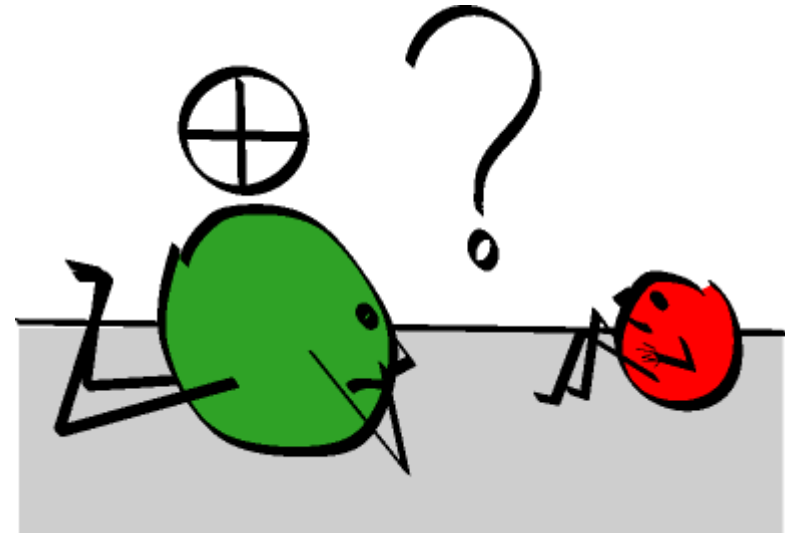


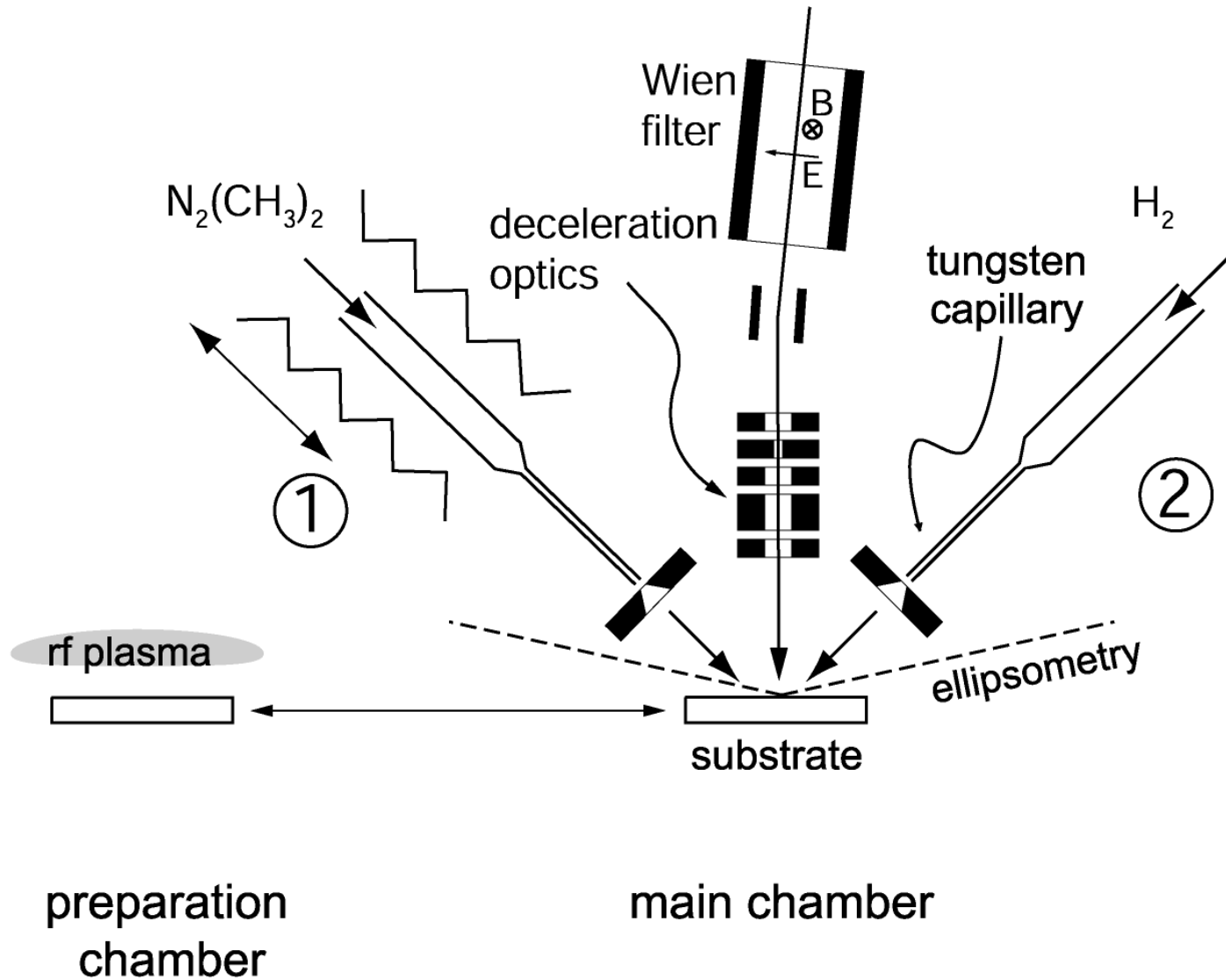
Chemical Sputtering
oder



*Was treiben Wasserstoffatome und Ionen gemeinsam
auf der Oberfläche von α -C:H-Schichten?*

Wolfgang Jacob, Christian Hopf und Achim von Keudell

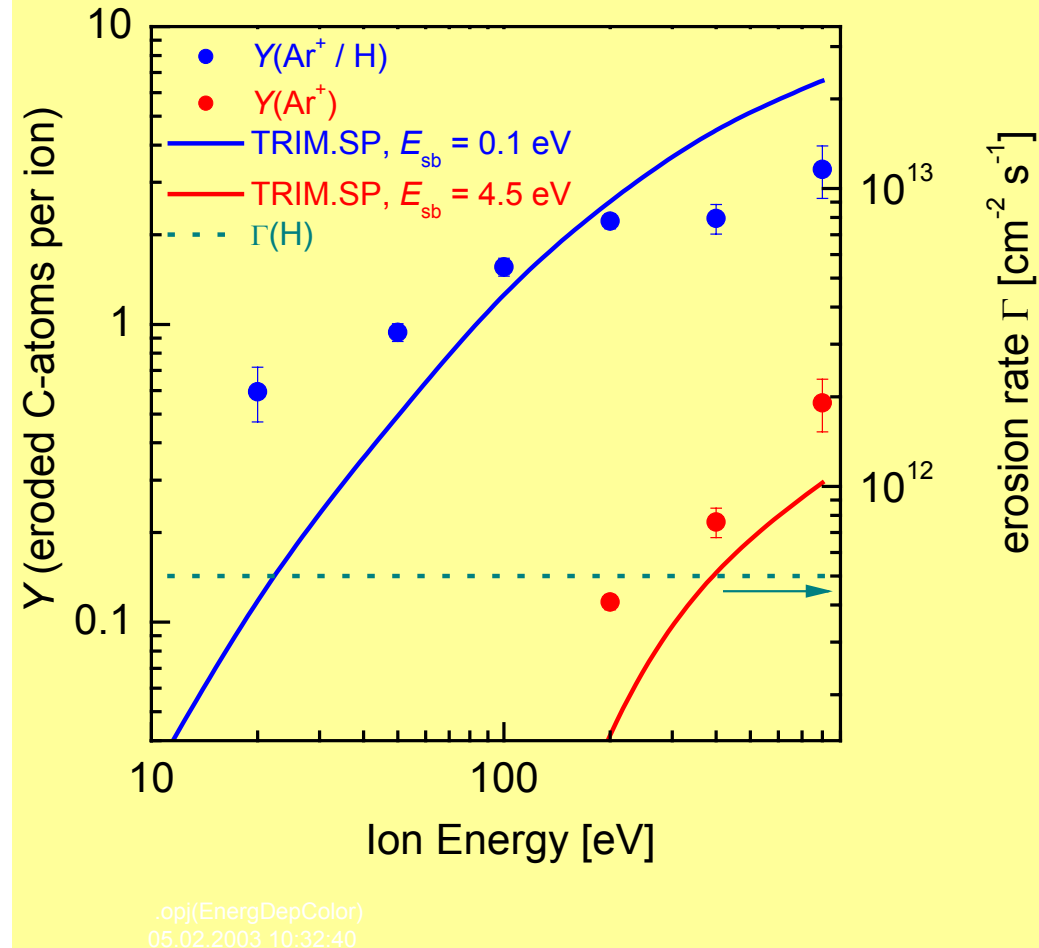
Teilchenstrahlexperiment "Majestix"



Ar⁺/H: Energieabhängigkeit

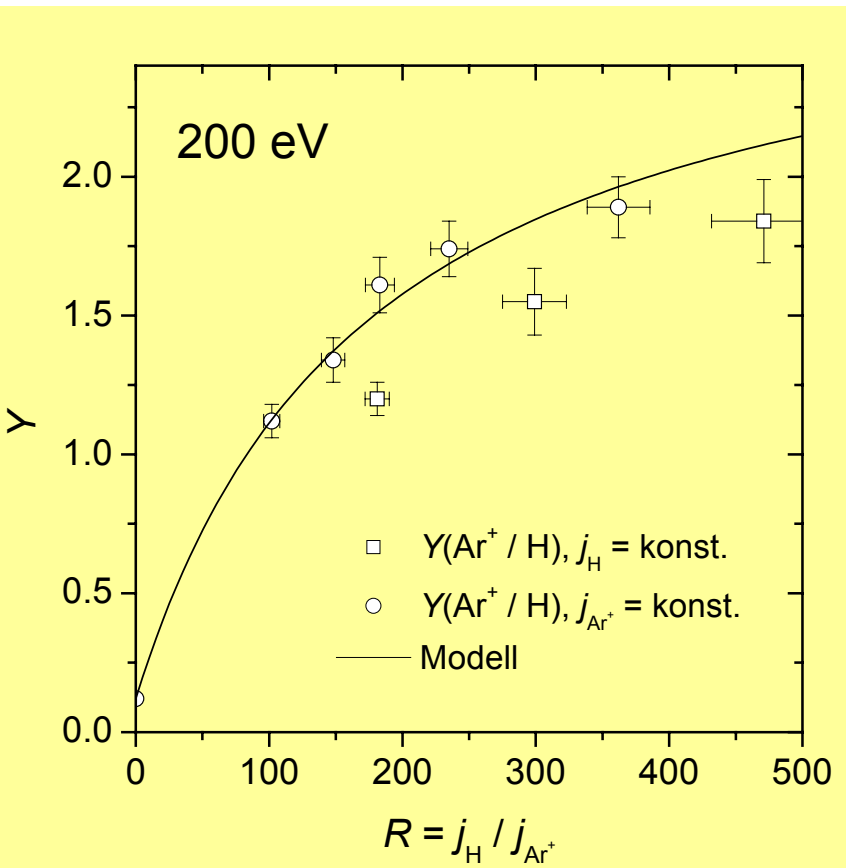
$$j_{\text{Ar}} = 3.5 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$$

$$j_{\text{H}} = 1.4 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$$



Daten *nicht* durch kinetische Kohlenwasserstoffemission erklärbar!

Ar⁺/H: Flußabhängigkeit



$$Y_{\text{Modell}} = Y_{\text{phys}}(1 - \Theta_{\text{CH}}) + Y_{\text{chem}}\Theta_{\text{CH}}$$

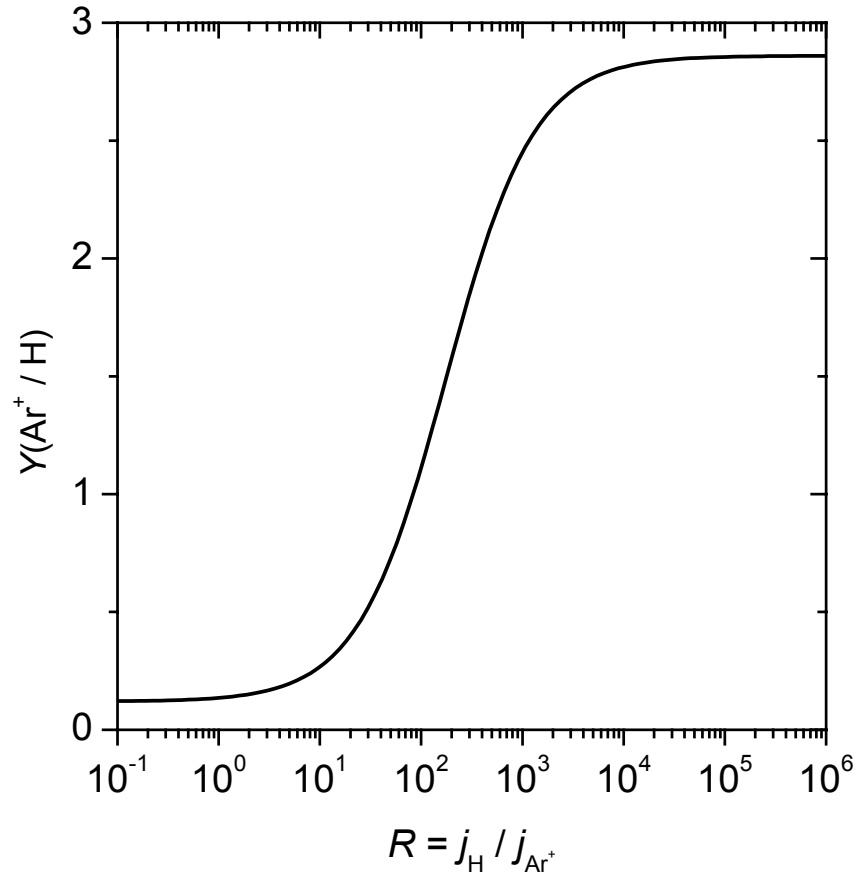
$$n_0 \frac{d\Theta_{\text{CH}}}{dt} = j_{\text{H}}(1 - \Theta_{\text{CH}})p_{\text{Einbau}}^{\text{H}} - j_{\text{Ion}}\Theta_{\text{CH}}p_{\text{Freisetzung}}^{\text{H}}$$

Mit $R = j_{\text{H}}/j_{\text{Ion}}$ und $S = p_{\text{Freisetzung}}^{\text{H}}/p_{\text{Einbau}}^{\text{H}}$

$$Y_{\text{Modell}} = Y_{\text{phys}} + \frac{R}{R + S}(Y_{\text{chem}} - Y_{\text{phys}})$$

$$\langle S \rangle = 176, \langle Y_{\text{chem}} \rangle = 2,86, \langle Y_{\text{phys}} \rangle = 0,12$$

Ar⁺/H: Flußabhängigkeit



Sehr viel mehr H als Ionen nötig ($R \gg 1$)

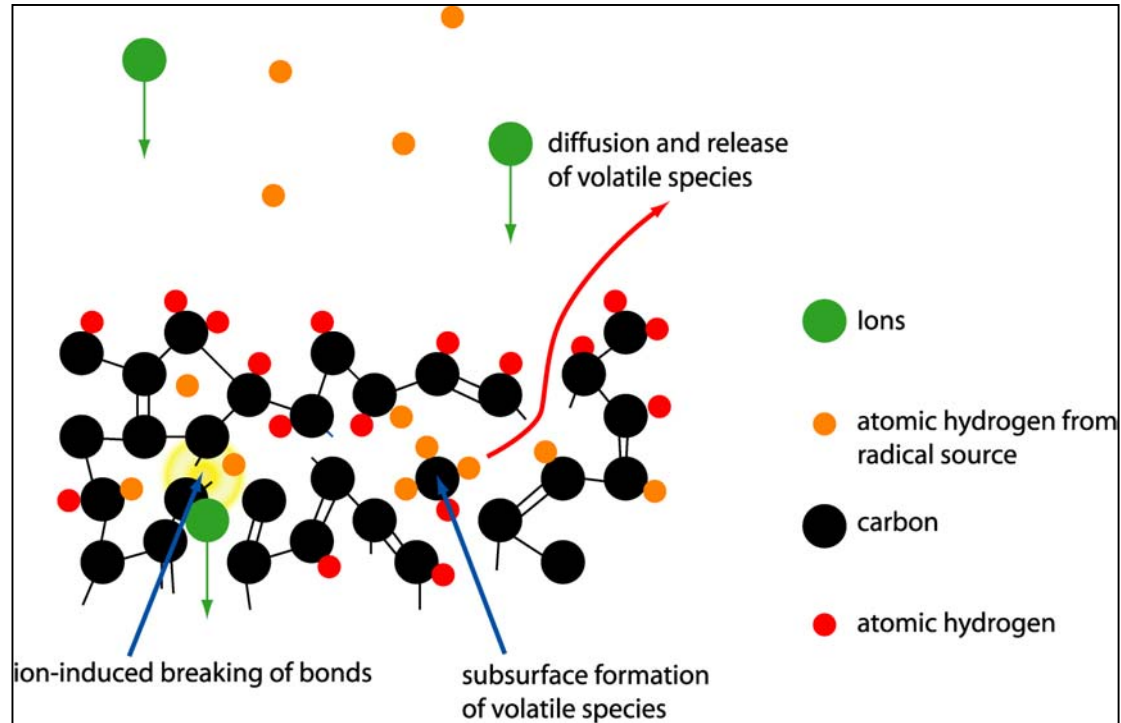
Definition von Winters und Coburn

Winters and Coburn*:

Chemical sputtering: "A process whereby ion bombardment causes or allows a chemical reaction to occur which produces a particle that is weakly bound to the surface and hence easily desorbed into the gas phase."

*Surf. Sci. Reports 14, 161 (1992)

Mechanismus der chemischen Zerstäubung

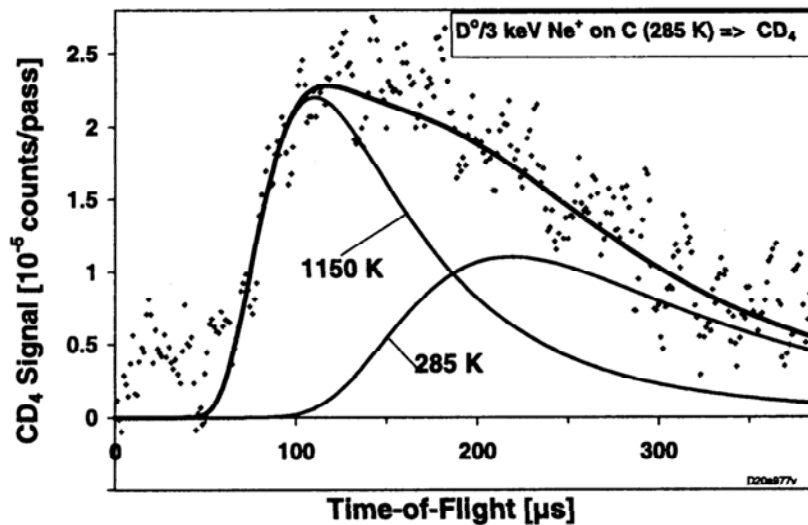


- Ionen brechen C—C-Bindungen
- H passiviert die gebrochenen Bindungen
- (1) und (2) → Bildung flüchtiger Kohlenwasserstoffe unter der OF
- Diffusion aus der Schicht

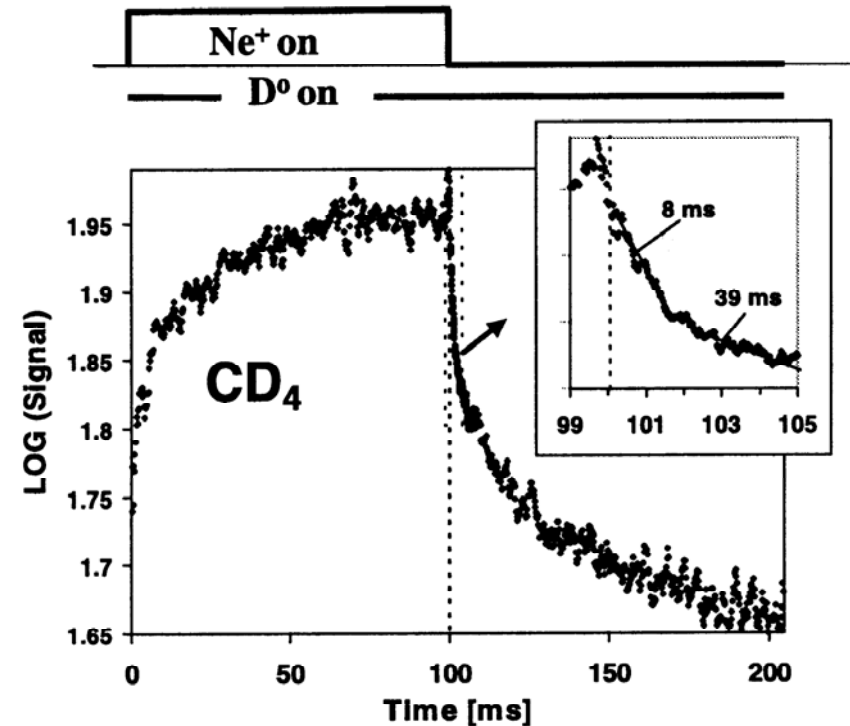
Unterstützende Befunde in der Literatur

- CH_4 Haupt(C_1 -)erosionsprodukt (Vietzke et al. J. Nucl. Mater. 128&129, 545 (1984))
- Energieverteilung der Erosionsprodukte
- Zeitverzögerung zwischen Ionen-WW und Austritt der Erosionsprodukte

a)



b)



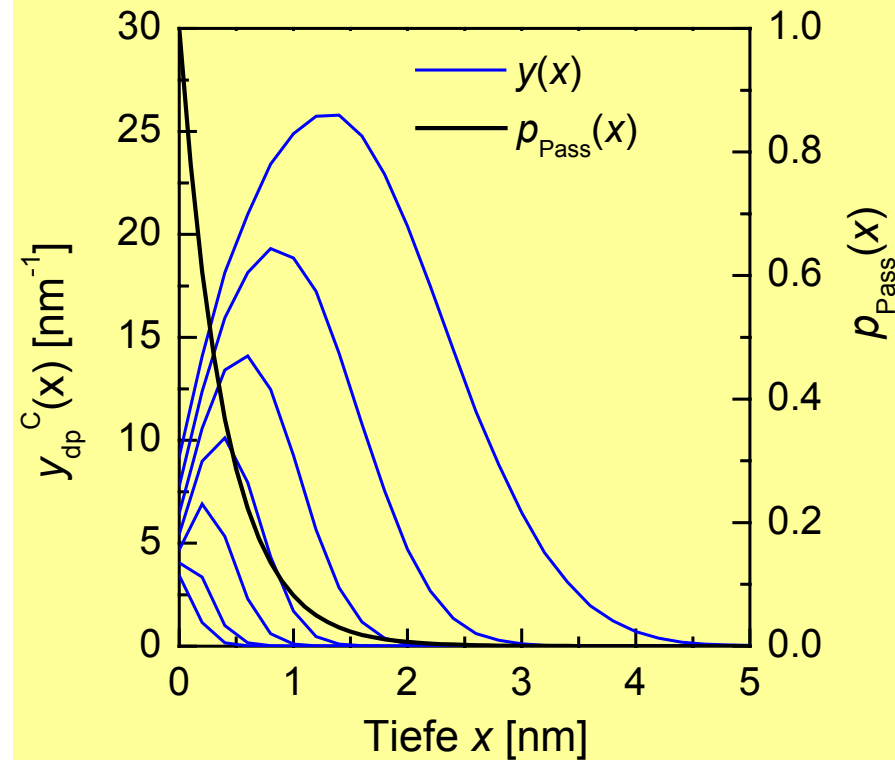
aus E. Vietzke, J. Nucl. Mater 290, 158 (2001)

Simulation der Energieabhängigkeit

$$Y(\text{Ionen}/\text{H}) \propto \int y_{\text{bb}}(x) p_{\text{Pass}}(x) dx.$$

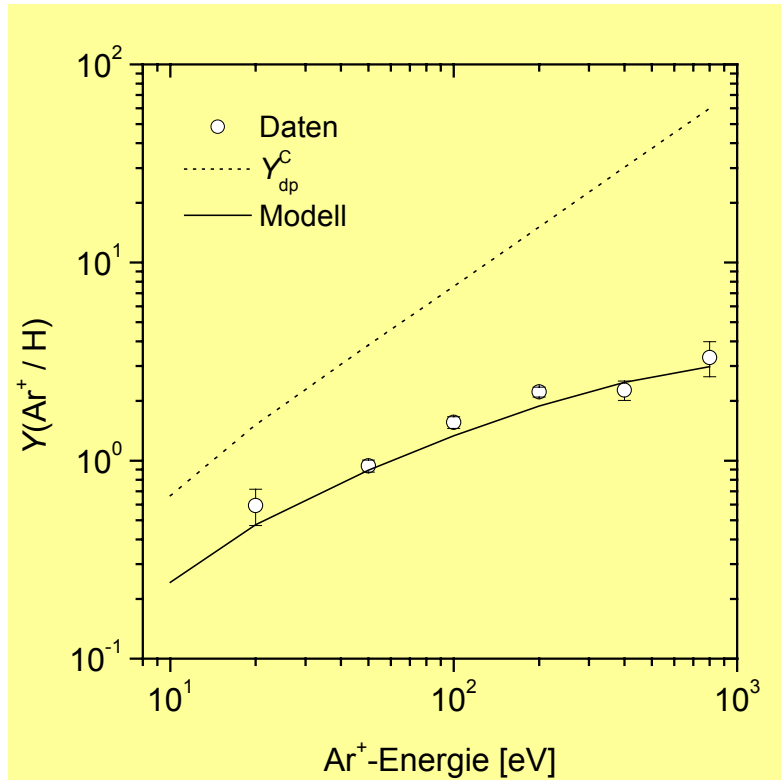
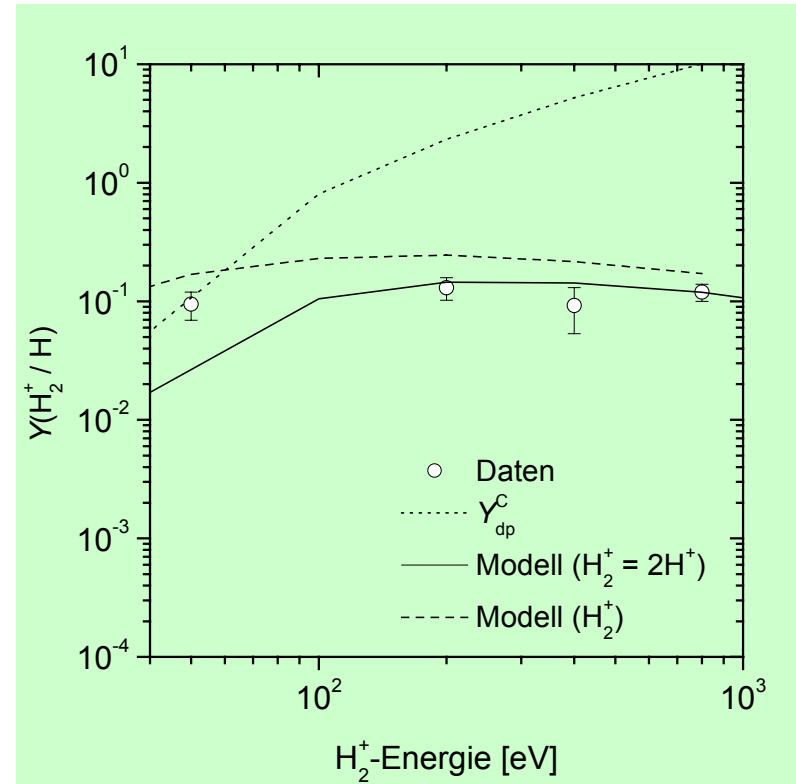
$$Y(\text{Ionen}/\text{H}) = a \int y_{\text{dp}}^{\text{C}}(x) \exp(-x/\lambda) dx,$$

$$E_{\text{dp}}^{\text{C}} = 5 \text{ eV}, \lambda = 0.4 \text{ nm}$$

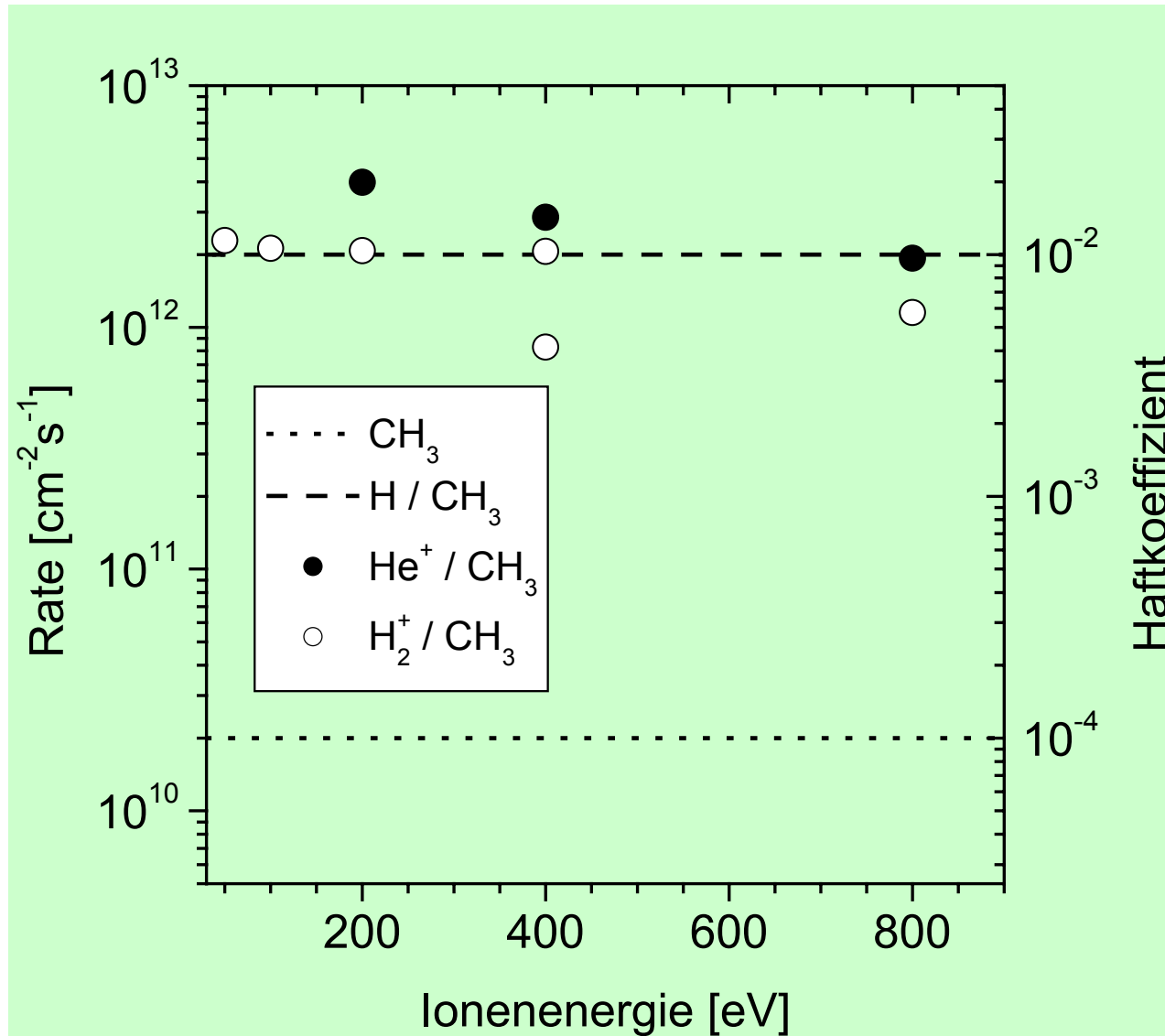


.opj(coincide1)
04.02.2003 16:43:18

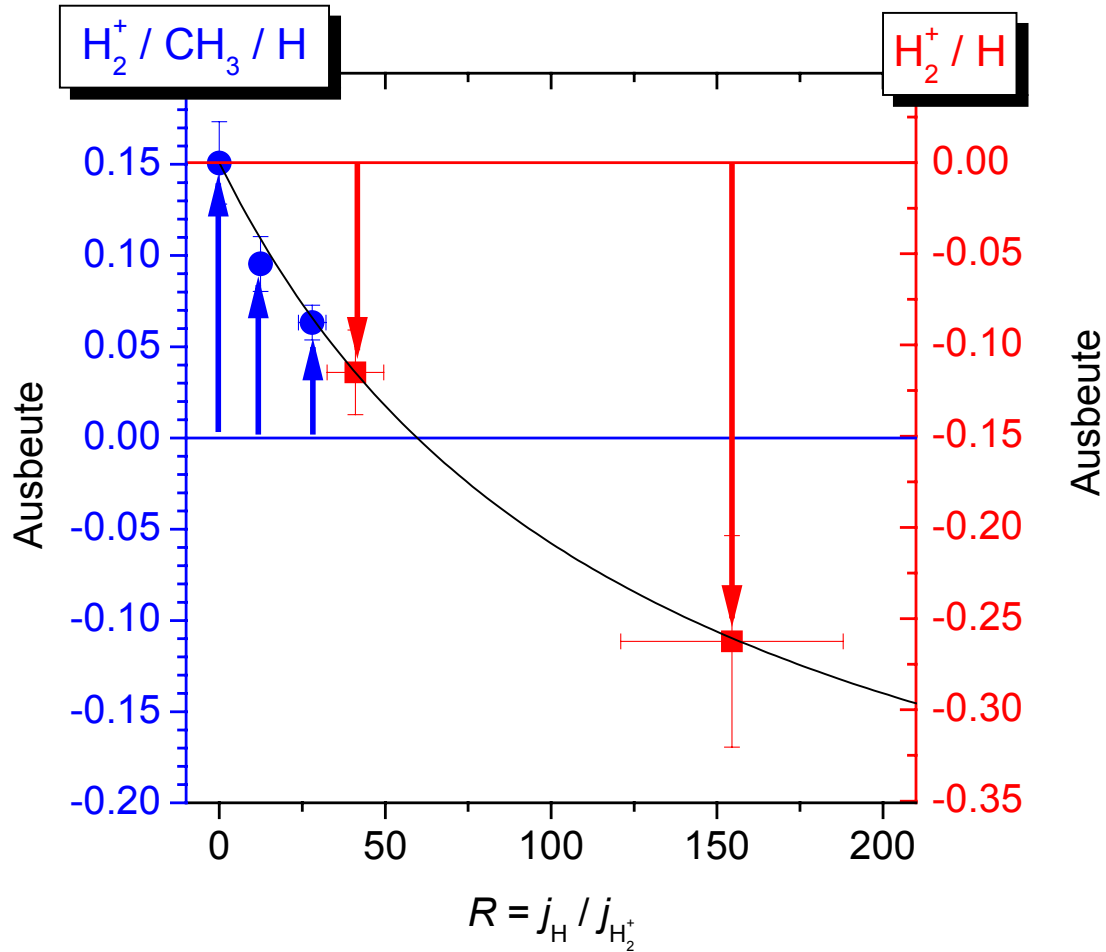
Simulation der Energieabhängigkeit

Ar⁺/H $a = 0.4$ H₂⁺/H $a = 0.4$

Ionenunterstütztes Wachstum



Konkurrenz: Wachstum – Chemische Zerstäubung



Ausbeute

Wachstum

=

ionenunterstütztes Wachstum

-

chemische Zerstäubung

Zusammenfassung

- Ausgeprägter Synergismus bei der Erosion von a-C:H durch H und Ionen
 - bereits bei $E < E_{\text{th}}^{\text{phys}}$ und RT
 - viel mehr H als Ionen nötig
- Mechanismus:
 - Ionen brechen Bindungen unter der OF
 - H passiviert die gebrochenen Bindungen
 - → Bildung flüchtiger Kohlenwasserstoffe unter der OF
 - Ausdiffusion
- Chemische Zerstäubung konkurriert mit Wachstum im Depositionsplasma

