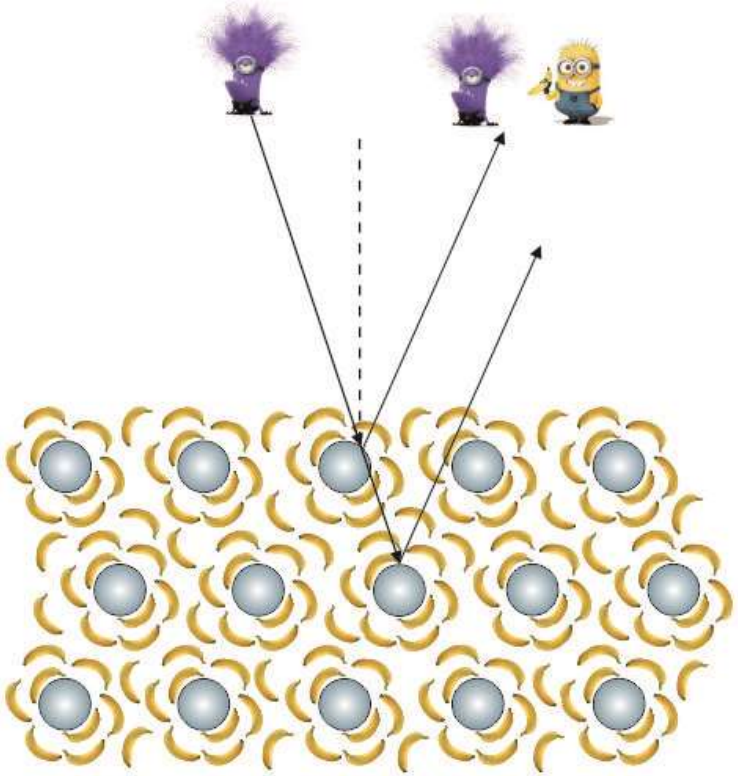
Bombardement im Miniversum

- von minions und “mini ions”

Barbara Bruckner



JOHANNES KEPLER
UNIVERSITY LINZ

ATOM UND
OBERFLÄCHEN
PHYSIK

Was kann man sich unter diesem Titel vorstellen?

Billard spielen! **Billard spielen mit Atomen!**

H^+,
He^+

ichte Ionen)

ende Probe

ngsspannung

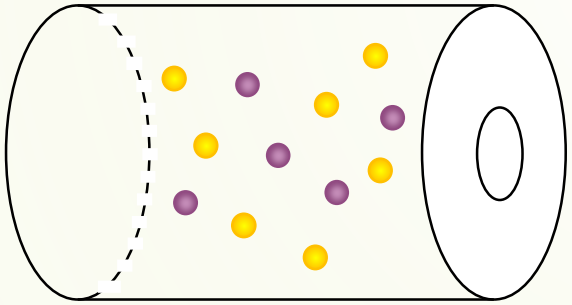
chen

http://www.wallpaper.net/

Wie wechselwirken Ionen mit Elektronen in Materie?

Warum schießt man mit Ionen … und keinen neutralen Teilchen?

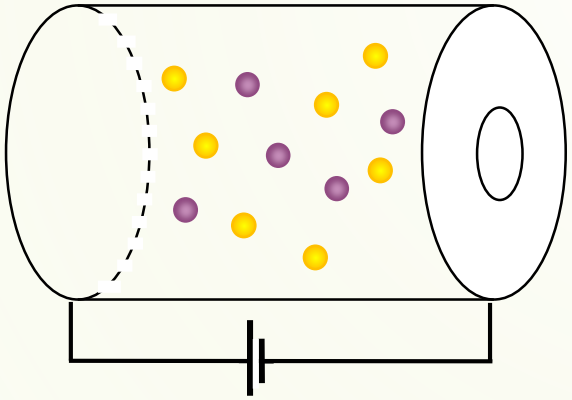
Ionen sind einfacher gezielt zu beschleunigen



Warum schießt man mit Ionen … und keinen neutralen Teilchen?

Ionen sind einfacher gezielt zu beschleunigen

→ Spannung anlegen



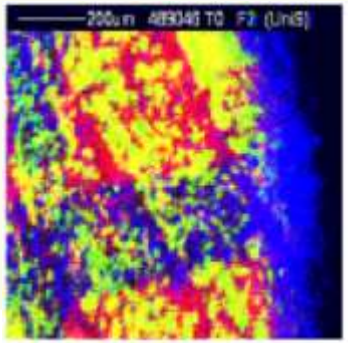
Wofür wird das benötigt / verwendet?

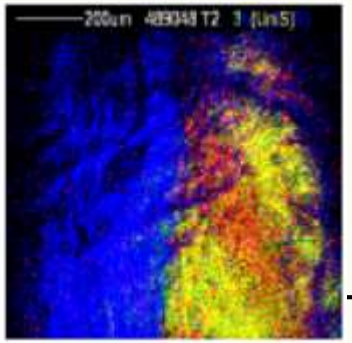
Analyse von dünnen Schichten:
nachhaltige Energie, Materialanalyse

