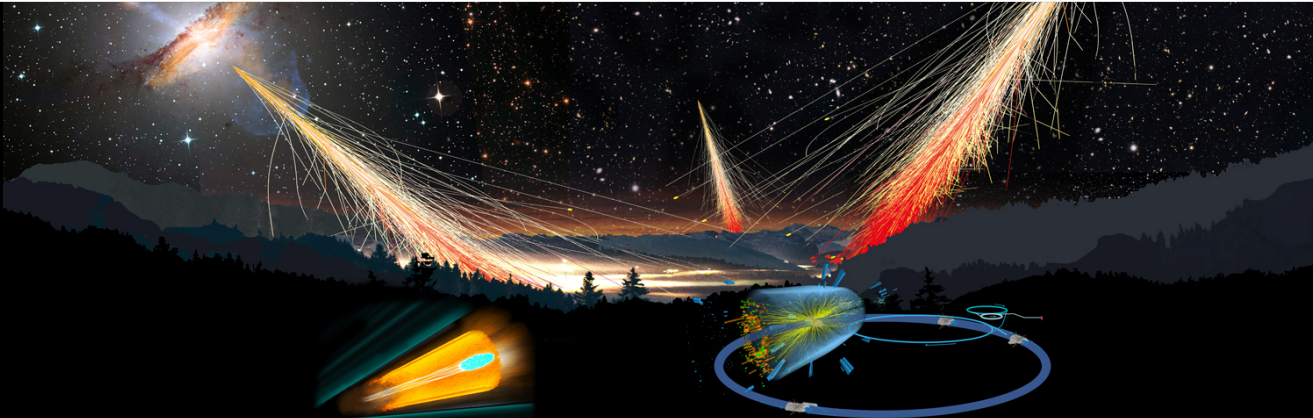


Forschung an Superbeschleunigern

Neues vom Large Hadron Collider

Ulrich Husemann

KIT-CENTRUM ELEMENTARTEILCHEN- UND ASTROTEILCHENPHYSIK (KCETA)



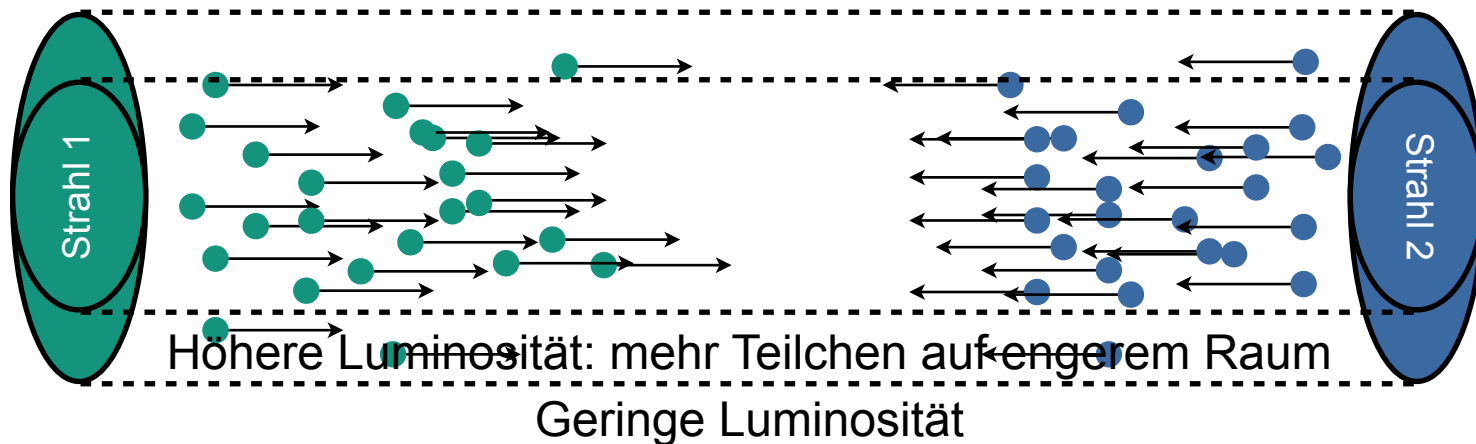
- Fundamentale Fragen:
 - Kleinste Teilchen?
 - Fundamentale Wechselwirkungen?
- Rolle von Teilchenbeschleunigern:
 - Neue Teilchen in hochenergetischen **Teilchenkollisionen**
 - Relativitätstheorie: $E = mc^2$
→ **Energie** umgewandelt in **Masse**



Bildquelle: Netzwerk Teilchenwelt

Höher, schneller, weiter...

