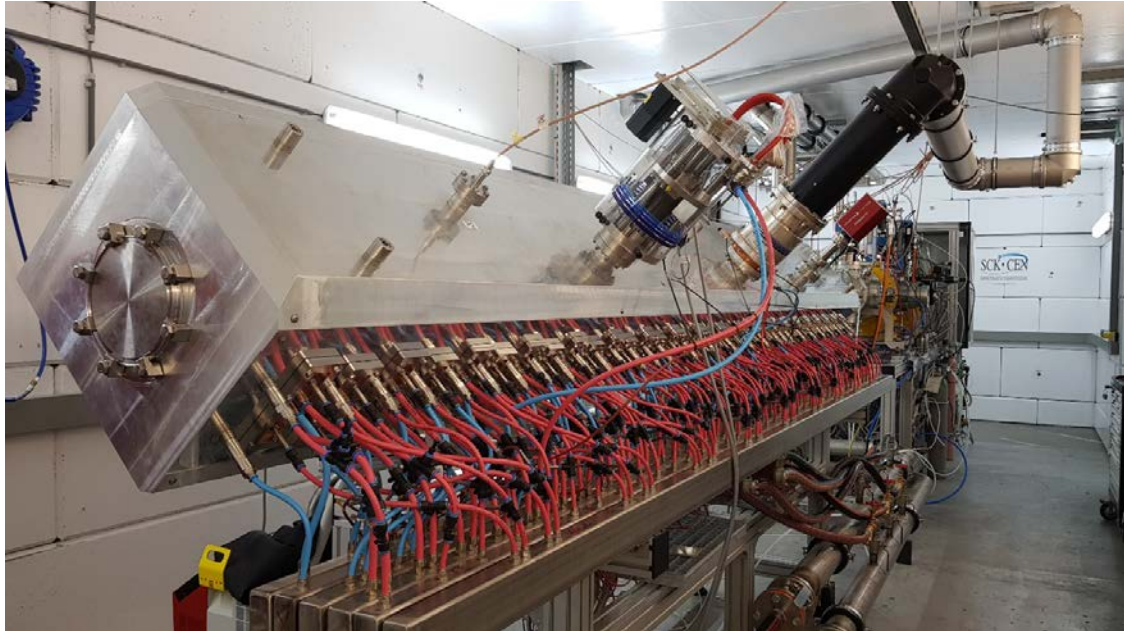




Institut für Angewandte Physik

Jahresbericht 2019/2020



Cover: Foto vom erfolgreich im Dauerstrichbetrieb mit Designstrahl getesteten 175 MHz RFQ für das europäische MYRRHA – Projekt, welches sich in Mol, Belgien, im Aufbau befindet. Design, Produktionsbegleitung und HF – Leistungstests durch IAP - Gruppe H. Podlech; Herstellung durch Fa. NTG GmbH, Gelnhausen; Strahltests durch SCK CEN, Mol.

Liebe Mitglieder und Freunde des Instituts für Angewandte Physik,

am Ende des unter erschwerten Bedingungen abgelaufenen „Corona – Jahres 2020“ legen wir den Jahresbericht des Instituts für Angewandte Physik über die Forschungs- und Lehrtätigkeiten der Bereiche Astro-, Beschleuniger- und Plasmaphysik aus den Jahren 2019 und 2020 vor. Das SoSe20 sowie das laufende WiSe20/21 sind von „Online“ – Veranstaltungen sowohl in der Lehre als auch in der Forschung geprägt. Glücklicherweise kann auf Grundlage der an der Universität klar geregelten Vorschriften und Zuständigkeiten ein eingeschränkter Experimentierbetrieb in den Laboren weiterhin stattfinden.

Die vielfältige Forschung am IAP wird in den Projektbeschreibungen dargestellt. Neben selbstinitiierten Projekten wie z.B. FRANZ spielen auch Aktivitäten an auswärtigen Forschungsanlagen wie GSI/FAIR in Darmstadt eine herausragende Rolle für unser Institut. Wir wollen uns bei dieser Gelegenheit für die gute Zusammenarbeit auch unter gegenwärtig erschwerten Bedingungen herzlich bedanken.

Das IAP ist weiterhin bei den Lehrveranstaltungen des Fachbereichs in Pflicht - sowie Wahlpflichtveranstaltungen und bei der Durchführung von physikalischen Praktika sehr engagiert. Außerdem werden auch in größerem Umfang physikalische Pflichtveranstaltungen für Nebenfachstudierende durchgeführt.

Unseren Mitarbeitern und Studierenden wollen wir für Ihre Arbeit und die gezeigte Disziplin danken, um trotz der äußeren Umstände Fortschritte zu erzielen – was Phantasie im Umgang miteinander sowohl bei virtuellen Kontakten als auch im Labor erfordert.

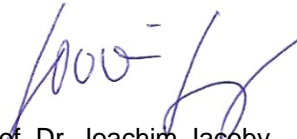
Wir danken herzlich unseren Förderern und den zentralen Einrichtungen der Universität für ein „gutes Miteinander“ im täglichen Umgang.

Ihnen allen wünschen wir Frohe Weihnachten und ein erfolgreiches Neues Jahr.

Frankfurt am Main, Dezember 2020



Prof. Dr. Ulrich Ratzinger
Geschäftsführender Direktor



Prof. Dr. Joachim Jacoby
Stv. Geschäftsführender Direktor

Inhalt

1. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.....	6
Geschäftsführender Direktor	6
Emeritierte und pensionierte Professoren.....	6
Professoren	6
Honorarprofessoren, außerplanmäßige Professoren, Privatdozenten	6
Gastwissenschaftler	6
Ständige Wiss. Mitarbeiter, Wiss. Assistenten, Lehrbeauftragte, Doktoranden	6
Technische Angestellte und Verwaltungsangestellte.....	7
Werkstatt	7
Kandidatinnen und Kandidaten für Diplom, Bachelor, Master und Staatsexamen.....	7
2. Projektbeschreibungen.....	8
2.1. Experimentelle Astrophysik (AG Prof. Dr. R. Reifarh).....	8
2.1.1. Kurzbeschreibung der Arbeitsgruppe	8
2.1.2. Aktivitäten am Van de Graaff Beschleuniger des IKF	8
2.1.3. Aktivitäten am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung.....	9
2.1.4. Sonstige Aktivitäten	11
2.2. Beschleunigerphysik an FRANZ (AGs Prof. Dr. H. Podlech, Prof. Dr. U. Ratzinger).....	12
2.2.1. Frankfurter Neutronenquelle FRANZ – Sicherheit, Fernbedienbarkeit, Status	12
2.2.2. Frankfurter Neutronenquelle FRANZ – Erste Tests mit CHORDIS-Quelle	12
2.3. Beschleunigerphysik (AG Prof. Dr. H. Podlech)	14
2.3.1. Kurzbeschreibung der Arbeitsgruppe	14
2.3.2. Entwicklung des 17 MeV MYRRHA Injektors	14
2.3.3. Entwicklung des supraleitenden Schwerionenlinacs der GSI	15
2.4. Beschleunigerphysik (AG Prof. Dr. U. Ratzinger)	17
2.4.1. Kurzbeschreibung der Arbeitsgruppe	17
2.4.2. Strahldynamik und Resonatorsimulation	17
2.4.3. Der 325 MHz, 68 MeV FAIR – Protonenlinearbeschleuniger.....	19
2.4.4. Beschleunigerstrukturentwicklung	20
2.5. Plasmaphysik (AG Prof. Dr. J. Jacoby)	22
2.5.1. Kurzbeschreibung der Arbeitsgruppe	22
2.5.2. Zeitaufgelöste interferometrische Diagnostik zur Bestimmung der	22
.....Ionenstrahlwechselwirkung eines Plasmastrippers	22
2.5.3. Konstruktion und Charakterisierung eines Plasmafensters.....	23
2.5.4. Magnetische Kompression eines beschleunigten Plasmas	24
2.5.5. PRIOR (Proton Microscope for FAIR): Aufbau und Untersuchung von	25
.....Unterwasser explodierenden Drähten mittels PRIOR	25
3. Feinmechanische Institutswerkstatt	27
4. Betriebsausflüge.....	28
5. Lehrveranstaltungen (SoSe 2019 bis WiSe 2020/21).....	29
5.1. Vorlesungen und Übungen.....	29
5.1.1. Sommersemester 2019	29
5.1.2. Wintersemester 2019/2020	29

5.1.3.	Sommersemester 2020	30
5.1.4.	Wintersemester 2020/2021	30
5.2.	Praktika	30
5.2.1.	Sommersemester 2019	30
5.2.2.	Wintersemester 2019/2020	31
5.2.3.	Sommersemester 2020	31
5.2.4.	Wintersemester 2020/2021	31
5.3.	Seminare	32
5.3.1.	Sommersemester 2019	32
5.3.2.	Wintersemester 2019/2020	32
5.3.3.	Sommersemester 2020	32
5.3.4.	Wintersemester 2020/2021	32
6.	Abgeschlossene Examensarbeiten	33
6.1.	Dissertationen	33
6.2.	Masterarbeiten	33
6.3.	Bachelorarbeiten	35
7.	Geförderte Forschungsprojekte und Kooperationen	36
8.	Mitarbeit in Fachausschüssen, Fachgruppen und Gremien	36
9.	Mitarbeit in Konferenzgremien	37
10.	Besondere Ereignisse	37
11.	Publikationen	39
11.1.	Astrophysik	39
11.1.1.	Tagungs- und Zeitschriftenpublikationen	39
11.2.	Beschleunigerphysik	42
11.2.1.	Zeitschriftenpublikationen	42
11.2.2.	Konferenzbeiträge (Proceedings)	43
11.3.	Plasmaphysik	45
11.3.1.	Tagungs- und Zeitschriftenpublikationen	45
12.	Vorträge	47
12.1.	Astrophysik	47
12.1.1.	Allgemeine wissenschaftliche Vorträge	47
12.2.	Beschleunigerphysik	50
12.2.1.	Allgemeine wissenschaftliche Vorträge	50

1. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Geschäftsführender Direktor

Prof. Dr. U. Ratzinger

stellvertretend: Prof. Dr. J. Jacoby

Emeritierte und pensionierte Professoren

Prof. Dr. A. Lacroix

Prof. Dr. Schaarschmidt

Prof. Dr. A. Schempp

Professoren

Prof. Dr. J. Jacoby

Prof. Dr. H. Podlech

Prof. Dr. U. Ratzinger

Prof. Dr. R. Reifarh

Honorarprofessoren, außerplanmäßige Professoren, Privatdozenten

Prof. Dr. T. Haberer, Heidelberger Ionenstrahl-Therapiezentrum (HIT)

Prof. Dr. H. Reiningger, ATIP GmbH, Frankfurt am Main

Prof. Dr. O. Rosmej, GSI Darmstadt

PD Dr. G. Franchetti, GSI Darmstadt

PD Dr. P. Hülsmann, GSI Darmstadt

PD Dr. P. Neumeyer, GSI Darmstadt

PD Dr. M. Röllig

PD Dr. K. Schnell

Gastwissenschaftler

Dr. Chao Li, FZ Jülich

Dr. K. Schulte-Urlich, FZ Jülich

Dr. N. Joshi

Prof. Mariaoluisa Aliotta, University of Edinburgh, UK

Prof. Michael Wiescher, University of Notre Dame, USA

Ständige Wiss. Mitarbeiter, Wiss. Assistenten, Lehrbeauftragte, Doktoranden

Dr. K. Volk

Dr. M. Iberler

Dr. M. Busch

Dr. M. Droba

Dr. A. Ates

Dr. T. Heftrich

Dr. C. Langer

Dr. M. Basten

Dr. M. Lotz

Dr. B. Bohlender

J. D. Kaiser

M. Syha

E. Sunar

M. Baschke

T. Conrad

K. Kümpel

P. Müller

P. Britten

M. Schwarz

A. Müller-Münster

C. Hock

K. Cistakov

P. Christ

A. Michel

Dr. R. Tiede

Dr. O. Meusel

Dr. K. Göbel

Dr. H. Hähnel

Dr. M. Schütt

Dr. B. Thomas

Dr. M. Weigand

Dr. S. Zähler

Dr. M. Jebramcik

Dr. P. Erbacher

H. Wang

S. Reimann

T. Ackermann

D. Koser

S. Lamprecht

P. Petry

B. Brückner

K. Thoma

B. Fathinejad

P. Mahmoodi Tavana

K. Zerbe

M. Dehmer

D. Vescovi

L. Bott
D. Kurtulgil
M. Reich
M. Volknandt

B. Brückner
E. Lorenz
H. Schulte
K. Al-Khasawneh

Technische Angestellte und Verwaltungsangestellte

C. Wagner
T. Metz
L. Quist
K. Schäfer

D. Bänsch
S. Rodrian
A. Hergt
M. Scholz

Werkstatt

W. Billjött
R. Gössling
V. Hammer

E. Binner
S. Reploeg

Kandidatinnen und Kandidaten für Diplom, Bachelor, Master und Staatsexamen

E. Borris
I. Deuter
A. Elbe
A. Görtz
M. Hashemi
B. Heybeck
T. Kisselbach
T. Kuttner
S. Sheriff
D. Bade
N. Beglarashvilli
D. Born
J. Corbet
N. Huther
S. Klaproth
S. Lauber
S. Lietz
C. Lorey
T. Olsen
B. Scheible
M. Breidt
H. Arda
A. Heine
A. Engeda
F. Heppner
L. Laghchioua
L. Manganelli
G. Schmidt
P. Beloiu
M. Händler
M. Fröhlich
T. Pfeiffer
T. Knautz
K. Erkinay
S. Wagner
T. Wäsch
Ch. Hübinger
A. Glock
T. Dönges

L. Brandenburg
S. Dellmann
A. El Mard
A. Grein
S. Heil
T. Kausch
S. Krasilovska
M. Schleifenbaum
C. Beberweil
S. Huneck
E. Boos
V. Britten
L.-M. Feil
C. Hübinger
J. Kroth
C. Lenz
J. List
N. Röhrig
B. Reetz
D. Strecker
S. Zimmermann
T. Schusser
H. Wang
C. Wirth
D. Mann
L. Geiger
M. Werle
M. Gyrdymov
S. Popp
L. Düster
P. Arnold
S. Tavoosli
L.C. Braun
J. Richter
J. Henkmann
A. Rütter
A. Sheran
J. Rausch

2. Projektbeschreibungen

2.1. Experimentelle Astrophysik (AG Prof. Dr. R. Reifarth)

2.1.1. Kurzbeschreibung der Arbeitsgruppe

Die Schwerpunkte der Forschungstätigkeiten der Arbeitsgruppe Experimentelle Astrophysik sind Experimente im Rahmen der nuklearen Astrophysik, insbesondere die Frage nach dem Ursprung der Elemente. Die meisten Elemente wurden und werden während der verschiedenen Stadien der Sternentwicklung produziert. Ein genaues Verständnis dieser Syntheseprozesse erlaubt daher tiefe Einblicke in die Abläufe im Inneren von Sternen, die anderweitig nicht zugänglich sind. Hierfür ist es nötig, eine Reihe von Kernreaktionen unter stellaren Bedingungen im Labor zu bestimmen. Wir interessieren uns hierbei sowohl für Teilchen-induzierte (Neutronen, Protonen, α -Teilchen), als auch für Photonen-induzierte Reaktionen in verschiedenen Energiebereichen.

Daher führen wir kernphysikalische Experimente an einer Vielzahl von Anlagen durch. Zu den Großforschungseinrichtungen gehören hierbei das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Darmstadt, mit dem LAND/R3B-Aufbau und den Ionenspeicherringen ESR und CRYRING, das CERN, Genf, Schweiz, mit der n_TOF-Anlage und das Los Alamos National Laboratory, New Mexico, U.S.A., mit der LANSCE-Einrichtung. In den vergangenen Jahren wurden regelmäßig auch einige kleinere Anlagen in das experimentelle Programm aufgenommen, so z.B. der Forschungsreaktor TRIGA der Johannes Gutenberg Universität, Mainz und die Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig.

2.1.2. Aktivitäten am Van de Graaff Beschleuniger des IKF

Die Aktivitäten an den Anlagen der Goethe Universität werden stark von der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der German-Israeli Foundation for Scientific Research and Development gefördert.

Der Van de Graaff Beschleuniger am Institut für Kernphysik Frankfurt des Fachbereichs Physik eignet sich hervorragend zur Entwicklung neuer experimenteller Methoden im Bereich der Niederenergiekernphysik. Insbesondere neue Methoden zur Emulation stellarer Neutronenspektren lassen sich hier dank der großartigen Unterstützung der Betriebsmannschaft testen. Am häufigsten verwenden wir die Aktivierungsmethode, bei der (meist) stabile Isotope mit Neutronen bestrahlt werden. Die dabei entstehenden instabilen Isotope können anschließend mit hochempfindlichen Detektoren nachgewiesen werden,

Die Aktivitäten eignen sich insbesondere zur Ausbildung herangehender Wissenschaftler:innen. Deshalb wurden hochmoderne Germanium Detektoren, sogenannte „Boad Energy Germanium Detectors“, angeschafft, mit deren Hilfe nun am Van de Graaff erzeugte Aktivitäten routinemäßig nachgewiesen werden können (s. Abb. 1).

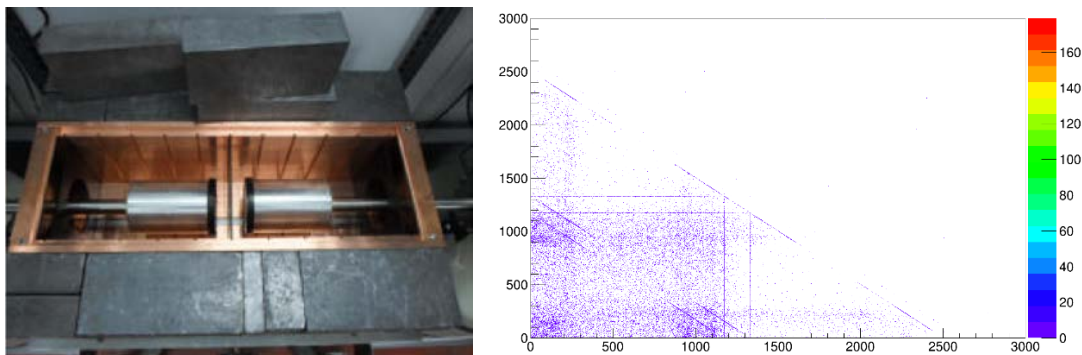


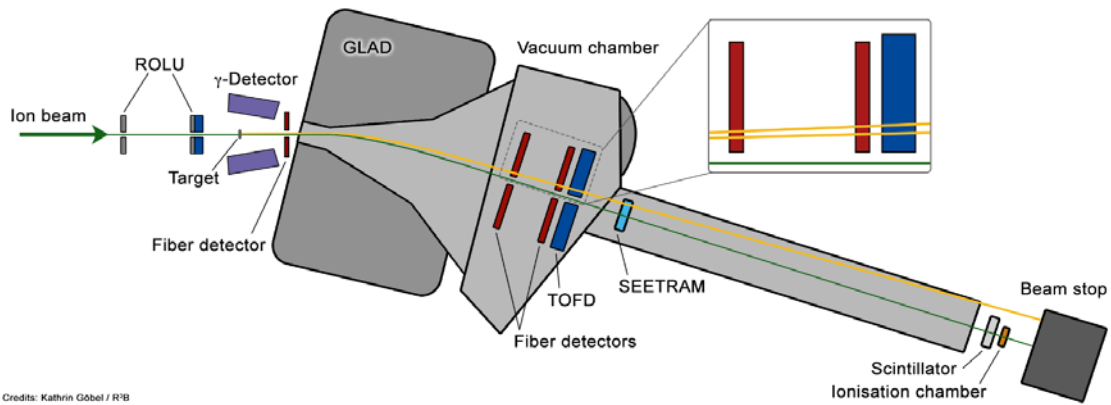
Abb. 1: Links ist ein Foto des neuen, flexiblen Aufbaus zu Gamma-Detektion gezeigt. Mit hervorragender Unterstützung unserer Werkstatt wurden die Detektoren beweglich innerhalb einer Abschirmung aus Blei und Kupfer montiert. Das rechte Bild zeigt einen Koinzidenz-Plot der beiden Detektoren für den Fall einer ^{60}Co Quelle, die zwischen den Detektoren positioniert ist. Die y-Achse entspricht der deponierten Energie im linken Detektor in keV, die x-Achse entsprechend der des rechten Detektors. Jedes Ereignis, dass in beiden Detektoren Energie deponiert hat, ist in diesem 2D-Plot eingetragen. Die deutlich sichtbaren Linien mit der Energiesumme 1173 keV bzw. 1332 keV entsprechen den Energien der aus der Quelle emittierten Gammas. Die starke Linie mit Summe 2505 keV stammt von Ereignissen, in denen beide Gammas aus dem Zerfall vollständig nachgewiesen wurden.

2.1.3. Aktivitäten am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung

Sämtliche Aktivitäten am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung werden stark vom BMBF (Verbundforschung) und dem Land Hessen (HIC for FAIR, HFHF) gefördert.

Das R3B Experiment (Reactions with Relativistic Radioactive Beams), das an der internationalen Beschleunigeranlage FAIR in Darmstadt aufgebaut wird, ist ein vielseitiger Aufbau mit hoher Effizienz, Akzeptanz und Auflösung zur kinematisch vollständigen Messung von hochenergetischen radioaktiven Strahlen. Das Messprogramm umfasst Reaktionen mit sehr kurzlebigen Isotopen, die für Kernstruktur und -dynamik, Astrophysik und technische Anwendungen hochrelevant sind.