Ionenstrahl-analytik

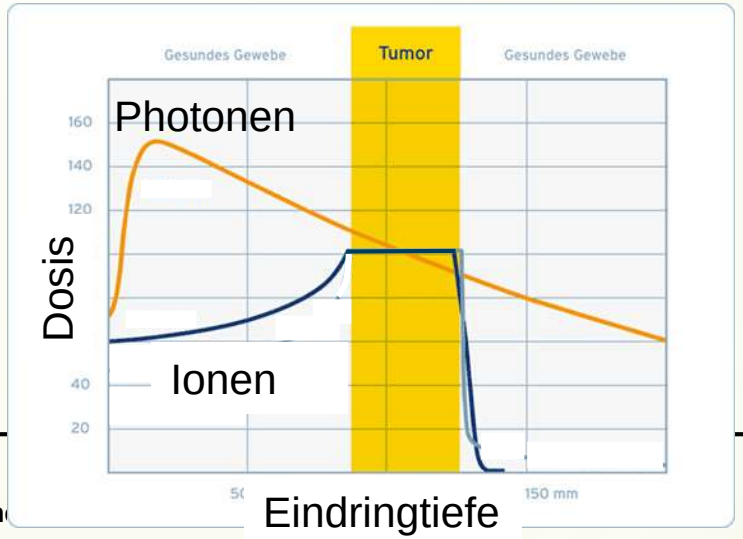
Medizin

Kriminalistik

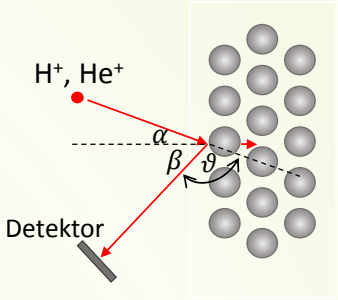




Bailey et al., 2010

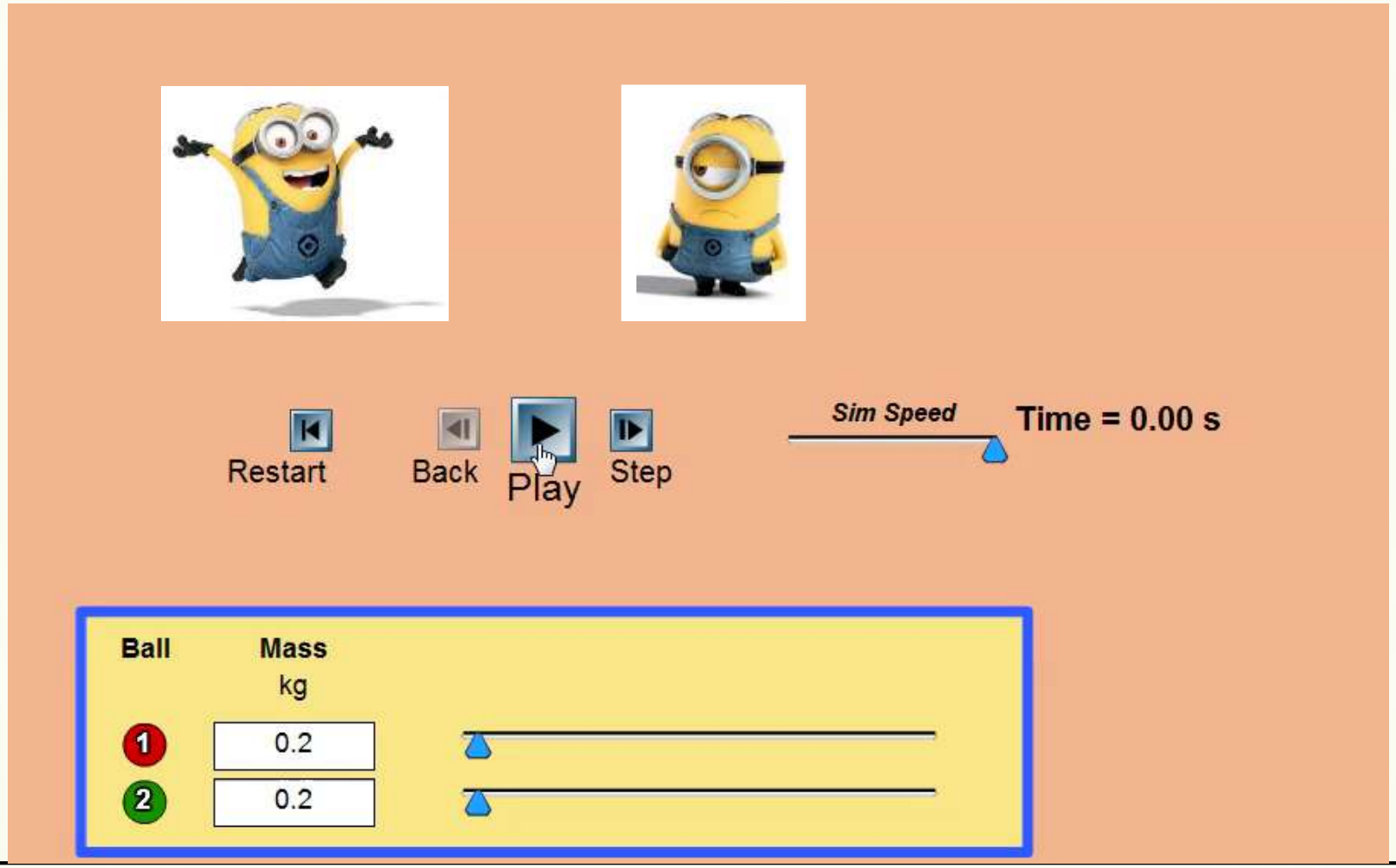


Stoßprozesse



elastische Stoßprozesse

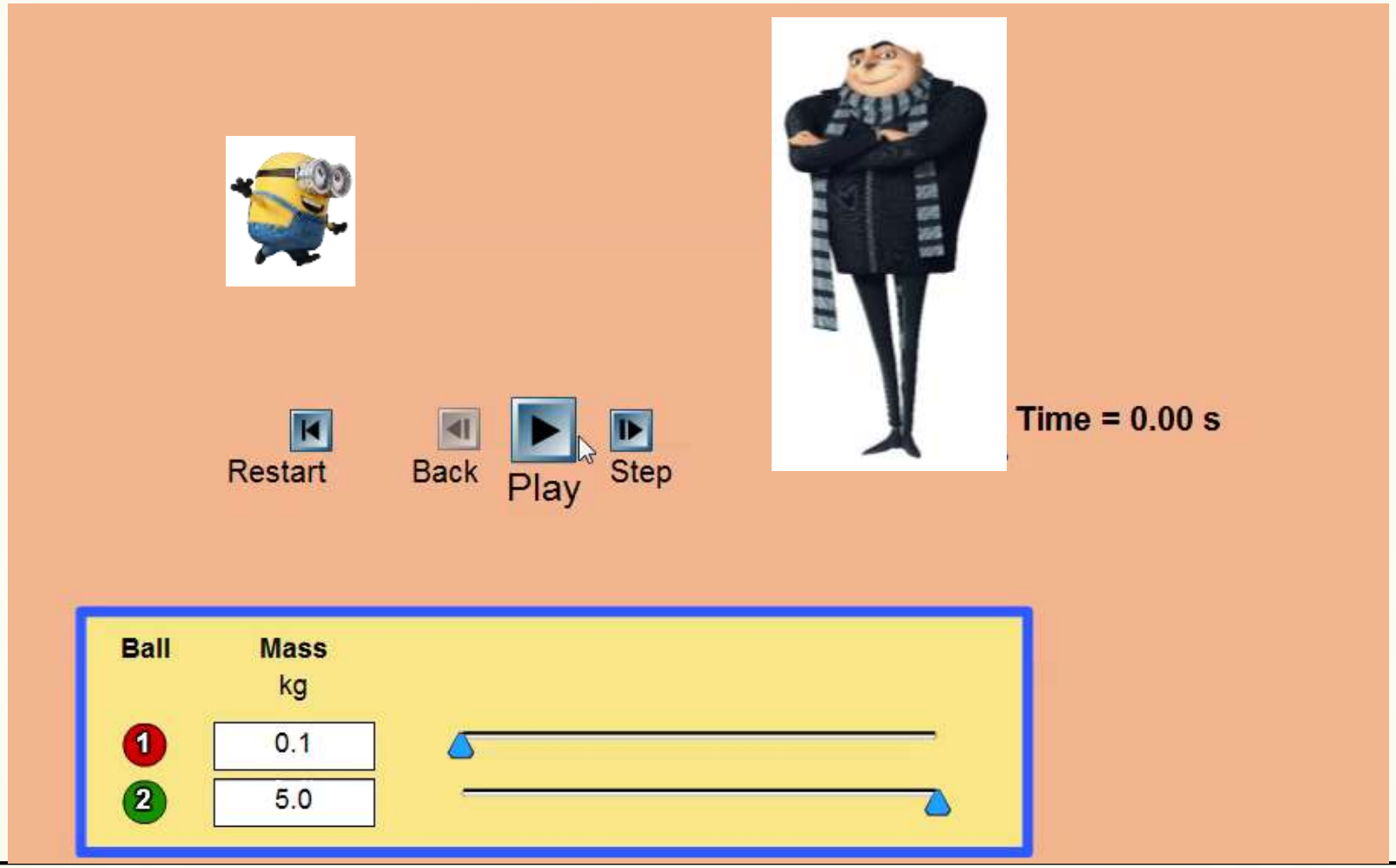
$m_1 = m_2$



http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics

elastische Stoßprozesse

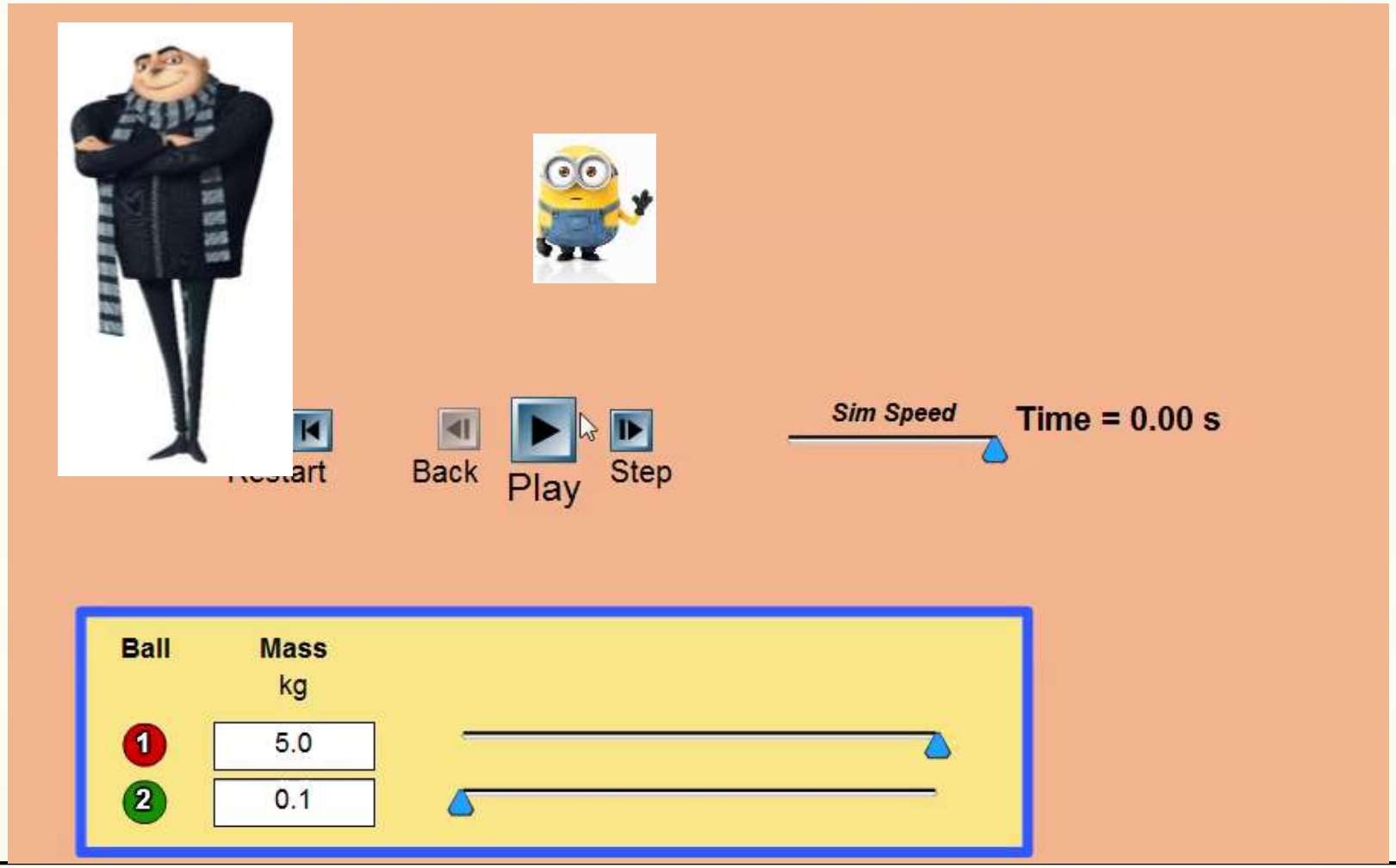
$m_1 < m_2$



http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics

elastische Stoßprozesse

$m_1 > m_2$



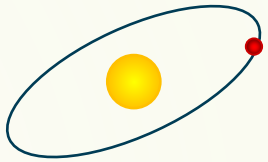
http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics

Was ist sonst noch wichtig?

bisher:

- Betrachtung des Atoms als eine Billardkugel

Rutherfordsches Atommodell ($r_{Atom} \approx 10^{-10}$ m):



