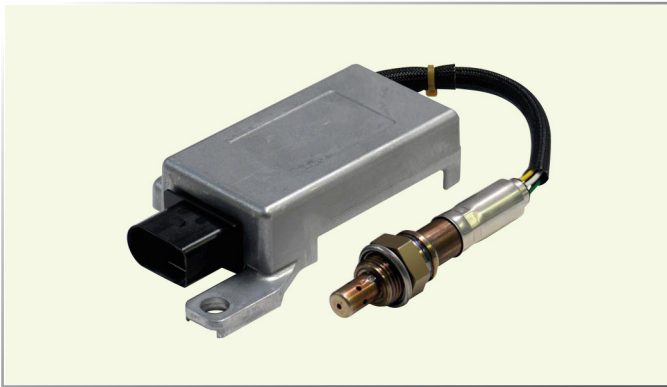


Festelektrolyt



Die Grundlagen der Elektrotechnik erklären, dass die Elektronen (= negativ geladene Elementarteilchen) in festen Leitern die Ladungsträger darstellen, in Flüssigkeiten und Gasen hingegen wären es die Ionen (= negativ oder positiv geladene Materiebau- steine). Die Elektronen weisen eine negative Elementarladung auf und sind knapp 2000-mal kleiner und leichter als die Protonen, welche eine positive Elementarladung aufweisen.

Die Vorstellung ist nicht so weit hergeholt, dass sich die Elekt- ron in festen Leitern zwischen den Atomrümpfen hindurch- bewegen und so den elektrischen Strom fließen lassen. Wenn auch in einer anderen Grössendimension, so kann aber auch der Stromfluss in Flüssigkeiten und Gasen vorgestellt werden: Die Ionen hängen in den Flüssigkeiten nicht sehr eng zusammen und so können die Anionen von den Anoden und die Kationen von den Kathoden angezogen werden.

Als Beispiel sind vor allem die Ionenleitungen in den Elektrolyten der Akkumulatoren und die Ionenleitung zwischen den Zündker- zenelektroden bekannt.

Ionen

Ein bekanntes Ion ist das Kochsalz-Ion. Es besteht aus einem Natrium-Ion, welches sein einziges Elektron der dritten Schale abgegeben hat und aus einem Chlor-Ion, welches als Nichtmetall dieses eine Elektron aufgenommen hat und damit seine zweite Schale mit Elektronen vervollständigt. Beide Ionen haben jetzt ihre Elektronenschalen gefüllt, befinden sich aber dafür in einem elektrischen Ungleichgewichtszustand (Na^+ und Cl^-) und ziehen sich an. Wird Kochsalz in Wasser aufgelöst, trennen sich die Ionenverbindungen. Werden gleichzeitig geladene Elektroden in die Flüssigkeit getaucht, werden die Ionen angezogen: die positiv geladenen Natrium-Kationen werden von der negativen Elektrode (Kathode) angezogen und die negativ geladenen Chlor-Anionen von der positiven Elektrode (Anode).

Festelektrolyt

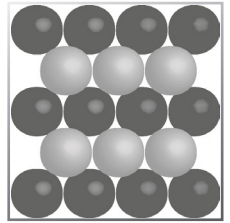
Ionenleiter oder Festelektrolyte sind Salze, welche in festem Zustand den Strom leiten können. Salze sind Ionenbindungen aus Metallen (Kationen) und Nichtmetallen (Anionen). Ihre Leitfähig- keit lässt sich nicht mit der Elektronenleitfähigkeit von Metallen vergleichen, weil die zu bewegenden Ionen grösser und schwerer sind als die Elektronen.

Struktur

Die Anionen und Kationen ordnen sich in einer bestimmten Gitter- struktur. Würden sie in eine reine „Kugelstruktur“ bilden, könnte

sich kein zusätzliches Ion dazwischen zwän- gen und Ladung übertragen. Es braucht also Lücken und Freiräume, in welche zusätzliche Ionen ein- oder zwischengelagert werden können.

