

Massenspektrometrische Plasma Diagnose: „Energiedispersion“

Möchte die Problematik aufzeigen

Masse- und Energieverteilung der Ionen aus dem
Plasma sind zu messen

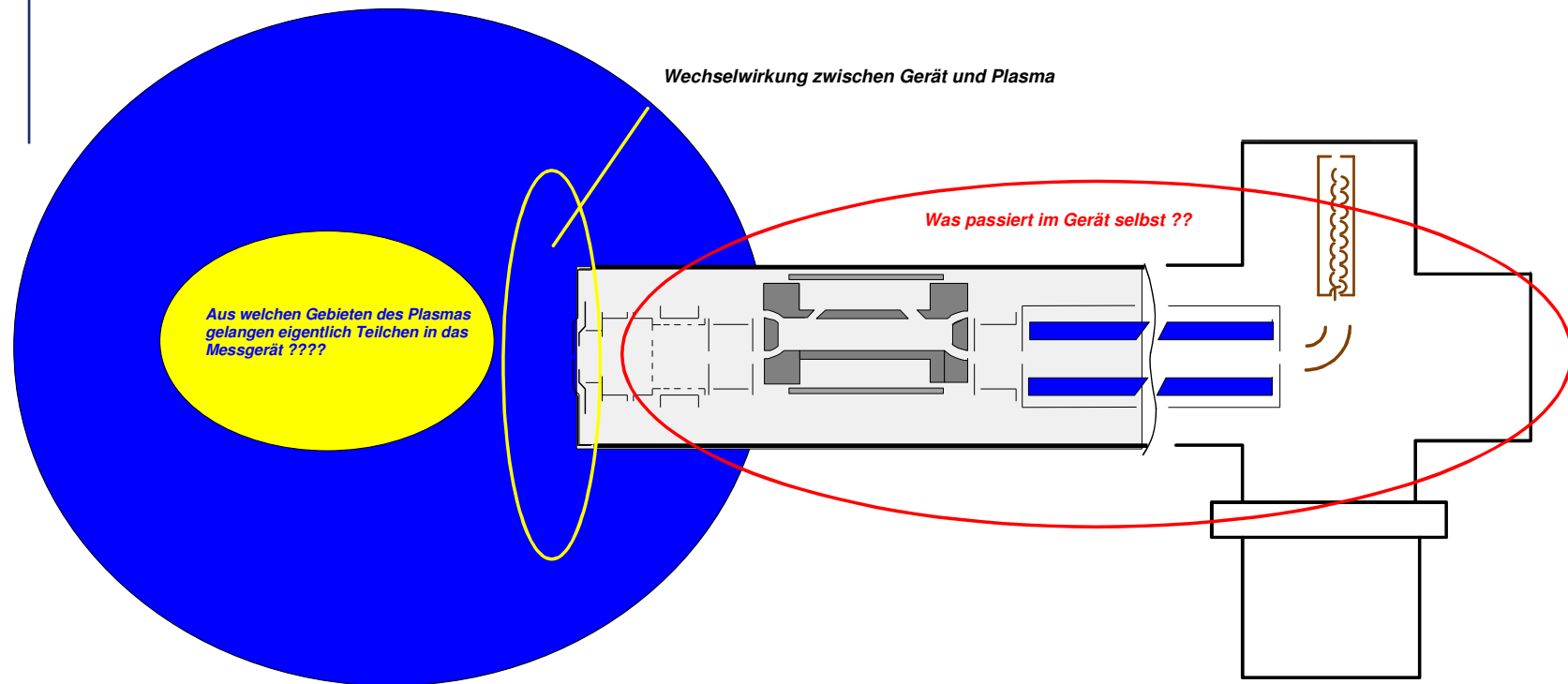
Was ist mit dem Innenleben des Gerätes
und der Extraktion von Ionen aus dem Plasma

ich denke

Haupt-Problem liegt in der Extraktion der
Ionen aus dem Plasma!!

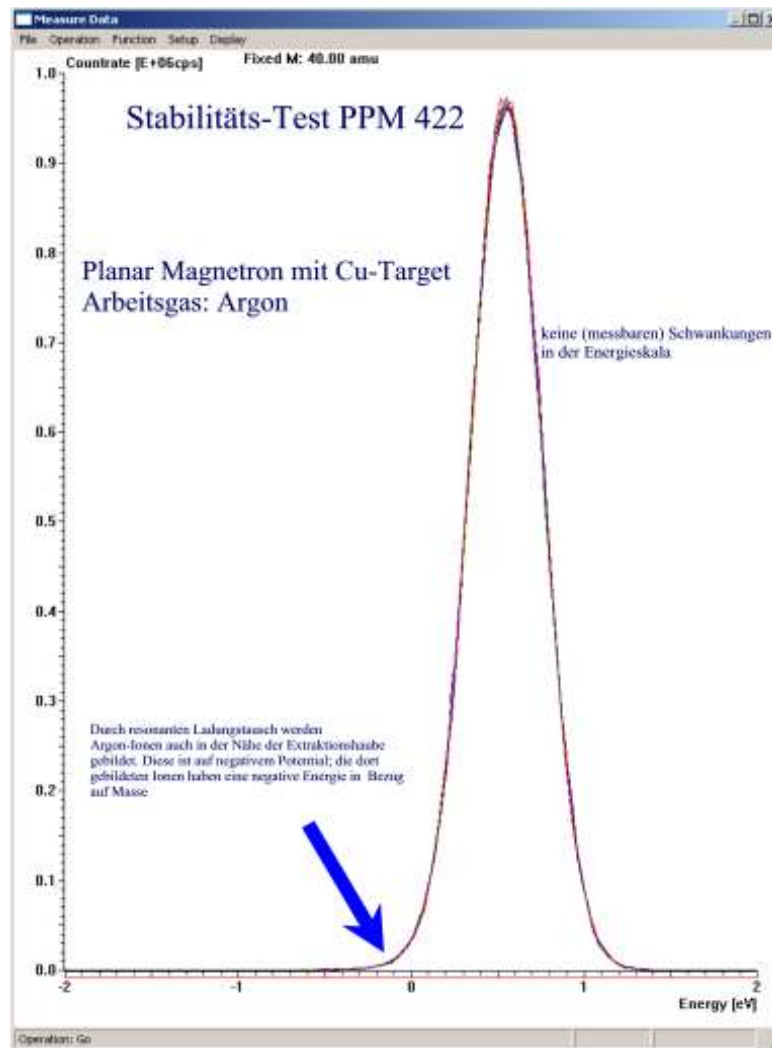
stelle keine Lösung vor

Massenspektrometrische Plasma Diagnose: „Energiedispersion“



Ueberlegungen gelten für jeden Plasma Monitor, (ich möchte's aber doch mit dem Gerät verdeutlichen, das ich am besten kenne.)

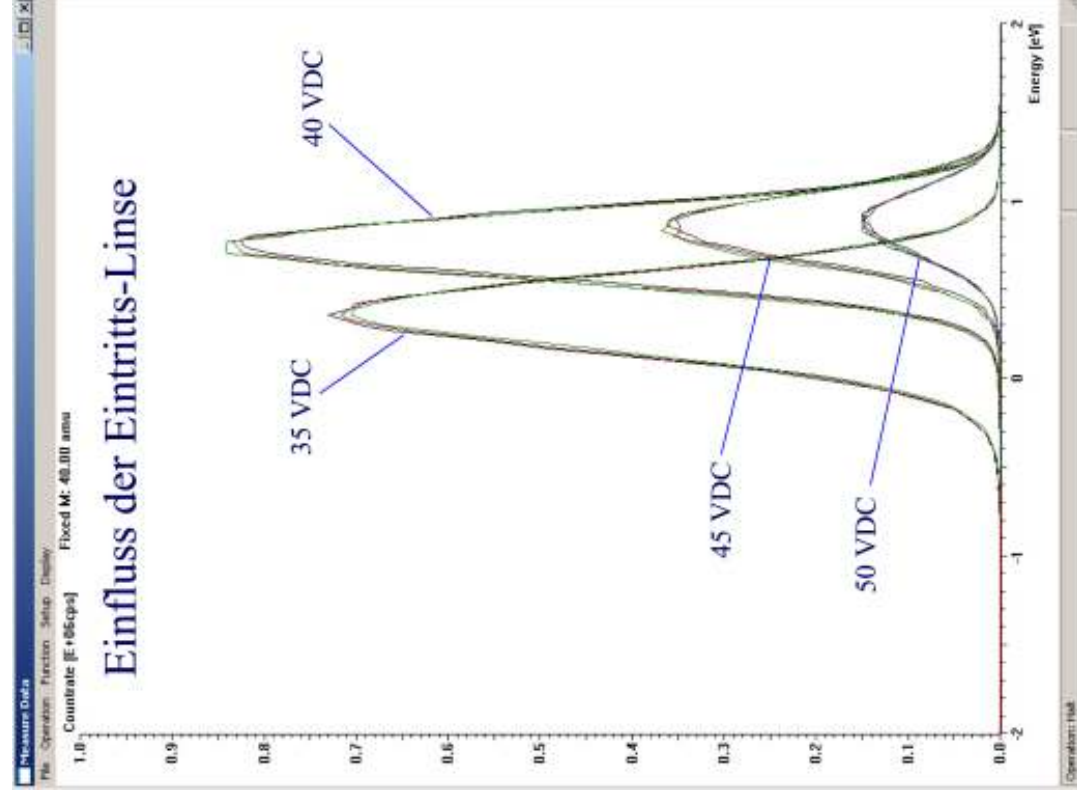
Massenspektrometrische Plasma Diagnose: „Energiedispersion“