- kompakter, positiver Atomkern $r_{Kern} \approx r_{Atom} / 10000$
- Elektronen umgeben diesen Kern (legen Größe des Atoms fest)

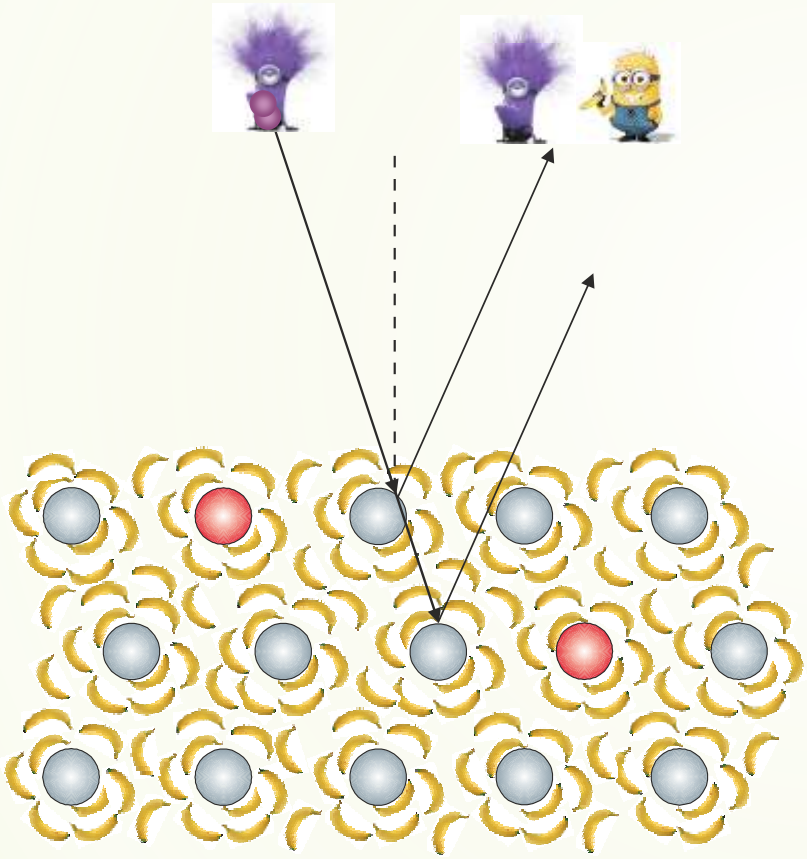
Masse des Kerns > 1000 x Masse der Elektronen

Stoß mit Elektronen: Energieübertrag kleiner als im Stoß mit Kern

viele Elektronen → **Abbremsung durch Elektronen wahrscheinlicher**

Abbremsung durch Elektronen

Abbremsung durch Elektronen



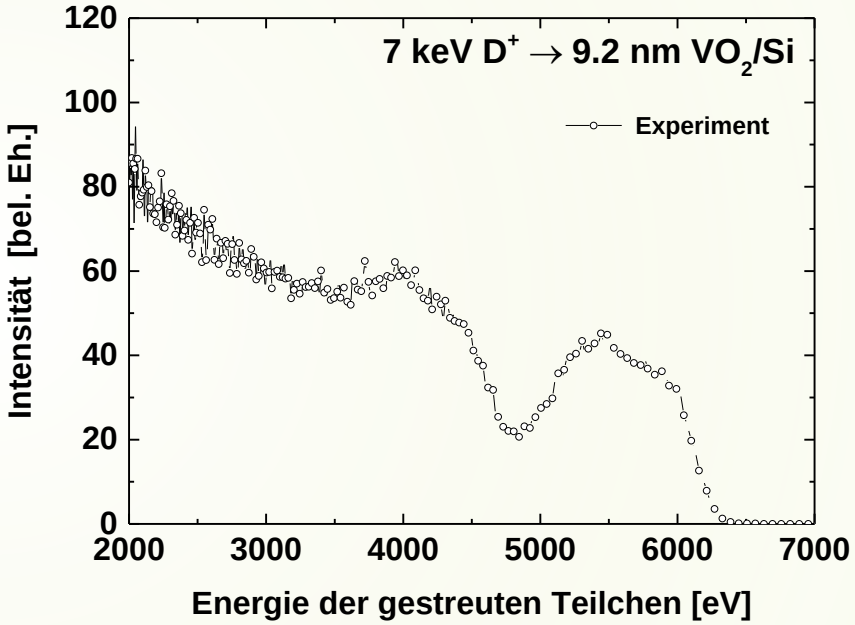
- Energieübertrag an Elektronen in der Probe
- abhängig von Weglänge des Projektils in der Probe (Tiefenprofil)

Physikalische Größe:

- elektronische Bremskraft (Energieverlust pro Weg)

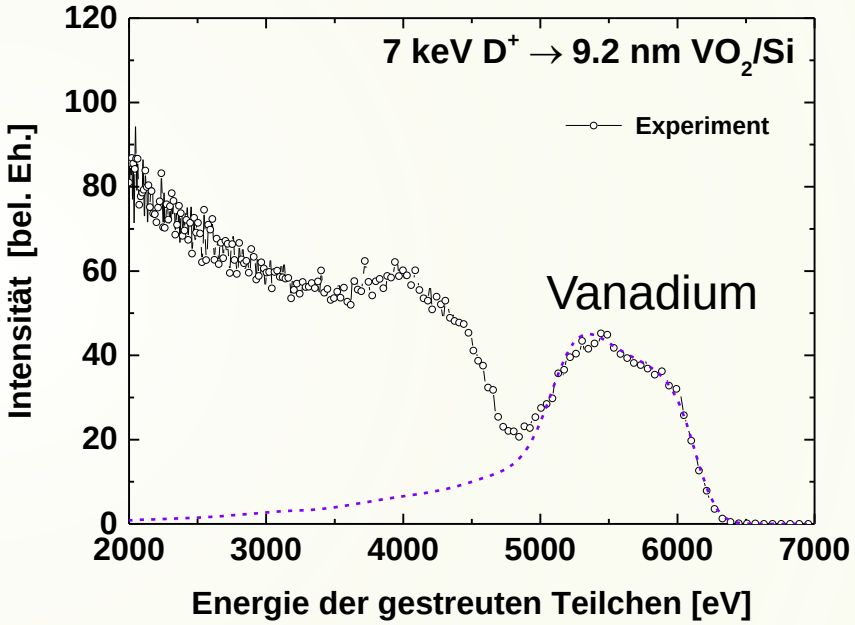
Was lernen wir aus dem Ionenstreu – Experiment?

