

Phänomene der Kinetik – mit dem chemischen Potenzial betrachtet

R. Rüffler, G. Job

Job-Stiftung, Universität Hamburg, Institut für Physikalische Chemie, Grindelallee 117, 20146 Hamburg

Bereits die Alltagserfahrung lehrt, dass die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen von der Temperatur abhängt. So verderben Lebensmittel, die an einem heißen Sommertag draußen stehen, viel schneller als im Kühlschrank. Auch der Abgaskatalysator in Kraftfahrzeugen mit Ottomotor, der Verbrennungsschadstoffe durch beschleunigte Nachreaktionen beseitigt, ist jedermann bekannt. Doch was verbindet diese beiden Phänomene? Nach gängiger Vorstellung wird die Geschwindigkeit einer einstufigen Reaktion durch die Bildung eines energiereichen Übergangskomplexes bestimmt. Die Gesamtheit dieser Komplexe lässt sich nach Eyring als eine Art Stoff auffassen, dessen Moleküle eine sehr kurze und für alle Übergangskomplexe gleiche Lebensdauer h/kT haben (h Planck-Konstante, k Boltzmann-Konstante, T Temperatur). Diese liegt bei Zimmertemperatur in der Größenordnung von 100 Femtosekunden. Trotz seiner Kurzlebigkeit entspricht die Konzentration dieses „Übergangsstoffes“ annähernd dem chemischen Gleichgewicht und lässt sich daher nach dem Massenwirkungsgesetz berechnen. In dem Ausdruck für die Gleichgewichtskonstante tritt neben der Temperatur als einzige individuelle, die Geschwindigkeit bestimmende Größe der Unterschied in den chemischen Potenzialen zwischen Ausgangsstoffen und „Übergangsstoff“ auf, d.h. eine „Potenzialschwelle“. Diese Potenzienschwellen spielen auch eine wesentliche Rolle bei der Deutung der Wirkungsweise eines Katalysators. Abschließend werden wichtige Anwendungsmöglichkeiten wie enzymatische und heterogene Katalyse diskutiert.

Die vorgeschlagenen anschaulichen, aber dennoch einfach zu handhabende Schauversuche tragen dazu bei, Neugier zu wecken, das Verständnis zu vertiefen und eine Brücke zur Alltagserfahrung zu schlagen. So wird die Zersetzung des „Zellgiftes“ Wasserstoffperoxid durch das Enzym Katalase, das in Kartoffeln, aber auch in Blut enthalten ist, stark beschleunigt. Die katalytische Wirksamkeit des Enzyms kann jedoch durch Schwermetallionen unterdrückt werden („Vergiftung des Katalysators“).

Literatur:

G. Job, R. Rüffler, Physikalische Chemie – Eine Einführung nach neuem Konzept mit zahlreichen Experimenten, Wiesbaden: Verlag B.G. Teubner, voraussichtlich Ende 2009