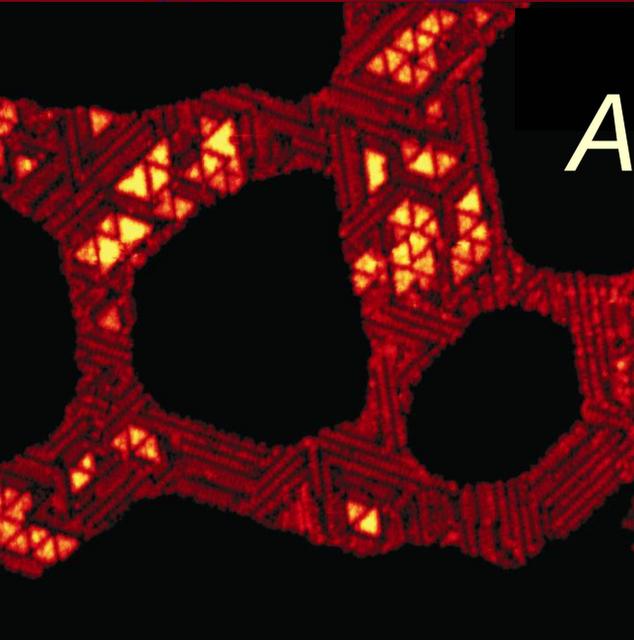


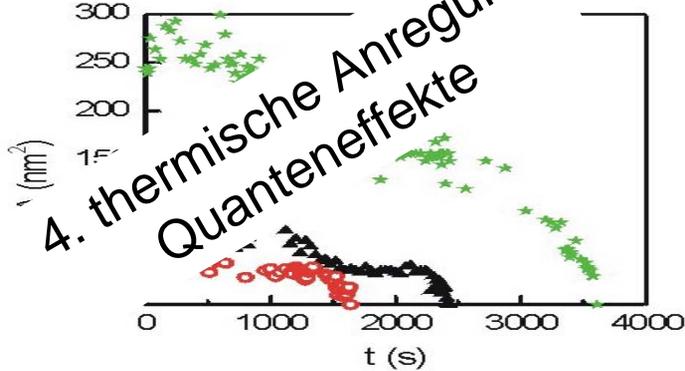
RTM-Untersuchung elementarer Anregungen auf atomarer Skala



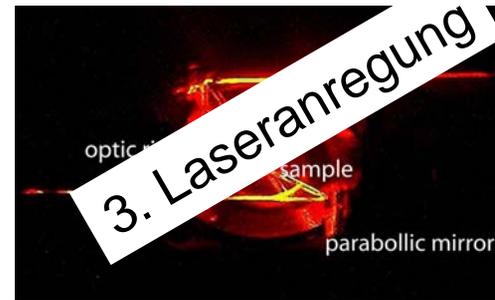
AG Morgenstern

FESTKÖRPERPHYSIK
Abteilung Oberflächen
Leibniz Universität Hannover

Quanteneffekte bei Diffusion ... tominselzerfall

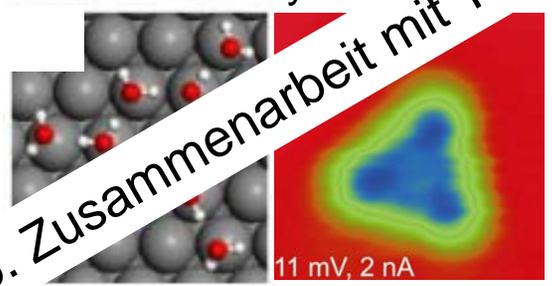


Kombination von Femtosekundenlaser mit Rastertunnelmikroskop

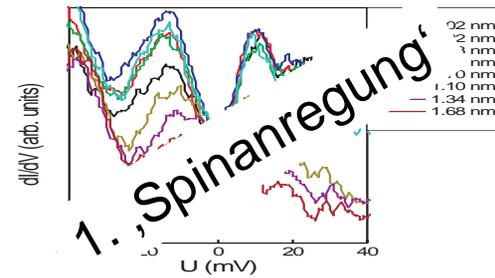


Elementare Anregungen auf atomarer Skala

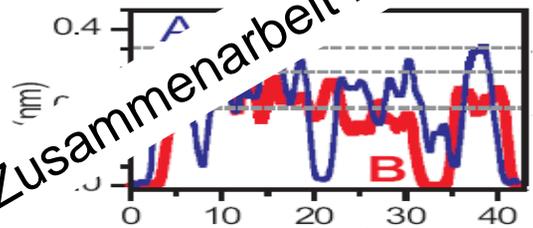
Wasserstoffbrückenbindung vs. Metallhydrierung



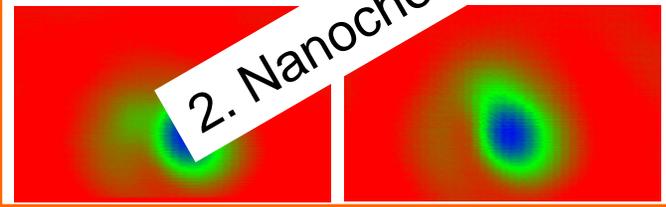
Oberflächen-Kondo-Effekt



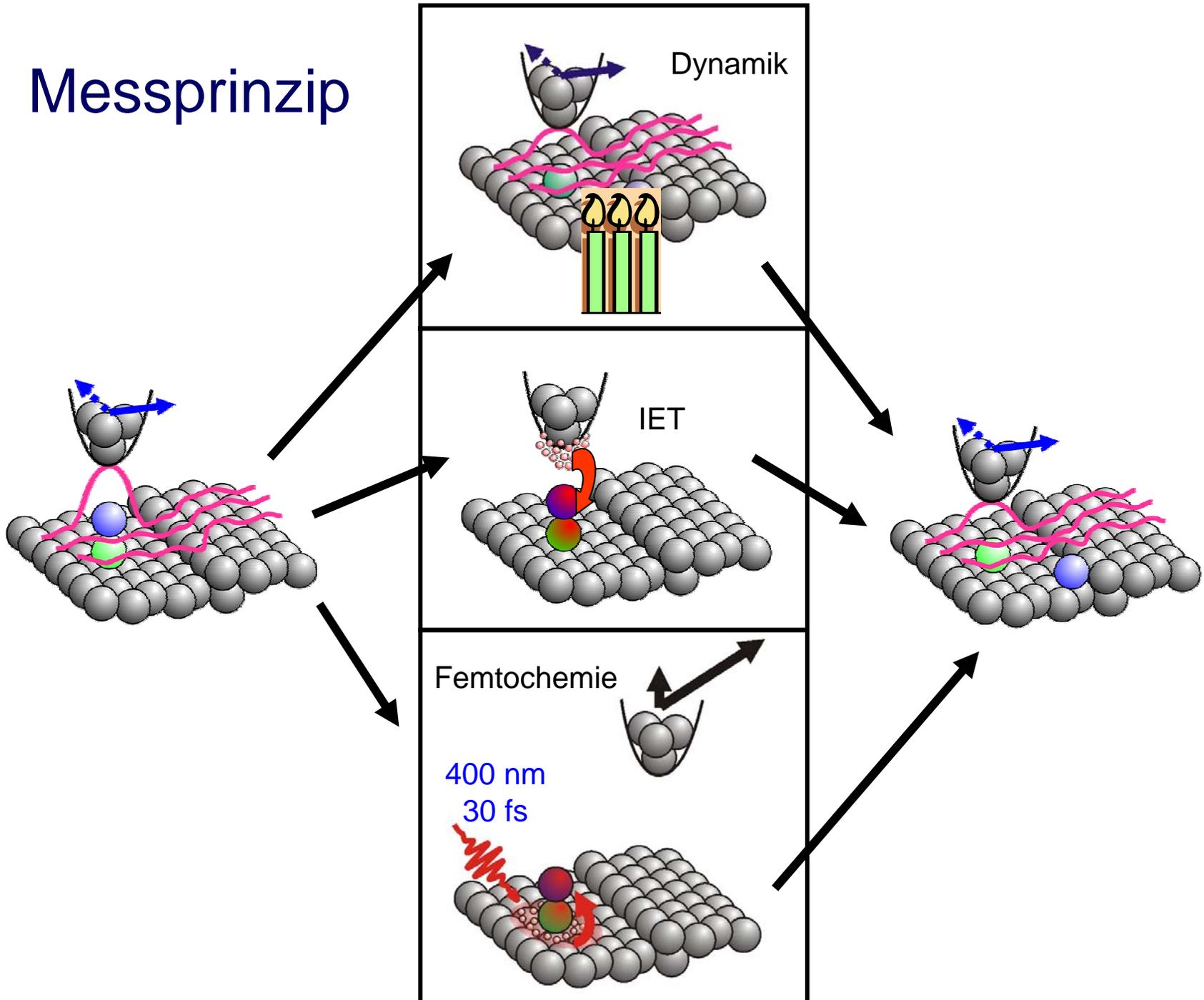
Solvatisierte Elektronen in Wasserschichten



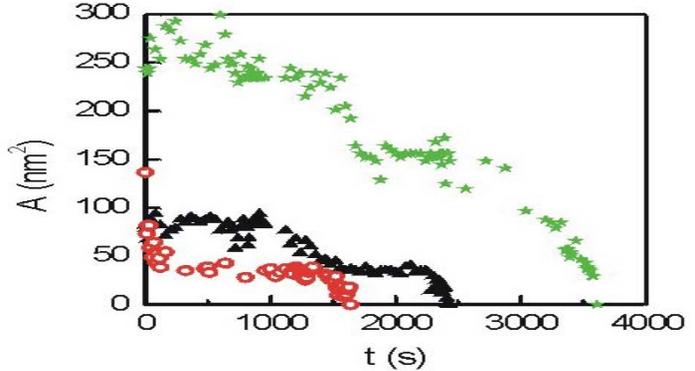
Einzelmolekül-Nanochemie



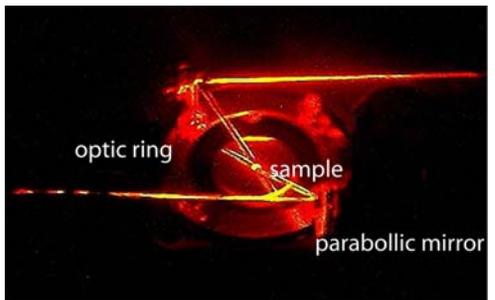
Messprinzip



Quanteneffekte bei Diffusion und Adatominselzerfall

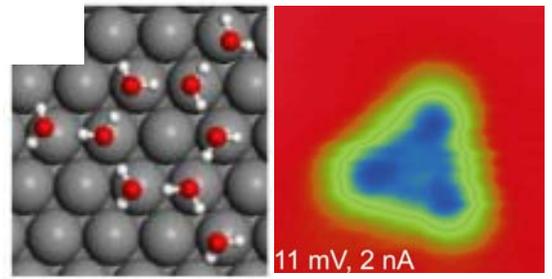


Kombination von Femtosekundenlaser mit Rastertunnelmikroskop



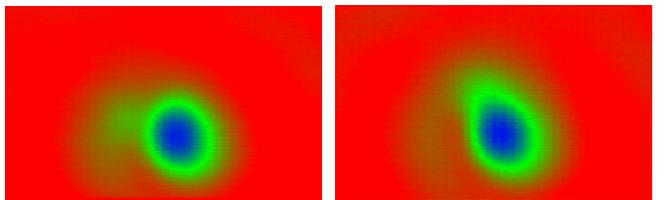
Elementare Anregungen auf atomarer Skala