- Probenzusammensetzung



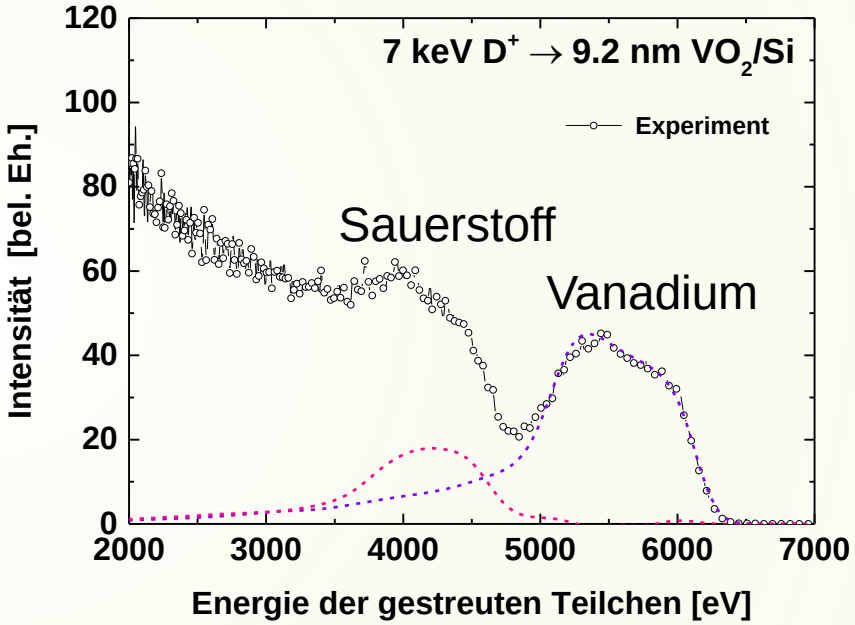
Was lernen wir aus dem Ionenstreu – Experiment?

- Probenzusammensetzung



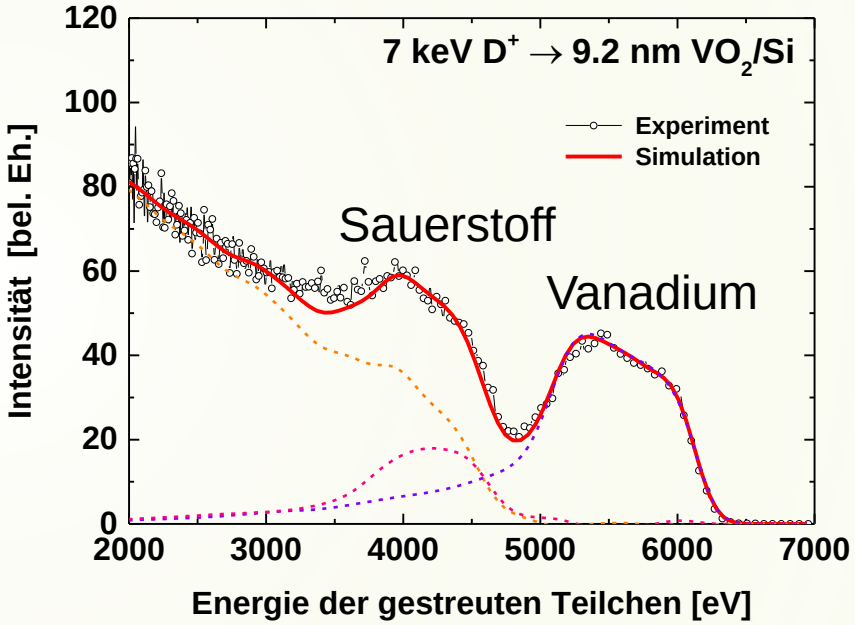
Was lernen wir aus dem Ionenstreu – Experiment?

- Probenzusammensetzung



Was lernen wir aus dem Ionenstreu – Experiment?

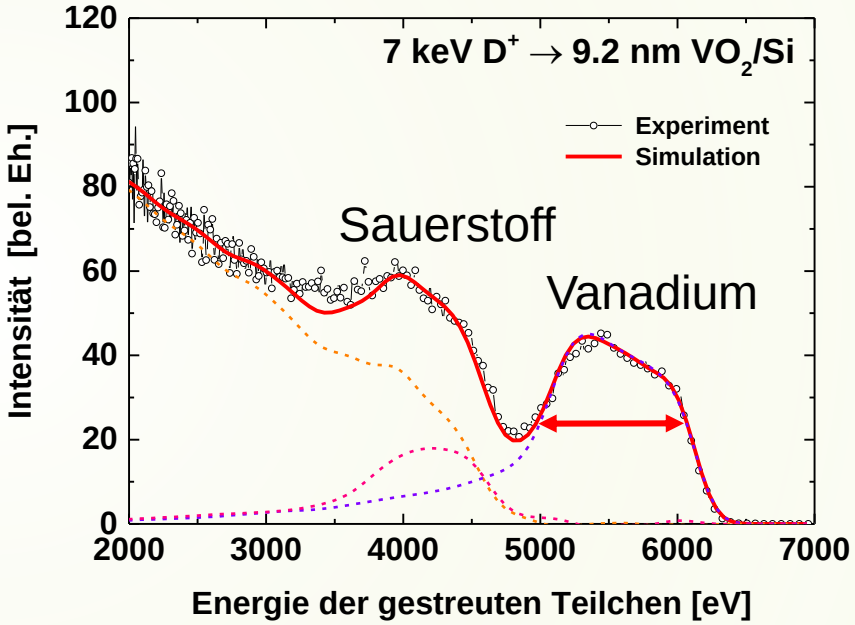
- Probenzusammensetzung



Was lernen wir aus dem Ionenstreu – Experiment?

- Probenzusammensetzung

- Dickenbestimmung der Probe
  Dicke ↔ elektr. Bremskraft



Unsere Targets: Metall – Halbleiter - Isolator

Oder: Was sonst noch zu beachten ist …

JOHANNES KEPLER
UNIVERSITY LINZ

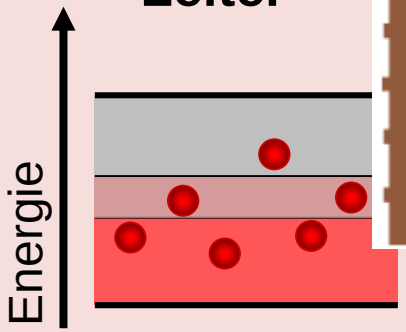
ATOM UND
OBERFLÄCHEN
PHYSIK

Anregung durch Elektronen

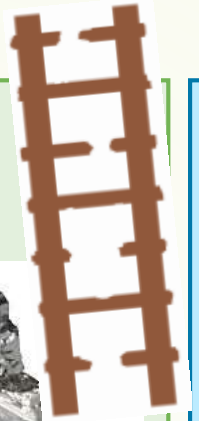
Leitfähigkeit und Bänder

■ Metall

→ **sehr gute Leiter**

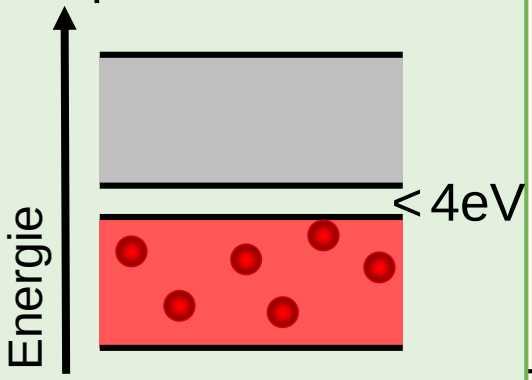


■ Halbleiter



→ **leiten** bei höheren Temperaturen besser

http://mineralien.goblack.de

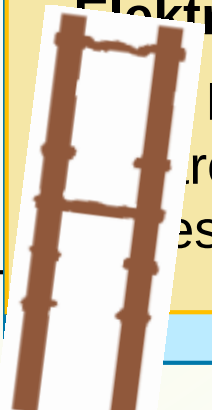


■ Isolator

→ **keine Leiter**

Elektronvolt (eV)

