# CERN-OPEN-2017-017

# Wie kommt man am besten zum CERN?

G. Wiener

Spätestens seit dem Beginn der LHC-Ära und dem Nachweis des Higgs-Teilchens erfreut sich CERN eines ungebrochenen Besucheransturms. Im vergangenen Jahr nutzten mehr als 100000 Personen die Möglichkeit, das weltweit größte Teilchenphysiklabor direkt vor Ort zu besichtigen. Etwa die Hälfte davon waren Schülerinnen und Schüler. Zusätzlich nahmen etwa 1200 Lehrpersonen aus der ganzen Welt an den am CERN organisierten Fortbildungsprogrammen teil. Diese Zahlen belegen zwar eindrucksvoll das bereits erhebliche Interesse an Besuchen originärer Forschungsschauplätze, lassen aber gleichzeitig auch die Schwierigkeiten erahnen, die mit der ständig wachsenden Nachfrage an Besuchsmöglichkeiten einhergehen. In diesem Artikel wird daher ein Überblick über das vielfältige Angebot an Besuchs- und Interaktionsmöglichkeiten für Jugendliche und Lehrpersonen gegeben, um so die wichtigsten Informationen für zukünftige CERN-Besuche zusammenzufassen.

### 1 Für Jugendliche

Während es für Studierende ab dem 4. Semester mehrere Möglichkeiten gibt, im Rahmen von ausgedehnten Forschungsaufenthalten erste Erfahrungen am CERN zu machen – zum Beispiel als administrative oder technical student beziehungsweise als summer student [1] –, existieren für Jugendliche noch keine vergleichbaren Möglichkeiten. Die momentan einzige Chance für Schülerinnen und Schüler auf einen immerhin einwöchigen CERN-Besuch führt daher über den internationalen "Beamline For Schools"-Wettbewerb.

### 1.1 Beamline For Schools (BL4S)

Dieser heiß umkämpfte Wettbewerb bietet Jugendlichen die einzigartige Möglichkeit, einen Vorschlag für ein selbst entwickeltes Experiment einzureichen, welches an einer komplett ausgestatteten Beamline des Proton-Synchrotrons am CERN durchgeführt werden kann. In den vergangenen Jahren wurden so von siegreichen Teams zum Beispiel selbstgezüchtete Kristalle als Teilchendetektoren getestet oder mittels low-cost-Detektoren Teilchenumwandlungen untersucht.

Alle eingereichten Vorschläge werden zunächst von einer Expertenkommission begutachtet, welche in weiterer Folge dem entsprechenden CERN-Beschleuniger-Komitee eine Auswahl an vielversprechenden Vorschlägen zur Entscheidung vorlegt. Am Ende dieses Begutachtungsprozesses gehen dann maximal zwei Teams als Gewinner hervor, die eingeladen werden ihre Experimente am CERN durchzuführen. Alle weiteren Teams, die es ebenfalls auf die

Shortlist geschafft haben, gewinnen spezielle Preise, wie zum Beispiel CosmicPi Teilchendetektoren [2] oder T-Shirts. Alle BL4S-Teilnehmerinnen und Teilnehmer erhalten zudem eine eigene Teilnahmebestätigung.

Um alle Teams von Anfang an bestmöglich zu unterstützen, gibt es mittlerweile auf der BL4S-Website [3] nicht nur eine detaillierte FAQ-Seite, sondern auch mehrere hilfreiche Dokumente, in denen wesentliche technische Details zur Beamline und allgemeine Informationen zur Teilchendetektion erklärt werden. Zudem sind die siegreichen Vorschläge der letzten Jahre abrufbar. Zur Diskussion etwaiger Ideen für konkrete Vorschläge besteht außerdem die Möglichkeit, sich vorab mit Forscherinnen und Forschern auszutauschen. Ziel dieser ausgiebigen Unterstützung ist es, möglichst viele durchführbare Vorschläge zu sammeln und gleichzeitig die Zahl an zu ambitionierten Projekten zu reduzieren das Energielevel des Proton-Synchrotrons reicht zum Beispiel nicht aus, um Higgs-Teilchen zu erzeugen, und ist auch nicht zur Entdeckung etwaiger "glueballs" geeig-

