

Abb. 4: Die Ebene eines Speicherringes ist im zeitlichen Mittel vollständig mit Strahlung gefüllt. Die momentane keulenförmige Abstrahlung eines einzelnen Elektrons ist angedeutet.

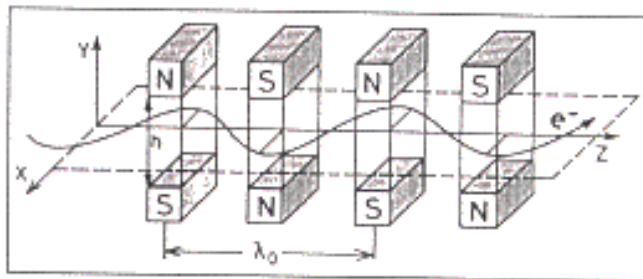
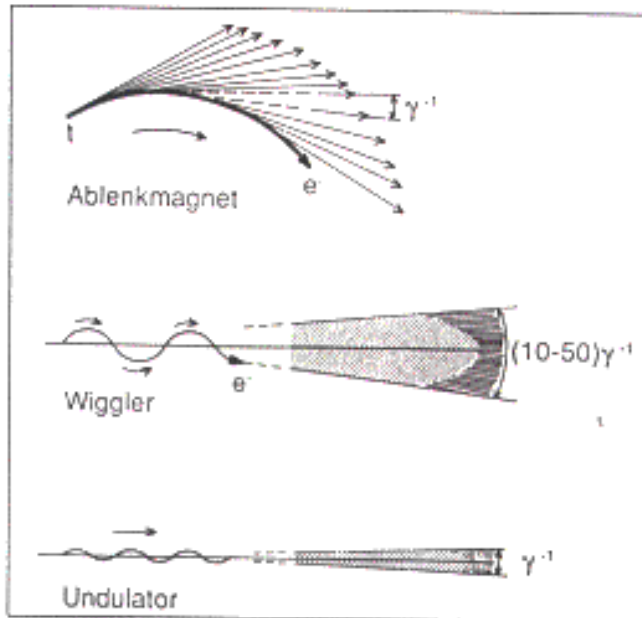


Abb. 17: Aufbau eines Wignlers. Wenn die Elektronen mit annähernd Lichtgeschwindigkeit durch das periodische Magnetfeld fliegen, beschreiben sie eine sinusförmige Bahn.



$$\gamma = \frac{E_e}{m_0 c^2}$$

Abb. 18: Vergleich der Abstrahlung von einem Ablenkmagneten, von einem Wiggler und einem Undulator. γ^{-1} ist ein relativistischer Faktor, der von der Energie der Elektronen abhängt. Für DORIS beträgt er nur etwa 0,0001. Dies entspricht einer Divergenz des Strahlungskegels von nur etwa 0,1 mrad. Die scharfe Bündelung der Strahlung beim Undulator hat starke Interferenzeffekte zur Folge.

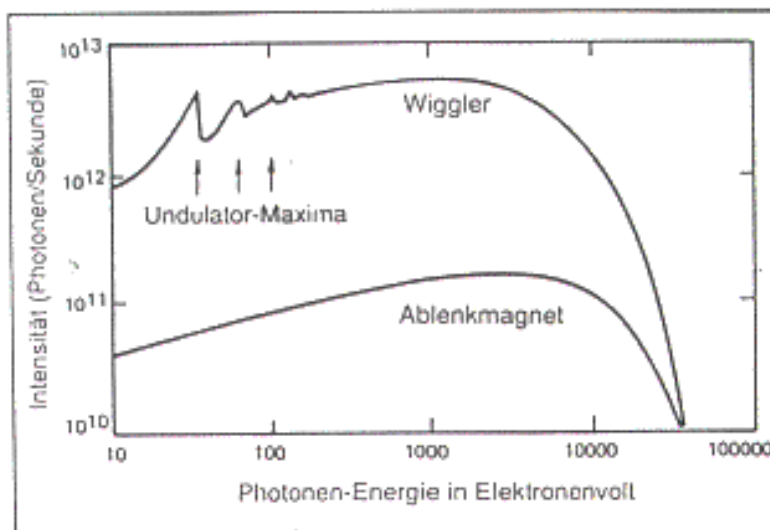


Abb. 19: Die Intensität der Strahlung von dem 32-Pol-Wiggler bei HASYLAB ist um vieles höher als die eines Ablenkmagneten. Bei niedrigen Energien arbeitet der Wiggler als Undulator und erzeugt bei bestimmten Photonenenergien sogar noch höhere Intensitäten.

