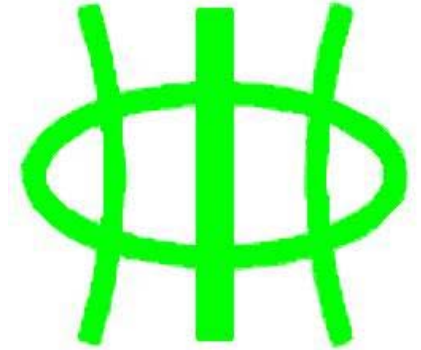




Modellierung eines bistabilen Quantenpunktbauelements

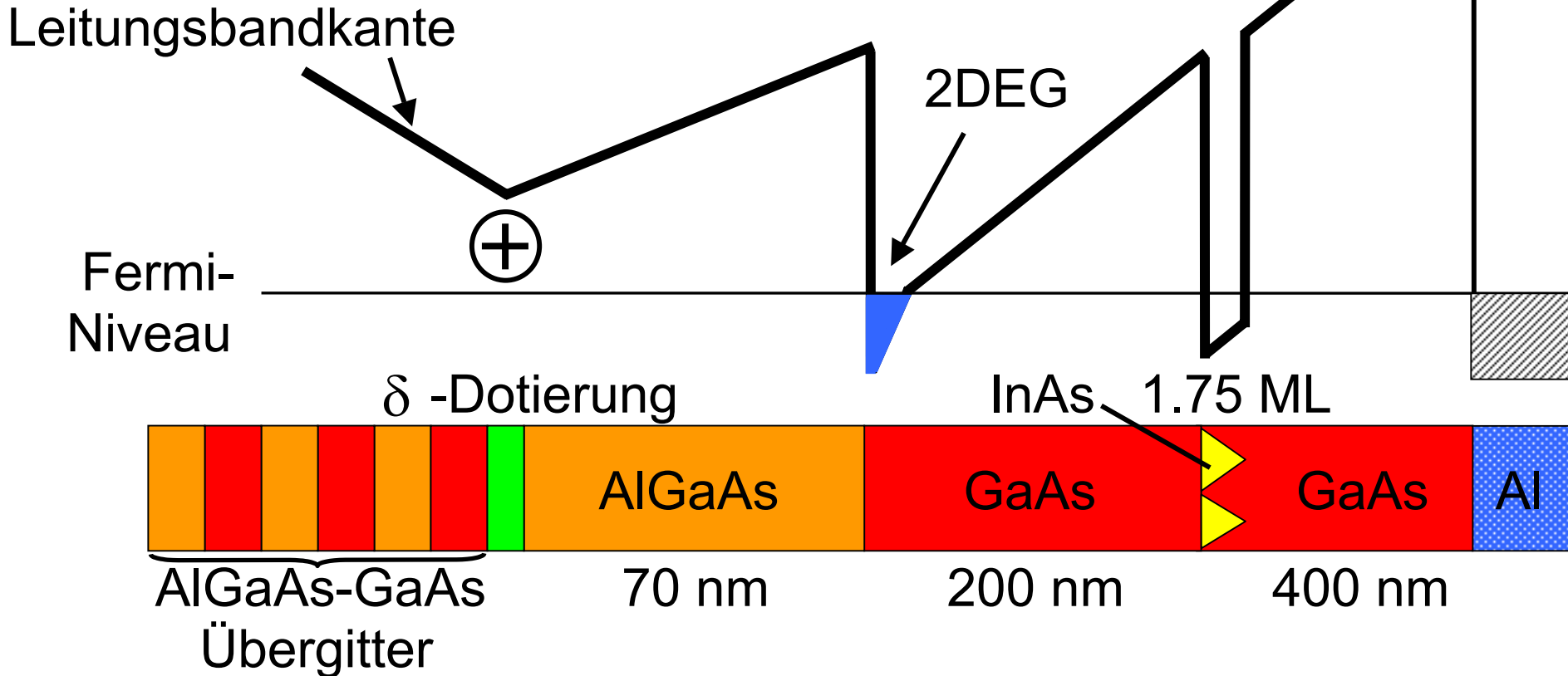


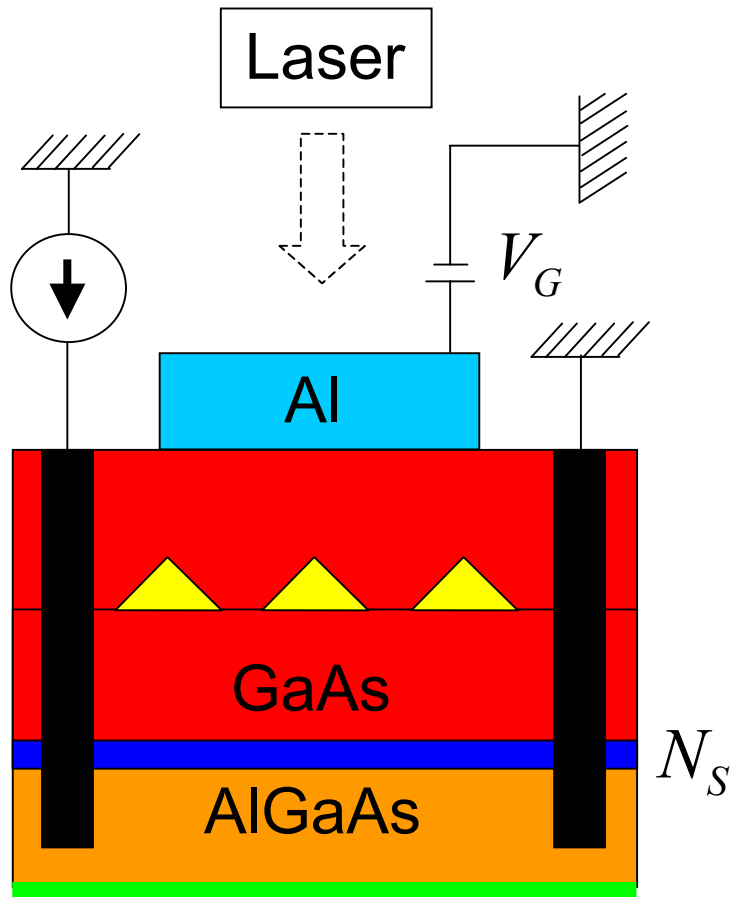
A. Rack, R. Wetzler, A. Wacker, E. Schöll
Institut für Theoretische Physik, TU Berlin

- Motivation
- Experiment
- Theorie
- Bistabiles Verhalten
- Analyse der Dynamik
- Zusammenfassung

Realisierung eines Speicherbauteils mit Quantenpunkten (QD)

