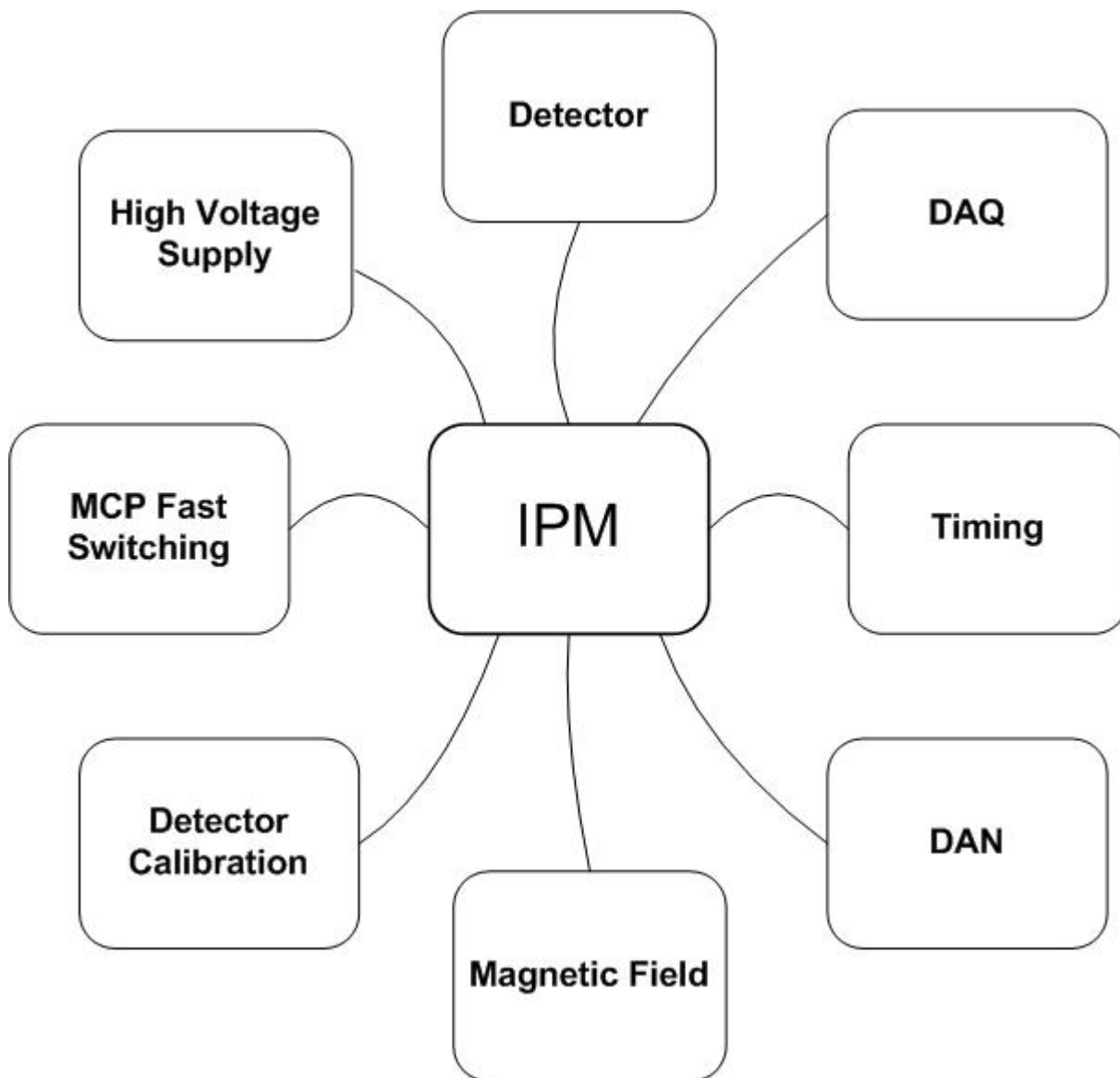


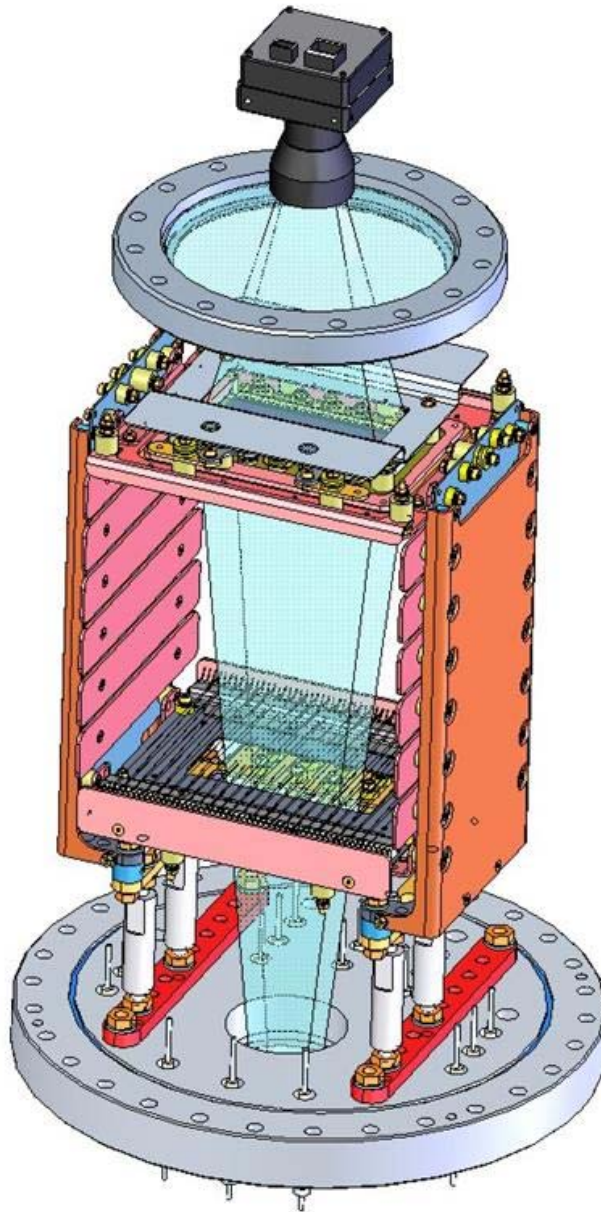
Systembeschreibung IPM.
Description of the IPM.

1. Übersicht / Overview:
Komponenten des Meßsystem IPM .
Components of IPM.

