

Bestimmung des Ionenflusses aus einem Wasserstoff-ICP- Plasma mit energiedispersiver Massenspektrometrie: erste Erfahrungen mit dem PPM 422

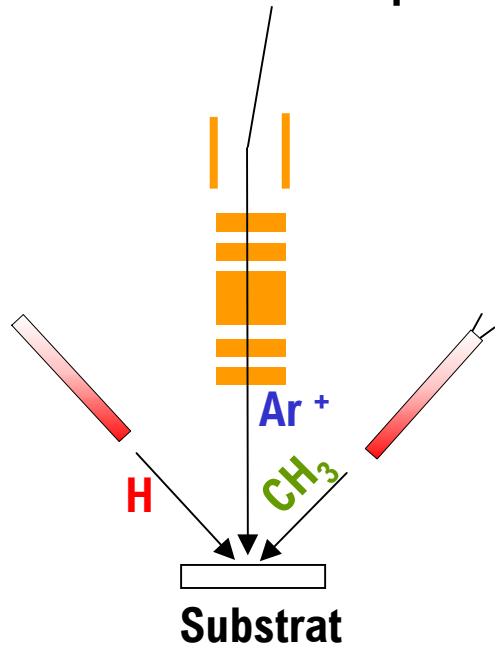
Thomas Schwarz-Selinger

Bernhard Plöckl Wolfgang Jacob

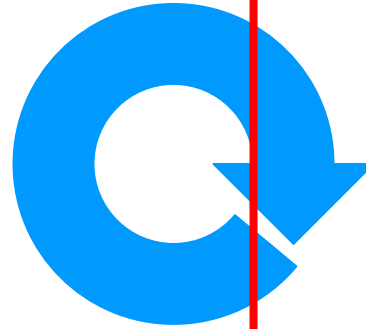
- Form der Ionen-Energie(?) -Verteilung
- Transmission/Massendiskriminierung

Motivation: a-C:H Schichtwachstum: zwei Strategien

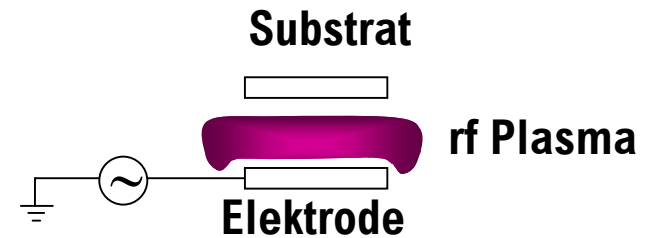
1. quantifizierte Einzelteilchenstrahlquellen



- + Isolation mikroskopischer Mechanismen
- "künstliches Plasma"



