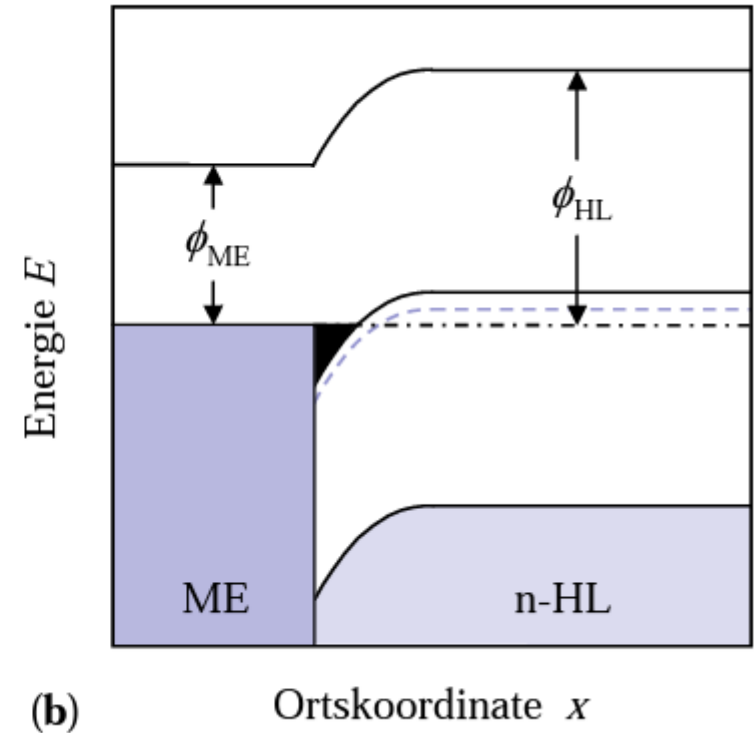
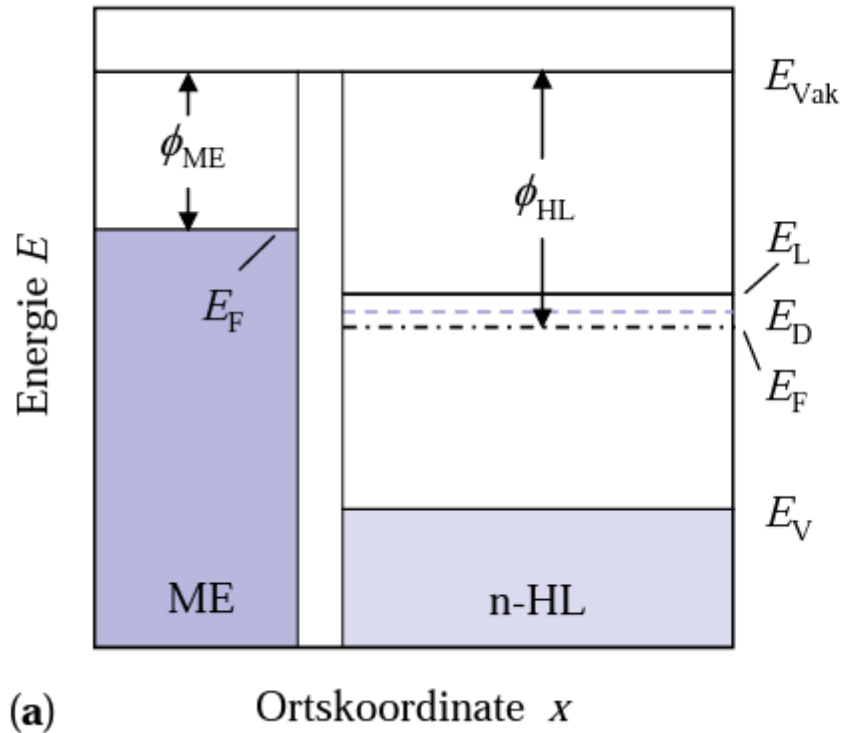


