

Möglichkeiten der Strahlprofilsteuerung von Breitstrahlionenquellen

M. Tartz, S. Jankuhn, F. Scholze, E. Hartmann, H. Neumann
Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung Leipzig

Möglichkeiten der Strahlprofilsteuerung

- Einführung - Ionenquellen, Strahlextraktion
- Modifizierung der Extraktionsoptik
- Clusterung von Ionenquellen
- segmentierte Ionenoptik

- Zusammenfassung

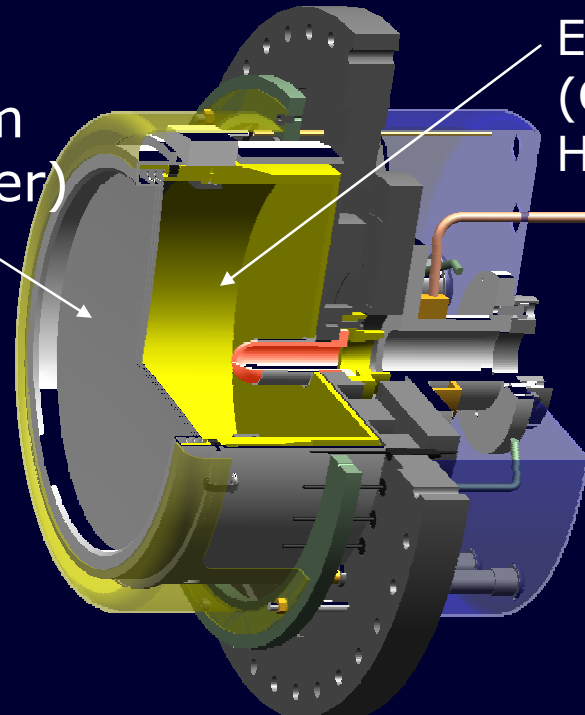
Einleitung: Breitstrahlionenquellen

großflächiger Ionenstrahl

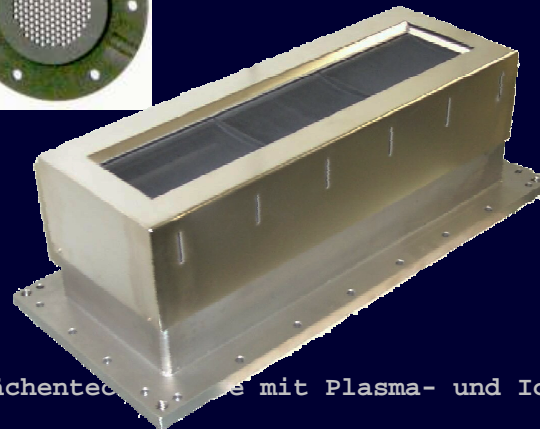
Extraktionssystem
(Multiaperture-Gitter)

Entladungsraum
(Gleichstrom-,
HF, ECR Entladung)

Magnete,
Gaszuführung,
MW-Einkopplung



Energie < 2 keV
Ionen: Argon,
Xenon, u.v.a.



Anwendung von Breitstrahlionenquellen

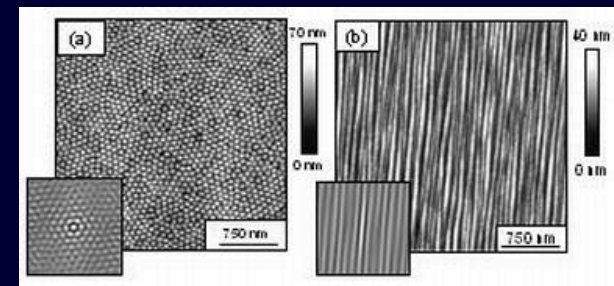
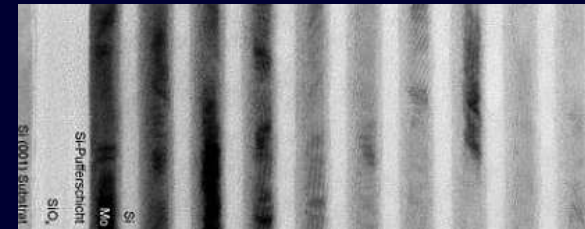
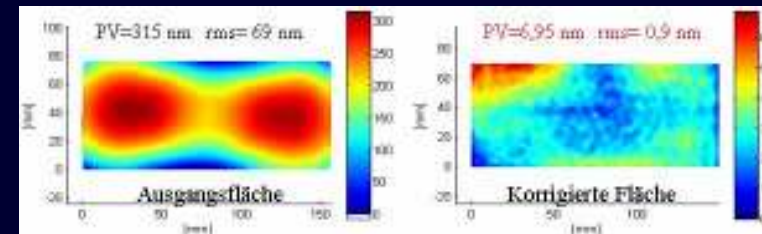
Raumfahrtantrieb

Oberflächenmodifizierung

Ionenenergie, Strahlrichtung,
Ionenstromdichte
voneinander unabhängig,
unabhängig vom Target
⇒ Trennung Strahlgenerierung
und Prozeß

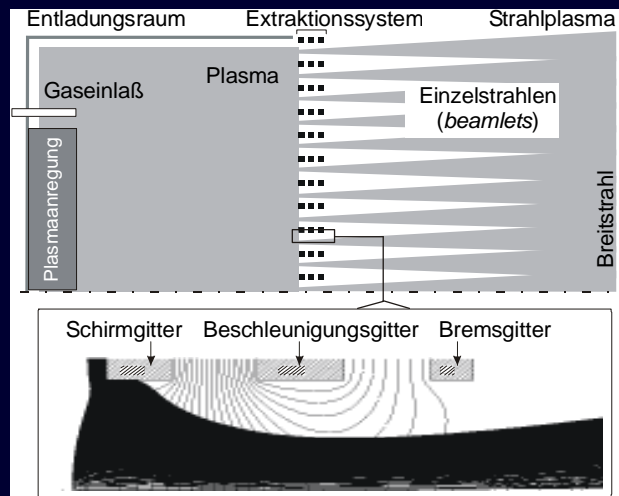
Anwendungen

- Glättung von Oberflächen
- Schichtabscheidung
- Strukturierung
- Implantation
- ...



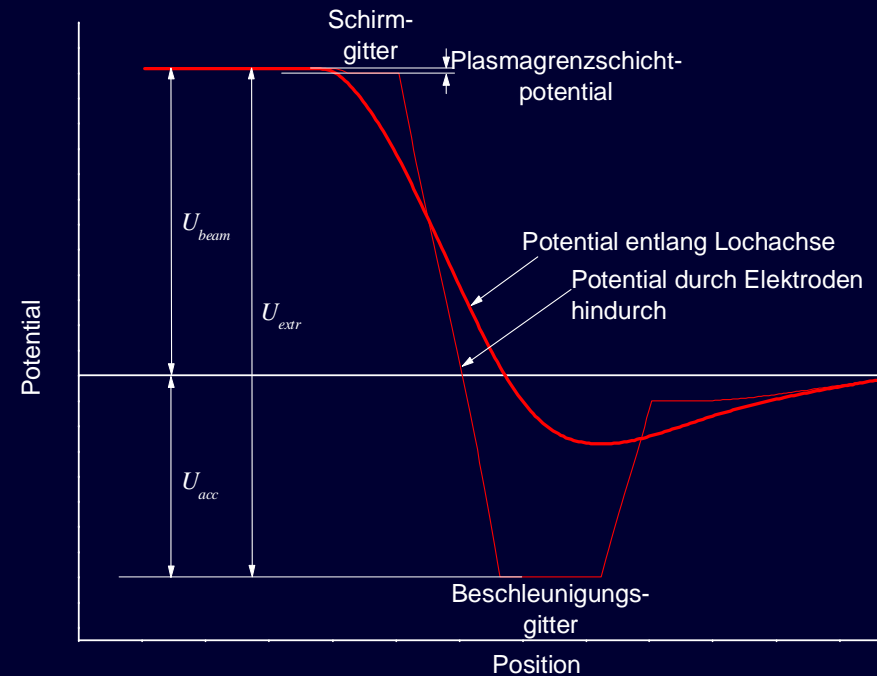
Extraktion des Ionenstrahles

Extraktion von Einzelstrahlen (*beamlets*), Überlagerung zum Breitstrahl



Strahleigenschaften durch Extraktionssystem und Plasma festgelegt

Simulation der Strahleigenschaften
⇒ Optimierung der Extraktionssysteme,
Anpassung an Anwendung



accel-decel-Konfiguration

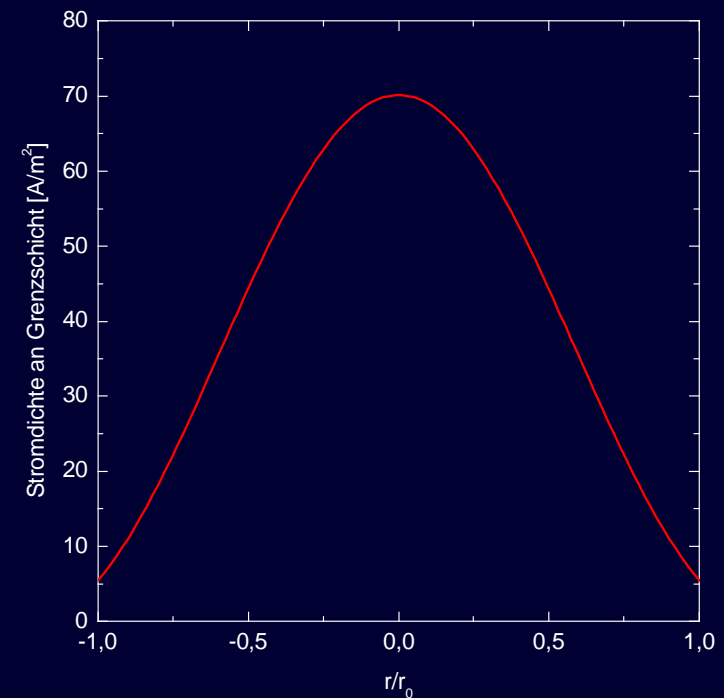
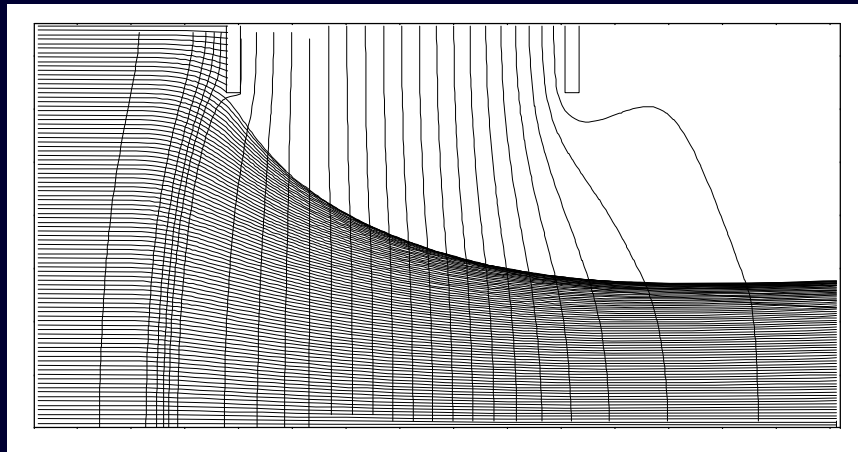
Modifizierung des Extraktionssystems

Strahlhomogenisierung durch Anpassung des Extraktionssystems an die gegebene Plasmadichteverteilung

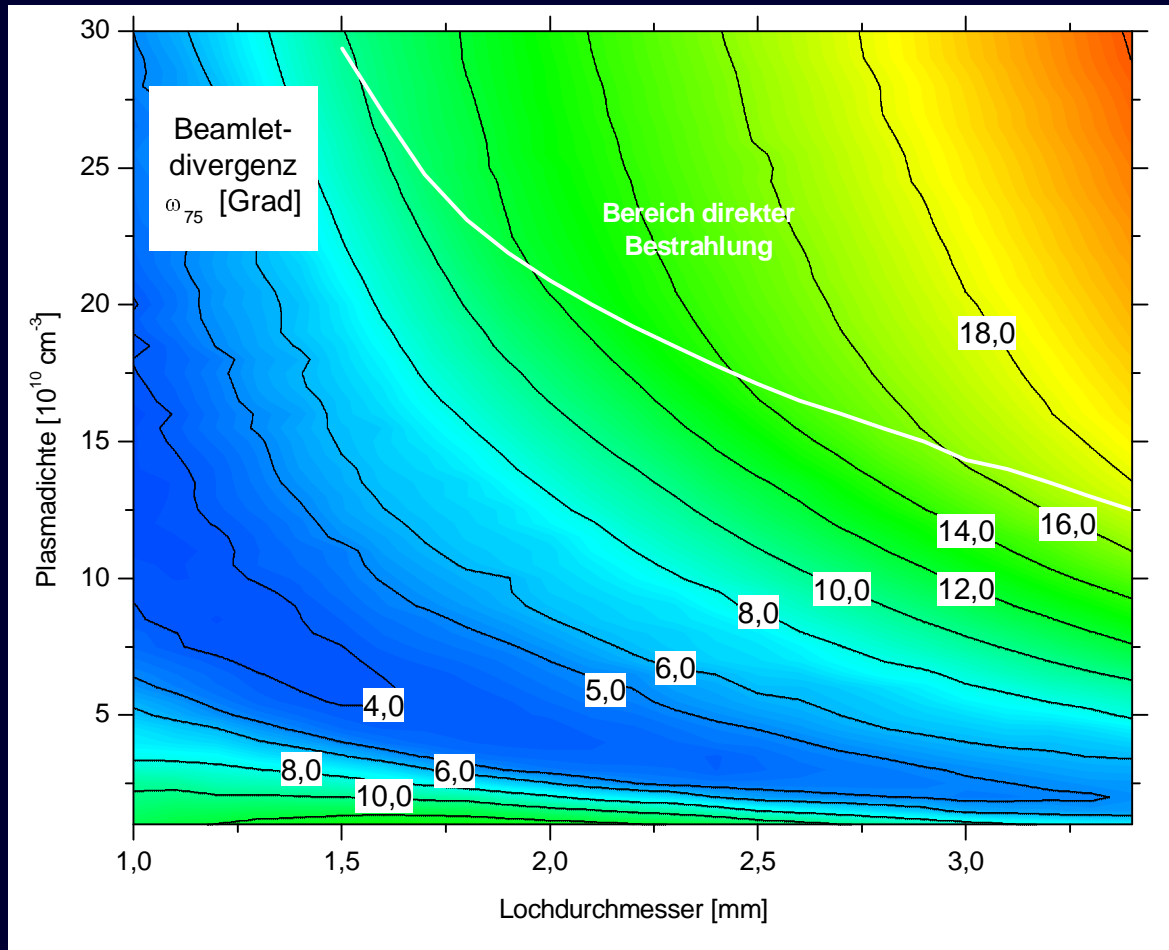
Ziel:

für das gesamte Gitter homogene
Beamletdivergenz,
konstante Stromdichte

⇒ niedrige Beamletdivergenz



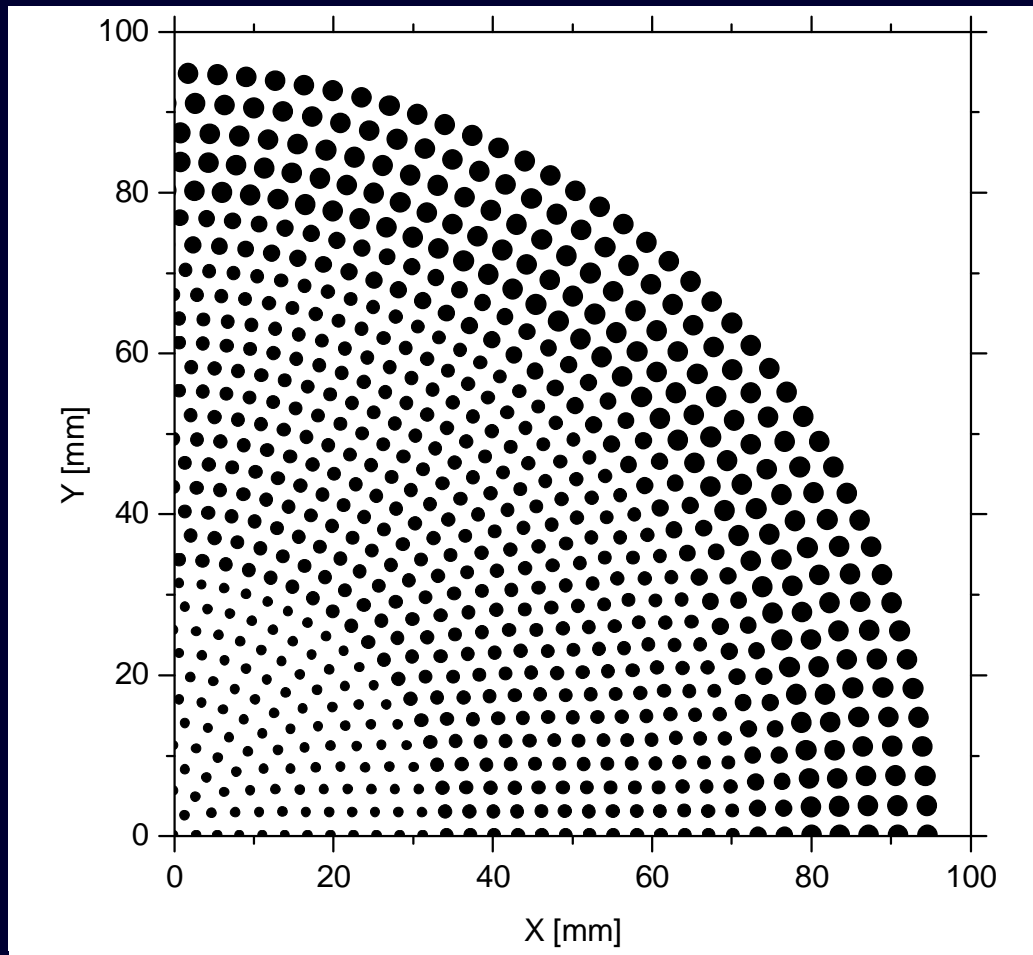
Variation des Lochdurchmessers



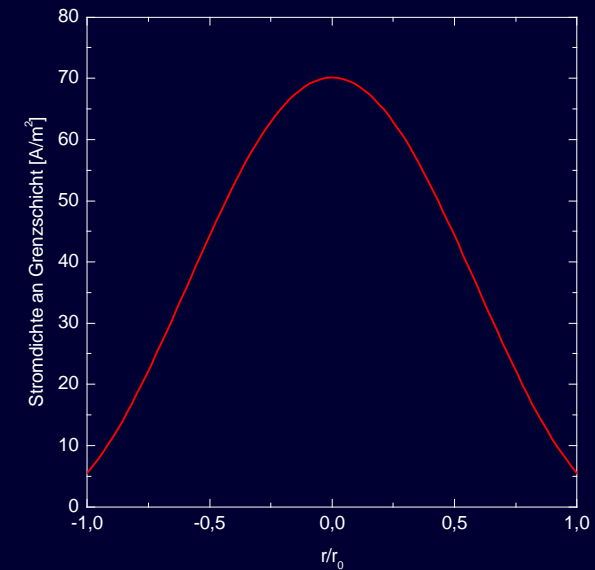
niedrigere
Divergenz durch
kleinere Löcher

höhere Stromdichte
möglich

Anpassung Lochgeometrie

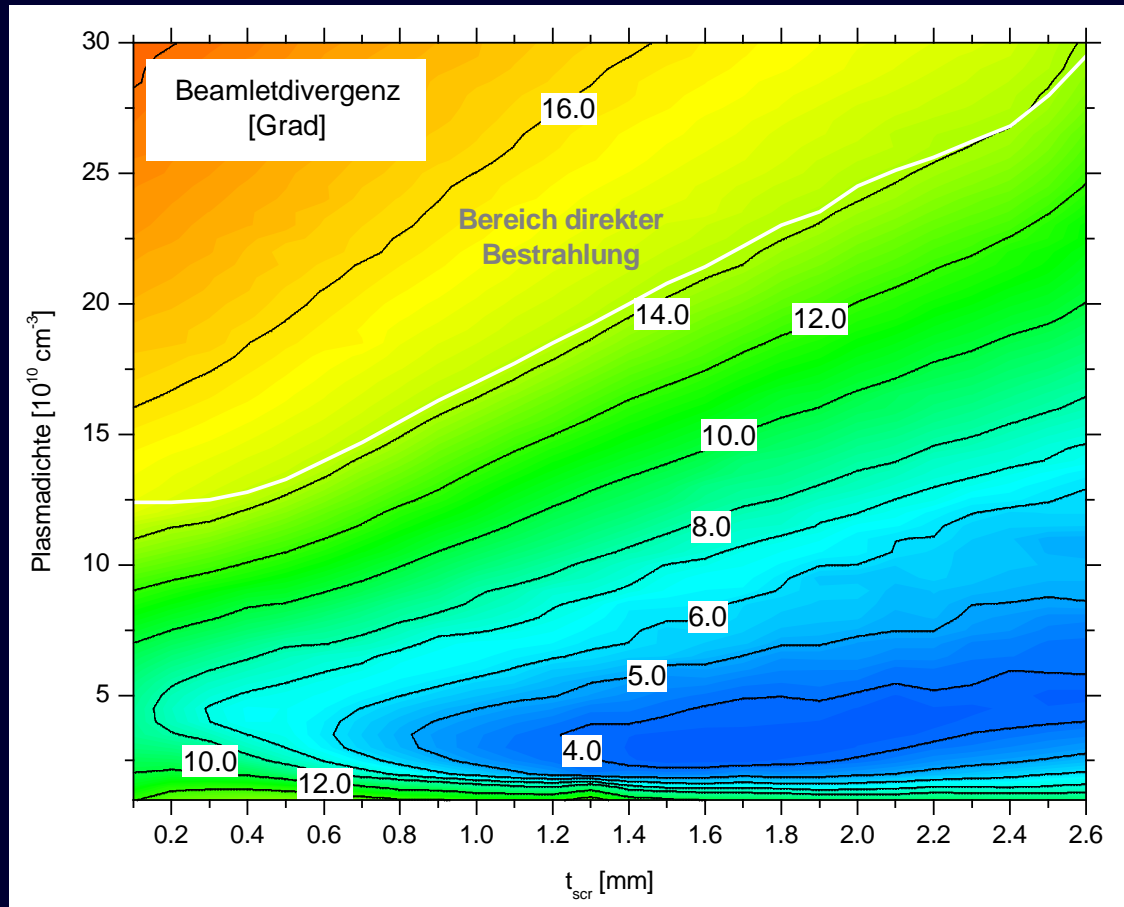


Probleme mit
hexagonaler Struktur



⇒ Anordnung der Löcher
auf Ringen,
verringerte Transparenz

Variation der Schirmgitterdicke

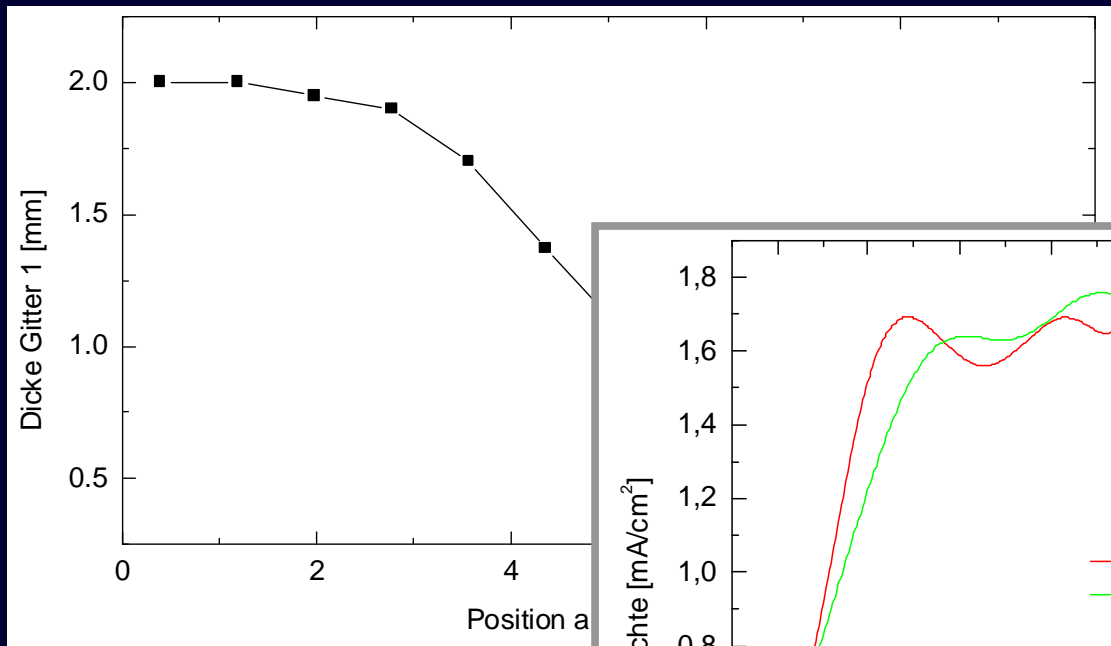


Dünneres Schirmgitter
⇒ höhere
Beamletdivergenz

Direkte Gitterbestrahlung
tritt schon bei kleineren
Plasmadichten ein!

⇒ Linien gleicher
Divergenz und
Beamletstrom parallel

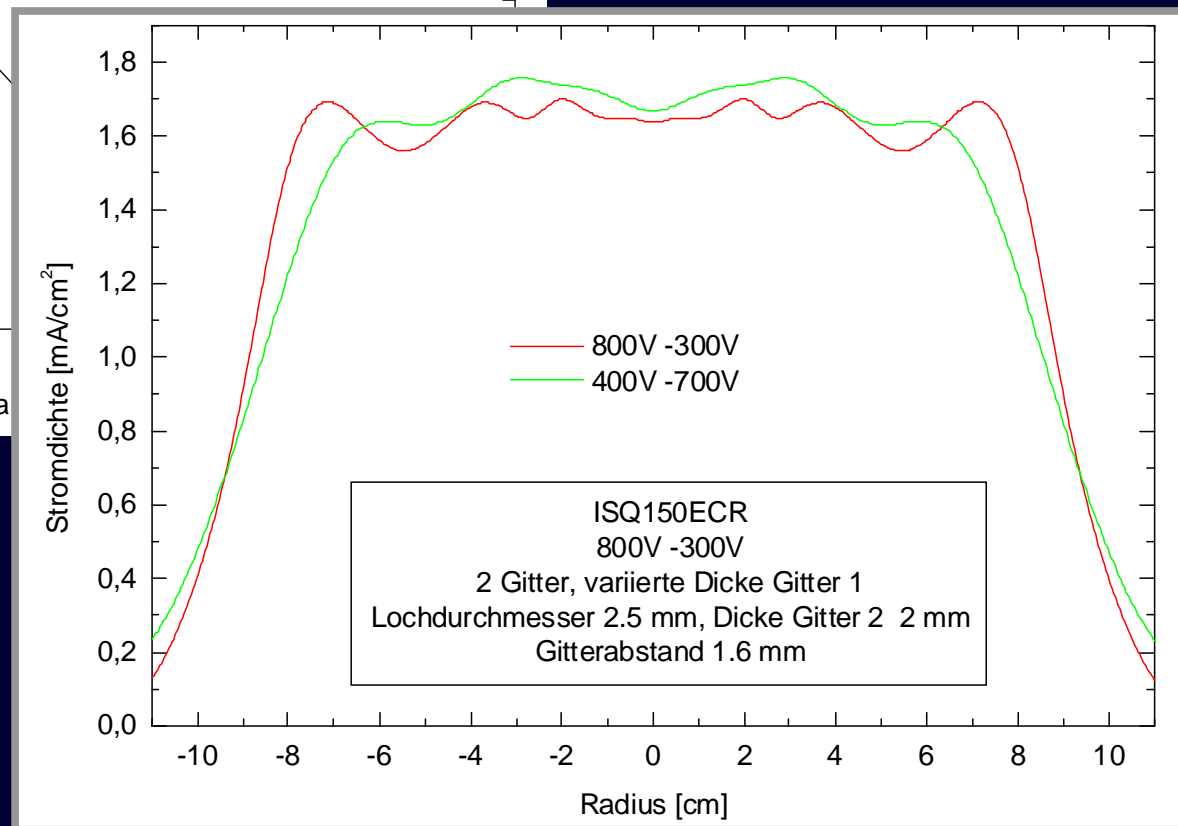
Anpassung Schirmgitterdicke



Aus dickerem
Schirmgitter Profil
schleifen

⇒ Verwerfungen etc.

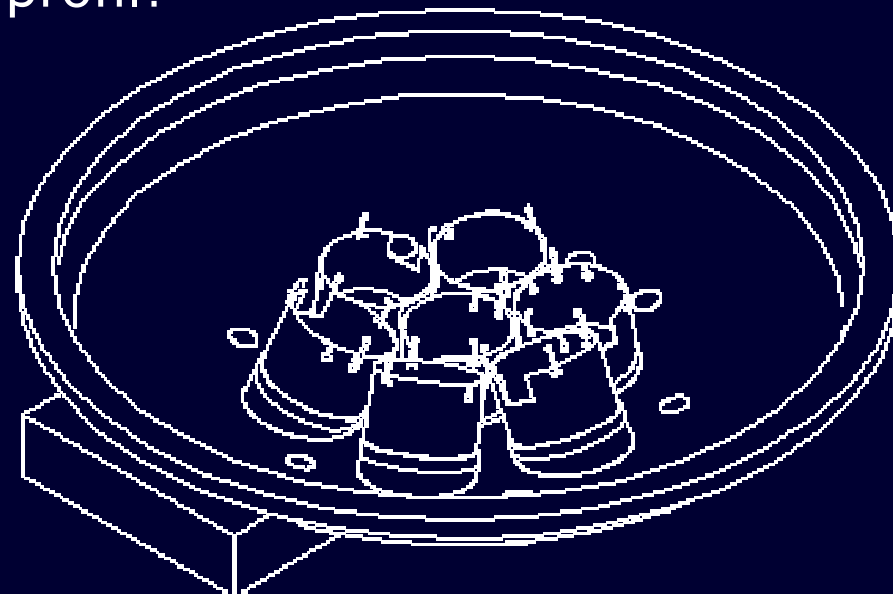
Gitter sehr
empfindlich



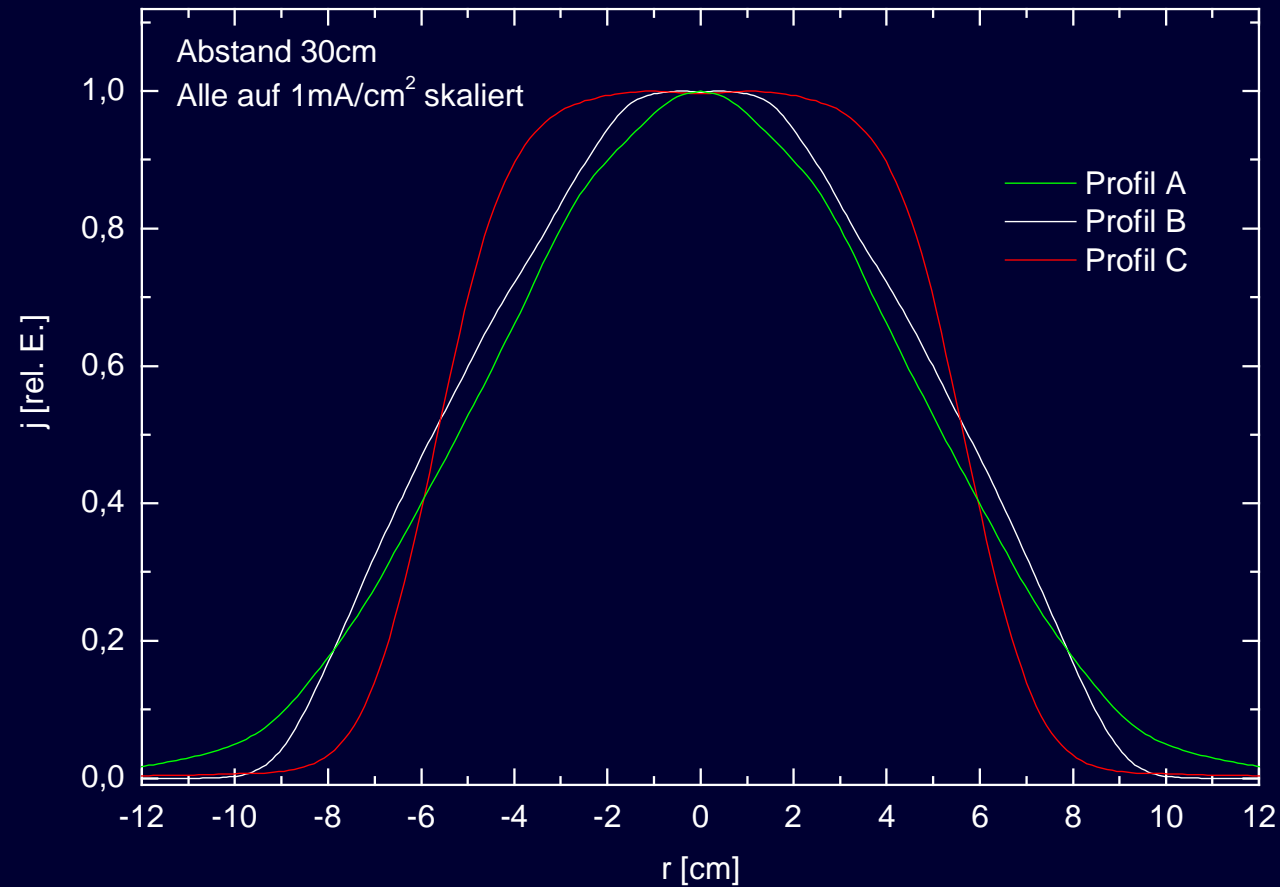
Clusterung von Ionenquellen

Zielstellungen

- Höhere Stromdichte (Auf Zentrum fokussierend)
- Vergrößerung des homogenen Stromdichtebereiches durch Überlagerung mehrerer Quellen
 - ⇒ Unter welchem Winkel Quellen anordnen?
 - ⇒ Welches Breitstrahlprofil?

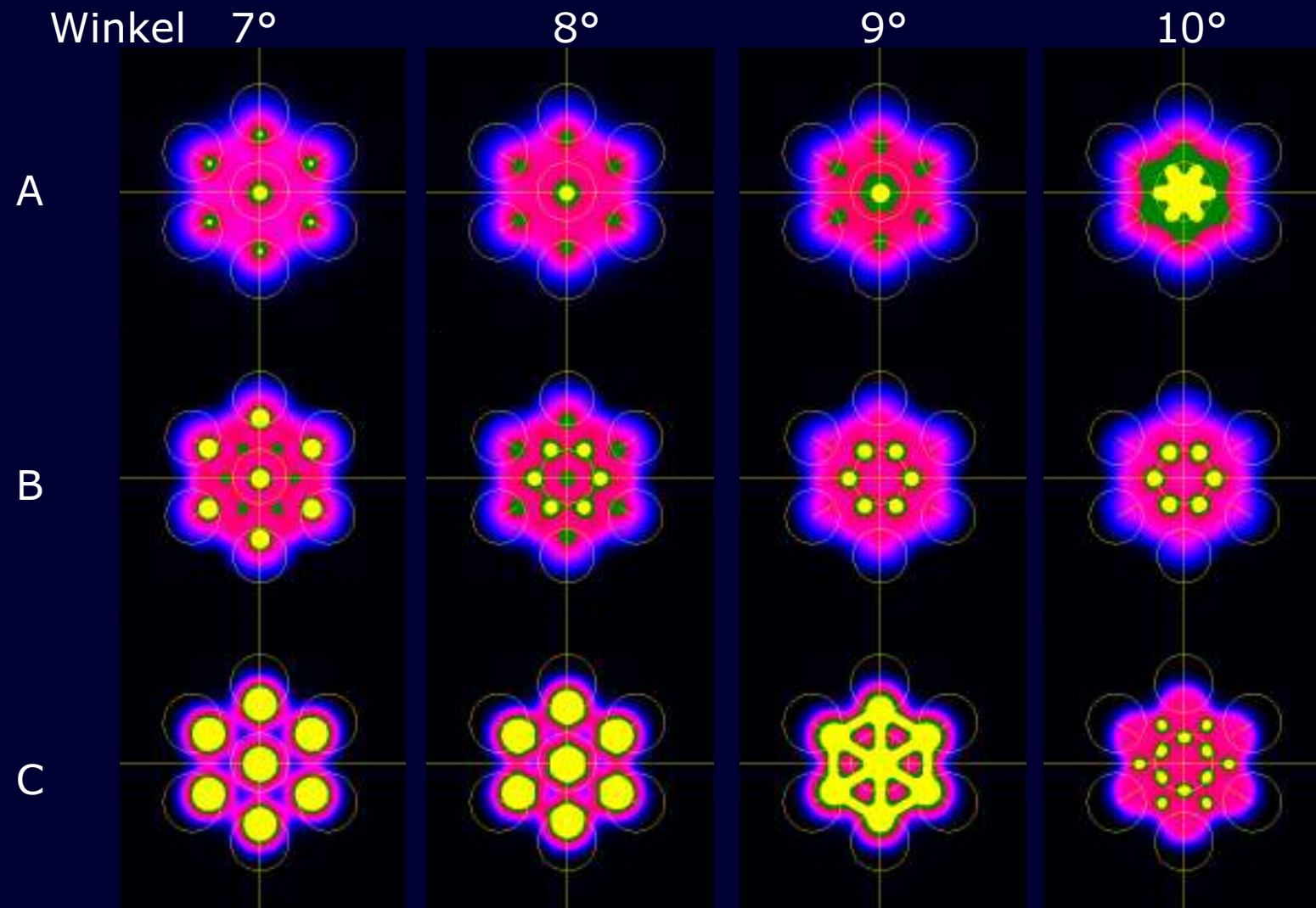


Quellencluster - Modellprofile

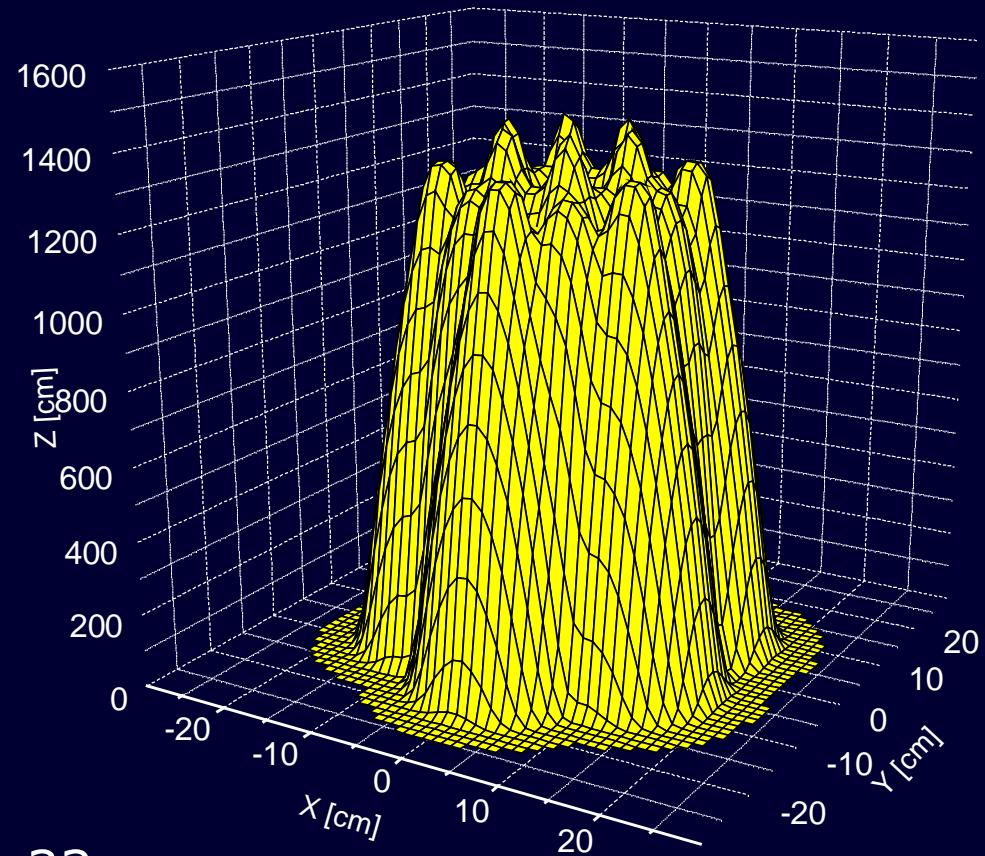
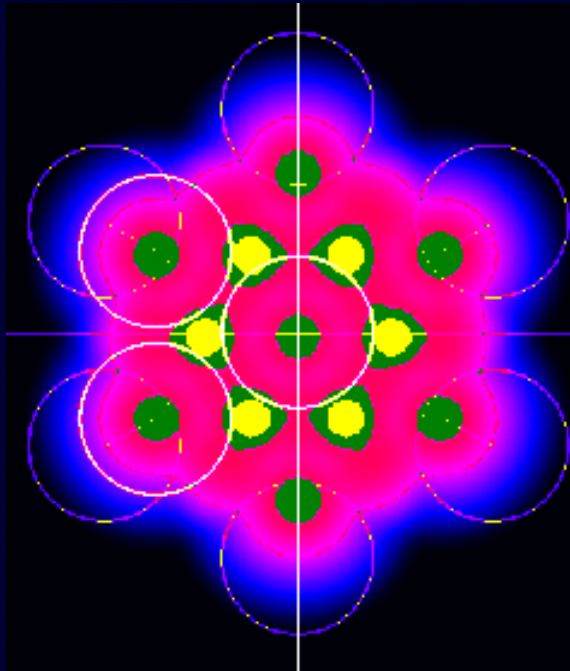


verschiedene Extraktiossysteme (2,3 Gitter)
alle Profile auf 1 mA/cm² normiert, Abstand 30 cm

Quellencluster - 7 Quellen ISQ120



Quellencluster - 7 Quellen 8° zum Zentrum



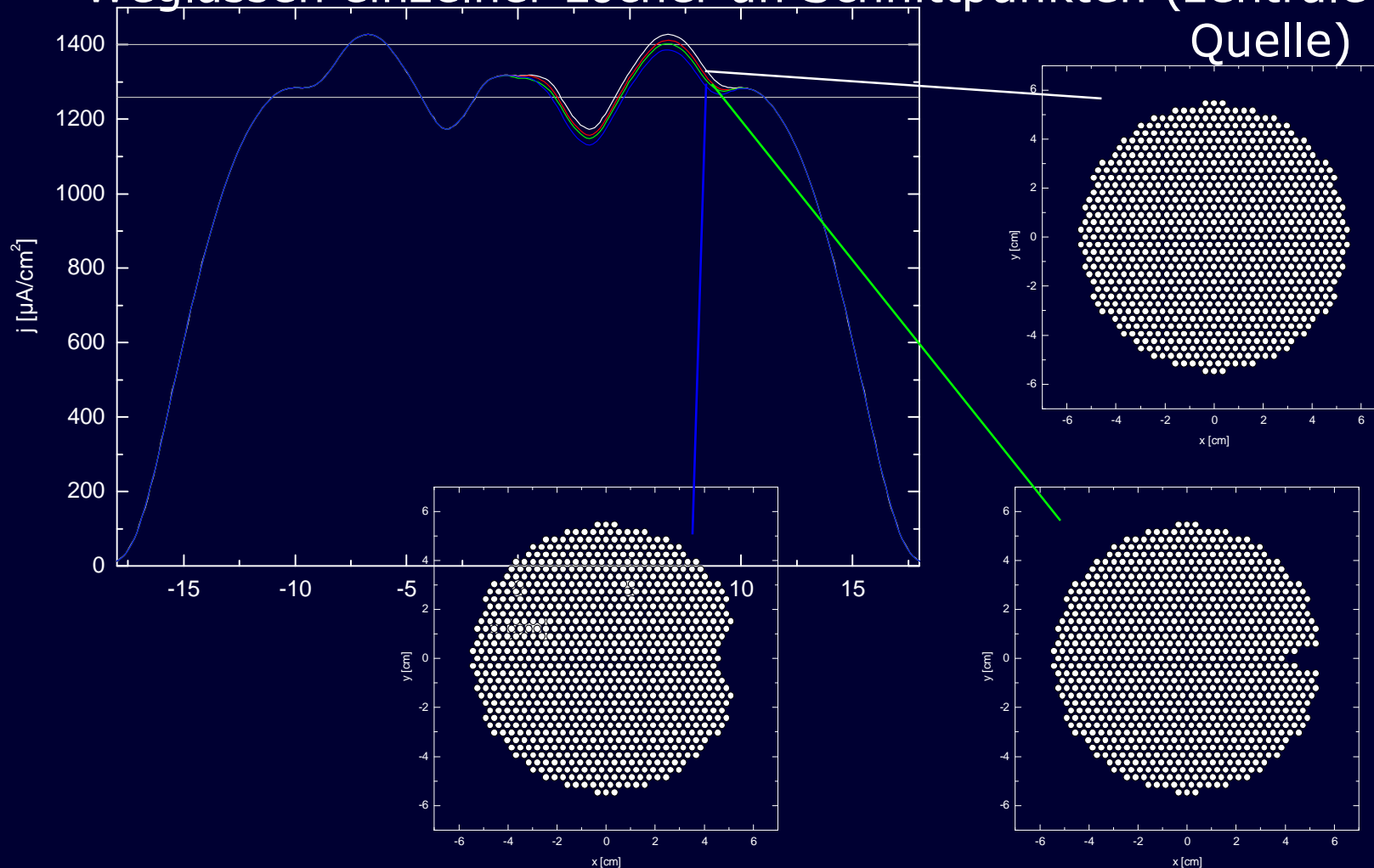
Abstand 30 cm

Durchmesser ($< \pm 5\%$) 28-32 cm

Spitzen?

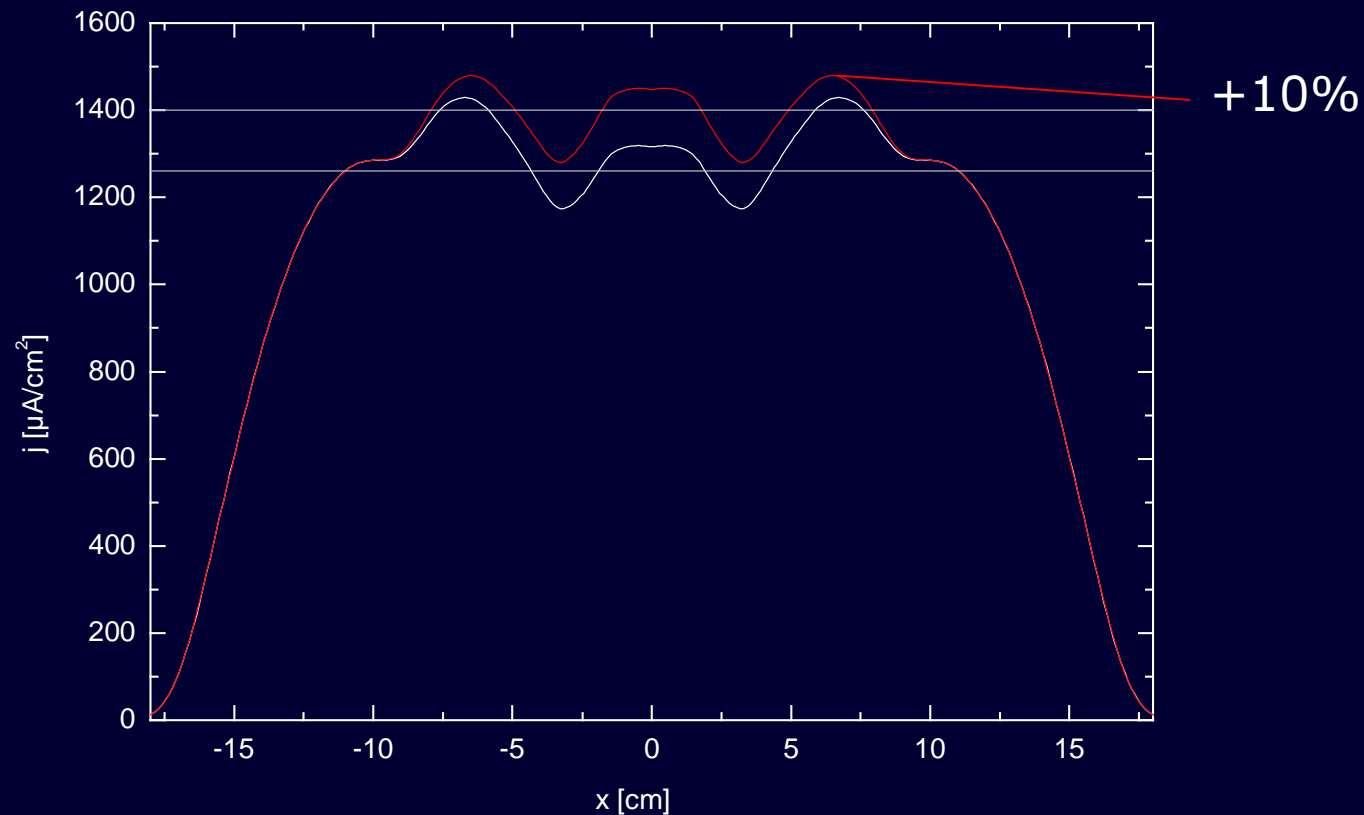
Quellencluster - Verbesserung des Profiles

Weglassen einzelner Löcher an Schnittpunkten (zentrale Quelle)



Quellencluster - Verbesserung des Profiles

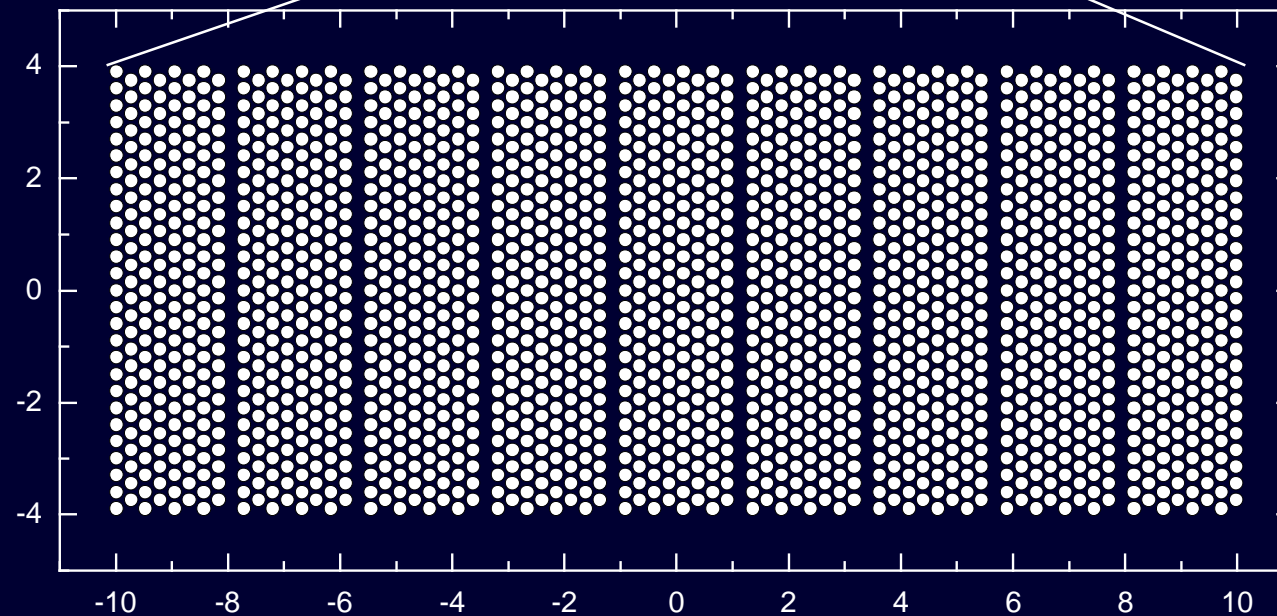
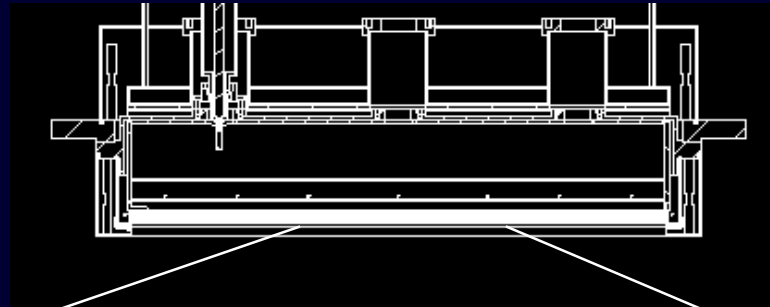
Anhebung des Profiles der zentralen Quelle



Segmentierte Ionenoptik

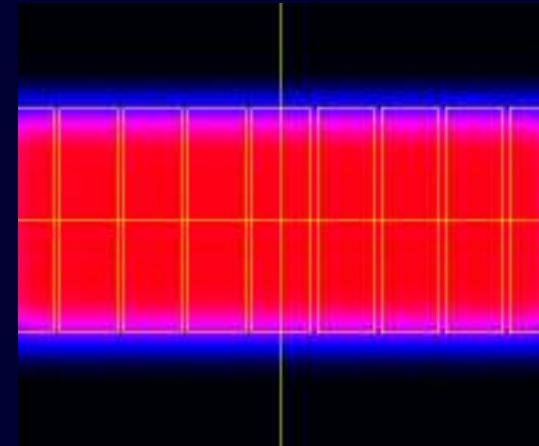
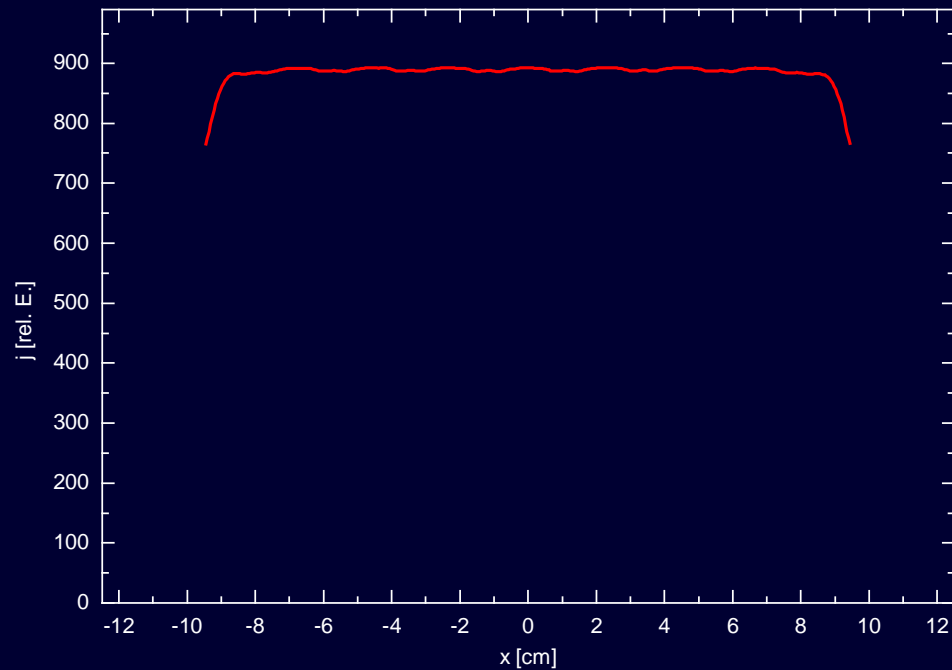
Linearquelle mit segmentiertem Extraktionsgitter

⇒ je Segment PL mittels Schalter 3..97% einstellbar



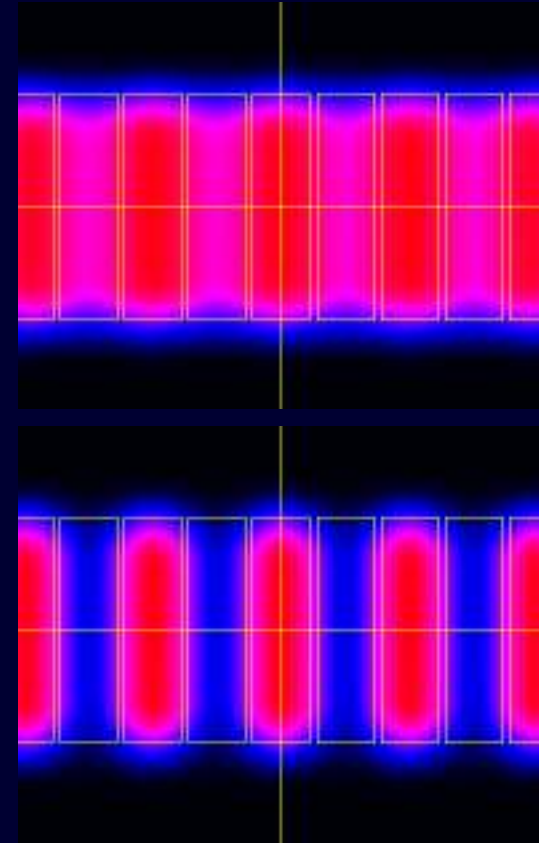
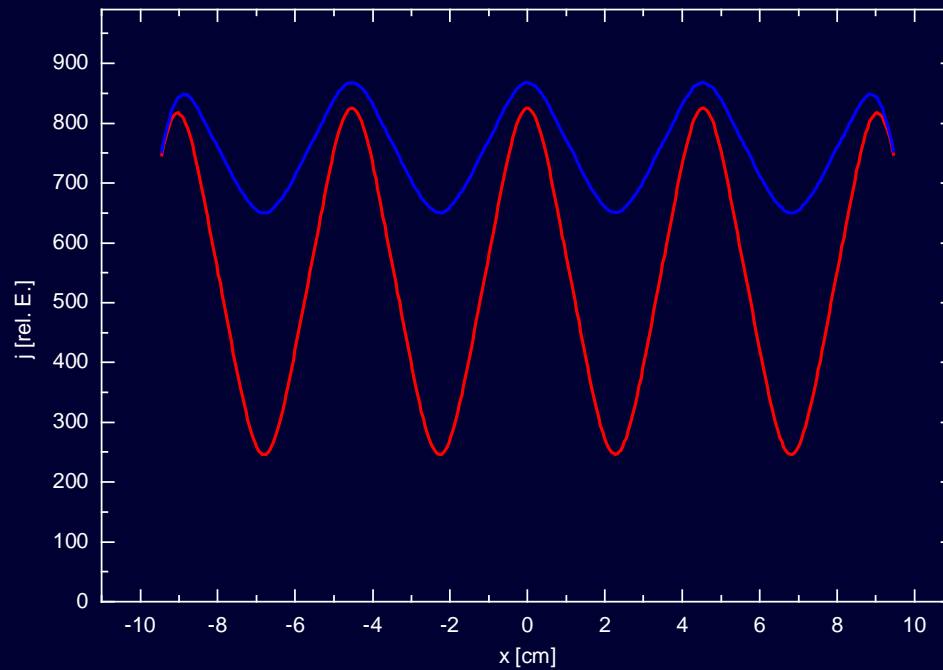
Strahlprofil?

