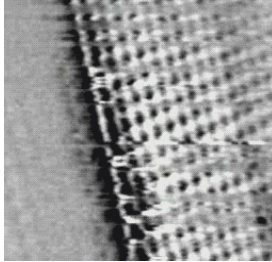


## Stufenfluss-Wachstum

### Beispiel: Wachstum/Auflösung von Cu(100) in HCl

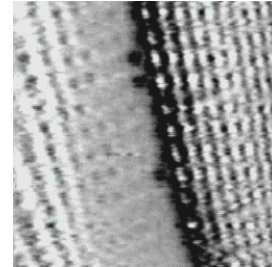
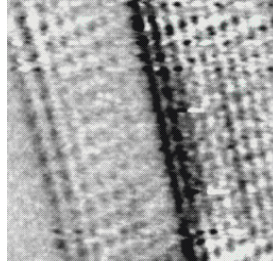
lokale Auflösung



0.01 M HCl, -0.23 V<sub>SCE</sub>

10 Bilder/s

lokales Wachstum



0.01 M HCl, -0.23 V<sub>SCE</sub>

10 Bilder/s, Zeitlupe: × 2

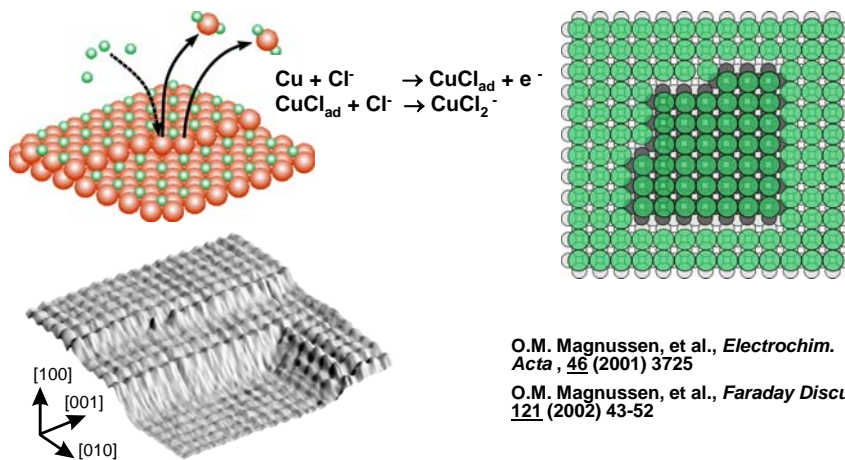
O.M. Magnussen, et al., *Electrochim. Acta*, **46** (2001) 3725

O.M. Magnussen, et al., *Faraday Discuss.*, **121** (2002) 43-52

## Einfluss der Grenzflächenstruktur

### Beispiel: Wachstum/Auflösung von Cu(100) in HCl

- Auflösung/Wachstum an einzelnen kinks
- kink Struktur bestimmt durch Struktur Grenzfläche (Cl Adsorbat) → Auflösung/Wachstum von  $(\sqrt{2} \times \sqrt{2})R45^\circ$  Reihen

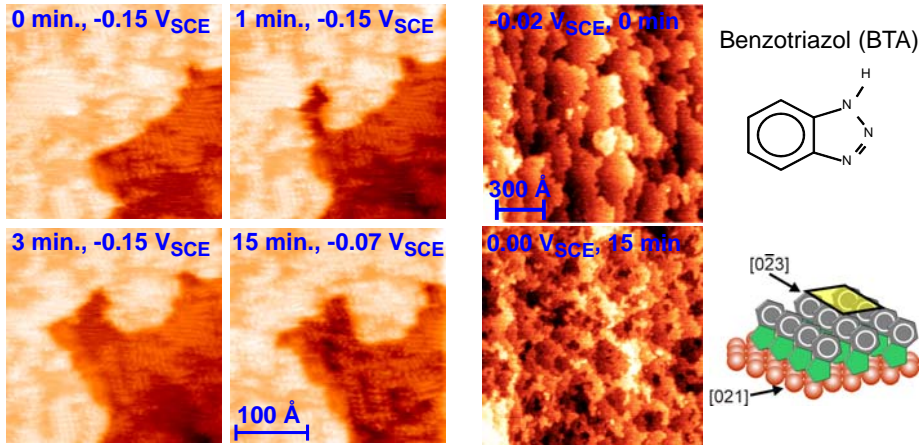


O.M. Magnussen, et al., *Electrochim. Acta*, **46** (2001) 3725

O.M. Magnussen, et al., *Faraday Discuss.*, **121** (2002) 43-52

## Einfluss der Grenzflächenstruktur

**Beispiel: Einfluss organischer Additive auf die Auflösung von Cu(100)**



Mit zunehmender Konzentration  $c_{\text{BTA}}$ :

- Inhibition der Stufenfluss-Auflösung durch Sub-ML BTA
- Bildung einer schützenden Cu(I)BTA Schicht

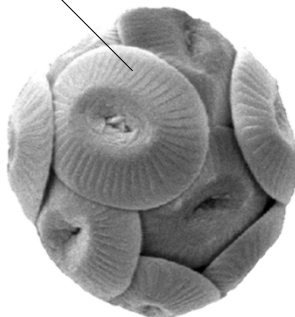
M.R.Vogt, et al.,  
*J. Electrochem. Soc.*  
144, L113 (1997).

## Einfluss der Grenzflächenstruktur

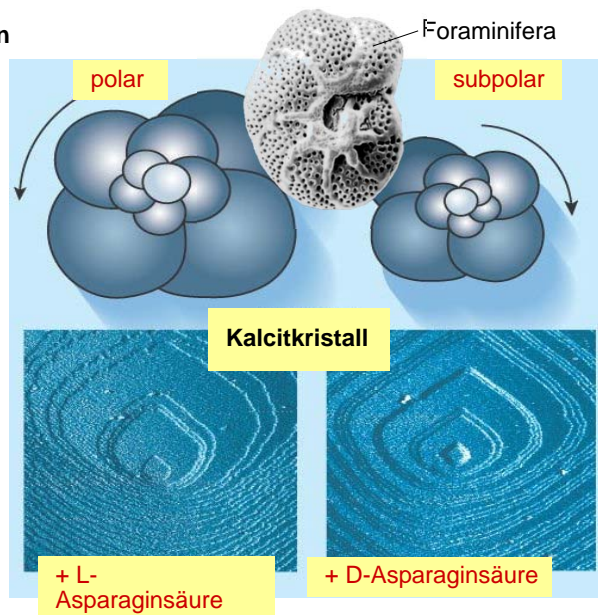
**Beispiel: Biomineralisation**

direktes Wachstum  
komplexer Strukturen  
durch organische Additive

verkippte Einkristallschichten



Coccolithus pelagicus

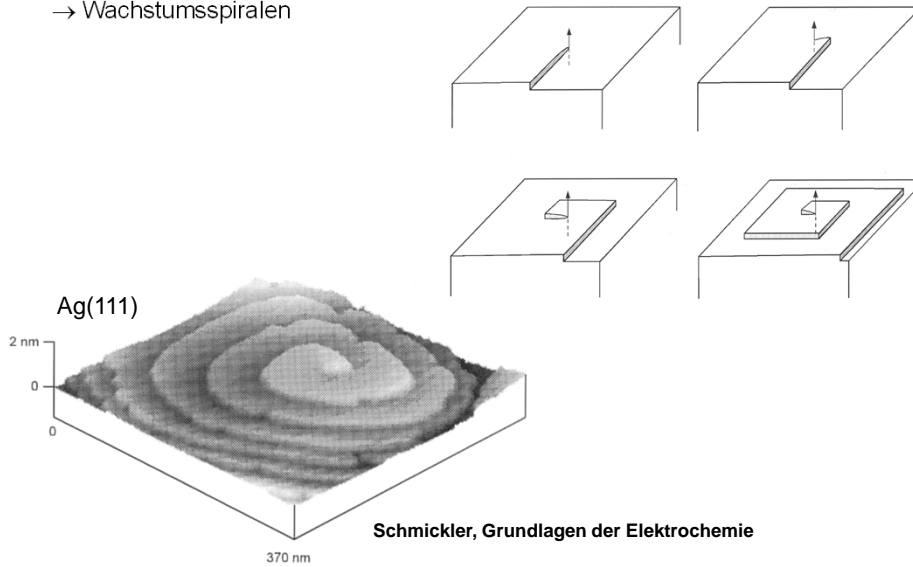


Orme, C. A. et al., *Nature* 411, 775 (2001)

## Einfluss von Gitterdefekten

### Wachstum an Schraubenversetzungen

→ Wachstumsspiralen

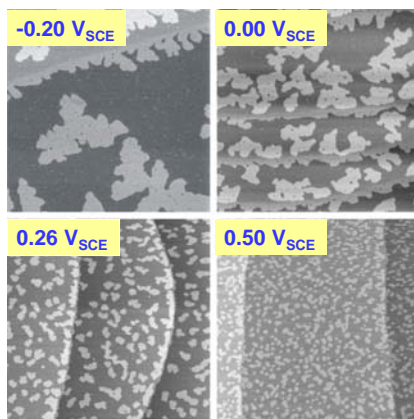


## Keimbildung

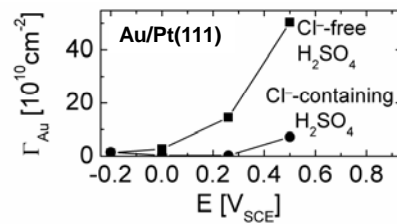
### Beispiel: Au Abscheidung auf Pt(111)

Abnahme der Au Oberflächendiffusion mit Potential (induziert durch koads. Sulfat)

→ starkes Anwachsen der Sättigungs-Inseldichte (bei konstantem Au Fluss)



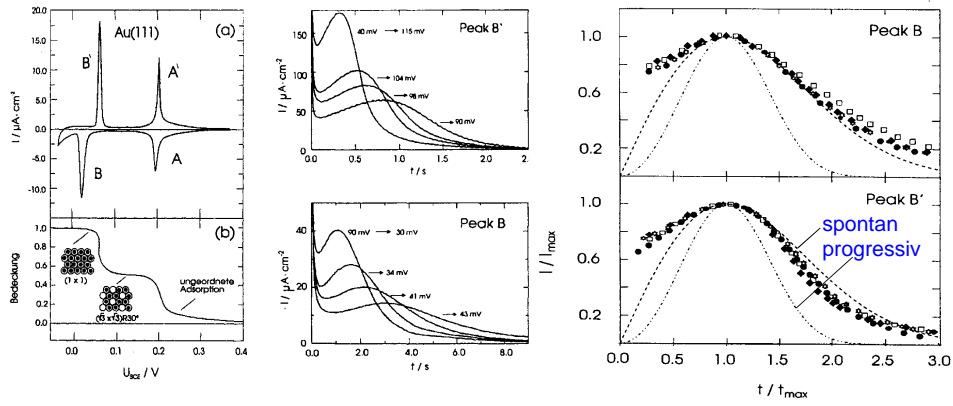
370 nm x 370 nm  
Abscheidung aus 0.1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 8.4 · 10<sup>-6</sup> M KAuCl<sub>4</sub>  
→ 0.02 ML/min.



E. Sibert, et al., *Surf. Sci.* **572** (2004) 115

## 2D Wachstum

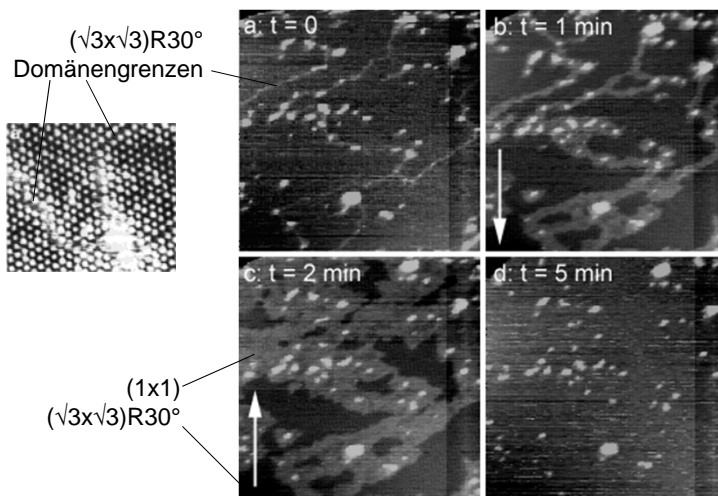
Beispiel: Cu-UPD/Au(111) in  $\text{H}_2\text{SO}_4$



M. Hölzle, Dissertation, Universität Ulm (1995)

## 2D Wachstum

Beispiel: Cu-UPD/Au(111) in  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (Peak B)



H. Xia, et al., *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2, 4387-4392 (2000)

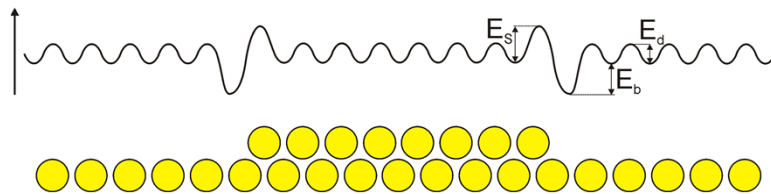
## Multilagenwachstum

Abhängig von Geschwindigkeit des Transports über Stufen ("interlayer")

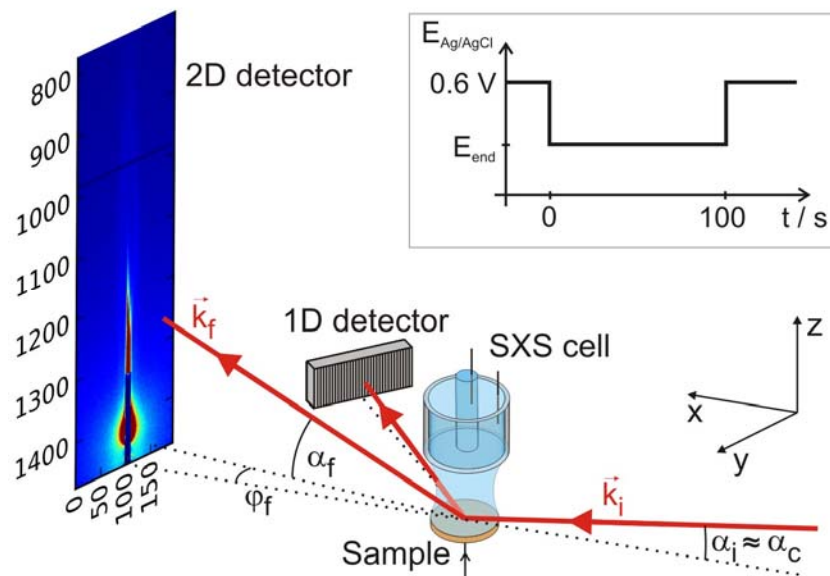
→ Bestimmt durch Ehrlich-Schwoebel Barriere  $E_s$  für Adatomdiffusion von oberer zu unterer Terrasse (abh. von geometrischer Anordnung der Atome an Stufe)

**Beispiel: fcc-Metalle**

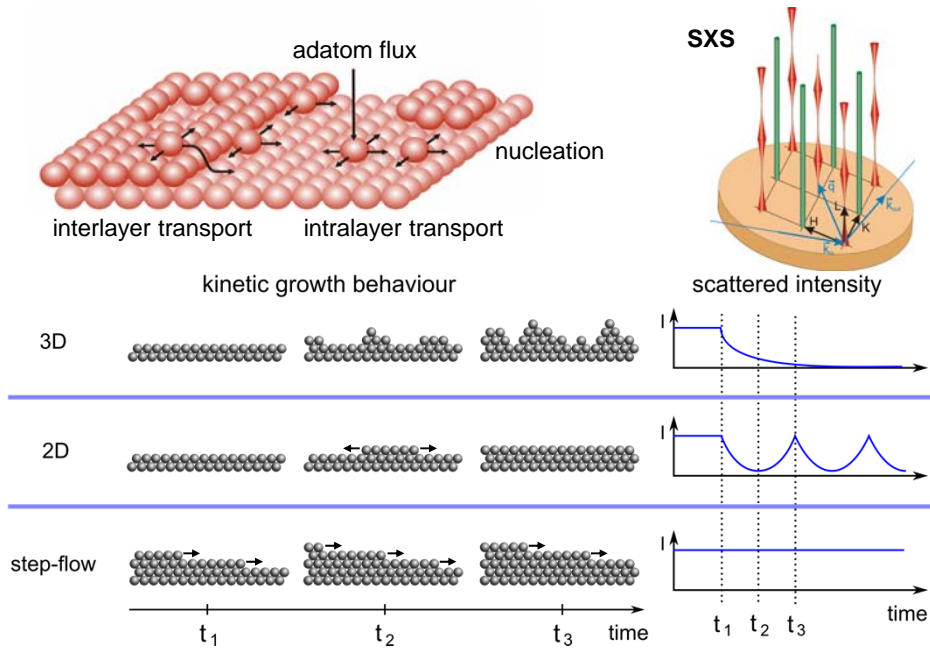
- (100) Oberflächen:  $E_s$  klein → Stufenfluss / 2D / 3D Wachstum
- (111) Oberflächen:  $E_s$  groß → Stufenfluss / 3D Wachstum



## Wachstumsuntersuchungen mit Röntgenstreuung



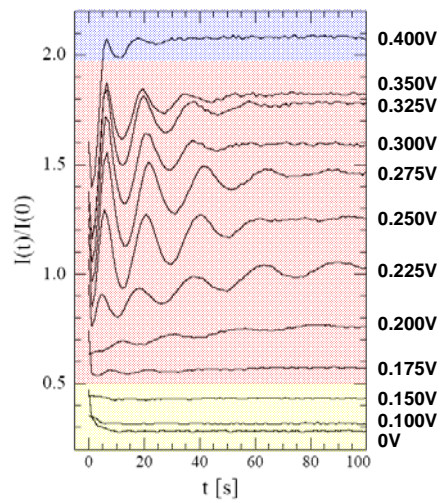
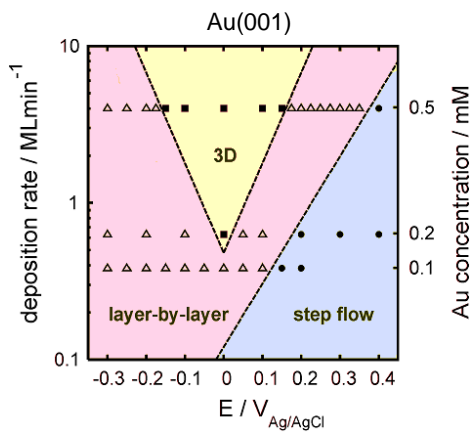
## Wachstumsuntersuchungen mit Röntgenstreuung



## Potentialsabhängigkeit des Wachstums

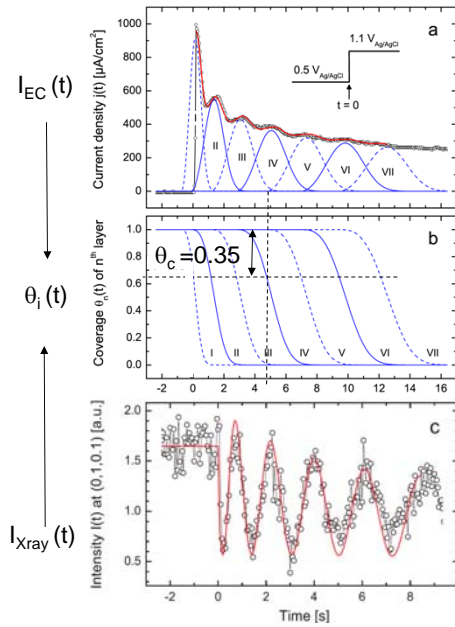
### Homoepitaktische elektrochemische Abscheidung in Cl-haltigen Elektrolyten

Au / Au(001)



K.Krug, et al., *Phys.Rev.Lett.* 96 (2006) 246101

## 2D Wachstum

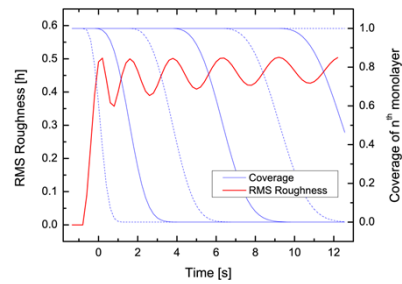


### Results of Avrami-Cotrell model for Au(111) dissolution:

- $I_{EC}(t)$  and  $I_{Xray}(t)$  can be consistently reproduced
- critical coverage  $\theta_c = 0.29 \dots 0.44$  ML
- dissolution front consists of 2-3 open layers

→ „smooth multilayer growth“ [1]

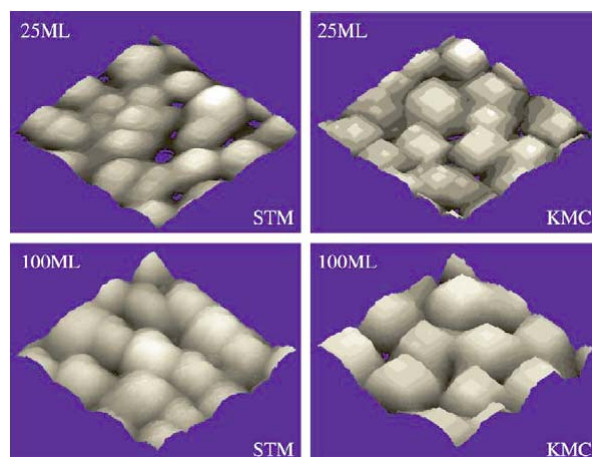
[1] V.I. Trofimov, V.G. Mokerov, Thin Solid Films 428 (2003)



K.Krug, et al., *JPC C*, 114 (2010) 18634

## 3D Wachstum

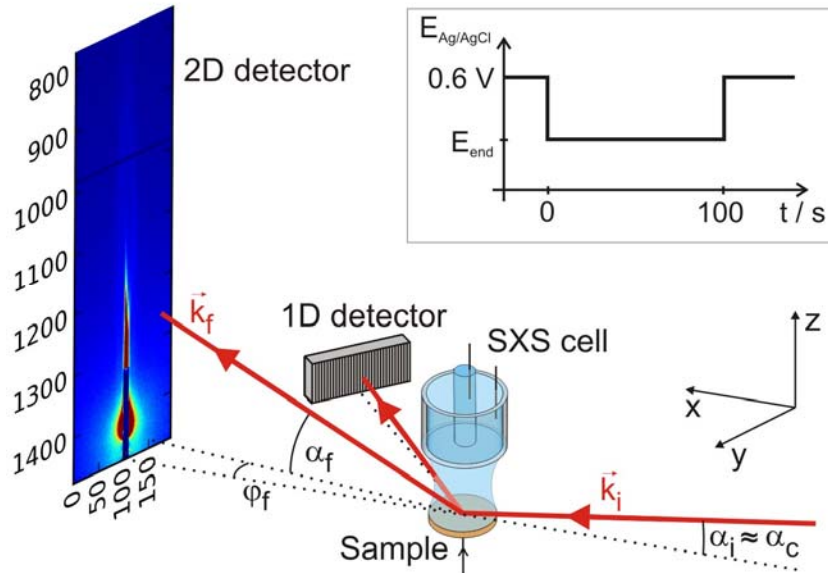
Ag/Ag(001) unter Vakuumbedingungen



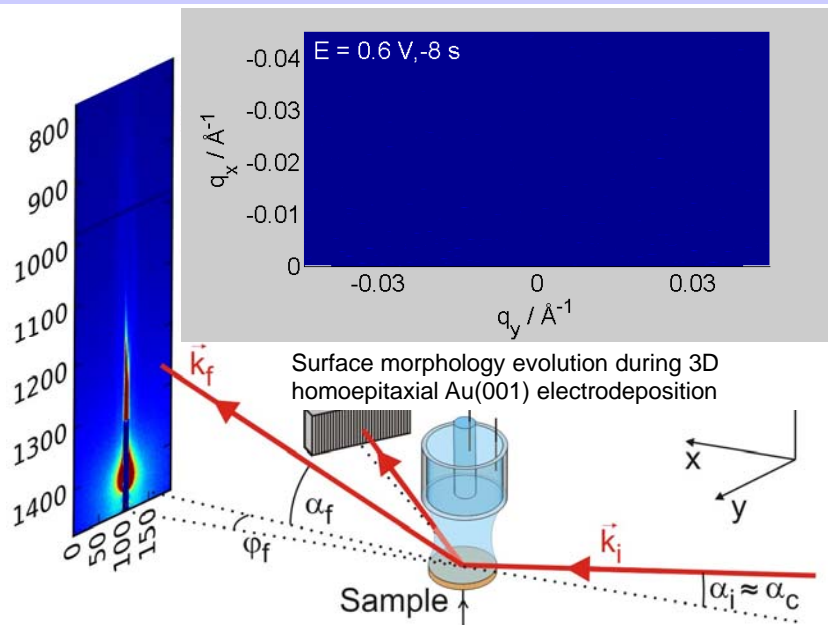
230 K  
0.02 ML/s

K.J. Caspersen, et al., *Phys.Rev. B* 65 (2002) 193407

## Wachstumsuntersuchungen mit Röntgenstreuung

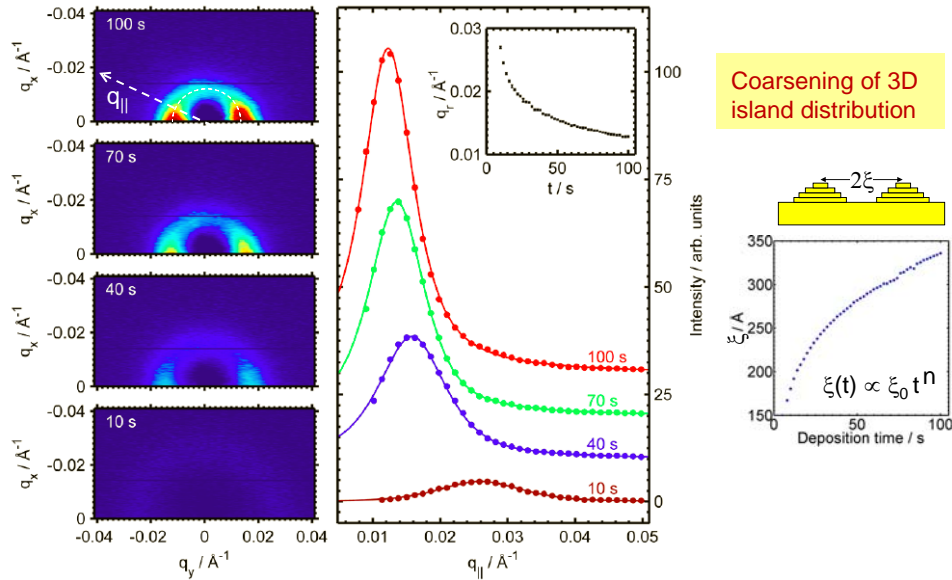


## Potentialsabhängigkeit des Wachstums





## Potentialsabhängigkeit des Wachstums



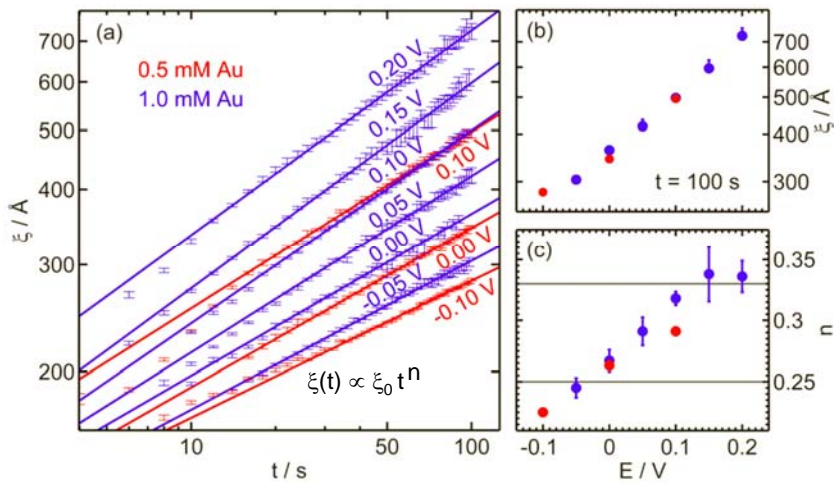
Au(001) in 0.1 M HCl + 0.5 mM HAuCl<sub>4</sub>, deposition at 0.0 V

M. Ruge, et al., *Phys.Rev.Lett.*, in press (2014)

## Potentialsabhängigkeit des Wachstums

### Coarsening of 3D island distribution

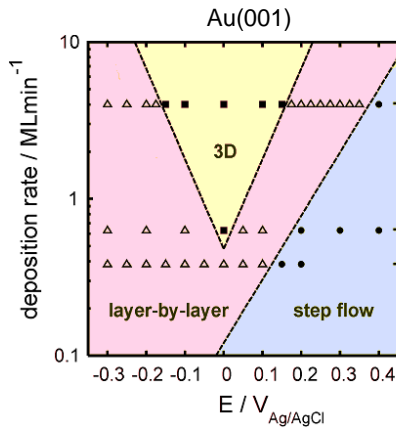
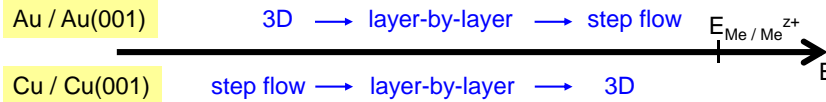
potential-induced crossover in lateral scaling exponent from  $n=1/4$  to  $n=1/3$



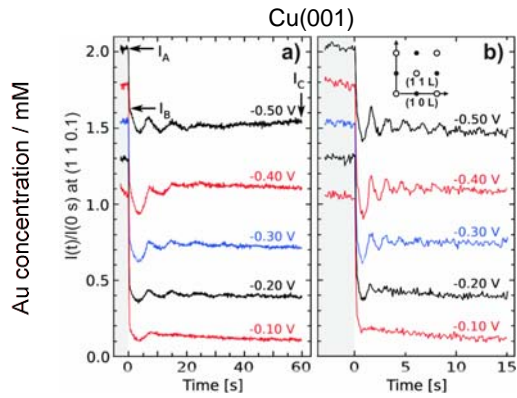
M. Ruge, et al., *Phys.Rev.Lett.*, in press (2014)

## Potentialsabhängigkeit des Wachstums

### Homoepitaktische elektrochemische Abscheidung in Cl-haltigen Elektrolyten



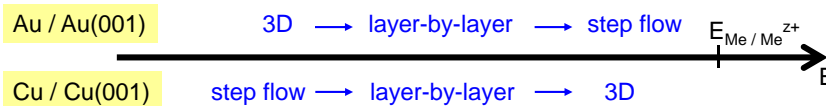
K.Krug, et al., *Phys.Rev.Lett.* 96 (2006) 246101



F. Golks, et al., *Phys. Rev. Lett.*, in Druck (2012)

## Potentialsabhängigkeit des Wachstums

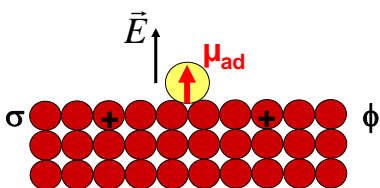
### Homoepitaktische elektrochemische Abscheidung in Cl-haltigen Elektrolyten



F. Golks, et al., *PRL*, in Druck (2012)

Feld-induzierte Mobilität:

$$E_{diff} = E_{diff}^0 + \frac{\Delta\mu_{ad} \cdot C_d}{\epsilon_0} \cdot \phi$$



DFT Ergebnisse für Adatome auf (100) Oberflächen

	Cu	Ag	Au
$E_a$	0.81 eV	0.68 eV	0.54 eV
$\Delta E_a$	0.67 eV	0.62 eV	0.64 eV
$E_{a0}^+$	1.48 eV	1.30 eV	1.18 eV
$\mu_a$	0.092e Å	0.076e Å	0.095e Å
$\Delta\mu_a$	0.103e Å	0.072e Å	0.049e Å

J.E.Müller, H. Ibach, *Phys. Rev. B* 74 (2006) 085408

## Potentialsabhängigkeit des Wachstums

„Anomalous“ potential dependence of Cu(001) growth in Cl-containing electrolyte:  
Anion coadsorbate contributions to dipole moment