Wir benutzen einem optimierten Aufbau wird zur Untersuchung der astrophysikalisch wichtigen Fusionsreaktion von 4He und ^{12}C nach ^{16}O (Abb. 2). Dafür werden ^{16}O Ionen (Ion beam) auf etwa ein Viertel der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und von links in den Aufbau geschossen. Bei hinreichend hoher Anregung in einer Blei-Folie (Target) kann ein Aufbruch nach 4He und ^{12}C erfolgen. Aus dieser zeitlichen Umkehr der Fusionsreaktion können wichtige Informationen über die Fusionsreaktion selbst geschlossen werden. Zur Detektion des Aufbruchs müssen 4He und ^{12}C gleichzeitig mit hoher Präzision nachgewiesen werden. Ein erstes Experiment dazu fand im Frühjahr 2019 statt. Die dabei gewonnenen Erfahrungen überzeugten das GPAC (GSI Program Advisory Committee) im Sommer 2020 und der Antrag zu einer deutlich verbesserten Neuauflage wurde mit höchster Priorität bewilligt. Die Strahlzeit ist für den Sommer 2021 geplant.



Credits: Kathrin Göbel / RFB

Abb. 2: Schematische Darstellung des R3B Aufbaus am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung.

Der zweite Aktivitätsschwerpunkt bei GSI/FAIR ist die Untersuchung von Protoneneinfängen in umgekehrter Kinematik. Etwa seit dem Jahr 2007 treiben wir federführend ein Programm voran, um schlussendlich radioaktive Kerne im astrophysikalisch interessanten Energiebereich zu untersuchen. Diese Technik ist weltweit einmalig und im Jahr 2019 konnten die Früchte der Arbeit in einer vielbeachteten Veröffentlichung dokumentiert werden. Dabei konnten wir zeigen, dass die Fusion von Protonen mit stabilem ^{124}Xe am Experimentierspeicherring der GSI in umgekehrter Kinematik untersucht werden kann. Diese Reaktion ist relevant während Supernova-Explosionen (Abb. 3).

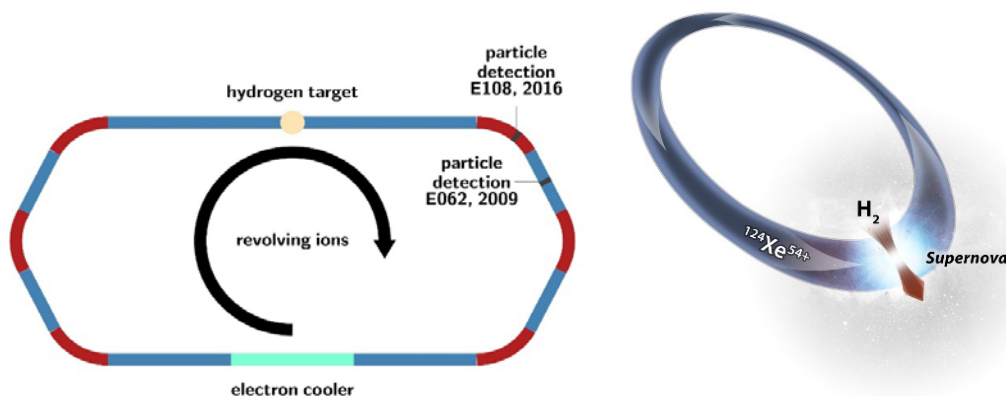


Abb. 3: Schematische Darstellung der Experimente zum Protoneneinfang in umgekehrter Kinematik am Experimentierspeicherring (ESR) am GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung. Die potenziell radioaktiven Ionen werden bei niedrigen Energien im Ring gespeichert und können dort mit einem Wasserstoffgas-Target wechselwirken. Falls dabei der Einfang eines Protons erfolgt, ändert sich die Flugbahn im nächst Dipol und das Reaktionsprodukt kann nachgewiesen werden. Nach dem ersten Experiment dieser Art im Jahr 2009 wurde inzwischen viele Verbesserungen vorgenommen und im Jahr 2019 konnte der Lohn der Mühen veröffentlicht werden – Protoneneinfang an ^{124}Xe bei astrophysikalisch relevanten Energien.

2.1.4. Sonstige Aktivitäten

An der Physikalisch Technischen Bundesanstalt Braunschweig können Neutronenpulse erzeugt werden. Damit eignet sich diese Anlage zur Anwendung der Flugzeitmethode, bei der die Neutronenenergie mittels der verstrichenen Zeit zwischen Produktion und Detektion bestimmt wird. Im Rahmen einer größeren Messkampagne haben wir dort die Energie- und Winkelverteilung von Neutronen nach der Produktion durch Protonenwechselwirkung mit Lithium untersucht (Abb. 4). Diese Neutronenproduktionsmethode verwenden wir am Van de Graaff Beschleuniger.

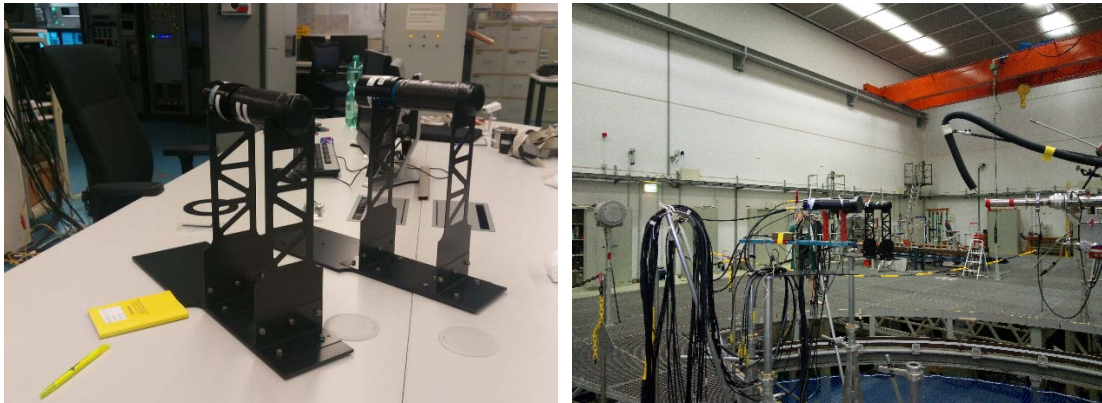


Abb. 4: Links: Die Neutronendetektoren wurden vor dem Einsatz in Eigenleistung und Unterstützung durch die Werkstatt für den Einsatz optimiert. Dabei kamen moderne Verbundmaterialien zum Einsatz, um die Wechselwirkung mit Neutronen in der Nähe der Detektoren zu minimieren. Safety first – der Strahlenpass ist immer dabei. Rechts: Fotos der Experimentierhalle an der PTB unsere Detektoren sind in der Mitte des Bildes. Die Neutronen werden am Ende des Strahlrohres erzeugt, dass von rechts ins Bild hereinragt.

In enger Kollaboration mit anderen Gruppen aus dem europäischen Ausland führen wir Aktivierungsexperimente am TRIGA-Reaktor in Mainz durch. Derzeit laufen hier Experimente mit der radioaktiven Probe ^{179}Ta . Dank insbesondere an die Kollegen vom Strahlenschutz, die uns hier immer begleiten und dabei helfen, Gefahren frühzeitig zu erkennen und zu umschiffen.

Ein Highlight unserer Aktivitäten war ohne Zweifel die Organisation der internationalen Konferenz „Nuclear Physics in Astrophysics“ im Jahr 2019 (NPA-2019). Hier kamen knapp 170 Kolleg:innen aus allen Teilen der Welt im Schloß Waldthausen in der Nähe von Mainz zusammen, um sich über neueste Entwicklungen und Ideen im Feld auszutauschen (Abb. 5). Im Vorfeld organisierten wir eine sehr gut besuchte Schule, die es Neueinsteigern im Feld ermöglichte, den kompakten Vorträgen während der Konferenz zu folgen.



Abb. 5: Teilnehmer der Konferenz „Nuclear Physics in Astrophysics“.

2.2. Beschleunigerphysik an FRANZ (AGs Prof. Dr. H. Podlech, Prof. Dr. U. Ratzinger)

2.2.1. Frankfurter Neutronenquelle FRANZ – Sicherheit, Fernbedienbarkeit, Status

H. Hähnel, A. Ates, D. Bänsch, T. Metz, K. Kümpel, H. Podlech, U. Ratzinger, K. Volk, C. Wagner, IAP, U. Bulle, Arbeitsschutz, GU Frankfurt, C. Zhang, GSI Darmstadt

Am Hochspannungsterminal wurden Installationsarbeiten insbesondere zur Fernbedienbarkeit und zur verbesserten Betriebssicherheit und Zugangsberechtigung durchgeführt. Eine neue SPS-Steuerung für das Hochspannungsterminal wurde installiert und programmiert. Es können alle Netzteile ferngesteuert werden, für die neue CHORDIS-Quelle wurde ein Pulser angeschlossen und in Betrieb genommen. Der RFQ wurde nach erfolgreich abgeschlossenen HF-Leistungstests nochmal vakuum- und kühltechnisch überholt. Neben dem betriebsfertigen RFQ für 120 keV Einschussenergie stehen Elektrodenrohlinge für die Endbearbeitung zu einer abgesenkten Einschussenergie bereit.

2.2.2. Frankfurter Neutronenquelle FRANZ – Erste Tests mit CHORDIS-Quelle

(A. Ates, D. Bänsch, H. Hähnel, T. Metz, U. Ratzinger, K. Volk, C. Wagner, IAP, GU Frankfurt, R. Hollinger, A. Adonin, GSI Darmstadt)

Eine CHORDIS-Ionenquelle wurde freundlicherweise von der GSI zur Verfügung gestellt. Diese konnte erfolgreich im Terminal installiert und im Pulsbetrieb getestet werden. Erste Protonen - Strahltests an FRANZ betreffen die Ionenquelle, den ersten Solenoiden und den ersten Diagnosetank mit seinen Messinstrumenten (siehe Abb. 6).



Abb. 6: Im linken Bild ist der gesamte Abschnitt dargestellt, von der CHORDIS-Quelle (rechts) über den Solenoiden (blau) zum ersten Diagnosetank. Das rechte Bild zeigt die CHORDIS – Quelle mit Versorgungsleitungen aus der Hochspannungsplattform von der Nähe.

Die CHORDIS - Quelle wird gepulst bei 10Hz und 1ms Pulslänge betrieben. Bei ersten Tests konnten bei 35 keV Strahlenergie 51 mA Strahlgesamtstrom extrahiert werden. Ziel ist es, den Protonenanteil aus der Quelle zu maximieren. Mit Hilfe der optischen Diagnose konnten beim Variieren des Solenoidmagnetfeldes die Foci der drei Wasserstoffspezies, die aus der Quelle extrahiert werden, aufgenommen werden. Abb. 7 zeigt ein Beispiel.

Optische Strahldiagnose mit Mini-Kameras

Die optische Strahldiagnose mit im Vakuumrezipienten integrierten Einplatinenkameras wurde in den Anwendungsbereichen erweitert. Zum einen wurden sechs Kameras in den ersten Diagnosetank der LEPT an FRANZ eingebettet (siehe Abb. 6). Zum anderen wurden Kameras in die Schlitz-Gitter-Emittanzanlage integriert (siehe Abb. 7).

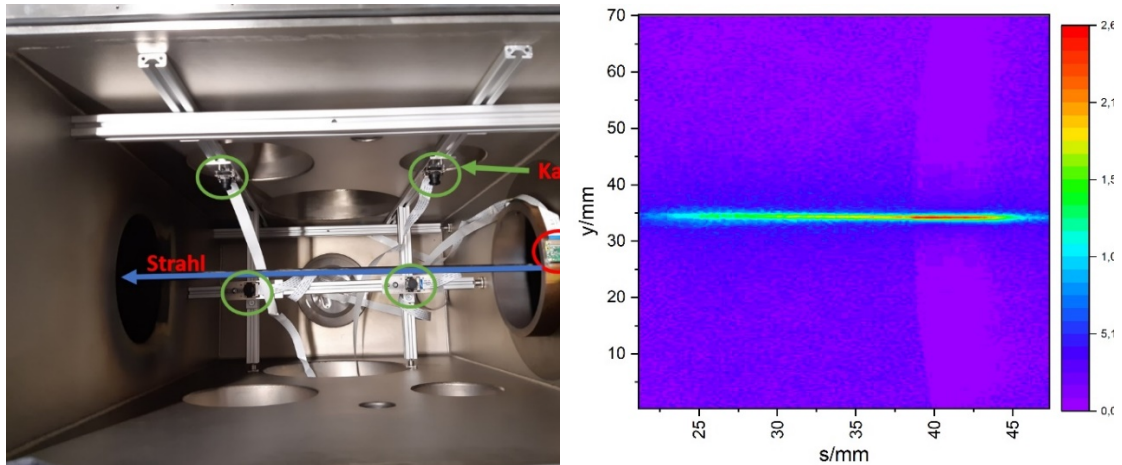


Abb. 7: Bestückung des Diagnosetanks mit Kameras. Links ein Bild der Diagnosekammer mit integrierten Kameras. Das rechts gezeigte Bild des Ionenstrahls wurde von der rot eingekreisten Kamera gemacht. Es ist ein Falschfarbenbild, nach Transformation auf die Längenskala in der Strahlebene.

Am ersten Diagnosetank ist eine fahrbare Faradaytasse installiert. Für die ersten Tests dient diese gleichzeitig als Beamdump – steht also immer in der Strahlbahn. Um trotzdem den Strahl optisch beobachten zu können, wurden Einplatinenkameras in den Vakuumstutzen der Diagnosekammer eingebettet (Abb. 7). Damit war es möglich, Strahlbilder aufgrund des Restgasleuchtens aufzunehmen, wie in Abb. 7 (rechts) gezeigt.

Für das FRANZ-Projekt ist geplant, mit einer Schlitz-Gitter-Emittanzanlage die Emittanz am Ende der LEBT im Einschusspunkt des RFQ zu messen. Dazu wurde ein Teststand im Quellenlabor aufgebaut (siehe Abb. 8 links). Eine Ionenquelle wurde direkt an die Emittanzanlage angeschlossen. Von außen wird der Strahl mit einer wissenschaftlichen Kamera beobachtet (blau). Innerhalb der Emittanzanlage wurden vier Kameras in den freien Bereich zwischen Schlitz und Gitter integriert (siehe Abb. 8 rechts). Hiermit sollen Aussagen beider Messkonzepte (optisch gegen Schlitz/Gitter) miteinander verglichen werden.

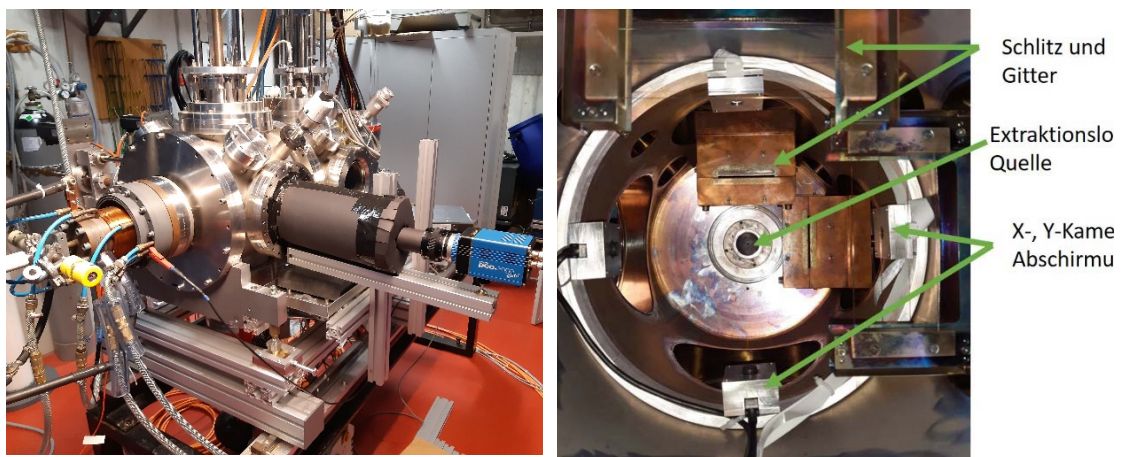


Abb. 8: Aufbau des Diagnosetestandes im Quellenlabor mit Ionenquelle, Schlitz-Gitter-Emittanzanlage und wissenschaftlicher Kamera (links). Innenansicht der Schlitz-Gitter-Emittanzanlage mit eingebauten Einplatinenkameras (rechts).

2.3. Beschleunigerphysik (AG Prof. Dr. H. Podlech)

2.3.1. Kurzbeschreibung der Arbeitsgruppe

Die Arbeitsgruppe Beschleunigerphysik – LINAC AG besteht aus drei Untergruppen, supraleitende Kavitäten-Entwicklung, normalleitende Kavitätenentwicklung und Strahldynamik sowie Nicht-Neutrale Plasmen. Die Bereiche Kavitätenentwicklungen beschäftigen sich schwerpunktmäßig mit der Entwicklung von Hochleistungs-Linearbeschleunigern zur effizienten Beschleunigung von Protonen und Ionen. Dies schließt sowohl die Entwicklung von RFQ-Beschleunigern als auch von normal- und supraleitenden CH-Kavitäten sowie die strahldynamischen Auslegungen ein. Die Gruppe Nicht-Neutrale-Plasmen beschäftigt sich vorwiegend mit den Themen Niederenergie-Strahltransport, Plasma- und Elektronenlinsen sowie Strahldiagnose.

Die Arbeitsgruppe arbeitet maßgeblich an verschiedenen Projekten wie GSI HLI-Upgrade, GSI cw-Linac, MYRRHA, FRANZ, High Brilliance Neutron Source, ARIES und FCC.

2.3.2. Entwicklung des 17 MeV MYRRHA Injektors

(K. Kümpel, N. Petry, S. Lamprecht, S. Wagner, H. Podlech, L.C. Braun M. Schwarz, IAP Frankfurt, C. Zhang, GSI)

Das Hauptziel von MYRRHA (Multi-Purpose Hybrid Research Reactor for High-Tech Applications) am belgischen Kernforschungszentrum SCK•CEN ist die großtechnische Machbarkeit der Transmutation nuklearer Abfälle mit einem beschleunigergetriebenen System (Accelerator Driven System, ADS). Es basiert auf einem cw betriebenen 600 MeV Protonen-Linac mit einer durchschnittlichen Strahlleistung von 2.4 MW, der mit einem schnellen Reaktor mit einer thermischen Leistung von 100 MW gekoppelt wird.

Der Beschleuniger besteht aus einem normalleitenden 17 MeV Injektor und dem supraleitenden Hauptlinac. Der vom IAP ausgelegte Injektor besteht aus einer EZR-Quelle, einer magnetischen Niederenergie-Strahltransportsektion (LEBT), ein 4-Rod-RFQ, einer Matchingsektion (MEBT) und insgesamt 16 normalleitenden CH-Kavitäten. Der 1.5 MeV, 176 MHz RFQ wurde aufgrund der stringenten Zuverlässigkeitsanforderungen von MYRRHA äußerst konservativ ausgelegt. Die moderate Elektrodenspannung von 44 kV führt zu einer thermischen Belastung von 26 kW/m. Insgesamt werden mit einem Strahlstrom von 5 mA 115 kW an HF Leistung benötigt. Es ist weltweit der erste 4-Rod RFQ mit vollständiger Dipol-Kompensation. Nach einer Vorkonditionierung am IAP, wurde der RFQ nach Belgien geliefert und erfolgreich bis zu einer Leistung von 145 kW im cw-Betrieb konditioniert. Erste Strahltests zeigten eine Transmission von über 95%. Zusätzlich konnten die beiden Quarterwave-Rebuncher der MEBT sowie die ersten beiden CH-Kavitäten erfolgreich am Institut mit Leistungen von bis zu 40 kW/m konditioniert werden. Abbildung 9 zeigt den MYRRHA-RFQ mit angeschlossener HF-Leitung sowie der Kühlung im Bunker in Louvain-la-Neuve, Belgien.

