



**Mathematisch-Naturwissenschaftliche  
Grundlegung  
WS 2014/15  
*Chemie I***

**28.11.2014**

**Dr. Helge Klemmer**

**(vertreten durch Dr. Anna Klemmer)**



# Intention der Vorlesung

**Grundverständnis für Chemie schaffen, so dass Sie keine schwerwiegenden Fehler in Ihrem Unterricht machen**

**Grundverständnis für Chemie schaffen, so dass Sie der Tagespresse in chemischen Belangen folgen und mitreden können**

**Grundverständnis für Chemie schaffen, so dass Sie Fragen Ihrer Schüler beantworten können**

**Chemie im Unterricht ist primär Motivation (z.B. Experimente) und erst danach Formeln etc.**



# Chemie als Wissenschaft

## Teilbereiche der Chemie:

Allgemeine Chemie (Grundlagen)

Analytische Chemie

Anorganische Chemie (AC)

Biochemie (BC)

Geochemie

Kern- oder Nuklearchemie

Makromolekulare oder Polymerchemie

Organische Chemie (OC)

Physikalische Chemie (PC)

Technische Chemie (Großtechnische Prozesse etc.)

Theoretische Chemie

*etc.*



# Ablaufplan

Organisatorisches & Einleitung	Allgemeine und Anorganische Chemie Prof. Dr. U. Ruschewitz	<b>Fertig</b> 😊
Das Atom		
Das Elektron		
Das Periodensystem der Elemente		
Kovalente Bindungen		
Metallische und Ionische Bindungen		
Chemische Reaktionen		
Gasförmig – Flüssig – Fest	Physikalische Chemie Dr. H. Klemmer	<b>Die nächsten Wochen</b>
Thermodynamik I		
Thermodynamik II		
Reaktionskinetik		
Kolloidchemie		
Die Energetik von Reaktionen	Biochemie Prof. Dr. S. Waffenschmidt	<b>Zum guten Schluss</b>

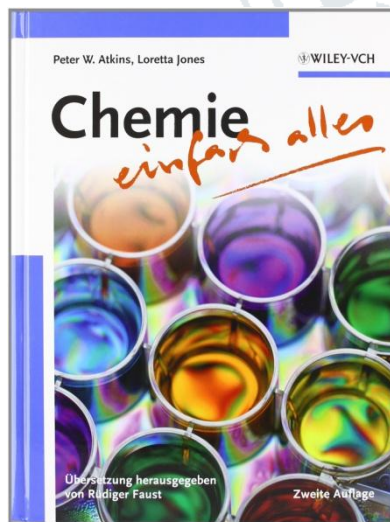


# Buchempfehlungen

**Krieg&Janiak: Chemie für Mediziner. Und Studierende anderer Life Sciences (Gruyter - de Gruyter Lehrbücher) ca. 40€**

**Schmuck, Engels, Schirmeister&Fink: Chemie für Mediziner - Die kompakte, praxisorientierte Einführung (Pearson Studium - Medizin) ca. 50€**

