

# Kapitel 6

## Monochromator PM-6

### 6.1 PM-6

Der Plangitter-Planspiegel Monochromator PM-6 für BESSY I und BESSY II wurde in Zusammenarbeit mit Herrn Jung, BESSY GmbH, Prof. Umbach, Universität Würzburg, Prof. Fink, IFW Dresden, aufgebaut. Die Baustufe für BESSY I ist in Abb. 6.1 gezeigt und passt sich dem beschränkten Platz im Reinraum bei BESSY I an. In dieser Form lieferte der PM-6 weiche Röntgenstrahlung von 20 bis 2000 eV mit einem Auflösungsvermögen von 5000. Das Spektromikroskop SMART benötigt höchste Photonenflussdichten für die Akkumulation von Bildern hoher Auflösung in vertretbarer Zeit. Die Version des PM-6 für BESSY II ist mit einem zusätzlichen Refokussierspiegel ganz auf diese Anforderung ausgelegt. Sie ist eine Weiterentwicklung von Petersens SX 700 Konzept [69, 70]. Der Planspiegel und das ihm gegenüberliegende Plangitter für streifenden Lichteinfall sind die einzigen vertikal (die Dispersionsrichtung) ablenkenden Elemente. Daher mindern im Wesentlichen nur die Winkeltangentenfehler dieser Komponenten das Auflösungsvermögen des Monochromators. Der optische Aufbau ist in Abb. 6.2 gezeigt. Da der erste Spiegel die Synchrotronstrahlung kollimiert, können die beiden Foki der verkleinerten Quelle unabhängig voneinander in dem nun ortsfesten Austrittsspalt positioniert werden<sup>1</sup>. Ein separater elliptischer Spiegel vor dem SMART verkleinert den Fokus auf  $10 \times 25 \mu\text{m}^2$  auf der Probe. Mit einer Austrittsspaltbreite

---

<sup>1</sup>Es wird eine Fokussierungsbedingung am Plangitter ausgenutzt. Bei einem gewählten Verhältnis des Sinus des (streifenden) Einfallswinkels zum Sinus des Ausfallswinkels  $\sin \alpha / \sin \beta = c_{ff}$ , ergibt sich die Fokussierung mit den Armlängen  $r_2 = r_1 \cdot c_{ff}$ .