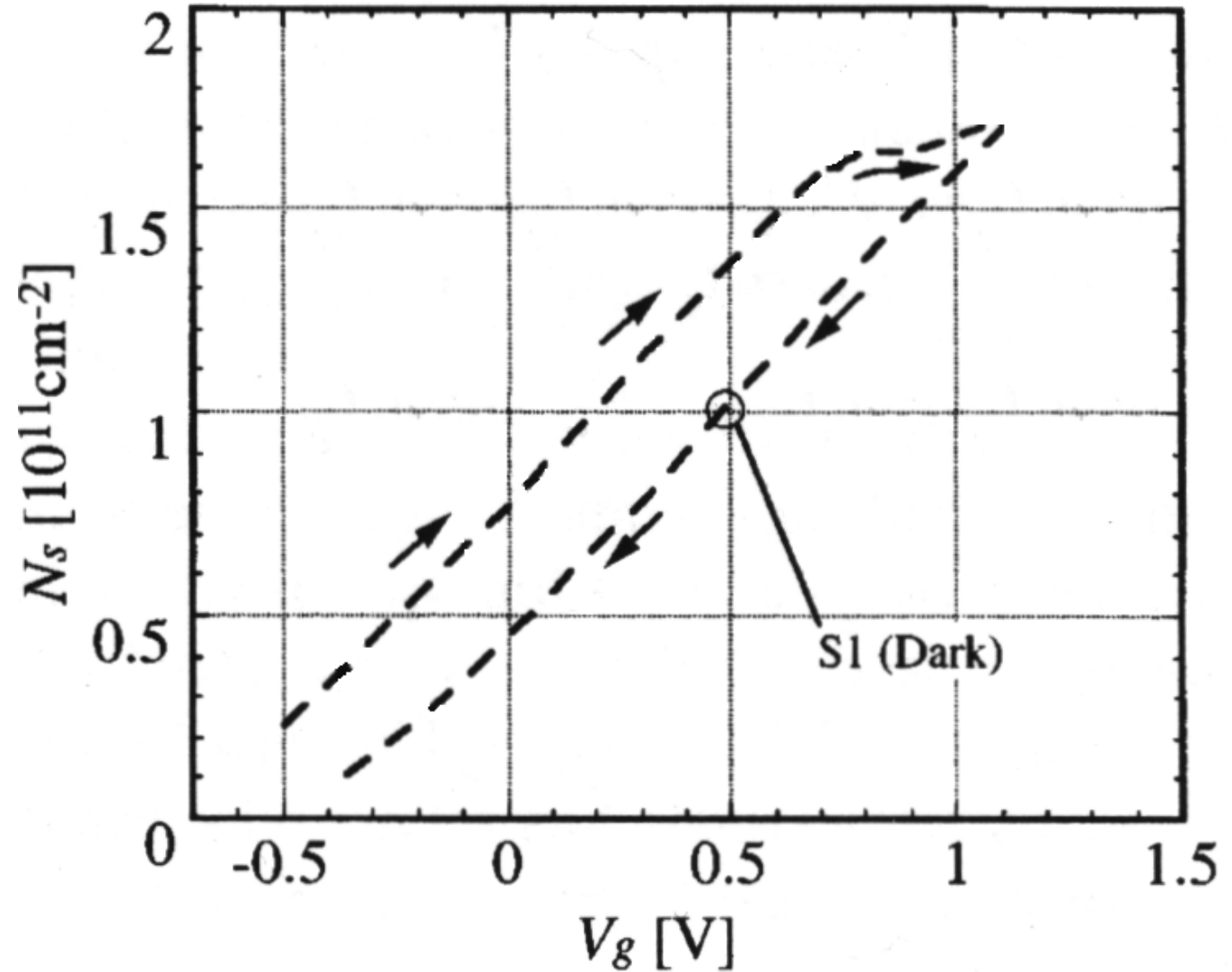
FET mit Quantenpunkten





$T = 77 \text{ K}$

Hall-Leitfähigkeit: N_S



G. Yusa, H. Sakaki, APL 1997

Poisson-Gleichung

$$\varepsilon_0 \cdot \partial_z [\varepsilon(z) \cdot \partial_z \Phi(z)] = -\rho(z)$$

