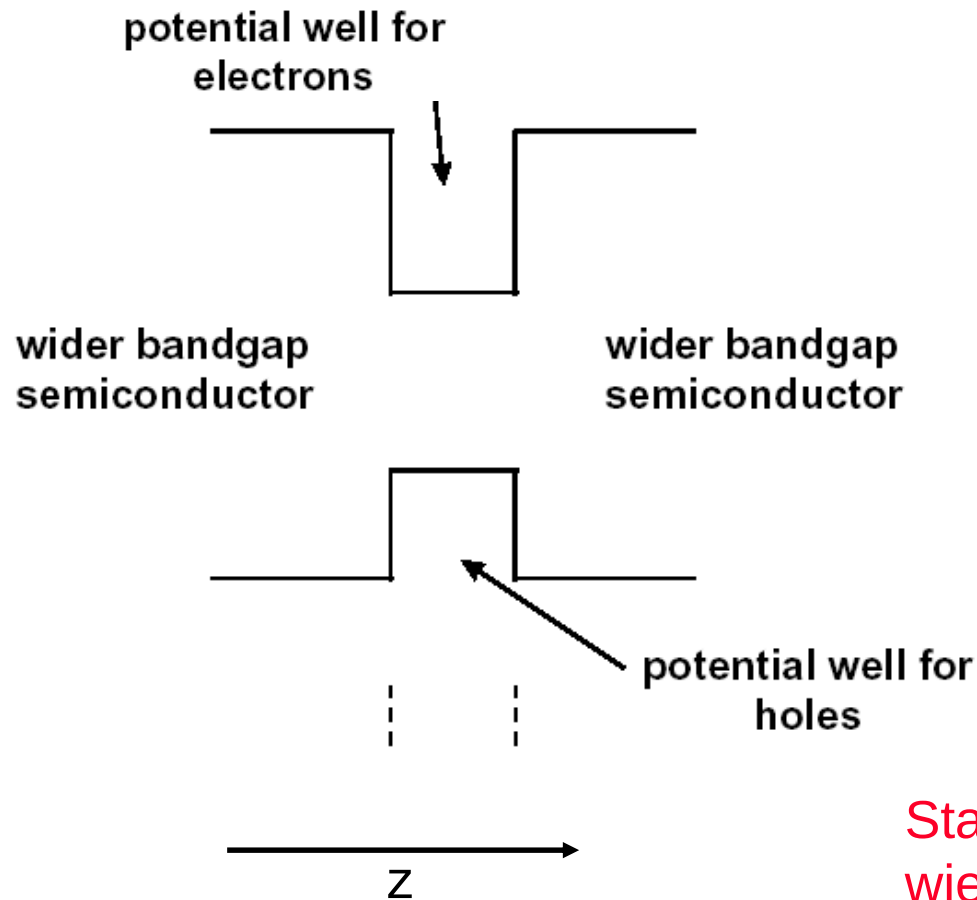


- I. Einleitung
- II. Optik in Halbleiterbauelementen
- III. Herstellungstechnologien
 - III.0 Lumineszenz
 - III.1 Epitaxie
 - III.1.1 Flüssigphasenepitaxie (LPE)
 - III.1.2 Molekularstrahlepitaxie (MBE)
 - III.1.3 Metallorganische Gasphasen Epitaxie (MOVPE)
 - III.2 Halbleiterquantenstrukturen
 - III.3 Prozessierung

III.3.2 Halbleiterquantenstrukturen



Bei Verkleinerung der Struktur ($d \approx 10\text{nm}$) schlägt wieder die Quantenmechanik zu

Keine freie Bewegung in z-Richtung, keine Ausbildung von Blochwellen

Stattdessen lokalisierte Wellenfunktionen wie in der Atomphysik

Abb. : Potentialtöpfe in Halbleiterheterostrukturen

→ Ausbildung von Quantentrögen (Quantum wells)

Das Elektron im Quantum Well

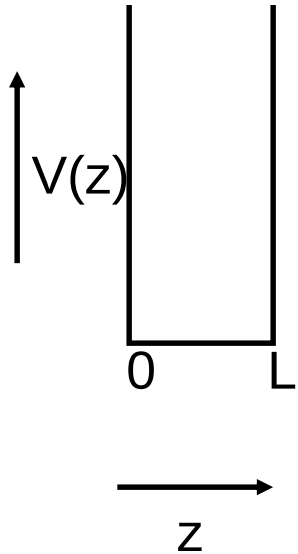


Abb.: Schema zum
unendlich hohen Potentialtopf

zeitunabhängige Schrödingergleichung:

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \psi(z)}{dz^2} + V(z) \psi(z) = E \psi(z)$$

Gute Näherung: Potentialbarriere ist unendlich hoch

→ Wellenfunktion muss an den Rändern verschwinden

Lösungen:

$$\psi_n(z) = A_n \sin\left(\frac{n\pi z}{L_z}\right) \quad \text{Wellenfunktionen}$$

$$E_n = \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{n\pi}{L_z}\right)^2 \quad \text{Energien}$$

Das Elektron im Quantum Well

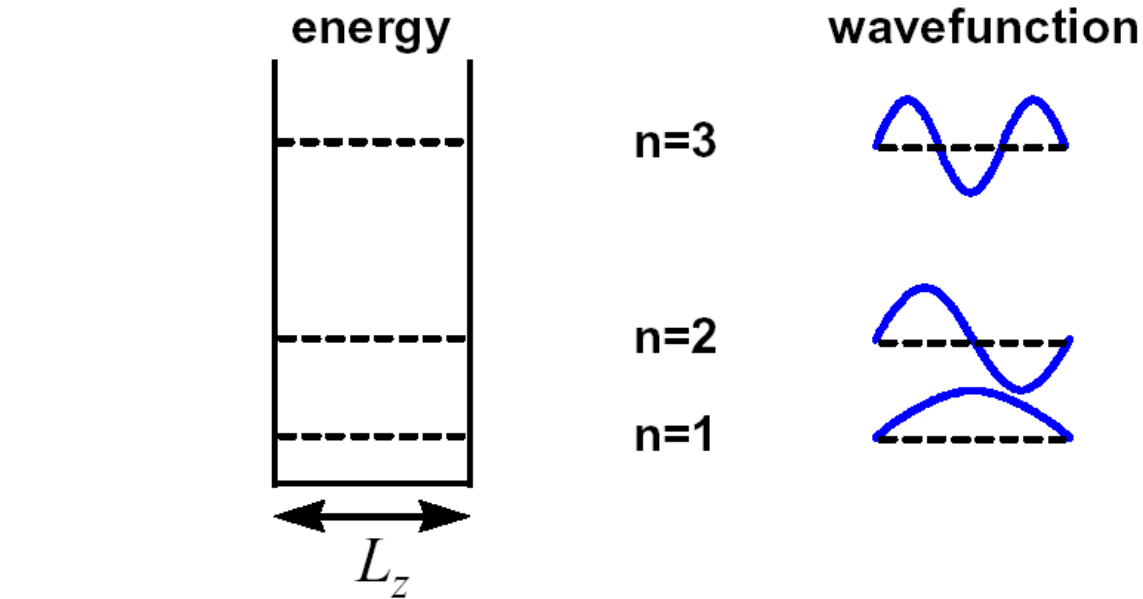


Abb. : Energieniveaus
und Wellenfunktionen im
Potentialtopf

$$\Psi_{QW}(\vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{V}} u_{m,k_x,k_y}(x,y) e^{jk_x x} e^{jk_y y} \Psi_n(z)$$

Blochwelle in x,y-Richtung

Stehende, lokalisierte
Welle in z-Richtung

Optische Übergänge in Quantum Wells

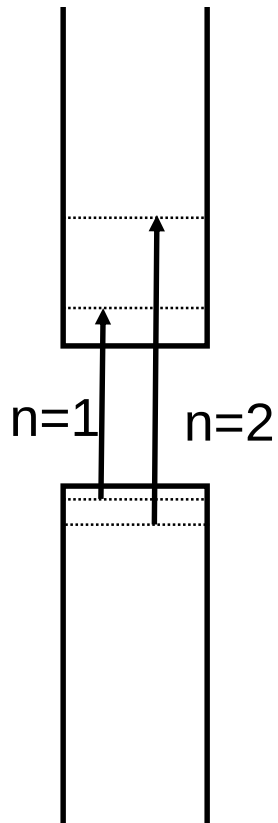


Abb.: Optische Übergänge im Potentialtopf

Konsequenzen der Quantisierung:

- Verschiebung der Bandlücke zu höheren Energien
- Veränderte Übergangsmatrixelemente

→ Veränderte Zustandsdichte

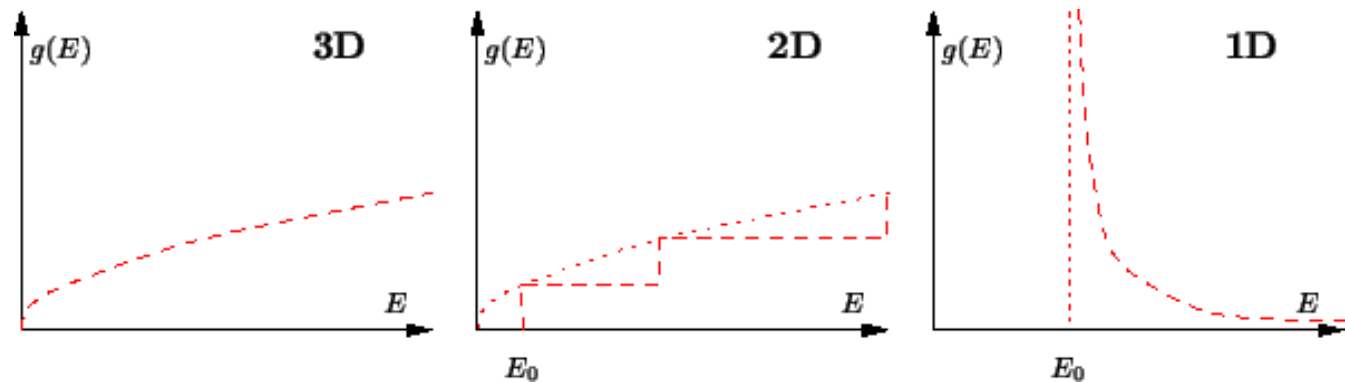


Abb. : Energieabhängigkeit der Zustandsdichte für verschiedene Dimensionen des Halbleiters

→ Veränderte Absorptions-/Emissionsspektren

3D→2D → 1D → 0D: 3-dimensionale Quantisierung

...und schliesslich zum 0D-Fall:
Stranski-Krastanov-Wachstum von Quantenpunkten

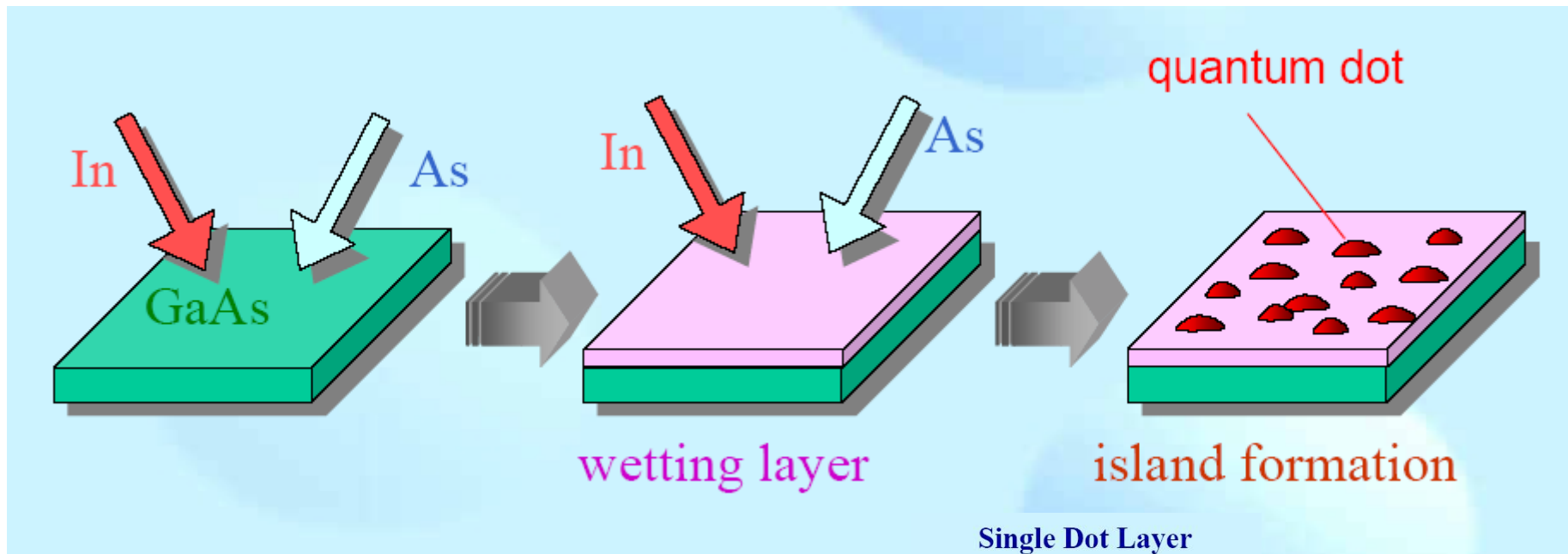
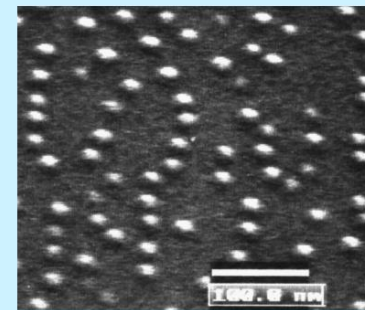