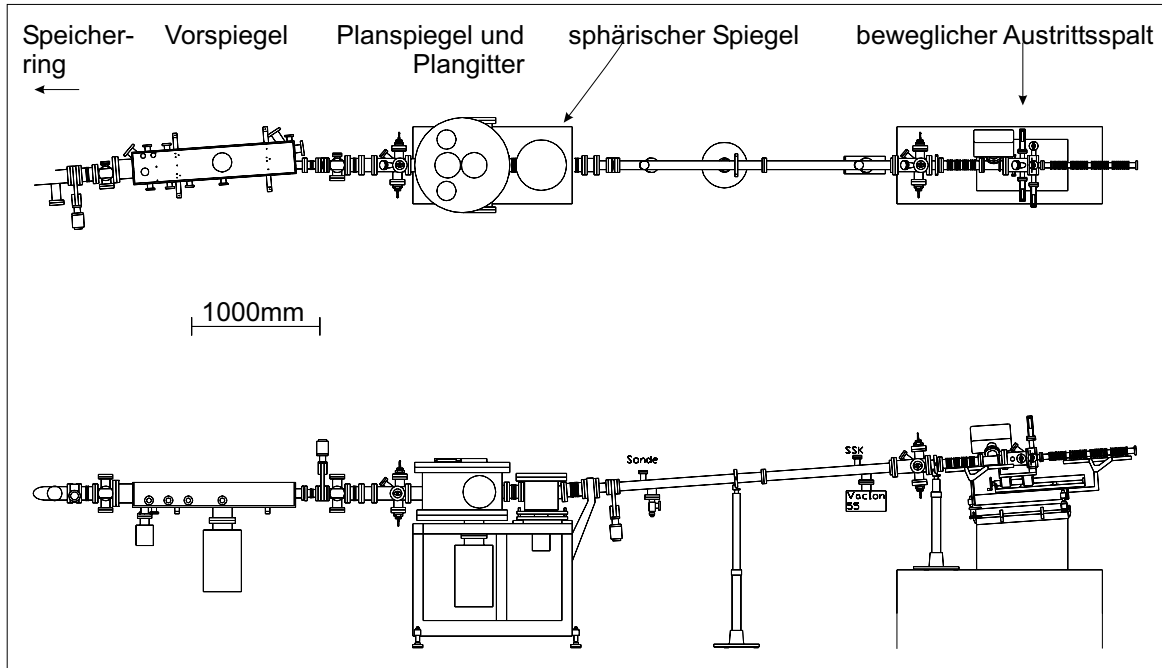


Abbildung 6.1: Aufbau des Monochromators PM-6 bei BESSY I.

von  $10 \mu\text{m}$  und einem  $1200 \text{ mm}^{-1}$  Gitter erreicht der Monochromator ein Auflösungsvermögen von 14000 bei  $400 \text{ eV}$  Photonenenergie oder einem Fluss von  $5,3 \cdot 10^{12} \text{ s}^{-1}$ , je nach gewähltem Austrittsspalt und  $c_{ff}$ -Wert. Ein typisches Strahlprofil für hohe Auflösung ist in Abb. 6.3 dargestellt. Mit einem austauschbaren  $360 \text{ mm}^{-1}$  Gitter kann der Fluss noch einmal um den Faktor 10 auf Kosten der Auflösung gesteigert werden. Die untere Grenze des Energiebereiches ist bei BESSY II durch den Undulator U-49 gegeben: Die erste Harmonische ist bei einer Ringenergie von  $1,7 \text{ GeV}$  von  $136 \text{ eV}$  bis  $497 \text{ eV}$  durchstimmbare [72].

## 6.2 Tandemkonzept für BESSY II

Die Refokussieroptik für das SMART erzwingt einen Abstand des Mikroskops vom Austrittsspalt von  $3 \text{ m}$ . In diesem Zwischenraum (Abb. 6.5) findet das Spektrometer ideale Bedingungen mit einem leicht divergenten, hochmonochromatisiertem Strahl, der einen hohen Photonenfluss auf eine Fläche kleiner als  $1 \text{ mm}^2$  verteilt, die etwa der Fokussfläche des Scienta-Analysators entspricht. Wird die Probe aus der Messkammer des Spektrometers herausgezogen, wird der Strahl an das Mikroskop weitergegeben.