Mössbauer-spektroszkópia szinkrotronsugárzással

Szinkrotronsugárzás: gyorsuló töltések által keltett intenzív elektromágneses sugárzás e^- - és e^+ -tárológyűrűk eltérítő mágneseinél és az ún. „insertion device”-oknál (wigglerok, undulátorok).

4-5 GeV-es részecskék esetén a sugárzás levágási energiája kb. 15 keV. Probléma: hogyan szűrjük ki a 13 nagyságrenddel keskenyebb (^{57}Fe) Mössbauer-rezonanciát a többi foton közül?

Si - egykristály-monokromátorok: előmonokromátor, nagyfelbontású (nested channel cut) monokromátorok. Ma a legjobb felbontás 4 meV körül van: ez már elég.

A szinkrotronsugárzás tulajdonságai:

- nagy intenzitásűrűség
- kis nyálbdivergencia
- polarizált
- pulzált

A pulzált sugárzás **egyidejűleg** képes az összes, hiperfinomfelhasad alnívó gerjesztésére, melyek ezután **koherensen** bomlanak \Rightarrow interferencia (quantum-beatek).

A szinkrotron-Mössbauer-spektroszkópia az energia-domén helyett az **idő-doménben** dolgozik. A hiperfinom kölcsönhatás a quantum-beat szerkezet alapján értékelhető ki.

A nagyfelbontású monokromátort kissé elhangolva a rezonanciától, letapogathatjuk a fónuspektrumot is. Ez az **inelasztikus foton-zórás** (Alp, 1994. október)

Néhány nagyobb szinkrotron adatai

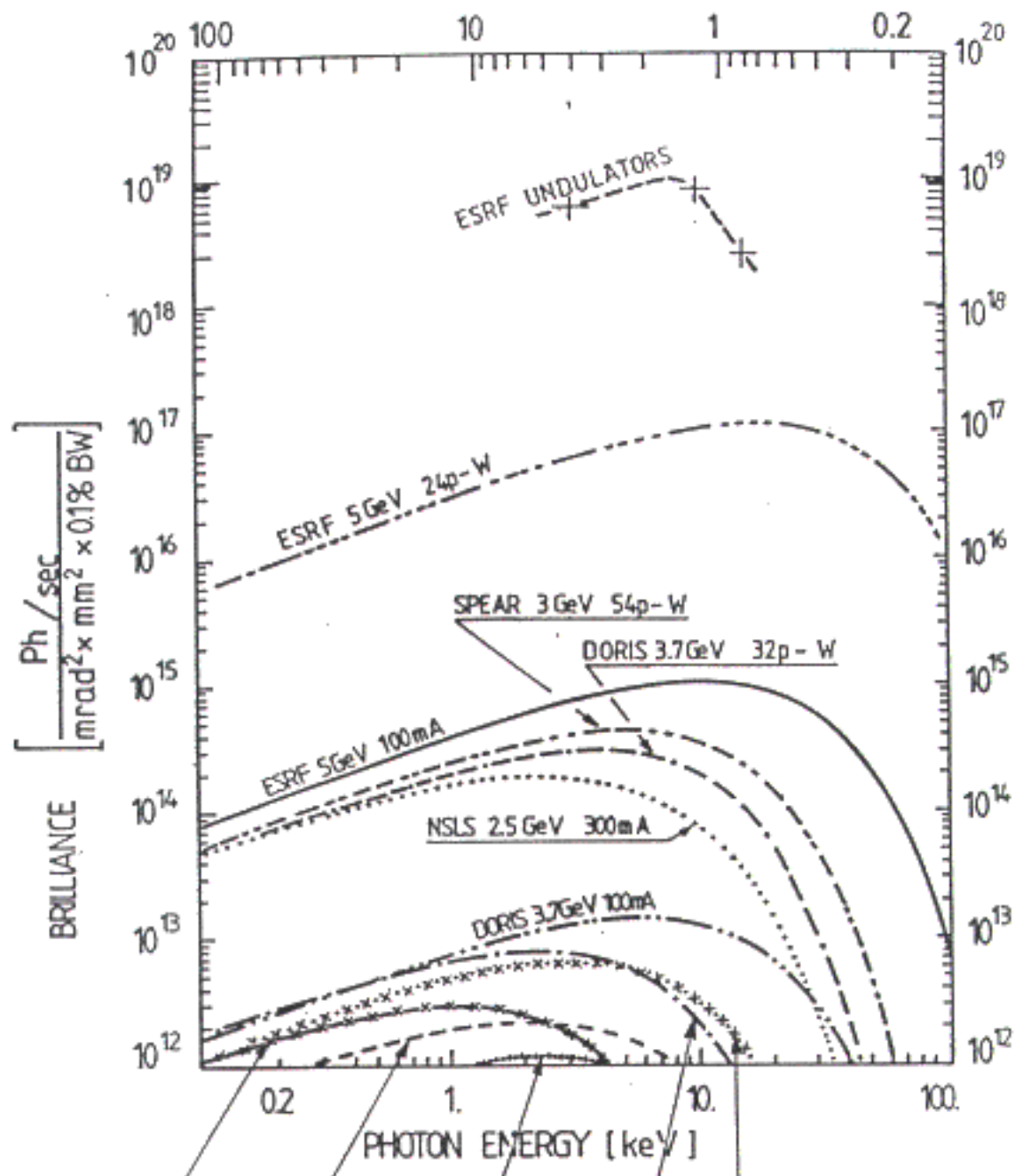
ország	város	tárológyűrű	energia (GeV)	generáció
Japán	Kansai	Spring-B *	8.0	3
U.S.A.	Argonne	APS *	7.0	3
Franciaország	Grenoble	ESRF	6.0	3
U.S.A.	Ithaca	CHESS	5.0	1
Németország	Hamburg	DORIS III	4.5	1 ⇒ 2/3
Németország	Bonn	SYLI	0.5 – 3.5	2
U.S.A.	Stanford	SSRL	3.0	2 ⇒ 3
U.S.A.	Brookhaven	NSLS (x-ray)	2.5	2
Japán	Kansai	TRISTAN	2.5	2
Svájc	Villigen	SLS *	1.5 – 2.1	3
Anglia	Daresbury	SRS	2.0	3
Olaszország	Trieszt	ELETTRA	1.0 – 2.0	3
U.S.A.	Berkeley	ALS	1.0 – 1.9	3
Svédország	Lund	MAX II *	1.5	3
U.S.A.	Baton Rouge	CAMD	1.2 – 1.5	
Taiwan	Hsinchu	SRRC	1.3	3
U.S.A.	Brookhaven	NSLS (VUV)	0.8	2
U.S.A.	Stoughton	S.R.C.	0.8	2
U.S.A.	Gaithersburg	SURF II	0.3	2