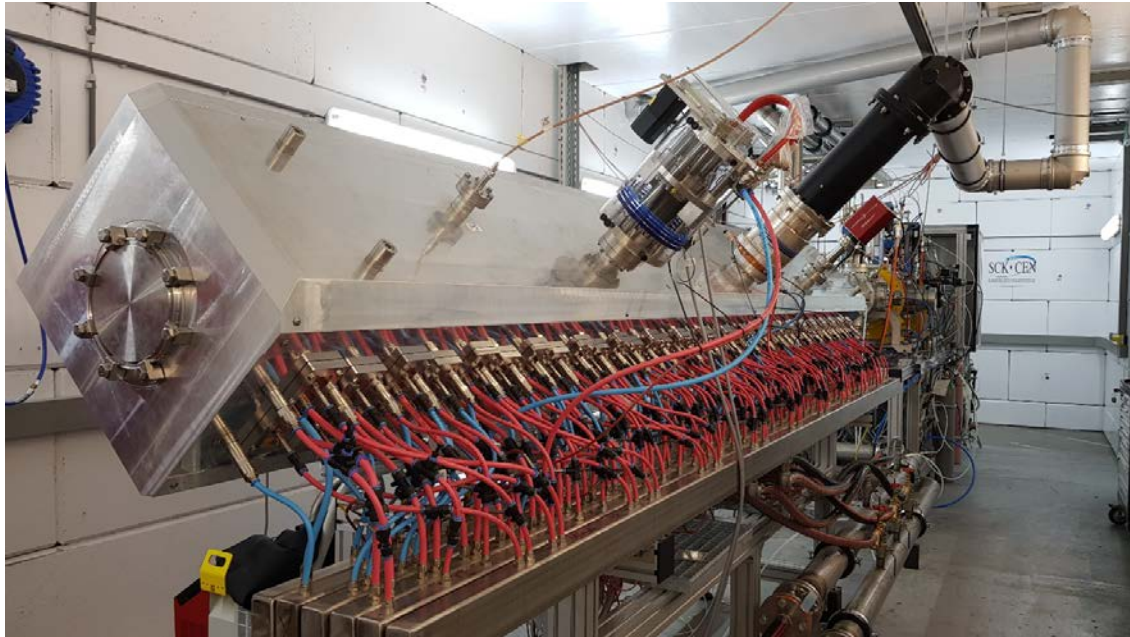


Abb. 9: Der 1.5 MeV cw MYRRHA RFQ im Testbunker des SCK•CEN in Belgien.

2.3.3. Entwicklung des supraleitenden Schwerionenlinacs der GSI

(M. Busch, M. Basten, D. Koser, T. Conrad, P. Müller, M. Schwarz, H. Podlech, J. Henkmann, IAP Frankfurt)

Um in Zukunft den Nutzern der GSI auch Schwerionenstrahlen mit hohem Tastverhältnis bis zum cw-Betrieb bereitstellen zu können, wird in Zusammenarbeit mit der GSI und dem Helmholtz-Institut Mainz ein deziderter supraleitender Schwerionenlinac geplant.

Supraleitende Schwerionenbeschleuniger im Nieder- und Mittelenergiebereich verwenden weltweit nahezu ausschließlich Quarter-Wave- (QWR) und Half-Wave-Resonatoren (HWR) als Hauptbeschleunigertypen. Zwar bieten diese den Vorteil, bereits umfangreich erforscht zu sein und flexibel eingesetzt werden zu können, unter anderem mangelt es ihnen jedoch mit in der Regel lediglich zwei Beschleunigungsspalten an Effizienz in Bezug auf den erreichbaren Energiegewinn pro Meter. Um dem zu begegnen, wurde am IAP der Goethe-Universität Frankfurt die Erfahrung in der Entwicklung von H-Moden-Strukturen genutzt um die weltweit erste supraleitende 15-spaltige CH-Struktur zu entwickeln. Diese konnte bereits am GSI erfolgreich mit Strahl getestet werden.

Um die Synthese superschwerer Elemente im Bereich von Ordnungszahlen ab 119 bei gleichzeitig rapide sinkenden Wirkungsquerschnitten zu ermöglichen, ist neben der Forschung zur Verbesserung der experimentellen Sensitivität nur die Entwicklung von Beschleunigern für höhere Strahlintensitäten im Energiebereich nahe der Coulombschwelle zielführend.

Im Zuge dessen wurde ein kompaktes Referenz-Strahldynamikdesign erarbeitet, welches Ionen mit einem Masse-zu-Ladungsverhältnis bis 6 auf Endenergien im Bereich von 3.5 bis 7.3 AMeV beschleunigt. Herausfordernd ist dabei nicht nur die Energievariabilität bei diesem neuartigen Beschleunigerkonzept, sondern auch die maximale Energieunschärfe von ± 3 AkeV im gesamten abzudeckenden Energiebereich. Die Verwendung des neuartigen EQUUS-Strahldynamikkonzeptes (Equidistant Multigap Structure) ermöglicht dabei, diese Anforderungen an den Strahl zu erfüllen ohne Abstriche bei der Beschleunigungseffizienz wie bei konventionellen Beschleunigerkonzepten in Kauf nehmen zu müssen.

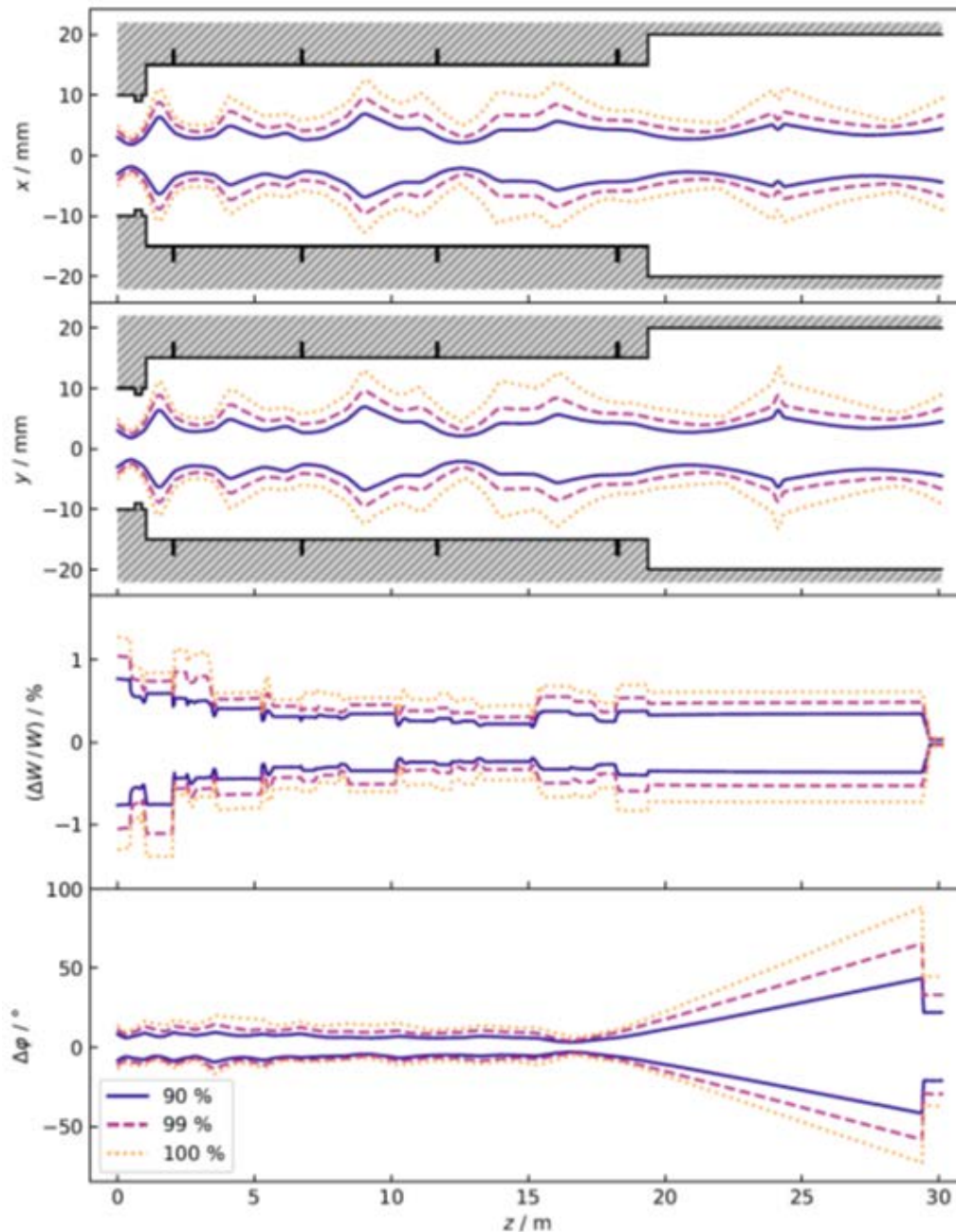


Abb. 10: Strahlumhüllungen des supraleitenden cw-Linacs der GSI.

Parallel zur Optimierung der Strahldynamik, wurden bereits die nächsten beiden CH-Kavitäten realisiert und erfolgreich am IAP getestet. Zurzeit befinden sich die Kavitäten 3-11 in der Optimierungsphase. Um in Zukunft den supraleitenden Linac mit cw-Strahlen zu versorgen, ist ein cw-fähiger 1.4 AMeV-Injektor notwendig. Dieser soll bis zu einem Masse-zu-Ladungsverhältnis A/q von 6 dauerstrichfähig sein aber auch gepulste Strahlen bis zu einem $A/q=8.5$ beschleunigen können. In diesem Zusammenhang wurde ein RFQ-Prototyp entwickelt und inzwischen bei der GSI erfolgreich einem Hochleistungstest unterzogen. Neben der optimierten Kühlung lag der Schwerpunkt beim Design auf der Maximierung der mechanischen Stabilität.

2.4. Beschleunigerphysik (AG Prof. Dr. U. Ratzinger)

2.4.1. Kurzbeschreibung der Arbeitsgruppe

Teilchenbeschleuniger erzeugen höchste Spannungsgradienten - überwiegend als Hochfrequenzschwingung, in geringem Maße unmittlbar an der Ionenquelle aber auch als Gleichspannung. Ein wesentlicher Forschungsschwerpunkt ist die Erhöhung der Beschleunigungsraten, um bei gleicher Beschleunigungsspannung die Anlagen deutlich kleiner zu bauen. Damit soll die Anwendung von Ionenstrahlen in der Grundlagenforschung und in der Angewandten Forschung noch attraktiver werden als bisher.

Die Arbeitsgruppe entwickelt Ionenbeschleuniger hinsichtlich der Komponenten "Ionenquelle", "Transportelemente", "Strahldiagnose", "Beschleunigungselemente" weiter. Es werden strahldynamische Vielteilchensimulationen und elektromagnetische Feldsimulationen durchgeführt. Technisch werden miniaturisierte Quadrupol- und HF-Beschleunigerstrukturen entwickelt und Prototypen gebaut und getestet.

Gegenwärtig besteht eine enge Kooperation mit GSI/FAIR beim Aufbau des 68 MeV Protonenlinac. Daneben liegt ein Schwerpunkt der Laboraktivität auf der Fertigstellung und Protonenstrahlentwicklung an der Frankfurter Neutronenquelle FRANZ.

2.4.2. Strahldynamik und Resonatorsimulation

(M. Breidt, H. Hähnel, J. Kaiser, U. Ratzinger, E. Sunar, R. Tiede, C. Wirth, IAP Frankfurt)

Unilac-Poststripper

Im Zuge des UNILAC Upgrade-Programms wurde am IAP ein kompakter, effizienter Beschleuniger als Ersatz für den Alvarez Poststripper entworfen. Durch die Verwendung von fünf H-Mode Kavitäten ergibt sich eine Gesamtlänge von nur knapp 23 Metern.

In den letzten Jahren wurden weitere Optimierungen an der ersten gekoppelten IH Kavität durchgeführt. Hierbei wurde ein Hauptaugenmerk auf die Feldqualität der drei Sektionen gelegt und eine flache Feldverteilung realisiert (Siehe Abb. 11). Mit dieser optimierten Kavität ließe sich innerhalb des vorhandenen Leistungsbudgets noch höhere Beschleunigungsgradienten erreichen. Die Entwicklung des Poststripper Entwurfes ist abgeschlossen und könnte nach aktuellem Stand der Technik auch einzelne Alvarez Kavitäten ersetzen und deren Endenergien liefern.

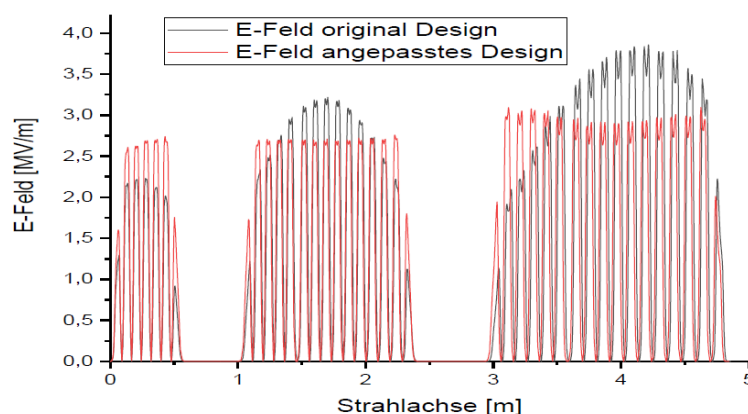


Abb. 11: Feldverteilung der gekoppelten IH-1 des Poststripper Entwurfes vor und nach der Feldoptimierung; Beschleunigung von U^{28+} – Ionen von 1.4 A MeV auf 3.52 A MeV.

Triplet-Fokussierkanäle und KONUS Strukturen

In einem 2019 in PRAB publizierten Papier wurde die KONUS Strahldynamik umfangreich beschrieben und neue systematische Untersuchungen zu Triplet-Fokussierkanälen im Zusammenspiel mit der KONUS Dynamik durchgeführt. Ein analytisches Modell des Teilchentransports während einer gesamten KONUS-Periode wurde entwickelt. Analog zu dem Smith- und Gluckstern- Graphen der Stabilität in FODO Lattices wurde ein Stabilitätsplot für Triplet-KONUS-Kanäle erstellt (siehe Abb. 12).

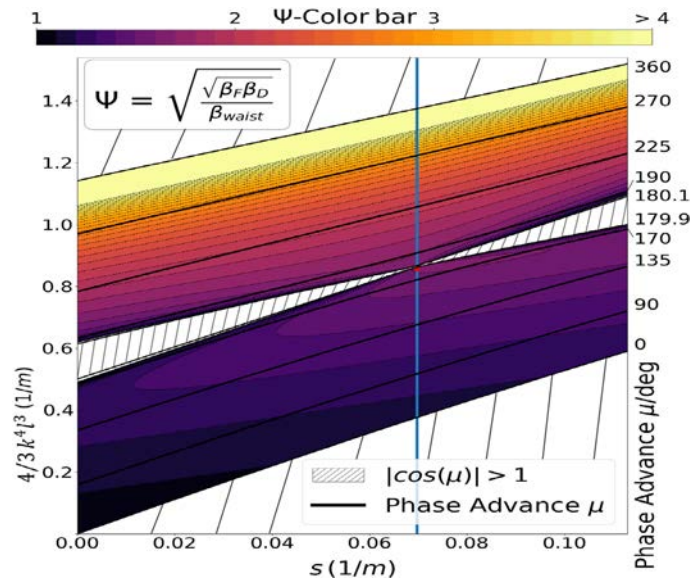


Abb. 12: Stabilitäts-Chart für FDF-0-DFD-0 Fokussierkanäle in KONUS Strukturen. Aus Ratzinger et al., PHYS. REV. ACCEL. BEAMS 22, 114801 (2019).

Kompakte Harmonische Buncherstrukturen

Diese Arbeiten zielen auf das Erzeugen stabiler Bunchformationen aus DC-Strahlen mit kompakten harmonischen Buncherkonzepten ab. Ein Hauptaugenmerk wird hierbei auf die Reduktion der longitudinalen Emittanz für niedrige und mittlere Strahlströme im Injektorbereich gelegt. Um dies zu ermöglichen, wird ein Strahldynamik-Code entwickelt, welcher die Grundelemente (wie Gapstrukturen und Linsen) enthält. Außerdem soll eine Raumladungsroutine speziell für die Bunchvorgänge bei niedrigen Teilchenenergien implementiert werden. Das Entwicklungsziel ist ein doppelt-harmonischer Buncher mit 75%-80% Einfangquote (eine Beispielrechnung zeigt Abb. 13) und deutlich geringerer longitudinaler Strahlemittanz im Vergleich zu konventionellen RFQ-Ansätzen.

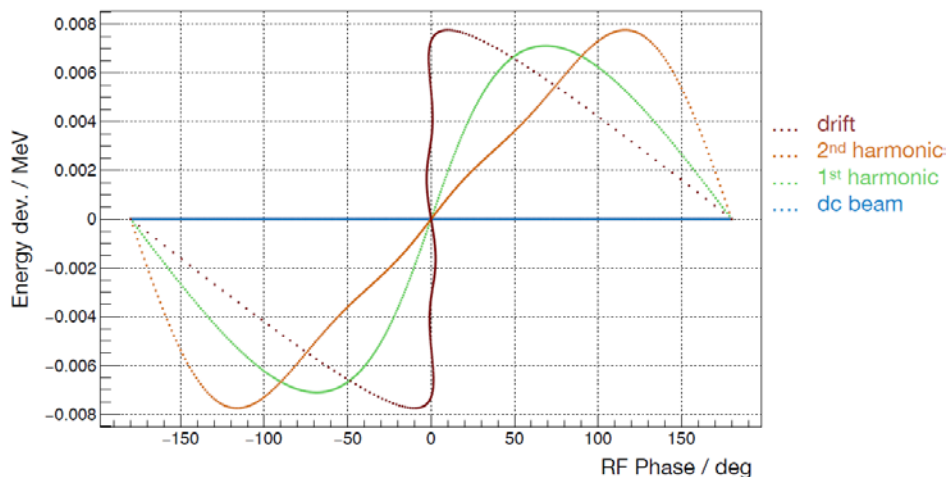


Abb. 13: Design des doppelt-harmonischen Buncher-Konzeptes.

Entwicklung einer elektrostatischen Nachbeschleunigung für Protonen an FRANZ

Im Zuge der Leihgabe einer 35 kV CHORDIS Ionenquelle für den FRANZ Beschleuniger durch die GSI, wurden am IAP Entwicklungsarbeiten für eine zusätzliche Nachbeschleunigung der Protonen gestartet (Geometrie siehe Abb. 14). Es wurden Simulationen der elektrostatischen Felder, sowie der Strahldynamik der Nachbeschleunigung durchgeführt. Die Fertigung der Komponenten wird in unserer Feinmechanischen Werkstatt durchgeführt.

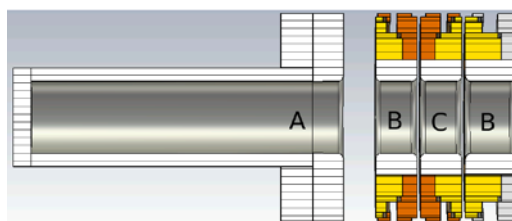


Abb. 14: Aufbau der CHORDIS-Nachbeschleunigung. A: Quellen-Endflansch, B: Erdelektroden, C: Screening-Elektrode.

2.4.3. Der 325 MHz, 68 MeV FAIR – Protonenlinearbeschleuniger

(H. Hähnel, U. Ratzinger, M. Syha, M. Schuett, IAP Frankfurt
C. Kleffner, K. Knie, A. Seibel, GSI Darmstadt)

Strahldynamik und CH - Driftröhrenstrukturen

Der FAIR – Protonenlinac wurde in enger Kooperation zwischen dem IAP Frankfurt und GSI Darmstadt entwickelt und in den letzten Jahren auf den Weg zur Fertigstellung gebracht. Der neuartige Beschleuniger wird innerhalb von 25 m die Protonen von 95 keV auf 68 MeV hochbeschleunigen. Der am IAP entwickelte Leiter-RFQ ist bereits fertiggestellt (mehr dazu im nächsten Kapitel). Des Weiteren läuft an der GSI bereits das Ausschreibungsverfahren für die CH-Sektion des Beschleunigers (ebenfalls am IAP entwickelt). Aktuell wird eine Fertigstellung des p-Linac im Jahr 2024/25 angepeilt. Neu dazugekommen ist in 2020 die Entwicklung von zwei Buncher-Kavitäten für den p-Linac (siehe Abb. 15). Diese wurden im Laufe des Jahres am IAP entworfen und können damit jetzt ebenfalls ausgeschrieben werden. Der Buncher für die MEBT Sektion ist hierbei von einem neuartigen Typ: Er liefert trotz geringer Spaltzahl eine flache Feldverteilung.

Die Strahldynamik des FAIR-Protonenlinacs wurde zuletzt mit einer Ende-zu-Ende Simulation verifiziert, bei der vom RFQ - Eingang bis zum Debuncher im Transferkanal gerechnet wurde. Das Besondere an dieser Rechnung war die Verwendung der tatsächlichen 3D Felddaten aller CH-Kavitäten. Diese Daten wurden aus CST Simulationen der finalen Geometrien der Kavitäten gewonnen und in TraceWin eingelesen und simuliert (Abb. 16 zeigt das zugehörige Strahlprofil bis zum Linac-Ende). Die so ermittelten Strahlemittanzen und Energiebreiten für den SIS18 Einschuss sind tatsächlich noch etwas kleiner als die im ursprünglichen Design (mit LORASR) errechneten Werte.

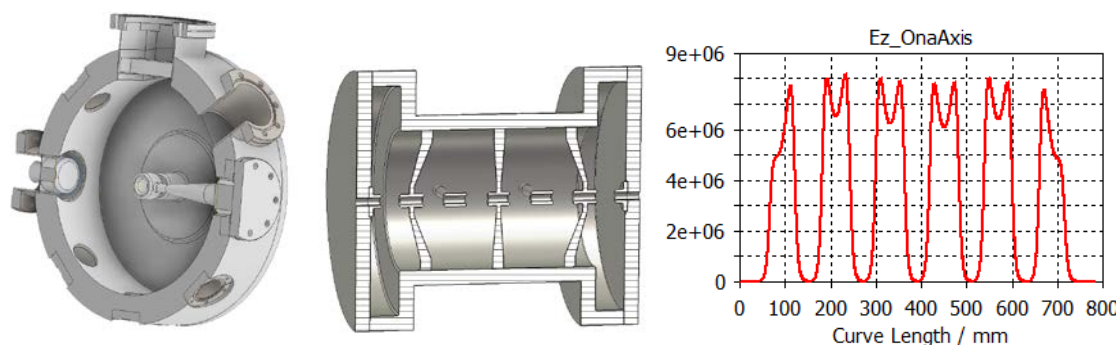


Abb. 15: p-Linac - Buncher: 3 MeV (links); 33 MeV Buncher für die Diagnosesektion (Mitte). Feldverteilung des 33 MeV Bunchers (rechts).