Abb. : Schema zum Wachstum von Quantenpunkten



Quelle: J. Reithmaier,
U Würzburg

Kristallwachstum

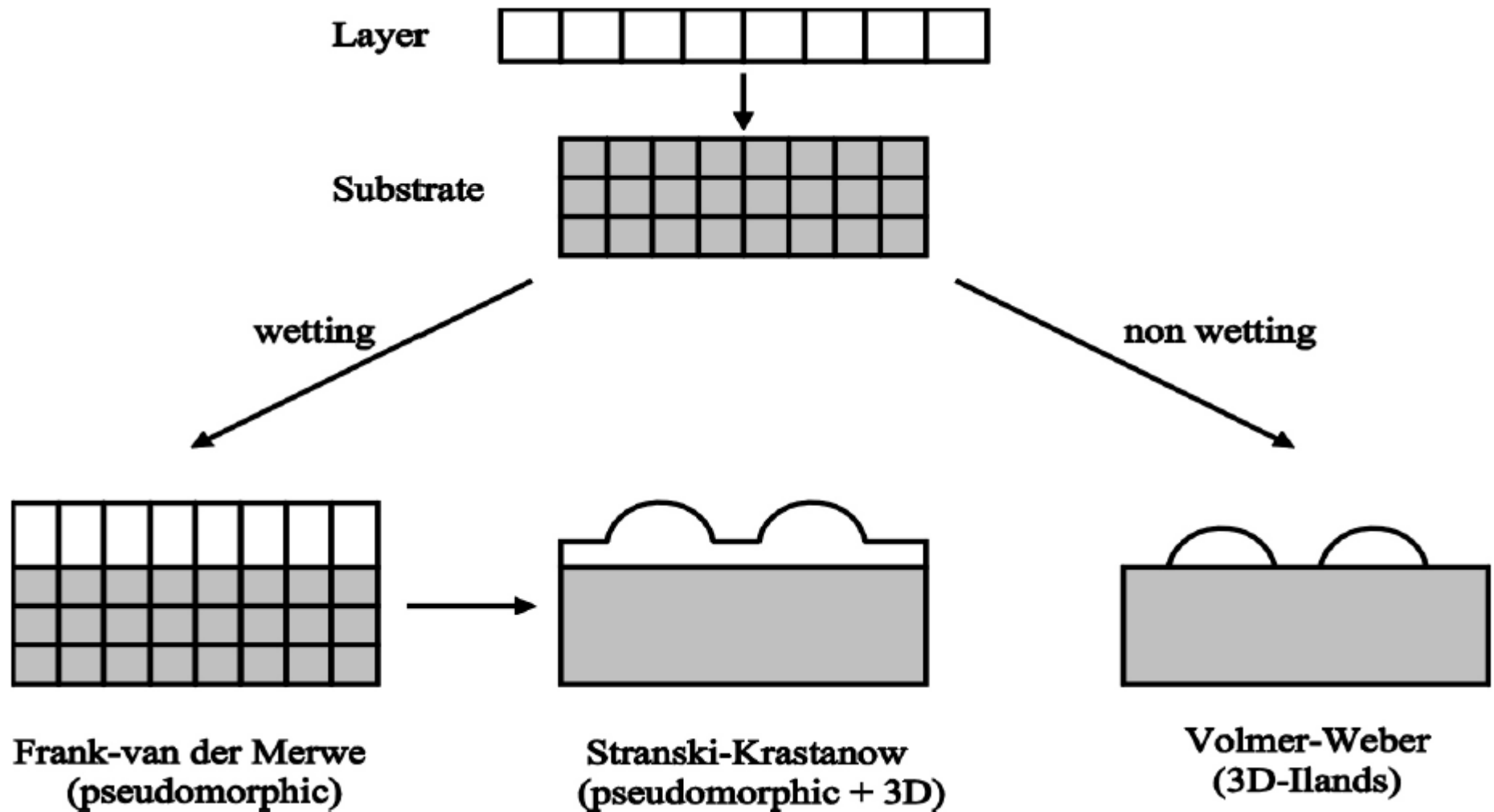
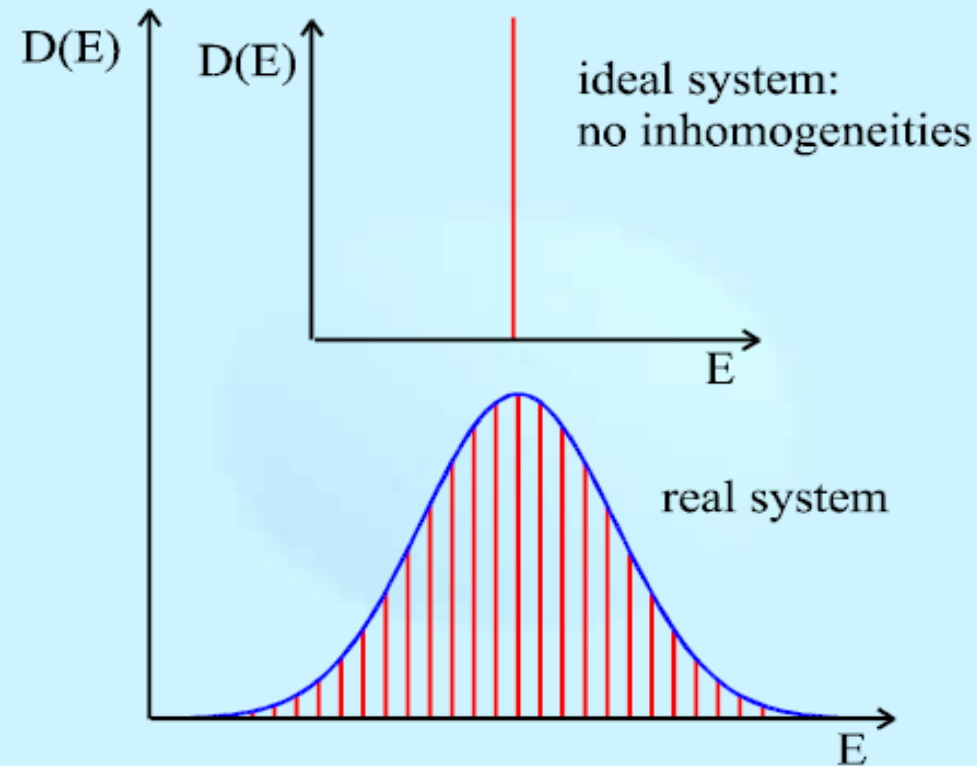


