, indem wir sie mit Technologie kombinieren. Mit der BionicHydrogenBattery bilden wir im kleinen Maßstab den biologischen Prozess ab, den wir dank unserer Automatisierungstechnik nun beliebig skalieren könnten.

- 1 Vermehrung von Bakterien *T. kivui* unter optimierten Bedingungen in einem Bioreaktor.
- 2 Wasserstoff wird per Elektrolyse aus Wasser erzeugt.
- 3 Bakterien wandeln CO<sub>2</sub> und Wasserstoff in Ameisensäure um.
- 4 Die Säure wird extrahiert und in einen Behälter gefüllt.
- 5 Sicherer Transport der Ameisensäure zum Ort der Rückumwandlung.
- 6 In einem baugleichen Reaktor zerlegen die gleichen Bakterien die Ameisensäure wieder in ihre Bestandteile Wasserstoff und CO<sub>2</sub>.
- 7 Der Wasserstoff wird in einer Brennstoffzelle wieder in elektrische Energie umgewandelt.

## Projektbeteiligte

**Projektinitiator:** Dr. Wilfried Stoll, Geschäftsführender Gesellschafter, Festo Holding GmbH

**Projektteam:** Dr. Adrian Eilingsfeld, Michael Jakob, Nicolai Knauer, Dr. Elias Knubben, Isabel Lamich, Laura Neuscheler, Cornelius Pflumm, Micha Purucker, Anuj Sambhare, Sebastian Schrof, Dr. Michael Sinsbeck, Emily Stafira, Philipp Steck, Xiaojia Yao, Festo SE & Co. KG

**Kooperationspartner:** Prof. Dr. Volker Müller, Yvonne Burger, Goethe-Universität Frankfurt



## Technische Daten

Im Exponat verbaut sind insgesamt 117 verschiedene Produkttypen (entspricht 1.089 Teilen) aus dem Festo Portfolio.

### Komponenten für Liquid Handling:

- Mediengetrennte Ventile VYKB und VYKC
- Mediengetrennte pneumatische Ventile VZDB
- Quetschventile VZQA
- Anschlussplatten VABS
- Peristaltikpumpen mit Servomotor EMMT und Antriebsregler CMMT-ST

### Komponenten für Gas Handling:

- Proportional-Druckregelventil VEAB
- Proportional-Durchflussregelventil VEMD
- Wartungseinheit MS4
- Filtereinheit MS6-LFM mit Feinfilterpatrone MS6-LFM-AI
- Steckverschraubung NPCK

### Komponenten zur Steuerung:

- Steuerung CPX-E und CPX-AP-I
- Zuverlässige Stromversorgung über Netzteil CACN
- Bediengerät CDPX
- Modulare Ventilinsel VTUX
- Farbsensor SOEC

### Komponenten zum Transport:

- Zahnriemenachse ELGS
- Mini-Schlitteneinheit EGSS

### Festo SE & Co. KG

Rüter Straße 82

73734 Esslingen

Deutschland

Telefon +49 711 347-0

cc@festo.com

→ [www.festo.com/bionik](http://www.festo.com/bionik)