Im Rahmen des BL<sub>4</sub>S-Wettbewerbs kommt Lehrpersonen die Rolle von "Coaches" zu. Aus deren Perspektive sollte von Anfang an folgende Einschränkung beachtet werden: Während ein Vorschlag zwar von ganzen Schulklassen (Altersgruppe: 16-18 Jahre) erarbeitet und eingereicht werden kann, gilt im Falle einer siegreichen Beurteilung eine sehr knappe Begrenzung der Gruppengröße. Konkret können an dem einwöchigen Forschungsaufenthalt nur Kleingruppen teilnehmen, die sich aus mindestens 5 und maximal 9 Jugendlichen zusammensetzen. Das Mindestalter ist aufgrund der Sicherheitsbestimmungen mit 16 Jahren festgesetzt, und die Jugendlichen müssen während ihres Aufenthalts am CERN von zwei erwachsenen Coaches begleitet werden.

Angesichts der großen Anzahl an eingereichten Vorschlägen sind die Chancen auf eine siegreiche Beurteilung allerdings limitiert. Der große Vorteil des BL4S-Wettbewerbs ist es aber, dass sich durch das Erarbeiten eines adäquaten Vorschlags die Möglichkeit ergibt, Teilchenphysik elegant



Abb. 1: Ein siegreiches BL4S Team lernt die Beamline kennen. © CERN

im Unterricht einzuführen und Inhalte der Teilchenbeschleunigung und Teilchendetektion anhand einer konkreten Fragestellung zu behandeln. Und im besten Fall winkt sogar ein Aufenthalt am CERN oder zumindest ein T-Shirt.

Plant man als Lehrperson eine Exkursion an den CERN, empfiehlt es sich nicht, nur auf den BL4S-Wettbewerb zu setzen. In diesem Fall ist es definitiv zielführender, sich direkt über den CERN Visits Service anzumelden.

### 1.2 CERN Visits Service

Der Visits Service [4] am CERN sieht sich pro Jahr mittlerweile mit etwa 15000 Besuchs-Anfragen konfrontiert, von denen rund ein Drittel erfolgreich vergeben werden können. Aufgrund dieser enormen Nachfrage sind mehrtägige Besuche am CERN in der Regel nicht mehr möglich. Alle Besuchsgruppen können sich hingegen für einen etwa 3-stündigen Halbtages-Visit anmelden, welcher einen Einführungsvortrag und ein bis zwei Besuchspunkte vorsieht. Die Anmeldung ist ausschließlich online möglich, wobei jede Anfrage innerhalb von 5 Werktagen beantwortet wird. Die Vorlaufzeit von Anmeldung bis Besuchstermin beträgt momentan maximal 9 Monate.

Halbtages-Visits werden von Montag bis Samstag, jeweils am Morgen und am Nachmittag angeboten, und werden ausschließlich von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern geführt, die am CERN arbeiten oder gearbeitet haben. Die Gruppengröße inklusive Lehrpersonen und etwaiger Begleitpersonen muss dabei mindestens 12 und darf maximal 48 Personen betragen. Und auch wenn das prinzipielle Mindestalter für CERN-Visits mit 13 Jahren festgesetzt ist, empfiehlt es sich, den Besuch mit 16-19 jährigen Schülerinnen und Schülern durchzuführen. Einerseits, weil dadurch aufgrund des durchaus komplexen Themenbereichs von einem erhöhten Mehrwert für die Jugendlichen auszugehen ist, und andererseits, weil manche Besuchspunkte erst ab einem Mindestalter von 16 Jahren besucht werden können und sich dadurch die Wahrscheinlichkeit eines attraktiveren Besuchsprogramms erhöht.

