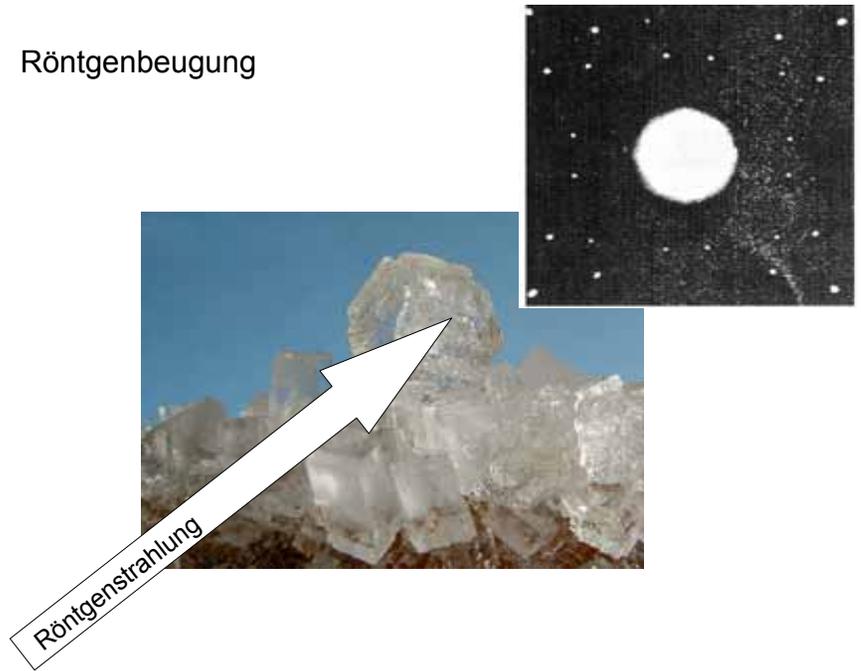
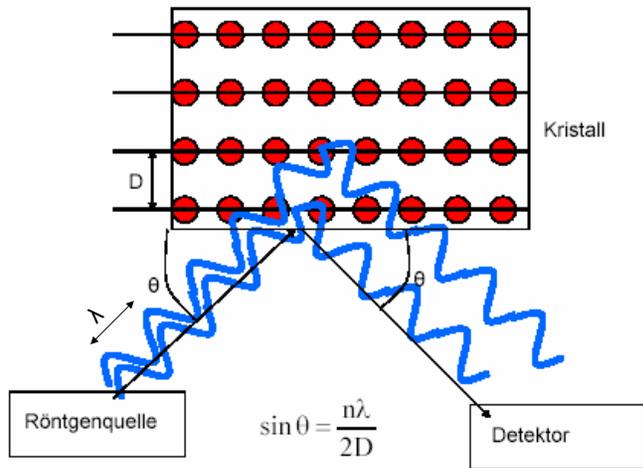


Röntgenbeugung



Röntgenbeugung



Abbilden von Oberflächen mit atomarer Auflösung

Direkte Abbildung, „Sehen“, mit sichtbarem Licht unmöglich

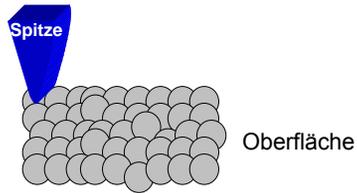
Ausweg: Ertasten mit sehr feiner Spitze Rastersondenmikroskopie

Rasterkraftmikroskopie (AFM) atomic force microscopy

Rastertunnelmikroskopie (STM) scanning tunneling microscopy

Die Idee:

- 1) man bewegt die Spitze knapp über eine Oberfläche
- 2) man misst die Kraft (Strom) zwischen Spitze und Oberfläche
- 3) man erhält so Punkt für Punkt den Abstand zwischen Spitze und Oberfläche (Höhenlinien)
- 4) Bildgebung – analog Höhenlinien auf topographischen Karten



Abbilden von Oberflächen mit atomarer Auflösung

Wie sieht so ein Gerät aus?

Rastertunnelmikroskop

Scanning Tunneling Microscope
(STM)

Rasterkraftmikroskop

Atomic Force Microscope
(AFM)



Erfinder:

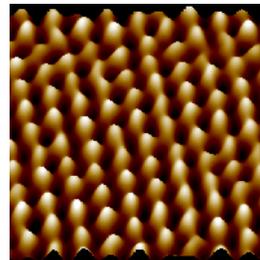
Binnig und Rohrer, IBM

Abbilden von Oberflächen mit atomarer Auflösung

Quelle: Digital Instruments

Rasterkraft-Bild einer
Glimmeroberfläche.

