

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Schlussbericht

Verbund: nein

Zuwendungsempfänger: Max-Planck-Gesellschaft (MPG), vertreten durch das
Max-Planck-Institut für Kernphysik

Projektleitung: Prof. Dr. Klaus Blaum

E-Mail: blaum@mpi-hd.mpg.de

Förderkennzeichen: 05P12EKCIA

Förderzeitraum: 01.07.2012 - 30.06.2015

Thema: CERN-ISOLDE: HIE-ISOLDE, REX-ISOLDE

Zuwendung: 180.000,00 €

Projektträger: Projektträger DESY

Zusätzlicher Kontakt: sekretariat.blaum@mpi-hd.mpg.de

Zusätzlicher Name: Gertraud Dücker

Genutzte Großgeräte:	Labor	Gerät	Experiment
----------------------	-------	-------	------------

Diplomarbeiten:

Dissertationen:

Habilitationen:

Publikationen: 13

Konferenzbeiträge:

Patente:

Bachelorarbeiten:

Masterarbeiten:

Dieser Bericht wurde beim Projektträger über einen individuellen Online-Zugang vom Projektleiter eingereicht und am 23.09.2015 10:16 für eine Veröffentlichung freigegeben.

Schlussbericht

Deutscher Beitrag zu ISOLDE, REX-ISOLDE und HIE-ISOLDE

Zuwendungsempfänger: Prof. Dr. Klaus Blaum, MPI Kernphysik, Heidelberg

Projektleitung: Prof. Dr. Klaus Blaum

Zusammenfassung

Ein Großteil der experimentellen Infrastruktur bei ISOLDE/CERN ist Eigentum der ISOLDE-Kollaboration und wird von dieser gewartet und weiterentwickelt. Die Kollaboration, bestehend aus inzwischen 14 europäischen Mitgliedsländern sowie dem CERN, finanzieren mit dem vertraglich festgelegten Kollaborationsbeitrag in Höhe von 60.000 CHF/a (aktuell ca. 55.000 EUR/a) pro Mitglied diese Aktivität. Das derzeit gültige Memorandum of Understanding „for Collaboration in the Exploitation and Upgrade of the ISOLDE Facility at the PS-Booster“ wurde 2009 zwischen dem CERN und den Mitgliedsländern geschlossen. Darin sind auch die Aktivitäten zum Ausbau der ISOLDE-Anlage, dem sogenannten HIE-ISOLDE Projekt, festgehalten. Eine Aktualisierung des MoUs fand im Jahre 2012 statt, um neue Mitglieder wie beispielsweise Indien aufzunehmen. Wesentliche Schwerpunkte der von der Kollaboration unterstützten Experimente und Aktivitäten sind die vereinbarte Bereitstellung der Infrastruktur für REX-ISOLDE, die vertragsgemäße Beteiligung am Erhaltungsprogramm „ISOLDE Consolidation“, der in drei Phasen geplante und bis voraussichtlich Ende 2018 abgeschlossene Ausbau von HIE-ISOLDE und die Veranstaltung der jährlich stattfindenden ISOLDE-Workshops. Im Rahmen dieser Förderperiode wurden vom BMBF zusätzliche Mittel in Höhe von ca. 5.000 EUR/a (abhängig vom aktuellen Umtauschkurs CHF-EUR, da der Kollaborationsbeitrag in CHF gezahlt wird) für den ISOLDE-Upgrade (HIE-ISOLDE) zur Verfügung gestellt, mit dem Ziel höhere Intensitäten und Ladungszuständen bei den Radionukliden sowie höhere Energien bei REX-ISOLDE zu erreichen.

Bericht

Umfeld und Aktivitäten der ISOLDE-Kollaboration

ISOLDE ist seit vielen Jahren ein wichtiges Forschungsprogramm am CERN, welches zu den wenigen Experimentieranlagen zählt, die außerhalb des LHC-Projektes längerfristig verfolgt werden. Die ISOLDE-Kollaboration umfasst zurzeit 15 Mitgliedsländer (Belgien, CERN, Dänemark, Deutschland, England, Finnland, Frankreich, Griechenland, Indien, Irland, Italien, Norwegen, Rumänien, Schweden und Spanien). Weitere Länder haben den „Observer-Status“ bzw. Interesse bekundet, in den nächsten Jahren ein vollwertiges Mitglied in der ISOLDE-Kollaboration zu werden. Dies belegt das hohe internationale Interesse an den ISOLDE-Forschungsaktivitäten. Die Beteiligung seitens CERN sowie der finanzielle

Beitrag des CERN als gastgebendes Laboratorium zur ISOLDE-Kollaboration wurden im MoU von 2009/2010 bestätigt bzw. mit der Zusage zur Übernahme der Hälfte der Ausbaurkosten (Gesamtkosten ca. 40 MCHF) für HIE-ISOLDE sogar intensiviert.

