



Vorlesung zum Lehramtsgrundpraktikum

Dr. Magdalena Rusan

Kapitel 1

Wasser

20.10.2023



Informationen

Chemisches Grundpraktikum für Lehramtsstudierende

Das Grundpraktikum (auch LAAC1 oder auch quantitativer Teil) für Lehramtsstudierende besteht aus:

Begleitvorlesung während des Wintersemesters

praktischer Teil (Praktikum) in den Wintersemesterferien

Teil Anorganische Chemie (Rusan)

Teil Physikalische Chemie (?)

Klausurtermine zur Vorlesung:

Klausur: 22.02.2024 von 13:00 bis 15:00 Uhr im Liebig- und Buchner-Hörsaal

Wiederholungsklausur: 28.03.2024 von 13:00 bis 15:00 Uhr im Liebig-Hörsaal

Anmeldung zur Klausur und Wiederholungsklausur:

<https://www.cup.lmu.de/de/studiengaenge/lehramtstudium-chemie/klausuren/>



Informationen

Praktikum

- Das Grundpraktikum für Lehramtsstudierende wird als 3- wöchiges, ganztägiges Blockpraktikum vom 04.03.2024 bis 22.03.2024 (Mo.-Fr. 09:00-17:00) in den Praktikumsräumen von Haus D durchgeführt.
- Eine **Vorbesprechung/Einführung inkl. Sicherheitseinweisung zum Praktikum** findet am ersten Praktikumstag statt. Hier erfolgt auch die Kurseinteilung zum Praktikum! **Die Teilnahme daran ist verpflichtend!**
- Nach dem Abschicken der Registrierung erscheint eine **Bestätigungsseite** Ihrer Anmeldung. **Diese ist auszudrucken und bei der Vorbesprechung vorzulegen! Ohne Bestätigung kein Platz!**
Es werden sonst keine weiteren Bestätigungen etc. telefonisch oder per Email gegeben!!!!
Mit der Anmeldung entsteht kein Anspruch auf einen Praktikumsplatz!

Anmeldung zum Praktikum ist notwendig! Anmeldung über das LSF



Informationen

Praktikum

Voraussetzungen:

Eine der beiden folgenden Zulassungsvoraussetzungen muss am Termin der Vorbesprechung erfüllt sein, um das Praktikum antreten zu können:

- bestandene Klausur zur Anorganische Chemie 1 (Experimentalvorlesung), T1AA, **oder**
- bestandene Klausur zur "Begleitvorlesung zum Chemischen Grundpraktikum" (T1LA)

Praktikum

Informationen

- Bei weiteren Fragen zum Praktikum wenden Sie sich bitte an Dr. Magdalena Rusan:

march@cup.uni-muenchen.de

Büro D1.055

Vorlesung zum Teil Anorganische Chemie:

- Vorlesungsfolien: <https://www.cup.lmu.de/ac/rusan/teaching/vorlesung-zum-laac1-praktikum/>

Videos und Fotos (Experimente, Tutorials etc.) auf Instagram: Chemistry_Tiger

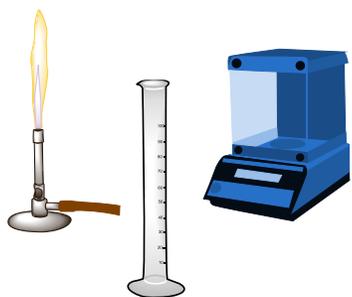
Vorlesung zum Teil Physikalische Chemie: ?

- **24.11.2023** findet **keine Vorlesung im Hörsaal** statt. Die Vorlesung wird aufgezeichnet und als Video zum Selbststudium online gestellt.

