



# CERN Education Efforts and Open Science

Sascha Schmeling, Head of Teacher and Student Programmes  
CERN Open Science Strategy Working Group Meeting 20.09.2021

- Education is one of the missions of the Organization
- Throughout the Organization, different forms of education are present in more or less prominent ways
- This presentation is considering the formal CERN Education effort, which is hierarchically located in the ECO group of IR, and some connections within CERN
- The Education resp. Education Research Team at CERN is always open to new collaborations inside the Organization and beyond







# Education @ CERN – Today



International Relations Sector  
Secteur Relations Internationales

## CERN Education Programme for Teachers and Students



Teacher Programmes

1 staff   
½ doct 

S’Cool LAB

1 fellow   
2 doct    
1 technician 




Competitions

2 fellows  

Internships

1 fellow 

Publications

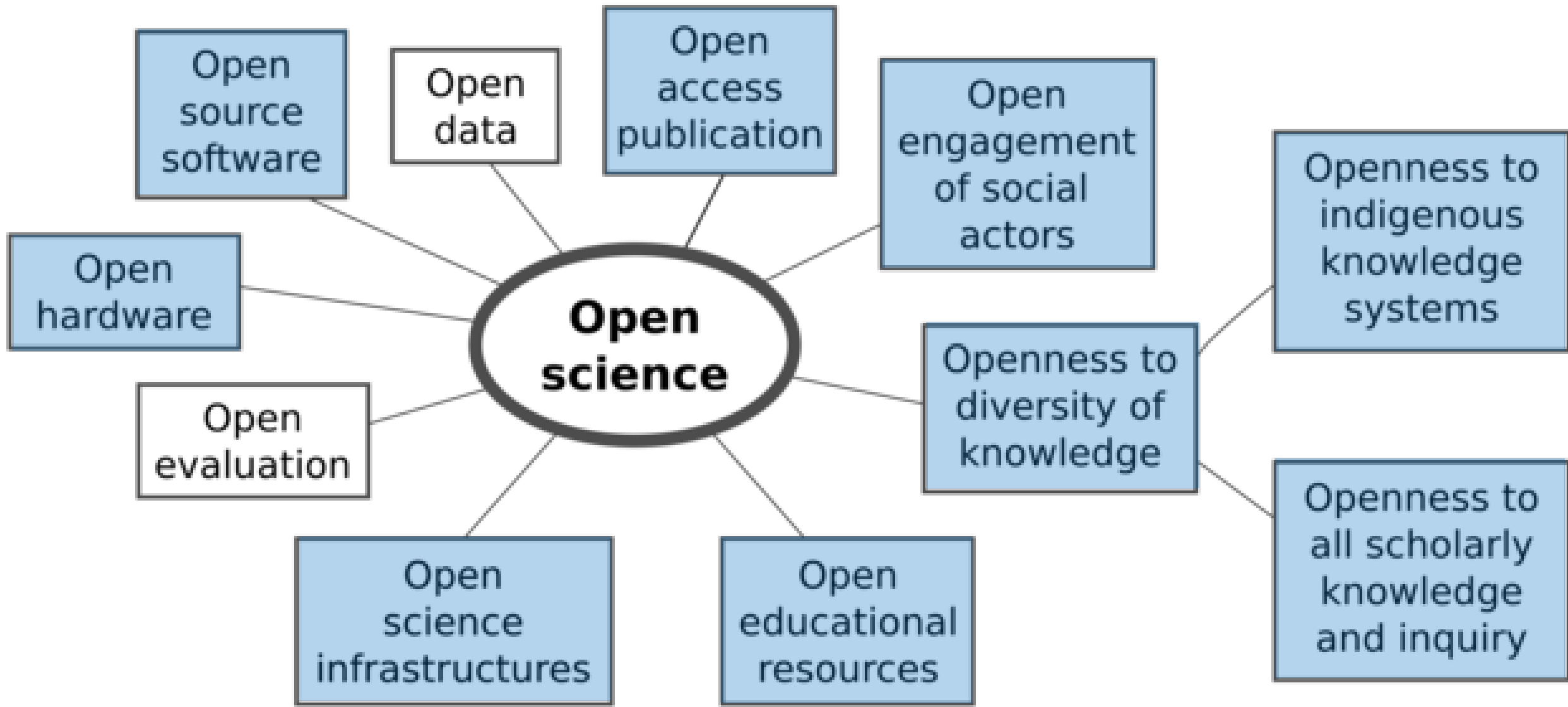
1 staff   
1 admin   
1 tech 

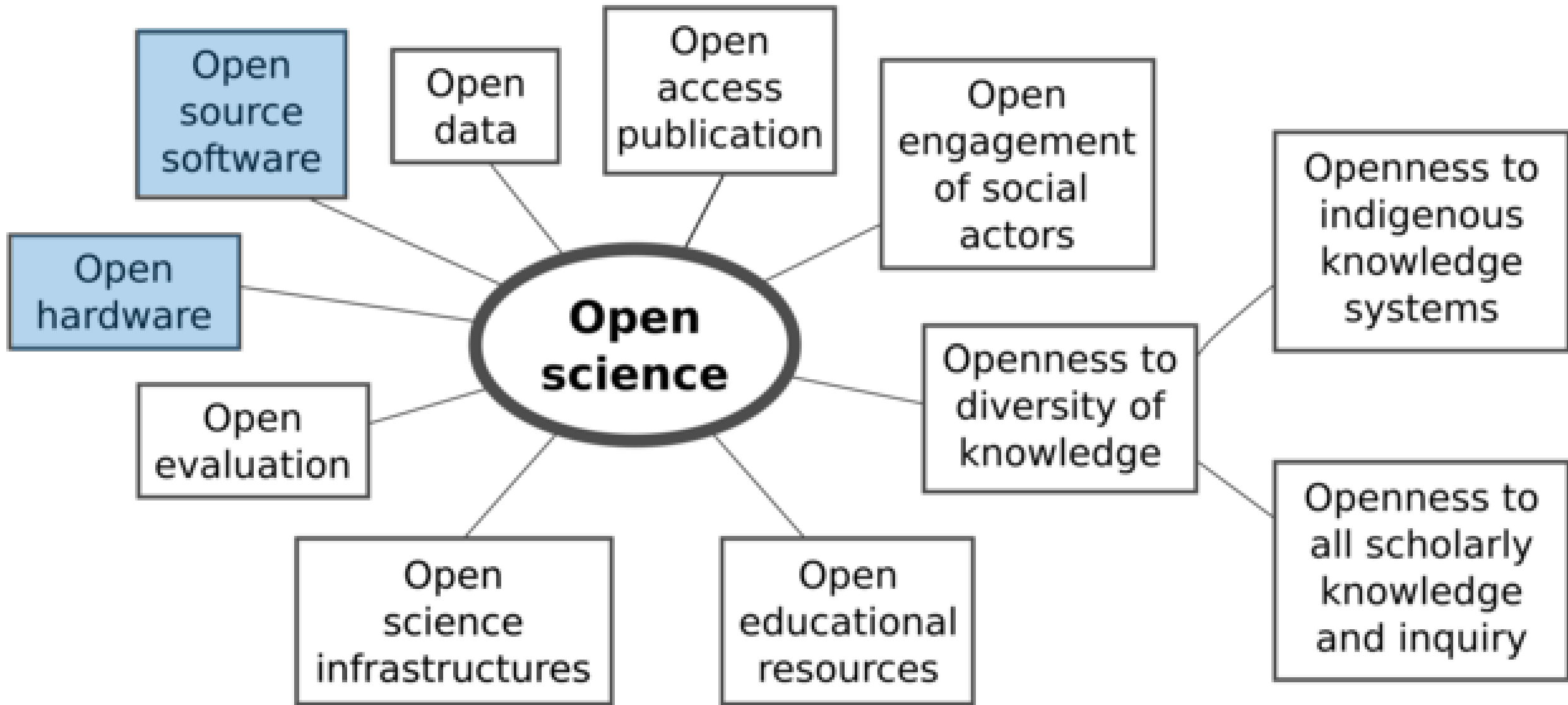
Collaboration 1 user 

Physics Education Research 3½ doct   



1 staff   
2 fellows  





# Open Science according to UNESCO

# Hands-On Experiments

- publications on experiments for the classroom and home

- smartphone physics
- 3D-printed experiments
  - interferometers
  - linear accelerator
- silicon detectors

**sensors** **MDPI**

Article  
**Smartphone and Tablet-Based Sensing of Environmental Radioactivity: Mobile Low-Cost Measurements for Monitoring, Citizen Science, and Educational Purposes**

Oliver Keller <sup>1,2,\*</sup>, Mathieu Benoit <sup>3,D</sup>, Andreas Müller <sup>2</sup> and Sascha Schmeling <sup>1</sup>

<sup>1</sup> CERN, Esplanade des Particules 1, 1217 Meyrin, Switzerland; Sascha.Schmeling@cern.ch  
<sup>2</sup> Section de Physique and Institut Universitaire de Formation des Enseignants (IUFE), Université de Genève, 1211 Genève, Switzerland; Andreas.Mueller@unige.ch  
<sup>3</sup> Département de Physique Nucléaire et Corpusculaire (DPNC), Université de Genève, 1211 Genève, Switzerland; Mathieu.Benoit@unige.ch

\* Correspondence: Oliver.Michael.Keller@cern.ch

Received: 7 August 2019; Accepted: 25 September 2019; Published: 1 October 2019

**Abstract:** Sensors for environmental radioactivity based on two novel setups using photodiodes, on the one hand, and an advanced tablet-based hybrid pixel detector, on the other hand, are presented. Measurements of four kinds of terrestrial and every-day radiation sources are carried out: Airborne radon, a mineral containing traces of uranium, edible potassium salt, and an old radium

3D gedruckte Experimente zur modernen Physik

## 3D-gedruckte Experimente zur modernen Physik

Vom Michelson-Interferometer zum Quantenradierer

Fabian Bernstein, Thomas Wilhelm & Sascha Schmeling

Lehrkräfte, die Schülerversuche im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe einsetzen wollen, stehen oft vor großen praktischen Herausforderungen: So ist Experimentiermaterial häufig nicht verfügbar, nicht funktionsfähig oder schlecht dokumentiert, es mangelt an Räumen und Platz zum Aufbau oder die notwendige Vorbereitungszeit steht in der Höhe des schulischen Alltags nicht zur Verfügung. In der Folge bleibt vielfach nur, auf Demonstrationsexperimente, Simulationen oder das Lehrbuch zurückzugreifen.

Eine neue Chance, diesen Herausforderungen zu begegnen, ergibt sich durch die zunehmende Verbreitung vergleichsweise günstiger, aber leistungsfähiger 3D-Drucker im schulischen Kontext. Diese ermöglichen, Experimentiermaterial selbst zu drucken und auch komplexe oder aufwändige Versuche

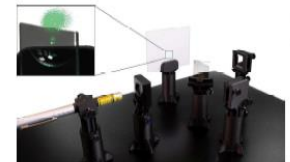


Abbildung 1: 3D gedrucktes Michelson-Interferometer



Abbildung 2a: Grundhalter



Abbildung 2b: Laserpointer-Halter



Abbildung 2c: Spiegel-Halter

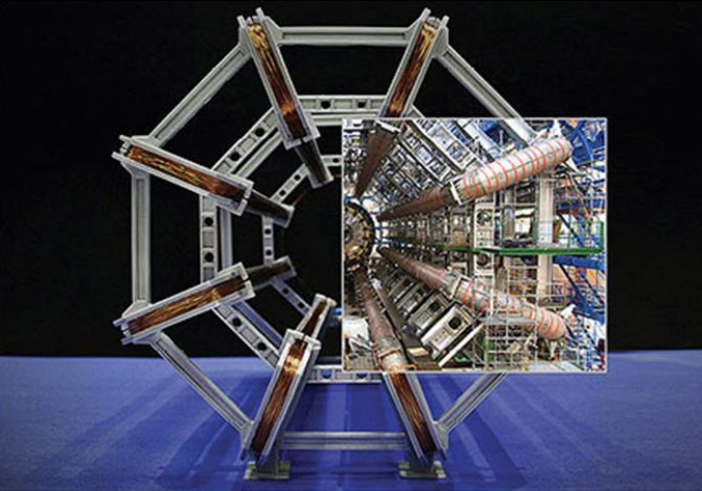
als Schülerversuche durchzuführen. Die Designfreiheit der additiven Fertigung kann dazu genutzt werden, Experimentiermaterial gezielt auf praktische Anforderungen abzustimmen und das Zusammenspiel mit Mikrokontrollern wie dem Arduino Uno erdacht darüber hinaus eine sensorgestützte Datenerfassung und die Durchführung quantitativer Experimente. In Verbindung mit „Microsoft Excel“ – können so aufgeschriebene Daten direkt und unkompliziert in Excel eingeleitet, weiterverarbeitet und visualisiert werden. Ingesamt können auf diese Weise hochwertige, ansprechende, interaktive und leistungsfähige Experimentierumgebungen kostengünstig realisiert werden.

Wie dies im Einzelnen aussehen kann, wird im Folgenden exemplarisch anhand zweier Schülerversuche der modernen Physik erörtert, dem Michelson-Interferometer sowie dem Mach-Zehnder-Interferometer in der Variante als Quantenradierer andersers. Das Michelson-Interferometer ist als Schlüsselversuch der modernen Physik anzusehen und hat, neben seiner Bedeutung für die spezielle Relativitätstheorie, durch Experimente zur Gravitationswellendetektion in jüngerer Zeit öffentliche Aufmerksamkeit erfahren. Beim Mach-Zehnder-Interferometer handelt es sich um ein interferometrisches Grundversuch, das in einer Erweiterung zum Quantenradierer als Analogieversuch eingesetzt wird, um Eigenheiten der quantenmechanischen Messprozesse zu demonstrieren [1].

Volume 2 • Number 3 • September 2020

# THE PHYSICS EDUCATOR

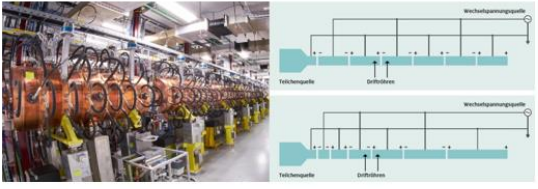
www.worldscientific.com/tp



großen Teilchendetektoren, ATLAS und CMS, deren schiere Dimensionen ehrfurchtgebietend

Verfügung gestellt werden [3].

Die ursprüngliche Form des Linearbeschleunigers beruht, vereinfacht gesagt, auf einer Anordnung



1) Der neu errichtete Linearbeschleuniger LINAC 4 am CERN © CERN 2020

2) Prinzip des Wechselspannungs-Linearbeschleunigers nach und nach. Oben: Mit gleich langen Driftrohren. Unten: Mit länger werdenden Driftrohren.

Figure 2. PIN diode and its amplifier circuit: (A) A dual-stage amplification circuit optimized for full waveform sampling at low audio sampling rates. (B) The surface of the silicon diode chip is exposed to radiation directly by removing the glass cover of the metal can package. The glass was broken off by carefully applying pressure using a wire cutter at four positions around the metal case.

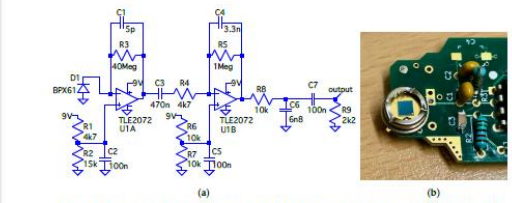
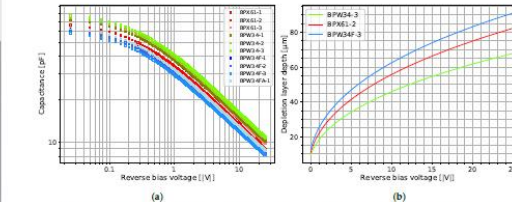


Figure 3. The C-V measurements of 10 diodes (four different variants) shown in (a) have been conducted with the Keysight B1500A at 1 MHz, 50 mV AC amplitude, parallel configuration, at 20 °C, and using a custom-built closed metal fixture. The depletion depth dependence on the reverse bias voltage in (b) is based on three of the C-V curves (min, max, and average) by applying Equation (1).



RWTH Aachen. Das Prinzip des Wechselspannungs-Linearbeschleunigers ist einfach: Elektrisch geladene Teilchen, die die Ionenquelle verlassen, passieren eine Abfolge von Driftrohren (s. Abb. 2). Beschleunigt werden sie in Driftrohren, wobei genau in den Driftrohren, wohingegen in den Driftrohren selbst das elektrische Feld geschirmt ist. Durch eine schicke Umpolung der an den Driftrohren anliegenden Spannung m richtigen Zeitpunkt wirkt auf die Teilchen stets ein beschleunigendes elektrisches Feld zwischen den Driftrohren. Dabei tritt allerdings eine Komplikation auf: Haben die Driftrohren alle dieselbe Länge (s. Abb. 2 oben), so ist es infolge der zunehmenden Geschwindigkeit der Teilchen erforderlich, die Frequenz der Wechselspannung ständig zu erhöhen. Je weiter die Teilchen die Driftrohren durchlaufen, desto schneller sind sie und desto höher muss folglich die Frequenz der Wechselspannung sein, damit die Teilchen nicht „außer Takt“ geraten. Diese Nachregelung der Wechselspannung ist unpraktisch, weshalb ein anderer Weg beschritten wird: Anstatt die Wechselspannung anzupassen, werden die einzelnen Driftrohren

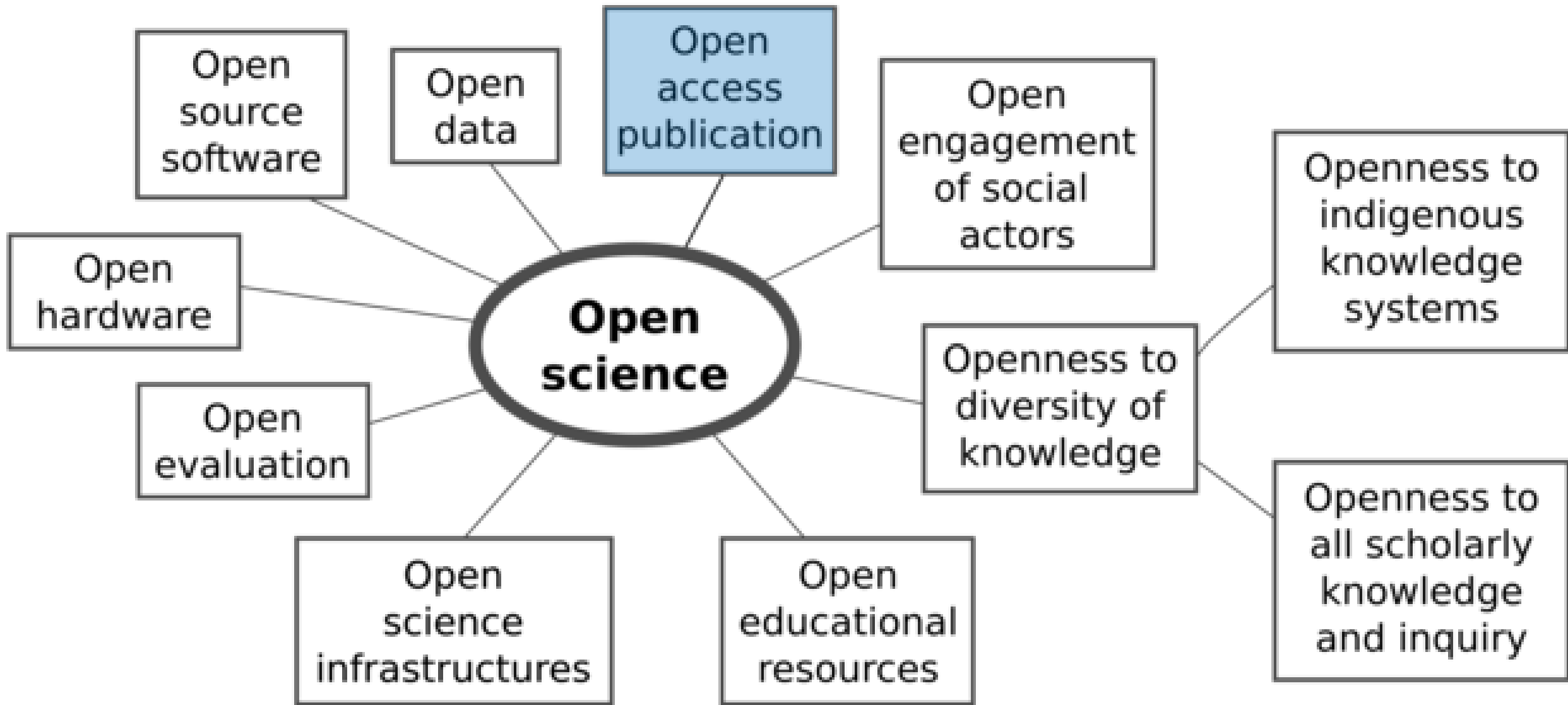
Ein selbstgedrucktes LINAC-Modell mit Arduino-Steuerung

Auf diesem Prinzip der Beschleunigung durch Wechselspannung beruht auch das konstruierte Beschleunigermodell, dessen vollständiger Aufbau Abbildung 3 zu entnehmen ist. Ein graphitbeschichteter Tischtennisball dient als zu beschleunigendes Objekt, die Beschleunigungsstrecke wird durch eine Plexigalschleife von 150 cm Länge gebildet. Für die Driftrohren wird Kupferpapier verwendet, das in Zeitpunkten automatisch zum richtigen Zeitpunkt geschaltet wird. Diese Erweiterung ist optional und modular, d.h. die Bauteile können, sofern gewünscht, zusätzlich und nachträglich zum Basissystem aufgesteckt werden. Die Gesamtkosten für den Aufbau mit Lichtschranken, aber ohne 3D-gedruckte Teile liegen bei ca. 100 €. Vorteilhaft ist der Zugang zu einem 3D-Drucker, da der Ausdruck bei Druckdienstleistern derzeit (02/2020) kostspielig ist (ca. 100 €). Recht leistungsfähig Einsteiger-3D-Drucker sind allerdings inzwischen ab ca. 200 € erhältlich und lassen sich für viele



4) 3D-gedruckter Hochspannungsschalter mit Servomotor

5) Das vollständige Beschleunigermodell mit Halterung für die Hochspannungsexperimentierkabel (rot) und Lichtschranken (schwarz)





- Together with Swiss Universities, we publish the only quadri-lingual education research journal
- PriSE has several sections especially inviting for open science, e.g.
  - research-based reports of practice
  - registered reports
- PriSE invites especially young researchers to publish

ISSN 2405-6057

**Progress  
in Science  
Education**

open access journal

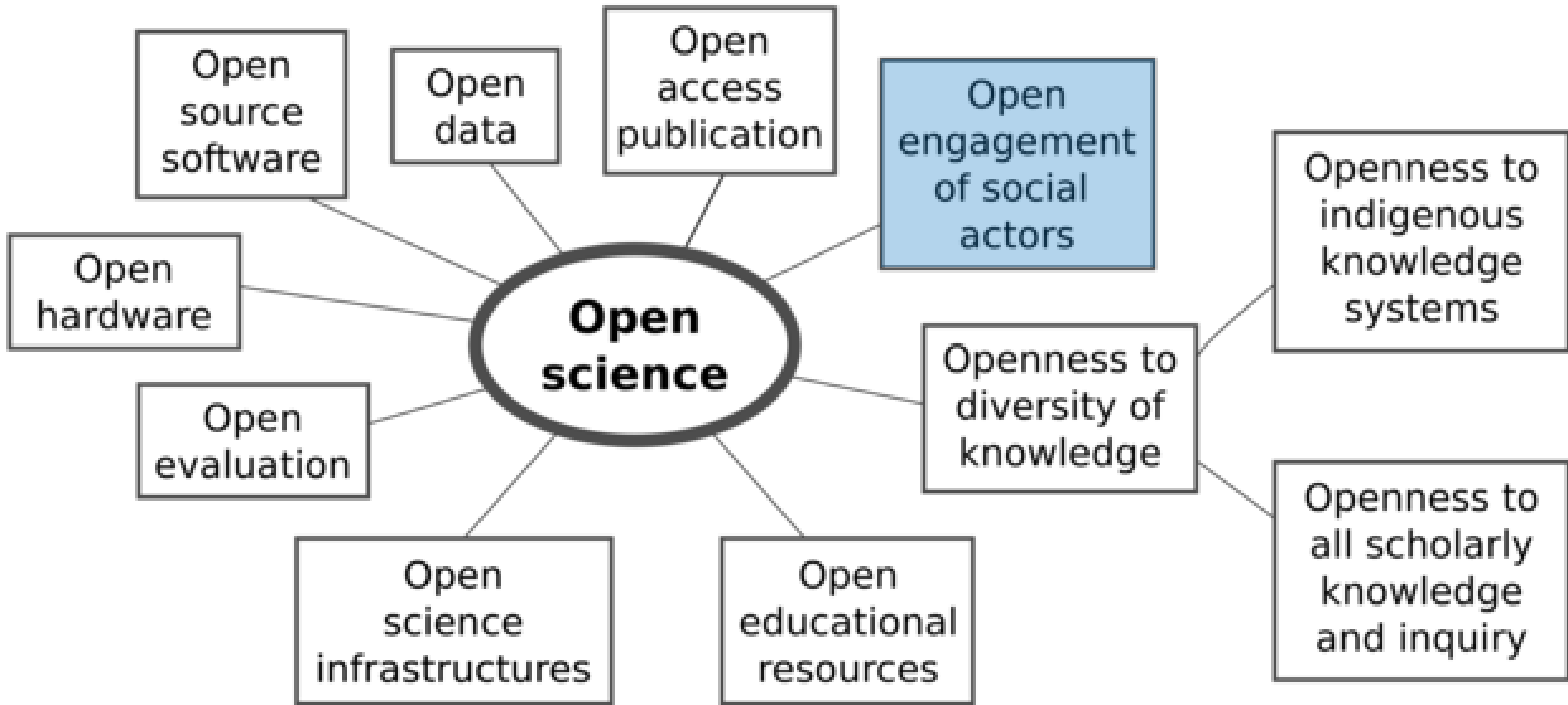
Special Issue:  
Bildung für nachhaltige  
Entwicklung lehren:  
von der Argumentation zur  
Umsetzung

