

# }essentials{

Michael Hauschild

## Neustart des LHC: CERN und die Beschleuniger

Die Weltmaschine anschaulich erklärt



Springer Spektrum

---

**essentials**

*essentials* liefern aktuelles Wissen in konzentrierter Form. Die Essenz dessen, worauf es als „State-of-the-Art“ in der gegenwärtigen Fachdiskussion oder in der Praxis ankommt. *essentials* informieren schnell, unkompliziert und verständlich

- als Einführung in ein aktuelles Thema aus Ihrem Fachgebiet
- als Einstieg in ein für Sie noch unbekanntes Themenfeld
- als Einblick, um zum Thema mitreden zu können

Die Bücher in elektronischer und gedruckter Form bringen das Expertenwissen von Springer-Fachautoren kompakt zur Darstellung. Sie sind besonders für die Nutzung als eBook auf Tablet-PCs, eBook-Readern und Smartphones geeignet. *essentials*: Wissensbausteine aus den Wirtschafts-, Sozial- und Geisteswissenschaften, aus Technik und Naturwissenschaften sowie aus Medizin, Psychologie und Gesundheitsberufen. Von renommierten Autoren aller Springer-Verlagsmarken.

Weitere Bände in dieser Reihe <http://www.springer.com/series/13088>

---

Michael Hauschild

# Neustart des LHC: CERN und die Beschleuniger

Die Weltmaschine anschaulich erklärt

 Springer Spektrum

Michael Hauschild  
Genf, Schweiz

ISSN 2197-6708  
essentials

ISBN 978-3-658-13478-5

DOI 10.1007/978-3-658-13479-2

ISSN 2197-6716 (electronic)

ISBN 978-3-658-13479-2 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Spektrum

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2016

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Spektrum ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

---

## Was Sie in diesem *essential* finden können

- Wer forscht denn da? – Eine kurze Geschichte des Europäischen Forschungszentrums für Teilchenphysik CERN
- Materie und Kräfte! – Eine kleine Übersicht des Standardmodells der Elementarteilchenphysik
- Teilchen, ganz schwer! – Wie CERN zu seinem ersten Nobelpreis kam
- Immer schneller! – Ganz kleine und ganz große Teilchenbeschleuniger
- Die Weltmaschine! – Der Weg zum LHC, der größten Maschine aller Zeiten

---

## Vorwort

Die Weltmaschine, der Large Hadron Collider LHC am CERN, dem Europäischen Forschungszentrum für Teilchenphysik bei Genf, ist der größte Teilchenbeschleuniger der Welt. Erste Ideen und Konzepte zum LHC gab es bereits Anfang der 1980er Jahre. Von diesen Anfängen dauerte es jedoch mehr als ein Vierteljahrhundert, bis der LHC schließlich fertiggestellt wurde, ein ringförmiger Teilchenbeschleuniger mit 27 km Umfang, 100 m unter der Erde. Als am 10. September 2008 zum ersten Mal Teilchenstrahlen im LHC zirkulierten, war die Freude unter den Wissenschaftlern grenzenlos. Der Start des LHC mit Liveübertragung aus dem LHC-Kontrollraum war weltweit in den Top News der Medien. Die Physiker lagen sich in den Armen.

Nur wenige Tage später, am 19. September 2008 kam die große Ernüchterung. Bei einem Test passierte es: Eine von über 10.000 Kabelverbindungen hielt den Belastungen der hohen Stromstärke nicht stand und schmolz durch. Niemand kam zu Schaden, aber der LHC wurde massiv beschädigt und es dauerte mehr als ein Jahr, bis schließlich im November 2009 der Betrieb wieder aufgenommen werden konnte.

In den Untersuchungen zum Unfall stellten sich die Kabelverbindungen als eine potenzielle Schwachstelle heraus. Es hätte weit mehr als nur ein Jahr gedauert, um alle Verbindungen zu überprüfen und zu reparieren oder gar zu erneuern. Deswegen beschloss das CERN-Management, den LHC zunächst nur mit halber Energie zu betreiben, um die Verbindungen nicht zu sehr zu belasten.

Aber auch die halbe Energie reichte aus, um am 4. Juli 2012 die Entdeckung eines neuen Elementarteilchens mit den beiden großen Teilchendetektoren ATLAS und CMS zu verkünden. Und der LHC lief weiter. Im März 2013 waren sich die Physiker von ATLAS und CMS schließlich sicher, dass es sich bei dem neu entdeckten Teilchen in der Tat um das lange gesuchte Higgs-Teilchen handelt.

Vor über 50 Jahren, im Jahr 1964, veröffentlichten neben anderen die theoretischen Physiker Robert Brout, François Englert und Peter Higgs Ideen zur Frage, wie Elementarteilchen Masse erhalten können, also schwer werden. Eine Konsequenz aus ihren Theorien ist die Existenz eines neuen Teilchens, des Higgs-Teilchens, benannt nach Peter Higgs. Lange wurde dieses Teilchen an verschiedenen Teilchenbeschleunigern und Detektoren weltweit gesucht, bis die Physiker letztlich am LHC fündig wurden. Brout war bereits 2011 verstorben und konnte den Triumph nicht mehr erleben, Englert und Higgs aber erhielten im Herbst 2013 den Physiknobelpreis unter großem Jubel und Anteilnahme der beteiligten Physiker am CERN.

Aber dies ist nicht das Ende der Forschungen am LHC, sondern erst der Beginn. Das neuentdeckte Higgs-Teilchen muss vermessen, seine Eigenschaften bestimmt und mit den theoretischen Vorhersagen verglichen werden. Weitere neue Teilchen warten vielleicht nur darauf, in den nächsten Jahren gefunden zu werden und jedes neuentdeckte Teilchen könnte eine Revolution im Verständnis unserer Welt und des Universums auslösen.

Seit Anfang 2013 wurden der LHC und die Teilchendetektoren deswegen fit gemacht für die neuen Herausforderungen. In einer Pause von über zwei Jahren wurde sämtliche Schwachstellen der Kabelverbindungen beseitigt, neue Sicherheitssysteme eingebaut und die Detektoren verbessert, um mit jetzt höherer Energie noch mehr Geheimnisse der Natur zu enträtseln.

Wie schon mehr als fünf Jahre zuvor wurden mit Spannung die ersten umlaufenden Teilchenstrahlen im März 2015 erwartet und der LHC wieder in Betrieb genommen. Schließlich, nach weiteren zwei Monaten waren die Beschleunigerphysiker soweit: Am 3. Juni 2015 erfolgten die ersten Kollisionen mit fast doppelt so hoher Energie wie bisher: 13 TeV, vergleichbar mit der Energie zweier zusammenstoßender Mücken, aber hochkonzentriert auf zwei winzige Teilchen und abermals ein neuer Weltrekord.

Die Weltmaschine läuft wieder! In den kommenden Monaten und Jahren werden die Teilchenphysiker noch intensiver als zuvor in ihre gesammelten Daten der unzähligen Kollisionen schauen, ob sich vielleicht Hinweise auf neue Teilchen und neue Phänomene jenseits des sogenannten Standardmodells finden.

Dieses *essential* ist Teil einer Reihe über den Neustart des LHC im Frühjahr 2015 und führt Sie zurück zu den Anfängen des CERN, eines der faszinierendsten Forschungszentren überhaupt, seiner Geschichte, seiner Menschen und seiner Beschleuniger. Sie werden die Funktionsweise von Teilchenbeschleunigern kennenlernen und wie ausgehend von den ersten Ideen schließlich der LHC gebaut wurde, die heutige Weltmaschine.