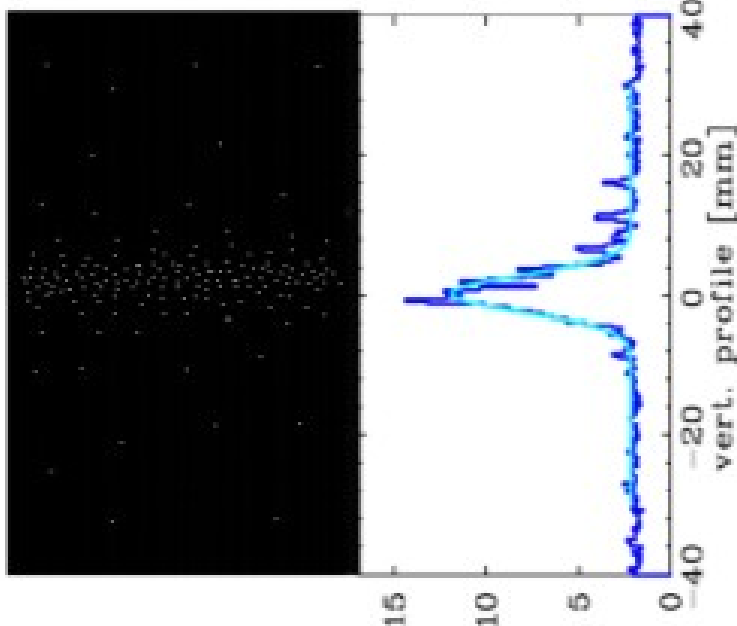


- | | |
|------------------------|---|
| 1 Detektor | <ul style="list-style-type: none">- elektrisches Feld zur Absaugung der Restgasionen- Teilchenvervielfacher (MCP – Multi Channel Plate)- Phosphorschirm zur Erzeugung von Lichtsignalen |
| 2 HV | <ul style="list-style-type: none">- Hochspannungsversorgung- schnelles Schalten der HV |
| 3 DAQ | <ul style="list-style-type: none">- CCD Kamera oder PMT Array zur Erfassung der Lichtsignale auf dem Phosphorschirm |
| 4 DAN | <ul style="list-style-type: none">- Analyse und Darstellung der gemessenen Strahlprofile |
| 5 Timing | <ul style="list-style-type: none">- Korrelation zwischen Beschleunigeraktivität und Messung |
| 6 Detector Calibration | <ul style="list-style-type: none">- Ausgleich der räumlich spezifischen Verstärkung des Detektors |
| 7 MCP Fast Switching | <ul style="list-style-type: none">- Verzögerung des Alterungsprozesses des Detektors |
| 8 Magnetic Field | <ul style="list-style-type: none">- Führung der Restgas-Elektronen zum MCP bei schneller Auslese |

2. Einleitung / Introduction:

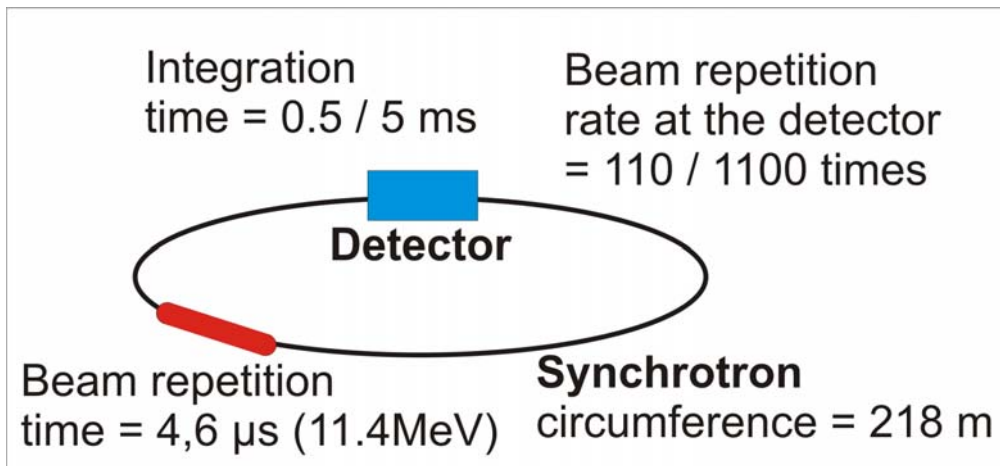


Ein IPM (Ionisations Profil Monitor) wird verwendet um das Profil des Teilchenstrahls in Kreisbeschleunigern zu messen. Das Profil liefert Informationen, wie Form, Breite und Position des Teilchenstrahles. Wird das Profil mehrfach während des Betriebes gemessen, so sind auch zeitliche Änderungen des Profils, bzw. des Teilchenstrahles zu sehen. Da der IPM das Profil aus einer Projektion des Teilchenstrahles gewinnt, wird nur das Profil einer einzelnen transversalen Richtung gemessen. Deshalb ist es sinnvoll, 2 IPM hintereinander zu platzieren, wobei dann jeweils das horizontale und das vertikale Profil aufgenommen werden. Die Profilmessung via IPM ist ein Strahl erhaltendes Messverfahren, bei dem der Strahl also nicht zerstört wird.



