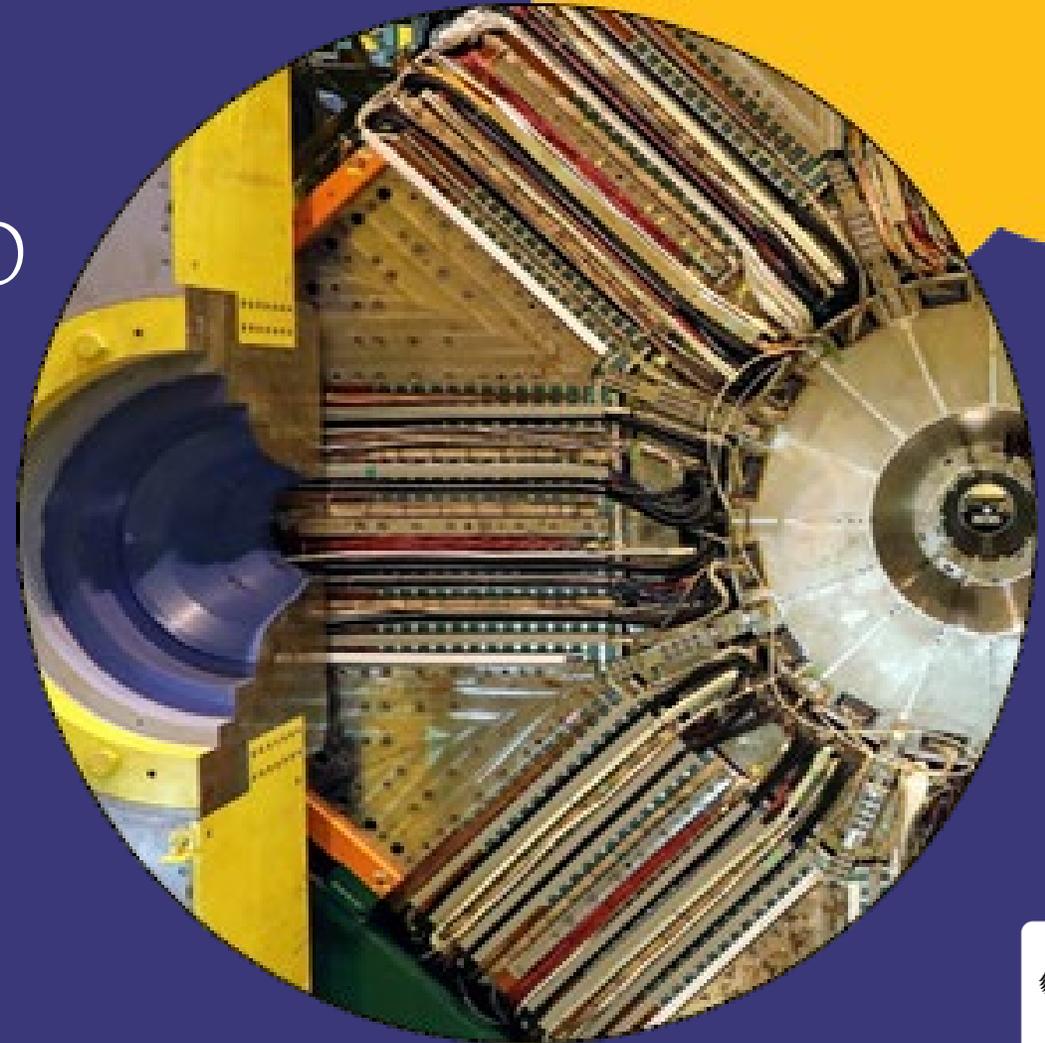


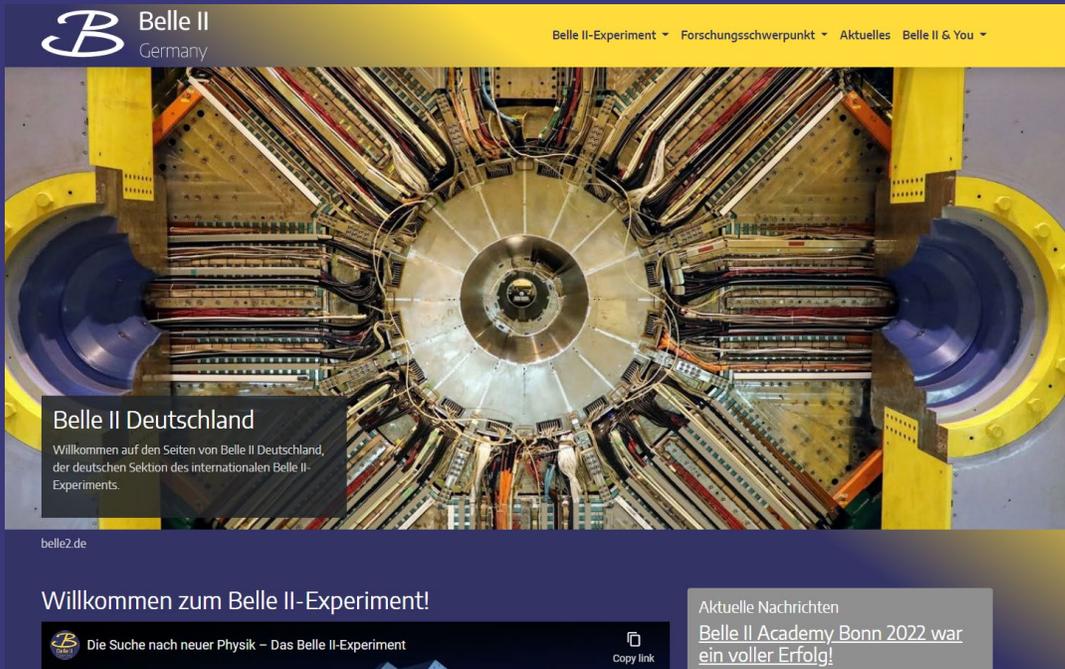
Outreach Belle II ErUM-FSP Belle II-Büro

Statusbericht Sept. 2022





Homepage: www.belle2.de



The screenshot shows the Belle II Germany homepage. At the top, there is a navigation bar with the Belle II logo and the text 'Belle II Germany'. Below the navigation bar, there is a large image of the Belle II detector. On the left side of the image, there is a text box that reads 'Belle II Deutschland' and 'Willkommen auf den Seiten von Belle II Deutschland, der deutschen Sektion des internationalen Belle II-Experiments.' Below the image, there is a footer with the text 'Willkommen zum Belle II-Experiment!' and 'Die Suche nach neuer Physik - Das Belle II-Experiment'. On the right side of the footer, there is a 'Copy link' button and a news snippet that reads 'Aktuelle Nachrichten: Belle II Academy Bonn 2022 war ein voller Erfolg!'.