Entwicklungen am 325 MHz Leiter – RFQ

Der Leiter-RFQ wurde bis 02/20 vakuumdicht zusammengebaut und ans IAP geliefert (Abb. 17). Die ersten Messungen konnten die simulierte relative Spannungsverteilung (Flatness) zwischen den Elektroden von <1%, sowie eine ungetunte Frequenz von 325,4 MHz bestätigen. Die Leckrate liegt unter 10^{-9} mbar l/s. Nach Abschluss der detaillierten Simulationen zum finalen Tunen der Resonanzfrequenz befinden sich die Frequenztuner ab Dezember 2020 in der

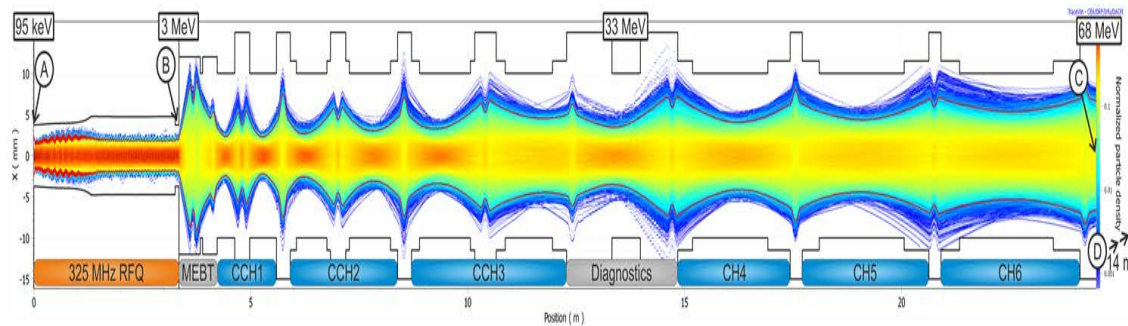


Abb. 16: Horizontales Strahldichteprofil vom RFQ – Einschuss bis zum Linac – Ausgang (24 m).

Fertigung. Darüber hinaus wird der RFQ für die ersten RF-Tests und zum Conditioning vorbereitet, d.h. Aufbau des Pump- und Vorvakuumsystems, Planung und Aufbau des vollständigen Kühlkonzepts, sowie Design und Herstellung der induktiven Einkopplung. Neben der mechanischen Ertüchtigung wurde der Einfluss und Kompensationsmöglichkeiten von longitudinalen Randfeldern bei RFQ's am Ein- und Ausgang erstmals eingehend untersucht.

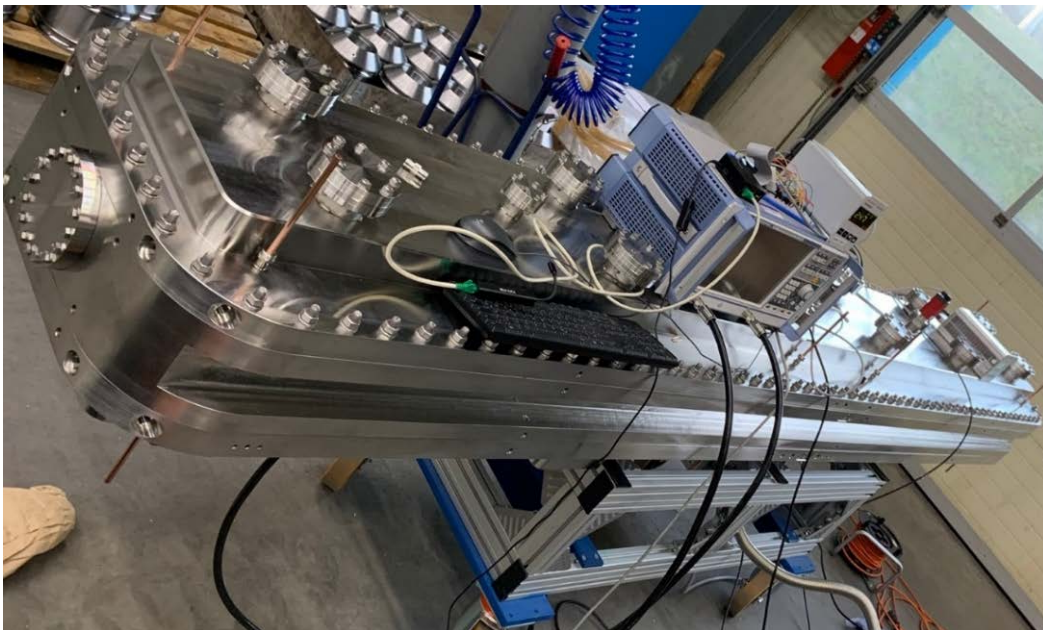


Abb. 17: Der Leiter-RFQ beim ersten Vakuumtest.

Diese entstehen zwischen den geladenen Elektroden und dem neutralen Tank speziell bei 4 - Rod - artigen RFQ's. Bei Nichtbeachtung des Einflusses auf den Teilchenstrahl können höhere Teilchenverluste (niedrigere Transmission) als auch eine falsche Ausgangsenergie die Folge sein. Durch eine angepasste Wahl der effektiven Sollphase im Spalt, sowie über dessen Länge können die negativen Effekte kompensiert werden (vgl. den 2019 in NIMA - 928 (2019) erschienenen Artikel hierzu).

2.4.4. Beschleunigerstrukturentwicklung

(H. Hähnel, J. Kaiser, H. Wang, M. Schütt, U. Ratzinger, IAP Frankfurt)

Miniaturisierte Beschleunigerstrukturen mit 3D – Druckverfahren

Im Luftfahrt- und Automotive-Bereich wird der Metall-3D Druck („Additive Fertigung“) bereits eingesetzt um einzelne Metallbauteile effizienter und kostengünstiger herzustellen. Das zu fertigende Bauteil wird hergestellt, indem ein sehr feines Metallpulver von einem intensiven Laserstrahl schichtweise geschmolzen und mit der darunterliegenden Schicht verschweißt wird. Das Ergebnis ist ein solides Bauteil, das ähnliche und teilweise bessere mechanische Eigenschaften als ein gefrästes oder gegossenes Bauteil hat. Da bei der Additiven Fertigung

komplexe Geometrien relativ einfach und günstig gefertigt werden können, eröffnen sich ganz neue Möglichkeiten für das Design von Teilchenbeschleunigern. Um die Tauglichkeit der Additiven Fertigung für die Herstellung von kompakten Beschleunigerstrukturen zu demonstrieren, befindet sich aktuell eine Prototyp-Kavität im Aufbau, deren Driftröhrenstruktur inkl. interner Wasserführung aus dem 3D-Drucker kommt (Siehe Abb. 18, rechts). Der Prototyp ist eine IH-Typ Kavität mit einer Resonanzfrequenz von 433 MHz. Die Struktur wurde für 1,4 A MeV Einschussenergie entwickelt und ermöglicht die Nachbeschleunigung auf 2,4 A MeV. Dies entspricht einem mittleren Gradienten von 6,8 MV/m für Protonen.

In unserer Arbeitsgruppe wurden erste Vortests mit additiv hergestellten Vakuum-Rohren aus Edelstahl (1.4404) durchgeführt. Im Testaufbau wurden die gedruckten, sowie konventionell hergestellte Rohre in einen Teststand mit Druckmesssonde und einer Turbomolekularpumpe verbaut. Beim Abpumpen der unterschiedlichen Rohre konnten innerhalb der Messgenauigkeit keine Unterschiede zwischen den Bauteilen festgestellt werden.

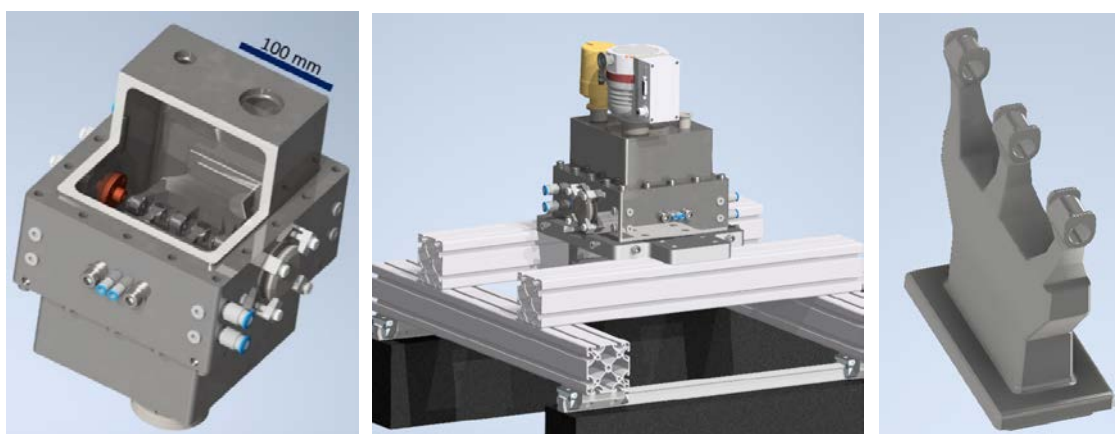


Abb. 18: Kavität im Schnittbild (links), Ansicht im Laboraufbau (Mitte), 3D – Druck - Detail (rechts).

Kompakte Permanentmagnetische Quadrupollinsen

Kompakte Beschleunigerstrukturen benötigen auch kompakte Linsenelemente. Hier kommen insbesondere auch permanentmagnetische Quadrupollinsen in Frage. Aktuell werden kompakte Triplet-Linsen für niedrige Teilchenenergien und kleine Aperturen entwickelt. Erste Prototypen sind aktuell in der Entwicklung und sollen im folgenden Jahr hergestellt und vermessen werden. Eine beispielhafte Konfiguration ist in Abb. 19 abgebildet.

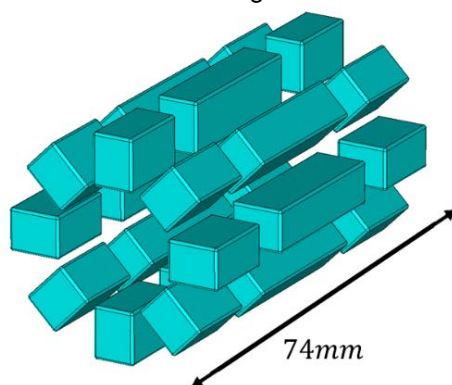


Abb. 19: Anordnung von quaderförmigen Permanentmagneten zu einem Quadrupoltriplet.

Kryogen betriebene, normaleitende Kupferresonatoren

Der Leitwert von Kupfer steigt um bis zu zwei Größenordnungen bei Kühlung mit Flüssigstickstoff und Druckabsenkung. Damit könnte die Resonatorverlustleistung um bis zu einer Größenordnung abgesenkt werden. Mit den geplanten Experimenten an gekühlten Koaxialresonatoren aus Kupfer (siehe Foto auf der Werkstattseite zur Resonatorfertigung) soll insbesondere der nachteilige Einfluss des anomalen Skineffekts im Frequenzbereich zwischen 100 MHz und 320 MHz untersucht werden.

2.5. Plasmaphysik (AG Prof. Dr. J. Jacoby)

2.5.1. Kurzbeschreibung der Arbeitsgruppe

Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppe Plasmaphysik unter Leitung von Herrn Prof. J. Jacoby liegen in den Untersuchungen von gepulsten Niederdruck - Gasentladungen und atmosphärischen Bogenentladungen hinsichtlich von Anwendungen in Beschleunigeranlagen. Weitere Aufgabengebiete der Arbeitsgruppe umfassen die Untersuchung der Wechselwirkung von Ionenstrahlen bzw. Protonen und Lasern mit Warmer Dichter Materie (WDM), Hochstromentladungen besonders mit Anwendungen einer coaxialen Lorenz-Drift-Geometrie und quantenmechanische Aspekte supersymmetrischer Streuung.

Ein Teil dieser Forschung wird durch die Zusammenarbeit und die Nutzung der Großgeräte des Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GSI in Darmstadt ermöglicht. Dabei können intensive hochenergetische Schwerionenstrahlen tief in einem Festkörper extreme Zustände erzeugen, wie sie sonst nur im Kern der Erde oder innerhalb von großen Planeten auftreten. Darüber hinaus wird die Wechselwirkung von Laserstrahlen mit Materie zur Erzeugung von energetischen Teilchen (Protonen, Elektronen) und Röntgen- und Gammastrahlen untersucht. Die Forschungsarbeiten konzentrieren sich hierbei mit den Aufbauten und die Untersuchungen von Systemen zur Unterstützung moderner Schwerionenbeschleunigeranlagen sowie der Entwicklung und dem Aufbau von Diagnostiken zur Untersuchung von Ionenstrahl und Laser geheizten Plasmen.

Des Weiteren beschäftigt sich die Arbeitsgruppe mit der Entwicklung von kalten atmosphärischen Plasmen, erzeugt durch Dielektrische Barriere - Entladungen (DBE). Die Bekämpfung von antibiotikaresistente Bakterien in Wunden ist eine der größten Herausforderungen in der Medizin. Hierzu werden alternative Behandlungsmöglichkeiten benötigt. Für eine solche Behandlungsmethode könnte die Verwendung eines kalten atmosphärischen Plasmas, erzeugt durch eine DBE, zur Wundheilung verwendet werden.

2.5.2. Zeitaufgelöste interferometrische Diagnostik zur Bestimmung der Ionenstrahlwechselwirkung eines Plasmastrippers

(Ph. Christ, K. Cistakov, M. Fröhlich, F. Heppner, M. Iberler, L. Laghchioua, D. Mann, J. Jacoby)

Die Arbeitsgruppe Plasmaphysik des Instituts für Angewandte Physik zündet unter anderem Plasmen durch ein zeitabhängiges Magnetfeld. Das Magnetfeld wird durch eine stromdurchflossene Spule erzeugt und die dafür notwendige elektrische Energie wird durch eine Kondensatorbank bereitgestellt. Durch die induktive Einkopplung von Energie in ein neutrales Gas können Elektronen aus den Atomen herausgelöst werden, wodurch das Gas in den Plasmazustand gelangt. Durch interne Plasmaströme, die mit dem Magnetfeld der Spule wechselwirken, entsteht eine Kraft, die das Plasma zum Zentrum der Spule treibt. Dieser Vorgang ist in Abbildung 20 gezeigt.

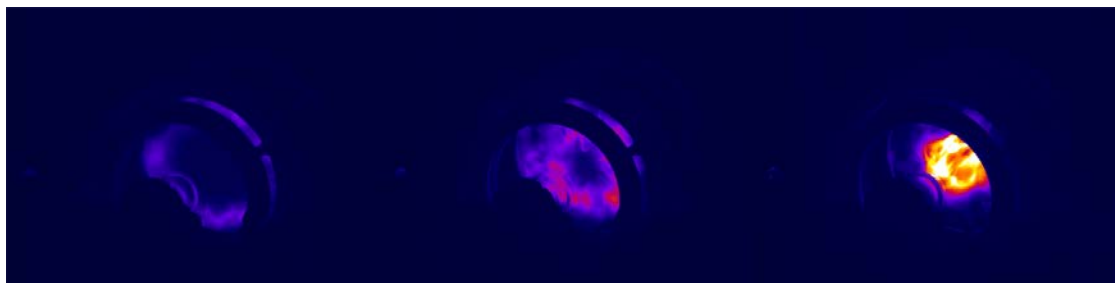


Abb. 20: Plasmazündung und Kompression zum Spulenzentrum

Ein solches Plasma soll mit einem Ionenstrahl wechselwirken, wodurch eine Erhöhung des Ladungszustands des Ionenstrahls erzielt werden soll. Die Erhöhung des Ladungszustands ist von besonderer Bedeutung, da diese Größe sich auf die kinetische Energie des Ionenstrahls auswirkt. Daher ist ein hoher Ladungszustand notwendig um hohe Strahlenergien erreichen zu können, welche bei bestimmten Experimenten erforderlich sind.

Die erzeugten Plasmen müssen vor dem Einsatz an einer Beschleunigeranlage, wo die Tests mit dem Ionenstrahl durchgeführt werden, im Labor hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Erhöhung des Ladungszustands überprüft werden. Hierbei sind die Parameter Elektronendichte und Elektronentemperatur von besonderer Bedeutung. Zum einen kann die vom Plasma abgegebene Strahlung genutzt werden, um Informationen über diese Parameter zu erhalten. Diese Methode wird Spektroskopie genannt. Freie Elektronen können mit Ionen rekombinieren, wodurch eine charakteristische Linienstrahlung entsteht. Die Breite und Intensität dieser Linienstrahlung kann für die Diagnostik verwendet werden. Neben dieser passiven Diagnostik können auch aktive Diagnostiken verwendet werden, wie zum Beispiel die Interferometrie. Ein Laserstrahl wird vor dem Plasmaexperiment aufgeteilt, wobei im Folgenden ein Strahl das Plasma durchquert und der andere um das Experiment herumgeführt wird. Nach dem Experiment werden beiden Strahlen wieder zusammengefügt und die Helligkeit des zusammengeführten Strahls enthält die Information über die Elektronendichte des Plasmas. Durch die Verwendung verschiedener Laser unterschiedlicher Wellenlänge können die Dichten verschiedene Teilchensorten im Plasma, zum Beispiel Elektronen und neutrale Gasatome, einzeln gemessen werden. Dies ermöglicht eine vollständige Diagnostik hinsichtlich aller für die Ionenstrahlwechselwirkung relevanten Parameter.

2.5.3. Konstruktion und Charakterisierung eines Plasmafensters

(A. Michel, Andre Michel, Michael Händler, Bernhard F. Bohlender, Marcus Iberler, Oliver Kester, Joachim Jacoby)

Die Auskopplung intensive Ionenstrahlen vom Beschleunigervakuum in Bereiche hohen Gasdruckes erfordert eine zuverlässige Trennung der jeweils vorliegenden Umgebungsdrücke. Dort wo konventionelle Methoden an ihre räumlichen oder zeitlichen Betriebsgrenzen kommen bietet ein Plasmafenster eine membranfreie, kompakte Transmissionsstufe für Ionenstrahlen bei gleichzeitig aktiver Anpassung des Druckgradienten (siehe Abbildung 21).

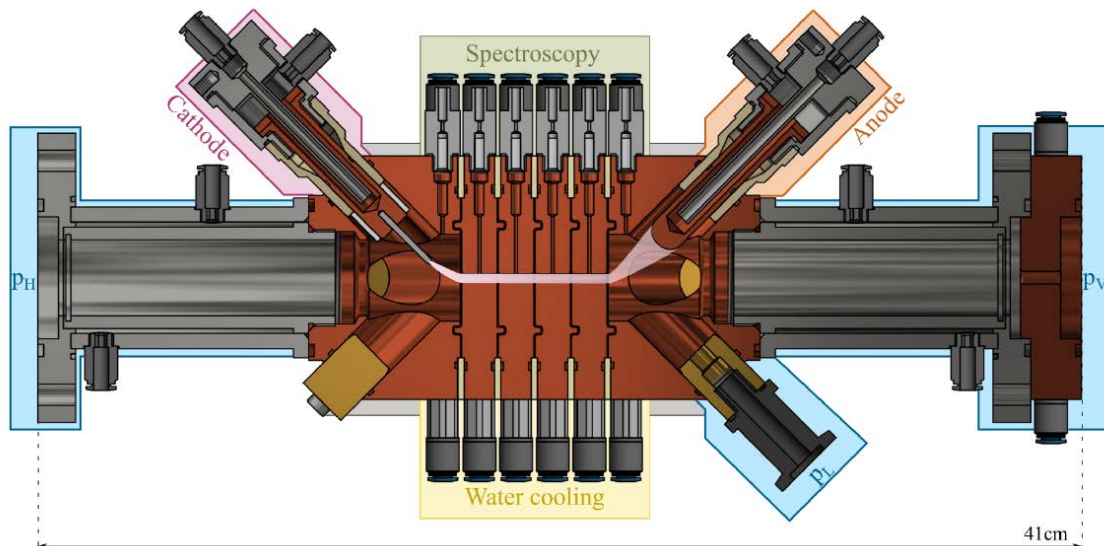


Abb. 21: Querschnitt des Plasmafensters

Die Drucktrennung beruht auf einer kaskadierten Bogenentladung innerhalb des Transmissionskanals, welcher den Hoch- und den Niederdruckbereich miteinander verbindet. Aufgrund der hohen thermischen Leistung des Lichtbogens, wird das verwendete Arbeitsgas auf bis zu 14.000K aufgeheizt. Hierdurch erhöht sich die Viskosität des Gases bei gleichzeitiger Verringerung der Gasdichte im Transmissionskanal. Dadurch lässt sich der Volumenfluss des eingespeisten Arbeitsgases nur bei gleichzeitiger Steigerung des Druckgradienten an den Kanalenden aufrechterhalten:

$$\Gamma = \frac{\pi R^4}{16l} \frac{\bar{p}}{p_V} \Delta p \frac{n}{\eta} = \text{const}$$

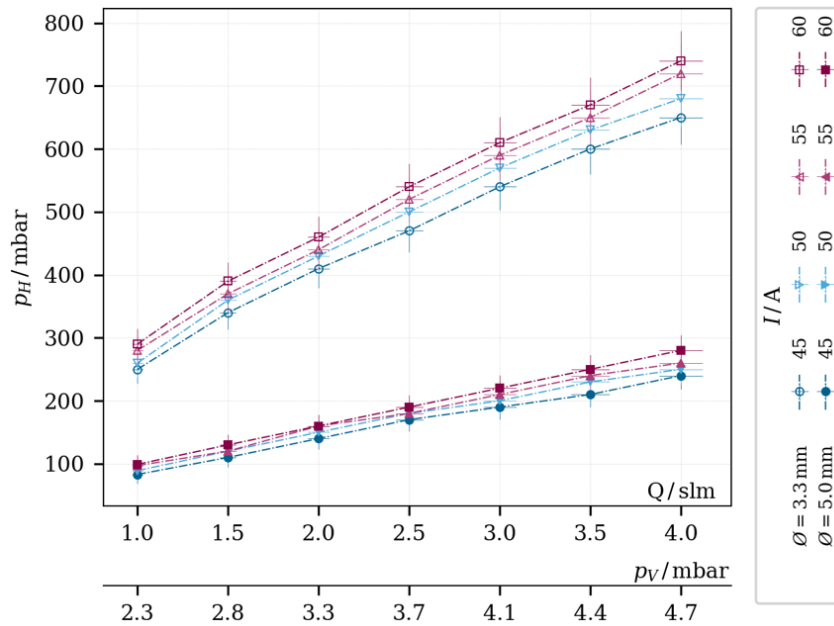


Abb. 22: Trennung zwischen Hoch- und Niederdruckkammer des Plasmafensters für verschiedene Durchmesser, Ströme und Volumenflüsse

Die in der Arbeitsgruppe Plasmaphysik entwickelten Prototypen des Plasmafensters erlauben eine aktive Drucktrennung über weite Bereiche, die sich je nach Kanaldurchmesser, gewähltem Volumenfluss sowie Bogenstrom variieren lassen (siehe Abbildung 22). Die ausführlichen Studien zum Plasmafenster wurden zudem dieses Jahr im Rahmen eines Papers veröffentlicht.