Alle CERN-Visits werden vollkommen kostenfrei angeboten. Ebenso werden etwaige Transporte im Rahmen des Besuchsprogramms vom CERN zur Verfügung gestellt. Reist die Besuchsgruppe allerdings mit einem privaten Bus an, der für das Besuchsprogramm verwendet werden kann, erleichtert dies die Organisation und Durchführung des Visits ungemein. Dabei

ist zu beachten, dass sich die verschiedenen Anlagen des CERN sowohl in der Schweiz als auch in Frankreich befinden, und somit Grenzüberquerungen im Rahmen des CERN-Visits nicht unüblich sind. Es ist daher unbedingt notwendig, dass alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer einen gültigen Ausweis mit sich führen.

Zur Ergänzung des Halbtages-Programms bietet sich zusätzlich der selbstständige Besuch der zwei permanenten CERN-Ausstellungen - Microcosm und Globe of Innovation - an. Diese befinden sich in unmittelbarer Nähe des CERN-Besucherzentrums und ermöglichen es, den CERN-Visit sinnvoll abzurunden. Optional besteht auch die Möglichkeit, die Mittagspause auf eigene Kosten im CERN-Restaurant zu verbringen, was für Jugendliche ein weiteres äußerst authentisches Erlebnis sein kann. Dafür sind allerdings etwa 15-20 CHF einzuplanen, wohingegen (selten, aber doch vorkommende) Gespräche mit Physik-Nobelpreisträgern wie Samuel Ting (J/Psi, 1976) oder Jack Steinberger (Myon-Neutrino, 1988), die nach wie vor am CERN tätig sind, gratis sind.

Daneben kann man zur Kosten- und Programmoptimierung den CERN-Visit auch noch durch zusätzliche Zwischenstopps auf dem Hin- oder Rückweg aufstocken. So bietet sich zum Beispiel direkt in Genf der Besuch des Historischen Wissenschaftsmuseums [5] an. Nicht nur ist auch hier der Eintritt kostenfrei, sondern die perfekt Lage direkt am Genfer See macht es speziell in den Sommermonaten zu einem idealen Ort für ein "wissenschaftliches" Picknick im Park "Perle du Lac". Je nach Reiseroute lohnen sich Besuche am Paul-Scherrer-Institut [6] in Villingen, im Einstein-Museum [7] in Bern, sowie im Technorama [8] in Winterthur.

### 1.3 CERN S'Cool LAB

Zusätzlich zum CERN Visits Service gibt es seit 2014 am CERN auch das Schülerlabor S'Cool LAB [9], in welchem ein eintägiges Programm für Schulgruppen (Altersgruppe: 16-19 Jahre) angeboten wird. Im Rahmen dieses "S'Cool LAB Day" wird der Halbtages-Visit am CERN mit einem intensiven Workshop im S'Cool LAB kombiniert, um so den Jugendlichen mittels hands-on-Experimenten die zuvor behandelten physikalischen Grundlagen und Prozesse am CERN begreifbar zu machen. Hierbei handelt es sich um eine äußerst lohnende und attraktive Besuchsmöglichkeit am CERN, die im Vergleich zum Angebot des CERN Visits Service allerdings stark limitiert ist. Momentan werden S'Cool LAB Days aber

zumindest zweimal pro Woche – Mittwoch und Freitag – angeboten.

Die Workshops im S'Cool LAB sind für Schulgruppen zwischen 12 und 36 Personen konzipiert, wobei die Planung der Workshops der konkreten Gruppengröße angepasst wird. Über den Tag verteilt werden dann in der Regel drei verschiedene Experimente in Kleingruppen mit je 2-4 Jugendlichen durchgeführt. Dabei liegt der generelle Fokus auf der Vermittlung von fundamentalen Grundlagen der Teilchenphysik und im Speziellen auf dem Veranschaulichen von zentralen Aspekten der Teilchenbeschleunigung und Teilchendetektion. Während des Workshops im S'Cool LAB übernehmen ausschließlich aktive Forscherinnen und Forscher die Rolle speziell ausgebildeter Tutoren, die den Jugendlichen bei der Durchführung der Experimente mit Rat und Tat zur Seite stehen.

