

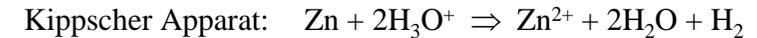
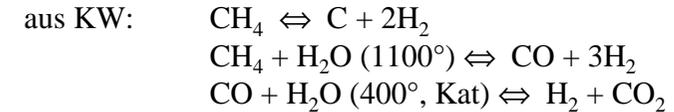
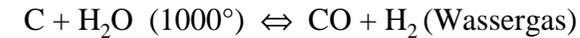
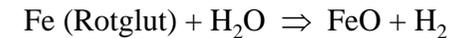
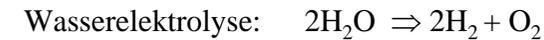
Wasserstoff

Vorkommen:

- a) H₂: in unterer Erdatmosphäre nur Spuren
(5x10⁻⁵ Vol-%)
in oberer Atmosphäre (>200 km):
fast nur H₂ (aber wenig)
- b) gebunden: in Erdkruste jedes 6. Atom
- c) im Universum: häufigstes Element
Sonne 80% H (⇒ He)
[Urknall: nach 10s: p,n,e
nach 8min: 25% der Masse ⇒ ⁴He]
H+He: 99.9% der Atome, 99% der Masse

Wasserstoff

Darstellung:



im Labor: aus Stahlflaschen (rot, Gas, 200atm)

Wasserstoff

Eigenschaften:

farb-, geruch-, geschmacklos, 3 Isotope: H, D, T

wenig wasserlöslich (20ml/l bei 20°)

K_p = 20.4 K (H₂) ... 25.0 K (T₂); krit. Temp: 33K

hohe Diffusion

hohe Wärmeleitfähigkeit:

bei 20°C: H₂ 6336 km/h, O₂ 1584 km/h
(gleiche Energie!)

Protonenspin = ½: Ortho- (↑↑), Para- (↓↑) H₂:

0 K: 100% Para, >200K: 75% Ortho

Umwandlung dauert bei Abwesenheit von
Kat. Jahre, durch Aktivkohle: Minuten

Wasserstoff

Chemische Eigenschaften:

Sehr starke Bindung im H₂ - Molekül:

Homolytische Spaltung:



0.08% diss. bei 2000°C, 62% diss. bei 4000°C

Heterolytische Spaltung:



H₂ extrem schwache Säure, H⁻ sehr starke Base:
kann selbst NH₃ oder CH₄ Protonen entziehen!

Brennbarkeit:

bei RT: sehr langsam,

durch fein verteiltes Pd, Pt rasch (auch Explosion)

Knallgasexplosion – Knallgasprobe

Autogenes Schweißen: bis 2000°C (z.B. Pt: Fp 1772°C)

Wasserstoff

Verbindungen:

mit allen Elementen außer mit den Edelgasen

Verbindungen EH_n : LiH , BeH_2 , $(\text{BH}_3)_2$, CH_4 , NH_3 , H_2O , HF

a) salzartige H-V.: Alkali-, und Erdalkalihydride (Ausnahme BeH_2 : kovalent)

b) metallartige H-V.: Übergangmetallhydride:
Metallstrukturen in welche H_2 eingelagert ist (Oktaeder-, Tetraederlücken: Einlagerungsverbindungen)

c) kovalente H-V.: z. B. CH_4 , NH_3 , H_2O , B_2H_6
Besprechung bei den jeweiligen Elementen

Wasserstoff

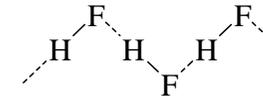
H-Brückenbindungen:

Siedepunkte, Schmelzpunkte einfacher Verbindungen:
Holleman, 288

linear – gewinkelt – gegabelt

HF_2^- , HCl_2^- : linear

HF : unsym. Zickzackkette:
 $\text{F}-\text{F}$ 2.49Å, $\text{F}-\text{F}-\text{F}$ 120°



$\text{F}-\text{H}-\text{F}^-$ (KHF_2): linear, symmetrisch, $\text{F}-\text{F}$ 2.26Å

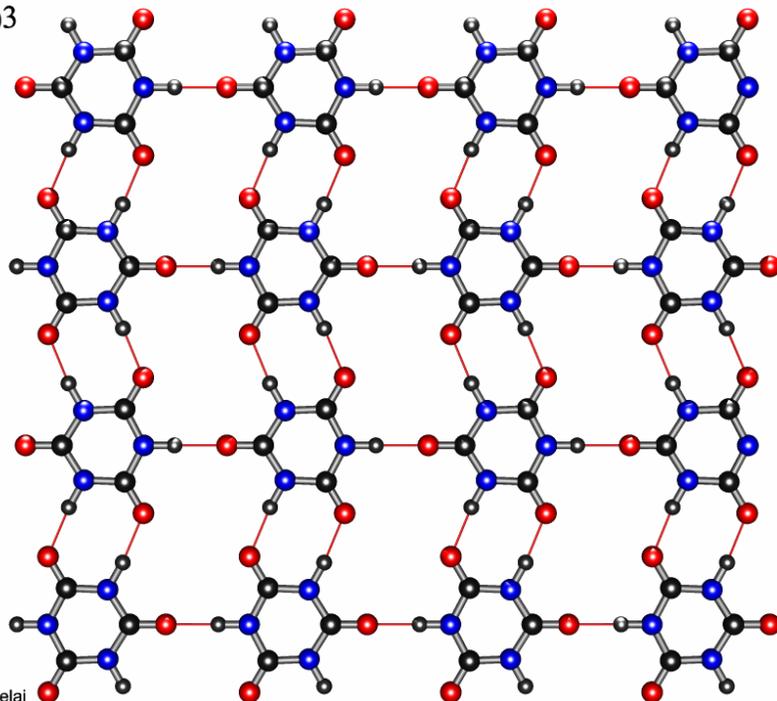
H_2O , NH_3 : Verhältnis Donor – Akzeptor sehr wichtig!

H_2O :	2	2
------------------------	---	---

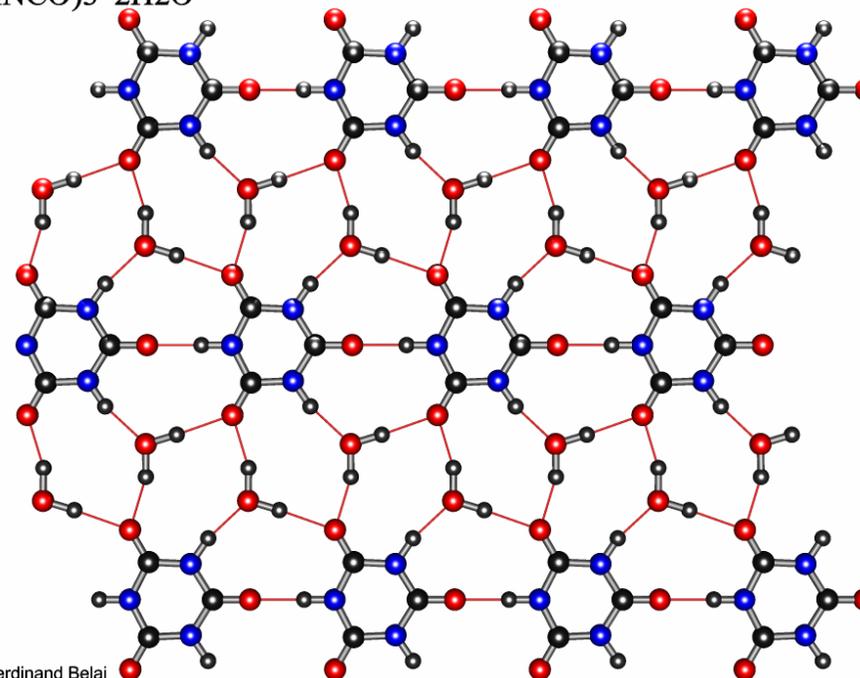
NH_3 :	3	1
-----------------	---	---

z. B. Cyanursäure:	3	3
--------------------	---	---

(HNCO)₃



(HNCO)₃*2H₂O



H-Brückenbindungen:

Dreizentren – Vierelektronen – Bindung: $A-H \cdots |B$

Stärke: $H_3O^+ \cdots OH_2 > HOH \cdots F^- > HOH \cdots Cl^- \approx NH \cdots O >$
 $> HOH \cdots OH_2 > NH \cdots N > SH \cdots S$

wichtig für:

Proteine: Tertiärstruktur

Nucleinsäuren: Basenpaarung AT (2 H-Br.), CG (3 H-Br.)

Assoziationsverhalten der Moleküle in Flüssigkeiten

⇒ Siedepunkte

Packung im Kristall

⇒ Schmelzpunkte

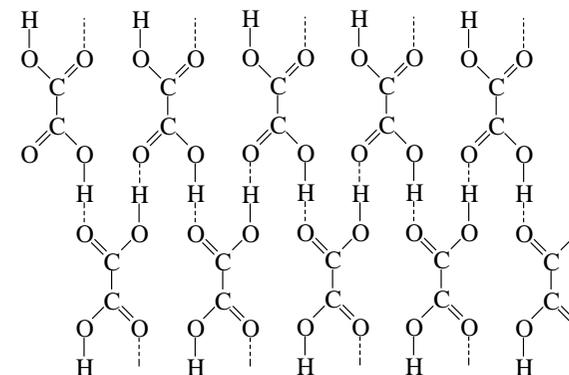
Ferro-, Piezoelektrizität

Spaltbarkeit

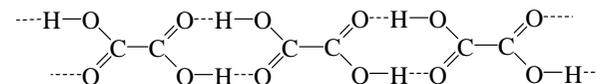
z.B.: α -Oxalsäure — β -Oxalsäure $(COOH)_2$

H-Brückenbindungen:

α -Oxalsäure:



β -Oxalsäure:



Wasserstoff

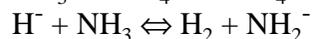
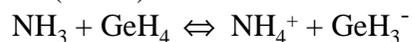
Reaktionen:

Säure-Base-Reaktionen:

Säurestärke: ⇒ Zunahme, ↓ Zunahme

(EN) (Bindungsstärkenabnahme)

Deprotonierung durch (starke) Basen:



Hydride als Basen, wenn freie Elektronenpaare vorhanden sind:



pK-Werte: H_2O : 15.7, NH_3 : 27.7, HF : 10.7

Wasserstoff

pK_a von Oxosäuren (Pauling):

1) $K_1 : K_2 : K_3 = 1 : 10^{-5} : 10^{-10}$

(z.B.: H_3PO_4 : pK_a = 2,15 ; 7,20 ; 12,37)

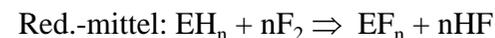
2) für $XO_m(OH)_n$: $K_1 \approx 10^{-9}$ für $m = 0$ [$Br(OH)$, $B(OH)_3$]

$K_1 \approx 10^{-2}$ für $m = 1$ [$NO(OH)$, $SO(OH)_2$]

$K_1 \approx 10^3$ für $m = 2$ [$NO_2(OH)$, $SO_2(OH)_2$]

$K_1 \approx 10^8$ für $m = 3$ [$ClO_3(OH)$]

Redox-Reaktionen:



besonders stark sind salzartige Hydride:

