

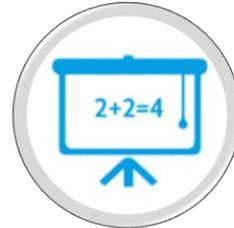
Uta Bilow, TU Dresden

# Wissenschaftskommunikation für die Physik der kleinsten Teilchen

Vermittlungsworkshop Netzwerk Teilchenwelt | Fulda 2023

# BMBF Forschungsrahmenprogramm ErUM

- Förderung für Physik der kleinsten Teilchen in [ErUM](#)
- 4 Handlungsfelder
  - Großgerätelandschaft
  - Vernetzung
  - MINT Nachwuchs
  - Transfer & Partizipation



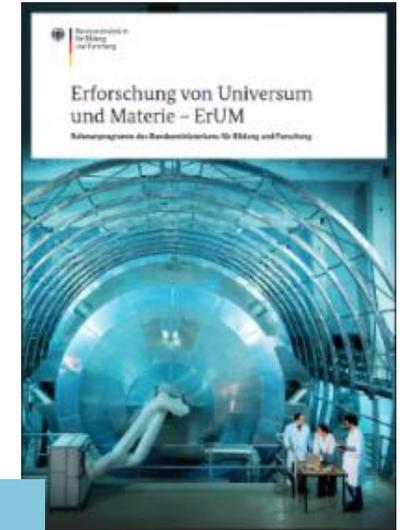
## MINT-Nachwuchs

- Nachwuchs für MINT-Fächer faszinieren.
- Wissenschaftlichen Nachwuchs qualifizieren.
- Karriereperspektiven schaffen.



## Transfer und Partizipation

- Wissenstransfer von Forschung in Wirtschaft und Gesellschaft anregen.
- Dialog zwischen Forschung und Bürgerinnen und Bürgern intensivieren.



→ Outreach ist integrale Komponenten der Forschung



# Akteure

- 30 Unis/Forschungsinstitute
  - Vielfältige lokale Aktivitäten (Lange Nacht, Physik am Samstag, Tag der offenen Tür, Kinderuni, Schülerlabor etc.)
- Netzwerk Teilchenwelt
  - Seit 2010 etablierte Marke
  - Gemeinsame Programme, Strukturen und Materialien für Outreach
  - Seit 2010: Teilchen- und Astroteilchenphysik
  - Seit 2019: Kern- und Hadronenphysik
  - Förderung vom BMBF (Projekt: KONTAKT2)



# Stufenprogramm für Jugendliche



© Juliana Socher

Masterclasses in Schulen,  
Lernorten oder online



© Netzwerk Teilchenwelt

Eigenes Engagement,  
Detektor-Projekte, ...



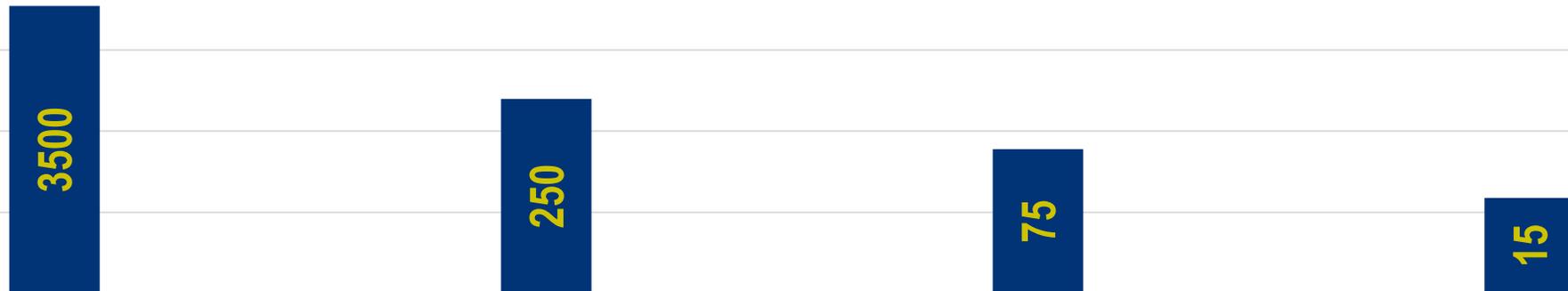
© Netzwerk Teilchenwelt

Mehrtägige Workshops  
z. B. CERN u. Mainz



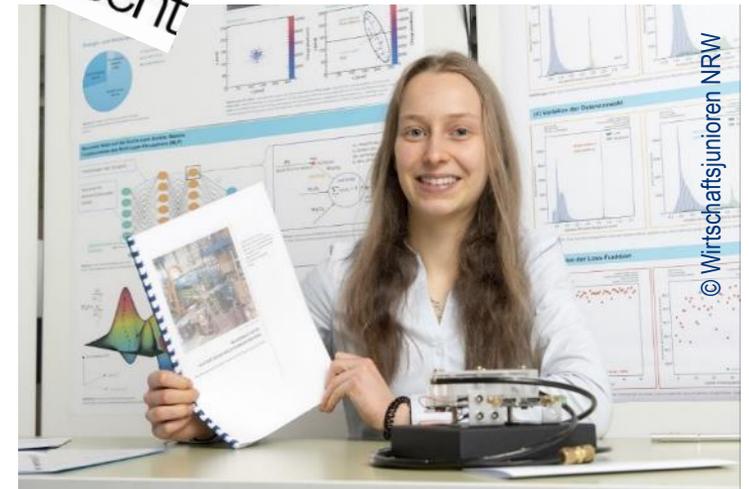
Forschungs-  
projekte  
(Standorte/CERN)

