

Kompressoren helfen bei der Jagd nach dem Higgs Teilchen

Im Sommer 2008 wurde das größte Experiment der Menschheit gestartet. Das Kernforschungsinstitut CERN in Genf hat ein gigantisches, 100 Meter unter der Erdoberfläche aufgebautes Forschungsprojekt realisiert. Es wurde ein 27 km langer LHC (Large Hadron Collider) Ring gebaut, mit dessen Hilfe kleinste Teilchen (Protonen) beschleunigt und mit Energie aufgeladen werden. An einem bestimmten Ort kollidieren die mit beinahe Lichtgeschwindigkeit fliegenden Protonen frontal mit anderen, entgegengesetzt fliegenden Protonen. Bei dieser Kollision wird Energie in Materie umgewandelt, ganz nach Einsteins Formel $E=mc^2$ (Energie = Masse x Lichtgeschwindigkeit im Quadrat). Dabei entstehen Temperaturen im Plasma, die 100.000 mal so hoch sind wie im Zentrum der Sonne. Die neuen Partikel der Materie bestehen leider nur sehr kurze Zeit und müssen daher von hoch empfindlichen Detektoren erfasst werden. Mit Hilfe dieser Versuche und den daraus resultierenden Forschungsergebnisse sollten etliche Theorien untersucht werden. An oberster Stelle steht aber der Nachweis der Higgs Theorie, das heißt warum die Materie dank des Higgs Feldes zusammenbleibt und nicht in Lichtgeschwindigkeit zerfällt.

Der ATLAS Detektor

Der LHC besteht aus mehreren Ringen mit supraleitenden Hochleistungsmagneten und vier Detektoren. Das grösste Experiment findet im ATLAS Detektor, unterhalb dem CERN Hauptgebäude zwischen Meyrin (CH) und St. Genis (FR) statt. Dort werden die Ereignisse nach dem Protonen Zusammenstoß aufgezeichnet und die riesigen Datenmengen der Sensoren über ein weltweit verteiltes Netz von Hochleistungsrechner ausgewertet. Insgesamt wurden seit der Bewilligung im Jahr 1994 über 11 Milliarden CHF in dieses Projekt investiert. Der ATLAS Detektor ist mit 25 Meter Höhe und 46 Meter Länge der weltweit größte Detektor für die Teilchenphysik (Bild 1). Er wiegt 7000 Tonnen, ist 44 Meter lang, hat einen Durchmesser von 25 Metern und enthält 150 Millionen Sensoren. Im ATLAS Detektor wird neben dem Higgs Teilchen auch nach supersymmetrischen Teilchen und kleinen Schwarzen Löchern gesucht.

Der Kühlkreislauf

Der Kühlkreislauf hat die Aufgabe, die erzeugte Wärme im Innersten des ATLAS Detektors abzuführen. Der Innere Detektor von ATLAS ist das sensibelste Element des Experiments, da tausende

von Silikon Detektoren benötigt werden, um die Flugbahnen der Partikel zu verfolgen, die nach der Proton-Proton Kollision wegfiegen. Tausende elektronische Komponenten wurden im Innersten installiert, um die Informationsflut der Silikon-detektoren zu verwalten. Die Elektronik produziert insgesamt eine Abwärme von 70 kW. Ohne eine aktive Kühlung würde die Temperatur im Inneren des Detektors um 4 bis 5 Grad pro Sekunde ansteigen und die Anlage zerstören. Das Medium C3F8 (Perfluoropropane oder auch Oktaflorpropan genannt) wurde ausgewählt, aufgrund seiner dielektrischen Eigenschaften (keine Beschädigung der elektronischen Komponenten im Falle einer Leckage, es ist strahlungsbeständig) und seine thermodynamischen Eigenschaften entsprechen den Kühlanforderungen. Der Kühlkreislauf ist in einer Halle unter der Erde, am ersten Zugangsknoten zum LHC Tunnel. Die ölfreien Kolbenkompressoren selber sind in einer Service Kaverne Namens USA15 aufgestellt. Nachdem das Kühlmedium auf einen Überdruck von 15 bar komprimiert und kondensiert wurde, erreicht es die Experimentierkaverne Namens UX15 und wird in 204 verschiedene Kühlkreisläufe verteilt. Beim Eintreffen des Kühlmediums im Mittelpunkt des ATLAS Experimentes, expandiert es und verdampft. Dadurch kann die die Abwärme der elektronischen Komponenten aufgenommen werden. Dann wird das Gas wieder abgesogen und den trockenlaufenden Kompressoren zugeführt, wo der Kreislauf von Neuem beginnt.

