

Strategie des KfB Beschleunigerphysik und Technik

Strategietreffen, BMBF, Bonn, Mai 2017

Komitee für Beschleunigerphysik (KfB): 2017-2019



Ralph Assmann
DESY
(Stellv. Vorsitz)



Oliver Boine-Frankenheim
TU Darmstadt
(Vorsitz)



Wolfgang Hillert
Uni Hamburg
(Vorsitz 2014- 2016)



Thorsten Kamps
HZB



Shaukat Khan
TU Dortmund



Andreas Maier
Uni Hamburg



Atoosa Meseck
HZB



Anke-Susanne Müller
KIT



Jens Osterhoff
DESY



Andreas Peters
HIT

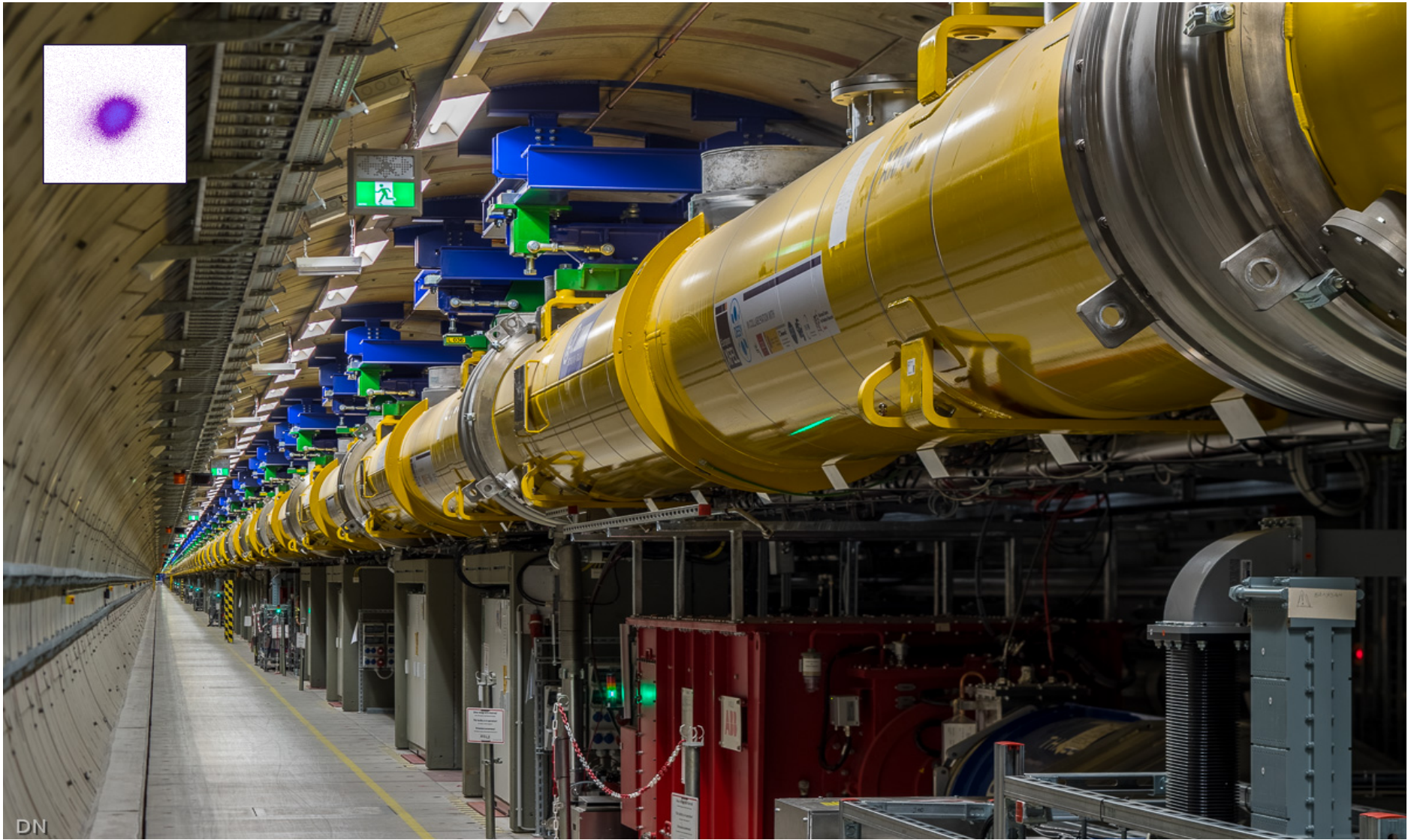
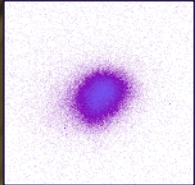
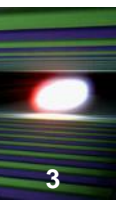