$$\rho(z) = e \cdot [N_D^+(z) - n^{3d}(z) - n_{QD}(z)]$$

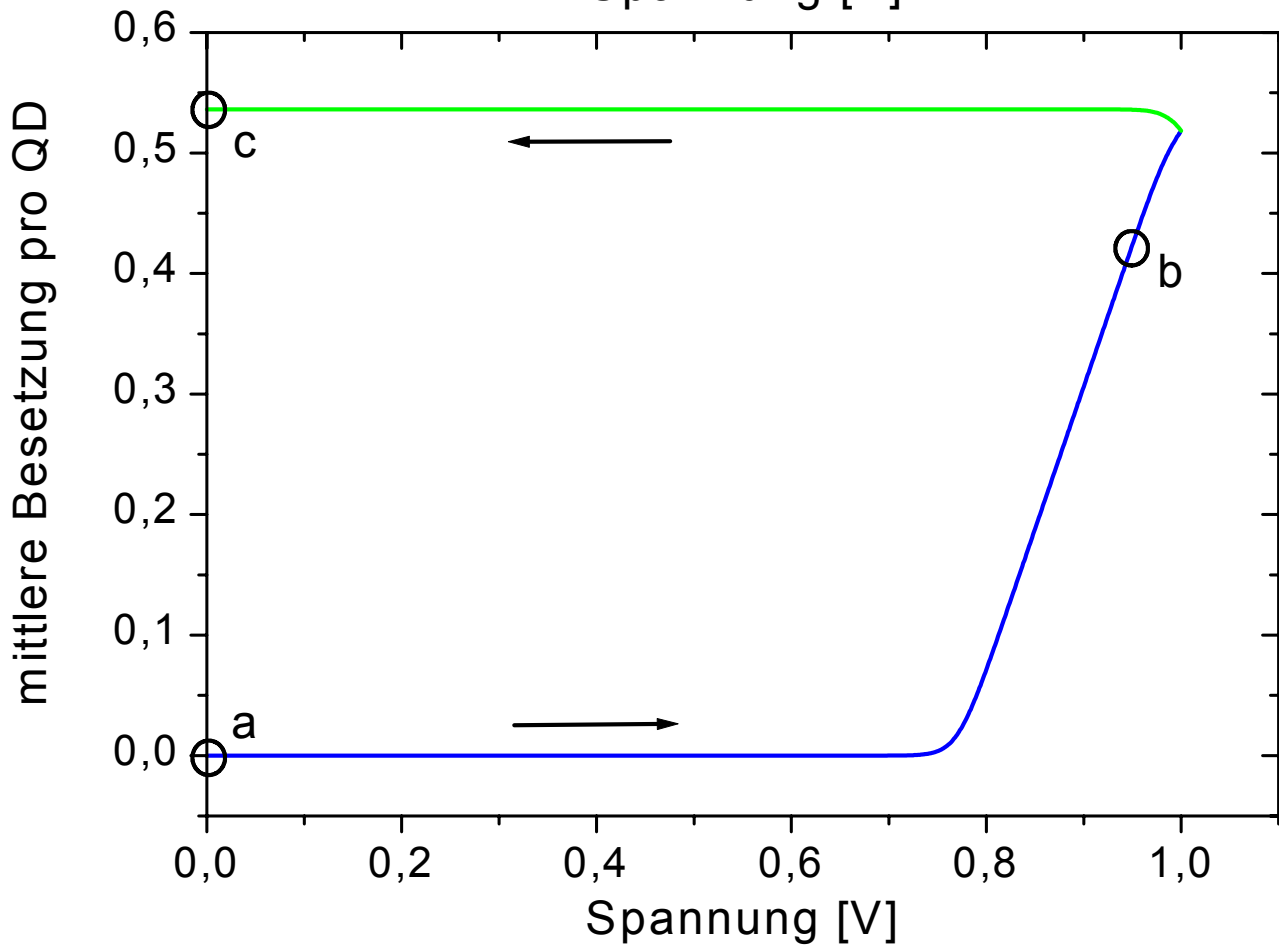
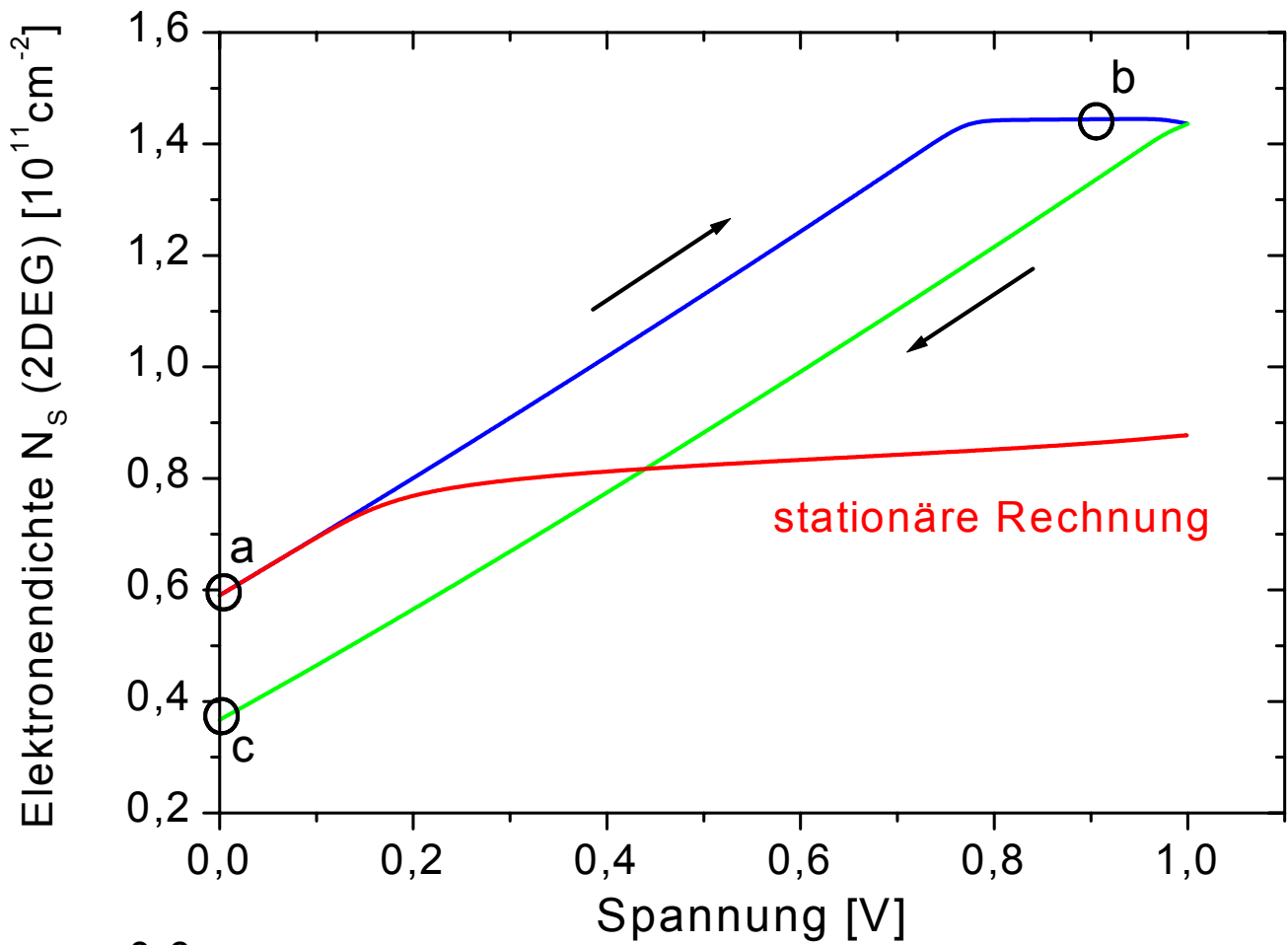
Stromgleichung

