

Set 12: Die Texte

Textverständnis · 12 Aufgaben · 35 Minuten · 3 Texte

Diese Texte gehören zu Set 12 des Textverständnisses. Die zwölf Aufgaben dazu bearbeitest du auf der Plattform – der QR-Code führt direkt zum Set. Leg die Texte während der Bearbeitung neben dich, so wie sie am Testtag im Aufgabenheft stehen.

mission-medizin.de/kurs/medat/lektionen/textverstaendnis/tests/textverstaendnis-set-12/



Text 1: Der Lithium-Ionen-Akkumulator

Aufgabe 1 – 4

Kaum eine Technik hat den Alltag der letzten drei Jahrzehnte so verändert wie der Lithium-Ionen-Akkumulator. Sony brachte 1991 die erste marktreife Zelle heraus; 2019 ging der Nobelpreis für Chemie an John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham und Akira Yoshino für die Grundlagen dieser Entwicklung. Goodenough war zum Zeitpunkt der Verleihung 97 Jahre alt und damit der bis dahin älteste Preisträger überhaupt.

Der Name ist genau genommen irreführend, denn in der Zelle bewegt sich kein metallisches Lithium, sondern das Lithium-Ion. Beim Laden wandert es von der positiven zur negativen Elektrode, beim Entladen zurück. Weil es dabei in die Schichtstruktur des jeweiligen Elektrodenmaterials eingelagert und wieder ausgelagert wird, ohne dieses zu zerstören, spricht man von Interkalation. Genau darauf beruht die lange Lebensdauer solcher Zellen. Die negative Elektrode besteht meist aus Graphit, die positive aus einem Lithium-Metalloxid; verbreitet sind Verbindungen mit Nickel, Mangan und Cobalt oder, in neueren Zellen, mit Eisenphosphat.

Zwischen den Elektroden liegt ein Separator, eine dünne poröse Folie. Sie verhindert den direkten Kontakt der Elektroden, lässt aber die Ionen hindurch. Wird sie beschädigt, kommt es zum inneren Kurzschluss; die Zelle erhitzt sich, und die dabei frei werdende Wärme beschleunigt die zerstörenden Reaktionen weiter. Diese Rückkopplung heißt thermisches Durchgehen. Sie ist der Grund, warum beschädigte Zellen auch dann noch brennen können, wenn die äußere Ursache längst beseitigt ist.

Verbreitete Vorstellungen über die Pflege solcher Akkus stammen aus der Zeit der Nickel-Cadmium-Zellen. Einen Memory-Effekt kennt der Lithium-Ionen-Akku nicht; vollständiges Entladen vor dem Laden schadet ihm eher, als dass es nützt. Am wenigsten altert er in einem mittleren Ladezustand und bei kühlen Temperaturen. Dauerhaft hohe Ladestände und Hitze beschleunigen die Alterung dagegen deutlich – wobei Hitze im Betrieb schädlicher ist als Kälte, die zwar die abrufbare Leistung senkt, die Zelle selbst aber nicht dauerhaft schädigt.

An Feststoffbatterien wird seit Jahren gearbeitet. Sie ersetzen den flüssigen Elektrolyten durch einen festen und versprechen höhere Energiedichte und geringere Brandgefahr. Serienreife Zellen für Elektrofahrzeuge sind bislang jedoch nicht auf dem Markt; die Schwierigkeiten liegen weniger im Labor als in der Fertigung großer, gleichmäßiger Grenzflächen.

Text 2: Katalysatoren

Aufgabe 5 – 8

Ein Katalysator ist ein Stoff, der die Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion erhöht, ohne dabei selbst verbraucht zu werden. Er wirkt, indem er einen Reaktionsweg mit niedrigerer Aktivierungsenergie eröffnet. Häufig wird das als „Herabsetzen des Energiebergs“ beschrieben – ein Bild, das stimmt, solange man eines nicht übersieht: Die Lage von Anfangs- und Endzustand bleibt unverändert. Ein Katalysator verschiebt also nicht das Gleichgewicht einer Reaktion, er lässt es nur schneller erreichen. Hin- und Rückreaktion werden dabei im selben Maß beschleunigt.