2.5.4. Magnetische Kompression eines beschleunigten Plasmas

(T. Ackermann, C. Hock, M. Iberler, Th. Manegold, P. Tavana, L. Manganelli, L. Geiger, Ch. Benzing, P. Arnold, S. Busch, J. Jacoby)

Eine Plasmaschicht wird in einem koaxialen Beschleuniger erzeugt und über eine Länge von 10 cm auf Geschwindigkeiten bis etwa 100 km/s beschleunigt. Abbildung 23 zeigt das Plasma in der Beschleunigungsphase.

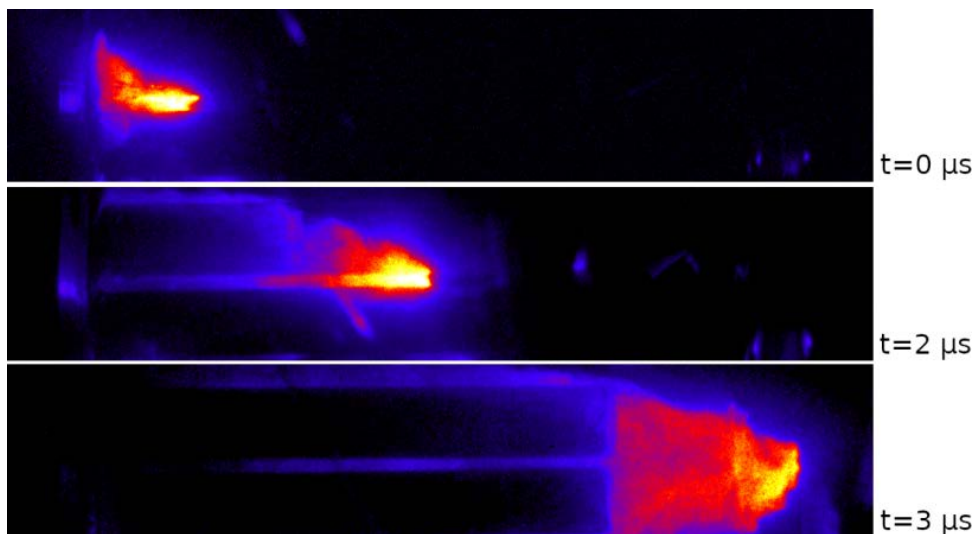


Abb. 23: Beschleunigungsphase des Plasmas innerhalb der Elektrode (Um das Plasma während der Beschleunigung zu sehen, ist diese in diesem Fall geschlitzt)

Anschließend wird das Verhalten der nun frei fliegenden Plasmawolke in einem inhomogenen Magnetfeld untersucht. Hierzu wurde zunächst eine Simulation mit dem magnetohydrodynamischen Code „AMRVAC“ durchgeführt (Abb. 24). Es findet eine Kompression des Plasmas durch den magnetischen Druck statt. Allerdings wird je nach Anfangsgeschwindigkeit die höchste Plasmadichte nicht unbedingt am Punkt der höchsten Feldstärke erreicht.

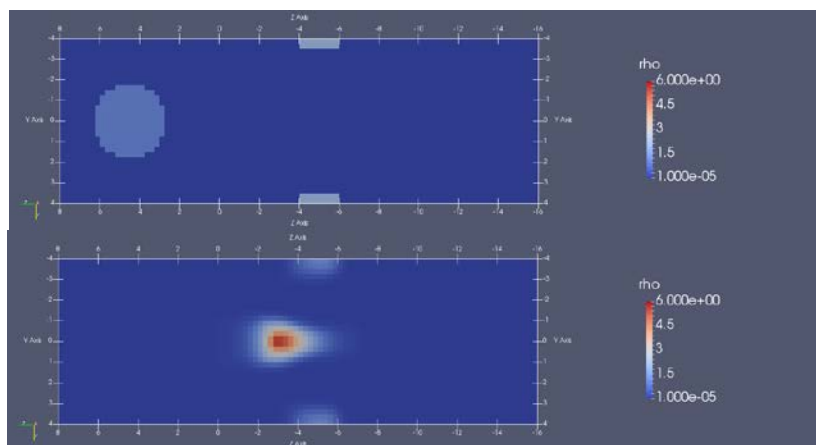


Abb. 24: Simulation einer Plasmawolke welche in das Magnetfeld einläuft und dabei komprimiert wird. Die Position der Spule wird durch die grüne gestrichelte Linie markiert.

Um ein hohes Magnetfeld von bis zu 5 T zu erreichen, wird dieses mit einem gepulsten Elektromagneten erzeugt.

Neben der visuell sichtbaren Kompression wird auch die Veränderung der Elektronendichte und Temperatur des Plasmas während des Kompressionsvorgangs mittels optischer Diagnostik ermittelt werden.

2.5.5. PRIOR (Proton Microscope for FAIR): Aufbau und Untersuchung von Unterwasser explodierenden Drähten mittels PRIOR

A. Müller-Münster, D. Varentsov, M. Dehmer, H. Arda, A. Heine, M. Iberler, G. Schmidt, T. Schusser, J. Jacoby

Protonenradiographie stellt eine einzigartige Methode dar um sowohl statische Objekte, als auch dynamische Prozesse hoher Dichte (WDM oder HEDM) zu untersuchen. Sie setzt dort ein, wo herkömmliche Analysen keine Ergebnisse mehr liefern. Hierzu wird ein GeV Protonenstrahl genutzt, mit dem sich die Flächendichte im Bereich einiger μm Ortsauflösung und ns Zeitauflösung mit hoher Genauigkeit bestimmen lässt. Die Protonenradiographie mit magnetischen Linsen wurde in den 1990er Jahren in Los Alamos National Laboratory (LANL) entwickelt. Sie dient als Diagnostikmethode um Materialeigenschaften unter extremen Bedingungen, wie hohem Druck und Temperaturen zu erforschen. Auch an anderen Instituten wurde die Protonenradiographie entwickelt. Hierzu zählen unter anderem das Institute for Theoretical and Experimental Physics (ITEP) und das Institut for High Energy Physics (IHEP) in Russland.

An der GSI in Darmstadt wurde das Protonenmikroskop PRIOR-I (Proton Microscope for FAIR) entwickelt. Es nutzt den 3,5-4,5 GeV Protonenstrahl des SIS-18 Schwerionensynchrotrons. Mit diesem war es möglich Materie mit einer Dichte von 20g/cm^2 zu durchdringen. Es wurde eine Ortsauflösung von $30\mu\text{m}$ bei einer Zeitauflösung von 5-10ns erreicht. Statische Objekte wie mechanische Uhren wurden bereits erfolgreich radiographiert.

Nicht ideale dynamische Plasmen (Kopplungsparameter $\Gamma > 1$) sind nach wie vor von großer Interesse in der Grundlagenforschung, um Erkenntnisse über Zustandsgleichung für Materie unter extremen Bedingungen zu erhalten. Die Unterwasserexplosion von dünnen Drähten

(Underwater Electrical Wire Explosion UEWE) ist eine gut geeignete Methode, um Warme Dichte Materie (WDM) im Labor zu erzeugen. Durch die Inkompressibilität des Wassers ist die Ausdehnungsgeschwindigkeit des explodierenden Drahtes vermindert (10^5 cm/s). Diese Eigenschaften lassen hohe Stromdichten zu (10^9 A/cm²), um somit stark gekoppelte Plasmen zu erzeugen, die hohe spezifische Energiedichten (10-100 kJ/g), Festkörperdichte und einigen eV an Temperatur besitzen. Phasentransformationen sowie die Bildung von Schall- und starken Schockwellen führen zu komplexen dynamischen Prozessen. Dazu kam ein Pulsed Power Generator mit 10 μ F Kapazität und einer maximalen Ladespannung von 50kV zum Einsatz. Es wurden bei Stromanstiegszeiten von $\sim 10^{-11}$ A/s Spitzenströme von 150-200kA bei einer Spannung von 30-40kV erreicht. Tantal Drähte mit 0,8mm Durchmesser und 40-50mm Länge wurden durch einen schnellen Strompuls erhitzt. Dabei wurden spezifische Energiedichten von 5-15kJ/g und \sim km/s Ausdehnungsgeschwindigkeiten erreicht. Neben der Protonenradiographie wurden Diagnostikmethoden wie iCCD Kameras und Streak Kameras verwendet. Die radiale Dichteverteilung wurde mit dem PRIOR-I mit 3,6 GeV Protonen bestimmt.

Für das Experiment wurde ein Pulsed Power UEWE setup für Drahtexplosionen im Mikrosekunden Bereich konzipiert und aufgebaut. Der kompakt gehaltene Aufbau, mit einer Gesamtkapazität von 10 μ F zeichnet sich durch seine geringe Induktivität von circa 150nH, eine zylindrische Stripline und einem Thyatron, mit geringem Jitter, als Schaltelement aus. Basis des Experimentellen Aufbaus sind zwei parallel geschaltete Puls-Kondensatoren, welche bei einer Ladespannung von 40kV eine Energie von 8kJ speichern können. So erreicht eine Entladung von 35-40kV Peakströme von circa 200-250kA mit einer Anstiegszeit von 10^{12} A/s.

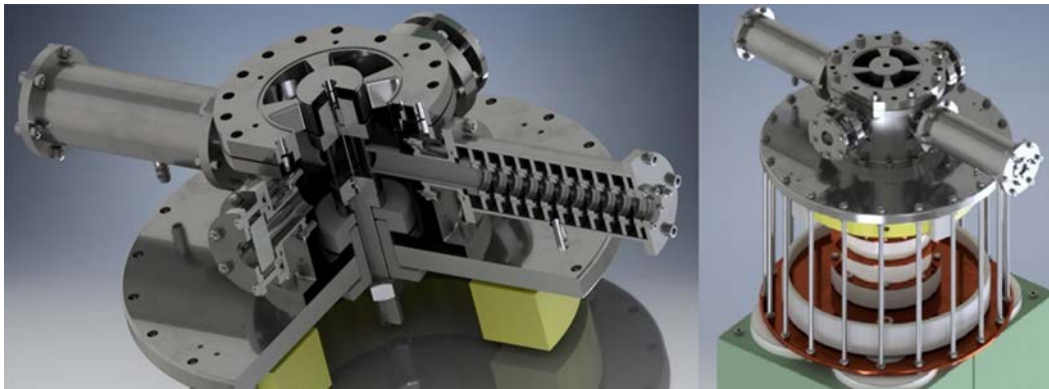


Abb. 25: Schnitt durch die Target-Kammer (links), Gesamtaufbau (rechts)

Die Konstruktion der Explosionskammer ist in Abbildung 25 zu entnehmen. Ein Draht befindet sich in der Mitte der Kammer, welche mit deionisiertem Wasser gefüllt ist. Zwei Strahlachsen ermöglichen die Untersuchung des expandierenden Drahtes. Hier kann auf einer Achse der Protonenstrahl das Experiment passieren, während auf der anderen Achse optische Untersuchungen durch CCD oder Streak-Kameras mit Hilfe von Backlightern (5W, 450nm Laserdiode) möglich sind. Auf der Protonenstrahlachse sind spezielle Wasser-Schockwellendämpfer konstruiert worden. Diese haben die Aufgabe die Dicke der Wasserschicht in Richtung der Strahlachse zu minimieren.

Des Weiteren wurden die geplanten off-line Experimente, d.h. Experimente ohne Protonenmikroskop, durchgeführt.

3. Feinmechanische Institutswerkstatt

Die feinmechanische Werkstatt hat ihren Schwerpunkt in der Unterstützung der Wissenschaftler bei der Planung, der Konstruktion und in der mechanischen Herstellung von Komponenten. Dabei bietet die Werkstatt mit langjähriger Erfahrung im Bereich der Forschung und Entwicklung eine kompetente Fertigung von individuellen Apparaturen und Bauteilen.



Abb. 26: Herr Billjött beim Bau eines Käfigs um die neuen Sicherheitsstandards für unter Hochspannung stehende Experimente zu erreichen.

Eine schlanke Struktur hat Vor- und Nachteile; Vorteil ist, dass die Bürokratie auf ein Minimum beschränkt ist: der Auftraggeber bespricht direkt mit dem Werkstatteleiter seine Ideen und Entwürfe – hierbei unterstützt er in der Konstruktionsphase, übernimmt die Arbeitsvorbereitung und leitet die einzelnen Aufträge an die Mitarbeiter weiter; je nach Qualifikation. Die mechanische Werkstatt

zeichnet sich zudem durch seine hochmotivierten Mitarbeiter aus: Viktor Hammer: ist fürs 5-Achs-Fräsen und die Ausbildung von Lehrlingen zuständig; Edgar Binner holt das

letzte aus den Teilen heraus, die konventionell hergestellt werden können; Ralf Gössling fertigt die Teile

an, die ohne computergesteuerte Werkzeugmaschinen nicht herstellbar sind und Wolfgang Billjött übernimmt die Montage von ITEM Gestellen und unterstützt das Team.

Herr Sven Reploeg ist als Werkstatteleiter für den reibungslosen Ablauf verantwortlich, betreut Schülerpraktikanten und fertigt mit dem hauseigenen 3D-Drucker Modelle. Zusätzlich macht es ihm Freude zusammen mit Daniel Bänsch die Betriebsausflüge des Instituts zu planen und zu organisieren.

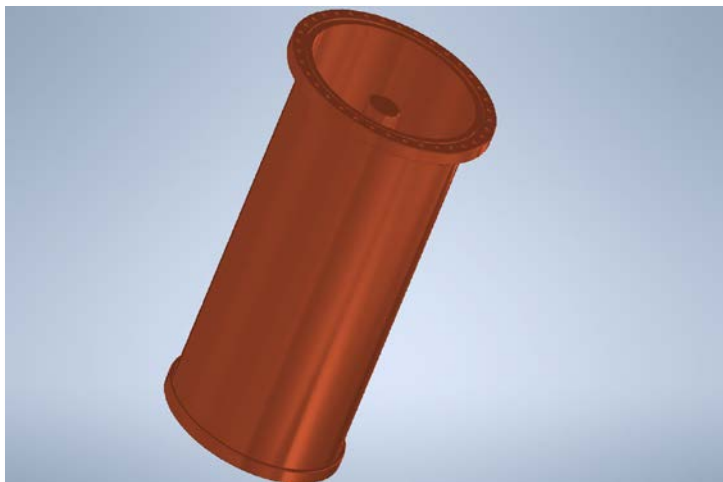


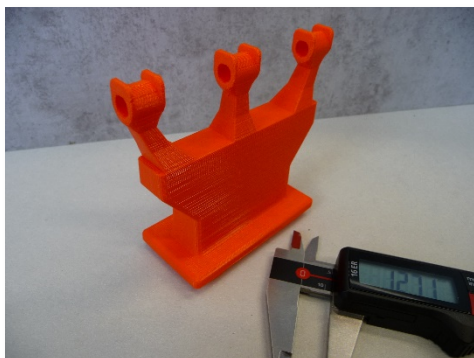
Abb. 27: Hier zu sehen die Fertigung eines Cu-Tanks mit den Maßen: $D=440 \times 768$ mm. Der Tank wurde dann im Vakuumlötofen des GSI-Technologielabors erfolgreich zusammengefügt (K. Dermati et al.).

Abb. 28: Herr Billjött hatte im September 2020 sein 50-jähriges Dienstjubiläum gefeiert. Wir gratulieren recht herzlich!

Nachteil der verschlankten Belegschaft ist, dass immer wieder Engpässe in der Ausführung der Aufträge entstehen, die für die Werkstatt in Zukunft eine Herausforderung werden könnten. Für die Werkstatt werden in naher Zukunft 1-2 neue Mitarbeiter als Verstärkung angestrebt, denn 2021 gehen Herr Billjött und Herr Binner in den Ruhestand.

Schülerpraktika: Wir konnten erneut Schülern die Möglichkeit bieten ihr Praktikum in der Werkstatt zu absolvieren: 2019 im Januar Leo Mann, im Juni Christian Scheer und 2020 im Januar Robin Klein.

Abb. 29: Von den Praktikanten hergestellt: Weinpresse mit einem 3D gedruckten Bottich



Immer mehr nimmt das Thema 3D-Druck ein. Daher wollen wir in das Thema in Zukunft mehr investieren, um zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden.

Abb. 30: Hier im Bild gut zu sehen; ein Model einer Beschleuniger-Struktur. Diese wird extern aus Edelstahl gedruckt und anschließend verkupfert.

4. Betriebsausflüge

Der Betriebsausflug 2019 führte uns erst nach Rüsselsheim zur ADAM Opel AG und dann weiter nach Ingelheim.

Hier konnte man bei einer Weinprobe auch gleich den einen oder anderen Wein erstehen z.B. Original OPEL-WEIN vom Weingut Schloss-Westerhaus (Abb. 31).

Im Jahr 2020 konnten wir aufgrund des Corona Virus nur mit einer kleinen Gruppe eine 11 km lange Wanderung rund um die „Weiße Mauer“ unternehmen. Start und Ziel war dabei das Taunus-Informationszentrums in Oberursel. Mit nötigem Abstand, hat man den Tag im nahe gelegenen Brauhaus ausklingen lassen.