Das HIE-ISOLDE-Projekt (siehe auch: <http://hie-isolde.web.cern.ch/hie-isolde/>) umfasst drei Schwerpunktthemen: höhere Energien, Verbesserungen der Strahlqualität und höhere Strahlintensitäten. Dazu zählen die Entwicklung neuer Ionenquellentypen, die Umstellung der Laserionenquelle auf ausschließlich Festkörperlaser, die Verbesserung des Ladungsbrütens mit der REX-EBIT, sowie das Austauschen der konventionellen REX-ISOLDE-Beschleunigerstruktur durch supraleitenden Kavitäten mit einer Maximalenergie in der Endausbaustufe von 10 MeV/u (vorgesehen für das Jahr 2018). Der Ausbau der Nachbeschleunigeranlage ist aufgrund seiner Komplexität in zwei Stufen vorgehen: Stufe 1 bis 5,5 MeV/u bis Ende 2015, 10 MeV/u bis Ende 2018. Bei einem Teil dieser Entwicklungsarbeiten, wie dem Lasersystem und dem Radiofrequenzquadrupol ISCOOL, waren und sind deutsche Gruppe in besonderem Maße beteiligt.

Beim REX-ISOLDE-Projekt ist die ISOLDE-Kollaboration zusammen mit den Nutzergruppen anteilig mit der dazu gehörigen Infrastruktur beteiligt und damit ebenfalls für die Erhaltung der Geräte mitverantwortlich.

Aufgrund der „Long Shutdown Period 2013“, die aufgrund des Upgrades vom LHC auch für die Fixed-Target-Experimente keine Strahlzeit vorsah, fanden 2013 kein Experimente an ISOLDE statt. Nichtsdestotrotz fanden äußerst arbeitsintensive Umbaumaßnahmen im Rahmen des „ISOLDE-Konsolidierungsprogramms“ sowie an den jeweiligen Experimentiereinrichtungen statt, um sich für die kommende Strahlzeitperiode 2015-2017 (bis Beginn der „Long Shutdown Period 2018“) gut aufzustellen. Zu den Bau- und Wartungsmaßnahmen zählten:

- Die Fertigstellung von austauschbaren „Front-Ends“ im heißen Target Bereich inklusive der Installation zweier neuer Roboter für die Handhabung der Targets.
- Erweiterung der ISOLDE-Halle für den Ausbau von REX-ISOLDE auf zunächst 5,5 MeV/u bzw. in der Endausbaustufe bis 10 MeV/u.
- Erneuerung der rechnergestützten ISOLDE-Kontrolle und -Steuerung.
- Konsolidierung des ISOLDE Vakuumsystems und Neu-Ausrichtung der Strahlführungslinien.
- Wartung und Upgrades der permanent installierten Experimente mit starker deutscher Beteiligung wie beispielsweise COLLAPS und ISOLTRAP.
- Aufbau eines neuen ISOLDE-Kontrollraums außerhalb des Strahlenschutzbereiches.
- Erweiterung der Resonanz-Ionisations-Laserionenquelle RILIS.

Im Jahre 2014 wurde der Experimentierbetrieb wieder aufgenommen und in den Strahlzeitperioden 2014 und 2015 herausragende Ergebnisse erzielt (siehe Publikationsliste anbei). Wie man den Publikationen und den darin gelisteten Institutionen entnehmen kann, spielen deutsche Gruppen eine herausragende Rolle an ISOLDE. Einige wichtige im Förderzeitraum erzielten Ergebnisse waren

- Präzisionsmassenmessungen an neutronenreichen Cadmium-Isotopen für die nukleare Astrophysik, insbesondere der Untersuchung des Nukleosyntheseprozesses auf der neutronenreiche Seite.

- Laserspektroskopische Messungen von Grundzustandseigenschaften kurzlebiger Zink-Isotope für die Untersuchung der Kernstruktur im Massenereich um $A=60-80$.
- Sammlung von Radionukliden für medizinische Anwendung als Tracer-Material.
- Präzisionsmassenmessungen an extrem neutronenreichen Calcium- und Kalium-Isotopen und Überprüfung der theoretischen Vorhersagen unter Berücksichtigung von Dreikörperkräften („three nucleon forces“).