Die Nachfrage für S'Cool LAB Days ist enorm groß. Daher werden die zur Verfügung stehenden Plätze ausschließlich im Rahmen eines speziellen Bewerbungsverfahrens vergeben. In diesem sind interessierte Lehrpersonen aufgerufen, sich für einen Besuch mit ihrer Schulgruppe zu bewerben. Pro Jahr gibt es zwei Bewerbungszeiträume, damit die jeweiligen Workshops zeitnah besetzt werden können. Um rechtzeitig über die kommenden Deadlines informiert zu werden, lohnt es sich, den S'Cool LAB Newsletter online zu abonnieren. Relevante Informationen für Lehrpersonen, ein FAQ-Kapitel sowie Tipps und Tricks für eine möglichst erfolgreiche Bewerbung sind ebenfalls online auf der S'Cool LAB Website abrufbar [9].

S'Cool LAB Days werden, genau so wie alle weiteren Angebote am CERN, kostenfrei angeboten. Nachdem das S'Cool LAB aber auch als Plattform für fachdidaktische Entwicklungsforschung dient, wird von allen teilnehmenden Schülerinnen und Schülern sowie deren Lehrpersonen erwartet, dass sie vor und nach dem S'Cool LAB Day Fragebögen ausfüllen. Diese dienen einerseits zur Weiterentwicklung der angebotenen Workshops und ermöglichen es andererseits, die Erhebung von Vorstellungen von Lernenden im Feld der Teilchenphysik voranzutreiben.

### 1.4 Virtual Visits am CERN

Allen oben angeführten Angebote zum Trotz ist für die große Mehrheit aller Jugendlichen ein CERN-Visit aus unterschiedlichsten Gründen allerdings leider illusorisch. Um aber gerade diesen Schülerinnen und Schülern ebenfalls die Möglichkeit zu geben, einen Blick hinter die Ku-



Abb. 2: Ein typischer Einblick in den S'Cool LAB Day. © CERN

lissen der Grundlagenforschung zu werfen, wurde in den vergangenen Jahren vermehrt die Etablierung von Virtual Visits forciert. Speziell die zwei großen Kollaborationen am CERN, ATLAS [10] und CMS [11] bieten über das ganze Jahr verteilt eine Vielzahl an Videokonferenzen für Schulen an. Nach erfolgreicher Anmeldung und ein ausreichend versiertes Equipment vorausgesetzt bietet sich so für Schulklassen oder sogar ganze Jahrgänge die eindrucksvolle Möglichkeit, von Forscherinnen und Forschern das jeweilige Experiment erklärt und auch gezeigt zu bekommen. In der Regel nehmen an der Videokonferenz mehrere "Virtual Guides" teil, die sich dann zum Beispiel aus dem Kontrollraum oder direkt aus der Detektor-Kaverne melden. Diese stehen natürlich auch für alle erdenklichen Fragen zu Verfügung, was die Videokonferenz zusätzlich enorm aufwertet. Erfahrungen der vergangenen Jahre haben gezeigt, dass es definitiv lohnend ist, wenn von den Schülerinnen und Schülern im Physikunterricht bereits ein eigener "Fragen-Katalog" zusammengestellt wird, um so den Virtual Visit bestmöglich nutzen zu können.

### 2 Für Lehrpersonen

Neben den hier angeführten Besuchsmöglichkeiten für Schulgruppen bietet CERN

auch eine Vielzahl an Fortbildungsprogrammen für Lehrpersonen an. Diese lassen sich in "National Teacher Programmes" und "International Teacher Programmes" unterteilen und ermöglichen es PhysiklehrerInnen, bis zu 3 Wochen am CERN zu verbringen. Seit 1998 nahmen so bereits mehr als 10000 Lehrpersonen aus der ganzen Welt an Fortbildungen am CERN teil und pro Jahr kommen aktuell etwa 1000 weitere Lehrpersonen dazu.

### 2.1 National Teacher Programmes

In jedem Jahr finden am CERN etwa 40 nationale Fortbildungsprogramme statt, die in den jeweiligen Landessprachen durchgeführt werden. Je nach Verfügbarkeit finden davon 3–5 Programme auf Deutsch statt. In der Regel dauern diese Fortbildungsprogramme jeweils eine Woche, wobei es auch vereinzelt kürzere 3–4-tägige Programme gibt. Die deutschsprachigen Programme beginnen in der Regel Sonntag Nachmittag und enden am darauffolgenden Freitag gegen Mittag.