Abb.31: Vorräte im Weingut Schloss-Westerhaus



5. Lehrveranstaltungen (SoSe 2019 bis WiSe 2020/21)

5.1. Vorlesungen und Übungen

5.1.1. Sommersemester 2019

Einführung in die Astronomie II (V+Ü)	R. Reifarth
Datenanalyse in Physik und Astronomie	M. Röllig
Einführung in die Physik 2 für Biowissenschaften (V+Ü)	H. Podlech, P. Müller
Anwendung der Supraleitung in Beschleuniger- und Fusionsstechnologien (V+Ü)	M. Busch
Atomphysik für Lehramt L3 (V+Ü)	O. Meusel
Höhere Experimentalphysik 2 (V+Ü)	O. Meusel, K. Schulte-Urlich
Linearbeschleuniger (V+Ü)	H. Podlech
Elektronik und Sensorik II	U. Ratzinger, M. Schütt
Ringbeschleuniger und Speicherringe (V+Ü)	R. Tiede
Vakuumphysik 1 (V+Ü)	G. Franchetti
Einführung in die Plasmaphysik (V+Ü)	G. Franchetti
Physik und Anwendungen der Hochspannungstechnik (V+Ü)	J. Jacoby
Anfängerpraktikum 2 für Studierende der Physik und Meteorologie, Ergänzungen dazu	M. Iberler
Blockpraktikum AP 2 für Studierende der Physik und Meteorologie, Ergänzungen dazu	M. Iberler
Plasmen hoher Energiedichte u. Röntgenstrahlung im Universum und Labor II (V+Ü)	M. Iberler
Sprachakustik und Sprachsignalverarbeitung	O. Rosmej
	K. Schnell

5.1.2. Wintersemester 2019/2020

Stern- und Planetenentstehung	M. Röllig
Experimente zur nuklearen Astrophysik	K. Göbel
Einführung in die Astronomie I (V+Ü)	R. Reifarth
Physik der Energiegewinnung (V+Ü)	H. Podlech, V. Britten
High Intensity Linacs and their Applications (V+Ü)	H. Podlech, C. Zhang
Höhere Experimentalphysik 1 (V+Ü)	O. Meusel, K. Schulte-Urlich
Einführung Beschleunigerphysik (V+Ü)	H. Podlech
Laseranwendungen in Teilchenbeschleunigern (V+Ü)	U. Ratzinger, M. Schütt
Elektronik und Sensorik I (V+Ü)	H. Hänel
Beschleunigerinstrumentierung und Strahldiagnostik (V+Ü)	R. Tiede
Vakuumphysik 2: Vakuumphysik an Beschleunigern	P. Forck, P. Kowina
Einführung in die Physik I (Mechanik und Thermodynamik) für Studierende der Biowissenschaften (V+Ü)	G. Franchetti
Plasmen hoher Energiedichte und Röntgenstrahlung im Universum und Labor I (V+Ü)	J. Jacoby
Anfängerpraktikum 2 für Studierende der Physik, Meteorologie, Informatik und Lehramt L3, Ergänzungen dazu	P. Neumayer
Blockpraktikum Teil 2 für Studierende d. Physik u. Meteorologie, Ergänzungen dazu	M. Iberler
	M. Iberler

5.1.3. Sommersemester 2020

Stern- und Planetenentstehung	M. Röllig
Einführung in die Astronomie II (V+Ü)	R. Reifarh
Einführung in die Physik 2 für Biowissenschaften (V+Ü)	H. Podlech, P. Müller
Atomphysik für Lehramt L3 (V+Ü)	O. Meusel
Höhere Experimentalphysik 2 (V+Ü)	O. Meusel, K. Schulte-Urlich H. Podlech
Anwendung der Supraleitung in Beschleuniger- und Fusionstechnologien (V+Ü)	M. Busch
Linearbeschleuniger (V+Ü)	U. Ratzinger, M. Schütt
Vakuumphysik 1 (V+Ü)	G. Franchetti
Einführung in die Plasmaphysik (V+Ü)	J. Jacoby
Physik und Anwendungen der Hochspannungstechnik (V+Ü)	M. Iberler
Anfängerpraktikum 2 für Studierende der Physik und Meteorologie, Informatik und L3 (alte PO), Ergänzungen dazu	M. Iberler
Blockpraktikum AP 2 für Studierende der Physik und Meteorologie, Ergänzungen dazu	M. Iberler
Plasmen hoher Energiedichte u. Röntgenstrahlung im Universum und Labor II (V+Ü)	O. Rosmej

5.1.4. Wintersemester 2020/2021

Physik und Chemie des Interstellaren Mediums	M. Röllig
Experimente zur nuklearen Astrophysik	T. Heftrich, M. Weigand
Experimentalphysik I - Mechanik und Thermodynamik (V+Ü)	R. Reifarh, K. Göbel
Physik der Energiegewinnung	H. Podlech, V. Britten
High Intensity Linacs and their Applications (V+Ü)	H. Podlech, C. Zhang
Höhere Experimentalphysik 1 (V+Ü)	O. Meusel, K. Schulte-Urlich H. Podlech
Einführung Beschleunigerphysik (V+Ü)	U. Ratzinger, M. Schütt
Laseranwendungen in Teilchenbeschleunigern (V+Ü)	H. Hähnel
Elektronik und Sensorik I (V+Ü)	R. Tiede
Vakuumphysik 2: Vakuumphysik an Beschleunigern	G. Franchetti
Einführung in die Physik B1 für Nebenfachstudierende (V +Ü)	J. Jacoby
Anfängerpraktikum 2 für Studierende der Physik, Meteorologie, Informatik (NFPHY-PA2) und Lehramt L3 (alte PO), Ergänzungen dazu	M. Iberler
Blockpraktikum AP 2 für Studierende der Physik und Meteorologie, Ergänzungen dazu	M. Iberler
Plasmen hoher Energiedichte und Röntgenstrahlung im Universum und Labor I (V+Ü)	P. Neumayer

5.2. Praktika

5.2.1. Sommersemester 2019

Astrophysikalisches Praktikum	M. Weigand, T. Heftrich
Fortgeschrittenenpraktikum	H. Podlech, M. Busch
Labor- und Forschungspraktikum	H. Podlech, M. Busch, O. Meusel
Anfängerpraktikum 2 für Studierende der Physik und Meteorologie	M. Iberler, J. Jacoby
Anfängerpraktikum für Studierende des Lehramts L3-Physik	M. Iberler
Blockpraktikum AP 2 für Studierende der Physik und Meteorologie (23.09.2019 bis 11.10.2019)	M. Iberler

Physikalisches Praktikum für Studierende der Biochemie und Andere	M. Iberler
Physikalisches Praktikum für Studierende der Chemie und Andere	M. Iberler
Physikalisches Praktikum für Studierende der Geowissenschaften und Andere	M. Iberler
Physikalisches Praktikum Teil 2 für Studierende der Informatik	M. Iberler
Physikalisches Praktikum für Biologen	K. Volk
Physikalisches Praktikum für Pharmazeuten	R. Tiede

5.2.2. Wintersemester 2019/2020

Fortgeschrittenenpraktikum	H. Podlech, M. Busch
Labor- und Forschungspraktikum	H. Podlech, M. Busch, O. Meusel
Anfängerpraktikum 2 für Studierende der Physik, Meteorologie, Informatik und Lehramt L3	M. Iberler, J. Jacoby
Anfängerpraktikum für Studierende der Biophysik	M. Iberler
Blockpraktikum Teil 2 für Studierende der Physik und Meteorologie (23.09.2019 bis 11.10.2019)	M. Iberler
Physikalisches Praktikum für Studierende der Geowissenschaften, Chemie, Biochemie und Andere	M. Iberler
Physikalisches Praktikum für Biologen	K. Volk
Physikalisches Praktikum für Pharmazeuten	R. Tiede

5.2.3. Sommersemester 2020

Fortgeschrittenenpraktikum	H. Podlech, M. Busch
Labor- und Forschungspraktikum	H. Podlech, M. Busch, O. Meusel
Anfängerpraktikum 2 für Studierende der Physik im 1. Semester (Sommeranfänger)	J. Jacoby
Anfängerpraktikum 2 für Studierende der Physik und Meteorologie, Informatik und L3 (alte PO)	M. Iberler
Anfängerpraktikum für Studierende des Lehramts L3-Physik (neue PO) und der Biophysik	M. Iberler
Blockpraktikum AP 2 für Studierende der Physik und Meteorologie (21.09.2020 bis 09.10.2020)	M. Iberler
Physikalisches Praktikum für Studierende der Biochemie und Andere	M. Iberler
Physikalisches Praktikum für Studierende der Chemie und Andere	M. Iberler
Physikalisches Praktikum für Biologen	K. Volk
Physikalisches Praktikum für Pharmazeuten	R. Tiede

5.2.4. Wintersemester 2020/2021

Fortgeschrittenenpraktikum	H. Podlech, M. Busch
Labor- und Forschungspraktikum	H. Podlech, M. Busch, O. Meusel
Anfängerpraktikum 2 für Studierende der Physik, Meteorologie, Informatik (NFPHY-PA2) und Lehramt L3 (alte PO)	M. Iberler, J. Jacoby
Anfängerpraktikum für Studierende der Biophysik	M. Iberler

Blockpraktikum AP 2 für Studierende der Physik und Meteorologie (21.09.2020 bis 09.10.2020)	M. Iberler
Physikalisches Praktikum C für Studierende der Chemie, Biochemie und Geowissenschaften	M. Iberler
Physikalisches Praktikum für Biologen	K. Volk
Physikalisches Praktikum für Pharmazeuten	R. Tiede

5.3. Seminare

5.3.1. Sommersemester 2019

Hochleistungsbeschleuniger und deren Anwendungen	H. Podlech, C. Zhang
Interuniversitäres Seminar zur Plasmaphysik	J. Jacoby, P. Neumayer, O. Rosmej
Beschleunigerseminar	H. Podlech, U. Ratzinger
Aktuelle Probleme der Angewandten Physik	G. Franchetti, T. Haberer, J. Jacoby, H. Podlech, U. Ratzinger, R. Reifarth
	A. Schempp

5.3.2. Wintersemester 2019/2020

Die 3. Dimension: neue Methoden der Entfernungsbest. im Kosmos	B. Deiss, T. Heftrich, M. Weigand
Interuniversitäres Seminar zur Plasmaphysik	J. Jacoby, P. Neumayer, O. Rosmej
Beschleunigerseminar	H. Podlech, U. Ratzinger
Aktuelle Probleme der Angewandten Physik	G. Franchetti, T. Haberer, J. Jacoby, H. Podlech, U. Ratzinger, R. Reifarth
	A. Schempp

5.3.3. Sommersemester 2020

Unendliche Weiten - der Kosmos in 4D	B. Deiss, K. Göbel, T. Heftrich
	M. Weigand
Hochleistungsbeschleuniger und deren Anwendungen	H. Podlech, C. Zhang
Interuniversitäres Seminar zur Plasmaphysik	J. Jacoby, P. Neumayer, O. Rosmej
Beschleunigerseminar	H. Podlech, U. Ratzinger

5.3.4. Wintersemester 2020/2021

Aktuelle Probleme der Astrophysik	B. Deiss, T. Heftrich, M. Weigand
Interuniversitäres Seminar zur Plasmaphysik	J. Jacoby, P. Neumayer, O. Rosmej
Beschleunigerseminar	H. Podlech, U. Ratzinger
Aktuelle Probleme der Angewandten Physik	G. Franchetti, T. Haberer, J. Jacoby, H. Podlech, U. Ratzinger, R. Reifarth
	A. Schempp

6. Abgeschlossene Examensarbeiten

6.1. Dissertationen

Kafa Al-Khasawneh
NICE - Neutron Induced Charged particle Emission

Markus Basten
Entwicklung und Inbetriebnahme zweier supraleitender 217 MHz CH-Strukturen für das HELIAC-Projekt, 2019

Marc Jebramcik
Beam Dynamics of Proton-Nucleus Collisions in the Large Hadron Collider, 2020

Markus Baschke
Untersuchung von RFQ-Beschleunigern für niedrigste Frequenzen, 2020

Daniel Koser
Development of a 108 MHz 4-Rod cw RFQ-Design for High Duty Cycle Acceleration of Heavy Ion Beams at the GSI-HLI, 2020

Adem Ates
Nichtinvasive optische Ionenstrahldiagnose mit CMOS Einplatinen - Kameras in starken toroidalen Magnetfeldern, 2019

Bernhard Bohlender
Entwicklung und plasmaphysikalische Untersuchung eines Plasmafensters zur Erzeugung hoher Druckunterschiede, 2019

Ge Xu
Charge States and Energy Loss of Heavy Ions after Passing an Inductively Coupled Plasma Target, 2019

Sero Zähler
Development of FAIR-Relevant X-Ray Diagnostics Based on the Interaction of Lasers and Particle Beams with Matter, 2020

Kristina Zerbe
Charakterisierung einer Dielektrischen-Barriere-Entladung zum Plasmaätzen von Trägergläsern in der medizinischen Diagnostik, 2020

6.2. Masterarbeiten

Isabell Deuter
Charakterisierung eines universellen Detektors zur Teilchenidentifikation an R3B

Enis Lorenz
Charakterisierung der zeitlichen Strahlstruktur am R3B - Experiment

Erik Borris
Flugzeitmessung des totalen Neutronenquerschnitts von natNe

Timotheus Kisselbach
Kommissionierung eines Doppel-Detektor-Aufbaus

Alexander Grein
Kommissionierung von Faserdetektoren für das R3B-Experiment

Mohammad Hashemi
Uncertainty Calculations with OpenMOC for Lattice Reactor Physics

Marc Schleifenbaum
Performance Analysis of Melting Probes

Tanja Kausch
85Kr in nucleosynthesis simulations

Lukas Bott
Charakterisierung einer Flugzeitwand für das R3B-Experiment

Dominik Bade
LINAC-Multitool – Ein Java-basiertes Programm zur F&E von Teilchenbeschleunigern

Kaan Erkinay
Extraction of Ion Beams from Cold Plasmas

Christian Wirth
Strahldynamische und Resonator-geometrische Optimierungen einer IH – Kavität mit internen Linsen

Anahita Khodaparast
Beamline Development for the Cryogenic Ion Trap Experiment ARTEMIS

Laura Ihrlich
Simulation und Messung eines Exploding Wire Experiments für PRIOR, 2019

Sahar Tavoosli
Influence of B-Field Inhomogeneity on Measurement of Relativistic Laser Accelerated Electron Energy Distribution, 2020

Hasan Karadas
Demonstration einer Anordnung für Röntgenabsorptionsspektroskopie als Plasmadiagnose an FAIR, 2020

Marius Dehmer
Entwicklung und Charakterisierung einer DBE-Plasmafackel im Hinblick auf die Einflüsse der Strömungsmechanik, 2020

Mareike Werle
Cell responses to the cold atmospheric plasma of the plasmatorch for wound healing, 2020

Leon Geiger
Durch Nanosekundenlaser erzeugte Röntgenquellen zur Diagnostik dichter Plasmen bei FAIR, 2020

Tobin Knautz
Aufbau eines Simulationsmodells zur Bestimmung des Zündorts- und Zeitpunkts eines Einschaltlichtbogens in Mittelspannungsschaltanlagen sowie experimentelle Untersuchungen zur Verifikation, 2020

Parysatis Mahmoodi Tavana
Untersuchung photonuklearer Reaktionen in relativistischen Laser-Materie-Wechselwirkungen am PHELIX-Lasersystem, 2020

6.3. Bachelorarbeiten

Andreas Elbe

Datenbank für astrophysikalisch relevante (n,γ) -Querschnitte

Asmaa El Mard

(n,γ) -Wirkungsquerschnitt von ^{181}Ta für ein quasistellares 25 keV-Spektrum

Silas Sheriff

Neutronenaktivierung von ^{181}Ta bei einer Protonenenergie von 2,1 MeV

Stephan Wagner

Simulationen zur Untersuchung von Toleranzen beim Bau von CH-Strukturen

Jannik Henkmann

Thermische Untersuchungen an 4-Rod-RFQ Beschleunigerstrukturen in CST anhand des HLI-RFQ der GSI

Christian Hübinger

Charakterisierung einer Elektronenquelle für deren Einsatz in einer Elektronenstrahlsonde

Julian Corbet

LINAC-Multitool: Establishing an optimized workflow for the analysis of bead pull measurement data

Janis Richter

Potentialabschätzung zur flächendeckenden Einführung von Mehrwegsystemen für Glasverpackungen

Annemarie Lauterbach

Application of Independent Component Analysis (ICA) for Retrieving the parameters of wo-dim. Linear Coupling in periodic systems

Michael Breidt

Entwurf und Simulation eines elektrostatischen Nachbeschleunigers für 35 keV Protonen

Mikhail Gyrdymov

Charakterisierung und Optimierung einer sCMOS-Kamera mit Verstärker zur Diagnostik der Ionenstrahlintensitätsverteilung für Experimente während Phase-0 und an FAIR, 2019

Hantian Gu

Entwicklung und Untersuchung der Gasflüsse eines differentiellen Pumpsystems zum FAIR PlasmaStripper, 2019

Felix Nathanel Heppner

Bestimmung der Verdet-Konstante eines TGG-Kristalls zur Vermessung der Magnetfeldverteilung einer sphärischen Theta-Pinch Spule, 2019

Mats Hendrik Nicolai

Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses durch Verwendung multipler Pinholes, 2020

Tobias Pfeiffer

Messung zufälliger Koinzidenzen und Bestimmung der Koinzidenzbreite, 2020

Tatjana Schusser

Untersuchungen an einem Underwater Electrical Wire Explosion-Experiment, 2020

7. Geförderte Forschungsprojekte und Kooperationen

Bereich - Astrophysik	Förderer/Kooperationspartner
R. Reifarth: 2020-2023 New Methods and Measurements of Stellar Neutron-Induced Reaction Cross Sections	GIF
C. Langer: 2018-2021 PRECISE - Production of radioactive ^{32}Si in Stars and Stellar Explosion	DFG
R. Reifarth: 2018-2021 Reaktionsstudien mit Ionenspeicherringen	BMBF
R. Reifarth: 2018-2021 Nukleare Astrophysik an R3B @ FAIR	BMBF
R. Reifarth: 2017-2020 - Gallium In the slow Neutron capture process	DFG GAIN
R. Reifarth: 2014-2019 Astrophysics Constraining Stellar Nucleosynthesis - NAUTILUS	ERC Nuclear
R. Reifarth: 2016-2019 - Neutron Induced Charged particle Emission	DFG NICE
Bereich - Beschleunigerphysik	
Verbund Hadronenlinacs	BMBF
Verbund Diagnose	BMBF
High Brilliance Neutron Source	FZJ
Future Circular Collider	CERN
MYRRHA	SCK•CEN
ARIES	EU
Aufbau des FAIR Protonen-RFQ	GS/FAIR, Darmstadt
IAP insgesamt:	
Stipendien für Studierende und Doktoranden, Sachmittel für FRANZ – Projekt	Lander - Stiftung
Helmholtz International Center for FAIR (bis 2019) Helmholtz-Forschungsakademie Hessen für Fair HFHF (ab 2020)	Land Hessen und Helmholtz-Gemeinschaft

8. Mitarbeit in Fachausschüssen, Fachgruppen und Gremien

Gutachter für internationale Fachzeitschriften	R. Reifarth, K. Göbel, M. Weigand
Gutachter	DFG (DE) R. Reifarth
Gutachter	ERC (EU) R. Reifarth
Gutachter	STFC (UK) R. Reifarth
Chair Nucl. Phys. Div. Board	European Physical Society R. Reifarth

Gleichstellungsrat	Goethe Universität	K. Göbel
QSL-Kommission		H. Podlech
Studienkommission		H. Podlech
Gutachter für internationale Fachzeitschriften		U. Ratzinger, M. Schütt
Ba/Ma – Prüfungsausschuss	FB Physik	U. Ratzinger
Vorsitz		
Fachbereichsrat	FB Physik	J. Jacoby, U. Ratzinger H. Podlech, R. Reifarth

9. Mitarbeit in Konferenzgremien

IReNA virtual workshop on stellar burning		R. Reifarth
EPS Nuclear Physics Division Board meeting		R. Reifarth
Nuclear Physics in Astrophysics IX		R. Reifarth
WE-Heraeus summer school on: Nuclear Physics in Astrophysics		R. Reifarth
IPAC Scientific Advisory Board		H. Podlech
SRF Scientific Advisory Board		H. Podlech
Sprecher BMBF Verbund Hadronenlinacs		H. Podlech
LINAC Organizing Committee		U. Ratzinger

10. Besondere Ereignisse

2019

Der HICforFAIR-Workshop (kombiniert mit dem IAP - Winterseminar) fand vom 10. - 16.03.2019 in St. Michael im Lungau statt. Bei 32 anregenden Präsentationen im gut ausgestatteten Seminarraum blieb genug Zeit für anregende Diskussionen und Begegnungen.

Nachruf auf Herrn Dr. Horst Deitinghoff

Durch einen tragischen Verkehrsunfall wurde unser hoch geschätzter ehemaliger Kollege und Mitarbeiter Dr. Horst Deitinghoff ganz plötzlich am 10.05.2019 aus dem Leben gerissen. Horst Deitinghoff blieb der Goethe – Universität vom Studium bis zur Pensionierung eng verbunden. Die längste Zeit hat er dabei am IAP außerordentlich engagiert, zuverlässig und effektiv gewirkt. Die letzten 5 Dienstjahre kamen dabei dem gesamten Fachbereichs Physik zugute: Walter Greiner in seiner damaligen Funktion als Dekan konnte Horst Deitinghoff dazu überreden, in das Dekanat zu übersiedeln und damit seine große Erfahrung dort einzubringen. IAP, Dekanat und Goethe – Universität sind Horst Deitinghoff zu großem Dank verpflichtet. Wir werden ihm ein würdiges Andenken bewahren.

2020

Der HICforFAIR-Workshop (kombiniert mit dem IAP - Winterseminar) fand vom 08. - 14.03.2020 in St. Michael im Lungau statt. Beschleuniger- und plasmaphysikalische Themen, oft mit Bezug zur in Aufbau befindlichen FAIR – Beschleunigeranlage in Darmstadt wurden rege diskutiert.

Auszeichnung für Prof. Dr. Thomas Haberer:

Unser leitend am HIT Heidelberg tätiger und dem IAP als Honorarprofessor verbundener Prof. Dr. Thomas Haberer hat den **2020 IBA - Europhysics Prize for Applied Nuclear Science and Nuclear Methods in Medicine** erhalten. Wir freuen uns mit ihm, gratulieren herzlich, und setzen auf weiterhin gute Zusammenarbeit zwischen HIT und IAP.

*Reisen zu Konferenzen, Workshops und Arbeitstreffen - Beschleuniger- und Plasmaphysik***2019/2020**

Vom 18. – 22.03. findet die DPG – Frühjahrstagung in München statt.

(U. Ratzinger, M. Schütt, H. Wang, M. Syha, H. Podlech, O. Meusel, T. Conrad)

Vom 02. – 04. 04. findet ein Gedankenaustausch zu Synchrotroninjektoren am JINR, Dubna, Russland statt. (U. Ratzinger)

Vom 15. – 16.04. findet ein internationaler Workshop zu Ionen – RFQ's in Heidelberg statt. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf Aspekten zur Beseitigung der gegenwärtigen Spannungsbegrenzung am HSI – RFQ der GSI. (U. Ratzinger, M. Schütt, M. Syha.....).

