

# Anorganische Glaschemie

Dennis Weber

---

# Anorganische Glaschemie

- Einleitung
  - Geschichte
  - Anwendung und Bedeutung
- Hauptteil
  - Was ist Glas
  - Beständigkeit
  - Wichtige Sorten
- Quellen

# Geschichte

- Benutzung von Obsidian als Werkzeug in der Steinzeit
- Zufällige Entdeckung von künstlichem Glas bei der Verarbeitung von Töpferware
- Glasherstellung bekannt seit 7000 v. Chr.



# Rezept

“Nimm 60 Teile Sand, 180 Teile  
Asche aus Meerespflanzen, 5 Teile  
Kreide – und Du erhältst Glas“



assyrischer König Assubanipal (7. Jh. v. Chr.)

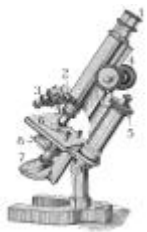


# Geschichte

- Herstellung der ersten Hohlgläser um 1500 v. Chr. In Ägypten und Mesopotamien
- Erfindung der Glasmacherpfeife um ca. 200 v. Chr.
- Verbreitung der Glasmacherkunst durch die Römer bis ca. 300 n. Chr.

# Einteilung und Anwendung

- Verpackung und Haushalt
- Fenster und Spiegel
- Kunstglas
- Optisches Glas
- Apparate und Laborglas



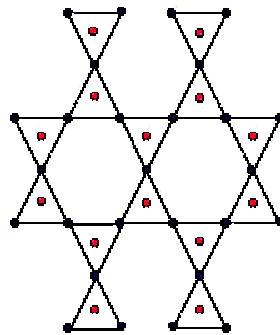
# Bedeutung von Glas

- Anwendung als Gefäß, da es geschmacksneutral ist
- Fenster erst durch Glas möglich
- Möglichkeit zur Fertigung optischer Geräte
- Eignung als Laborglas durch die hohe Beständigkeit

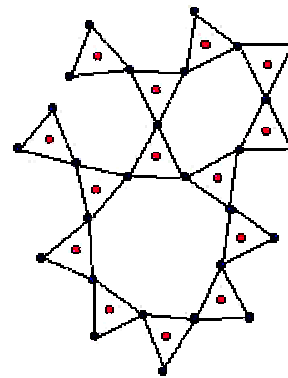
# Was ist Glas?

- Definition:

“Glas ist ein Zustand zwischen flüssig und kristallin. Es besitzt Inseln kristallähnlicher Nahordnung, die aber untereinander einen unregelmäßigen Verband bilden“



kristallin



glas



# Was ist Glas?

- Netzwerkhypothese von Zachariasen
  - Energieunterschied zwischen Glas und Kristall ist gering
  - Gleiche Bindungsverhältnisse
  - $[\text{SiO}_4]^-$  Tetraeder

# Was ist Glas?

- Beim Abkühlen bilden sich zunächst Kristallkeime
- Zu wenig Zeit zum Kristallisationsprozess
- Fester Zustand stellt sich zu schnell ein
- Es bleibt bei der kristallinen Nahordnung
- Eine kristallübliche Fernordnung über das gesamte Netz bleibt aus

# Was ist Glas?

- Glas schmilzt nicht bei einer bestimmten Temperatur, sondern erweicht allmählich
- Folgende Halbmetalle besitzen ebenfalls die Fähigkeit, wie Glas amorph zu erstarren
  - $\text{GeO}_2$
  - $\text{P}_2\text{O}_2$
  - $\text{As}_2\text{O}_5$
  - $\text{B}_2\text{O}_3$

# Was ist Glas?

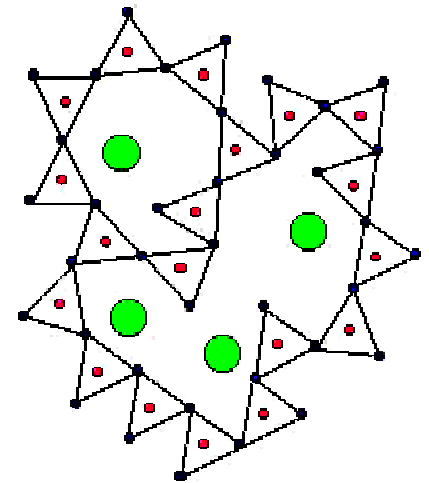
- Stoffe mit dieser Fähigkeit werden Netzwerkbildner genannt und bilden das Grundgerüst
- Folgende Voraussetzung nach Zachariasen
  - Geringe Koordinationszahl des Kations
  - Der Sauerstoff darf nicht an mehr als zwei Kationen gebunden sein
  - Verbindung der Sauerstoffpolyeder nur über gemeinsame Ecken

# Was ist Glas?

- Quarzglas ist ein Glas aus einer Komponente
  - Siliciumdioxid
- Die meisten Glassorten bestehen aus mehreren Komponenten
  - Natron-Kalk-Glas
  - Borsilikatglas
- In diesen Sorten werden Fremdionen in die Struktur eingelagert