- Höhere **Energie** → erzeuge **massivere** neue Teilchen
- Höhere **Luminosität** („Leuchtkraft“) → erhöhe Rate **seltener** Prozesse
→ viele Teilchen treffen sich auf engem Raum

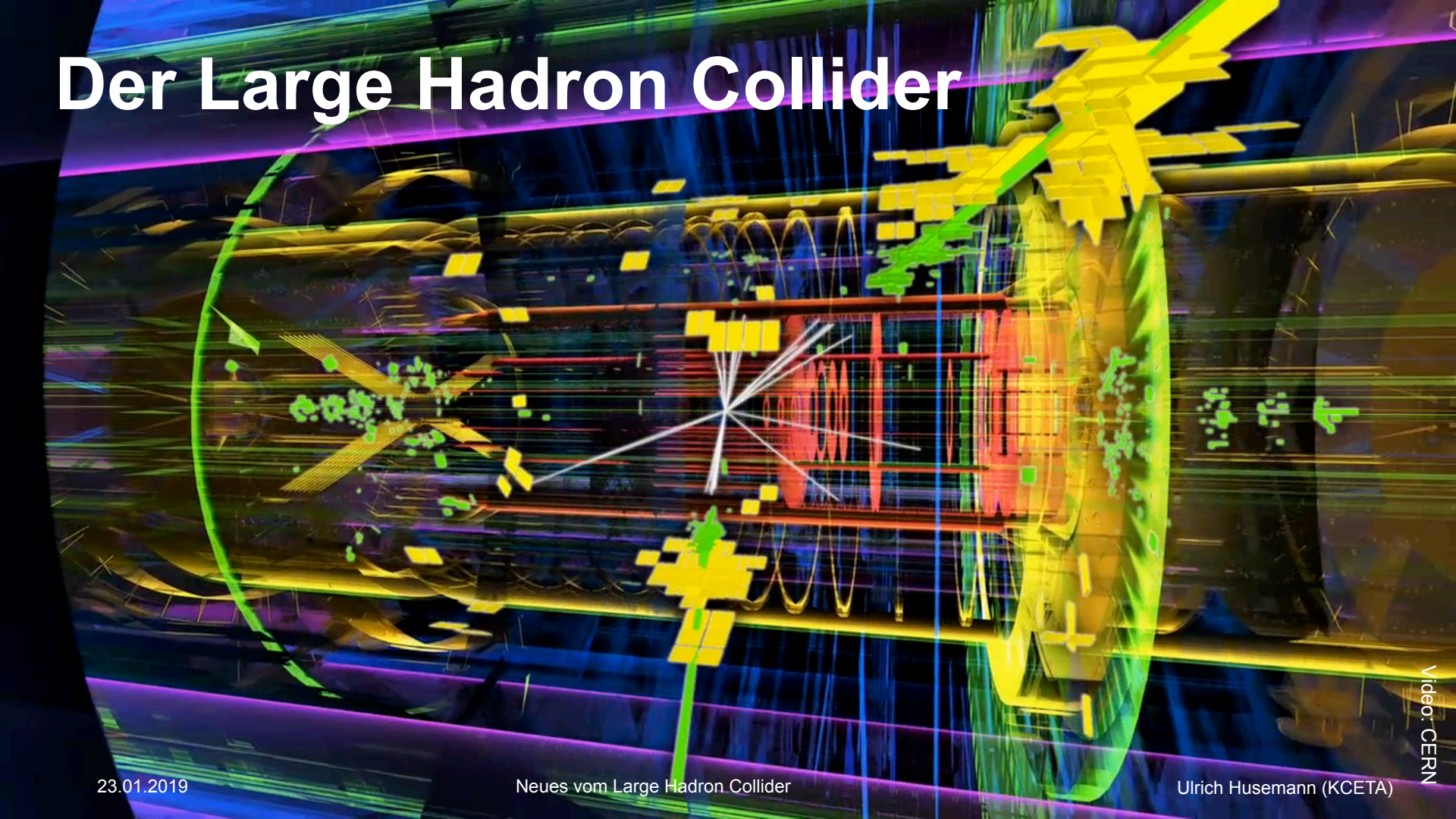


Der Large Hadron Collider

LHC – Beschleuniger der Superlative:

- Größter und leistungstärkster erdgebundener Beschleuniger, ca. 100 m unter der Erde, 27 km Umfang
- Protonen auf 6,5 Billionen Elektronenvolt (= 99,999999% der Lichtgeschwindigkeit) beschleunigt
- Strahlenergie (300 Billionen Teilchen): ca. 300 Megajoule = kinetische Energie eines ICE-Zugs bei 140 km/h
- Größter Kühltank der Welt: 10.000 Tonnen flüssiger Stickstoff, 120 Tonnen flüssiges Helium

Der Large Hadron Collider



23.01.2019

Neues vom Large Hadron Collider

Ulrich Husemann (KCETA)

Video: CERN

Kurze Geschichte des LHC



■ Start (2008/2009)