Stattgefundene Veranstaltungen für die „ISOLDE-User“, auf denen neue experimentelle Ergebnisse vorgestellt und zukünftige Experimente diskutiert wurden, waren:

- ISOLDE-Users Workshop
- ISOLDE Lecture Series
- ISOLDE-Arbeitsgruppenseminar (zweiwöchig, siehe auch Web-Ankündigungen)

Die ISOLDE-Kollaboration ist bei diesen Veranstaltungen organisatorisch und teilweise auch finanziell beteiligt zur Förderung junger Teilnehmer.

ISOLDE-Experimentierprogramm

Das ISOLDE-Kollaborations-Komitee ISCC trifft sich drei bis viermal jährlich, um wichtige Entscheidungen die ISOLDE-Kollaboration und –Experimentieranlage betreffend zu treffen. Am gleichen Tag findet auch das Treffen des CERN-Experimentenkomitees INTC statt, auf dem eingereichte Experimentvorschläge an ISOLDE vorgestellt, diskutiert und dem CERN Research Board zur Bewilligung bzw. Ablehnung vorgeschlagen werden. Seit 2013 ist Prof. Dr. Klaus Blaum (MPI für Kernphysik, Heidelberg) der Vorsitzende des INTC für die Periode 01.01.2013-31.12.2015. Kürzlich wurde die Amtszeit bis 31.12.2016 verlängert. Herr Prof. Dr. Lutz Schweikhard (Universität Greifswald) übernahm zum 01.01.2013 das Amt des deutschen Sprechers an ISOLDE.

Die ISOLDE-Kollaboration ist mit der Organisation der ihr zugeordneten Infrastruktur für die technische Durchführbarkeit der Experimente mit entscheidend. Die Liste der bewilligten Experimente sind auf der ISOLDE-Homepage unter:

www.cern.ch/isolde/experiments/explist.php

zu finden. Abb. 1 zeigt die mit Beteiligung deutscher Universitäten und Forschungseinrichtungen betriebenen Experimentiereinrichtungen an ISOLDE.

In der Förderperiode 2012-2015 sind ca. 200 wissenschaftliche Publikationen basierend auf ISOLDE-Aktivitäten entstanden, darunter erschienen knapp 20 Artikel in den renommierten Zeitschriften Nature und Physical Review Letters; nahezu alle unter Beteiligung von Wissenschaftlern aus deutschen Universität / Forschungseinrichtung (siehe Liste im Anhang). Weiterhin wurden eine ganze Reihe von Dissertationen, Master- und Bachelorarbeiten mit Ergebnissen von ISOLDE-Experimenten angefertigt.