Vom 29.04. – 04.05. findet eine internationale Konferenz im Rahmen eines EU - CERN – Förderprogramms zur Promotion von Experten für die Medizinphysik statt mit Vorträgen zu Tumortherapie und auch speziell zum Einsatz von Teilchenbeschleunigern. (U. Ratzinger)

Vom 19. – 24. Mai findet die IPAC – Konferenz in Melbourne, Australien, im Convention and Exhibition Centre statt. Dabei gibt es auch Gelegenheit, die Australian Synchrotron Light Source zu besichtigen

(M. Busch, M. Droba, K. Kümpel, H. Podlech, M. Schwarz, N. Petry, U. Ratzinger, M. Schütt)

Am 10.09. findet eine Besprechung mit internationaler Beteiligung zum Thema „Balkan Therapy Project SEEIIST“ und damit zusammenhängender EU – Antrag statt. (U. Ratzinger)

MYRTE Conference 2019, Brüssel, Belgien (H. Podlech, K. Kümpel, P. Schneider, S. Lamprecht)

FCC Week 2019, Brüssel, Belgien: N. Petry

Joint US-CERN-Japan-Russia Accelerator School Ion Colliders 2019, Dubna, Russland:
T. Conrad

International Beam Instrumentation Conference IBIC 2019, Malmö, Schweden: M. Schwarz

SRF 2019, Dresden: T. Conrad, P. Müller

NAPAC 2019, Lansing, USA: H. Podlech

HBS Workshop 2019, Unkel: H. Podlech, O. Meusel

K. Zerbe, A. Müller-Münster, S. Zähler: 4.06.-9.06.2019 Moskau, HED@FAIR Workshop

L. Manganelli, K. Zerbe: Juli/August 2019, DAAD Stipendium, PAL/Südkorea

M. Iberler, K. Cistakov, 4.04.2019, Mainz, BMBF Verbundtreffen

A. Müller-Münster, 23.04.-26.04.2019, HED Annual Meeting

K. Cistakov, Mai 2019, Melbourn, Australien

S. Zähler, 13.02-15.02.2019, Dresden, BMBF Workshop

HBS Workshop 2020: H. Podlech, O. Meusel

Wegen der Corona – Pandemie werden die internationalen Beschleunigerkonferenzen IPAC und LINAC sowie die DPG – Frühjahrstagungen nur in kleinem Rahmen „online“ abgehalten und jeweils in 2021 (IPAC) bzw. in 2022 (LINAC) hoffentlich wieder in Präsenz veranstaltet werden.

11. Publikationen

11.1. Astrophysik

11.1.1. Tagungs- und Zeitschriftenpublikationen

M Volknaandt, K Eberhardt, A Endres, P Erbacher, M Fix and 17 more
Neutron Capture Cross Section for ^{10}Be
Journal of Physics: Conference Series 1668, 12048 (2020)

László Varga, Thomas Davinson, Jan Glorius, Beatrix Jurado, Christoph Langer and 7 more
Towards background-free studies of capture reaction in a heavy-ion storage ring
Journal of Physics: Conference Series 1668, 12046 (2020)

K. Al-Khasawneh, E. Borris, B. Brückner, K. Eberhardt, P. Erbacher and 13 more
NICE - Neutron Induced Charged particle Emission
Journal of Physics: Conference Series 1668, 012021 (2020)

A. Henriques, B. Jurado, M. Grieser, D. Denis-Petit, T. Chiron and 14 more
Indirect measurements of neutron cross-sections at heavy-ion storage rings
Journal of Physics: Conference Series 1668, 012019 (2020)

T. Heftrich, M. Weigand, B. Brückner, A. El Mard, K. Göbel and 7 more
Partial cross sections of $^{181}\text{Ta}(n,\gamma)$ using BEGe detectors
Journal of Physics: Conference Series 1668, 12018 (2020)

Kathrin Göbel, Michael Heil, Lukas Bott, Leonard Brandenburg, Christoph Caesar and 88 more
Coulomb dissociation of ^{16}O into ^4He and ^{12}C
Journal of Physics: Conference Series 1668, 12016 (2020)

C. Domingo-Pardo, V. Babiano-Suarez, J. Balibrea-Correa, L. Caballero, I. Ladarescu and 125 more
Review and new concepts for neutron-capture measurements of astrophysical interest
Journal of Physics: Conference Series 1668, 012013 (2020)

A Casanovas, A E Tarifeño-Saldivia, C Domingo-Pardo, F Calviño, E Maugeri and 125 more
Neutron capture measurement at the n TOF facility of the ^{204}Tl and ^{205}Tl s-process branching points
Journal of Physics: Conference Series 1668, 12005 (2020)

B. Brückner, P. Erbacher, K. Göbel, T. Heftrich, K. Khasawneh and 8 more
Investigation of the $^7\text{Li}(p,n)$ neutron fields at high energies
Journal of Physics: Conference Series 1668, 12003 (2020)

V. Babiano-Suarez, O. Aberle, V. Alcayne, S. Amaducci, J. Andrzejewski and 124 more
 $^{80}\text{Se}(n,\gamma)$ cross-section measurement at CERN n TOF
Journal of Physics: Conference Series 1668, 12001 (2020)

F. M. Kröger, G. Weber, M. O. Herdrich, J. Glorius, C. Langer and 61 more
Electron capture of $^{54}\text{Xe}^+$ in collisions with H_2 molecules in the energy range between 5.5 and 30.9 MeV/u
Phys. Rev. A 102, 42825 (2020)

J. Balibrea-Correa, E. Mendoza, D. Cano-Ott, E. González, R. Capote and 114 more
Measurement of the α ratio and (n,γ) cross section of ^{235}U from 0.2 to 200 eV at n_TOF
Phys. Rev. C 102, 044615 (2020)

C. Guerrero, J. Lerendegui-Marco, M. Paul, M. Tessler, S. Heinitz and 148 more
Neutron Capture on the s-Process Branching Point ^{171}Tm via Time-of-Flight and Activation

Phys. Rev. Lett. 125, 142701 8 (2020)

I. Syndikus, M. Petri, A.O. Macchiavelli, S. Paschalis, C.A. Bertulani and 78 more
Probing the $Z = 6$ spin-orbit shell gap with $(p,2p)$ quasi-free scattering reactions
Physics Letters B 809, 135748 (2020)

Y.M. Xing, J. Glorius, L. Varga, L. Bott, C. Brandau and 58 more
Determination of luminosity for in-ring reactions: A new approach for the low-energy domain
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers,
Detectors and Associated Equipment 982, 164367 (2020)

L. Varga, K. Blaum, T. Davinson, J. Glorius, B. Jurado and 8 more
Towards background-free studies of capture reactions in a heavy-ion storage ring
Journal of Physics Conference Series 1412, 232011 (2020)

M. Bacak, M. Aïche, G. Bélier, E. Berthoumieux, M. Diakaki and 127 more
A compact fission detector for fission-tagging neutron capture experiments with radioactive
fissile isotopes
Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 969, 163981 (2020)

W. A. Richter, B. A. Brown, R. Longland, C. Wrede, P. Denissenkov and 5 more
Shell-model studies of the astrophysical rp -process reactions $^{34}\text{S}(p,\gamma)^{35}\text{Cl}$ and
 $^{34}\text{g,mCl}(p,\gamma)^{35}\text{Ar}$
Phys. Rev. C 102, 025801 8 (2020)

A. Stamatopoulos, A. Tsinganis, N. Colonna, M. Kokkoris, R. Vlastou and 125 more
Investigation of the $^{240}\text{Pu}(n,f)$ reaction at the $n_TOF/EAR2$ facility in the 9 meV-6 MeV range
Phys. Rev. C 102, 014616 23 (2020)

Zuzana Slavkovská, Anton Wallner, René Reifarth, Stefan Pavetich, Lukas Bott and 9 more
Investigation of $^{54}\text{Fe}(n,\gamma)^{55}\text{Fe}$ and $^{35}\text{Cl}(n,\gamma)^{36}\text{Cl}$ reaction cross sections at keV energies by
Accelerator Mass Spectrometry
European Physical Journal Web of Conferences 232, 2005 (2020)

A. Mazzone, S. Cristallo, O. Aberle, G. Alaerts, V. Alcayne and 129 more
Measurement of the $^{154}\text{Gd}(n,\gamma)$ cross section and its astrophysical implications
Physics Letters B 804, 135405 (2020)

V. Vaquero, A. Jungclaus, T. Aumann, J. Tscheuschner, E. V. Litvinova and 67 more
Fragmentation of Single-Particle Strength around the Doubly Magic Nucleus ^{132}Sn and the
Position of the $0\ f_{5/2}$ Proton-Hole State in ^{131}In
Phys. Rev. Lett. 124, 22501 (2020)

René Reifarth, Lukas Bott, Benjamin Brückner, Ozan Dogan, Markus Dworac and 25 more
Investigation of Neutron-Induced Reactions at the Goethe University Frankfurt
Nuclei in the Cosmos XV 219, 253-257 (2019)

C. Massimi, O. Aberle, V. Alcayne, J. Andrzejewski, L. Audouin and 123 more
Data for the s Process from n_TOF
Nuclei in the Cosmos XV 219, 63-70 (2019)

L. A. Damone, M. Barbagallo, M. Mastromarco, A. Mengoni, N. Colonna and 156 more
 $^{7}\text{Be}(n,p)^{7}\text{Li}$ Cross Section Measurement for the Cosmological Lithium Problem at the n_TOF
Facility at CERN
Nuclei in the Cosmos XV 219, 25-32 (2019)

A. Gawlik, C. Lederer-Woods, J. Andrzejewski, U. Battino, P. Ferreira and 129 more
Measurement of the $^{70}\text{Ge}(n,\gamma)$ cross section up to 300 keV at the CERN n_TOF facility
Phys. Rev. C 100, 045804 10 (2019)

- V. Panin, M. Holl, J. T. Taylor, Y. Aksyutina, H. Alvarez-Pol and 30 more
Quasi-free proton knockout from ^{12}C on carbon target at 398 MeV/u
Physics Letters B 797, 134802 (2019)
- M. Holl, V. Panin, H. Alvarez-Pol, L. Atar, T. Aumann and 65 more
Quasi-free neutron and proton knockout reactions from light nuclei in a wide neutron-to-proton asymmetry range
Physics Letters B 795, 682-688 (2019)
- C. J. Horowitz, A. Arcones, B. Côté, I. Dillmann, W. Nazarewicz and 34 more
r-process nucleosynthesis: connecting rare-isotope beam facilities with the cosmos
Journal of Physics G Nuclear Physics 46, 83001 (2019)
- B. Côté, M. Lugaro, R. Reifarth, M. Pignatari, B. Világos and 2 more
Galactic Chemical Evolution of Radioactive Isotopes
ApJ 878, 156 (2019)
- S. Amaducci, L. Cosentino, M. Barbagallo, N. Colonna, A. Mengoni and 116 more
Measurement of the $^{235}\text{U}(n,f)$ cross section relative to the $^6\text{Li}(n,t)$ and $^{10}\text{B}(n,\alpha)$ standards from thermal to 170 keV neutron energy range at n_TOF
Eur. Phys. J. A 55, 120 (2019)
- F.C. Ozturk, B. Akkus, D. Atanasov, H. Beyer, F. Bosch and 86 more
New test of modulated electron capture decay of hydrogen-like ^{142}Pm ions: Precision measurement of purely exponential decay
Physics Letters B 797, 134800 (2019)
- T. Heftrich, M. Weigand, C. E. Düllmann, K. Eberhardt, S. Fiebiger and 18 more
Thermal (n, γ) cross section and resonance integral of ^{171}Tm
Phys. Rev. C 99, 65810 (2019)
- J. Moreno-Soto, E. Berthoumieux, E. Dupont, F. Gunsing, O. Serot and 124 more
Study of the photon strength functions and level density in the gamma decay of the $n + ^{234}\text{U}$ reaction
European Physical Journal Web of Conferences 211, 2002 (2019)
- L. Tassan-Got, N. Colonna, M. Diakaki, Z. Eleme, A. Manna and 122 more
Fission program at n_TOF
European Physical Journal Web of Conferences 211, 3006 (2019)
- M. Bacak, M. Aiche, G. Bélier, E. Berthoumieux, M. Diakaki and 122 more
Preliminary results on the ^{233}U capture cross section and alpha ratio measured at n_TOF (CERN) with the fission tagging technique
European Physical Journal Web of Conferences 211, 3007 (2019)
- V. Alcayne, A. Kimura, E. Mendoza, D. Cano-Ott, T. Martínez and 122 more
Measurement of the ^{244}Cm and ^{246}Cm neutron-induced capture cross sections at the n_TOF facility
European Physical Journal Web of Conferences 211, 3008 (2019)
- C. Wolf, C. Langer, F. Montes, J. Pereira, W.-J. Ong and 31 more
Constraining the Neutron Star Compactness: Extraction of the $^{23}\text{Al}(p,\gamma)$ Reaction Rate for the rp Process
Phys. Rev. Lett. 122, 232701 6 (2019)
- Frank Timmes, Chris Fryer, Frank Timmes, Aimee L. Hungerford, Aaron Couture and 216 more
Catching Element Formation In The Act - The Case for a New MeV Gamma-Ray Mission: Radionuclide Astronomy in the 2020s
Bulletin of the American Astronomical Society 51, 2 (2019)

J. Glorius, C. Langer, Z. Slavkovská, L. Bott, C. Brandau and 61 more
Approaching the Gamow Window with Stored Ions: Direct Measurement of $^{124}\text{Xe}(p,\gamma)$ in the ESR Storage Ring
Phys. Rev. Lett. 122, 92701-92706 (2019)

T. Gorbinet, O. Yordanov, J.-E. Ducret, T. Aumann, Y. Ayyad and 20 more
Study of the reaction mechanisms of $^{136}\text{Xe} + p$ and $^{136}\text{Xe} + ^{12}\text{C}$ at 1 A GeV with inverse kinematics and large-acceptance detectors
European Physical Journal A 55, 11 (2019)

M. Mastromarco, A. Manna, O. Aberle, J. Andrzejewski, L. Audouin and 119 more
Cross section measurements of $^{155,157}\text{Gd}(n,\gamma)$ induced by thermal and epithermal neutrons
European Physical Journal A 55, 9 (2019)

C. Lederer-Woods, U. Battino, P. Ferreira, A. Gawlik, C. Guerrero and 128 more
Measurement of $^{73}\text{Ge}(n,\gamma)$ cross sections and implications for stellar nucleosynthesis
Physics Letters B 790, 458-465 (2019)

S. Jones, F. K. Röpke, C. Fryer, A. J. Rüter, I. R. Seitenzahl and 5 more
Remnants and ejecta of thermonuclear electron-capture supernovae. Constraining oxygen-neon deflagrations in high-density white dwarfs
A&A 622, 74 (2019)

Stefan Pavetich, Anton Wallner, Martin Martschini, Shavkat Akhmadaliev, Iris Dillmann and 14 more
Accelerator mass spectrometry measurement of the reaction $^{35}\text{Cl}(n,\gamma)^{36}\text{Cl}$ at keV energies
Phys. Rev. C 99, 015801 11 (2019)

11.2. Beschleunigerphysik

11.2.1. Zeitschriftenpublikationen

U. Ratzinger, H. Hähnel, R. Tiede, J. Kaiser and A. Almomani,
Combined Zero Degree Structure Beam Dynamics and Applications,
Phys. Rev. Accel. Beams 22, 114801 (2019)

M. Schuett, M. Syha and U. Ratzinger,
Compensation of longitudinal entrance and exit gap field effects in RFQ's of the 4-ROD type,
Nucl. Instrum. Methods A 928 (2019)

Realizing long radio-frequency quadrupole accelerators with multiple shorter and independent cavities
Chuan Zhang, Holger Podlech and Eugene Tanke
Phys. Rev. Accel. Beams 23, 042003 (2020)

A new method to compensate the longitudinal component of the end-fields in 4-rod RFQ accelerators
D. Koser, C. Zhang, H. Podlech, K. Kümpel
Nuclear Instr. And Methods in Physics Research A 961 (2020) 163635

Reference beam dynamics layout for the SC CW heavy ion HELIAC at GSI
M. Schwarz, S. Yaramyshev, K. Aulenbacher, W. Barth, M. Basten, M. Busch, C. Burandt, T. Conrad, F. Dziuba, V. Gettmann, M. Gusarova, M. Heilmann, E. Khabibullina, T. Kulevoy, T. Kuerzeder, S. Lauber, J. List, M. Miski-Oglu, H. Podlech, S. Polozov, A. Rubin, K. Taletskiy, A. Ziatdinova
Nuclear Instr. And Methods in Physics Research A 951 (2020) 163044

D. Koser, P. Gerhard, H. Podlech
Mechanical Vibration Analysis of the 4-Rod RFQ at the High Charge State Injector at GSI
Nucl.Instr. and Meth in Physics Research A917(2019)47-55

Design approach for a 325 MHz, 3 MeV, 70–100 mA proton radio-frequency quadrupole
accelerator with low emittance transfer
Chuan Zhang and Holger Podlech
Nuclear Instr. And Methods in Physics Research A 947 (2019) 162756

Efficient Solution for Accelerating Very High Intensity Beams in the Low and Medium Energy
Regime
Chuan Zhang, Holger Podlech, Ulrich Ratzinger and Rudolf Tiede
Physical Review Accelerator and Beams, 22, 100101 (2019)

FCC Physics Opportunities — Future Circular Collider Conceptual Design Report Volume 1
A. Abada, M. Abbrescia, S. S. AbdusSalam, I. Abdyukhanov, J. Abelleira Fernandez, A.
Abramov, M. Aburaia, A. O. Acar, P. R. Adzic, P. Agrawal et al. (1354 more)
Eur. Phys. J. C (2019) 79: 474

FCC-ee: The Lepton Collider — Future Circular Collider Conceptual Design Report Volume 2
A. Abada, M. Abbrescia, S.S. AbdusSalam, I. Abdyukhanov, J. Abelleira Fernandez, A.
Abramov, M. Aburaia, A.O. Acar, P.R. Adzic, P. Agrawal et al. (1353 more)
Eur. Phys. J. Special Topics 228, 261-623 (2019)

FCC-hh: The Hadron Collider — Future Circular Collider Conceptual Design Report Volume 3
A. Abada, M. Abbrescia, S.S. AbdusSalam, I. Abdyukhanov, J. Abelleira Fernandez, A.
Abramov, M. Aburaia, A.O. Acar, P.R. Adzic, P. Agrawal et al. (1354 more)
Eur. Phys. J. Special Topics 228, 775-1107 (2019)

HE-LHC: The High-Energy Large Hadron Collider — Future Circular Collider Conceptual Design
Report Volume 4
A. Abada, M. Abbrescia, S.S. AbdusSalam, I. Abdyukhanov, J. Abelleira Fernandez, A.
Abramov, M. Aburaia, A.O. Acar, P.R. Adzic, P. Agrawal et al. (1354 more)
Eur. Phys. J. Special Topics 228, 1109-1382 (2019)

11.2.2. Konferenzbeiträge (Proceedings)

H. Hähnel, U. Ratzinger, M. Syha, R. Tiede, C.M. Kleffner
End to End Simulations and Error Studies of the FAIR Proton Linac, Proceedings of IPAC2019,
Melbourne, Australia (2019)

U. Ratzinger
Overview of Worldwide High Intensity Heavy Ion Linacs, Proceedings of IPAC2019, Melbourne,
Australia (2019)

M. Syha, H. Hähnel, U. Ratzinger, M. Schuett
New Beam Dynamics Simulations for the FAIR p-Linac RFQ, Proceedings of IPAC2019,
Melbourne, Australia (2019)

M. Schuett, U. Ratzinger, M. Syha
RF Measurements and Tuning of the 325 MHz Ladder-RFQ, Proceedings of IPAC2019,
Melbourne, Australia (2019)

C.M. Kleffner, S. Appel, R. Berezov, J. Fils, P. Forck, P. Gerhard, M. Kaiser, K. Knie, A. Krämer,
C. Mühle, S. Puetz, A. Schnase, G. Schreiber, A. Seibel, T. Sieber, V. Srinivasan, J. Trüller, W.
Vinzenz, M. Vossberg, C. Will, H. Hähnel, U. Ratzinger, M. Schuett, M. Syha
Status of the FAIR Proton LINAC,
Proceedings of IPAC2019, Melbourne, Australia (2019)

M. Miski-Oglu et al., "Progress in SRF CH-Cavities for the HELIAC CW Linac at GSI", in Proc. 19th Int. Conf. RF Superconductivity (SRF'19), Dresden, Germany, Jun.-Jul. 2019, pp. 1206-1212. doi:10.18429/JACoW-SRF2019-FRCAA4

J. List et al., "Modular Power Couplers for 217 MHz Superconducting CH-Cavities", in Proc. 19th Int. Conf. RF Superconductivity (SRF'19), Dresden, Germany, Jun.-Jul. 2019, pp. 168-172. doi:10.18429/JACoW-SRF2019-MOP050

C. Burandt et al., "Considerations for Efficient RF Operation for the Advanced cw-Linac Demonstrator at GSI", in Proc. 19th Int. Conf. RF Superconductivity (SRF'19), Dresden, Germany, Jun.-Jul. 2019, pp. 267-272. doi:10.18429/JACoW-SRF2019-MOP081

