

HK-9

Andreas Jankowiak



HK-9: Energy Recovery Linac Technologie

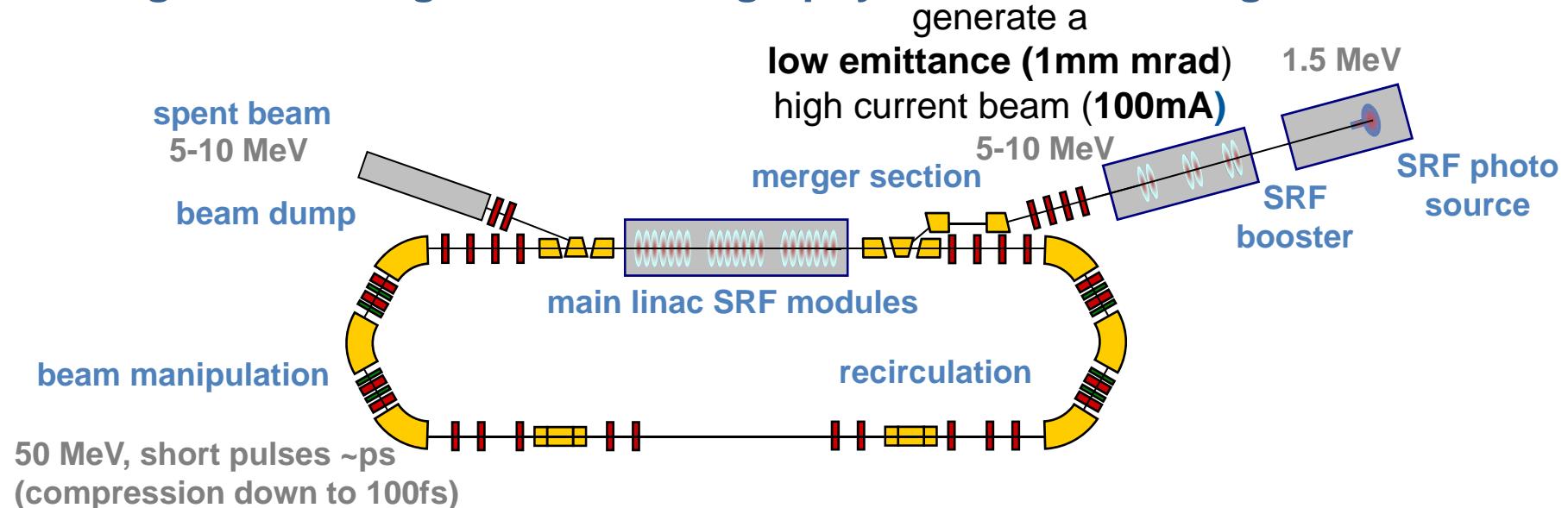
Auf dem Weg zum versatilen Beschleuniger der Zukunft

Andreas Jankowiak
Helmholtz-Zentrum Berlin



Verbundforschungsworkshop
TU Darmstadt
31.08.2011

**BERLinPro: 50MeV / 100mA / niedrig Emittanz Energy Recovery Linac
enthält alle wesentlichen Schlüsselkomponenten zukünftiger „Groß“-Geräte
Grundlagenforschung in Beschleunigerphysik und Technologie**