Wasserstoffbrückenbindung vs. Metallhydrierung

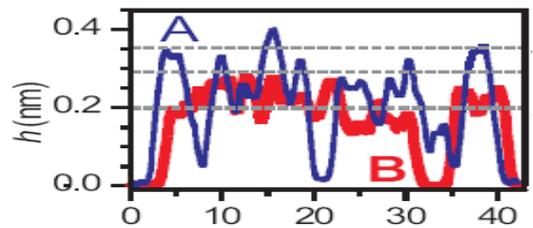


Oberflächen-Kondo-Effekt
 J. Henzl, K. Morgenstern
 Phys. Rev. Lett. (2007) in print

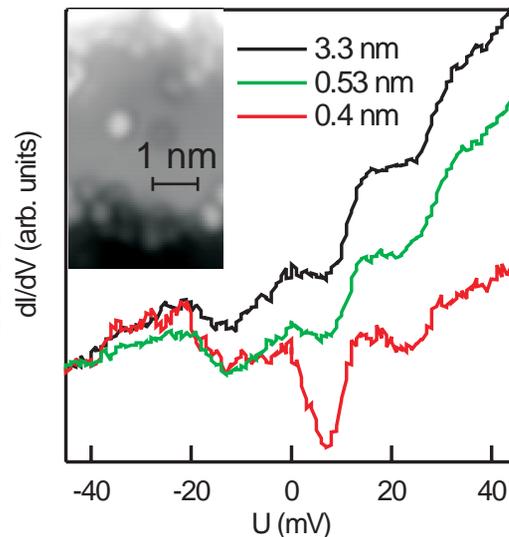
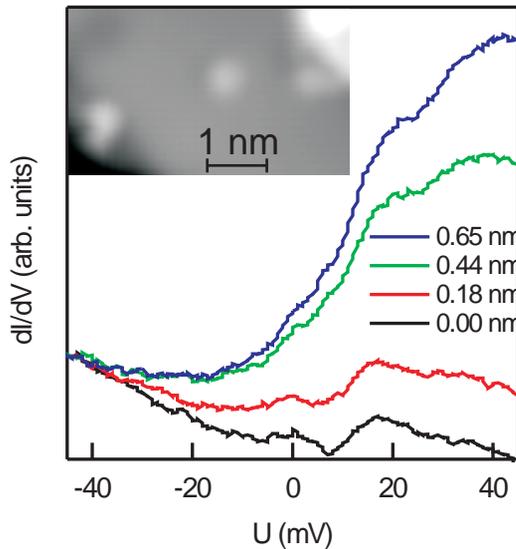
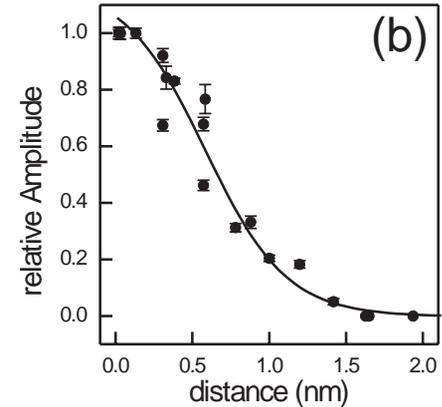
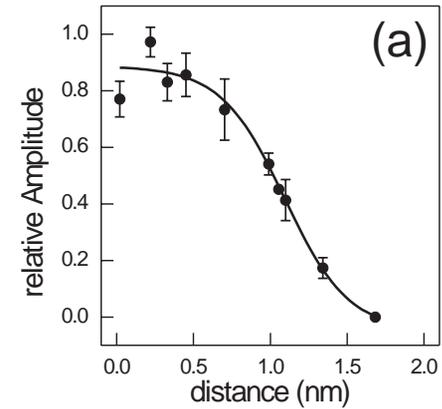
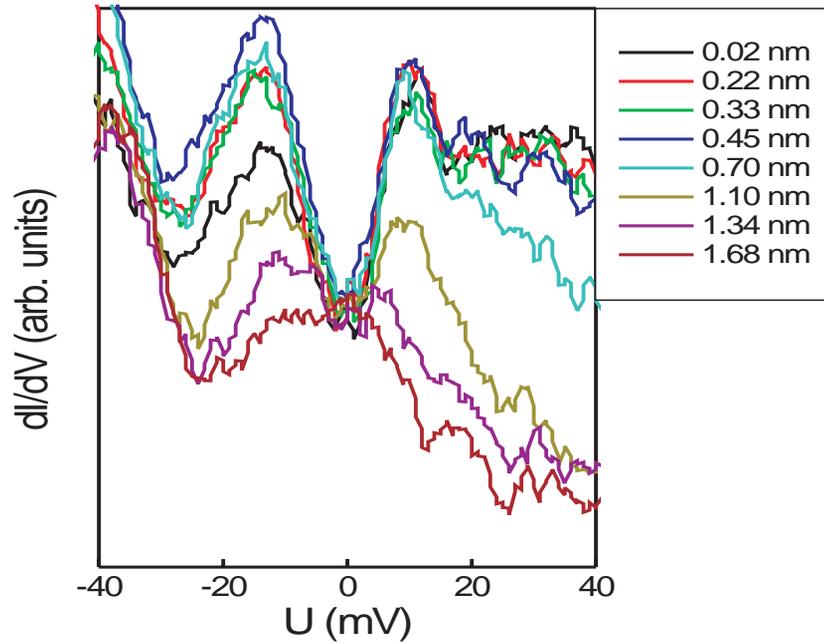
Nanochemie



Solvatisierte Elektronen in Wasserschichten



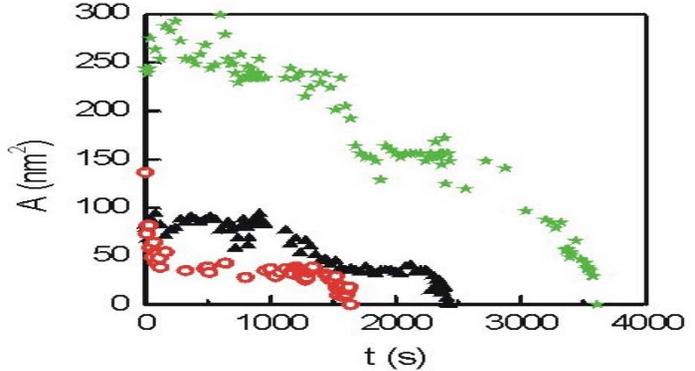
Oberflächen-Kondo-Effekt: Co/Ag(111)



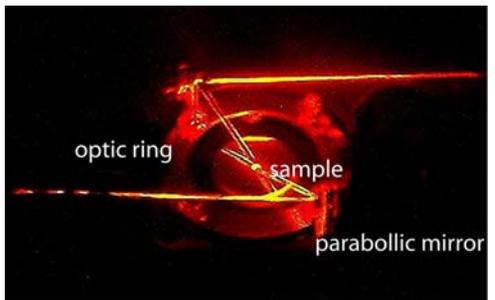
⇒ Oberflächenzustand bestimmt Messung aber nicht Bildung der Kondo-Resonanz

TT (5 K - 100K) UHV STM

Quanteneffekte bei Diffusion und Adatominselzerfall

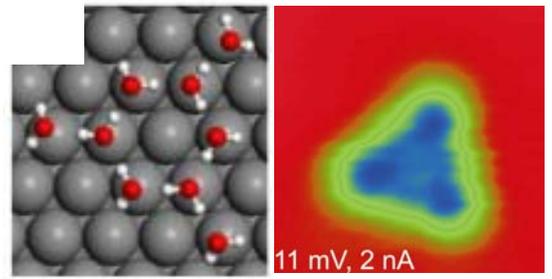


Kombination von Femtosekundenlaser mit Rastertunnelmikroskop



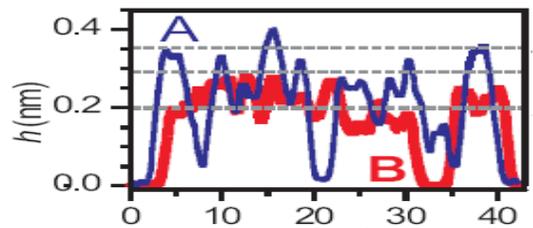
Elementare Anregungen auf atomarer Skala

Wasserstoffbrückenbindung vs. Metallhydrierung



Oberflächen-Kondo-Effekt
J. Henzl, K. Morgenstern
Phys. Rev. Lett. (2007) in print