Frank Tecker
CERN



Thomas Weiland
TU Darmstadt
(Vorsitz 2011-13)

Erstes Sub-nm-Lasing am 02. Mai 2017



DN

General Assembly – May 4th, 2017
XFEL Accelerator Consortium, many institutes



KfB Empfehlungen / Strategie (2015)

Eine zentrale Empfehlung ist die Stärkung der Zusammenarbeit zwischen Forschungszentren und Universitäten, insbesondere auch bei der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

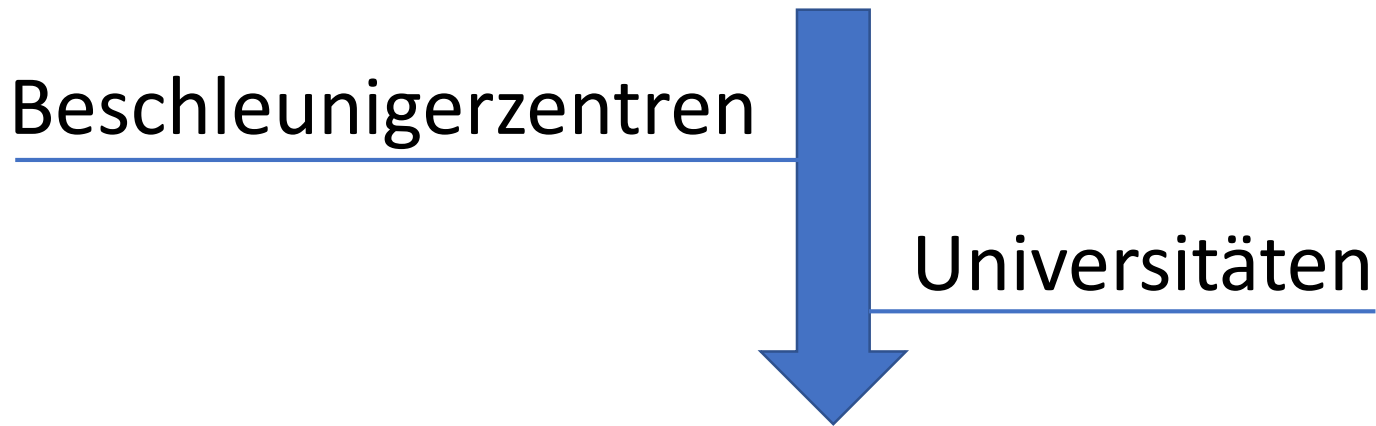
Empfehlungen zur Großgeräteinfrastruktur in Deutschland sowie unter deutscher Beteiligung:

- Ausbau und Weiterentwicklung von Synchrotronstrahlungsquellen und Freielektronen-Lasern zur Erzielung höherer Strahlqualität und -intensität.
- Bau und Weiterentwicklung von FAIR im Hinblick auf die Erzeugung brillanter Ionenstrahlen und die Optimierung der Produktion von Sekundärstrahlen sowie deren Kühlung.
- Unterstützung von Beiträgen zu internationalen – insbesondere europäischen – Großprojekten wie z.B. HL-LHC, ILC, FCC und ESS.

Empfehlungen zur beschleunigerphysikalischen Forschung und Entwicklung:

- Weiterentwicklung der supraleitenden Beschleunigertechnologie, insbesondere von Resonatoren für den Dauerstrich-Betrieb und von Magneten für Strahlen höchster Energie.
- Forschung und Entwicklung in übergreifenden Bereichen wie Strahldiagnose und -stabilität, Simulation, Synchronisation, Kontroll- und Regelsysteme sowie bezüglich der Verfügbarkeit der Anlagen und der Entwicklung neuartiger Hochpräzisionsanlagen
- Weiterentwicklung neuartiger Beschleunigerkonzepte im Hinblick auf deren zukünftige Anwendung.