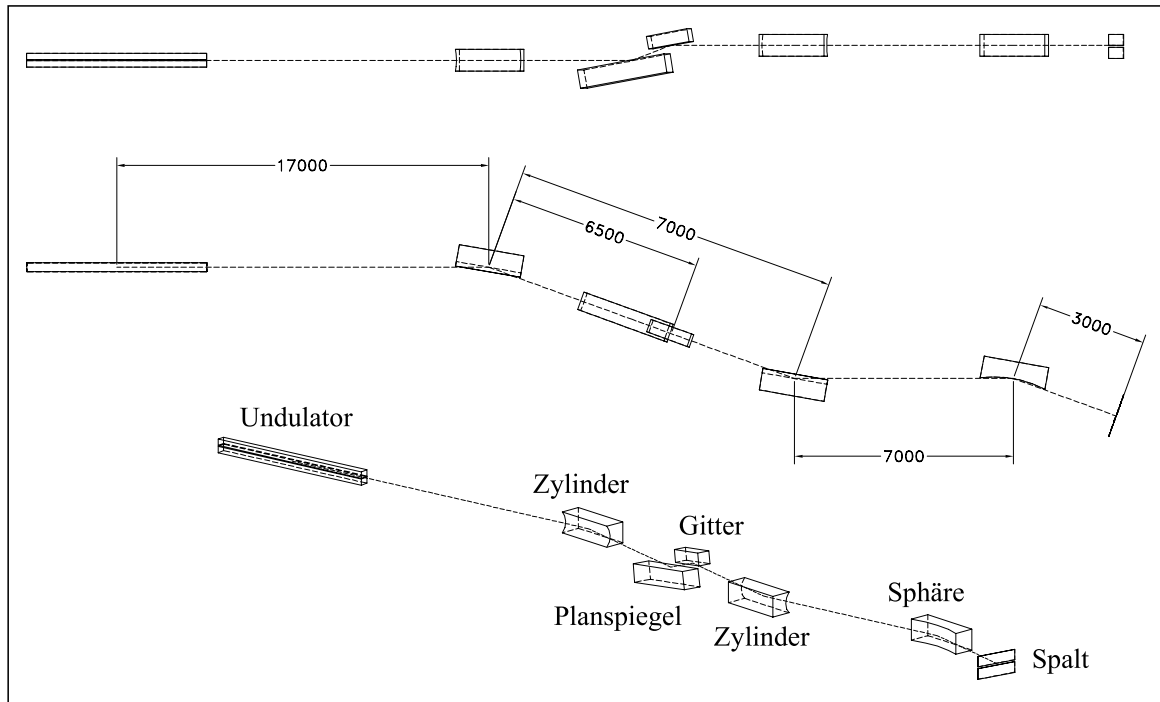


Abbildung 6.2: Optischer Aufbau des hoch-Fluss, hochauflösenden Monochromators PM-6 am Undulator U-49 bei BESSY II

Alle Präparationen können dann vom Monochromator- und Mikroskopvakuum unabhängig in der Präparationskammer des Spektrometers durchgeführt werden. Auf diese Weise kann innerhalb von Minuten der Messbetrieb vom Spektrometer zum SMART gewechselt werden, ohne die Justierungen der Strahlengänge verändern zu müssen.

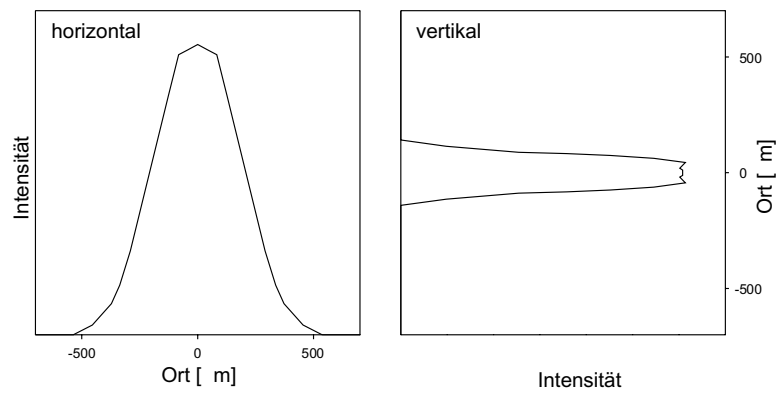


Abbildung 6.3: Strahlprofil für die Spektroskopie am PM-6 bei BESSY II: Raytracing-Rechnung von Jung [71] für  $407,4 \text{ eV}$ ,  $1200 \text{ mm}^{-1}$ -Gitter,  $c_{ff} = 2$ ,  $50 \times 50 \mu\text{m}$  Spalt, in  $60 \text{ cm}$  Abstand vom Austrittsspalt. Bei diesen Bedingungen beträgt die Auflösung  $50 \text{ meV}$  bei einem Gesamtphotonenfluss von  $4,35 \cdot 10^{11} \text{ s}^{-1}$

