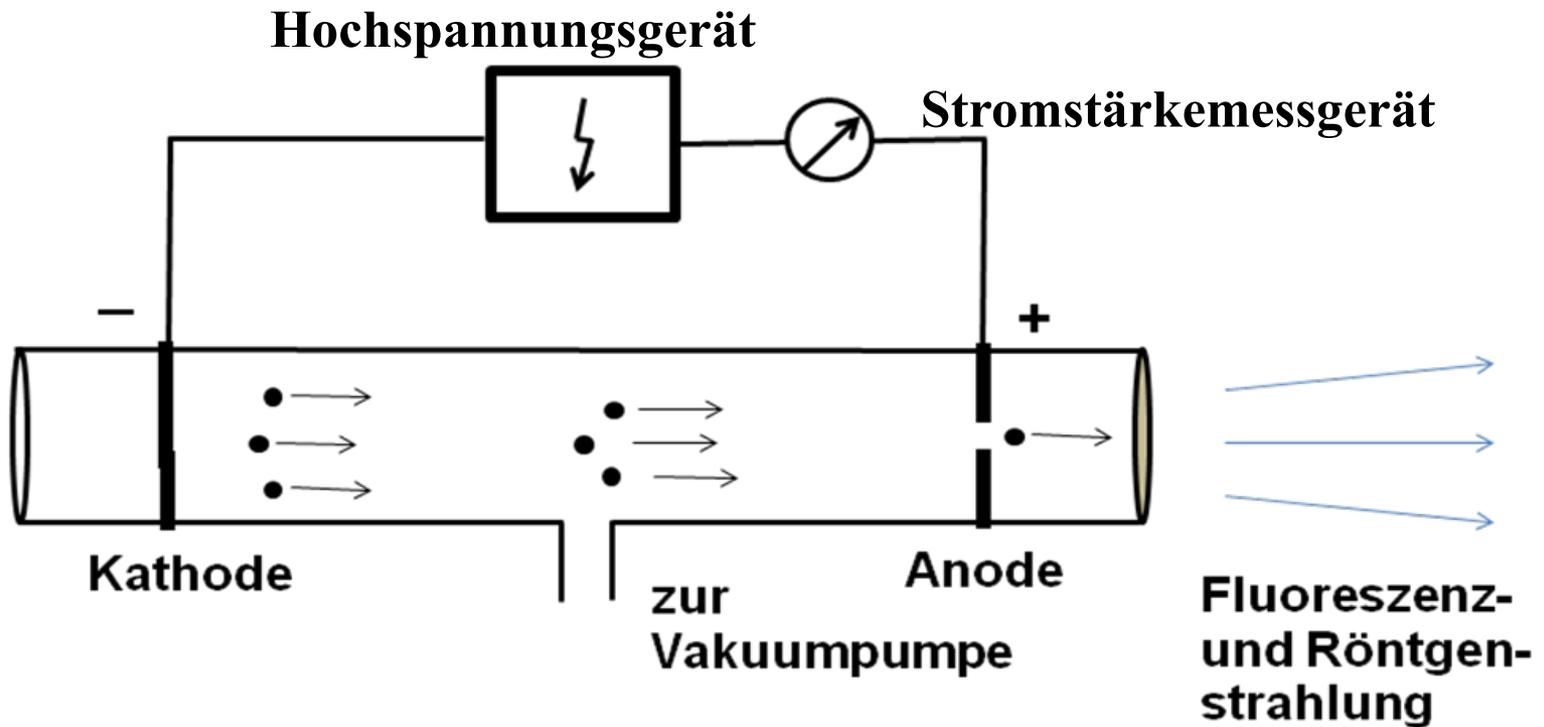


Aufbau und verschiedene Formen der Materie

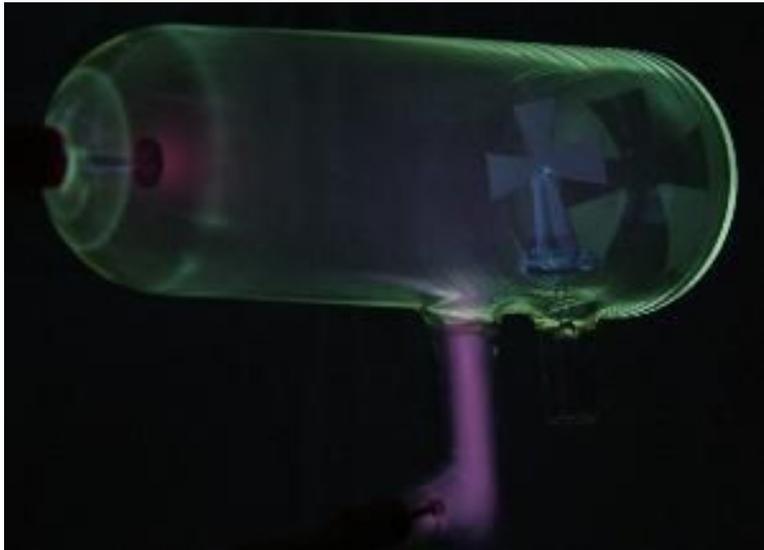
1. Röntgenstrahlung
2. Wilhelm Conrad Röntgen – Leben und Persönlichkeit
3. Phasenübergänge
4. Erzeugung tiefer Temperaturen und Supraleitung
5. Halbleiter
6. John Bardeen – Leben und Persönlichkeit

Gasentladungsröhre





Schattenkreuzröhren



Röntgens Bilder von zwei Händen



Die schwarzen Punkte sind Schrotkugeln, die bei einem Jagdunfall in die Hand gelangt waren.

Das linke Bild wurde im Februar 1896, also 3 Monate nach Entdeckung der Röntgenstrahlen aufgenommen.

Das rechte Bild zeigt die Hand des Anatomen Albert von Koelliker, aufgenommen von Röntgen im Januar 1896

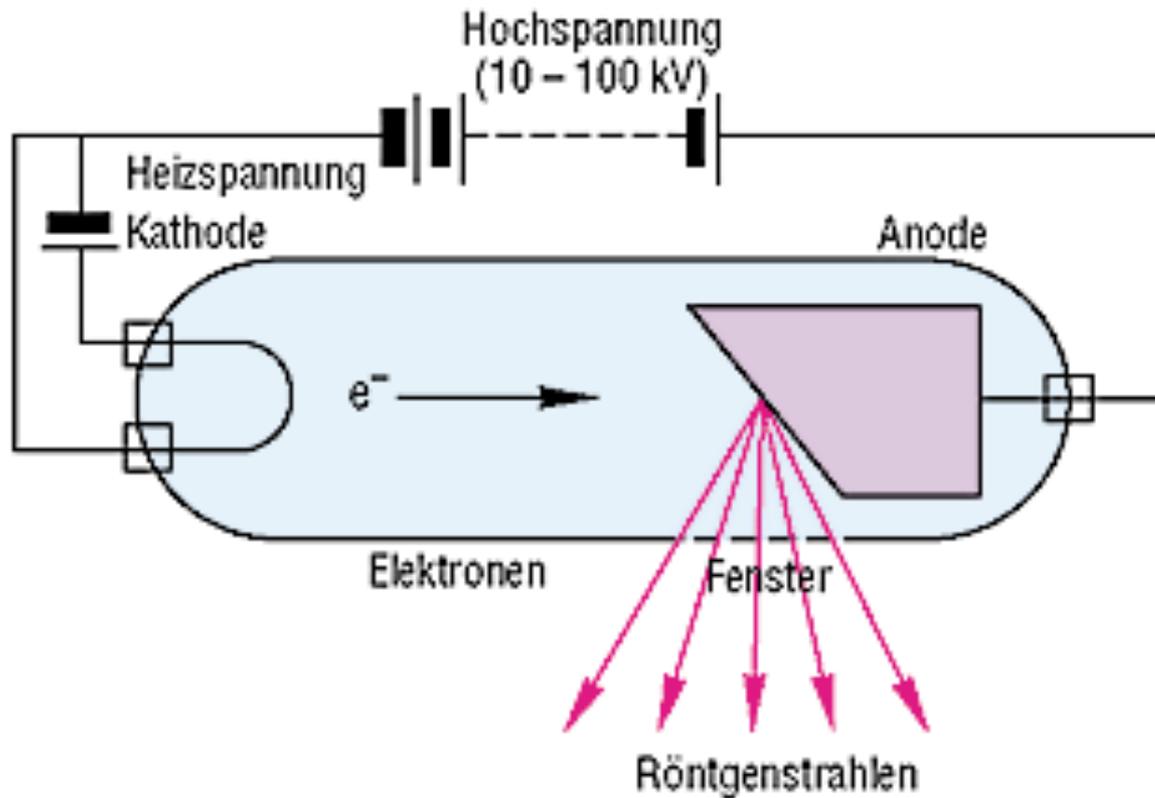


Auf dieser Aufnahme sind sehr gut die Unterschiede in der Absorption der Strahlung durch verschiedene Materialien zu erkennen