$$0 \stackrel{!}{=} \partial_t n(z) = \frac{1}{e} \cdot \partial_z j(z) - f(n(z), n_{QD}(z, t))$$

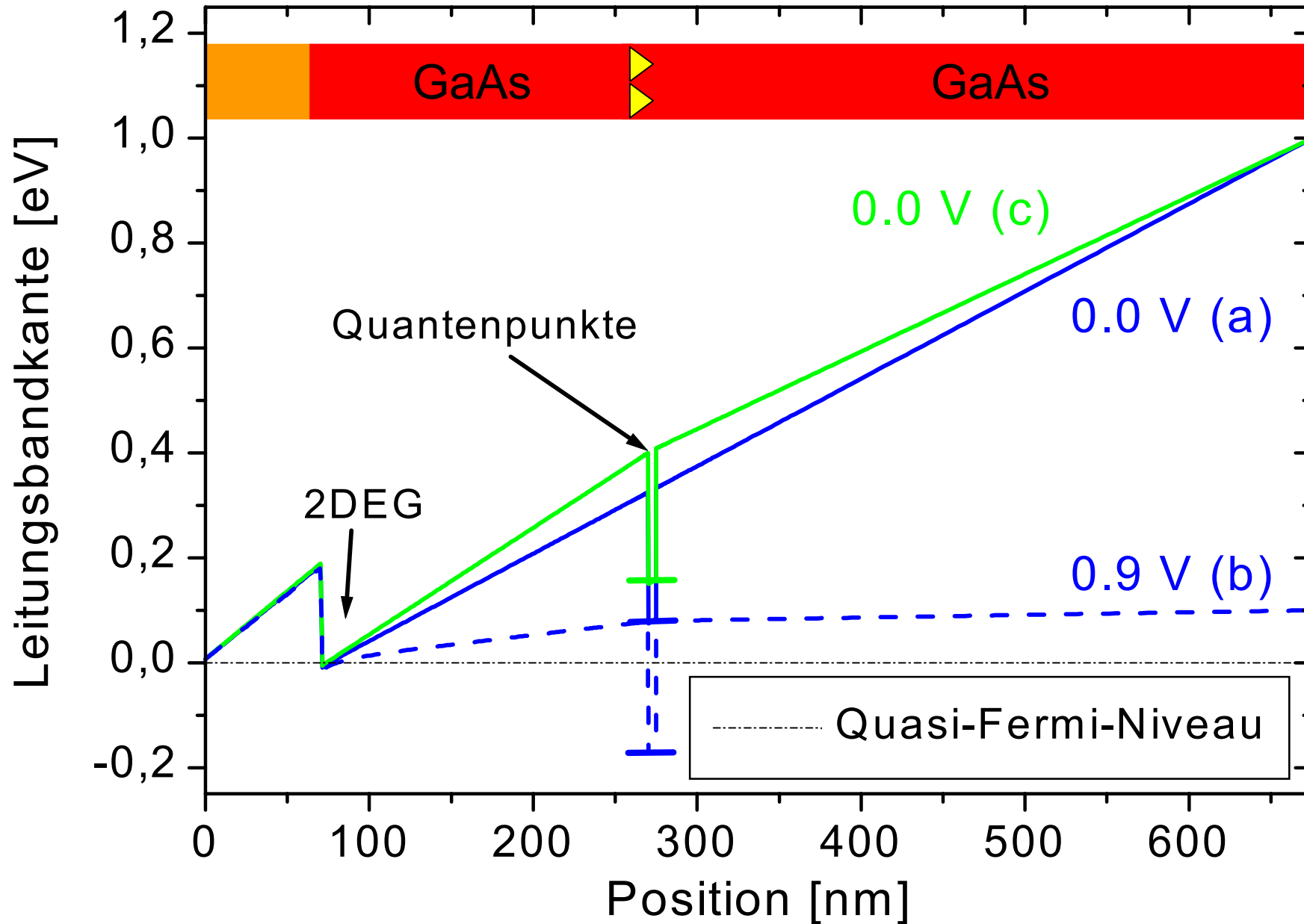
Generations-Rekombinations-Ratengleichung (QD)

$$\partial_t n_{QD}(z, t) = f(n(z), n_{QD}(z, t))$$

Auger-Prozeß



Bistabiles Verhalten



Hysterese durch Dynamik

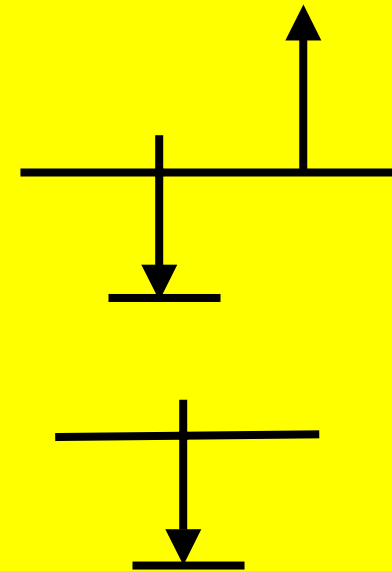
Untersuche mögliche Einfangs- und Emissions-Prozesse