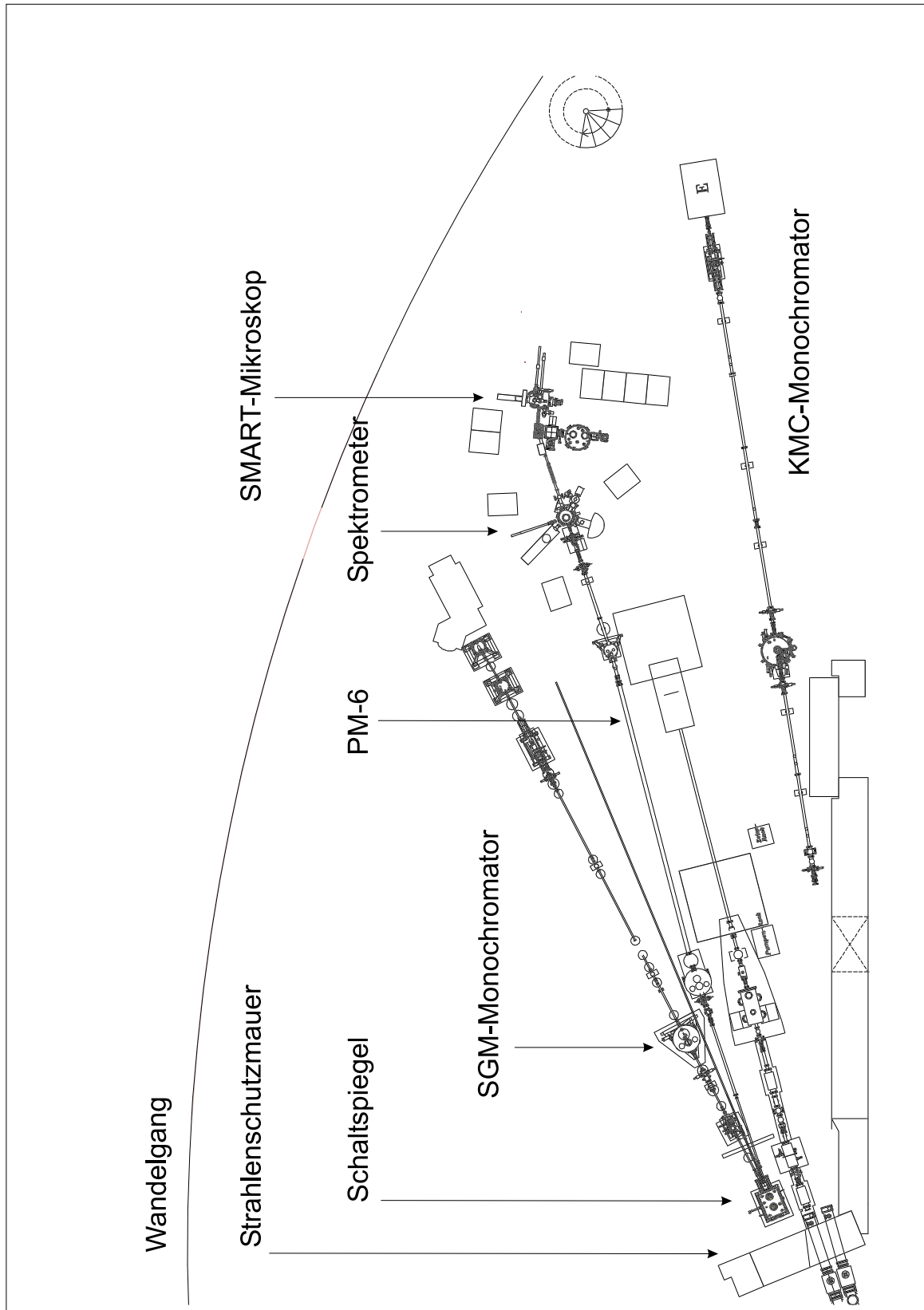


Abbildung 6.4: Aufbau des PM-6 bei BESSY II mit dem benachbarten SGM. In der ganz linken Kammer befindet sich der zwischen den beiden Monochromatoren umschaltbare Vorschaltspiegel.

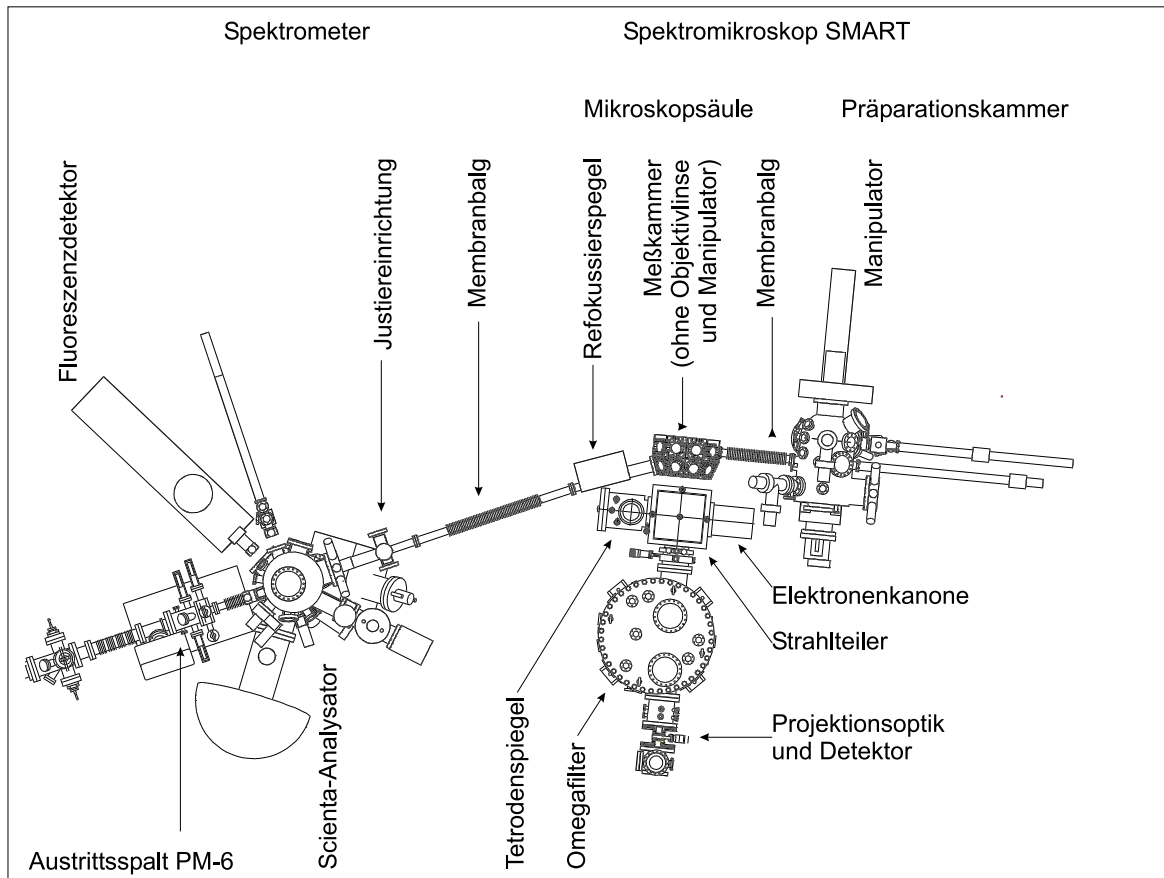


Abbildung 6.5: Tandem-Aufstellung des Spektrometersystems und Spektromikroskops SMART in der räumlichen Situation bei BESSY II. Das Bild ist eine Detailvergrößerung von Abb. 6.4. Das SMART besteht aus den unabhängigen Teilen Elektronenmikroskop und Präparationskammer. Das Mikroskop ist nur über zwei lange Membranbälge mit dem Spektrometer und seiner Präparationskammer verbunden. Die Gestelle sind zur besseren Übersichtlichkeit nicht gezeichnet.