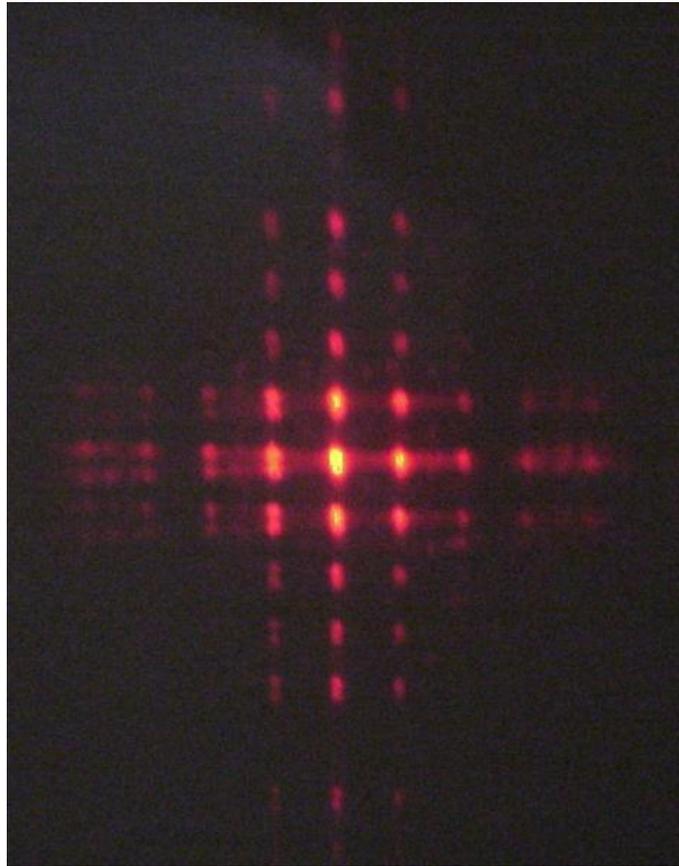
Nachweis von Röntgenstrahlung aus einer Schattenkreuzröhre



Prinzip einer Röntgenröhre



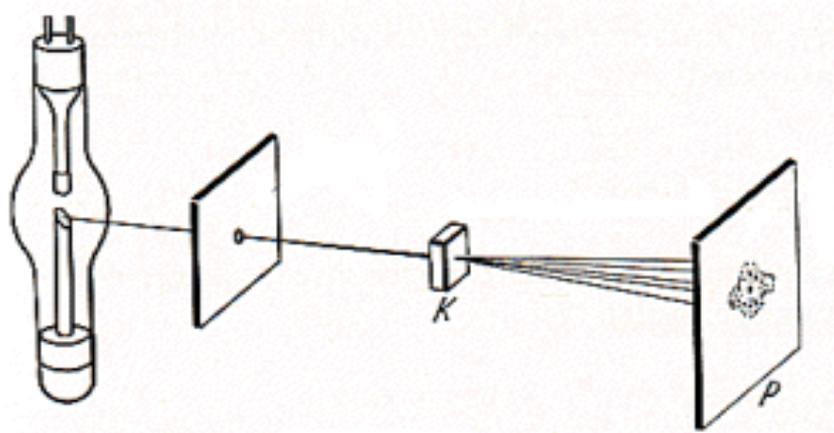
Beugungsfigur am Kreuzgitter



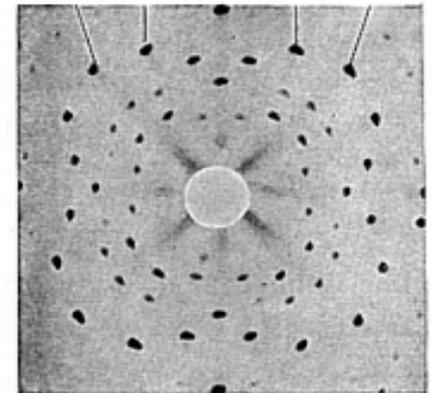


Max von Laue
(1879 – 1960)

Röntgenbeugung an Kristallen



Prinzip der Apparatur



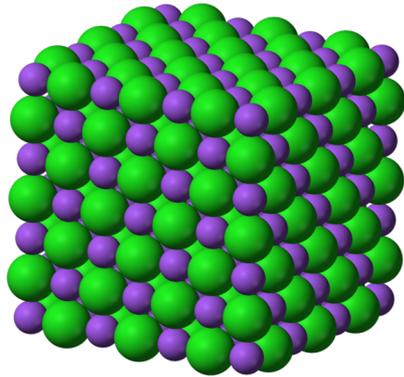
Interferenzbild



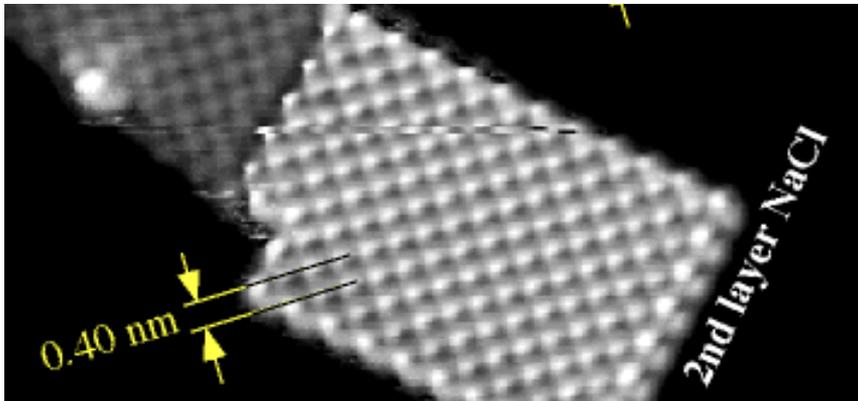
NaCl-Kristall
Netzebenenabstand : $283 \cdot 10^{-12} \text{ m}$



Kristall des Kochsalzes (NaCl)

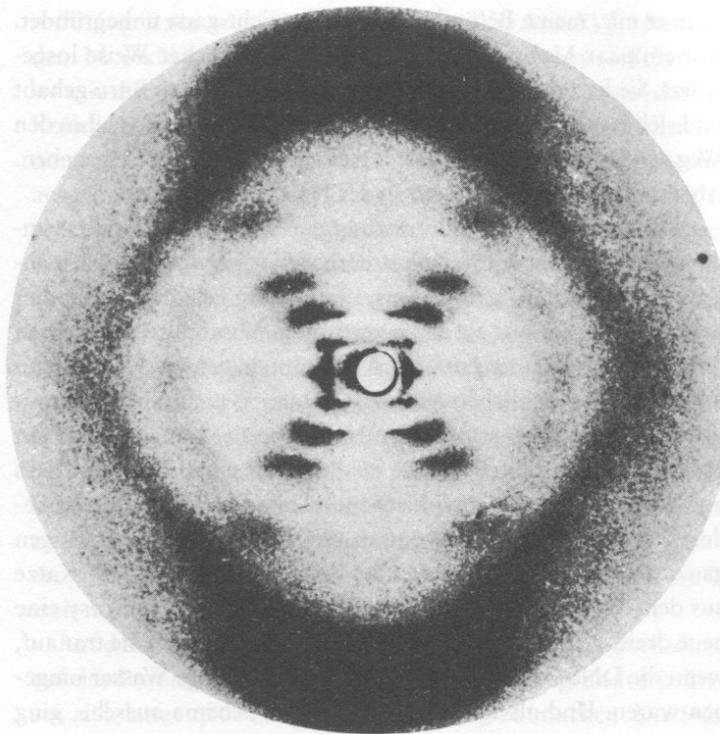


Modell des Kristallaufbaus
grün: Chloridionen
blau: Natriumionen

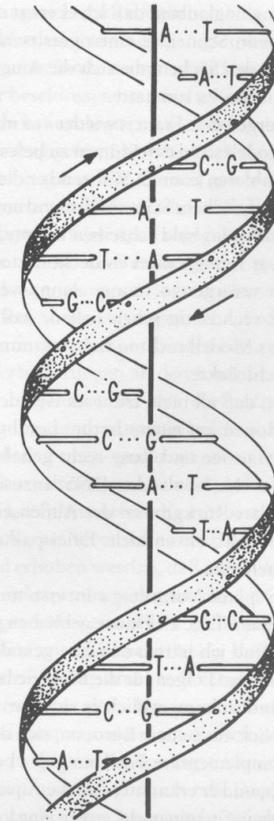


Raster-Tunnel-Mikroskopaufnahme
einer Schichtebene. Die Erhöhungen
sind die Chloridionen.

Die Doppelhelixstruktur der DNS



Eine Röntgenbeugungsaufnahme der DNS in ihrer B-Form, Ende 1952 aufgenommen von Rosalind Franklin.



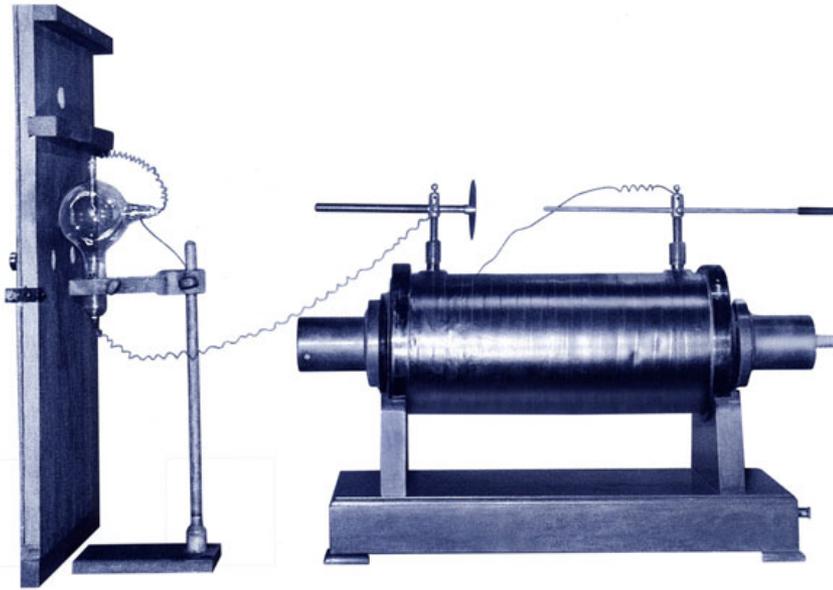
Eine schematische Darstellung der Doppelhelix. Die beiden Zucker-Phosphat-Rückgrate schlingen sich auf der Außenseite um die flachen wasserstoffgebundenen Basenpaare, die den Kern bilden. So betrachtet gleicht die Struktur einer Wendeltreppe, deren Stufen durch die Basenpaare gebildet werden.

