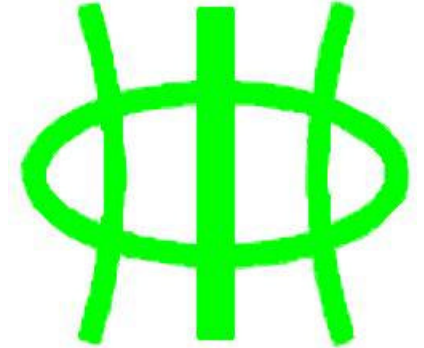




Kapazitätsspektroskopie an selbstorganisierten Quantenpunkten



A. Rack, R. Wetzler, A. Wacker, E. Schöll
Institut für Theoretische Physik, TU Berlin
C.M.A. Kapteyn, R. Heitz, D. Bimberg
Institut für Festkörperphysik, TU Berlin

- Motivation
- Experiment
- Theorie
- Numerisches Verfahren
- Ergebnisse
 - InAs Quantenpunkte
 - Ge Quantenpunkte
- Zusammenfassung

Experiment:

niederfrequente **CV-Kennlinie** von
Quantenpunkt-Bauelementen

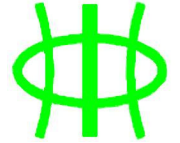
Theorie:

CV-Kennlinie aus stationärer
selbstkonsistenter Lösung der
Poisson-Gleichung

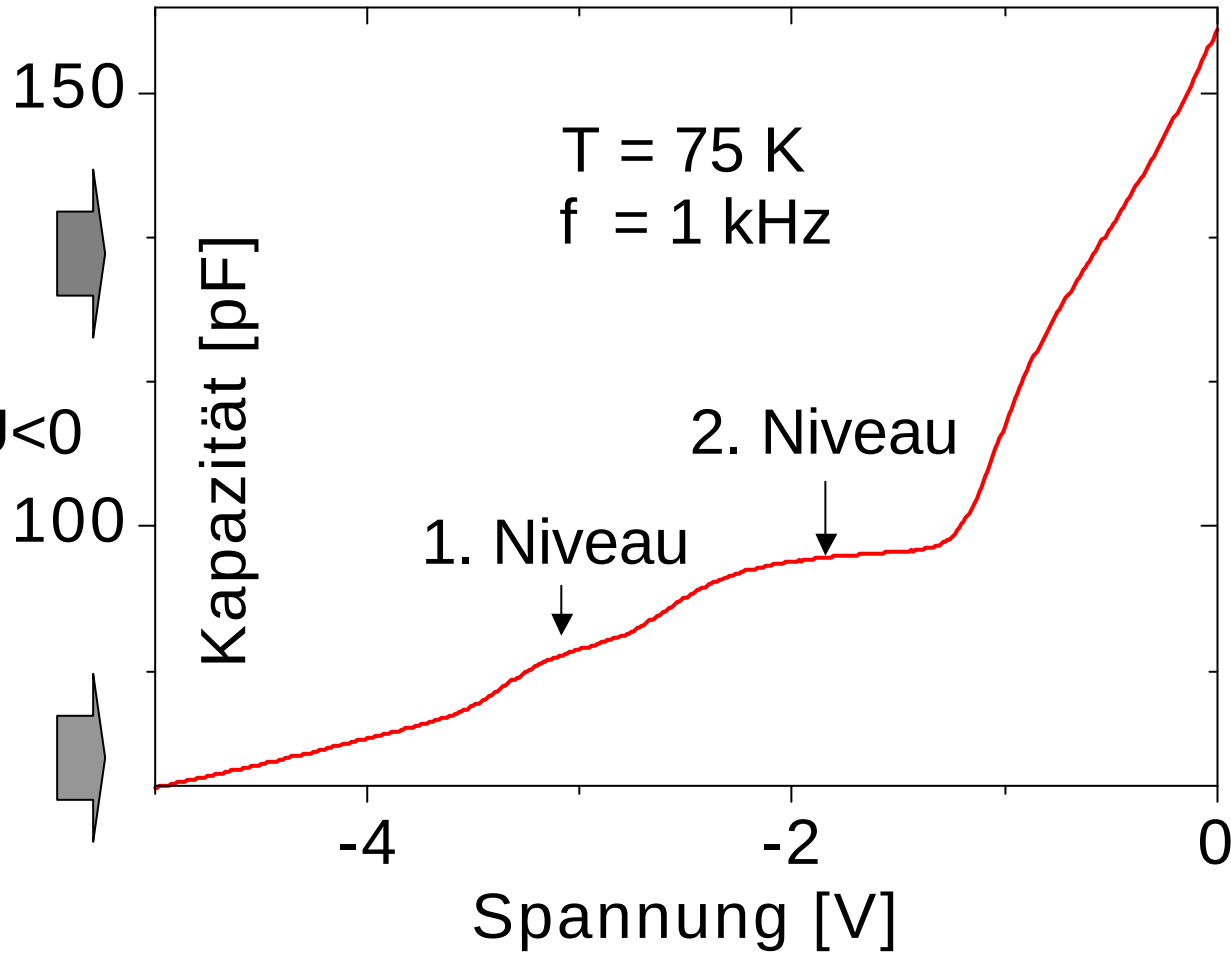
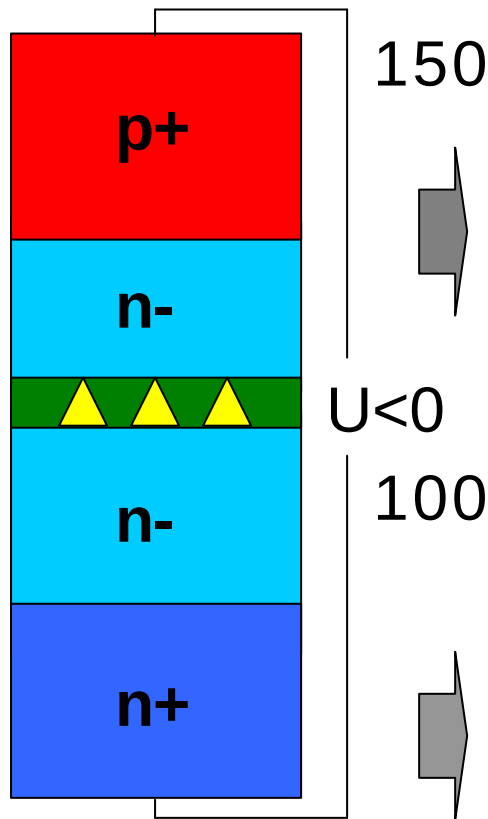
Vergleich