Anzahl  
Jugendliche/Jahr



# Own research projects: examples

- [Deep Learning Models for Energy Estimation in CMS HGCAL L1 Trigger](#) (Felix Hansen)
- [First data classification at the InGrid detector at the CAST experiment using deep learning](#) (Carolin Kohl)
- [The AWAKE experiment](#) (Björn Dörschel)
- [The effects of radiation on the CMS pixel detector](#) (Katharina Ploog)
- [Machine-learning based identification of highly collimated electron pairs from boosted Z boson decays](#) (Sophia Veneris)
- [131 Arbeiten, 37 Preisträger:innen](#)



# Vermittler:innen im Netzwerk Teilchenwelt



- ▶ ~ 150 Promovierende und Masterstudierende
- ▶ Durchführung Masterclasses, Betreuung Schülerforschungsarbeiten
- ▶ wichtige Funktion auch als Rollenvorbilder für Jugendliche

- ▶ Honorare und Fahrtkosten
- ▶ Fortbildungsangebote (WissKomm, Präsentation, Didaktik)
- ▶ Stammtische, Einführungsveranstaltungen „Spotlight on...“



- ▶ Soft skills, für persönliche und berufliche Entwicklung
- ▶ Interesse an der eigenen Forschung erleben
- ▶ Betreuung einüben



# Fellow program



- 133 people, 50% female
  - Mainly alumni of CERN workshops
    - Now often studying physics or shortly before that
- Close connection between highly motivated students and research groups



**Central offers:** Fellow physics schools (HEP, detectors), “Ask the expert” sessions (online), national physics conference attendance, etc.

**Local offers:** internships, excursions, invitation to outreach events, colloquia, regulars´ table, etc.



# Urknall Unterwegs

Seit Juli 2021 in ganz Deutschland

- Menschen auf öffentlichen Plätzen erreichen
- Jenseits des bereits interessierten Publikums in Museen etc,
- **Offene Struktur** und verschiedene Niveaus (**alle Altersgruppen**)
  - Tunnel: Zeitreise von den Sternen zum Urknall
  - Säulen: Teilchen und Wechselwirkungen, Forschungsmethoden, Spin-Offs / Menschen
  - Pavillon mit Spielen: Particle Twister, Quark Tower, LEGO
- Aufblasbar in and out-doors
- [Videoclip im RheinMainTV \(2:36\)](#)



- 2021/22
- steht fest
- in Planung

März: Hamburg | Dresden | Aschaffenburg  
April: Karlsruhe  
Mai: Berlin  
Juni: Aachen | Berlin | Münster | (Hamburg)  
Juli: Bochum | Dortmund | München  
August: Bonn | Heidelberg | Hamburg | Frankfurt

2023: z.T. mit Haltepunkten der MS Wissenschaft



# Lehrerfortbildungen „Forschung trifft Schule“

- Zweitägige Fortbildung, 6 x pro Jahr in verschiedenen Bundesländern
  - Theoriegebäude der Teilchenphysik
  - Teilchenphysikalische Forschungsmethoden (Beschleuniger und Detektoren)
  - Grundlagen der Astroteilchenphysik
  - Das Brout-Englert-Higgs-Feld und das Higgs-Teilchen
  - Basierende auf im Netzwerk Teilchenwelt entwickeltem Unterrichtsmaterial
- Zusätzlich Online-Varianten
- 1 Woche CERN Summer School, 1 x pro Jahr
  - Intensives Vortrags- und Besichtigungsprogramm
- Gefördert von der Dr. Hans Riegel-Stiftung



# Projektteam



Teamfoto November 2021



Carmen Richter

## ▪ 30 Standorte (Unis, HGF, MPG)

- Lol von 105 Arbeitsgruppen
- An jedem Standort mindestens eine Kontaktperson

## ▪ Zentral koordinierte Einbindung aller Akteure

- TU Dresden als **Leitung** ■
- CERN für CERN-Programme ▼
- DESY Zeuthen für Astroteilchen-Projekte ▼

## ▪ 3 Knotenpunkte ▼ seit 2020 (Verbund)

- Bonn zur regionalen Koordination
- Mainz und Münster zur Einbindung von Hadronen und Kernen





# Basisprogramm: Masterclasses

- Eintägige Projektstage
  - An Schulen, Unis, Schülerlaboren, Museen etc.
  - In Präsenz oder online als Masterclass@home (Corona...)
  - Anmeldung als ganze Klassen/Kurse oder einzeln (ab 15 J.)
  - Ca. 160 Masterclasses in 2019
  - Im Feb/März/April auch als „International Masterclass“ mit abschließender Videokonferenz mit CERN



