

KET Jahresversammlung 2009, Bad Honnef, 21.11.2009

Entwicklungen in der Beschleunigerphysik in Deutschland 2009

Anke-Susanne Müller

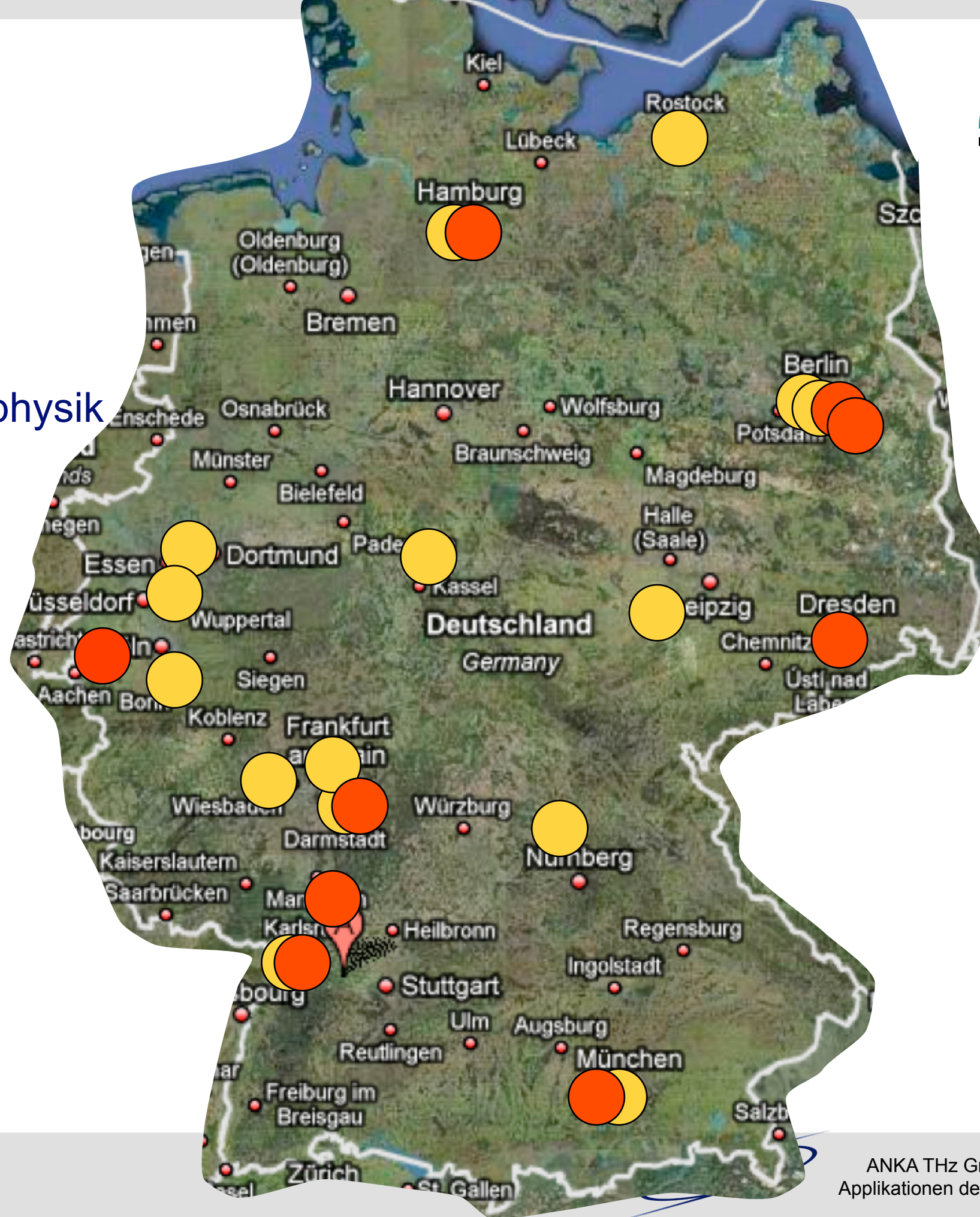
ANKA THz Group - Laboratorium für Applikationen der Synchrotronstrahlung



Landkarte

● Universität mit
Beschleunigerphysik

● Beschleuniger-
labor oder
Großgerät



Übersicht Großforschungsanlagen

■ DESY:

- Elektronenspeicherringe DORIS III, PETRA III (2009) – Strahlungsquellen
- Elektronenlinacs FLASH, XFEL (2014) – FEL-Strahlungsquellen

■ DESY-Zeuthen:

- Elektronenquelle PITZ für FEL-Strahlungsquellen

■ FZ Jülich:

- Zyklotron und Protonensynchrotron COSY – Kern- und Hadronenphysik

■ GSI:

- Ionenlinac UNILAC – Kernphysik
- Ionensynchrotron SIS18, Speicherring ESR – Kern- und Hadronenphysik
- FAIR-Komplex (2014) – Hadronenphysik
- Ionenlinac und Synchrotron (Heidelberg) – Tumorthherapie

■ KIT:

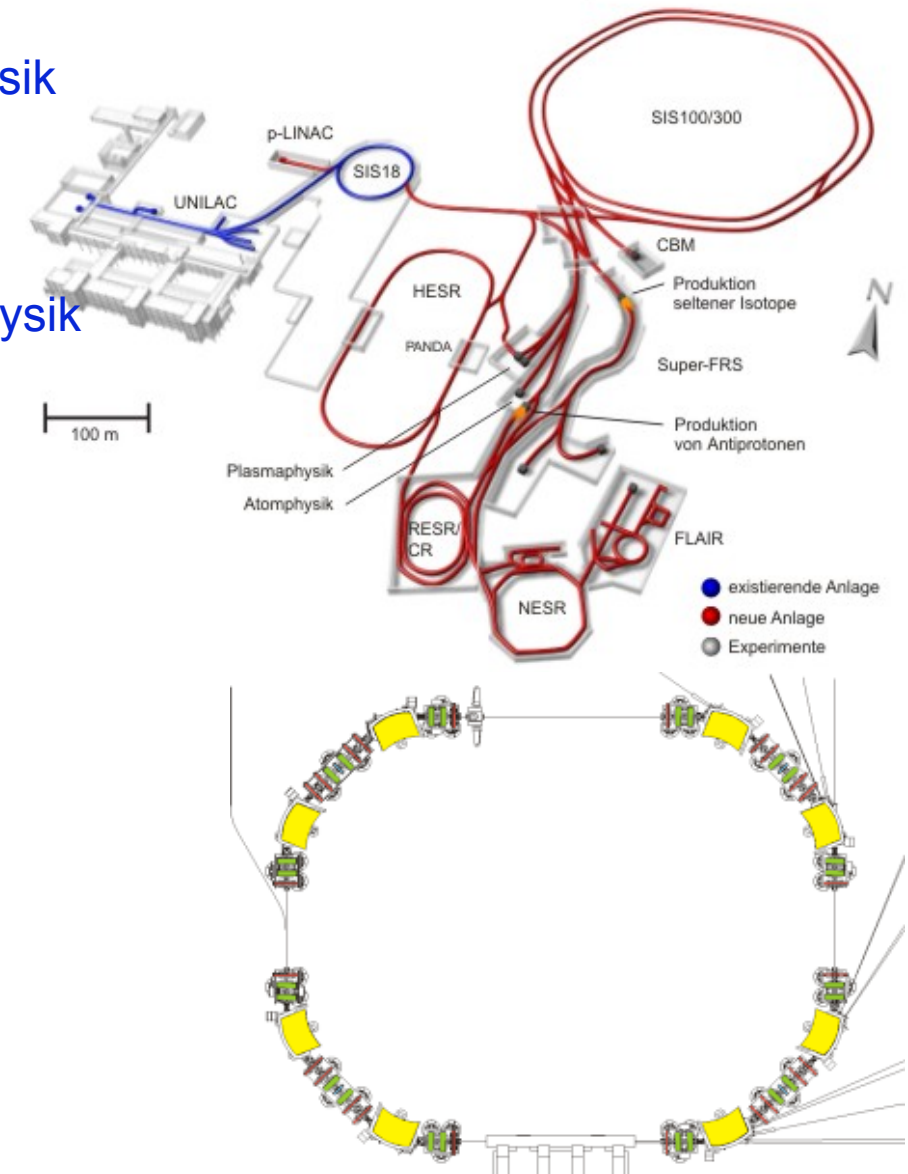
- Elektronenspeicherring ANKA – Strahlungsquelle
- Zyklotron – Radioisotope

■ FZ Dresden-Rossendorf:

- Elektronenlinacs ELBE – FEL-Strahlungsquellen

■ Helmholtz Zentrum Berlin & PTB:

- Elektronenspeicherringe BESSY, MLS (PTB) – Strahlungsquellen
- Zyklotron – Tumorthherapie



Übersicht Universitäten und MPIs

■ Bonn:

→ Elektronenspeicherring ELSA – Hadronenphysik und Strahlungsquelle

■ Dortmund TU:

→ Elektronenspeicherring DELTA – Strahlungsquelle

■ Frankfurt:

→ RFQ, Ionenspeicherring (Stern-Gerlach-Zentrum ca. 2010) – Atom- und Kernphysik

■ Mainz:

→ Mikrotrons MAMI A, B, C – Kern- und Hadronenphysik

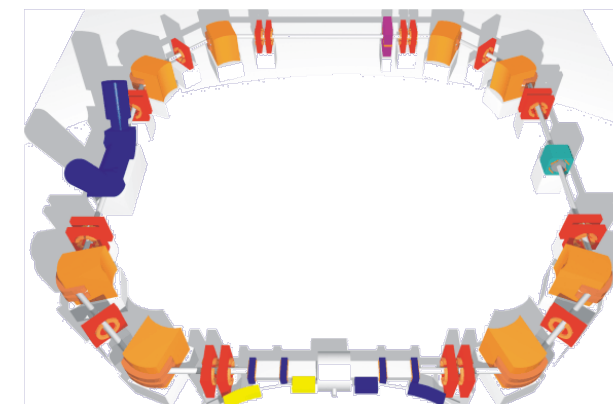
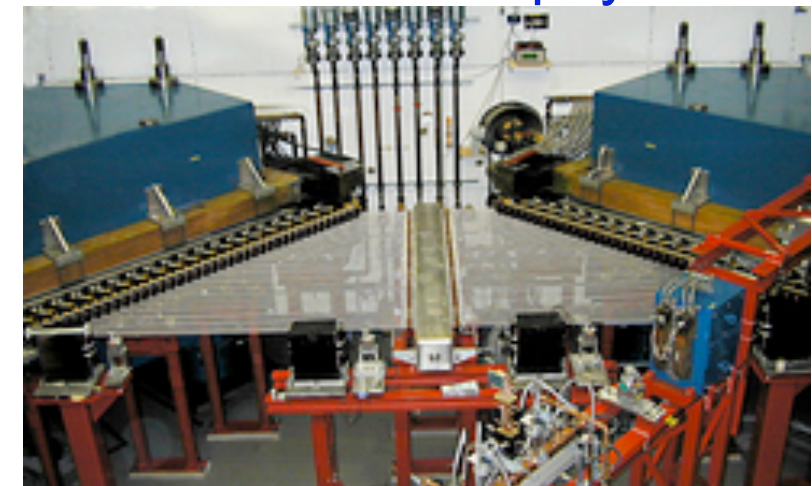
■ Darmstadt TU:

→ Rezirkulierender Elektronenlinac sDALINAC – Kernphysik

→ FEL-Strahlungsquelle

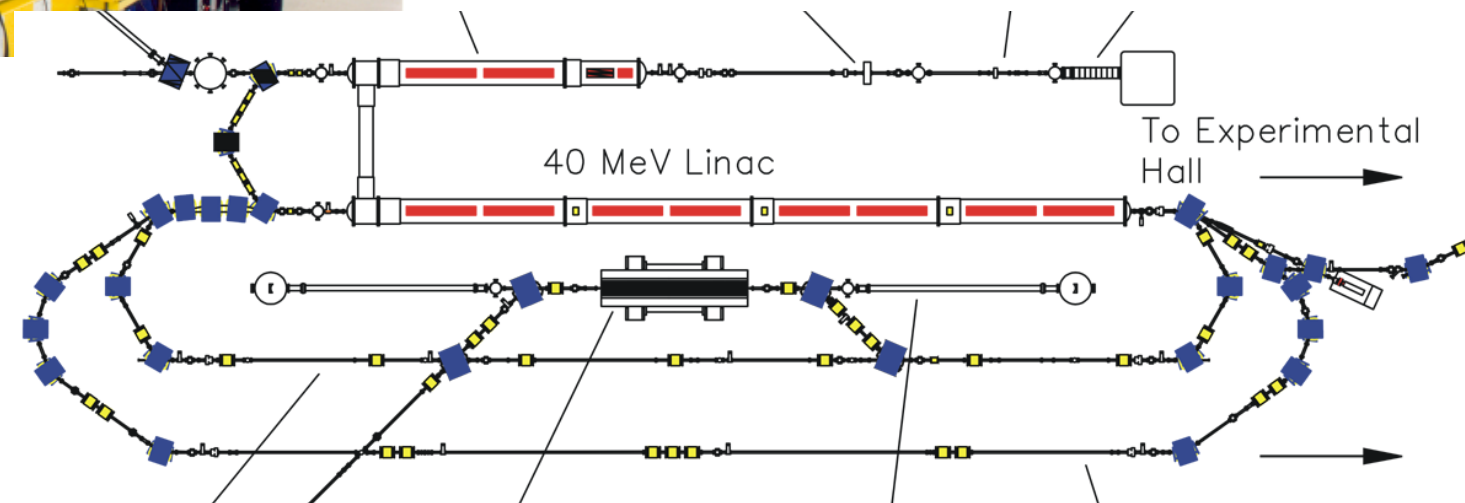
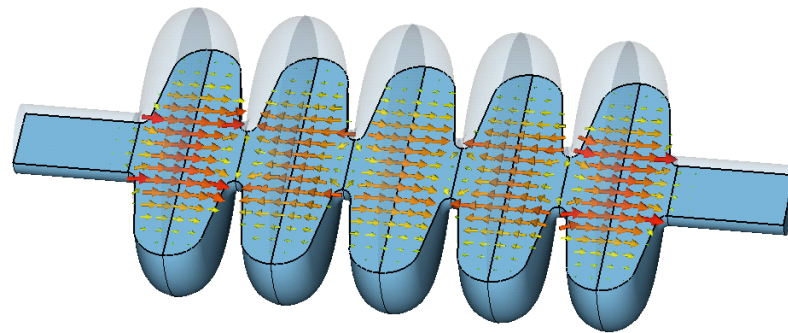
■ MPI f. Kernphysik Heidelberg:

→ Ionenlinac und Speicherring TSR – Atomphysik



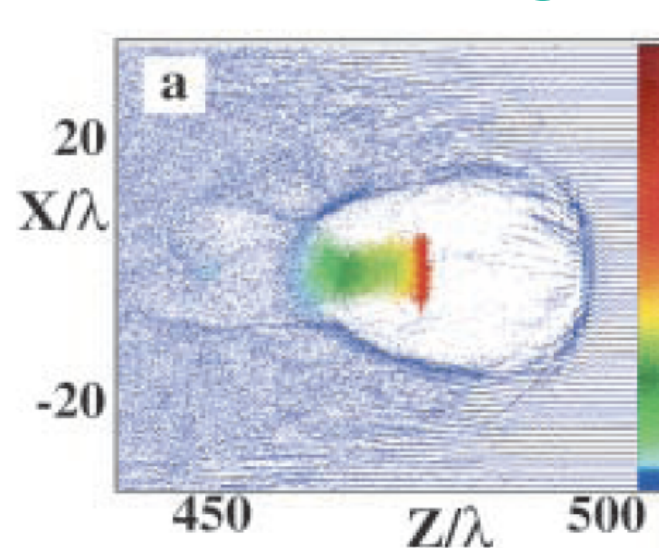
Universitäten ohne eigene Beschleuniger

- Berlin HU/TU
- TU Darmstadt
- Erlangen
- Göttingen
- Hamburg U & TU HH
- München
- Rostock
- Wuppertal
- ...

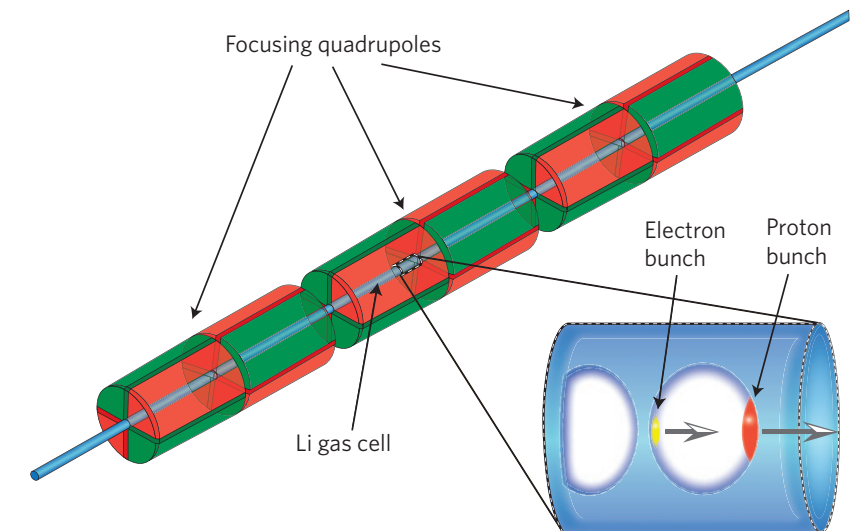


Entwicklung neuer Technologien

- München: LMU, MPQ, MPP
- FZ Dresden-Rossendorf
- Darmstadt TU
- Jena
- ...

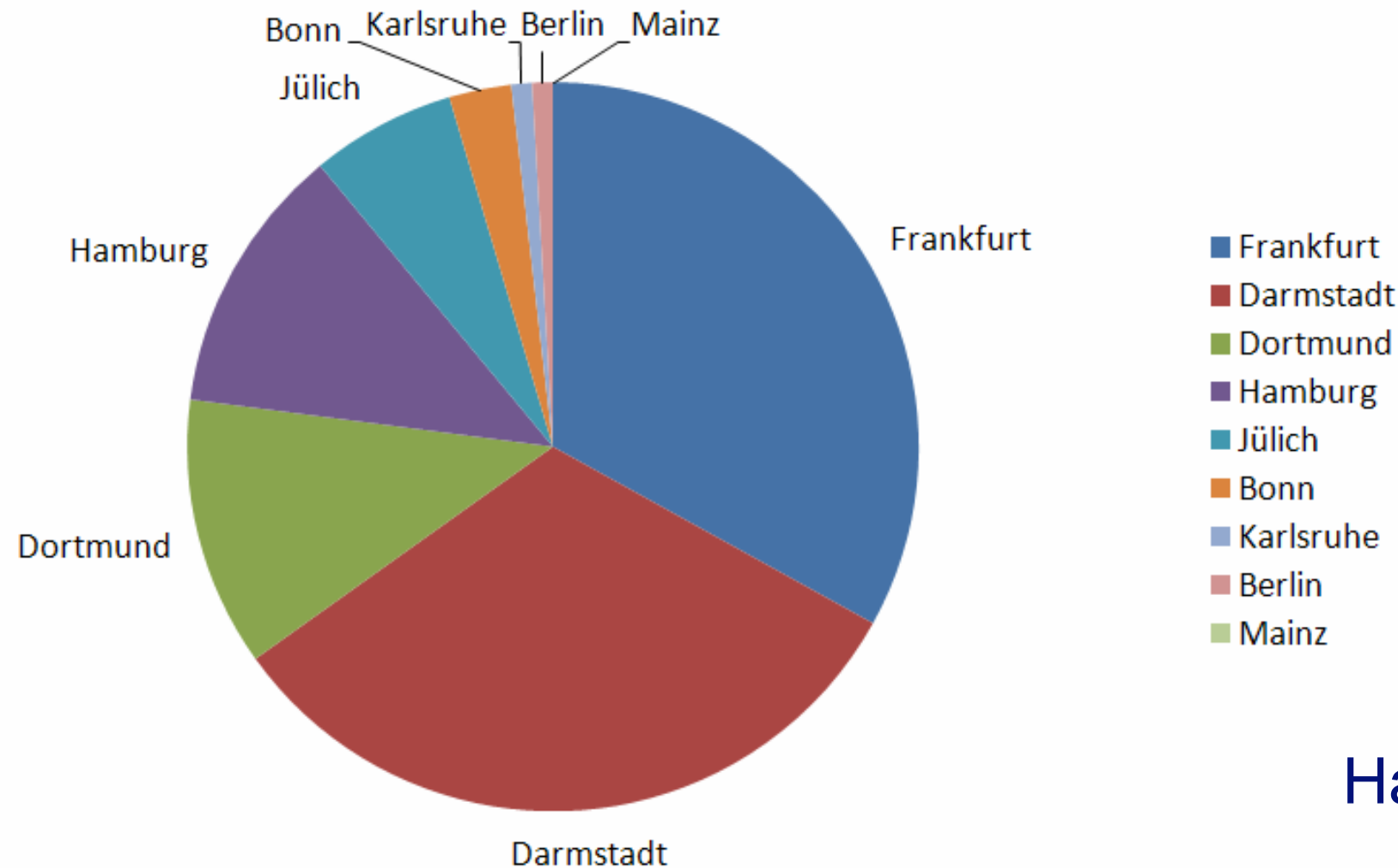


A. Pukhov and J. Meyer-ter-Vehn,
Appl. Phys. B (2002)



A. Caldwell et al., Nature Physics (2009)

Promotionen 1999-2008 (insgesamt 109 in 10 Jahren)



Hans Weise

- im Mittel 11 Promotionen im Bereich Beschleunigerphysik/-technik pro Jahr
- in 2009 bislang 11, der Beginn des WS ist noch zu berücksichtigen
- lfd. Promotionen 37 + DA, i.e. $(11 + 37 + DA) = 48+$ in 4 Jahren; dabei großer HHer Anteil
Summe_HH (2009, akt.) = 20

■ Quelle: J. Rossbach, Beschleunigerausbildung an dt. Hochschulen 2009



10 Universitäten

+ regelmäßige internationale Schulen (i.a. teuer !):

- CERN accelerator school (CAS)
- US part- acc. school (USPAS)
- Joint US-CERN-Russia-Asia acc. school (even years) (JAS)
- Beschleunigerschule der Terascale Alliance (TAS)
- Joint Universities Acc. School, 10 Wo, Credits ! (JUAS)

■ Ziel: Ausbildung von Nachwuchs
→ möglichst breite beschleuniger-physikalische “Allgemeinbildung”

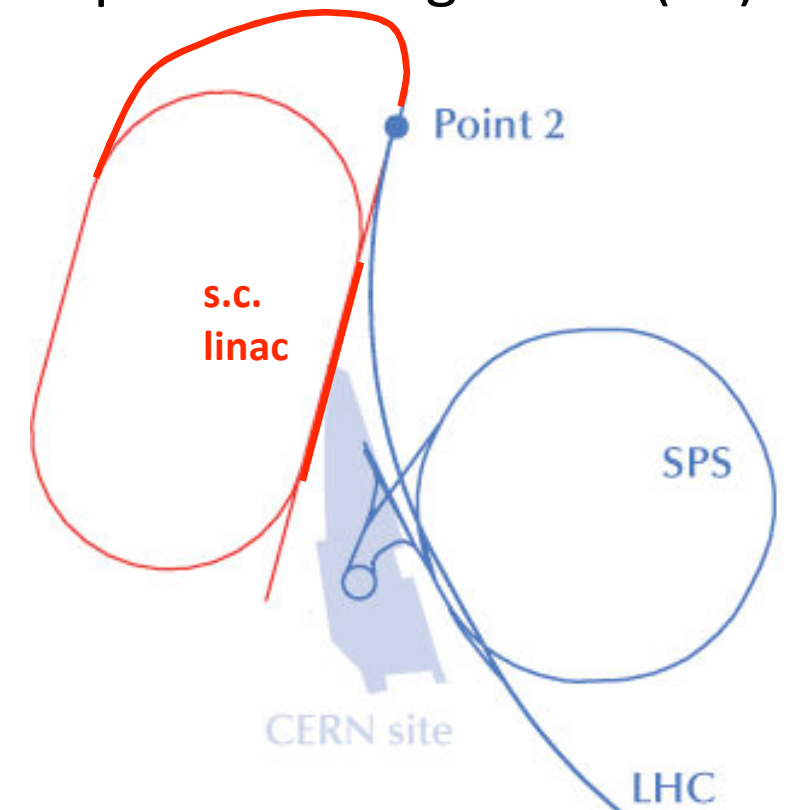
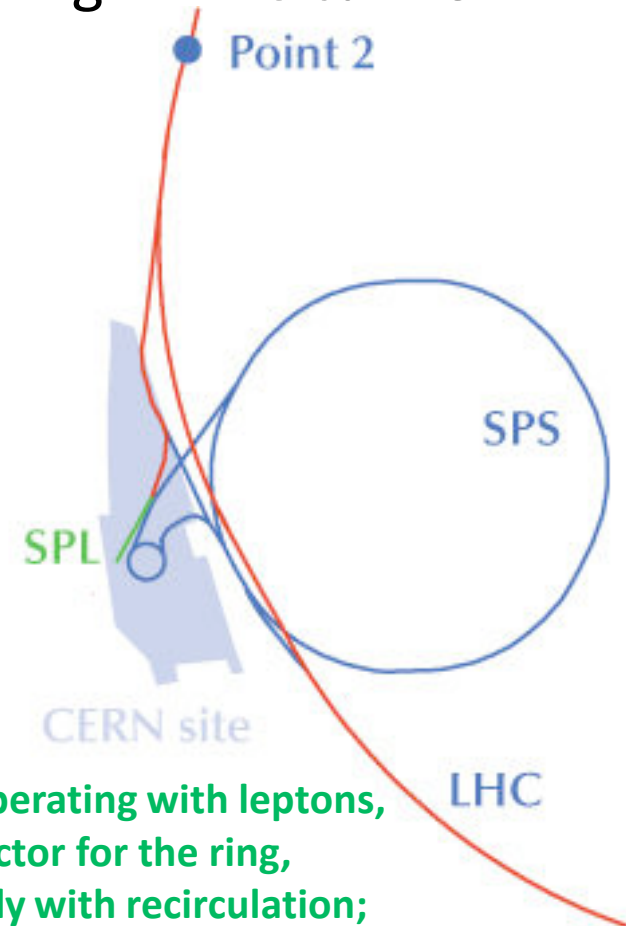
- Wichtige Themen in der Beschleunigerphysik sind u.a. die Erzielung der höchsten Energien, kleinsten Strahlquerschnitte und maximalen Intensitäten
- Innerhalb der verschiedenen Arbeitsfelder existieren starke Synergien zwischen Beschleunigern für z.B. HEP, HK, Synchrotronstrahlung
- Beispiele hierfür sind:
 - kleine Strahlquerschnitte essentiell für Verbesserung der Luminosität aber ebenfalls für Maximierung der Brillanz von Strahlungsquellen
 - Dämpfungsmechanismen (-Wiggler) finden Einsatz z.B. in CLIC ebenso wie bei Petra III
 - Energy Recovery Technologie für neue Strahlungsquellen (z.B. BERLinPro) und für die Teilchenphysik (z.B. LHeC)

LHeC options including linacs

option 1: “ring-ring” (RR)
e-/e+ ring in LHC tunnel

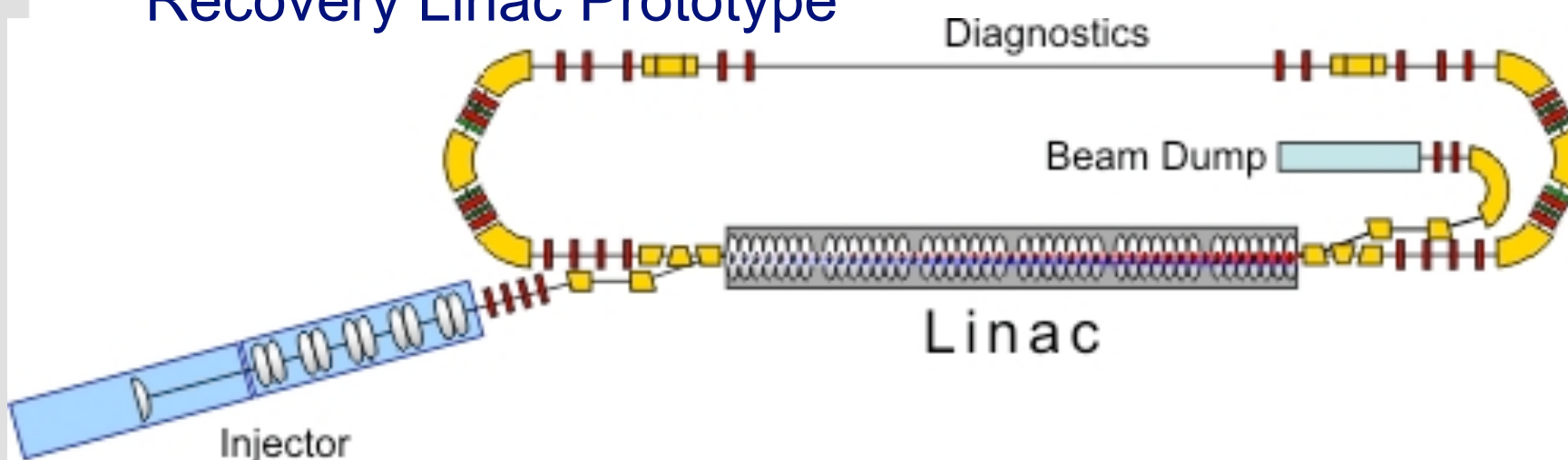
option 2: “ring-linac” (RL)

F. Zimmermann



up to 70 GeV: option for cw operation
and recirculation with energy recovery;
> 70 GeV: pulsed operation at higher
gradient ; γ -hadron option; focus on option 2

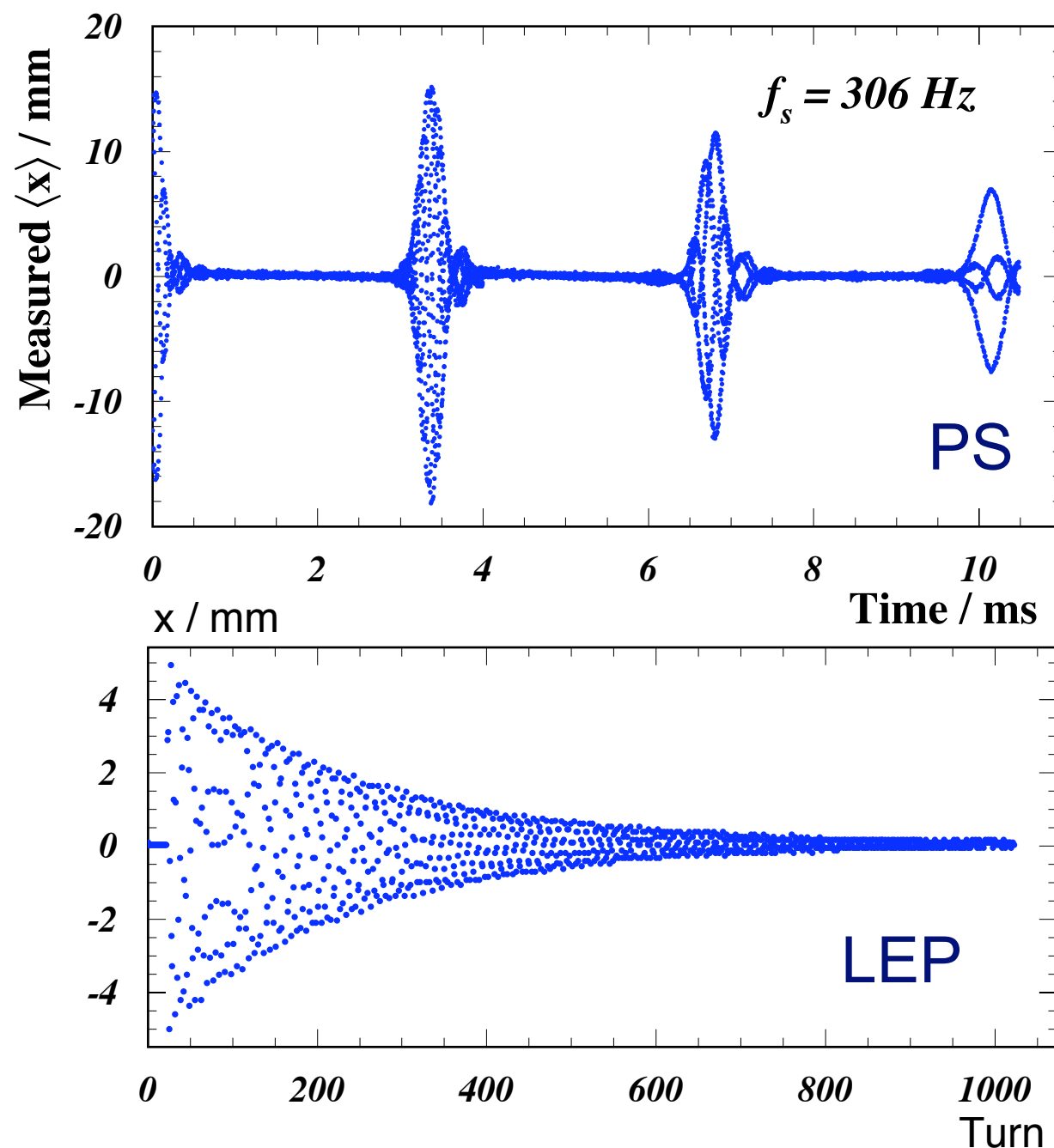
BERLinPro - Berlin Energy
Recovery Linac Prototype



Übergreifende Thematiken: Diagnostik etc.

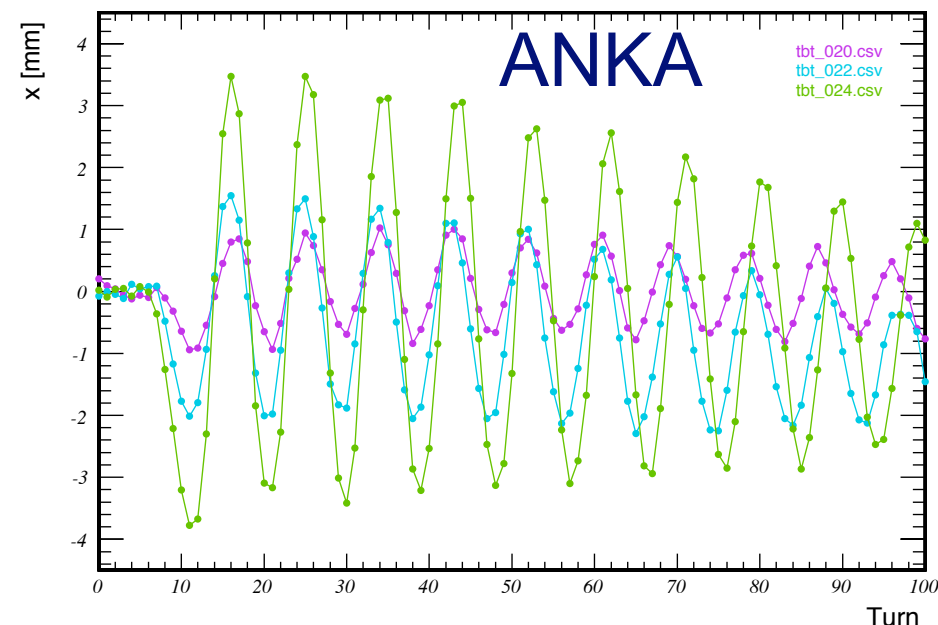
■ Standardwerkzeuge für strahldynamische Untersuchungen

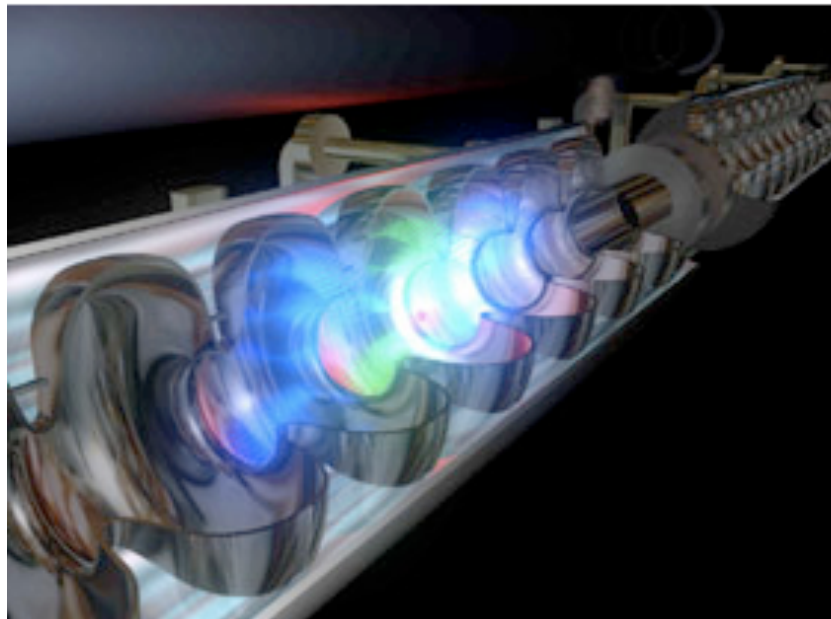
→ z.B. Multi-Turn Messungen der Strahlage



■ Von Diagnostikentwicklung an einer Maschine profitieren alle Bereiche der Beschleunigerphysik von Hadronen- bis zu WF-Beschleunigern

■ gemeinsame Software für Simulationen (z.B. Mad-X)



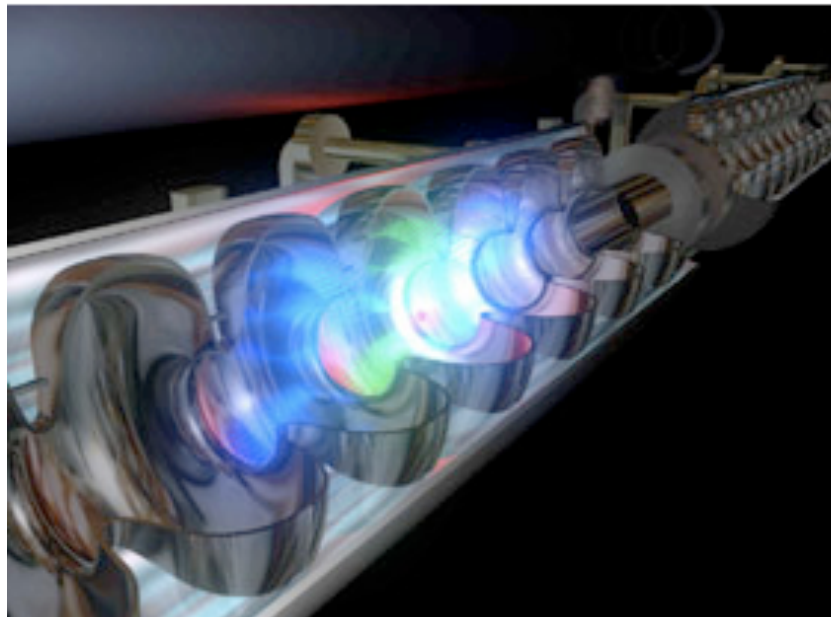


Beschleunigerentwicklung an deutschen Hochschulen für die Grundlagenforschung an Großgeräten

17-18 September 2009

Universität Hamburg & DESY

- Vorbereitung Runde zum Förderschwerpunkt "Erforschung kondensierter Materie an Großgeräten"
- Schwerpunktthemen
 - Strahldynamik
 - Strahldiagnostik
 - Beschleunigertechnologie
- Diskussion konkreter Vernetzungsmaßnahmen
- Weiteres Thema: Ausbildung von Beschleunigerphysikern

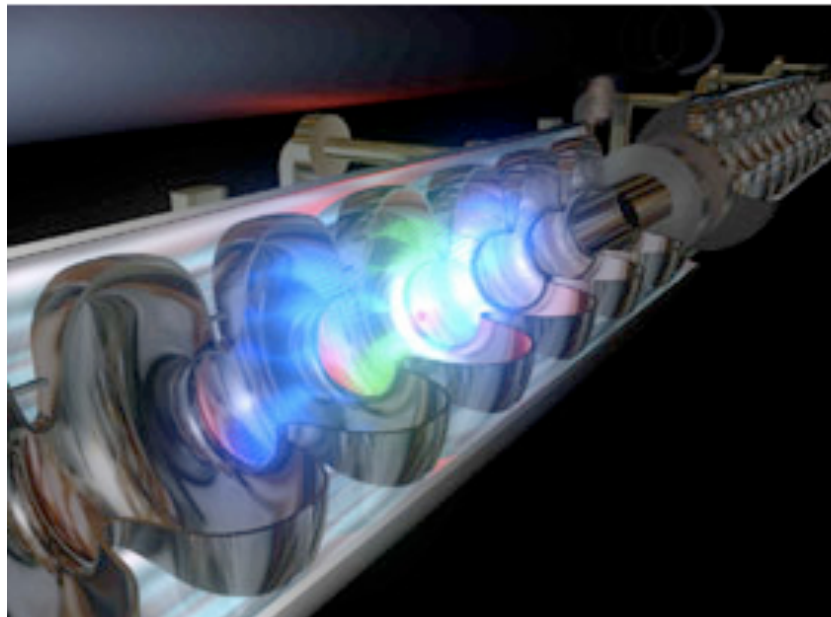


Beschleunigerentwicklung an deutschen Hochschulen für die Grundlagenforschung an Großgeräten

17-18 September 2009

Universität Hamburg & DESY

- Vorbereitung Runde zum Förderschwerpunkt "Erforschung kondensierter Materie an Großgeräten"
 - Schwerpunktthemen
 - Strahldynamik
 - Strahldiagnostik
 - Beschleunigertechnologie
 - Diskussion konkreter Vernetzungsmaßnahmen
 - Weiteres Thema: Ausbildung von Beschleunigerphysikern
- starke Vernetzung innerhalb der Community

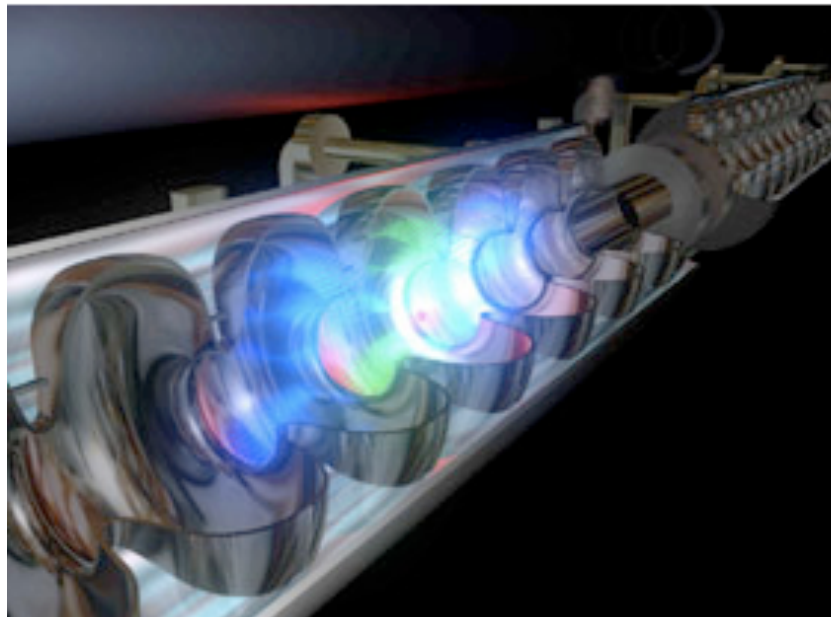


Beschleunigerentwicklung an deutschen Hochschulen für die Grundlagenforschung an Großgeräten

17-18 September 2009

Universität Hamburg & DESY

- Vorbereitung Runde zum Förderschwerpunkt "Erforschung kondensierter Materie an Großgeräten"
 - Schwerpunktthemen
 - Strahldynamik
 - Strahldiagnostik
 - Beschleunigertechnologie
 - Diskussion konkreter Vernetzungsmaßnahmen
 - Weiteres Thema: Ausbildung von Beschleunigerphysikern
- starke Vernetzung innerhalb der Community
- Zusammenarbeiten über die Grenzen der jeweiligen Nutzer-Gemeinschaften hinaus



Beschleunigerentwicklung an deutschen Hochschulen für die Grundlagenforschung an Großgeräten

17-18 September 2009

Universität Hamburg & DESY

- Vorbereitung Runde zum Förderschwerpunkt "Erforschung kondensierter Materie an Großgeräten"

- Schwerpunktthemen

- Strahldynamik
- Strahldiagnostik
- Beschleunigertechnologie

starke Vernetzung innerhalb der Community

Zusammenarbeiten über die Grenzen der jeweiligen Nutzer-Gemeinschaften hinaus

eigenständige Vertretung

- Diskussion konkreter Vernetzungsmaßnahmen

- Weiteres Thema: Ausbildung von Beschleunigerphysikern

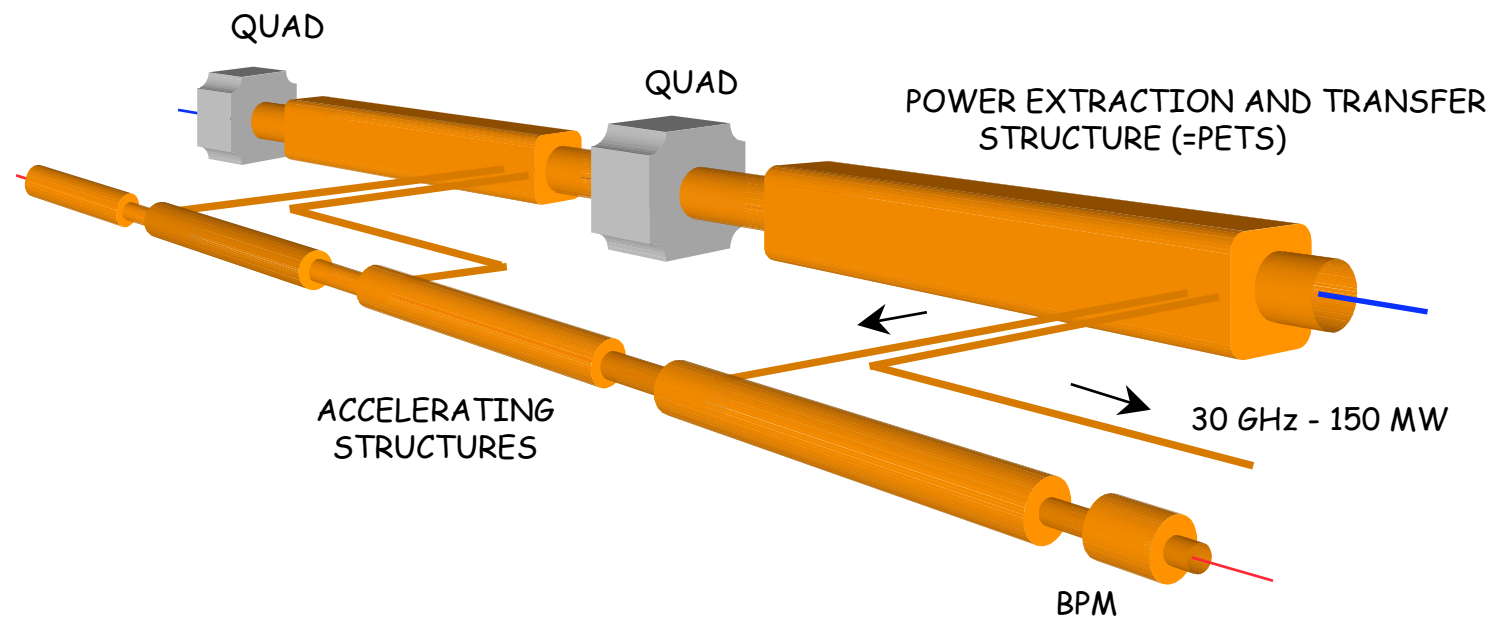
- Erste Schritte zu eigenständiger Vertretung
- Vorläufiges Komitee erarbeitet Satzung - Entwurf zur Abstimmung mit der Community in 2010
- Mitglieder des vorläufigen Komitees:
*R. Eichhorn (TU Darmstadt), F. Grüner (LMU), S. Khan (TU Dortmund),
A. Meseck (HZB), ASM (KIT)*
Sprecher: W. Hillert (U Bonn)
- Fragestellungen in der Diskussion:
 - wen vertritt das KfB (Wahlberechtigung, Mitgliedschaft etc.)
 - Gliederung in Wahlbezirke oder Themenfelder
 - Zusammensetzung des Komitees, Anzahl Mitglieder
 - Outreach (z.B. <http://www.beschleunigerphysik.de>)
 - ...

■ Wahlen 2010



■ Neue Technologien

→ CLIC (2-Strahl-Beschleunigung, 100 MV/m)



→ Myon-Collider / Myon-Cooling hauptsächlich ausserhalb Deutschlands (Ausnahme MPP)

→ Plasmabeschleuniger (Laser, Elektronen, Protonen bis zu 100 GV/m)

→ Dielectric Wakefield Beschleunigung (FACET@SLAC)

➡ Weichenstellung durch LHC Resultate

KIT
Karlsruher Institut für Technologie

8 GeV H^+ Linac
20 mA x 1.25 msec x 5 Hz

Stripping Foil

Recycler
1 Linac pulse

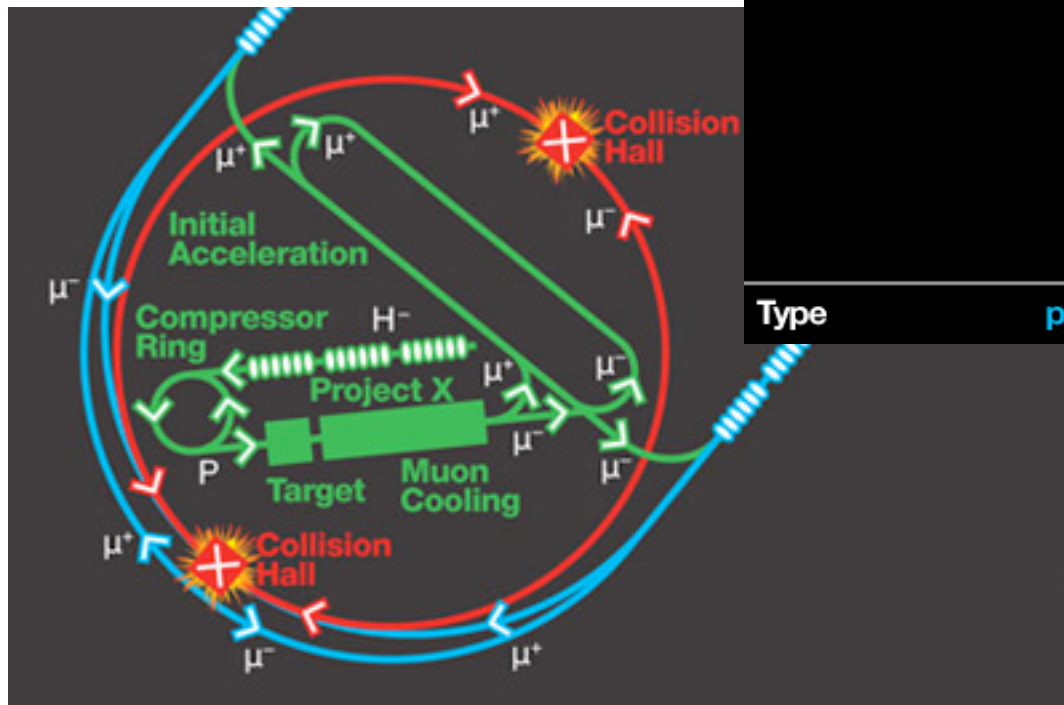
8 GeV fast or slow spill
 9.6×10^{14} protons/1.4 sec
860 kW

120 GeV fast extraction
 1.6×10^{14} protons/1.4 sec
2.1 MW

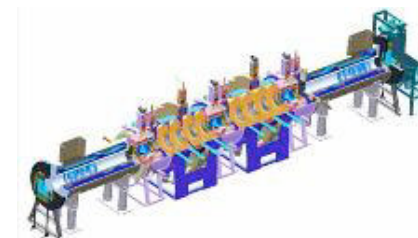
Main Injector
1.4 sec cycle

Single turn transfer at 8 GeV

Project X



Name	SPPS 1981–1993	Tevatron 1985–present	SLC 1989–1998	LEP I&II 1989–2000	LHC First collisions 2009	ILC proposed	CLIC proposed	Muon Collider proposed
Collision energy in TeV	0.09	1.6	0.5	0.45	14	3	3	10
Energy of constituent particles	0.045	0.8	0.25	0.225	7	1.5	1.5	5
Size	d=2.1km	d=2km	l=3km	d=8.4km	d=8.4km	l=30km	l=50km	d=2km
Type	$p\bar{p}$	$p\bar{p}$	e^+e^-	e^+e^-	pp	e^+e^-	e^+e^-	$\mu^+\mu^-$

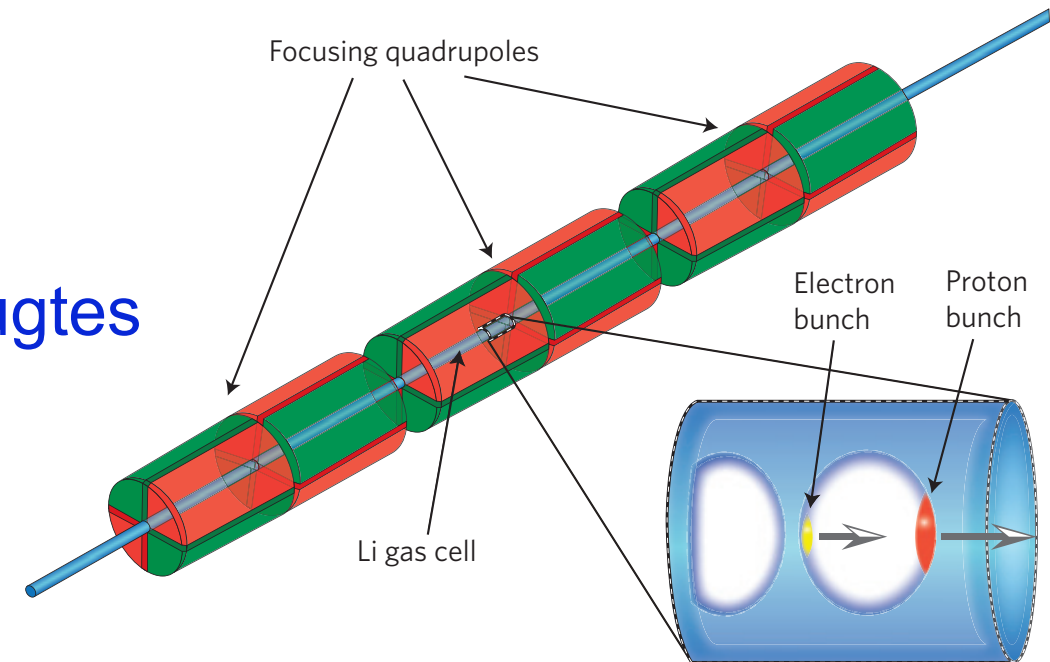


Plasma Beschleuniger

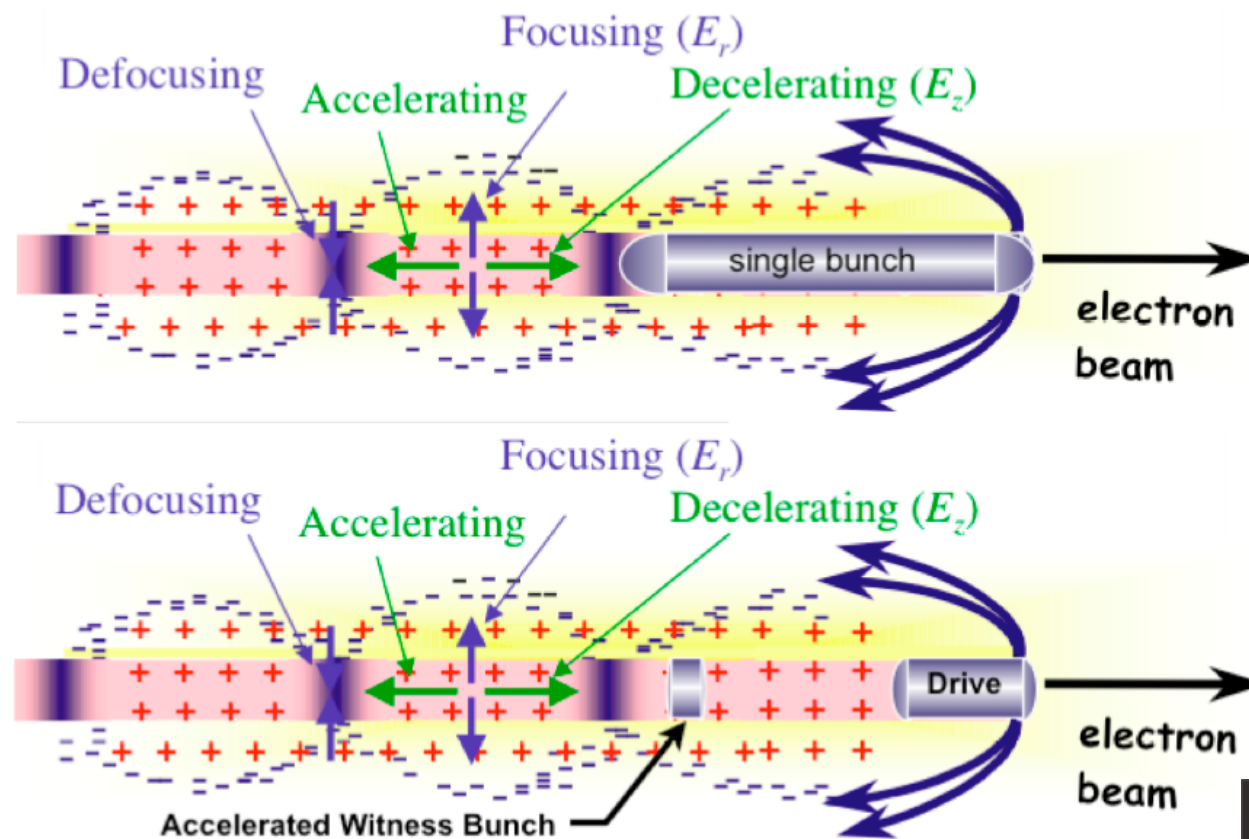
■ Verschiedene Möglichkeiten:

- Laser-induziertes Plasma
- Elektronen- oder Protonenstrahl erzeugtes Plasma

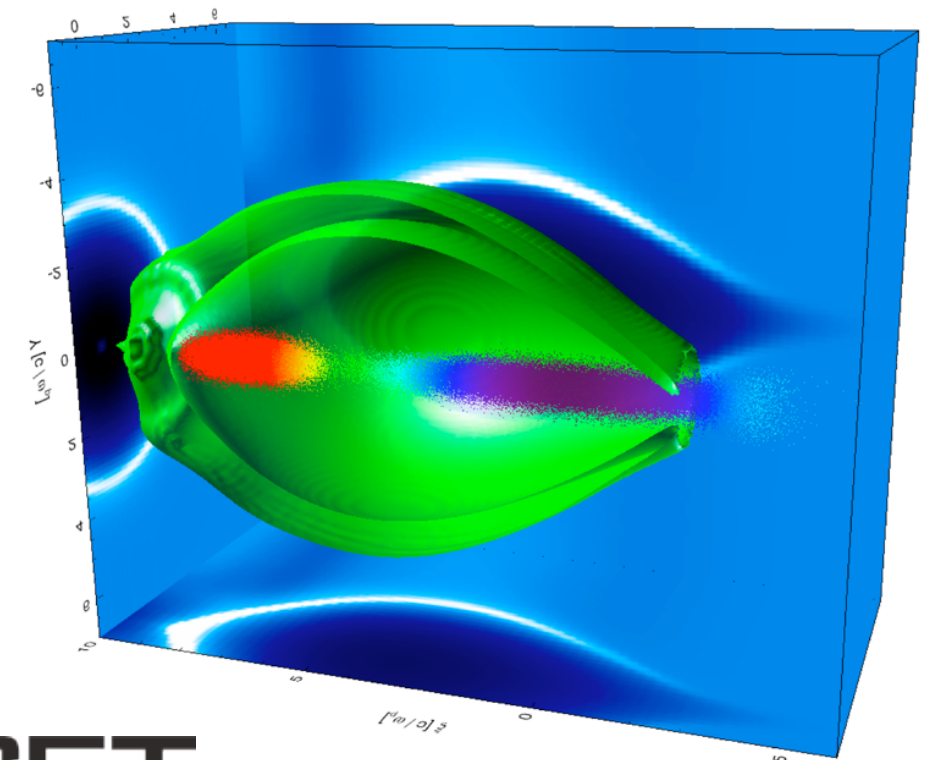
■ Schwierigkeiten z.B. Energieschärfe, Kaskadierbarkeit



A. Caldwell et al., Nature Physics (2009)



FACET



Danke!

- Ein herzlicher Dank an alle, die mit Informationen oder Diskussionen zu diesem Vortrag beigetragen haben und insbesondere an

Ralph Assmann, CERN

Allen Caldwell, MPP

Wolfgang Hillert, Bonn

Malte Kaluza, Jena

Shaukat Khan, Dortmund

Günter Quast, KIT

Hans Weise, DESY

Frank Zimmermann, CERN