HERA Beschleuniger Experimente

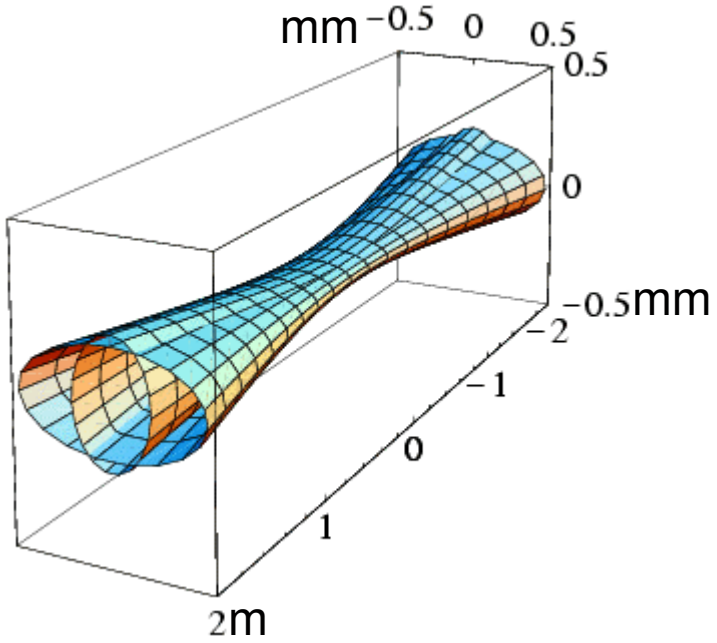
Y.Alexahin, M.Bieler, F.Brinker, H.Burkhardt,
W.Decking, M.Ebert, K.Ehret, E.Gianfelice, G.Hoffstaetter,
B.Holzer, U.Hurdelbrink, R.Jones, W.Kriens,
T.Limberg, A.Meseck, M.Minty, Ch.Montag, K.Rutsch,
F.Schmidt, S.Spratte, F.Stulle, R.Tomàs, E.Vogel,
M.Wendt, F.Willeke, K.Wittenburg, A.Xiao

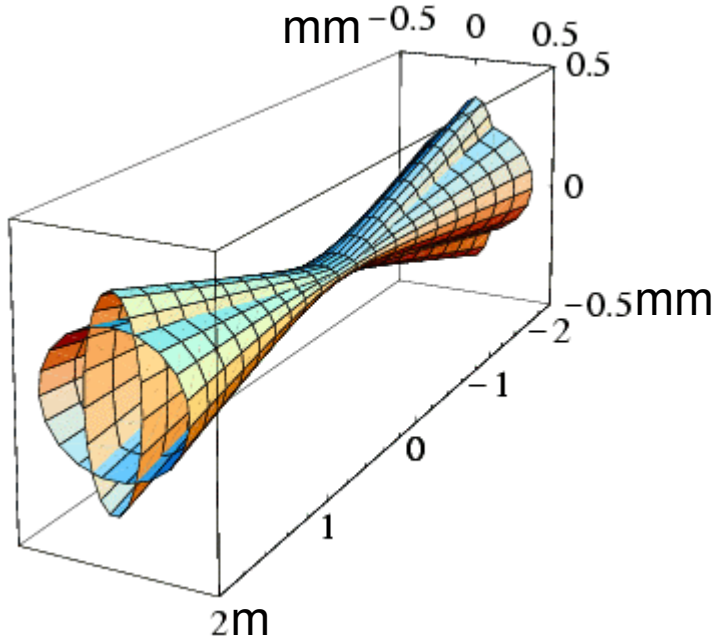
Georg H. Hoffstaetter (MPY)

26.Sep.2000

Zentrale Fragen:

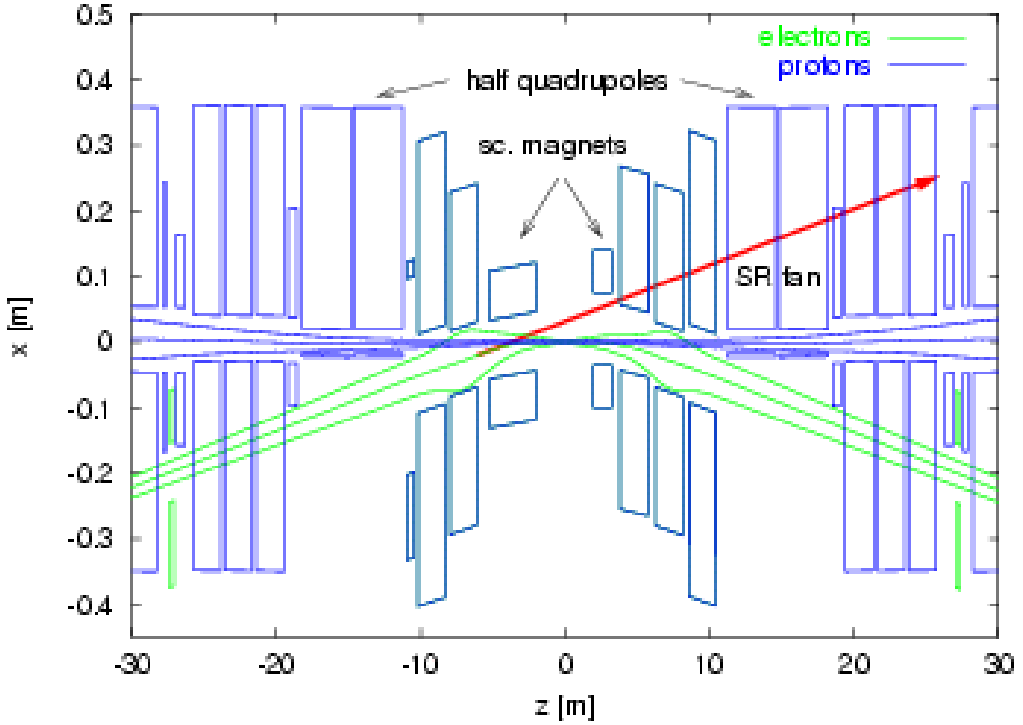
- Wie wird HERA nach dem Vergrößern der Luminosität bei H1 und ZEUS funktionieren?



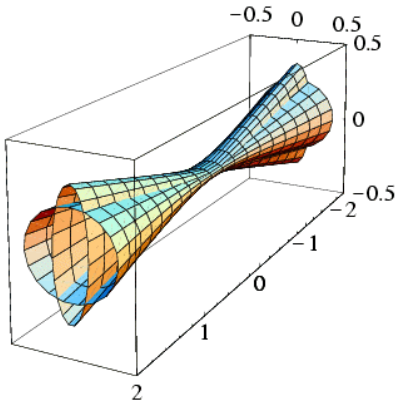


- Wie können die Bedingungen für HERA B verbessert werden?

Luminositätserhöhung



- Frühes Bündeln von p: nach 11m statt nach 25m
- Frühe Trennung von e und p
- Kleie Elektronenemittanz: 20nm statt 41nm durch stärkeres Fokusieren und durch f_{RF} Vergrößerung



Mögliche Probleme

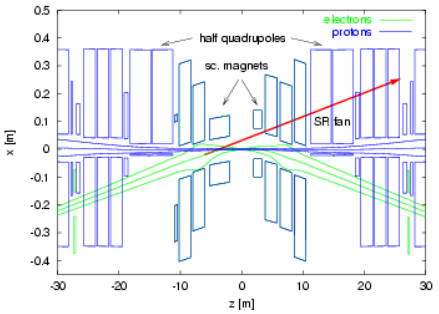
- Zu starke Beam-Beam Kraft auf p?
- Zu starke Beam-Beam Kraft auf e?

Fokusierung:

- Dynamische Apertur OK?
- Polarisation OK?, Emittanz OK?, Lumi OK?
- Handhabbarkeit befriedigend?

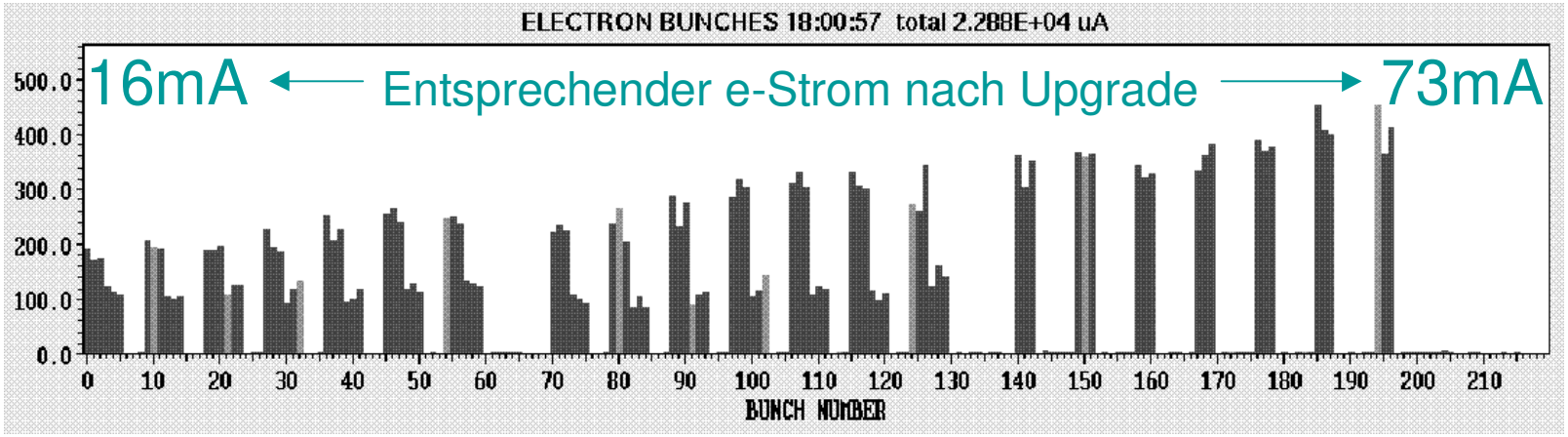
f_{RF} Vergrößerung:

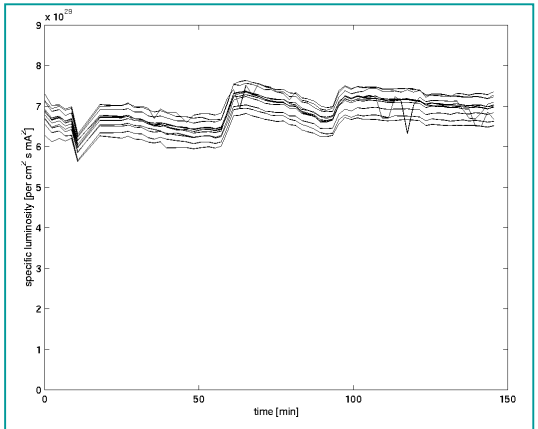
- Polarisation OK?, Emittanz OK?