# Why “Masterclass”?

As in a Masterclass in the arts, students work with an expert

Expert = particle physicist

Instead of, say, a violin, the subject is particle physics data analysis



# The idea behind Masterclasses

## Act as a "scientist for a day"

- Close to current research
- Own "hands-on" activities (listen = forget, see = remember, do = understand)

## Authentic experiences

- Analysis of real scientific data
- Meeting and discussion with scientists

## Get insight into the research process

- Use of relevant methods and tools
- Comparisons between experiment and theory



# Ablauf einer Masterclass

- Einführungsvortrag zum Standardmodell
  - Ladungen, Wechselwirkungen und Teilchen
  - Was wissen wir heute? Was sind offene Forschungsfragen?
- Forschungsmethoden
  - Wie funktioniert ein Beschleuniger, wie ein Detektor?
  - Wie misst man etwas?
- Forschungsfrage für die Masterclass
- Einführung in die Messung und die Software
- Hands-on: Analyse von Originaldaten verschiedener Experimente
- Auswertung
  - Ergebnis bringt Erkenntnisgewinn
- Werbeblock für Netzwerk Teilchenwelt ([Videoclip](#))

Durchführung: Promovierende, MA-Studierende (= Vermittler:innen)

→ Jugendliche treffen role models



# Lernziele einer Masterclass [\(Info im wiki\)](#)

## 1. Fachwissen

Die Jugendlichen

- benennen Themengebiete der aktuellen Forschung
- benennen Ladungen, Wechselwirkungen und Teilchen als die drei Basiskonzepte des Standardmodells der Teilchenphysik und beschreiben deren wechselseitige Beziehung
- benennen technologische Anwendungen und/oder Spin-off Technologien (z.B. Hadron-Therapie)

## 2. Erkenntnisgewinn

Die Jugendlichen

- werten experimentelle Daten auf vereinfachtem und didaktisch reduziertem Niveau aus und wenden dabei authentische fachtypische Analysemethoden an (Teilchen identifizieren, Prozesse rekonstruieren, Signal/Untergrund)
- beschreiben den Ablauf und die Organisation von Forschung (Experiment/Theorie, Bedeutung int. Kollaborationen)

## 3. Kommunikation

Die Jugendlichen

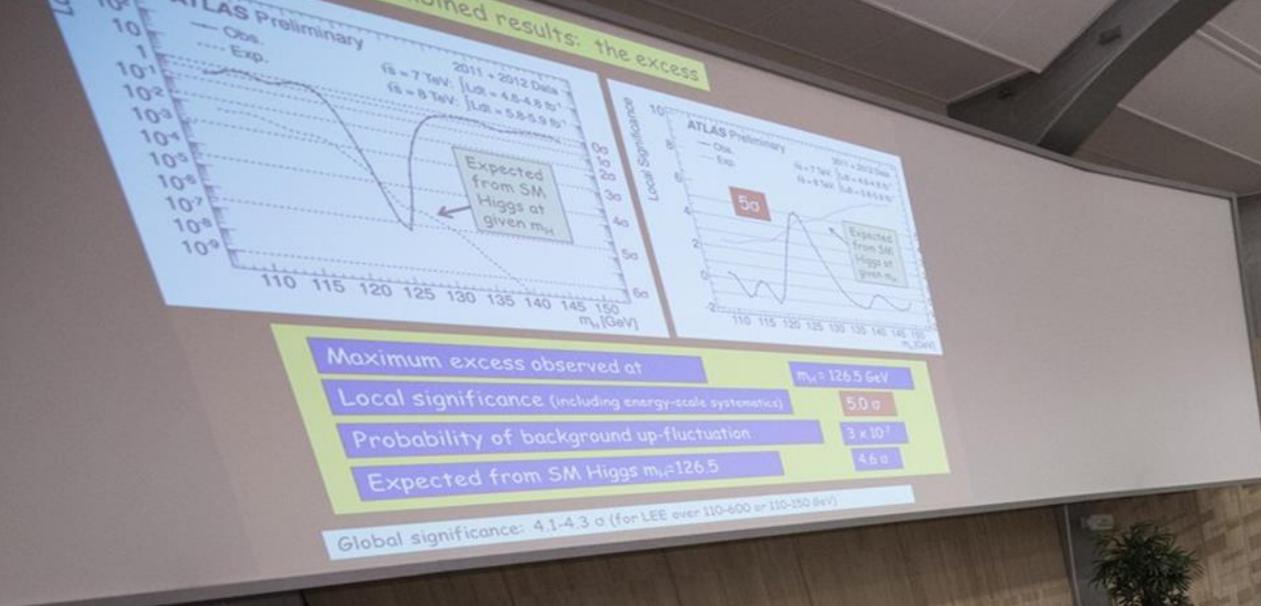
- nutzen geeignete Darstellungsformen, um ihre Ergebnisse zu visualisieren (z. B. Energie- oder Massenverteilungen)
- stellen ihre Ergebnisse vor
- formulieren eigene Fragen

## 4. Bewertung

Die Jugendlichen

- beurteilen die Bedeutung der Forschung für die Gesellschaft (menschliche Neugier, technische Anwendungen)
- reflektieren ihr Bild von Wissenschaftler:innen