# 9.3 Inhomogene Halbleiter

## Der Schottky Kontakt

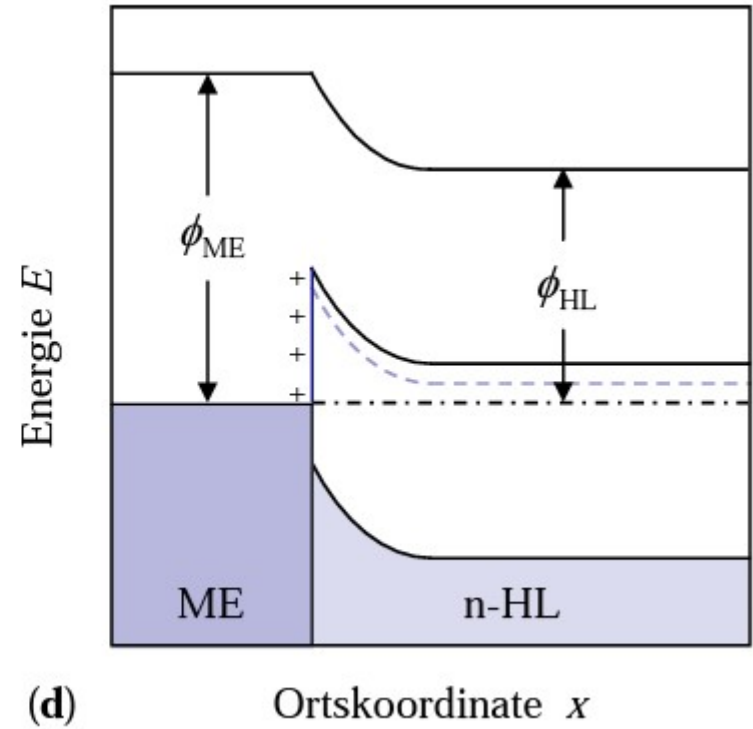
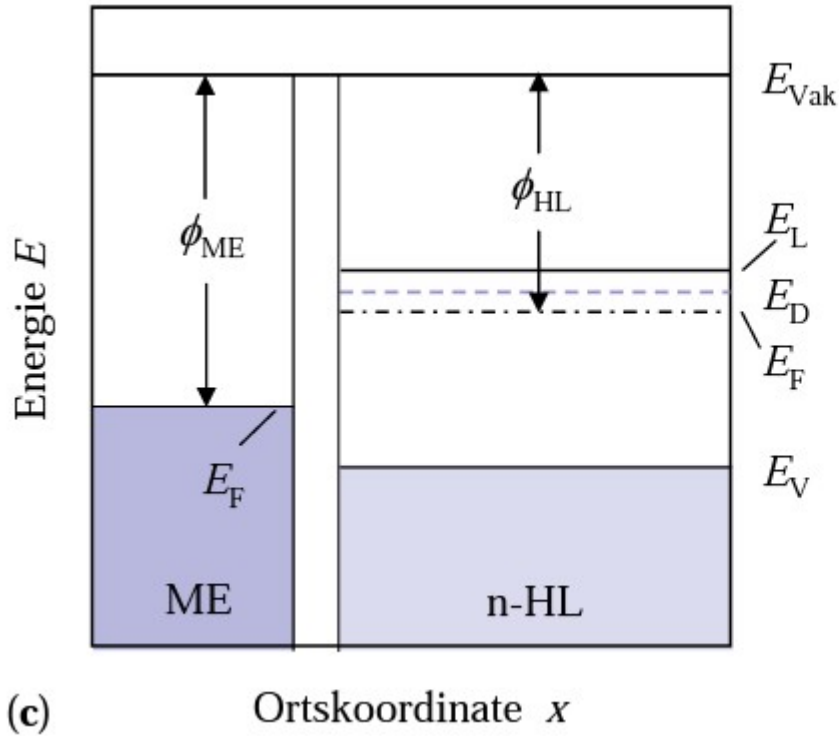