**Atkins&Jones: Chemie - einfach alles ca. 70€**



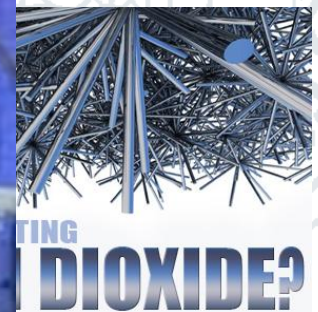
← **Mein Tip!**

# Chemie ist allgegenwärtig

**Chemische Industrie: 180 Mrd.€ Jahresumsatz in Deutschland  
462000 Angestellte in Deutschland**

**Fast jeder non-food Artikel wird wenigstens anteilig durch die chemische Industrie produziert!**

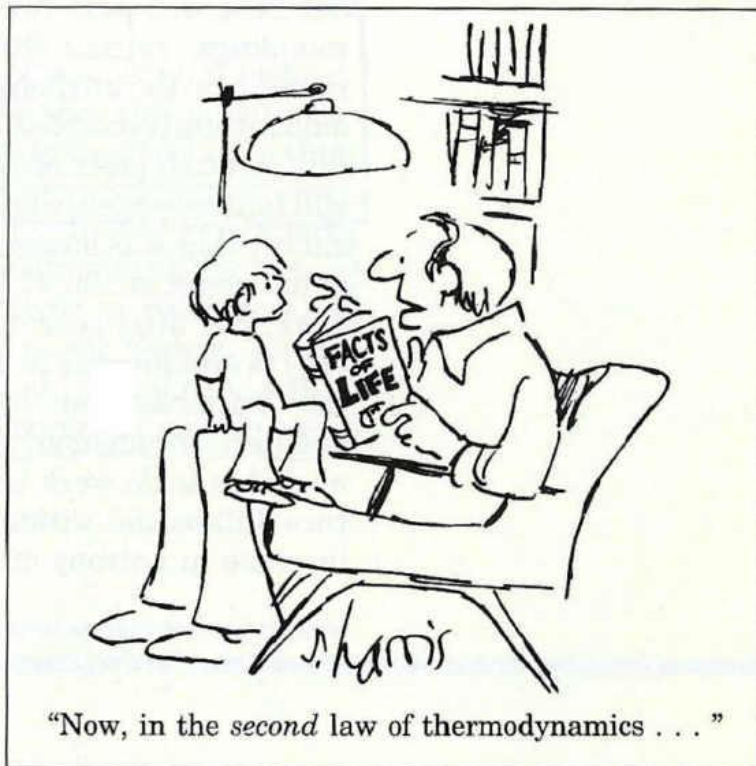
Aber: Die



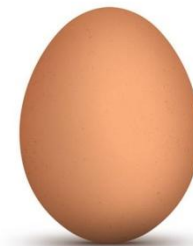
m falsch 😊

# Ihr Auftrag

Wissen vermitteln, damit Angst durch Nichtwissen verschwindet!



## INGREDIENTS OF AN ALL-NATURAL EGG



**INGREDIENTS:** AQUA (75.8%), **AMINO ACIDS (12.6%)** (GLUTAMIC ACID (14%), ASPARTIC ACID (11%), VALINE (9%), ARGININE (8%), LEUCINE (8%), LYSINE (7%), SERINE (7%), PHENYLALANINE (6%), ALANINE (5%), ISOLEUCINE (5%), PROLINE (4%), TYROSINE (3%), THREONINE (3%), GLYCINE (3%), HISTIDINE (2%), METHIONINE (3%), CYSTINE (2%), TRYPTOPHAN (1%)); **FATTY ACIDS (9.9%)** (OCTADECENOIC ACID (45%), HEXADECANOIC ACID (32%), OCTADECANOIC ACID (12%), EICOSATETRAENOIC ACID (3%), EICOSANOIC ACID (2%), DOCOSANOIC ACID (1%), TETRACOSANOIC ACID (1%), OCTANOIC ACID (<1%), DECANOIC ACID (<1%), DODECANOIC ACID (<1%), TETRADECANOIC ACID (<1%), PENTADECANOIC ACID (<1%), HEPTADECANOIC ACID (<1%), TETRADECENOIC ACID (<1%), HEXADECENOIC ACID (<1%), EICOSENOIC ACID (<1%), DOCOSENOIC ACID (<1%), **OMEGA-6 FATTY ACID: OCTADECADIENOIC ACID (12%), OMEGA-3 FATTY ACID: OCTADECATRIENOIC ACID (<1%), EICOSAPENTAENOIC ACID (EPA) (<1%), OMEGA-3 FATTY ACID: DOCOSAHEXAENOIC ACID (DHA) (<1%);** **SUGARS (0.8%)** (GLUCOSE (30%), SUCROSE (15%), FRUCTOSE (15%), LACTOSE (15%), MALTOSE (15%), GALACTOSE (15%); **COLOUR** (E160c, E160a), E306, E101; **FLAVOURS** (PHENYLACETALDEHYDE, DODECA-2-ENAL, HEPTA-2-ENAL, HEXADECANAL, OCTADECANAL, PENTAN-2-ONE, BUTAN-2-ONE, ACETALDEHYDE, FORMALDEHYDE, ACETONE); SHELL (E170), ALSO CONTAINS BENZENE & BENZENE DERIVATIVES, ESTERS, FURANS, SULFUR-CONTAINING COMPOUNDS AND TERPENES.