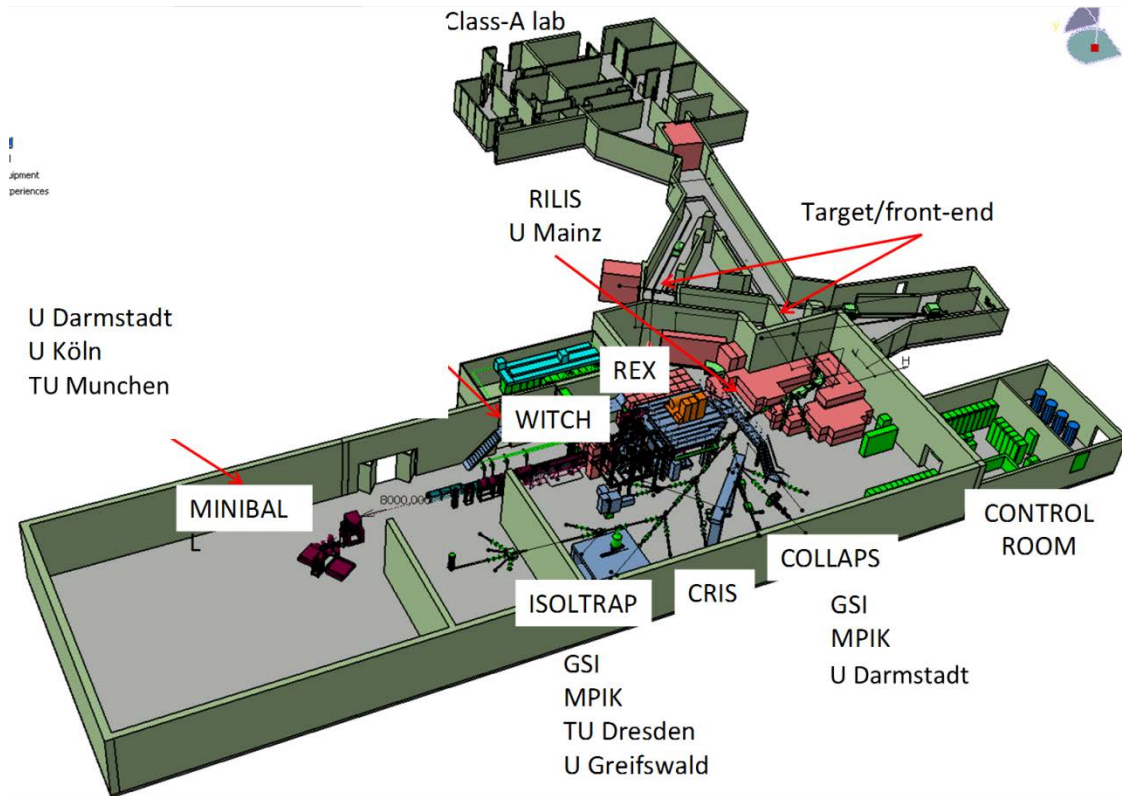


Abb. 1: Experimentieranlagen an ISOLDE-CERN mit Beteiligung deutscher Universitäten und Forschungseinrichtungen im Förderzeitraum (nicht aufgeführt sind die Festkörperphysik-Gruppen, die nicht über die Verbundforschung Hadronen und Kerne finanziert werden).

Eine Übersicht über die von ISOLDE in im Förderzeitraum für die Nutzer zur Verfügung gestellte Anzahl an Shifts (8h/Shift) mit radioaktiven Strahlen ist in Tab. 1 gezeigt.

Tab. 1: Den Usern an ISOLDE zur Verfügung gestellte Zahl an Shifts (jeweils 8h) für den Zeitraum 2012-2015. * Die Zahlen für 2015 sind aufgrund der laufenden Strahlzeitperiode geschätzt.

Jahr	Strahlzeittage	Anzahl Shifts	Durchschnitt
2012	260	510	2,0 Shifts/Tag
2013	0	0	Shutdown
2014	140	250	1,8 Shifts/Tag
2015*	220	~400	~1,8 Shifts/Tag

Die Verteilung der beispielsweise im Jahre 2014 gelieferten Shifts auf die jeweiligen physikalischen Fragestellungen kann Abb. 2 entnommen werden.

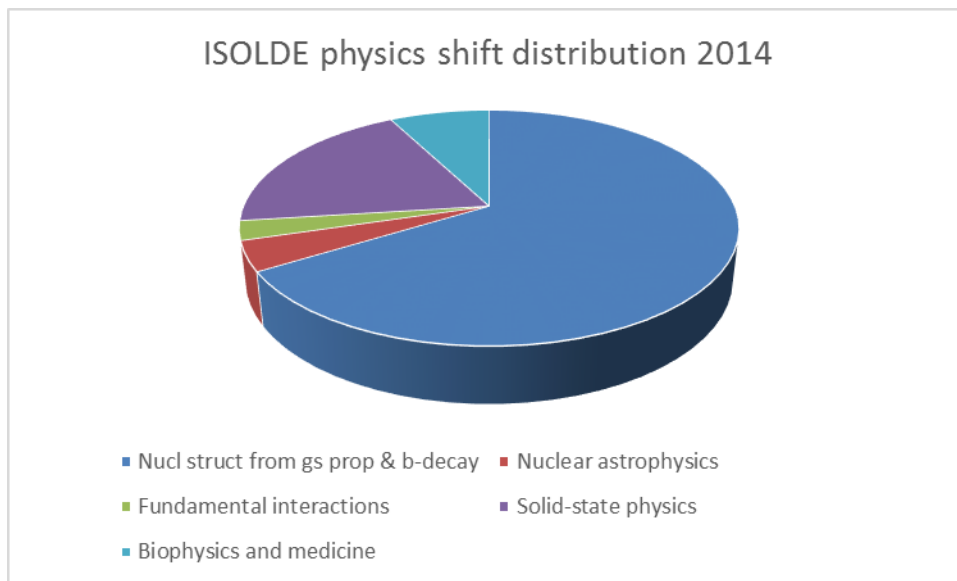


Abb. 2: Verteilung der Strahlzeitstunden im Jahre 2014 auf die verschiedenen physikalischen Fragestellungen bzw. Bereiche.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass der „Deutsche Beiträge zu ISOLDE, REX-ISOLDE und HIE-ISOLDE“ weiterhin gut investiertes Geld ist. Die deutschen Gruppen genießen an dieser Forschungseinrichtung eine außerordentliche Sichtbarkeit und weisen, wie die zahlreichen Publikationen, Abschlussarbeiten und Auszeichnungen belegen, große Erfolge auf. Die für den Berichtszeitraum geplanten Ziele wurden alle erreicht.

Publikationen

Siehe ISOLDE-Publikationsliste 2012-2015 anbei.