Austrittsarbeit:  $\phi_{HL} > \phi_{ME}$

aus Hunklinger

# 9.3 Inhomogene Halbleiter

## Der Schottky Kontakt

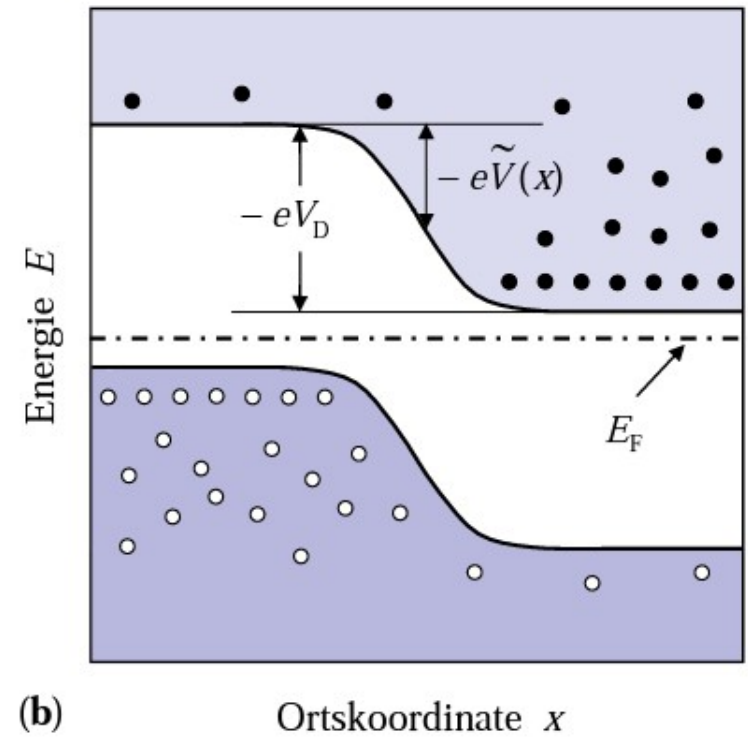
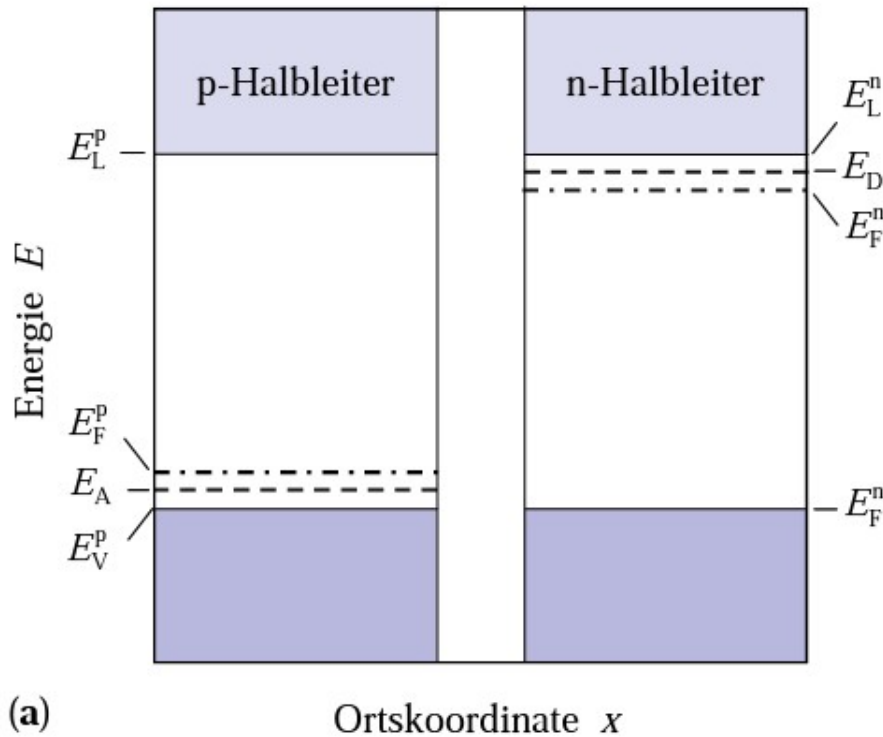