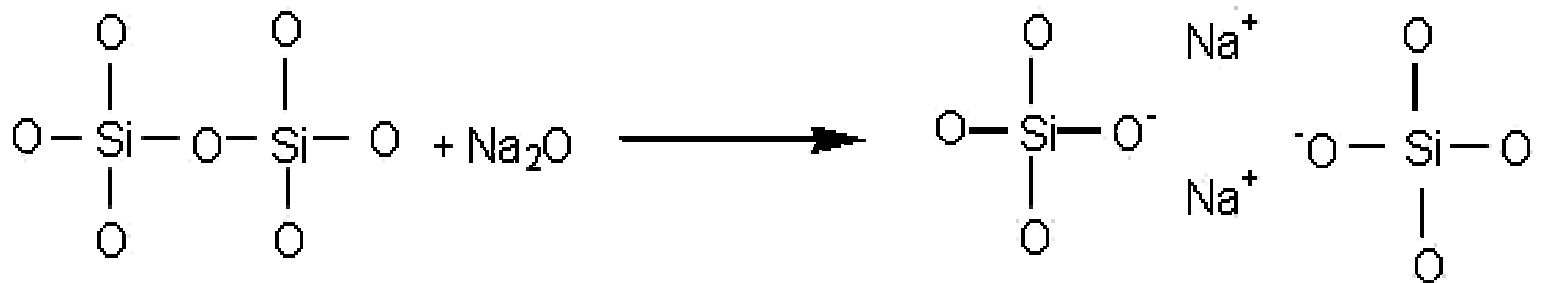
# Was ist Glas?

- Diese Fremdionen werden unterschieden in Netzwerkmodifizierer und Zwischenoxide
- Netzwerkmodifizierer spalten das Netzwerk auf und verringern die Zahl der Knüpfungsstellen
- Dies führt zur Schmelze bei geringerer Temperatur



# Was ist Glas?

- Natron-Kalk-Glas besteht aus einem Siliciumdioxidgerüst, in das Calciumoxid und Natriumoxid eingelagert sind.
- Es entstehen Trennstellen im Gerüst
  - Anstelle von fester Atombindung tritt Ionenbindung auf



# Was ist Glas?

- Zwischenoxide treten je nach Konzentration als Netzwerkbildner oder –wandler auf
- So lassen sich die Eigenschaften eines Glases steuern
- Beeinflussung des Eigenschaften durch nicht an der Reaktion beteiligter Zusätze
  - Farbe
  - Brechungsindex
  - Trübung



# Beständigkeit von Glas

- Glas ist beständig gegen nahezu alle Stoffe
  - Wasser und andere Lösungsmittel
  - Säuren
  - Verdünnte Laugen
  - Königswasser
  - Wässrige Salzlösungen
  - Aggressive Gase
  - Organische Lösungen

# Beständigkeit

- Ausnahmen bilden die Flusssäure und heiße Phosphorsäure, sowie starke Laugen
- Quarzglas ist empfindlich gegen Alkali- und Erdalkaliverbindungen, dafür beständiger gegen Säuren und Wasser



# Beständigkeit

- Säuren:
  - Die Kationen der dem Glas zugegebenen Stoffe werden durch ein Proton der Säure ersetzt
  - Es entsteht eine Silikagelschicht, die den weiteren Angriff hemmt

# Beständigkeit

- Laugen
  - Zerstörung des Kieselsäuregerüsts
  - Es entsteht keine schützende Schicht
- Wasser
  - Die Kationen der dem Glas zugegebenen Stoffe werden durch ein Proton des Wassers ersetzt
  - Wasser wird alkalisch und löst das Netzwerk auf

# Beständigkeit

- Fluorwasserstoffsäure löst das Siliciumdioxid auf und wandelt es zu  $\text{SiF}_4$  um
  - $\text{SiO}_2 + \text{HF} \rightarrow \text{SiF}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- In wässriger Lösung reagiert es weiter zu Hexafluorokieselsäure
  - $\text{SiF}_4 + 2 \text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6$

# Quarzglas

- Wird gewonnen aus wasserklarem Bergkristall, einem reinen  $\text{SiO}_2$  – Kristall mit weniger als 0,06 % Verunreinigung
- Synthetisch aus reinen Siliciumkristallen
- Einkomponentenglas
- Hohe Temperaturbelastbarkeit und Lichtdurchlässigkeit, sowie geringe Ausdehnung



# Borsilikatglas

- Gemisch aus Siliziumdioxid und Bortrioxid mit weiteren Zusätzen
- Wichtigstes Laborglas
  - Beste Resistenz gegenüber Chemikalien
  - Einfache Reinigung
  - Temperaturbeständig



Borsilikatglas	
Zusammensetzung in %	
SiO <sub>2</sub>	80,60
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,40
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,030
ZrO <sub>2</sub>	0,055
TiO <sub>2</sub>	0,035
Na <sub>2</sub> O	3,550
K <sub>2</sub> O	0,530
CaO	0,035
MgO	0,010
F	0,001
Cl	0,065

# Natron - Kalk - Glas

- Übliches Gebrauchsglas
  - Fenster
  - Flaschen
  - Spiegelglas usw.
- Siliciumdioxid mit Zusatz von Netzwerkwandlern wie Natriumoxid und Calciumoxid
- Hohe Wärmedehnung, deswegen im Labor eher ungeeignet





# Quellen

- <http://www.schott.de>
- Glas in der Chemie, K.H. Liedel
- Anorganische Chemie, Erwin Riedel
- <http://www.nonmet.mat.ethz.ch>
- <http://www.uni-bayreuth.de>
- <http://www.wikipedia.de>