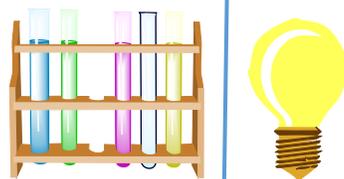
Praktikumsinhalt



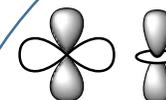
Themengebiete



Grundlegende Labortechniken
und sicheres Arbeiten



Physikalisch-chemische
Grundlagen: Reaktionskinetik,
Farbe



Grundlegende „anorganische“
Reaktionstypen **in Wasser**:
Säure-Base-Chemie, Redox-Chemie,
Koordinationschemie, Festkörper
und Lösung

Vorlesungsinhalt

Inhalt der Vorlesung – Anorganischer Teil

- Wasser
- Chemisches Gleichgewicht und wässrige Lösungen
- Löslichkeitsprodukt
- Säure-Base Chemie (pH-Werte, Titrationen, Puffer)
- Redoxreaktionen
- Elektrochemie
- Komplexchemie

Wasser – H₂O

Wasservorkommen

- ¾ der Erde ist mit Wasser bedeckt: das sind 1.65 Trilliarden Liter

Meere	83,51 %
Nicht förderbares Grundwasser (zu tief)	15,45 %
Polareis	1,007 %
Flüsse	0,015 %
Förderbares Grundwasser	0,015 %
Atmosphäre	0,0008 %



Wasservorkommen der Erde

Erde zu 71% von Wasser bedeckt, davon:

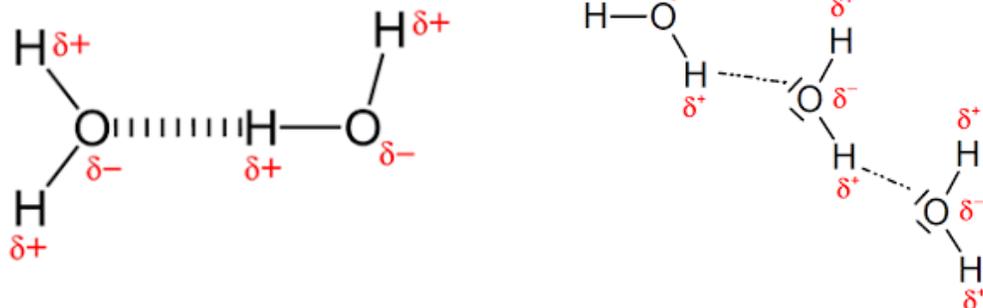
Weltmeere (Salzwasser)	97,39	%
Süßwasser	2,61	%
Polareis, Gletscher	2,01	%
Grundwasser, Bodenfeuchte	0,58	%
Wasser in Seen und Flüssen	0,02	%
Atmosphäre	0,001	%
Organismen	0,001	%
Süßwasser gesamt	2,61	%

Süßwasser		
Polareis, Gletscher, Schnee	68,7	%
(davon Antarktis)	61,7	%
Bodeneis	0,86	%
Grundwasser	30,1	%
(davon bis 100m Tiefe)	2,6	%
Bodenfeuchte	0,05	%
Süßwasserseen	0,26	%
Moore, Sümpfe	0,03	%
Flüsse	0,0006	%
Organismen	0,003	%
Atmosphäre	0,04	%