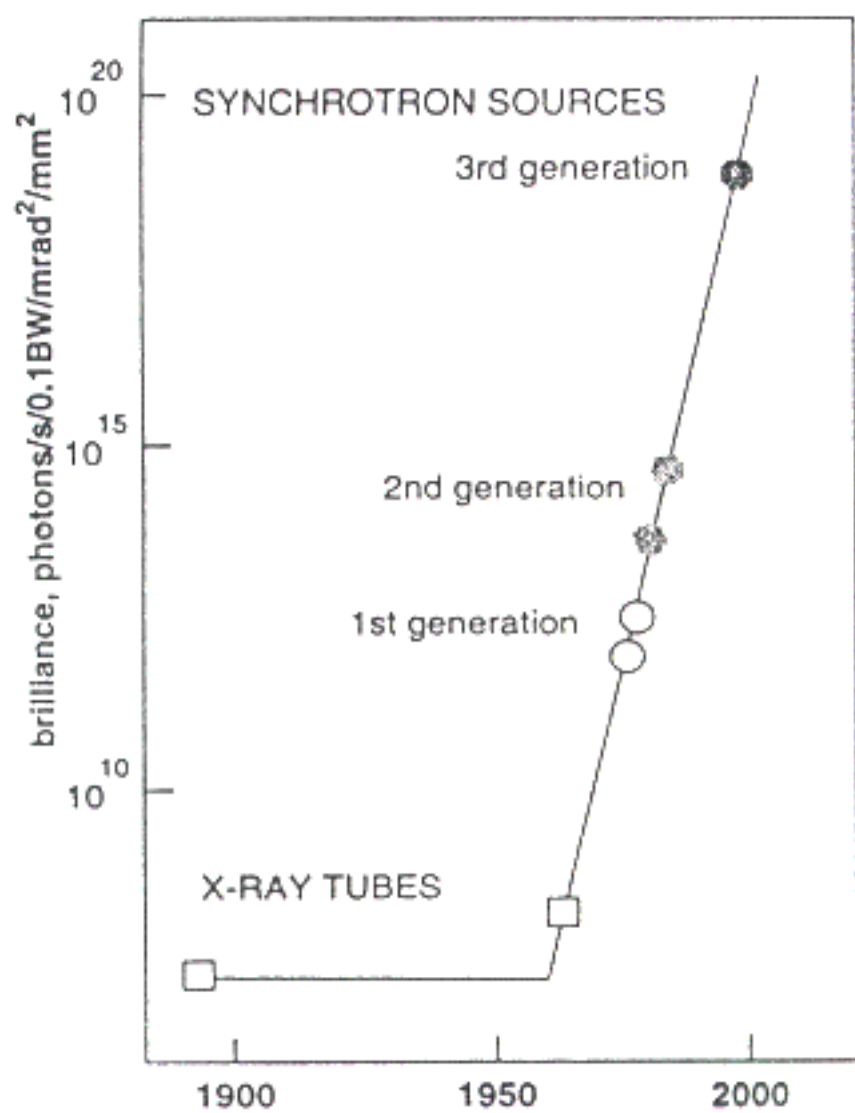
* épülő szinkrotron

- 1. generáció: részecskefizikai gyorsító, parazita üzemmód**
- 2. generáció: szinkrotronsugárzásra tervezett gyorsító, sugárzás csak az eltérítő mágneseknél**
- 3. generáció: szinkrotronsugárzásra tervezett gyorsító, hosszú egyenes szakaszokkal (wigglerek, undulátorok)**

Néhány fontosabb, szinkrotronoknál művelhető vizsgálati módszer:

- röntgen-diffrakció, röntgen-szórás
- felületi diffrakció
- optikai spektroszkópia
- makromolekula-szerkezetmeghatározás
- nukleáris rezonanciaszórás
- kvázielasztikus foton-szórás
- inelasztikus foton-szórás
- mágneses foton-szórás
- röntgen-fluoreszcencia analízis
- röntgen abszorpciós él analízis (XANES)
- EXAFS





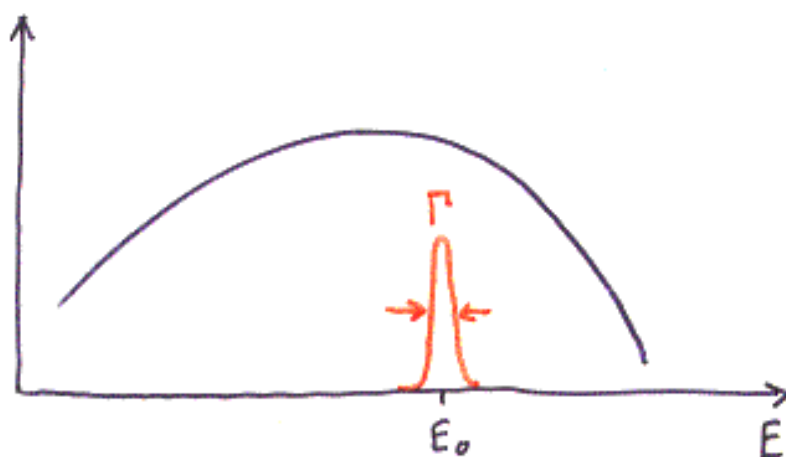
A szinkrotronsugárzás tulajdonságai

- intenzív folytonos spektrum az infravörös-röntgen tartományban
- kis nyalábdivergencia (a gyűrű síkjára merőlegesen 0.1 - 1 mrad)
- nagy fényerő-sűrűség (brilliance)
- lineárisan polarizált sugárzás a gyűrű síkjában; elliptikus polarizáció alatta is felette
- pulzált sugárzás:
 - impulzushossz $\sim 10^{-10}$ s
 - periódusidő $\sim 10^{-6}$ s (single bunch mode)
 $\sim 10^{-8} - 10^{-7}$ s (multibunch mode)

Teljes sugárzási teljesítmény: $P \sim E^4$

Pl: DORIS III. 4.5 GeV 100 mA : $P \approx 0.5$ MW

A magrezonancia - szórás kiszűrésének kísérleti problémái



$$\frac{\Gamma}{E_0} \approx 10^{-12}$$

Hogyan lehet a nukleárisan szórt fotonokat elválasztani a

- direkt nyalábtól és az
- elektronokon szórt fotonoktól?
- monokromatizálás egykristály - monokromátorokkal
- időbeli szétválasztás:
 - direkt nyaláb
 - elektronikus szórás } prompt
 - nukleáris szórás késleltetett ($\tau \approx 10^{-7} \text{ s}$)
- elektronikusan tiltott reflexiók használata:
 - AF szuperszerkezet
 - izotóp - szuperszerkezet