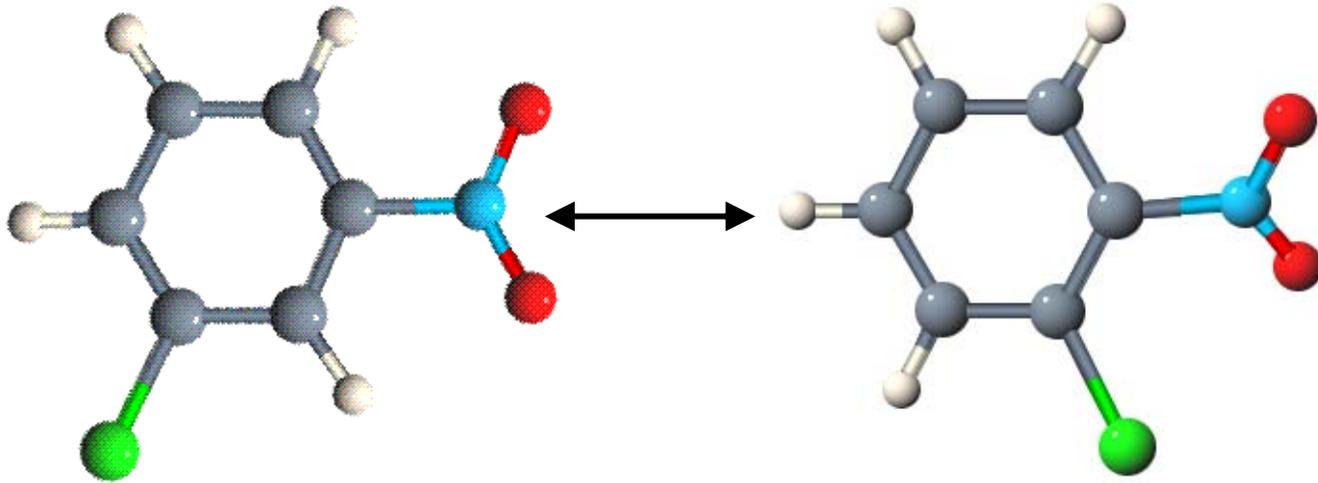
Solvatisierte Elektronen in Wasserschichten



Nanochemie:
Isomerisierungsreaktionen
J. Henzl, M. Mehlhorn, H. Gawronski,
K.H. Rieder, K. Morgenstern
Angew. Chem. Int. Ed. 45 (2006) 603
V. Simic-Milosevic, M. Mehlhorn,
K.-H. Rieder, J. Meyer, K. Morgenstern
Phys. Rev. Lett. 98 (2007) 116102

Konstitutionelle Isomerisierung

Chlornitrobenzol (CINB)



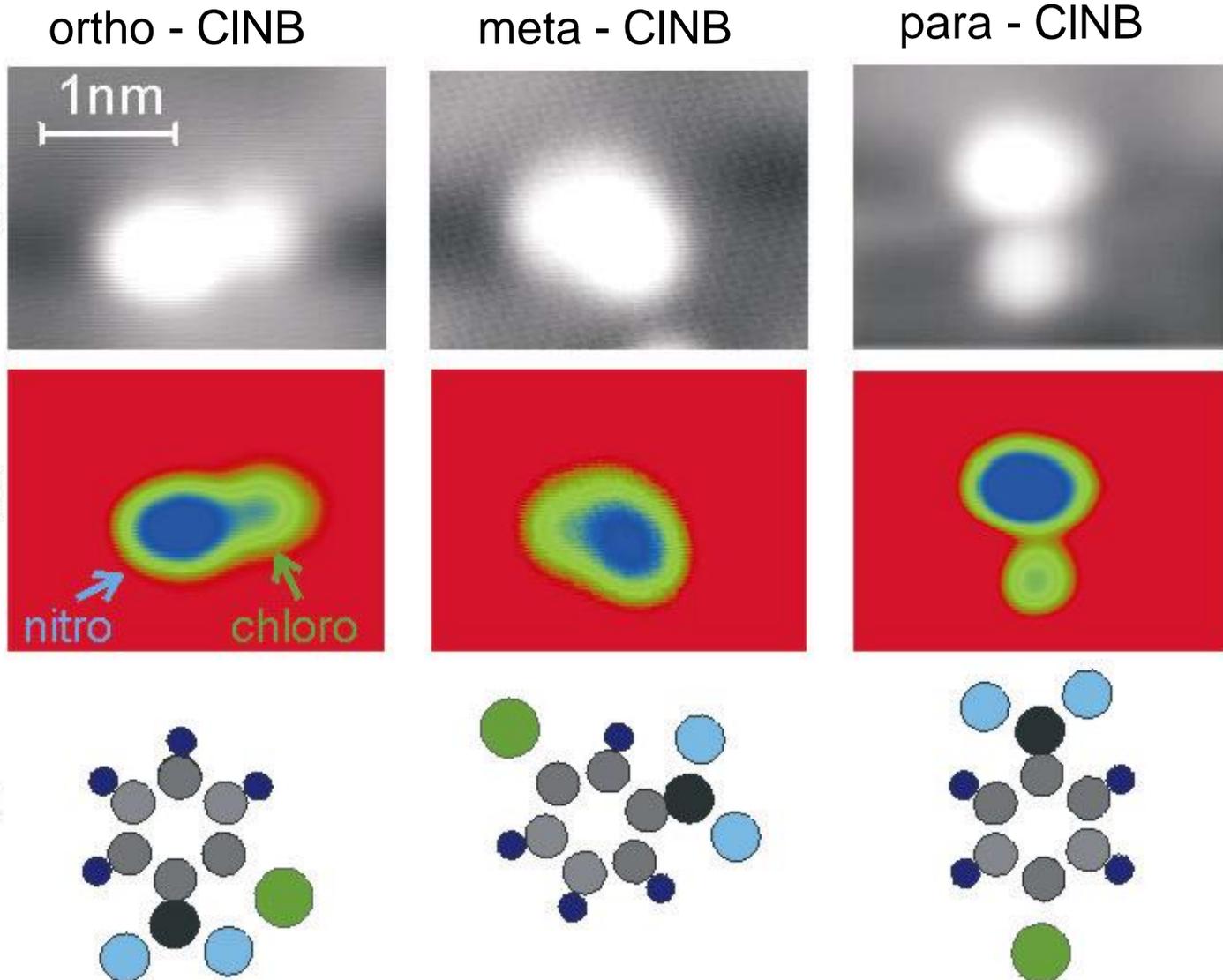
meta CINB



ortho CINB

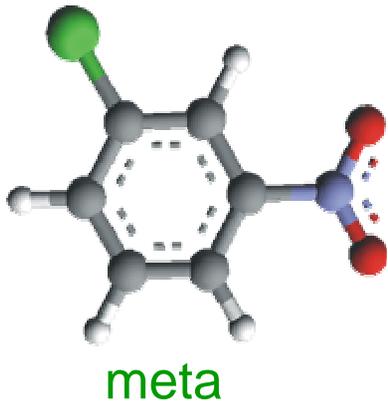
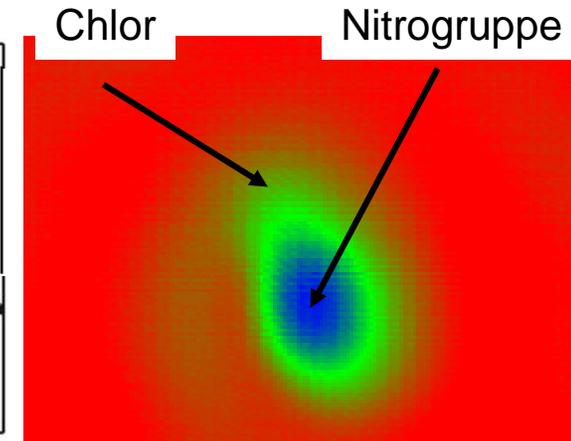
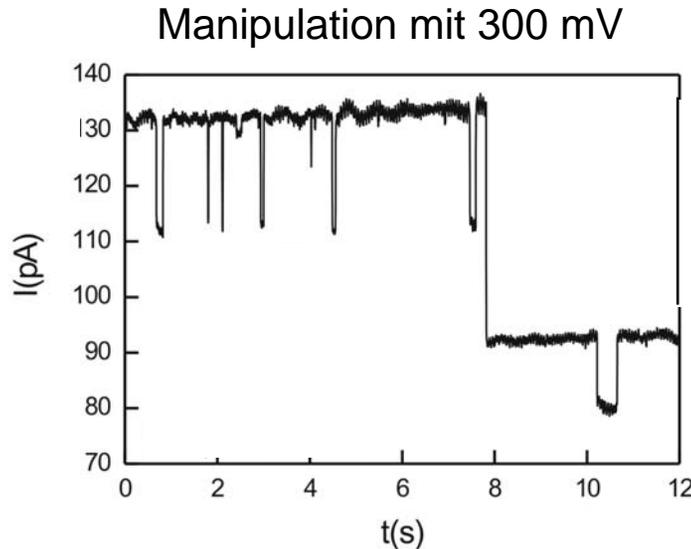
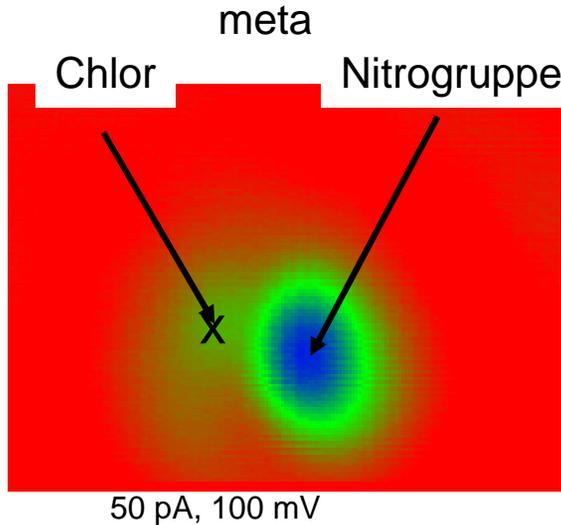
gas phase structure calculated with GAUSSIAN

Isomere des Chlornitrobenzols auf Au(111)

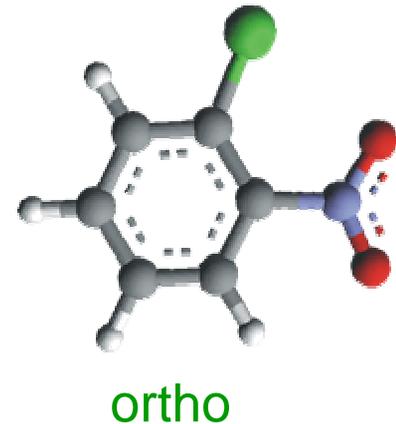


Confirmed by calculation (E. Niemi V. Simic-Milosevic, K. Morgenstern, J. Nieminen, A. Korventausta, S. Paavilainen, J. Chem. Phys. 125, 184708 (2006))

Isomerisierung von Chlornitrobenzol auf Cu(111) durch inelastisch tunnelnde Elektronen (IET)