Wasser – H₂O

Besonderheiten

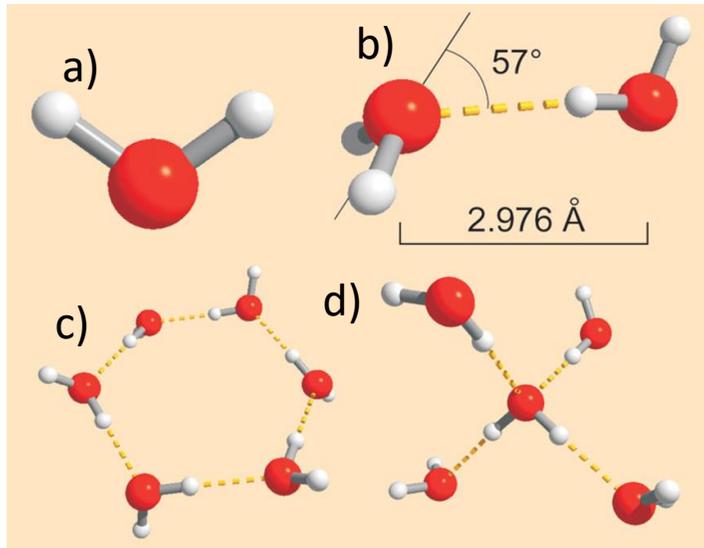
- H₂O kommt auf der Erde in allen drei Aggregatzuständen vor – fest (Eis), flüssig (Wasser) und gasförmig (Wasserdampf)
- Schmelzpunkt 0 °C , Siedepunkt 100 °C, Bindungswinkel von 104.4°
- H₂O ist ein Dipolmolekül und besitzt starke polare Bindungen: Dipolmoment von 1.85 D
- Wasserstoffbrückenbindungen treten auf



elektrostatische Anziehung
zwischen H-Atom und O-Atom
des Nachbarmoleküls

Wasser – H₂O

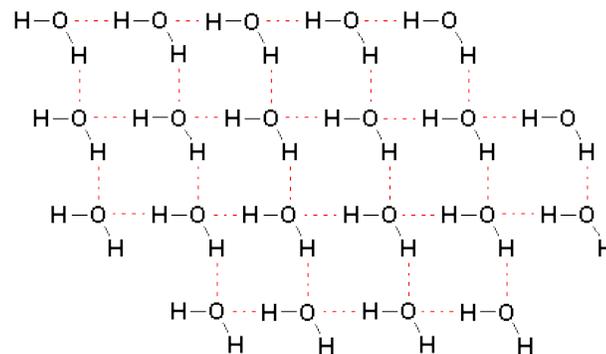
Wasserstoffbrückenbindungen



Die Struktur a) eines einzelnen Wassermoleküls und b) eines über eine Wasserstoffbrücke verbundenen Dimers. c) Ringförmiger Wassercluster und d) tetraedrische Struktur eines von vier Nachbarn umgebenen Zentralmoleküls.

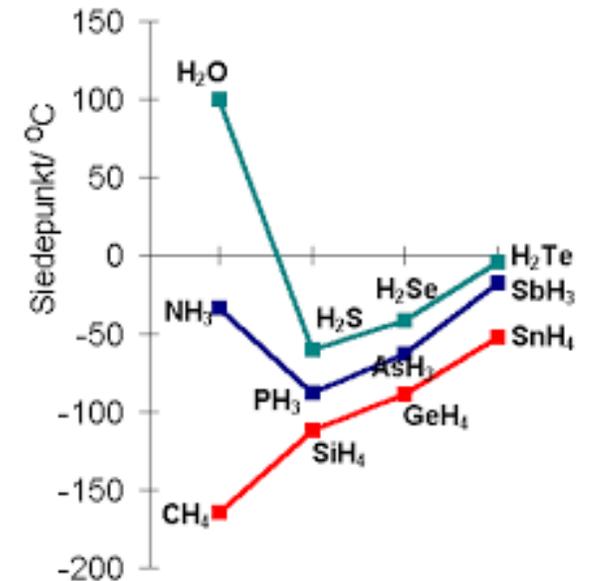
Flüssiges H₂O:

- Zufallsnetzwerk von H-Brücken
- H-Brückennetzwerk nicht statisch, es fluktuiert
- Lebensdauer einer H-Brückenbindung im Bereich von nur 10⁻¹²s



<https://www.uni-ulm.de>

→ Wasser hat hohen Siedepunkt



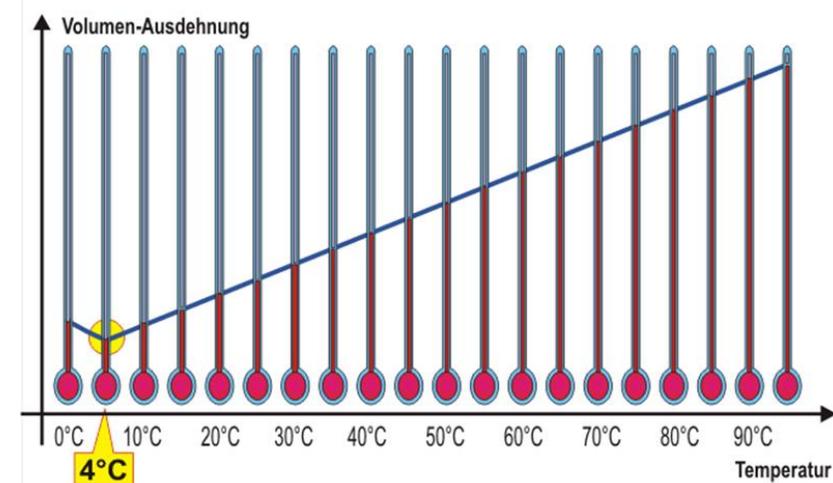
http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/11/aac/vorlesung/kap_4/vlu/wechselw.vlu/Page/vsc/de/ch/11/aac/vorlesung/kap_4/kap4_4/kap44_5/kap445_3.vscml.html

Wasser – H₂O

Anomalien

- Dichte abhängig von der Temperatur: je größer die Temperatur, desto stärker bewegen sich die Teilchen
- Normalfall: Feststoffe haben höhere Dichte als Flüssigkeiten und Gase
→ Bei steigender Temperatur nimmt Dichte bei Flüssigkeiten ab
- Gase haben die niedrigste Dichte
- Besonderheit des Wassers: Feststoff Eis schwimmt auf Wasser: hat also eine geringere Dichte
- Wasser hat größte Dichte bei Normaldruck bei 4°C : Dichteanomalie
→ Grund: Anordnung der Wassermoleküle: festes weiträumiges Molekülgitter

Die Grafik zeigt das anomale Ausdehnungsverhalten bei Wasser.



<http://www.chemie-macht-spss.de/2003-phaenomen-wasser-02.html>

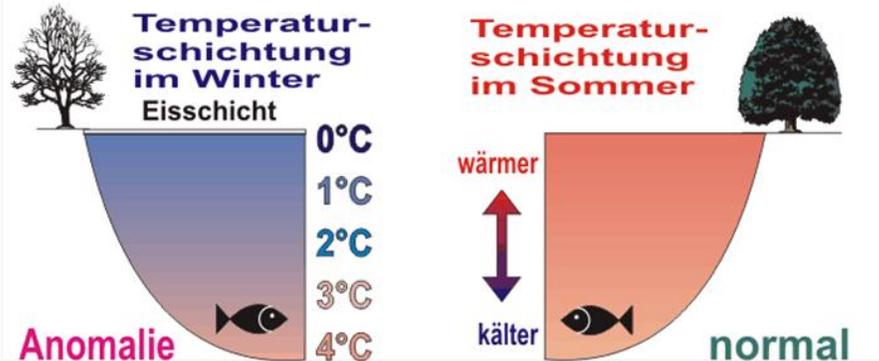
Wasser – H₂O



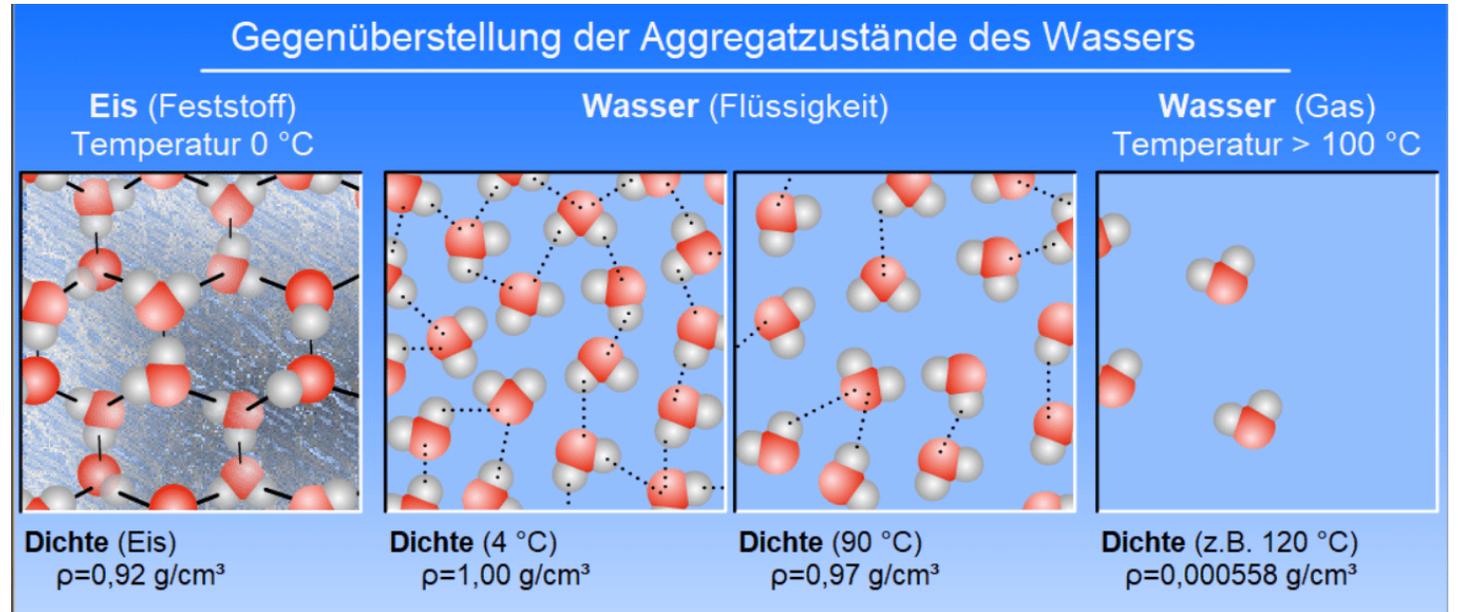
Anomalie: Wasser hat bei +4°C seine größte Dichte. Von 0°C bis 4°C zieht es sich bei Erwärmung zusammen. Erst oberhalb 4°C dehnt es sich aus.

Bedeutung der Anomalie in der Natur:

Die Temperaturschichtung eines entsprechend tiefen Sees ist im Winter so, dass die Fische in "Winterstarre" überleben können.



<http://www.chemie-macht-spass.de/2003-phaenomen-wasser-02.html>



<https://www.chemie-interaktiv.net/flashfilme.html>

Grund: Wasserstoffbrückenbindungen → nicht der einzige Grund
Zwischen den H₂O-Molekülen wirken auch Van der Waals-Kräfte
→ sind ebenfalls entscheidend für Geometrie und Flexibilität der H-Brücken

Wasser – H₂O

Dichteanomalie

Dichte von Eis bei 0 °C beträgt 0.92 g/cm³

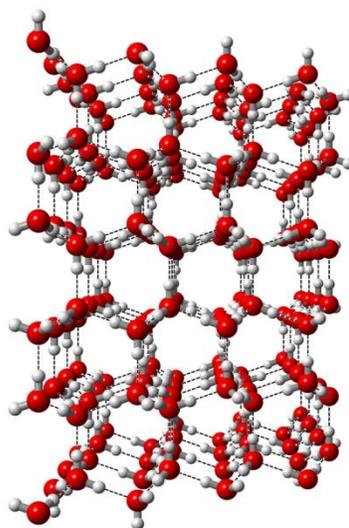
→ beim Schmelzen bricht Gitterordnung zusammen

→ H₂O-Moleküle können sich dichter zusammenlagern

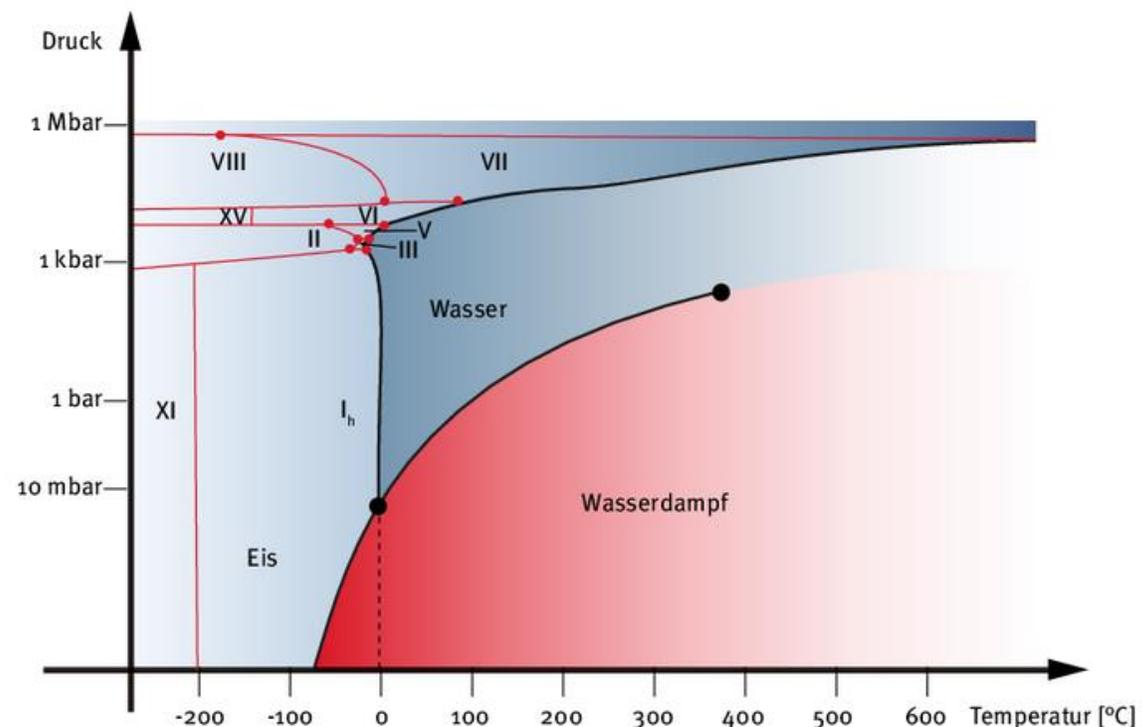
→ Dichtemaximum von Wasser bei 4 °C und beträgt
1.00 g/cm³

Verschiedene Modifikationen von Eis:

bisher sind 17 kristalline und
5 amorphe bekannt



Hexagonales
Eis



CC by-nc-nd | www.weltderphysik.de

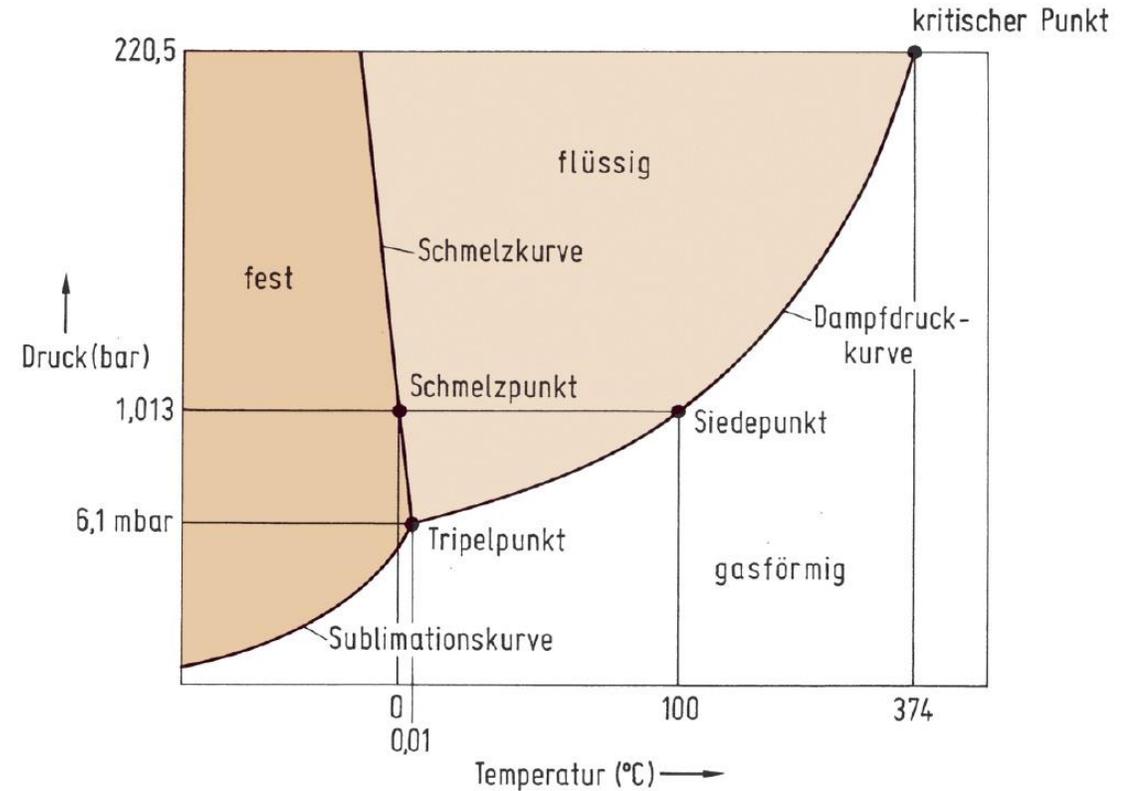
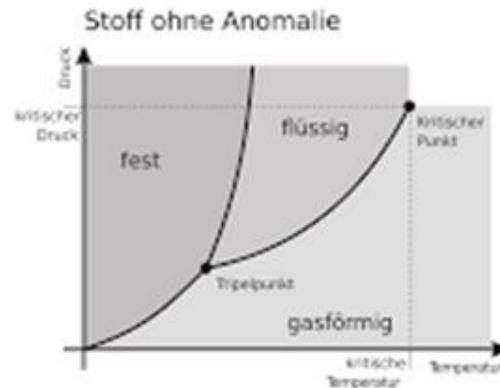
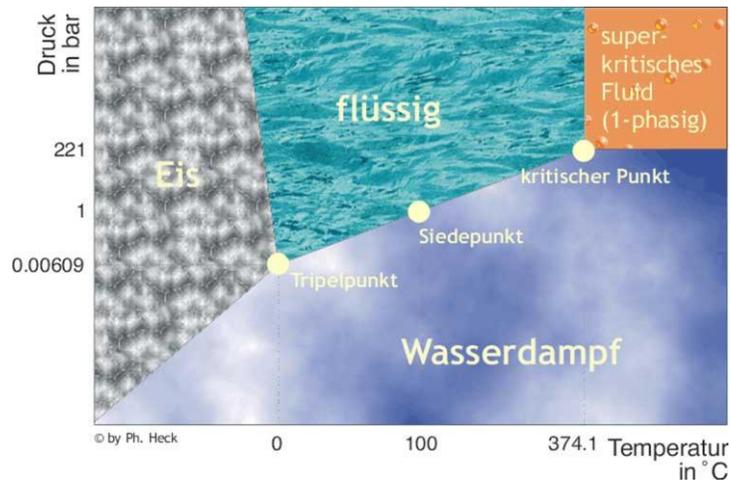
Wasser – H₂O



Druckanomalie

- Aggregatzustand hängt von Druck und Temperatur ab
- Am Tripelpunkt können alle drei Aggregatzustände gleichzeitig existieren

Anomalien



© 2007 Walter de Gruyter, Riedel/Janiak: Anorganische Chemie.

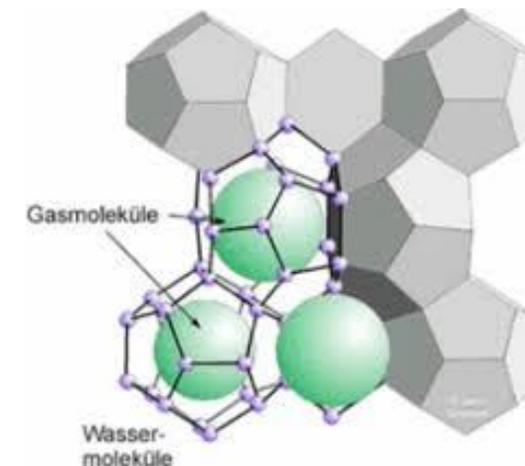
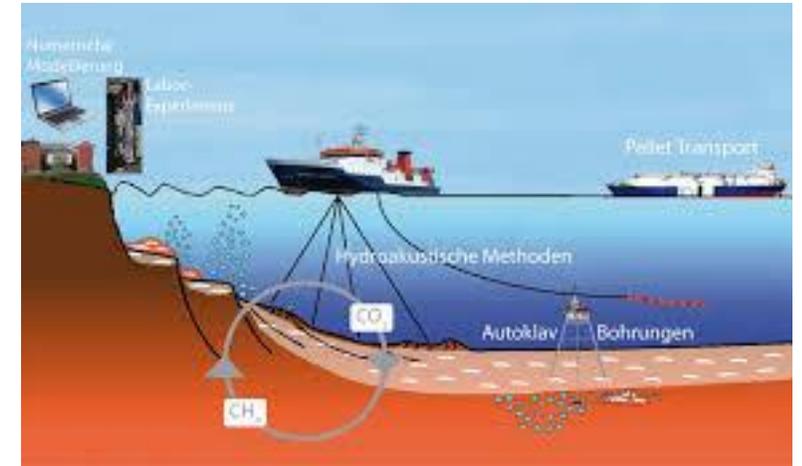
Wasser – H₂O

Weitere Eigenschaften

- sehr beständige Verbindung: bei 2000 °C nur 2% der H₂O-Moleküle in H₂- und O₂-Moleküle thermisch gespalten
- Wasservorkommen der Erde
- sehr hohe Wärmekapazität
- Leitfähigkeit
- Gashydrate: bei hohem Druck und niedriger Temperatur bilden Wasser und Gas eine eisähnliche Verbindung z.B. Methanhydrat

Methanhydrat:
brennendes Eis

→ nicht-stöchiometrische Verbindungen, in denen die Wassermoleküle (Strukturmoleküle) Käfigstrukturen aufbauen, und Gasmoleküle (als Gastmoleküle) einschließen: Clathrate



Pentagondodekaeder



Wasser als Lösungsmittel

Chemie im wässrigen Milieu

- Aus dem Alltag bekannt: Auflösen von Zucker, Salz, Tabletten, Herstellung von „Sodawasser“
- Ist das jetzt „physikalisch“ oder „chemisch“?

→ sehr oft ist der Lösungsvorgang mit einer chemischen Reaktion verbunden

weil: Wasser besitzt folgende Eigenschaften:

→ Autoprotolyse des Wassers

→ Wasser als Säure

Autoprotolyse des Wassers $\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^-$

Bei dieser Autoprotolyse wird ein Proton von einem Wassermolekül auf ein anderes übertragen. Damit erfüllt Wasser die Definition einer Brønsted-Säure.