Energieniveaus
inhomogene Verbreiterung
Einfluß von Wachstumsparametern
Wechselwirkung Quantenpunkte mit Umgebung

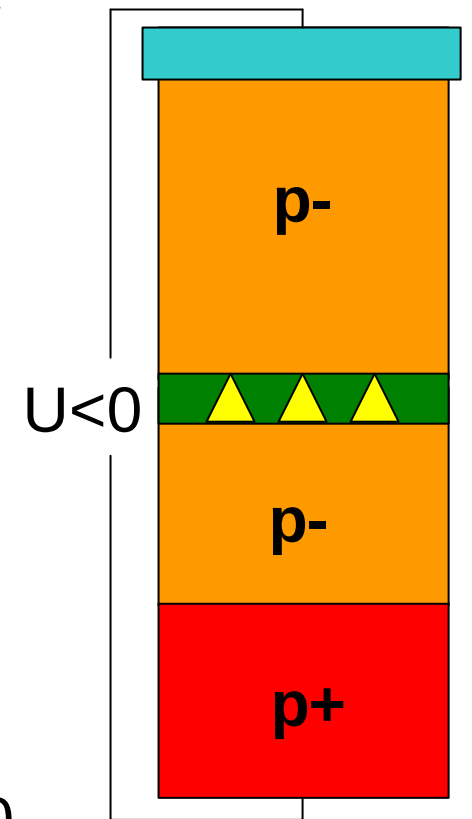
Experiment



pn-Diode



Schottky-Diode



Wetzler, Kapteyn et al., APL 2000

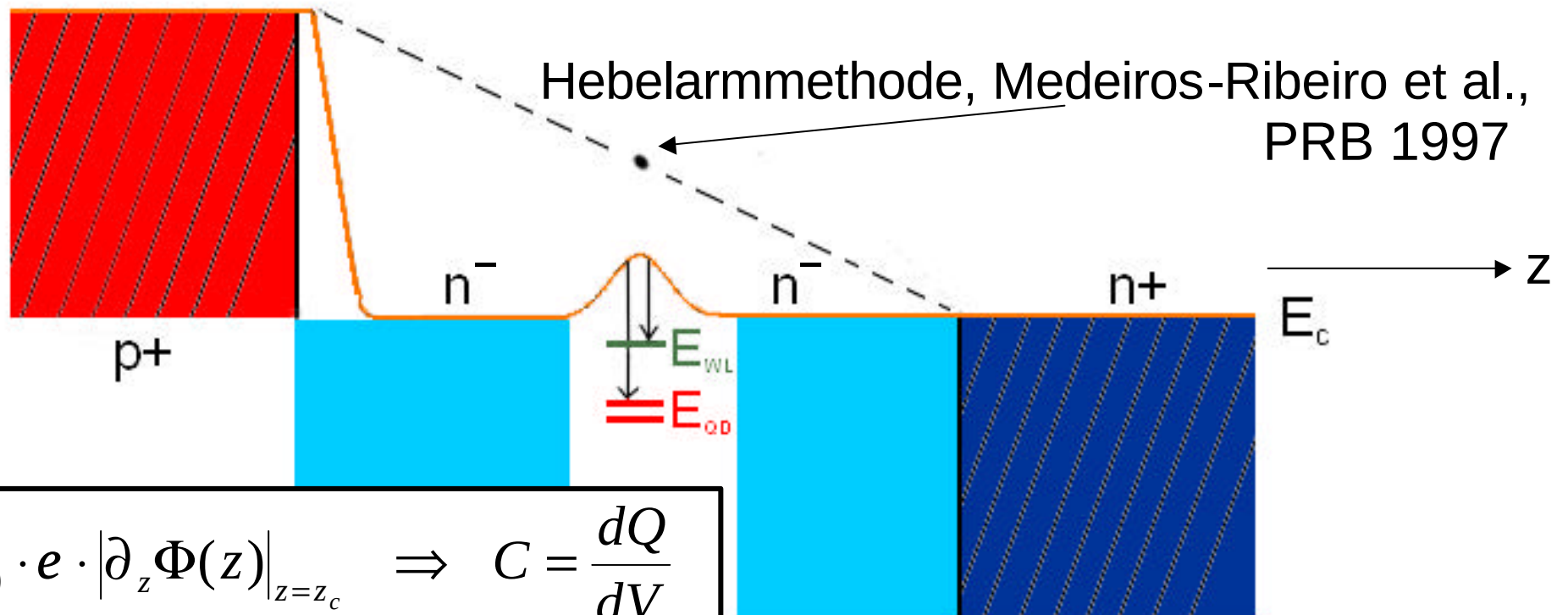
Poisson-Gleichung

$$\epsilon_0 \cdot e \cdot \partial_z^2 \Phi(z) = -r(z)$$