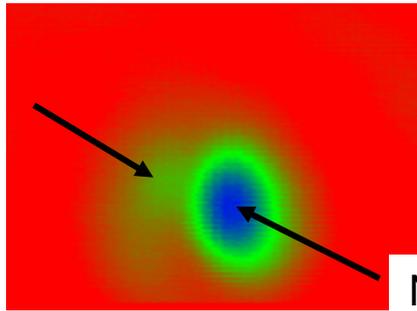


⇒ Isomerisierung



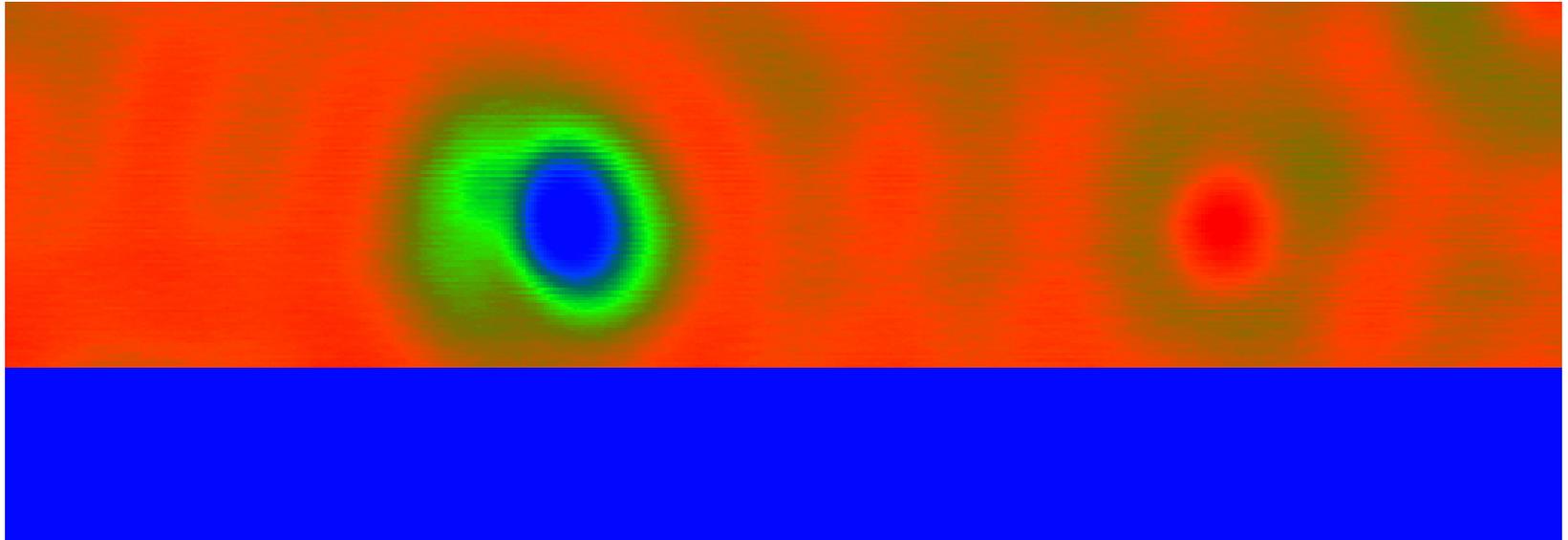
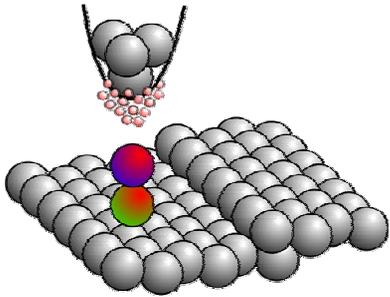
Konstitutionelle Isomerisierung: ChINB auf Cu(111)

Chlor

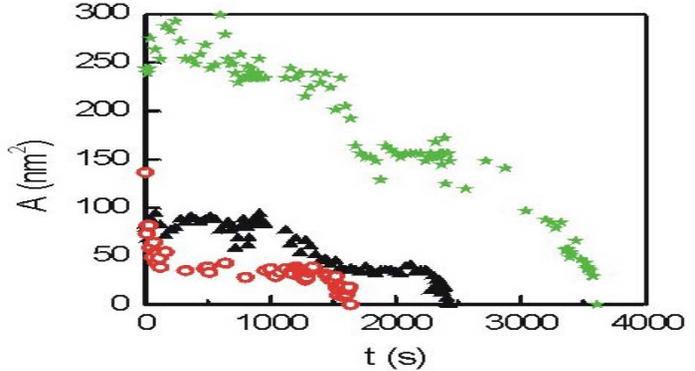


Phenylgruppe nicht sichtbar

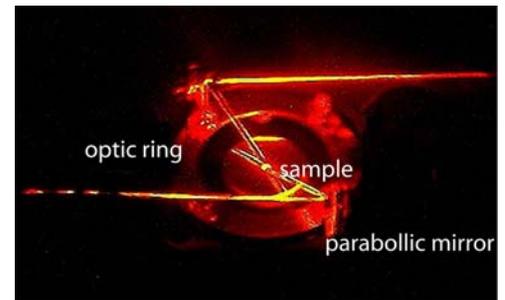
Nitrogruppe



Quanteneffekte bei Diffusion und Adatominselzerfall

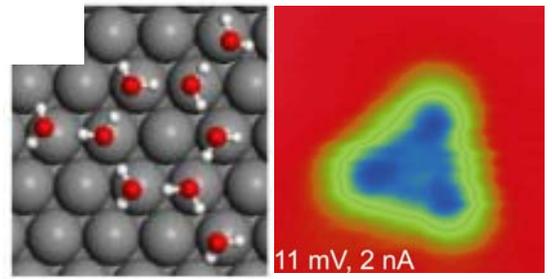


Kombination von Femtosekundenlaser mit Rastertunnelmikroskop



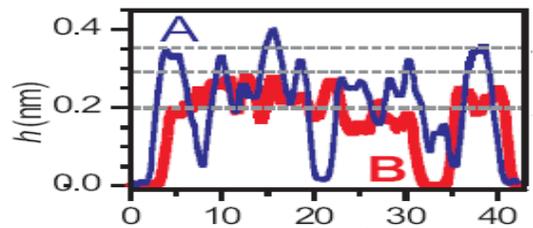
Elementare Anregungen auf atomarer Skala

Wasserstoffbrückenbindung vs. Metallhydrierung



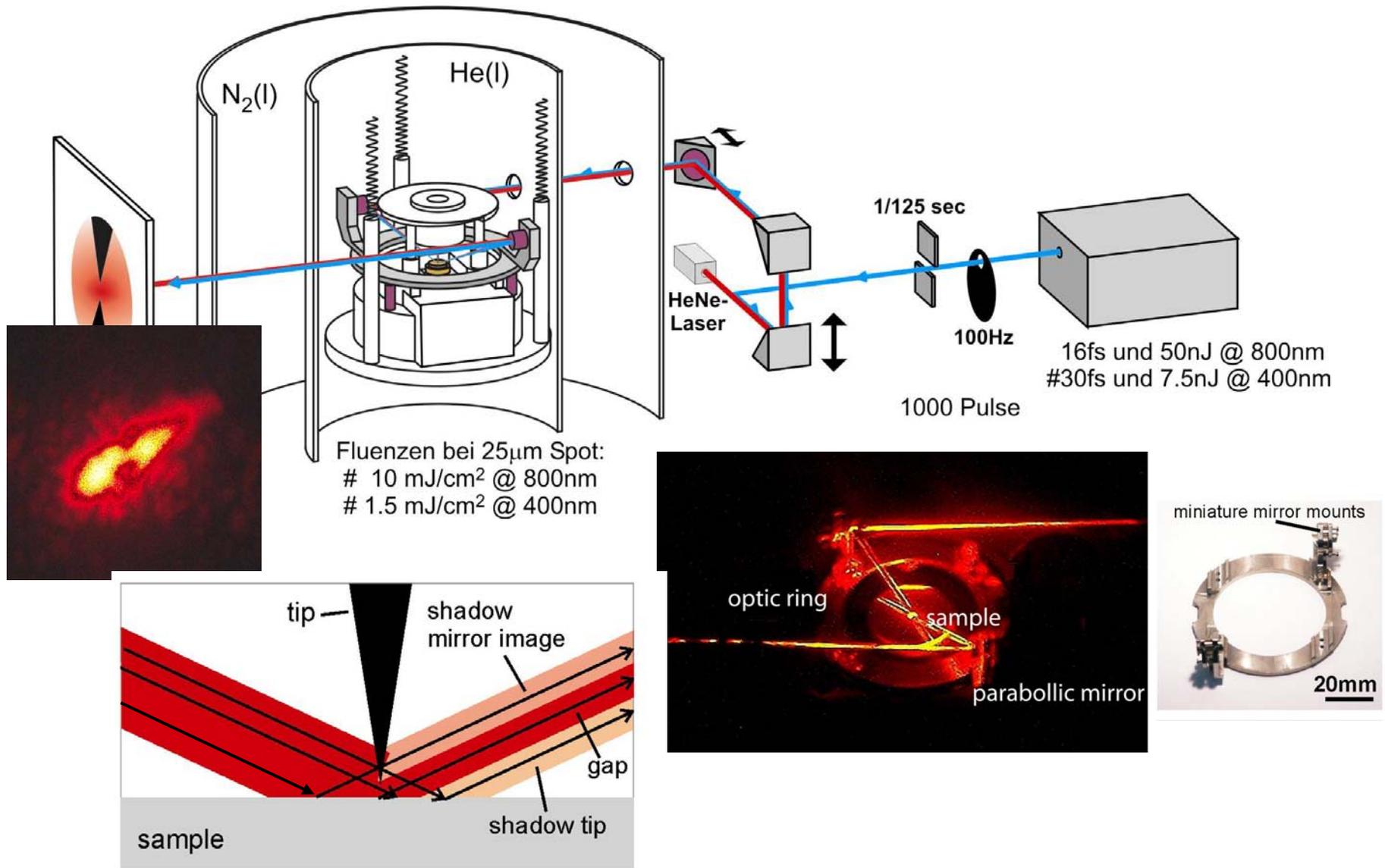
Oberflächen-Kondo-Effekt
J. Henzl, K. Morgenstern
Phys. Rev. Lett. (2007) in print

