Streuung und Reabsorption in Fluoreszenzkollektoren aus spektral und winkelabhängiger Emission

Jens Brauer

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
Institut für Physik
AG GRECO

Gliederung

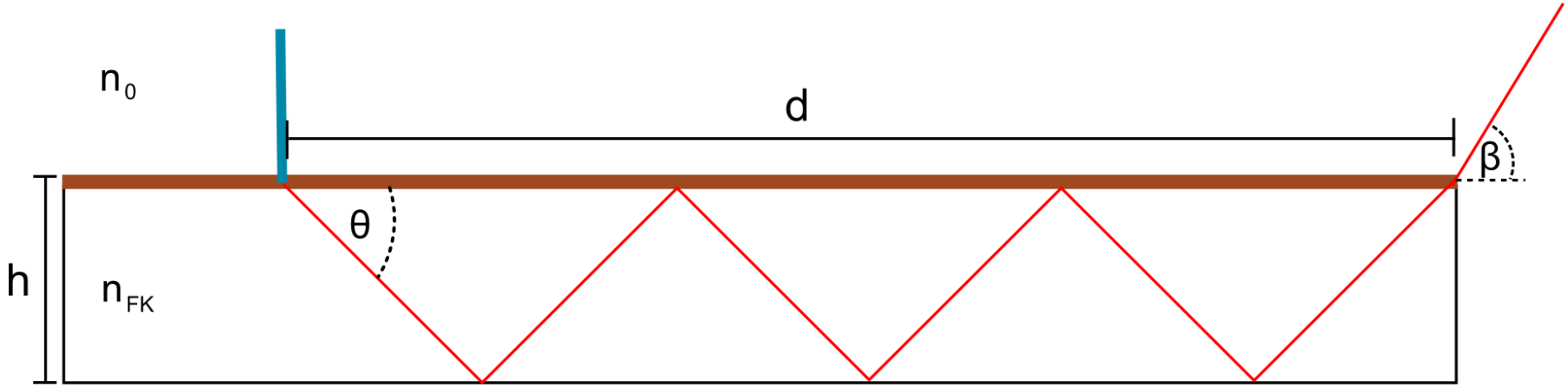
- Fluoreszenzkollektoren – was wurde gemessen?

- Oberflächenstreuung aus Kantenfluoreszenz
- Winkelabhängige Streuung
- Streuung bei Veränderung einer FK-Oberfläche
- Oberflächenstreuung bei schräger Einkopplung eines Laserstrahls

- Probleme – ungeklärte Messwerte
- Fazit

Fluoreszenzkollektoren (FK, Flukos)

- Transparentes Matrix Material mit fluoreszierendem Farbstoff dotieren
- Strahlung wird absorbiert und wieder emittiert …
- …und wird durch Totalreflexion zur Kante geleitet

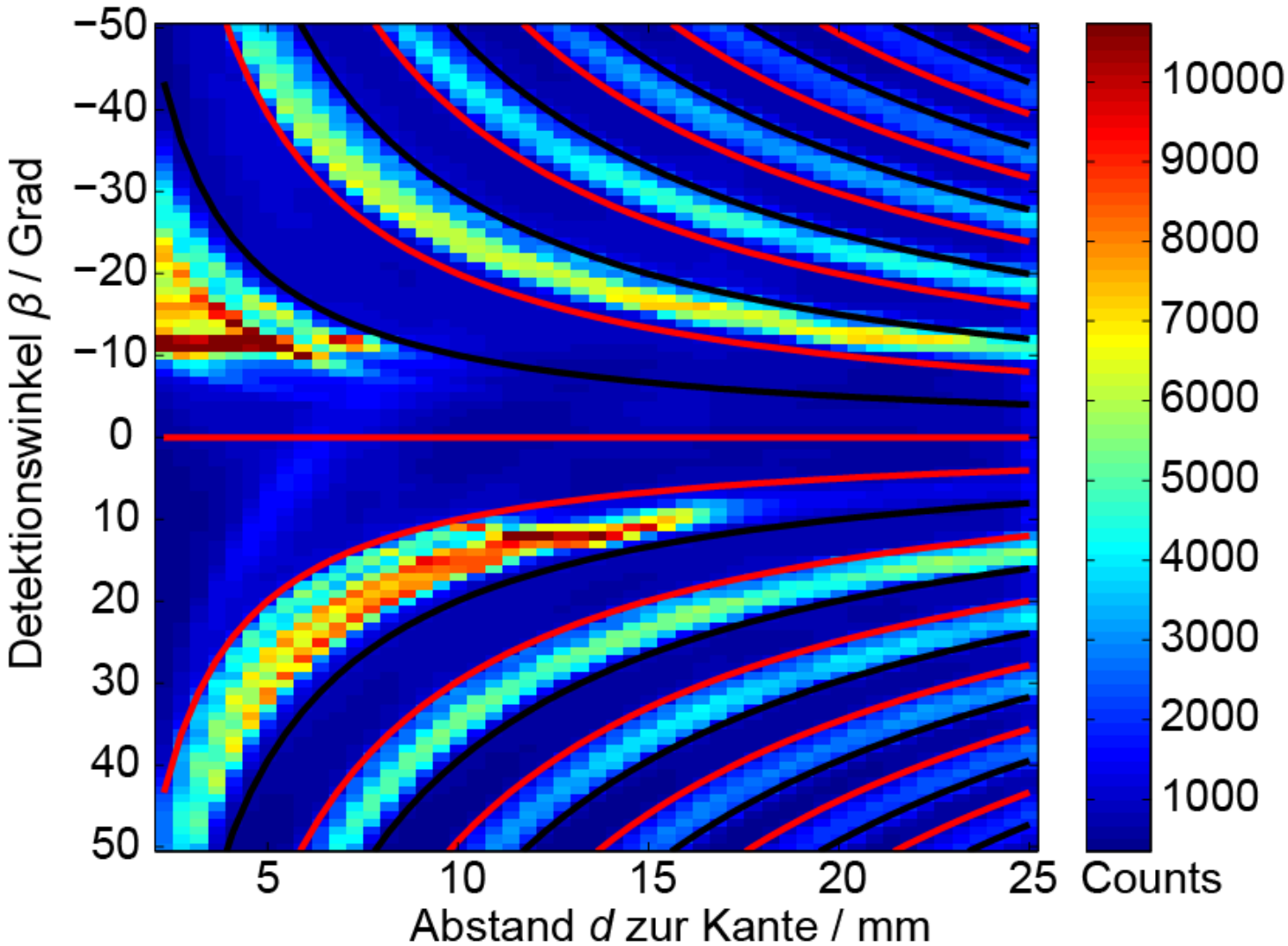


Proben

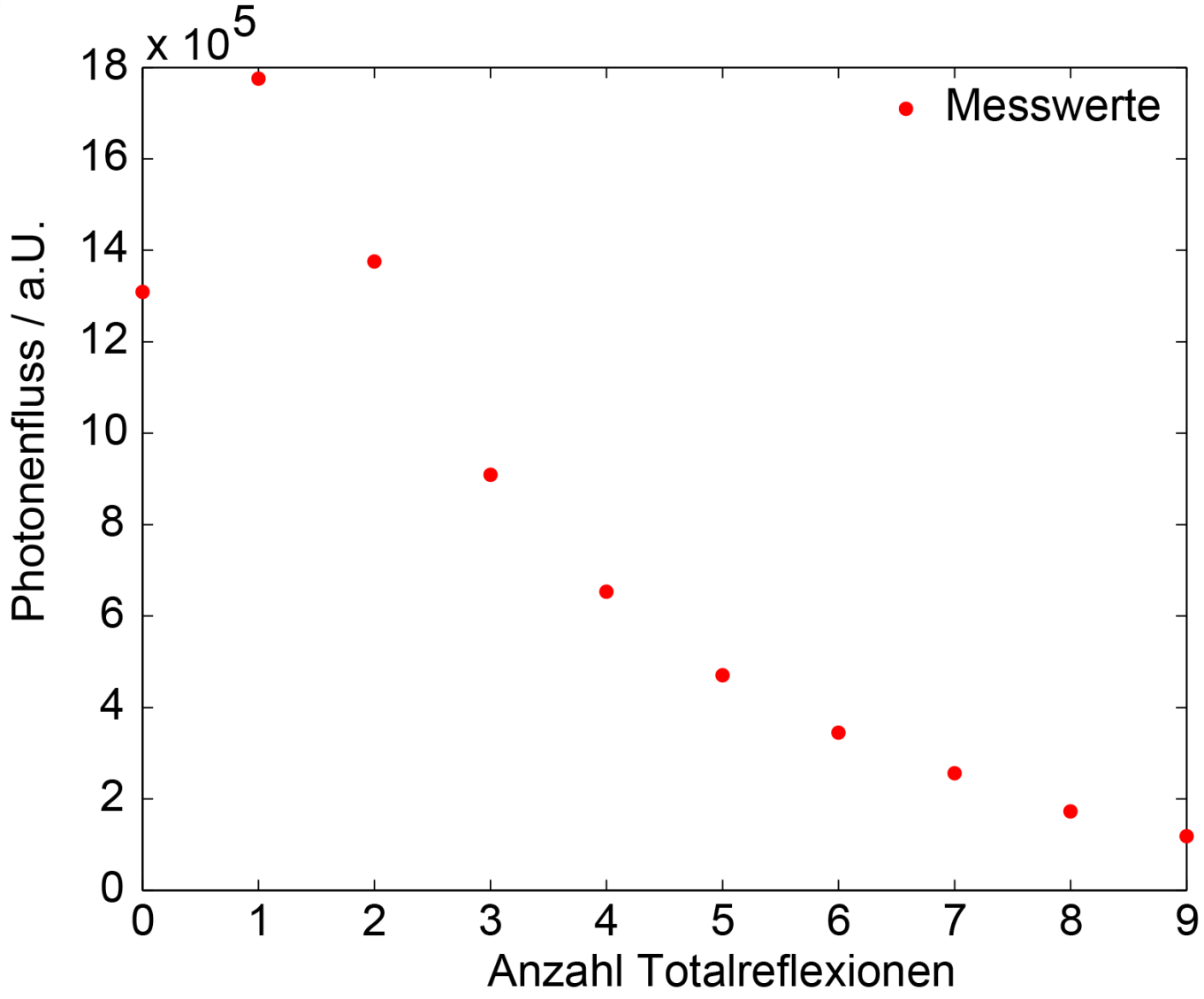
- Dünnschicht-FK-Proben
- Voll-FK-Proben

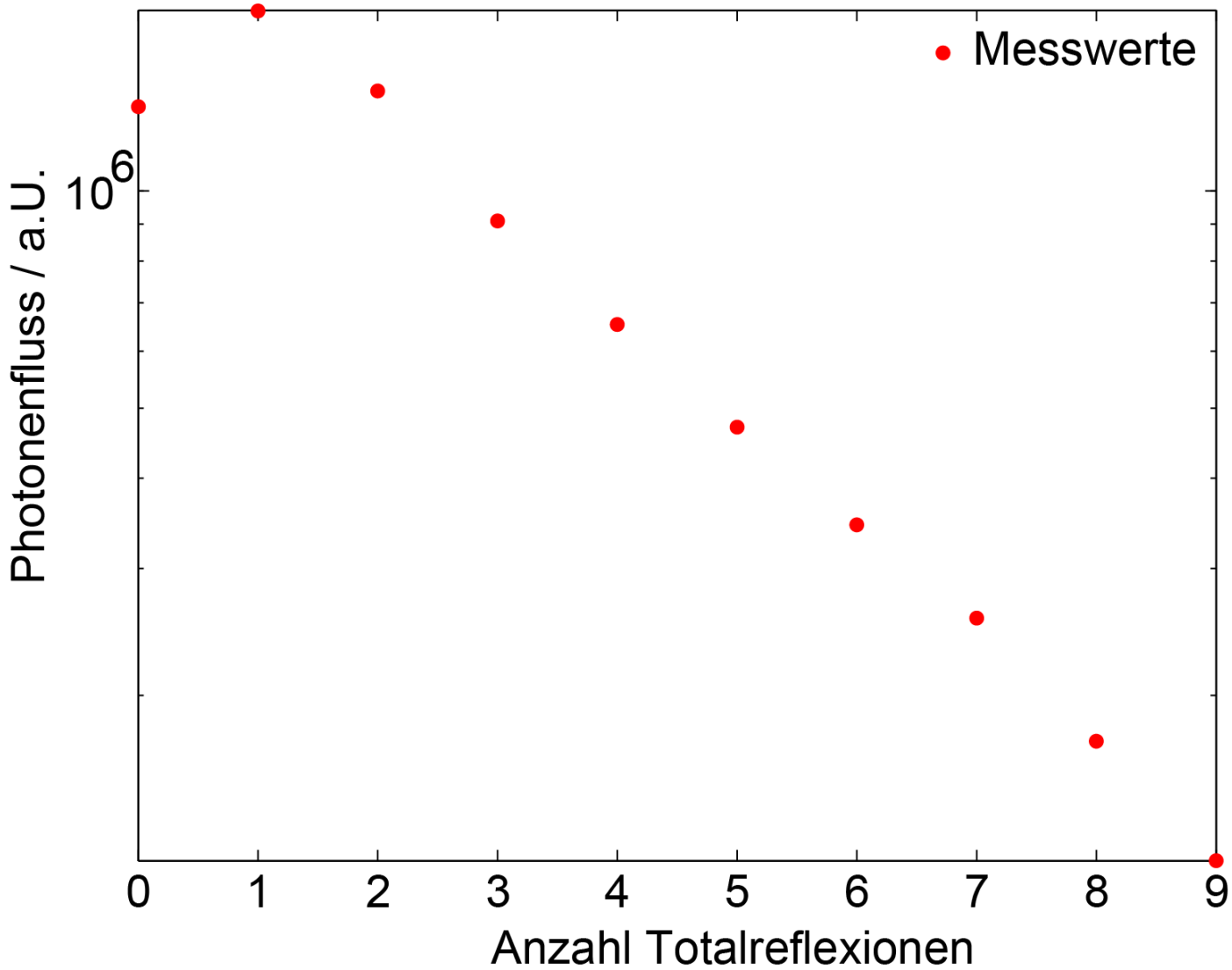
- Farbstoffe:
  - LUMOGEN F ROT 305
  - RHODAMIN 6G

„Streifenmuster“ aus Kantenfluoreszenz



- Jedem Streifen kann eine Anzahl von Totalreflexionen im FK zugeordnet werden
- Summation des Photonenflusses in den Streifen und nachfolgender Vergleich liefert einen Wert für die Oberflächenstreuung
- Annahme: Volumenstreuung von einer Totalreflexion zur nächsten vernachlässigbar gegenüber zunehmender Oberflächenstreuung
- **Ergebnis:** (28,7 ± 3,8) % Verlust pro Totalreflexion

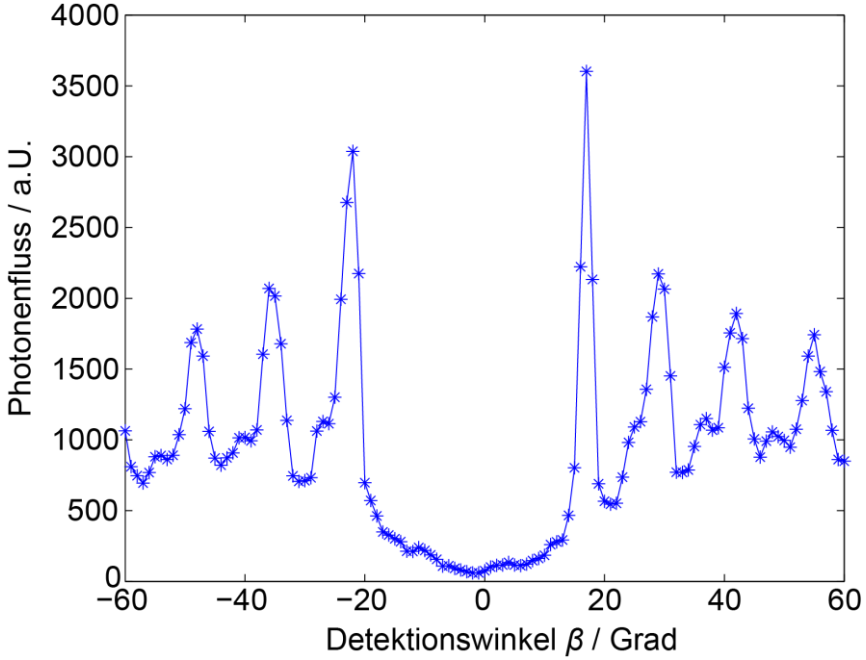

x 10^5
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Photonenfluss / a.U.
Messwerte
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
Anzahl Totalreflexionen

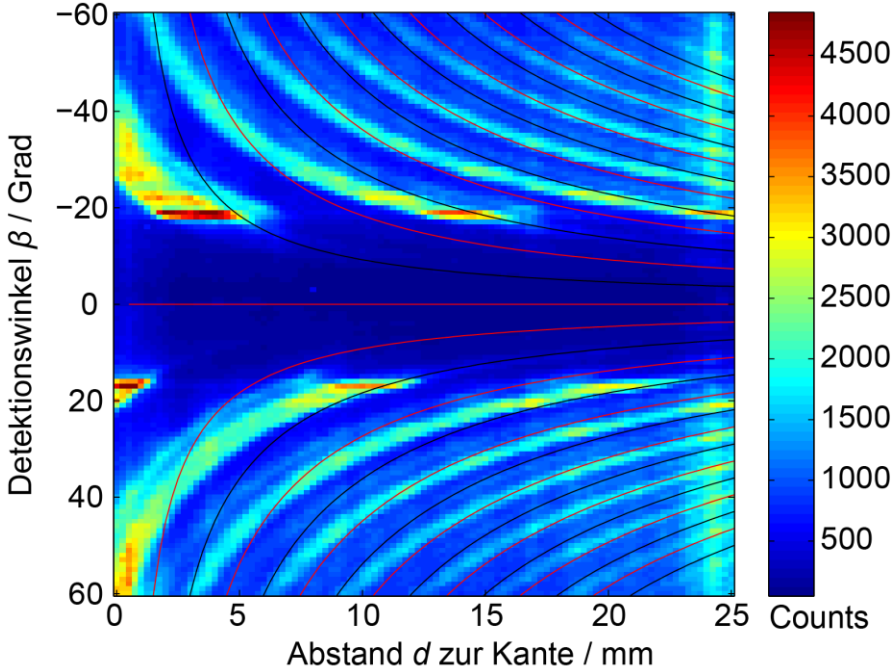

Messwerte
Photonenfluss / a.U.
10^6
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
Anzahl Totalreflexionen

- Problem: abgeschnittene Streifen
  - Messung nur bis 50° möglich
- Überprüfung der Streifen an festen Abständen liefert jedoch ähnliches Ergebnis:
  - (26,3 ± 2,5) % Verlust pro Totalreflexion

Messung mit Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 660 nm

Dünnschicht-FK mit Rhodamin Farbstoff

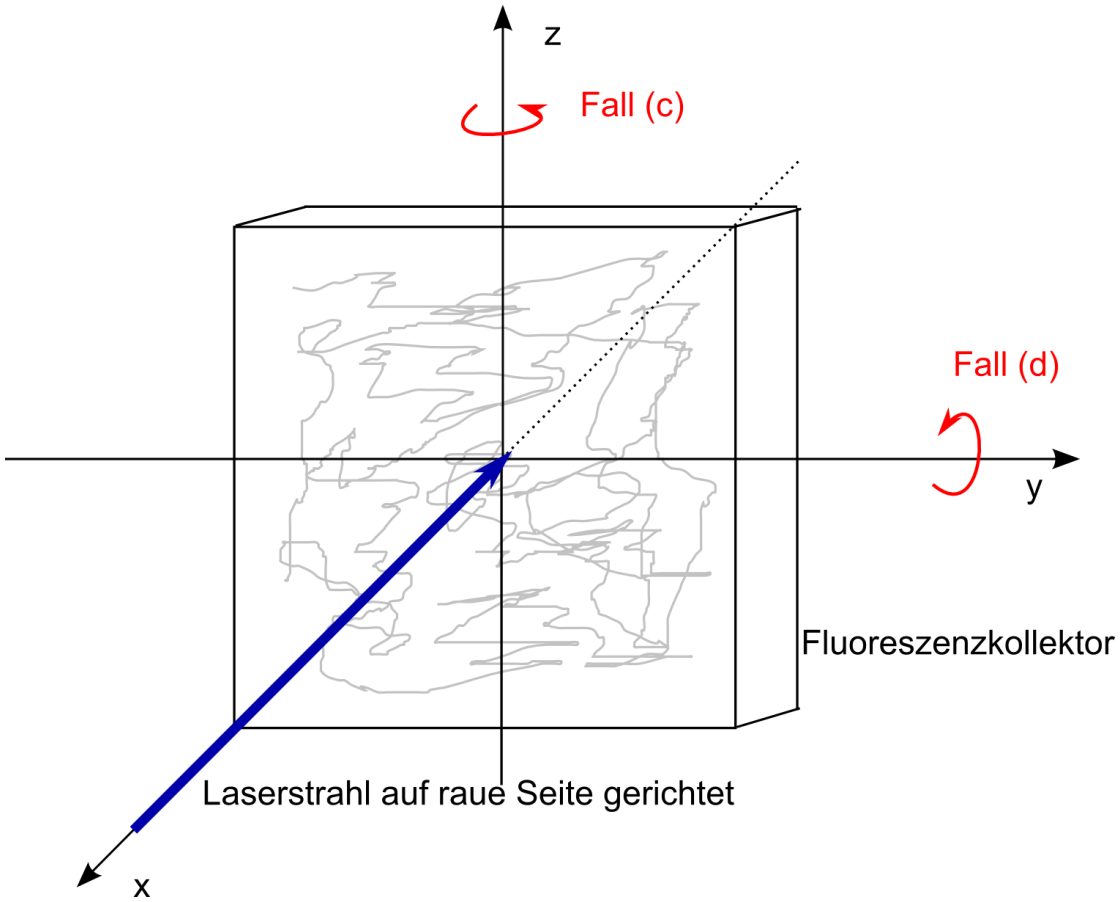




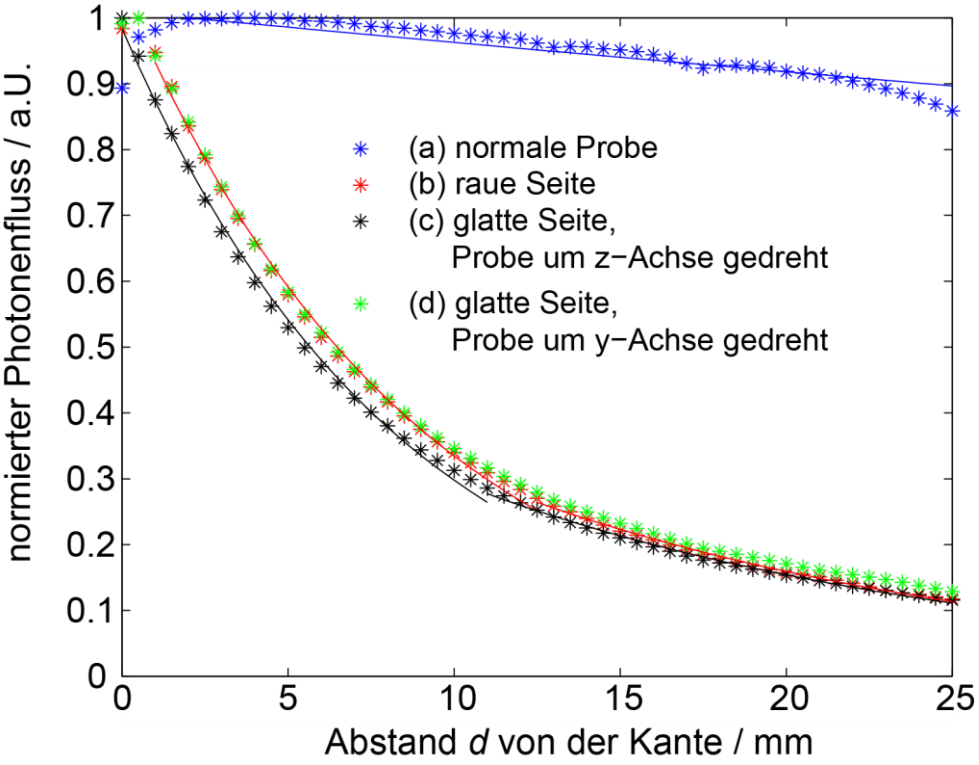
Messung bei d = 10 mm

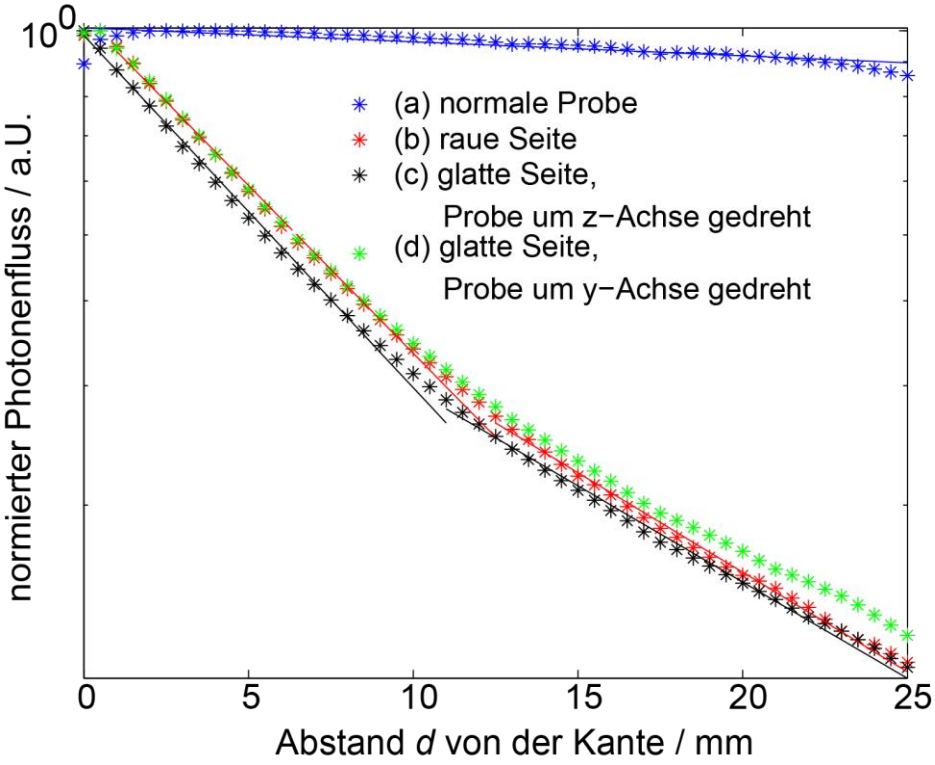
Streuung bei Änderung der Oberfläche eines FKs

- Voll-FK mit 0.3 g/l Farbstoffkonzentration
- Zerkratzen der Oberfläche mit einem Sandstrahl



Ergebnisse:





Fitfunktion: $\Gamma(d)=a\cdot\exp(-b\cdot d)$

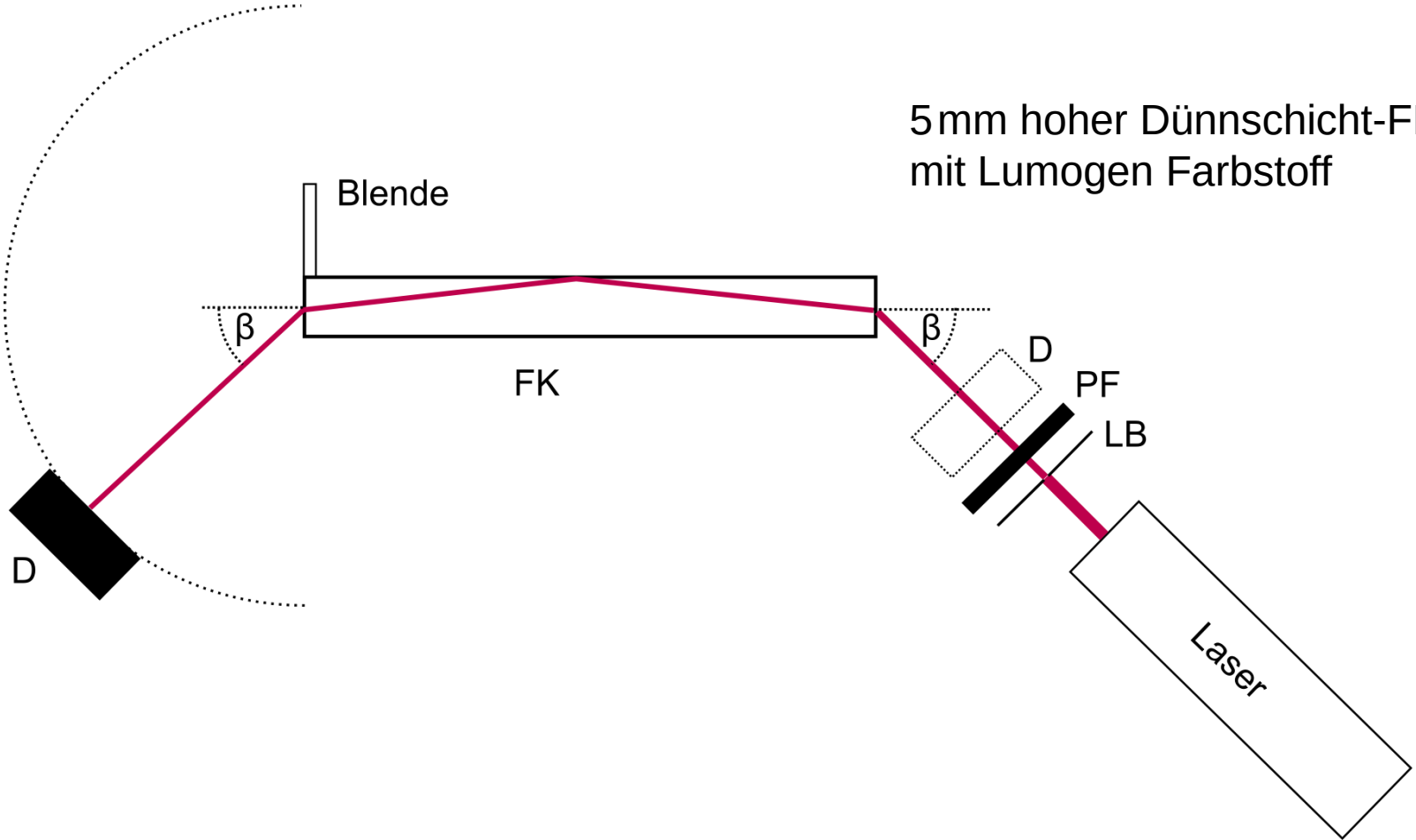
- Zusätzlicher Oberflächenstreuukoeffizient:
  - $\Delta\sigma_s = b_{normal} - b_{zerkratzt} = 0{,}109 \pm 0{,}014$ bzw. $0{,}061 \pm 0{,}013$

- Idee: Neuen FK in Aceton-Lösung und nach gewisser Zeit jeweils die zusätzliche Oberflächenstreuung bestimmen

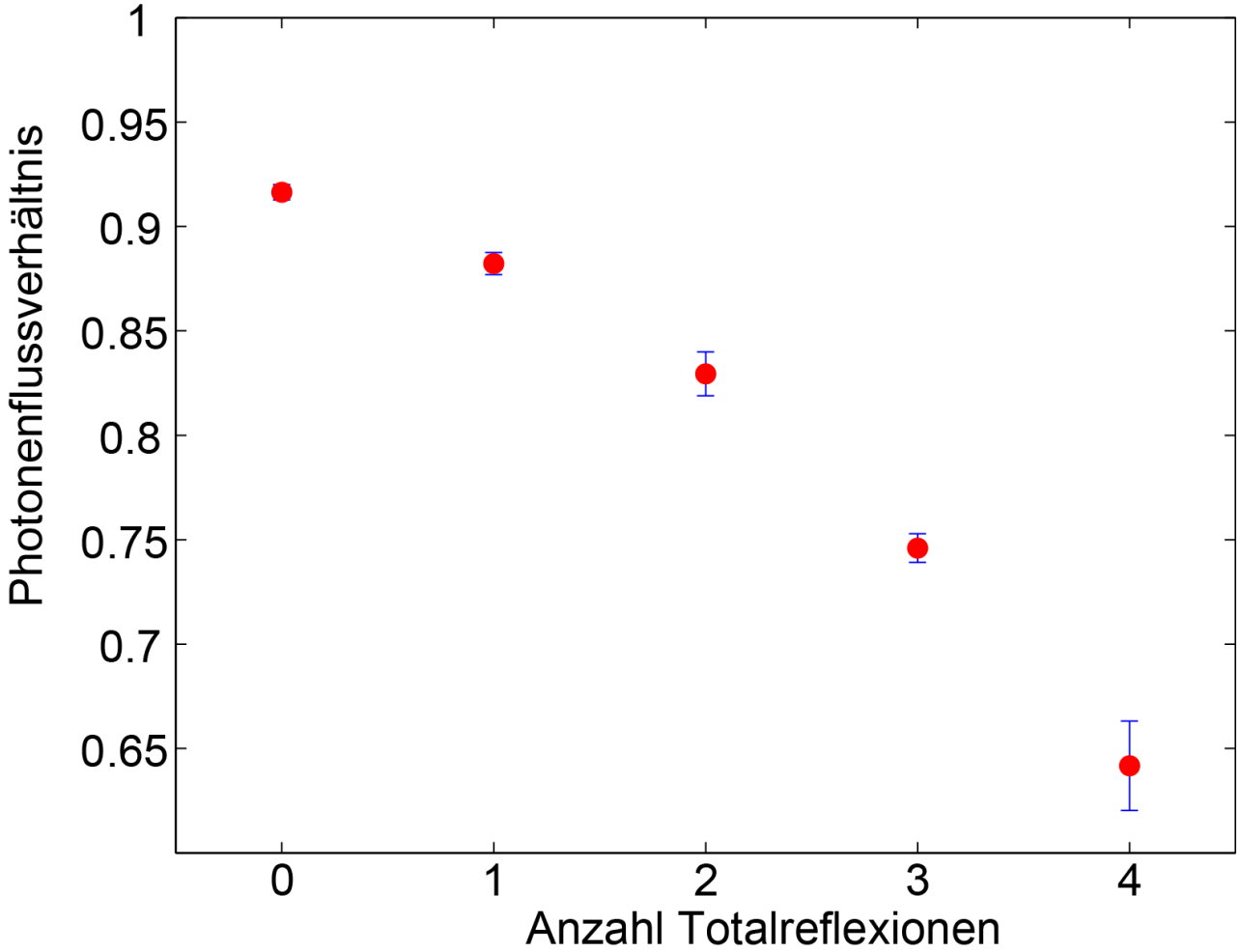
- -> Zuordnung: Zeit in Aceton– zusätzliche Oberflächenstreuung

- -> Extrapolieren der Daten zu t=0s.

Oberflächenstreuung bei Messaufbau mit schräger Einkopplung eines Laserstrahls (IR)



Ergebnis der Messungen



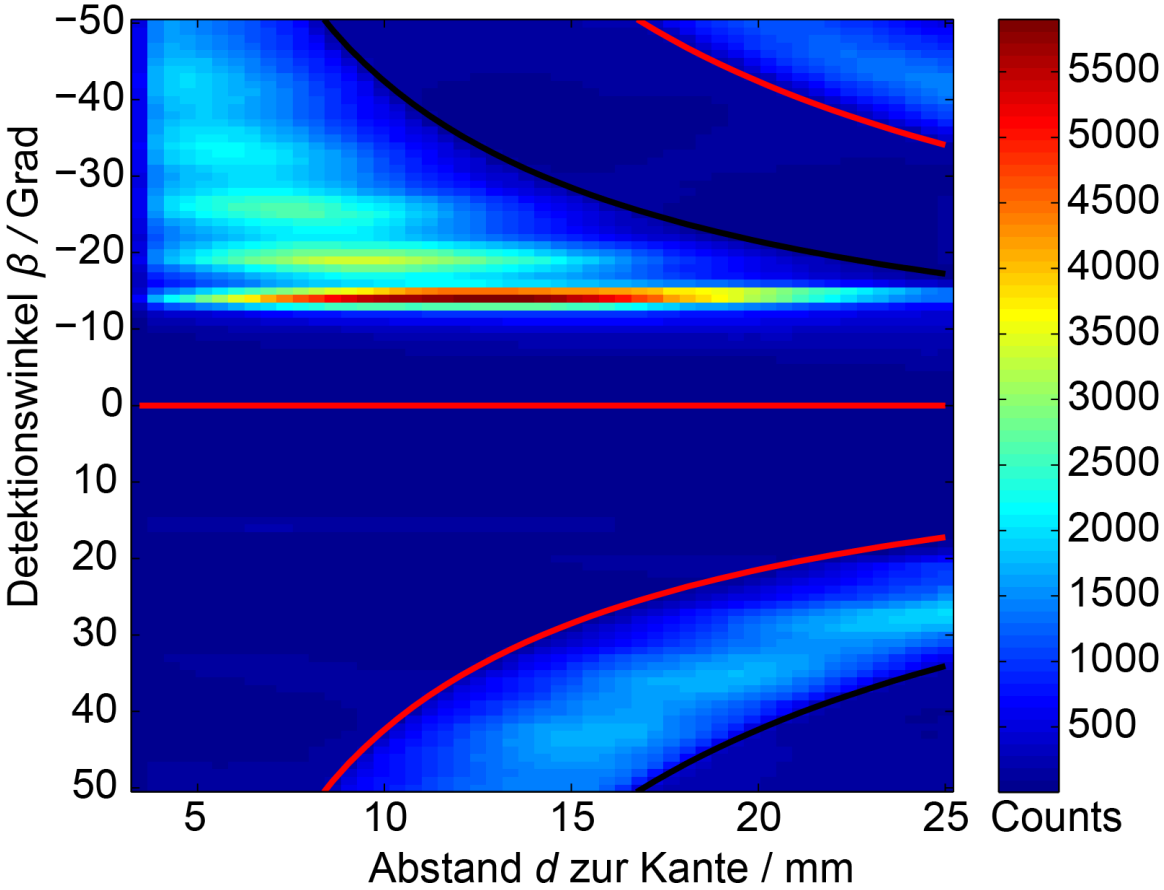
Anz.	Verlust
0	(8,2 ± 0,5) %
1	(4,0 ± 1,4) %
2	(4,9 ± 1,0) %
3	(8,3 ± 0,8) %
4	(10,4 ± 2,8) %

- Keine exponentielle Abhängigkeit

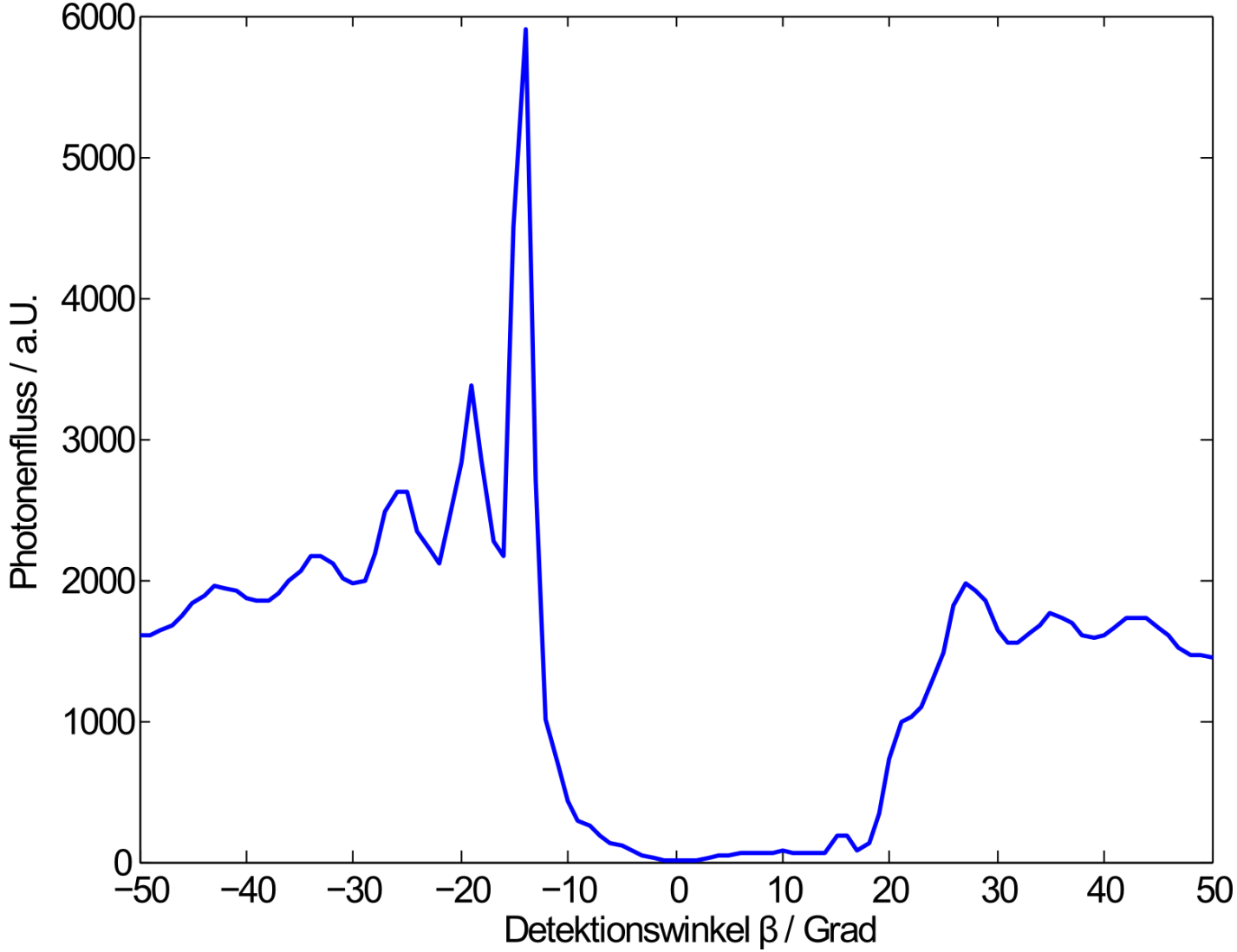
- Mögliche Erklärung:
  - Streuung an der Kante
  - Oberflächenstreuung + Volumenstreuung überall anders
  - Andere Streuung an der Seite mit Farbstoff-PMMA-Gemisch
  - Durch größere Wellenlänge (IR) anderes Streuverhalten

Probleme / Ungeklärtes

- Modulation innerhalb des Streifenmusters bei einem 5 mm hohen Dünnschicht-FK



Maximaler Photonenfluss je Winkel:



Fazit

- Oberflächenstreuung macht einen Großteil der Verluste in Fluoreszenzkollektoren aus
- … und sollte möglichst klein gehalten werden (z.B. Polieren der Oberflächen)
- Kante als unbekannter Streufaktor ?

ENDE