

Elan Account miriam.brosi@gmx.net (Miriam Brosi)
Transaction Number 20240130633670613605
Date 30.01.2024

Proposal Data

Type of Proposal Emmy Noether Programme - Independent Junior Research Group - New Proposal/Establishment Proposal

Title (in German) Strahldynamik und kollektive Effekte in der Erzeugung und dem Transport strukturierter Strahlen für die fortschrittliche beschleunigerbasierte Strahlentherapie

Title (in English) Beam Dynamics and Collective Effects in the Generation and Propagation of Structured Beams for Advanced Accelerator-based Radiotherapy

Implementation period 72 Months

Research Area (primary) Nuclear and Elementary Particle Physics, Quantum Mechanics, Relativity, Fields

Keywords (in German) Teilchenbeschleuniger; Strahldynamik; Kollektive Effekte; FLASH RT; Strahlentherapie; Microbeam RT

Keywords (in English) particle accelerators; beam dynamics; collective effects; FLASH RT; radiotherapy; Microbeam RT

Summary (in German) Teilchenbeschleuniger spielen in einer Vielzahl wissenschaftlicher Bereiche eine wichtige Rolle, so auch in der beschleunigerbasierten Strahlentherapie (RT). Sowohl die Beschleunigerphysik als auch die beschleunigerbasierte RT sind hochkomplex und neue Entwicklungen verschieben das Verständnis und die technischen Grenzen in Richtung immer extremerer Strahleigenschaften. Für Elektronenbeschleuniger sind dies ultrakurze, hochintensive oder alternativ transversal schmale Pulse. Zwei fortschrittliche RT Methoden zielen ebenfalls zu Strahlen hoher Intensität mit zeitlicher oder räumlicher Strukturierung hin. FLASH RT basiert auf sehr hohen Dosen in kurzen Pulsen und Microbeam RT auf räumlich strukturierten Strahlen. Beide Methoden zeigen eine deutliche Erweiterung des therapeutischen Fensters. Von der resultierenden Schonung des normalen Gewebes wird eine Verbesserung der Behandlungsergebnisse und eine Verringerung der Gesamtoxizität für den Patienten erwartet, was zu einer verbesserten Lebensqualität nach der Behandlung führt. Umfangreiche Studien der Beschleunigerphysik untersuchen die Strahldynamik und erforderliche Diagnostik unter extremen Bedingungen. Die auftretenden Effekte, verursacht durch die Koexistenz vieler Teilchen in den dicht besetzten Pulsen, bezeichnet man als kollektive Effekte. Sie beschreiben Teilchenwechselwirkungen innerhalb des Strahls sowie mit der Umgebung, beides abhängig von der Teilchenverteilung. Gleichzeitig gehen die für FLASH und Microbeam RT verwendeten Strahleigenschaften über die Vorhersage- und Diagnosemöglichkeiten

der herkömmlichen RT hinaus. Die extremen Strahleigenschaften in den neuen RT-Methoden erfordern ein besseres Verständnis der komplexen Strahldynamik und kollektiven Effekte. Mit meinem Projekt werde ich daher das Verständnis, die Vorhersagbarkeit und die Kontrolle der bei FLASH und Microbeam RT genutzten beschleunigerbasierten Strahlen verbessern und die anwendbaren Diagnosemethoden evaluieren. Im ersten Schritt wird die Forschung zu kollektiven Effekten auf die Strahleigenschaften erweitert, die für FLASH und Microbeam RT erforderlich sind, wobei mein Fachwissen auf diesem Gebiet von nütze sein wird. Anschließend wird das Projekt die Studien über den Teilchenbeschleuniger hinaus auf die Strahl-Materie-Wechselwirkung hin zum Zielgewebe ausdehnen und den, bisher spärlich untersuchten, Einfluss kollektiver Effekte beim Strahltransport untersuchen. Auf dieser Grundlage wird die Beziehung zwischen der Verteilung der Eingangsteilchen und der Dosisverteilung auf dem Ziel untersucht. Dies ermöglicht, das inverse Problem an zu gehen, d.h. die Bestimmung der erforderlichen Eingangsverteilung für eine gewünschte Dosisverteilung auf dem Ziel. Erste Tests der gezielten Strahlformung werden ebenfalls Teil dieses Projekts sein. Mit dieser Kontrolle wird das Ergebnis des Projekts einen bedeutenden Beitrag zu FLASH und Microbeam RT sowie zur allgemeinen Weiterentwicklung der Beschleunigerphysik leisten.

Summary (in English)

Particle accelerators play a vital role in a multitude of scientific fields such as the field of accelerator-based radiotherapy (RT). Both, accelerator physics and accelerator-based RT, have become highly complex where new developments push the understanding and the technological limits towards increasingly extreme beam properties. In electron accelerators, this includes ultra-short, high intensity pulses in linear accelerators and transversely narrow pulses in ultra-low emittance synchrotron light sources. In RT, the current development of two advanced approaches pushes in the same direction of high intensity beams with temporal or spatial structuring. FLASH RT is based on the delivery of very high doses in short pulses and Microbeam RT focuses on spatially fractionated beams. Both methods show a significant widening of the therapeutic window. The resulting normal tissue sparing effect is expected to improve treatment outcomes and reduce overall toxicity for the patients resulting in a better quality of life after treatment. Extensive research in accelerator physics tries to understand the involved beam dynamics occurring in extreme conditions and the required diagnostics. These conditions lead to strong effects caused by the coexistence of many particles in densely populated pulses. This is summarized under the term collective effects. They describe interactions of particles within the beam as well as with the environment, both depending on the detailed particle distribution. At the same time, the beam properties used for FLASH and Microbeam RT go beyond the prediction and beam diagnostic capabilities in conventional RT. The extreme beam properties in the novel RT methods require to push the understanding of the involved complex beam dynamics and collective effects. With my proposed project I therefore aim at improving the understanding, predictability and control of the accelerator-based electron beams involved in FLASH and Microbeam RT and assess applicable detection methods. The entry point will be to extend the research on collective effects in accelerators to cover the beam properties required for FLASH and Microbeam RT, profiting from my expertise in this field. Subsequently, this project will expand the study beyond the particle accelerator into the beam-matter interaction up to the target