Solvatisierte Elektronen in Wasserschichten



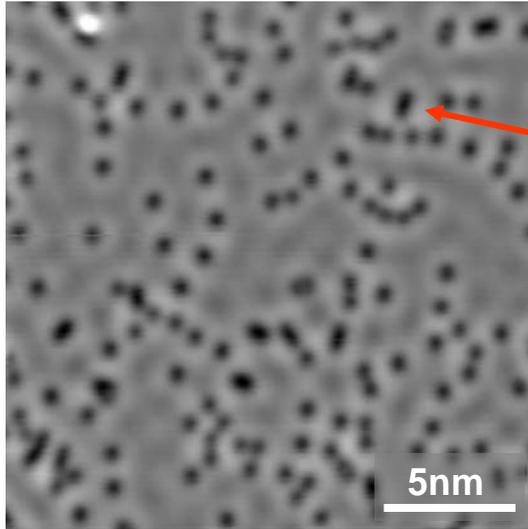
Nanochemie:
Isomerisierungsreaktionen
J. Henzl, M. Mehlhorn, H. Gawronski,
K.H. Rieder, K. Morgenstern
Angew. Chem. Int. Ed. 45 (2006) 603
V. Simic-Milosevic, M. Mehlhorn,
K.-H. Rieder, J. Meyer, K. Morgenstern
Phys. Rev. Lett. 98 (2007) 116102

Kombination von 5K-STM mit fs-Laser



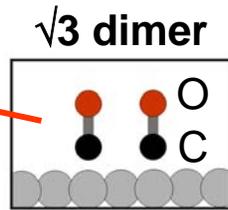
CO auf Cu(111)

CO adsorbiert bei 20 K, Messung bei 7 K

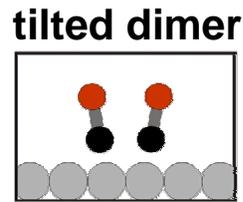


0.05ML

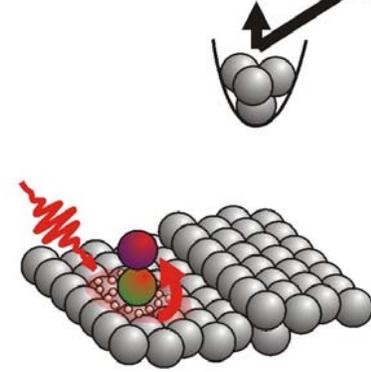
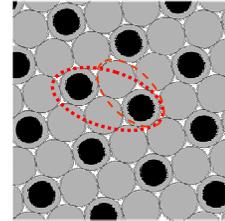
0.25V, 90pA



$\langle 112 \rangle$

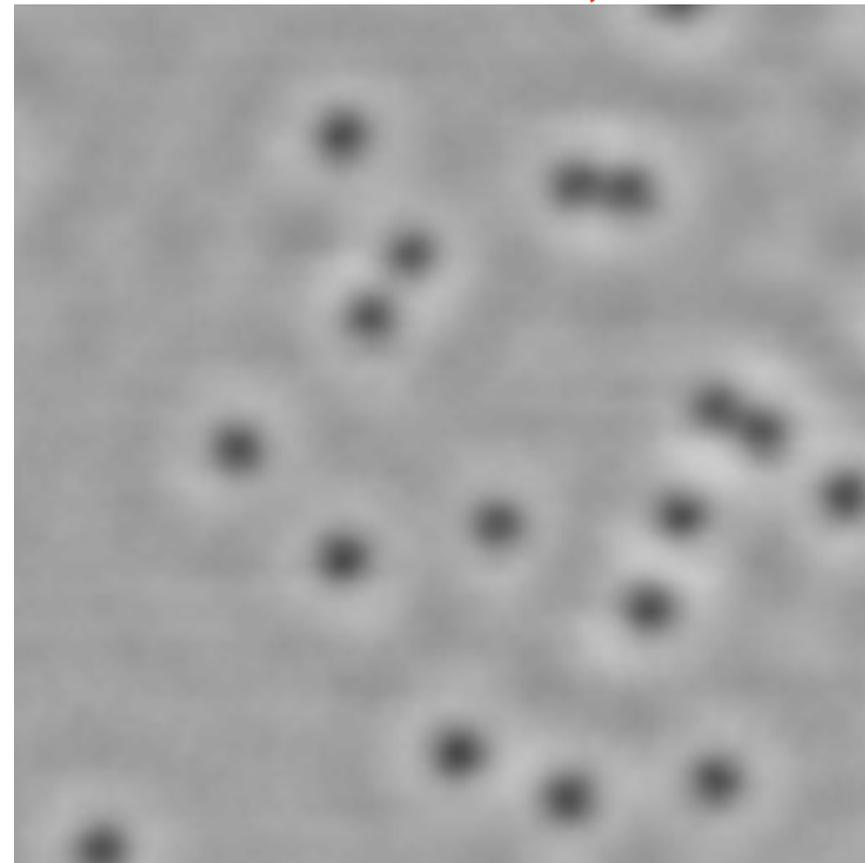


$\langle 101 \rangle$



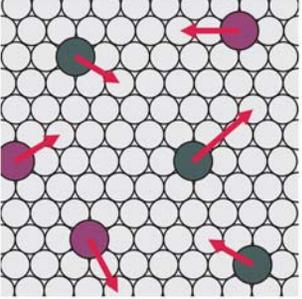
$2.5 \cdot 10^8$ Pulse 40 fs,
400 nm, 1.6 - 5.1 J/m²

0.03ML

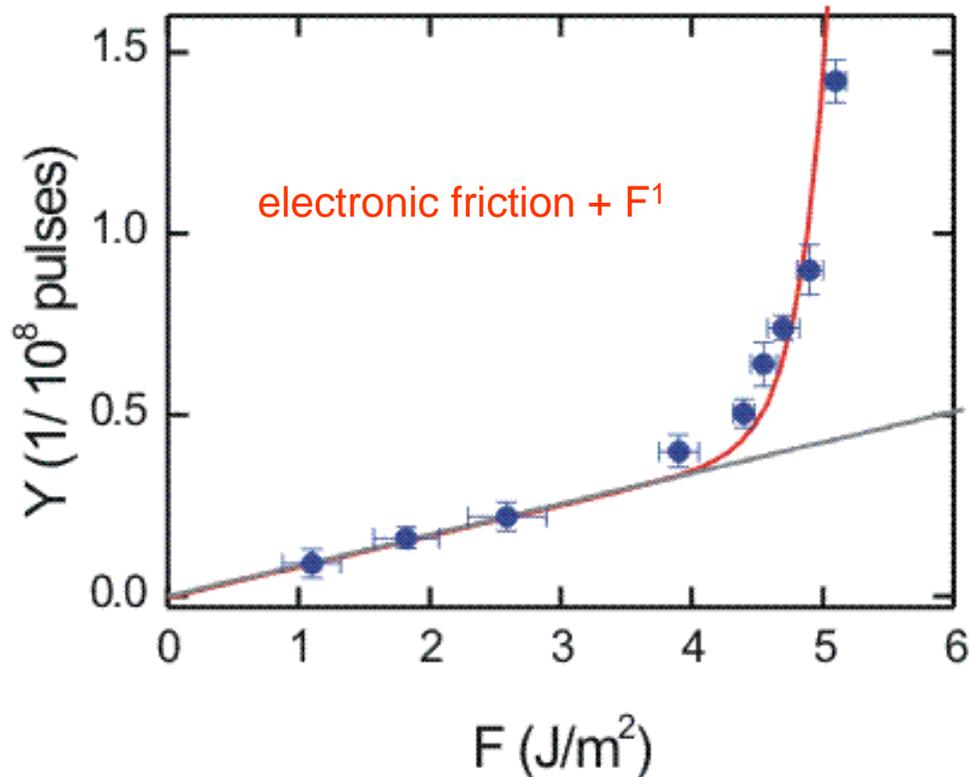


exp: A.J. Heinrich, et al
Science 298, 1381 (2003)
theo: M. Persson, J. Nieminen

⇒ Diffusion und Dimerbildung



CO auf Cu(111): Einzelmoleküldiffusion



$$v_{\text{attempt}} = 10^{12.6 \pm 0.25} / \text{s}$$

$$E_d = (83 \pm 3) \text{ meV}$$

⇒ Athermische Diffusionsbarriere

Quanteneffekte bei Diffusion und Adatominselzerfall

K. Morgenstern, E. Laegsgaard, F. Besenbacher

Phys. Rev. Lett. 94 (2005) 166104

K. Morgenstern, K.-F. Braun, K.-H. Rieder

Phys. Rev. Lett. 93 (2004) 056102

Kombination von Femtosekundenlaser
mit Rastertunnelmikroskop

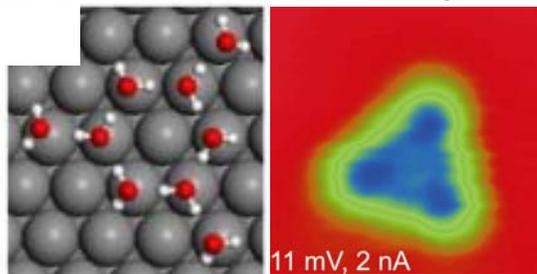
M. Mehlhorn, H. Gawronski,

L. Nedelmann, A. Grujic, K. Morgenstern

Rev. Sci. Instr. 78 (2007) 033905

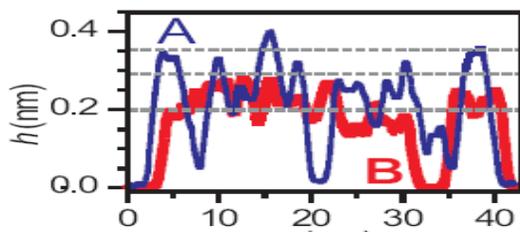
Elementare Anregungen auf atomarer Skala

Wasserstoffbrückenbindung
vs. Metallhydrierung



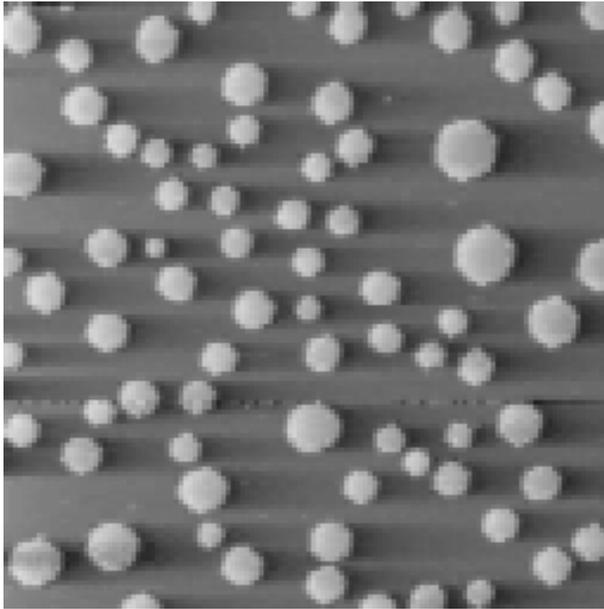
Oberflächen-Kondo-Effekt
J. Henzl, K. Morgenstern
Phys. Rev. Lett. (2007) in print