Energie von 1 Elektron mit 1 Volt beschleunigt

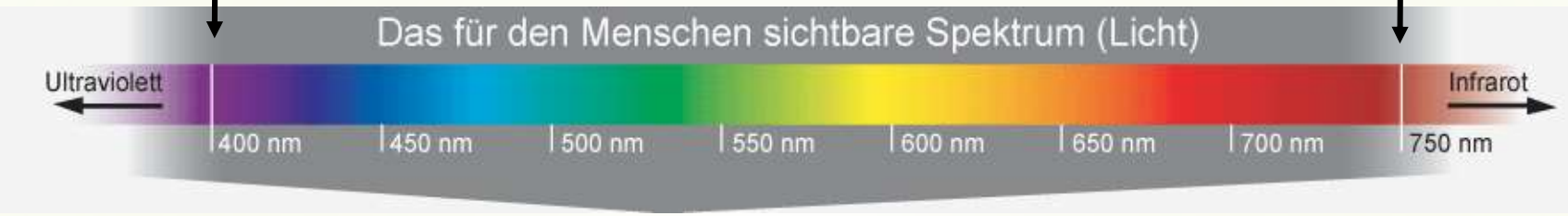


Anregung durch Photonen

Lichtspektrum

E~3.1 eV

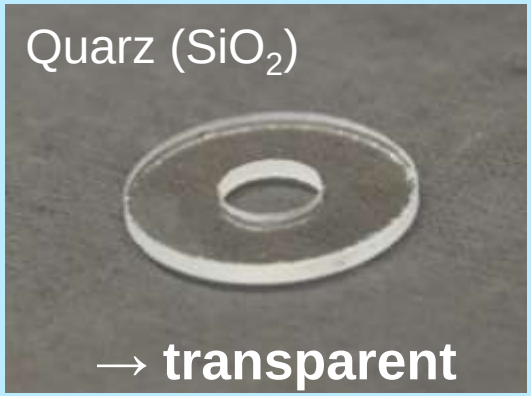
E~1.7 eV



- Metall

- Halbleiter

- Isolator



Wie sieht das für Ionen aus?

… meine Masterarbeit:

Vanadiumdioxid (VO_2)

Warum ist VO_2 interessant?

… **VO_2 bei Raumtemperatur**

= Halbleiter

ter

on

VO_2 bei T > 70°C

= Metall

Glas:

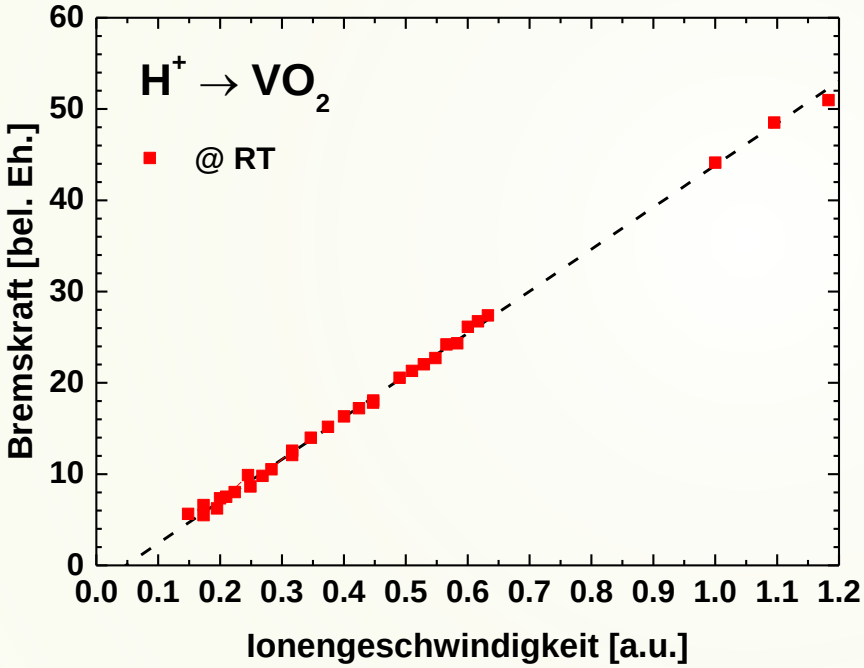
Energieverbrauch senken!

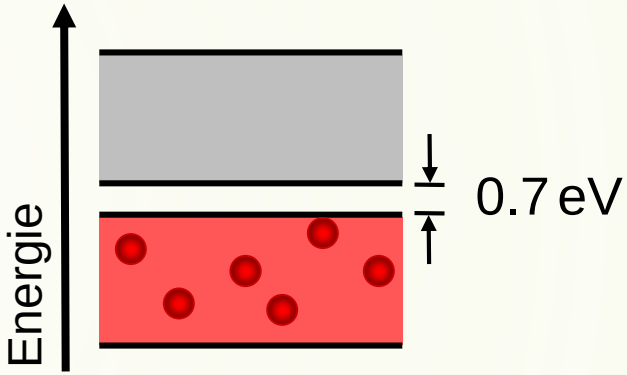
selbsttönende Sonnenbrille

http://phys.org/

Experiment bei Raumtemperatur

Halbleiter

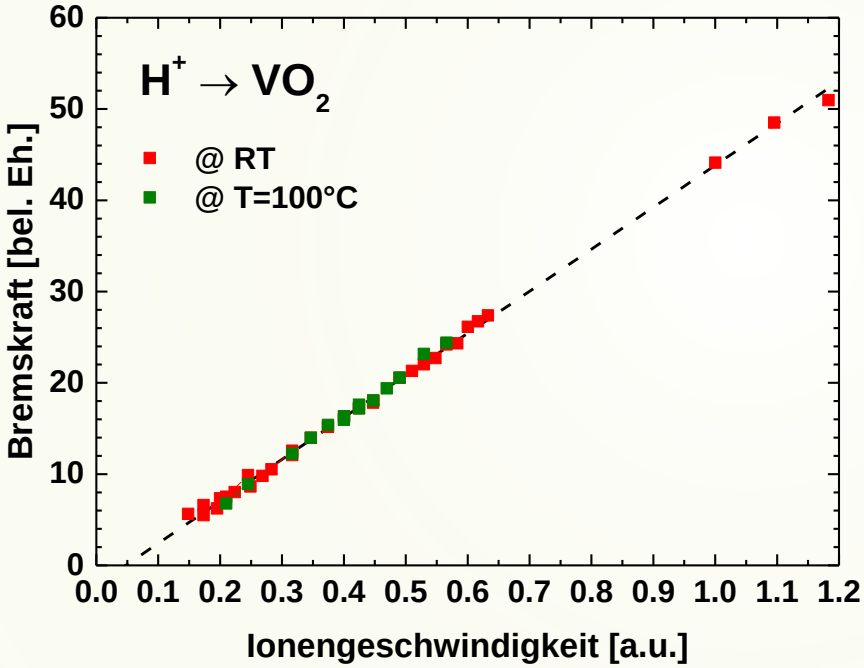


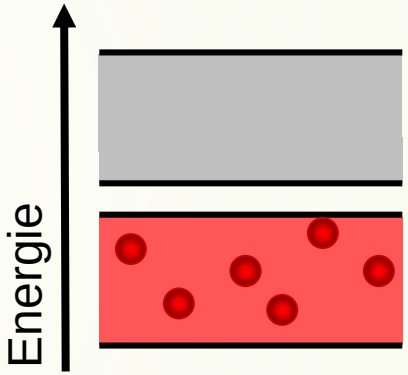


in Kooperation mit
Universität Uppsala

Experiment bei T=100°C

Halbleiter + Metall

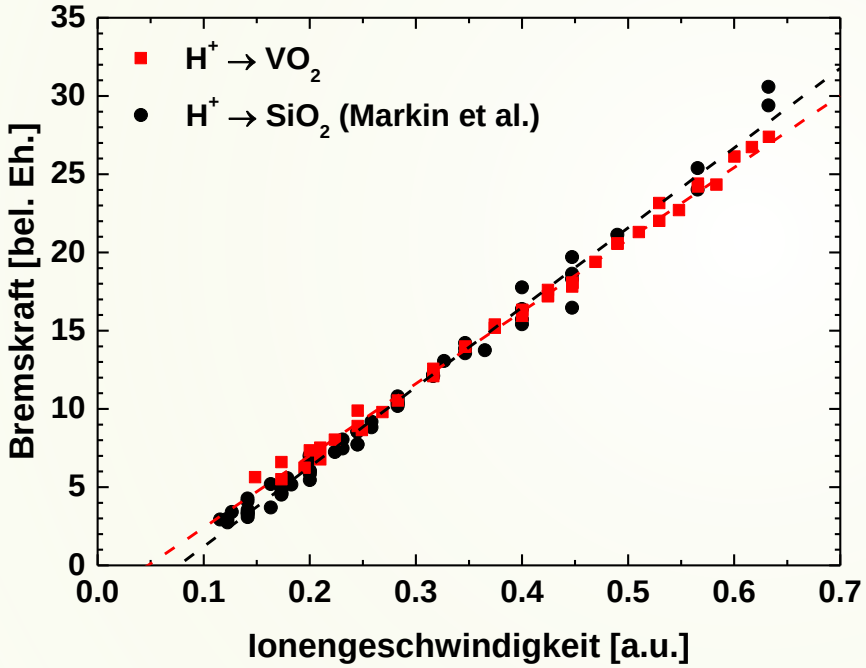




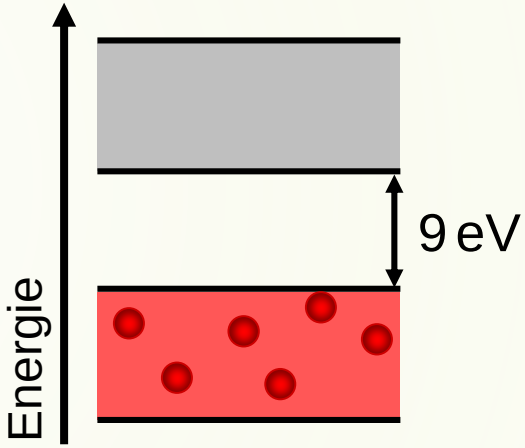
in Kooperation mit
Universität Uppsala

Vergleich zu Isolator Quarz (SiO_2)

