

① Physik der Atome

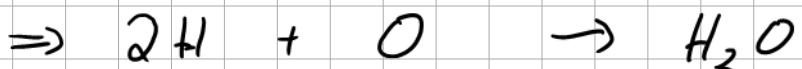
1.1 (Indirekte) Beobachtung von Atomen

1) Chemie

a) Dalton (1803): konstante Massenverhältnisse

BSP 1: 11,1 g Wasserstoff (Gas) + 88,9 g Sauerstoff (Gas)

→ 100g Wasser



$$\frac{m(\text{H})}{m(\text{O})} = \frac{1}{16}$$

BSP 2: Stickoxide = Stickstoff N

+ Sauerstoff O

NO Stickstoffmonoxid $m(\text{O})/m(\text{N}) = \frac{8}{14}$

NO_2 Stickstoffdioxid $\frac{16}{14}$

N_2O "Lachgas" $\frac{4}{14}$

N_2O_3 $\frac{12}{14}$

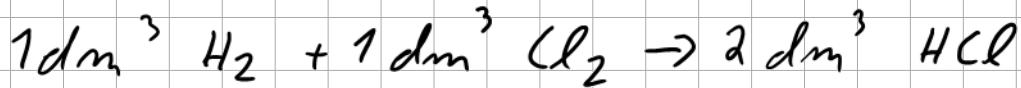
N_2O_4 $\frac{16}{14}$

N_2O_5 $\frac{20}{14}$

⇒ chem. Elemente bestehen aus kleinsten Teilchen, die chemisch nicht weiter zerlegt werden können.

b) Gay-Lussac
Avogadro (1811)

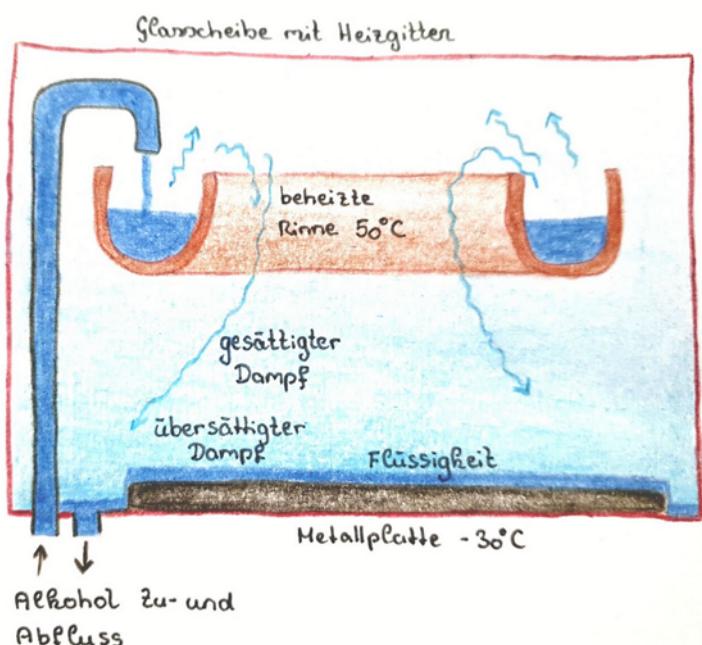
Konstante
Volumenverhältnisse



⇒ Molekül: kleinster Teilchen eines Stoffs/Gas,
da noch die chem. Eigenschaften
dieses Stoffs hat

Ein Molekül besteht aus zwei oder mehr
chem. gebundenen Atomen

2) Nebelkammer (Wilson 1911)