Wilhelm Conrad Röntgen (1845 – 1923)



- 1845 Geboren in Lennep bei Remscheid
- 1864 Studium der Ingenieurwissenschaften am Polytechnikum in Zürich, anschließend Promotion in Physik
- 1874 Dozent für Physik in Straßburg
- 1888 Professor an der Universität Würzburg
- 1895 Entdeckung der X-Strahlen
- 1900 Professor in München
- 1901 Erster Nobelpreis für Physik
- 1923 Gestorben in München

Röntgens Originale



Versuchsapparatur aus dem Jahre 1895
(Deutsches Museum, München)

Aus den Sitzungsberichten der Würzburger Physik-med. Gesellschaft 1895.

W. C. Röntgen: Ueber eine neue Art von Strahlen.

(Vorläufige Mittheilung.)

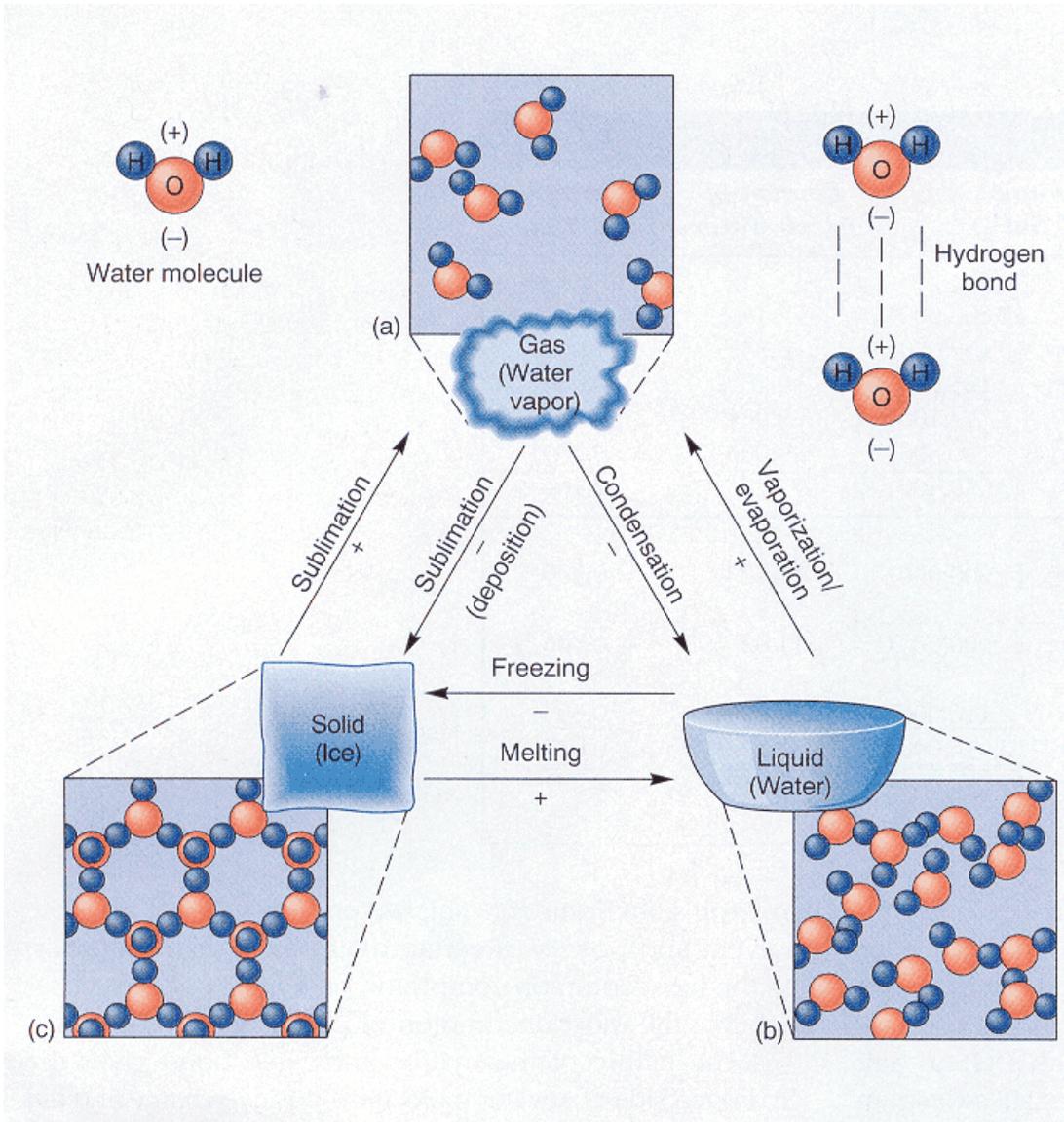
1. Lässt man durch eine *Hittorf'sche* Vacuumröhre, oder einen genügend evacuirten *Lenard'schen*, *Crookes'schen* oder ähnlichen Apparat die Entladungen eines grösseren *Ruhmkorff's* gehen und bedeckt die Röhre mit einem ziemlich eng anliegenden Mantel aus dünnem, schwarzem Carton, so sieht man in dem vollständig verdunkelten Zimmer einen in die Nähe des Apparates gebrachten, mit Bariumplaticyanür angestrichenen Papierschirm bei jeder Entladung hell aufleuchten, fluoresciren, gleichgültig ob die angestrichene oder die andere Seite des Schirmes dem Entladungsapparat zugewendet ist. Die Fluorescenz ist noch in 2 m Entfernung vom Apparat bemerkbar.

Man überzeugt sich leicht, dass die Ursache der Fluorescenz vom Entladungsapparat und von keiner anderen Stelle der Leitung ausgeht.

2. Das an dieser Erscheinung zunächst Auffallende ist, dass durch die schwarze Cartonhülse, welche keine sichtbaren oder ultravioletten Strahlen des Sonnen- oder des elektrischen Bogenlichtes durchlässt, ein Agens hindurchgeht, das im Stande ist, lebhaft Fluorescenz zu erzeugen, und man wird deshalb wohl zuerst untersuchen, ob auch andere Körper diese Eigenschaft besitzen.

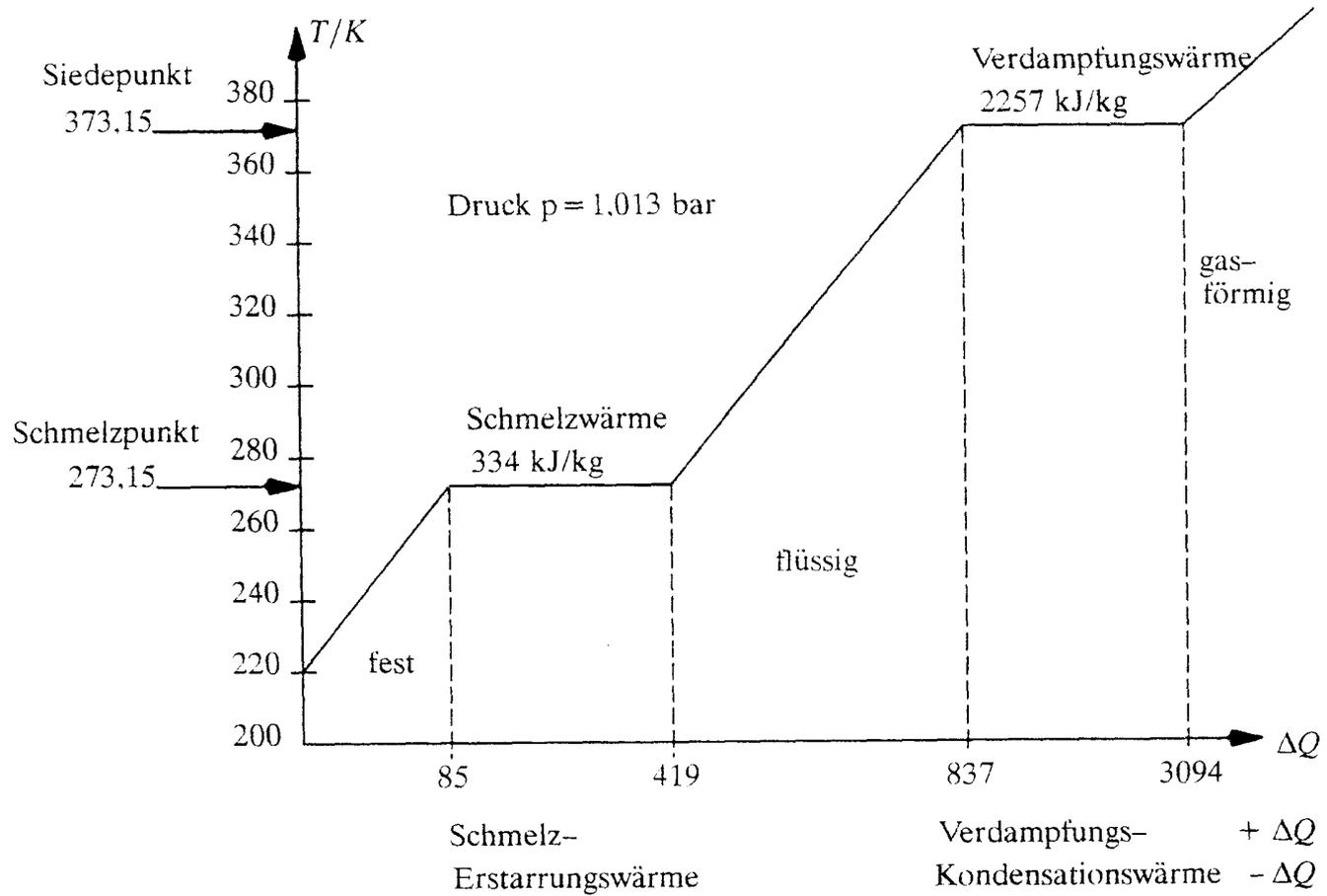
Man findet bald, dass alle Körper für dasselbe durchlässig sind, aber in sehr verschiedenem Grade. Einige Beispiele führe ich an. Papier ist sehr durchlässig: ¹⁾ hinter einem eingebundenen Buch von ca. 1000 Seiten sah ich den Fluorescenzschirm noch deutlich leuchten; die Druckerschwärze bietet kein merkliches Hinderniss. Ebenso zeigte sich Fluorescenz hinter einem doppelten Whistspiel; eine einzelne Karte zwischen Apparat

