

# **Ladungsaustausch schneller Edelgasatome und Fullerene mit Festkörperoberflächen**

**Stephan Wethekam**

Carl-Ramsauer-Preis 17. November 2010

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät I

Humboldt-Universität zu Berlin

# Themen der Dissertation

## He – Metalloberflächen

- Tomographie
- Auger-Neutralisation/-Ionisation
- Niveauverschiebung

## He<sup>2+</sup> – ferromagnetische Oberflächen

- Formierung und Autoionisation von He<sup>\*\*</sup>
- alternative Erklärung der Daten von Unipan *et al.*

## C<sub>60</sub> – Metall- und Isolatoroberflächen

- Neutralisation
- elastische Eigenschaften
- interne Anregung

# Kurzvortrag

## He – Metalloberflächen

- Tomographie
- Auger-Neutralisation (-Ionisation)
- Niveaushiftung

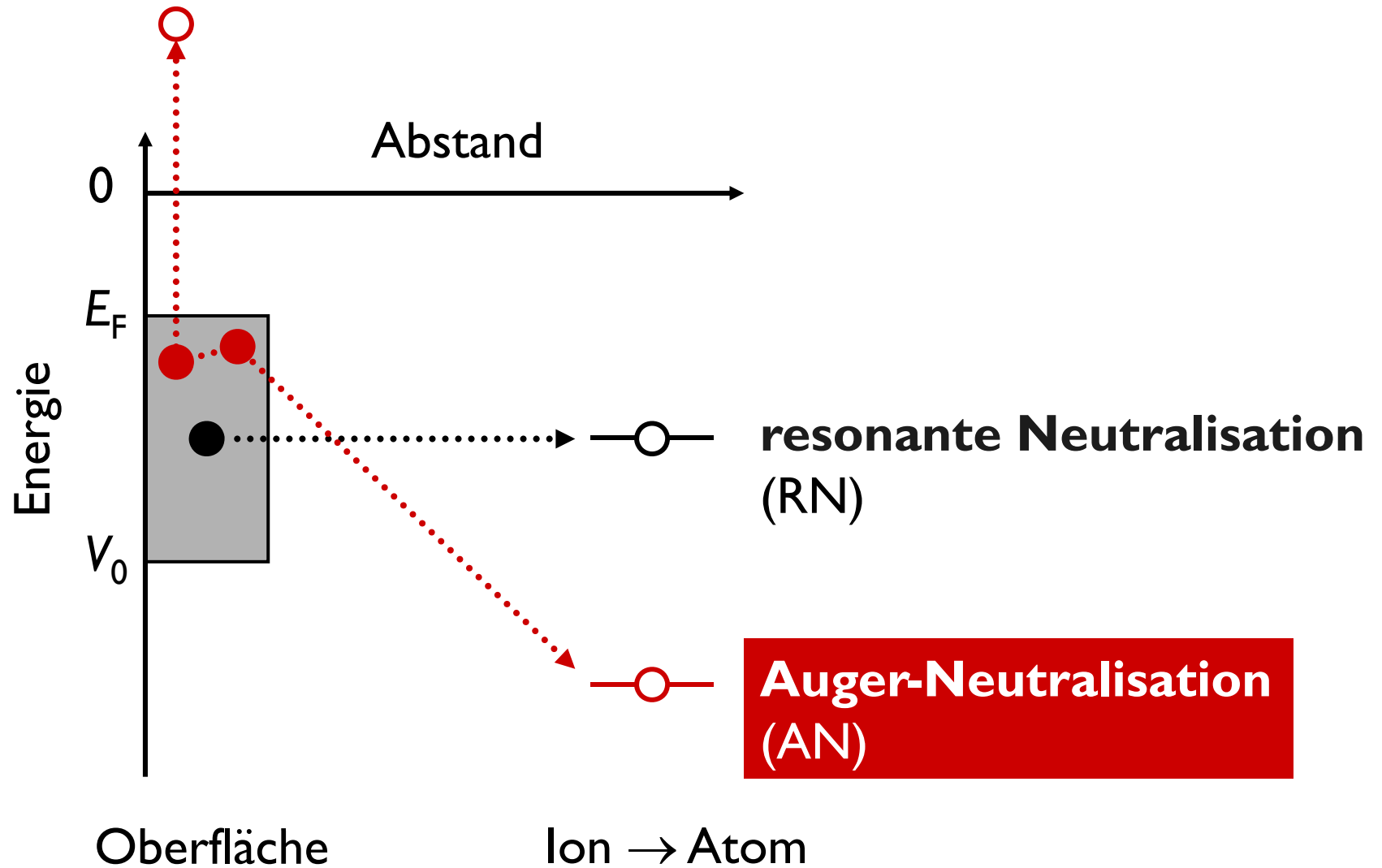
## He<sup>2+</sup> – ferromagnetische Oberflächen

- Formierung und Autoionisation von He<sup>\*\*</sup>
- alternative Erklärung der Daten von Unipan *et al.*