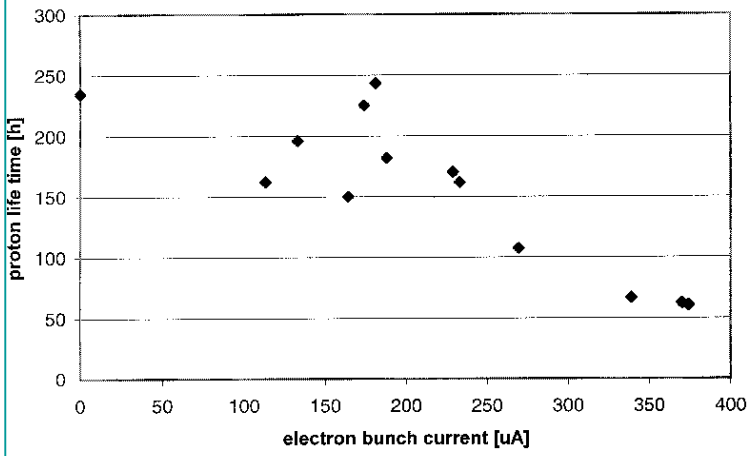
- Untergrund im Detektor durch γ-Strahl?

Zu starke Beam-Beam Kraft auf p?

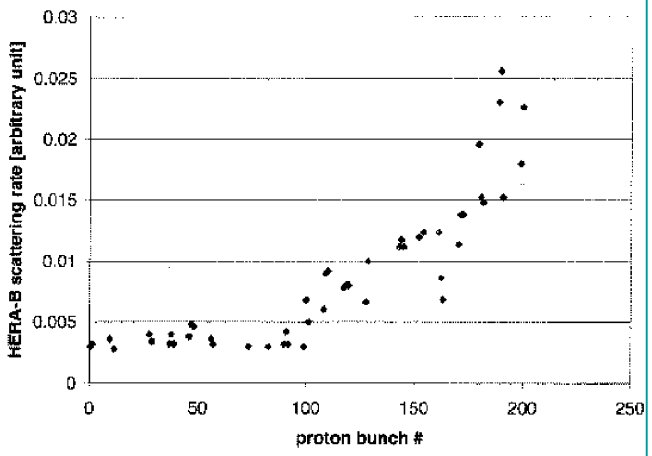




$\mathcal{L}_s$ ist e-Strom unabhängig

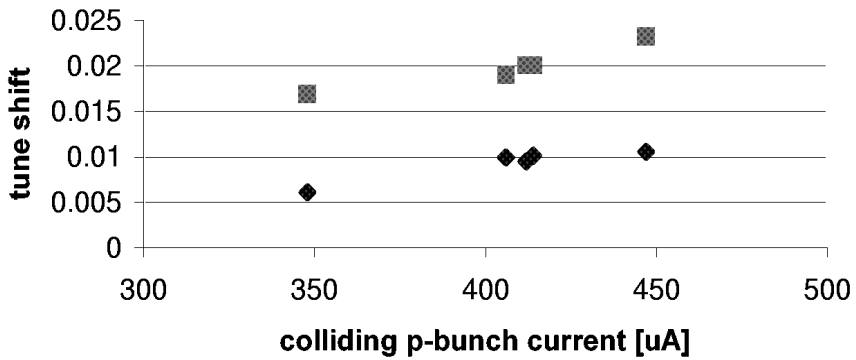


$\mathcal{T}_p$ ist e-Strom abhängig



Schwänze sind e-Strom abhängig

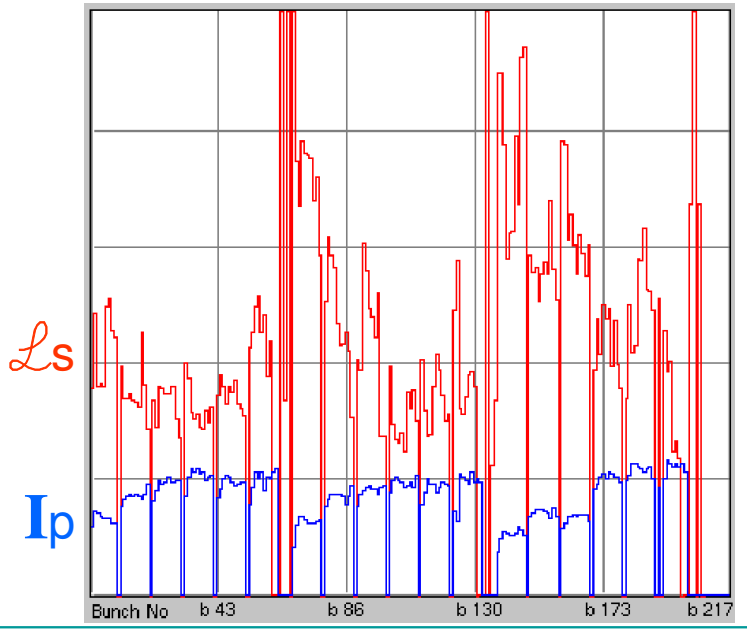
Zu starke Beam-Beam Kraft auf e?



Tuneverschiebug verstanden mit:

a) Dipolschingung

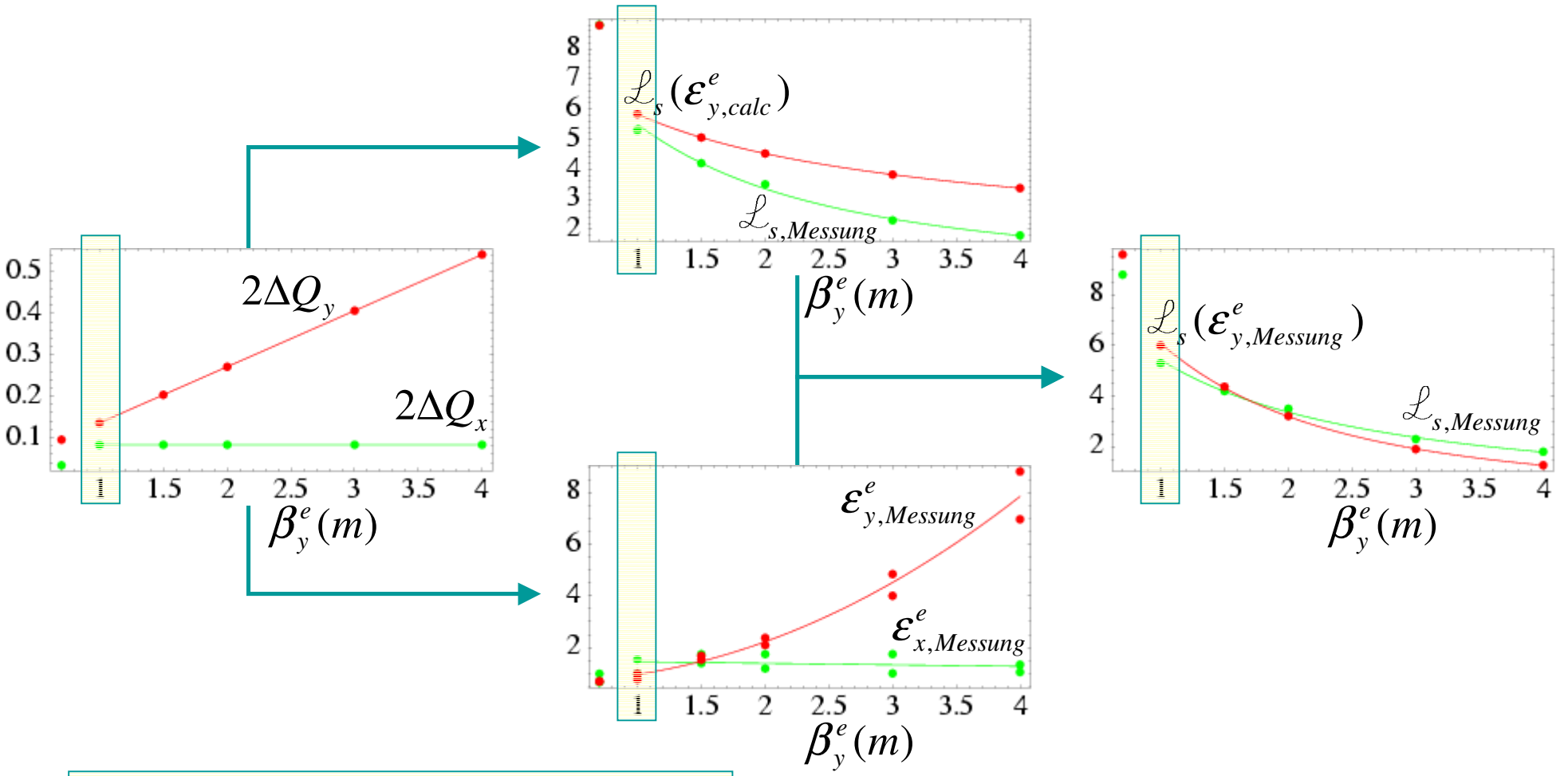
b) Wechselwirkung von H1/ZEUS



β_x^e	β_y^e	$\mathcal{L}_s^{ZEUS}$ (without H1)	$\mathcal{L}_s^{ZEUS}$ (with H1)	$\Delta\Phi \in [0, 2\pi]$	ΔQ_x^e	ΔQ_y^e
0.9m	0.6m	$7.1 \cdot 10^{29}$	$7.0 \cdot 10^{29}$	$[7.00, 7.20] \cdot 10^{29}$	0.0106	0.0311
1.0m	0.7m	$6.78 \cdot 10^{29}$	$7.0 \cdot 10^{29}$	$[6.67, 6.89] \cdot 10^{29}$	0.0118	0.0363
2.2m	0.9m	$5.18 \cdot 10^{29}$	$5.5 \cdot 10^{29}$	$[4.97, 5.42] \cdot 10^{29}$	0.0259	0.0467

