

IZM-Know-how für CERN: ATLAS- und CMS-Detektor

Kein Urknall ohne Fraunhofer

Wenn nun im Genfer Teilchenbeschleuniger die ersten Versuche anlaufen, so ist ein wesentliches Element der Anlage dem Berliner Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM zu verdanken.

Im Genfer Teilchenbeschleuniger am CERN werden Partikelpakete von Wasserstoffkernen auf einem unterirdischen Ring von 8,6 km Durchmesser zu extrem hohen Geschwindigkeiten in jeweils entgegengesetzter Richtung beschleunigt, bis sie gigantische Energien von mehreren Terra-Elektronenvolt erreichen.

An mehreren Kollisionspunkten im Beschleunigerring sind daher Detektoren installiert worden, die die Entstehung unbekannter, instabiler Teilchen registrieren sollen. Bei der Protonen-Kollision mit extrem hohen Energien hoffen die Forscher im CERN auf die Bestätigung der bislang hypothetischen Higgs-Teilchen, die das Geheimnis der Teilchenmassen lüften sollen. Um aber die lang ersehnten oder sogar noch weitere unentdeckte Teilchen überhaupt nachweisen zu können, haben die Fraunhofer-Forscher spezielle Detektor-Module aufgebaut, die mit insgesamt 80 Mio. Pixel nahezu 2 m² der Innenwand am Kollisionsort auskleiden (Bild 1) – gewissermaßen als größte Digitalkamera der Welt. Diese Sensormodule (Bild 2) detektieren zweifelsfrei sowohl Aufschlagort als auch Energiemenge der winzigen Teilchen. Dabei befinden sich auf einem visitenkartenkleinen Silizium-Plättchen über 46 000 Pixel.

Weil alle 25 ns erneut Teilchenpakete im Detektor aufeinanderstoßen, müssen alle Pixel mit rasanten 40 MHz einzeln abgefragt werden, was eine riesige Anzahl an Ausleseleitungen notwendig macht. Um dieses Volumen entsprechend zu reduzieren, bedienen sich die Forscher für die

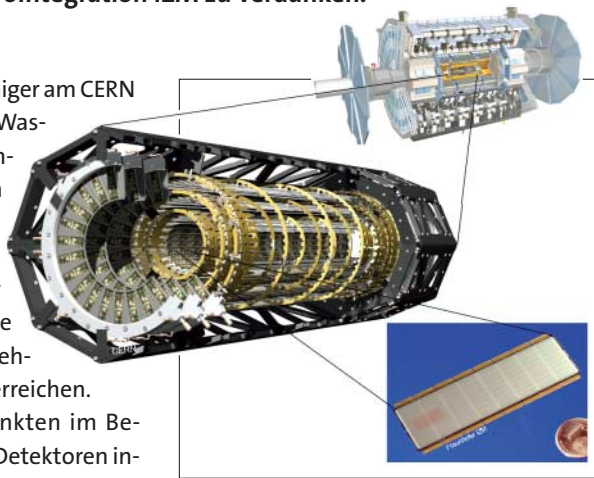


Bild 1: Die Detektor-Module kleiden mit insgesamt 80 Mio. Pixel nahezu 2 m² der Innenwand des ATLAS-Pixel-Detektors am Kollisionsort aus

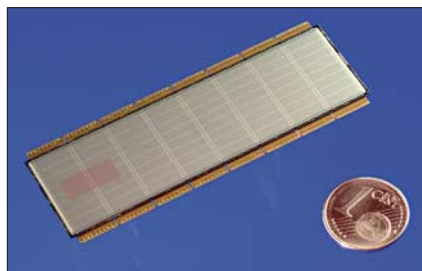


Bild 2: Modul zum Aufbau des ATLAS-Pixel-Detektors am Large Hadron Collider (LHC) am CERN in Genf

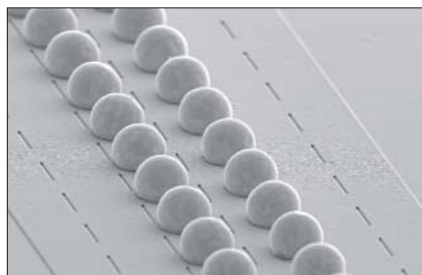


Bild 3: Mikrogalvanisch erzeugte Blei-Zinn-Bumps mit einem Durchmesser von nur 30 µm bilden die elektrische Verbindung zwischen jedem Sensorpixel und der Zelle des Auslesechips

FRAUNHOFER-IZM

► Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Gustav-Meyer-Allee 25, D-13355 Berlin, www.izm.fraunhofer.de

Oswin Ehrmann
Fon +49/30/46 40 31 24
Fax 46 40 31 23
oswin.ehrmann@izm.fraunhofer.de
Dr. Hermann Oppermann,
Fon +49/30/46 40 31 63,
Fax 46 40 32 71
hermann.oppermann@izm.fraunhofer.de

Auswerteelektronik der Flipchip-Technik (Bild 3), einer Spezialität des Fraunhofer IZM, mit der die gesamte aktive Fläche mit den Leiterbahnen verbunden wird. Und dieses Wissen wurde hier besonders gefordert, denn die Dicke des strahlenharten Chips übersteigt die eines Blatt Papiers nur geringfügig (150 µm). Der vom Fraunhofer IZM realisierte Aufbau reduziert die geometrischen Abmessungen und Signalwege auf ein Minimum und ermöglicht zugleich einen verbesserten elektrischen, mechanischen und thermischen Kontakt.

Bis die enorm effizienten Sensor-Einheiten jedoch zur Auslieferung kommen, durchlaufen sie eine Vielzahl an Zuverlässigkeitstests. Beispielsweise werden sie 1/4 Jahr lang Temperaturen zwischen 80 und 150 °C und über 1 000-fachem extremem Klimawechsel (von -55 bis 125 °C) ausgesetzt - ohne Beeinträchtigung der einzelnen Kontakte. Diese enorme Zuverlässigkeit mit einer Bauteilausbeute von über 98 % wurde bisher von keinem anderen Forschungslabor erreicht. Und damit nicht genug haben die Experten am Fraunhofer IZM die Pixel-Detektoren nicht nur entwickelt, sondern auch gefertigt und zugeliefert: Über 19 000 einzelne Chips und damit mehr als 1 000 Pixel-Module sind es bislang, wofür die Forscher sogar den ATLAS-Supplier-Award gewonnen haben.

Aufgrund des großen Erfolgs bei der Entwicklung des ATLAS-Detektors hat sich nun auch das US-amerikanische Fermilab, Entwickler des CMS-Detektors am Beschleunigerring, die Mitarbeit des Berliner Fraunhofer IZM gesichert.