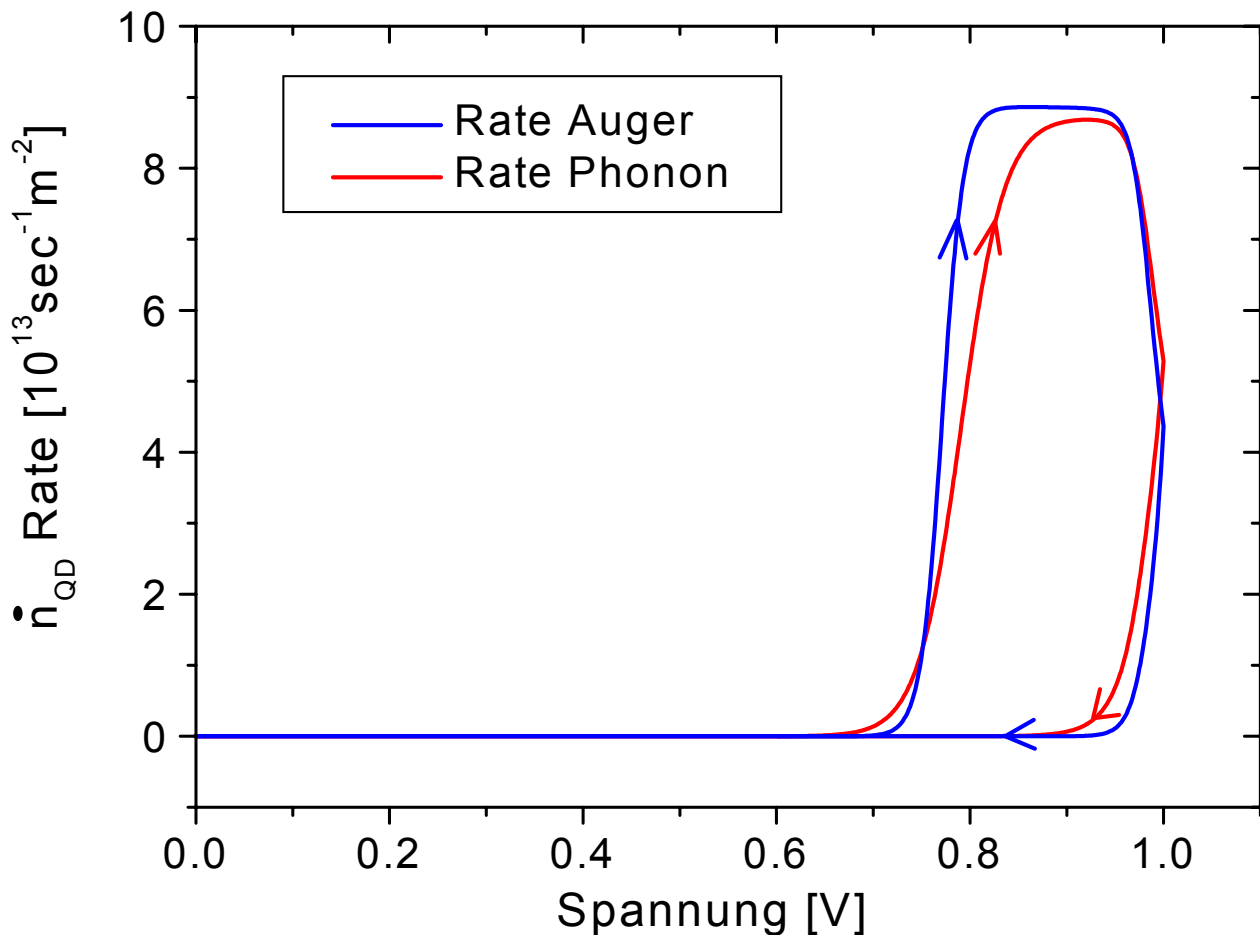