2. Teilchenflussmessungen an Niedertemperaturplasmen



- + real life
- komplexer Teilchenzoo
- Zusammenhang: Messsignal – Fluss

⇒ W. Jacob Mittwoch Vormittag

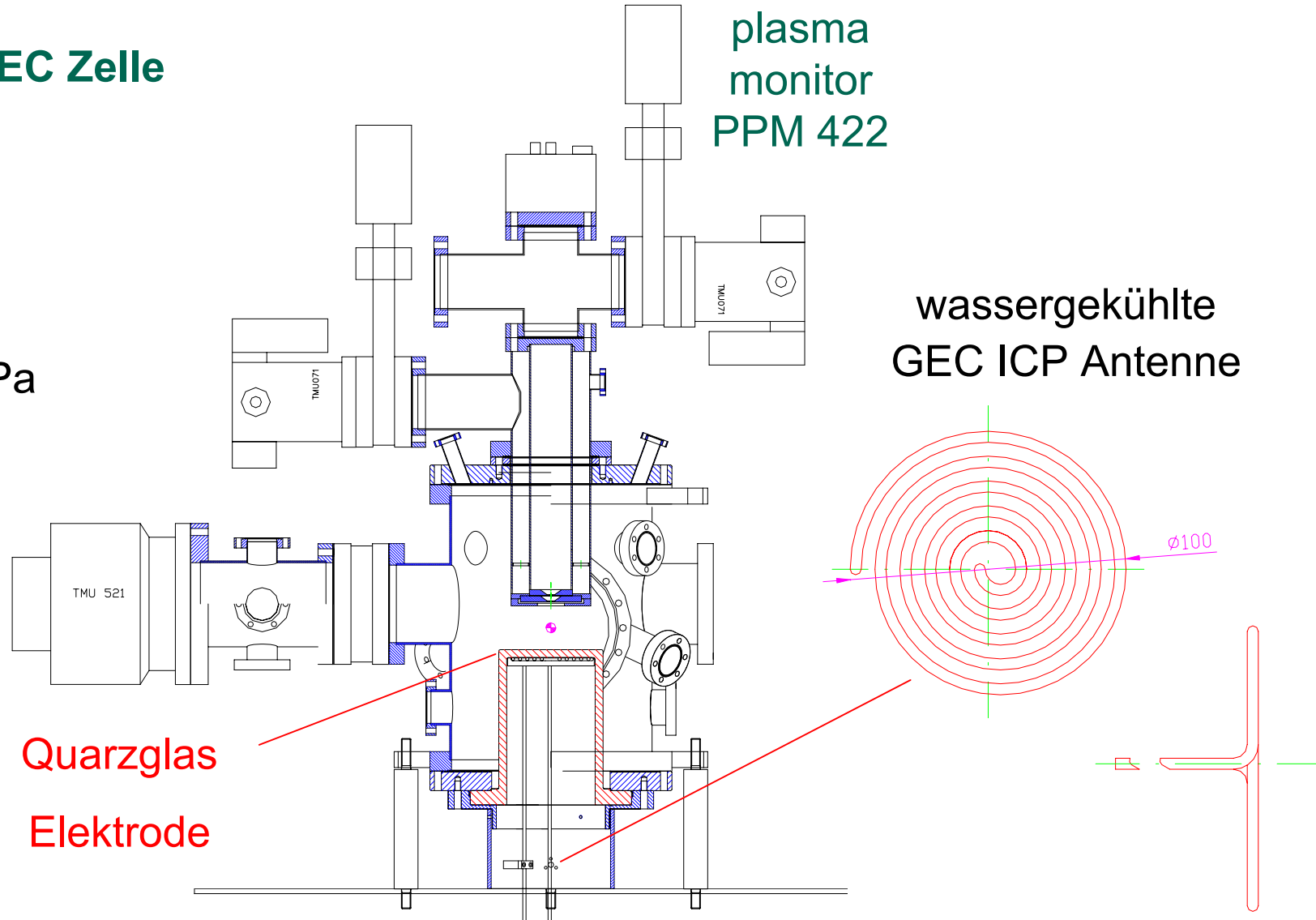
modifizierte GEC Zelle

$p \approx 10^{-9}$ hPa

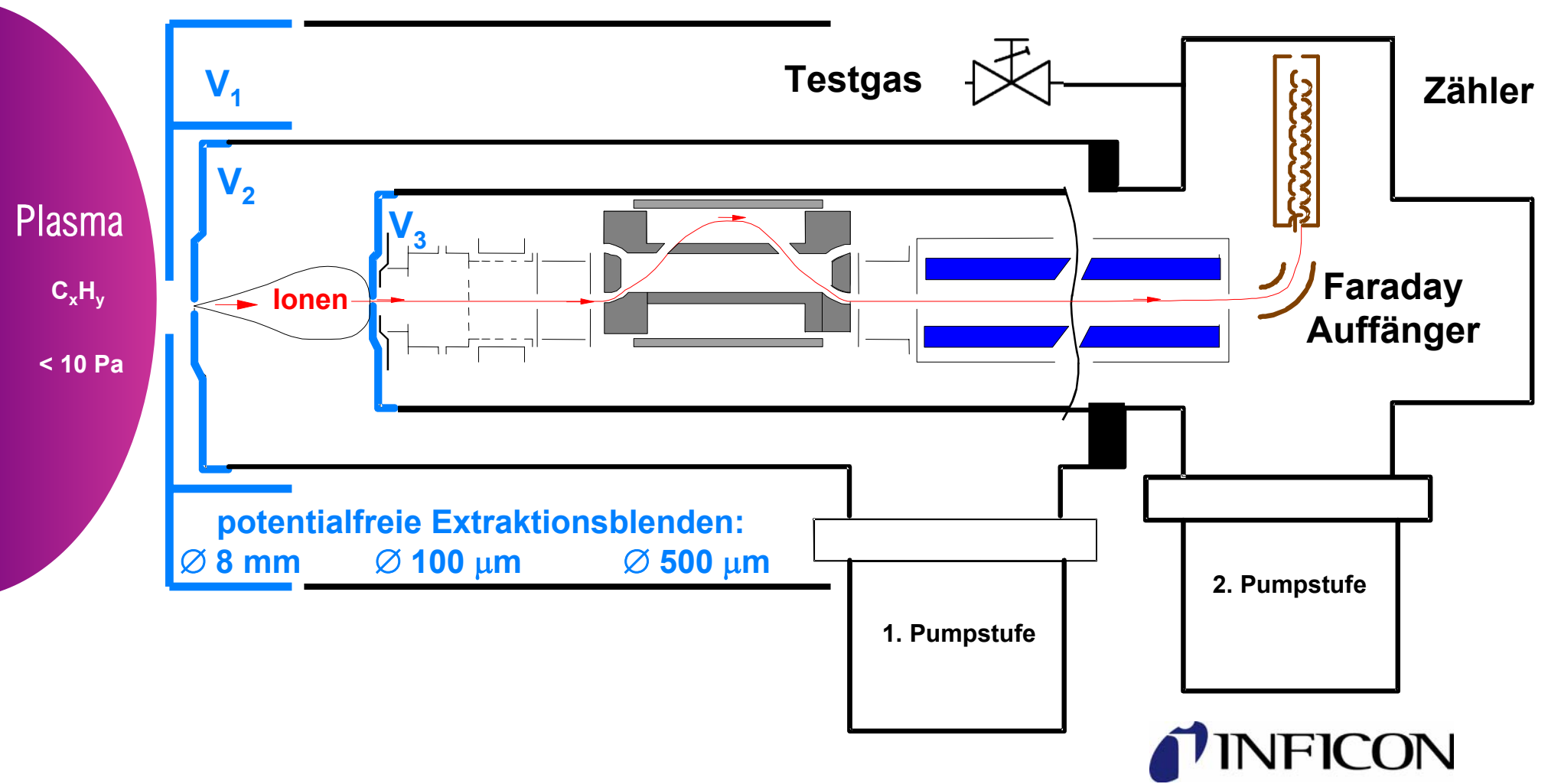
$f = 13.56$ MHz

$P = 0 \dots 600$ W

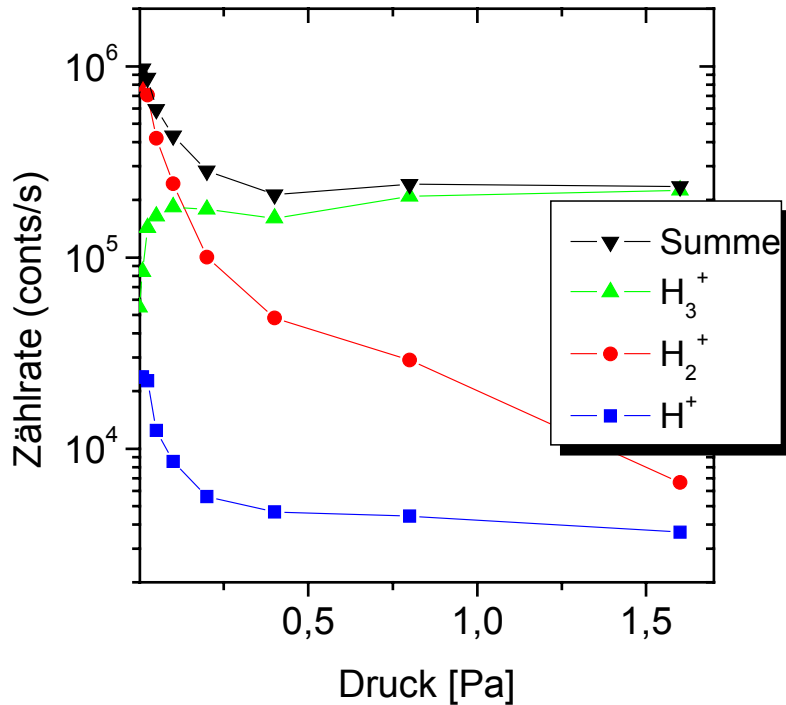
$p = 0.05 \dots 50$ Pa



Plasmamonitor: Inficon PPM 422



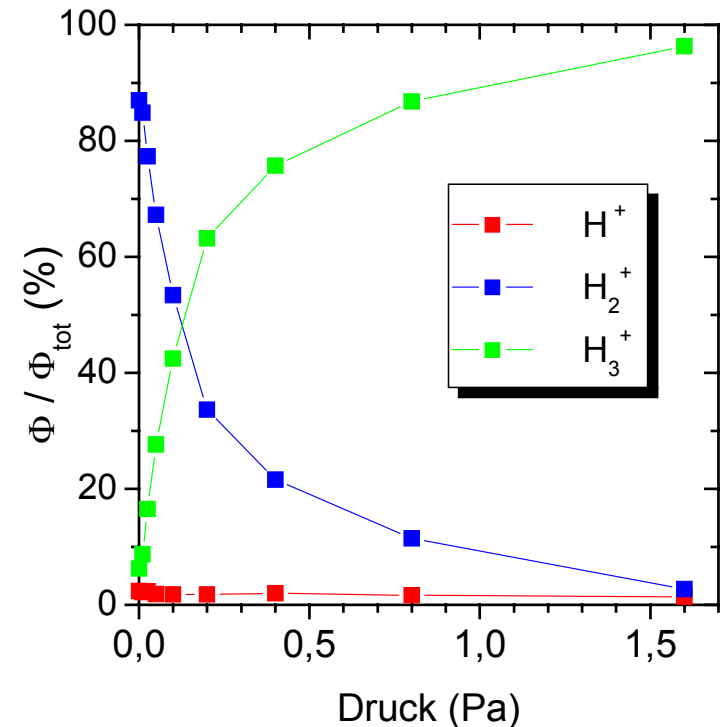
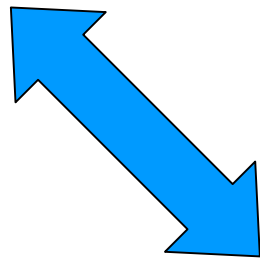
Ziel: relative Ionenflüsse aus einem Wasserstoffplasma



$$\text{Fluss } \Phi_i = \int \int \text{IEDF}_i \, d\text{Energie} \, d\Omega$$

Messsignal (IDF) \Leftrightarrow IEDF ?

Akzeptanzwinkel ?