# Was ist nun eigentlich Physikalische Chemie?

**Grenzwissenschaft  
zwischen Chemie und Physik**

**Begründet von Wilhelm Ostwald  
(Nobelpreis 1909)**



**Hervorgegangen aus der Elektrochemie**

**Während AC, BC, OC *etc.* komplexe Reaktionen *etc.*  
beschreiben, fragt die PC immer nach dem:**

**“Warum passiert das  
(energetisch oder kinetisch)  
überhaupt?”**





# Die Physikalische Chemie...

... versucht mit Hilfe experimenteller und theoretischer Methoden die Eigenschaften von Stoffen und Umwandlungen zu beschreiben.

... hat es als Ziel, für alle Vorgänge allgemein gültige Modelle (mathematische Beschreibungen) mit klar definierten Einheiten und Zahlenwerten zu entwickeln.

... beschreibt nur die Realität, ist aber nicht die Realität.  
(z.B. gibt es keine Orbitale, es gibt nur Aufenthaltswahrscheinlichkeiten der Elektronen im Raum)

... ist nicht falsch oder richtig. Die entwickelten Modelle sind in einem Kontext entweder geeignet oder nicht geeignet, um die Realität zu beschreiben.



# Fragen des Alltags, die die PC beantwortet

**Warum kann man auf Wassereis Schlittschuh fahren, auf Trockeneis (festes CO<sub>2</sub>) aber nicht?**

**Warum laufen manche Prozesse spontan ab und warum brauchen andere erst Licht, Wärme oder einen Katalysator?**

**Warum wird z.B. bei der Verbrennung von Benzin Wärme frei, aber beim Lösen von Salz in Wasser Wärme benötigt?**

**Gibt es auch Salze bei deren Lösung Wärme frei wird?**

**Warum hat DNA eine helikale Struktur, Polystyrol aber nicht?**



# Die Physikalische Chemie wird unterteilt in:

**Thermodynamik**

**Kinetik**

**Elektrochemie**

**Makromolekulare Chemie (wird gerade eigenständig)**

**Polymerchemie**

**Kolloidchemie**

**(Atmosphärenchemie und Keimbildung)**



# Die Thermodynamik betrachtet:

**Makroskopische Systeme:**

**Gase, Flüssigkeiten und Feststoffe  
als Funktion von  $V$ ,  $T$ ,  $p$ ,  $n$ , ...**

**Welche Energie wird für einen Prozess benötigt  
oder wird frei?**

**Mögliche technische Fragestellungen:**

**Wie baut man einen Reaktor für eine Reaktion?**

**Welchem Druck muss der Reaktor standhalten?**

**Wie heiß wird die Reaktion?**



# Die Kinetik betrachtet:

**Makroskopische Prozesse:  
Geschwindigkeit und Mechanismus**

**Warum laufen manche Prozesse spontan ab und  
andere brauchen erst Wärme, Licht  
oder einen Katalysator?**

**Mögliche technische Fragestellungen:  
Wie optimiert man einen Reaktor?  
Wie kann ich ein bestimmtes Produkt erzeugen?**



# Die Kolloid-/Polymerchemie betrachtet:

**Disperse Systeme:**

**mit Partikeln der Größe 1 nm – 1 mm  
Aerosole, Emulsionen, Gele etc.**

**Mögliche technische Fragestellungen:**

**Warum gibt es Butter, Milch, Pasten, Cremes etc. ?**

**Welche Rolle spielen Mizellen, Vesikel, Zellmembranen?**

**Wie optimiert man Waschprozesse?**

**Wie optimiert man die Erdölförderung?**

**Wie kann man eine saubere Verbrennung erreichen?**

**Wie funktionieren Windeln?**



# Gase – Flüssigkeiten – Feststoffe

## Fragestellung:

Wie ändert sich der Druck in einem Reaktor,  
wenn die Temperatur steigt?  
wenn sich die Größe des Reaktors ändert?  
wenn ein gasförmiges Produkt entsteht?

