



### Rätsel aus der Welt des LHC für zukünftige Teilchenphysiker

<p><b>Spielverlauf:</b></p>	<p>Die CERN-Stories können zu zweit oder in Gruppen gespielt werden. Pro Spiel wird ein sogenannter Schichtleiter bestimmt, der die Lösung des Rätsels kennt und die Fragen der Mitspieler beantwortet. Es können nur Fragen gestellt werden, die mit Ja oder Nein beantwortet werden können. Je nach Schwierigkeitsgrad kann der Schichtleiter aber auch weitere Hilfen geben.</p> <p><b>Ablauf:</b> Der Schichtleiter nimmt eine Karte, liest das Rätsel auf der Vorderseite laut vor und zeigt ggf. eine vorhandene Abbildung. Er liest für sich die Lösung auf der Rückseite durch. Die Mitspieler stellen nun reihum Fragen, um dem Rätsel auf die Spur zu kommen. Sie dürfen sich dabei untereinander beraten und diskutieren. Hierbei ist auf die Verwendung von physikalischen Fachbegriffen zu achten. Der Schichtleiter beantwortet die Fragen und gibt ggf. Hinweise und Hilfestellungen, falls die Gruppe in die völlig falsche Richtung denkt.</p>
<p><b>Lösung:</b></p>	<p>Nach der Lösung des Rätsels durch die Gruppe oder durch den Schichtleiter wird noch über den physikalischen Hintergrund des Rätsels diskutiert. Es können weitere Materialien zu der Thematik bereitgestellt werden.</p>
<p><b>Variante:</b></p>	<p>Einzelne Schüler oder Gruppen erstellen selbst weitere CERN- Stories zu verschiedenen Themen der Teilchenphysik. Je ein Schüler aus einer Gruppe stellt dann anschließend das Rätsel den anderen Schülern vor.</p>



# -Stories

## Story-Gattung:

- lustig
- wissenschaftlich
- ohne Vorkenntnisse
- mit Vorkenntnissen

## Schwierigkeitsgrad:

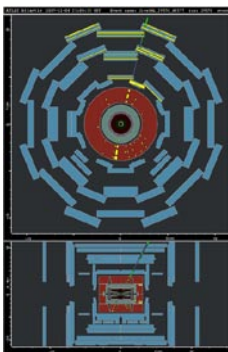
- leicht
- mittel
- schwer

## Thema:

- Beschleuniger
- Detektor
- Teilchenstrahl
- Felder

## Auflösung

Das Teilchen hinterlässt eine gekrümmte Spur im Tracker, weil es geladen ist. In den Kalorimetern hinterlässt es keine Spur, weil es dort nur geringfügig wechselwirkt. In der Myonenkammer ist es wieder sichtbar. Es handelt sich um ein Myon, das Moritz bisher noch nicht kennengelernt hat.



## -Stories

### *Moritz ist ratlos*

Moritz, ein Teilnehmer der Masterclass, sitzt als Praktikant in der Nachtschicht im Kontrollraum des ATLAS-Detektors. Eine Teilchenspür gibt Rätsel auf.



# -Stories

## Story-Gattung:

- lustig
- wissenschaftlich
- ohne Vorkenntnisse
- mit Vorkenntnissen

## Schwierigkeitsgrad:

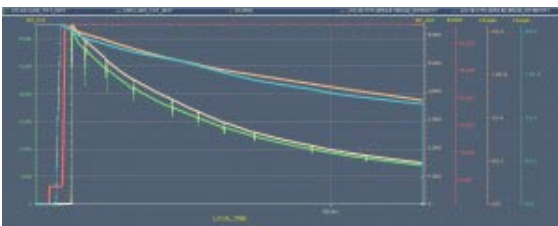
- leicht
- mittel
- schwer

## Thema:

- Beschleuniger
- Detektor
- Teilchenstrahl
- Felder

## Auflösung

Durch die Gezeitenwirkung auf die Gebirge verschiebt sich der LHC während der halben Mondphase von Neumond zu Vollmond um ca. 25 cm und der Ring wird ca. 1 mm länger. Die Gravitationswirkung auf den Teilchenstrahl ist vernachlässigbar klein. Daher muss der Strahl abhängig von der Mondphase nachjustiert werden. Der verantwortliche Schichtleiter ist eingeschlafen. Das Not-system schickt die Strahlen aus dem LHC in den Dump.



# -Stories

## Vollmond - Strahl auf Abwegen

Beide Protonen-Strahlen verlassen den LHC und werden in den sogenannten Dump (Strahlabsorber) geleitet.



# -Stories

## Story-Gattung:

- lustig
- wissenschaftlich
- ohne Vorkenntnisse
- mit Vorkenntnissen

## Schwierigkeitsgrad:

- leicht
- mittel
- schwer

## Thema:

- Beschleuniger
- Detektor
- Teilchenstrahl
- Felder

## *Auflösung*

Vor Inbetriebnahme des LHC muss der gesamte Beschleuniger mit flüssigem Helium auf  $-269\text{ °C}$  ( $1,9\text{ K}$ ) abgekühlt werden. Dabei verkürzt sich der Gesamtumfang des Beschleunigers um  $80\text{ m}$  aufgrund der thermischen Kontraktion. Die Verkürzung wird durch eine große Anzahl von Bellows, sogenannte bewegliche Verbindungsteile (Balg), kompensiert, bei deren Ausdehnung bzw. Verkürzung ein knirschendes Geräusch zu hören ist.



# -Stories

## *Es knirscht im Tunnel*

Vor Inbetriebnahme des LHC macht der neue technische Leiter eine letzte Runde durch den Tunnel. Ihm fällt ein merkwürdiges Knirschen auf.