Langsame Protonen:
Bandlücke spielt keine Rolle



SiO_2:

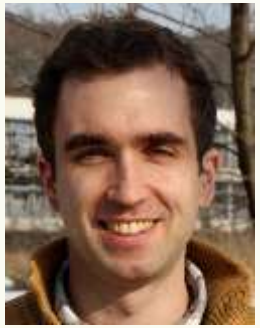


VIELEN DANK AN

Linz:
Peter Bauer
Dietmar Roth
Dominik Göbl

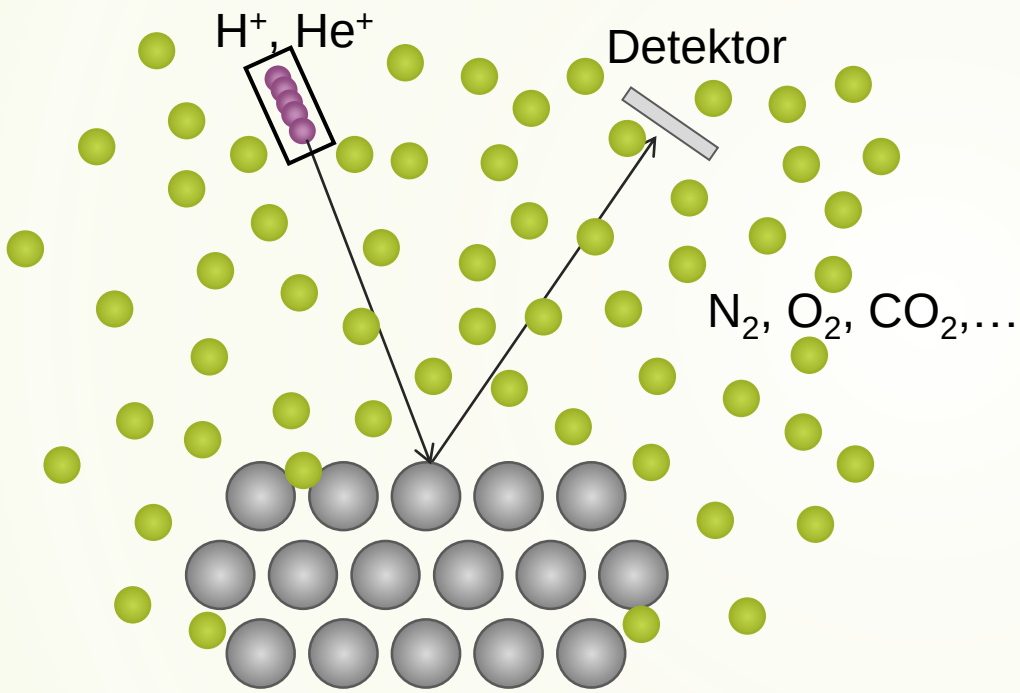
Nashville:
Richard Haglund
Christina McGahan

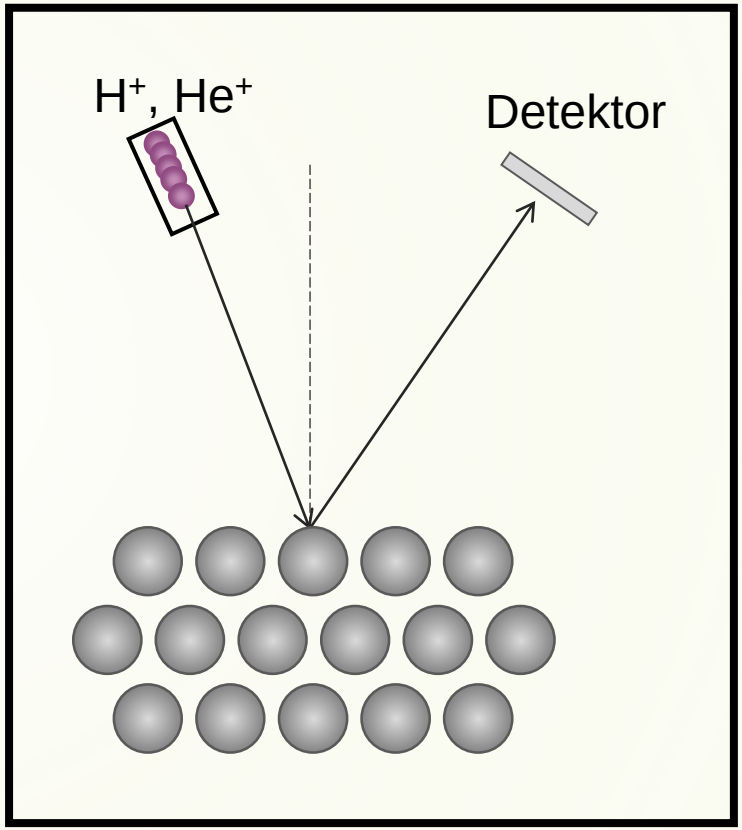
Uppsala:
Daniel Primetzhofer
Valentina Paneta



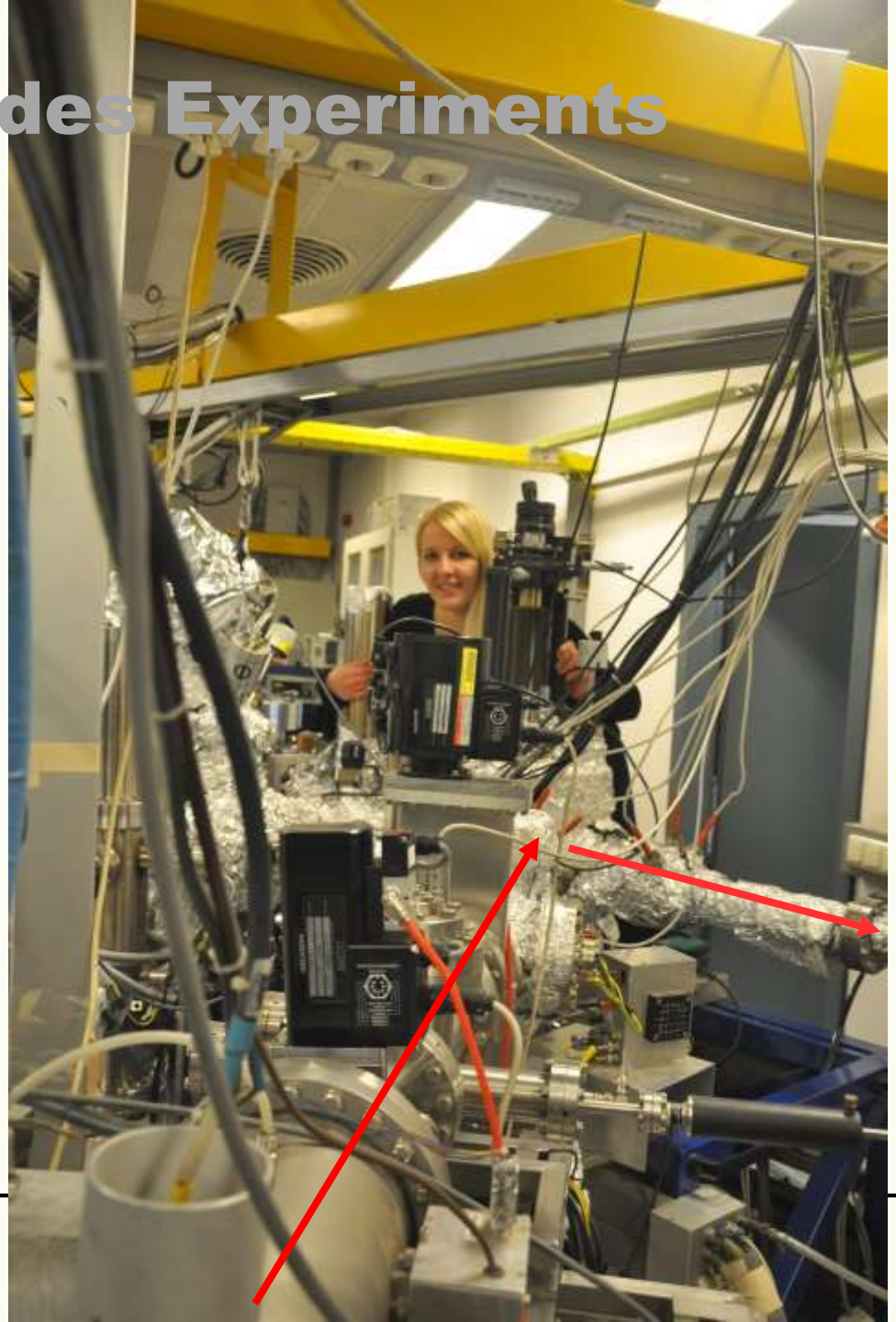
FWF Der Wissenschaftsfonds.

