

Katalyse – gestern und heute

Die Geschichte der Katalyse ist älter als der Begriff Katalyse selbst. Schon vor 6.000 Jahren haben die Sumerer im alten Zweistromland Mesopotamien im heutigen Irak, Zucker zu Alkohol vergoren [1]. Der Katalysator ist in diesem Fall der Enzymkomplex Zymase [2], der in Hefepilzen enthalten ist.

Es sollte noch bis zum Jahr 1835 dauern, bis der schwedische Chemiker, Jöns Jakob Berzelius erkannte, dass es Stoffe gibt, die scheinbar durch ihre bloße Gegenwart den zeitlichen Ablauf einer chemischen Reaktion stark verändern können [3]. Diese spezifische Fähigkeit bestimmter Körper nannte er katalytische Kraft, und die Zersetzung der Körper nannte er Katalyse.

Der deutsch-baltische Chemiker und Philosoph Wilhelm Ostwald gab im Jahr 1894 als erster eine moderne Definition der Katalyse [1]. Sie lautet: Katalyse ist die Beschleunigung eines langsam verlaufenden chemischen Vorgangs durch die Gegenwart eines fremden Stoffes. Später spezifiziert er zu: Ein Katalysator ist ein Stoff, der die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion erhöht, ohne selbst dabei verbraucht zu werden und ohne die endgültige Lage des thermodynamischen Gleichgewichts dieser Reaktion zu verändern.

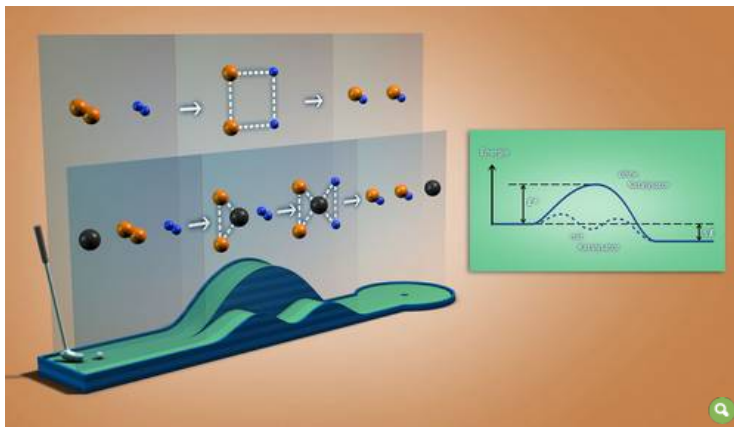


Abb. 1: Katalytisches Minigolf zur Langen Nacht der Wissenschaften

Diese Fähigkeit, eine Reaktion zu beschleunigen kann man damit erklären, dass die Hemmschwelle, also die Aktivierungsenergie für eine chemische Reaktion, durch einen Katalysator herabgesetzt wird. Die Erniedrigung der Aktivierungsenergie kann man anschaulich mit einer entsprechend gestalteten Minigolfbahn verdeutlichen [4].

Im Jahr 1908 beantragte Fritz Haber den Patentschutz für ein „Verfahren zur synthetischen Darstellung von Ammoniak aus den Elementen“ [5]. Anschließend entwickelte er zusammen mit Carl Bosch das Haber-Bosch-Verfahren zur Produktion von Ammoniak aus N_2 und H_2 . Ammoniak ist sowohl Grundstoff für Düngemittel als auch für Sprengstoffe [6]. Für diesen Prozess hat Alwin Mittasch von der BASF rund 20.000 Versuche bei der Suche nach dem idealen Katalysator für die Ammoniaksynthese gemacht. Der von ihm gefundene Eisen(II/III)-Oxid-Katalysator ist bis heute nahezu unverändert in Gebrauch [7].

Die große Vielzahl von potentiell katalytisch aktiven Materialien ist ein Ansporn des Katalyse-Exzellenzcluster UniCat, durch einen wissenschaftlichen Ansatz den jeweils idealen Katalysator für die gewählten Reaktionen und Prozesse zu finden.

Die volkswirtschaftliche Bedeutung von Katalysatoren ist enorm. 80 % aller chemischen Erzeugnisse sind im Laufe ihrer Herstellung mit einem Katalysator in Berührung gekommen. Dadurch werden tonnenweise Rohstoffe, Abfallstoffe und Energieträger eingespart.

Aktuelle Forschungsthemen des Exzellenzclusters UniCat sind die Umwandlung von Methan aus Erdgas zu Ethylen und die Erzeugung von Wasserstoff aus Sonnenlicht und Wasser mit Hilfe von Enzymen [8].

Erdgas wird oft bei der Erdölförderung sinnlos abgepackelt, weil man es nicht an Ort und Stelle gebrauchen kann. Oftmals rentiert sich der Abtransport mit Bahn, Schiff, LKW oder Pipeline nicht, weil die Infrastruktur im betreffenden Förderland unterentwickelt ist. Die Herstellung des wertvollen Synthesebausteins Ethylen aus Erdgas ist eine gute Möglichkeit, dieses Erdgas sinnvoll zu nutzen.

Bei der biologischen und nachhaltigen Erzeugung von Wasserstoff als Energieträger der Zukunft setzt UniCat auf Hydrogenasen. Dabei liegt ein Schwerpunkt auf der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der drei-dimensionalen Struktur und der Funktionsweise dieser Biokatalysatoren. Diese Fragestellungen bearbeiten Biologen, Chemiker und Physiker gemeinsam mit unterschiedlichen Methoden. Die erfolgreiche Aufklärung dieses Zusammenhangs ist essentiell für die gezielte Optimierung der Katalysatoreffizienz der Enzyme und ihre Nutzbarmachung in technischen Anwendungen.

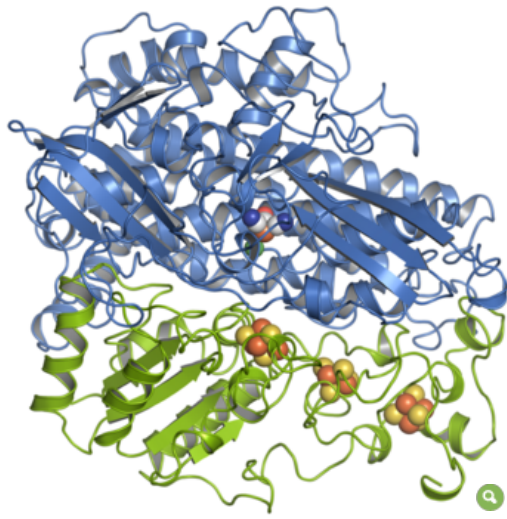


Abb. 2: Hydrogenase-Enzym zur Erzeugung von Wasserstoff



Dr. Martin Penno

Technische Universität Berlin
Exzellenzcluster UniCat

E-Mail: martin.penno@tu-berlin.de 

Literatur

- [1] <https://de.wikipedia.org/wiki/Katalyse> aufgerufen am 20.01.2017.
- [2] Beyer, Walter, Lehrbuch der Organischen Chemie, 24. Auflage, S. Hirzel Verlag Stuttgart 2004.
- [3] Gerd Wedler und Hans-Joachim Freund, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, 6. Auflage, Wiley-VCH, Weinheim 2012.
- [4] www.unicat.tu-berlin.de/index.php?id=1246 aufgerufen am 20.01.2017.
- [5] DE235421. Verfahren zur synthetischen Darstellung von Ammoniak aus den Elementen. Patentierte im Deutschen Reich am 13. Oktober 1908.
- [6] A. Hermann: Haber und Bosch: Brot aus Luft – Die Ammoniaksynthese. In: Physik Journal. 21, 1965, S. 168–171. doi:10.1002/phbl.19650210403.
- [7] <https://de.wikipedia.org/wiki/Haber-Bosch-Verfahren> aufgerufen am 20.01.2017.
- [8] www.unicat.tu-berlin.de/index.php?id=24&L=0 aufgerufen am 20.01.2017.

Zusätzliche Informationen

UniCat ist ein im Rahmen der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder gegründeter Exzellenzcluster, der das volkswirtschaftlich wichtige Feld der Katalyse erforscht. Ca. 240 Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen aus Chemie, Physik, Biologie und Verfahrenstechnik aus vier Universitäten und zwei Max-Planck-Instituten aus Berlin und Potsdam arbeiten bei UniCat zusammen. [Website](#) ▶