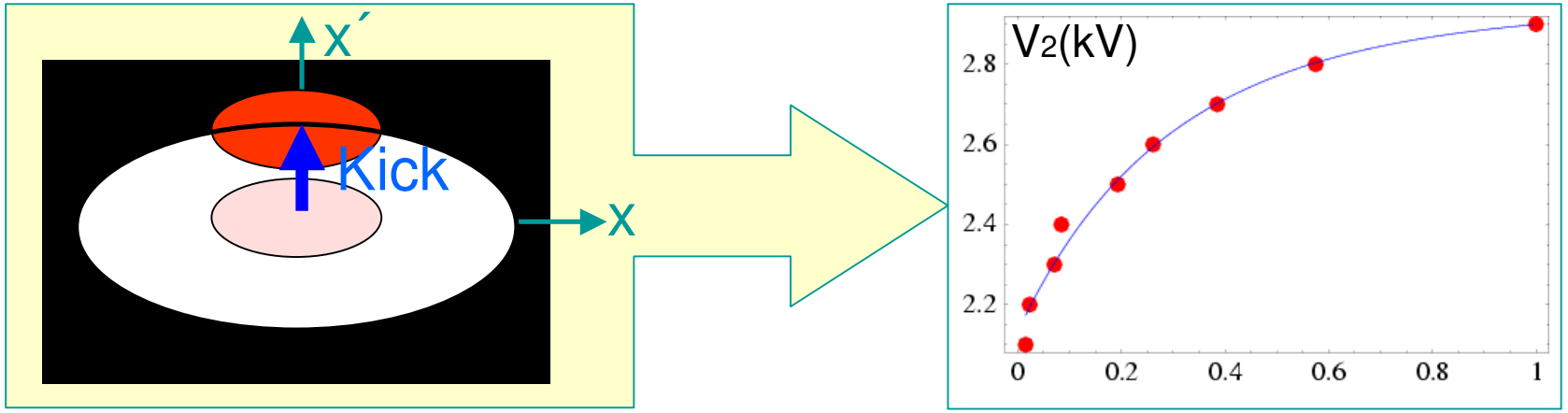
- Keine Abnahme von $\mathcal{L}_s$ durch das zweite Experiment
- Keine Abnahme von $\mathcal{L}_s$ durch größere β-Funktionen

Wo sind die Beam-Beam Grenzen?



- Upgrade und Ip=140mA: Emittanz beginnt zu wachsen

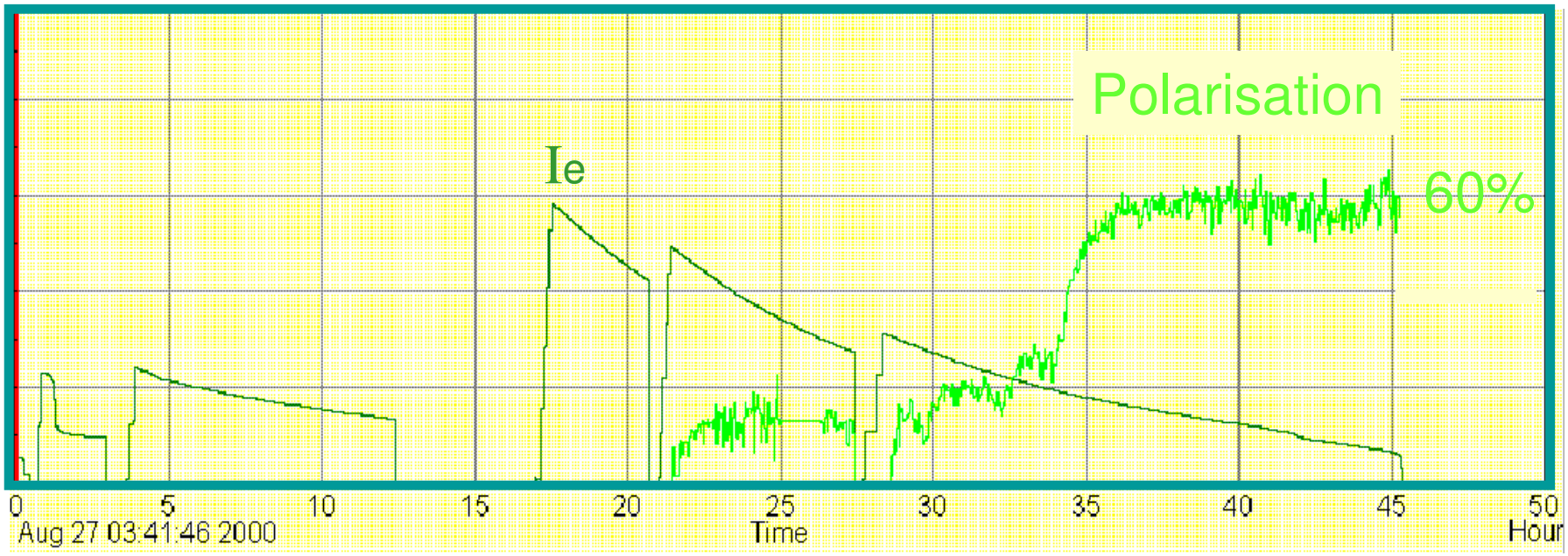
Dynamische Apertur für 72° Optik



Optics	Date	V_2	DA	DA_{rel}	RF shift
72° luminosity	3 Jul.1999	2.70kV	3.4πmm mrad	10.0σ	0Hz
72° luminosity	3 Jul.1999	2.76kV	3.5πmm mrad	10.2σ	0Hz
72° luminosity	3 Jul.1999	2.66kV	3.3πmm mrad	9.8σ	0Hz
72° luminosity	3 Jul.1999	2.77kV	3.6πmm mrad	12.7σ	300Hz
72° luminosity	3 Jul.1999	2.74kV	3.5πmm mrad	12.6σ	300Hz
72° luminosity	3 Jul.1999	2.82kV	3.7πmm mrad	10.4σ	0Hz

- Der Kick für halben Stromverlust führt zu befriedigender Dynamischer Apertur.

Polarisation für 72° Optik

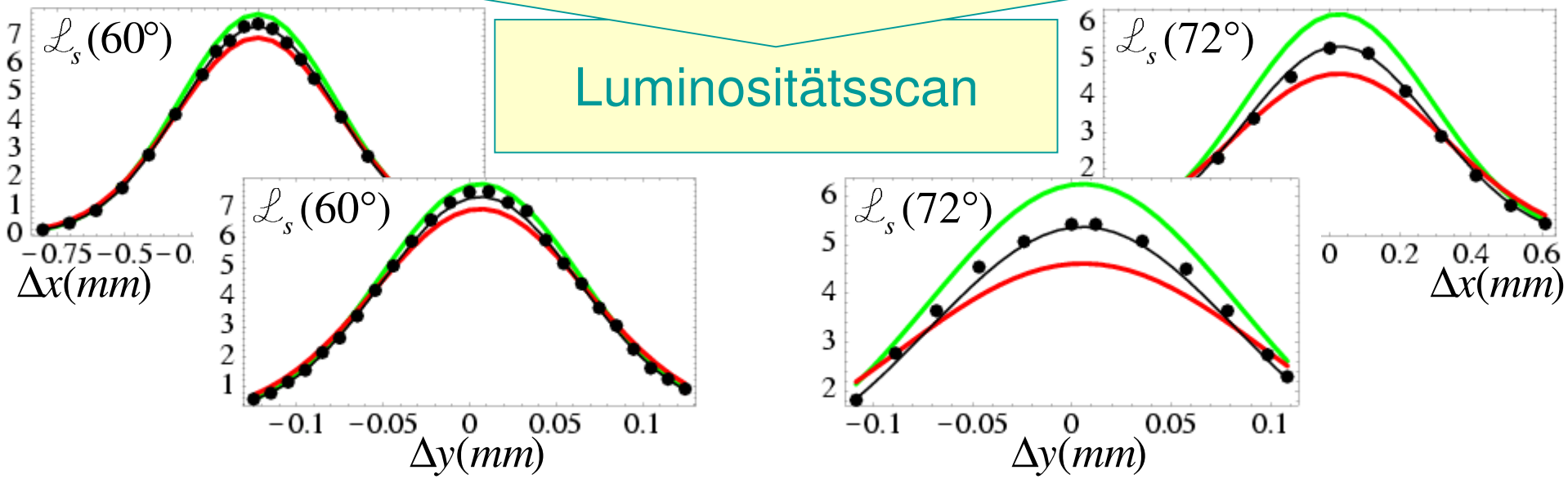


- Polarisation wurde in der spingematchten 72° Optik sehr schnell auf 63% gebracht (ein Tag).
- Harmonische Beulen waren sofort effektiv
- Entkopplungsbeule funktionierte gut