tissue, investigating the influence of collective effects during the transport which up until now was sparsely studied. Based on these studies, the effective relation of input particle distribution to the dose distribution on target will be explored. This enables, the attempt to solve the inverse problem, i.e. determining the required input distribution for a desired dose distribution on target. First tests of targeted beam shaping will also be a part of this project. With this kind of control, the outcome of the project will be a significant contribution to FLASH and Microbeam RT as well as to the general advancement of accelerator physics.

Applicant

GZ: BR 6684

Applicant
Miriam Brosi
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Institut für Beschleunigerphysik
und Technologie
Eggenstein-Leopoldshafen

Requested Funding Amount

	Number	Part Time	1. FAB (Mon.)	(Euro)	2. FAB (Mon.)	(Euro)
Junior Research Group Leader	1	100 %	36	300,600	36	300,600

Basic Module

	Number	Part Time	1. FAB (Mon.)	(Euro)	2. FAB (Mon.)	(Euro)
--	--------	-----------	---------------	--------	---------------	--------

Funding for Staff

Postdoctoral Researcher or Comparable

1	100 %	24	172,200	0	
1	100 %	0		24	172,200

Doctoral Researcher or Comparable

1	75 %	36	179,550	0	
1	75 %	6	29,925	30	149,625
1	75 %	0		6	29,925
1	75 %	0		6	29,925

Other Staff

			14,200		14,200
--	--	--	--------	--	--------

Amount

395,875 **395,875**

Direct Project Costs

	1. FAB (Euro)	2. FAB (Euro)
Equipment up to EUR 10,000, Software and Consumables	39,200	16,000
Travel	24,750	24,750
Publications	2,250	2,250
Amount	66,200	43,000

Amount

762,675

739,475

Participating Institutions

Host Institution

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Beschleunigerphysik und Technologie
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Karlsruhe
Germany
Webseite: www.ibpt.kit.edu/

Home Institution

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Beschleunigerphysik und Technologie
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Karlsruhe
Germany
Webseite: www.ibpt.kit.edu/

Attachments

Beschreibung_des_Vorhabens.pdf
Auslandserfahrung.pdf
Arbeitsplatzzusage.pdf
Zeugnisse_Brosi.pdf
CV_PubList_Brosi.pdf
LetterOfSupportBrosi1.pdf
LetterOfSupportBrosi2.pdf
2020_Brosi_Dissertation.pdf

Concluding Information

In submitting this proposal to the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), all applicants agree to

- adhere to the principles of good scientific practice. The DFG's Rules of Procedure for Dealing with Scientific Misconduct (Verfahrensordnung der DFG zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten – VerfOWF) apply.
- have adhered to the **guidelines regarding publication lists and bibliographies**.
- inform the DFG immediately of any changes to the information provided.
- observe all relevant laws, regulations and guidelines that pertain to the project and in particular to attain all necessary approvals, certifications, etc., in a timely manner.
- use the grant exclusively and in a targeted manner to realise the funded project, to conform to the relevant regulations of the DFG, and in particular not to use the grant to finance core support.
- submit research progress reports according to the dates specified in the award letter and to present financial accounts to the DFG detailing the use of funds.
- and **if applicable**
 - inform the DFG immediately if funding for this project is requested from a third party. Proposals requesting major instrumentation and/or those previously submitted to a third party must be mentioned in the Project Description.
 - inform your university's DFG liaison officer about the proposal submission.
 - plan and conduct any **experiments involving humans**, including identifiable samples

taken from humans and identifiable data, in compliance with the most current versions of the German Embryo Protection Act (Embryonenschutzgesetz), Stem Cell Act (Stammzellgesetz), Pharmaceutical Drugs Act (Arzneimittelgesetz), Medical Devices Act (Medizinproduktegesetz), and Declaration of Helsinki.

- adhere to the regulations and provisions of the Animal Protection Act (Tierschutzgesetz) and the Experimental Animals Ordinance (Versuchstierverordnung).
- examine whether the proposed project involves dual use research of concern and if so, to weigh the benefits of pursuing this work against the risks of potential misuse and to implement measures to minimise these risks.
- adhere to the provisions of the Genetic Engineering Act (Gentechnikgesetz) with regard to experiments involving genetically modified organisms (GMO).

I/We accept the declarations and obligations listed above.

I am/We are familiar with the content of the DFG's Rules of Procedure for Dealing with Scientific Misconduct (Verfahrensordnung der DFG zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten – VerfOwF) and understand and accept that these Rules of Procedure are legally binding for me/us.

The DFG takes the protection of your personal data very seriously. Please note the DFG's data protection notice on research funding, which can be downloaded at www.dfg.de/privacy_policy. Please forward this information to those individuals whose data will be processed by the DFG because they are mentioned in your proposal.

I/We have read the DFG's data protection notice.

City: Lund, Sweden

Date: 2024-01-30