

GLAS

Struktur und chemische Eigenschaften

Universität Regensburg
Naturwissenschaftliche Fakultät IV- Chemie
Referentin: Sonja Riedl

1. Definition von Glas

Was ist Glas?

Glas ist der Überbegriff für viele verschiedene Arten von Materialien, die sich im sogenannten glasartigen Zustand befinden.

Unter mehreren Definitionen gibt es eine, die sehr anschaulich und logisch erscheint. In dieser Definition wird Glas als unterkühlte Schmelze bezeichnet, d. h. Glas ist ein Feststoff, welcher so schnell abgekühlt wurde, dass er nicht kristallisieren konnte.

Dabei können wir uns die Ordnung der Atome wie in einer Flüssigkeit vorstellen, nur dass sie eben erstarrt sind.

2. Struktur und Zusammensetzung von Glas

Der Hauptbestandteil unseres Normalglases ist Siliciumdioxid (SiO_2). Diese Zusammensetzung weist auch Quarz auf. Der entscheidende Unterschied liegt in der strukturellen Anordnung beider SiO_2 -Formen. Man sagt auch Glas hat einen amorphen (griech. gestaltlos) Aufbau.

Eigenschaften des Glases

Unterschied zwischen kristallinen und amorphen Strukturen am Beispiel des Quarzes

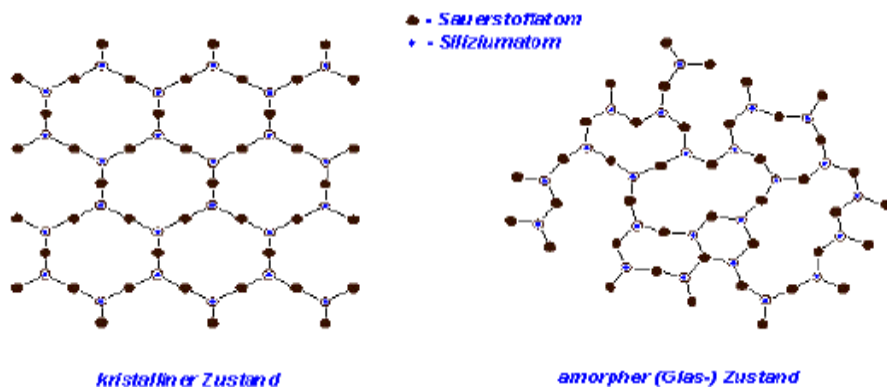


Abb. 1

(Herkunft siehe Quelle Abbildung)

Im Quarzkristall existiert eine Fernordnung (= regelmäßige dreidimensionale Anordnung der Bausteine), im Glas nur eine Nahordnung (= Ordnung nur in kleinen Bezirken).

Die fehlende Fernordnung im Glas ist der Grund dafür, dass es keinen exakten Schmelzpunkt besitzt, sondern einen Schmelzbereich. Dieser ist variabel. Er hängt von der Zusammensetzung des Glases ab. Es gibt sogenannte Netzwerkstörer, das sind z. B. Oxide von Ca, Na, K oder Pb. Wenn diese in das Glas mit eingebaut wurden, stören sie die Si-O-Si Brücken und verursachen damit einen unterschiedlichen Schmelzbereich im Glas. Denn es liegen unterschiedliche Bindungsverhältnisse vor, die bei Erwärmung nicht simultan, sondern nacheinander aufbrechen. Daraus folgt also, je mehr solche Trennstellen das Glas enthält, desto niedriger ist der Schmelzbereich.

Dies wird in der Technik genutzt, um Gläser für unterschiedliche Zwecke herzustellen.

3. Glas und Licht

Im Normalfall ist Glas auch durchsichtig, da das Licht im sichtbaren Bereich nicht genügend Energie besitzt, um die Elektronen anzuregen. UV-Licht hingegen besitzt diese Energie - Glas ist deshalb nicht durchlässig für UV-Licht. Setzt man jedoch der Glasschmelze Nebengruppenelemente hinzu, so treten schon bei geringer Energie Elektronensprünge auf und das Glas erscheint farbig. Da die Farbe charakteristisch für das jeweilige Element ist, macht man sich dieses Phänomen auch in der analytischen Chemie zunutze. Durch Phosphor- und Boraxperlen können in unbekanntem

Salzen Nebengruppenelemente, wie z. B. Chrom, Kobalt oder Mangan nachgewiesen werden.

Versuch 1: Herstellung verschieden gefärbter Boraxperlen

Auf eine Tüpfelplatte gibt man eine ausreichende Menge Borax $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ und geringe Mengen von Nebengruppenelementoxiden wie Chrom(III)-oxid, Mangan(IV)-oxid.

Ein Magnesiastäbchen wird in der Bunsenbrennerflamme bis zum Glühen erhitzt und in konzentrierter Salzsäure (HCl) getaucht und nochmals ausgeglüht.

Nun wird das glühende Stäbchen in das Boraxpulver getaucht. Die Masse wird in der Flamme geschmolzen und durch leichtes Drehen zu einer Perle geformt.