Man erkennt die
einzelnen Oberflächenatome.



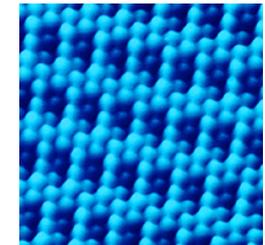
← 5 nm = 0.000005 mm →

Abbilden von Oberflächen mit atomarer Auflösung

Quelle: Digital Instruments

Rastertunnel-Bild von Sauerstoff-
Atomen, die
auf einer Rhodiumoberfläche adsorbiert
(chemisorbiert) sind.

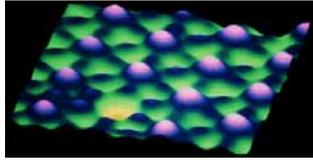
1 Monolage



← 4 nm = 0.000004 mm →

Abilden von Oberflächen mit atomarer Auflösung

Rastertunnelbild von Iod-Atomen, die auf einer Platinoberfläche adsorbiert sind.



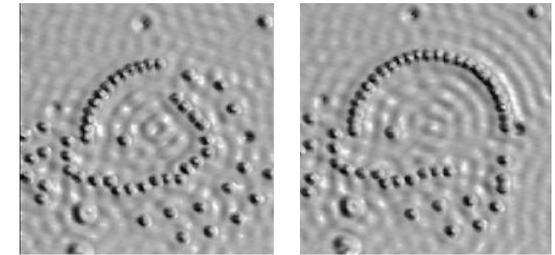
← 2.5 nm = 0.0000025 mm →

... ein Iod-Atom fehlt

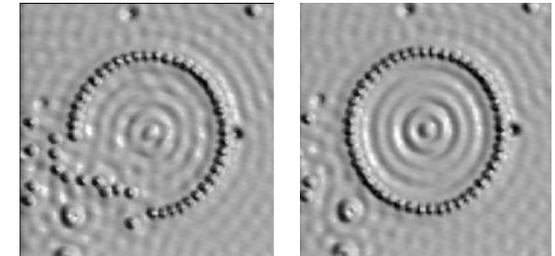
Abilden von Oberflächen mit atomarer Auflösung

Quelle: Don Eigler, IBM

Man kann Atome nicht nur "ertasten", sondern auch bewegen:



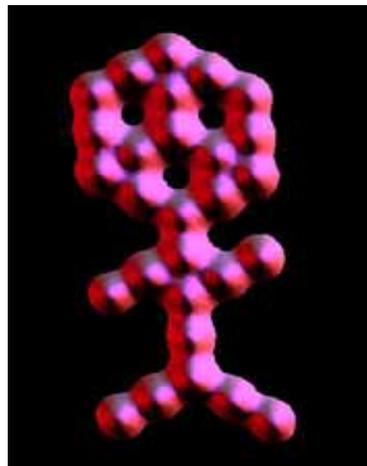
Ein Ring aus 48 Eisenatomen entsteht.



Abilden von Oberflächen mit atomarer Auflösung

Quelle: Don Eigler, IBM

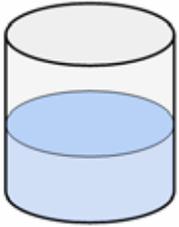
... oder ein Männchen aus einzelnen CO-Molekülen !



Thermodynamik

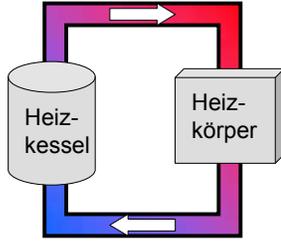
Systeme:

offenes Becherglas



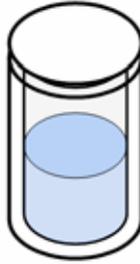
Offen:
Stoffaustausch mit Umgebung
Wärmeaustausch mit Umgebung

Wasserkreislauf einer Wohnungsheizung



Geschlossen:
kein Stoffaustausch mit Umgebung
Wärmeaustausch mit Umgebung

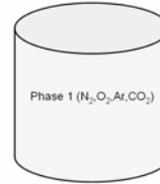
Thermoskanne (mit Deckel)



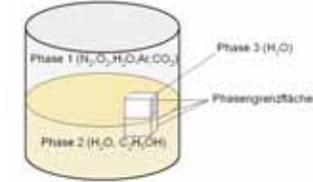
Isoliert (abgeschlossen)
kein Stoffaustausch
kein Wärmeaustausch