Ziele

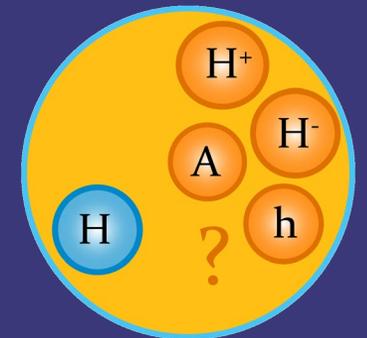
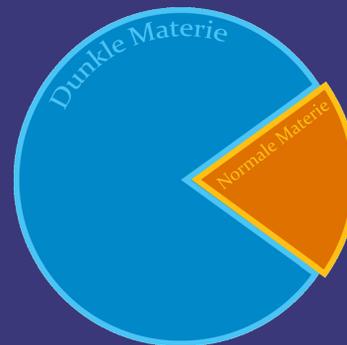
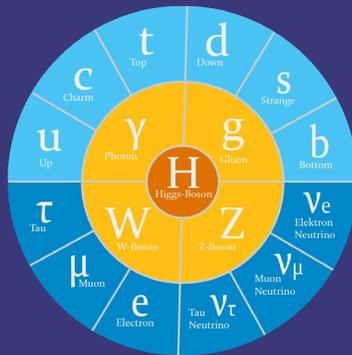
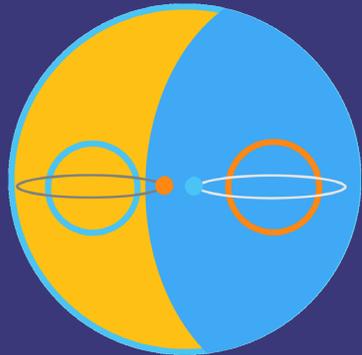
1. Information der Öffentlichkeit über den FSP
2. Nachwuchsförderung
 - Schüler, Studenten und Doktoranden bekommen niveauspezifische Möglichkeiten zur Weiterbildung und Partizipation (Masterclasses / Infomaterial; Veranstaltungen für Doktoranden/ Industrietreffen; Schüler können in Forschung hineinschnuppern)
3. Investition in die Zukunft:
 - Durch die Informationen und Angebote sollen junge und begabte Schüler die Möglichkeit haben, sich frühzeitig karrieretechnisch zu orientieren und Kontakte aufzubauen.
4. Präsentation:
 - Belle-II-Forscher und –Gruppen haben die Möglichkeit sich und ihre Forschung, in kurzen Steckbriefen, oder bei Interesse auch einmal in einem längeren Artikel darzustellen.



Visual Identity

Individuelles und auffallendes Farb- und Designschema

U. a. spezielle Icons für die jeweiligen Forschungsfragen
Durchhaltender Stil auch für Präsentationen, Flyers, Poster





Belle II Germany

Projekte seit Herbst 2021



Belle II Faltblatt



Informationsmaterial zu Werbezwecken für Veranstaltungen.

Knapper Überblick über:

1. Forschungsfragen
2. Detektor
3. Forschungsschwerpunkt
4. Masterclasses

Belle II Germany
ErUM-FSP T09

Rätsel der Physik

Wo ist all die Antimaterie?
Folgt man dem Symmetrieprinzip der Physik, dann müssten beim Urknall gleich viel Materie und Antimaterie entstanden sein - und die hätten sich ausgelöscht. Das Universum wäre also leer - warum das nicht so ist, ist ein Rätsel, auf dessen Spuren sich das Belle II-Experiment bewegt.

Über das Standardmodell hinaus!
Das Standardmodell erklärt sehr erfolgreich alle bekannten fundamentalen Teilchen und ihre Wechselwirkungen, aber es kann nur eine Näherung einer allgemeineren Theorie sein. Das Belle II-Experiment sucht mit Hochpräzisionsmessungen nach Hinweisen auf diese neue Theorie.

Was genau ist Dunkle Materie?
Dunkle Materie macht etwa 30 % der Materie des Universums aus und ist derzeit eines der größten Rätsel der Physik, da ihre Struktur unbekannt ist. Belle II versucht, dieses Geheimnis zu lüften, indem es Teilchenzerfälle unter der Hypothese untersucht, dass es dunkle Materieteilchen geben könnte, die mit der sichtbaren Materie wechselwirken können.

Wie bildet die starke Wechselwirkung Hadronen?
Ein Großteil unserer sichtbaren Materie gehört zu den Hadronen und besteht aus Quarks, die durch „Klebstoffteilchen“, die Gluonen, zusammengehalten werden - diese starke Wechselwirkung ist die stärkste Kraft im Universum. Obwohl die Komponenten von Hadronen bekannt sind, ist die Bildung von gebundenen Zuständen in Hadronen kaum verstanden und wird bei Belle II erforscht.

Der Detektor

Das Belle II-Experiment ist ein Teilchenphysikexperiment, es erforscht also Naturgesetze durch die Analyse von Teilchenzerfällen. Dazu wird in dem SuperKEKB-Beschleuniger, einem 3 km langen Ringbeschleuniger in Japan, ein Elektronenstrahl mit einem Positronenstrahl zur Kollision gebracht. Die dabei entstehenden B-Mesonen, Teilchen mit einem b-Quark, zerfallen kaskadenartig auf viele unterschiedliche Arten in Teilchen, die nachgewiesen werden können.

Der Kollisionssort in der Mitte des Detektors ist von Schichten von unterschiedlichen Detektorkomponenten umgeben. Die Zerfallsprodukte durchfliegen diese Detektorschichten und können dabei gemessen und bestimmt werden.

Belle II / SuperKEKB zeichnet sich durch die besonders hohe Rate an Elektron-Positron-Kollisionen aus und hält den weltweiten Rekord in der Luminosität. Die damit verbundene hohe Sensitivität macht das Belle II-Experiment besonders wichtig für die Erforschung einer neuen Physik jenseits des Standardmodells.

Belle II-Deutschland

Belle II-Deutschland wird im Rahmen des Programms „Erforschung von Universum und Materie“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

Die Forschungsschwerpunkte der deutschen Institute:

Physikanalysen
Die Expert*innen von Belle II untersuchen mit den neuesten technologischen Methoden und statistischem Know-How verschiedenste, oft sehr seltene Teilchenzerfälle.

Detektorbau und -entwicklung
An den deutschen Instituten werden neue Detektorcomponenten und hochsensitive Sensoren entwickelt, wie das Herzstück des Belle II-Detektors, der Pixel Vertex Detector basierend auf der innovativen DEPFET-Technologie (Depleted P-Channel Field Effect Transistor).

Softwareentwicklung
Die Forschung an Belle II ist auf moderne Software- und Computermethoden angewiesen. Daher arbeiten Expert*innen an neuen Programmen und Tools - insbesondere auch im Bereich künstliche Intelligenz und Datenmanagement.

Weitere Förderer:

- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- European Research Council
- European Union Horizon 2020
- Helmholtz-Gemeinschaft
- Max-Planck-Gesellschaft

gefördert von

Bundesministerium für Bildung und Forschung





Belle II Praktikumsversuch

Bachelorarbeit von Thomas Ametsbichler:

Entwicklung eines Praktikumsversuches zur CP-Asymmetrie

- Für Schüler in der Oberstufe (Projekt-Seminar)
- Zeitaufwand: 1-2 Semester
- Mit einer ausführlichen theoretischen Darstellung der Physik
- Schüler sollen dabei eine vereinfachte Datenanalyse durchführen
- Wurde bereits mit sehr positiven Feedback im Rahmen eines 2-wöchigen Blockpraktikums von 2 Schülern getestet

Das Projekt wird im kommenden Semester überarbeitet und möglichst noch intensiver getestet.




4 Detektoraufbau

Das Belle II Experiment dient der Erforschung von Elementarteilchen und der Suche nach *neuer Physik (NP)* jenseits des Standardmodells. Dazu wird insbesondere das Verhalten von B-Mesonen betrachtet. Der Detektor ist dabei ein Meilenstein auf dem Weg zur Erklärung der Materie-Antimaterie-Asymmetrie. Die genaue Konstruktion der Anlage ist komplex, wir wollen daher nur die prinzipielle Funktionsweise des Experimentes beleuchten ohne zu tief auf die technischen Details einzugehen. Interessierte seien auf [4] verwiesen.

4.1 SuperKEKB

Der SuperKEKB¹ ist eine Sonderform eines Synchrotrons (Ringbeschleuniger), der aus einem Linearbeschleuniger mit anschließendem Speicherring besteht. Es werden Elektronen- und Positronenpakete² beschleunigt und im Belle II Detektor zur Kollision gebracht. Der Linearbeschleuniger bringt die Elektronen auf eine Energie von 7 GeV, die Positronen allerdings nur auf 4 GeV. Danach kommen diese in ihre jeweiligen Speicherringe, in denen die Energie der Teilchen konstant gehalten wird. Bei einer Kollision dieser Teilchen ergibt sich dadurch eine Schwerpunktsenergie³ von 10,58 GeV. Es handelt sich um die im Schwerpunktsystem der beiden Teilchen vorhandene Energie, also ohne die Bewegungsenergie des gemeinsamen Schwerpunkts. Bei dieser Energie erzielt man eine sogenannte *Υ(4S)*-Resonanz, bei der das instabile *Υ(4S)*-Meson entstehen kann⁴. Dieses zerfällt fast ausschließlich in B-Mesonen Paare, also etwa zur Hälfte in *B⁺ & B⁻* bzw. *B⁰ & B⁰*. Daher wird der SuperKEKB-Beschleuniger auch als B-Fabrik bezeichnet. Tatsächlich wird der Beschleuniger auch manchmal bei etwas niedrigeren Schwerpunkts-Energien betrieben. Dadurch bleibt die *Υ(4S)*-Resonanz aus und es entstehen nur Hintergrund-Zerfälle. So kann man diese untersuchen um sie besser von den Signal-Events zu unterscheiden. Signal-Events sind diejenigen Ereignisse, die wir untersuchen wollen, in unserem Fall sind das die Zerfälle (*B⁰ → K⁺ π⁻*) und (*B⁺ → K⁺ π⁰*).

werden durch Magnete auf die "Kreisbahn" gelenkt. Die Bahnen sind tatsächlich keine Kreise, da die Ablenkmagneten nicht durchgehend entlang der Teilchenbahnen angebracht sind. Es gibt vier gerade Segmente, wobei sich in einem davon der Detektor befindet. Die Strahlen verlaufen innerhalb von evakuierten Röhren. Zur Fokussierung der Strahlen, also um "Auseinanderlaufen" zu verhindern, werden Quadripolmagnete eingesetzt. Diese können den Strahl in eine Richtung, also etwa vertikal oder senkrecht, fokussieren. Daher werden diese zum Teil um 90° versetzt angebracht.

18 | 4 Detektoraufbau

Abbildung 41: Hier ist der prinzipielle Aufbau eines Linearbeschleunigers zu sehen. Die evakuierten Driftrohren dienen als Elektroden. Die Länge der Röhren ist proportional zur Teilchengeschwindigkeit.

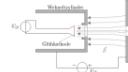


Abbildung 42: Schematischer Aufbau einer Elektronenkavität. Der Aufbau befindet sich in der Regel in einem Vakuum.

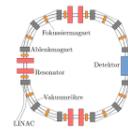


Abbildung 43: Der schematische Aufbau einer Speicherringe. Die Resonatoren sorgen für die Kohärenz der Teilchenstrahlen.
5: Nähere Informationen lassen sich in Büchern über Elektrodynamik finden.

4.1 SuperKEKB 17

4.1.1 Linearbeschleuniger 18

4.1.2 Speicherring 18

4.2 Belle II 19

4.2.1 Fast-Tracker (FTR) 19

4.2.2 Silizium-Vertex-Detektor (SVD) 20

4.2.3 Zentrale Driftkammer (CDC) 22

4.2.4 Partikelidentifikation (PID) 23

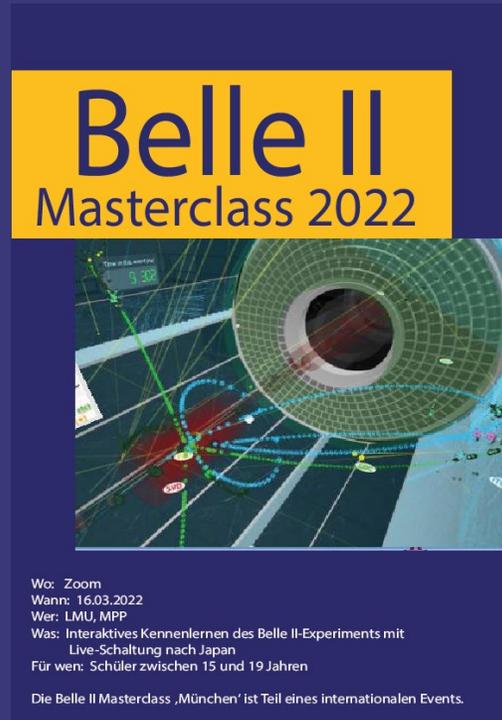
4.2.5 Kalorimeter (ECL) 24

4.2.6 Myonenkammer (DCM) 25



Masterclasses

- Interessierten Schülern und Schülerinnen die Teilchenphysik näherbringen
- Projekttag mit theoretischen Hintergrund und einer Aufgabe in Teamarbeit
- Live-Schaltung nach Japan bzw. zum Cern



Belle II
Masterclass 2022

Wo: Zoom
Wann: 16.03.2022
Wer: LMU, MPP
Was: Interaktives Kennenlernen des Belle II-Experiments mit Live-Schaltung nach Japan
Für wen: Schüler zwischen 15 und 19 Jahren
Die Belle II Masterclass ‚München‘ ist Teil eines internationalen Events.

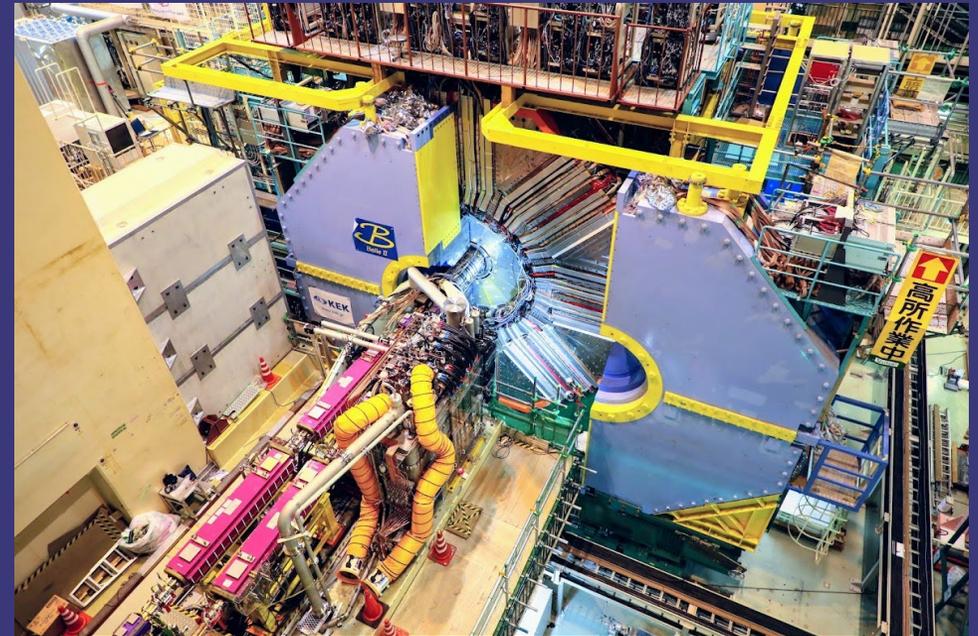


- Internationale Masterclass zusammen mit dem MPP im Februar 2022: Online Event
- Lokale Masterclasses in Kooperation mit dem Outreach der LMU: Mai 2022 / Oktober 2022



DPG Konferenz ‚Materie und Kosmos‘ im März 2022:

Virtuelle Belle II-Tour als öffentliche Abendveranstaltung





FSP Workshop ‚Slow Pion
Tracking‘ Nov. 2022 in Garching:

29 Teilnehmer





Belle II Germany

Projekte seit Herbst 2021



Academy Aug. 2022 in Bonn:

24 Teilnehmer

Statt Vorlesungen haben die Teilnehmer in zwei interaktiven Blöcken einen kleinen Teilchendetektor gebaut und die Kopplungsstärke zwischen Beauty- und Charm-Quark vermessen.





Belle II Germany

Projekte seit Herbst 2021



Jahrestagung 2022

Öffentlicher Abendvortrag:

„Symmetrie, Asymmetrie und die Existenz unseres Universums:
Das Belle II-Experiment in Japan.“

Belle II Germany
ErUM-FSP T09

**SYMMETRIE, ASYMMETRIE
UND DIE EXISTENZ UNSERES UNIVERSUMS:
DAS BELLE II-EXPERIMENT IN JAPAN.**

DR. DANIEL GREENWALD

MO, 19. SEPTEMBER 2022, 19:00 UHR
LMU HÖRSAAL B006
THERESIENSTRASSE 39

Öffentlicher Abendvortrag
im Rahmen der Belle II Jahrestagung

LMU Munich
September 19-21 2022
<https://indico.belle2.org/event/5879/>

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



News zur Messung von $\sin(2\beta)$:

„Belle II holt Vorgänger-Experiment ein“

-- Wird als Pressebericht veröffentlicht,
sobald das Paper öffentlich ist.





Industrietreffen / Alumni-Vorträge:

Doktoranden und Industrie in Kontakt bringen

Geplant zunächst als Online-Event im Herbst 2022

Alumninetzwerk:
Aufbau einer Alumnidatenbank in
B2MMS





Belle II Germany

Geplante Projekte



Hannover-Messe 2023:



Gemeinschaftsstand mit ErUM FSP LHC
und ErUM FSP data



Ziele:

- Vernetzung mit der Industrie
- Öffentlichkeitsarbeit
- Jobmöglichkeiten für interessierte Studenten





Belle II Germany

Geplante Projekte



Academy 2023:

Geplant sind ca. 30 Teilnehmer

Findet in Bad-Kissingen statt:
22-26.05.2023

Programm wird in den nächsten Wochen
festgelegt



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Wir brauchen immer Content (Twitter, Homepage News, Interviews)!

Interessant wären hier:

- Papers und Forschungsergebnisse, soweit sie publiziert werden dürfen (News)
- abgeschlossene Doktorarbeiten und neue Stellenbesetzungen (Interviews)
- Bilder aus Japan, technische Details, Labor etc.
- Gruppenbilder von Konferenzen und Meetings ...etc.





Belle II Germany

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!