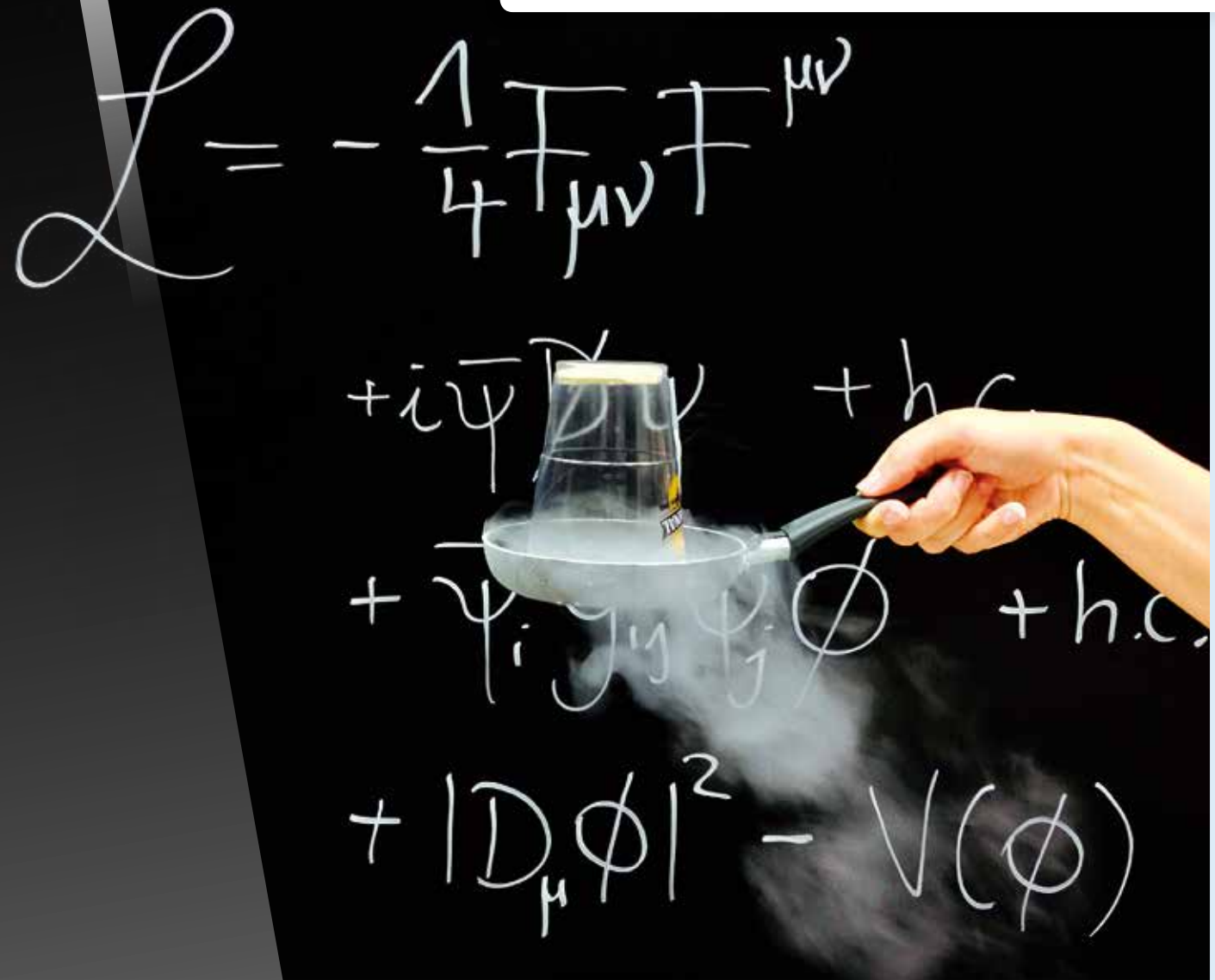


PHYSIK

in der Schule



Elementarteilchenphysik

- **Kaffeeklatsch mit dem Teilchenmodell** – der Lagrangian des Standardmodells erklärt
- **Hands-On:** Elektromagnete der Teilchenphysik nachbauen
- **Anfangsunterricht:** Unterrichtsgang zum subatomaren Aufbau der Materie

Elementarteilchenphysik im Unterricht?!



M. Hopf

Sie haben das doch bestimmt im Unterricht verwendet, oder? Den „Di-Photon-Bump“? In den letzten Jahren gab es nach meiner Erinnerung kein schöneres – noch dazu medienwirksam inszeniertes – Beispiel zum Messen, zu Messunsicherheiten, Konfidenzintervallen oder „Wahrheit“ in der Physik als das scheinbare Ergebnis „neuer Physik“, das in den Messdaten am LHC im Jahr 2015 erschien. Eine Analyse mit weiteren Daten des Jahres 2016 zeigte dann keine solche neue Physik mehr auf. Die älteren Messwerte werden seither als statistische Fluktuation gesehen. In meinen Augen war (und ist) das ein wunderbarer Anlass, um mit Schülerinnen und Schülern darüber zu diskutieren, was ein Messwert in der Physik ist. Jugendliche glauben ja oft daran, dass es beim Messen darum geht, den einen wahren Wert aufzudecken und dass das mit einer Messung in der Regel schon getan ist. Dass Messungen vielmehr aus der Statistik über viele Messungen folgen und es darum geht, die Grenzen unserer Konfidenzintervalle immer kleiner zu machen, ist für Lernende schwer einzusehen. Anlässe wie der „Di-Photon-Bump“ stellen daher willkommene Unterrichtsansätze dar.