Man unterscheidet homogene und heterogene Katalyse. Bei der homogenen Katalyse liegen Katalysator und Reaktionspartner in derselben Phase vor, meist gelöst. Bei der heterogenen Katalyse liegen sie in verschiedenen Phasen vor, typischerweise ein fester Katalysator und gasförmige oder gelöste Reaktionspartner. Der technisch wichtigste Fall ist der zweite: Die Reaktion läuft an der Oberfläche ab, weshalb die zugängliche Oberfläche und nicht die Masse des Katalysators über seine Wirksamkeit entscheidet. Deshalb werden Edelmetalle in Abgaskatalysatoren als dünne Schicht auf einem porösen Träger aufgebracht.

Der Abgaskatalysator eines Ottomotors ist ein Dreiwegekatalysator. Er wandelt gleichzeitig Kohlenmonoxid und unverbrannte Kohlenwasserstoffe durch Oxidation sowie Stickoxide durch Reduktion um. Damit beides nebeneinander funktioniert, muss das Luft-Kraftstoff-Verhältnis in einem engen Fenster um den stöchiometrischen Wert gehalten werden; dafür sorgt die Lambdasonde. Ein kalter Katalysator arbeitet kaum – erst oberhalb einer Ansprungtemperatur von etwa 250 bis 300 Grad Celsius erreicht er hohe Umsätze. Ein erheblicher Teil der Emissionen eines Fahrzeugs entsteht deshalb in den ersten Minuten nach dem Start.

Katalysatoren sind empfindlich. Stoffe, die sich fest an die aktiven Zentren binden und diese blockieren, nennt man Katalysatorgifte; Blei war der Grund, warum verbleites Benzin und Abgaskatalysator einander ausschlossen. Auch Enzyme, die Katalysatoren des Stoffwechsels, sind störfähig – sie sind zudem weit empfindlicher gegenüber Temperatur und pH-Wert als technische Katalysatoren, dafür aber ungleich selektiver.

Text 3: Die Radiokarbondatierung

Aufgabe 9 – 12

In der oberen Atmosphäre entsteht durch kosmische Strahlung fortlaufend das radioaktive Kohlenstoffisotop C-14. Es verbindet sich mit Sauerstoff zu Kohlendioxid und gelangt so in den Kohlenstoffkreislauf. Solange ein Organismus lebt, nimmt er es mit der Nahrung oder über die Photosynthese auf; sein Anteil im Gewebe entspricht dann ungefähr dem der Umgebung. Mit dem Tod endet die Aufnahme, und der Zerfall überwiegt. Aus dem verbliebenen Anteil lässt sich zurückrechnen, wann der Organismus gestorben ist.

Die Methode geht auf Willard Frank Libby zurück, der dafür 1960 den Nobelpreis für Chemie erhielt. Die von ihm verwendete Halbwertszeit von 5568 Jahren erwies sich später als etwas zu niedrig; der heute genauere Wert liegt bei 5730 Jahren. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wird in der Fachliteratur weiterhin mit dem alten Wert gerechnet und das Ergebnis anschließend korrigiert. Praktisch nutzbar ist das Verfahren bis etwa 50 000 Jahre zurück; danach ist zu wenig C-14 übrig, um es zuverlässig zu messen.

Zwei Annahmen der ursprünglichen Methode haben sich als zu einfach erwiesen. Erstens war der C-14-Gehalt der Atmosphäre nicht immer gleich; er schwankte mit der Sonnenaktivität und dem Erdmagnetfeld. Deshalb werden Rohdaten heute kalibriert, unter anderem anhand von Jahresringen langlebiger Bäume, deren Alter unabhängig abgezählt werden kann. Zweitens haben Menschen den Kreislauf selbst verändert: Die Verbrennung fossiler Brennstoffe brachte C-14-freien Kohlenstoff in die Atmosphäre und senkte den Anteil, die oberirdischen Kernwaffentests der 1950er und frühen 1960er Jahre verdoppelten ihn beinahe. Dieser Bombenpeak wird inzwischen selbst als Datierungshilfe genutzt, etwa in der Forensik.

Ein Vorbehalt betrifft Wasserlebewesen. In Gewässern gelöster, sehr alter Kohlenstoff aus Kalkgestein kann den C-14-Anteil verdünnen, sodass Proben zu alt erscheinen. Dieser Reservoirseffekt ist bei Meeresorganismen besonders ausgeprägt und muss gesondert korrigiert werden. Und schließlich datiert die Methode nicht den Gegenstand, sondern das organische Material: Bei einem hölzernen Balken erhält man das Fälldatum des Baumes, nicht den Zeitpunkt seines Einbaus.