Austrittsarbeit:  $\phi_{HL} < \phi_{ME}$

aus Hunklinger

# 9.3 Inhomogene Halbleiter

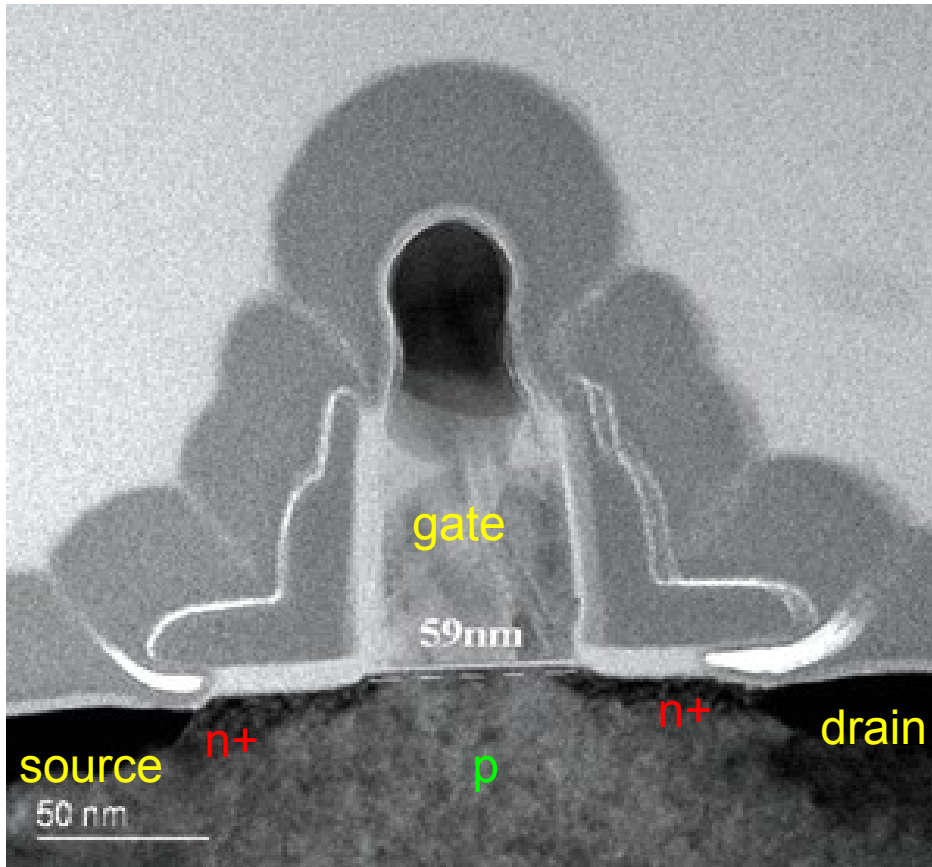
## pn-Übergang



aus Hunklinger

## 9.3 Inhomogene Halbleiter

### MOSFET

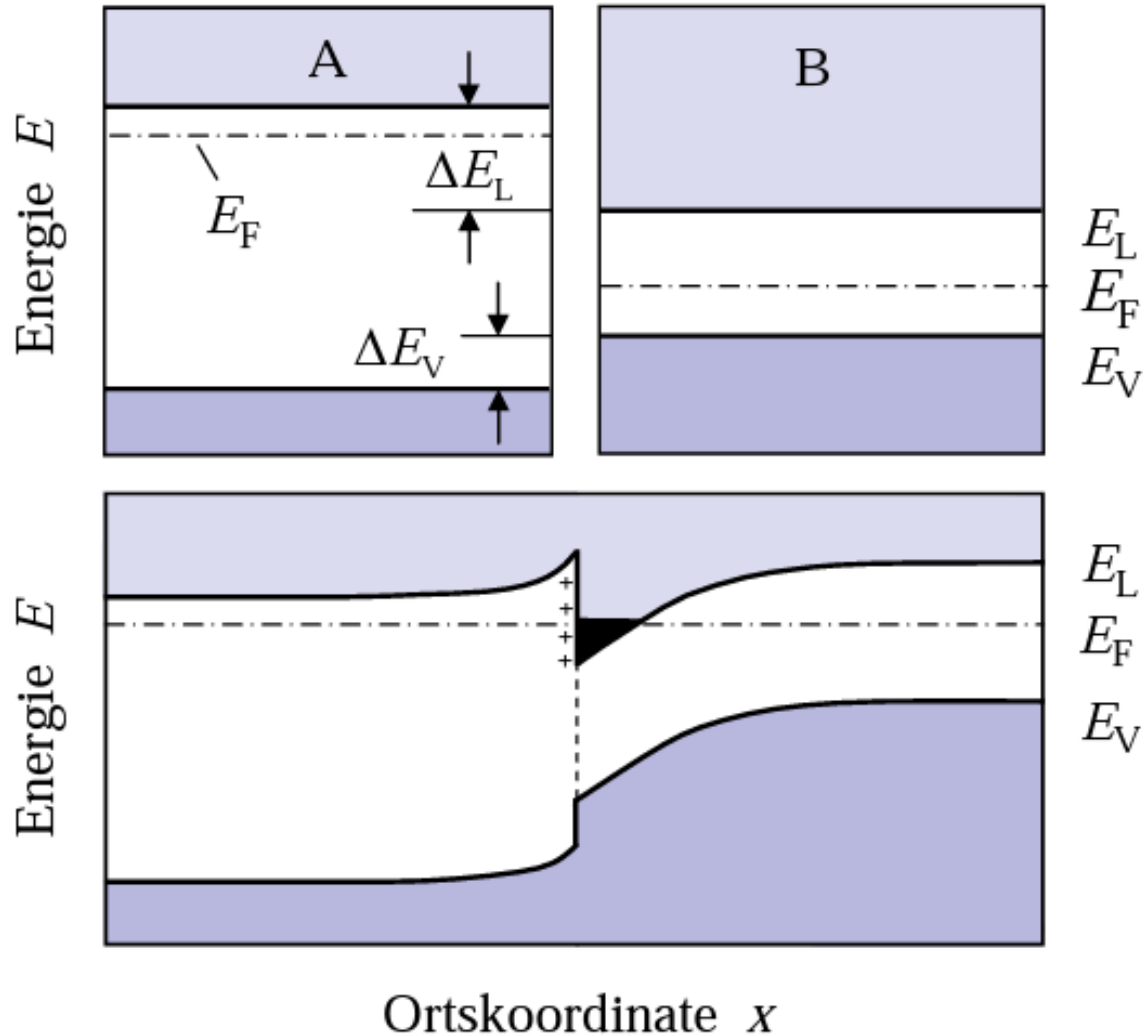


Source und Drain werden mittels stark n dotierten Bereichen unter das Gate geführt.

Gate ist durch dünnen Isolator vom p dotierten Kanal getrennt.

Durch Anlegen einer hohen Spannung wird das Leitungsband im Kanal unter die Fermikante gedrückt und der Kanal wird n-leitend.