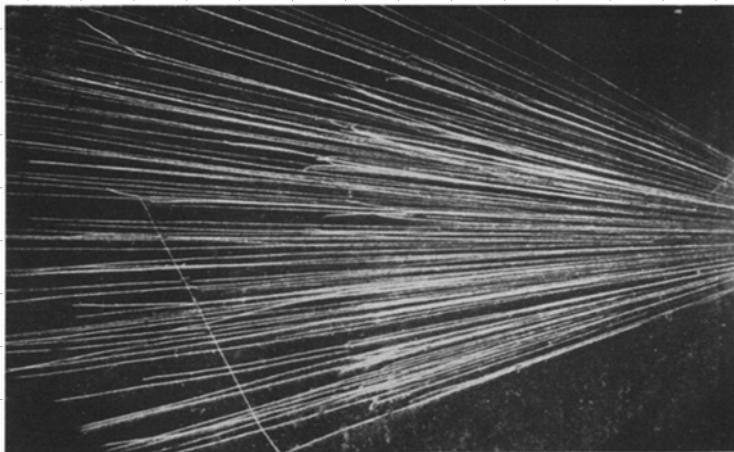


1) Schnelles Atom stoppt
gegen Molekül im Dampf



und ionisiert dieses

2) Ion zieht andere Moleküle
an \Rightarrow Bildung von Wasser-
tropfen

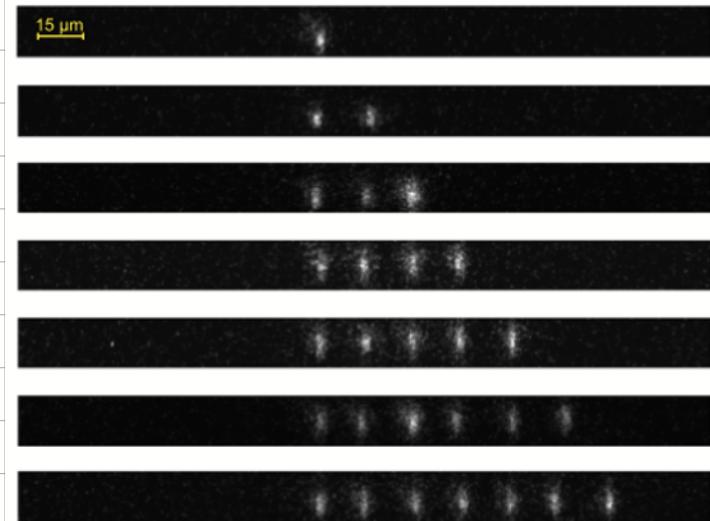


© Blackett und Lees 1932

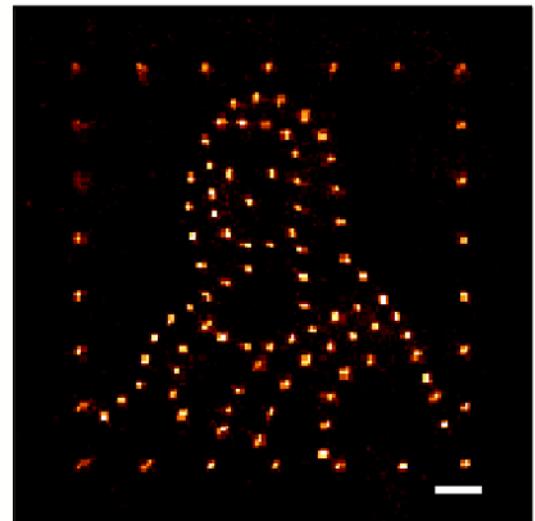
radioaktiv

Quelle : α -Teilchen = He^{2+}

3) optische Abbildung / Fluoreszenz

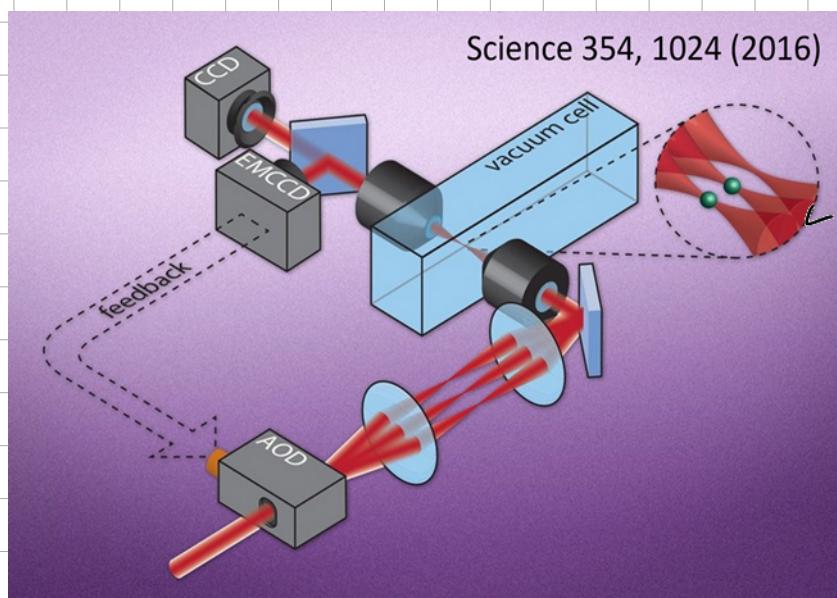


© AG Meschede, Uni Bonn, 2006



