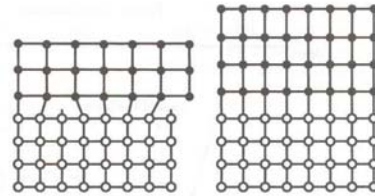


## Heteroepitaxie

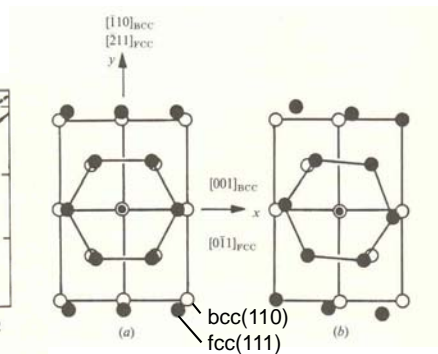
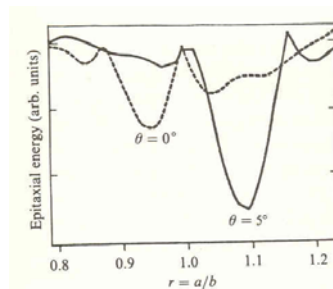
### Wachstum von Adschicht auf Substrat aus unterschiedlichem Material

#### Definitionen:

- **pseudomorphes Wachstum**  
Adgitter direkte Fortsetzung des Substratgitters → identische Gitterabstände (in Oberfläche)
- **epitaktisches Wachstum**  
definierte Beziehung zwischen Ad- und Substratgitter (bez. Gitterparameter, Orientierung, Verkipfung)



pseudomorph<sup>1</sup>



## Heteroepitaxie

### Morphologie epitaktischer Schichten

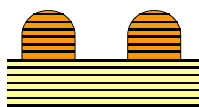
#### Thermodynamische Wachstumsmoden:

Frank-von-der-Merwe:



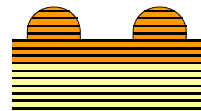
$$\gamma_A + \gamma_{AS} \leq \gamma_S$$

Volmer-Weber:



$$\gamma_A + \gamma_{AS} > \gamma_S$$

Stranski-Krastanov:



Abhängig von Gitterfehlpassung  $\frac{d_A - d_S}{d_S}$

#### Energie bestimmt durch:

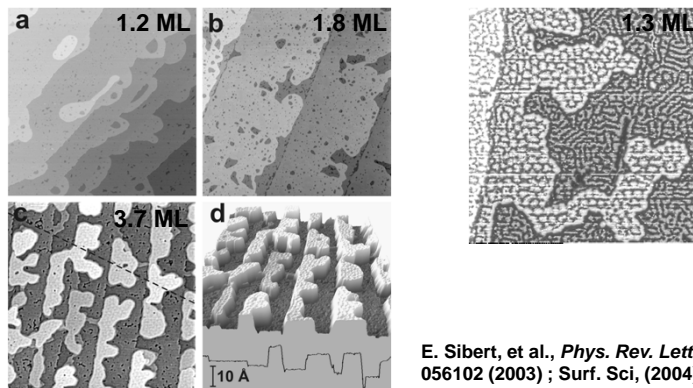
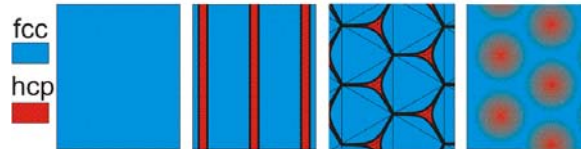
- **Grenzflächenenergie A-S**
  - bevorzugt Aufwachsen mit Gitterabstand  $d_S$
  - unabhängig von Schichtdicke
- **Energie aufgrund mechanischer Spannungen**
  - bevorzugt Aufwachsen mit Gitterabstand  $d_A$
  - proportional Schichtdicke



## Heteroepitaxie

### Abbau mechanischer Spannungen durch Versetzungsnetzwerke

**Beispiel: Au/Pt(111)**  
 1 ML: streifenförmig  
 2 ML: hexagonal  
 >2 ML: Moire



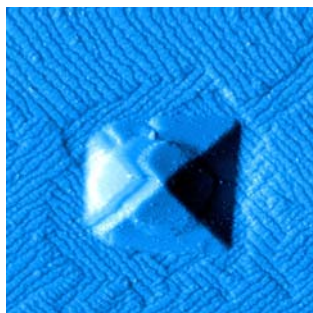
E. Sibert, et al., *Phys. Rev. Lett.*, 90, 056102 (2003) ; *Surf. Sci.*, (2004)

## Heteroepitaxie

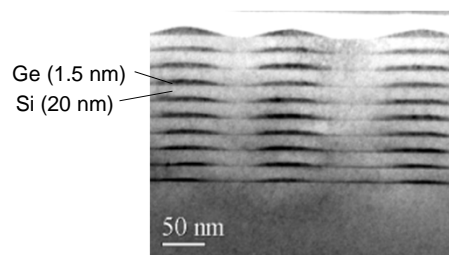
### Morphologie beeinflusst durch mechanische Spannungsfelder

**Beispiel: Ge Quantenpunkte auf Si(100)**

- Ge/Si(100): pyramidalen Clustern definierter Größe
  - Ge/Si Multischichten: Ordnung der Cluster innerhalb und zwischen Schichten
- Anwendung: HL Laser



<http://mn.web.psi.ch>



J.L. Liu, et al., *Phys. Rev. B* 67, 165333 (2003)

## Transporteffekte

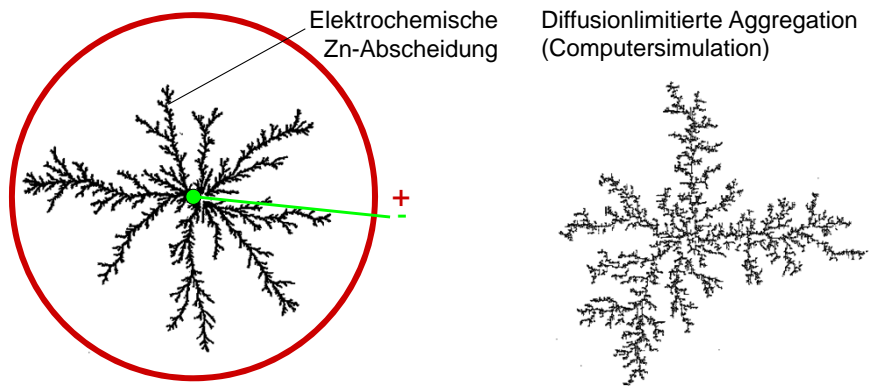
Reale Abscheidung/Auflösung auch abhängig von An-/Abtransport

→ Diffusion / Konvektion / Migration

Beeinflusst durch:

- hydrodynamische Bedingungen
- Zellengeometrie
- Stromverteilung (in Elektrolyten)

Beispiel: dendritisches / fraktales Wachstum in Dünnschichtgeometrie



## Transporteffekte

Beispiel:  
superkonformale Abscheidung von Leiterbahnen für ULSI Mikrochips

→ erfordert Kontrolle der Wachstumsgeschwindigkeit durch (komplexe) Grenzflächenprozesse