Maximum excess observed at  $m_h = 126.5\text{ GeV}$

Local significance (including energy-scale systematics) 5.0  $\sigma$

Probability of background up-fluctuation  $3 \times 10^{-7}$

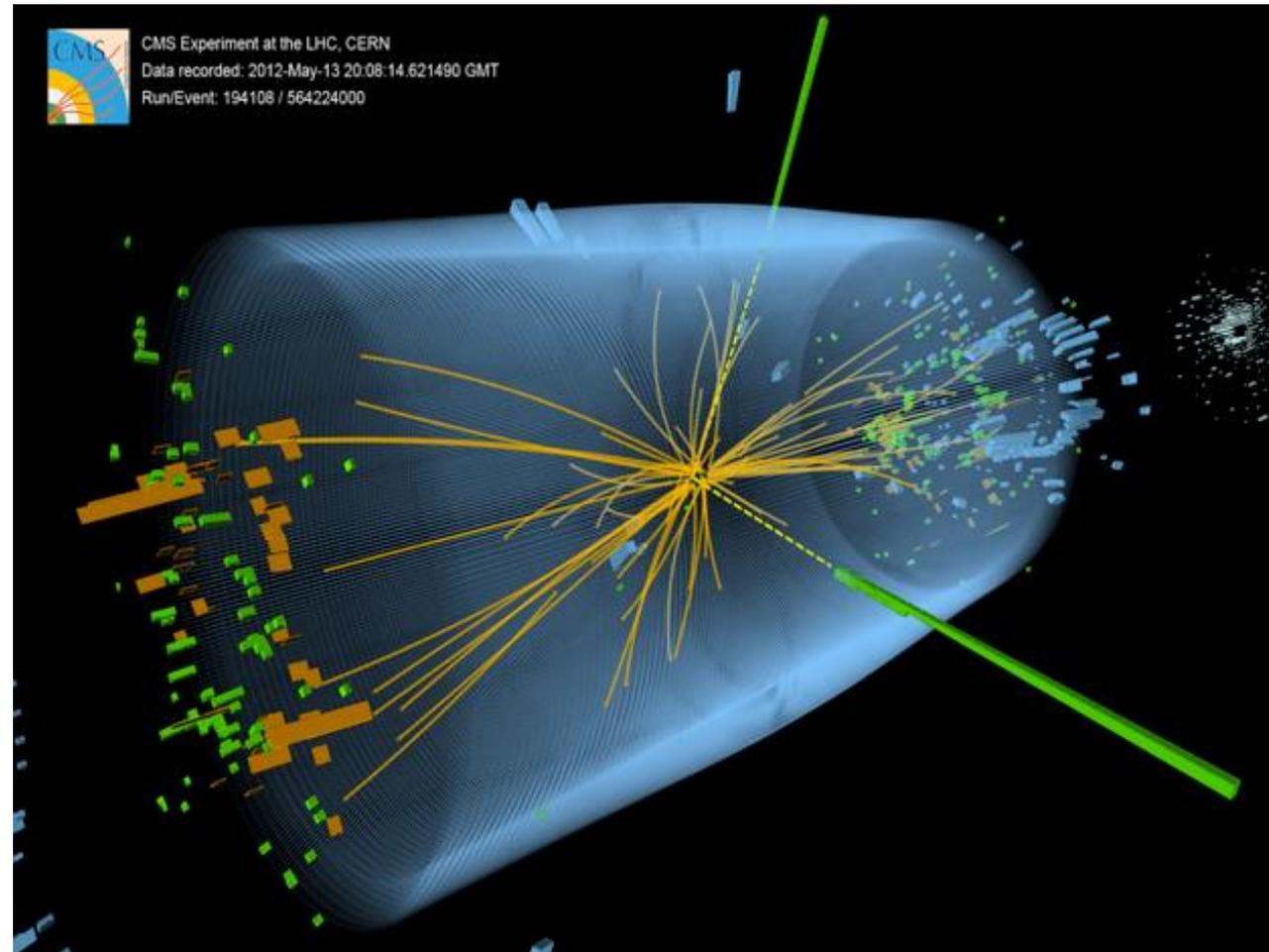
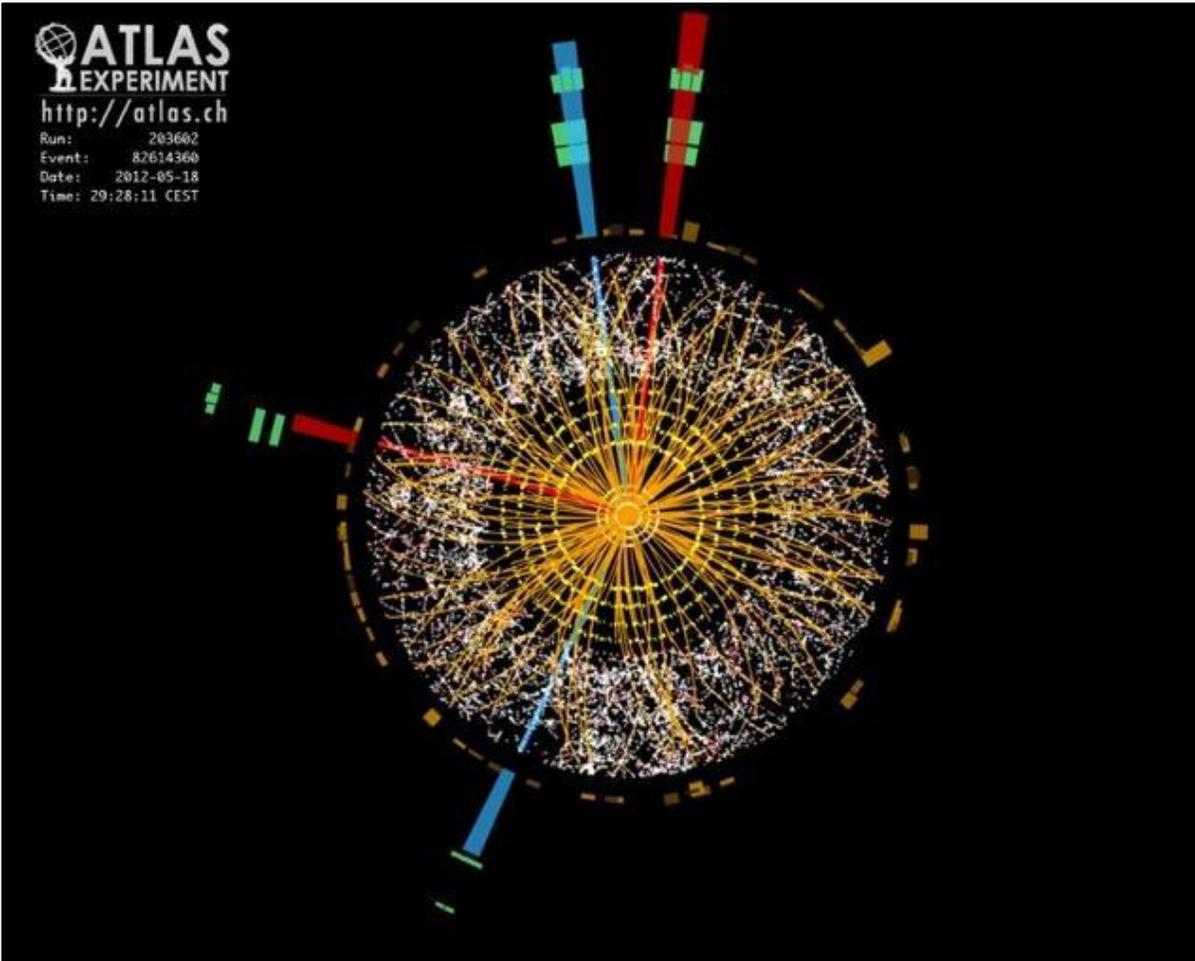
Expected from SM Higgs  $m_h = 126.5$  4.6  $\sigma$

Global significance: 4.1-4.3  $\sigma$  (for LEE over 110-600 or 110-150 GeV)

# Physics Seminar at CERN on July 4, 2012



# Higgs events







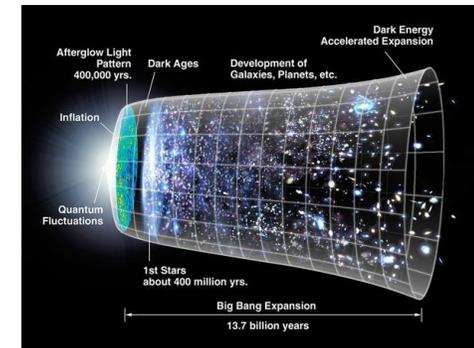
# Particle physics: a research area with a lot of potential

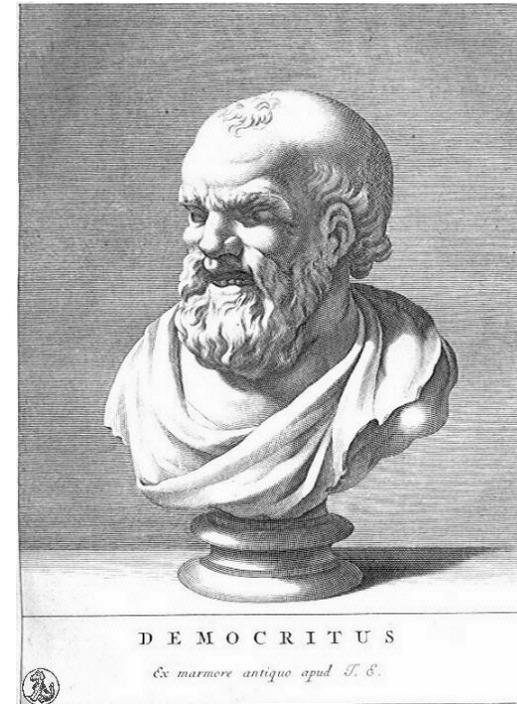
## Strength and chances:

- Strong media interest
- Many people are interested in fundamental questions
- Unique research methods and experimental setups
- Is connected to captivating terms, e.g. Big Bang, Antimatter

## Challenges:

- Modern physics often not in school curricula
- Many new concepts and perceptions
- Large number of new terms
- Connection to everyday experience