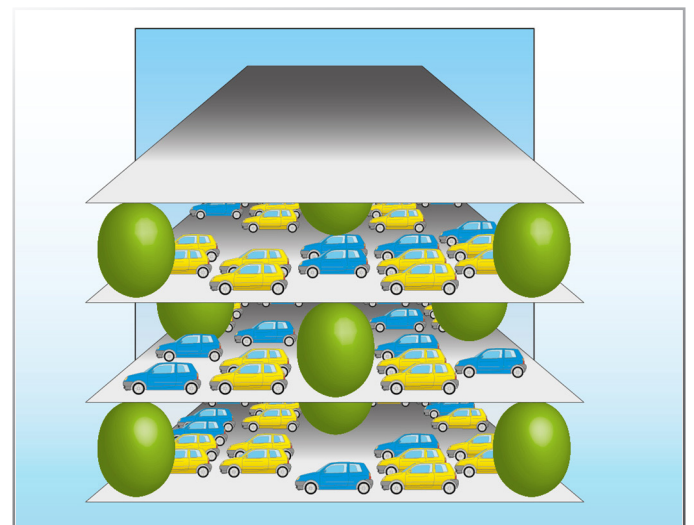
Zwei Eigenschaften von Ionenverbindungen machen die Ionenleitfähigkeit vorstellbar: In der Regel sind die Anionen grösser als die Kationen, zudem handelt es sich nicht um starre Kugeln, sondern um etwas elastische Gebilde. Dazu gibt es Ionenverbindungen, welche nicht im stöchiometrischen Verhältnis aufgebaut sind. Das bedeutet, dass evt. gewisse Kationen fehlen und so noch aufge- füllt werden können.



Vorstellungsmodell

Die Gitterstruktur sei ein Parkhaus für Autos. Die tragenden Säulen stellen die grossen (grünen) Anionen dar, die gelben Autos sind die originalen Kationen. Die leeren Parkfelder können von blauen Au- tos belegt werden. Die blauen Autos sind die „fremden“ Kationen, welche im Parkhaus parkieren, das Parkhaus aber auf der anderen Seite auch wieder verlassen können. Je mehr blaue Autos das Parkhaus belegen können, desto grösser wird die «Leitfähigkeit». Beispiel

Der Festelektrolyt der Lambdasonde besteht aus Zirkoniumdi- oxid und ist mit Yttrium stabilisiert. Dieses Material ist fähig, ab ca. 600 °C Sauerstoffionen zu leiten. Bei magerem Gemisch sind die Partialdrücke auf beiden Seiten identisch, es fliesst kein Sauer- stoffionenstrom durch den Festelektrolyten und die Lambda-Sonde gibt keine Spannung ab. Durch die Sondenkeramik und die poröse Platinschicht werden die Sauerstoffatome katalytisch ionisiert und nehmen von der Platinelektrode negative Elektronen auf. Die Platinelektrode wird dadurch positiv. Da Zirkoniumdioxid ein sehr schlechter Elektronenleiter ist bildet sich demzufolge auf der Abgasseite des Elektrolyten ein Elektronenüberschuss gegenüber der Luftseite.



Nach diesem «Einlagerungsprinzip» funkti- onieren neben Abgas-Sonden auch Brenn- stoffzellen und sogar die Funktion der Li-Ion- Akkus geht in diese Richtung.

Festelektrolyt

Fragen zu Stromleitung durch Elektronen und Ionen

1. Welche Elementarteilchen transportieren in festen Körpern den elektrischen Strom?
2. Welche Materiebausteine transportieren in flüssigen und gasförmigen Stoffen den Strom?
3. Was ist der Unterschied zwischen einem Elementarteilchen und einem Materiebaustein?
4. Was passiert mit den meisten Ionenverbindungen in einer Flüssigkeit?
5. Was passiert, wenn zwei elektrisch unterschiedlich geladene Elektroden in die mit Ionen gefüllte Flüssigkeit gesteckt werden?
6. Wie unterscheidet sich eine ionenleitende Flüssigkeit von einem ionenleitenden festen Körper?
7. Wo werden Festelektrolyte eingesetzt?