

Anhang A

A.1 Undulator/Wiggler

Im Undulator (bzw. Wiggler), der sich in den linearen Segmenten des Speicherrings befindet, werden die Elektronen durch ein vertikales, alternierendes Magnetfeld auf eine Wellenbahn in der Speicherringebene gezwungen. An den Stellen stärkster Bahnkrümmung (den Wellenbäuchen der Bahnkurve) ist die Beschleunigung der Elektronen maximal; dort wird jeweils (wie am Dipolmagnet) in einem schmalen Öffnungskegel Θ^1 die Synchrotronstrahlung emittiert. Die Auslenkung der Elektronen wird über eine Veränderung des Abstandes (Gap) der Magnetpolstrukturen zueinander (die sich ober- und unterhalb des Elektronenstrahls befinden) kontrolliert. Für ein kleines Gap ist die Feldstärke und somit die Auslenkung größer. Bei kleiner Auslenkungsamplitude der Elektronen gibt es eine gemeinsame Schnittmenge aller Emissionskegel². In dieser Schnittmenge werden alle emittierten Wellenzüge kohärent überlagert (s. Abb. A.1). Aufgrund der festen Phasenbeziehung zwischen Elektronenbunch und emittiertem Licht

¹ $\Theta = \frac{1}{\gamma}$ mit $\gamma = \frac{E}{m_0 \cdot c^2}$ (Lorentzfaktor)

²Die dimensionslose Größe $K = \frac{\lambda_u \cdot e \cdot \vec{B}}{2\pi \cdot m_e \cdot c}$ (λ_u ist die Periode und \vec{B} die Amplitude des Magnetfeldes im Undulator) wird als Wiggler- oder Undulatorparameter bezeichnet. Für $K < 3$ gibt es eine gemeinsame Schnittmenge aller Emissionskegel und man spricht von einem Undulator. Für $K > 3$ gibt es keine gemeinsame Schnittmenge aller Emissionskegel und man spricht von einem Wiggler. Die Grenze ist willkürlich, d.h. für immer kleinere K geht das kontinuierliche Spektrum in das Linienspektrum des Undulators über.

kommt es für bestimmte Wellenlängen zu konstruktiver Interferenz, während andere Wellenlängen destruktiv interferieren. Das Undulatorlicht wird demnach in einen kleineren Raumwinkel als die Dipolstrahlung emittiert. Das Spektrum ist nicht kontinuierlich, sondern besitzt deutliche Linien. Diese sind jedoch energetisch zu breit, so daß zusätzlich Monochromatoren benötigt werden, um ein schmales Energieintervall aus der (breiten) Linie des Undulators zu selektieren. Mit Veränderung des Undulatorgaps verschiebt sich die energetische Lage der Undulatorlinien. Daher muß an einer Undulatorbeamline bei Einstellung der Anregungsenergie mit dem Monochromator stets auch das Gap geeignet angepaßt werden. Die Undulatorstrahlung zeichnet sich gegenüber der Dipolstrahlung durch eine besonders hohe Brillanz aus³. So werden bei BESSY II am U 125 Werte von 10^{17} im Vergleich zum Dipolmagneten bei BESSY I mit 10^{13} $\frac{\text{Photonen}}{\text{s}\cdot\text{mm}^2\cdot\text{mrad}^2\cdot 0,1\%\text{Bandbreite}}$ erreicht. In Abb. A.2 sind zum Vergleich die Werte für

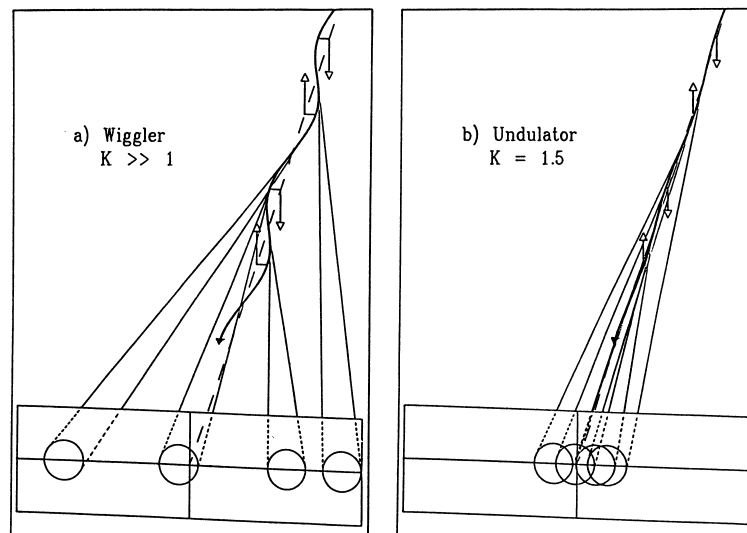


Abbildung A.1: a) Für große Auslenkungen des Bunches gibt es keine gemeinsame Schnittmenge der Strahlung, die in einen schmalen Öffnungskegel in Vorwärtsrichtung emittiert wird („Wiggler“).

b) Für kleine Auslenkungen gibt es eine gemeinsame Schnittmenge aller Strahlungskegel („Undulator“).

³Der Fluß bezeichnet die Anzahl der Photonen, die pro Sekunde in einem spektralen Intervall gegebener Bandbreite durch eine gegebene Blende treten. Die Brillanz gibt den Photonenfluß, bezogen auf den räumlichen Öffnungswinkel und die Größe des Quellflecks der Strahlung an. Sie ist eine Erhaltungsgröße und kann nicht, z.B. durch Einbringen von optischen Elementen vergrößert werden. Dimension[Fluß] = $\frac{\text{Photonen}}{\text{s}\cdot 0,1\%\text{Bandbreite}}$; Dimension[Brillanz] = $\frac{\text{Photonen}}{\text{s}\cdot\text{mm}^2\cdot\text{mrad}^2\cdot 0,1\%\text{Bandbreite}}$

den Photonenfluß am Dipolmagnet bei BESSY I und BESSY II sowie der Fluß für am Undulator U 125 gezeigt.

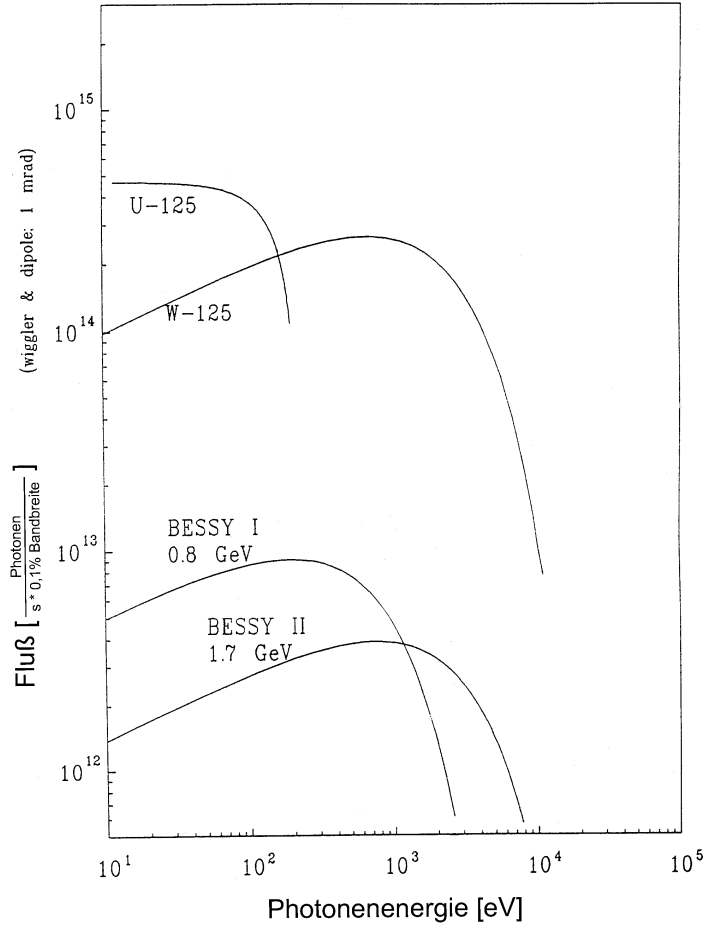


Abbildung A.2: Vergleich der Photonenflüsse am Dipolmagnet bei BESSY I und BESSY II (unten) und am Undulator U 125 (oben) bei BESSY II, an dem die MBI-Beamline aufgebaut wird.