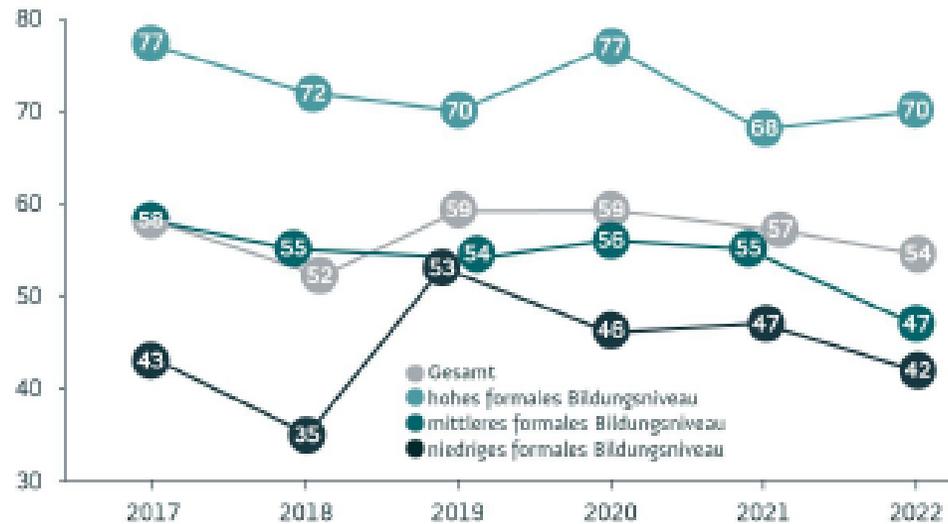


- Where do we come from?
- What are we made of (and the things around us?)
- What are the rules behind all this?

## Explanation

# Interesse an Wissenschaft

Interesse nach formalem Bildungsniveau



Gewünschte Äußerungen von Wissenschaftler\*innen...



## Wissenschaftsbarometer 2022

Interesse an Wissenschaft nicht homogen:  
**Potential durch breite und gezielte Ansprache ausschöpfen**

Vermittlung der eigenen Forschung und Methoden sind stark gewünscht  
**Junge Forscher\*innen als authentische Vermittler\*innen und Vorbilder**

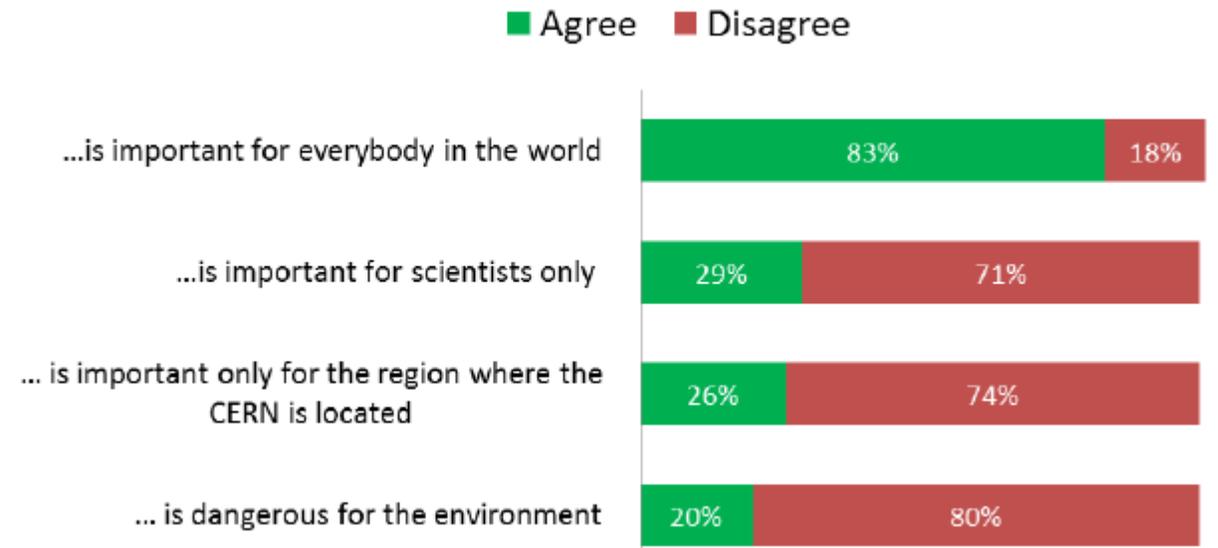
**Kleinste Teilchen stark nachgefragt:**  
 Wissenscluster in 14 000 Fragen des  
IdeenLauf im Wissenschaftsjahr 2022 – Nachgefragt!