Emittanz für 72° Optik

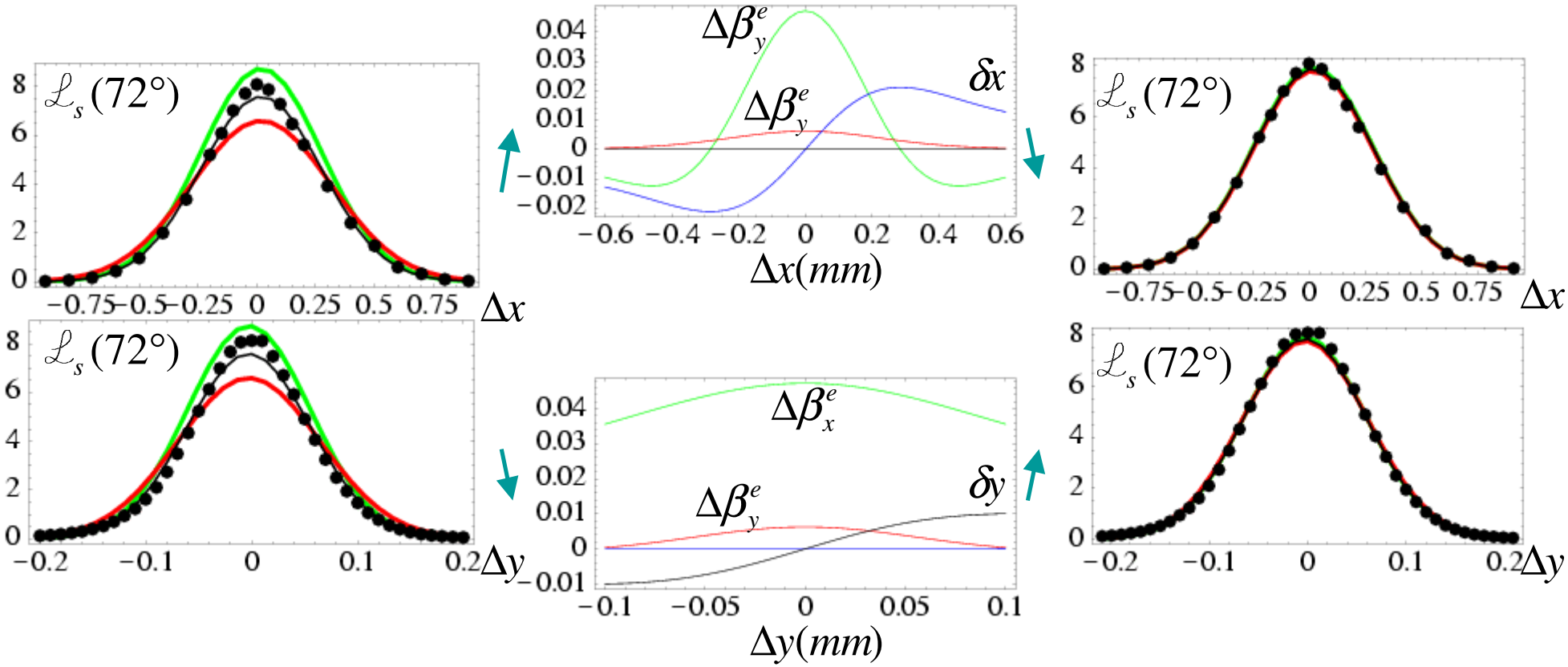
- Photonenfleck im Lumi-Monitor zunächst negativ
- Fleck des Synchrotronlichts zunächst nicht eindeutig
- Luminosität zunächst zu klein

Luminositätsscan



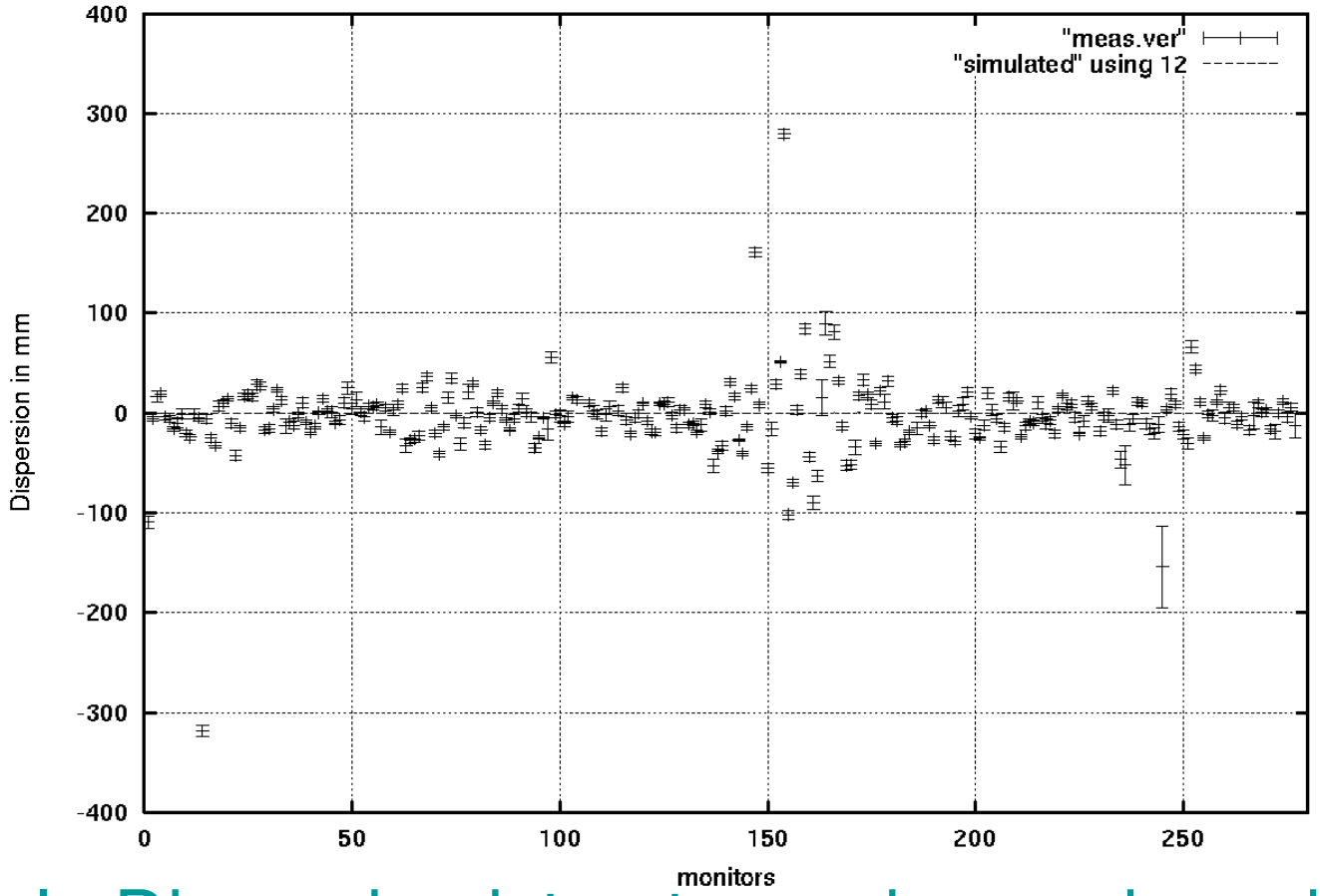
Bunch hat keine Produktverteilung: $\rho(x)\rho(y)$ ⇨ Kopplung

Luminosität für 72° Optik



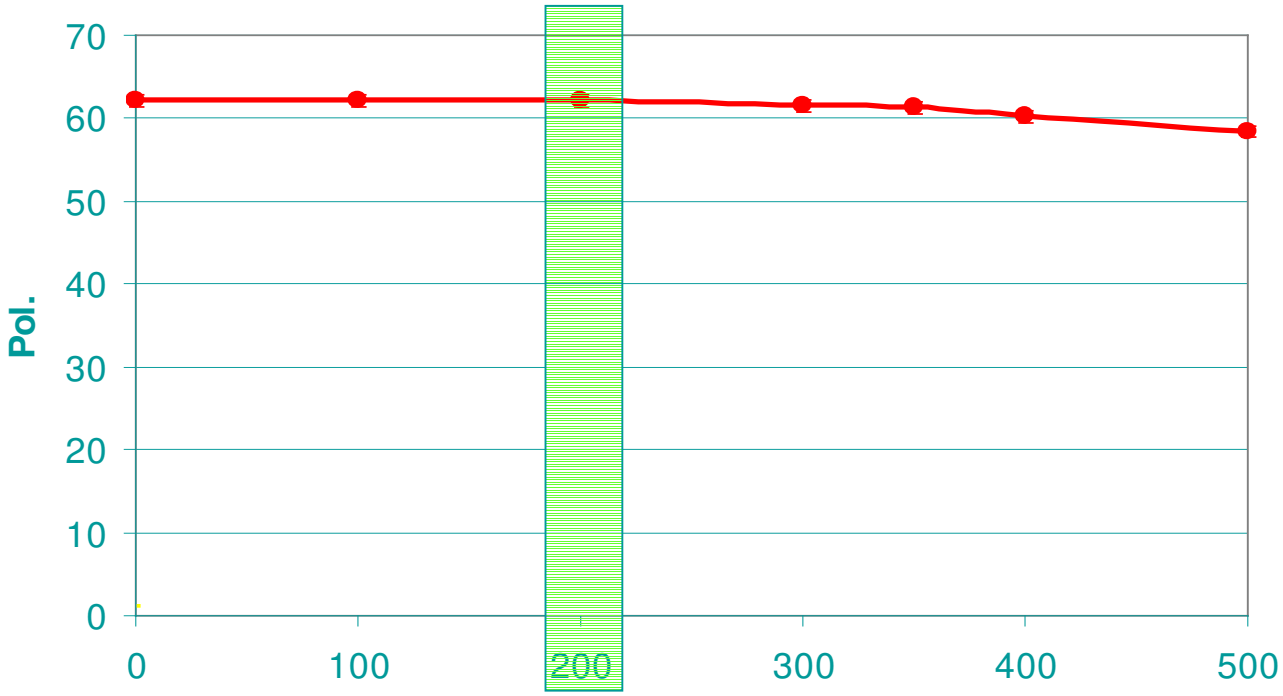
- Entkopplung mit der Kopplungsbeule (5%)
- Minimierung der vertikalen Dispersion
- Luminosität mit 72° ist zufriedenstellend