© Lahaye et al., Palaiseau, 2020

Einzelne Atome gefangen im optischen Fallen / Pinzette
 \equiv Intensitätsmaxima von Laserstrahlam



Ashkin,
Physik Nobelpreis 2018

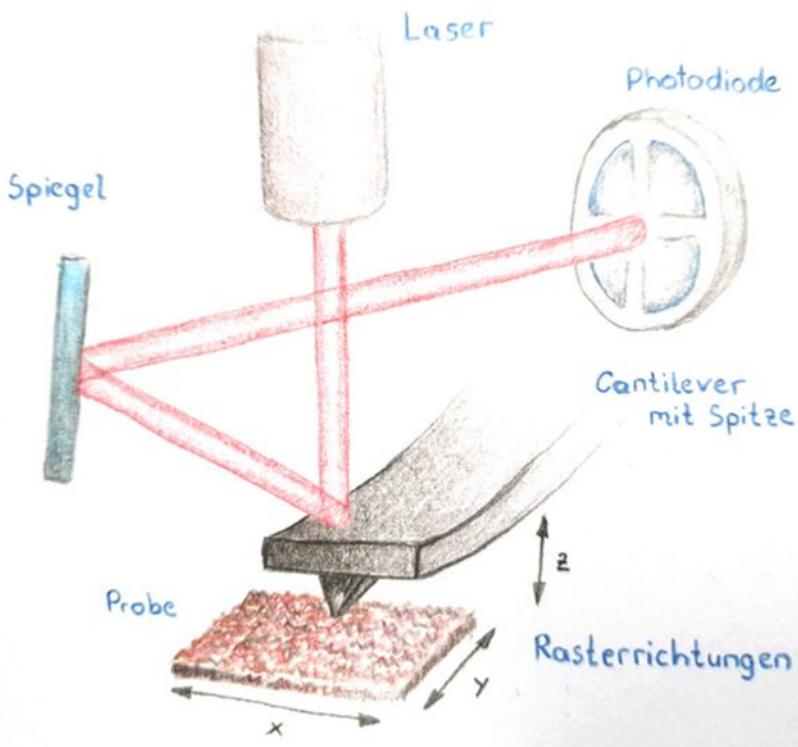
Auf den Bildern zu sehen:

von den Atomen gestreutes Licht auf eine Kamera
 (Atom-Licht-Wechselwirkung später in
 der Vorlesung)

Beachte: optisches Beugungsleit
 => Beobachtete Größe der Lichtquelle
 $\sim \frac{\lambda}{2} \approx 500 \text{ nm}$