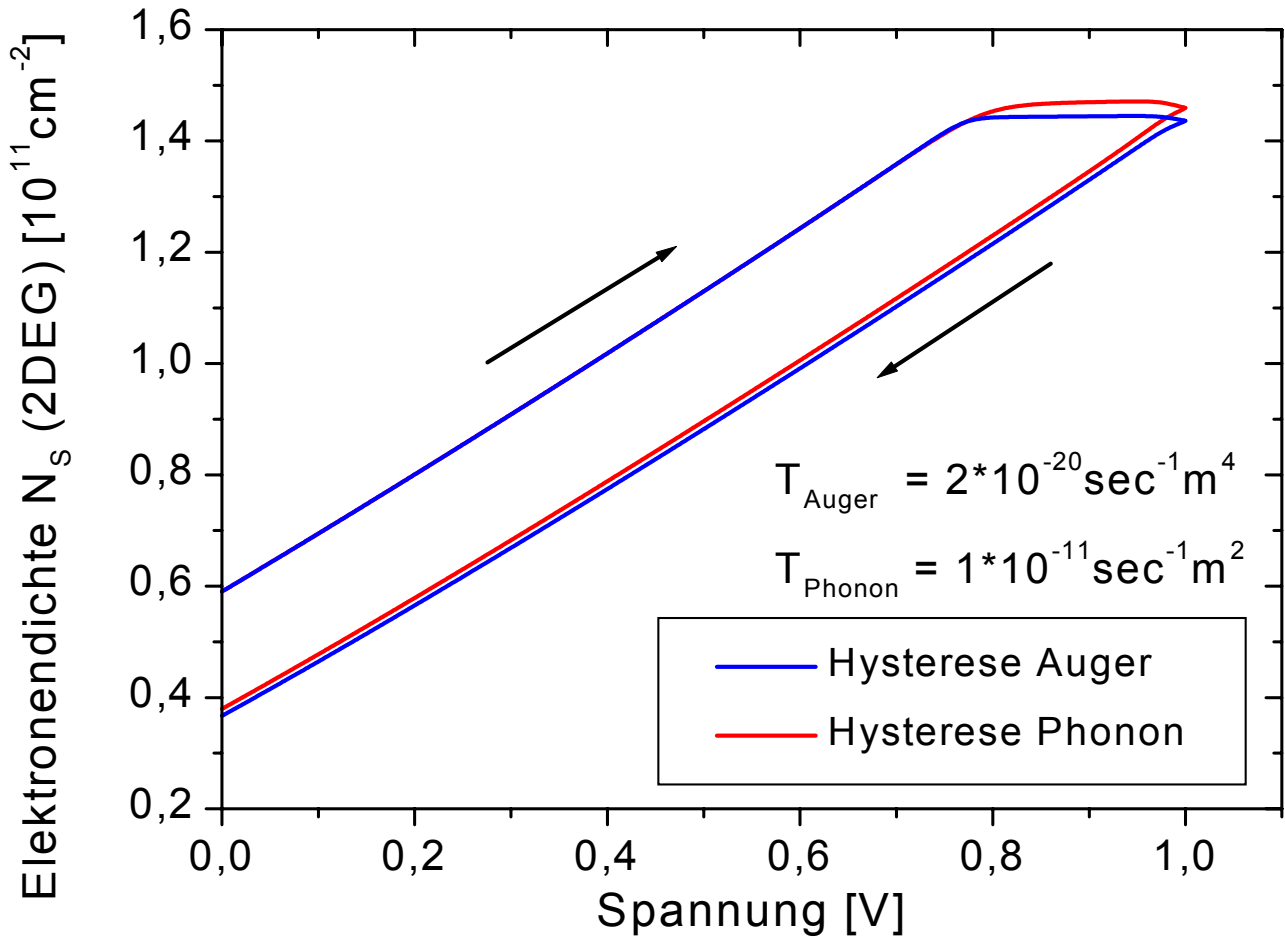
Unterschiedliche Ratengleichungen:

Auger $\partial_t n_{QD} = T_{Auger} n (np_{QD} - n_1 n_{QD})$
 (bisheriges Modell)

Phonon $\partial_t n_{QD} = T_{Phonon} (np_{QD} - n_1 n_{QD})$
 (alternativ)

$$p_{QD} = \alpha N_{QD} - n_{QD} \quad n_1 := N_C e^{-\frac{\Delta E}{k_B T}}$$





$$T_{Auger} = 2 \cdot 10^{-20} \frac{m^4}{\text{sec}} \quad \text{A.V. Uskov et al., APL 72, 1998}$$

Alternative Erklärungsmöglichkeit?

Theorie: R. Ferreira, G. Bastard, APL 74, 1999:

$$T_{Phonon} = 1 \cdot 10^{-2} \frac{m^2}{\text{sec}} \quad (1\text{-Phonon-Proze\ss})$$

Zur Erklärung der Bistabilität nötig:

$$T_{Phonon} \approx 10^{-11} \frac{m^2}{\text{sec}} \quad \Rightarrow \quad \text{Multi-Phononen-Proze\ss}$$

Auger-Proze\ss liefert experimentell verträgliche Einfang-Raten bei hohen Dichten

- Modellierung eines bistabilen Quantenpunktbauteils
- Hysterese in Übereinstimmung mit Experiment
- Vergleich verschiedener Einfangs- und Emissionsprozesse
- Erklärung der Hysterese in der Kennlinie bei geringen Ladungsträgerdichten:
 - Auger-Prozeß (gute quantitative Übereinstimmung)