¹⁾ Mit „Durchlässigkeit“ eines Körpers bezeichne ich das Verhältniss der Helligkeit eines dicht hinter dem Körper gehaltenen Fluorescenzschirmes zu derjenigen Helligkeit des Schirmes, welcher dieser unter denselben Verhältnissen aber ohne Zwischenschaltung des Körpers zeigt.

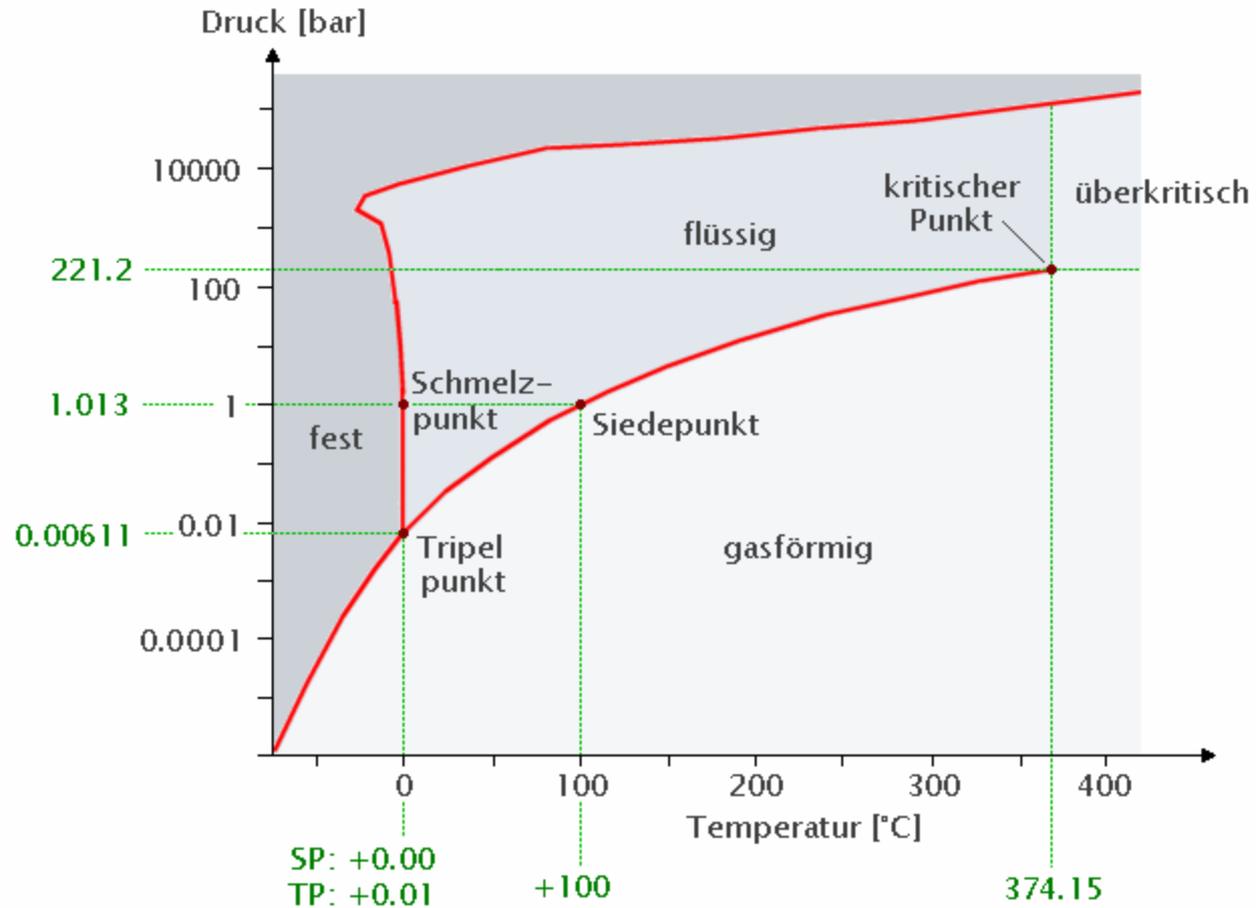


Aggregatzustände und Phasenübergänge des Wassers im Teilchenbild

Schrittweise Erwärmung von Eis über Wasser zu Dampf

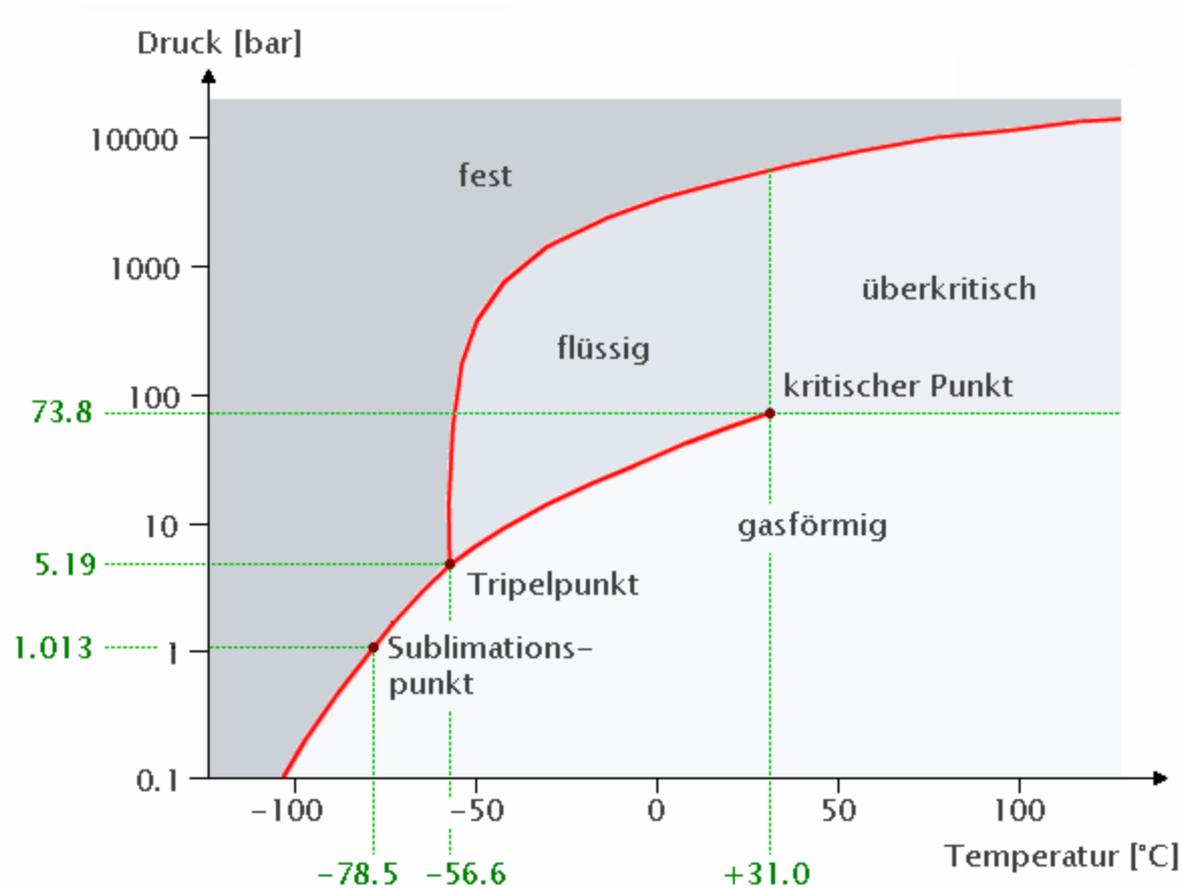


Phasendiagramm von Wasser

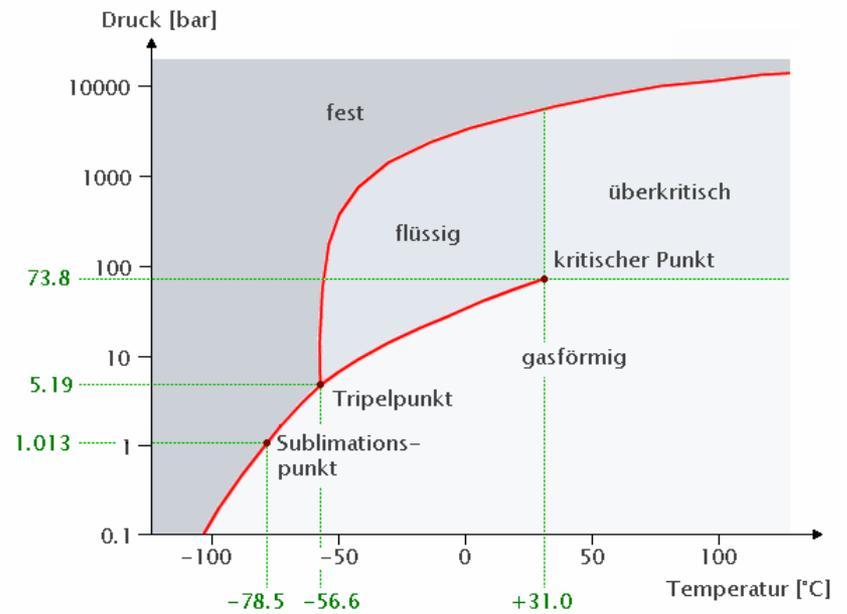
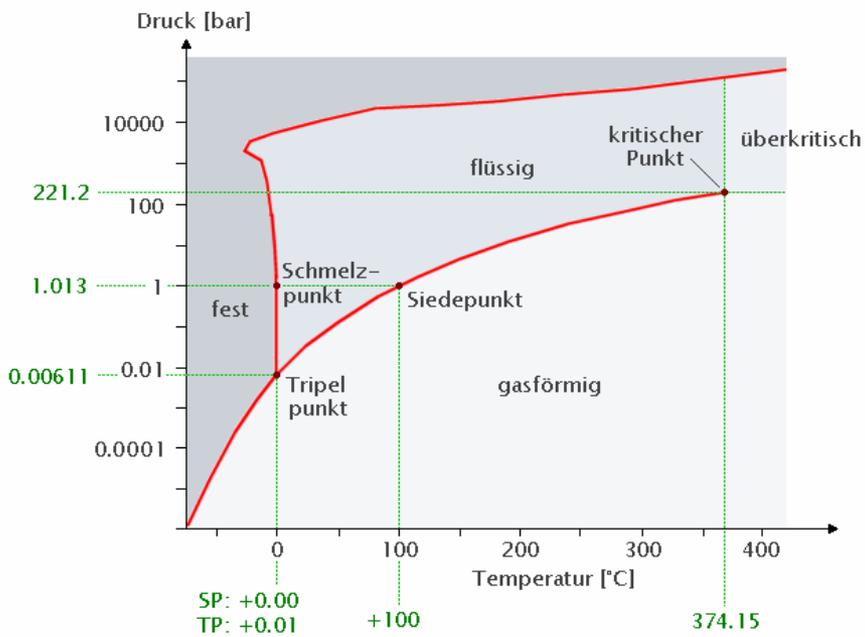


http://anorganik.chemie.vias.org/phasendiagramm_pt_reinstoffe.html

Phasendiagramm von Kohlendioxid



Phasendiagramme von Wasser (links) und Kohlendioxid (rechts)



Prinzip der Verflüssigung von Gasen