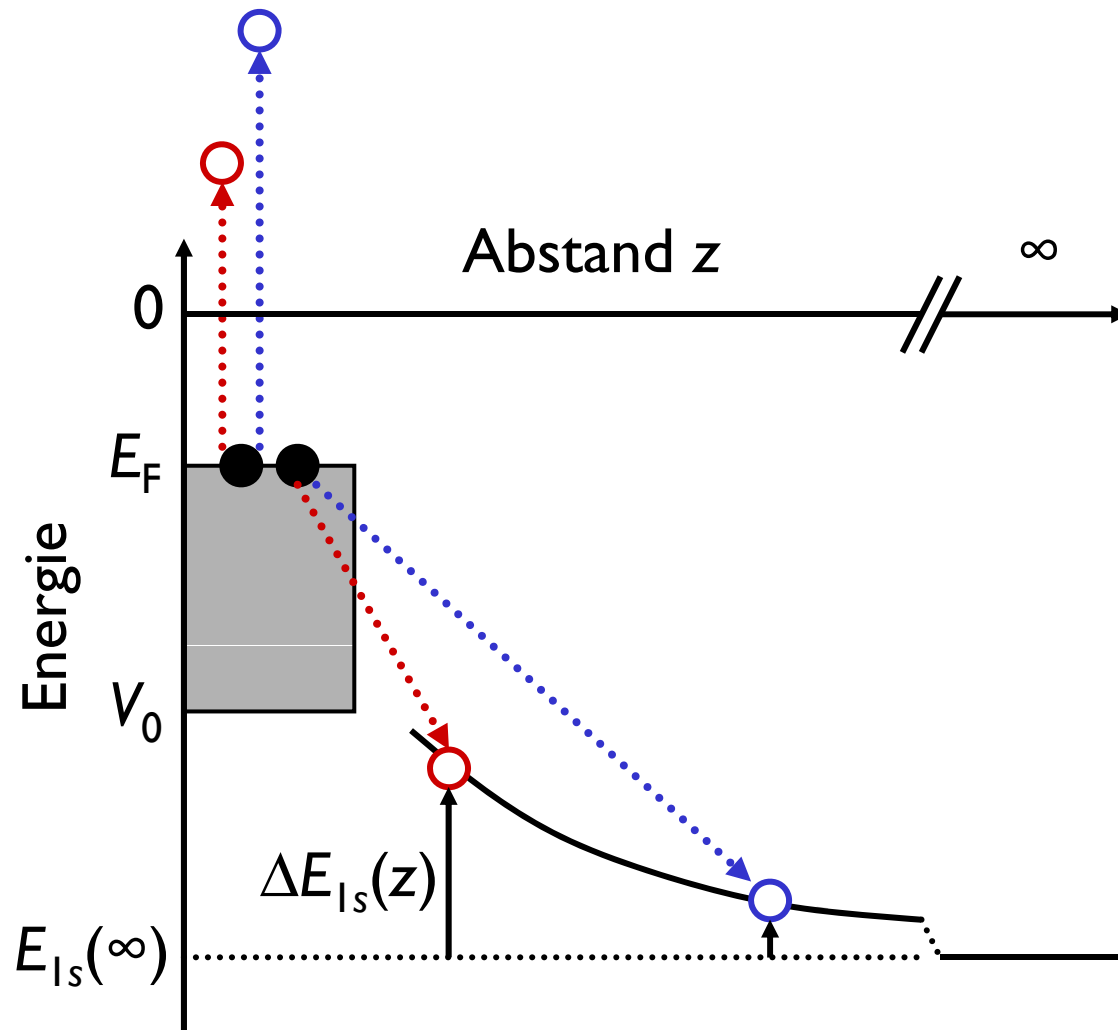
## C<sub>60</sub> – Metall- und Isolaturoberflächen

