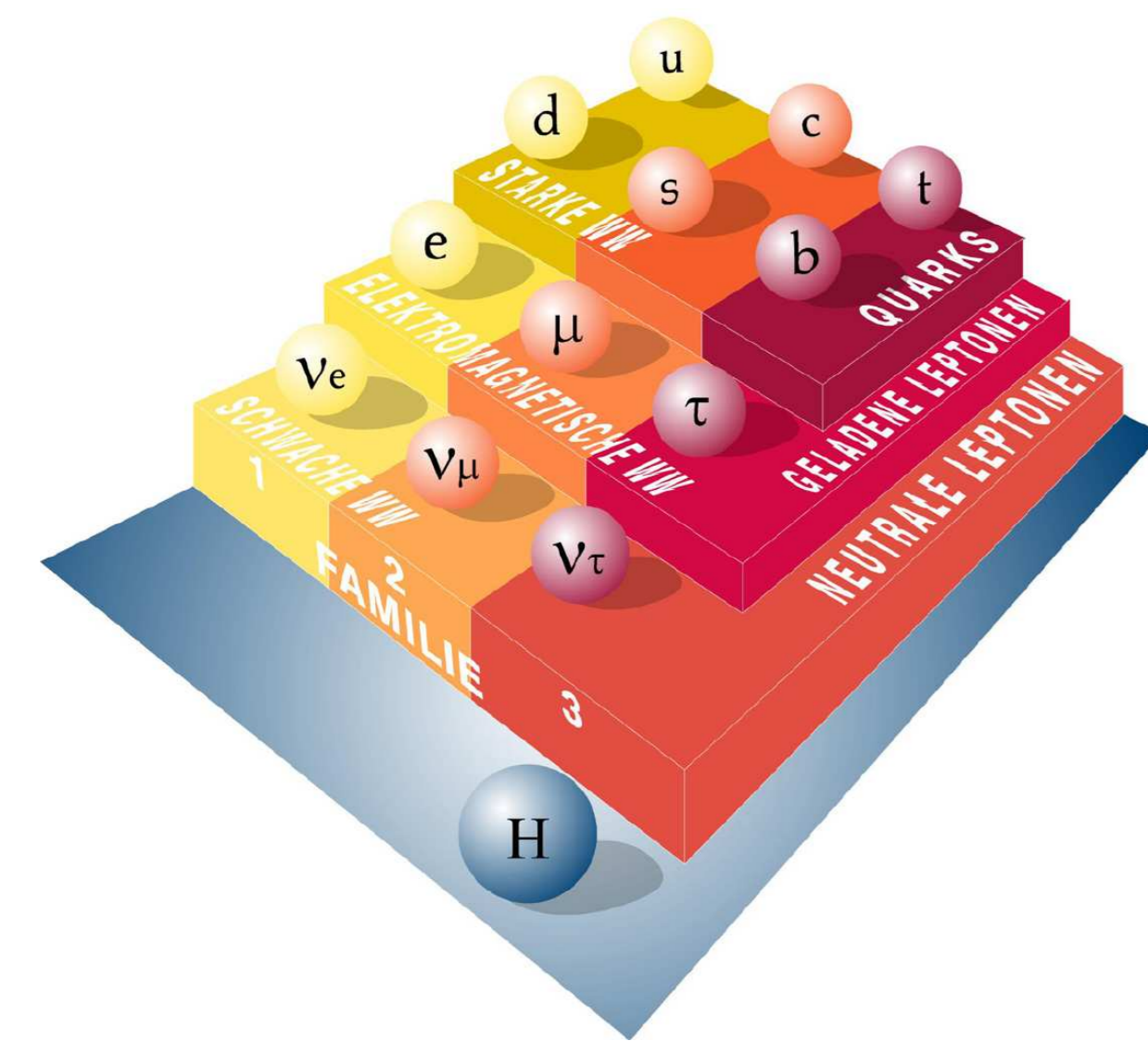


Quantenfelder & Elementarteilchen

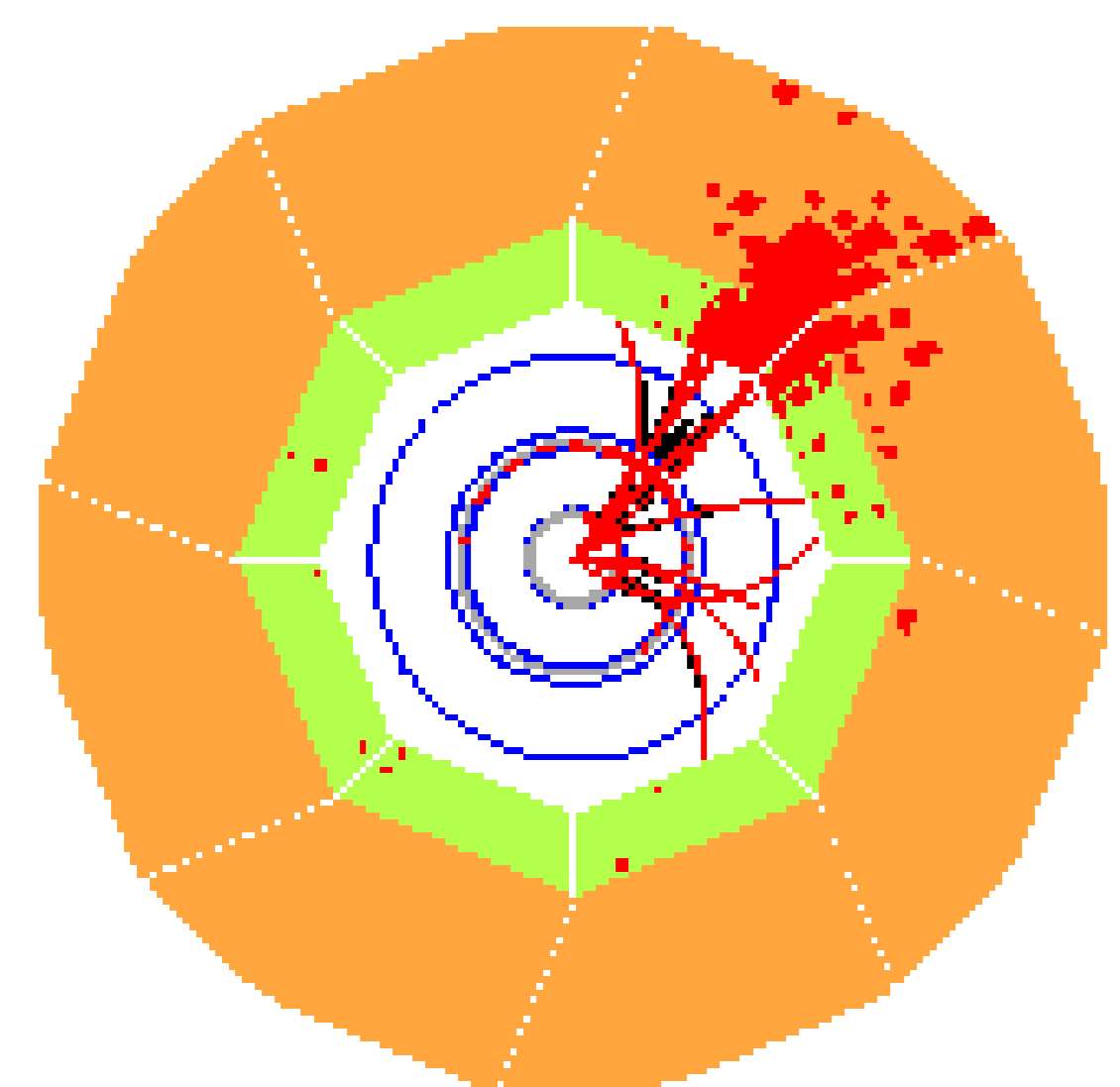
Elementarteilchen oder Was sind die kleinsten Bausteine der Materie?

Diese Frage stellten sich schon die alten Griechen vor 2500 Jahren. Demokrit behauptete, dass alle Materie aus Atomen (atomos=unteilbar) besteht. Heute nennen wir unteilbare "Atome" Elementarteilchen. Wir kennen 6 Quarks, 6 Leptonen, die zugehörigen Wechselwirkungsteilchen (Eichbosonen) und das Higgs-Boson. Nach unserem derzeitigen Verständnis sind diese nicht aus anderen Teilchen zusammengesetzt, daher elementar. Aus Quarks und Leptonen ist alle bekannte Materie aufgebaut und alle Kräfte die wir kennen, werden durch Eichbosonen beschrieben.