Solvatisierte Elektronen in Wasserschichten

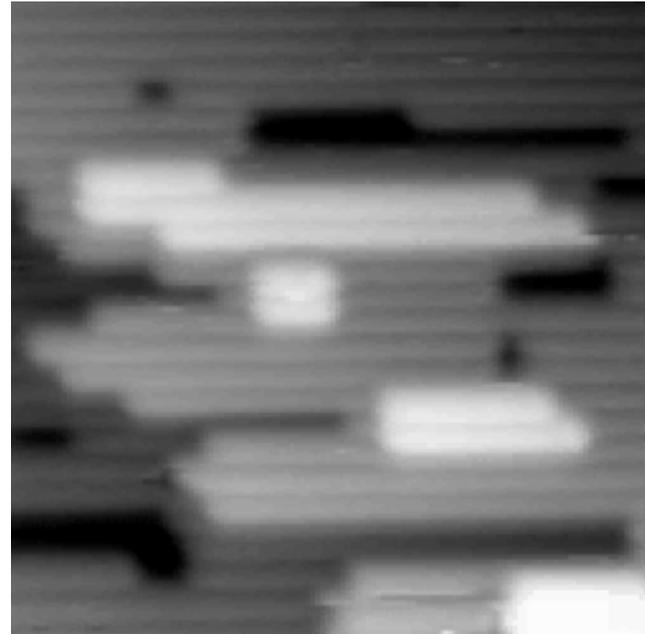


Nanochemie:
Isomerisierungsreaktionen
J. Henzl, M. Mehlhorn, H. Gawronski,
K.H. Rieder, K. Morgenstern
Angew. Chem. Int. Ed. 45 (2006) 603
V. Simic-Milosevic, M. Mehlhorn,
K.-H. Rieder, J. Meyer, K. Morgenstern
Phys. Rev. Lett. 98 (2007) 116102

Ag(111) @ RT



Ag(110) @ 200 K



Fast scanning tunnelling microscopy as a tool to understand changes on metal surfaces:

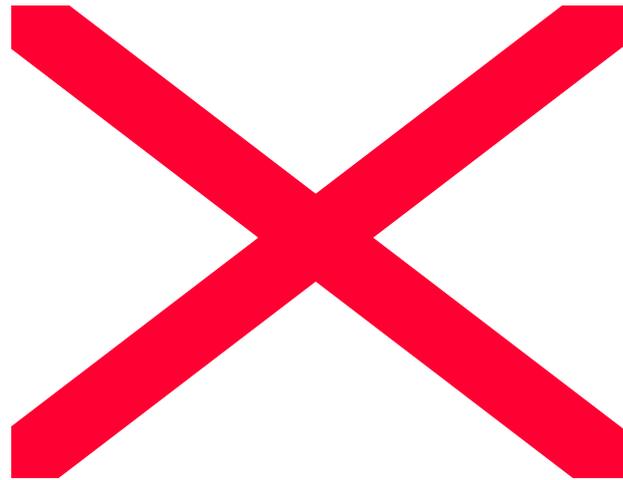
From nanostructures to single atoms

phys. stat. sol. B 242 (2005) 773

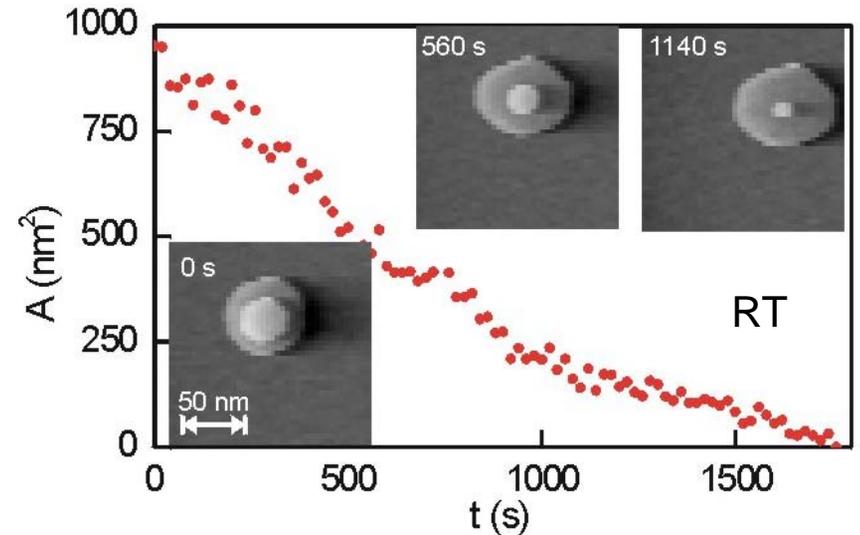
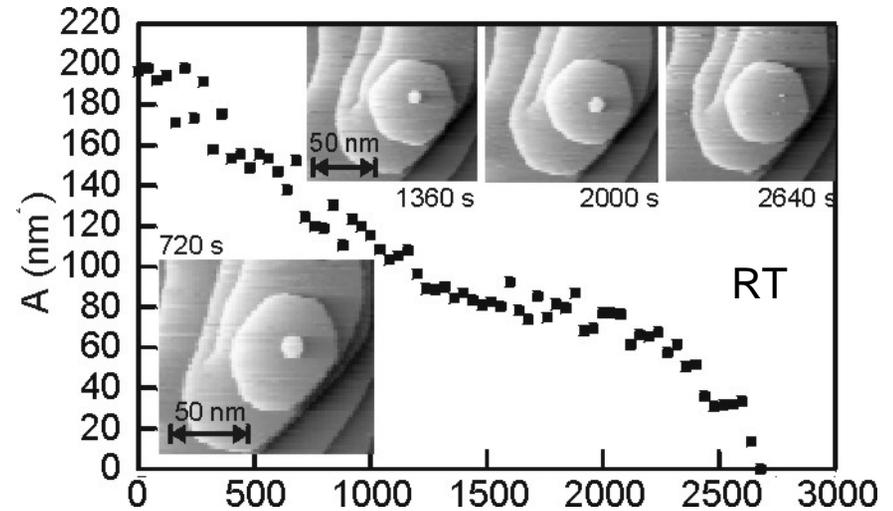
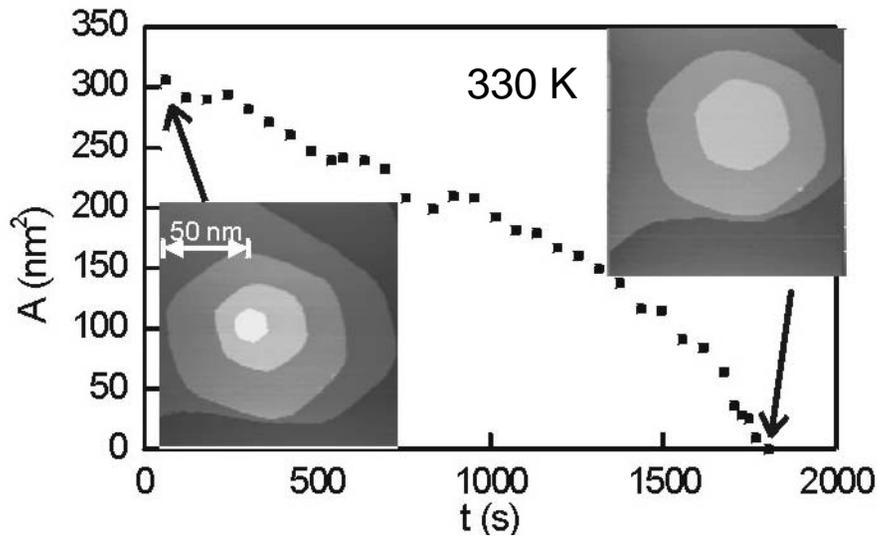
⇒ Untersuchung der Dynamik von Nanostrukturen
zum Verständnis der atomarer Wechselwirkung

Variable T (100 K -400K) UHV STM

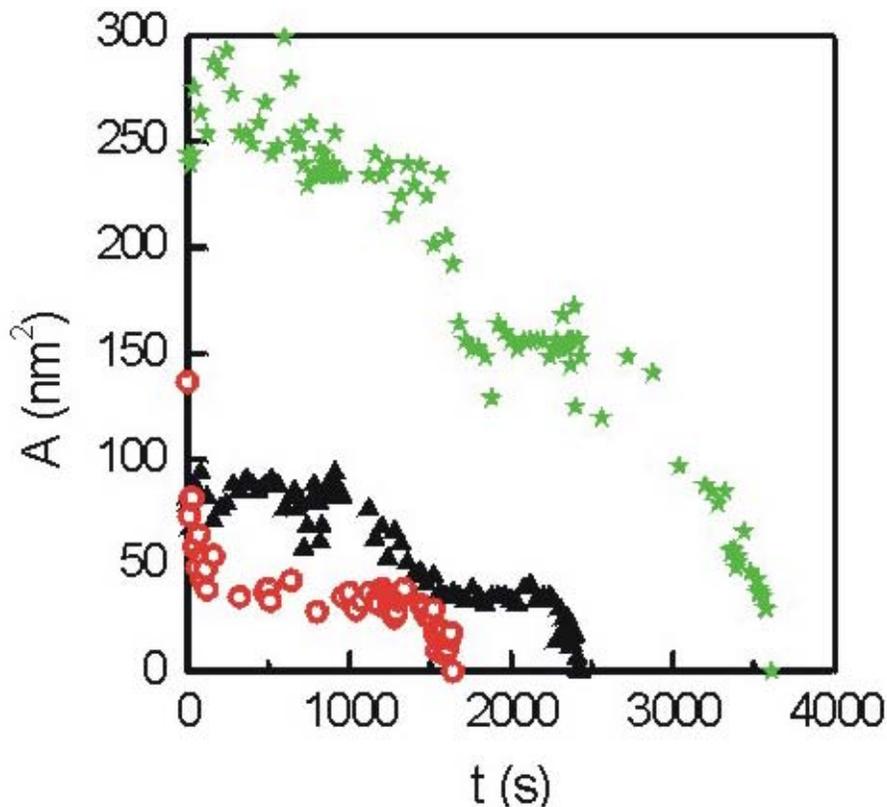
Zerfall von Insel'türmen'



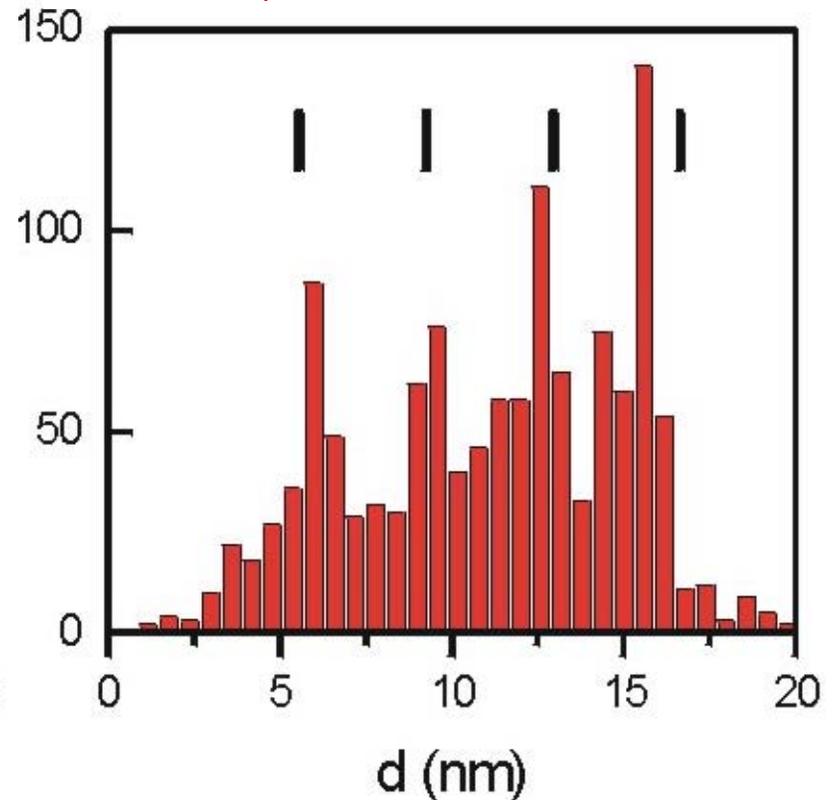
Zerfall von Insel'türmen'



Zerfall von Insel'türmen'



mit $\lambda_F = 7.4 \text{ nm}$ (OF von Ag(111))



Magische Inselgrößen, falls keine Quantenzustände nahe Fermi - Energie:

$$\lambda_F/4 + n \cdot \lambda_F/2$$

Quanteneffekt in Adatominselzerfall aufgrund des Oberflächenzustandes

Quanteneffekte bei Diffusion und Adatominselzerfall

K. Morgenstern, E. Laegsgaard, F. Besenbacher

Phys. Rev. Lett. 94 (2005) 166104

K. Morgenstern, K.-F. Braun, K.-H. Rieder

Phys. Rev. Lett. 93 (2004) 056102

Kombination von Femtosekundenlaser

mit Rastertunnelmikroskop

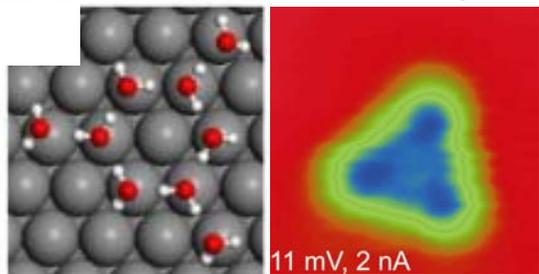
M. Mehlhorn, H. Gawronski,

L. Nedelmann, A. Grujic, K. Morgenstern

Rev. Sci. Instr. 78 (2007) 033905

Elementare Anregungen auf atomarer Skala

Wasserstoffbrückenbindung
vs. Metallhydrierung

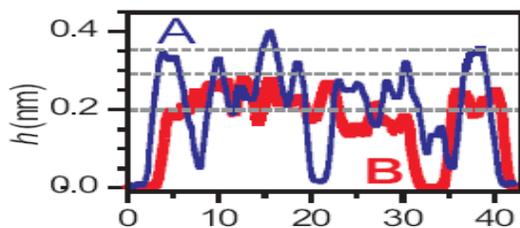


Oberflächen-Kondo-Effekt

J. Henzl, K. Morgenstern

Phys. Rev. Lett. (2007) in print

Solvatisierte Elektronen in Wasserschichten



Nanochemie:

Isomerisierungsreaktionen

J. Henzl, M. Mehlhorn, H. Gawronski,

K.H. Rieder, K. Morgenstern

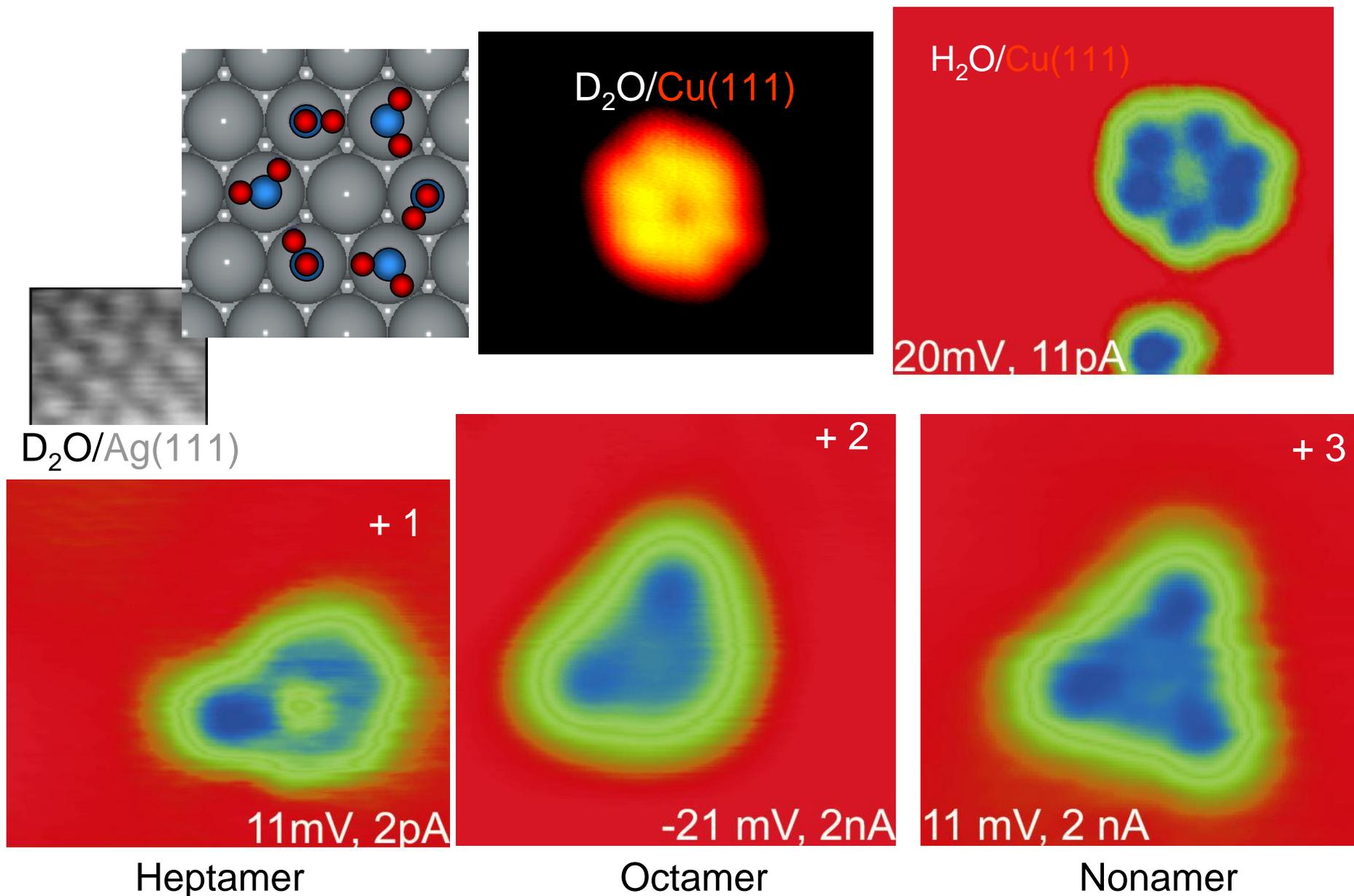
Angew. Chem. Int. Ed. 45 (2006) 603

V. Simic-Milosevic, M. Mehlhorn,

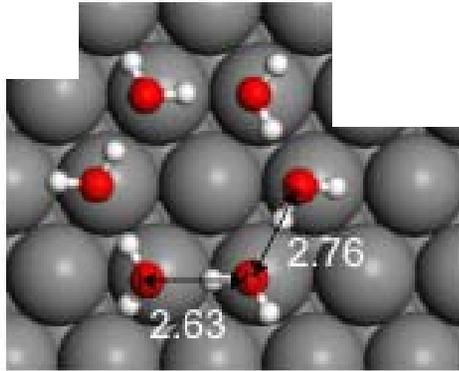
K.-H. Rieder, J. Meyer, K. Morgenstern

Phys. Rev. Lett. 98 (2007) 116102

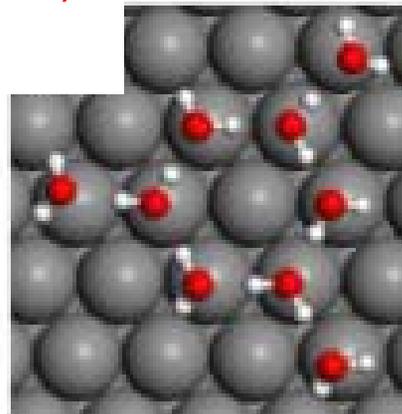
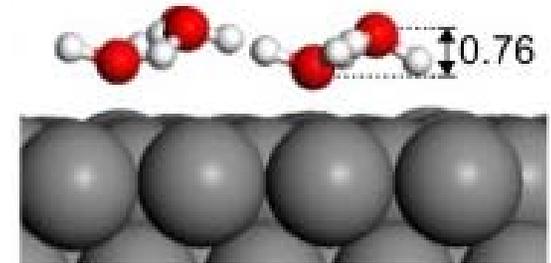
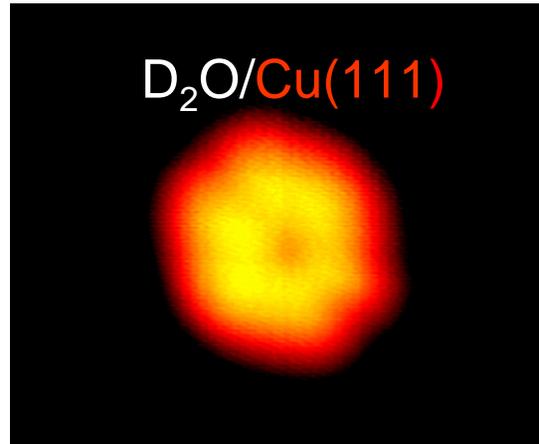
Kleine Wassercluster: Hexamere bis Nonamere