Strategiediskussion des KfB



Erstellung eines Strategiepapiers

Beschleunigerphysik 2030

KfB Perspektivenworkshop

16./17. Februar 2017

86 Teilnehmer, 17 Vorträge

<http://indico.cern.ch/event/581462/>

Anforderungen der Nutzer (6):

- Hadronen- und Kernphysik
- Hochenergie-/ Teilchenphysik
- Kondensierte Materie
- Medizinische und industrielle Anwendungen

Beschleunigerphysik und -technik (6):

- Vorhandene und geplante Anlagen
- Studien und Möglichkeiten

Welche Bereiche benötigen F&E?

Stand der Forschung und Ausblick (5):

Überblick über ausgewählte Felder der Beschleunigerphysik und -technologie



Beschleuniger für die Hochenergiephysik

Oliver Brüning (CERN), *Future Accelerators for Particle Physics*,
KfB Perspektivenworkshop, 16.-17. Februar 2017, TU Darmstadt

Bereits auf dem Weg: HL-LHC

Herausforderungen -> Hochfeldmagnete (12 T), Strahlintensität/Limitationen

Mögliche Optionen in < 10 Jahren: LHeC

Herausforderungen -> Energy Recovery Linac (ERL)

Optionen > 10 Jahre: HE-LHC, ILC/CLIC, FCC-ee

Herausforderungen -> Kosten, Hochfeldmagnete (16 T), HF Leistung, Strahllebensdauer

Optionen > 20 Jahre (Europäische Strategie 2019): FCC-hh

Herausforderungen -> Kosten, Hochfeldmagnete (16 T), Kryotechnik,

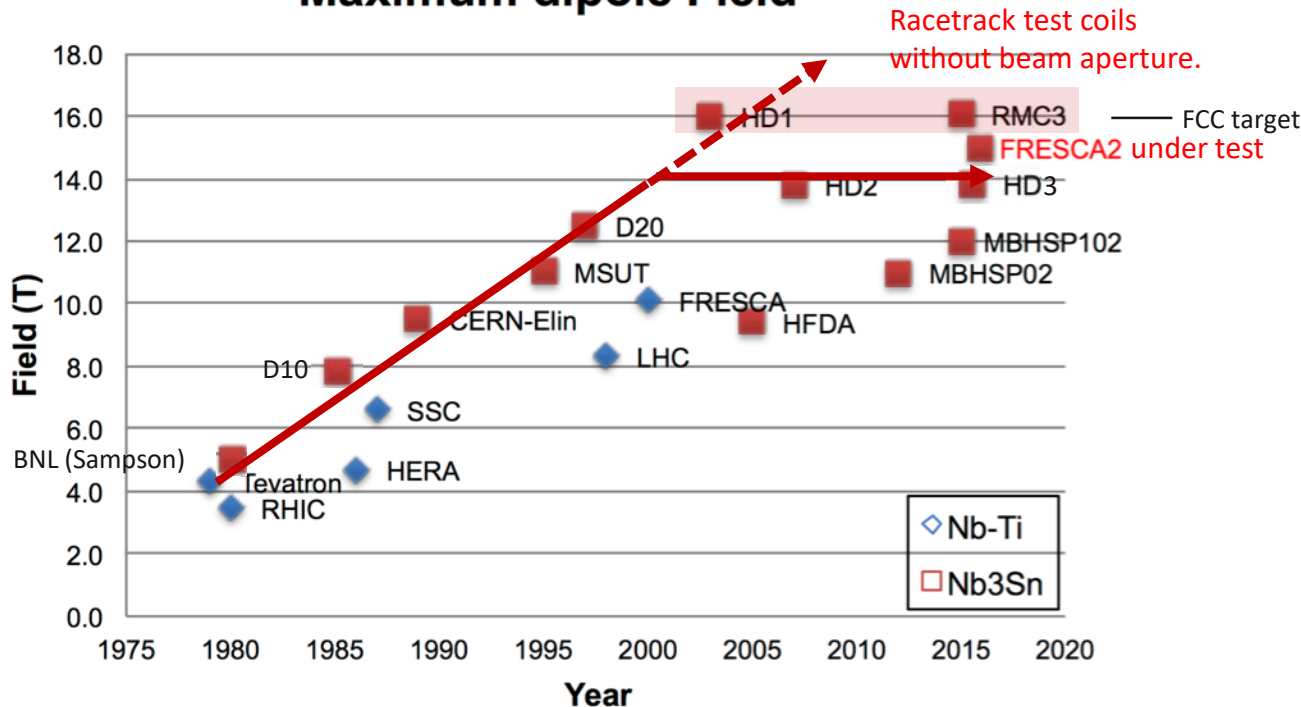
Noch weiter in der Zukunft: Plasmabeschleuniger

Herausforderungen -> Laser/Plasmaphysik, Strahlintensitäten und Qualitäten,.....