Phasen und Phasengrenzlinien

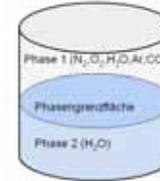
ein „Jeeres“ Glas (mit Luft gefüllt)



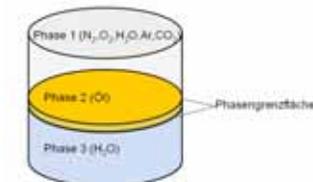
Whisky on the rocks



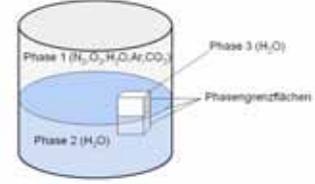
ein Glas Wasser



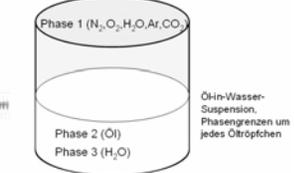
ein Glas Wasser mit Öl



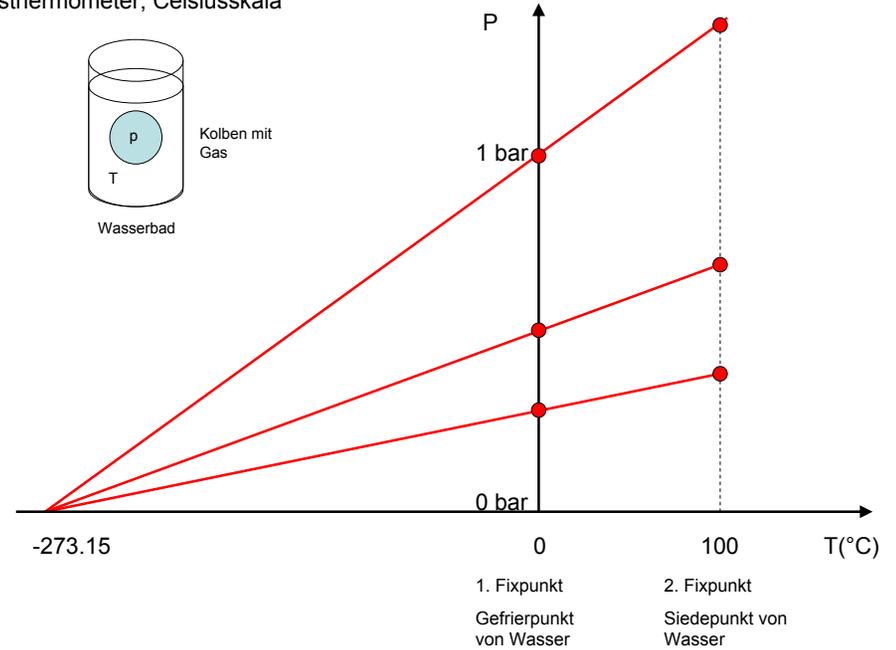
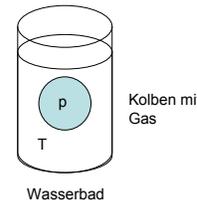
ein Glas Wasser mit einem Eiswürfel



ein Glas Milch

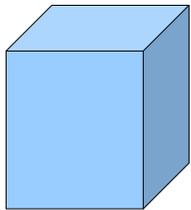


Gasthermometer, Celsiusskala



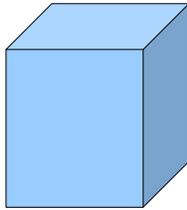
Extensive / Intensive Variablen - Beispiel: 2 Behälter mit Gas