Wie viel Luft ist in einem Heissluftballon  
oder diesem Hörsaal?



# Gase – Flüssigkeiten – Feststoffe

## Gase sind...

...eine Ansammlung von Atomen oder Molekülen in zufälliger Bewegung.

Die mittlere Teilchengeschwindigkeit  $v$  [m/s] nimmt mit der Temperatur  $T$  [K] zu.

Die Teilchen sind weit von einander entfernt.  
Es herrscht wenig bis keine Wechselwirkung untereinander.  
In einem idealen Gas herrschen keine WW (z.B. Ne, Ar)

Wenig Moleküle pro Volumen  $V$  [m<sup>3</sup>] → kleiner Druck  $p$  [N/m<sup>2</sup>]





# Gase – Flüssigkeiten – Feststoffe

Was ist der Gasdruck  $p$ ?

Moleküle stoßen gegen die Gefäßwand  $\longrightarrow$  Druck  $p$

$$p = \frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}} = \frac{F}{A}$$

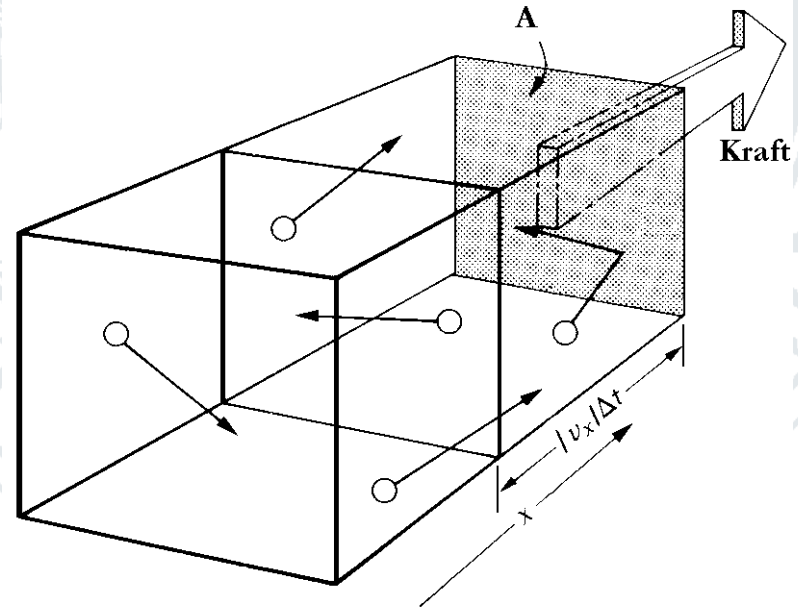
$$F = m \cdot a \left[ \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{N} \right]$$

Einheit: Pascal [Pa] = 1 [N/m<sup>2</sup>]

Weiterhin: 1 bar = 10<sup>5</sup> Pa

1 atm = 1.013 · 10<sup>5</sup> Pa

760 Torr = 760 mm Hg = 1 atm



# Gase – Flüssigkeiten – Feststoffe

Wie misst man den Gasdruck  $p$ ?

Barometer zur Messung des Atmosphärendrucks  
(Erfinder: Evangelista Torricelli, Schüler von Galileo)

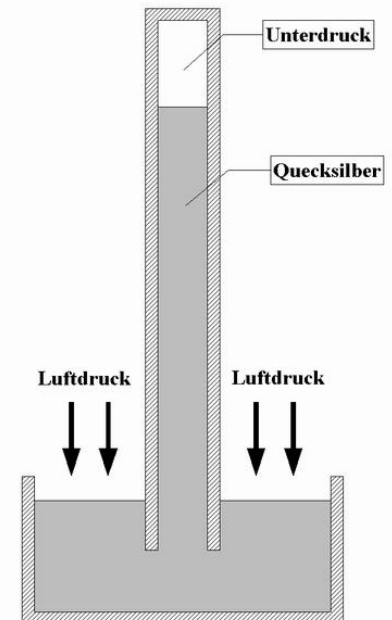
$$p_{atm} = p_{Hg} = \frac{F}{A} = \frac{m_{Hg} \cdot g}{A}$$

