

Photosystem II: Ein großer Schritt in Richtung Entschlüsselung der Photosynthese

Forscherinnen und Forschern der Humboldt Universität zu Berlin, des Berkeley National Laboratory (USA) und der Uppsala University (Schweden) ist es jetzt gelungen, einen entscheidenden Schritt in der Entschlüsselung eines der wichtigsten Prozesse zum Erhalt des Lebens auf der Erde zu machen.

Die Natur dient der Wissenschaft in vielen Bereichen als Vorlage für erstaunliche technologische Entwicklungen. Hierzu zählt insbesondere die Photosynthese, die in naher Zukunft eine große Rolle für neue Ansätze in der Energieversorgung spielen könnte. Allerdings ist der fundamentale Mechanismus, der aus Licht, Wasser und Kohlendioxid in Pflanzen Sauerstoff und Glucose produziert, noch nicht in allen Details entschlüsselt.

Mehr als zwei Jahrzehnte lang hat die multinationale Wissenschaftskooperation mit Forscher*innen der Humboldt Universität zu Berlin, des Berkeley National Laboratory (USA) und der Uppsala University (Schweden) grundlegende Erkenntnisse über das Photosystem II (PSII), das Schlüsselenzym der Photosynthese, geliefert. An diesem Enzym findet die lichtgesteuerte Wasserspaltungsreaktion statt, die für die Freisetzung von Protonen und dem lebensnotwendigen Sauerstoff in der Atmosphäre verantwortlich ist.

Nun gibt es einen weiteren großen Erfolg zu vermelden: Mit ultrakurzen Röntgenlaserimpulsen gelang es, atomare Schnappschüsse des PSII zu erzeugen und dabei die Funktionsweise des biologischen Nanosystems während der Wasserspaltungsreaktion zu beobachten.

„Um den komplexen Mechanismus zu verstehen, ist es notwendig, die Protonenfreisetzung während der Wasseroxidation zu verfolgen“, erklärt Dr. Mohamed Ibrahim aus der Gruppe von Herrn Prof. Holger Dobbek an der Humboldt Universität zu Berlin – einer der Hauptautoren der Studie.

So war es Ziel des SFB1078-Projektes, ein Video auf atomarer Ebene während des Wasseroxidationsprozesses zu erstellen. Am SLAC National Accelerator Laboratory sammelten die Forscher*innen atomare Schnappschüsse des PSII, während es seinen katalytischen Zyklus durchlief, um den Kanal zur Aufnahme der Wassermoleküle zum katalytischen Zentrum, einem Mn_4CaO_5 -Cluster, zu identifizieren und die dort stattfindenden Prozesse aufzudecken.

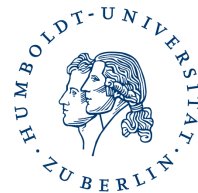
Diese Studie wurde nun im Journal Nature Communications veröffentlicht.

Humboldt-Universität zu Berlin
Abteilung Kommunikation, Marketing
und Veranstaltungsmanagement
Referat Medien und Kommunikation

Unter den Linden 6
10099 Berlin
Tel.: +49 30 2093-2946
Fax: +49 30 2093-2107
www.hu-berlin.de

Pressesprecher
Hans-Christoph Keller
Tel.: +49 30 2093-2946
hans-christoph.keller@hu-berlin.de

Expertendatenbank
www.hu-berlin.de/expertendatenbank



Die Forscher*innen diskutieren im Detail vier Einzelaufnahmen (50 μs , 150 μs , 250 μs und 400 μs), während der Mn_4CaO_5 -Cluster den Prozess der Oxidation von Wasser zu molekularem Sauerstoff unter Verwendung von Sonnenenergie steuert. Die Aufnahmen wurden während des entscheidenden Übergangs von $\text{S}_2 \rightarrow \text{S}_3$ aufgezeichnet, wobei ein Substratwasser an die aktive Stelle am Mn_4CaO_5 -Cluster bindet. Die Wissenschaftler*innen identifizierten den Kanal für die Wasseraufnahme des Substrats mit Hilfe einer kombinierten hochauflösenden Struktur von 1,89 Å. Außerdem beschrieben sie drei wesentliche strukturelle Ereignisse in den Wasserkanälen, die während des Übergangs zum Substrateinbau und zum Protonenaustritt führen.

„Wir hoffen, dass wir in naher Zukunft künstliche Katalysatoren entwickeln können. Der Schlüssel hierfür ist die Aufklärung des molekularen Mechanismus der Wasserspaltungsreaktion, wobei uns insbesondere die Funktion von gewöhnlichen Metallen wie Mangan in einem anorganischen Cluster im PSII bei der Wasseroxidation interessiert“, sagt Rana Hussein aus der Arbeitsgruppe von Frau Prof. Athina Zouni an der Humboldt Universität - die Erstautorin der Publikation. Dies wäre bereits ein bedeutender Schritt auf dem vielversprechenden Weg, die Natur zum Vorbild von möglicherweise umwälzenden Entwicklungen im Bereich der Energiegewinnung durch Anwendung der artifiziellen Photosynthese zu nutzen.

Weitere Informationen

Publikation:

Hussein, R., Ibrahim, M., Bhowmick, A. et al. Structural dynamics in the water and proton channels of photosystem II during the S_2 to S_3 transition. Nat Commun 12, 6531 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26781-z>

Kontakt

Prof. Dr. Athina Zouni
Institute of Biology
Structural Biology / Biochemistry
Humboldt-Universität zu Berlin
Mail: athina.zouni@hu-berlin.de
Tel: (+49) 030 2093 47930