Gewichtung der Signalintensitäten:

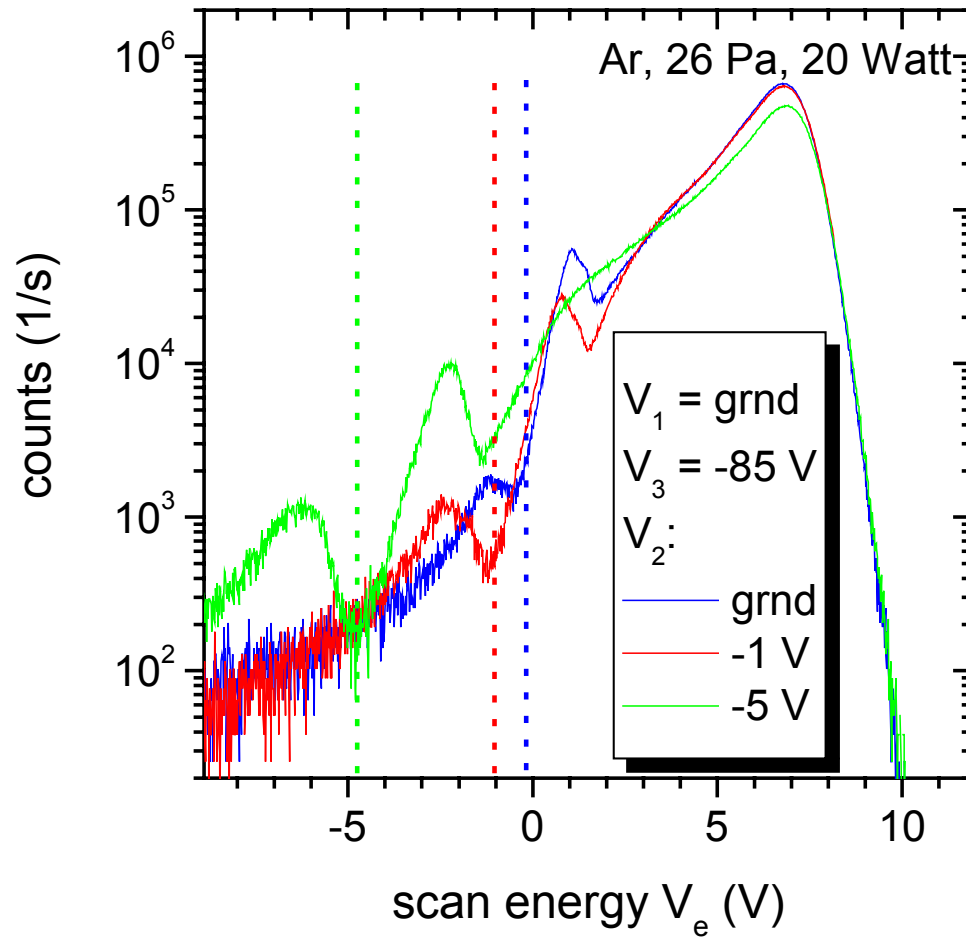
Transmission? f(Masse, Energie)

1. Form der Ionen-, „Energie“-Verteilung

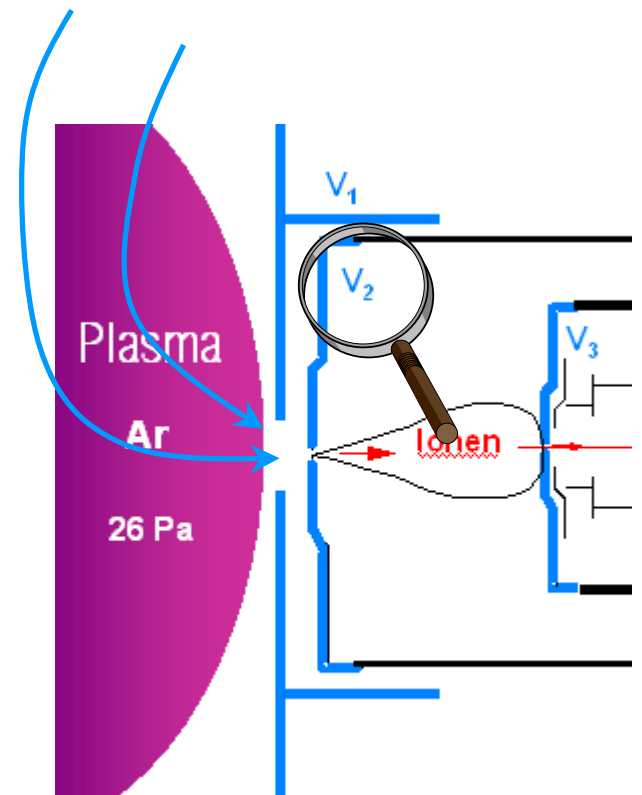
IDF's für Argon: doppelt differentieller PPM

Ar ICP Plasma

Blendenpotentiale erlauben Energiekalibrierung



Ladungsaustausch an den Blenden



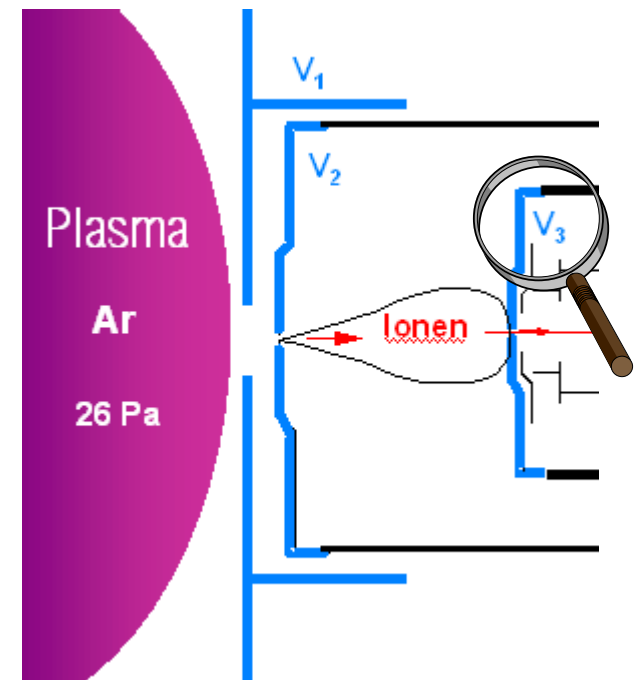
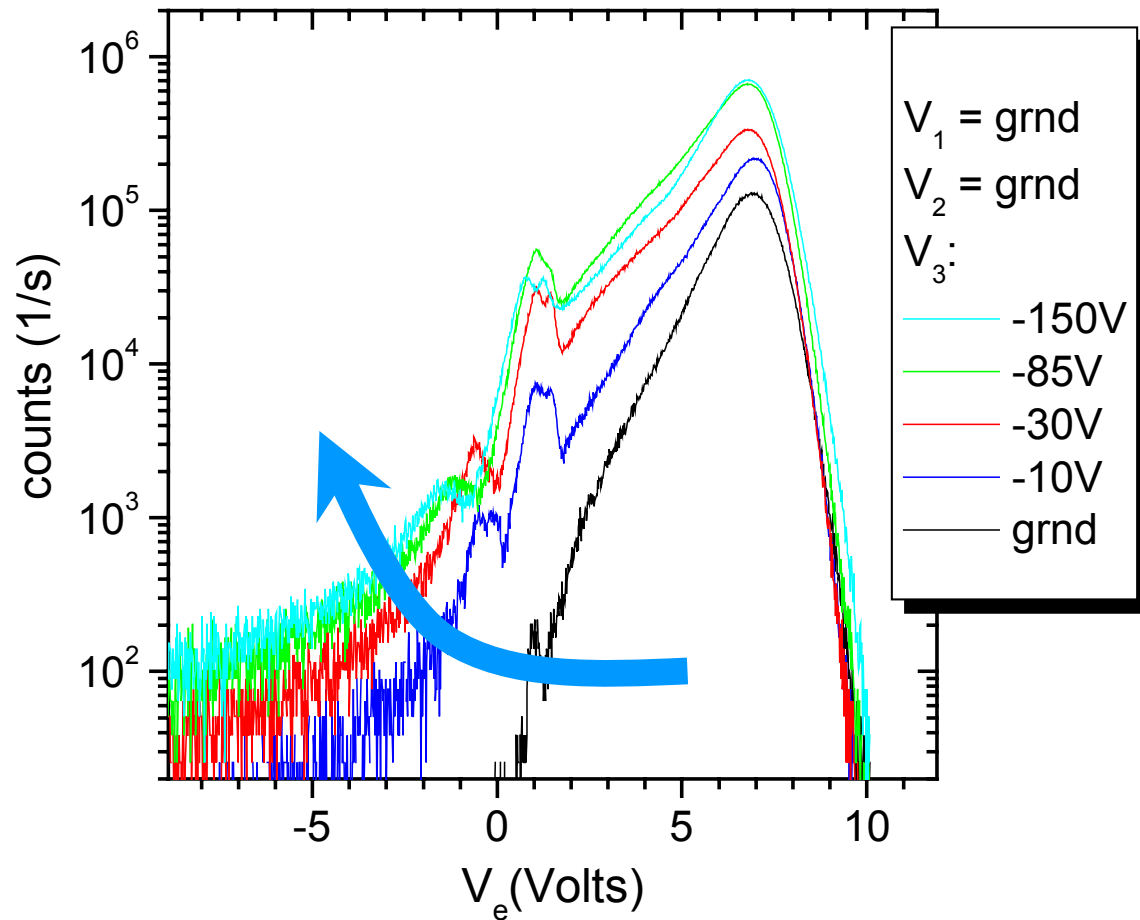
IDF's für Argon: doppelt differentieller PPM