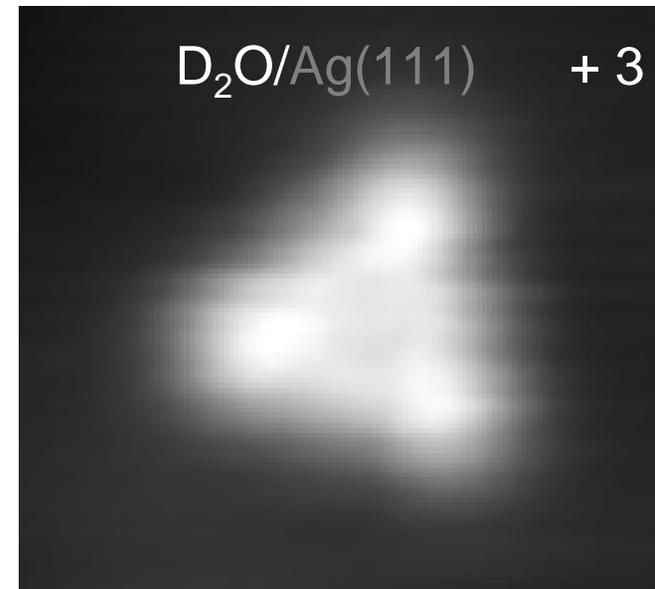
Kleine Wassercluster: Hexamere bis Nonamere



$$E_{\text{ads}} = 0.44 \text{ eV/H}_2\text{O}$$



$$E_{\text{ads}} = 0.44 \text{ eV/H}_2\text{O}$$



15 mV, 2nA

⇒ Density functional theory:
Wechselspiel zwischen
Hydrierung und
Wasserstoffbrückenbindung
(A. Michaelides, FHI Berlin)

Quanteneffekte bei Diffusion und Adatominselzerfall

K. Morgenstern, E. Laegsgaard, F. Besenbacher

Phys. Rev. Lett. 94 (2005) 166104

K. Morgenstern, K.-F. Braun, K.-H. Rieder

Phys. Rev. Lett. 93 (2004) 056102

Kombination von Femtosekundenlaser
mit Rastertunnelmikroskop

M. Mehlhorn, H. Gawronski,

L. Nedelmann, A. Grujic, K. Morgenstern

Rev. Sci. Instr. 78 (2007) 033905

Elementare Anregungen auf atomarer Skala

Wasserstoffbrückenbindung
vs. Metallhydrierung

A. Michaelides, K. Morgenstern

Nature Materials (2007)

Oberflächen-Kondo-Effekt

J. Henzl, K. Morgenstern

Phys. Rev. Lett. (2007) in print

Solvatisierte Elektronen in Wasserschichten

J. Stähler, M. Mehlhorn, U. Bovensiepen,

M. Meyer, D. Kusmirek, K. Morgenstern, M. Wolf

Phys. Rev. Lett. (2007) in print

Elektroneninduzierte Reaktionen
an Einzelmolekülen:

Isomerisierungsreaktionen

J. Henzl, M. Mehlhorn, H. Gawronski,

K.H. Rieder, K. Morgenstern

Angew. Chem. Int. Ed. 45 (2006) 603

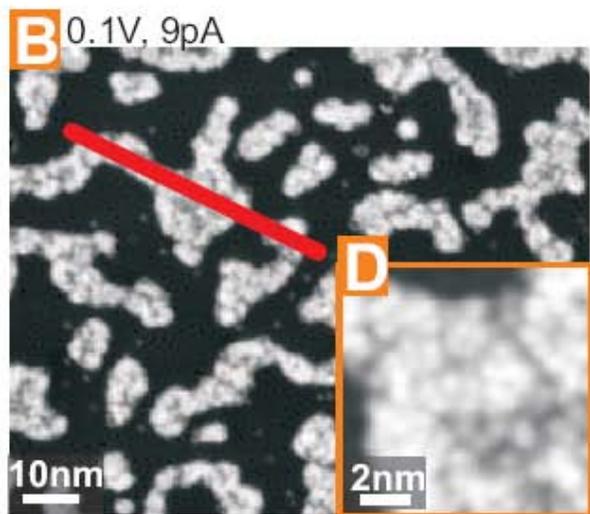
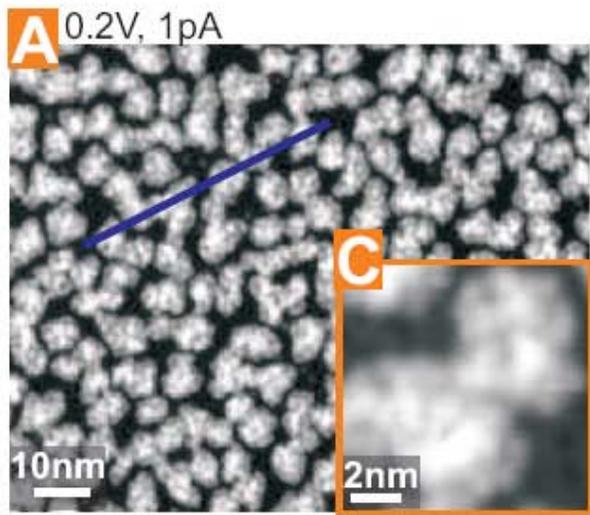
V. Simic-Milosevic, M. Mehlhorn,

K.-H. Rieder, J. Meyer, K. Morgenstern

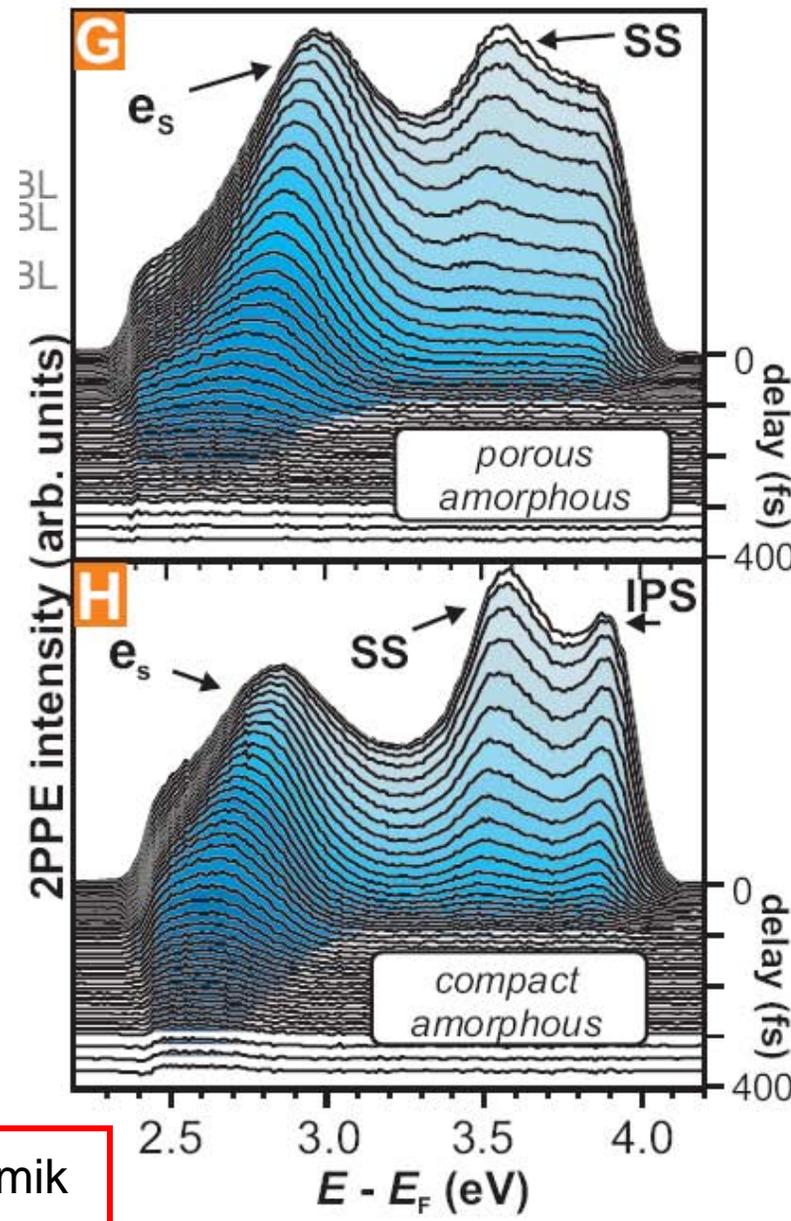
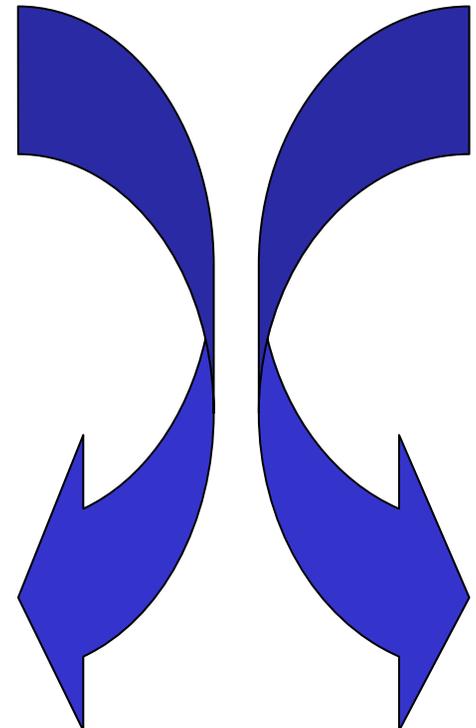
Phys. Rev. Lett. 98 (2007) 116102

Solvatisierte Elektronen in amorphen Eisschichten

(AG Wolf, FU Berlin)



Flash to 130 K



⇒ Struktur bedingt Dynamik solvatisierter Elektronen



AG Morgenstern