Minimierung der vertikalen Dispersion



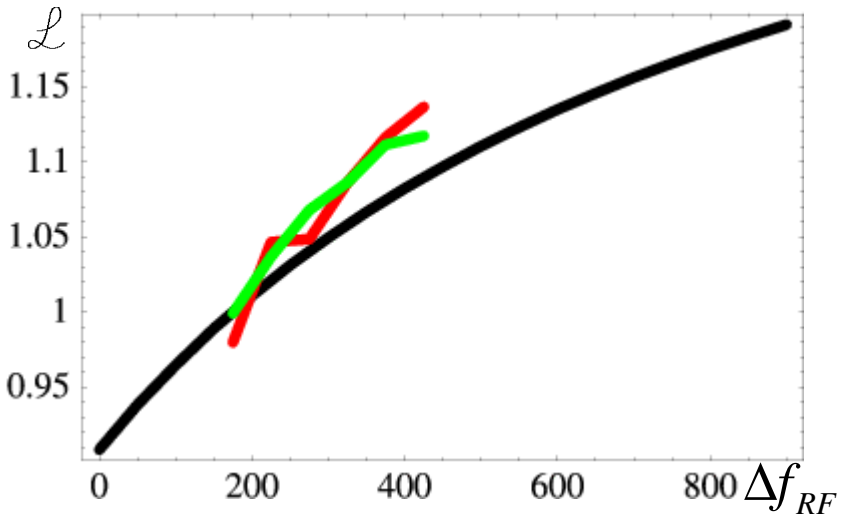
- Vertikale Dispersion ist gut messbar und wurde von 4cm rms auf 2cm rms verkleinert
- Dies vergrößerte die Luminosität im % Bereich

Polarisation bei f_{RF} Verschiebung

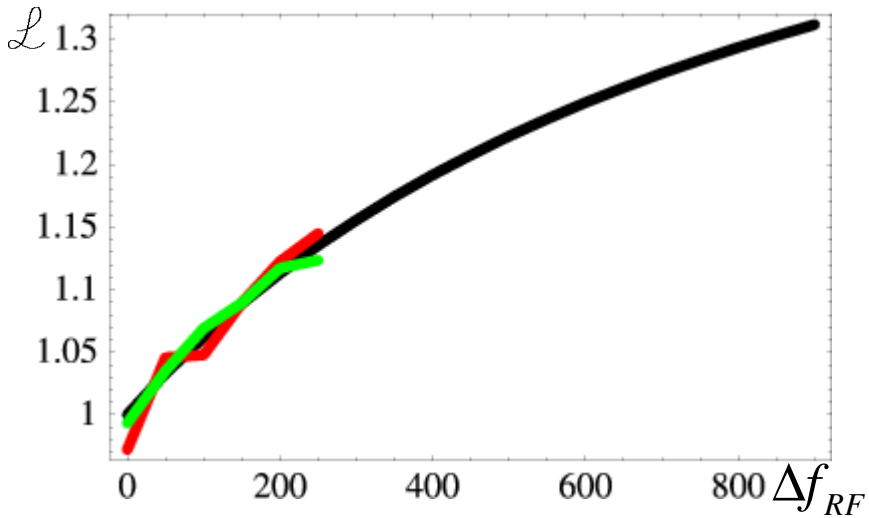


- Emittanzverkleinerung (20nm) duch $\Delta f_{RF} \approx 200 Hz$
- Entsprechende $\Delta E \approx 23 MeV$ kompensieren
- Optikstörungen und Vergrößerung der Energiebreite (6%) sind vernachlässigbar

Luminosität bei f_{RF} Verschiebung



$f_{Zentrum} \approx 0Hz$



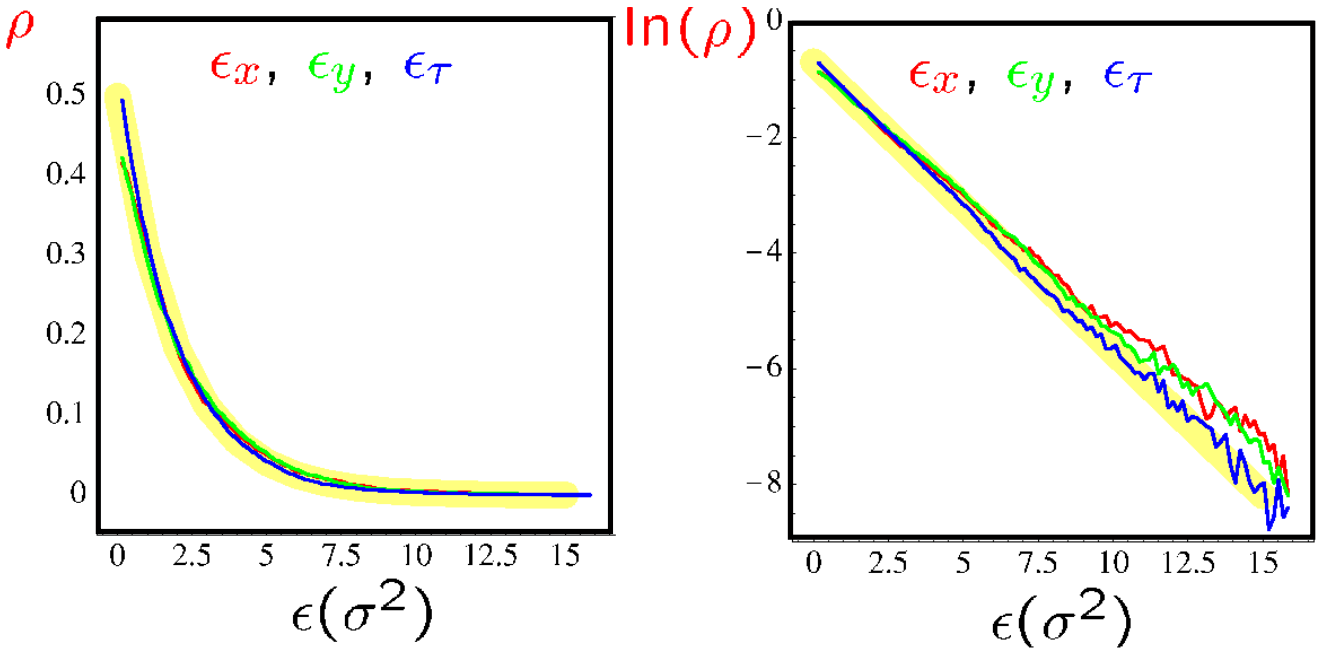
$f_{Zentrum} \approx 175Hz$

- 5 weitere Messungen, legen $f_{Zentrum} \approx 175Hz$ nah
- Wenn die Zentrumsfrequenz $f_{Zentrum} = 175Hz$ ist, dann wird die Luminosität wie erwartet vergrößert

Untergrund durch γ-Strahl am IP?

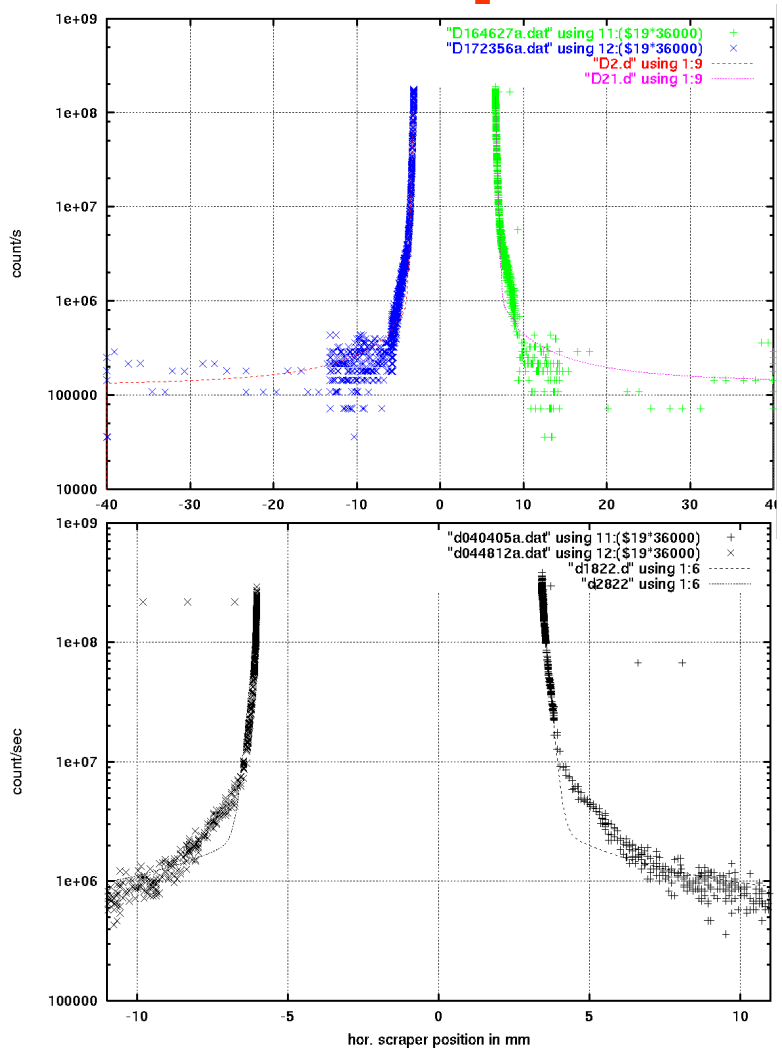
- Strahlungsuntergrund könnte im Detektor durch Schwänze der Elektronenverteilung vergrößert werden

