

Wissenschaftliches Konzept der intensiven Positronenquelle EPOS an ELBE

R. Krause-Rehberg¹, G. Brauer²,

¹Martin-Luther-Universität Halle

²Forschungszentrum Rossendorf

- Details zum geplanten Aufbau
- Vorteile einer Positronenquelle an ELBE
- Anwendungsgebiete des Systems



EPOS = ELBE Positron Source

- ist externer Messplatz des Interdisziplinären Zentrums für Materialwissenschaften (IZM) der Martin-Luther-Universität Halle
- Realisierung in Kooperation mit FZR (Kooperationsvertrag)
- Finanzierung durch EU-Mittel (EFRE), Land Sachsen-Anhalt und MLU
- Aufbau hat begonnen
- Messplatz für materialwissenschaftliche Untersuchungen
- Benutzung durch Besuchergruppen (zwei Nutzertreffen 2002 und 2004 mit europaweiter Beteiligung)
- Fernsteuerung des Messablaufs über Internet

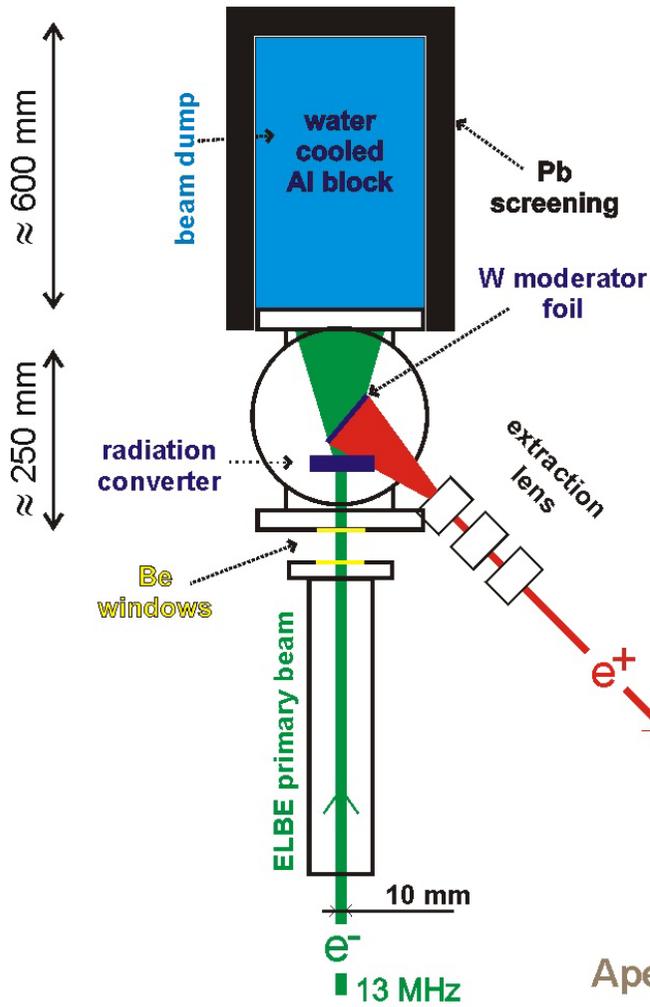


Positronen bei ELBE – Das Labor

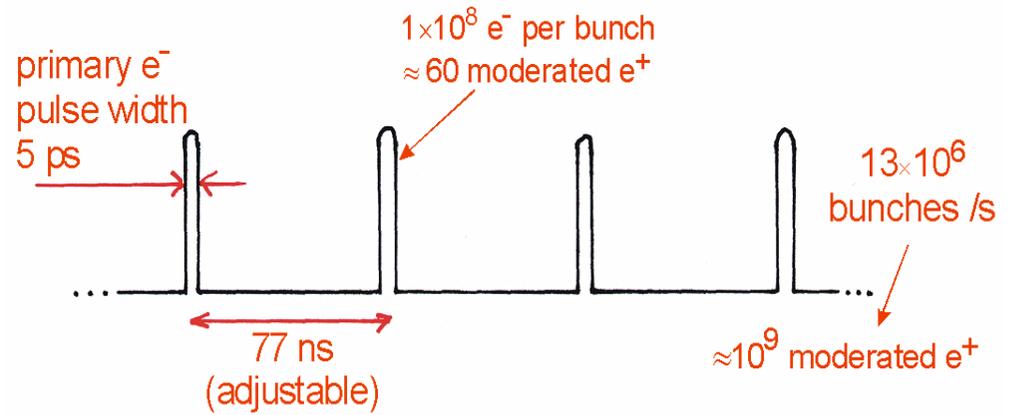
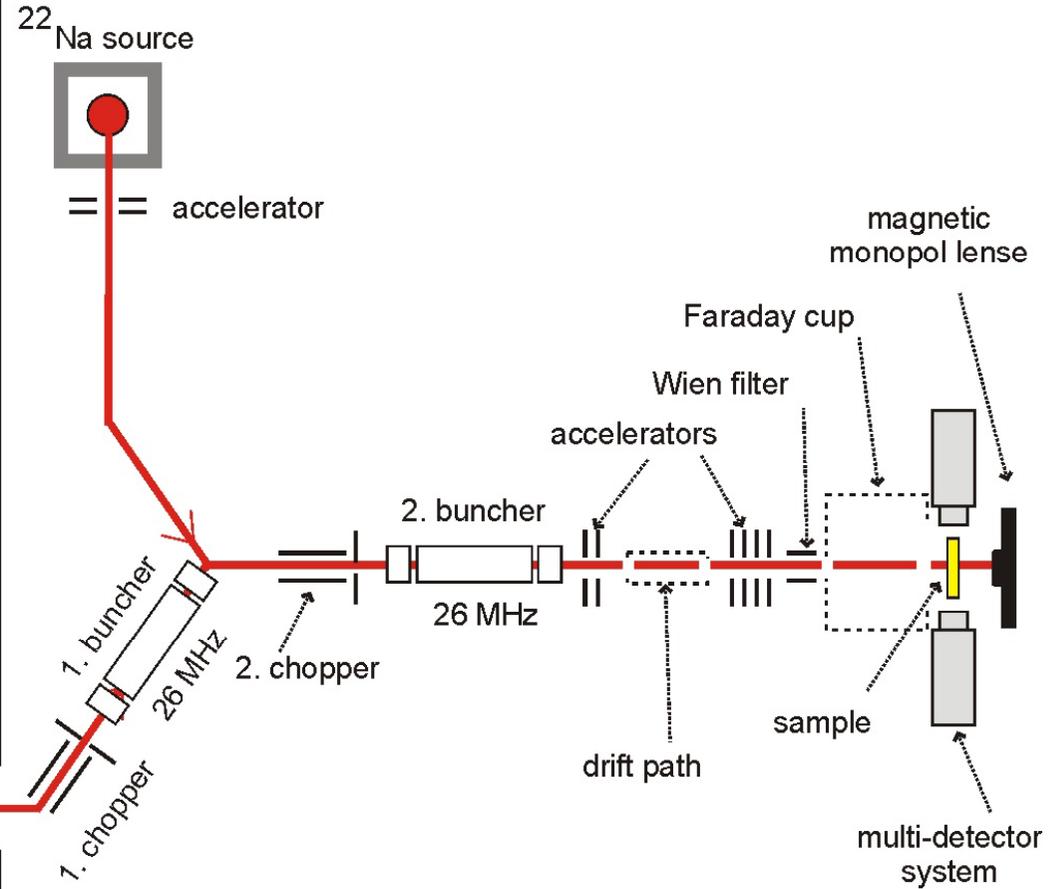
- Positronen werden in einem W-Konverter im Cave 111b durch Paarbildung erzeugt und in einer Metallfolie moderiert (abgebremst)
- sind dann monoenergetisch (3 eV) und werden mit Energie von 2 kV über ca. 12 m ins e^+ -Labor transportiert (magnetische Führung)
- Positronenenergie auf Proben-OF variabel: 0,2 ... 30 keV (entspricht Eindring- bzw. Informationstiefe von bis zu ca. 3 μm)
- alle wichtigen Methoden für Materialforschung mit Positronen: Lebensdauer-Spektroskopie, Koinzidenz-Doppler-Spektroskopie und AMOC (Kombination beider Techniken) - volldigitale Messung
- Zeitstruktur des Primärstrahls wird direkt benutzt für gebunchten Positronenstrahl
- geplante Parameter des Positronenstrahles:
 - Intensität $> 2 \times 10^8$ moderierte e^+ /s auf Probe, d.h. ca. 10^6 registrierte e^+ /s
 - Zeitdivergenz < 100 ps (für Lebensdauer-Messungen)



Cave 111b

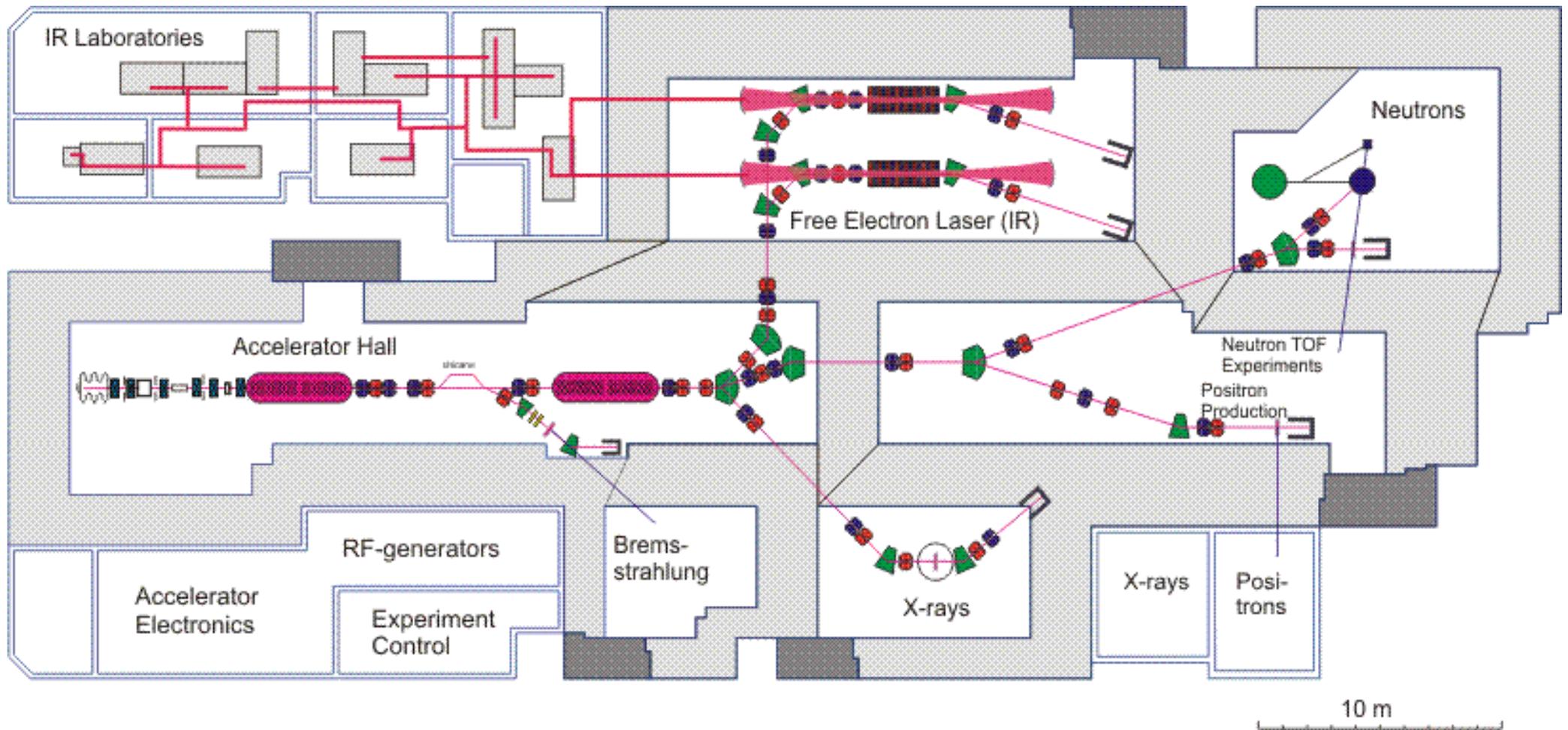


Positron laboratory



Schema des EPOS-Systems

Ground plan of the ELBE hall



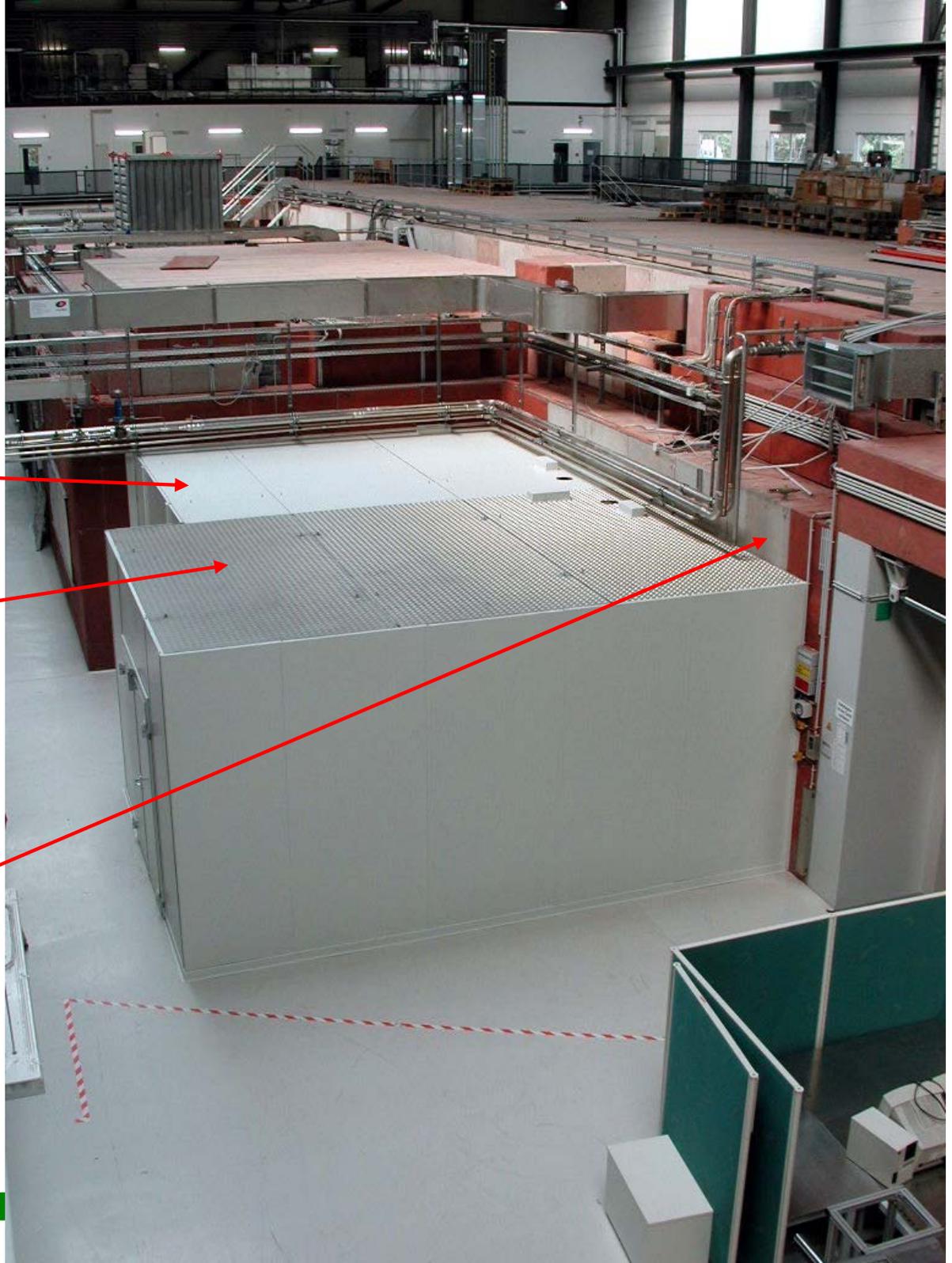
Positron Lab

- positron lab in ELBE hall already available

X-ray Lab

Positron Lab

concrete screening of Cave 111b
(location of e^+ converter)



Vorteile von ELBE für Positronenquelle

- günstige Elektronenenergie (40 MeV) für Paarbildung und Moderation
- hohe Intensität
 - 40 kW Strahlleistung gerade noch zu bewältigen, d.h. ca. 20kW im Konverter von ca. 1 cm³ (direkt wassergekühlt)
- extrem hohe Wiederholrate des LINAC von 13 MHz
 - sonst im kHz-Bereich - dann Penning-Falle nötig, die zur schlechten Zeitauflösung führt
- sehr kurze Elektronenimpulse (< 5 ps) - direkte Nutzung für Positronenerzeugung mit bester Zeitauflösung
- CW-Betrieb möglich (kontinuierliche Positronenerzeugung)
 - bei TTF gibt es „Bunch-Trains“, die ebenfalls Penning-Falle bedingen würden



Nachweis von Nano-Defekten

- Detektion von Nano-Defekten:
 - Leerstellen und Leerstellencluster ($n = 1 \dots 10$) in kristallinen Stoffen
 - Versetzungen
 - Nano-Ausscheidungen bspw. in Metallen ($r = 0,3 \dots 10$ nm)
 - offenes Volumen, Phasenübergänge und Interdiffusion in Polymeren
 - nano-poröse Stoffe (Porendurchmesser 0,5 ... 25 nm)
 - Defekte an Grenzflächen in OF-Nähe
 - Defekt-Tiefenprofile in OF-nahen Schichten



Potentielle Anwendungen des Messplatzes

Vielfältige Probleme der Materialwissenschaften können mit dem geplanten System bearbeitet werden, wie bspw.:

- Defekt-Tiefenprofile nach Oberflächenmodifikation (z.B. Ionenstrahlen)
- Tribologie (Defekte nach oberflächlicher mechanischer Schädigung)
- Polymere (Poren; kinetische Untersuchungen zur Interdiffusion)
- hochporöse Isolierschichten für die Halbleiterindustrie (Ersatz für SiO_2)
- nano-poröse Gläser (Katalysatoren); Größe und Befüllung der Poren
- Defekte in Halbleitern und Metallen nach Kristallzucht, Deformation, Bestrahlung
- epitaktische Schichten (Wachstumsdefekte, Misfit-Defekte am Interface)
- Oberflächenbeschichtungen für metallische Werkstoffe
- Ausscheidungen in aushärtbaren Aluminiumlegierungen
- Untersuchung zur Strahlenhärte von Solarzellen
- USW. ...



Zeitplan

	1. Year	2. Year	3. Year
Laboratory	████████████████████		
Simulation e ⁺ converter	████████████████████		
Simulation beam	████████████████████		
Converter chamber and vacuum system in tunnel	████████████████████		
Screening of converter chamber	████████████████████		
First chopper / buncher	████████████████████		
Test converter / beam transport	████████████████████		
Vacuum system completion	████████████████████		
Conventional source chamber	████████████████████		
2. Chopper / buncher	████████████████████		
Sample chamber	████████████████████		
Completion of beam electronics	████████████████████		
Test transport system	████████████████████		
Detector system and software	████████████████████		
Automation	████████████████████		
Software lifetime / Doppler spectra	████████████████████		
Optimization of time resolution	████████████████████		