Warum wurden HAUG Kompressoren eingesetzt?

Die kundenspezifischen Kompressoren werden in einem Kühlkreislauf mit C3F8 als Kühlmedium benutzt. Dieses Kühlmedium darf auf keinen Fall verunreinigt werden. Winzigste Mengen von Öl im Kühlmedium würden in der radioaktiven Umgebung des inneren Detektors polymerisieren und schließlich den Kühlkreislauf verstopfen. Aus diesem Grund wurde ein ölloser Kompressor gesucht, der in der Lage ist, die geforderte Fördermenge von etwa 100 Nm³/h und die

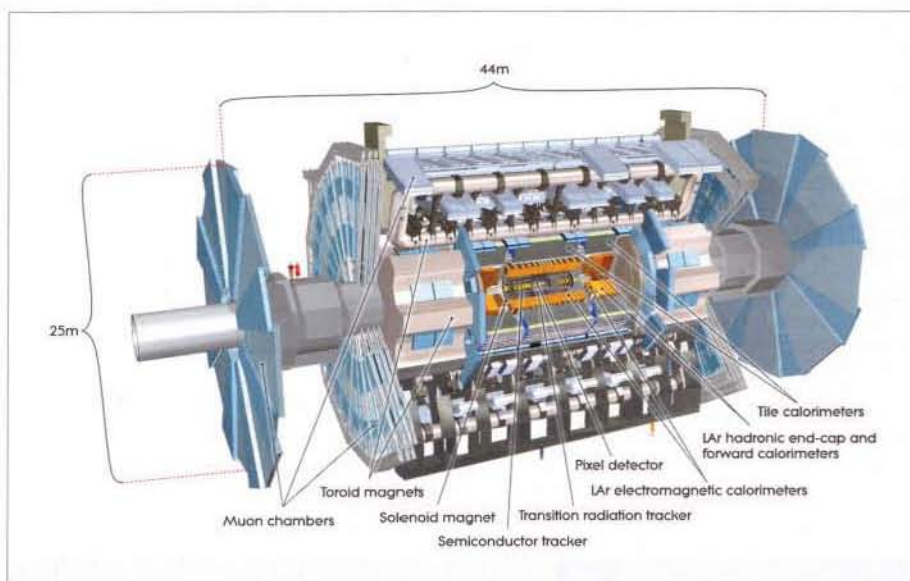


Bild 1: ATLAS Detektor 100 Meter unter der Erdoberfläche (Bild: CERN)

benötigte Verdichtung von 800 mbar (abs) auf 16 bar (abs) zu bewältigen und dies absolut trocken laufend, das heißt ohne einen Tropfen Öl zur Schmierung zu verwenden.

Eine weitere wichtige Anforderung ist natürlich die hohe Zuverlässigkeit dieses Systems. Bei CERN sind deshalb HAUG Kompressoren von Typ QTOGX 160/80 LM aus St. Gallen im Einsatz. Es sind komplett öllöse Kolbenkompressoren, die im Tauchkolbenprinzip über vier Zylinder und zwei Verdichterstufen das Kühlmedium C3F8 komprimieren. Nach der ersten Stufe wird die Temperatur des Mediums mit einem Zwischenkühler auf Umgebungstemperatur gesenkt, was den Wirkungsgrad der Anlage verbessert und die Verdichtungstemperaturen senkt.

Aufgrund des komplett öllösen Betriebs, das heißt in der ganzen Maschine hat es keinen Tropfen Öl, kann die Verschmutzung des C3F8 zuverlässig ausgeschlossen werden. Des Weiteren ist der Verdichter dank einer berührungslosen und wartungsfreien Magnetkupplung herme-

Bild 2: QTOGX 160/80 LM Kompressoren von HAUG direkt neben dem ATLAS Detektor verdichten das C3F8 Kühlmedium von 1 bar auf 16 bar (Bild: CERN)



tisch dicht. Der Magnetkupplungsantrieb in den HAUG Kompressoren gewährleistet eine hohe Leckagedichtheit von 0,001 mbar · l/s. Dies ist unabdingbar, um ein Minimum an Kühlmittelverlust im Betrieb zu erzielen. Dies verhindert permanent ein Entweichen des Gases, sowie eine Verunreinigung des Gases durch Schadstoffe in der Umgebungsluft. Die hohe Modularität und die service-

freundliche Bauart der sechs Kompressoren garantieren kleinste Ausfallraten des Kühlsystems und tiefe Instandhaltungskosten.

Ueli Eigenmann

Fritz Haug AG
9015 St. Gallen/Schweiz
Tel. +41 71 313 99 64
ueli.eigenmann@haug.ch