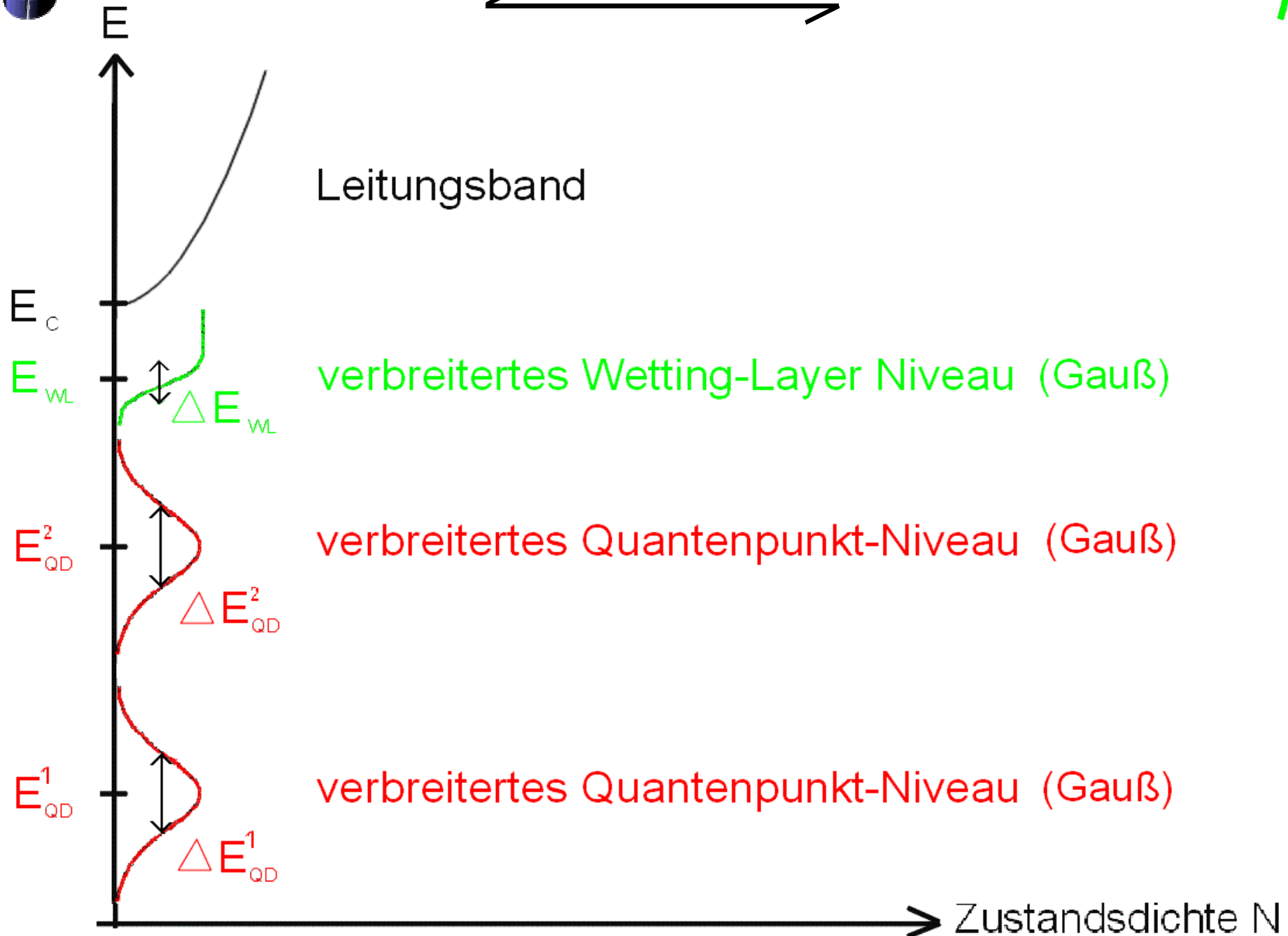
Stromgleichungen

$$\partial_z j_{n,p}(z) = 0$$

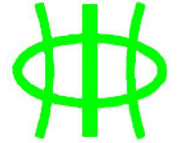
$$r(z) = e \cdot [p^{3d} - n^{3d} + N_D^+ - N_A^- + p^{QD} - n^{QD} + p^{WL} - n^{WL}]$$



$$Q = A \cdot \epsilon_0 \cdot e \cdot \left| \partial_z \Phi(z) \right|_{z=z_c} \Rightarrow C = \frac{dQ}{dV}$$