Bildquelle: CERN

Kurze Geschichte des LHC



- Start (2008/2009)
- Run 1 (2010–2012):
Entdeckung des
Higgs-Bosons

Bildquelle: CERN

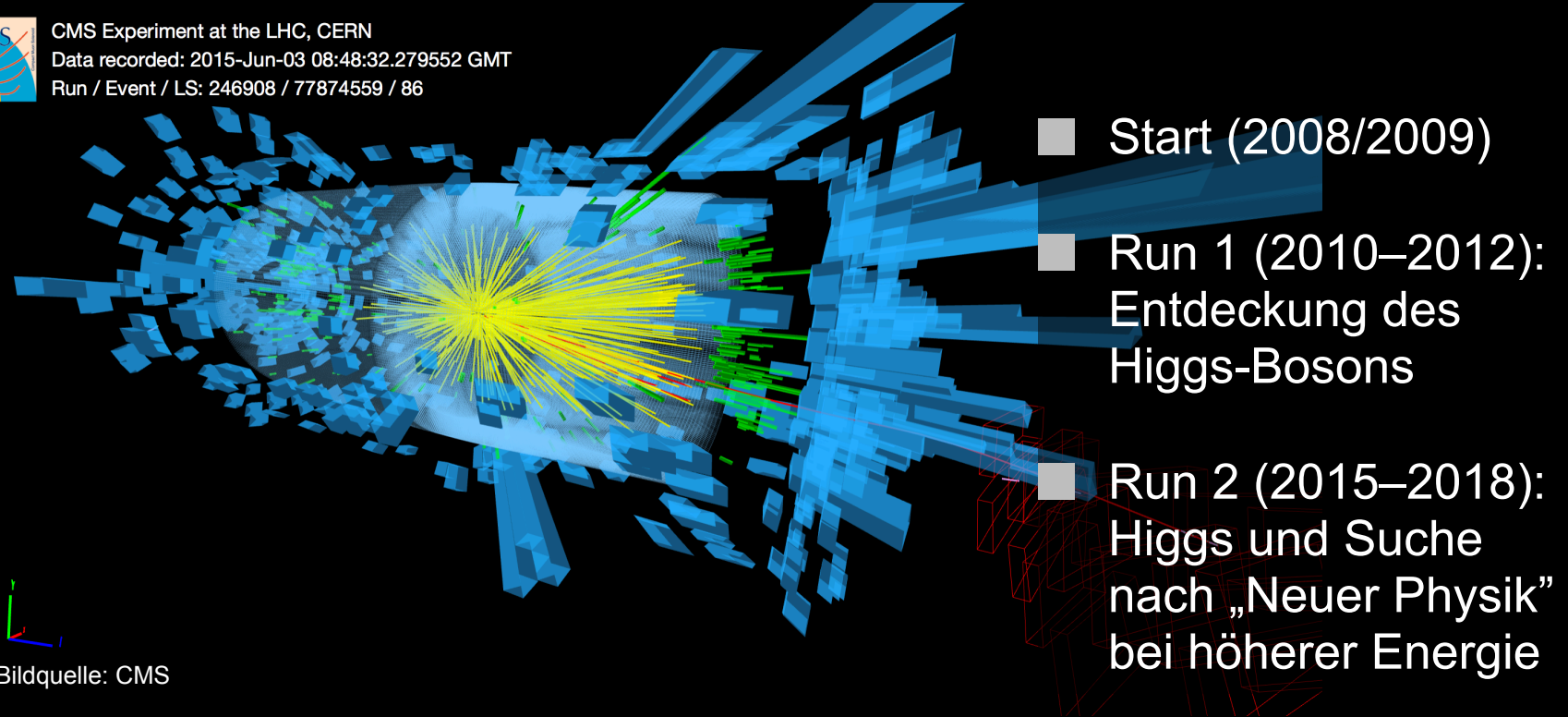
Kurze Geschichte des LHC



CMS Experiment at the LHC, CERN