- Neutralisation
- elastische Eigenschaften
- interne Anregung

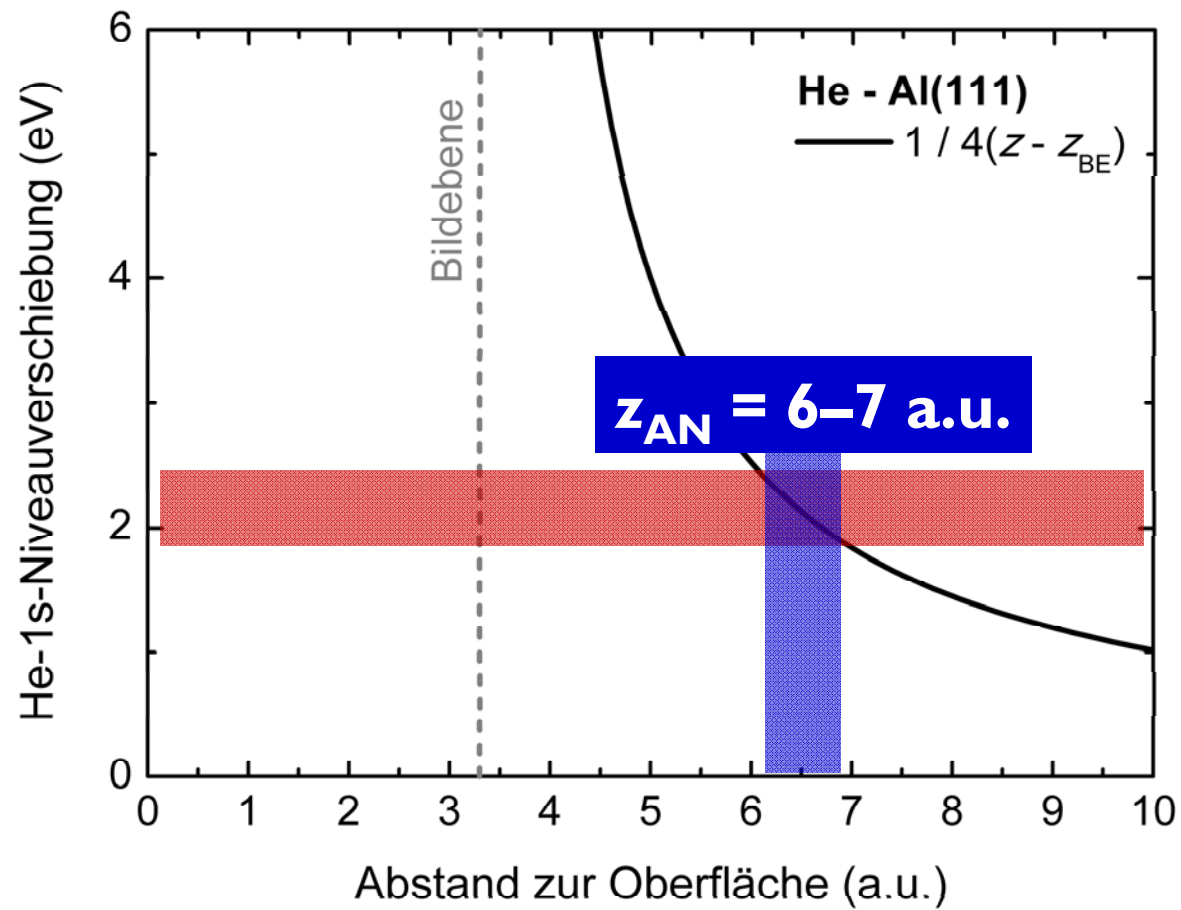
# Ladungstransfer: Neutralisation



# Abstand der Auger-Neutralisation

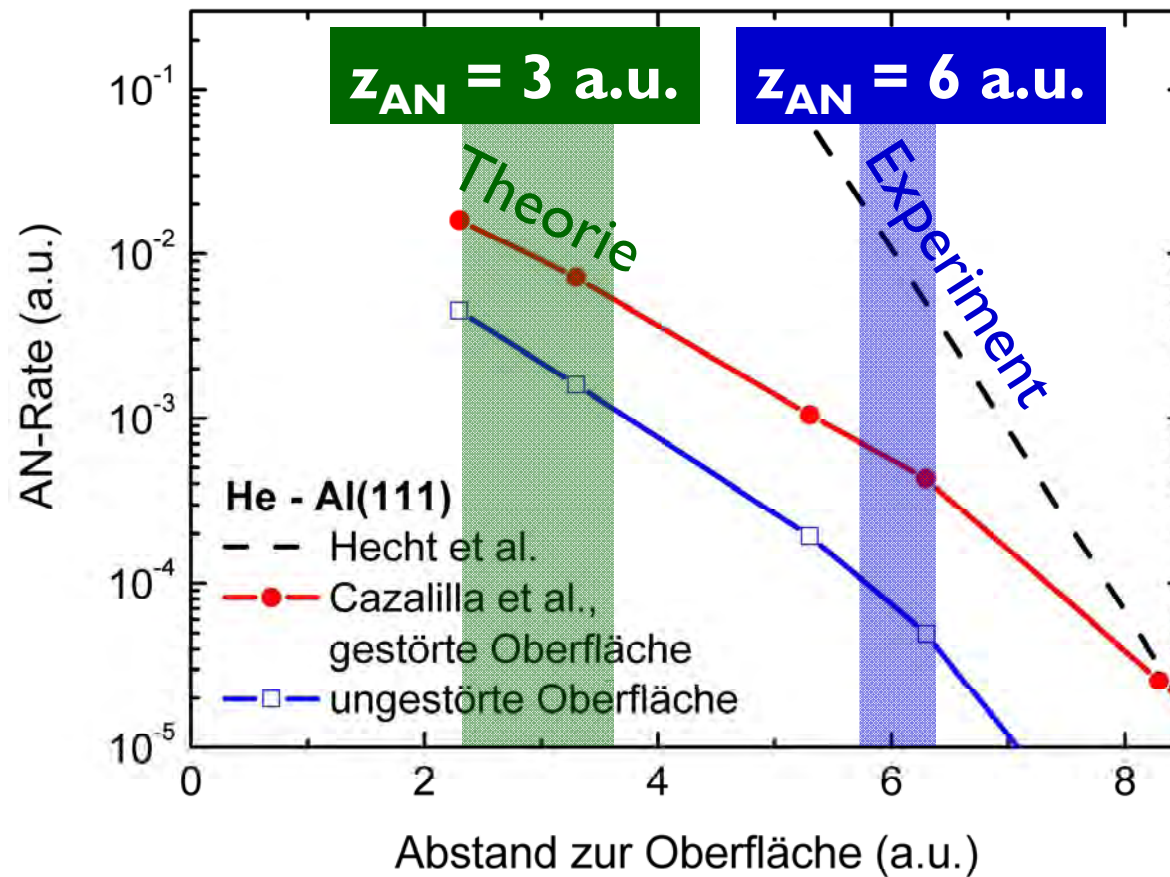


**Abstand der AN:  $\Delta E_{1s}(z_{AN}) = 2 \text{ eV}$**



# Abstand der AN

## Diskrepanz: Theorie - Experiment



T. Hecht et al., Surf. Sci. 406, L607 (1998).

M.A. Casalilla et al., Phys. Rev. B 58, 13991 (1998).