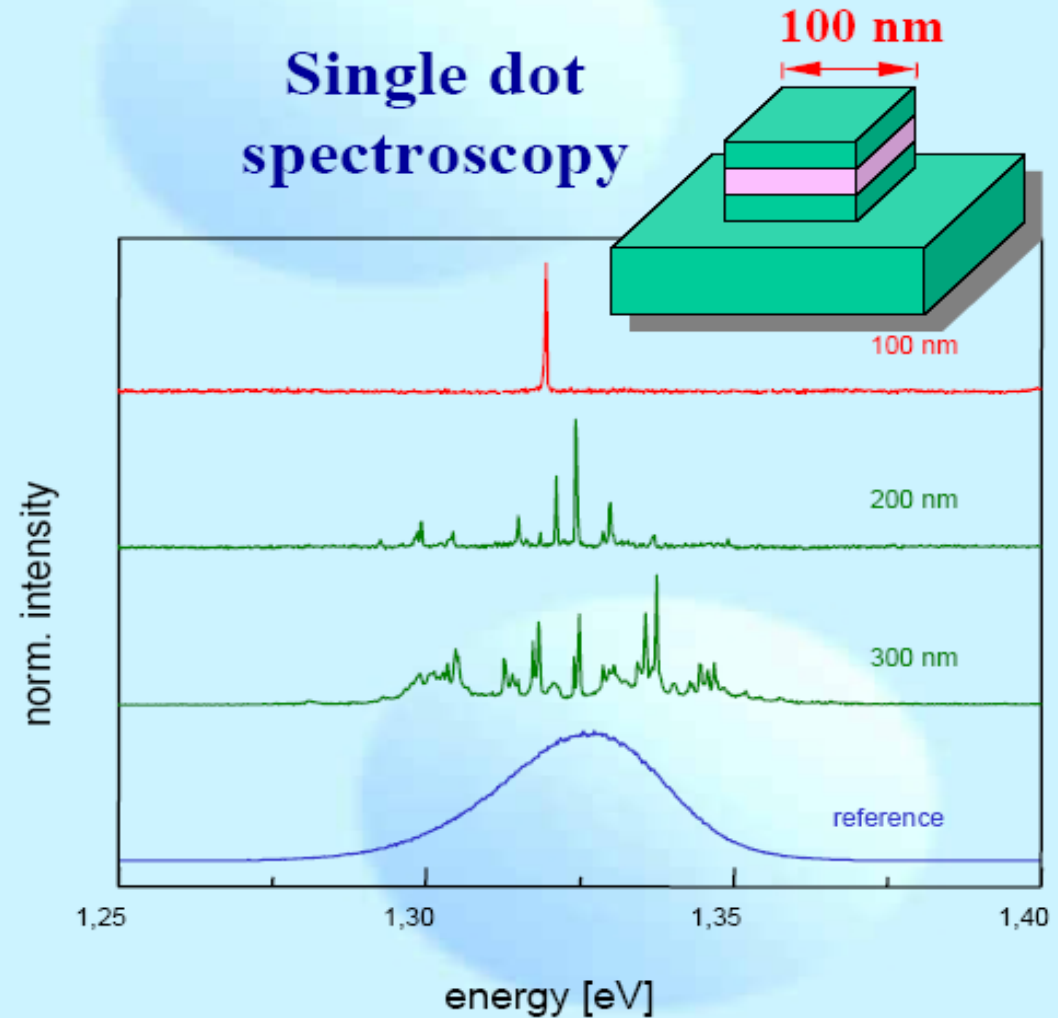
Abb. : Verschiedene Wachstumsmodi beim Kristallwachstum

Emissionseigenschaften von Quantenpunkten

Abb. III.33: Optische Eigenschaften von Quantenpunkten



- Broad emission spectrum of dot ensemble due to size fluctuations



- Single lines visible by dot selection

780-1330 nm
Laser Diodes



News

Products

Applications

Technology

The Company

Contact Us

News

January 15, 2014

INNOLUME GmbH introduces a new diode laser product family designed for pulse operation



December 20, 2012

INNOLUME GmbH announces increased output power of >500mW for its LD-12xx diode laser series



November 05, 2012

INNOLUME GmbH and its partners successfully finalized the EU 7th FP project FAST-DOT



August 24, 2012

INNOLUME GmbH announces the next generation of Quantum Dot based LD-12XX-series laser diode



May 09, 2012

INNOLUME GmbH introduces new product line designed for Second Harmonic Generation (SHG)



Products:

Single-mode Laser Diodes

- Pulsed version **(new)**
- FBG version

Broad-area Laser Diodes

Comb-laser

DFB and DBR lasers

Gain-chips

- Low beam divergence models **(new)**

Gain-modules **(new)**

Optical Amplifiers

Superluminescent Diodes **(new)**

RCLED & LED **(new)**

Epi-Wafers

Mitarbeiter:
20-50

Available packages:



C-mount



TO-can



14-pin BTF



2-pin



HHLF



2-pipes BTF



Multi-chips PKG