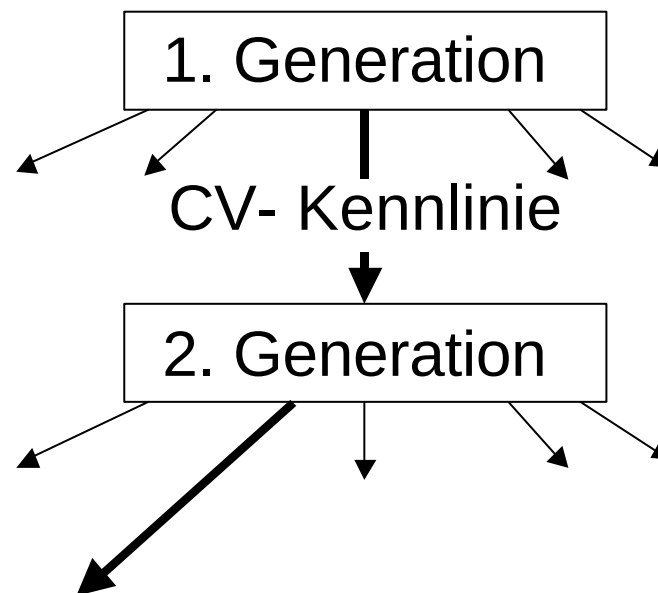


Numerisches Verfahren

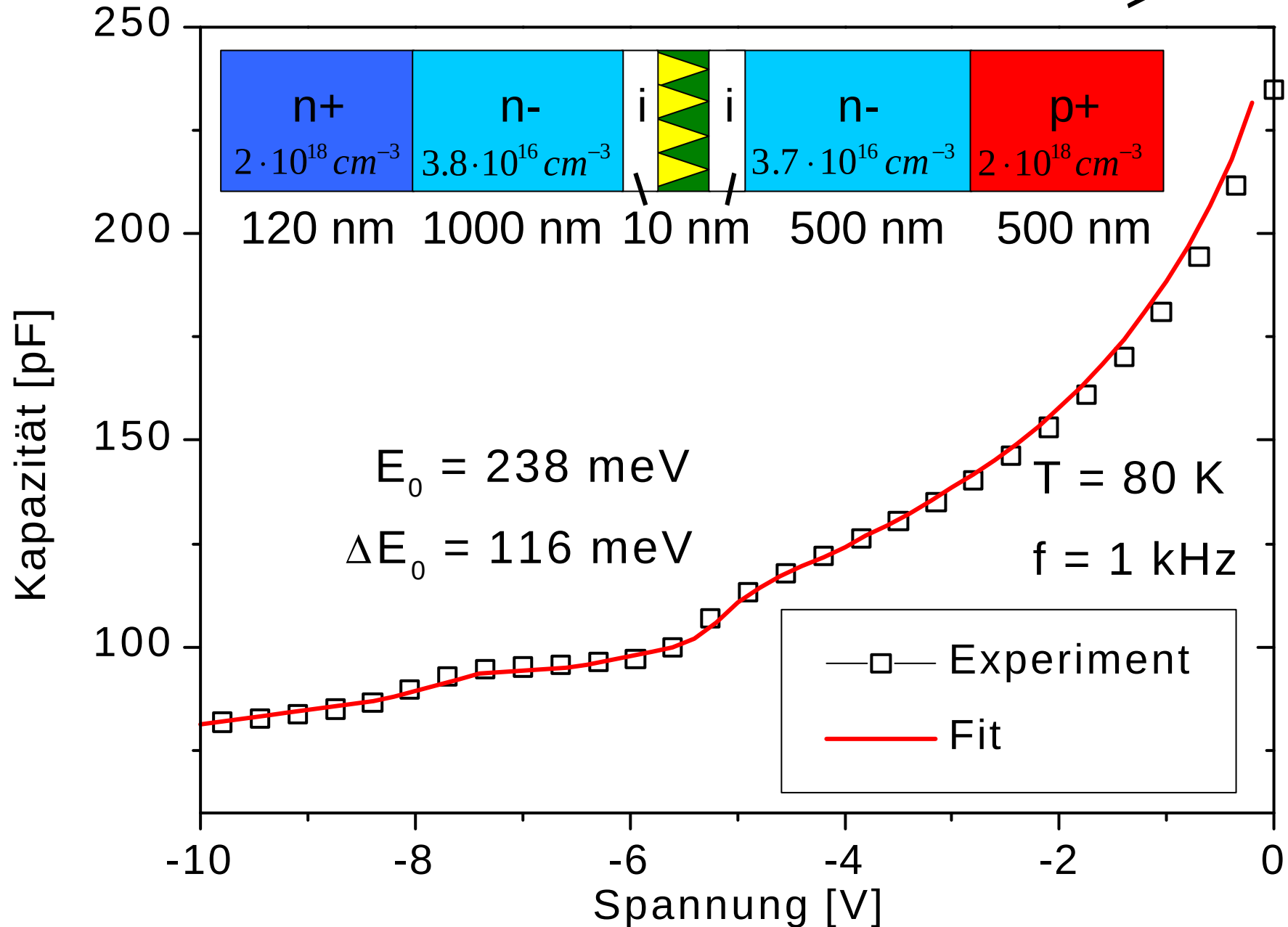


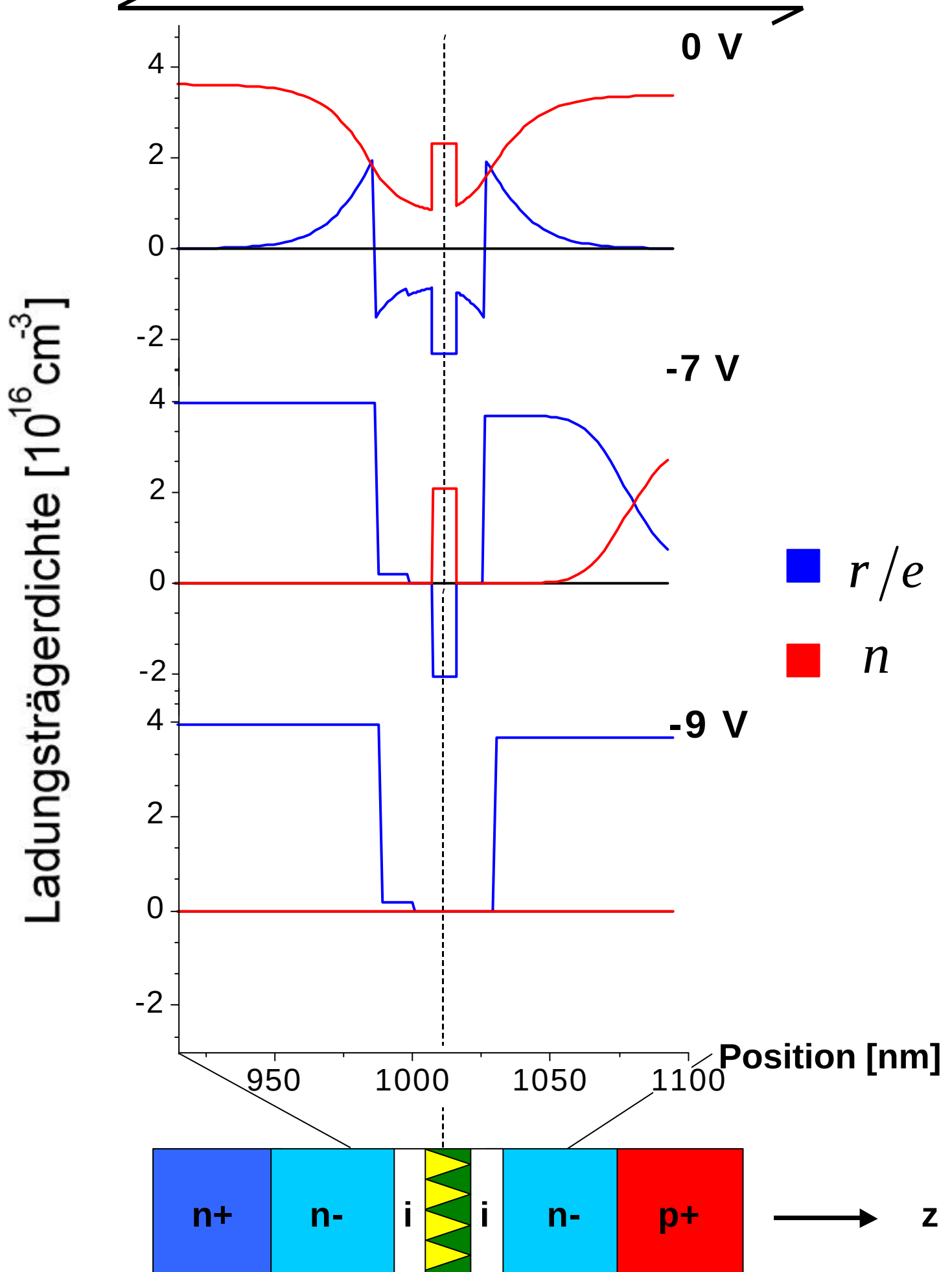
- Anfitten der Parameter:
- $E_{QD}^{1..N}$, $\Delta E_{QD}^{1..N}$
 - E_{WL} , ΔE_{WL}
 - Störstellendichte
 - Diffusion des Quantenpunkt-Materials
 - Quantenpunktdichte