Bekanntes Phänomen: Kompression eines Gases führt zur Erwärmung.
Umgekehrter Prozess: Expansion eines unter hohem Druck stehenden Gases führt im Allgemeinen zur Abkühlung.

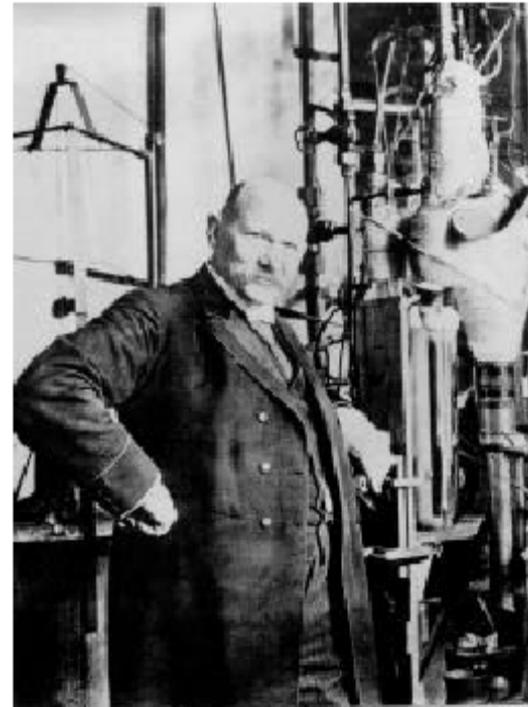
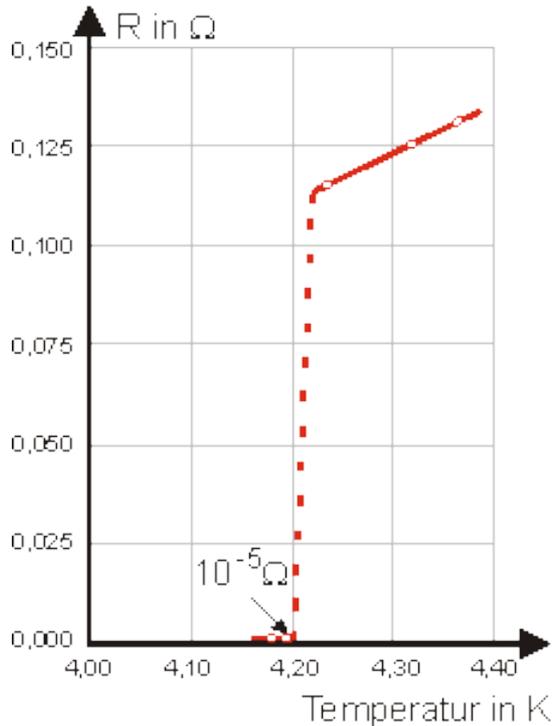
Das Linde-Verfahren ist eine Kombination von Kompression und Expansion mit Kühlung im Gegenstromverfahren

Bei der Verflüssigung von Wasserstoff und Helium müssen diese beiden Gase zunächst unter die Inversionstemperaturen von -80°C bzw. -239°C vorgekühlt werden.

[http://www.linde-gase.de/produkte/industriegase/
produktion_verfluessigung.html](http://www.linde-gase.de/produkte/industriegase/produktion_verfluessigung.html)

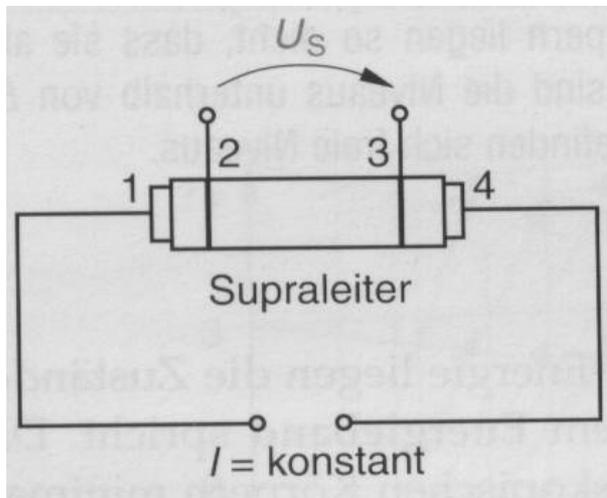
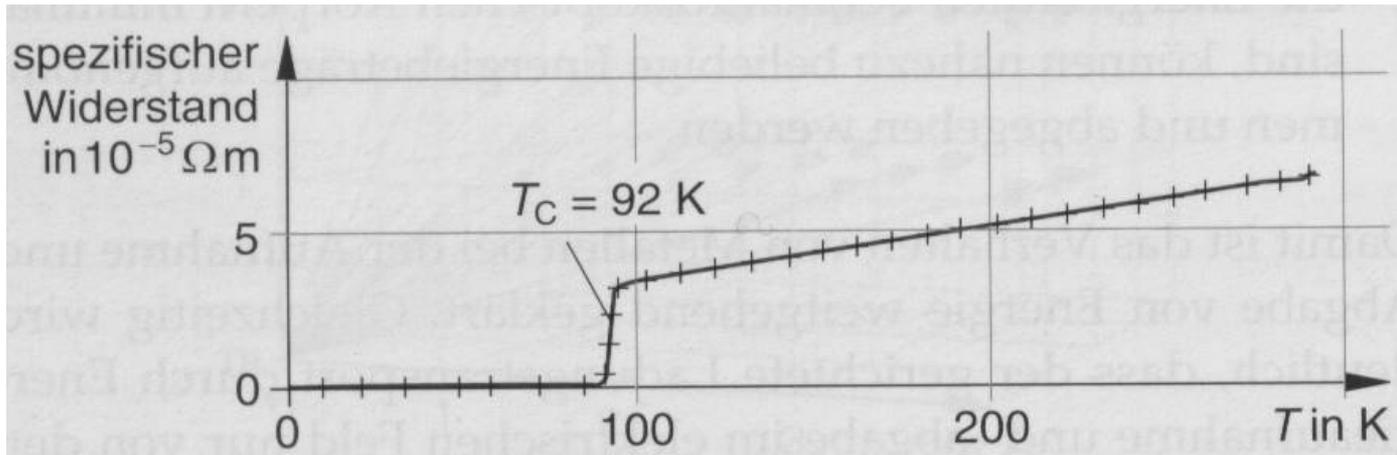
<http://www.youtube.com/watch?v=Lm3AqXmlXvY>