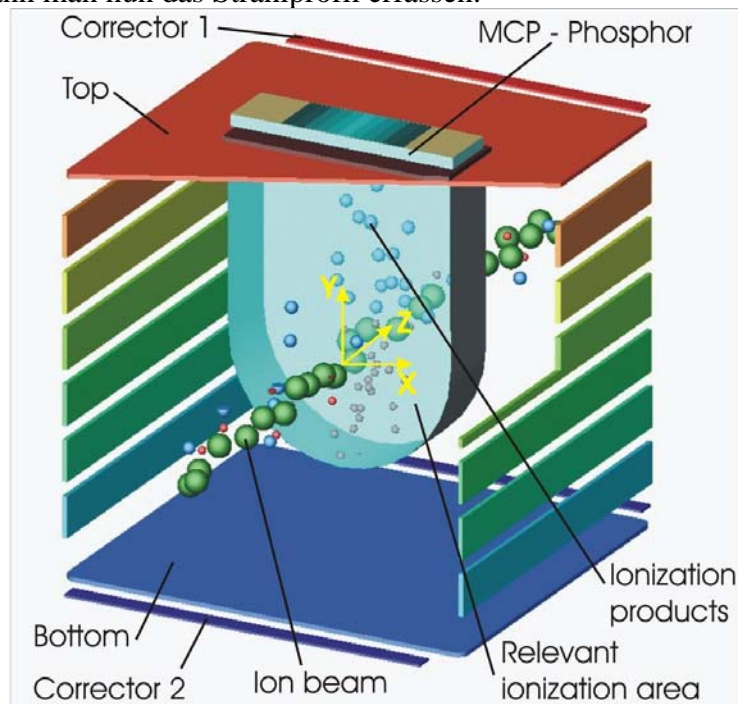
IPM (Ionization Profile Monitor) is used to measure the beam profile of accelerator rings. The beam profile provides the users with information about profile form, beam width and beam position. If the beam profile is measured multiply, the temporal variation of the beam profile respectively the variation of the beam is visible. The beam profile measured with an IPM is based on a projection of the beam. So the beam profile delivers information about one transversal direction. To measure the horizontal and the vertical beam profile it is meaningful to place two IPM after another. The second IPM is turned by 90° around the beam axis with respect to the first IPM. Beam profile measurement with IPM is non-destructive, so the beam is not destroyed.

Der Ionenstrahl läuft im SIS (Schwerionensynchrotron) der GSI mit einer Frequenz von ca. 214 kHz um, bei Injektionsenergie von 11.4MeV. Dabei kann sich das Strahlprofil in Abhängigkeit der Beschleunigereinstellungen ändern. Beim "Kühlen" mit dem Elektronenkühler wird der Strahl fokussiert und das gemessene Profil verändert sich. Bei Strahlverlusten durch Berührung des Strahlrohres, wird das Profil kleiner. Auch beim Beschleunigen des Ionenstrahles wird der Ionenstrahl fokussiert. Zur Optimierung des Beschleunigers und für weiterführende Erkenntnisse benötigt man ein sowohl zeitlich wie auch räumlich aufgelöstes Ionenstrahlprofil.



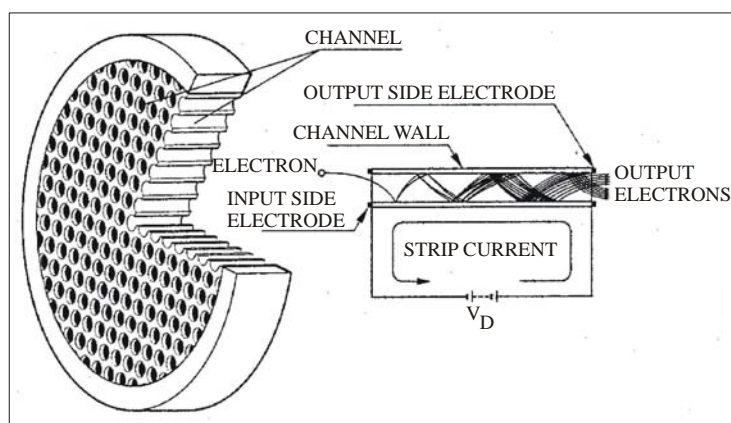
The ion beam of the SIS (heavy ion synchrotron) @ GSI rotates with a frequency of about 214 kHz at injection energy of 11.4MeV. The beam profile changes due to accelerator settings. If the beam is "cooled" by the electron cooler, the beam is focused and the measured beam profile changes. Beam losses leading to a smaller beam profile. Also at acceleration the beam is focussed. To optimize the accelerator settings and to gain further information a beam profile with spatial and temporal resolution is required.