Data recorded: 2015-Jun-03 08:48:32.279552 GMT

Run / Event / LS: 246908 / 77874559 / 86

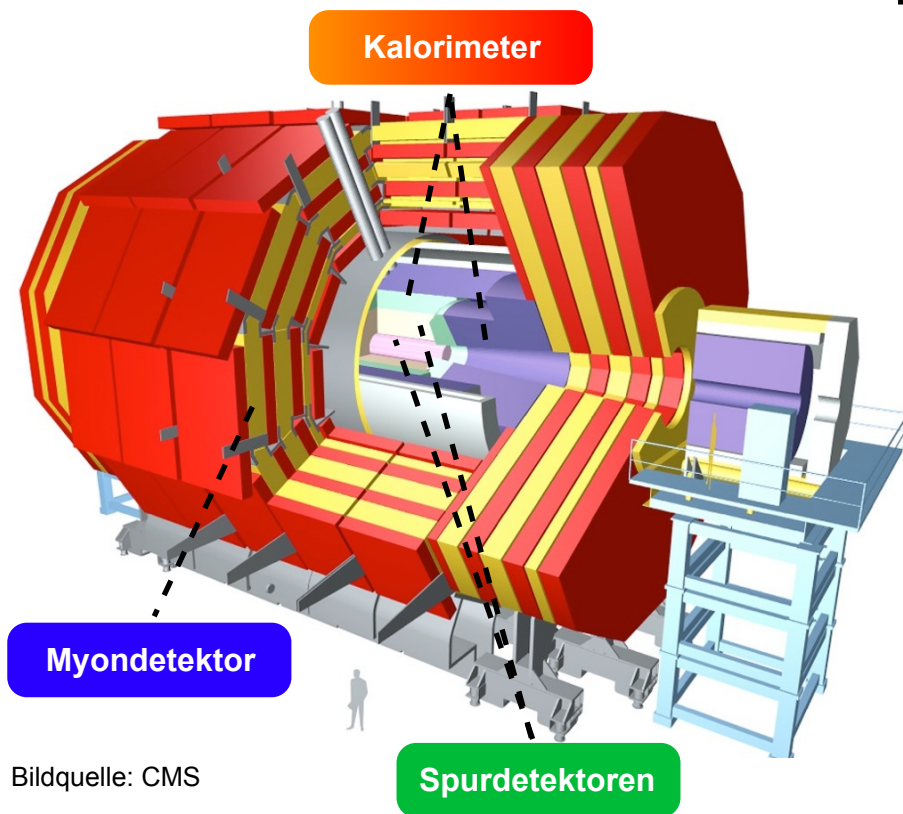


- Start (2008/2009)
- Run 1 (2010–2012):
Entdeckung des
Higgs-Bosons
- Run 2 (2015–2018):
Higgs und Suche
nach „Neuer Physik“
bei höherer Energie