Darstellung der Elementarteilchen nach dem Standard-Modell

Um herauszufinden ob die Teilchen wirklich elementar sind, benutzen die Physiker eine einfache Methode. Sie lassen Materie mit hoher Energie aufeinander prallen und sehen sich die Überreste dieses Zusammenstoßes an. Aus diesen Überresten können sie ihre Theorien überprüfen und gegebenenfalls neue aufstellen.

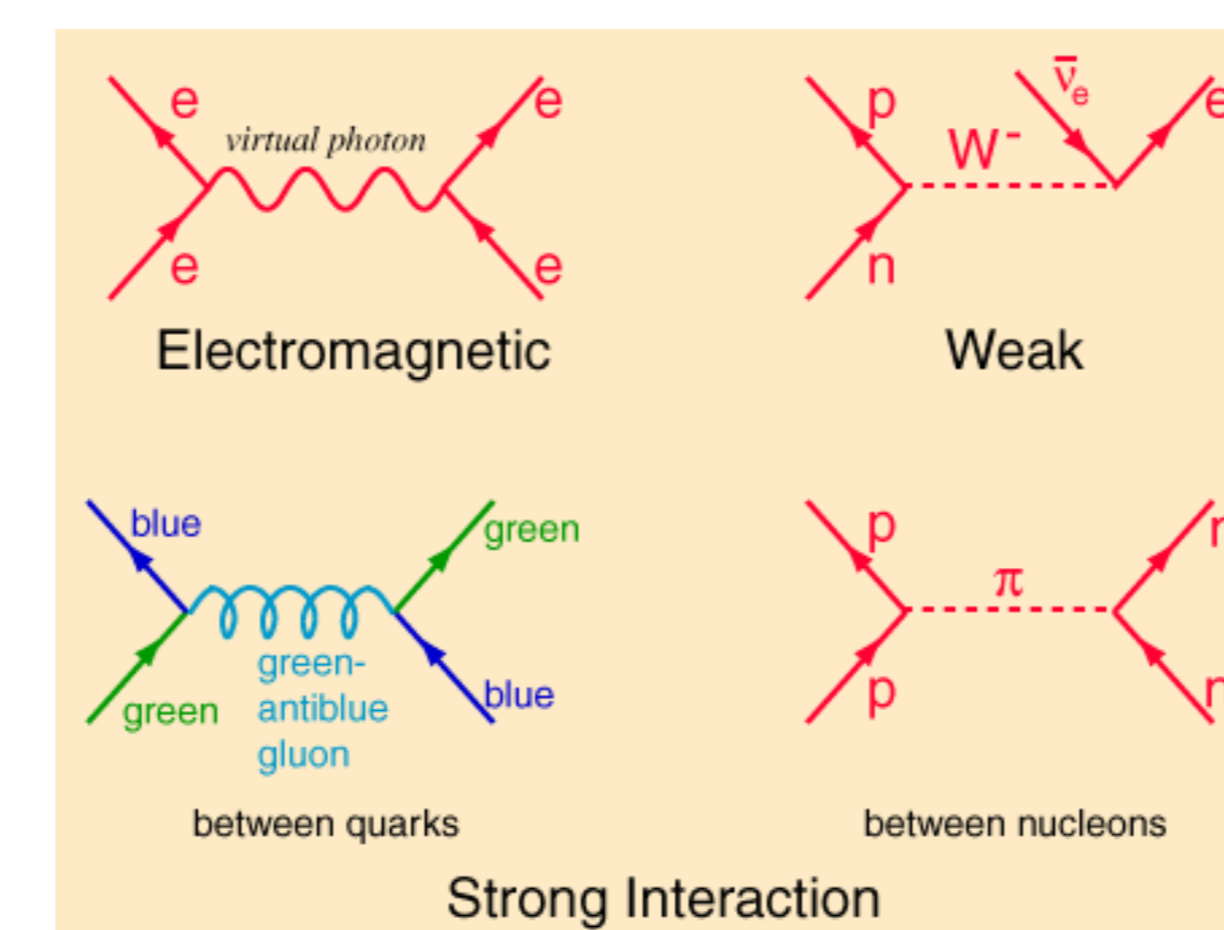


Radiale Ansicht eines Zusammenstoßes zweier Elementarteilchen H1 @ DESY

Quantenfeldtheorie oder Heisenberg und Einstein im Duett

Zur Beschreibung der Elementarteilchen muss man die Quantenmechanik benutzen. In modernen Elementarteilchenexperimenten sind die Elementarteilchen sehr energiereich und schnell, somit muss man auch die Effekte der Relativitätstheorie berücksichtigen. Die Vereinigung der Quantenmechanik und spezieller Relativitätstheorie heißt Quantenfeldtheorie. Diese Theorie