# 9.4 Halbleiter-Heterostrukturen

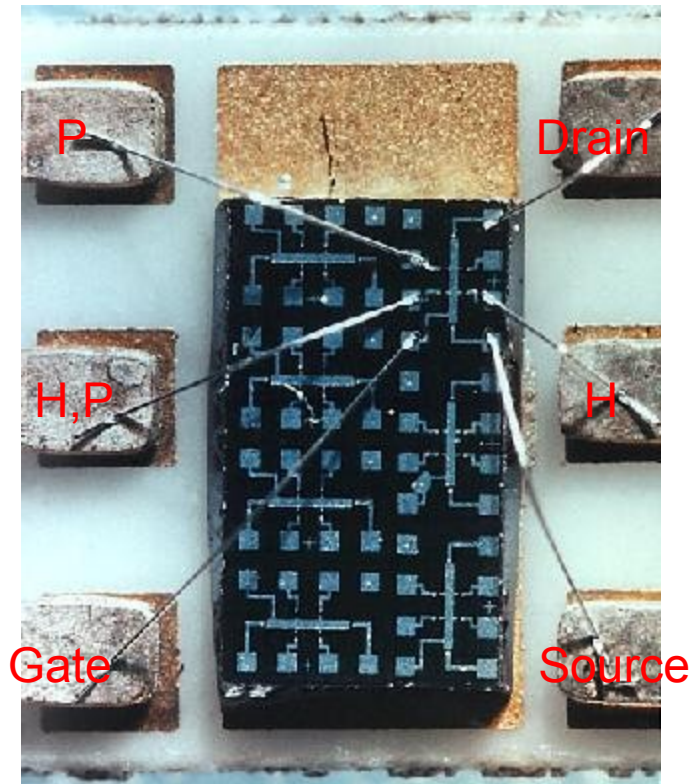


aus Hunklinger

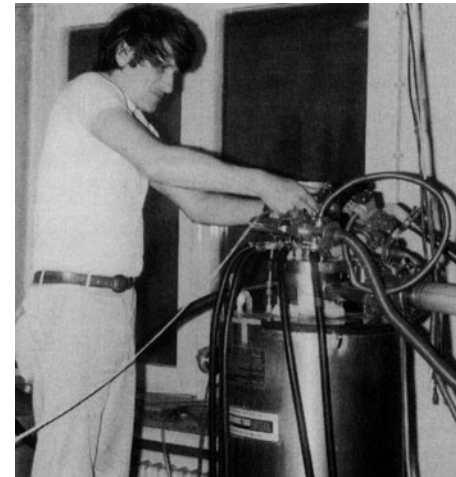
# 9.5 Der Quanten-Hall Effekt

Die Entdeckung des Quanten Hall Effekts (QHE)  
*in der Nacht des 4. auf den 5. Februar 1980 (2 Uhr morgens) in Grenoble*