mit  $g$ : Erdbeschleunigung  $9.81 \text{ m/s}^2$

$$p_{atm} = \frac{\rho_{Hg} \cdot V_{Hg} \cdot g}{A} = \rho_{Hg} \cdot h_{Hg} \cdot g$$

mit  $\rho_{Hg}$ : Dichte des Quecksilbers ( $\rho = m/V^3$ )

➡ Druck proportional zur Höhe des Hg



# Gase – Flüssigkeiten – Feststoffe

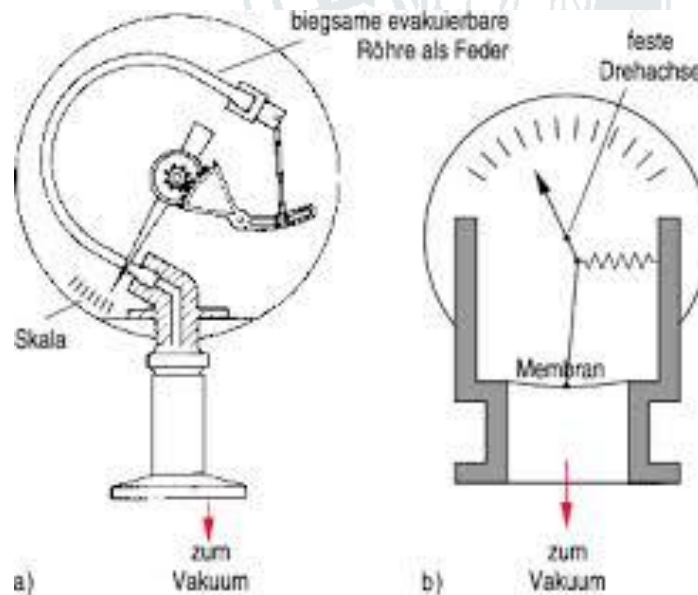
Wie misst man den Gasdruck  $p$ ?

Manometer zur Messung des Prozessdrucks

U-Rohr  
Manometer



Membranmanometer



# Beschreibung eines idealen Gases

Wie ändert sich der Druck  $p$  eines idealen Gases mit:

dem Volumen  $V$  [m<sup>3</sup>] (z.B. des Reaktors)?

der Temperatur  $T$  [K]?

der Teilchenzahl  $n$  [mol]?