Experiment an Luft: Vakuum:

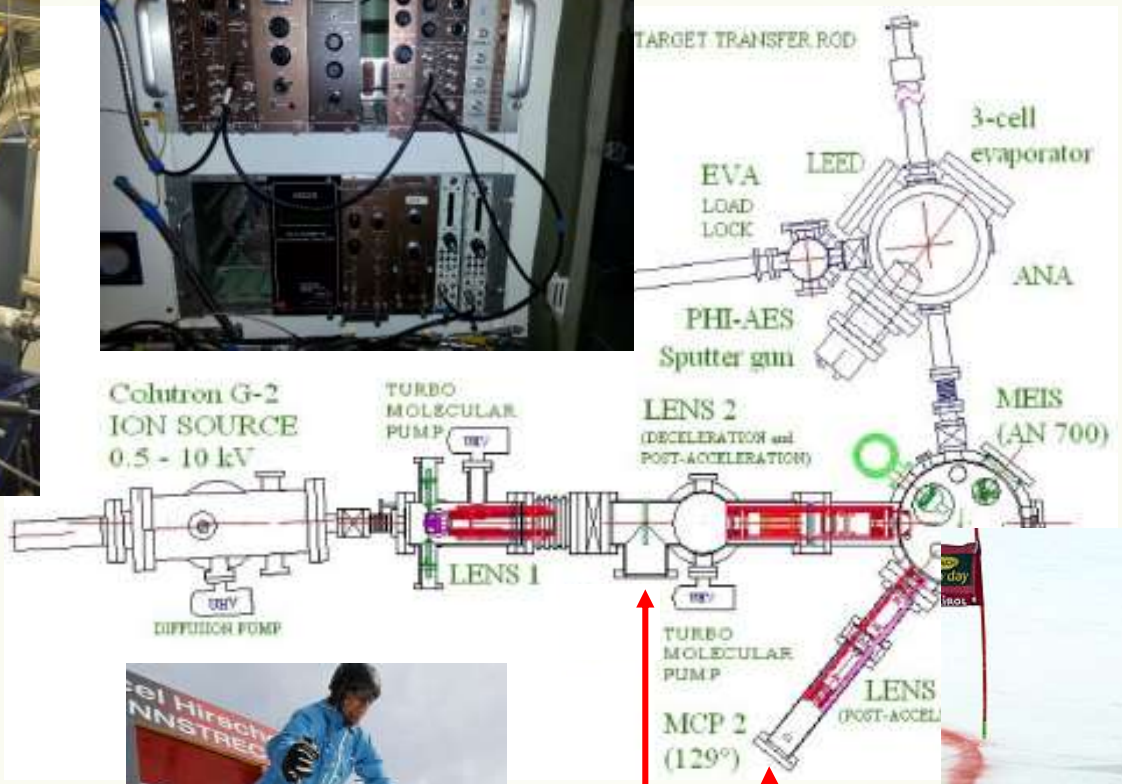




Aufbau des Experiments



Aufbau des Experiments



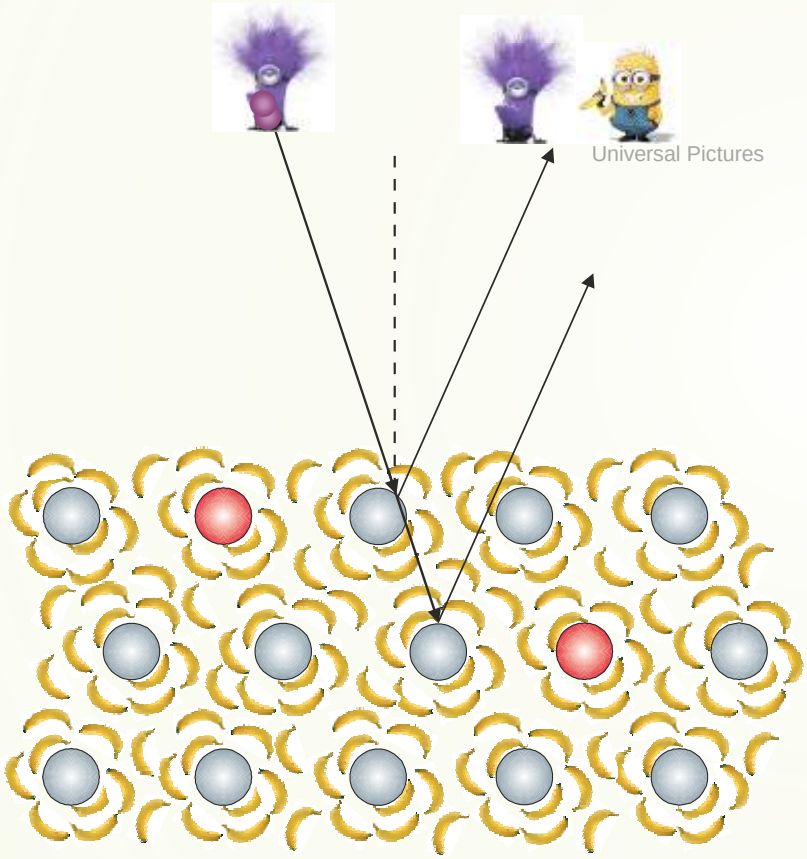
Flugzeitmessung:
Start – Ankunft

http://www.dachstein.at

APA/AFP/Olivier Morin

ORTEC
DELAY
TAC
Micro-TIMING DISCRIMINATOR
HIGH VOLTAGE POWER SUPPLY
HIGH VOLTAGE POWER SUPPLY
FAST FILTER AMP
TAC/SCA
COUNTER SCALER
M2DX
MULTIPARAMETER
MULTICHANNEL ANALYZER

Was kann sonst noch passieren?



Ladungsaustausch:
oder Umverteilung der Elektronen

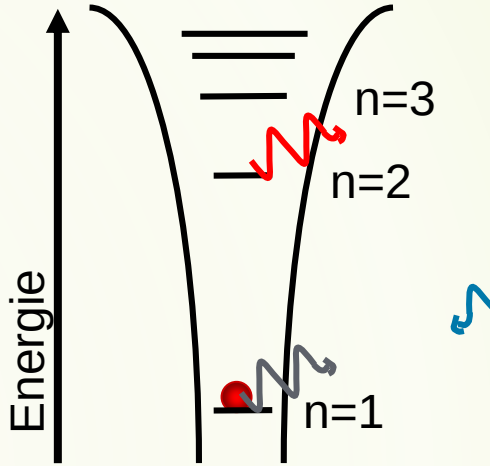
→ 2 Arten rückgestreuter Teilchen:

Ionen & **Neutrale**

Wichtige Information für den Energieverlust!