System 1



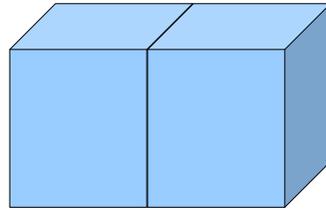
$p, V,$
 T, m

System 2



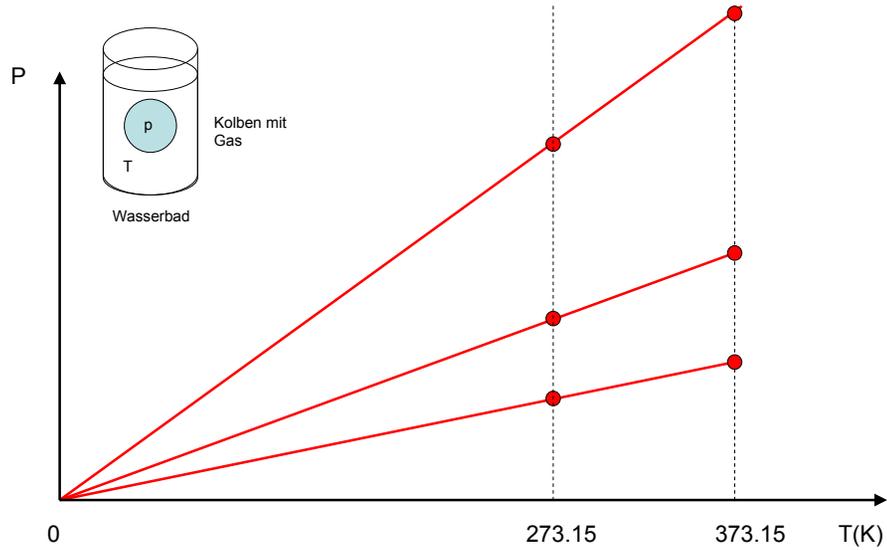
$p, V,$
 T, m

System 3



$p, 2 \times V,$
 $T, 2 \times m$

Kelvin-Skala



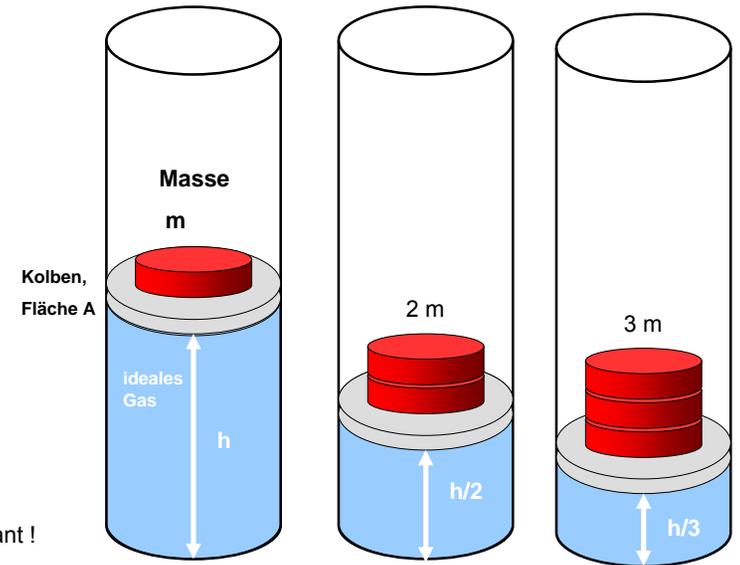
Gesetz von Boyle-Mariotte

$$F = m \cdot g$$

$$p = \frac{F}{A}$$

$$V = A \cdot h$$

Temperatur konstant !

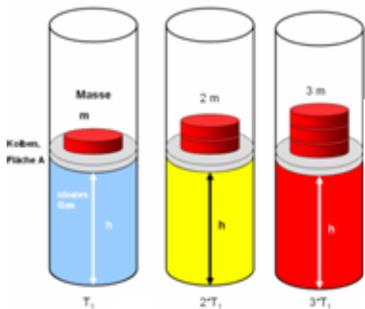


Gesetz von Gay-Lussac

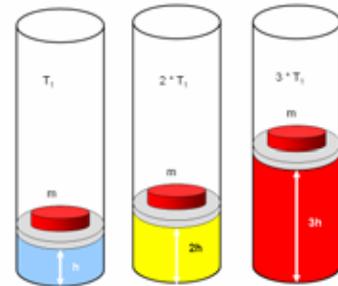
$$F = m \cdot g$$

$$p = \frac{F}{A}$$

$$V = A \cdot h$$



Volumen konstant,
Temperatur wird verändert



Druck konstant,
Temperatur wird verändert

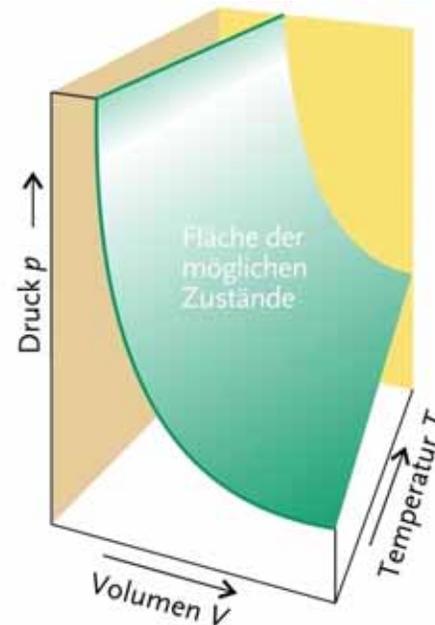


Abb. 1.7 Ausschnitt aus der p, V, T -Fläche einer gegebenen Stoffmenge eines idealen Gases. Alle Zustände, die das Gas annehmen kann, werden durch je einen Punkt auf dieser Fläche repräsentiert.

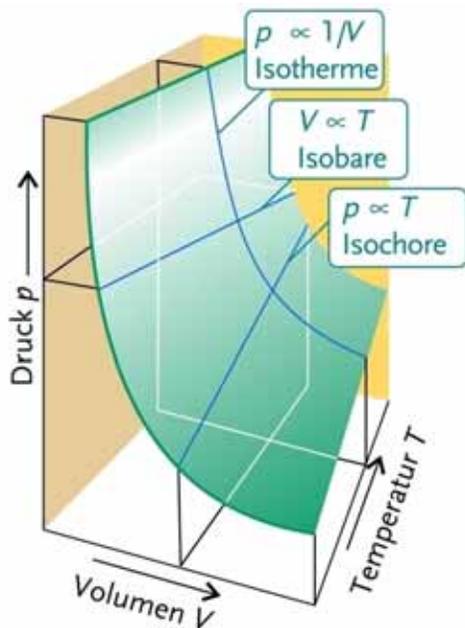


Abb. 1.8 Als Schnitte durch die in Abb. 1.7 dargestellte Fläche bei konstanter Temperatur erhält man die Isothermen aus Abb. 1.5.

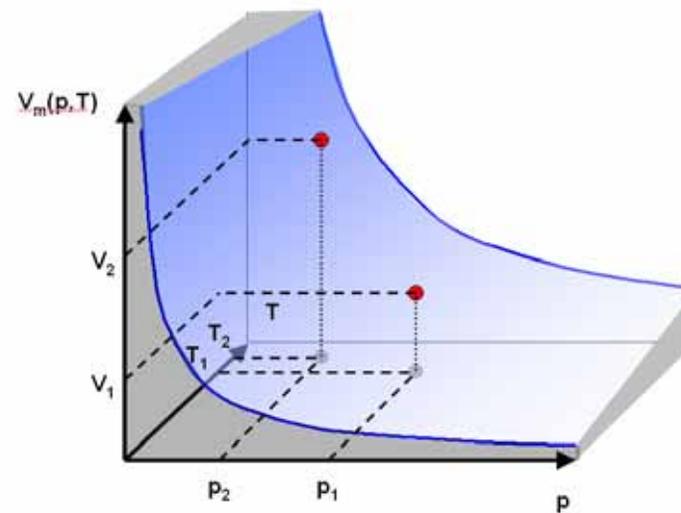
Isothermen

Abb. 1.9 Die Schnitte durch die in Abb. 1.7 dargestellte Fläche bei konstantem Druck sind Geraden (siehe Abb. 1.6).

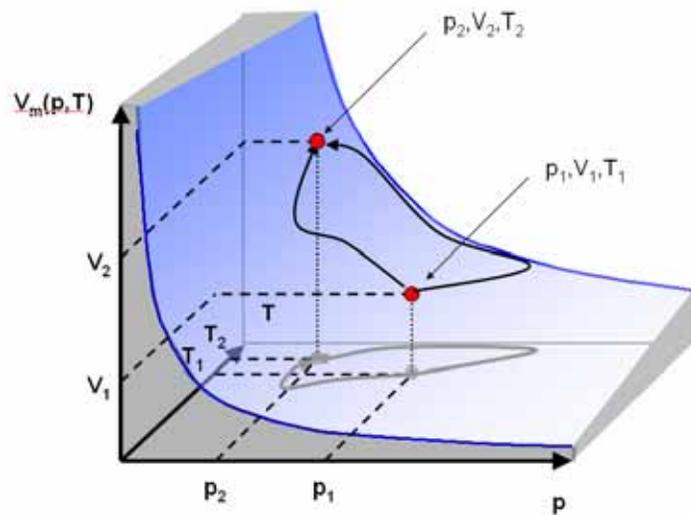
Isobaren

© 2006 Wiley-VCH, Weinheim
Atkins / Physikalische Chemie
ISBN: 3-527-31546-2 Abb-01-09

Zustandsfunktionen



Zustandsfunktionen



Zustandsfunktionen