[http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=10830](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=10830)

## Homer D. Hagstrum

„ In general the experimental estimates are considerably larger than the theoretical. The **theoretical estimates** for  $s_m$  appear to be **unrealistic ...** “

H. D. Hagstrum, 'Electron and Ion Spectroscopy of Solids',  
L.Viermans et al. (Hrsg.), Plenum, New York, 1978.





[http://www.fhi-berlin.mpg.de/pc/ERTL/Ertl\\_400dpi.jpg](http://www.fhi-berlin.mpg.de/pc/ERTL/Ertl_400dpi.jpg)

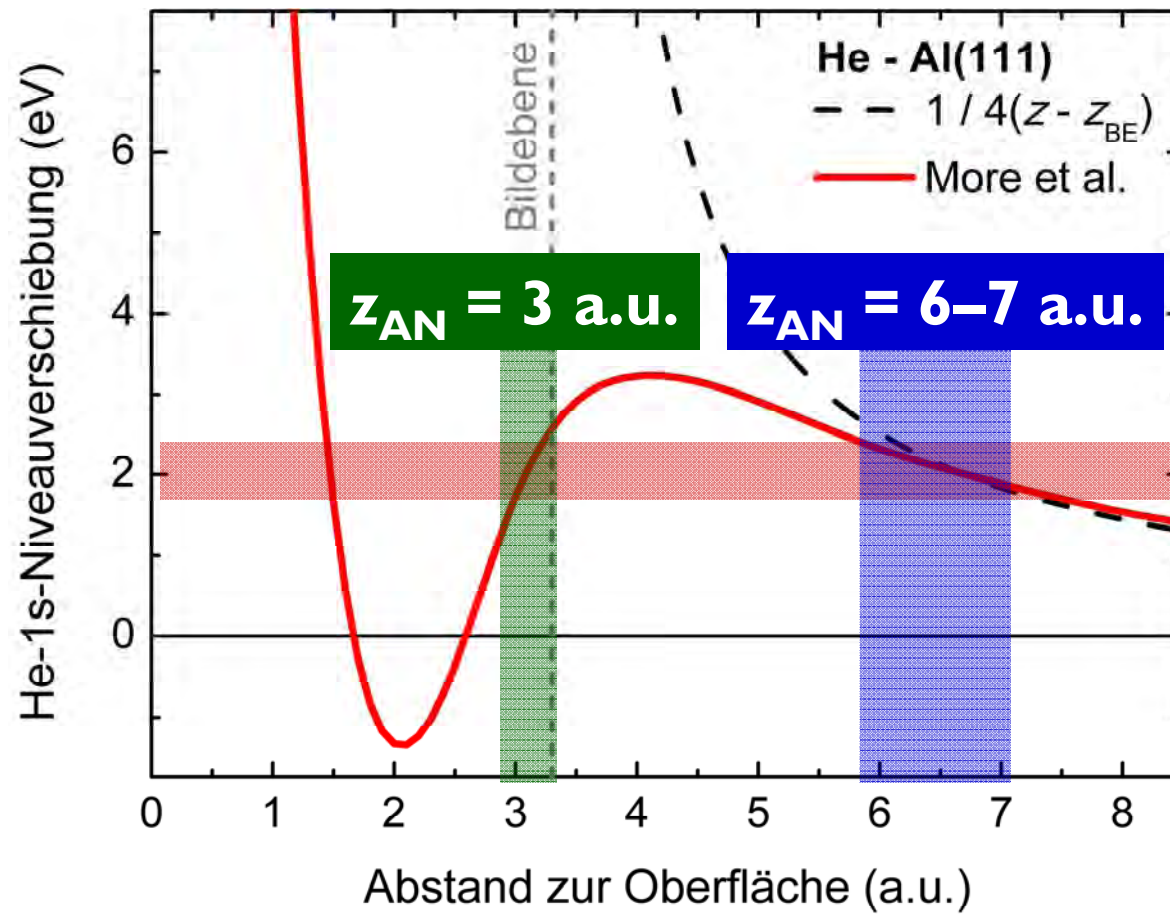
## Gerhard Ertl (Nobelpreis 2007)

„ ... deduced value for  $R_{AN}$  can **only** give some **rough guide** ...

**More elaborate calculations** ... would be **necessary** to get closer insight into the interaction of noble gas atoms with surfaces and into the Auger neutralization process.“