Supraleitung



1911 Entdeckung der Supraleitung beim Quecksilber durch den holländischen Physiker H. Kamerlingh Onnes, der dafür im Jahre 1913 den Nobelpreis für Physik erhielt

Hochtemperatur-Supraleiter ($T_C > 30 \text{ K}$)

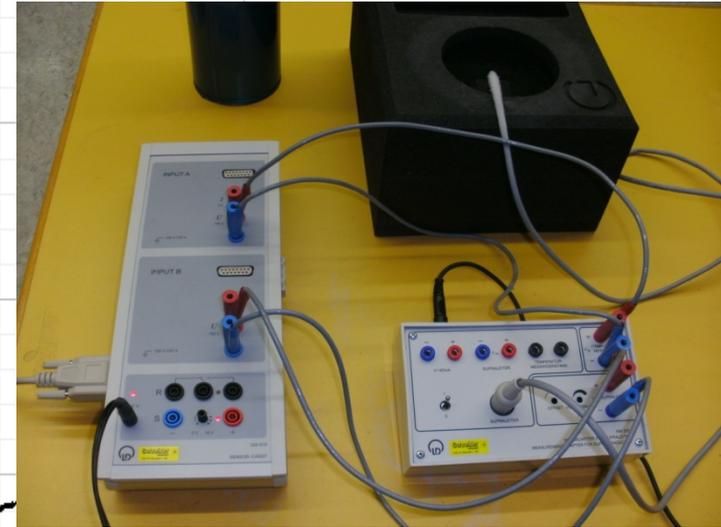
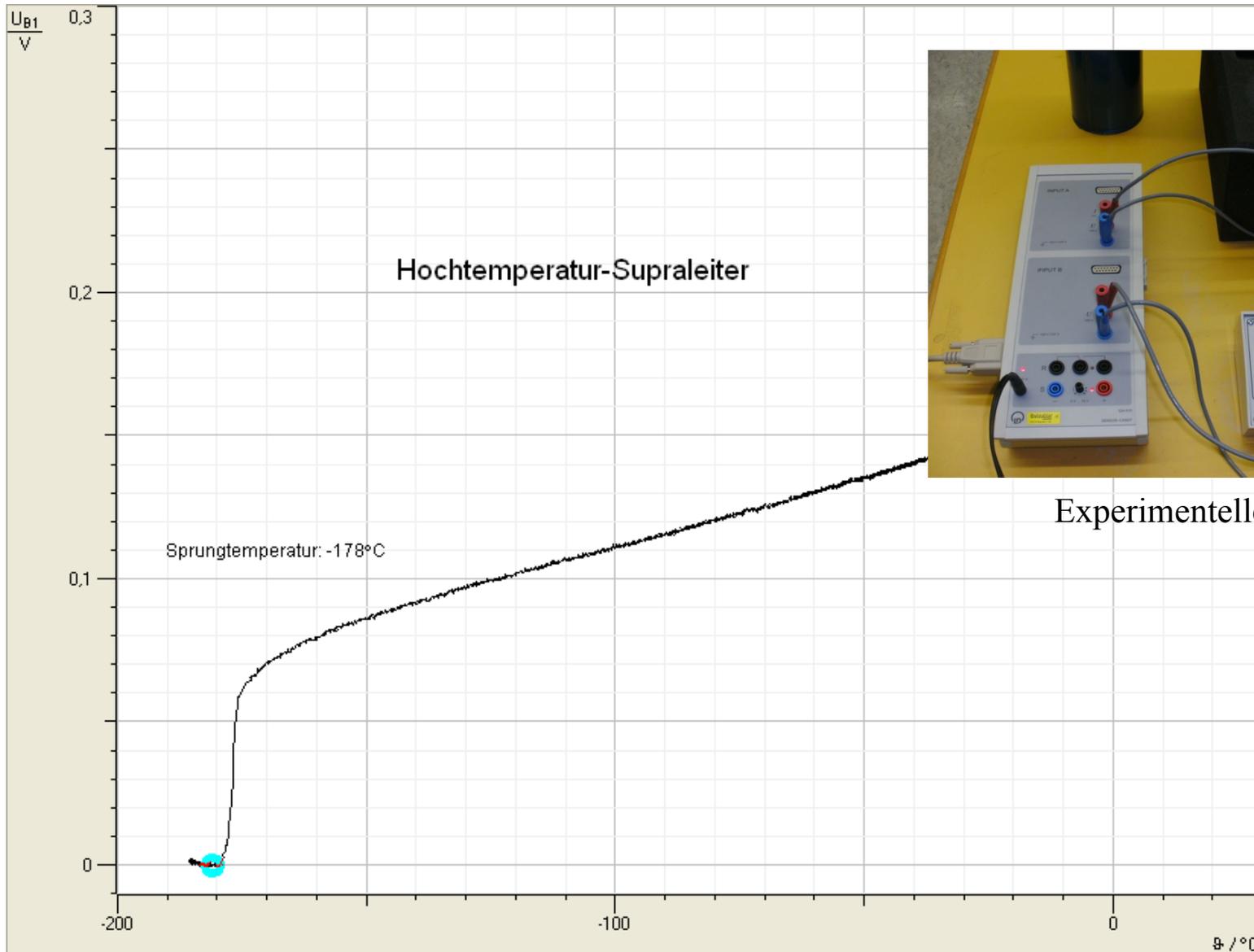


Meßanordnung
(schematisch)

Entdeckung 1986
durch G.J. Bednorz
und K.A. Müller,
Nobelpreis 1987

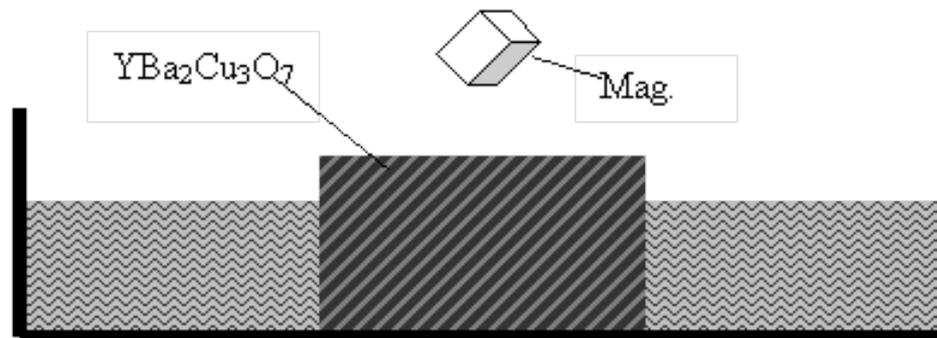
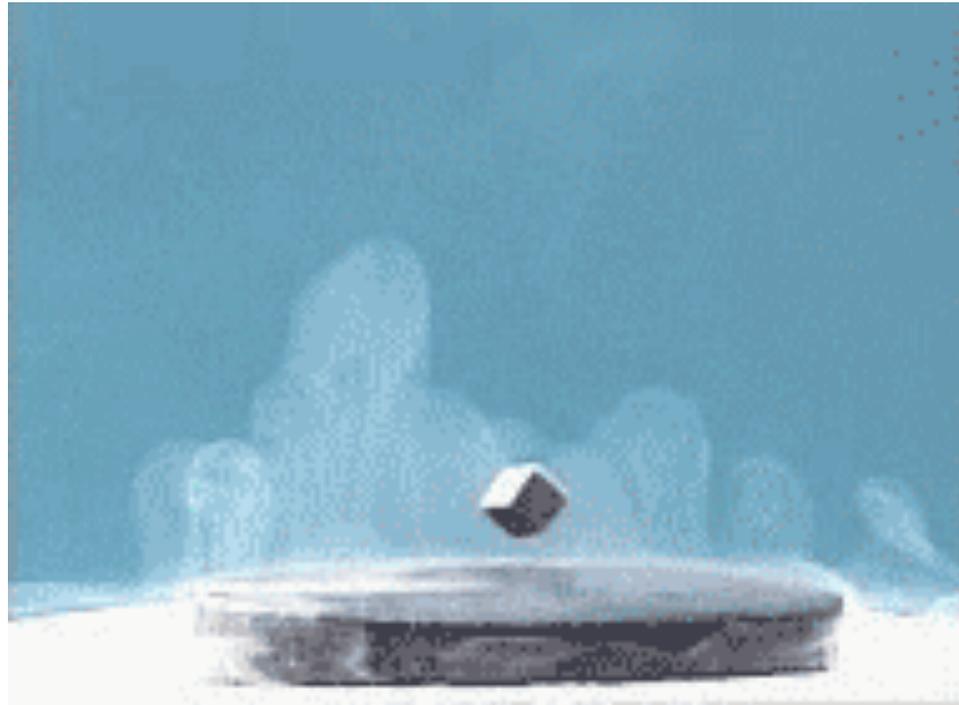