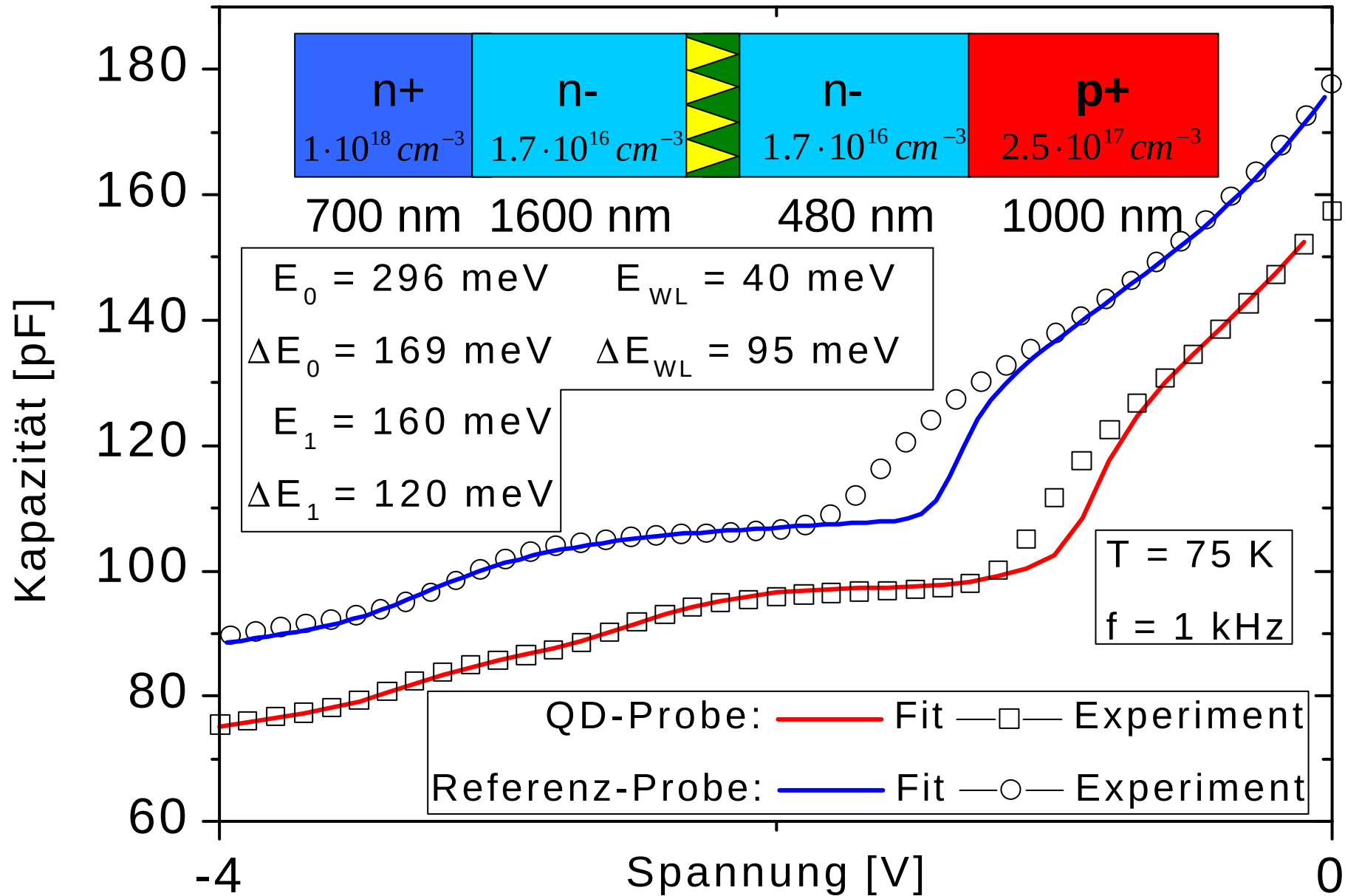
Evolutionsstrategie:



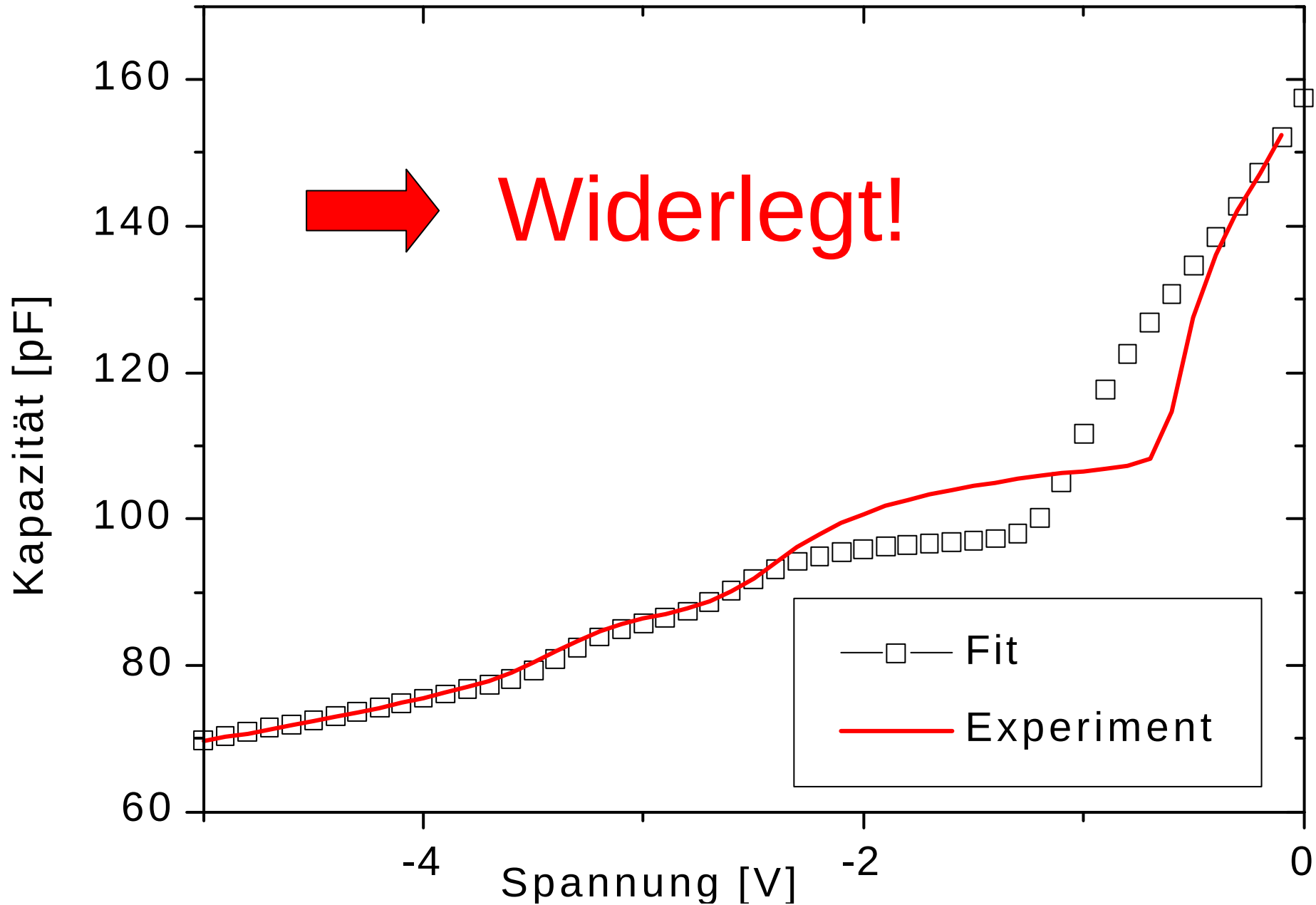
S1: InAs Quantenpunkte in pin-Diode



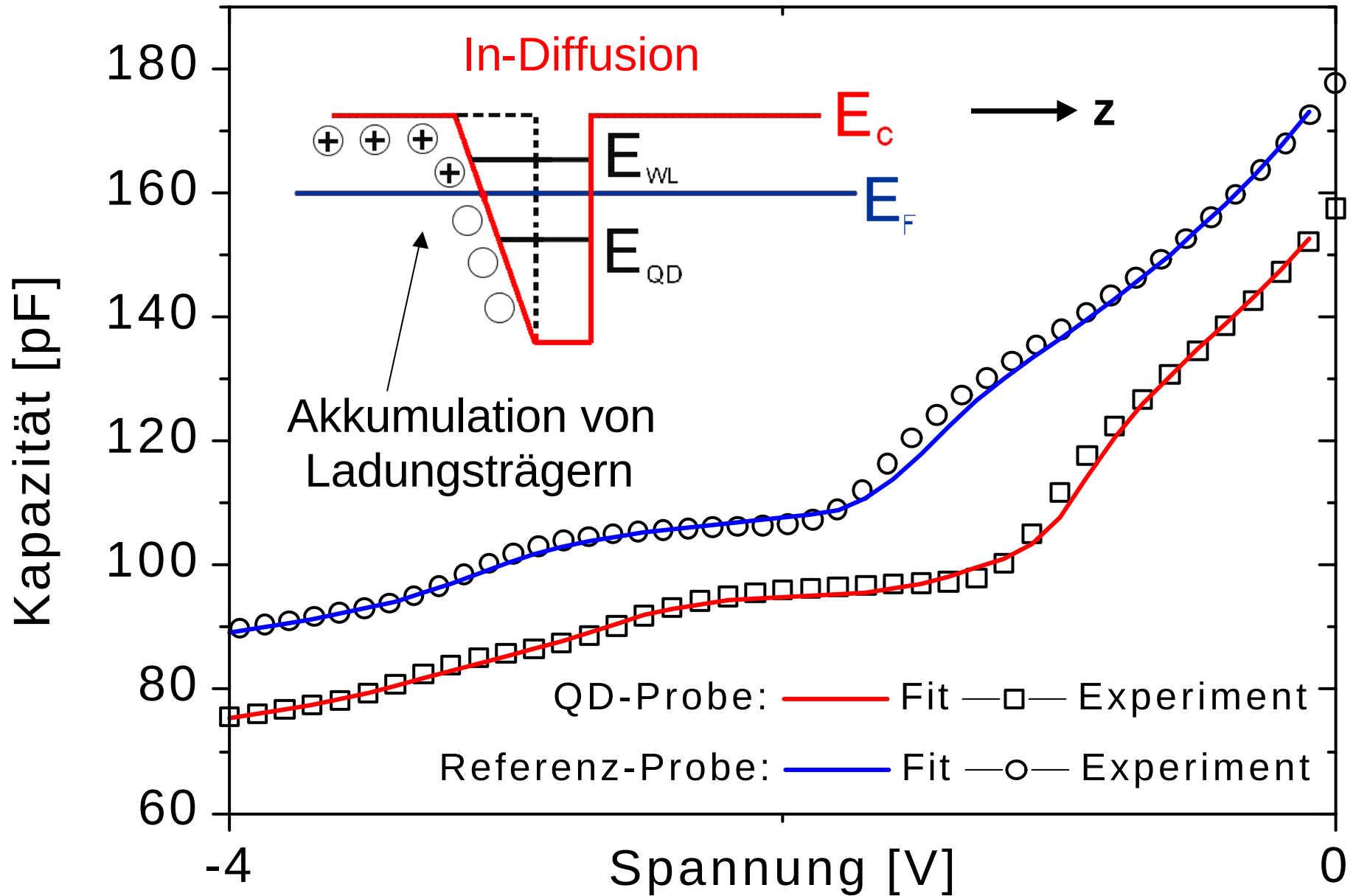




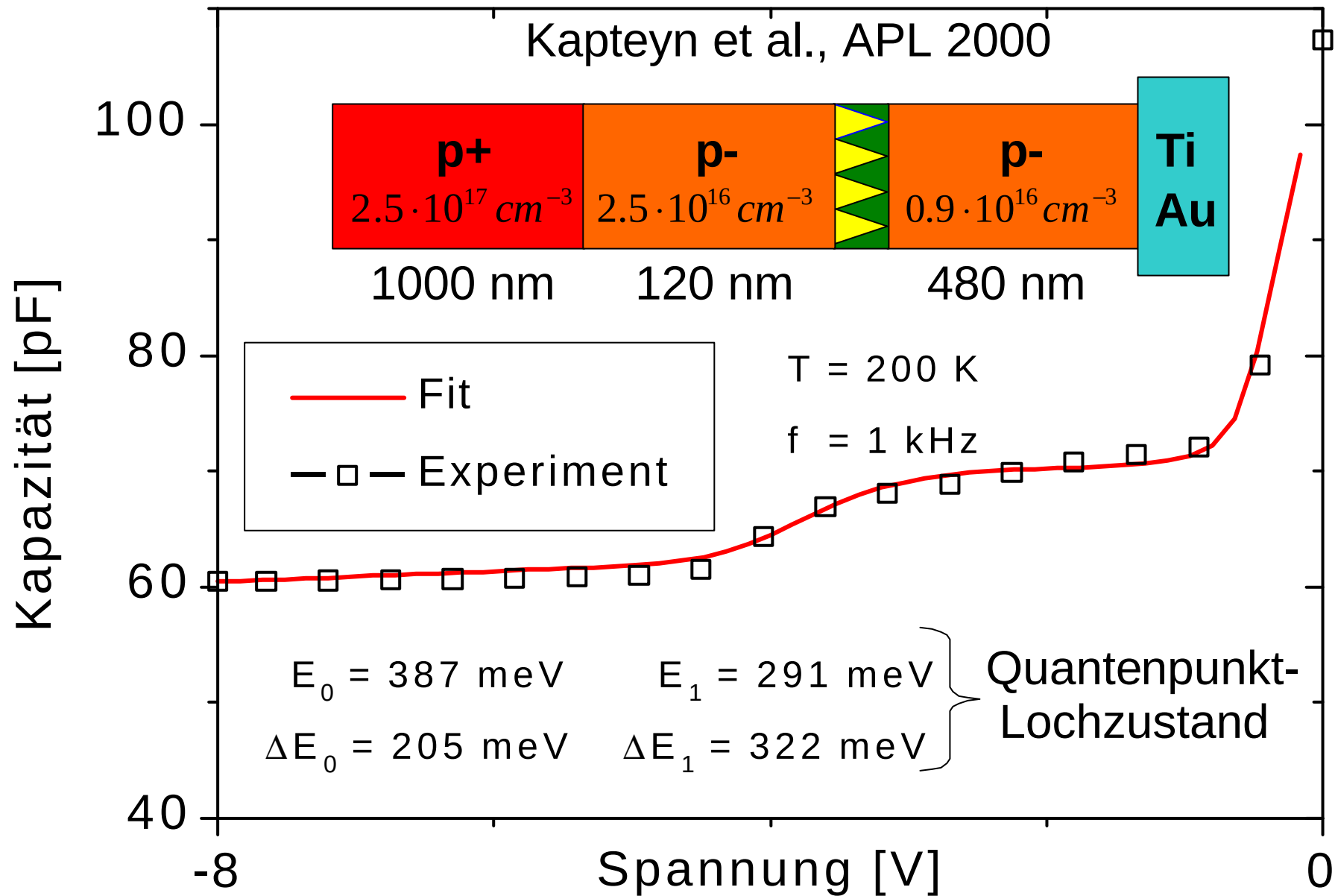
S2: Einfluß des Wetting-Layer ohne In-Diffusion



(XSTM, P.M. Koenraad, ICPS-25)



S3: Ge Quantenpunkte in Schottky-Diode



- Bestimmung der Energieniveaus von Quantenpunkt- und Wetting-Layer Zuständen und deren Verbreiterung
- Verschiedene Quantenpunkt-Strukturen: pin-Diode, pn-Diode und Schottky-Diode (Quantenpunkt-Elektron- und Lochzustände)
- Einfluß von In-Diffusion und Störstellen mit detailliertem Modell

Danksagung:

Volker Türck, TU Berlin - Fitroutine Evolutions-Strategie

Jörg Ehehalt, TU Berlin - Messung InAs-Quantenpunkte S1