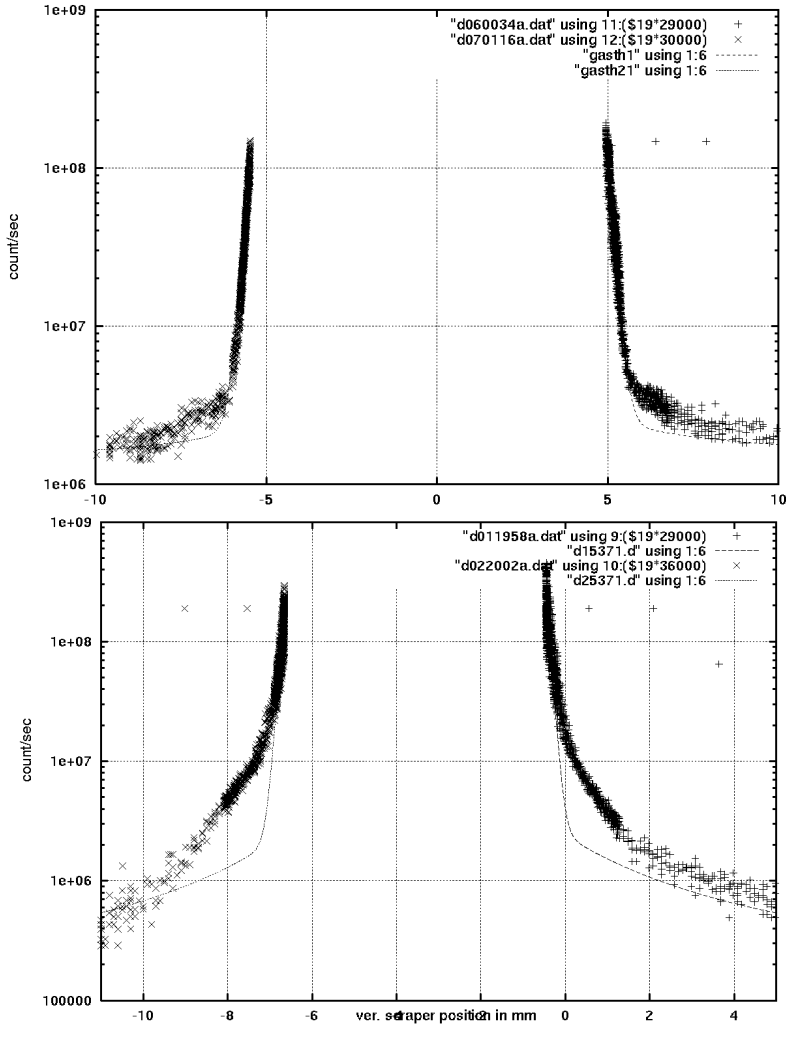
Mit f_{RF} Verschiebung



- Rechnungen ohne Beam-Beam Kraft liefern für keine der Optikoptionen signifikante Schwänze bis 4σ

Scrapen von e-Schwänzen





- Zwischen dem Grenzwert kleiner und großer Raten scheint es bei der 72° Optik Schwänze geben

Vermessung von Optikfunktionen

- Dispersion η in HERA-e ⟶ passt gut zur Theorie
  (am Scraper, Synchrotronlichtmonitor, Kicker)
- η und β in HERA-p (am Kicker, Wire scanner)

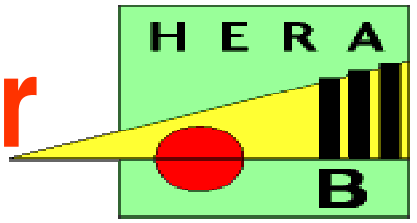
Dez.1999

	$\beta_x[m]$	$\beta_y[m]$	$\beta_x[m]$	$\beta_y[m]$	$\frac{\Delta\beta_x}{\beta_x}$	$\frac{\Delta\beta_y}{\beta_y}$
QR14-NORTH	1246	330	1472.4	439.2	0.154	0.248
QR14-SOUTH	1221	366	1472.4	439.2	0.171	0.166
QS10 NORTH	287	1444	273.2	1825.6	0.051	0.209
QS10 SOUTH	287	1516	273.2	1825.6	0.051	0.169
QR24 WEST	110	80	114.2	105.7	0.037	0.243
QR54 WEST	38	183	27.7	293.8	0.371	0.377
QR56 WEST	240	28	234.6	20.1	0.010	0.400

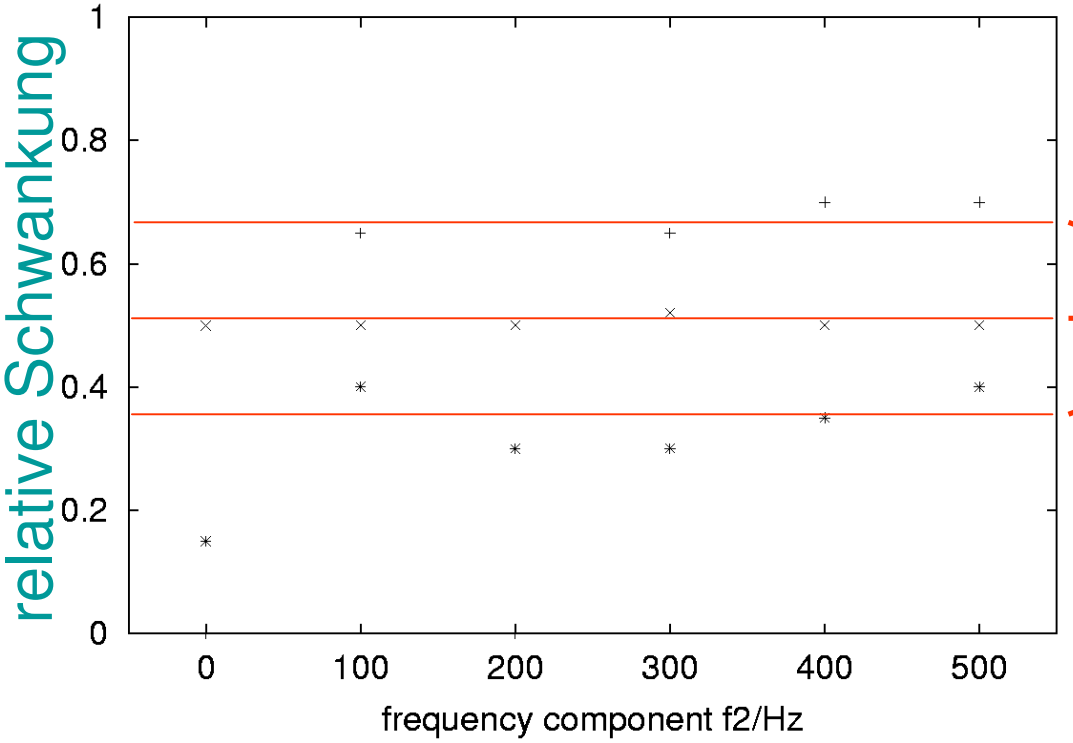
Sep.2000

	$\overline{\beta_x}[m]$	$\overline{\beta_y}[m]$	$\overline{\beta_x}[m]$	$\overline{\beta_y}[m]$	$\frac{\Delta\overline{\beta_x}}{\overline{\beta_x}}$	$\frac{\Delta\overline{\beta_y}}{\overline{\beta_y}}$
QR52WEST	72 ± 5	45 ± 3	69.21	57.35	0.4% (0σ)	20%(3σ)
QR54WEST	29 ± 8	231 ± 13	34.93	265.5	17%(0σ)	8%(3σ)
QR56WEST	196 ± 11	26 ± 4	236.9	25.57	17%(3σ)	0% (0σ)
QR57WEST	176 ± 3	3 ± 5	177.4	14.46	0% (0σ)	70%(2σ)
QP58WEST	3 ± 4	95 ± 13	8.245	101.8	12%(1σ)	7%(1σ)

Bessere Bedingungen für



- Verringerung von Schwankungen der Targetrate in HERA-B durch Anregen von Tails mittels Tunemodulation mit f_1=12Hz und f_2: → Schwankung hängt nicht von f_2 ab