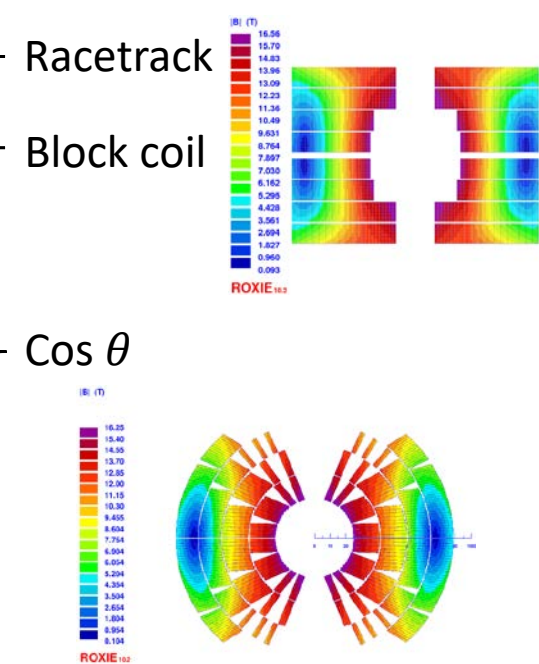
Hochfeldmagnete

Bernhard Auchmann (PSI/CERN), *High Field Magnets*,
 KfB Perspektivenworkshop, 16.-17. Februar 2017, TU Darmstadt

Maximum dipole Field *



LHC und HL-LHC konzentrierten sich auf Entwicklungen serienreifer Magnete und nicht auf Rekordfeldstärken. In letzter Zeit wurde sich für FCC-hh wieder auf Feldstärken konzentriert.

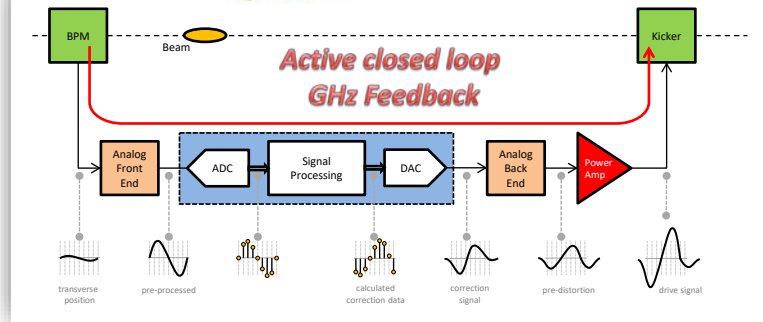
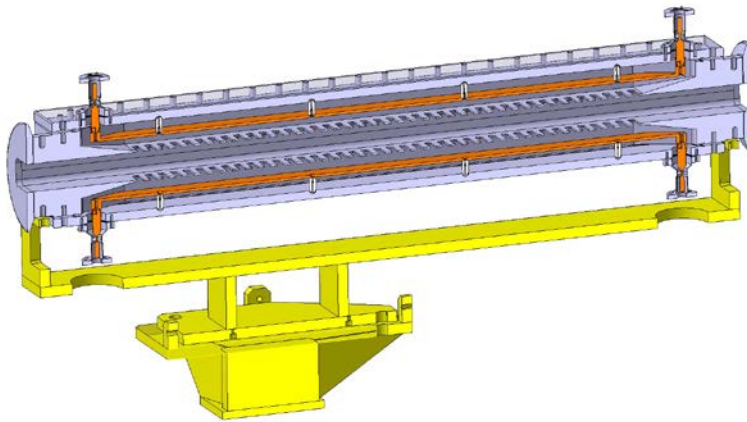