4) Mikroskopie mit atomarer Auflösung

BSP: AFM = atomic force microscope

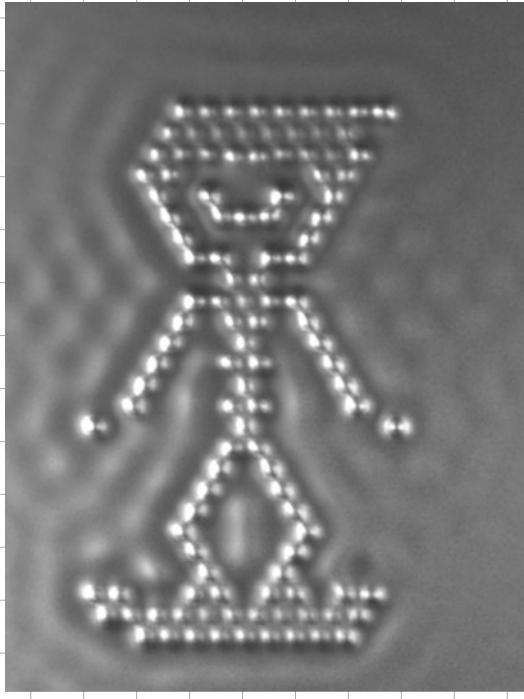


- Abstand
 Spitze-Probe < 1 nm
- Probe verfährt nur im 2d
 \Rightarrow Positionsauflösung
 $\sim 0,2 \text{ nm}$

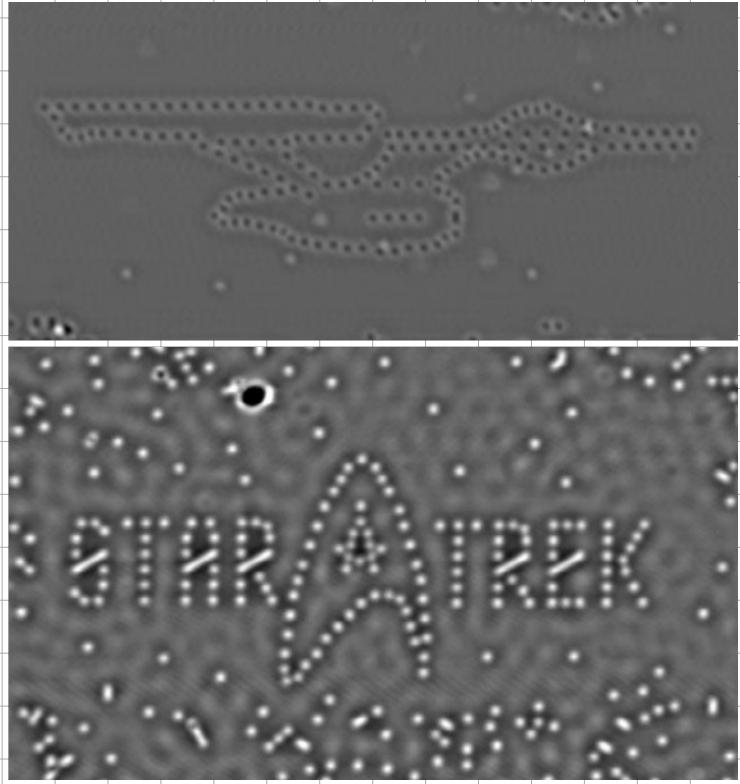
Auslenkung $d < 1 \text{ nm}$ der Spitze wird übersetzt
 in Auslenkung eines Laserstrahls

$$D \sim d \cdot L$$

\uparrow Weglänge zum
Detector



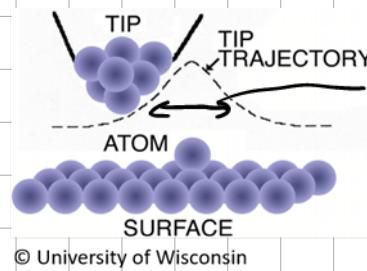
© IBM



Was sieht man? Größe der Auslenkung an jedem Rasterpunkt

Woher kommt die Auslenkung?

→ elektrostatische WW zwischen Oberfläche und Spitzer



"größer als das Atom"

Wie bewegt / positioniert man einzelne Atome?

- Einzelne Atome (Xenon) aus Gas pfeifen an Oberfläche eines "perfekten" Kristalls (Nicol)
- Verschieben Atom für Atom durch WW mit der AFM-Spitze