

Biologie und Chemie im Konzert

Wasserstoff produzierendes Enzym mit künstlichem aktivem Zentrum bestückt Forscherteam aus Grenoble, Mülheim und Bochum berichtet in „Nature“

Wasserstoff gilt als Energieträger der Zukunft und lässt sich effizient mit speziellen Enzymen, den Hydrogenasen produzieren. Diese Enzyme herzustellen, ist jedoch schwierig. „In einer außergewöhnlichen Zusammenarbeit von Biologen und Chemikern ist es uns jetzt zum ersten Mal gelungen, eine halbsynthetische Hydrogenase mit voller Aktivität herzustellen“, sagt Prof. Dr. Thomas Happe von der AG Photobiotechnologie der Ruhr-Universität Bochum. Die Ergebnisse veröffentlichte ein Team um Prof. Marc Fontecave vom Collège de France in Grenoble, Prof. Wolfgang Lubitz vom MPI Mülheim sowie Prof. Thomas Happe in der Fachzeitschrift „Nature“.

Kompliziertes Reaktionszentrum macht Synthese im Labor schwierig

„Unser Traum ist es, Wasserstoff – zum Beispiel für Brennstoffzellen – nur mit biologischen Mitteln und Sonnenenergie herzustellen“, sagt Thomas Happe. [FeFe]-Hydrogenasen aus der Grünalge *Chlamydomonas reinhardtii* katalysieren die Synthese von Wasserstoff (H₂) hocheffizient und kommen dabei, im Gegensatz zu herkömmlichen Katalysatoren, ohne teure Edelmetalle wie Platin aus. Die Hydrogenasen aus Grünalgen zu gewinnen oder künstlich im Labor herzustellen, ist jedoch zeit- und kostenintensiv. „Das Reaktionszentrum der [FeFe]-Hydrogenasen ist sehr kompliziert aufgebaut“, erklärt Happe. Die Wasserstoffproduktion findet an einem Cluster aus zwei Eisen- und zwei Schwefel-Atomen statt. Daran gebunden sind Kohlenstoffmonoxid (CO) und Cyanid (CN⁻) sowie ein Molekül, das eine Brücke zwischen den beiden Eisen-Atomen bildet. In der Natur wird das Zentrum durch mehrere spezielle Reifungsproteine synthetisiert; dieser Prozess ist bislang unvollständig erforscht. „Versuche von Chemikern, das Zentrum chemisch zu imitieren, führten bisher nicht zur gewünschten katalytischen Leistung“, so der Bochumer Biologe.

Halbsynthetisches Enzym produziert Wasserstoff mit voller Aktivität

Das Forscherteam in Grenoble stellte chemisch drei verschiedene Varianten von Eisen-Clustern her, die sich im „Brückenmolekül“ unterschieden. Die Cluster luden sie auf ein Reifungsprotein, das in der Grünalge normalerweise an der Synthese der [FeFe]-Hydrogenase beteiligt ist. Die RUB-Biologen brachten dieses beladene Reifungsprotein mit einer Vorstufe der *Chlamydomonas*-Hydrogenase zusammen, der das katalytisch aktive Eisen-Cluster fehlte. Mit hoch empfindlichen spektroskopischen Messungen verfolgten die Forscher in Mülheim diesen Prozess. So wiesen sie nach, dass alle drei künstlich hergestellten Cluster auf die Enzym-Vorstufe übertragen werden können. Messungen am MPI Mülheim und an der RUB bestätigten, dass nur eines der künstlichen Cluster zu einem voll funktionsfähigen Enzym führte, welches effizient Wasserstoff erzeugt. In der spektroskopischen Analyse war diese halbsynthetische Hydrogenase von dem natürlich vorkommenden Protein nicht zu unterscheiden. „Nebenbei haben wir auch noch einen wissenschaftlichen Disput über die genaue Struktur des ‚Brückenmoleküls‘ am Eisen-Cluster beigelegt“, sagt Agnieszka Adamska, Wissenschaftlerin am MPI für Chemische Energiekonversion in Mülheim. „Die Struktur, die vor einigen Jahren in unserem Labor vorgeschlagen wurde, ist jetzt bestätigt“.

Forschung für die Zukunft: Enzym und aktives Zentrum verändern

Die Forscher haben bereits verschiedene Modifikationen an dem Enzym vorgenommen und zum Beispiel untersucht, welche Effekte sie auf die katalytische Aktivität haben. In Zukunft wollen sie auch das anorganische aktive Zentrum verändern und die Auswirkungen beobachten. „Das ist eine einmalige Chance, die Wasserstoffproduktion zu erforschen und ihre Effizienz zu steigern“, resümiert Prof. Happe.

Förderung

Die Volkswagen Stiftung fördert Thomas Happe unter dem Titel „LigH2t“.

Titelaufnahme

G. Berggren, A. Adamska, C. Lambertz, T. Simmons, J. Esselborn, M. Atta, S. Gambarelli, J.M. Mouesca, E. Reijerse, W. Lubitz, T. Happe, V. Artero, M. Fontecave (2013): Biomimetic assembly and activation of [FeFe]-hydrogenases, Nature, DOI: 10.1038/nature12239

Redaktion

[Dr. Julia Weiler](#)

[Pressestelle RUB](#)

WEITERE INFORMATIONEN

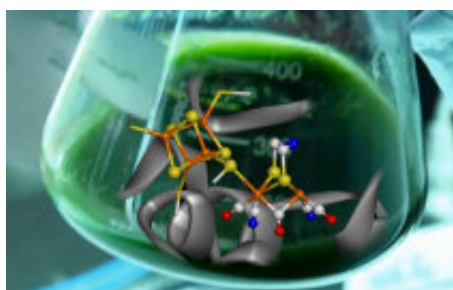
Prof. Dr. Thomas Happe, AG Photobiotechnologie, Lehrstuhl Biochemie der Pflanzen, Fakultät für Biologie und Biotechnologie der Ruhr-Universität, 44780 Bochum, Tel. 0234/32-27026

thomas.happe@rub.de

ANGEKLICKT

[Frühere Presseinformation zur \[FeFe\]-Hydrogenase](#)

[Frühere Presseinformation zur lichtgetriebenen Wasserstoffherstellung](#)



Aktives Zentrum

© MPI CEC

[Download \(2.0 MB\)](#)

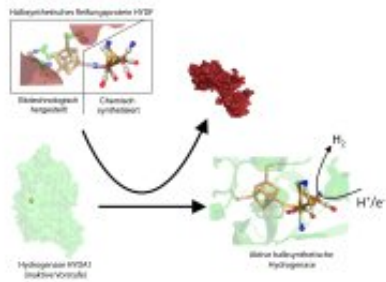


Bei der Arbeit

Dr. Camilla Lambertz an einem Zelt für Arbeiten in sauerstofffreier Atmosphäre im RUB-Labor.

© Jens Noth

[Download \(2.3 MB\)](#)



So entsteht die Hydrogenase

Das chemisch synthetisierte aktive Zentrum lud das Forscherteam zunächst auf ein Reifungsprotein. Von dort wurde das aktive Zentrum auf eine Vorstufe der Hydrogenase übertragen. Dieses Enzym setzt Protonen und Elektronen zu Wasserstoff um.

© Julian Esselborn

[Download \(2.4 MB\)](#)