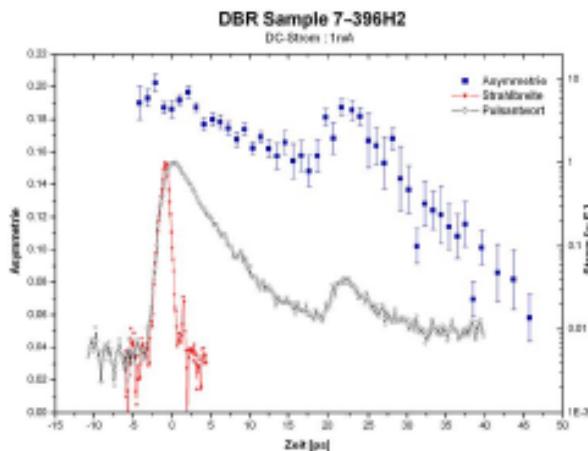


Herausforderungen

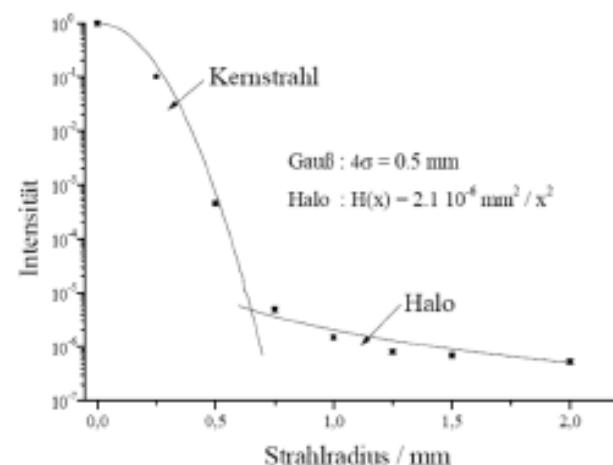
- Elektronenquelle (e.g. supraleitende Hochfrequenz-Elektronenquelle), Photokathoden (Effizienz, Lebensdauer) und Laser-System
- Emittanzerhaltung (Merger, Kompression)
- HOM-Dämpfung und Unterdrückung von „beam break up“ (BBU)
- extreme Strahlleistung (~MW) im Booster und auf dem Dump
- Kontrolle und Reduktion von Strahl-Halo und Strahlverluste

Mainz-University: Project HK-9 ERL – beam Halo

ERL phase space distributions do not perform
after those named by dead mathematicians?



longitudinal: Pulse response
with long low intensity-tail



Determination of MAMI-transverse
Beam halo at 855MeV

We propose to study experimentally (PhD-work):

- study of long tails of distribution, longitudinal and transverse
- Several apparatuses available at U-Mainz
- Study of collimation schemes at MAMI, in all relevant energy regions for ERL
- development of diagnostics tools at levels $< 10^{-4}$ of core intensity



Mainz-University: Project HK-9 ERL – high brilliance

An emittance of $\leq 1 \mu\text{m}$ is the key for successful operation

With $t_{\text{bunch}} \ll t_{\text{accel}}$ we have a lower limit for emittance at the cathode

$$\varepsilon_{\min} = \sqrt{\frac{q_{\text{bunch}}(E_{\gamma} - W)}{6\pi\varepsilon_0 E_{\text{cath}} mc^2}} \sim < 0.5 \mu\text{m} \text{ @ } 7.7 \text{ pC / 1MV / m}$$

$$(E_{\gamma} - W) \sim 0.4 \text{ eV (KCsSb), } 0.1 \text{ eV (NEA - GaAs)}$$

But: vacuum space charge destroys beam emittance by nonlinearity of forces!

Countermeasures:

1.) accelerate with high field to relativistic velocities because $F_q \sim 1/\gamma^2$.

D.C guns <6MV/m energy limited 0.25-0.5 MeV

SRF gun with 15MV/m to ~ 5 MeV (FZD, future: BERLinPRO)

2.) Note: d.c. acceleration allows long bunches without any correlation
between phase and energy & d.c acceleration allows for low longitudinal charge density
→ long bunches compensate to some extent high gradient of SRF

We propose design study and (partial) realisation of :

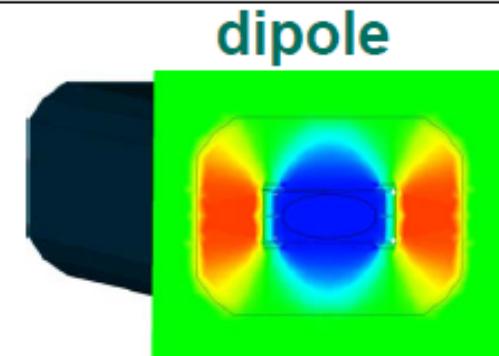
stage-1: ultra compact inverted gun (0.15-0.3MeV)

stage-2: stage-1+ICT-column (1-2MeV, 40-100mA,) + bunch compressor

High-Precision Magnetic Field Computation

▪ Accelerator magnets:

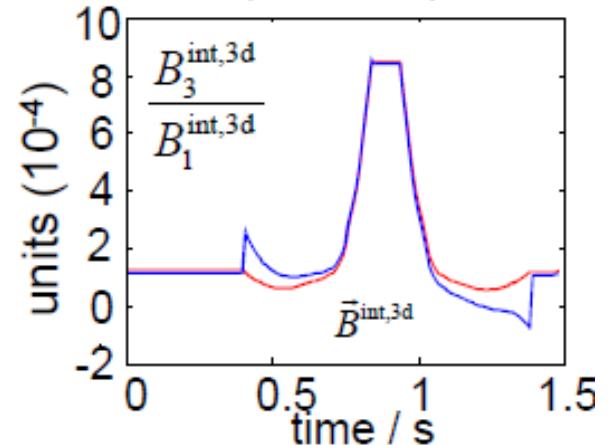
- Coil dominated / iron dominated
- Normal conducting / superconducting
- Dipoles
- Quadrupoles / skew quadrupoles



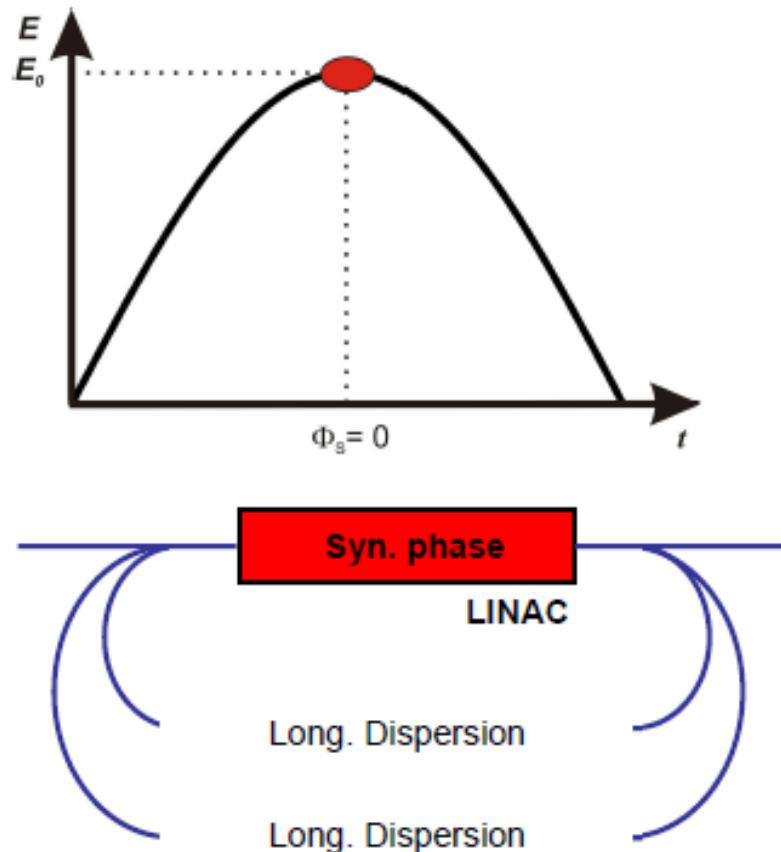
▪ Calculation of field errors:

- Very high accuracy required
- Large numerical models
- Higher-order spatial discretization
- Parallel / large-scale computing

Influence of the beampipe on sextupole component



ERL und R-Linac Konzepte



Vorhanden:

- R-Linac (2/3 Rezirkulationen)

Antragsskizze:

- Bestimmung der optimalen longitudinalen Arbeitspunkte (R-Linac und ERL Mode)

- Untersuchungen zur Strombegrenzung durch BBU

Mögliche Partner

- CERN, HZB, U Mainz

Hochfrequenzregelung

Vorhanden:

- HF Regelkreise & Algorithmen

Antragsskizze:

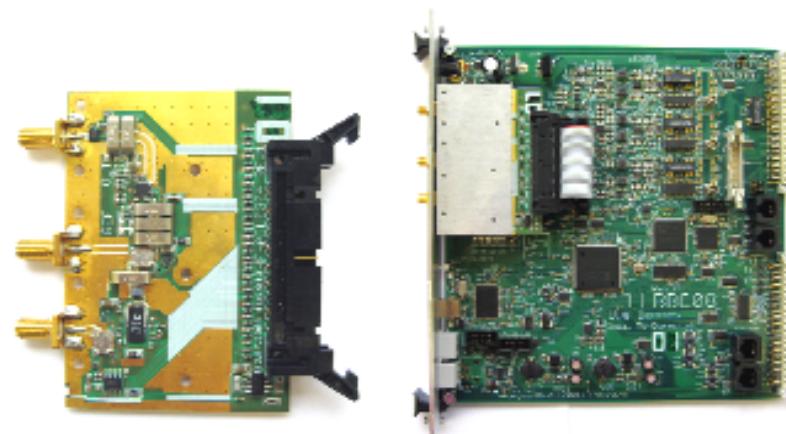
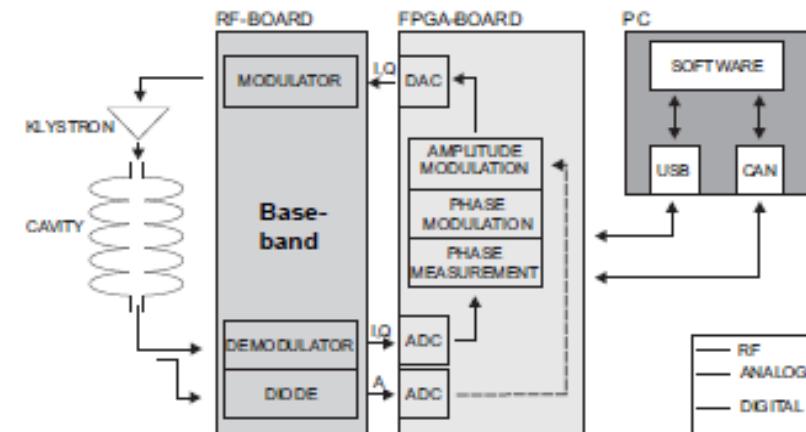
- Entwicklung einer universellen HF

Regelung:

- Frequenzen: 1,3 GHz, 500 MHz, 108 MHz
- dauerstrich, gepulst, gerampt
- Amplitude, Phase und Eigenfrequenz
- supraleitende und normalleitende Resonatoren

Mögliche Partner

- U Bonn, U Mainz, GSI



Strahldynamikstudien an einem SHF Photoinjektor für hohen mittleren Strom

1. Auslegung eines SHF Photoinjektors mit Booster Beschleunigungstrecke unter Einsatz von Optimierungsalgorithmen in Zusammenspiel mit numerischen Simulationsansätzen. Ziele der Optimierung sind in erster Linie kleine Emittanz und kurze Pulse. Modularer Aufbau um Vergleiche von Komponenten zu ermöglichen.
2. Studien zur Leistungsfähigkeit des Photoinjektors für unterschiedliche transversale und longitudinale Verteilungen des Laserpulses (flat top, flat hat, Gaussian, 3D Ellipsoidal, Transverse Parabolic, ...)
3. Berechnung von Quad und Skewquadfeldern und –magneten zur Kompensation von Solenoidfeldfehlern. Design und Aufbau eins kompakten Feldkorrekturmagneten.
4. Untersuchung von Kopplerkicks und Effekte durch andere geometrische Asymmetrien im Strahlengang des Photoinjektors. Vergleich der Strahlrückwirkung von TTF/Cornell/KEK Kopplern und Erbringung von Designänderungen, um diese Strahlrückwirkung zu minimieren.
5. Verfolgung und Kollimation von Dunkelstromelektronen in vollständigen 3D Geometrien und mit 3D Feldverteilungen.