S. Lauber et al., "Reconstruction of the Longitudinal Phase Space for the Superconducting CW HELIAC", in Proc. 19th Int. Conf. RF Superconductivity (SRF'19), Dresden, Germany, Jun.-Jul. 2019, pp. 1173-1177. doi:10.18429/JACoW-SRF2019-THP103

M. Basten et al., "Latest Cryogenic Test Results of the Superconducting $\beta=0.069$ CH-cavities for the HELIAC-project", in Proc. 19th Int. Conf. RF Superconductivity (SRF'19), Dresden, Germany, Jun.-Jul. 2019, pp. 392-395. doi:10.18429/JACoW-SRF2019-TUP004

T. Conrad et al., "Cavity Designs for the CH3 to CH11 of the Superconducting Heavy Ion Accelerator HELIAC", in Proc. 19th Int. Conf. RF Superconductivity (SRF'19), Dresden, Germany, Jun.-Jul. 2019, pp. 396-398. doi:10.18429/JACoW-SRF2019-TUP005

V. Gettmann et al., "Preparation for the Advanced Demonstrator Testing at GSI", in Proc. 19th Int. Conf. RF Superconductivity (SRF'19), Dresden, Germany, Jun.-Jul. 2019, pp. 698-700. doi:10.18429/JACoW-SRF2019-TUP098

P. Müller et al., "Surface Preparation and Optimization of SC CH Cavities", in Proc. 19th Int. Conf. RF Superconductivity (SRF'19), Dresden, Germany, Jun.-Jul. 2019, pp. 71-73. doi:10.18429/JACoW-SRF2019-MOP019

S. Reimann, M. Droba, O. Meusel, and H. Podlech, "An Algorithm for Automated Lattice Design of Transfer Lines", in Proc. 10th Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC'19), Melbourne, Australia, May 2019, pp. 127-130. doi:10.18429/JACoW-IPAC2019-MOPGW023

F. D. Dziuba et al., "Further RF Measurements on the Superconducting 217 MHz CH Demonstrator Cavity for a CW Linac at GSI", in Proc. 10th Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC'19), Melbourne, Australia, May 2019, pp. 2826-2829. doi:10.18429/JACoW-IPAC2019-WEPRB014

M. Busch et al., "Overview on SC CH-Cavity Development", in Proc. 10th Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC'19), Melbourne, Australia, May 2019, pp. 2822-2825. doi:10.18429/JACoW-IPAC2019-WEPRB012

M. Schwarz et al., "Advanced Beam Dynamics Design for the Superconducting Heavy Ion Accelerator HELIAC", in Proc. 10th Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC'19), Melbourne, Australia, May 2019, pp. 928-931. doi:10.18429/JACoW-IPAC2019-MOPTS034

S. Lamprecht et al., "Conditioning of the Frontline Cavities of the MYRRHA Injector", in Proc. 10th Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC'19), Melbourne, Australia, May 2019, pp. 895-897. doi:10.18429/JACoW-IPAC2019-MOPTS023

M. Miski-Oglu et al., "Beam Commissioning of the Demonstrator Setup for the Superconducting Continuous Wave HIM/GSI-Linac", in Proc. 10th Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC'19), Melbourne, Australia, May 2019, pp. 33-36. doi:10.18429/JACoW-IPAC2019-MOZZPLM1

S. Lauber et al., "Reconstruction of the Longitudinal Phase Portrait for the SC CW Heavy Ion HELIAC at GSI", in Proc. 10th Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC'19), Melbourne, Australia, May 2019, pp. 898-901. doi:10.18429/JACoW-IPAC2019-MOPTS024

K. Kümpel et al., "Current Status of the MYRRHA Cavities", in Proc. 10th Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC'19), Melbourne, Australia, May 2019, pp. 892-894. doi:10.18429/JACoW-IPAC2019-MOPTS022

H. Podlech et al., "Conceptual Design of the Proton LINAC for the High Brilliance Neutron Source HBS", in Proc. 10th Int. Particle Accelerator Conf. (IPAC'19), Melbourne, Australia, May 2019, pp. 910-913. doi:10.18429/JACoW-IPAC2019-MOPTS027

H. Podlech et al., "The MYRRHA Project", Proceedings of the North American Particle Accelerator Conference, NAPAC, 2019, Lansing, MI, USA

11.3. Plasmaphysik

11.3.1. Tagungs- und Zeitschriftenpublikationen

Characterization of a plasma window as a membrane free transition between vacuum and high pressure. Physical Review Accelerators and Beams. Bohlender, Bernhard & Michel, Andre & Jacoby, J. & Iberler, M. & Kester, O.. (2020). 23. 10.1103/PhysRevAccelBeams.23.013501.

STUDY ON THE THETA PINCH PLASMAS FOR APPLIED AS ION STRIPPER. Cistakov, Konstantin & Christ, Philipp & Frohlich, Maurice & Gu, Hantian & Manganelli, Lorenzo & Gavrillin, Roman & Khurchiev, Aiush & Savin, S. & Iberler, Marcus & Xu, Ge & Jacoby, J. & R, Amin. (2019). 10.18429/JACoW-IPAC2019-THPMP006.

Compression of an accelerated plasma cloud in a cone. Manegold, T. & Benzing, C. & Faik, S. & Iberler, M. & Michel, Andre & Mahmoodi Tavana, Parysatis & Wiechula, J. & Jacoby, J.. (2019). Physics of Plasmas. 26. 10.1063/1.5040440.

Determination of Hydrogen Density by Swift Heavy Ions Ge Xu, M. D. Barriga-Carrasco, A. Blazevic, B. Borovkov, D. Casas, K. Cistakov, R. Gavrillin, M. Iberler, J. Jacoby, G. Loisch, R. Morales, R. Mäder, S.-X. Qin, T. Rienecker, O. Rosmej, S. Savin, A. Schönlein, K. Weyrich, J. Wiechula, J. Wieser, G. Q. Xiao, and Y. T. Zhao, Phys. Rev. Lett. 119, 204801 – Published 15 November 2017.

Development Of Pulsed Pinch Plasmas For The Application As Fair Plasma Stripper. Iberler, M. & Ackermann, T. & Bohlender, Bernhard & Cistakov, Konstantin & Hock, Christian & Mann, D. & Xu, Ge & Wiechula, J. & Jacoby, J.. (2017). 1-1. 10.1109/PLASMA.2017.8496371.

Rectangle Pulsed Atmospheric DBD Plasma For Surface Modification. Zerbe, K. & Iberler, M. & Jacoby, J. & Wagner, C.. (2017). 1-1. 10.1109/PLASMA.2017.8496264.

Spatially resolved temperature diagnostic of a thin Ti-wire heated by laser-accelerated relativistic electrons. Boutoux, Guillaume & Pikuz, Sergey & Antonelli, Luca & Batani, Dimitri & Debayle, A. & Giuffrida, L. & Honrubia, Javier & Jacoby, J. & Khaghani, Dimitri & Neumayer, P & Rosmej, O.N & Santos, Jay & Sauteray, A & Schonlein, A.. (2016).

Research on a Trigger Device for a High-Performance Triggered Vacuum Switch. Park, Wung-Hoa & Kong, Hyung & Lee, Byung-Joon & Dehmer, Marius & Iberler, M.. (2020). Journal of the Korean Physical Society. 76. 658-661. 10.3938/jkps.76.658.

Time-resolved imaging of the plasma development in a triggered vacuum switch. Park, Wung-Hoa & Kim, Moo-Sang & Son, Yoon-Kyoo & Frank, K. & Lee, Byung-Joon & Ackerman, Thilo & Iberler, M.. (2017). Journal of the Korean Physical Society. 71. 855-860. 10.3938/jkps.71.855. O.R.

High-current laser-driven beams of relativistic electrons for high energy density research. *Plasma Physics and Controlled Fusion*. Rosmej, O.N & Gyrdymov, Mikhail & Günther, Marc & Andreev, N.E. & Tavana, Parysatis & Neumayer, Paul & Zähler, Şero & Zahn, Nadiya & Popov, Viacheslav & Borisenko, Nataliya & Kantsyrev, A. & Skobliakov, Aleksei & Panyushkin, Vsevolod & Bogdanov, Anton & Consoli, Fabrizio & Shen, Xiaofei & Pukhov, A.. (2020). 10.1088/1361-6587/abb24e.

High current well-directed beams of super-ponderomotive electrons for laser driven nuclear physics applications. Rosmej, O.N & Gyrdymov, M. & Günther, M. & Andreev, N.E. & Neumayer, P. & Zähler, Şero & Zahn, N. & Popov, Vyacheslav & Borisenko, Nataliya & Kantsyrev, A. & Skobliakov, Aleksei & Panyushkin, V. & Bogdanov, A. & Consoli, Fabrizio & Shen, Xiaofei & Pukhov, A.. (2020).

High-energy-density-science capabilities at the Facility for Antiproton and Ion Research. *Physics of Plasmas*. Schoenberg, Kurt & Bagnoud, Vincent & Blazevic, Abel & Fortov, V. & Gericke, D. & Golubev, A. & Hoffmann, Dieter & Kraus, Dominik & Lomonosov, I. & Mintsev, V. & Neff, S. & Neumayer, P. & Piriz, A. & Redmer, R. & Rosmej, O.N & Roth, Markus & Schenkel, T. & Sharkov, Boris & Tahir, Naeem & Zhao, Yongtao. (2020). 27. 043103. 10.1063/1.5134846.

Relativistic Interaction of Long-Wavelength Ultrashort Laser Pulses with Nanowires. Samsonova, Zhanna & Höfer, Sebastian & Kaymak, Vural & Alisaukas, Skirmantas & Shumakova, Valentina & Pugžlys, Audrius & Baltuška, Andrius & Siefke, Thomas & Kroker, Stefanie & Pukhov, A. & Rosmej, O.N & Uschmann, Ingo & Spielmann, Christian & Kartashov, D.. (2019). *Physical Review X*. 9. 10.1103/PhysRevX.9.021029.

Interaction of relativistically intense laser pulses with long-scale near critical plasmas for optimization of laser based sources of MeV electrons and gamma-rays. Rosmej, O.N & Andreev, N.E. & Zähler, Şero & Zahn, Nadya & Christ, Philipp & Borm, Bjoern & Radon, Thorsten & Sokolov, Alexey & Pugachev, Leonid & Khaghani, Dimitri & Horst, Felix & Borisenko, Nataliya & Sklizkov, G. & Pimenov, Vladimir. (2019). *New Journal of Physics*. 21. 10.1088/1367-2630/ab1047.

On ionization dynamics of metal targets irradiated by high-contrast relativistic-intense laser pulses. Povarnitsyn, Mikhail & Rosmej, O.N & Andreev, N.E.. (2019). *Journal of Physics: Conference Series*. 1147. 012079. 10.1088/1742-6596/1147/1/012079.

Interaction of relativistically intense laser pulses with long-scale near critical plasmas for optimization of laser based sources of MeV electrons and gamma-rays. Rosmej, O.N & Andreev, N.E. & Zähler, Şero & Zahn, N & Christ, P & Borm, B & Radon, T & Sokolov, A & Pugachev, Leonid & Khaghani, Dimitri & Horst, Felix & Borisenko, Nataliya & Sklizkov, G. & Pimenov, Vladimir. (2018).

Hard X-ray Generation from ZnO Nanowire Targets in a Non-Relativistic Regime of Laser-Solid Interactions. *Applied Sciences*. Samsonova, Zhanna & Höfer, Sebastian & Hollinger, Richard & Kämpfer, Tino & Uschmann, Ingo & Röder, Robert & Trefflich, Lukas & Rosmej, O.N & Foerster, Eckhart & Ronning, Carsten & Kartashov, D. & Spielmann, Christian. (2018). 8. 1728. 10.3390/app8101728.

Energy enhancement of the target surface electron by using a 200 TW sub-picosecond laser. Mao, Jingyi & Rosmej, O.N & Ma, Yong & Li, M & Aurand, Bastian & Gaertner, F & Wang, Wei-Min & Urbancic, Jurij & Schoenlein, A & Zielbauer, B & Eisenbarth, U & Bagnoud, Vincent & Wagner, Florian & Horst, Felix & Syha, M & Mathias, S & Li, Yu & Aeschlimann, Martin & Chen, Li & Kuehl, Thomas. (2018). *Optics Letters*. Vol. 43. 3909. 10.1364/ol.43.003909.

Generation of keV hot near-solid density plasma states at high contrast laser-matter interaction. *Physics of Plasmas*. Rosmej, O.N & Samsonova, Zhanna & Höfer, S. & Kartashov, D. & Arda, C. & Khaghani, Dimitri & Schonlein, A. & Zähler, Şero & Hoffmann, Andreas & Loetzsch, Robert & Uschmann, Ingo & Povarnitsyn, Mikhail & Andreev, N.E. & Pugachev, Leonid & Kaluza, M. & Spielmann, Christian. (2018). 25. 10.1063/1.5027463.

X-rays diagnostics of the hot electron energy distribution in the intense laser interaction with metal targets. Physics of Plasmas. Kostenko, Oleg & Andreev, N.E. & Rosmej, O.N. (2018). 25. 033105. 10.1063/1.5009141.

12. Vorträge

12.1. Astrophysik

12.1.1. Allgemeine wissenschaftliche Vorträge

René Reifarth
NuSTAR
KHuK Jahrestagung 2020, Bad Honnef, Germany, 12/2020

Rene Reifarth
Neutron Facilities and Rings
JINA Horizons, Online, 12/2020

Kathrin Göbel
Coulomb breakup of ^{16}O into ^{12}C and 4He
JINA Horizons, Online, 12/2020

Enis Lorenz
Characterizing the temporal beam – structure on the R³B – Experiment
R3B Collaboration Meeting, Online, 12/2020

Lukas Bott
Status of S454 analysis
R3B Collaboration Meeting, Online, 12/2020

Kathrin Göbel
S494 - status report
R3B Collaboration Meeting, Online, 12/2020

René Reifarth
A Fortran tracker for R3BRoot
R3B Collaboration Meeting, Online, 12/2020

René Reifarth
Thoughts on $^{197}\text{Au}(n,\gamma)$
IAEA - consultants meeting - nuclear data standards, Online, IAEA, Austria, 10/2020

Kathrin Göbel
Coulomb breakup of ^{16}O into ^{12}C and 4He
IReNA online seminar , Online, 6/2020

René Reifarth
E127 - Measurements of proton-induced reaction rates on radioactive isotopes for the astrophysical p process
APPA meeting, Online, 6/2020

Kathrin Göbel
Schicksalsjahre eines Sterns - Wenn das Kleine das Große bestimmt
Astronomie am Freitag, Physikalischer Verein, Frankfurt, Germany, 5/2020

Kathrin Göbel
Hexenkessel im Universum - ein Blick ins Innere der Sterne
Haus der Astronomie - Faszination Astronomie, Online, 3/2020

René Reifarth
A new BaF2 calorimeter
nTOF detector meeting, CERN, Meyrin, Switzerland, 2/2020

René Reifarth
Kreisbeschleuniger und Supernovae
Astronomie am Freitag, Physikalischer Verein, Frankfurt, Germany, 2/2020

Kathrin Göbel
Schicksalsjahre eines Sterns – Wenn das Kleine das Große bestimmt
Wissenschaft für Alle, GSI, 1/2020

René Reifarth
p-process at rings
APPA R&D collaboration meeting, GSI, Darmstadt, Germany, 1/2020

René Reifarth
New approaches to astrophysical reactions with stable high-energy ion beams
JINA Pizza – Seminar, East Lansing, MI, USA, 11/2019

Christoph Langer
Recent experimental progress for measurements of reaction rates involving radioactive nuclei
NPA-IX, Mainz, Germany, 9/2019

Meiko Volkmandt
Neutron Capture Cross Section of ^{10}Be
NPA-IX, Mainz, Germany, 9/2019

Kafa Al-Khasawneh
NICE- Neutron Induced Charged particle Emission
NPA-IX, Mainz, Germany, 9/2019

René Reifarth
Constraining the astrophysical $^{12}\text{C}(\alpha,\gamma)$ rate with R3B
NUSTAR week, Gif-Sur-Yvette, France, 9/2019

Kathrin Göbel, René Reifarth
Coulomb dissociation of ^{16}O into 4He and ^{12}C
NPA-IX, Mainz, Germany, 9/2019

René Reifarth
Nuclear astrophysics at storage rings
Workshop on Opportunities with a Neutron Target Facility, Santa Fe, NM, USA, 8/2019

René Reifarth
The nucleosynthesis of the elements and how rings can help us
International Summer Student Program at GSI, Darmstadt, Germany, 7/2019

Roger Erb, René Reifarth
Vom Leben und Sterben der Sterne
Night of Science, Goethe University Frankfurt, Germany, 6/2019

René Reifarth
Nuclear data needs of astrophysical interest for JEFF-4
JEFF Stakeholders Workshop, Paris, France, 6/2019

Christoph Langer
Approaching the important $^{32}\text{Si}(n,\gamma)$ reaction rate
i-process workshop, TRIUMF, Vancouver, Canada, 5/2019

Kathrin Göbel
Status of the Multi-Anode-PMT fiber detectors
R3B collaboration meeting, Darmstadt, Germany, 5/2019

René Reifarth
Nuclear experiments with (at least) one unstable reaction partner
Town meeting on establishing a DFG Schwerpunktprogramm on "Stars as probes of cosmic evolution", Heidelberg, Germany, 4/2019

Christoph Langer
Ideas for experiments at CRYRING and ESR
NucAR collaboration meeting 2019, MPIK, Heidelberg, Germany, 3/2019

Erik Borris
Messung der Neutronentransmission von ^{20}Ne an ELBE
DPG Frühjahrstagung 2019, München, Germany, 3/2019

Kafa Khasawneh
NICE-Neutron Induced Charged particle Emission
DPG Frühjahrstagung 2019, München, Germany, 3/2019

Philipp Erbacher
Direkte Reaktionen für die Astrophysik
DPG Frühjahrstagung 2019, München, Germany, 3/2019

Deniz Kurtulgil
Measurement of $^{69,71}\text{Ga}(n,\gamma)$ at astrophysical energies using time of flight
DPG Frühjahrstagung 2019, München, Germany, 3/2019

René Reifarth
Beta decay half lives under stellar conditions
NucAR collaboration meeting, MPIK, Heidelberg, Germany, 3/2019

René Reifarth, Kathrin Göbel
Nuclear reaction measurements with at least one unstable partner
55th Karpacz Winter school on Nuclear astrophysics in the multi-messenger era, Karpacz, Poland, 2/2019

Kathrin Göbel
Wir sind Sternenstaub - Astrophysik in Hessen
Projekttag "Girls go technic", Kaiserin-Friedrich-Gymnasium, Bad Homburg, Germany, 1/2019

René Reifarth
Nuclear capture reactions at rings
APPA R&D collaboration meeting, GSI, Darmstadt, Germany, 1/2019

12.2. Beschleunigerphysik

12.2.1. Allgemeine wissenschaftliche Vorträge

H. Podlech

The MYRRHA Linac - Challenges for Accelerator Physics and Technology
MYRTE Conference, Brüssel, 2019

H. Podlech

The MYRRHA Injector and Related R&D
MYRTE Conference, Brüssel, 2019

N. Petry

Possible Designs of HOM Couplers for Superconducting 400 MHz RF Cavities
FCC Week, Dresden, 2019

H. Podlech

The High Brilliance Neutron Source (HBS) - Challenges of a Modern Proton Accelerator
DPG Tagung, München, 2019

H. Podlech

The High Brilliance Neutron Source (HBS)
HBS Workshop, Unkel, 2019

H. Podlech

The MYRRHA Project - Challenges for a Reliable High Power Proton Linac
NAPAC, Lansing, MI, USA, 2019

H. Podlech

Energie geht uns alle an
Night of Science, Frankfurt, 2019

H. Podlech

The High Brilliance Neutron Source (HBS)
Seminar TRIUMF, Vancouver, 2019

H. Podlech

The MYRRHA Project - Challenges for a Reliable High Power Proton Linac
GSI Beschleunigerseminar, 2020

H. Podlech

Transmutation radioaktiver Abfälle
Physikalischer Verein Frankfurt, 2020

H. Podlech

The High Brilliance Neutron Source (HBS)
HBS Workshop 2019

U. Ratzinger

Medical Accelerators for Isotope Production and Therapy
HICforFAIR Workshop, 10. -16.03.2019, St. Michael, Österreich

U. Ratzinger

Review on Layout and Construction of the 36 MHz HSI – RFQ
GSI-ARIES-APEC Workshop, 15. - 16.04.2019, Heidelberg

U. Ratzinger

Comparison of Adequate Linac Acceleration Techniques for Electrons and Light Ions
MEDICIS-Promed Final Conference, 29.04. – 04.05.2019, Erice, Sicily,

U. Ratzinger

Overview of Worldwide High Intensity Heavy Ion Linacs
IPAC2019 Int. Conference, Melbourne, 19.05. – 24.05.2019, Australia

U. Ratzinger

Towards Higher Acceleration Frequencies?
HICforFAIR Workshop, 08. -14.03.2020, St. Michael, Österreich

H. Hähnel

The FAIR proton linac - Beam Dynamics and Cavity Development,
GSI Accelerator Seminar, 24.09.2020, GSI Darmstadt

Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt
Institut für Angewandte Physik
Max-von-Laue-Straße 1
60438 Frankfurt am Main
Germany