Elektronen im Festkörper: Quantenmechanik

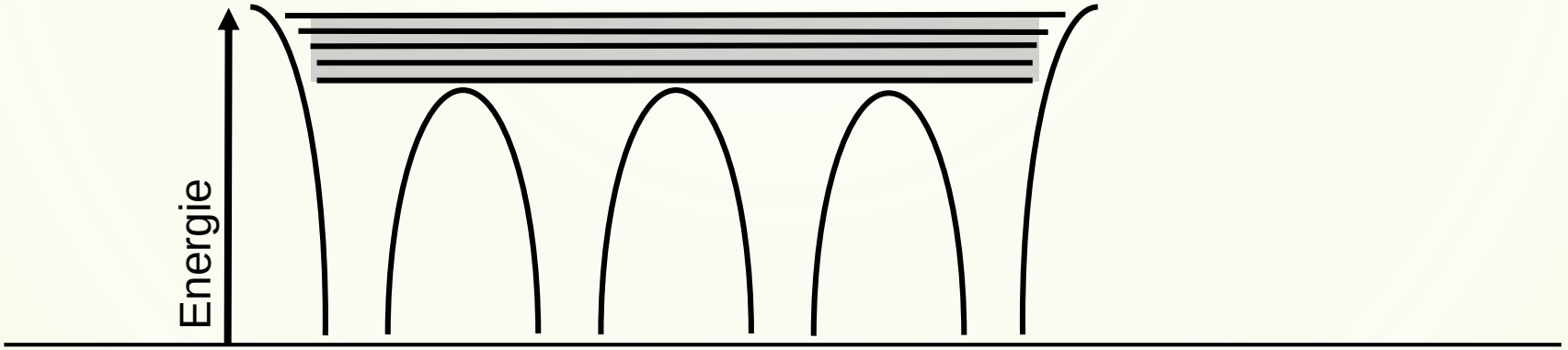
- 1 Atom: nur **bestimmte Energieniveaus** erlaubt!



- Übergang: mittels Energieaufnahme (Absorption) oder –abgabe (Emission)

- Probe = viele Atome

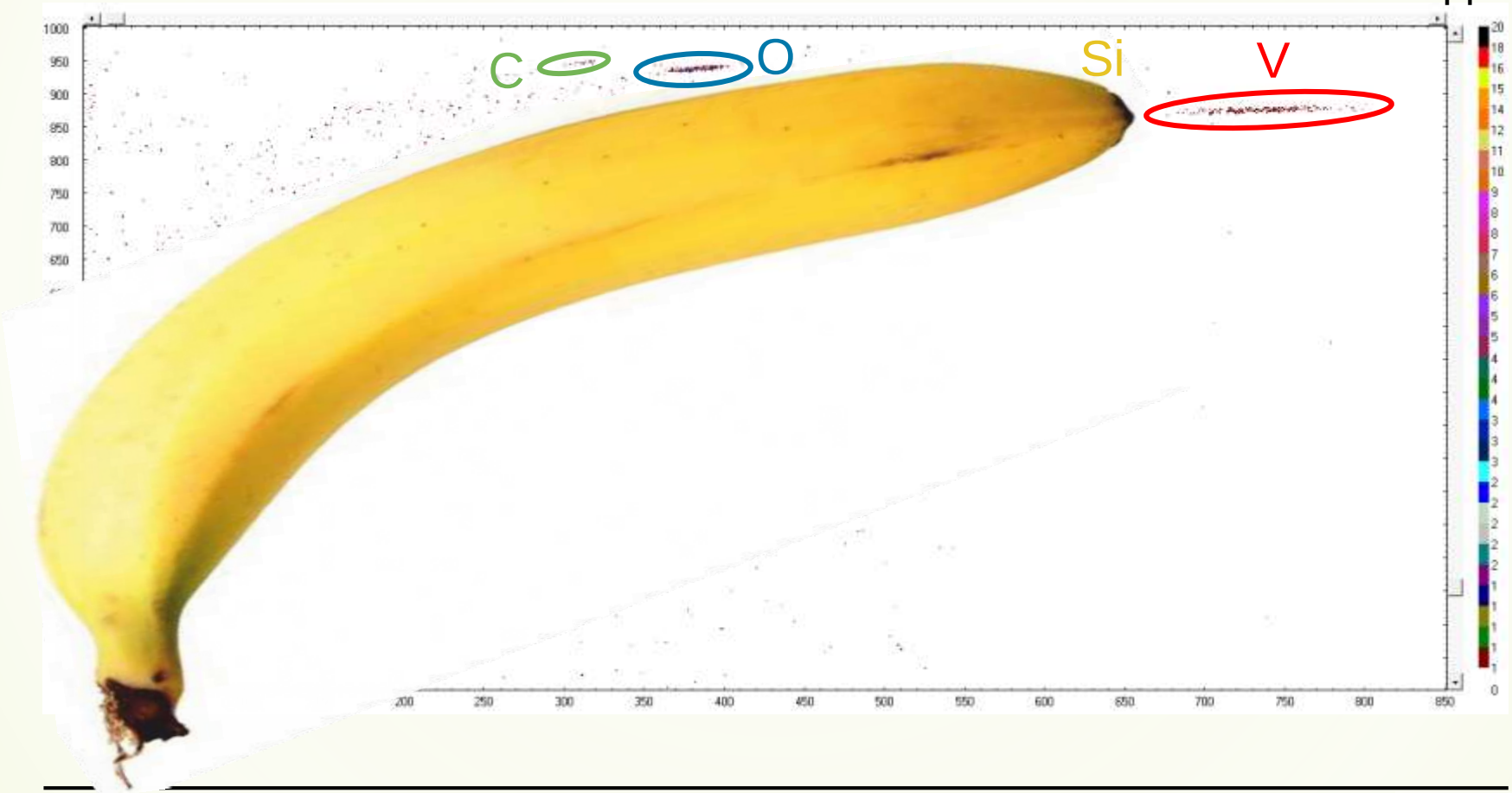
  → **verschmierte Energieniveaus** = „Energiebänder“



Zusammensetzung von VO_2

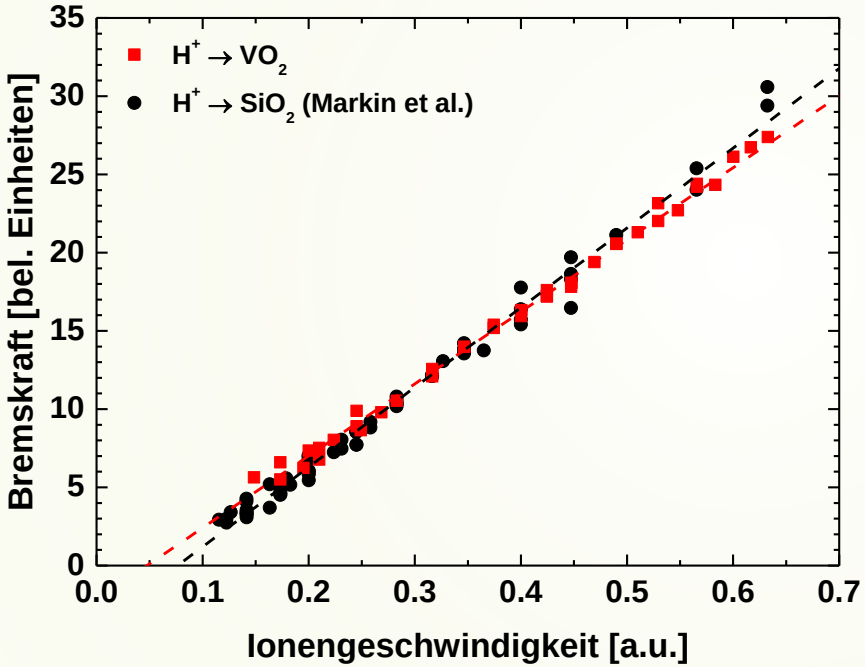
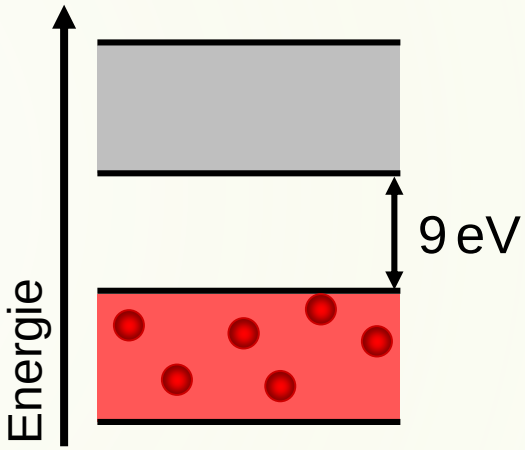
… oder über die Reinheit der Probe

in Kooperation mit
Universität Uppsala



Vergleich zu Isolator Quarz (SiO_2)

Warum?



SiO_2: