

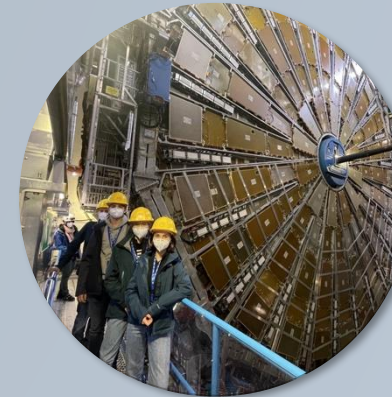
Netzwerk Teilchenwelt

Outreach in der Teilchenphysik

*Nachwuchs und Akzeptanz für die
Grundlagenforschung*

Lukas Kretschmann

Bergische Universität Wuppertal, Germany



NETZWERK
TEILCHENWELT

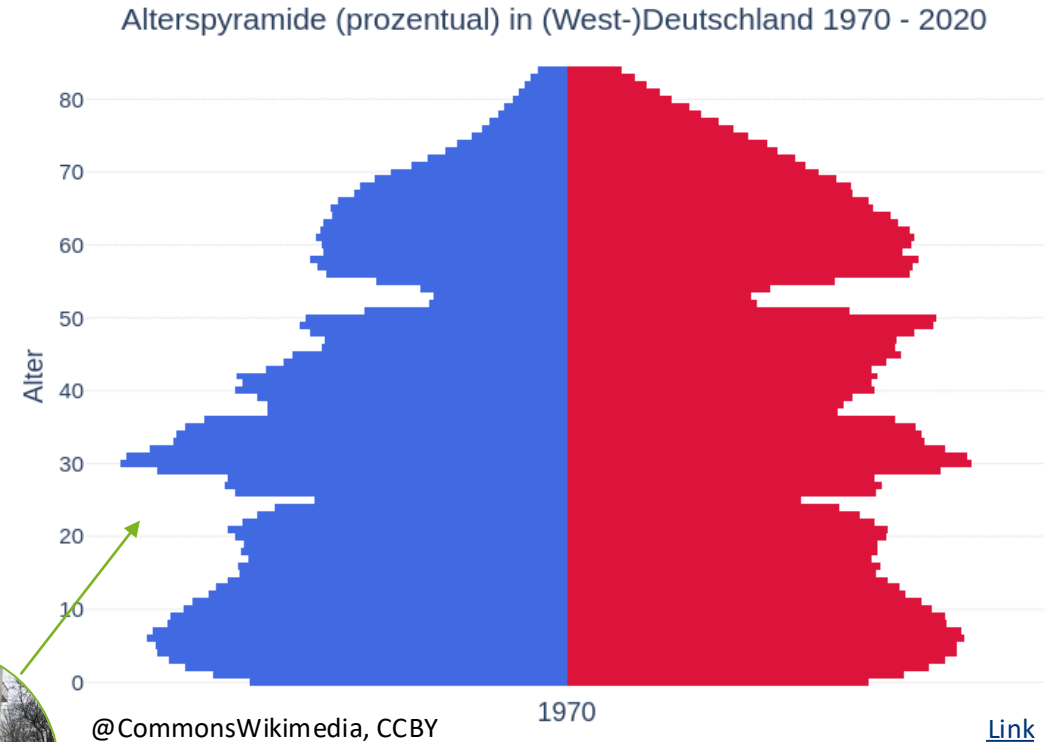
Unsere Gesellschaft ist sehr vielfältig

- Diversität ist nicht auf allen Ebenen des Bildungssystem sichtbar, vor allem im MINT Bereich
- Verschiedene Ansätze nötig, um verschiedene Gruppen zu erreichen, vor allem spezifische Publikumsgruppen
- Aktive Nachwuchsgewinnung

Auswahl-Bias und sensible Altersphasen

- Publikum in Museen bildet keinen Querschnitt durch die Gesellschaft
- Auch an anderen Orten muss Outreach aktiv betrieben werden
- Schere zwischen den Geschlechtern in MINT Fächern muss beachtet werden

Unser Handeln heute beeinflusst aktiv, wie Wissenschaft in Zukunft wahrgenommen wird!

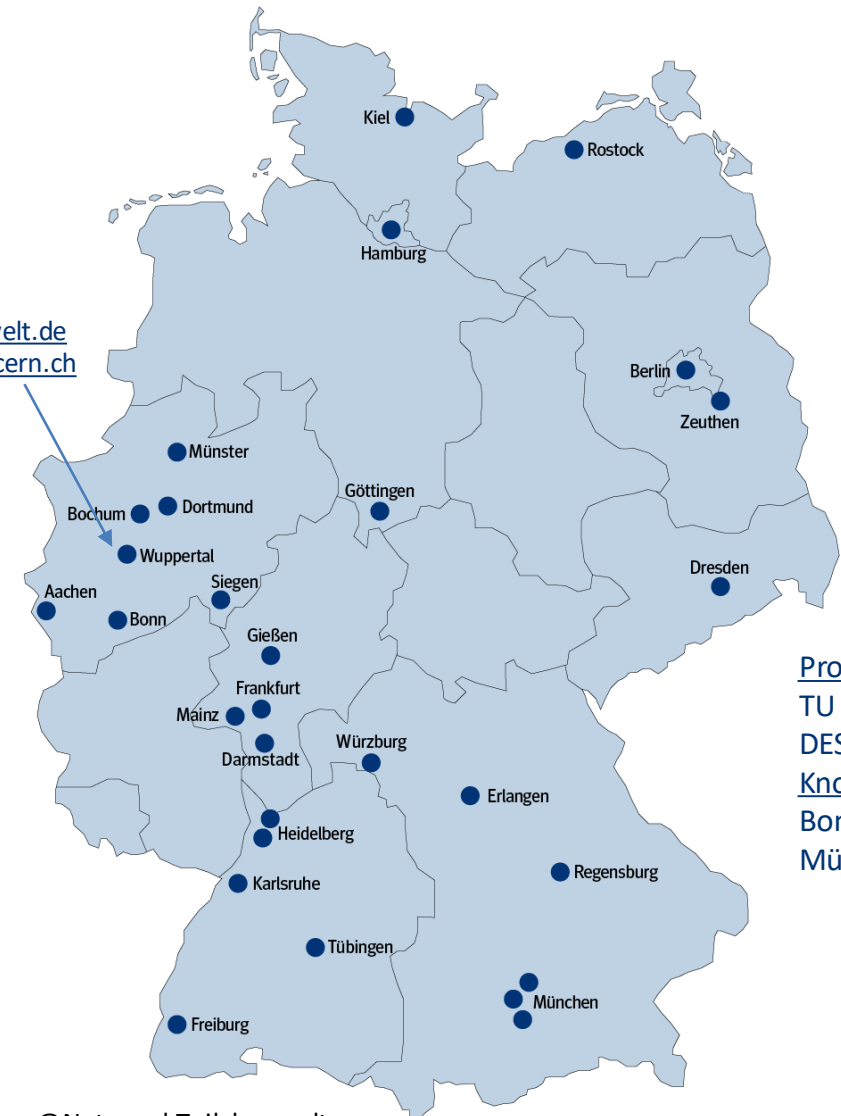


Seit 2010 ein Netzwerk von 30 Universitäten/Forschungslaboren

- Outreach Aktivitäten in der Teilchenphysik werden gebündelt
- Etablierte Marke für Fortbildung von Schüler*innen und Lehrkräften an den einzelnen Standorten
- Besondere Standorte/Kooperationen mit CERN, DESY (Zeuthen) und FAIR
- Seit 2019 explizite Förderung durch das BMBF
- Zentrale Koordination an der TU Dresden und weitere Knotenpunkte in Bonn, Mainz und Münster
- An allen Standorten werden Basisprogramme und spezielle Angebote organisiert
- Deutschlandübergreifend Aktionen für Mitglieder vom Netzwerk Teilchenwelt (Online Vorträge, Workshops, Treffen, Tagungen, etc.)

Struktur unterstützt gezielt Arbeitsgruppen und Wissenschaftler*innen beim Outreach. Besonderer Fokus wird dabei auf Jugendliche gesetzt.

wuppertal@teilchenwelt.de
Lukas.kretschmann@cern.ch



Projektteam:
TU Dresden, CERN,
DESY Zeuthen
Knotenpunkte:
Bonn, Mainz,
Münster

@NetzwerkTeilchenwelt



Schüler*innen forschen unterstützt durch aktive Forscher*innen

- Schüler*innen kommen für einen Tag an die Universität oder die Forscher*innen in die Schulen
- Weitere Masterclasses zu speziellen Veranstaltungen wie Tag der offenen Tür, International Masterclasses oder International Cosmic Day
- Vorträge + Q&A mit aktiven und erfahrenen Forscher*innen
- Bau von Detektoren (Nebelkammer, Muonendetektor)
- Eigene Auswertung von echten Detektordaten
- Viele verschiedene Masterclasses:
 - ALICE, ATLAS, CMS, LHCb
 - Machine Learning
 - Hadronentherapie
 - Streubretter
 - Pierre Auger / IceCube





CERN-Projektwochen (14 Tage)...

Forschungsarbeiten in den Instituten
(BeLL, 5. Prüfungskomponente, Jugend Forscht, etc.)
Liste von **131** Arbeiten mit insgesamt **37** Preisen

CERN-Workshop (4 Tage)...

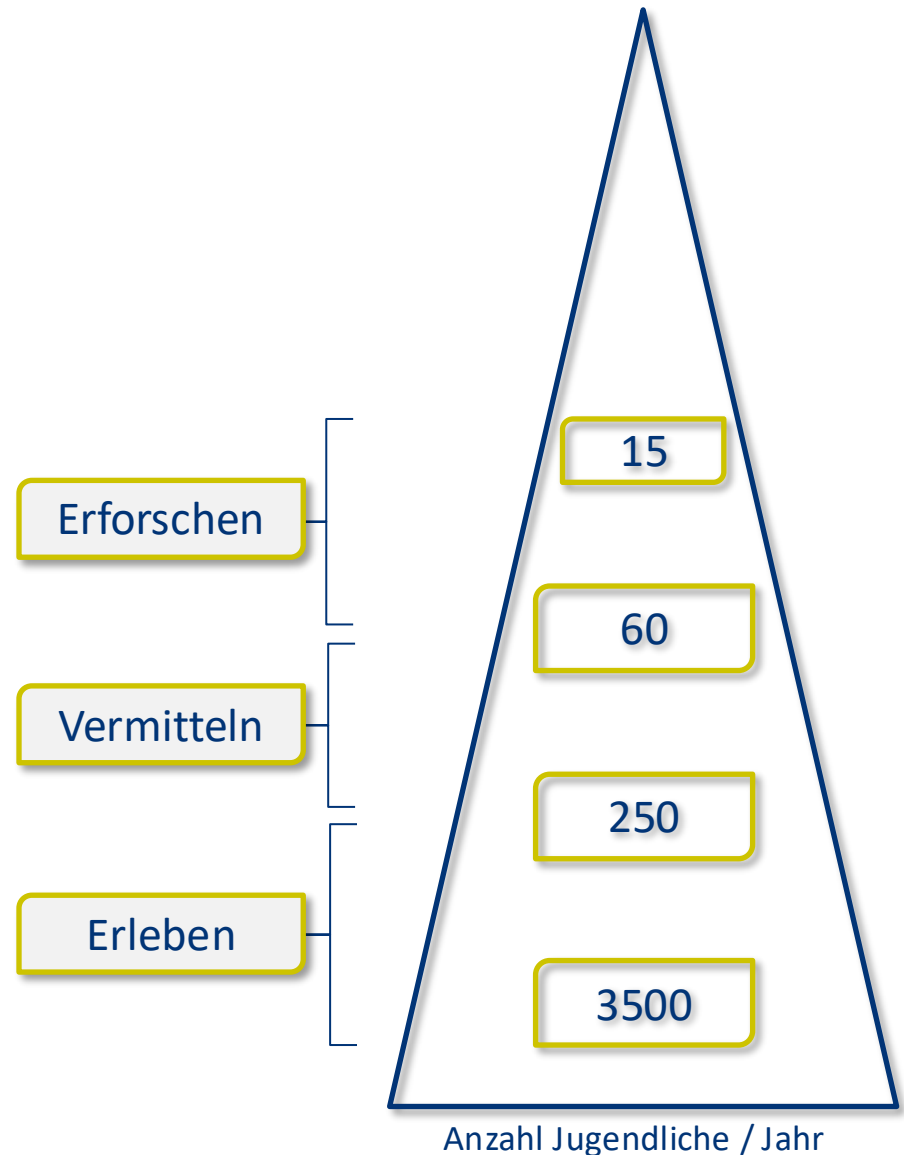
Teilchenphysik-Akademie in Mainz (7 Tage)

Eigene Projekte

Detektor-Projekte (Nebelkammer, KamioKanne, etc.)
Teilchenwelt-Botschafter*in

Masterclasses an Schulen oder Instituten (oder online)

- Teilchenphysik
- Astroteilchenphysik
- Kern- und Hadronenphysik
- Medizinphysik



Stufenprogramm für Jugendliche



CERN-Projektwochen (14 Tage)...

Forschungsarbeiten in den Instituten
(BeLL, 5. Prüfungskomponente, Jugend Forscht, etc.)
Liste von **131** Arbeiten mit insgesamt **37** Preisen

CERN-Workshop (4 Tage)...

Teilchenphysik-Akademie in Mainz (7 Tage)

Eigene Projekte

Detektor-Projekte (Nebelkammer, KamioKanne, etc.)
Teilchenwelt-Botschafter*in

Masterclasses an Schulen oder Instituten (oder online)

- Teilchenphysik
- Astroteilchenphysik
- Kern- und Hadronenphysik
- Medizinphysik

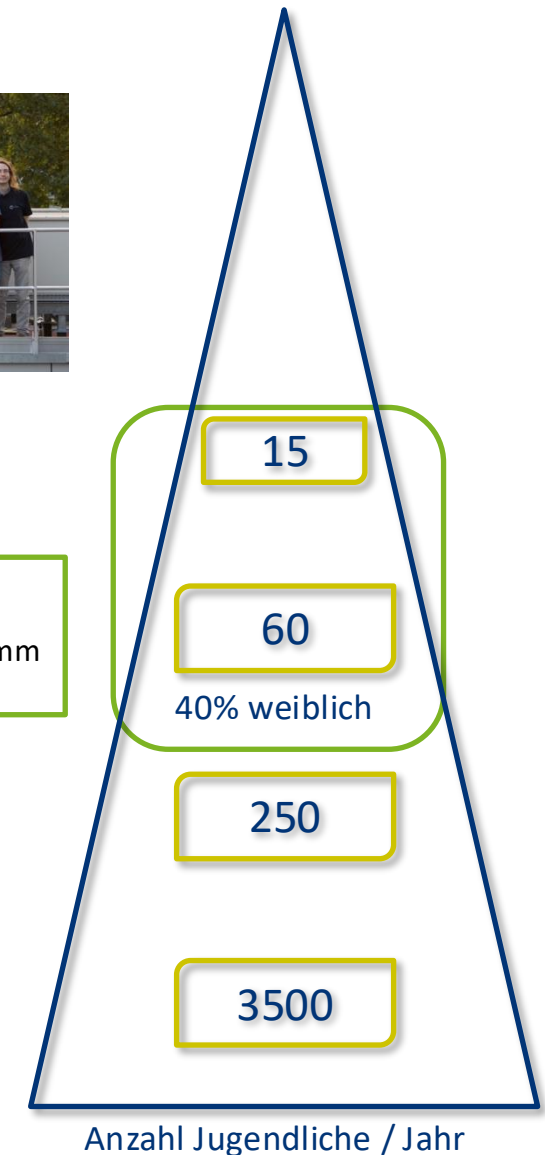
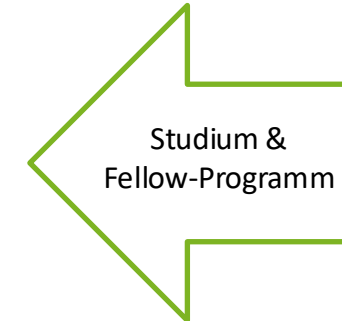


@NetzwerkTeilchenwelt

Fellow-Treffen 2023, Münster



Forschungsgruppen



- Spezielles Programm zur Vernetzung von motivierten Schüler*innen und Student*innen
- Zentral koordiniert durch TU Dresden, in Zusammenarbeit mit zwei Bundesweiten Sprecher*innen, aktuell Rebecca Seip [TUD] und Lukas Kretschmann [BUW]
- Ca. 250 Fellows (50% weiblich)
- Spezielle Angebote und Förderungen für die Teilnehmer des Fellow-Programms
 - Teilnahme an Tagungen und Kollaborationstreffen der großen CERN-Experimente und Belle-II
 - Praktika, Exkursionen, Seminare, Stammtische, etc.
 - Spezielle Onlinevorträge wie „Ask the Expert“ mit prominenten Gästen wie z.B. Prof. Reinhard Genzel
 - Jährliches Fellow-Treffen zur Vernetzung und Gestaltung des Programms in der Zukunft
- Direkter Austausch mit anderen Fellows aus ganz Deutschland und Fellows aus dem Ausland

Struktur unterstützt gezielt motivierte Schüler*innen und fördert Nachwuchs für Forschung und Outreach.





Franziska, 12. Klasse

- Fellow / Vermittlerin
- Forschungsprojekt:
„The Impact of λ_4 on Di-Higgs production“



@NetzwerkTeilchenwelt



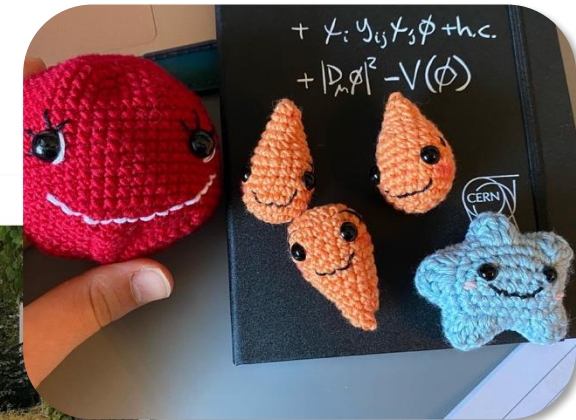
Rebecca, BSc. Physik

- NTW Fellowsprecherin
- NTW-Hilfskraft in Dresden
- Forschungsprojekt:
„VELO-Upgrade (LHCb)“

Starke Stimme für die Fellows



Seit Herbst 2022 sind Rebecca Seip und Lukas Kretschmann Fellowsprecherin und Fellowsprecher im Netzwerk Teilchenwelt und machen sich stark für die Anliegen der Jugendlichen.



CERN

WORKSHOP

NETZWERK TEILCHENWELT

10.03.2026

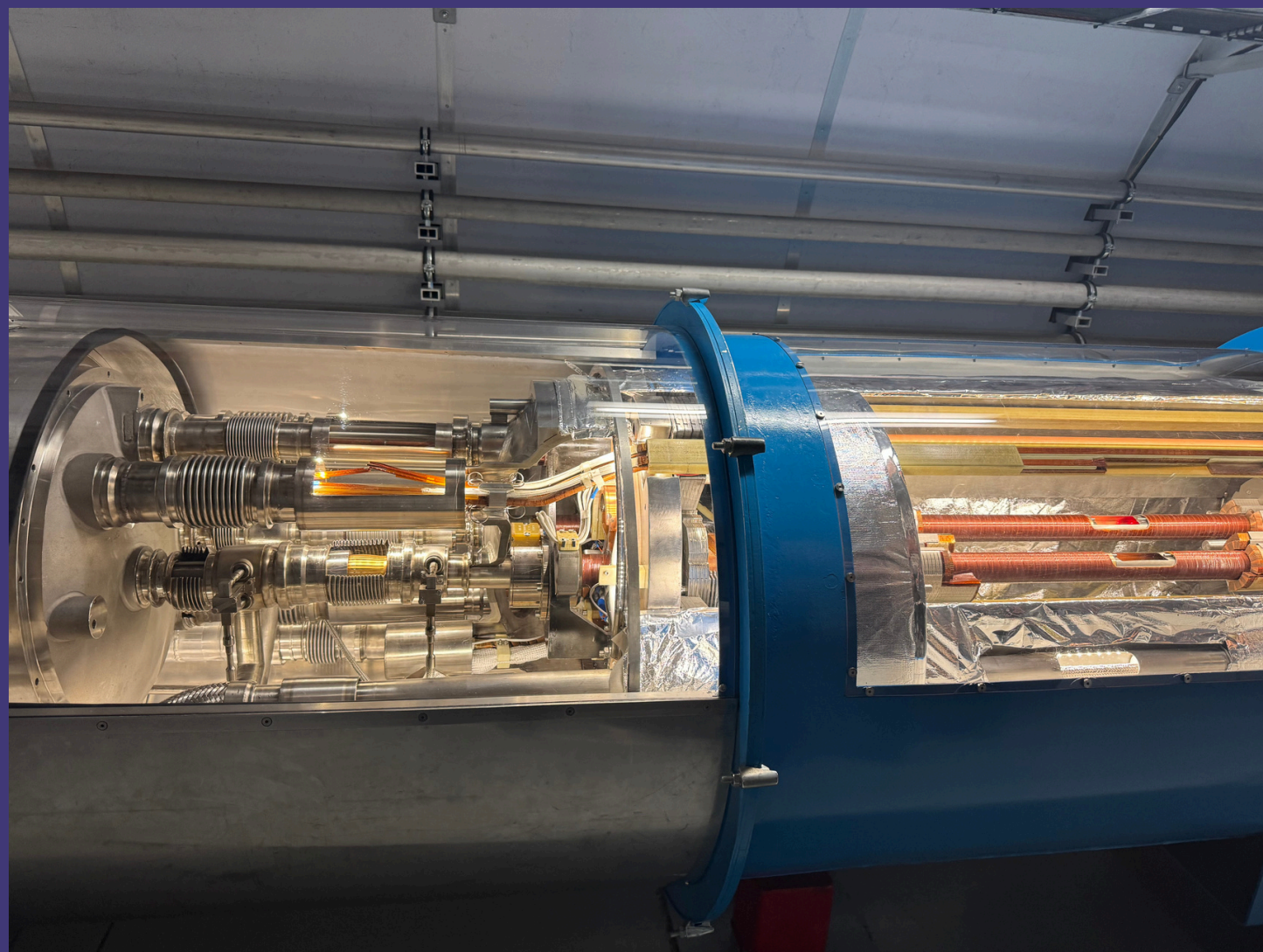




Maximilian Brice

5 Tage am CERN





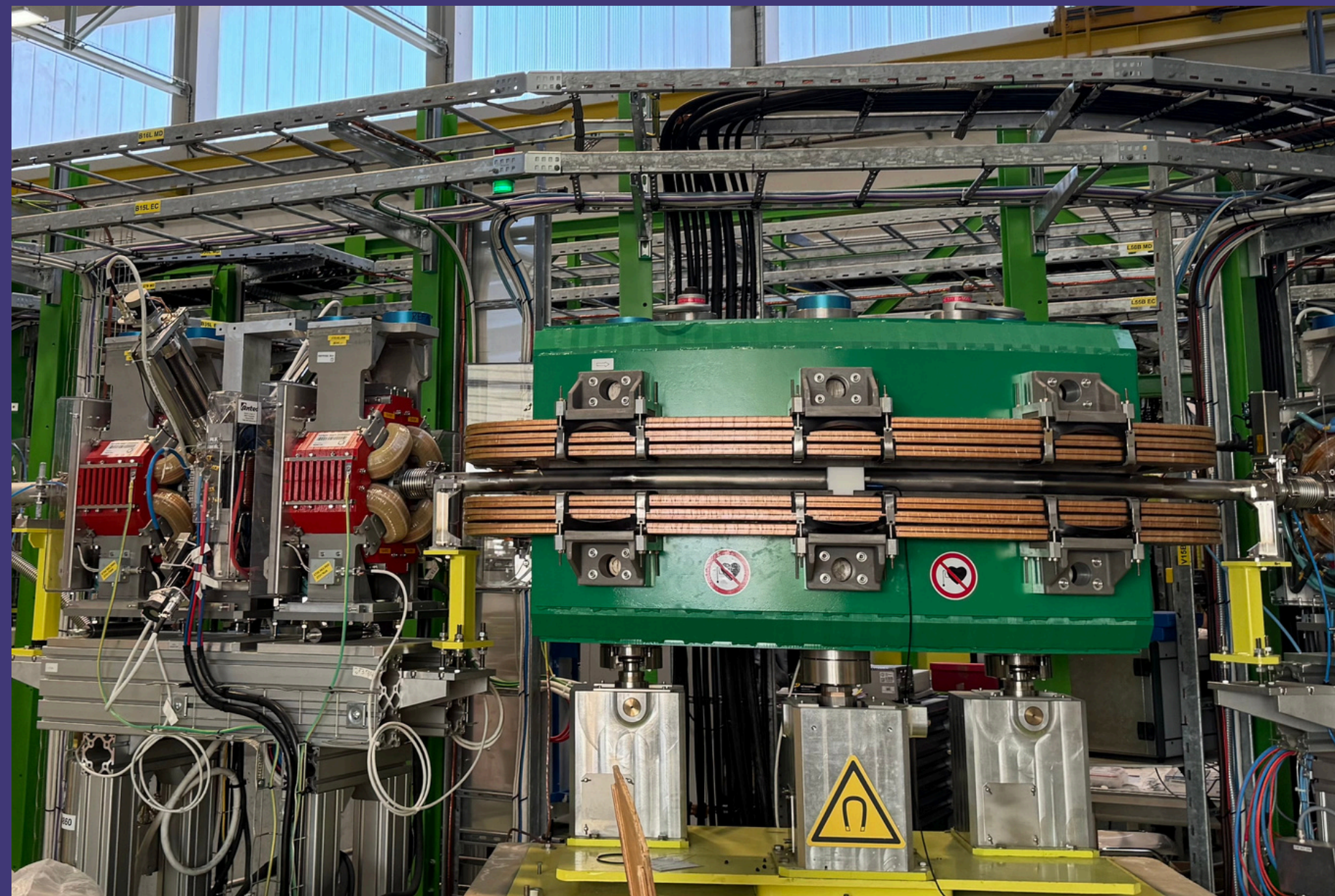
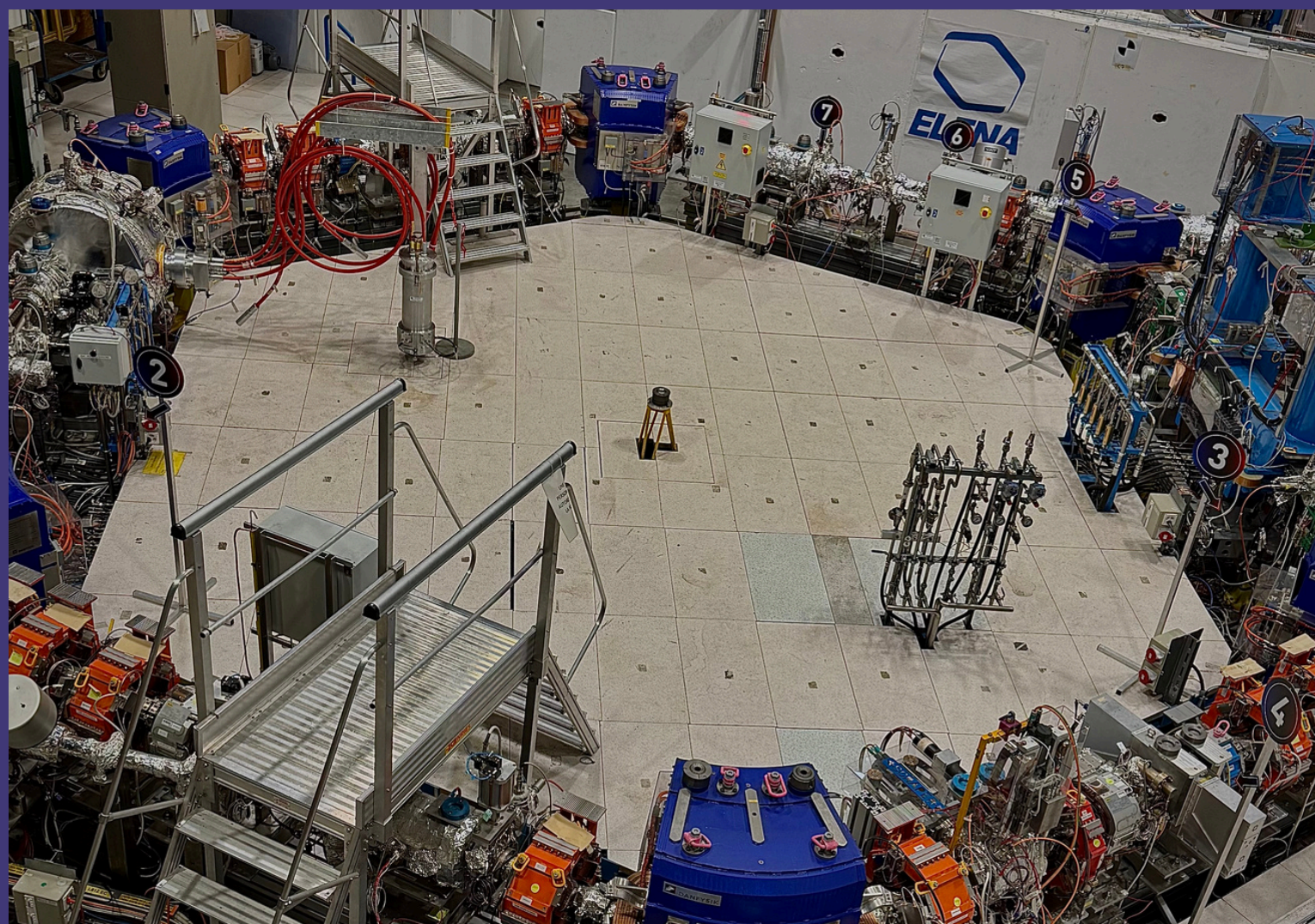
Modell LHC



ATLAS Kontrollraum



Antiproton Decelerator, ELENA



ISOLDE



Outreach-Ressourcen vom ATLAS-Experiment geben einen Einblick in die fundamentalen Konzepte der Teilchenphysik und in die Funktionsweise unseres Detektors

CONSERVATION LAWS

Conservation laws govern the reactions we observe in particle physics. The deep relationship between fundamental symmetries of nature and conservation laws has been a guiding principle in the development of the Standard Model. Particle physicists study these laws with high precision, as their violation would be a sign of new physics.

WHY WE NEED THEM

The Standard Model describes all fundamental particles and their interactions. It has been tested with extreme precision and found to describe nature very well. It relies on certain conservation laws, which allow some processes to occur, while forbidding others.

ENERGY AND MOMENTUM

One of the most important conservation laws is the conservation of energy. This means that energy can be neither created nor destroyed. Since energy and mass can be exchanged, one result of conservation of energy is that a particle cannot decay into particles whose summed masses are greater than its own mass.

Mass: $91 \text{ GeV} > 2 \times 4.18 \text{ GeV}$ $91 \text{ GeV} < 2 \times 173 \text{ GeV}$

Momentum is another important quantity which must always be conserved. This is useful for estimating the "missing transverse momentum" in a proton-proton collision event. Since the incoming protons have no momentum in the direction perpendicular to the beam (transverse direction), the transverse momenta of all particles resulting from the collision must sum to zero. If they do not, this missing transverse momentum can be associated with undetected particles such as neutrinos or, possibly, dark matter.

ELECTRIC CHARGE, LEPTON NUMBER, BARYON NUMBER

These properties are expected to be conserved in all processes. The lepton number is defined to be 1 for leptons, -1 for anti-leptons and 0 for all other particles. Similarly, baryon number is 1/3 for each quark, -1/3 for anti-quarks and 0 for other particles. Below are some examples of these conservation rules:

Charge: $1 \rightarrow 0 + 1$ ✓ $1 \rightarrow 1/3 + 2/3$ ✓ $1 \rightarrow 0 + 1/2$ ✗
 Lepton number: $0 \rightarrow 1 - 1$ ✓ $0 \rightarrow 0 + 0$ ✓ $0 \rightarrow 1 + 0$ ✗
 Baryon number: $0 \rightarrow 0 + 0$ ✓ $0 \rightarrow 1/3 + 1/3$ ✓ $0 \rightarrow 0 + 1/2$ ✗

BREAKING CONSERVATION LAWS

ATLAS physicists are searching for evidence of processes breaking these laws. For example, some theories hypothesised the existence of heavy right-handed neutrinos, which would be their own anti-particle, leading to a violation of lepton number conservation.

<https://atlas.cern>

Conservation Laws

These laws govern the reactions we observe in particle physics! Their violation would be a sign of new physics.

Keywords: standard model

Download in [English](#), [French](#), [Spanish](#), [German](#)

CROSS SECTION AND LUMINOSITY

Cross section and luminosity are commonly used terms, but in particle physics they describe important metrics of particle collisions that determine the likelihood of seeing interactions resulting in new particles.

CROSS SECTION

Particle physicists use the term cross section to describe the probability that two particles will collide and interact in a certain way. When proton beams cross in the Large Hadron Collider (LHC), many different processes can occur. The cross section of a particular process depends on the type and energy of the colliding particles. At the LHC, certain particles, such as W and Z bosons, have large cross sections, so they will be observed more often. The production of a Higgs boson at the LHC has a much lower cross section, so is more difficult to produce.

LUMINOSITY

Instantaneous luminosity measures how tightly particles are packed into a given space, such as the LHC's proton beam. A higher luminosity means a greater likelihood particles will collide and result in a desired interaction. This can be achieved by packing more particles in the beam, or by focusing the beam more tightly.

The same number of particles are bunched in the beams above and below. The more focused the beam, the smaller the volume of collisions with particles in the other beam. Similarly, more particles in the beams will increase the likelihood of collisions.

Integrated luminosity, on the other hand, considers the total number of events during a period of data-taking. The ATLAS Experiment accumulated over 160 inverse femtobarns of data during the LHC's 13 TeV run from 2015-2018, which equates to about 16 million billion proton-proton collisions!

UNITS

Nuclear and particle physicists use an unusual unit called a barn. This may sound like a large surface area, but in reality it is about the size of a uranium nucleus (10^{-28} m^2). Cross sections are typically much smaller than a barn. Its frequently used units are picobarns (pb , 10^{-36} m^2) and femtobarns (fb , 10^{-39} m^2). The units for luminosity are inverse picobarns per second ($\text{pb}^{-1} \text{ s}^{-1}$) or inverse femtobarns per second ($\text{fb}^{-1} \text{ s}^{-1}$).

HOW ARE CROSS SECTION AND LUMINOSITY RELATED?

Luminosity measures how many particles pass through a square centimetre per second. Cross section measures the likelihood that a desired event will happen. These two are inversely related in that the luminosity times the cross section gives the number of expected events per second:

$$\text{number of events per second} = \text{luminosity} (\text{pb}^{-1} \text{ s}^{-1}) \times \text{cross section} (\text{pb})$$

EXAMPLE: HIGGS BOSON PRODUCTION AT THE LHC

During its 13 TeV run, the LHC reached a peak instantaneous luminosity of 0.0206 inverse picobarns per second, and the total production cross section of a 125 GeV Higgs boson was measured to be about 50 picobarns. Using this information and the equation above, we can calculate the number of Higgs bosons produced per second:

$$\text{number of events per second} = 0.0206 \text{ pb}^{-1} \text{ s}^{-1} \times 50 \text{ pb} = 1.03 \text{ Higgs bosons per second}$$

In other words, it takes hundreds of millions of proton-proton collisions to produce just one Higgs boson. Moreover, only about 1 in 1000 Higgs bosons can be easily distinguished.

<https://atlas.cern>

Cross Section and Luminosity

This sheet defines [cross section](#) and [luminosity](#), presents examples of LHC cross sections, and introduces the method used to determine number of events.

Keywords: cross section, luminosity

Download in [English](#), [German](#)

THE ATLAS COLLABORATION

COUNTRIES WITH INSTITUTIONS PARTICIPATING IN THE ATLAS COLLABORATION, AS OF DECEMBER 2020

The ATLAS Collaboration is one of the largest scientific collaborations, composed of around 5700 physicists, engineers, technicians, students and administrators. ATLAS has 2900 scientific authors from 188 institutions (243 institutes) around the world, representing 38 countries; however, the number of nationalities represented is closer to 100.

ATLAS scientists work in small groups, doing research on many interesting topics of high energy physics. The organisational structure allows teams to self-manage and members participate in the decision making and the election of leadership. Any work produced within the collaboration is shared with all members of ATLAS and undergoes rigorous review before results are made public.

The only way to execute such a challenging project, with the required intellectual and financial resources, and to maximise its scientific output is through international collaboration. The countries participating in ATLAS provide investment through project funds, with contributions also coming from CERN, and some resources from individual universities and laboratories.

<https://atlas.cern>

The ATLAS Collaboration is one of the largest scientific collaborations, composed of around 5700 physicists, engineers, technicians, students and administrators.

Download in [English](#), [Spanish](#), [French](#), [Italian](#), [German](#), [Portuguese](#)

DETECTOR OVERVIEW

Labels: Muon Spectrometer, Toroid Magnets, Tile Calorimeter, LAr Hadronic End-cap and Forward Calorimeters, Pixel Detector, Transition Radiation Tracker, Semiconductor Tracker, Solenoid Magnet, LAr Electromagnetic Calorimeter.

ATLAS is the largest detector ever constructed for a particle collider: 46 metres long and 25 metres in diameter. Its construction pushed the limits of existing technology.

ATLAS is designed to record the billions of high-energy proton or ion collisions at the LHC. New particles fly out from the collision point in all directions and interact with the different ATLAS sub-detectors.

Each sub-detector makes up a different layer of the detector and plays a unique role. More than 100 million sensitive electronics channels are used to record the particles produced by the collisions, which are then analysed by ATLAS scientists to identify and reconstruct individual particles.

<https://atlas.cern>

ATLAS is the largest detector ever constructed for a particle collider: 46 metres long and 25 metres in diameter.

Download in [English](#), [Spanish](#), [French](#), [Italian](#), [German](#), [Portuguese](#)

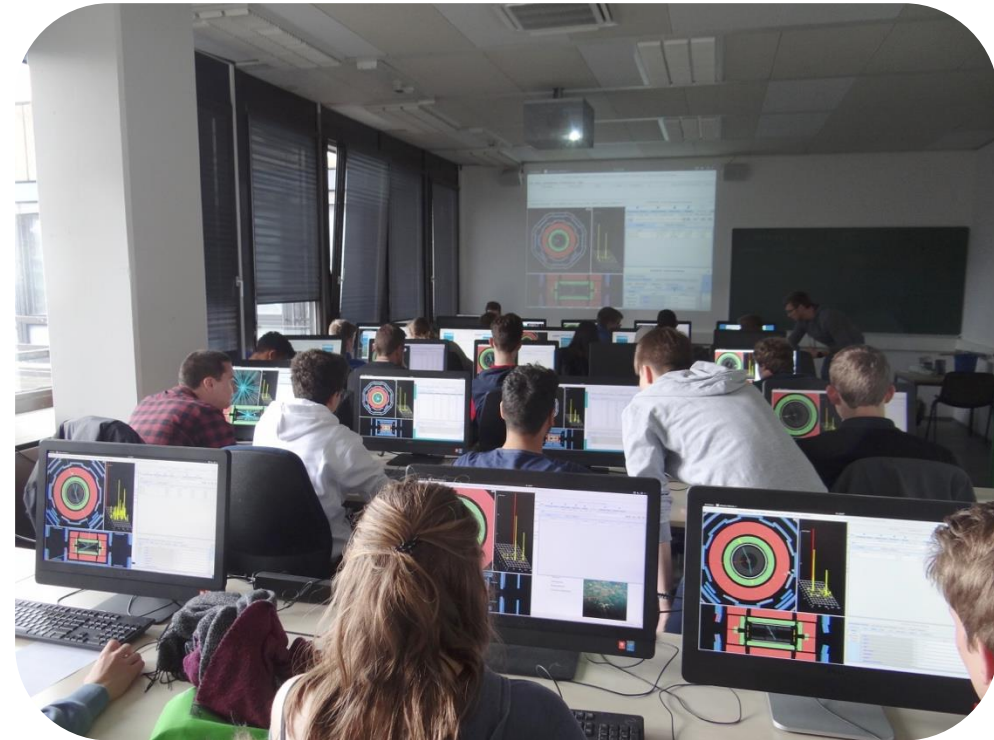


Die Fachgruppe Physik bietet für Schüler*innen aus der Bergischen Region Plätze für Praktika in verschiedenen Gruppen an

- Experimentelle Teilchenphysik
- Astroteilchenphysik
- Atmosphärenphysik
- Physik der kondensierten Materie

Mehr Informationen sind auf der Seite der FK4 zu finden.

Die Praktika bieten eine tolle Möglichkeit den Alltag von Wissenschaftler*innen kennenzulernen und erste Kontakte mit Forschungsgruppen zu knüpfen.



Einfach Scannen!

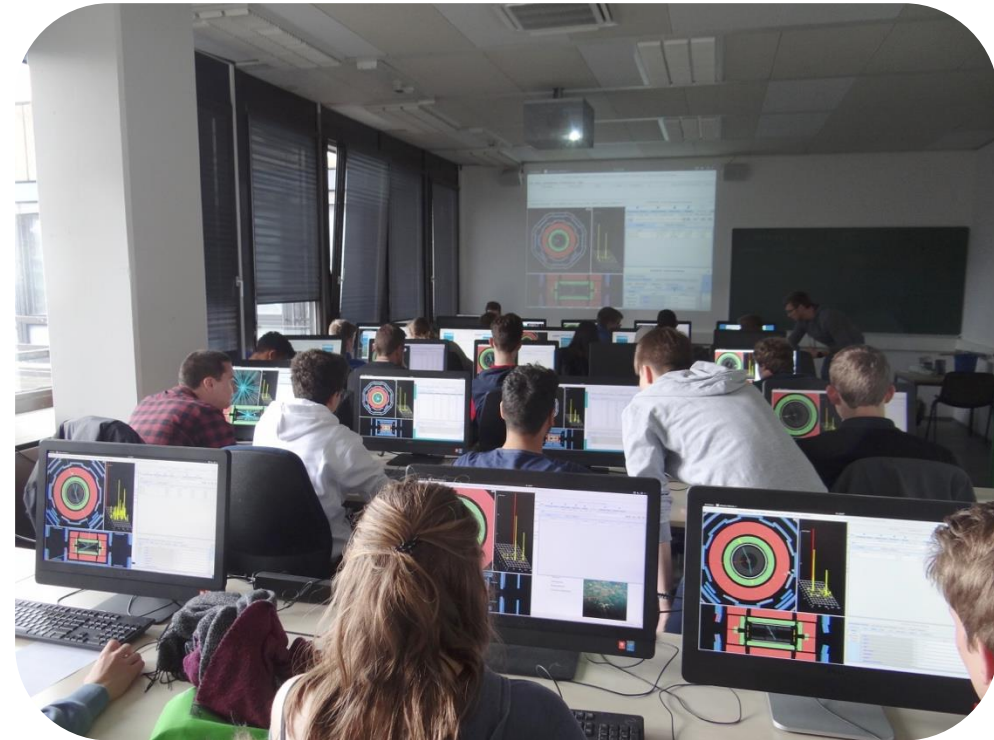


Die Fachgruppen Chemie, Physik, Mathematik und Informatik der Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften öffnen am Girl's Day ihre Türen

- Ihr könnt aus mehreren Angeboten der Fakultät wählen und neue Berufsfelder erkunden
- Neben Laborbesichtigungen gibt es auch kleine Vorlesungen, in denen ihr auch kennenlernt, wie das Lernen an der Universität funktioniert

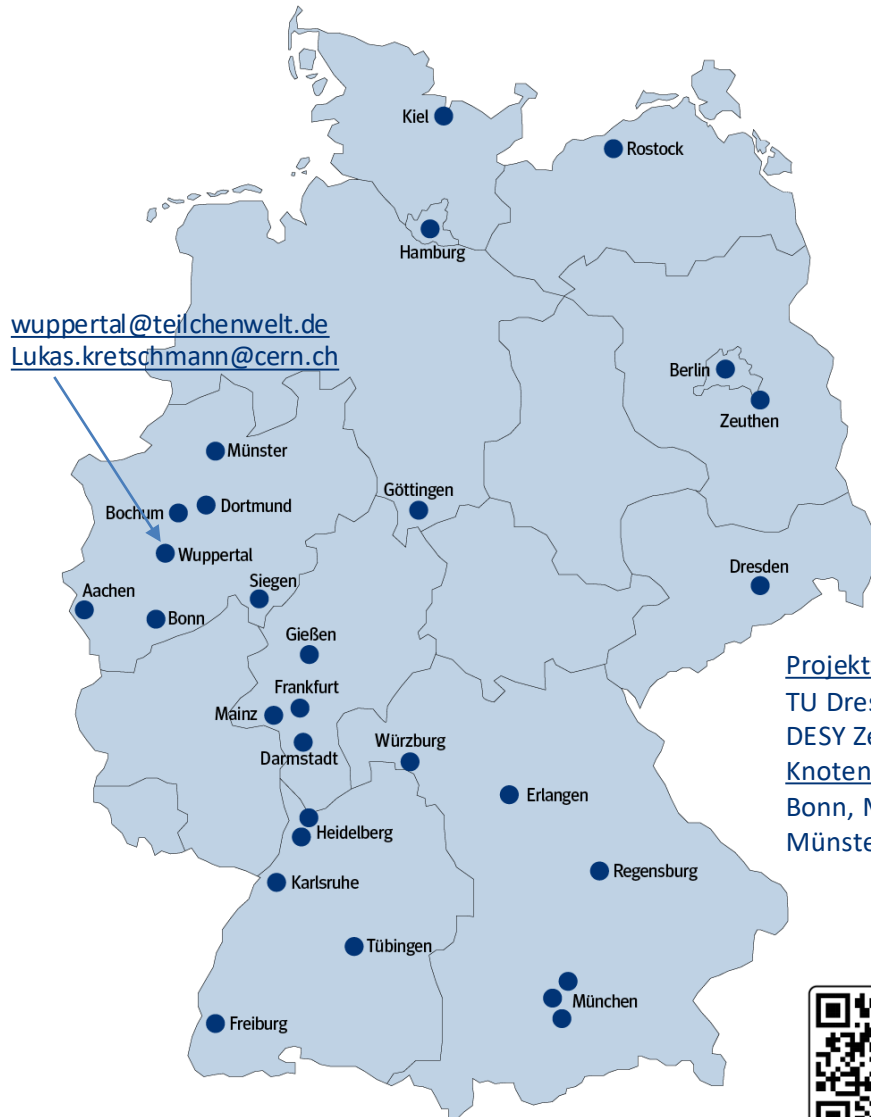
Mehr Informationen sind auf der Seite der FK4 zu finden.

Der nächste Girl's Day findet am 23.04.2026 statt und die Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften ist wieder dabei und öffnet die Türen für euch.



Einfach Scannen!





wuppertal@teilchenwelt.de
Lukas.kretschmann@cern.ch

Projektteam:
TU Dresden, CERN,
DESY Zeuthen
Knotenpunkte:
Bonn, Mainz,
Münster



@NetzwerkTeilchenwelt



NETZWERK
TEILCHENWELT



PROJEKTLEITUNG



PARTNER



SCHIRMHERRSCHAFT



FÖRDERER

GEFÖRDERT VOM



DR. HANS RIEGEL-STIFTUNG



Wozu sollten sich Wissenschaftler*innen äußern?

zu den Ergebnissen ihrer eigenen Forschung



zu den Ergebnissen anderer Wissenschaftler, die zum gleichen Thema forschen



zu den Methoden, die sie in ihrer Forschung nutzen



zu den gesellschaftlichen Auswirkungen ihrer Forschung



zur generellen Rolle von Wissenschaft in der Gesellschaft

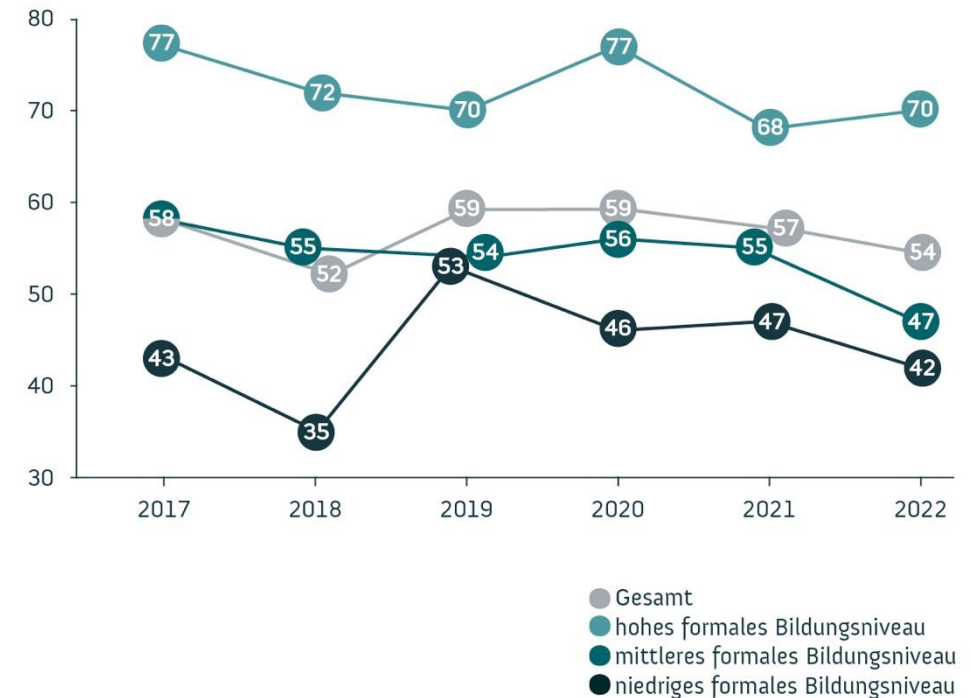


zu Aussagen oder Entscheidungen von Politikern,
die sich auf wissenschaftliche Erkenntnisse berufen



● sehr wichtig ● wichtig ● teils, teils ● weniger wichtig
● überhaupt nicht wichtig ● weiß nicht, keine Angabe

Interesse an Forschung nach formalen Bildungsniveau



Vermittlung der eigenen Forschung und Methoden.
**Junge Forscher*innen als authentische Vermittler*innen
und Role-Models**

Interesse durch breite und gezielte Ansprache verstärken

[Wissenschaftsbarometer 2022](#)



Fragen in der Öffentlichkeit beantworten, auf die Menschen zugehen („Reach out“)

Allgemeine Ziele

- Neugierde auf Grundlagenforschung und Interesse wecken
- Anregung für MINT Studiengänge
- Wertschätzung der Grundlagenforschung erhöhen
- Wissenschaftliche Methodik / Wesen der Wissenschaft (Nature of Science) erläutern

Persönliche Ziele

- Selbstwirksamkeit als Wissenschaftler*in
- Aktive Rolle in der Gesellschaft spielen
- Kommunikationstraining, Projekte und Netzwerke



“Wissenschaft ist kein abgeschlossenes System, sondern lebt vom Austausch und der Kommunikation mit der Gesellschaft. Wir wollen Wissenschaftskommunikation systematisch auf allen wissenschaftlichen Karrierestufen und bei der Bewilligung von Fördermitteln verankern.”

Zitat aus dem [Koalitionsvertrag](#)



From internship to authorship: one student's unique journey in ATLAS

30 October 2023 | By Lukas Kretschmann



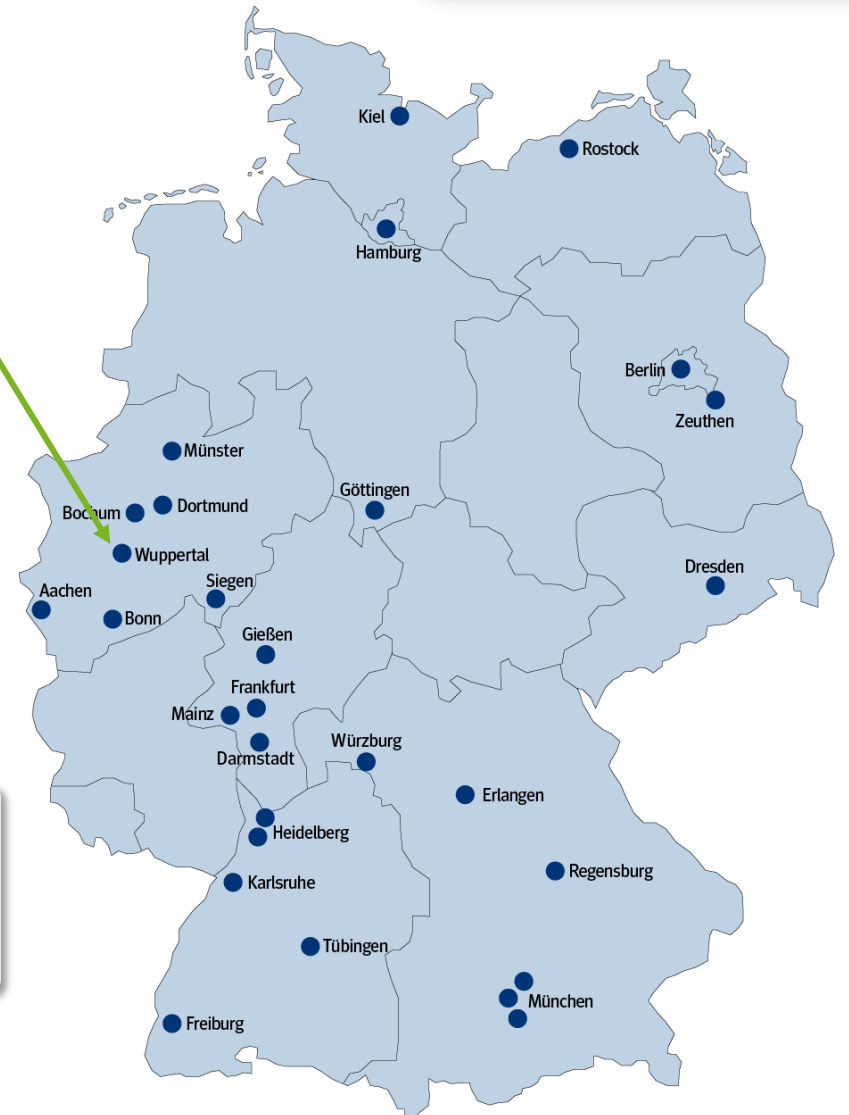
Lukas on shift in the ATLAS Control Room. (Image: J. Pham/CERN)



Fielding calls while on shift at the Inner Detector desk in the ATLAS Control Room. (Image: J. Pham/CERN)

It was a heartwarming atmosphere that underscored the sense of belonging to a larger team dedicated to the precise operation of the detector.

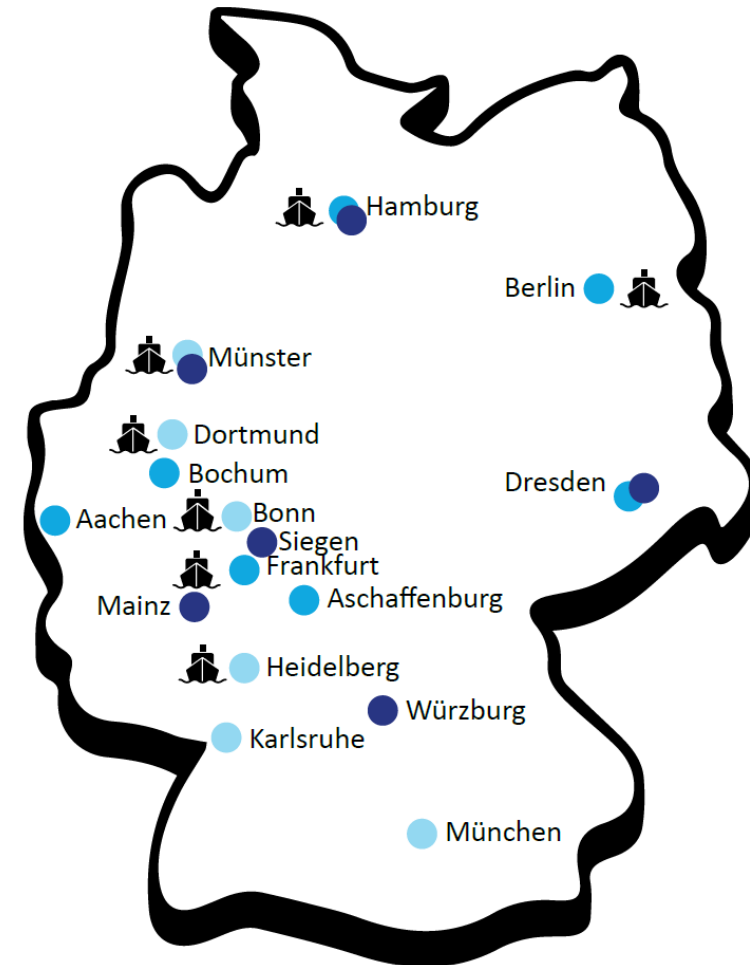
Struktur unterstützt gezielt motivierte Schüler*innen und fördert Nachwuchs für Forschung und Outreach!



@NetzwerkTeilchenwelt

Urknall unterwegs zeigt, wie Teilchenphysik unser Verständnis des Universums revolutioniert hat

- Besucher*innen können eine Zeitreise vom Urknall bis zur Gegenwart erleben
- Außerdem erfahren sie etwas über die Menschen, die in der Teilchenphysik wissenschaftlich arbeiten
- Wie und Warum wird hier geforscht? Wie wirkt sich das auf unseren Alltag aus?
- Wichtiger Bestandteil: Urknall-Guides, junge Vermittler*innen aus der Teilchenphysik/NTW
- Die Ausstellung vermittelt niedrigschwellig komplexe Inhalte und lädt dabei gleichzeitig zum Mitmachen ein
- Interaktive Spiele:
 - Universum-Lego
 - Hadronen-Jenga
 - Teilchen-Twister
- Machen generationsübergreifend Spaß und vermitteln dabei begreifbar Wissenschaft



@WeltMaschine



Interaktive Spiele machen generationsübergreifend Spaß und vermitteln dabei begreifbar auch komplexe Elemente der Wissenschaft/Teilchenphysik

Hadronen-Jenga



@NetzwerkTeilchenwelt

Teilchen-Twister