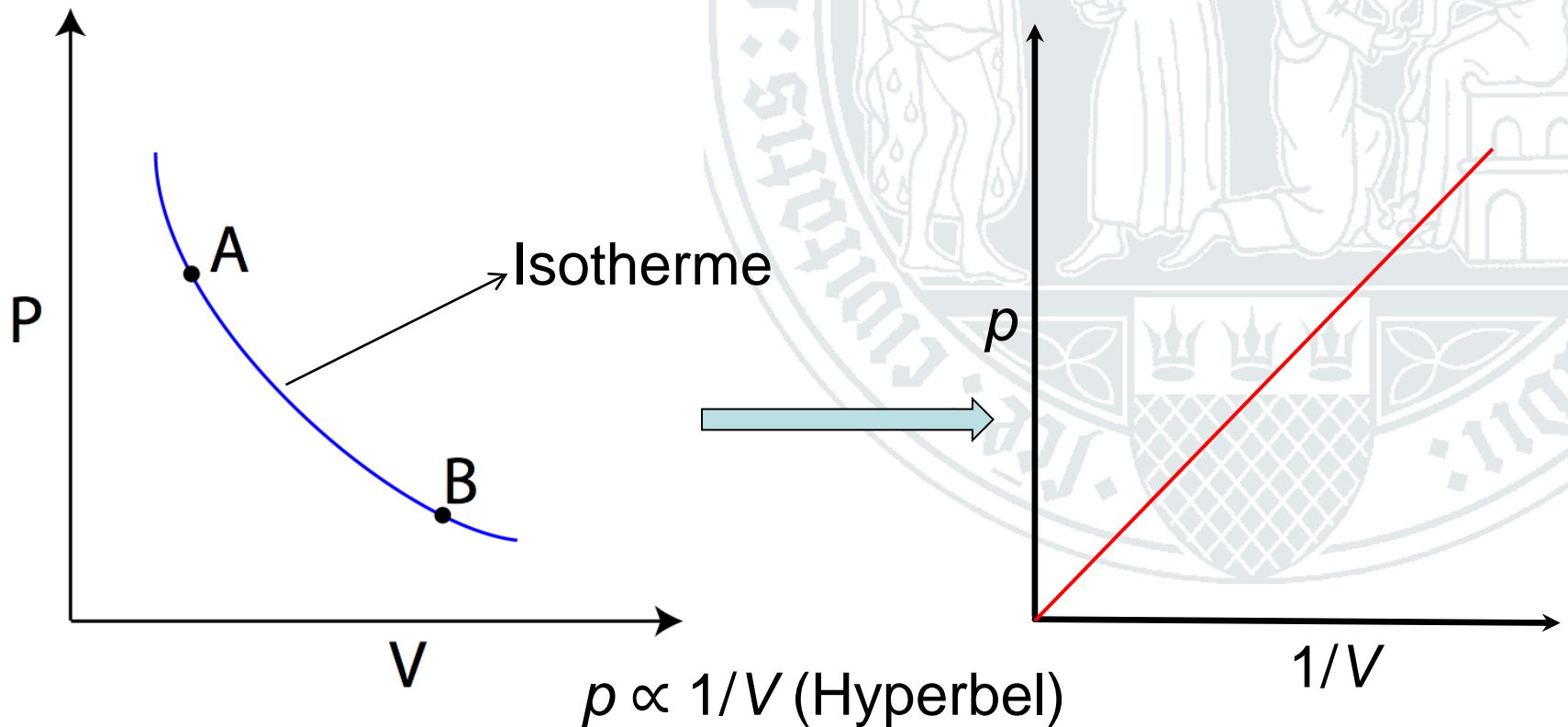


Experimente !!!



# Ideales Gas – $p(V)$

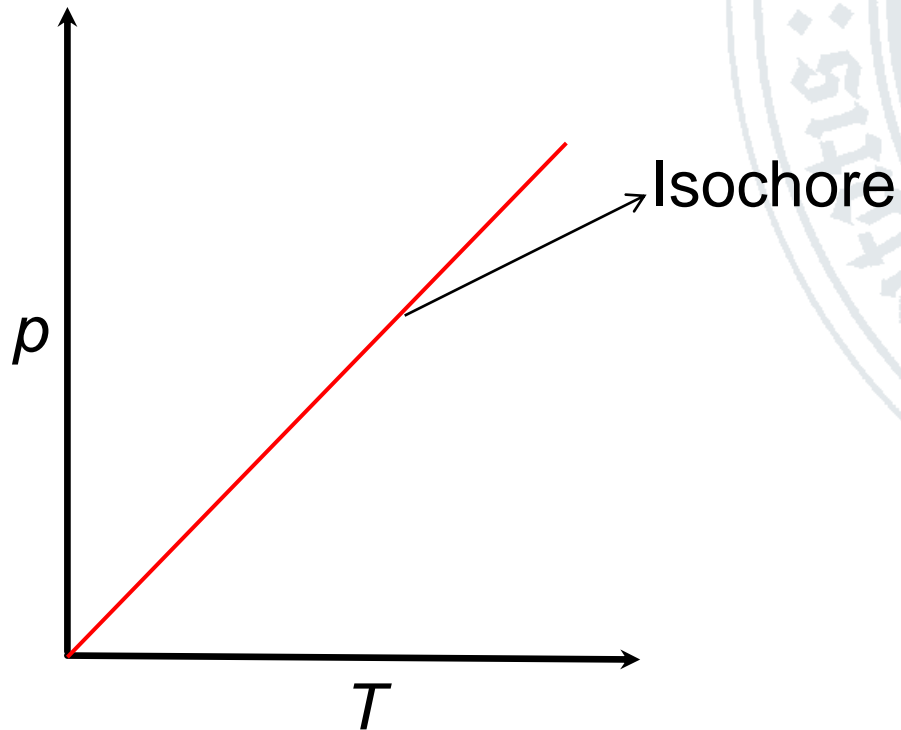
$p(V)$  bei  $T, n = \text{konstant}$  (Boyle, 1661)