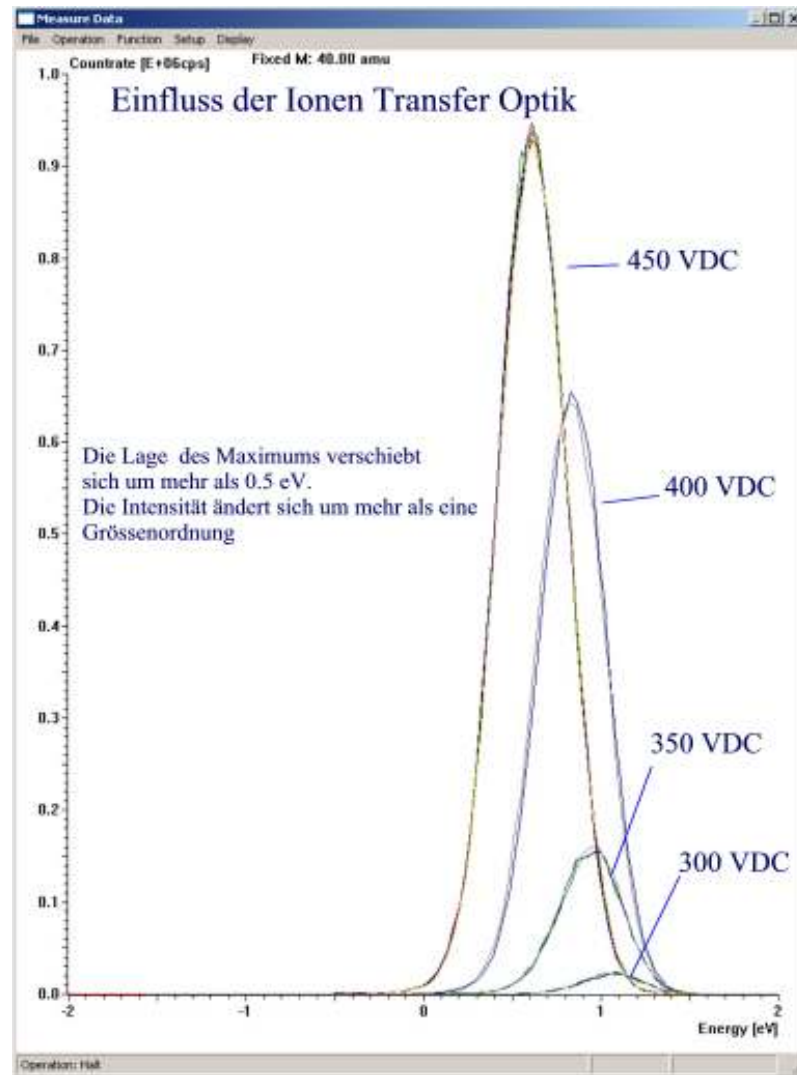
Test Plasma:
Planar Magnetron mit
Cu-Target

Gerät und Plasma
erscheinen stabil.

Massenspektrometrische Plasma Diagnose: „Energiedispersion“



Massenspektrometrische Plasma Diagnose: „Energiedispersion“



Verschiebungen auf der Energieskala um mehr als 0.5 eV

Die Auflösung des Gerätes beträgt ca 0.3 eV, mit einem PPM 400 und 1.5 eV Auflösung würde man ev. den Effekt nicht bemerken.

Energiedispersion :Innenleben des Gerätes

Ionenoptik

Transfer der Ionen von der Extraktionsöffnung zum Energie-Filter und Focussierung in das Energie-Filter

Energie-Filter

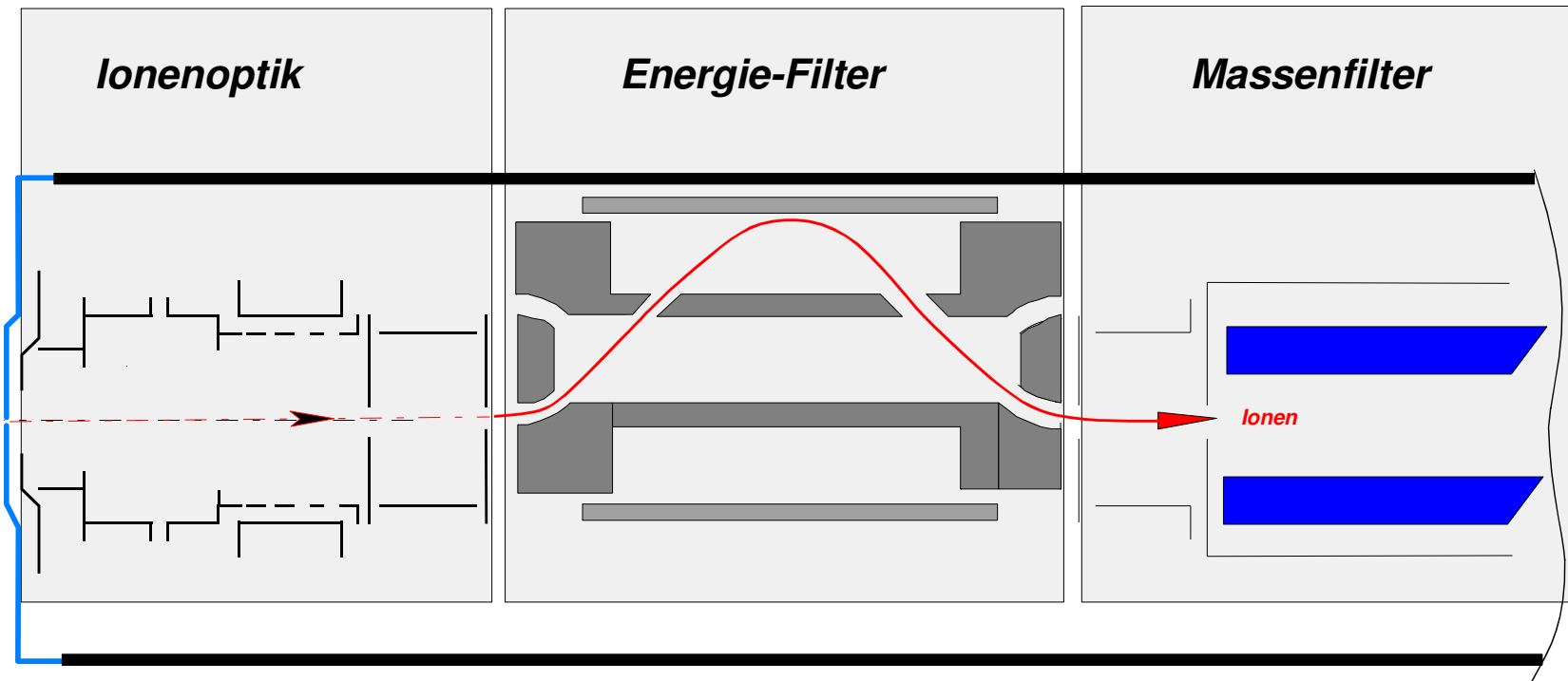
kinetische Energie der Ionen

Jedes elektrostatische Feld selektiert nach der kinetischen Energie. Dies macht man sich am einfachsten dadurch klar dass der Krümmungsradius der Bahnkurve nur von der kinetischen Energie abhängt.