Abhängigkeit des Widerstands von der Temperatur

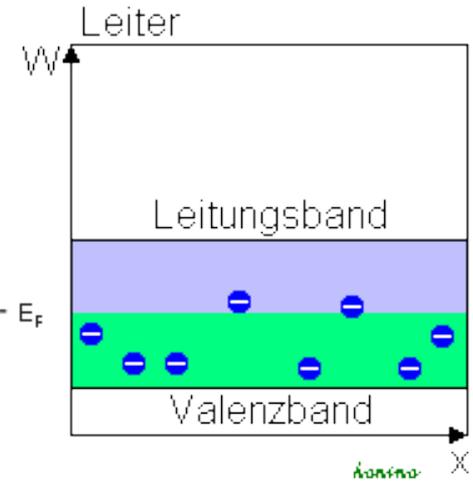
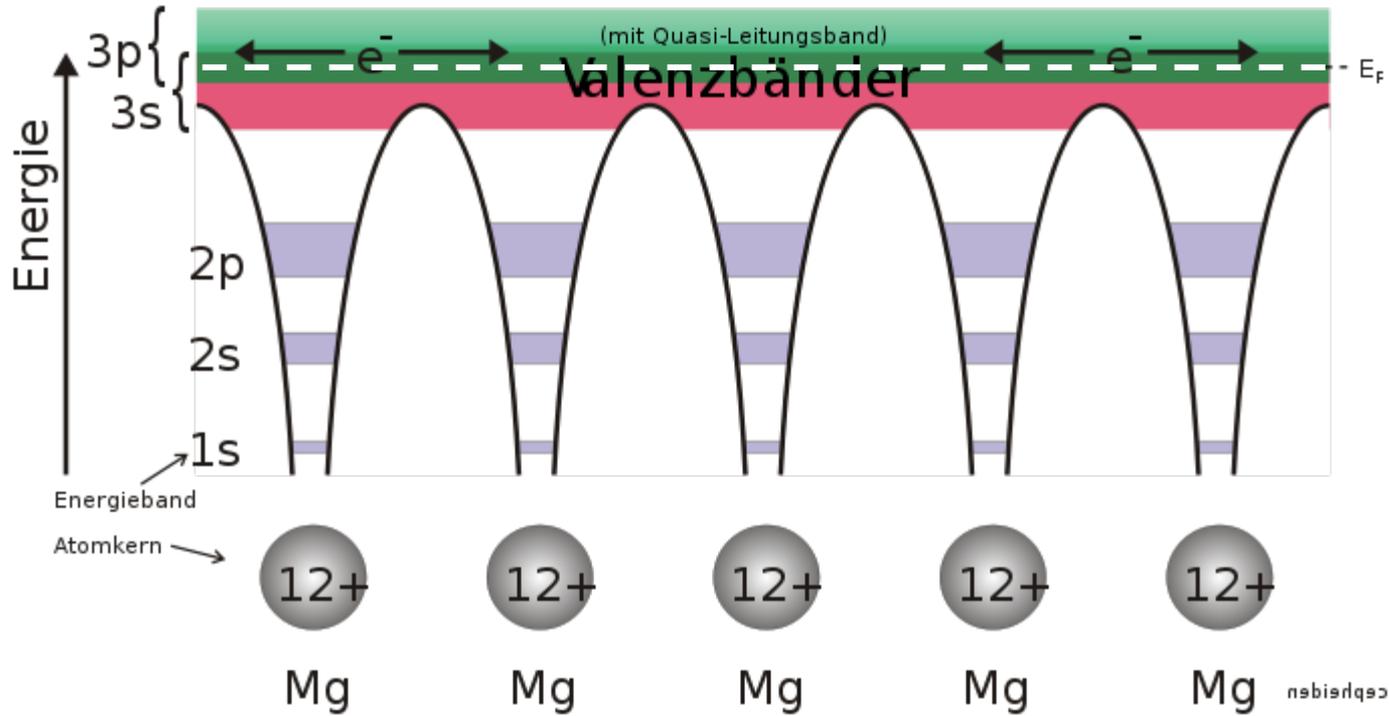


Experimenteller Aufbau

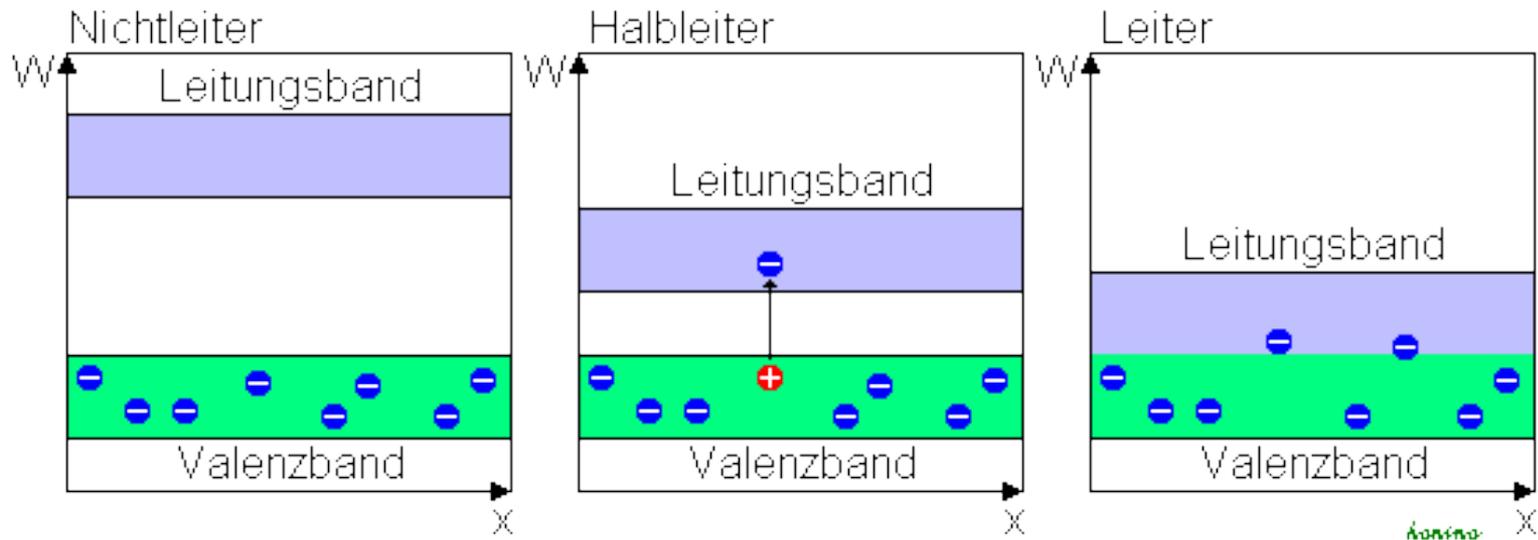
Meißner-Ochsenfeld-Effekt



Elektronenzustände im Magnesiummetall



Die relative Lage von Leitungs- und Valenzband bei Materialien mit verschiedener Leitfähigkeit



Einbringung von Fremdatomen in einen Halbleiterkristall (Dotierung)

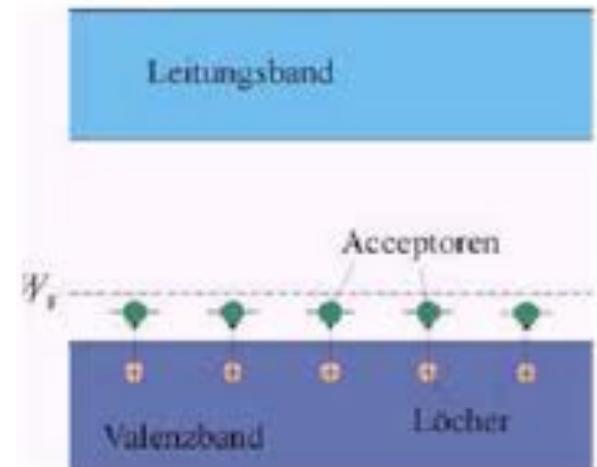
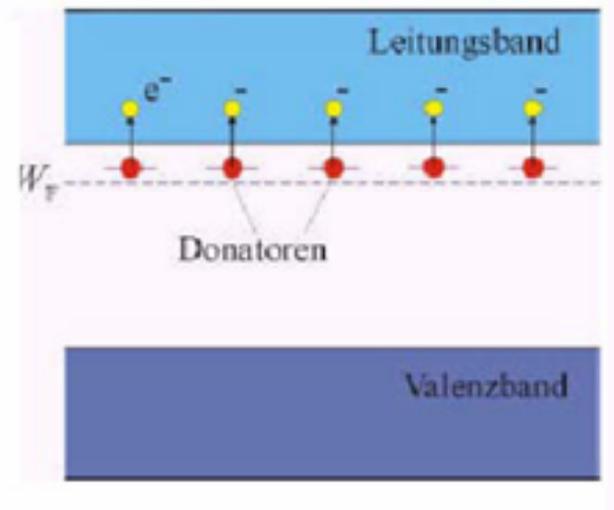
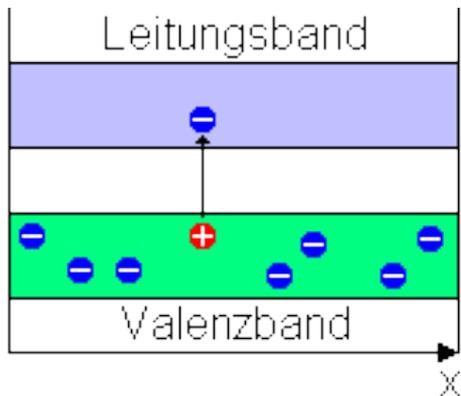
1. Ionisierungsenergie in [eV]										
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	0		
H 13,60	©Engelmann								He 24,58	E_I
Li 5,39	Be 9,32	B 8,28	C 11,26	N 14,53	O 13,62	F 17,42	Ne 21,56			
Na 5,14	Mg 7,65	Al 5,98	Si 8,15	P 10,48	S 10,36	Cl 12,97	Ar 15,76			
K 4,34	Ca 6,11	Ga 6,0	Ge 7,9	As 9,81	Se 9,75	Br 11,81	Kr 14,00			
Rb 4,18	Sr 5,69	In 5,78	Sn 7,34	Sb 8,64	Te 9,01	J 10,45	Xe 12,13			
Cs 3,89	Ba 5,21	Tl 6,11	Pb 7,41	Bi 7,29	Po 8,42	At 9,5	Rn 10,75			