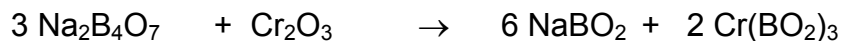
Die heiße Perle wird nun vorsichtig in die zu untersuchende Substanz getaucht. Dabei muss unbedingt darauf geachtet werden, dass nicht zu viel Substanz aufgetragen wird, da die Farbe der Perle dann nur sehr dunkel erscheint, und keine Farbe eindeutig zu erkennen ist.

Je nach Element erhält man nun jeweils typisch gefärbte Gläser:

- Chromverbindungen: z. B. Chrom(III)-oxid: smaragdgrüne Perle

- Manganverbindungen: z. B. Mangan(IV)-oxid: violette Perle

Reaktion am Beispiel des Chroms:



Bei der Herstellung von normalem Flaschenglas werden ebenfalls oft Nebengruppenelementsalze zugesetzt, um die jeweils gewünschte Farbe zu erreichen.

4. Reaktivität von Glas

Oftmals wird vermutet, dass Glas gegen chemische Einwirkung nahezu resistent ist. So ist dies allerdings nicht ganz richtig:

Glas nimmt beispielsweise immer Wasser auf und bildet dabei eine mechanisch wie chemisch recht empfindliche Schicht. In dieser Schicht laufen verschiedene Reaktionen ab.

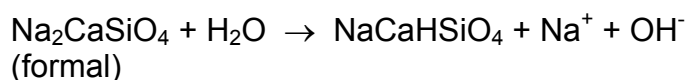
Versuch 2: Reaktion von Glaspulver mit Wasser

Es werden kleine Glassplitter von gewöhnlichem Fensterglas in einem Reagenzglas mit destilliertem Wasser bis zum Sieden erhitzt. Nun gibt man einige Tropfen Phenolphthalein dazu.

Es ist eine rote Färbung der Lösung zu erkennen → die Lösung reagiert alkalisch.

Glas reagiert mit Wasser basisch, da es aus Salzen der schwachen Kieselsäure mit starken Basen besteht. Das Wasser löst bei der Protolyse Metallionen aus dem Glas und baut es ab.

z. B.:



Dies ist der Grund dafür, warum billiges Glas nach mehrmaligen heißem Waschen in der Spülmaschine mit aggressiven Reinigern trüb wird.

Führt man den gleichen Versuch mit Duran-Glas durch, so tritt keine Färbung auf. Dies liegt an der Zusammensetzung dieses Glases. Es sind teilweise SiO_2 -Einheiten durch Borate substituiert, dadurch lässt sich die chemische Resistenz des Glases erhöhen, es findet also keine Reaktion statt.

Versuch 3: Anätzen von Glas mit Flussäure

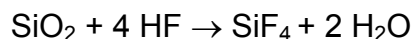
Bei Raumtemperatur gibt es genau eine Chemikalie, die das Glas eingreifen kann. Das ist die Flussäure (HF).

Man überzieht ein Uhrglas mit einer dünnen Paraffin-Schicht, in die man ein beliebiges Muster ritzt. Nun legt man das Uhrglas in eine Blechdose und übergießt es vorsichtig mit 40 %iger Flussäure (HF).

Nach einiger Zeit wird das Uhrglas herausgenommen und die Paraffinschicht mit Pentan entfernt. Man erkennt nun auf dem Uhrglas das in die Paraffinschicht eingritzte Muster.

Das Glas wird durch die aggressive Säure angeätzt, da Flussäure den Hauptbestandteil des Glases (SiO_2) in Lösung bringt. Dabei entstehen Siliciumtetrafluorid, Hexafluorokieselsäure und Wasser.

Reaktionsgleichungen:



ACHTUNG:

Flussäure ist eine der gefährlichsten Säuren überhaupt. Sie ist sehr ätzend! Berührungen mit der Haut können bis zu Amputationen führen. Jede Berührung mit der Säure sollte vermieden werden!

Literatur:

- E. Riedel: Anorganische Chemie, 4. Auflage, de Gruyter, Berlin 1999
P.W. Atkins, J.A. Beran: Chemie – einfach alles, 2. Auflage, VCH, Weinheim 1998
Didaktik der Chemie an der Uni Bayreuth:
<http://www.uni-bayreuth.de/departments/ddchemie/umat/glas/glas.htm> (10.12.2003, 11:16)
http://www.chemie.uni-regensburg.de/Anorganische_Chemie/Pfitzner/demo_ss03/glas.pdf (10.01.04, 10:30)
Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie, <http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/glas/> (20.05.2003, 11:23)
G. Jander, E. Blasius: Lehrbuch der analytischen und präparativen anorganischen Chemie, 15. Auflage, S. Hirzel Verlag, Stuttgart 2002
B. Grünwald, K.-H. Scharf: Elemente der Chemie – Unterrichtswerk für Gymnasien, Ausgabe Bayern 10. Schuljahr, 1. Auflage, Ernst Klett Schulbuchverlag, Stuttgart, 1995
W. Beck (Hrsg.): Chemie 2, 1. Auflage, Oldenbourg Verlag, München 1993
W. Fischer, H. Deissenberger: Stoffe – Reaktionen – Energie – Umwelt C2, 1. Auflage, C.C. Buchner Verlag, Bamberg 1997
Quelle Abbildung:
Abb. 1: <http://www.uni-marburg.de/zahnmedizin/papers/MATERIAL/GLAS/ein-2.gif> (09.02.2004, 15.10)