Zwei zentrale Ideen stehen hinter den CERN Teacher Programmes: Lehrpersonen einerseits dabei zu unterstützen, ihr Fachwissen bezüglich Teilchenphysik auf den aktuellen Stand zu bringen, und ihnen andererseits den Zugang zu originalen Schauplätzen der modernen Grundlagenforschung zu ermöglichen. Integrale Bestandteile der wissenschaftlichen Agenden sind daher sowohl Fachvorträge von aktiven Forscherinnen und Forschern als auch ausgedehnte Besuche der diversen Einrichtungen am CERN. Zudem ermöglichen Workshops im S'Cool LAB das Kennenlernen und Ausprobieren von adäquaten Experimenten zur Einführung der Teilchenphysik im Unterricht. Diskussionsrunden samt Frage-und-Antwort-Sessions mit Experten runden das Programm ab.

Zukünftige Termine aller Fortbildungsprogramme sind auf der CERN Teacher Programme Website [12] online abrufbar; die Bewerbung erfolgt ausschließlich online über die jeweiligen Programmseiten. Dort werden auch während des Programms alle Vorträge und Materialien zugänglich gemacht, welche nach dem Programm uneingeschränkt weiterverwendet werden können.

Alle Fortbildungsprogramme werden prinzipiell kostenfrei angeboten, allerdings müssen die Kosten für An- und Abreise, Übernachtung im CERN-Hotel und Verpflegung im CERN-Restaurant privat finanziert werden. Aus Deutschland oder Österreich werden günstige Flüge bereits ab 150 CHF (Hin und Retour) angeboten. Die Unterbringung im CERN-Hotel kostet derzeit im Einzelzimmer 58 CHF pro Übernach-

tung beziehungsweise 38,50 CHF im Doppelzimmer pro Person und Übernachtung. Die Verpflegungskosten können mit etwa 40 CHF pro Tag angenommen werden. Zusätzlich werden alle Lehrpersonen im Rahmen der nationalen Fortbildungsprogramme auch zu einem offiziellen Dinner, typischerweise mit Schweizer Käsefondue, eingeladen. Dieses findet in der Regel zur Programmmitte statt, wobei am selben Tag der Nachmittag zur selbstständigen Erkundung Genfs reserviert ist.

### 2.2 International Teacher Programmes

Neben den nationalen Fortbildungsprogrammen bietet CERN jedes Jahr im Sommer auch zwei internationale Fortbildungsprogramme an: das 3-wöchige International High School Teacher Programme und das 2-wöchige International Teacher Weeks Programme. Beide Programme werden komplett auf Englisch durchgeführt und richten sich an Lehrpersonen aus der ganzen Welt. In jedem Programm kommen so 48 PhysiklehrerInnen aus bis zu 40 verschiedenen Ländern zusammen, um gemeinsam ein reichhaltiges und forderndes Fortbildungsprogramm zu absolvieren.

Die wissenschaftlichen Agenden beider internationalen Fortbildungsprogramme orientieren sich dabei stark an den zeitlich kürzeren Versionen der nationalen Programme. Allerdings kann aufgrund der höheren Stundenanzahl durch eine Vielzahl an zusätzlichen Vorträgen deutlich in die Tiefe gegangen werden. Ebenso werden im Rahmen des Besuchsprogramms mehrere Besichtigungen spezieller Forschungseinrichtungen am CERN ermöglicht, die normalerweise nicht für Visits zur Verfügung stehen. Hin und wieder kann es im Laufe der 2-3 Wochen sogar vorkommen, dass aufgrund eines spontanen technischen Stopps der Beschleunigerkette sogar ein extravaganter Besuch, zum Beispiel im LHC-Tunnel, organisiert werden kann.