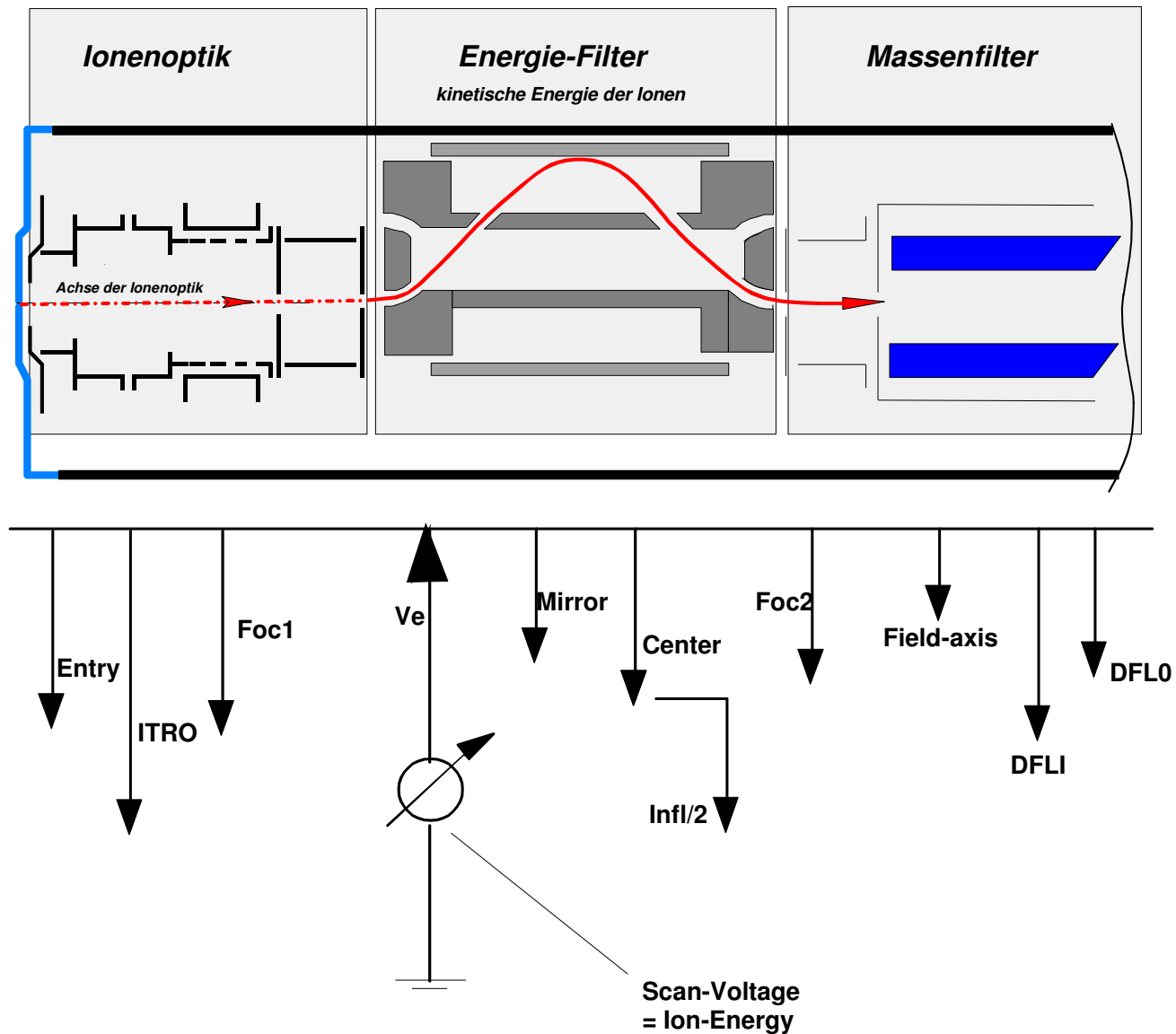
Massenfilter

Quadrupol-Massenfilter sind am geeignetsten. Die Transmission durch das Filter hängt sehr stark von den Einschussbedingungen in's Quadrupol-Feld ab. Natürlich, wie bei jedem Filter spielt auch die Auflösung eine Rolle.

Energiedispersion : Innenleben des Gerätes



Energiedispersion : Innenleben des Gerätes



Energiedispersion :Innenleben des Gerätes

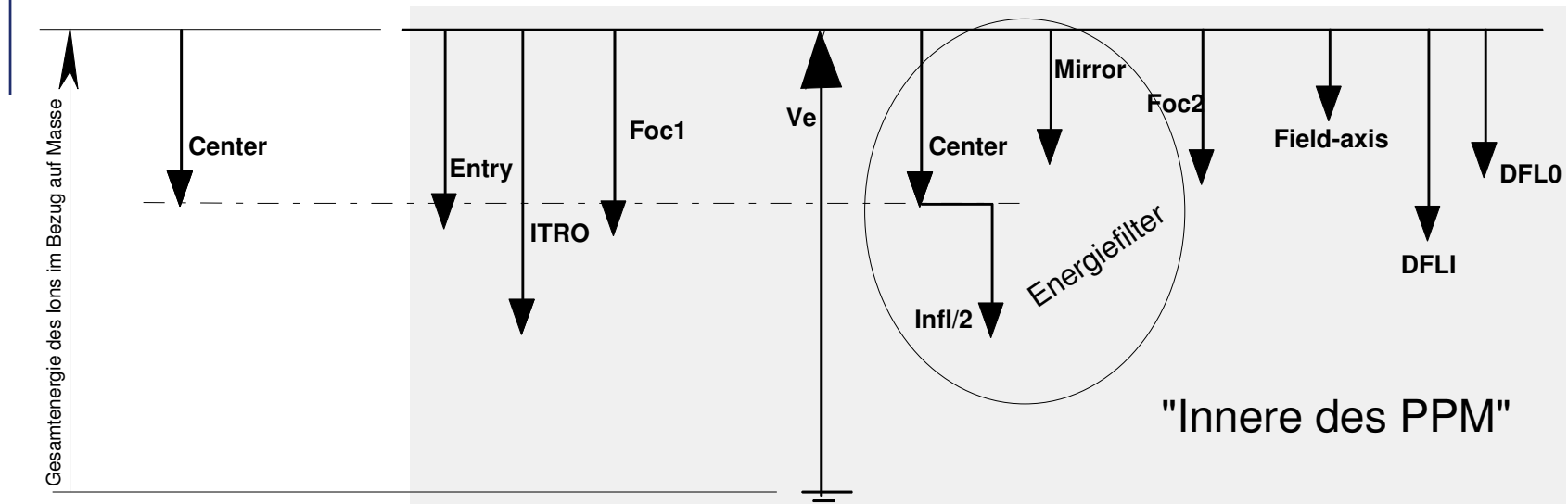
Alle ionenoptischen Elemente sind auf eine gemeinsame Vorspannung bezogen.

Diese Vorspannung baut die Energieskala des Gerätes auf.

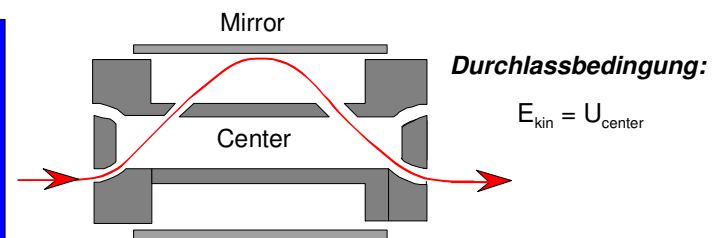
Es wird eine klassische Gegenfeldmethode zur Energieanalyse angewendet.

Jedes Ion durchläuft im Inneren des Gerätes das gleiche Profil für die kinetische Energie.

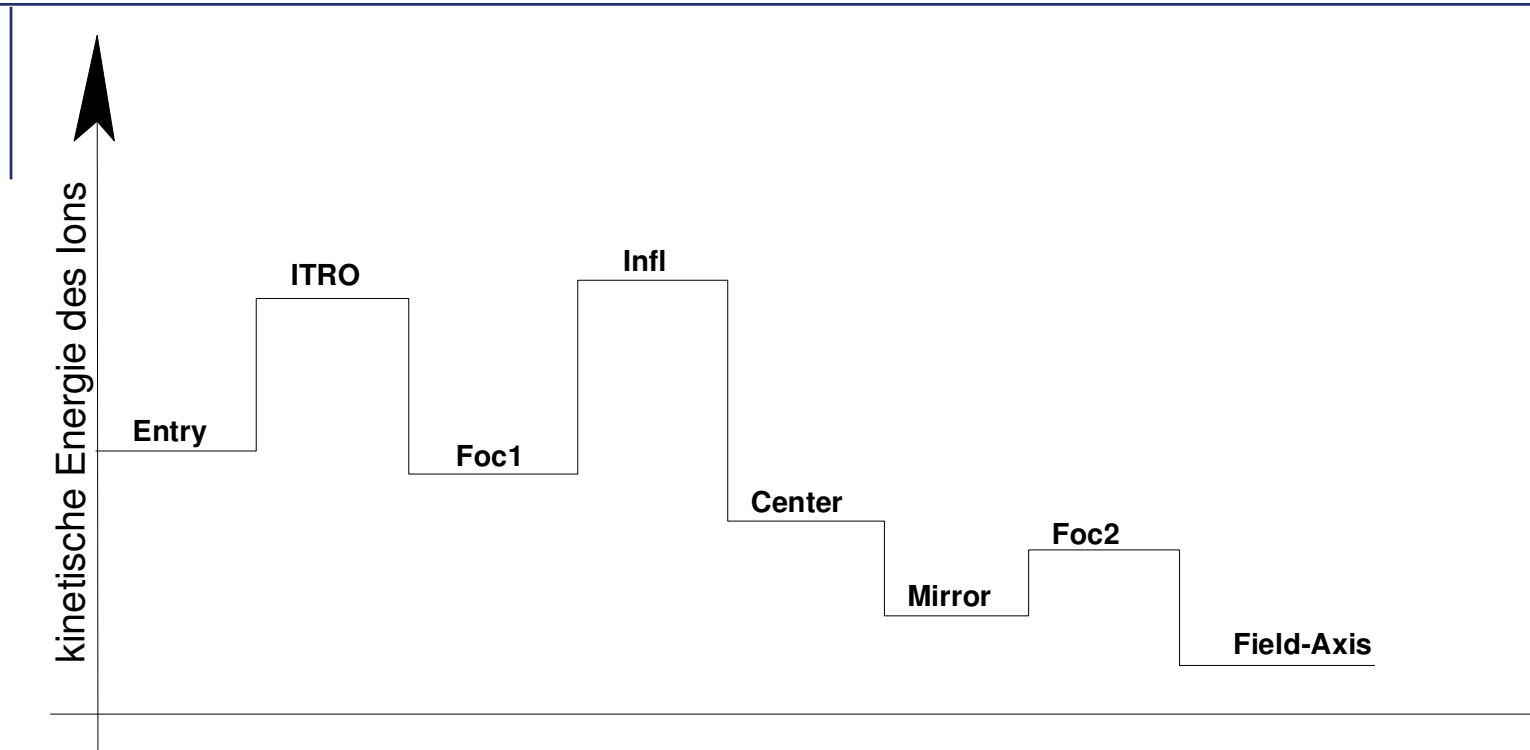
Energiedispersion : Innenleben des Gerätes



Genau dann, wenn die Gesamtenergie des Ions gleich V_e ist, dann beträgt die kinetische Energie des Ions beim Eintritt in das elektrostatische Filter U_{center}



Energiedispersion : Innenleben des Gerätes



Jedes Ion durchläuft unabhängig von seiner Gesamtenergie das gleiche Profil.

Eine Energiedispersion kann nicht stattfinden (?)

Die Transit-Zeit skaliert mit der Wurzel aus der Masse

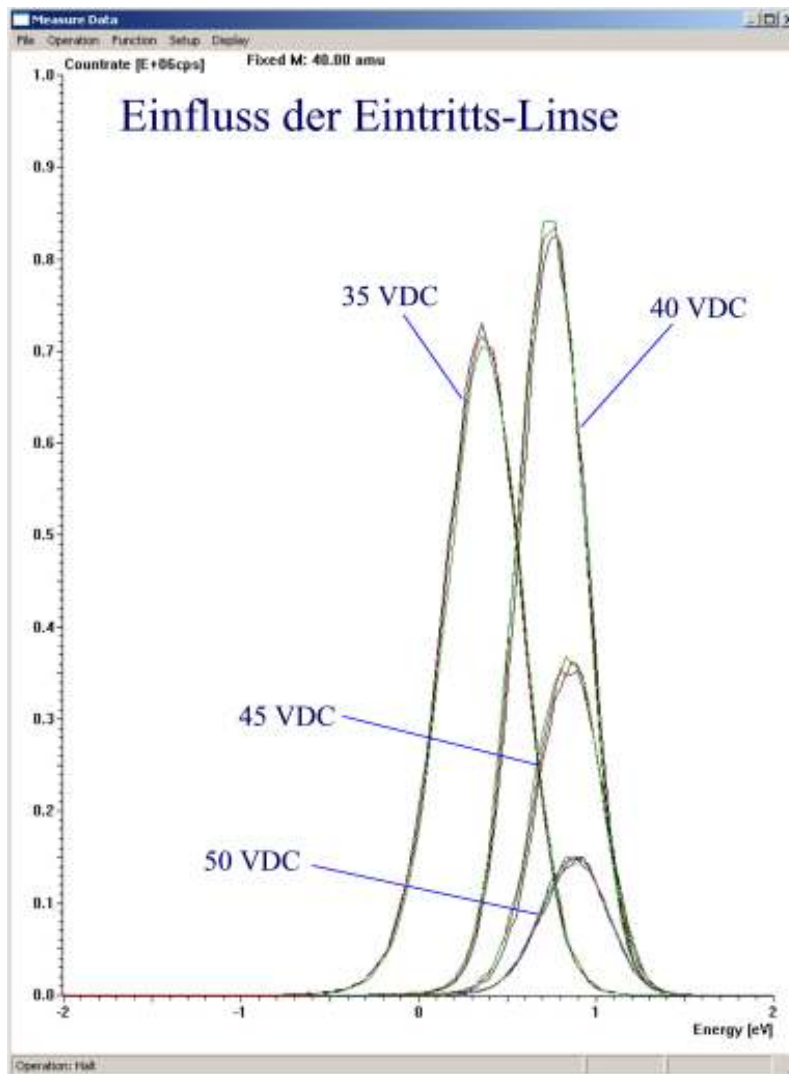
Massenspektrometrische Plasma Diagnose: „Energiedispersion“

Bei einem Plasma-Monitor müssen die ionenoptischen Elemente auf eine Vorspannung gelegt werden, sonst tritt unweigerlich Energiedispersion auf.

Der Teil, des Gerätes, welcher mit dem Plasma Verbindung hat, kann aus naheliegenden Gründen nicht auf eine variable Vorspannung gelegt werden.

Folglich findet man im vorderen Teil eines solchen Gerätes immer ein Uebergangsfeld.

Massenspektrometrische Plasma Diagnose: „Energiedispersion“



Aber der Einfluss der Transfer Optik lässt sich einfach nicht „weg diskutieren“.

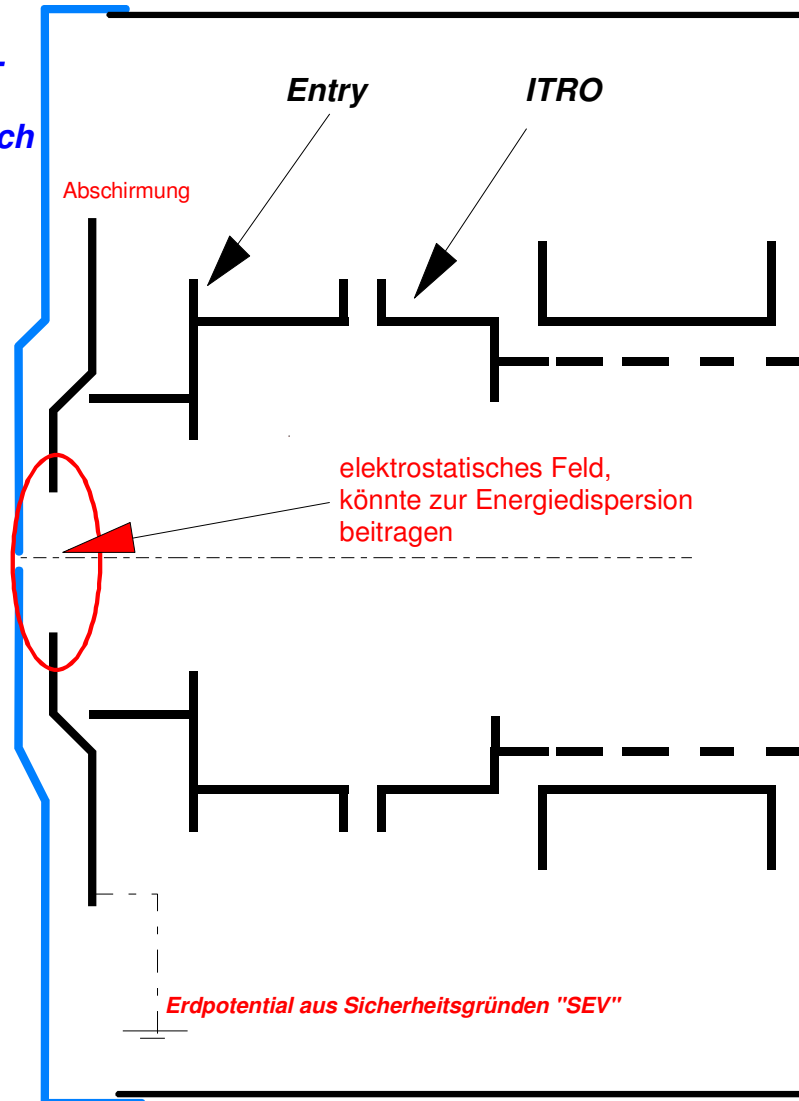
Gegenfeldmethode ist notwendig aber eventuell nicht hinreichend?

Massenspektrometrische Plasma Diagnose: „Energiedispersion“

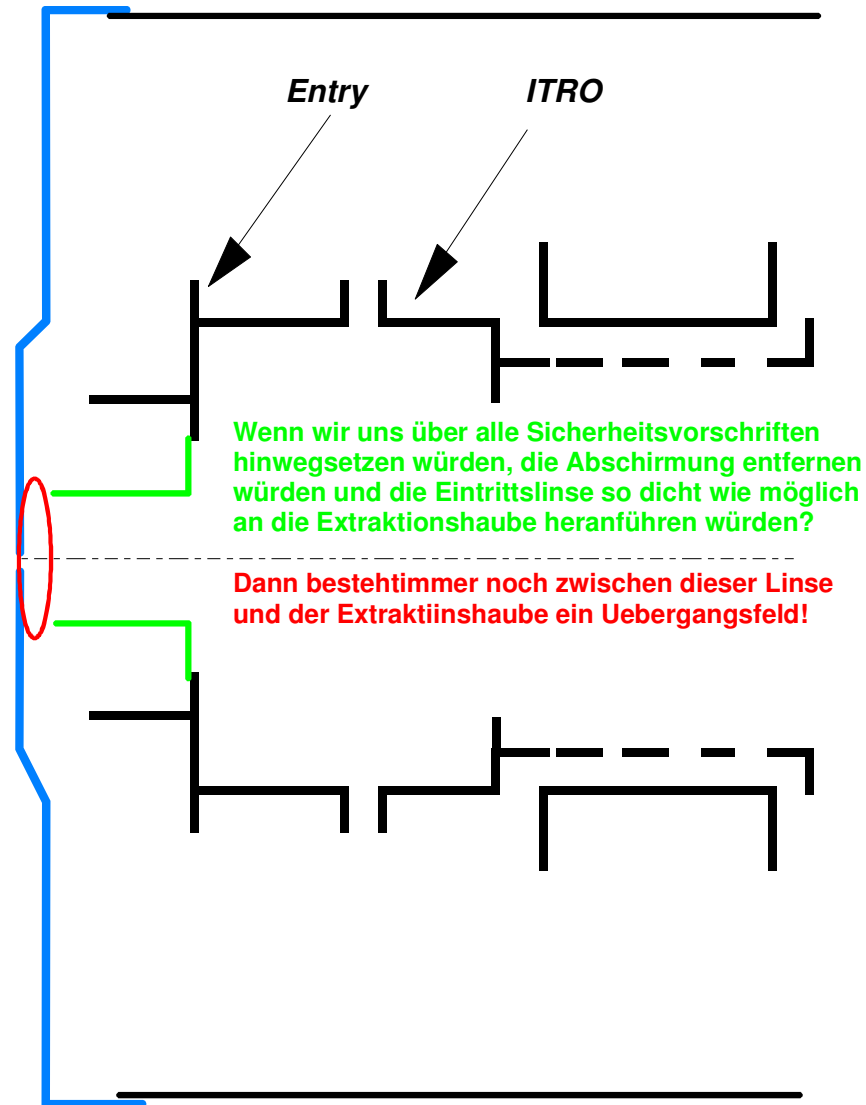
Gründe für eine Dispersion könnten im
Eingangsbereich der Gerätes zu finden sein

Massenspektrometrische Plasma Diagnose: „Energiedispersion“

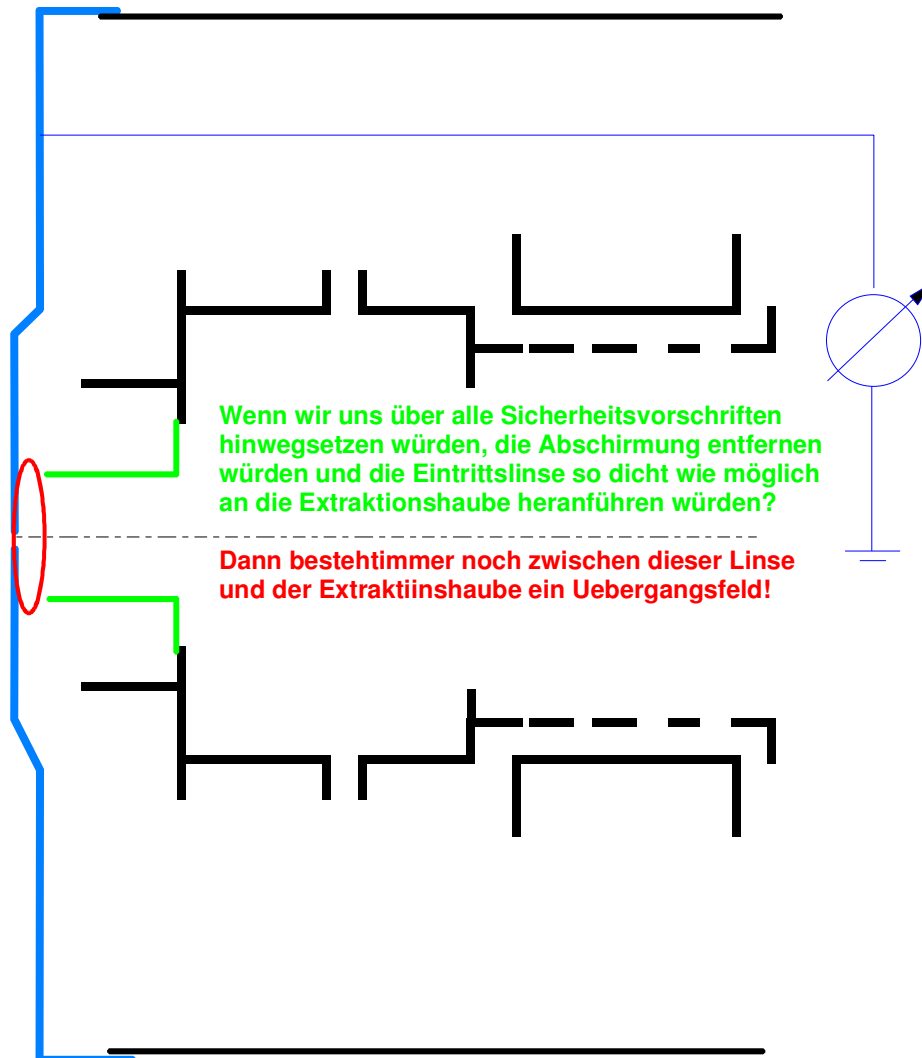
Extraktions-
haube
meist statisch



Massenspektrometrische Plasma Diagnose: „Energiedispersion“



Massenspektrometrische Plasma Diagnose: „Energiedispersion“



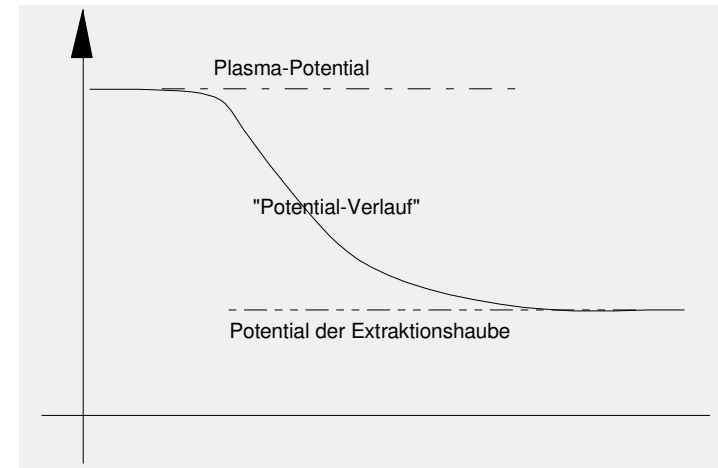
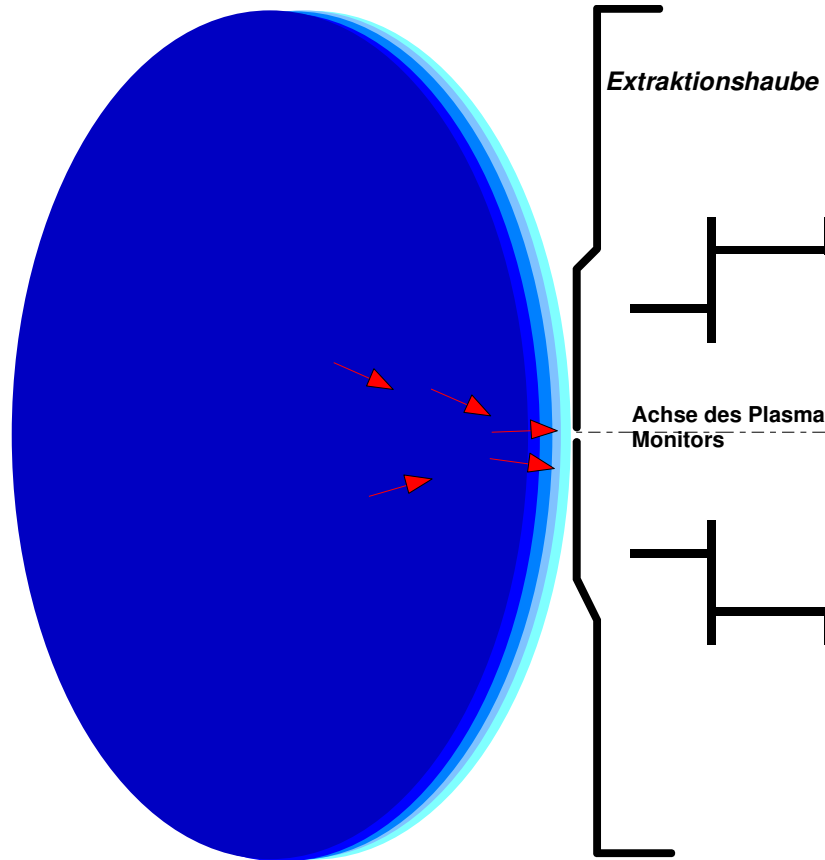
Also schön, legen wir die Extraktionshaube halt auch noch auf die gemeinsame Vorspannung, oder

dann haben wir dummerweise eine großflächige Elektrode, die auf variablem positivem Potential liegt in das Plasma eingebracht.

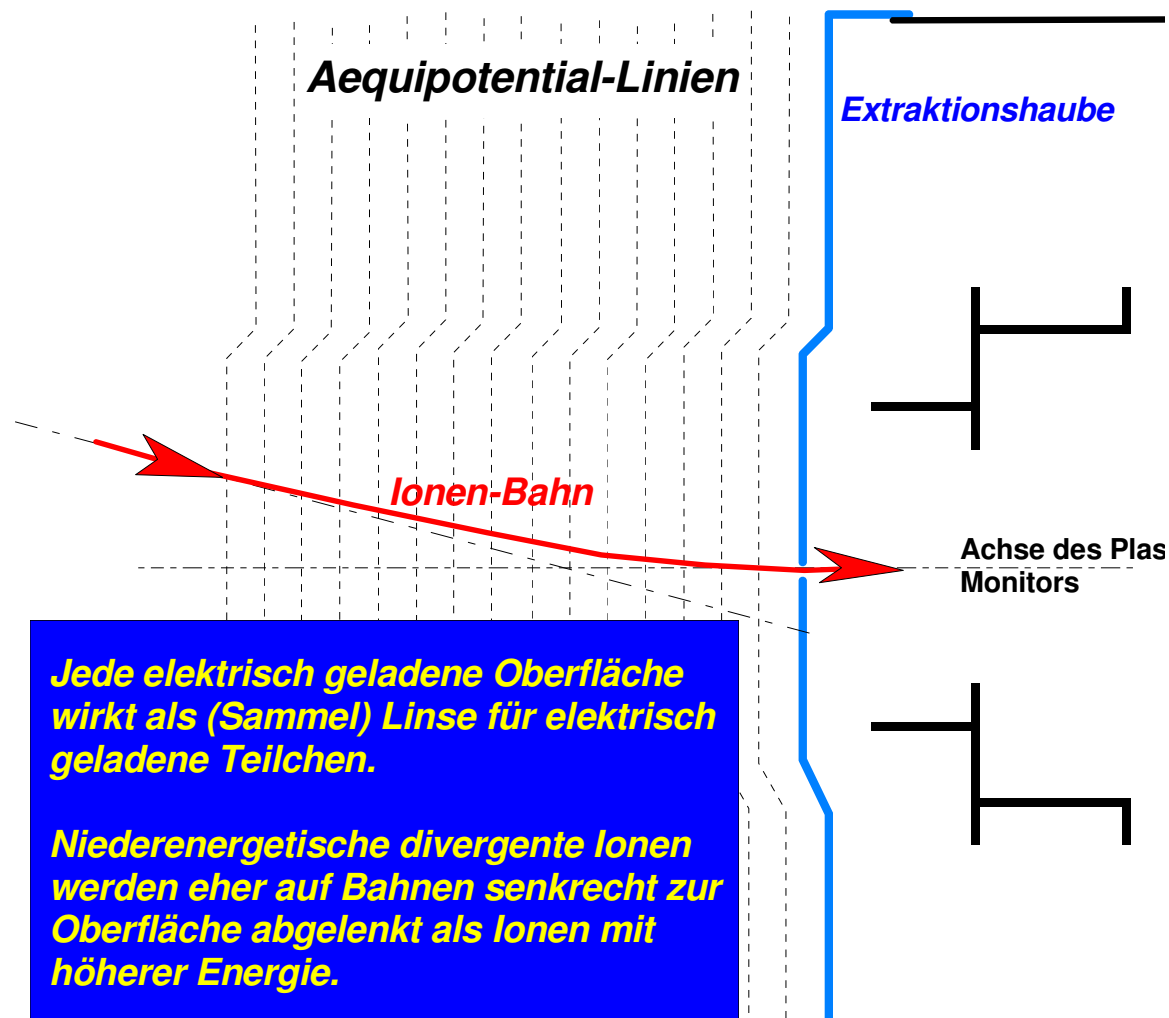
So könnte man dann auch mittels dieser Elektrode bei den meisten Plasmen das Plasma-Potential genau dort hinschieben, wo man es nicht gerade vermutet.

Bei Licht betrachtet verliert diese Idee leider an Glanz.

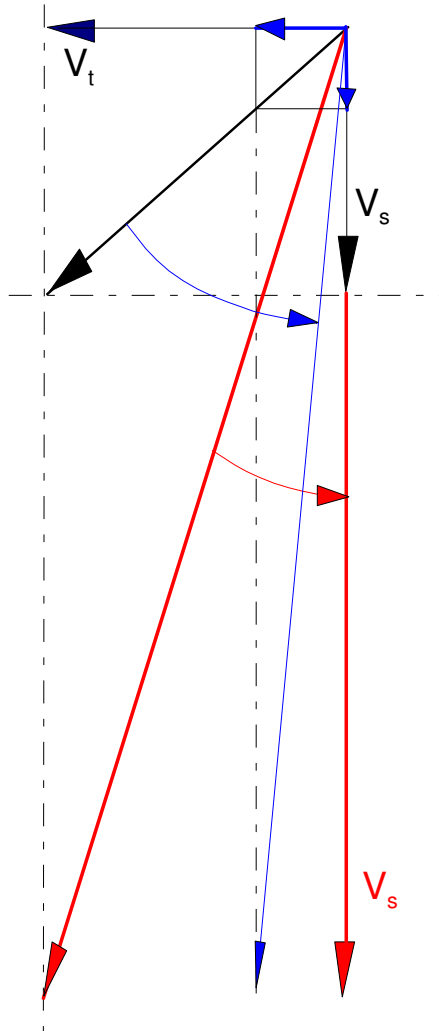
Divergenter Einfall der Ionen in das Gerät:



Divergenter Einfall der Ionen in das Gerät:



Divergenter Einfall der Ionen in das Gerät:



Beispiel: Die Extraktionshaube sei auf – 20 VDC
 Der Winkel betrage 75 Grad und Teilchen
 mit Energien 0.5 - 10 eV fliegen in Richtung
 der Haube.

$V_t \cdot (F_d + 12.9)^{1/2} = V_s$ gilt und hieraus kann
 für verschiedene Anfangsenergien der
 Auftreffwinkel berechnet werden:

0.5 eV	20 eV	80.1 Grad
1.0 eV	20 eV	78.2 Grad
5.0 eV	20 eV	76.3 Grad
10. eV	20 eV	75.5 Grad

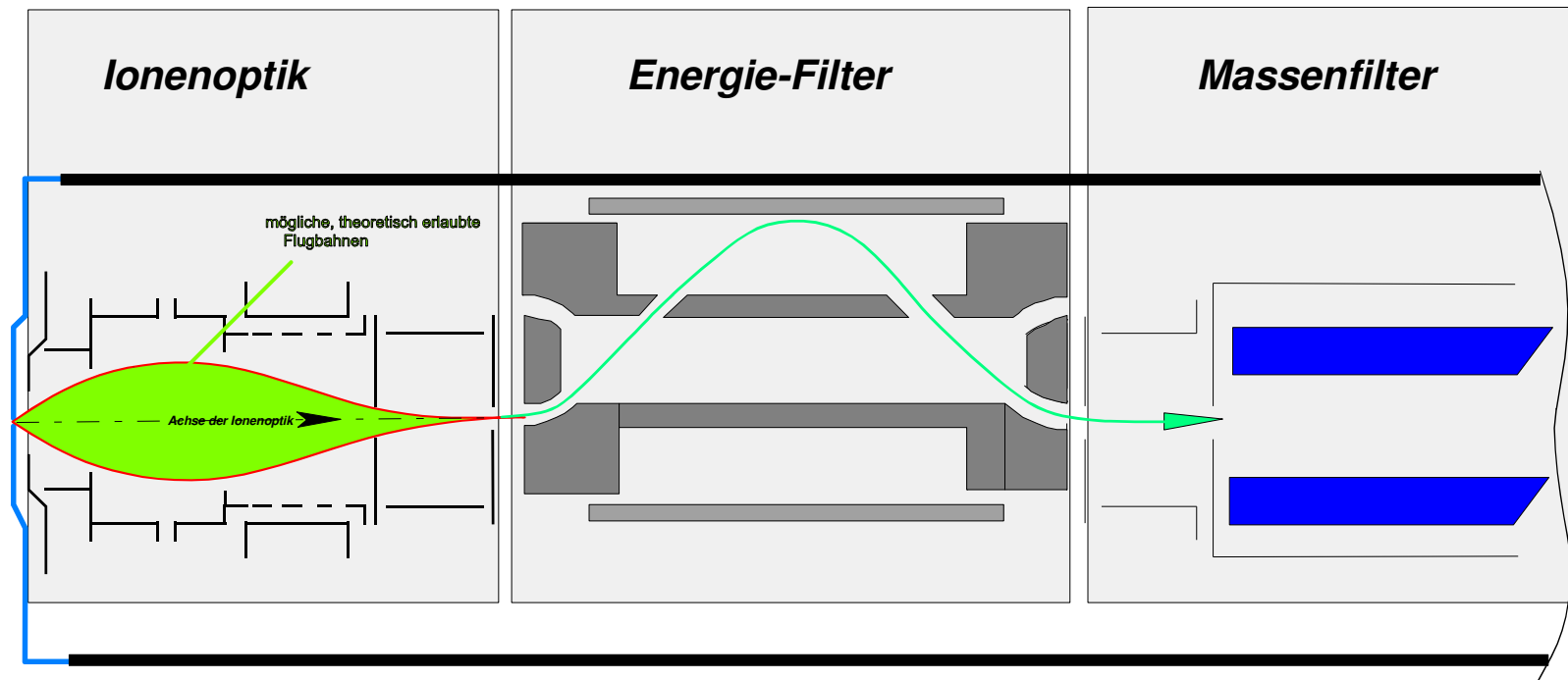
Akzeptanzwinkel des Plasma Monitors?

SIMION Simulationen als Lösung??

„Akzeptanzwinkel des Plasma Monitors
zwischen 5 und 15 Grad je nach
Einstellung der Optik und Energie der
Ionen“

Gang des Akzeptanzwinkels nicht genau
bekannt

Akzeptanzwinkel des Plasma Monitors?



Akzeptanzwinkel des Plasma Monitors?

Annahmen über den Potentialverlauf in der Plasma-Randschicht?

Potential der Extraktionshaube könnte das Plasma leicht beeinflussen

Winkelverteilung der startenden Ionen???

Akzeptanzwinkel des Plasma Monitors?

Randfelder im Eingangsbereich könnten theoretisch Dispersion bewirken.

Akzeptanzwinkel des Plasma Monitors hängt von den Einstellungen der ersten ionenoptischen Elemente ab. (Rechnen, Simulieren, Messen?)

Focussierungswirkung der Extraktionsblende könnte energieabhängig gerechnet werden (Entfaltung?).

Winkelverteilung, der aus dem Plasma startenden Teilchen unbekannt!

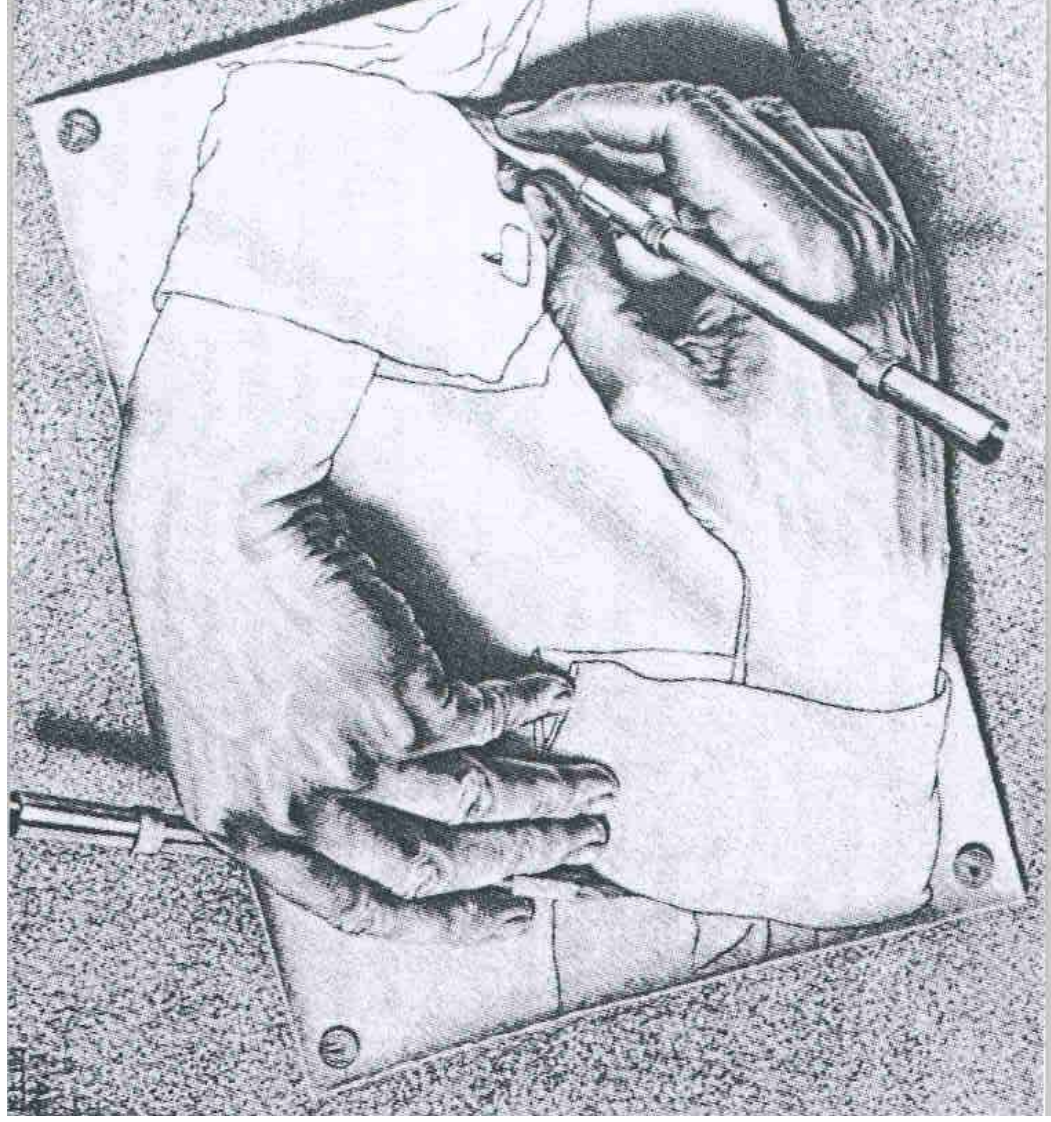
Akzeptanzwinkel des Plasma Monitors?

Sind die Ionen erst mal in das Gerät gelangt, so findet im Inneren keine wesentliche Energiedispersion statt?

Massendiskriminierung durch das Quadrupol
Massenspektrometer ist in jedem Falle zu beachten

**Problem liegt in der Extraktion der Ionen
aus dem Plasma!!**

Mir kommt die Situation fast so vor



Pragmatischer Lösungsansatz?

Transferoptik ausschalten

Energiespektrum (mit niedrigster Intensität) aufnehmen

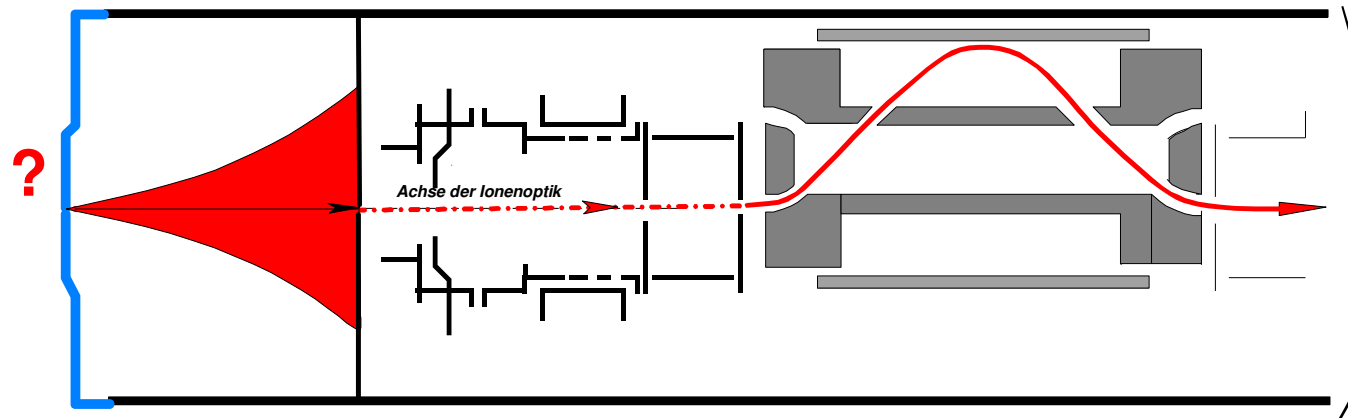
Parameter der Ionentransfer Optik so einstellen, dass das Energiespektrum in Form und Lage nicht geändert wird sondern nur das Signal höher wird.

bei dieser Einstellung keine Energie (Winkel)
Dispersion mehr ????

(Univ. Bochum)

Andere Lösungen?

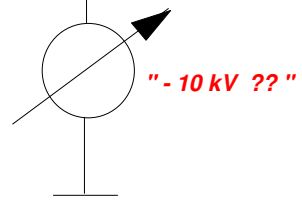
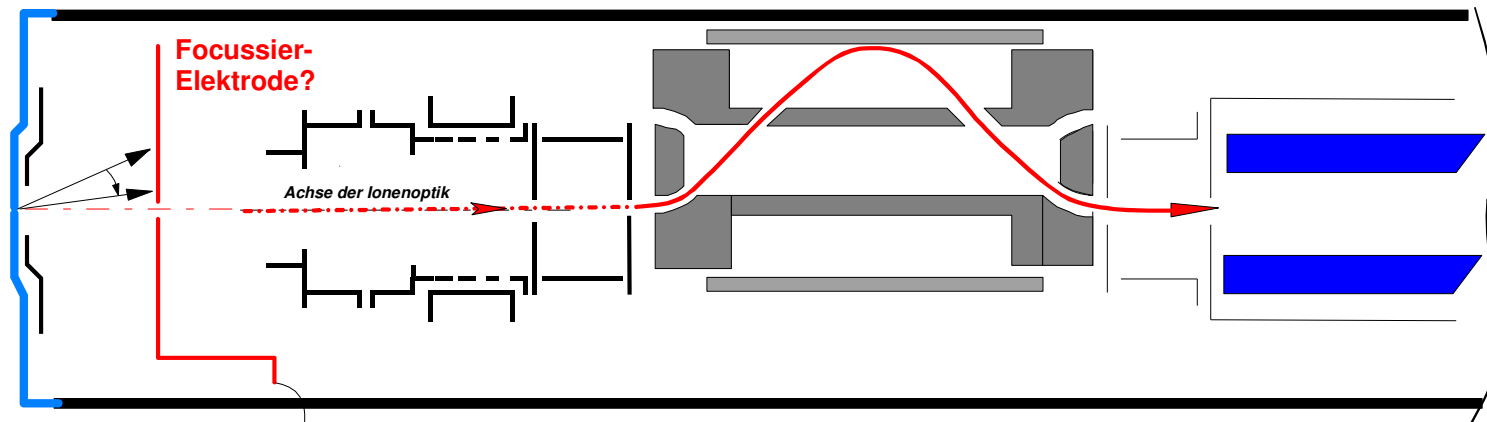
Transferoptik so umarbeiten, dass ein Akzeptanzwinkel von 0 Grad resultiert, ist möglich ?



Wir wollen aber noch ein „halbwegs empfindliches“
Gerät betreiben.

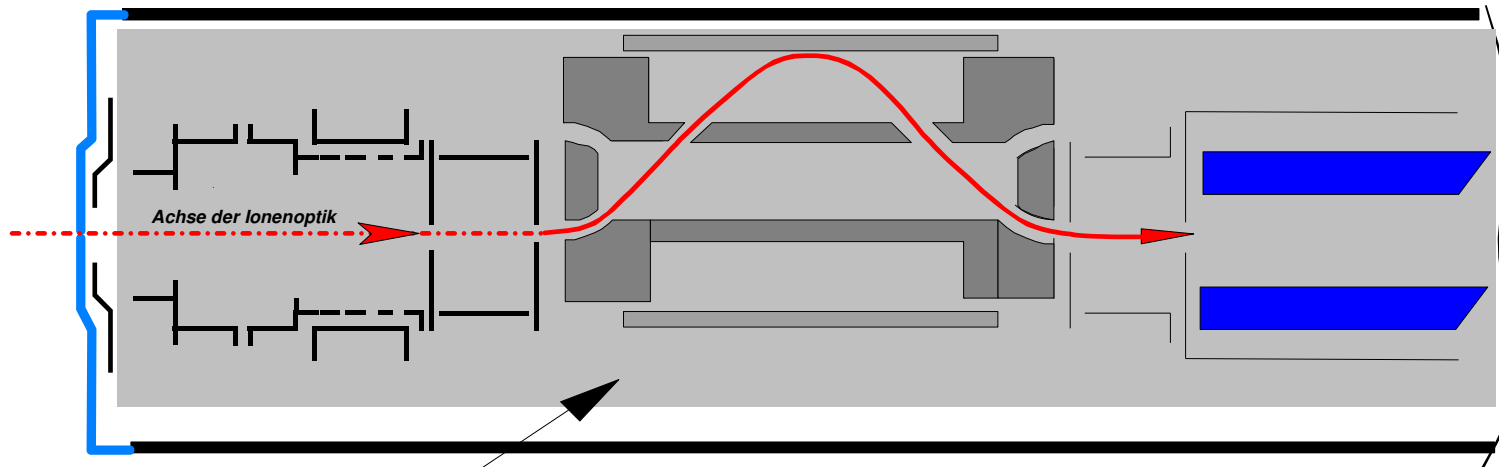
Mir ist noch keine Patentlösung bekannt

Andere Lösungen?



Intensitätsverluste im Auslassbereich der Elektrode?
Erneute Winkeldispersion im Auslassbereich ?

Andere Lösungen?



Innenleben des Gerätes auf eine "Ziehspannung" legen, die sehr hoch ist in Bezug auf die Energie der einfallenden Ionen

Überschläge im Eingangsbereich?

Herstellkosten eines solchen Gerätes?

Sicherheitsaspekte

Zusammenfassung

Klassische Gegenfeldmethode

schliesst Energiedispersion im Gerät selbst aus

Randfelder im Uebergangsbereich Extraktionshaube Ionenoptik

„man kann sich drehn man kann sich winden“

Extraktionshauben-Potential muss kleiner als das Plasmapotential sein

energieabhängige Focussierung immer!

Ionen, die auf die Haube auftreffen haben eine **Energie- und eine Winkelverteilung**, beide möchte ich messen

Gang des Akzeptanzwinkels in Abhängigkeit von der Energie
könnte man rechnen

Es bleibt immer „eine Gleichung mit zwei Unbekannten“