Taxpayer

Fundamental research

## Scientific research at CERN ... (n=1,005)



**From: Scientific Research at CERN as a Public Good: A Survey to French Citizens** M. Florio et al. (2018) <http://cds.cern.ch/record/2635861>

**A price worth paying** R. Heuer (2020) <https://cerncourier.com/a/a-price-worth-paying/>

Explanation

Legitimation



# Horizon Europe Programme

## MISSION

Strengthen scientific & technological bases  
 Boost innovation capacity, competitiveness & jobs  
 Deliver on citizens' priorities & sustain our socioeconomic model & values



European Commission  
 proposal budget 2021-2027

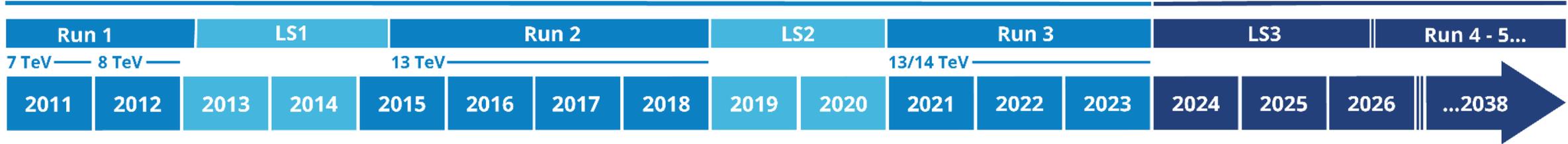
Explanation

Legitimation

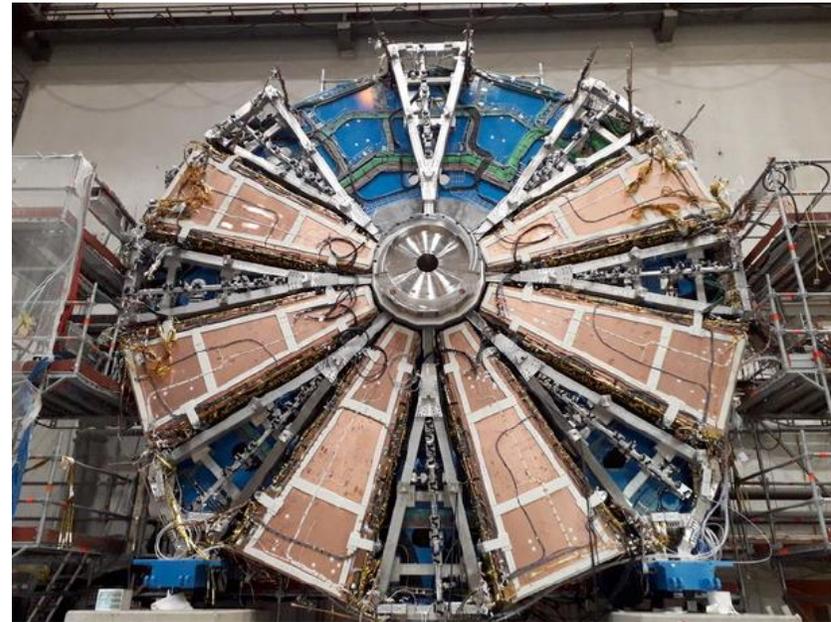
Visibility

# Large Hadron Collider (LHC)

# HL-LHC



HL-LHC: High Luminosity LHC  
 LS: Long Shutdown  
 TeV: Tera electron Volt





Leon Lederman, 1980ies



Explanation

Legitimation

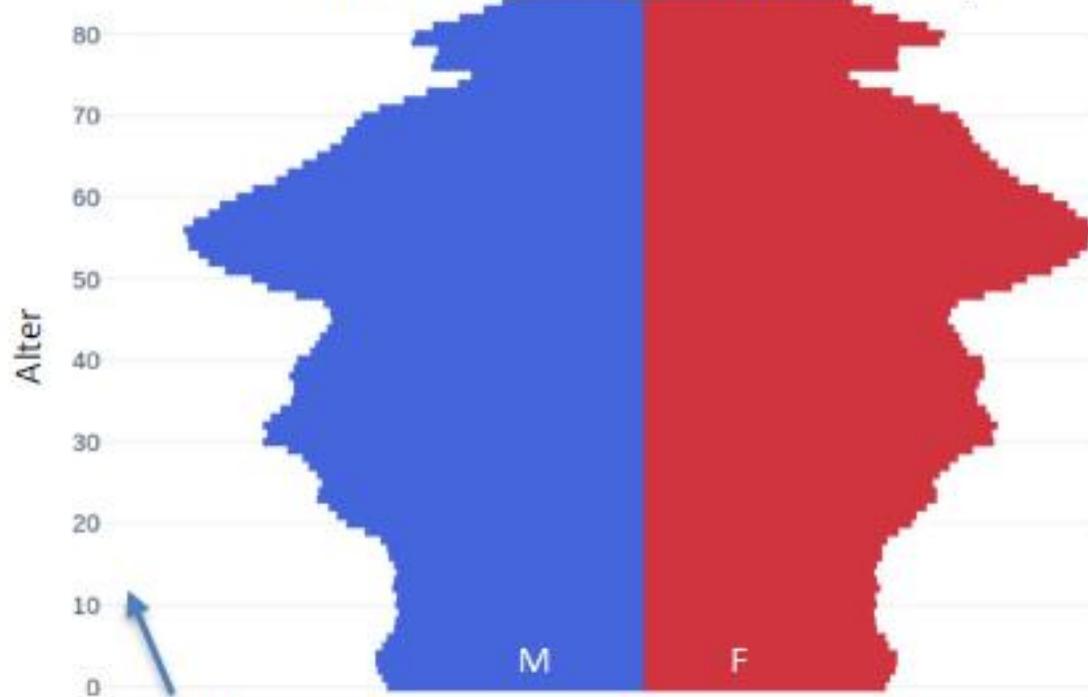
Visibilty

Next generation

# Öffentlichkeit



Anteile an der deutschen Bevölkerung (2020)



ab ca. 10J

m/w-Schere beim Selbstvertrauen in MINT öffnet sich ([ypulse](#))

Mädchen unterschätzen ihre Mathefähigkeiten ([DIW](#))

[wiki](#)

Koalitionsvertrag “Mehr Fortschritt wagen”:  
“Wissenschaft ... lebt vom Austausch und  
der Kommunikation mit der Gesellschaft.”