Volume **4**  
Number **3**  
Year **2021**



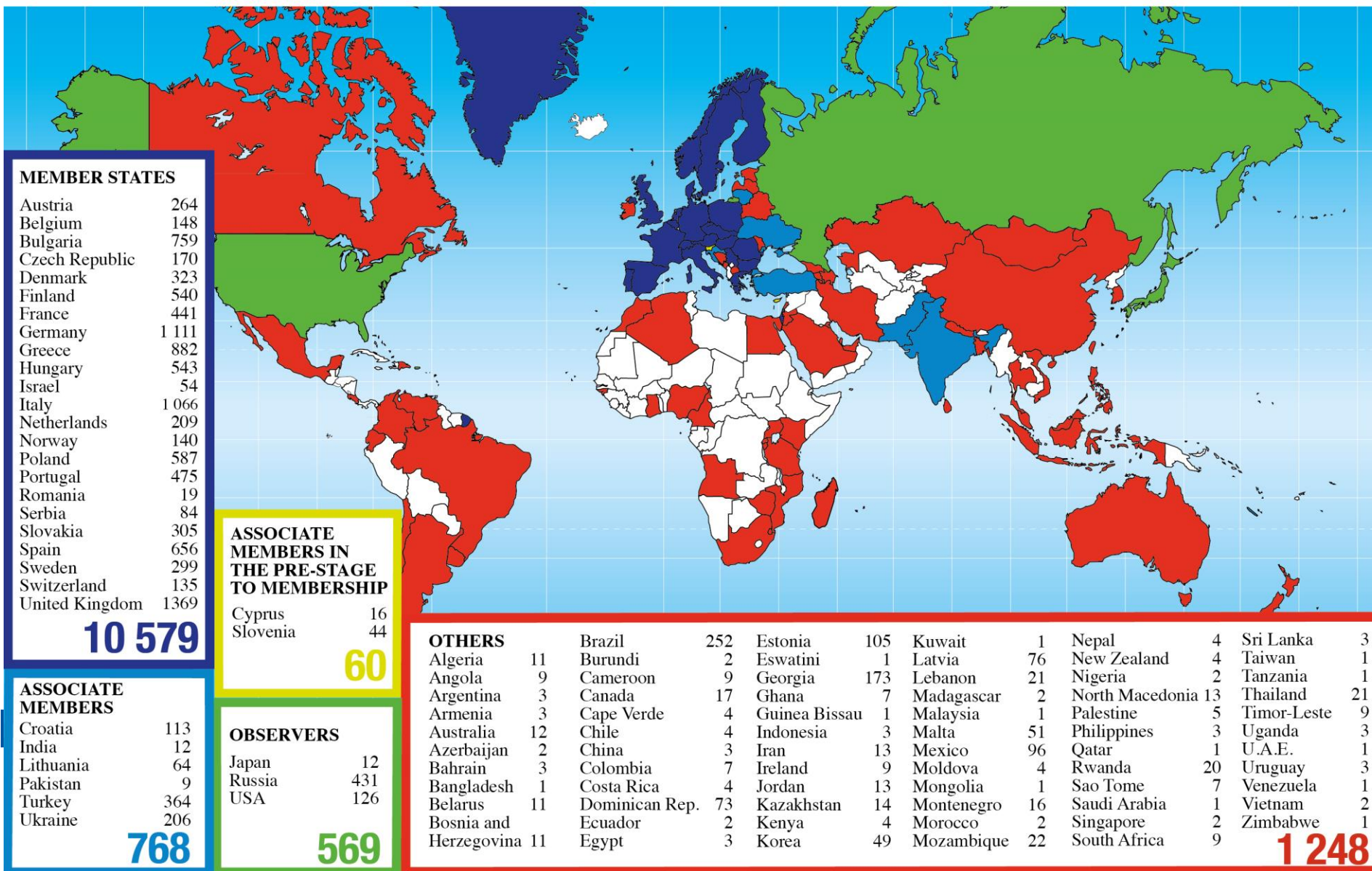
**Open Access Publication**





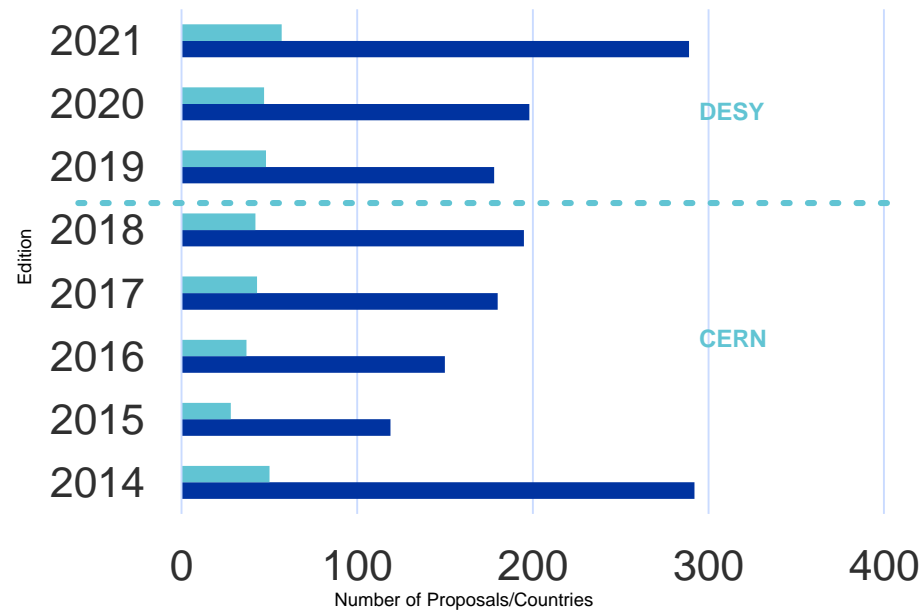
# Open Science according to UNESCO

# Teacher Programme Participants 1998 - 2019 (Total: 13 224)



# Beamline for Schools

- Participation 2021
  - 298 proposals
- 2022
  - beamline at CERN back in the competition



In addition to the programmes at CERN, the Education Team takes part in fairs, exhibitions, and national education projects.



Coordination with Member States is assured through the Council's Thematic Forum on Teachers and Students.



Open Engagement of Social Actors





- Overall aim

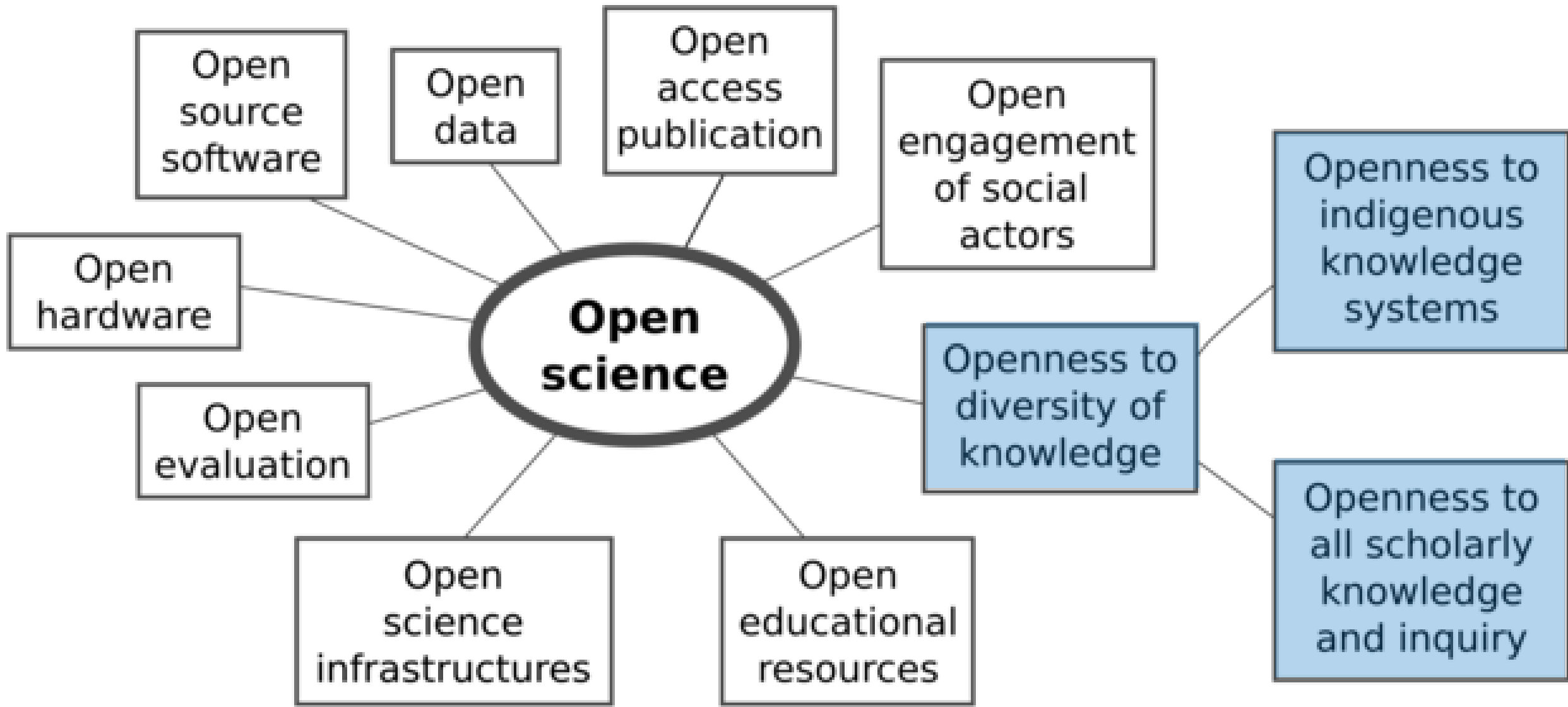
Study high-school students' interest in particle physics contents and contexts and categorise them into different interest types according to their physics-related self-concept to ...

- give recommendations for interesting learning materials
- introduce self-concept as a gender-neutral clustering variable in PER

- Important steps

- Development and piloting of questionnaire about interest in particle physics contents and context
- Main study about students' interest in particle physics
- Study about interesting contexts of particle physics
- Recommendations for interesting learning





# Open Science according to UNESCO





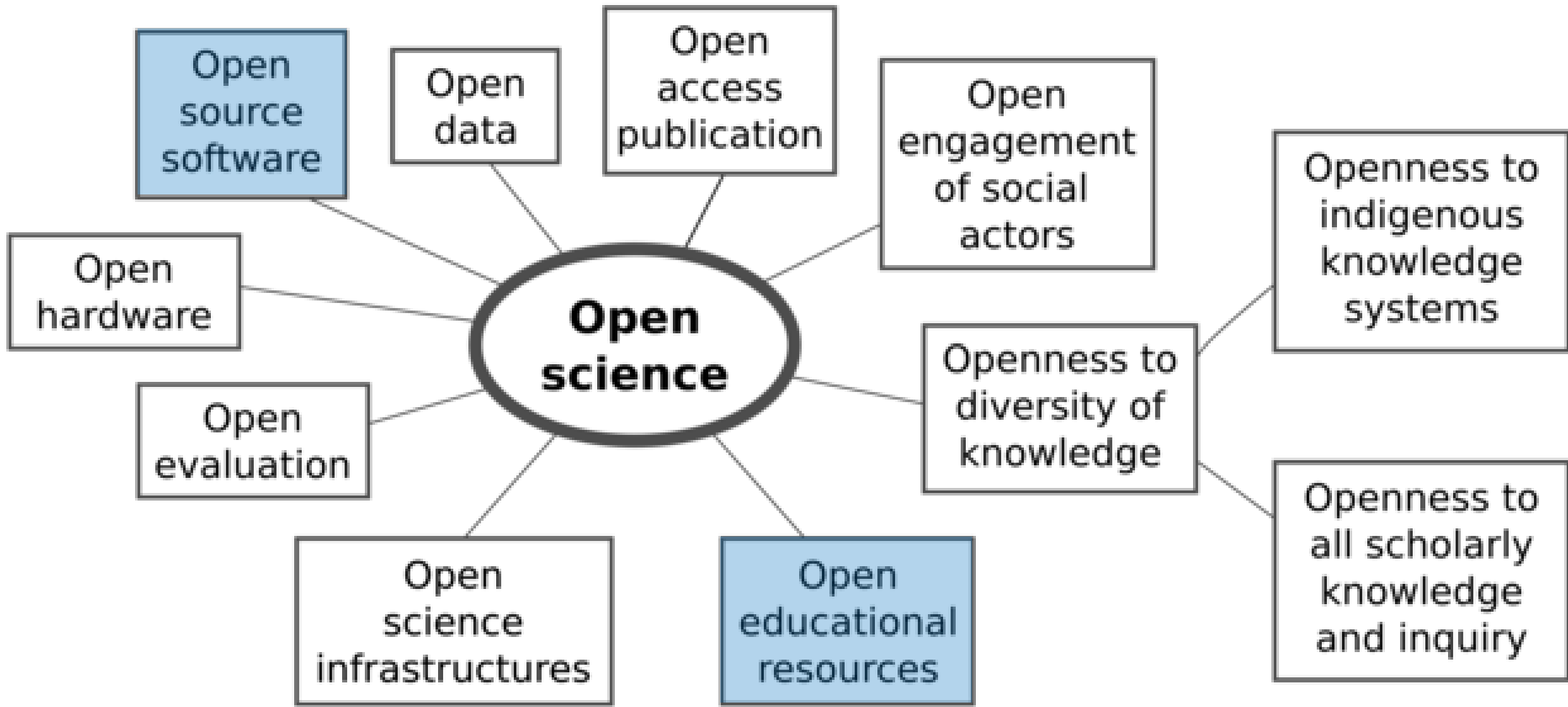
- Open and pursued research on formal and informal education in CERN's Member States, Associate Member States, and beyond
- Large network for collaboration, started through doctoral student connections and upheld well beyond

### Partners



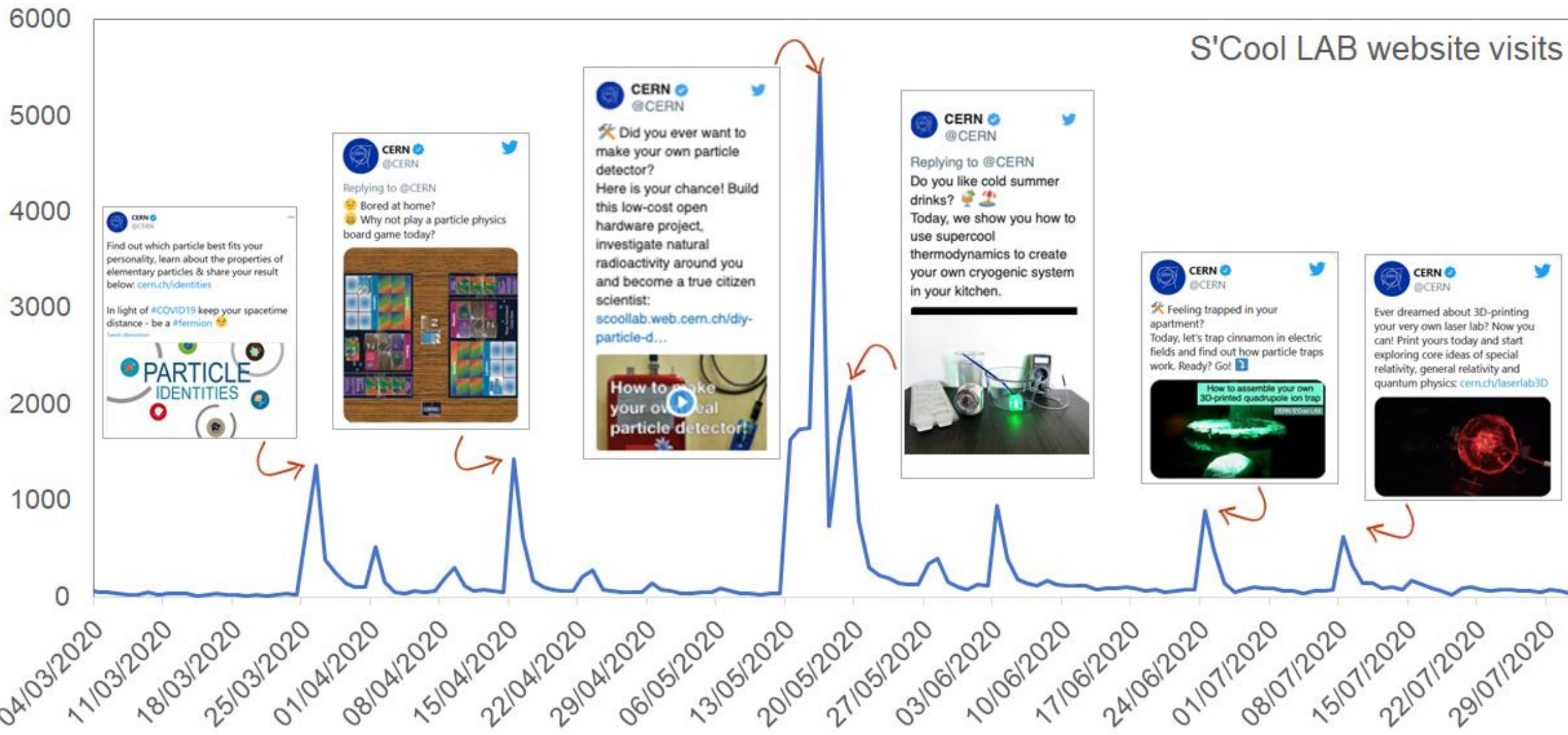
# Openness to Diversity of Knowledge

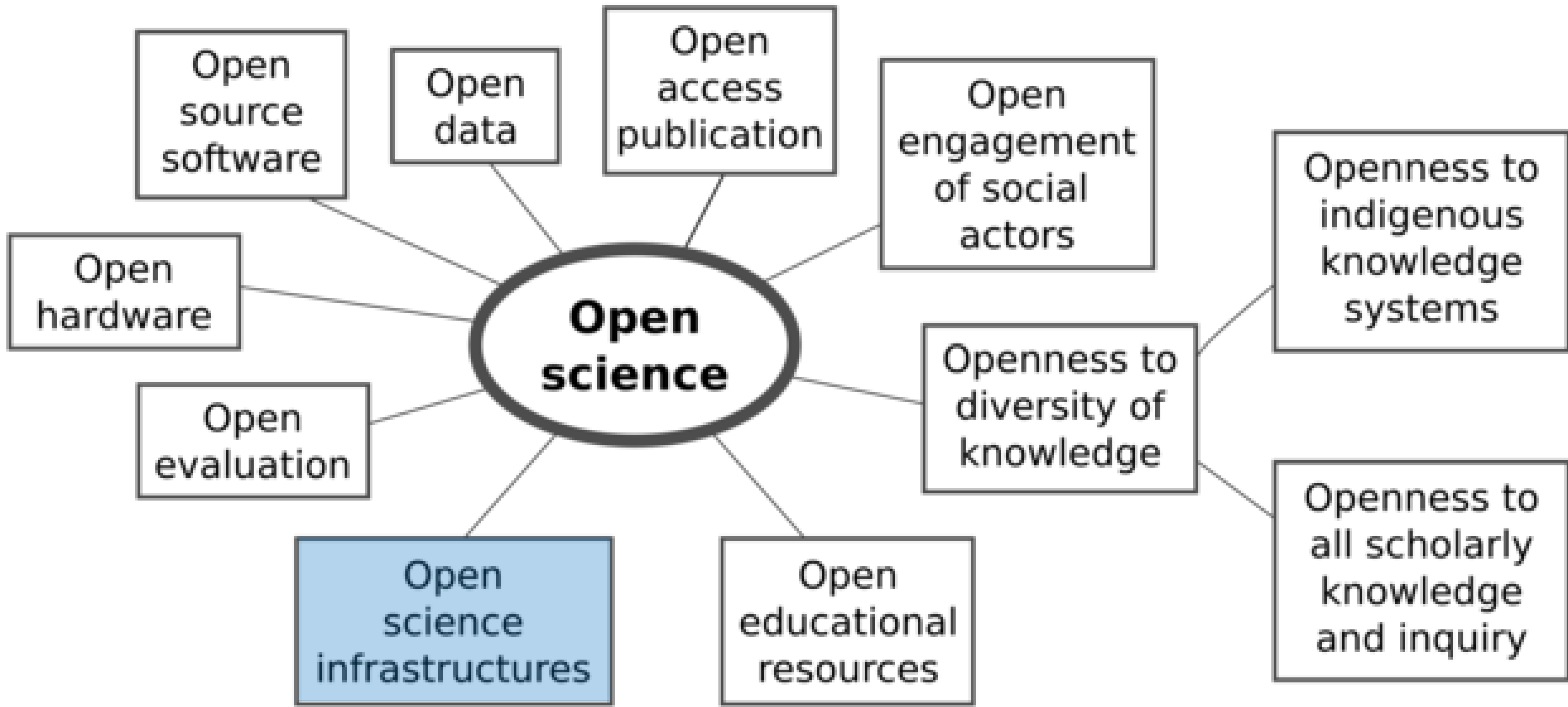






# S'Cool LAB on Social Media





# Open Science according to UNESCO

## TEST BED FOR PHYSICS EDUCATION RESEARCH

Impact of S'Cool LAB workshops, students' conceptions in particle physics, teachers' motivations for field trips, new (low-cost) experiments for classrooms



## INTERNATIONAL PARTICLE PHYSICS LEARNING LABORATORY

More than 7000 high-school students and teachers per year from more than 30 countries learning about physics and technologies at CERN



## HANDS-ON EDUCATION FOR STUDENTS & SCIENTISTS

Independent experimentation in small groups guided by diverse CERN volunteers, Q&A with inspirational role models



**S'Cool  
LAB**



# CERN Internship Portal

- a unique entry point for all those looking for an internship at CERN
- in collaboration with HR
- all official programmes at a glance
- High-School Students Internship Programme (HSSIP)
- national programmes
- individual job shadowing

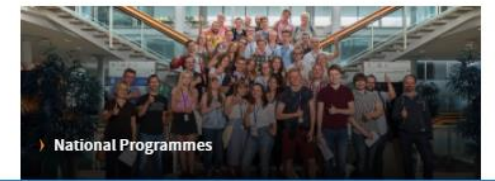
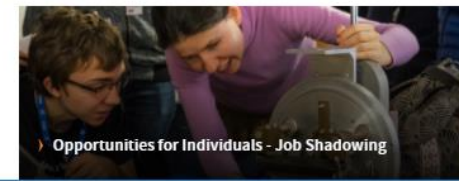


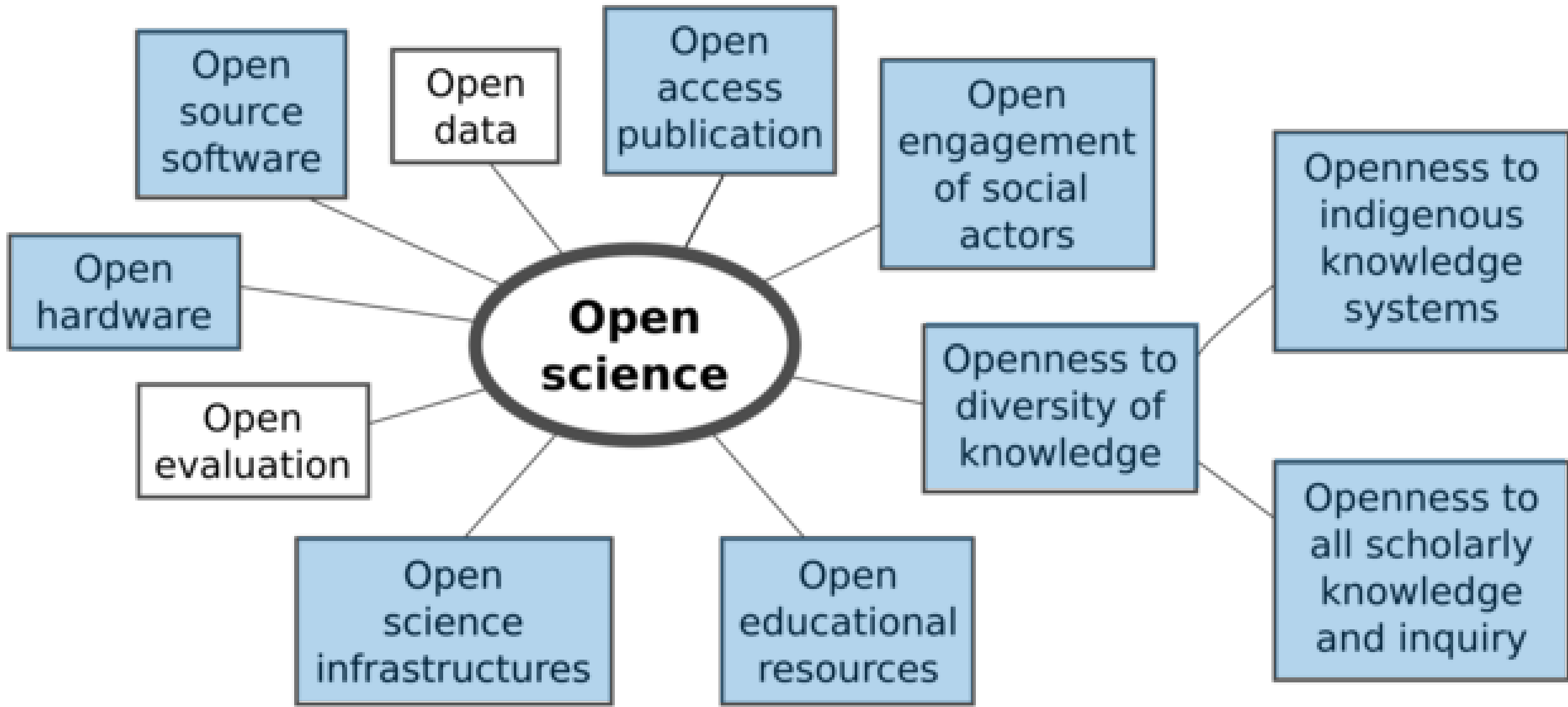
“Magic does not happen here, magic is being explained here.” [Tom Hanks]

Have you ever dreamed of becoming the next Nobel Prize winner? Here at CERN you could have opportunities of making those dreams become reality!

CERN offers high-school students a chance to take part in CERN's activities in multiple ways, activities ranging from shadowing an engineer to participating in an exciting national programme in a wide range of fields, especially in STEM, we invite you to find out more about your aspirations and how they could match a future career in CERN. All this in a dynamic and international environment!

Feel free to explore all the amazing opportunities!





# Open Science according to UNESCO



- **Challenges**
  - keeping up the level of the programmes
  - dealing with changes in the infrastructure
- Open Science in the various incarnations shown above will take more and more traction, especially in the Education domain
- CERN starts a project with the Solvay Foundation targeting openness of the Organization towards all ages in an educational sense, by strengthening the social media presence as well as the reincarnation of the former S'Cool LAB summer camps.





[www.cern.ch](http://www.cern.ch)