ermöglicht es zur hohen Genauigkeit die Vorgänge im subatomaren Bereich zu beschreiben. Da die Quantenfeldtheorie sehr schwierig zu lösen ist, müssen sich die Physiker etwas einfallen lassen um die Rechnungen zu vereinfachen. Zwei wichtige Methoden sind die Rechnersimulation (siehe Gittereichtheorie-Poster) und analytische Näherungsverfahren.

Wir nutzen zur Beschreibung der Wechselwirkung der Materie bildliche Darstellungen der komplexen Rechenregeln der Quantenfeldtheorie.

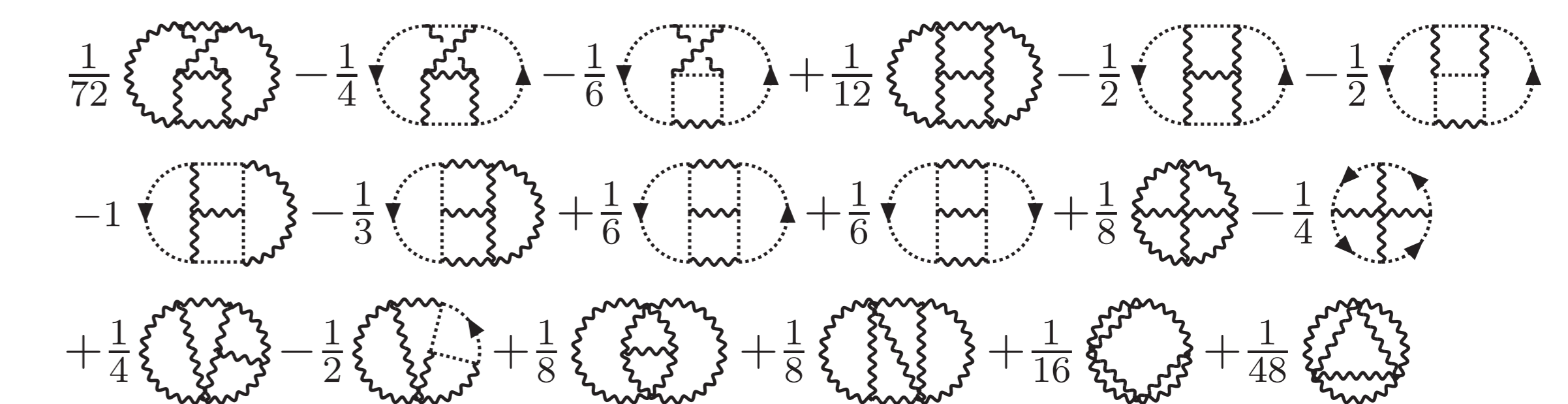


Feynman-Diagramme niedrigster Ordnung für die Standard-Modell Wechselwirkungen

Je genauer man physikalischen Größen berechnen will, um so mehr solche Graphen gibt es. Die Bielefelder Forscher berechnen mit hohem rechnerischen Aufwand und mit Hilfe automatisierter Programme solche Graphen um damit ganz präzise Voraussagen für die Experimente (siehe z.B. CERN-Poster) machen zu können.