## Handlungsfelder ErUM Rahmenprogramm



### Transfer und Partizipation

- Wissenschaftstransfer von Forschung in Wirtschaft und Gesellschaft anregen
- Dialog zwischen Forschung und Bürgerinnen und Bürgern intensivieren



### MINT Nachwuchs

- Nachwuchs für MINT Fächer faszinieren
- Wissenschaftlichen Nachwuchs qualifizieren
- Karriereperspektiven schaffen

Physik BSc 2021

2439

390

Outreach: Wir gehen zu den Menschen.

Austausch befördert Selbstwirksamkeit als Wissenschaftler\*in



QAA Podcast on Twitter: "Tonight's epi...  
[twitter.com](https://twitter.com)



CERN AND THE GATES OF HELL | ВКонтакте  
[vk.com](https://vk.com)



Pin on For the Home  
[pinterest.com](https://pinterest.com)



CERN Concern News - Home | Facebook  
[facebook.com](https://facebook.com)



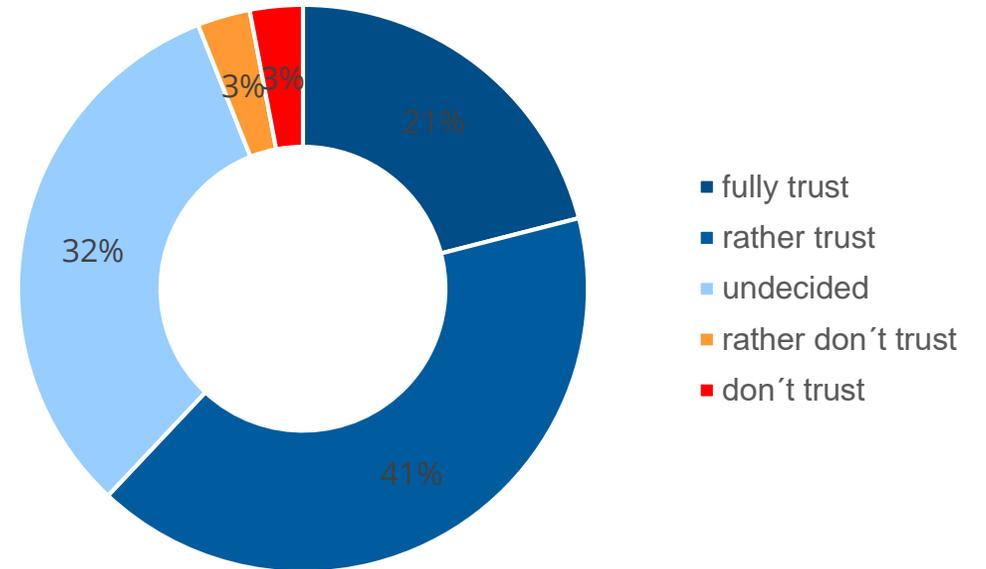
LHC  
[pinterest.com](https://pinterest.com)



JULY 5, 2022. WILL A PORTAL TO HELL WILL ...  
[theworldhour.com](https://theworldhour.com)



“How much do you trust science and research?”  
Wissenschaftsbarometer 2021



Source: Wissenschaft im Dialog/Kantar

Explanation

Legitimation

Visibility

Next generation

**Trust in science**

## Quotes from Masterclasses moderators:

*“The best thing is actually answering the questions and seeing how excited and how happy they are, waving at the camera. They're really excited to be talking to physicists based at CERN!”*

*“It is very satisfying, because we do many video conferences and rarely do people cheer on the other side if you say something. Here they do!”*



Explanation

Legitimation

Visibility

Next generation

Trust in science

Fun

# Zusammenfassung

- Outreach ist **integraler Bestandteil der Forschung**
  - Öffentlichkeit informieren
  - Nachwuchs sichern
- **Masterclasses** sind ein bewährtes und robustes (COVID19!) Format
- **Netzwerk Teilchenwelt** stellt Strukturen, Programme und Materialien für alle Standorte bereit
- Win-win-win-win
  - **Jugendliche** erleben moderne Forschung
  - Fortbildungen und Unterrichtsmaterial für **Lehrkräfte**
  - **Fellows** (junge Studierende) sind frühzeitig mit der Forschung vernetzt
  - **Gruppenleiter:innen** gewinnen junge Talente für die Forschungsarbeit
  - **Vermittler:innen** erwerben soft skills und Punkte für den CV („dritte Mission“)