Si MOSFET Hallstruktur



Klaus von Klitzing am Hochfeldlabor

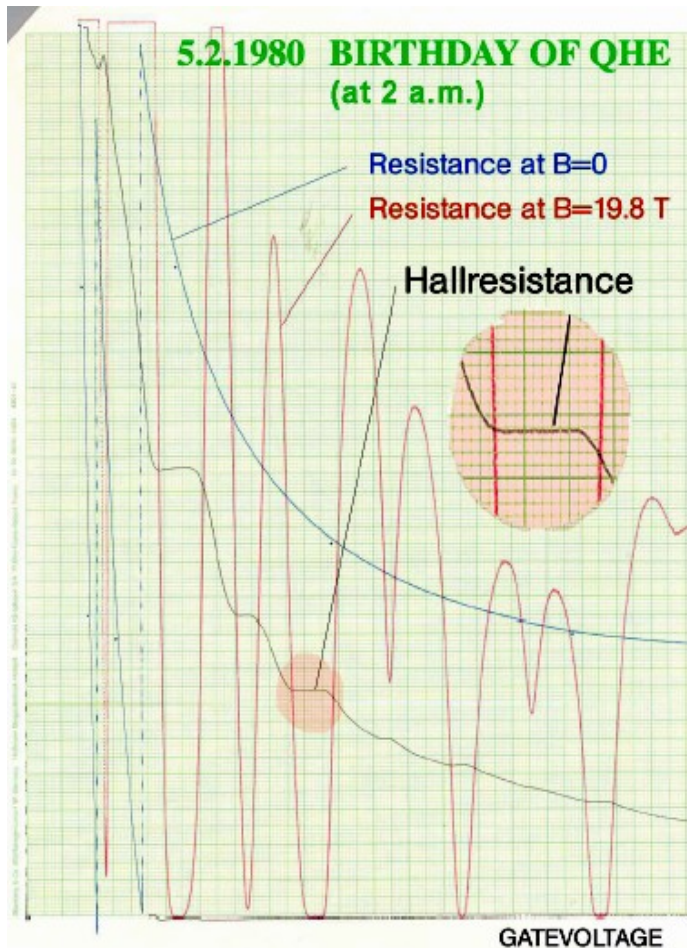


Klaus von Klitzing beschäftigte sich mit dem Leitfähigkeitstensor in 2DEGs bei niedrigen Temperaturen

$\rho_{xx} \propto$  Spannung zwischen P Kontakten

$\rho_{xy} \propto$  Spannung zwischen H Kontakten

# 9.5 Der Quanten-Hall Effekt



Es wird ein konstanter Strom zwischen S und D aufgeprägt.

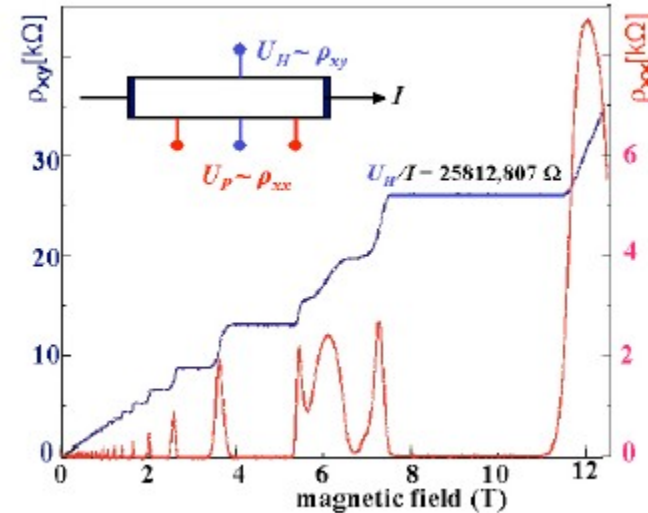
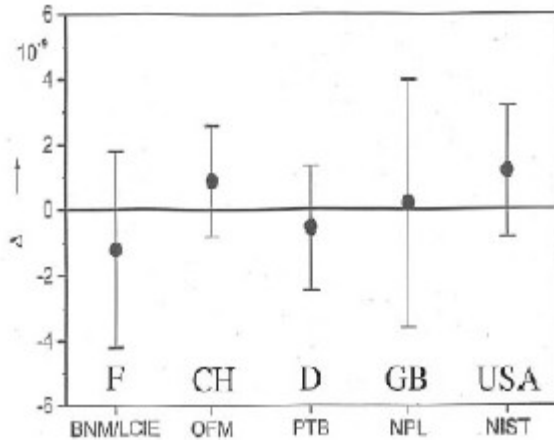
B=0: Der Widerstand zwischen P-P ( $\rho_{xx}$ ) steigt mit abnehmender Gate Spannung. Es werden weniger Ladungsträger im 2DEG gehalten.

B=19.8T: Es treten starke Variationen in  $\rho_{xx}$  auf, der sogar fast verschwindet.

$\rho_{xy}$  zeigt Plateaus im Bereich des verschwindenden  $\rho_{xx}$ .

Die Plateaus liegen bei  $h/(Ne^2)$ .