# -Stories

## Story-Gattung:

- lustig
- wissenschaftlich
- ohne Vorkenntnisse
- mit Vorkenntnissen

## Schwierigkeitsgrad:

- leicht
- mittel
- schwer

## Thema:

- Beschleuniger
- Detektor
- Teilchenstrahl
- Felder

## Auflösung

Die neutralen Wasserstoffmoleküle strömen aus der Gasflasche in das Duoplasmatron. Dort sollten sie negativ geladen werden, damit anschließend alle Elektronen besser entfernt werden können. Dieses fand aufgrund eines Fehlers nicht statt, folglich blieben die Moleküle neutral und konnten im elektrischen Feld des Linearbeschleunigers nicht beschleunigt werden.



# -Stories

## E-Feld ohne Wirkung

Die Beschleunigeranlage am CERN wird in Betrieb genommen. Die Schichtleiter am Linearbeschleuniger blicken entsetzt auf die Kontrollbildschirme. Die Teilchen werden nicht beschleunigt.





# -Stories

## Story-Gattung:

- lustig
- wissenschaftlich
- ohne Vorkenntnisse
- mit Vorkenntnissen

## Schwierigkeitsgrad:

- leicht
- mittel
- schwer

## Thema:

- Beschleuniger
- Detektor
- Teilchenstrahl
- Felder

## ***Auflösung***

Der Ausfall eines Quadrupolmagneten führt dazu, dass der Strahl in eine Richtung nicht fokussiert wird. Das Ergebnis ist ein ellipsenförmiger Strahlquerschnitt. Die Kollimatoren absorbieren alle Teilchen, die zu weit vom Strahlzentrum entfernt sind. Dabei wird die kinetische Energie der Teilchen in Wärmeenergie umgewandelt, was einen Temperaturanstieg der Kollimatoren zur Folge hat.



# -Stories

## ***Strahl außer Form***

Aufregung im Kontrollraum. Massiver Temperaturanstieg der Kollimatoren.



# -Stories

## Story-Gattung:

- lustig
- wissenschaftlich
- ohne Vorkenntnisse
- mit Vorkenntnissen

## Schwierigkeitsgrad:

- leicht
- mittel
- schwer

## Thema:

- Beschleuniger
- Detektor
- Teilchenstrahl
- Felder

## ***Auflösung***

Bei einem neuen, außergewöhnlichen Ereignis überprüft die jeweilige Detektorgruppe zunächst eine gewisse Zeit am eigenen Detektor, ob das Ereignis korrekt interpretiert wurde. Dann wird die Gruppe des anderen Detektors, der die gleichen Ereignisse untersucht, gebeten, in dem betreffenden Energiebereich nach diesem Ereignis zu suchen. In diesem Fall konnte CMS das Ereignis nicht bestätigen.



# -Stories

## ***Zu früh gefreut***

Physiker am ATLAS-Detektor identifizieren Ereignisse, die auf ein neuartiges Higgs-Teilchen hinweisen. Nach einigen Monaten kommt die Ernüchterung.



# -Stories

## Story-Gattung:

- lustig
- wissenschaftlich
- ohne Vorkenntnisse
- mit Vorkenntnissen

## Schwierigkeitsgrad:

- leicht
- mittel
- schwer

## Thema:

- Beschleuniger
- Detektor
- Teilchenstrahl
- Felder

## **Auflösung**

Der Schichtleiter beobachtet Teilchenspuren im LHCd-Detektor. Diese Spuren werden von den kosmischen Myonen, die in der oberen Atmosphäre entstehen, wenn kosmischen Teilchen auf die Luftschicht treffen, verursacht. Aufgrund ihrer sehr kurzen Lebensdauer dürften die Myonen eigentlich nicht auf der Erde ankommen. Da sie sich jedoch nahezu mit Lichtgeschwindigkeit bewegen, unterliegen sie der Zeitdilatation und können selbst 100m unter der Erde nachgewiesen werden. Sie werden zum Eichen des Detektors genutzt.



# -Stories

## **Spuren aus dem Nichts**

Der LHC befindet sich im long shut down (Wartungsphase). Der LHCb-Detektor ist schon wieder betriebsbereit. Der zuständige Schichtleiter im Kontrollraum schaut gespannt auf den Ereignisbildschirm.





# -Stories

## Story-Gattung:

- lustig
- wissenschaftlich
- ohne Vorkenntnisse
- mit Vorkenntnissen

## Schwierigkeitsgrad:

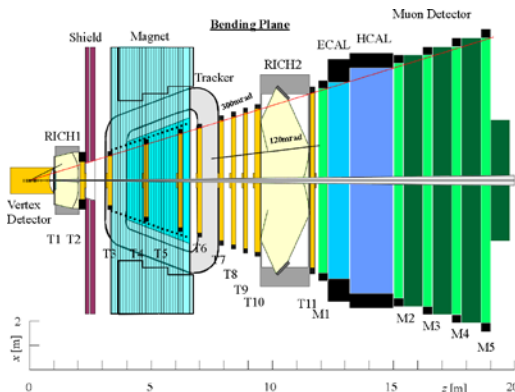
- leicht
- mittel
- schwer

## Thema:

- Beschleuniger
- Detektor
- Teilchenstrahl
- Felder

## Auflösung

Das geladene Teilchen hat einen zu geringen Impuls, um das Magnetfeld zu verlassen und den Magneten zu durchdringen. Die Bahn des Teilchens wird durch die Lorentzkraft aufgrund des Magnetfeldes so stark gekrümmt, dass das Teilchen im Magnetfeld verbleibt.



# -Stories

## Teilchen im LHCb auf Abwegen

Nach einer Kollision im LHCb hinterlässt das Teilchen eine Spur in zwei Spurdetektoren vor dem Magneten. Danach ist es verschwunden.