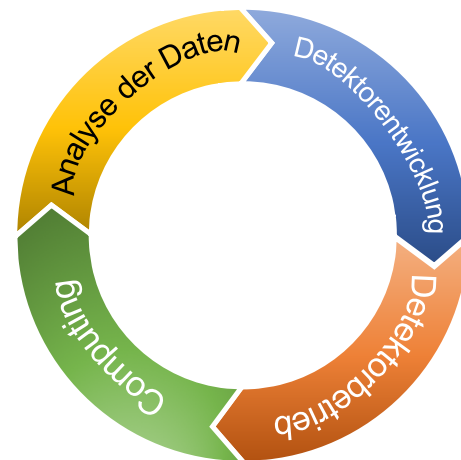
Bildquelle: CMS

Das KIT am CMS-Experiment



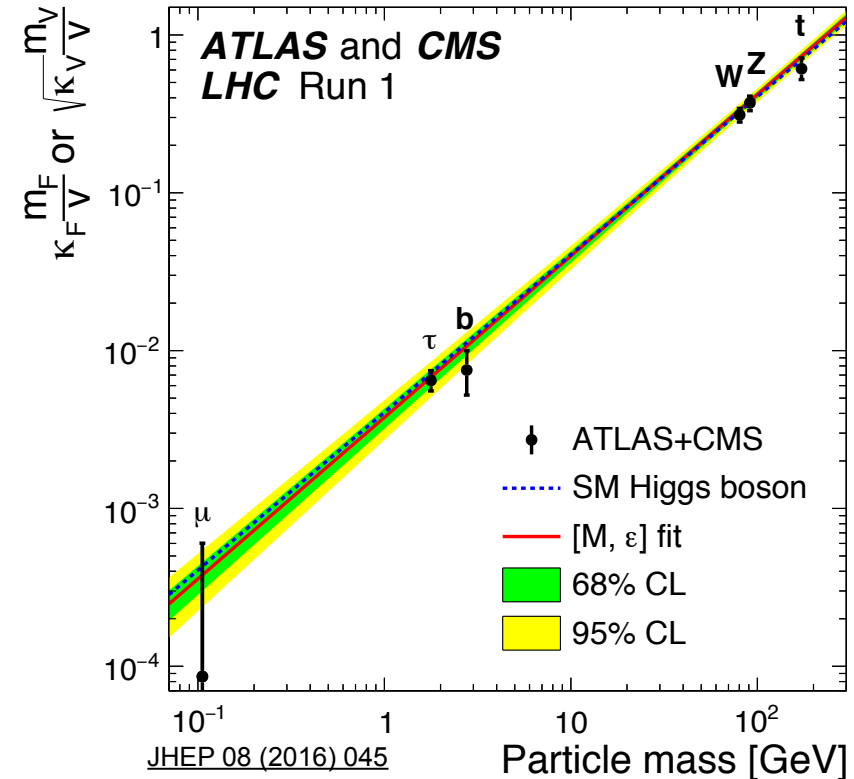
Bildquelle: CMS

- LHC-Experiment mit KIT-Beteiligung: **CMS** (siehe Poster)
- KIT-Beiträge zum **kompletten „Lebenszyklus“** von CMS:



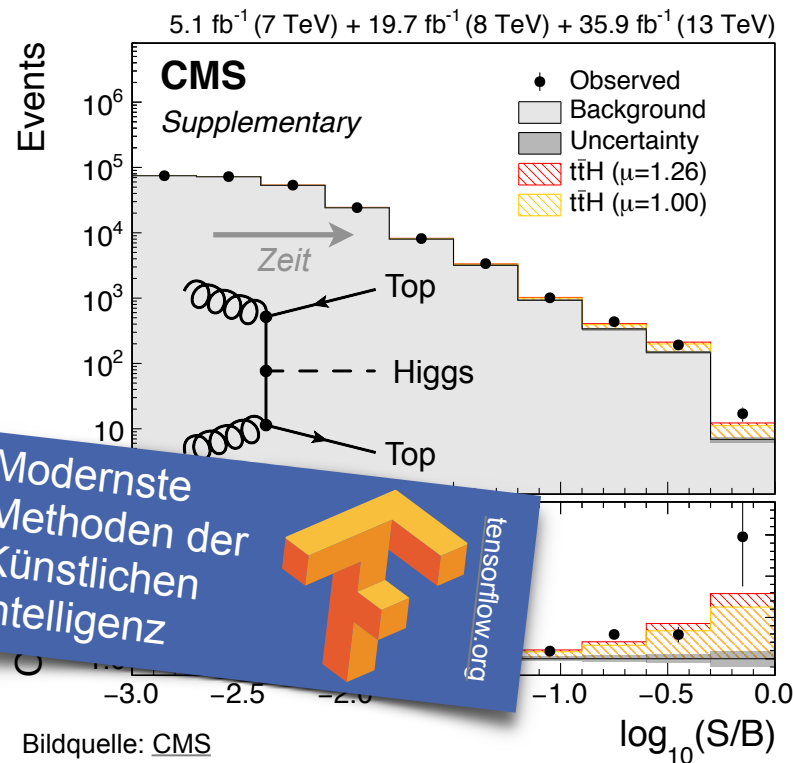
Wissenschaftliche Highlights

- 2016: Higgs-Boson koppelt proportional zur Teilchenmasse



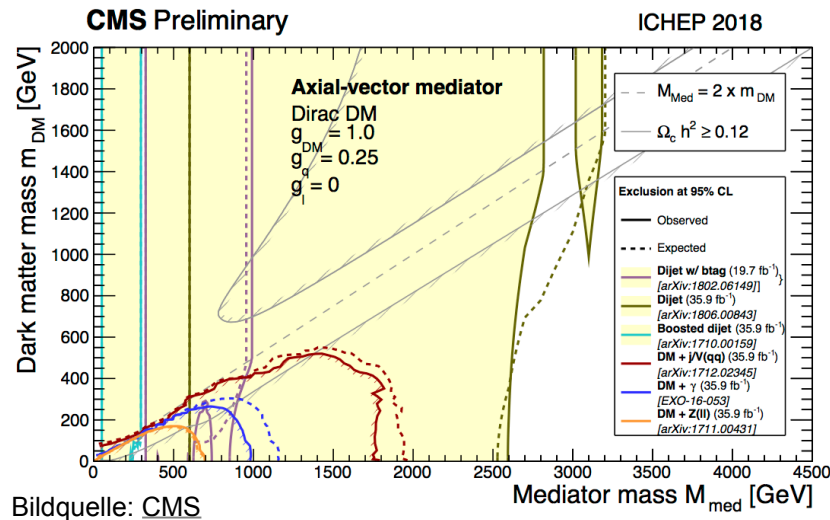
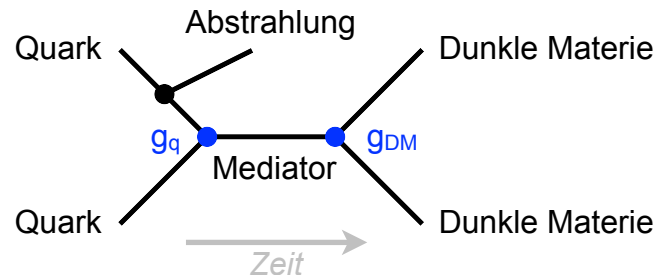
Wissenschaftliche Highlights

- 2016: Higgs-Boson koppelt proportional zur Teilchenmasse
- 2018: direkter Nachweis der Higgs-Wechselwirkung mit Top- und Bottom-Quarks und Tau-Leptonen



