



Universität  
Hamburg



**bmb+f**

Großgeräte  
der physikalischen  
Grundlagenforschung



# *Die Messung des Strahlprofils eines UV-Lasers*

Krzysztof Komar

Dortmund – 28.03.2006



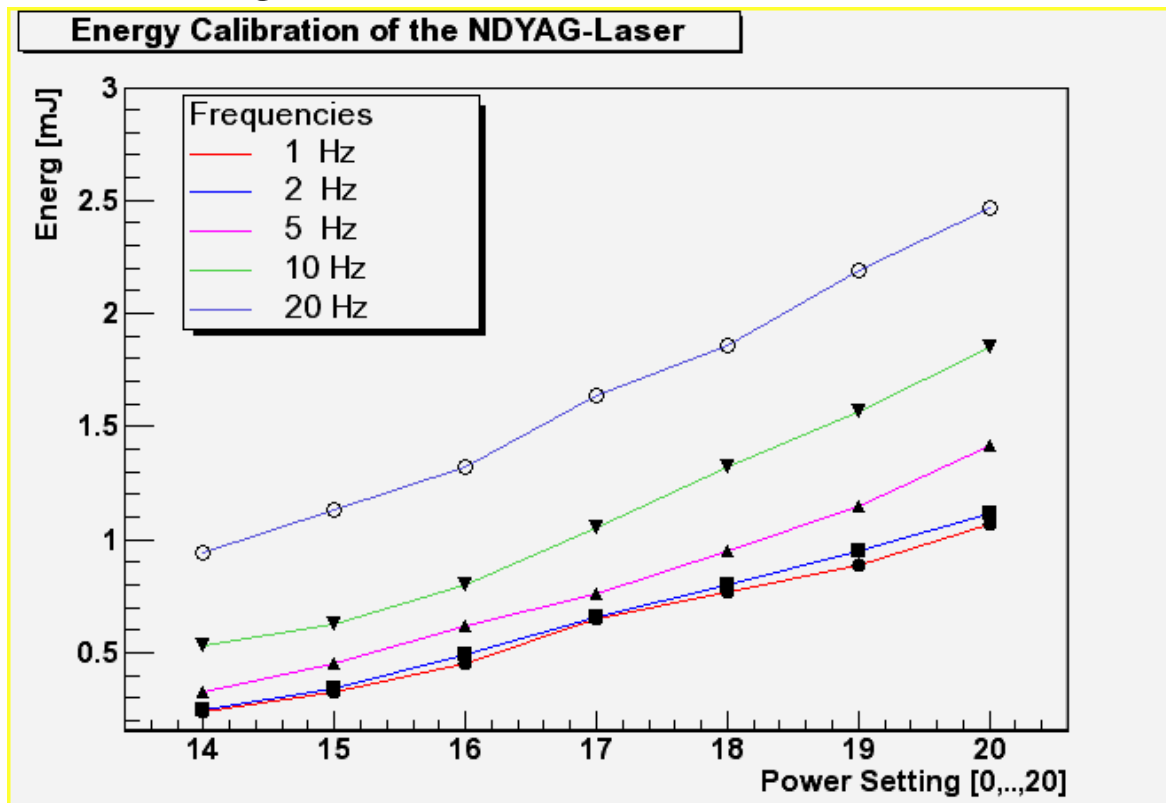
## *Messung des Strahlprofils - Zielsetzung*

- Bestimmung der Divergenz des Lasersystems
  - Divergenz ist ein wichtiger Parameter zur Berechnung der Strahlbreite
- Bestimmung des Intensitätsprofils
  - Berechnung der ionisierenden Kante
  - Abschätzung der effektiver Breite des Lasers



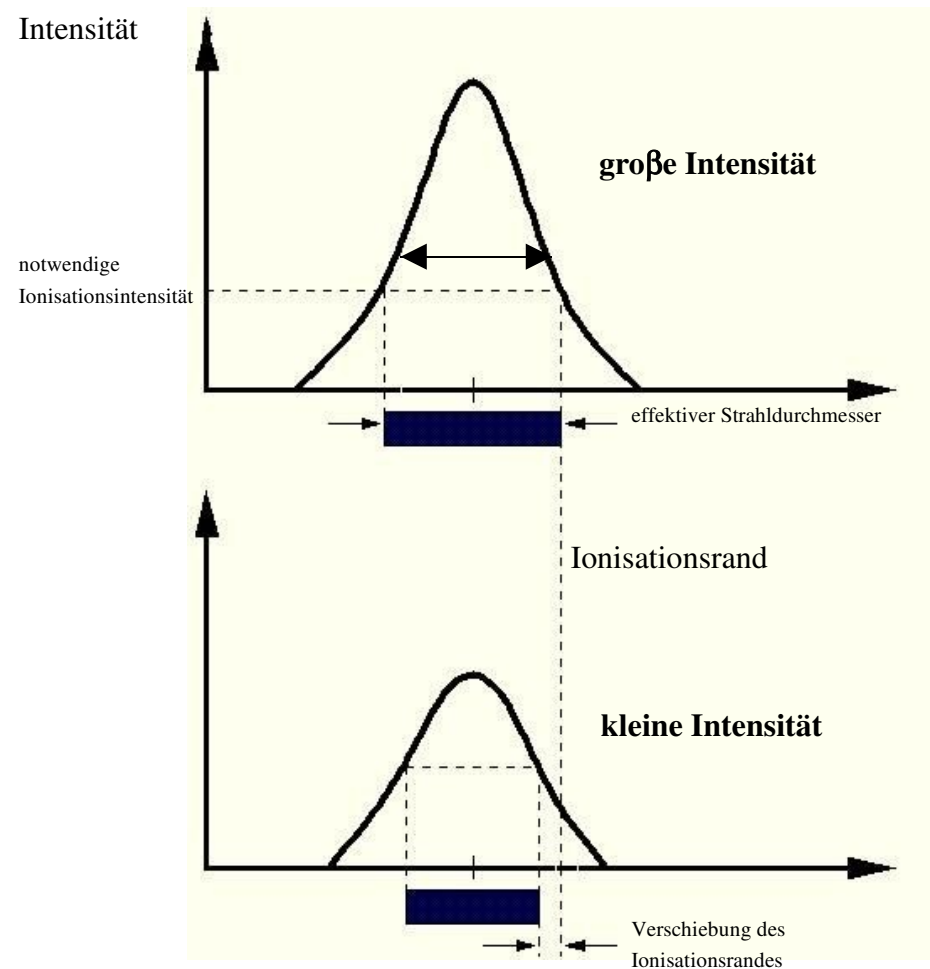
## *Parameter des NdYAG-Lasers*

- Wellenlänge:  $\lambda = 266 \text{ nm} \rightarrow h\nu = 4.66 \text{ eV}$
- Max. Wiederholrate des Lasers 20 Hz
- Max. Energie der Pulse 3 mJ
- Länge der Pulse  $< 6 \text{ ns}$
- $\phi$  des Laserstrahls etwa 1.5 mm
- Divergenz  $< 1 \text{ mrad}$





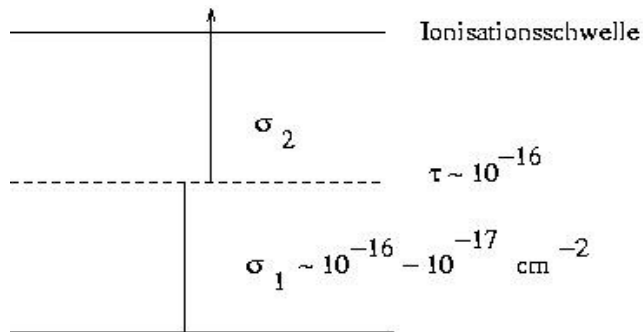
# Intensitätsprofil



Verhalten der ionisierenden Kante bei verschieden großer Laserintensität. Angenommen ist eine konstante Intensitätsschwelle, unterhalb derer keine Ionisation möglich ist.

**$\sigma \sim$  effektive Strahlweite**

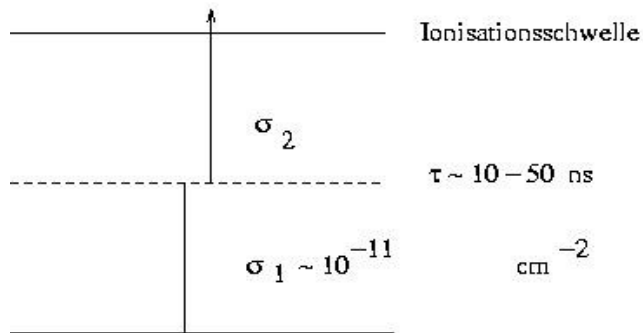
# Prinzip der Erzeugung von Spuren mit einem UV - Laser



Energie des Lasers:  $h\nu = 4.66 \text{ eV}$

Gas Ionisationspotential[eV]  $\Rightarrow$  3 - Photon - Prozess

Argon Ar	15.76
Methan CH <sub>4</sub>	12.7
Kohlendioxid CO <sub>2</sub>	13.77
Iso-Butan i-C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	10.57



aber geringe Mengen von Verunreinigungen in der Kammer machen 2 - Photonen - Ionisationsprozesse möglich

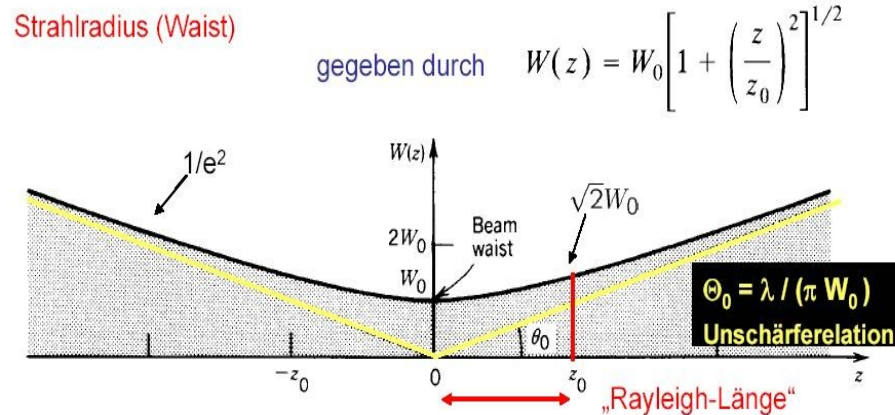
Mechanismus der 2 - Photon - Ionisation

- zweistufiger Prozess über ein virtuelles metastabiles Energieniveau
- zweistufiger Prozess über ein reelles metastabiles Energieniveau - Schwingung oder Rotation eines Moleküls

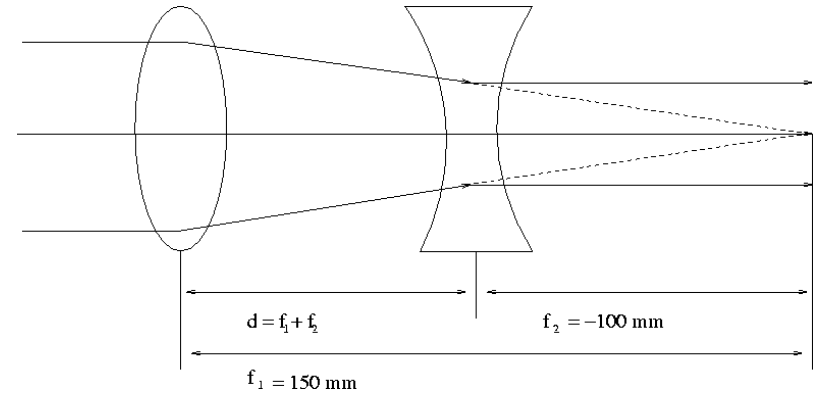


# Das galileische Teleskop

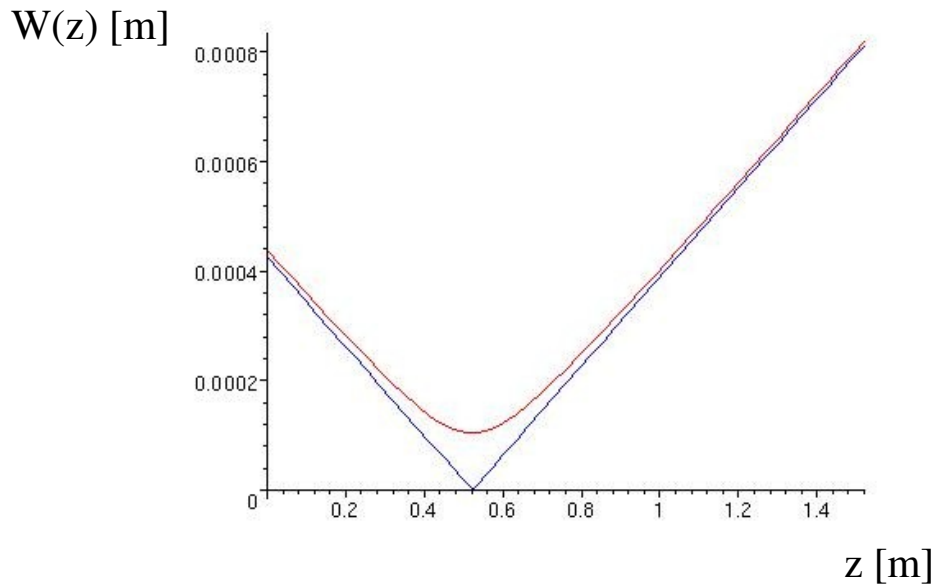
Gauss Strahl Optik:



Funktionsweise des galileischen Teleskops



Berechnete Strahlbreite



Parameter des Teleskops:

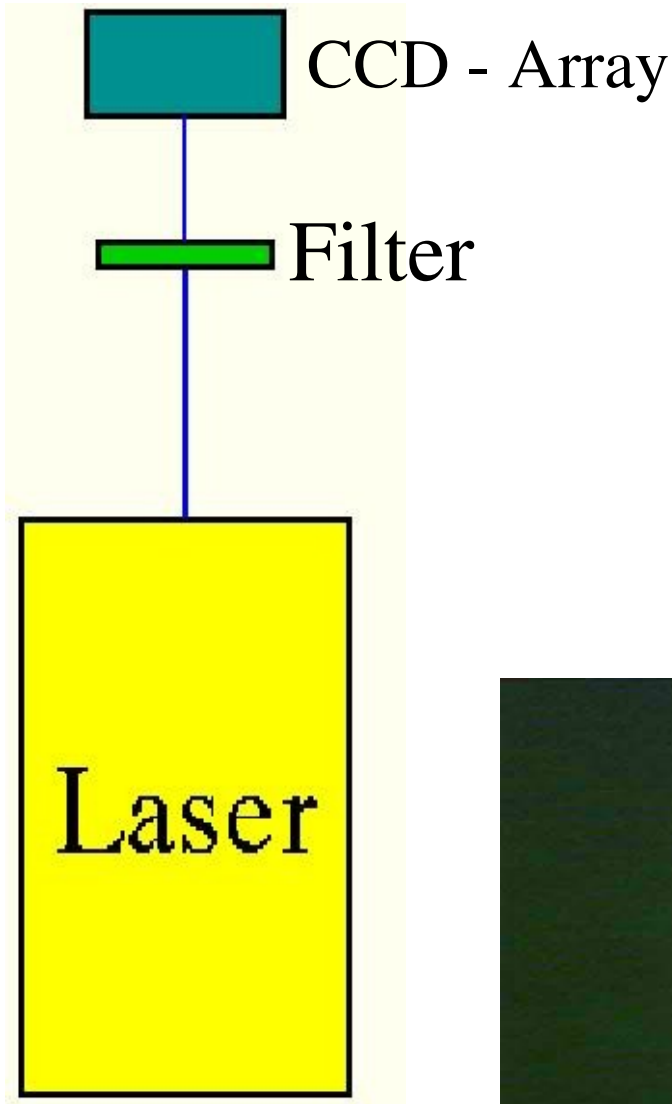
$$f_1 = 15 \text{ cm}, f_2 = -10 \text{ cm}$$

$$d = 7.25 \text{ cm}$$

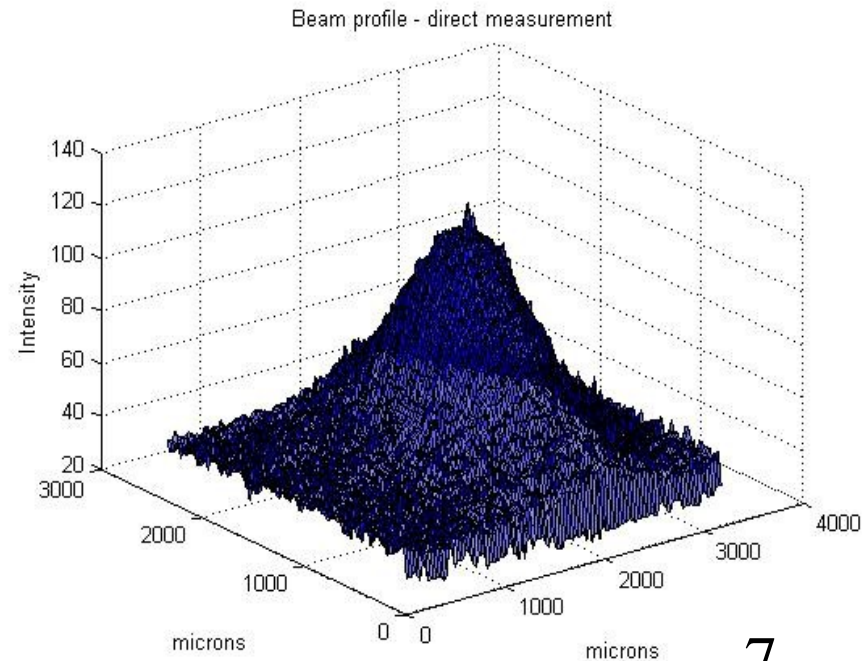
$$w_0 \approx 100 \mu\text{m}, z_0 \approx 12 \text{ cm}$$

$$\text{fokus} \approx 50 \text{ cm}$$

# Die Direkte Messung CCD - Array



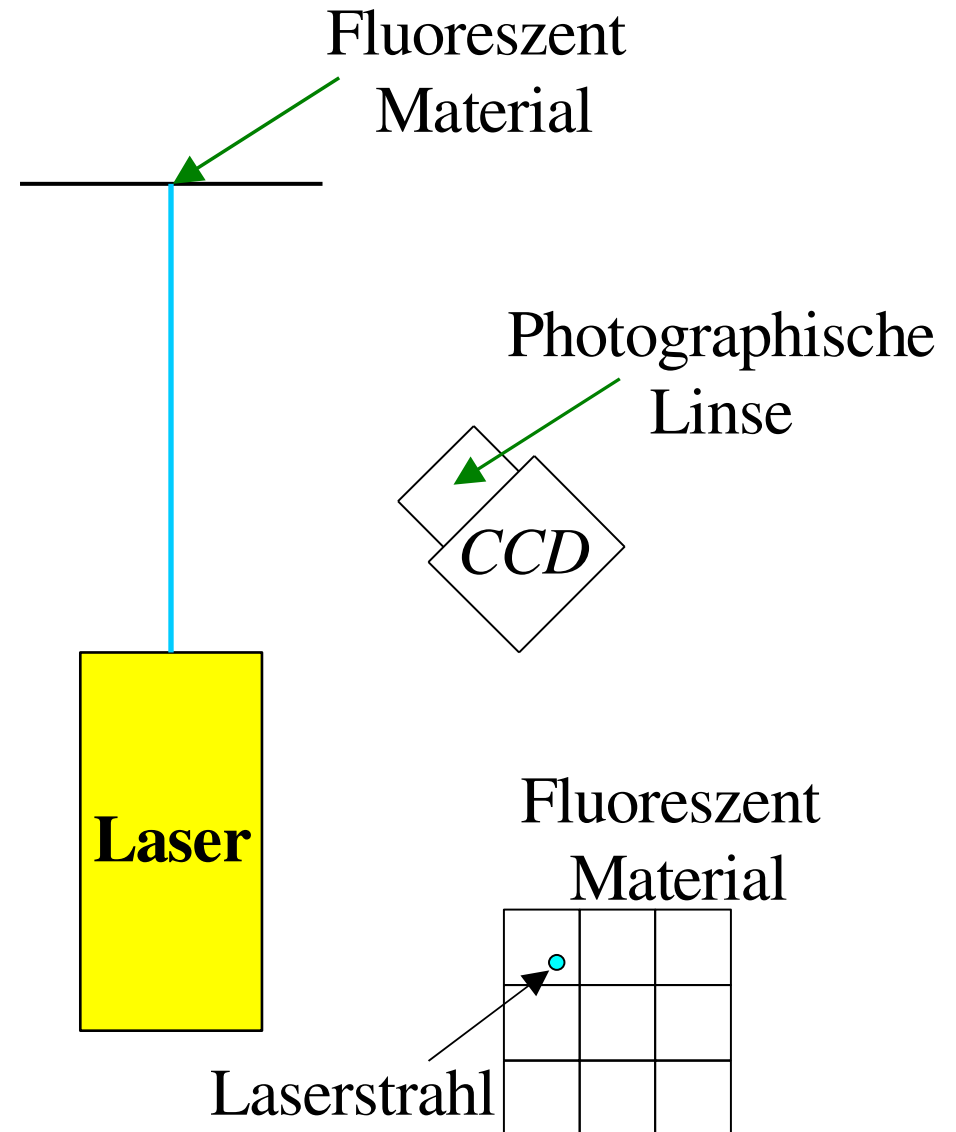
- Filter - die Sättigung auf dem Bild zu vermeiden, die Benutzung etwa 6 % von Intensität
- Bilder mit RGB Anteile drin
- Größe des Pixels für unsere Messunge



# Die indirekte Messung CCD - Array

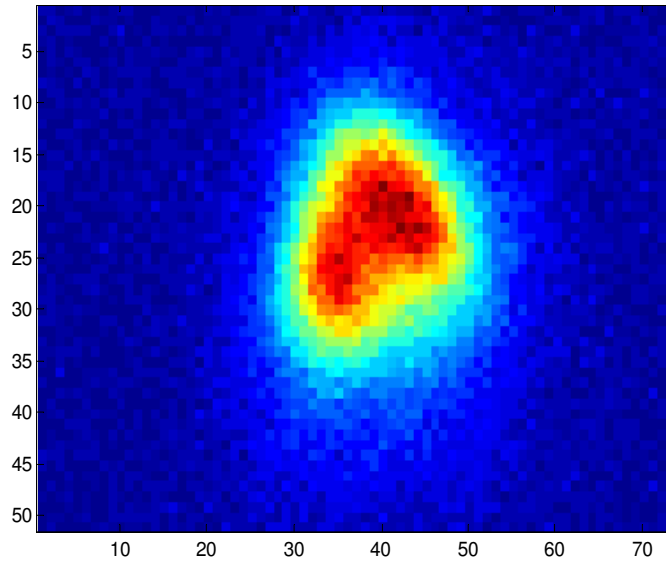


- Fluoreszent Material war Blatt Papier
- Größe des Pixels für unsere Messungen war  $65 \mu\text{m}$
- Schwarz - weiße Kammera

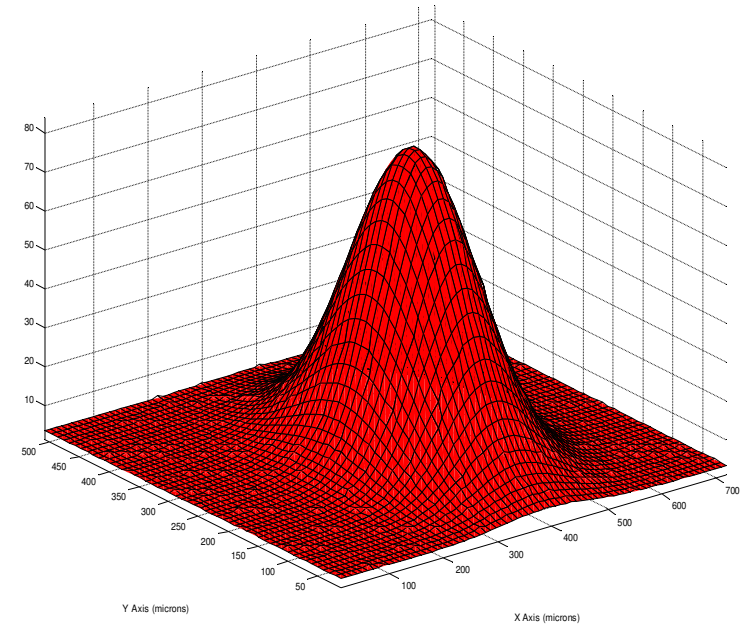
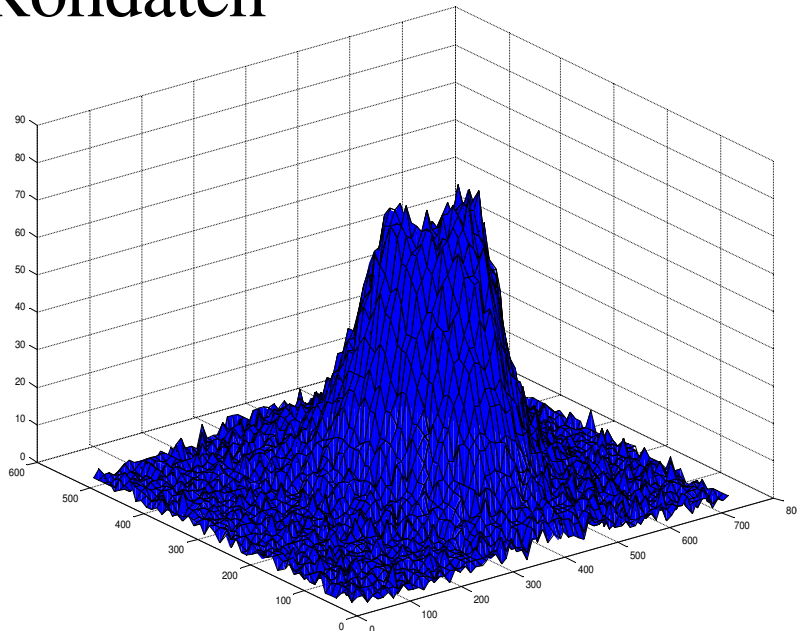




# Ergebnisse der indirekten Messung



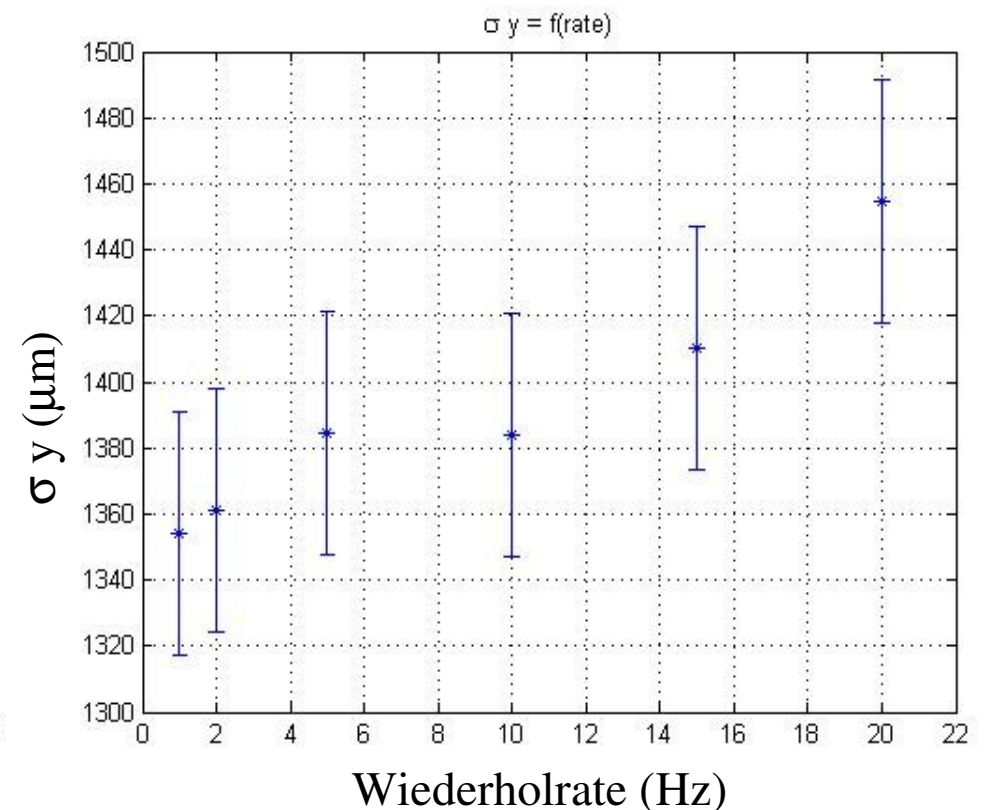
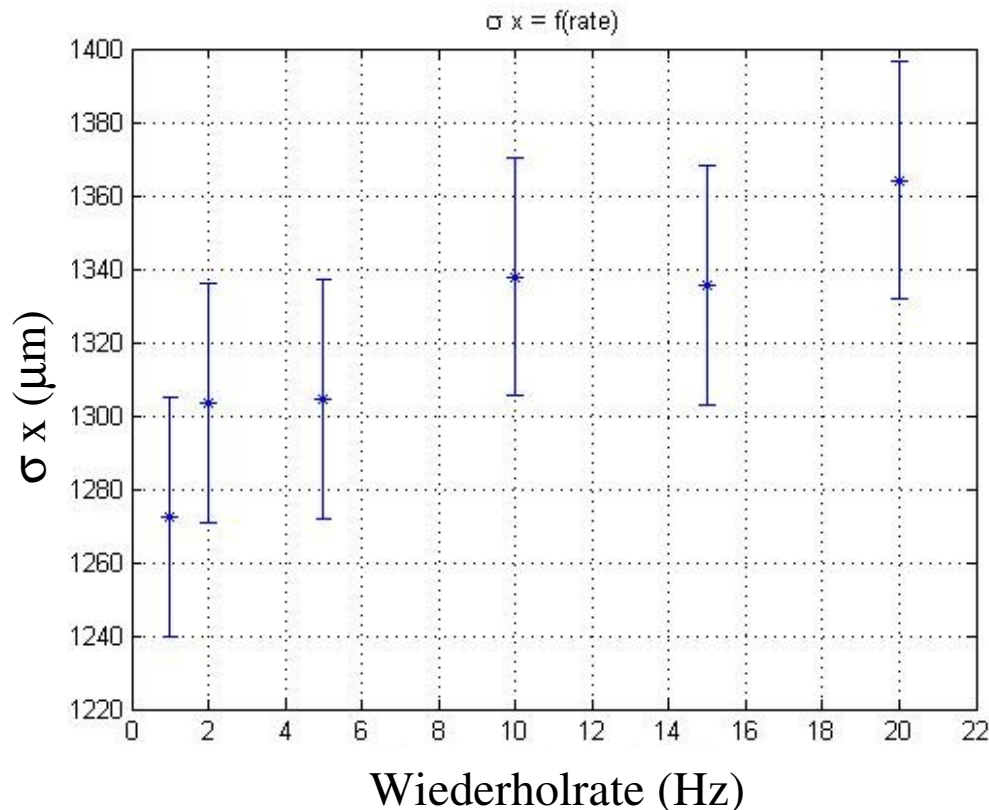
- Rohdaten



- Nach Gauss  
Fit



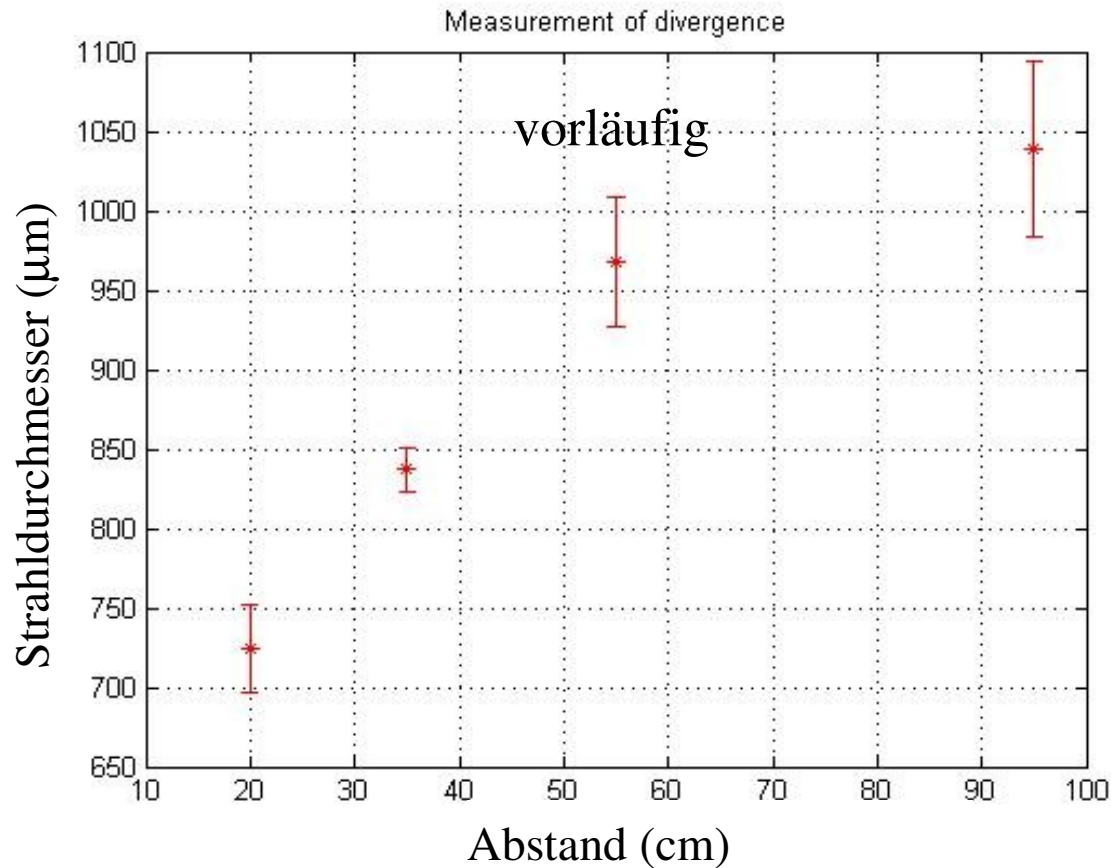
# Studien über Laserparameter



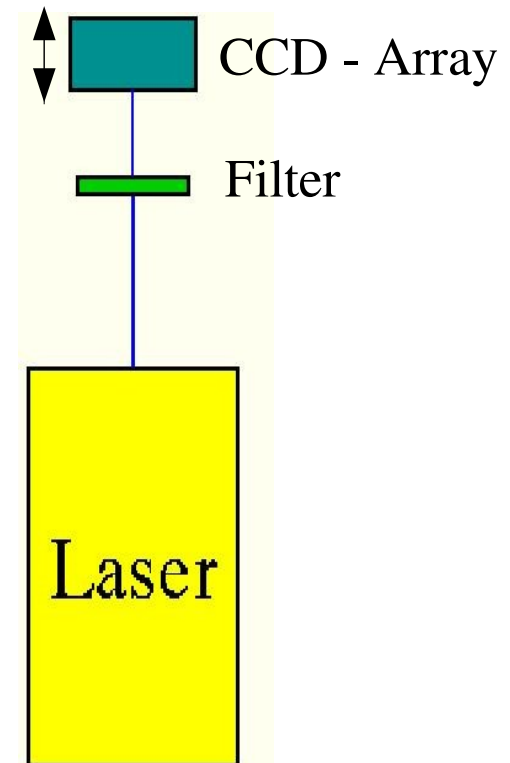
- Innerhalb der statistischen Unsicherheit ist die Laserbreite konstant



# Messung der Divergenz



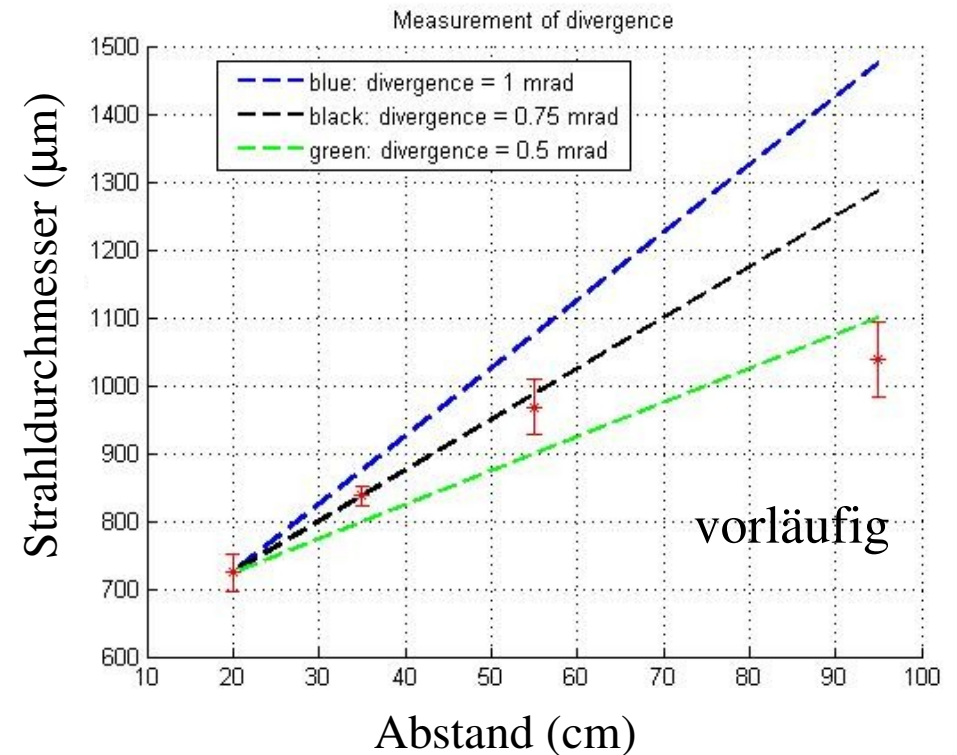
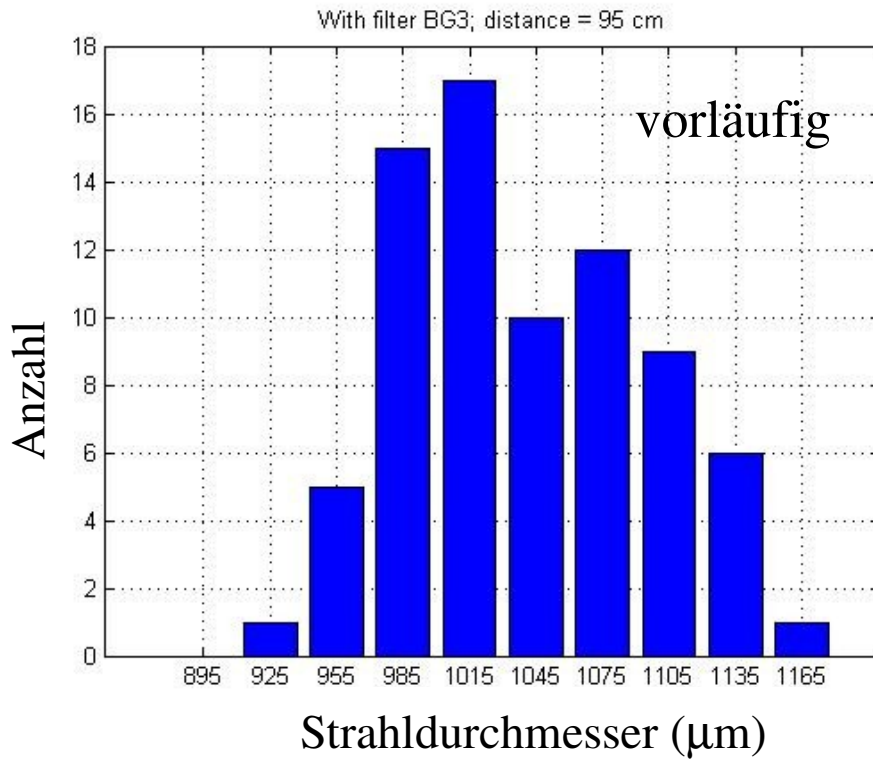
- Direkte Messung
- Verwendung des Filters
- Messung bei 95 cm wurde einige Stunden früher als gemacht



Abstand (cm)	Arithmetisches Mittel	Standardabweichung
20	724,4	27,9
35	837,4	13,9
55	968,3	40,7
95	1038,5	55,0



# Messung der Divergenz



- Die Divergenz ist kleiner als 1 mrad



## *Zusammenfassung*

- Gemessenes Strahlprofil ist etwa 1,3 - 1,4 mm groß
- Die Divergenz ist kleiner als 1 mrad
- Die beide Methoden haben ähnliche Ergebnisse gegeben, obwohl die Probe mit direkte Messung hat viel mehr Probleme mit Sättigung verursacht