Ar ICP Plasma

Blendenpotentiale

V_3 beeinflusst den

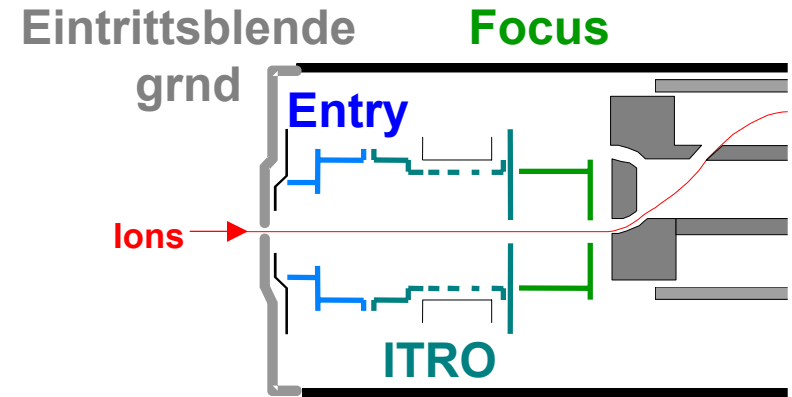
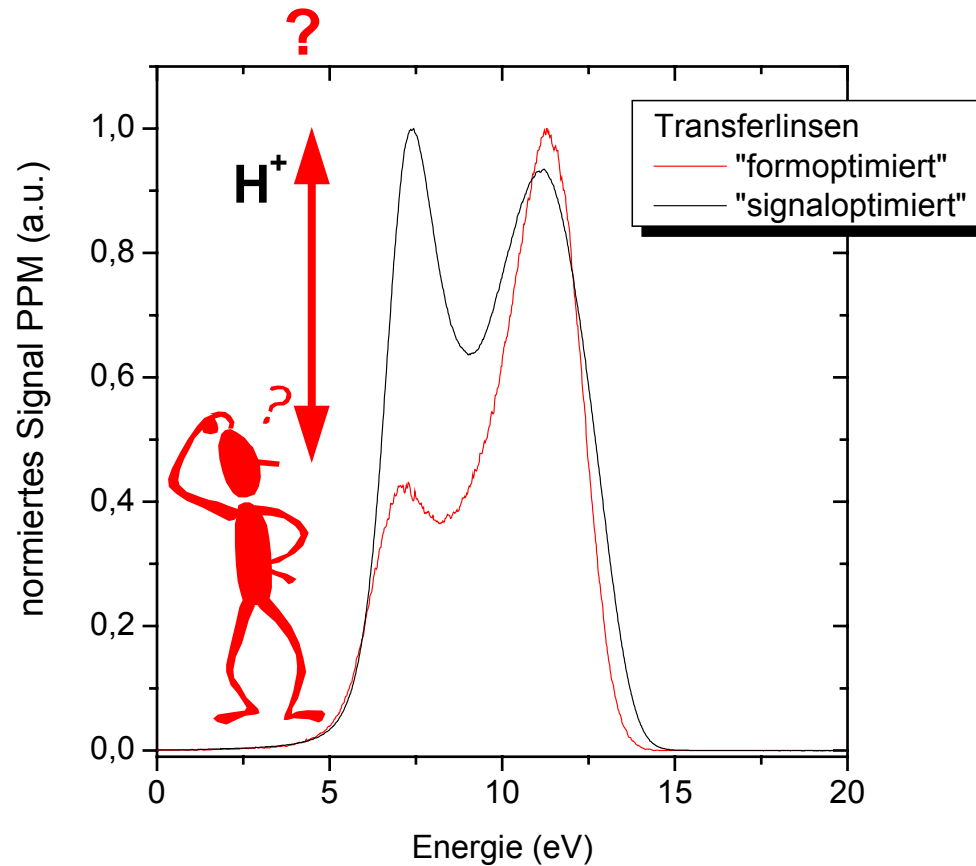
Akzeptanzwinkel



IDF's für Wasserstoff: standard PPM

H₂ ICP Plasma 10 Pa, 300 Watt

Viktor Kadetov, U Bochum

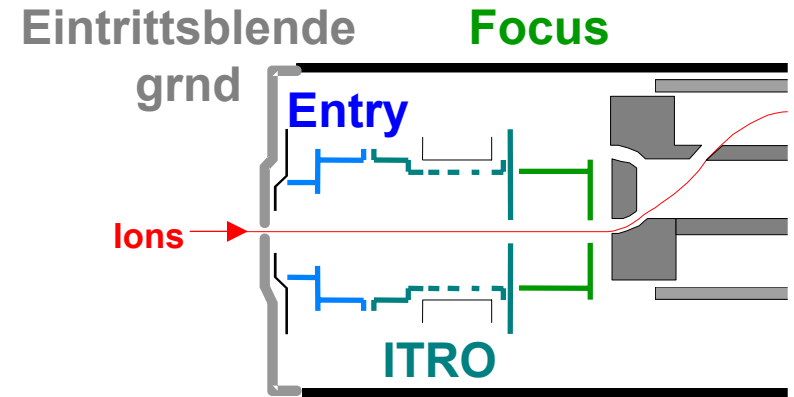
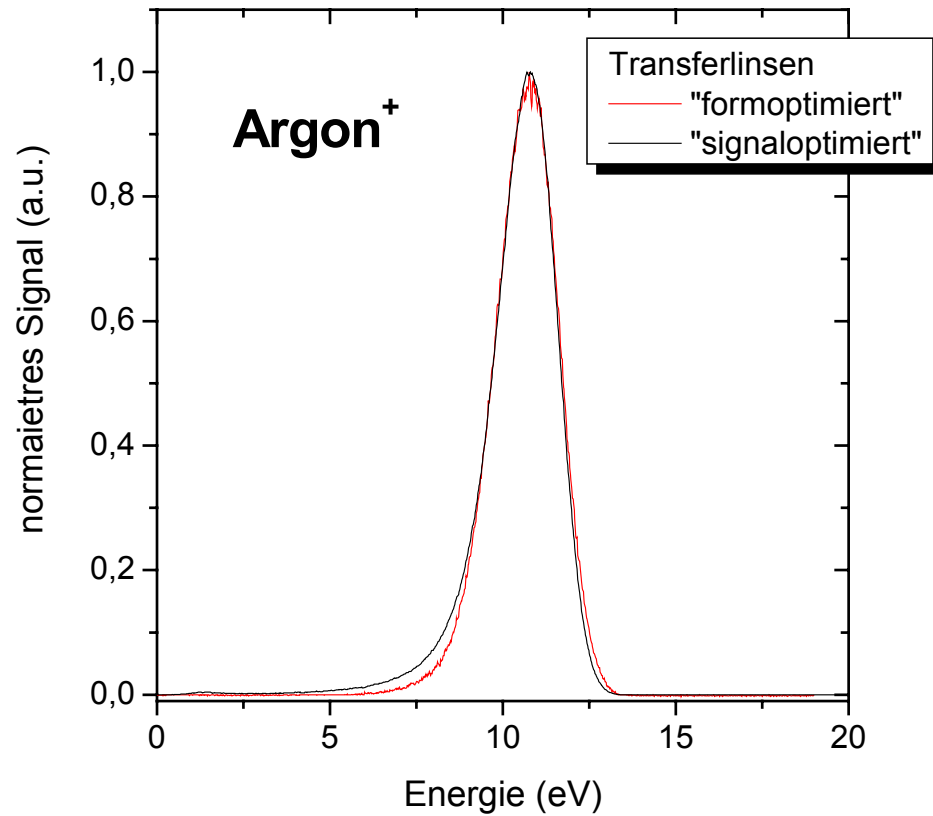