W. Sesselmann, B. Woratschek, J. Küppers, G. Ertl, H. Haberland, Phys. Rev. B 35, 1547 (1987).

# Niveaushiftung ?!

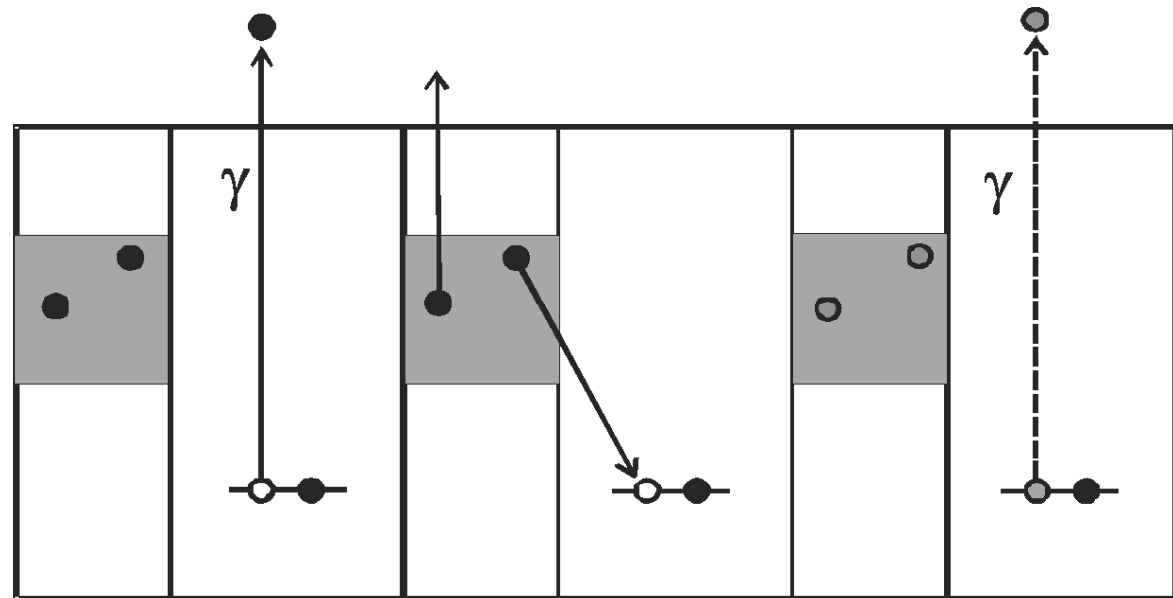


W. More et al., Phys. Rev. B 58, 7385 (1998).

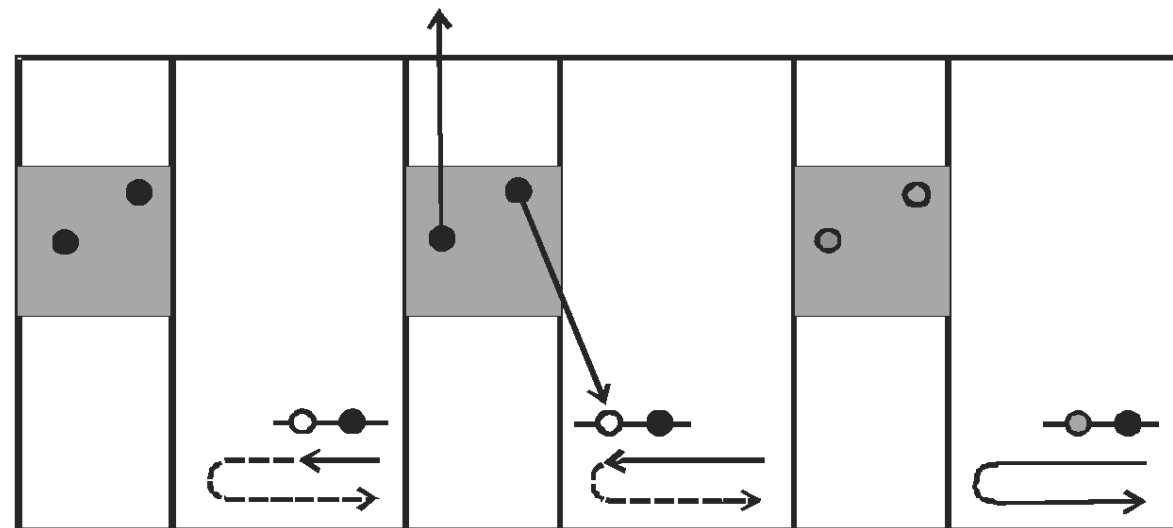
B. van Someren et al., Phys. Rev.A 61, 022902 (2000).

# Meßprinzip

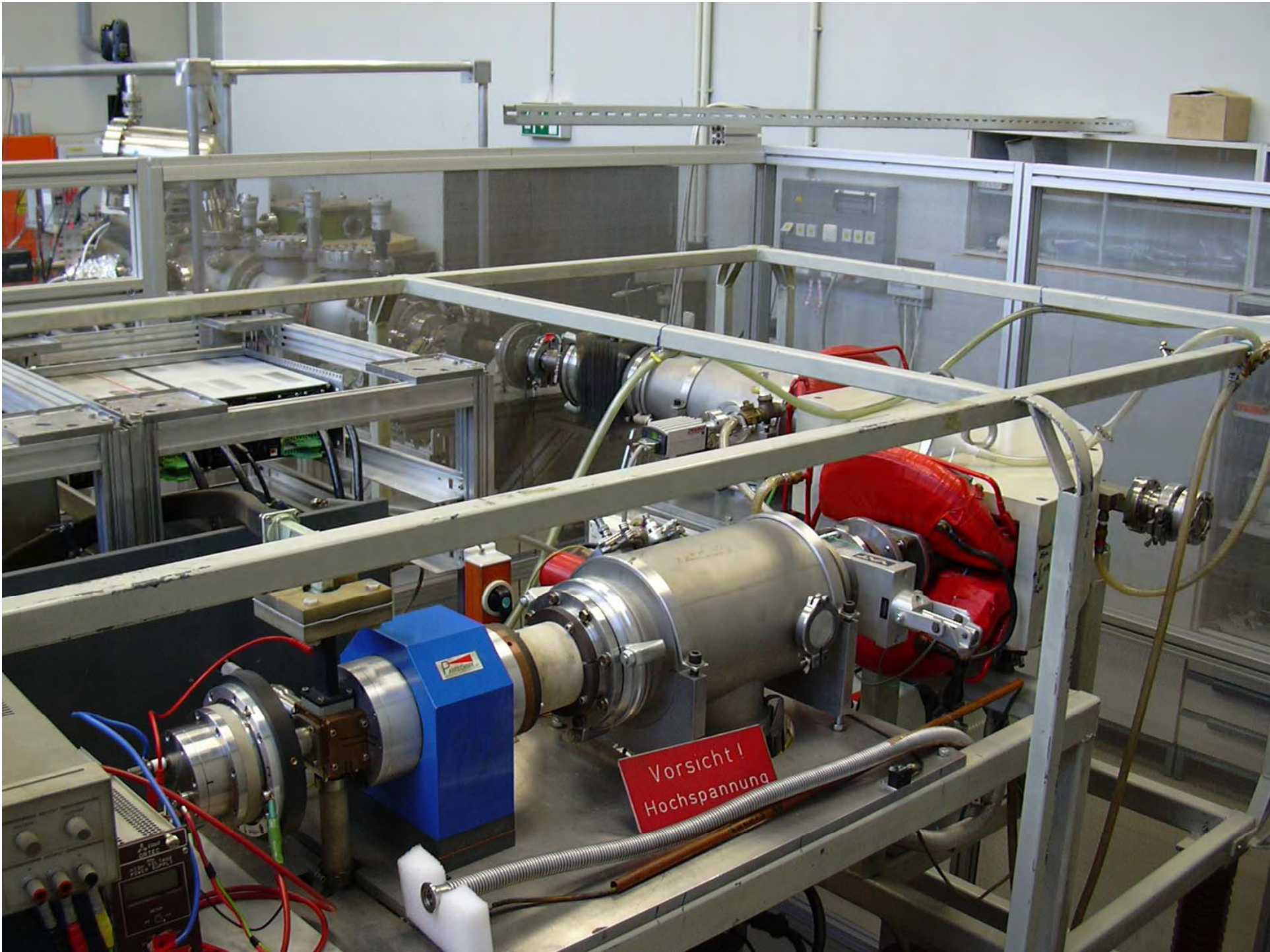
**Analogie**  
fs-pump-probe  
Experiment



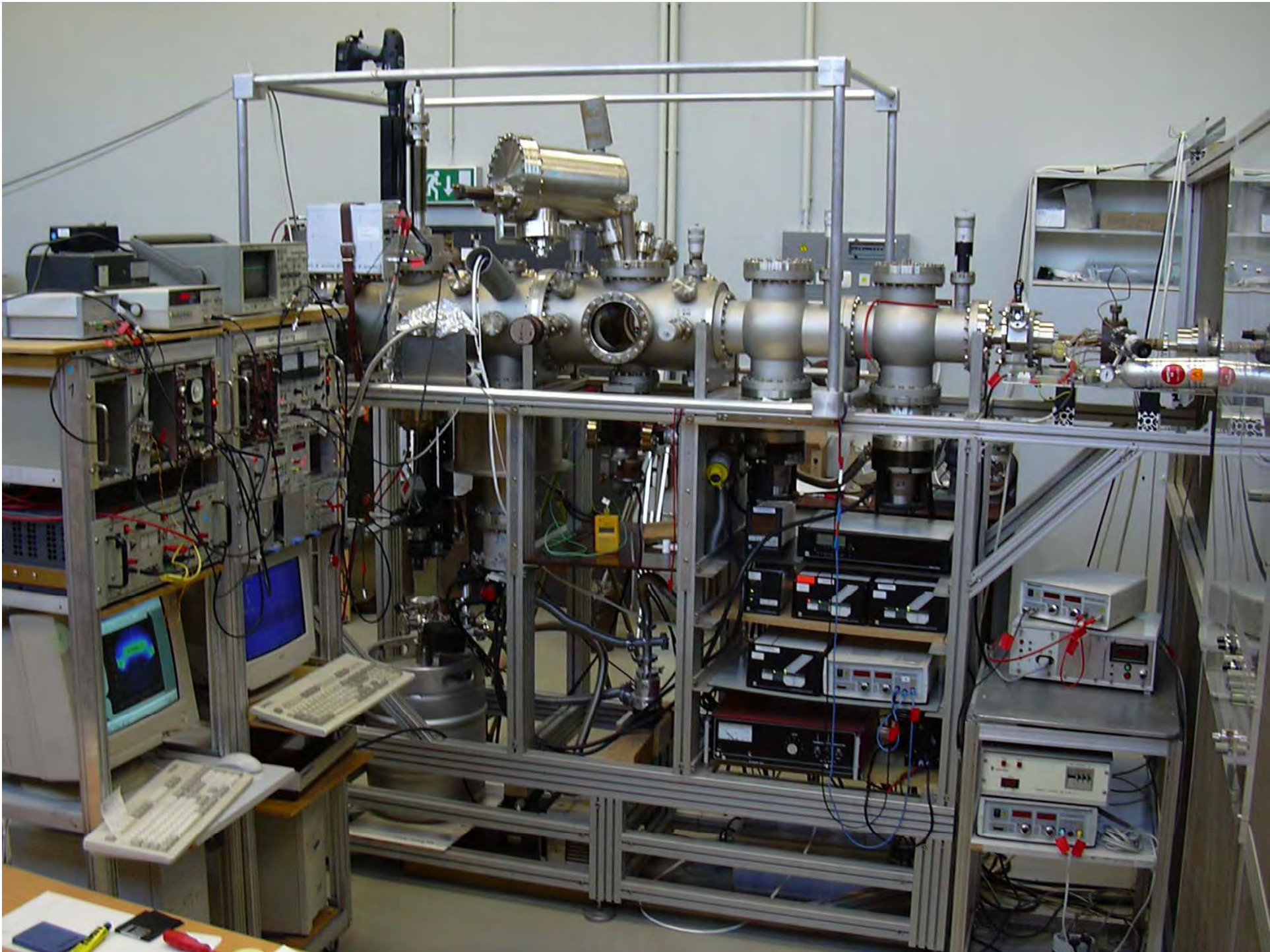
**Hier**  
Tomographie  
mittels  
Ionenstreuung





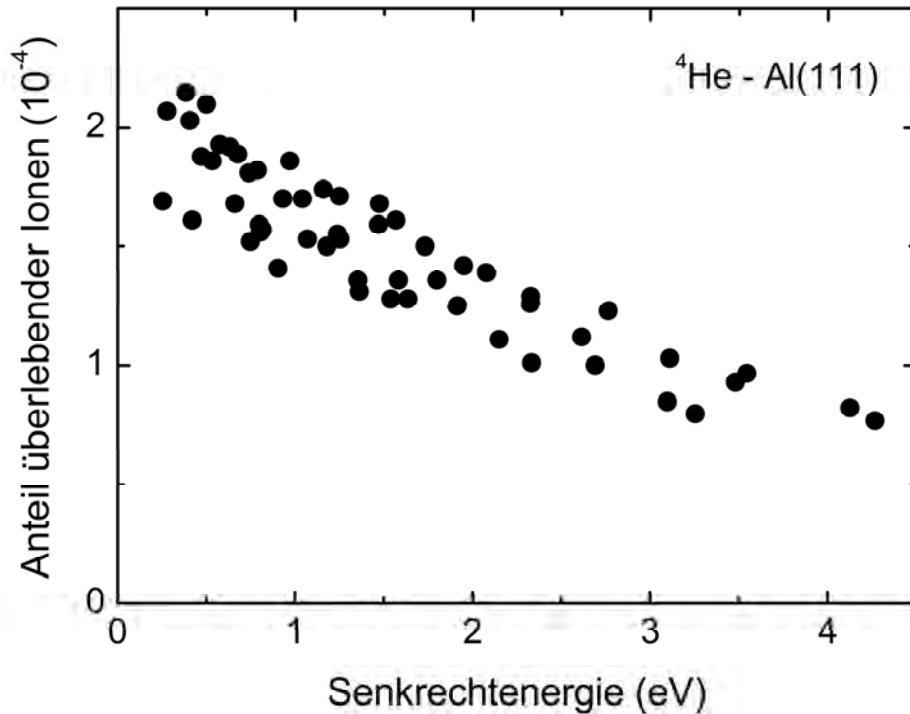




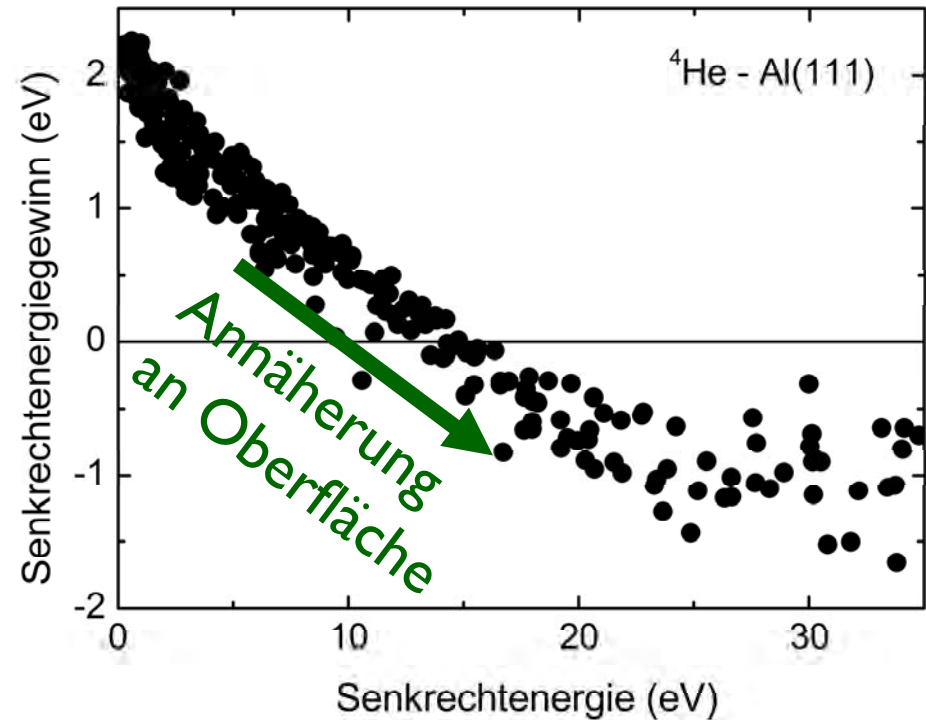


# Experimentelle Daten

## Überlebende He<sup>+</sup>-Ionen



## Senkrechtenergiebilanz

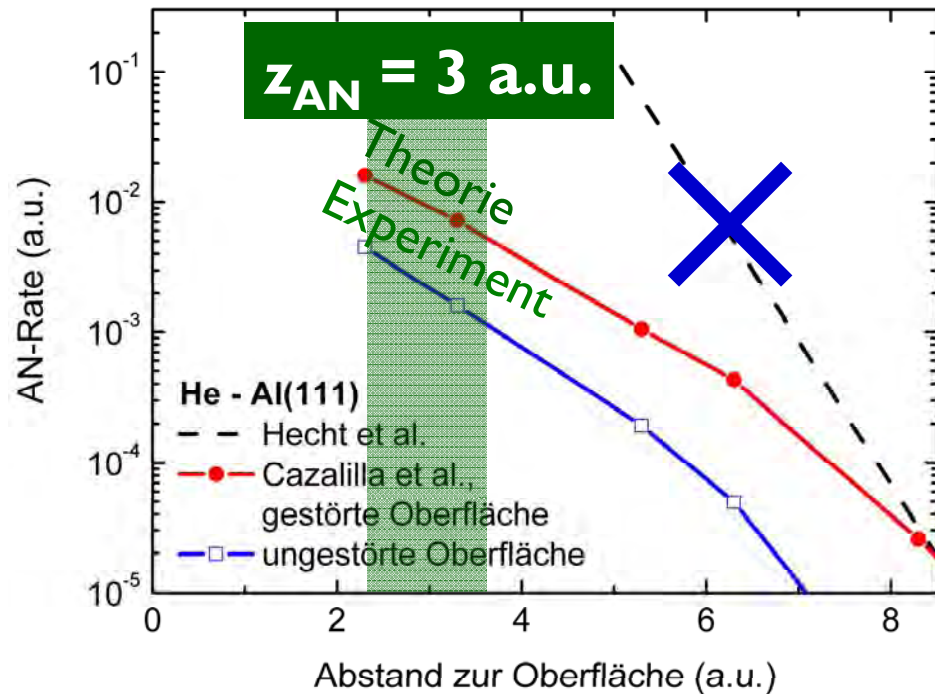


- S.Wethekam et al., PRL 90, 037602 (2003).
- S.Wethekam et al., Surf. Sci. 596, L319 (2005).
- S.Wethekam et al., PRL 96, 207601 (2006).
- S.Wethekam et al., PRB 78, 075423 (2008).

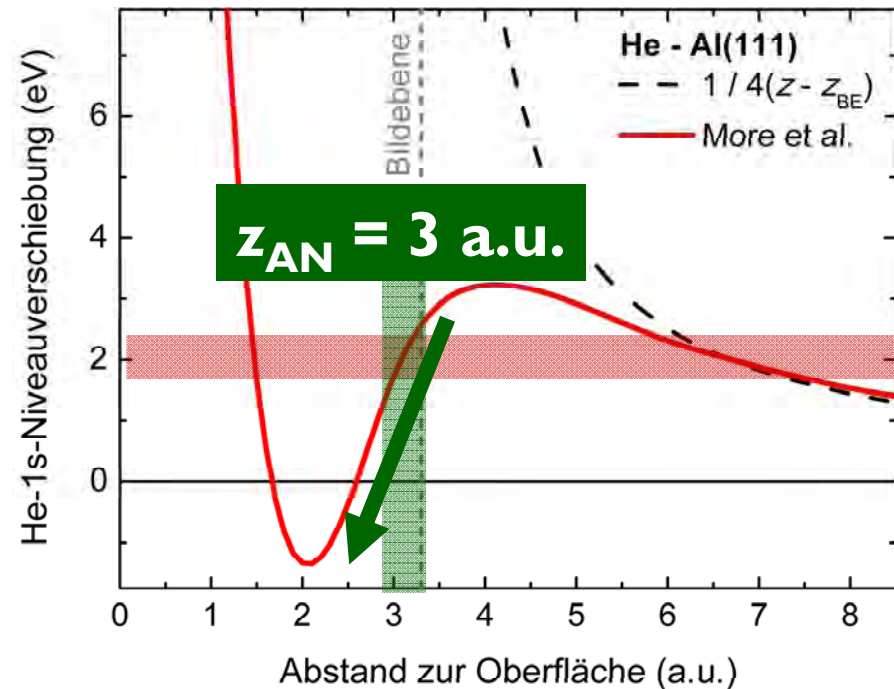


# Diskrepanz Theorie - Experiment aufgelöst

## Überlebende He<sup>+</sup>-Ionen



## Senkrechtenergiebilanz



Quantitatives Verständnis dieses Modellsystems  
der Atom-Oberflächen-Wechselwirkung  
mittels neuartiger tomographischer Methoden

# **Danksagung**

## **Berlin**

Prof. H. Winter, Dr. A. Mertens, Dr. A. Schüller, Dr. M. Busch,  
K. Maass, Dr. D. Blauth, ...

## **Madrid**

Prof. R. C. Monreal, Dr. D. Valdés

## **Houston**

Prof. F. B. Dunning, Dr. H. R. Dunham, Dr. J. C. Lancaster

## **Stockholm**

Prof. H. Cederquist, Dr. H. Zettergren

## **Garching**

Dr. Ch. Linsmeier

## **Moskau**

Dr. G. Adamov