Linearquelle mit segmentiertem Gitter 2



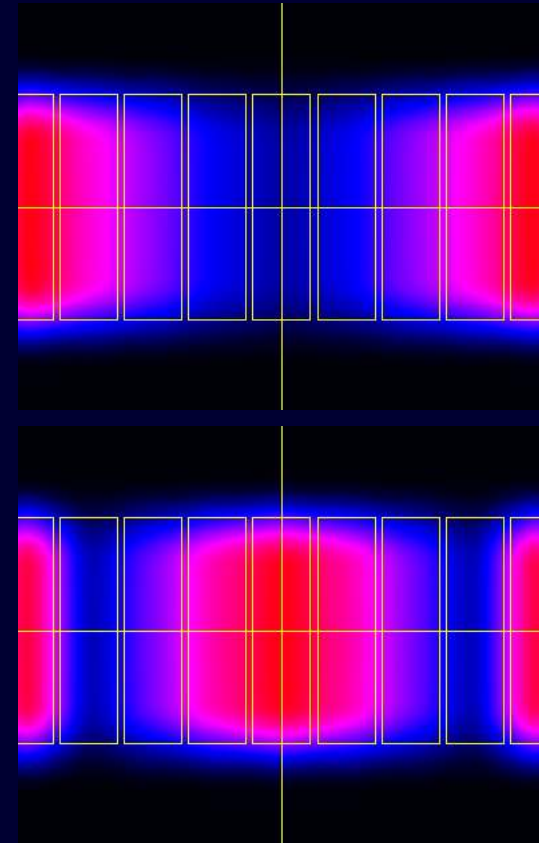
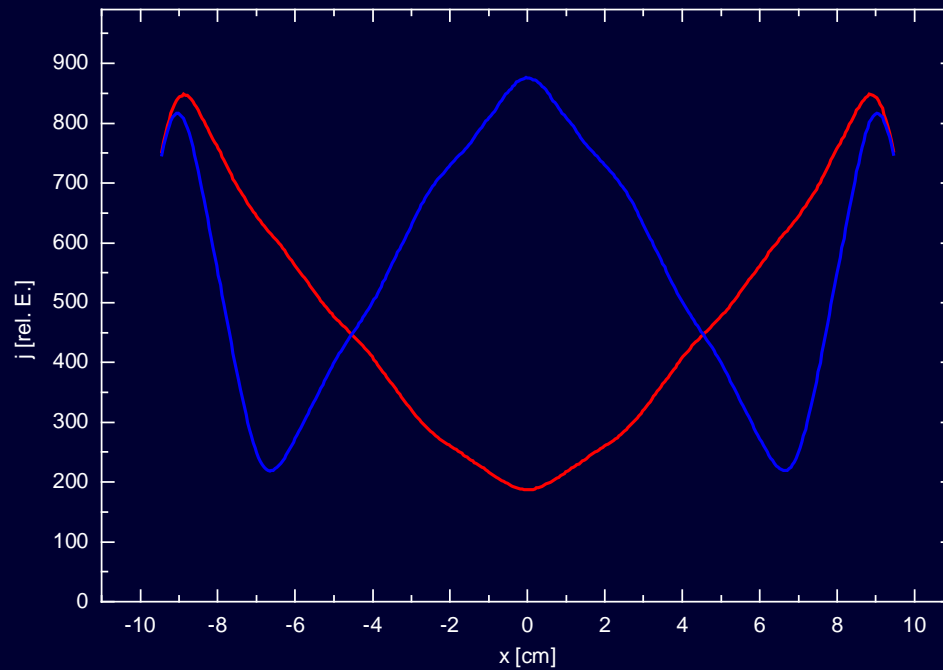
Alle Segmente 100%
Abstand 12cm

Linearquelle mit segmentiertem Gitter 3



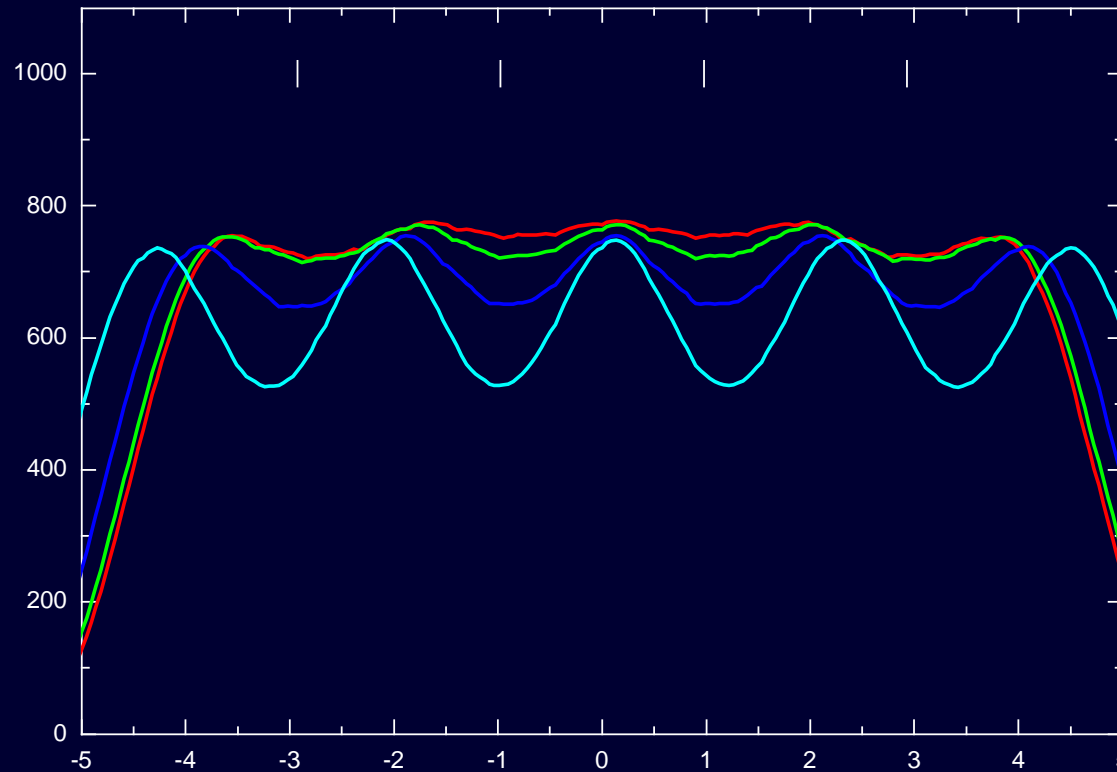
Alternierend: 100% 70% (blau)
100% 20% (rot)

Linearquelle mit segmentiertem Gitter 4



100% 70% 50% 30% 20% 30% 50% 70% 100% (blau)
100% 20% 50% 80% 100% 80% 50% 20% 100% (rot)

Abbildung der Stege

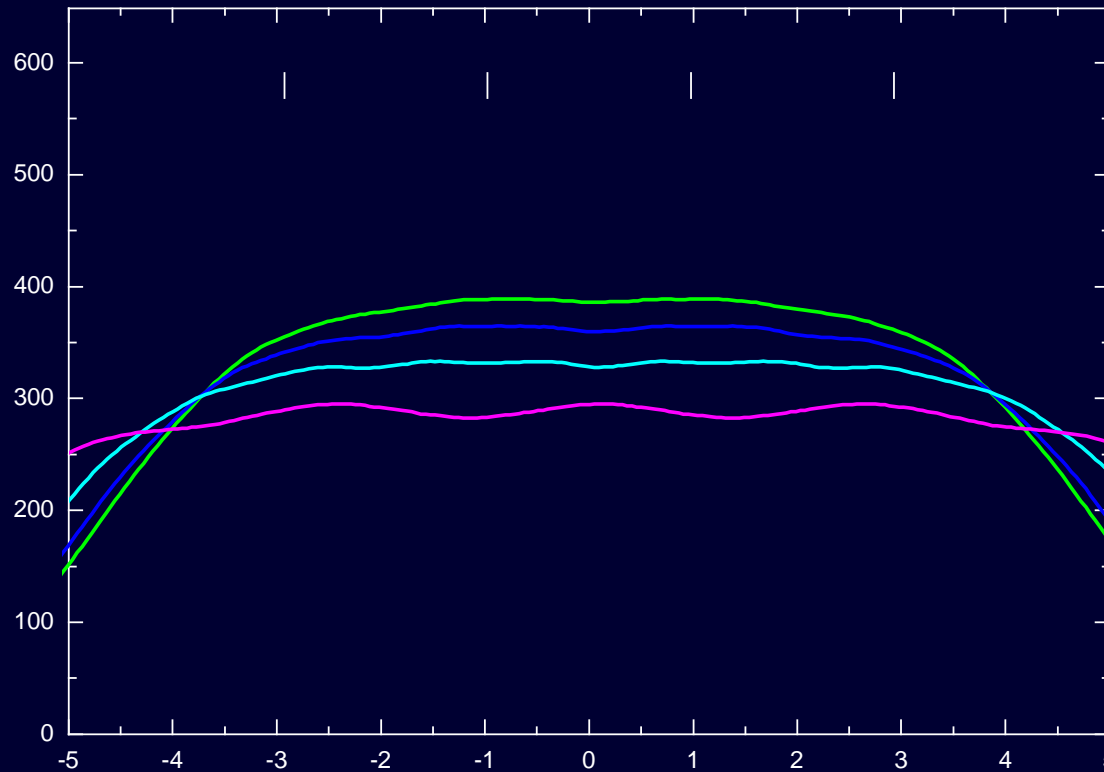


niedrige beamlet-Divergenz (4.5°)

Breite des Steges
0.5 mm
1 mm
2 mm
4 mm

Abstand 10 cm

Abbildung der Stege



hohe beamlet-Divergenz (11°)

Breite des Steges

1 mm

2 mm

4 mm

6 mm

Abstand 10 cm

Zusammenfassung

Strahlprofil einer Breitstrahlionenquelle einstellbar:

- Anpassung des Extraktionssystems an das Plasmaprofil
homogenes oder beliebiges Profil
- Clusterung von Ionenquellen
hohe Stromdichte, homogenes Profil
- Segmentierte Extraktionssysteme
beliebige Profile, zeitlich veränderlich