	„signal“	„form“
Entry	- 28 V	- 1,25 V
ITRO	- 320 V	- 200 V
Focus	- 100 V	- 5 V

IDF's für Wasserstoff: standard PPM

H₂ ICP Plasma 10 Pa, 300 Watt

Viktor Kadetov, U Bochum

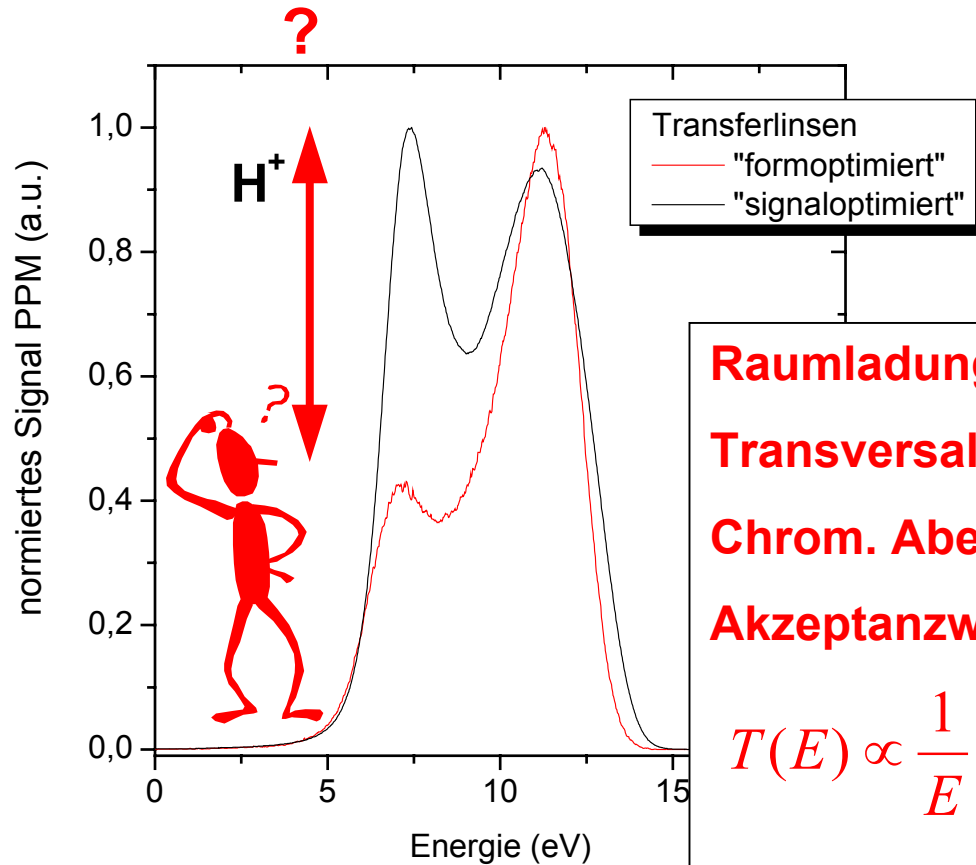


	„signal“	„form“
Entry	- 28 V	- 1,25 V
ITRO	- 320 V	- 200 V
Focus	- 100 V	- 5 V

IDF's für Wasserstoff: standard PPM

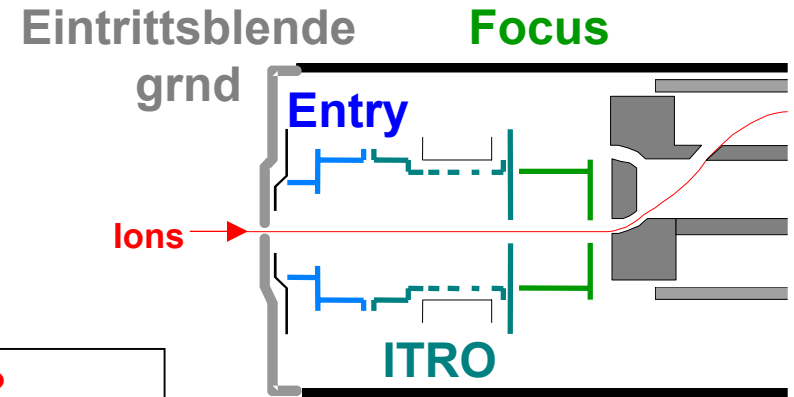
H₂ ICP Plasma 10 Pa, 300 Watt

Viktor Kadetov, U Bochum



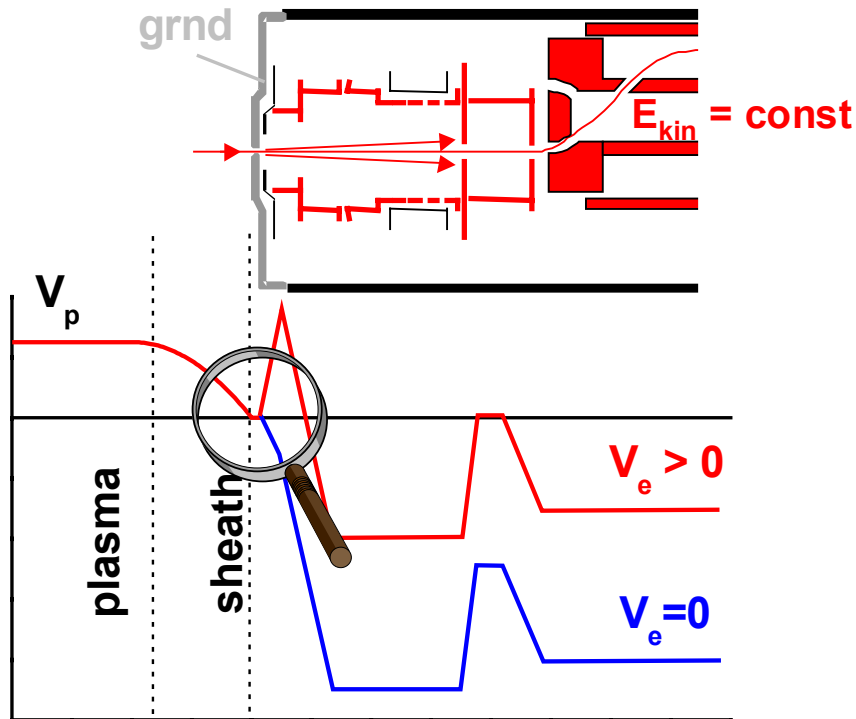
Raumladung ?
Transversalenergie?
Chrom. Aberration ?
Akzeptanzwinkel

$T(E) \propto \frac{1}{E} \quad ?$

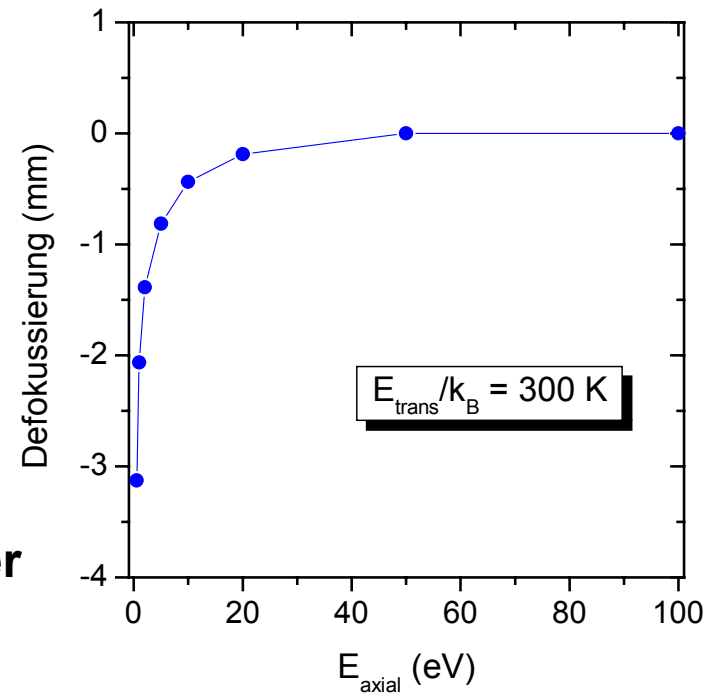
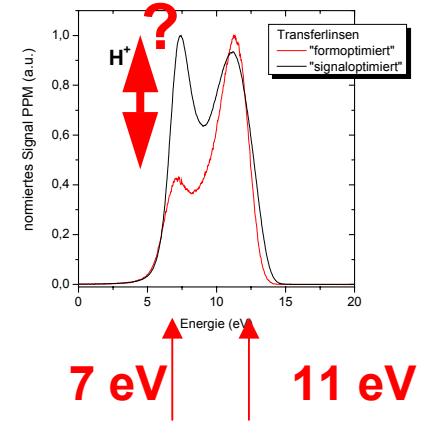


	„signal“	„form“
Entry	- 28 V	- 1,25 V
ITRO	- 320 V	- 200 V
Focus	- 100 V	- 5 V

Problem: chromatische Abberation nach erster Blende:



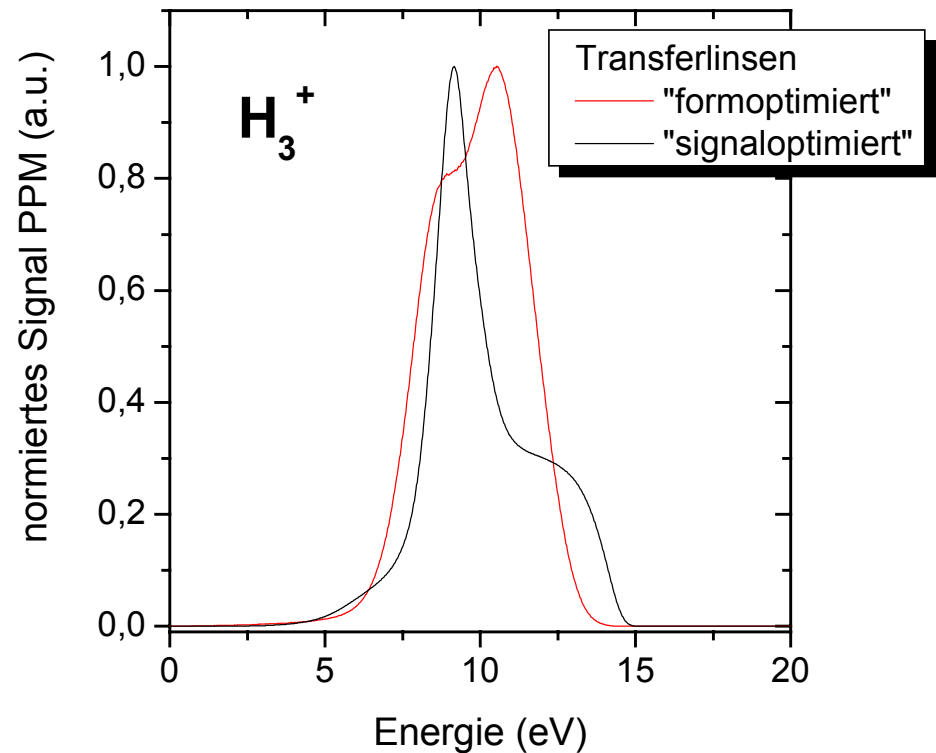
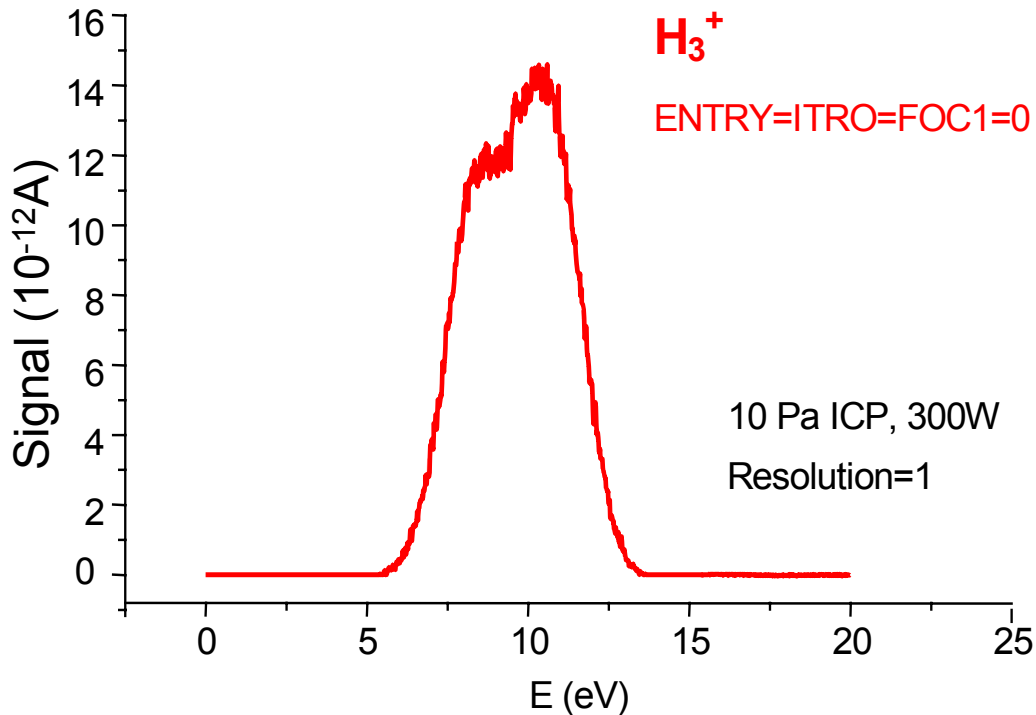
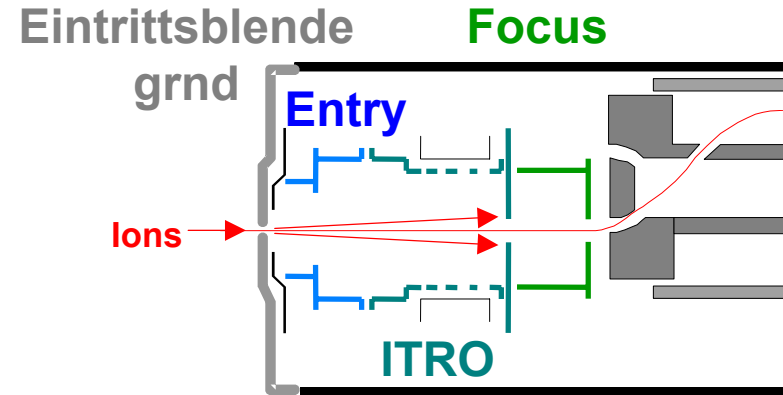
⇒ Defokussierung vor dem Energiefilter



Idee: Ausschalten der Transferoptik

Ergebnis:

- + dramatischer Intensitätsverlust
- tatsächliche IDF in axialer Richtung



Bei rf verbreiterten IEDF's mit niedrigem Plasmapotential ist Vorsicht geboten! *)

Problem: Abbremsfelder am Eintritt Winkelakzeptanz

⇒ Energiekalibrierung notwendig / Apparatfunktion

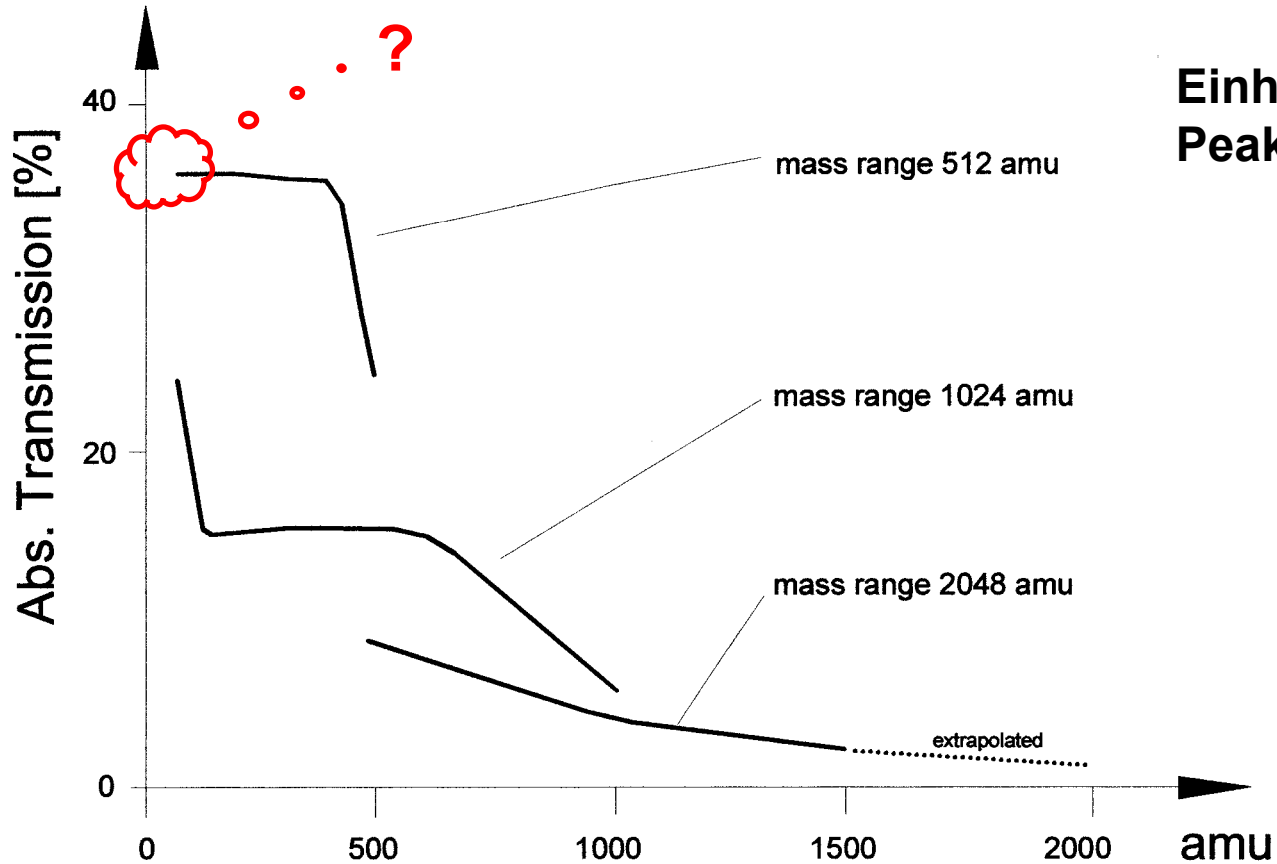
Gegenfeldanalysator für solche Probleme wohl geeigneter oder hilfreiche Ergänzung



***) Messignal spiegelt auch sonst nicht IEDF sondern IvDF wider!
⇒ Ellmer, Wendt, Wiesemann: In J. Mass Spec. 223-224, 679 (2003)**

2. Transmission/Massendiskriminierung

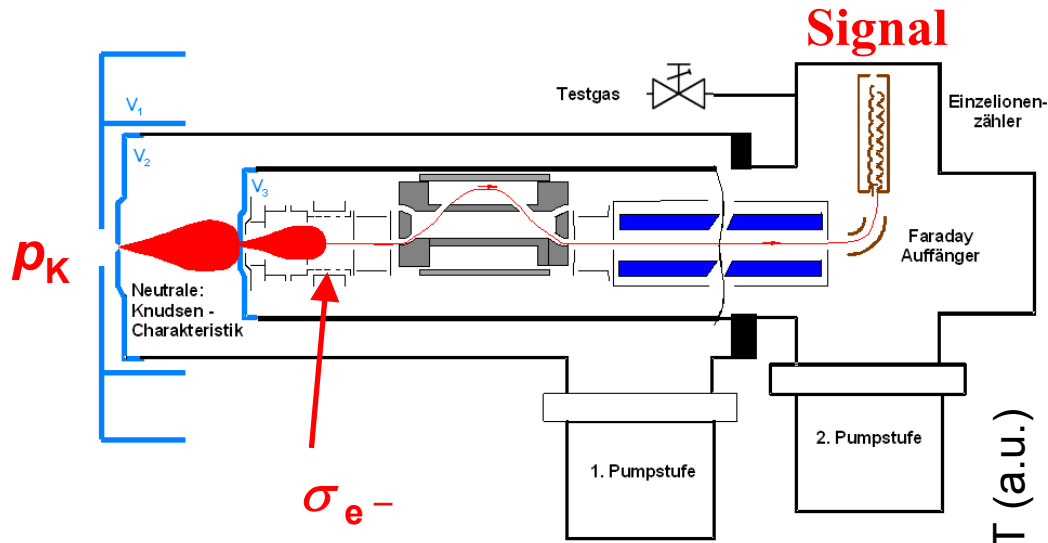
Transmission des Quadrupols



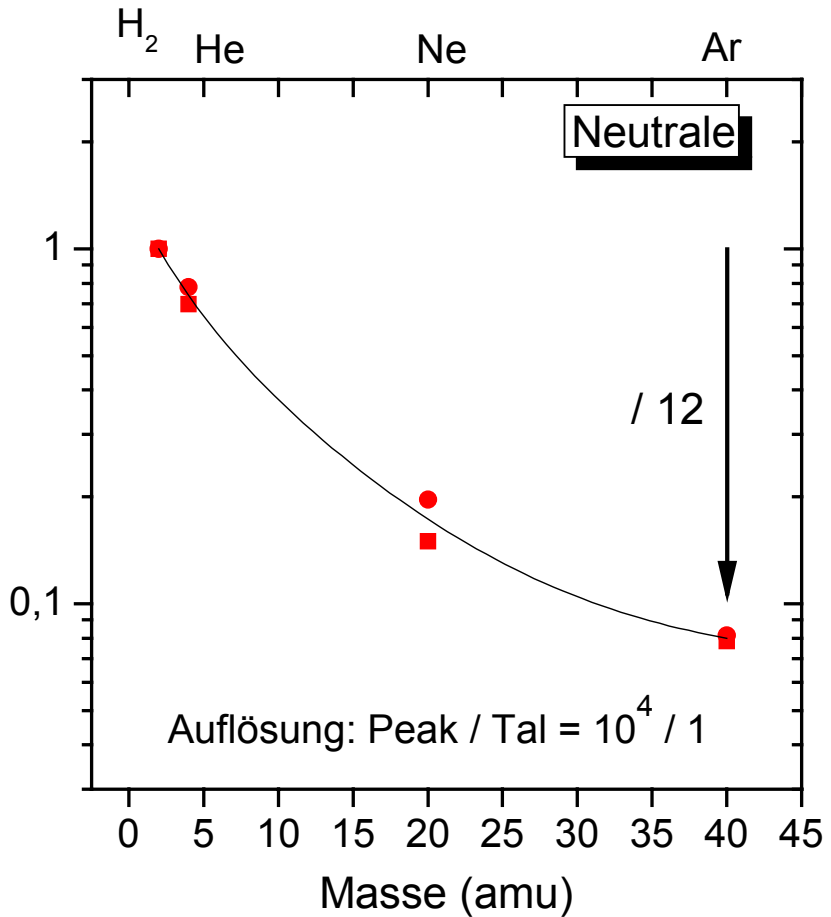
Einheitsauflösung:
Peak / Tal = 10 / 1



Transmission des Gesamtsystems



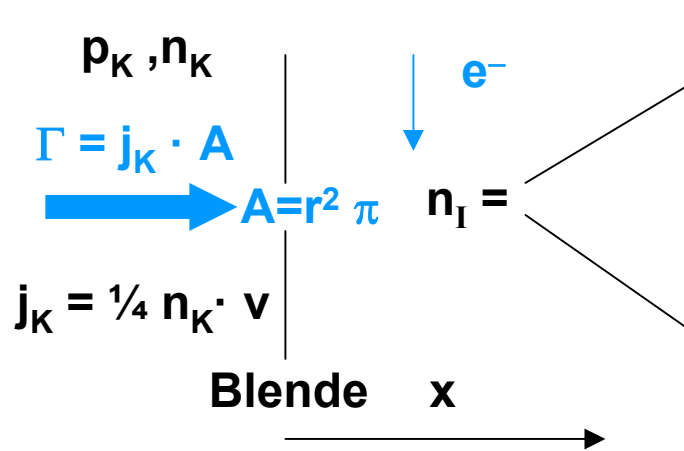
rel. Transmission T (a.u.)



Für Neutrale:
$$T = \frac{\text{Signal}}{\sigma \cdot H \cdot p_K}$$

auch gültig für Ionen?

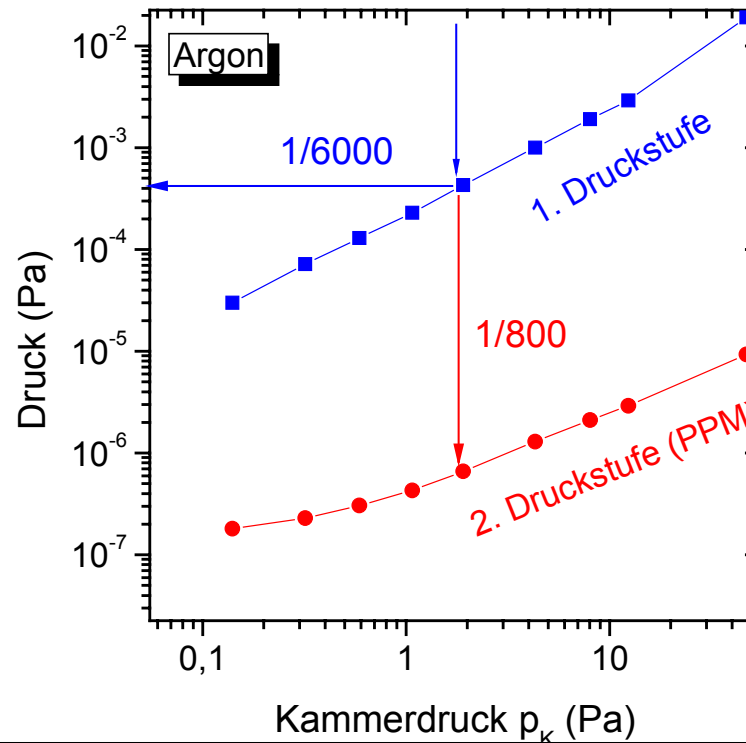
Nachweis von Neutralteilchen



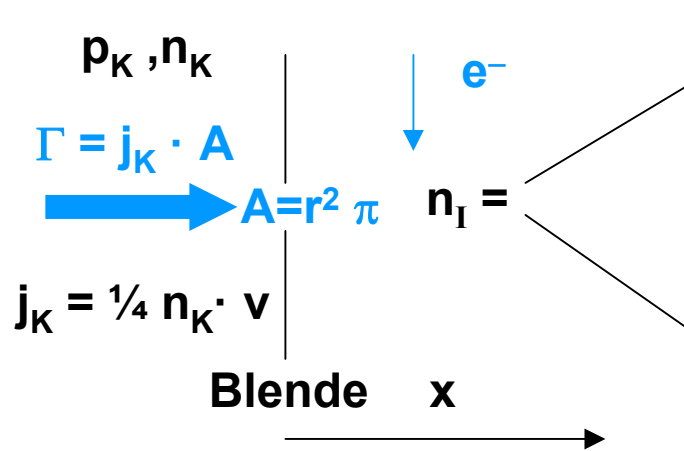
$$n_{\text{Strahl}} = \frac{j_I}{v} = \frac{\Gamma / \pi x^2}{v} = \frac{1}{4} \frac{r^2}{x^2} \cdot n_K$$

$$n_{\text{Untergr}} = n_K \cdot \frac{L_A}{S_{\text{eff}}} \quad S_{\text{eff}} = f(\text{Gas})!$$

S_{eff} aus:

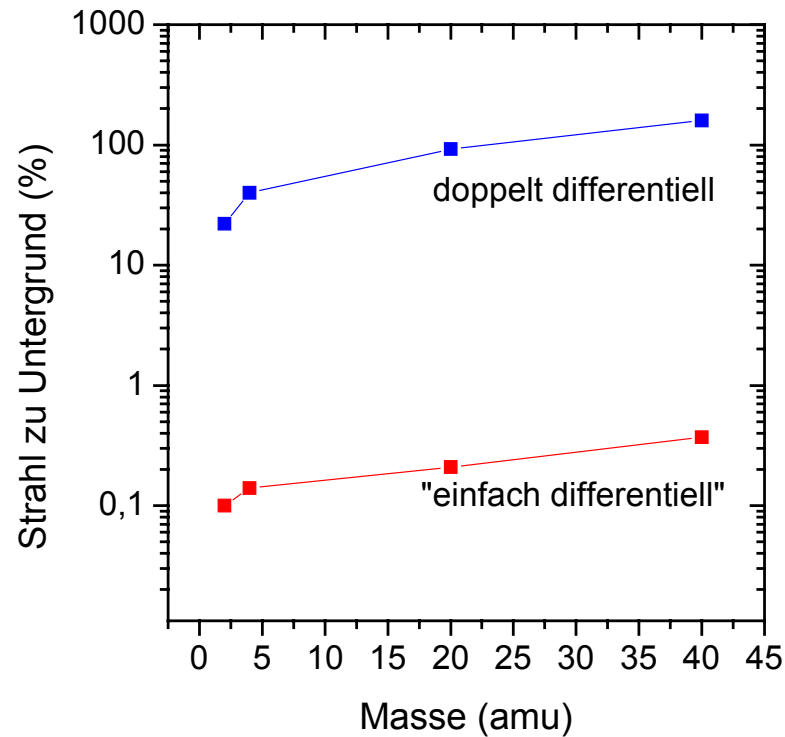


Nachweis von Neutralteilchen



$$n_{\text{Strahl}} = \frac{j_I}{v} = \frac{\Gamma / \pi x^2}{v} = \frac{1}{4} \frac{r^2}{x^2} \cdot n_K$$

$$n_{\text{Untergr}} = n_K \cdot \frac{L_A}{S_{\text{eff}}} \quad S_{\text{eff}} = f(\text{Gas})!$$



Gesamtransmission: Abfall um Faktor 12 zwischen Masse 2 und 20 (Res 1:10⁴)

(Massendiskriminierung des SEV: Abfall um Faktor 5 zwischen Masse 2 und 20)

**Nur gutes Strahl zu Untergrund-Verhältnis erlaubt die Übertragung der Transmissionsbestimmung aus Neutralgasmessungen auf Ionenflüsse
(nicht erfüllt bei einfach gepumpten System!)**

Trotzdem:

Gegenfeldanalysator für Transmissionskalibrierung notwendige Ergänzung