Die "ewigen" Elektronenwolken und Impedanzen

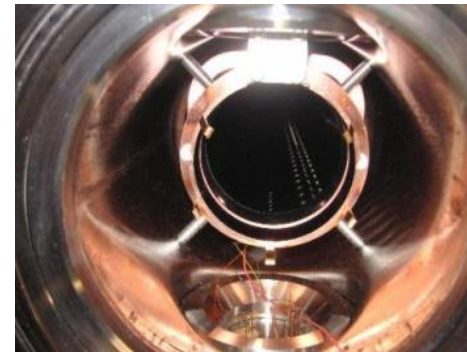
Gianluigi Arduini (CERN), *High Intensity Beams*,
KfB Perspektivenworkshop, 16.-17. Februar 2017, TU Darmstadt

Wärmeeintrag, Strahlinstabilitäten, Halos begrenzen die Luminosität in Hadronenkollidern.
Upgrades und neue Projekte erfordern Gegenmaßnahmen und zugehörige F&E.

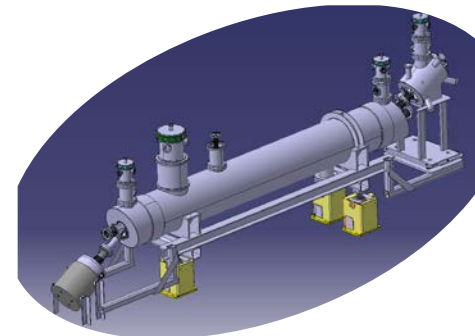
Gegenmaßnahme: Breitband-Feedback



Gegenmaßnahme: Beschichtungen



Gegenmaßnahme: Halokollimation



Elektronenlinse
für Hohlstrahl

Beschleuniger für die Kernphysik

Oliver Boine-Frankenheim (TU Darmstadt/GSI), *Accelerators for Nuclear Physics*,
KfB Perspektivenworkshop, 16.-17. Februar 2017, TU Darmstadt

Neue Anlagen auf dem Weg: SPIRAL2/FR (2017), FRIB/USA (2022), **FAIR** (2025)
Herausforderungen -> Kompakte HF, schnell gerampte Magnete, Strahlintensitäten, ...

Die nächsten 10 - 20 Jahre: FAIR

Fertigstellung, Optimierung für Zielintensitäten + Experimentbetrieb

Optionen > 20 Jahre: Eurisol

Herausforderungen -> Kosten, MW Protonenstrahlen, Produktionstargets,....

Weitere Option für die Zukunft: Laserbeschleunigung von Ionen

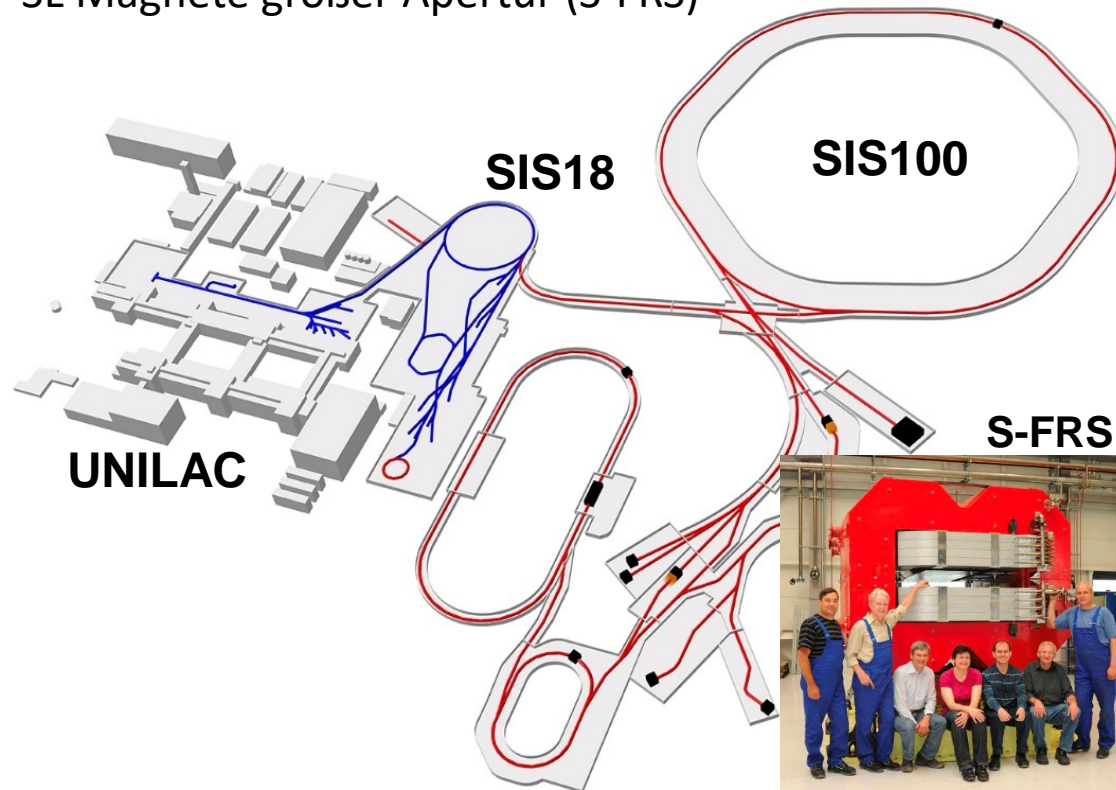
Herausforderungen -> Laser/Plasmaphysik, Strahlintensität und Qualität,.....