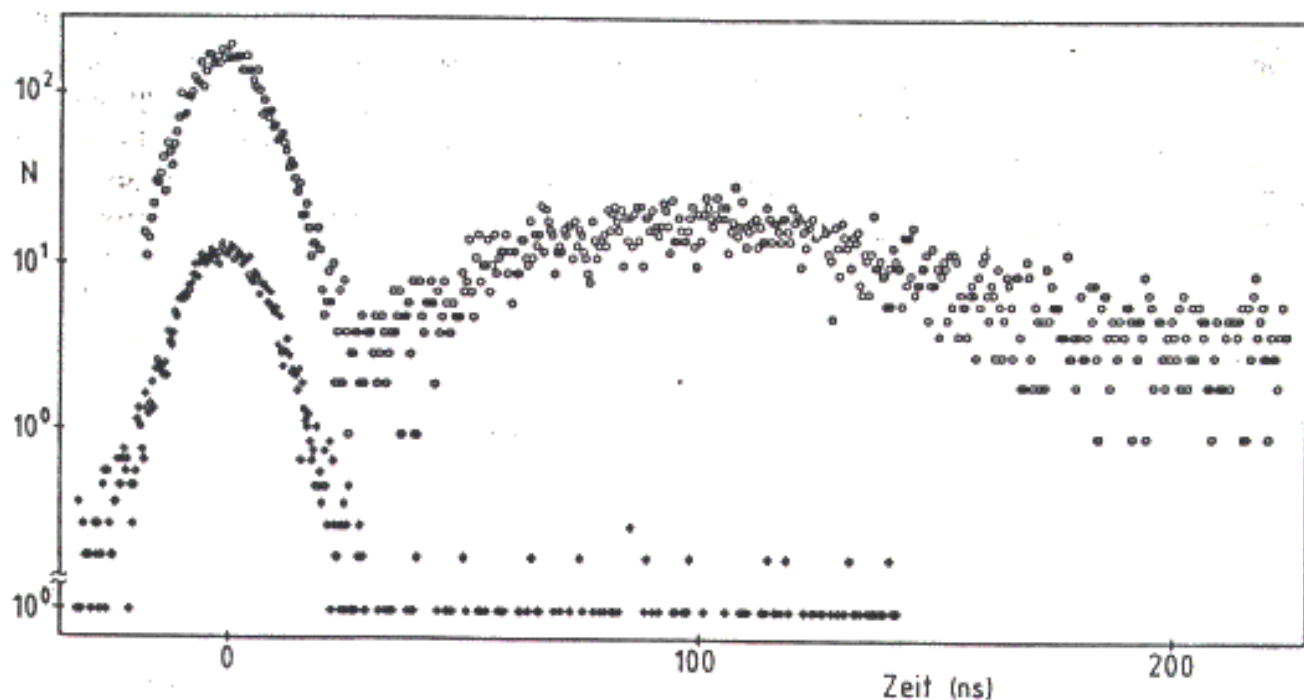


Abb. 1: Zeitlich verzögerter Zerfall des nuklearen-Exzitons. Die verzögerten Ereignisse erreichen ein Maximum bei ca. 100 ns. Darin dokumentiert sich der kollektive Charakter des Zerfalls. Für zwei aufeinanderfolgende Streuungen an einzelnen Kernen erwartet man das Maximum bei 280 ns. Zum Vergleich ist eine Messung außerhalb der Resonanz mit angegeben (untere Kurve).

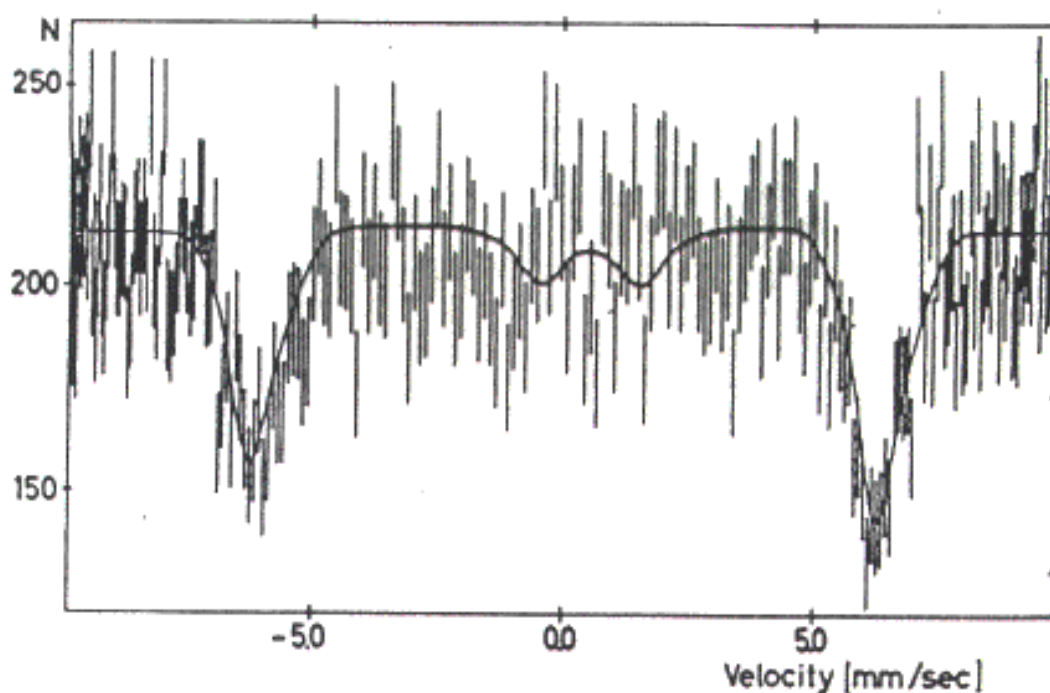
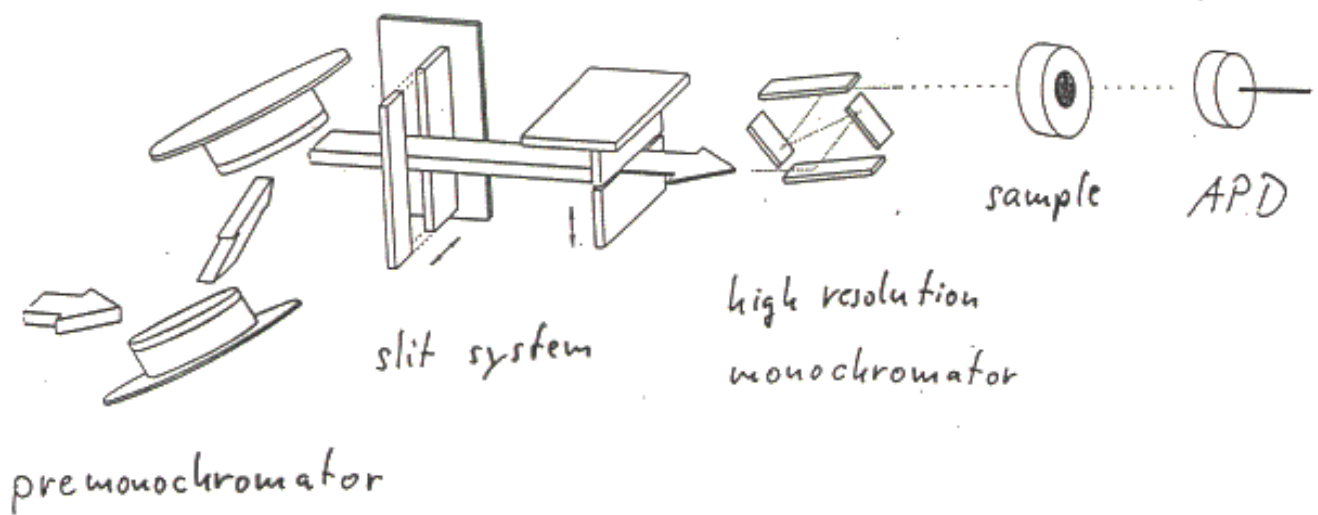


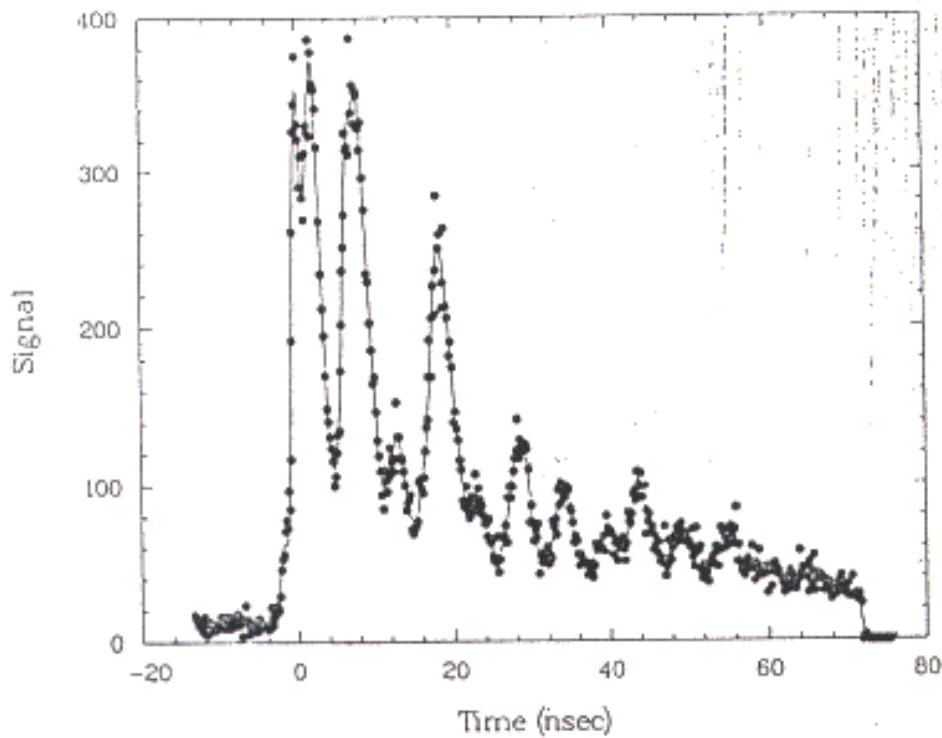
Fig. 4 Mössbauer spectrum of the monochromatized beam analyzed with a stainless-steel absorber. The solid line is the predicted result. Only the normalization constant and the effect are adjusted.

YIG (lithium-vas-gränät) (200)

Gerdaun et al, 1985

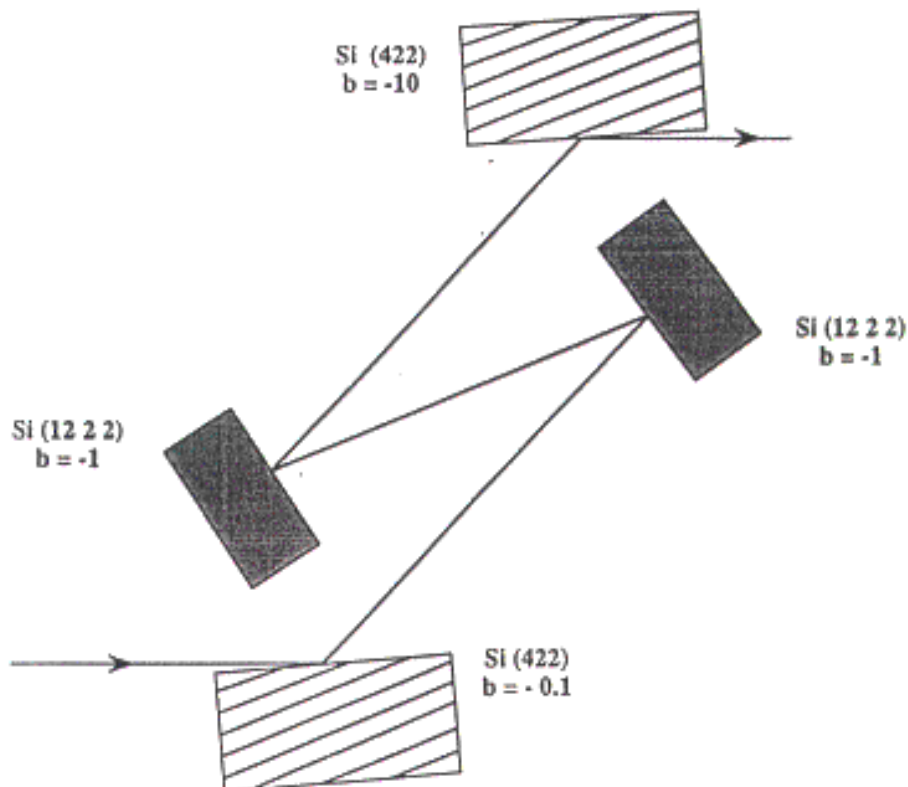


APD = Avalanche Photo Diode



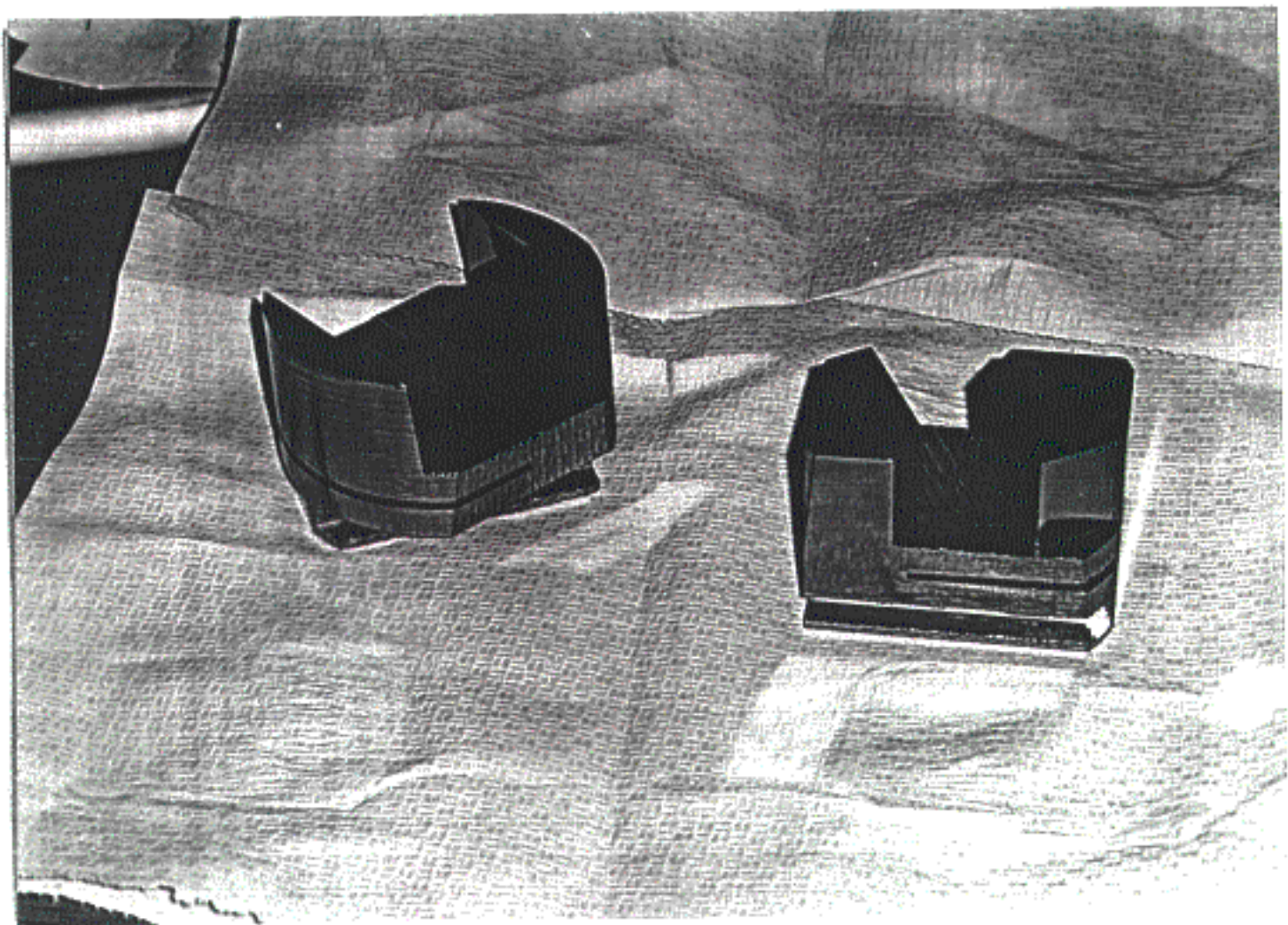
Faigel et al.
1988

FIG. 1. The observed time evolution of the "pure-nuclear" (777) reflection from ^{57}Fe -enriched hematite. The continuous curve is derived from the data by Fourier smoothing.



Four crystal arrangement for high-energy resolution and high "throughput"

Design for 14.4 keV with two Si (422) crystals (entrance and exit) which are asymmetric-cut crystals in order to gain the angular acceptance. The inner crystals, two Si (12 2 2) with a Bragg angle of 77.5° , are in a dispersive setting with the Si (422) to get a good energy resolution.



Europium resonance

