

Kohlenstofffasern im Hyperkernexperiment von \bar{P} ANDA: Thermische Stabilität

DPG Frühjahrstagung 2018 Bochum

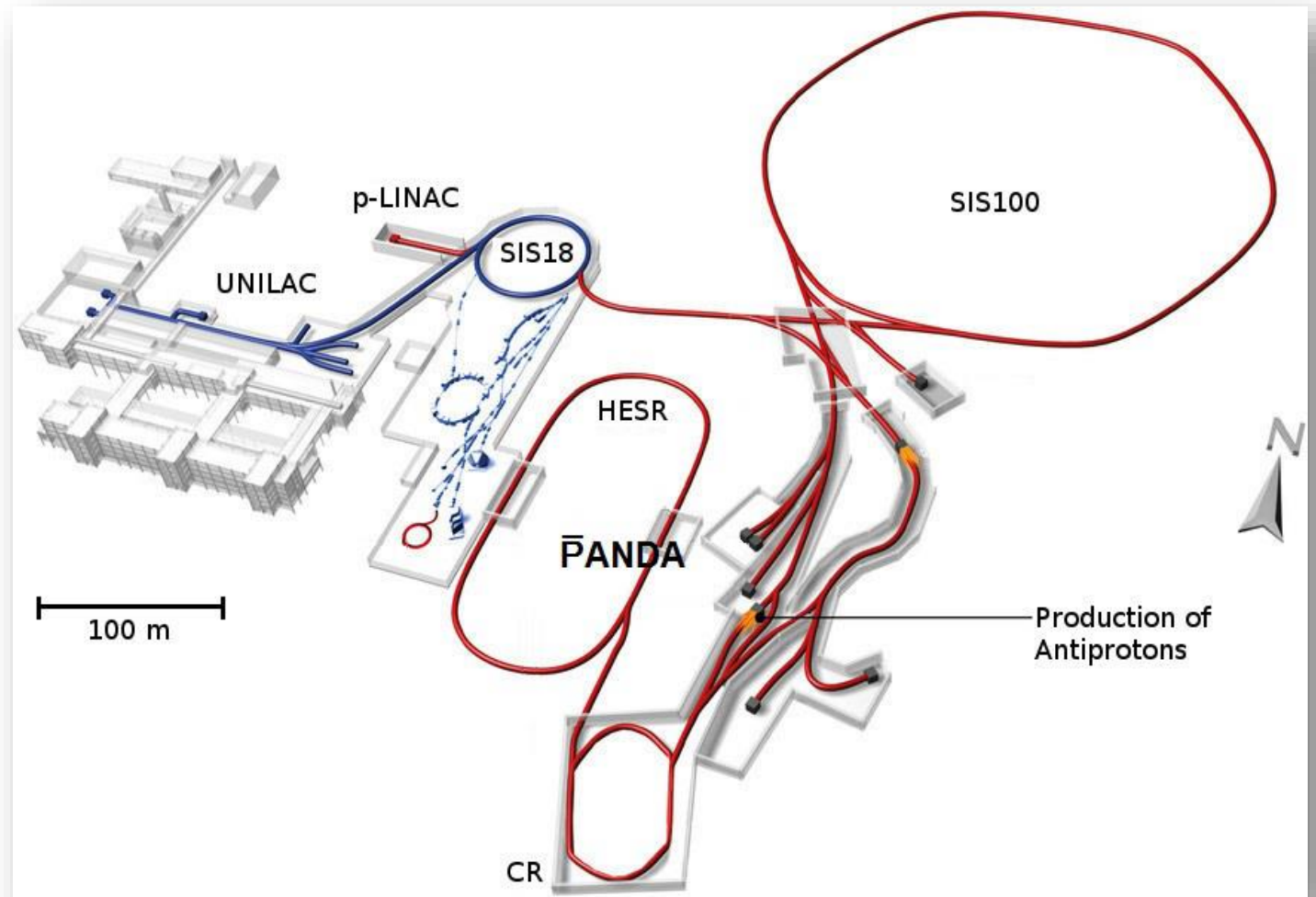
Birte Sauer

HIM HELMHOLTZ
Helmholtz-Institut Mainz

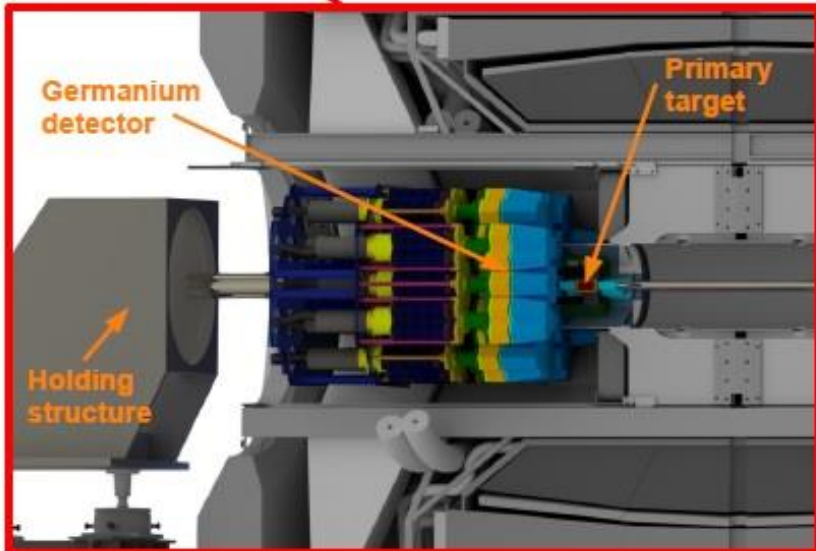
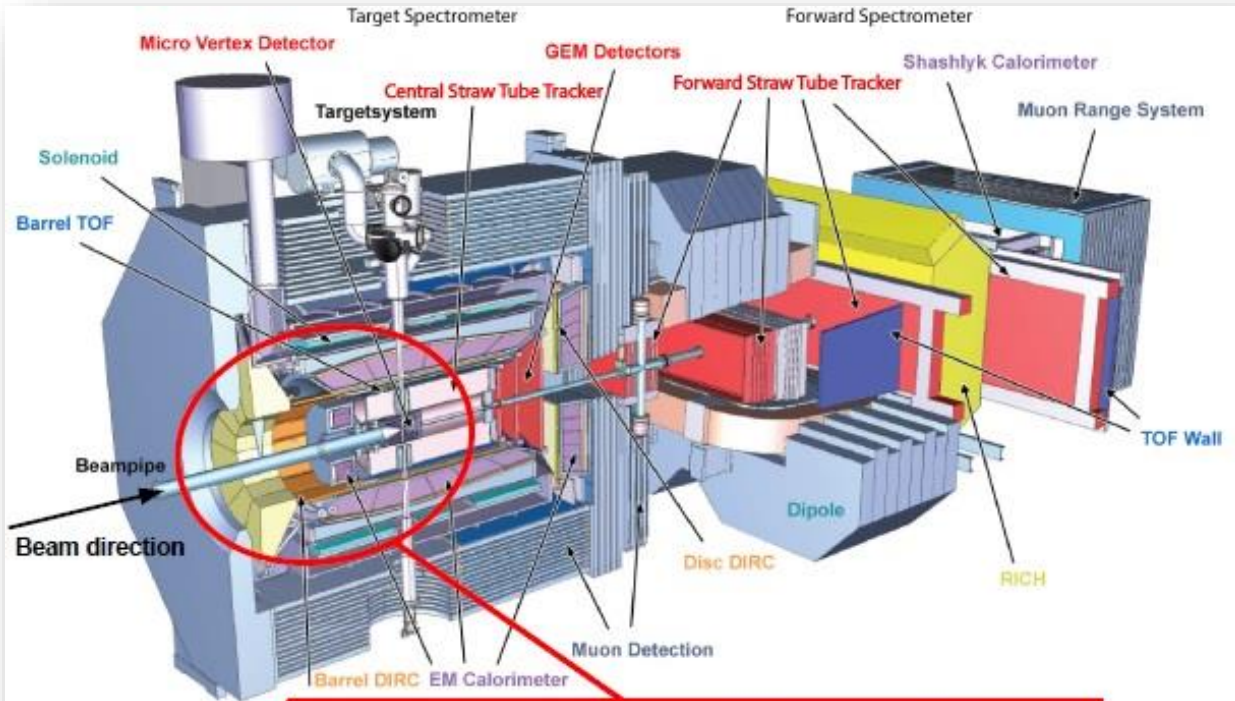


\bar{P} ANDA an FAIR

- FAIR: Facility for Antiproton and Ion Research
- Beschleunigerzentrum mit HESR für Antiprotonen
- Erster Antiprotonenstrahl voraussichtlich 2025
- erwartete Impulse im Bereich von 1.5 – 9 GeV/c
- \bar{P} ANDA: Antiproton Annihilation in Darmstadt



Das Hyperkernexperiment von \bar{P} ANDA



- Untersuchung von Hyperkernen und -atomen mit Strangeness $S = -2$
- modularer Detektor
- dediziertes zweistufiges Targetsystem

Primärtarget:

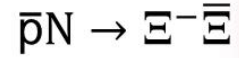
Erzeugung von Ξ^-

Sekundärtarget:

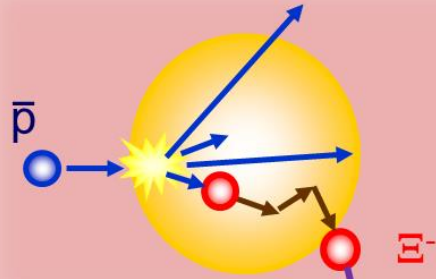
Konversion von Ξ^- in $\Lambda\Lambda$ im Kern

Erzeugung der Hyperkerne

Ξ^- production:



rescattering in
primary target
nucleus



deceleration in
secondary target

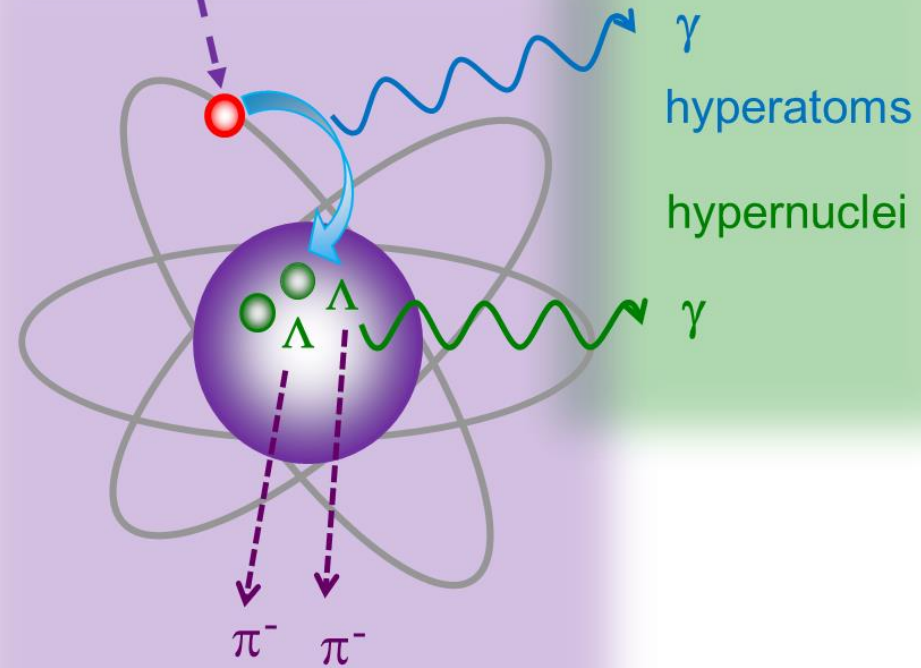
capture of Ξ^-

atomic cascade of Ξ^-

$\Xi^- p \rightarrow \Lambda\Lambda$ conversion
fragmentation
 \rightarrow excited $\Lambda\Lambda$ -nucleus

γ -deexcitation of $\Lambda\Lambda$
hypernuclei

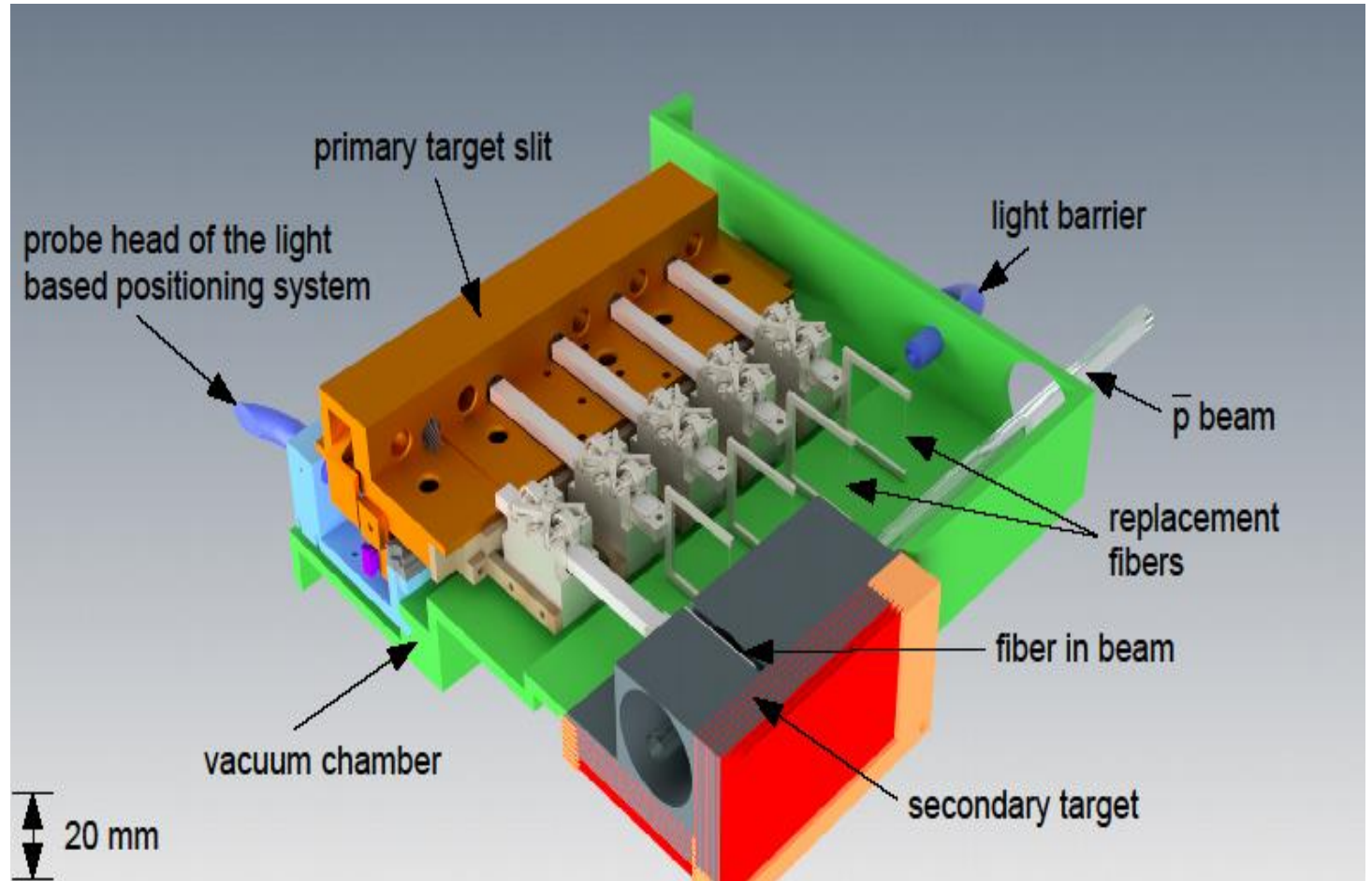
weak pionic decay



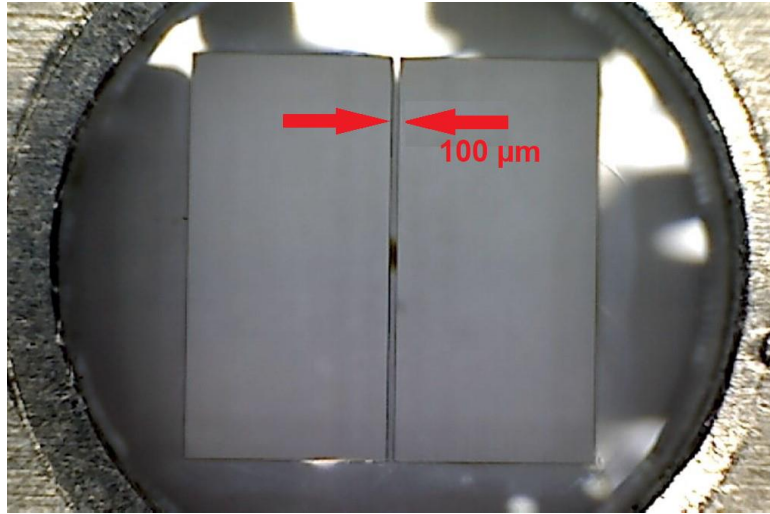
Das Primärtarget

Anforderungen

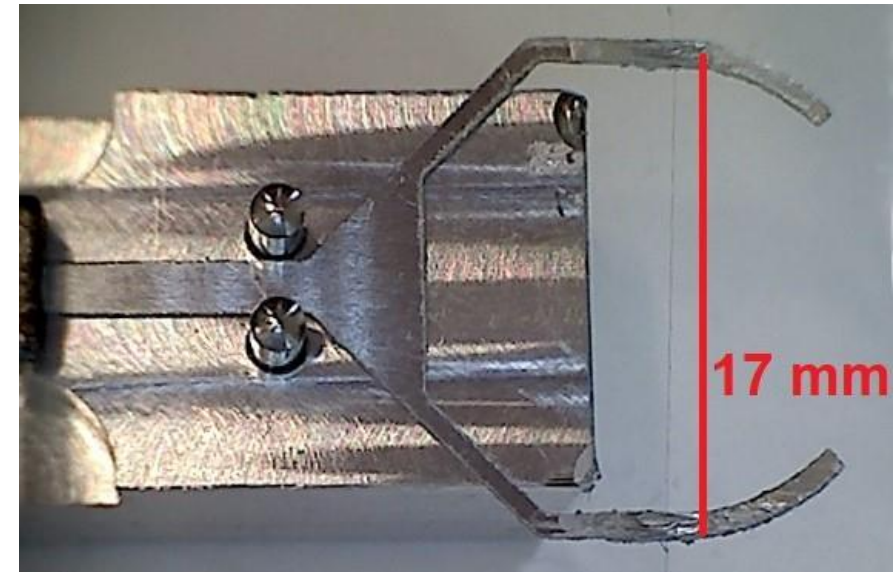
- Kompromiss zwischen Lebensdauer des Strahls, Ξ^- Produktion und Stopprate
→ Kohlenstoff
- Luminosität
→ Dicke im Bereich von μm
- steuerbar in Strahl
- unbeeinflusst von Vakuum und Magnetfeld
- fünf einzelne Targets



Kohlenstoff als Targetmaterial

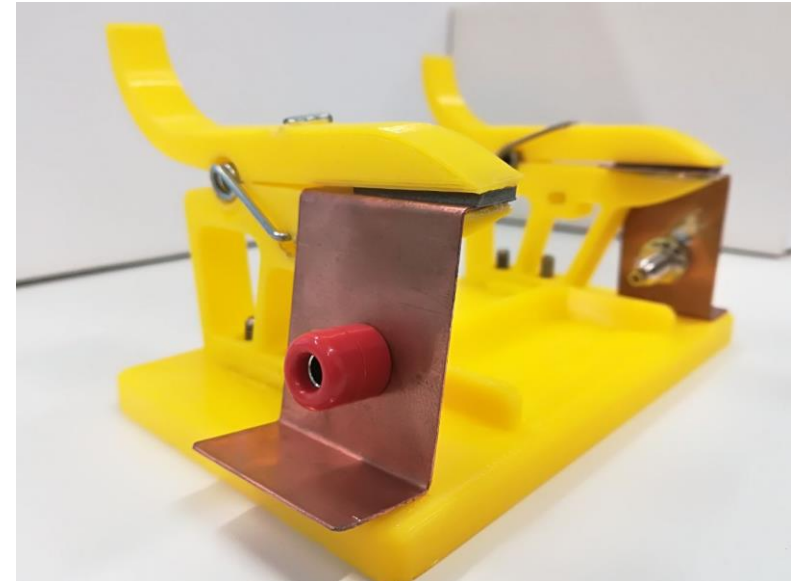
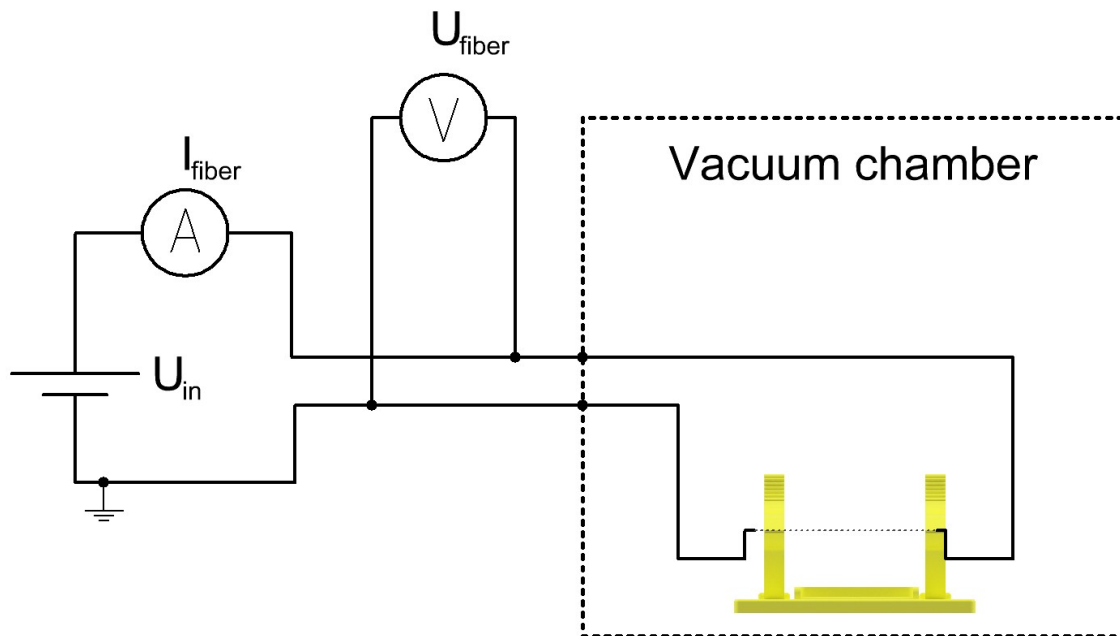


- CVD-Diamant ($100 \times 3 \mu\text{m}^2$):
Raman-Spektroskopie
→ Umwandlung in Graphit nach
Bestrahlung mit Elektronen
- Kohlenstofffaser ($d=7 \mu\text{m}$) mit ähnlicher
Struktur wie Graphit
- SGL Group: Sigrafil (PAN)



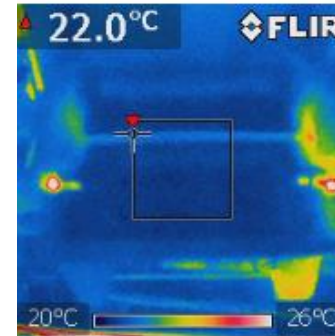
Simulation der thermischen Belastung durch elektrischen Strom

- Faser durch elektrischen Strom erhitzen
- Tests an Luft und Vakuum (wenige mbar)
- Temperaturmessung nur indirekt möglich

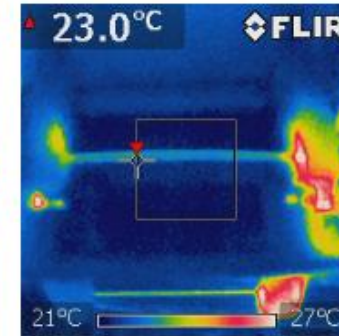


Temperaturbeobachtungen

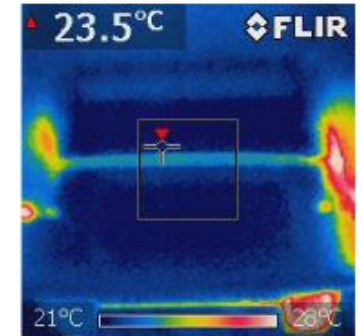
- Faser an Luft:
 - Infrarot-Kamera: Beobachtung von Konvektion
 - Temperatur der Lufthülle proportional zur Spannung



$$U_{\text{faser}} = 150 \text{ V}$$

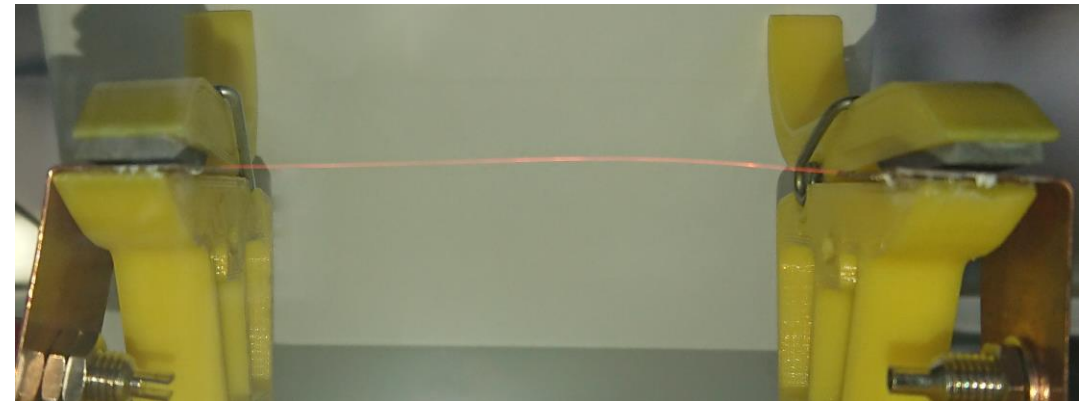


$$U_{\text{faser}} = 200 \text{ V}$$

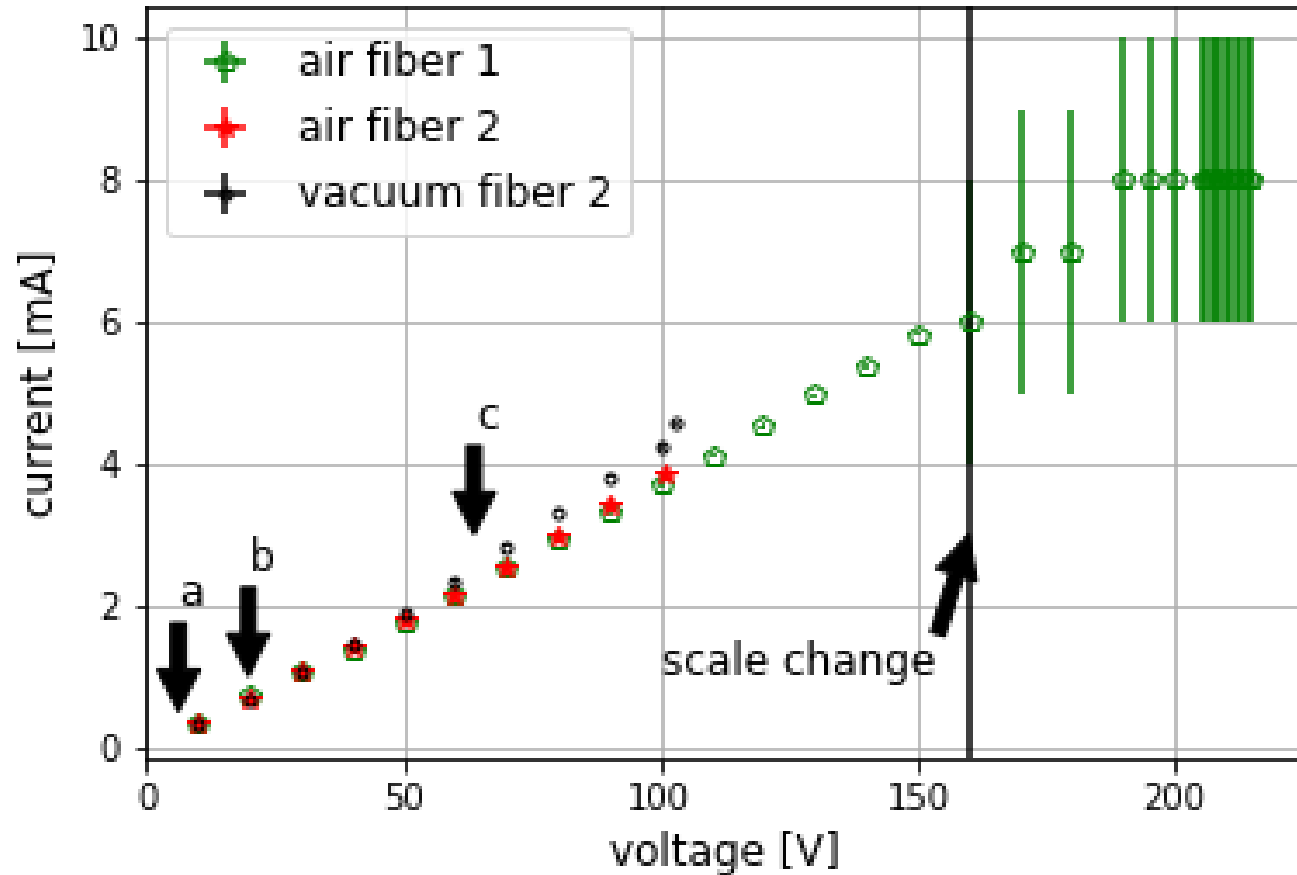


$$U_{\text{faser}} = 210 \text{ V}$$

- Faser in Vakuum:
 - kirschrotes Glühen der Faser bei $U_{\text{faser}} = 90 \text{ V}$ (Vakuum)
 - Temperatur um 800°C (Schwarzkörper)
 - Verdampfen der Faser durch Oxidation



Stromtest an zwei Fasern in Luft und Vakuum



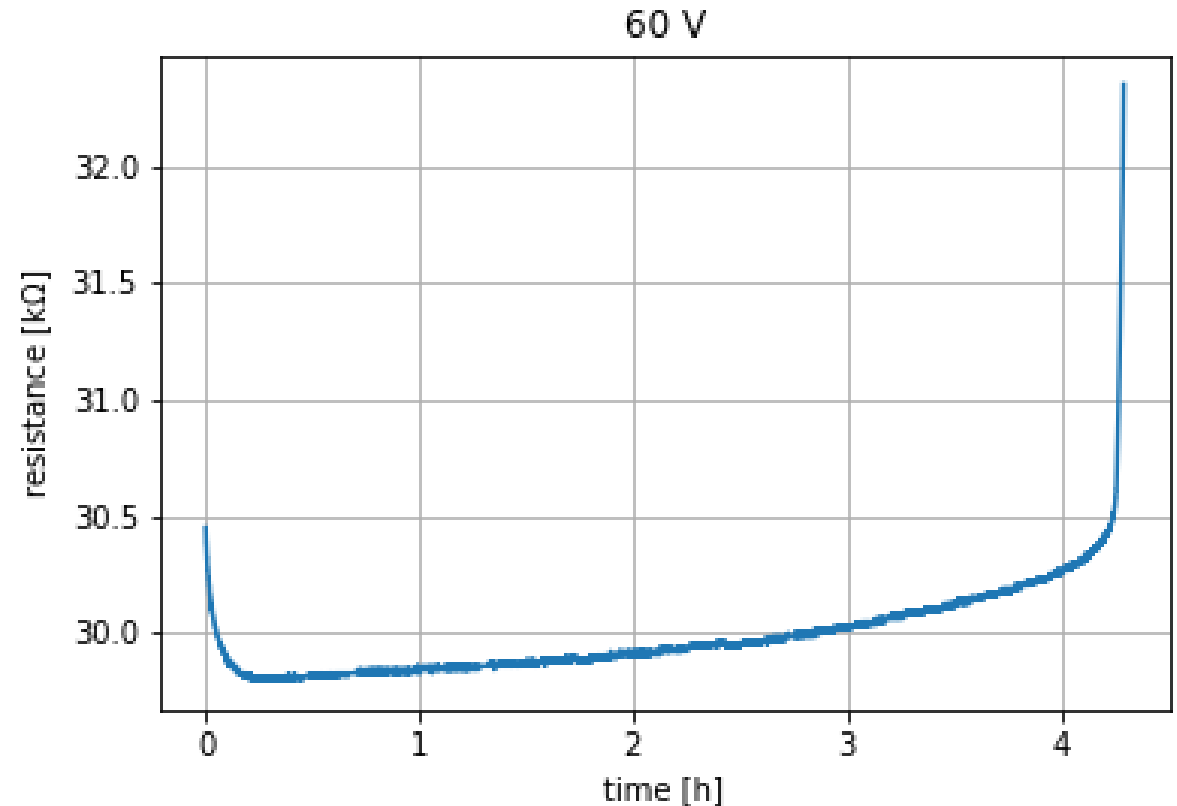
Vergleich mit erwarteter
Wärmeleistung an \bar{P} ANDA:

Rate	P ¹ [mW]	U [V]	im Bild
4×10^6	1.3	6.2	a
4×10^7	13.1	19.8	b
Strahl- zentrum	135.4	63.7	c

¹aus einer Simulation, skaliert auf Faserlänge

Langzeitmessungen bei konstanter Spannung

- 6V: Wechselwirkungsrate bei \bar{P} ANDA
- 13V: keine Veränderung nach 17 Tagen
- 60V: Strahl zentral auf Faser
(wird in \bar{P} ANDA nicht auftreten)
 - bis 0.2 h: Aufheizen mit $\frac{dR}{dT} |_{T=20^\circ\text{C}} < 0$
 - ab 0.2 h bis 4.3 h: „Abdampfen“
 - bei 4.3 h: Durchbruch
- 4 h im Strahlzentrum entspricht Reaktion mit Antiprotonen wie in 700 Zyklen



Zusammenfassung

- Primäres Target (Faser 7 μm) für Hyperkernexperiment von $\bar{\text{P}}\text{ANDA}$
- thermische Belastung bei $\bar{\text{P}}\text{ANDA}$ im Normalbetrieb unkritisch
- Faser überlebt auch bei maximalen Strahlüberlapp längere Zeit
→ Korrekturen möglich

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Gibt es noch Fragen?

Langzeitmessungen bei konstanter Spannung