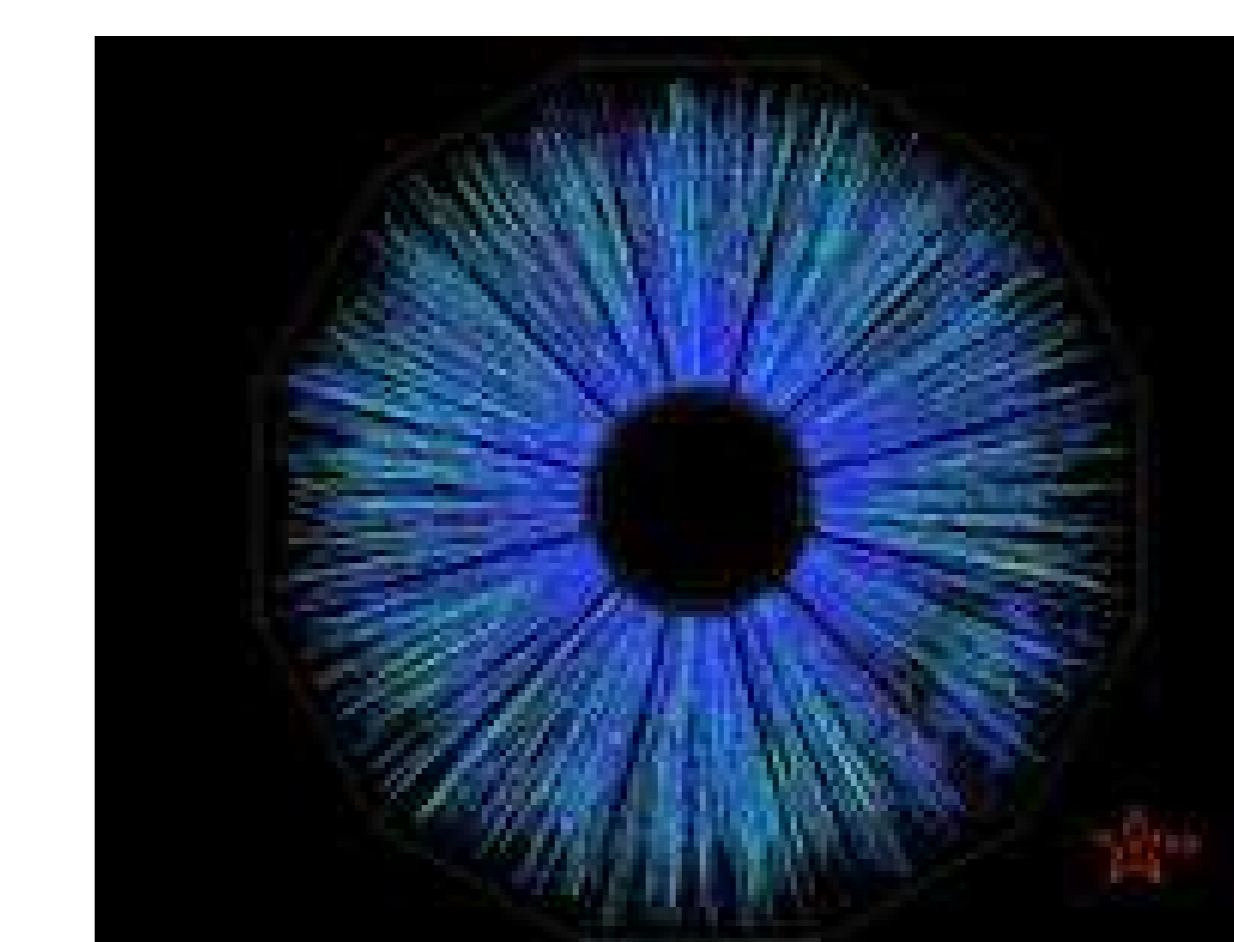
Quantenfeldtheorie bei hohen Temperaturen oder Manche mögen's heiß

Wenn man Wasser abkühlt, dann wird es ab einer Temperatur von Null Grad Celsius zu Eis. Dies ist ein Beispiel für eine temperaturbedingte Zustandsänderung, in der Fachsprache nennt man es einen Phasenübergang. Im frühen Universum war es extrem heiß und es wimmelte nur so von Elementarteilchen. Wir wissen, dass sich das Universum ausdehnt und dabei immer kälter wird. Ist es möglich, dass im frühen Kosmos, die Elementarteilchen, ähnlich den Wassermolekülen im obigen Beispiel, auch eine Zustandsänderung erfahren, wenn die Temperatur des Universums genug abfällt?



Einige Graphen der heißen Quantenfeldtheorie

Um solche komplexen Fragen zu beantworten, also Elementarteilchen bei hohen Temperaturen zu beschreiben, muss man die Quantenfeldtheorie modifizieren und ähnliche Berechnungen und Rechnersimulationen ausführen wie im Falle der "normalen" Quantenfeldtheorie.



Ansicht einer Kollision zweier Goldkerne Star @ RHIC