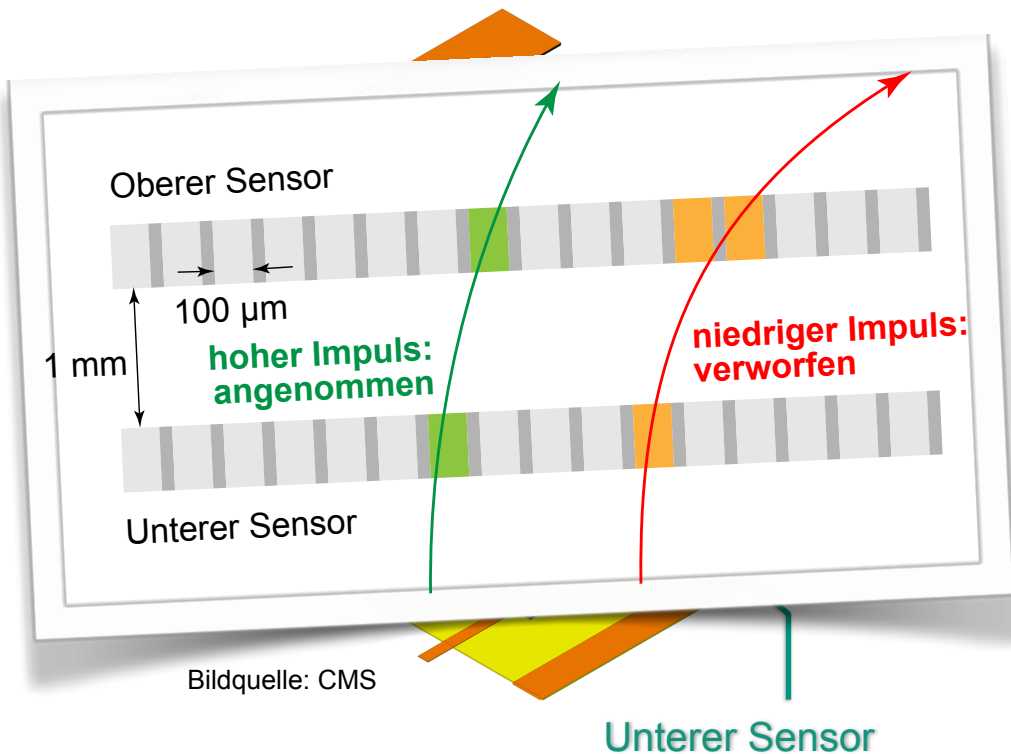
Wissenschaftliche Highlights

- 2016: Higgs-Boson koppelt proportional zur Teilchenmasse
- 2018: direkter Nachweis der Higgs-Wechselwirkung mit Top- und Bottom-Quarks und Tau-Leptonen
- Suche nach Neuer Physik, z. B. Dunkle Materie: große Kreativität, bisher keine signifikanten Signale



Bildquelle: CMS

Zukunft des LHC



- **HL-LHC** (ab 2026):
LHC bei hoher Luminosität
 - Etwas mehr Energie, viel mehr Luminosität
 - Bis 2038: 20× mehr Daten als bislang aufgezeichnet
- CMS für den HL-LHC:
 - **Neubau** Detektoren
 - Innovative Konzepte, z. B. **p_T -Module** (Bau am KIT)

Superbeschleuniger in Japan

SuperKEKB: höchste Präzision

- **Elektron-Positron-**Kollisionen: gezielte Erzeugung schwerer Quarks
- Luminosität: **40× LHC**
- Inbetriebnahme des neuen Experiments **Belle II** (KIT-Beteiligung)



Zusammenfassung & Ausblick

- Superbeschleuniger für die physikalische Grundlagenforschung: wie ist unser **Universum im Allerkleinsten** aufgebaut?
- Derzeit leistungsfähigster Teilchenbeschleuniger: **Large Hadron Collider** → Programm bis 2038
- Zukunft: Noch **größere** Beschleuniger? Neue Beschleunigertechnologie? (→ Vortrag A.-S. Müller)