Neben der wissenschaftlichen Agenda, die durch vielfache Möglichkeiten zum Austausch mit erfahrenen ForscherInnen sowie mit NachwuchswissenschaftlerInnen erweitert ist, steht aber der kulturelle Austausch der teilnehmenden Lehrpersonen untereinander im Vordergrund. Dieser wird einerseits dadurch forciert, dass alle Lehrpersonen im Laufe der internationalen Programme zusammen in Kleingruppen an diversen Themen der Teilchenphysik und ihrer Einbindung in den Unterricht arbeiten. Andererseits bietet natürlich eine Vielzahl an sozialen Events die perfekte Möglichkeit, sich nicht nur untereinander besser kennen zu lernen, sondern auch vonein-



Abb. 3: Lehrpersonen diskutieren im Rahmen des *International High School Teacher Programme 2014* mit dem damaligen CERN Generaldirektor Rolf Heuer über die Wichtigkeit der Teilchenphysik im Unterricht © CERN

ander zu lernen und idealerweise weitreichende Freundschaften aufzubauen.

Die Nachfrage für internationale Fortbildungsprogramme am CERN ist ungebrochen enorm hoch. Bewerbungen sind daher ausschließlich online über die CERN Teacher Programme Website [12] möglich. Interessierte Lehrpersonen müssen über passable Englisch-Kenntnisse verfügen. Das heißt, man sollte sich ohne Probleme auf Englisch unterhalten, Fachvorträgen auf Englisch folgen und Präsentationen auf Englisch halten können. Zudem muss bei der Bewerbung zugesichert werden, dass man an dem jeweiligen Programm in voller Länge teilnehmen kann, da eine verspätete Ankunft beziehungsweise eine vorzeitige Abreise nicht möglich sind. Der Bewerbungszeitraum, sowohl für das 3wöchige International High School Teacher Programme als auch für das 2-wöchige International Teacher Weeks Programme, ist jedes Jahr vom 1. November bis zum 31. Dezember geöffnet. Ab- und Zusagen werden Anfang Februar versendet, damit gegebenenfalls frühzeitig mit der (Reise)Planung für den Sommer begonnen werden kann.

Alle TeilnehmerInnen an den internationalen Fortbildungsprogrammen erhalten vom CERN eine finanzielle Unterstützung, die in der Regel ausreicht, um die Reisekosten sowie die Kosten für das CERN-Hotel und für Verpflegung abzudecken. Diese Aufwandsentschädigung wird allerdings erst im Laufe der ersten Programmwoche überwiesen, das heißt, die zu Beginn des Programms anfallenden Kosten müssen von den Lehrpersonen zunächst selbst finanziert werden.

### 3 Fazit

CERN verfügt über ein vielfältiges Angebot an Besuchs- und Interaktionsmöglichkeiten sowohl für Jugendliche als auch für Lehrpersonen. Aufgrund der aktuell enormen Nachfrage kann es allerdings herausfordernd sein, tatsächlich eine Reise nach Genf zum CERN arrangieren zu können. Speziell bezüglich etwaiger CERN-Visits mit Schulgruppen sind rechtzeitige Bewerbungen und frühzeitige Planung unabdingbar. Idealerweise fungiert der in diesem Artikel dargestellte Überblick dabei als nützliche Orientierungshilfe und trägt dazu bei, dass in den kommenden Jahren möglichst viele Besuche am CERN erfolgreich durchgeführt werden können.

### Literatu

[1] https://jobs.web.cern.ch/join-us/students

[2] http://cosmicpi.org

[3] http://cern.ch/BL4S

[4] http://cern.ch/visits

[5] http://www.geneva.info/museums/

museum-of-the-history-of-science

[6] https://www.psi.ch

[7] http://www.einstein-bern.ch

[8] http://www.technorama.ch

[9] http://cern.ch/scool-lab

[10] http://atlas-live-virtual-visit.web.cern.ch

[11] http://cms.web.cem.ch/content/

virtual-visits

[12] http://cern.ch/teachers

## Anschrift des Verfassers

Gerfried Wiener,

Teacher and Student Programmes Section, CERN, Genève 23, Schweiz E-Mail: jeff.wiener@cern.ch