FAIR@GSI

Erste Strahlen aus SIS100: 2025

Technologische Herausforderungen:

- Schnell rampende supraleitende Magnete (SIS100)
- Stabilisierung des Vakuums im XUV (SIS100)
- SL Magnete großer Apertur (S-FRS)



Schlüsselkomponenten (F&E):

- Ionenquellen (z.B. EZR)
- Kompakte HF Strukturen
- Zerstörungsfreie Ladungsstripper:
Gas, Flüssig oder Plasma.
- Strahlkühlung:
Stochastisch/Elektronen/Laser/....
- Kontrolle höchster Intensitäten:
Simulationswerkzeuge, Feedback
- Kontrolle dynamisches Vakuum

Intensitätsgrenzen für Hadronenstrahlen

Gianluigi Arduini (CERN), *High Intensity Beams*,

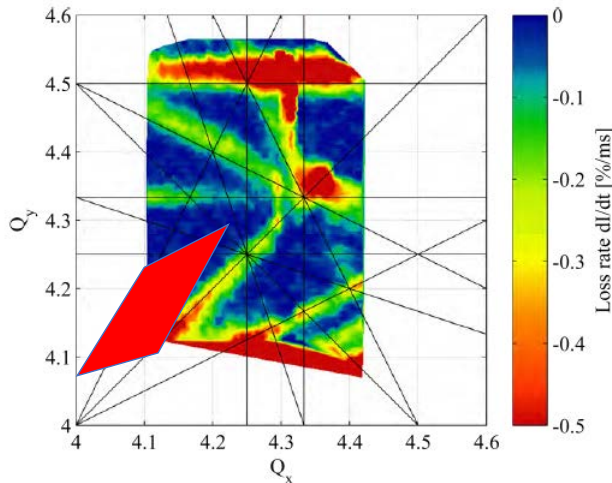
KfB Perspektivenworkshop, 16.-17. Februar 2017, TU Darmstadt

Optimierung von Synchrotrons für höchste Intensitäten:

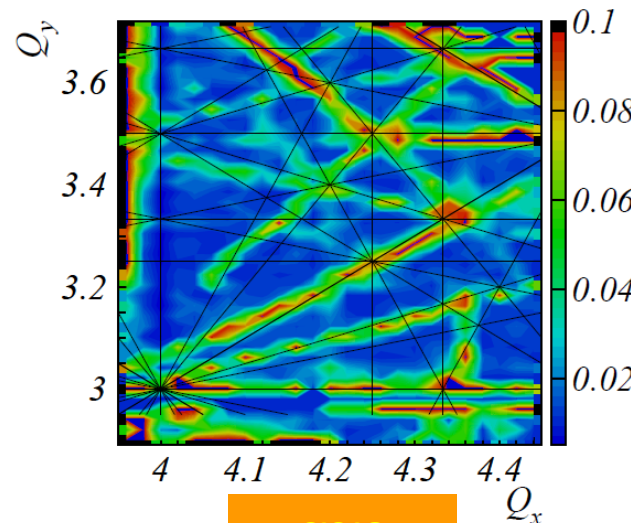
- Erfordert leistungsfähige numerische Modelle !
- Schnelle Strahldiagnose und ausreichend Korrektur Elemente
- Verschiedenste (koppelnde) Intensitätseffekte
- Beispiel: Raumladung und nichtlineare Resonanzen