Das gilt dabei ganz allgemein für die Elementarteilchenphysik. Auch wenn man auf den ersten Blick erwarten würde, dass dieses spezielle Thema höchstens am Rand des Physikunterrichts vorkommen wird, stellt sich heraus, dass Aspekte der Elementarteilchenphysik in den Unterricht vieler klassischer Themen integriert werden können. Exemplarisch wird das vor Ihnen liegende Heft Ihnen dazu Anregungen bieten. Unterschätzen Sie auch nicht, wie interessant Schülerinnen und Schüler Fragen der modernsten Physik finden. Auch dazu wird es im Folgenden Ideen geben.

Den Anfang des Heftes machen *Wiener*, *Woithe*, *Brown* und *Jende*. Sie erläutern zum einen den prinzipiellen Aufbau und die Funktionsweise des LHC. Dazu – und das ist vielleicht noch viel interessanter – diskutieren sie anhand wesentlicher Bauelemente des Beschleunigers jeweils damit verbundene Themenbereiche der Schulphysik.

Woithe und *Wiener* beschäftigen sich im zweiten Beitrag mit Tassen. Genauer gesagt besprechen sie, was die einzelnen Bestandteile der auf Kaffeetassen, T-Shirts usw. abgedruckten Lagrange-dichte des Standardmodells der Teilchenphysik bedeuten. Wie die AutorInnen berichten, sind Schülerinnen und Schüler von dieser Formel sehr fasziniert und wollen mehr darüber erfahren. Das liefert dieser Artikel.

Im Anschluss stellen *Wiener*, *Schmeling* und *Hopf* ein ausführlich empirisch erprobtes Unterrichtskonzept vor, anhand dessen es schon im Anfangsunterricht – überraschend gut – gelingt, Kinder

und Jugendliche an die Grundideen der Elementarteilchenphysik heranzuführen. Selbst die notorisch schwierige Frage, was denn nun zwischen den Teilchen wäre, stellt die nach dem vorgestellten Konzept unterrichteten Schülerinnen und Schüler vor keine großen Probleme.

Das Kernstück des ATLAS-Detektors ist ein riesiger Toroidmagnet. *Feistmantl* und *Woithe* stellen in ihrem Beitrag vor, wie man ein Modellexperiment zu diesem Magnetsystem leicht mit Jugendlichen nachbauen kann und welche Experimente damit durchgeführt werden können. Bitte schauen Sie sich auch unbedingt den am CERN entwickelten Magnetfeldprober aus dem 3D-Drucker in diesem Beitrag an.

Reifenrath, *Weller* und *Woithe* stellen im Anschluss Unterrichtsexperimente zur Supraleitung vor. Diese spielt eine wesentliche Rolle im LHC und die Experimentiersequenz in diesem Beitrag ermöglicht Schülerinnen und Schülern erste Einblicke in dieses komplexe Phänomen.

Im folgenden Beitrag von *Feistmantl*, *Woithe*, *Wiener* und *Hopf* wird dann ein Überblick über verschiedene Schulgeräte zur Detektion von Teilchen gegeben. Von Spinthariskop bis zum Pixeldetektor werden jeweils kurze Einblicke in die Arbeit mit den Detektoren gegeben und Vor- und Nachteile aufgelistet.

Den Abschluss des Thementeils bildet ein Beitrag von *Wiener*. Er stellt die verschiedenen Programme vor, mit denen Schülerinnen und Schüler bzw. Lehrpersonen in Kontakt mit dem CERN kommen können.

Insgesamt ist das Heft aus den Arbeiten der fachdidaktischen Arbeitsgruppe am CERN entstanden. Im Rahmen der Förderprogramme des CERN entstehen dort – in enger Kooperation mit verschiedenen Universitäten in Deutschland, Österreich und der Schweiz – fachdidaktische Dissertationen zum Lehren und Lernen im Kontext der Elementarteilchenphysik. In meinen Augen ist dabei ein wirklich abwechslungsreiches und interessantes Heft entstanden. Viel Spaß damit! ■

ALLE ARTIKEL – OPEN ACCESS

Wiener, G., Woithe, J., Brown, A. & Jende, K. (2017)

Wie passt der LHC in den Physikunterricht?

Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, 66(1), 5-8

<https://cds.cern.ch/record/2244908>

Woithe, J. & Wiener, G. (2017)

Der Lagrangian entmystifiziert – Kaffeeklatsch mit dem Standardmodell der Teilchenphysik.

Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, 66(1), 9-14

<https://cds.cern.ch/record/2244912>

Wiener, G., Schmeling, S. & Hopf, M. (2017)

Elementarteilchenphysik im Anfangsunterricht.

Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, 66(1), 15-21

<https://cds.cern.ch/record/2244915>

Feistmantl, A. & Woithe, J. (2017)

Elektromagneten der Teilchenphysik hands-on – das ATLAS-Magnetsystem.

Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, 66(1), 21-28

<https://cds.cern.ch/record/2244917>

Reifenrath, M., Weller, C. & Woithe, J. (2017)

Supraleitung – Moderne Schulphysik ohne Widerstand?

Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, 66(1), 28-32

<https://cds.cern.ch/record/2244918>

Feistmantl, A., Woithe, J., Wiener, G. & Hopf, M. (2017)

Verschiedene Detektoren für den Unterricht – ein Überblick.

Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, 66(1), 33-35

<https://cds.cern.ch/record/2244919>

Wiener, G. (2017)

Wie kommt man am besten zum CERN?

Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, 66(1), 36-39

<https://cds.cern.ch/record/2244920>