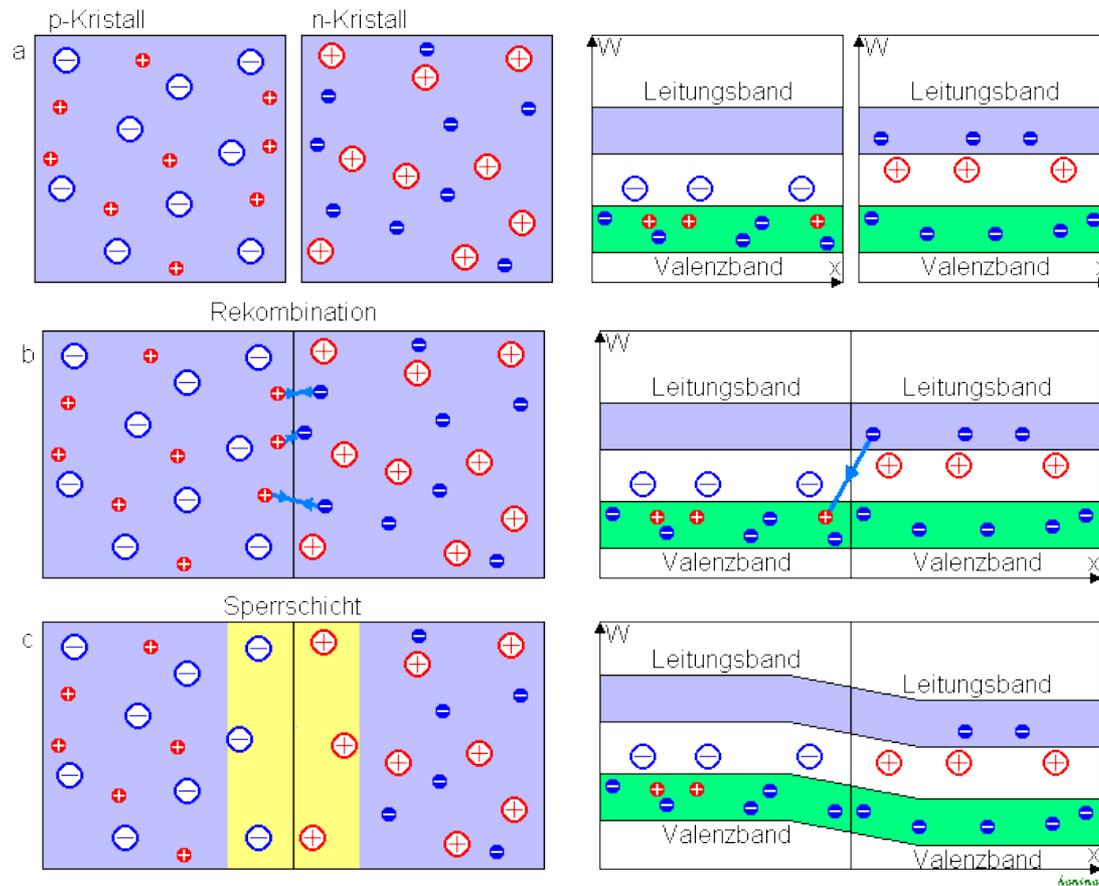
n-dotiertes Silizium



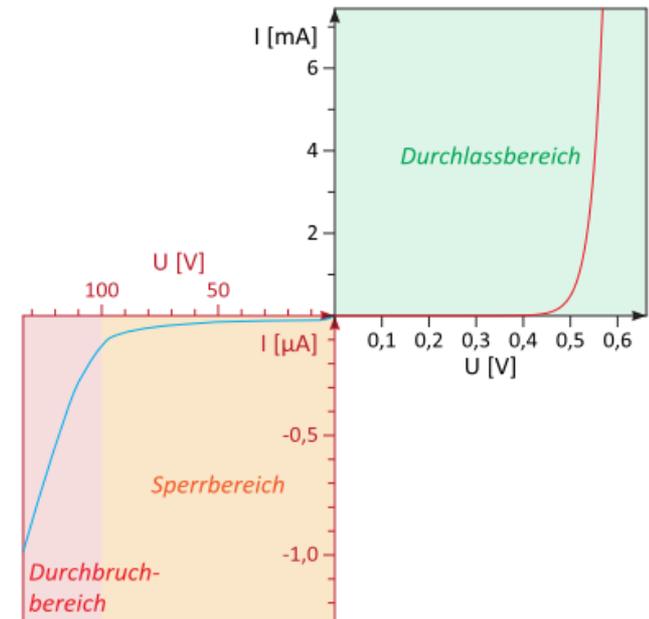
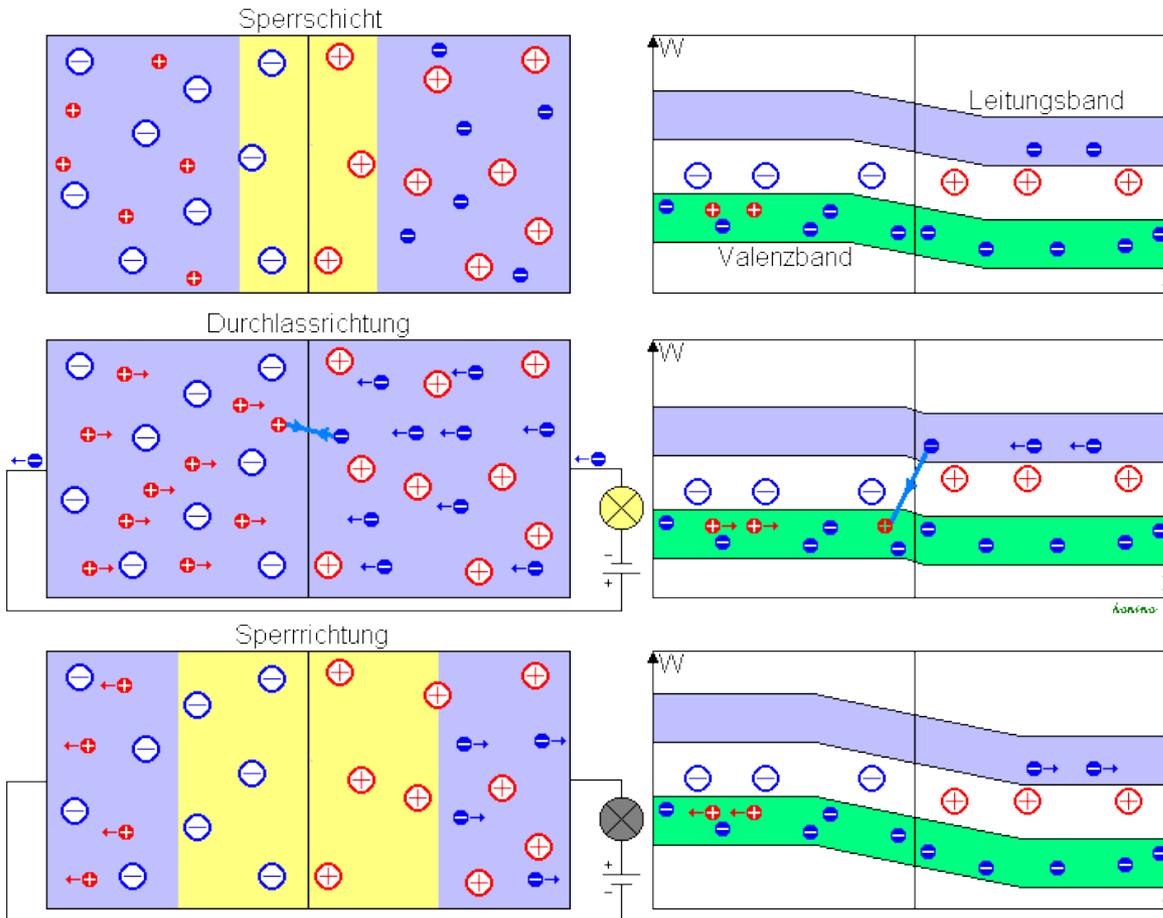
p-dotiertes Silizium



Zusammenfügen eines p- und n-Halbleiters und Ausbildung einer Sperrschicht (p-n-Übergang)



Anlegen von Spannungen mit verschiedenen Vorzeichen an einen p-n-Übergang (Halbleiterdiode)



John Bardeen (1908 – 1991)



- 1908 Geboren in Madison, Wisconsin
- 1923 Beginn eines Elektrotechnikstudiums (mit 15 Jahren!) an der University of Wisconsin
- 1933 Studium der Mathematik und Physik an der Harvard Universität, später in Princeton
- 1938 Assistant Professor an der University of Minnesota
- 1941 Arbeit in einem Labor der Marine
- 1945 Bell Telephon Company
- 1947 Entdeckung des Transistors, zusammen mit Brattain und Shockley (Nobelpreis 1956)
- 1951 Professor an der University of Illinois
- 1957 Erklärung der Supraleitung, zusammen mit Cooper und Schrieffer (Nobelpreis 1972)
- 1991 Gestorben in Boston