# Ideales Gas – $p(T)$

$p(T)$  bei  $V, n = \text{konstant}$  (Amontons, Gay-Lussac)

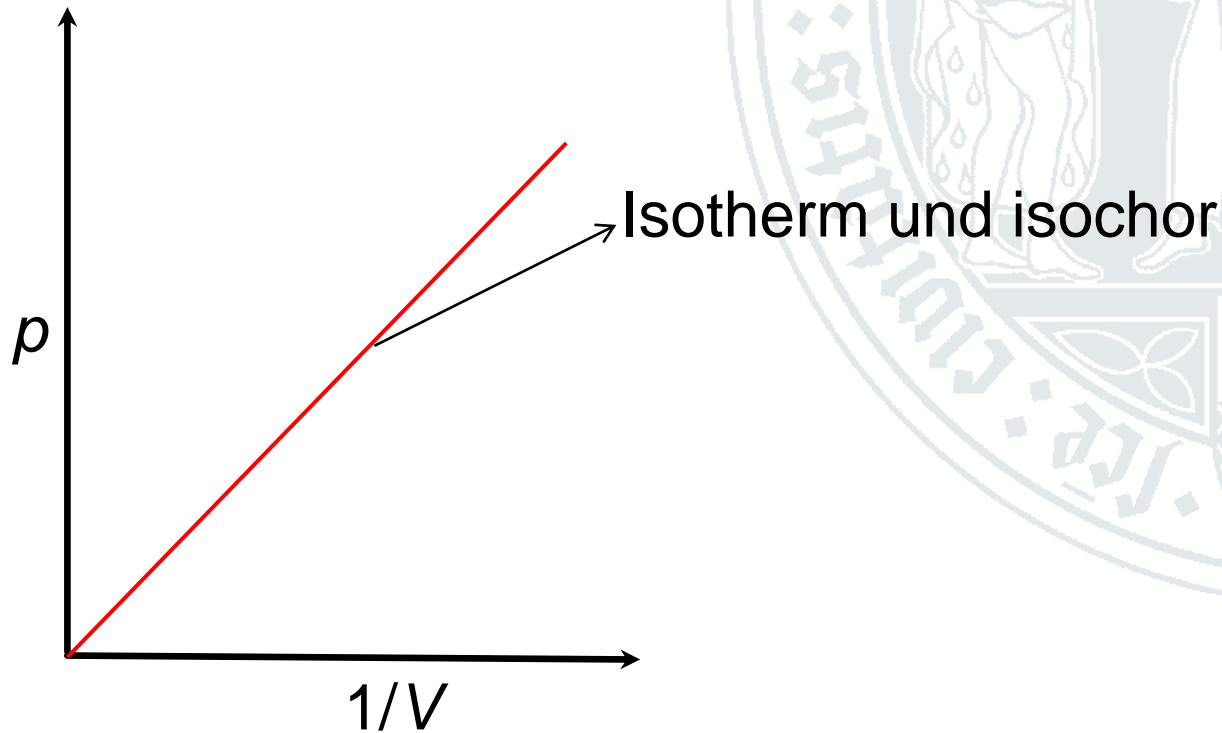
dem



# Ideales Gas – $p(n)$

$p(n)$  bei  $T, V = \text{konstant}$

dem



# Ideales Gas – $p(n, V, T)$

$p(n, V, T)$

Ideales Gasgesetz

$$p = \text{Konstante} \cdot \frac{n \cdot T}{V}$$

$$p = R \cdot \frac{n \cdot T}{V}$$

mit  $R$ : Allgemeine Gaskonstante (8.314 J/(mol·K))