Der Ionenstrahl ionisiert beim Umlaufen im Beschleuniger die im SIS verbliebenen Restgase, in der Hauptsache Wasserstoff. Die dabei entstehenden Wasserstoffionen können durch Anlegen eines senkrecht zum Ionenstrahl ausgerichteten elektrischen Feldes abgesaugt und zu einem ortsauflösenden Teilchendetektor beschleunigt werden. Aus dem Signal des ortsauflösenden Teilchendetektors kann man nun das Strahlprofil erfassen.



The circulating ion beam ionizes the residual gas inside the accelerator, mainly hydrogen. A electrical field that is applied transversal to the beam axis accelerates the residual gas ions or electrons toward a spatially resolving particle detector. The signal of the particle detector is then proportional to the beam profile.

Der Teilchendetektor besteht beim IPM aus einem MCP – Phosphor Modul. Das heißt, die senkrecht zum Ionenstrahl abgesaugten Wasserstoffionen treffen zunächst auf ein MCP (Multi-Channel-Plate, Viel-Kanal-Platte). Für jedes auf die MCP Vorderseite auftreffende Wasserstoffion treten an der MCP Rückseite bis zu 1000 Sekundärelektronen aus. Mit Hilfe eines zweiten MCPs kann man die Anzahl entsprechend deutlich erhöhen, auf ca. 100.000 bis zu 1.000.000 Sekundärelektronen. Diese an der MCP Rückseite austretenden Sekundärelektronen werden weiter zu einem Phosphorschirm beschleunigt, den sie beim Auftreffen zum Leuchten anregen. Auf dem Phosphorschirm ist dann ein Abbild aus Lichtpunkten sichtbar, welches der Wolke aus abgesaugten Wasserstoffionen bzw. dem Ionisationsprofil entspricht. Dieses Bild auf dem Phosphorschirm kann nun durch geeignete Lichtsensoren (Kamera, Photodioden, Photomultiplier, Restlichtverstärker, usw. aufgenommen werden.



The IPM particle detector is a MCP – Phosphor module. The residual gas particles are accelerated transversal to the beam and hit the MCP (Micro Channel Plate). Each residual gas ion that hits the MCP front side produces up to 1000 secondary electrons which are emitted at the back side of the MCP. A second downstream MCP can increase the number of secondary electrons to 100.000 or 1.000.000 per incident residual gas ion. These secondary electron clouds are accelerated toward a downstream Phosphor screen that lights at the impact spots. The Phosphor screen shows a picture of light spots respectively to the clouds of secondary electrons and the ionization profile. This picture is measured by light sensors like camera, photodiode, photomultiplier, image intensifiers.

Der IPM im SIS verfügt über 2 Auslesearten. Eine langsame aber räumlich hochauflösende CCD Kamera mit einer Bildrate von ca. 50 Bildern / Sekunde und einer Ortsauflösung von ca. 0,1mm. Die andere Auslese mit einem PMT Array (Photo Multiplier Tube Array) ist wesentlich schneller mit einer Profilrate von 1.000.000, bietet aber eine etwas geringere Ortsauflösung von ca. 1mm. Mit der schnellen Datenaufnahme können entsprechend schnelle Strahlprofiländerungen pro Ionenstrahlumlauf im Beschleuniger gemessen werden, die vorwiegend bei und nach der Injektion

des Ionenstrahles in den Kreisbeschleuniger ablaufen. Dabei ist der Ionenstrahl im Allgemeinen aufgeweitet, mit großem Durchmesser, das heißt, die geringere Ortsauflösung spielt eine eher untergeordnete Rolle.

Die langsame aber hochauflösende Datenaufnahme ist wichtig für Ionenstrahlbeobachtungen wenn der Strahldurchmesser klein ist, z.B. beim Kühlen mit dem Elektronenkühler, oder bei Beschleunigereinstellungen, bei denen kleine und langfristige Profiländerungen stattfinden.