# 9.5 Der Quanten-Hall Effekt



**(Hall-) Resistance  $R_H = U/I$**

PRL 45,494 (1980)	25 812.68 (8) $\Omega$
BIPM (PARIS)	25 812.809 (3) $\Omega$
PTB (D)	25 812.802 (3) $\Omega$
ETL (JAPAN)	25 812.804 (8) $\Omega$
VSL (NL)	25 812.802 (5) $\Omega$
NRC (Can)	25 812.814 (6) $\Omega$
EAM (CH)	25 812.809 (4) $\Omega$
NBS (USA)	25 812.810 (2) $\Omega$
NPL (GB)	25 812.811 (2) $\Omega$
<b>1.1.1990</b>	<b>25 812.80700 <math>\Omega</math></b>

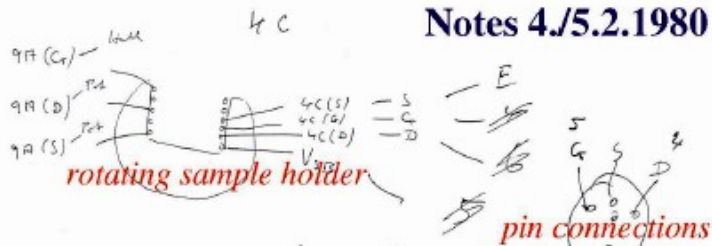
Der QHE dient als Standard für den elektrischen Widerstand.

Der Widerstand ist unabhängig von der Probenform, Material, Dotierung etc.

Abweichungen liegen im  $10^{-9}$  Bereich.



# 9.5 Der Quanten-Hall Effekt



Feinstrukturkonstante  $\alpha$

$$\alpha = \mu_0 c e^2 / 2h = \mu_0 c / 2R_K$$

$$c := 299792458 \text{ m/s} \quad \mu_0 := 4\pi 10^{-7} \text{ N/A}^2$$

$$E_L = R_H \cdot D \cdot j = \frac{1}{ne} \cdot B \cdot \frac{I}{b}$$

$$U_H = \frac{B}{n \cdot e} \cdot I \quad N = \frac{eB}{2\pi k} \quad (j_s \cdot j_v = 1)$$

$$U_H = \frac{2\pi B \cdot I}{e \cdot e \cdot B} = \frac{h}{e^2} \cdot I$$

Josephson

$$\frac{h}{4e^2} \cdot \frac{1}{e^2} = R_{\text{K}} = \frac{h}{2e^2} \Rightarrow 25813 \Omega$$

notes of the phone call to PTB  
PTB 531/5927 (5.2.1980)  
Prof. V. Kose 2240

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

$$\xi_0 = 0.8854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Vs}}{\text{Vm}}$$

$$\sqrt{\frac{\xi_0}{\mu_0}} = 2.65 \cdot 10^{-3} \sqrt{\Omega^{-1}}$$

$$\sqrt{\frac{h}{e^2}} = 376.7 \Omega$$

25813  $\Omega$  : N  
1M  $\Omega$  parallel } 25813  $\rightarrow$  25763.46  
12906.5 12742.04  
6453.25 6411.87  
3226.63 3246.25  
2157.08 2146.47

quantized resistances  
with and without the  
input resistance of the x-y recorder

VOLUME 45, NUMBER 6

PHYSICAL REVIEW LETTERS

11 AUGUST 1980

## New Method for High-Accuracy Determination of the Fine-Structure Constant Based on Quantized Hall Resistance

K. v. Klitzing

Physikalisches Institut der Universität Würzburg, D-8700 Würzburg, Federal Republic of Germany, and  
Hochfeld-Magnettabor des Max-Planck-Instituts für Festkörperforschung, F-38042 Grenoble, France

and

G. Dorda

Forschungslaboratorien der Siemens AG, D-8000 München, Federal Republic of Germany

and

M. Pepper

Cavendish Laboratory, Cambridge CB3 0HE, United Kingdom  
(Received 30 May 1980)

$$1980: 1/\alpha = 137.0353 (4)$$

Nobelpries 1985

$$2003: 1/\alpha = 137.0360023 (72)$$