

Theorie – Smartes Glas

Smartes Glas hat die Eigenschaft, dass sich Smartes Glas auf 3 verschiedene Arten färben kann. Es kann sich blau und grün färben, außerdem kann es auch noch durchsichtig werden. Diese Verfärbungen hängen mit der Spannung des Stroms zusammen, welcher durch das Glas geleitet werden kann. Ziel dieses Versuches ist es nun ein Smartes Glas selbst herzustellen und die Spannungen zu messen, welche zu den unterschiedlichen Verfärbungen führen.

Um die Vorgänge des Experiments besser zu verstehen, werden wir die einzelnen Schritte des Experiments kurz beleuchten.

1. Der Farbstoff:

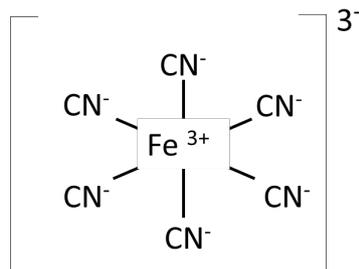
Für die Verfärbung des Glases ist ein Farbstoff verantwortlich - dieser wird „Berliner Blau“ genannt. Dies ist ein Molekül, welches aus einem Eisen-Ion und einen Eisencyanidkomplex aufgebaut ist.

?

Ein Ion ist ein positiv oder negativ geladenes Atom oder Molekül. Ein Molekül, welches eine Ladung besitzt, wird mehratomiges Ion genannt. Ein positiv geladenes Atom wird als Kation bezeichnet und ein negativ geladenes Atom als Anion.

?

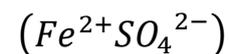
Ein Komplex ist ein Molekül, bei dem ein zentrales Kation die Elektronen, von umliegenden Molekülen geliehen bekommt. Dabei werden nur Komplexbindungen eingegangen. Beispiel ist der Hexacyanoferrat-Komplex.



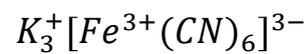
Dem Eisen-Atom fehlen 3 Elektronen, da es dreifach positiv geladen ist und jedes Cyanid-Molekül (CN) hat ein Elektron zu viel, da es einfach negativ geladen ist. Die 6 Cyanid-Moleküle stellen diese Elektronen bereit, um mit dem Eisen-Kation zu binden. Aufgrund der 6 negativen Ladungen der Cyanid-Moleküle und der 3 positiven Ladungen des Eisen-Atoms kommt es zur dreifach negativen Ladung des Komplexes. Die Bindungen zwischen dem Eisen-Kation und den Cyanid-Anion unterscheiden sich von anderen Bindungen – es sind Komplexbindungen.

„Berliner Blau“ entsteht bei der Reaktion von Eisen(III)-sulfat und Kaliumhexacyanoferrat(III):

Eisen(III)-sulfat



Kaliumhexacyanoferrat(III)



Der für die Färbung verantwortliche Farbstoff ist das „Berliner Blau“. Dies ist eine Komplexbildung welche aus Eisen(III)-sulfat und Kaliumhexacyanoferrat(III) gebildet wird.

2. Die Beschichtung

Das „Berliner Blau“ wird auf das FTO-Glas aufgebracht. Dabei wird die Tatsache genutzt, dass das „Berliner Blau“ nur dann entstehen kann, wenn genügend negative Ladungen vorhanden sind. Durch das Anschließen an das Netzgerät fließen Elektronen durch das FTO-Glas. Diese Elektronen sorgen dafür, dass die

Reaktion bei der „Berliner Blau“ gebildet wird, abläuft. Der Farbstoff lagert sich auf dem FTO-Glas ab.

?

FTO-Glas ist ein Glas aus Zinnoxid (ZnO_2), in welches Fluor-Atome eingebracht wurden. Durch das Fluor kann das Glas Strom leiten.

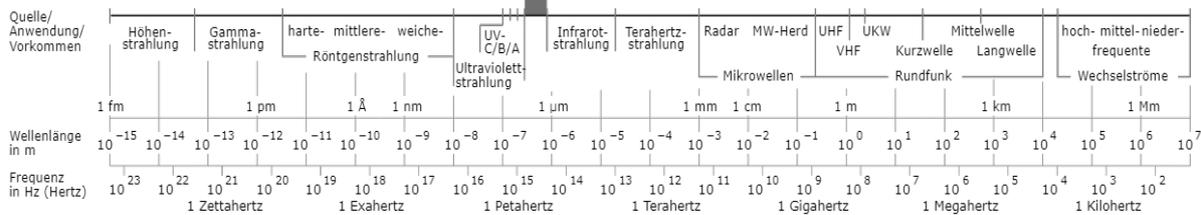
3. Die Umfärbung

Wenn man unterschiedliche Spannungen an das FTO-Glas anbringt, kann das „Berliner Blau“ zu anderen Komplexen reagieren, welche dafür sorgen, dass die Beschichtung farblos, grün oder braun wird. Der farblose Komplex nennt sich „Berliner Weiß“ und der braune Komplex „Berliner Braun“.

Dass wir die Komplexe in anderen Farben sehen, liegt daran, dass Komplexe durch Licht angeregt werden können.

Wird ein Molekül angeregt, so nimmt das Molekül die Energie des Lichts auf. Diese Energie wird dafür verwendet, um Elektronen zwischen einzelnen Atomen zu verschieben.

Licht ist eine elektromagnetische Welle. Als Licht werden nur für uns sichtbare Wellenlängen bezeichnet. Diese Wellenlängen haben alle eine gewisse Energie. Je niedriger die Wellenlänge, desto höher die Energie.



Die Komplexe in unserem Experiment benötigen verschieden viel Energie, um die Elektronen zwischen zwei Atomen zu verschieben. Der Komplex des „Berliner Blau“ benötigt die Energie, welche vom roten und gelben Licht stammt. Die Energie des Lichts sorgt dafür, dass die Elektronen vom Fe^{2+} zum Fe^{3+} verschoben werden. Übrig bleibt danach das blaue Licht. Somit sehen wir den Komplex in blau. Bei den anderen Farben und Komplexen funktioniert es nach demselben Prinzip.