“Arbeitspunktverschmierung”

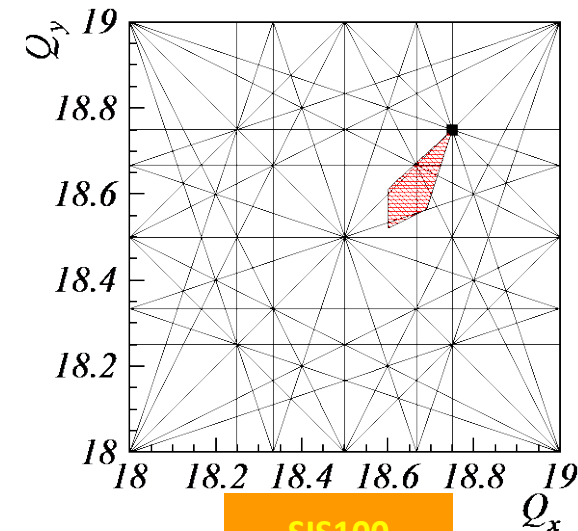
$$\Delta \hat{Q} \propto -\frac{C \hat{\lambda}}{\beta \gamma^2} \frac{1}{\epsilon_n} \propto -\frac{N}{\epsilon_n}$$



PS Booster



SIS18



SIS100

Strategie des KfB: Zusammenfassung für PkT

Beschleuniger für die Hochenergiephysik:

Die weitere Steigerung der Luminosität für HL-LHC erfordert erhebliche F&E Maßnahmen, an welchen deutsche Universitäten bereits beteiligt sind oder sich stärker beteiligen könnten. Beiträge/Kooperationen zukünftig auch im Bereich ERL und zugehöriger Technologien (LHeC). Unterstützung ausgewählter Beiträge zu ILC/CLIC, FCC solange diese breitere Anwendung haben.

Beschleuniger für die Hadronen- und Kernphysik:

Konzentration auf FAIR und die noch offenen F&E Maßnahmen, welche erforderlich sind um die Anlage für die maximalen Strahlintensitäten und Qualitäten auszulegen und im späteren Betrieb auch zu erreichen.

Plasmabeschleuniger (Ionen und Elektronen):

Unterstützung der weiteren Grundlagenforschung auf dem Gebiet als mögliche zukünftige Technologie für kompakte Beschleuniger in/aus Deutschland

Übergreifende F&E Aspekte:

Weitere Anstrengungen im Bereich „Autonomer Beschleuniger“ und Computermodellierung von Beschleunigern und Teilchenstrahlen (siehe auch Vortrag Di).

-> KfB Strategiepapier ***Beschleunigerphysik 2030***

Perspektiven Hochenergiephysik: CLIC und ILC

CLIC:

- Normalleitende HF Technologie (12 GHz)
 - Hoher Beschleunigungsgradient (100 MV/m)
- 380 GeV (Higgs- und Top-Physik), Ausbau 1.5 / 3 TeV (neue Physik - über 20-30 Jahre)



Perspektiven - Herausforderungen :

- 2019: Projekt-Implementierungsplan als mögliches post-LHC CERN-Projekt
 - Ziel 2035 Strahlbetrieb
- Weiterentwicklung und Anwendung der Hochgradient-technologie
 - bei FELs
 - Medizinbeschleunigern ??????
- Kostenreduzierung
 - Hocheffiziente Klystrons
 - Permanentmagnet-Technologie
- Präzisions-Ausrichtung (μm)

ILC:

- Supraleitende HF Technologie (1.3 GHz – 35 MV/m)
 - Effizient, Limitierte Beschleunigung
- 250 – 500 GeV (1 TeV Ausbau)
- Ausgereifte Technologie, beim Europäischen XFEL am DESY demonstriert



Perspektiven - Herausforderungen:

- Projekt wird z.Z. in Japan evaluiert
 - Entscheidung 2018 erwartet
- Weiterentwicklung der HF-Technologie
 - z.B. N-Dotierung
 - Erhöhung des Gradienten
=> Kostenreduzierung