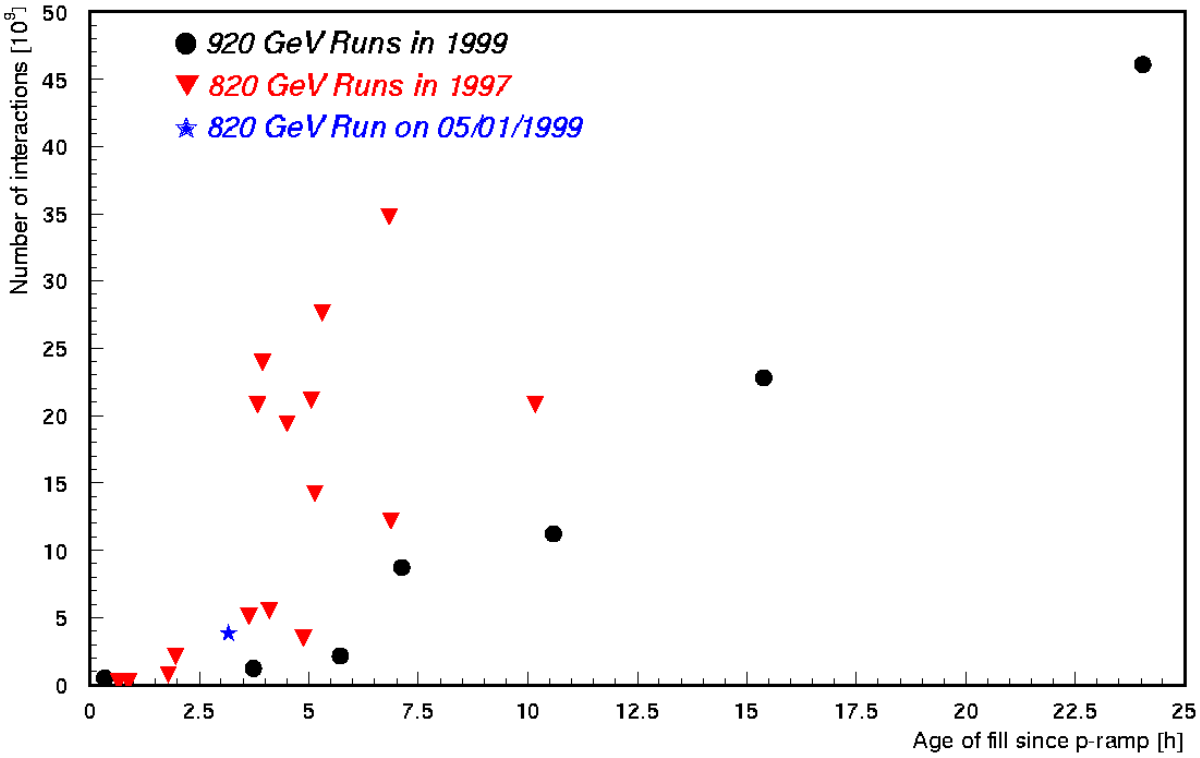


→ Unterschiedliche Intensitäten

- Kicken bei dreifachem Tune: Emittanzaufweitung (13% pro h)

Minimieren von Coasting Beam

- CB Beitrag ist kleiner, seit HERA 920GeV hat



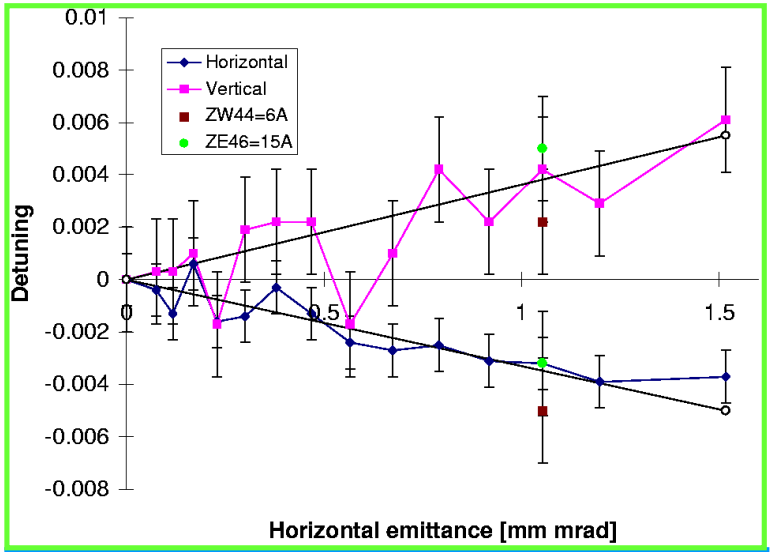
- CB Beitrag bei verschiedenen Einstellungen von HERA-p
- Abbau von CB durch resonante Kicks

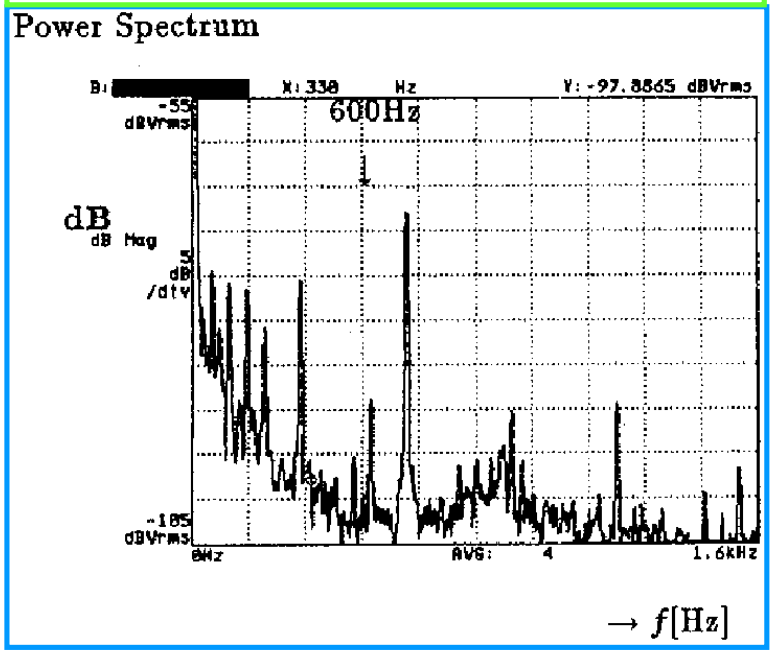
Studien mit CERN über Themen von gemeinsamem Interesse

- Dynamische Apertur von HERA-p: (Test für LHC)
- Chromatizitätsmessung auf der Rampe: (Plan für LHC)
- Vermessen der Unterdrückung von Synchrotronstrahlung in HERA-p:
  (Überprüft Rechnungen zu CSR)

1995: DA Berechnung für HERA

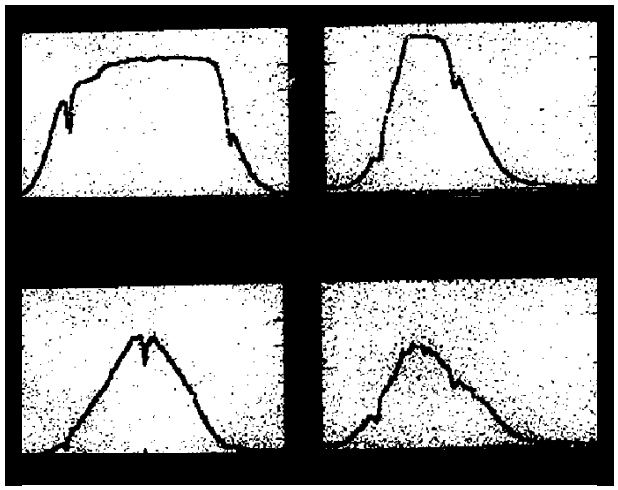
- Enthält gemessene Multipole der Magnete
- Wählt Feldfehler so, dass die gemessene Amplituden-abhänigkeit der Tunes stimmt
- Enthält gemessene Tunemodulationen



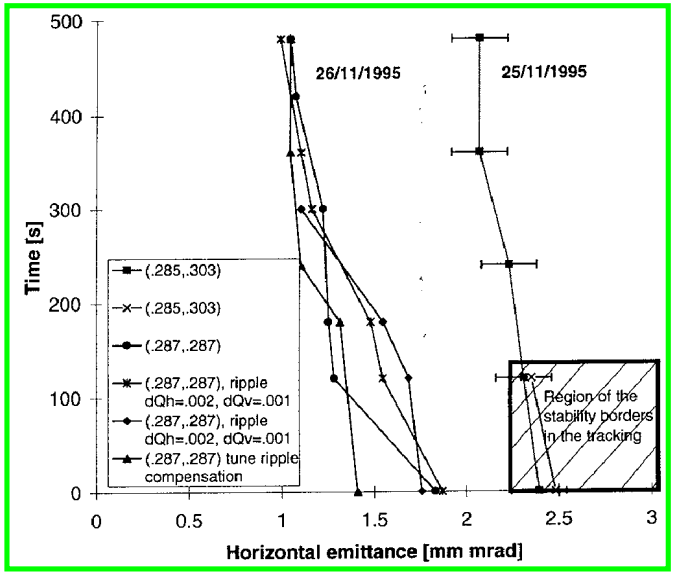


Taken from O. Brüning et al. Particle Accel. 54/96

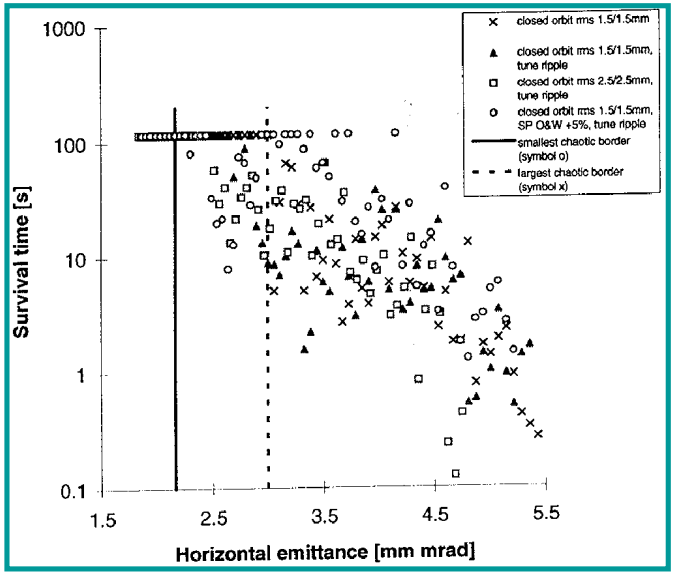
DA Messung und Rechnung für HERA



DA von Profilmessungen

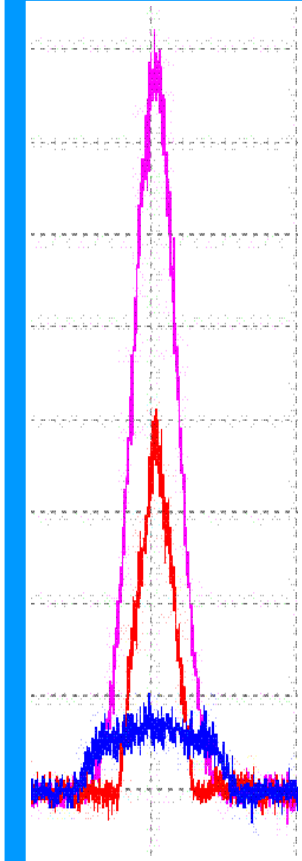


DA von Tracking:
Berechnet mit SIXTRACK
mit Drift-Kick symplektischer
Integration zweiter Ordnung



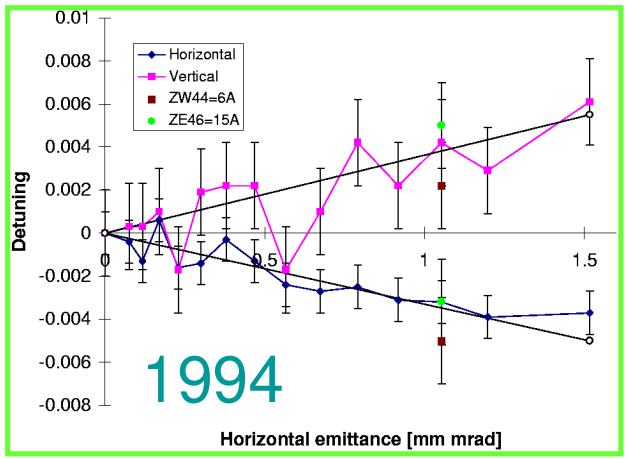
Entnommen von O. Brüning et al. Particle Accel. 54/96

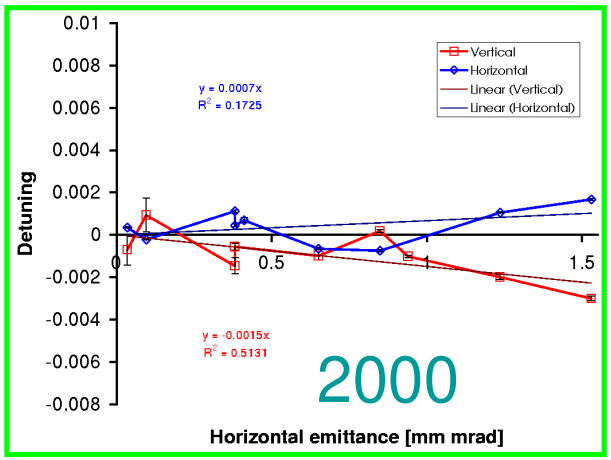
2000: DA Analysis



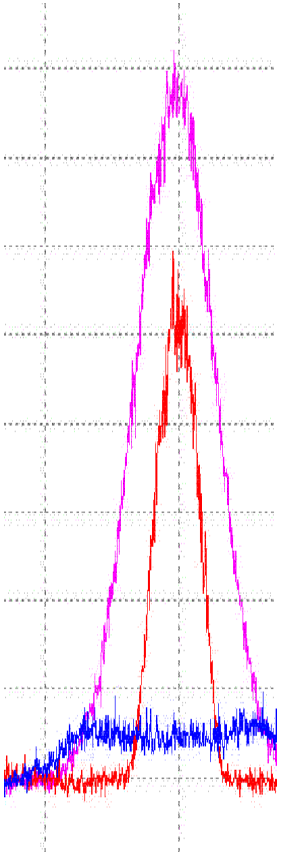
HERA Tunes

- Nur die Physikalische Apertur wurde gemessen
- Amplitudenabhängiger Tune ist viel kleiner als 1994

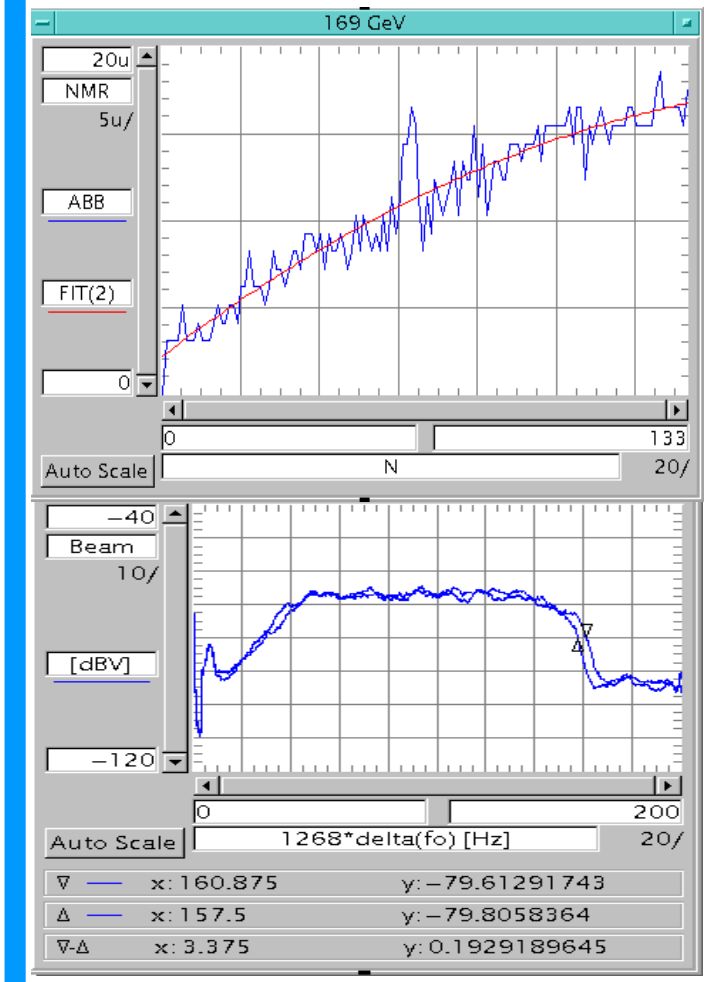
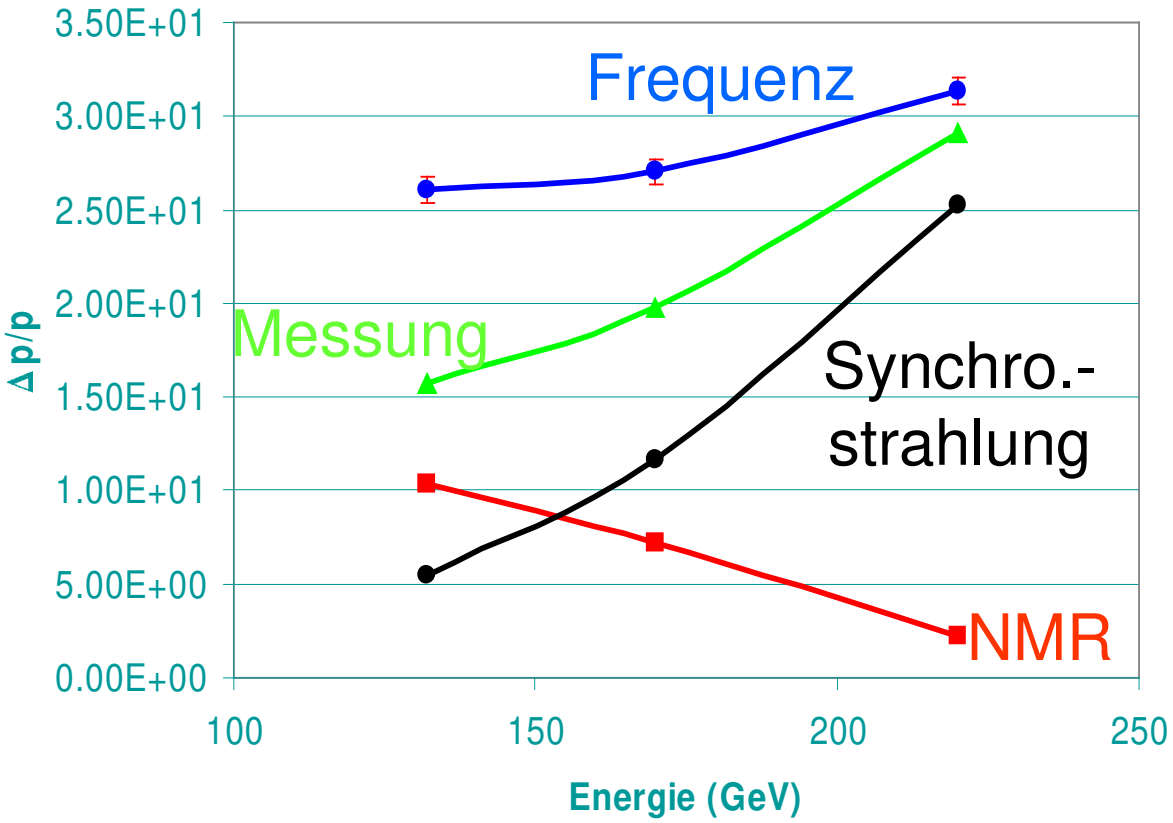




- Simulationsrechnungen sind im Gang



LHC Tunes

Unterdrückung von Synchrotronstrahlung

- Synchrotronstrahlung mit zu langer Wellenlänge kann sich im Strahlrohr nicht ausbreiten und ist unterdrückt