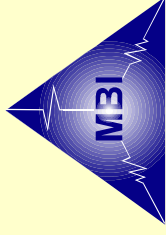
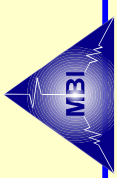


Hochleistungslaser: Spitzentechnologie für TESLA



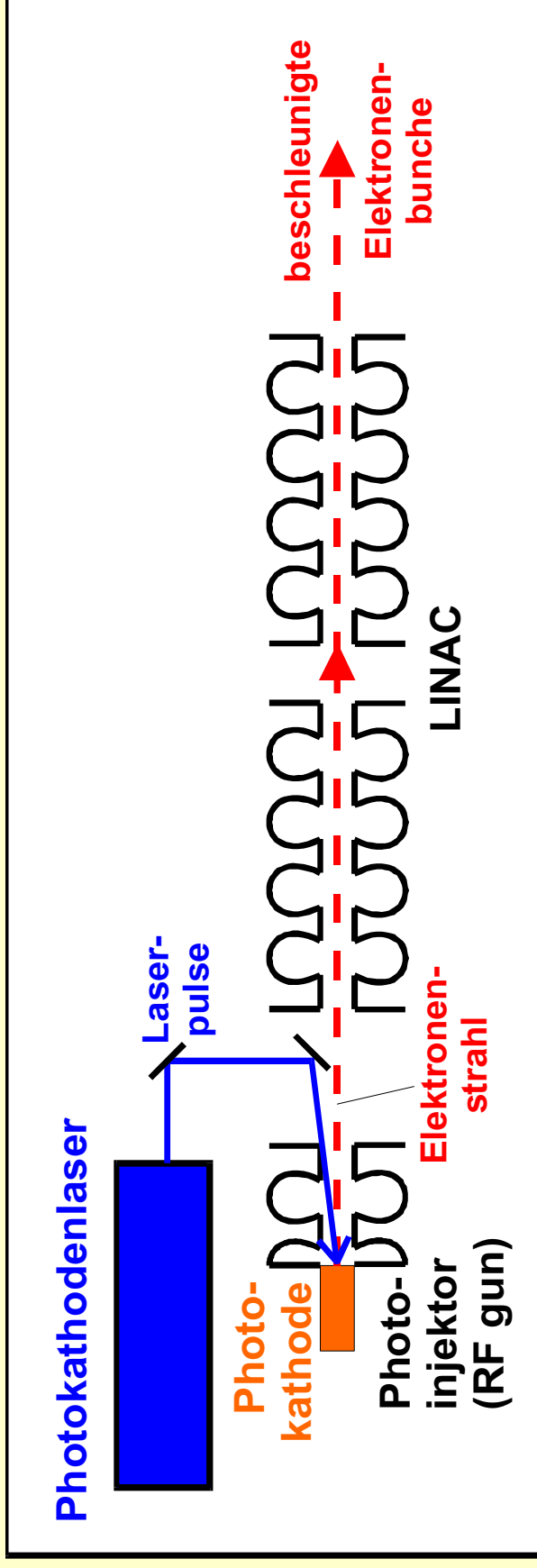
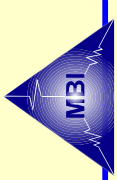
Ingo Will
Max-Born-Institut Berlin

Schwerpunkte des Vortrages



- **Laser für Hochenergie-Beschleuniger: Photokathodenlaser**
 - für die TESLA Test Facility (TTF)
 - für den Photoinjektor-Teststand in Zeuthen (PITZ)
- **Laser für Experimente an Freien Elektronenlasern (FEL)**
 - Optischer Pump/Probe-Laser für den X-Ray FEL am TTF Linac
- **Diagnose an Beschleunigern mit Ultrakurzpuls-Lasern**
- **Laser für Hochenergieexperimente am TESLA-Beschleuniger**
 - Optischer Resonator für den $\gamma\gamma$ -Collider

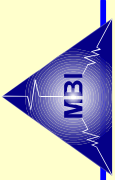
Photokathodenlaser für Photoinjektoren (“RF Guns”)



**Neue Möglichkeiten laserbestrahlter Photoinjektoren
im Vergleich zu thermischen Kathoden:**

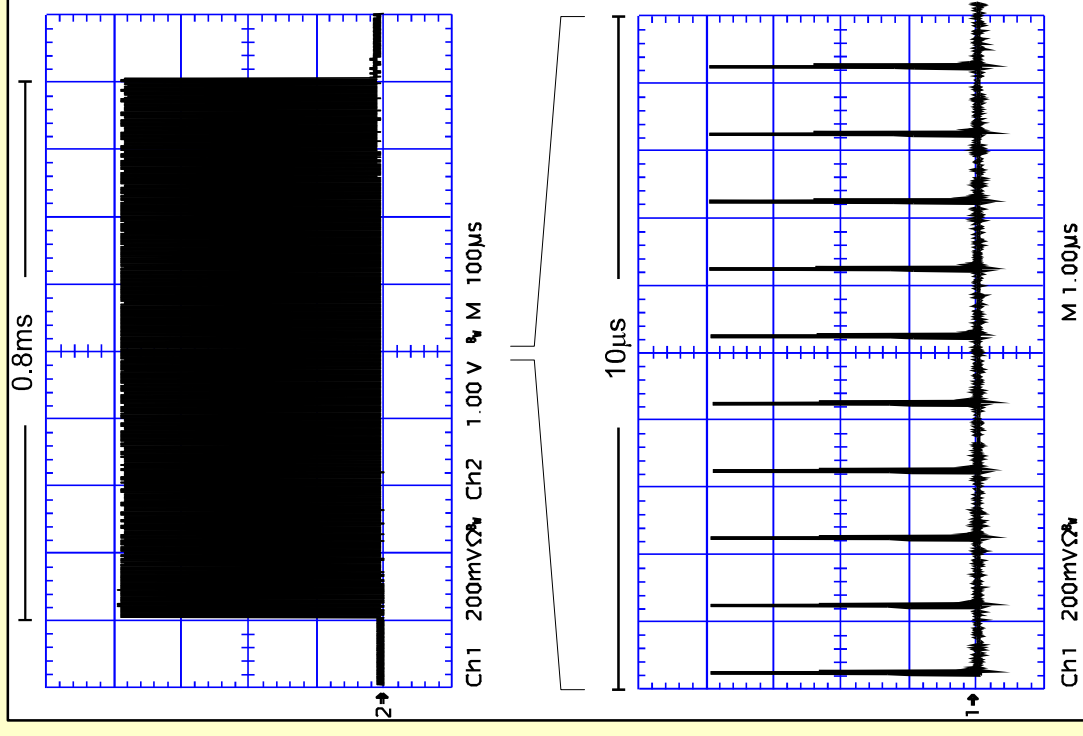
- **Optimale Steuerung der Zeitstruktur der Elektronenbunche**
 - Form der Mikrobunche, Makrobunch-Struktur
 - Variabilität der Bunchladung
- **Präzise Synchronisation des Lasers mit dem Linac**

Photokathoden-Laser für TESLA

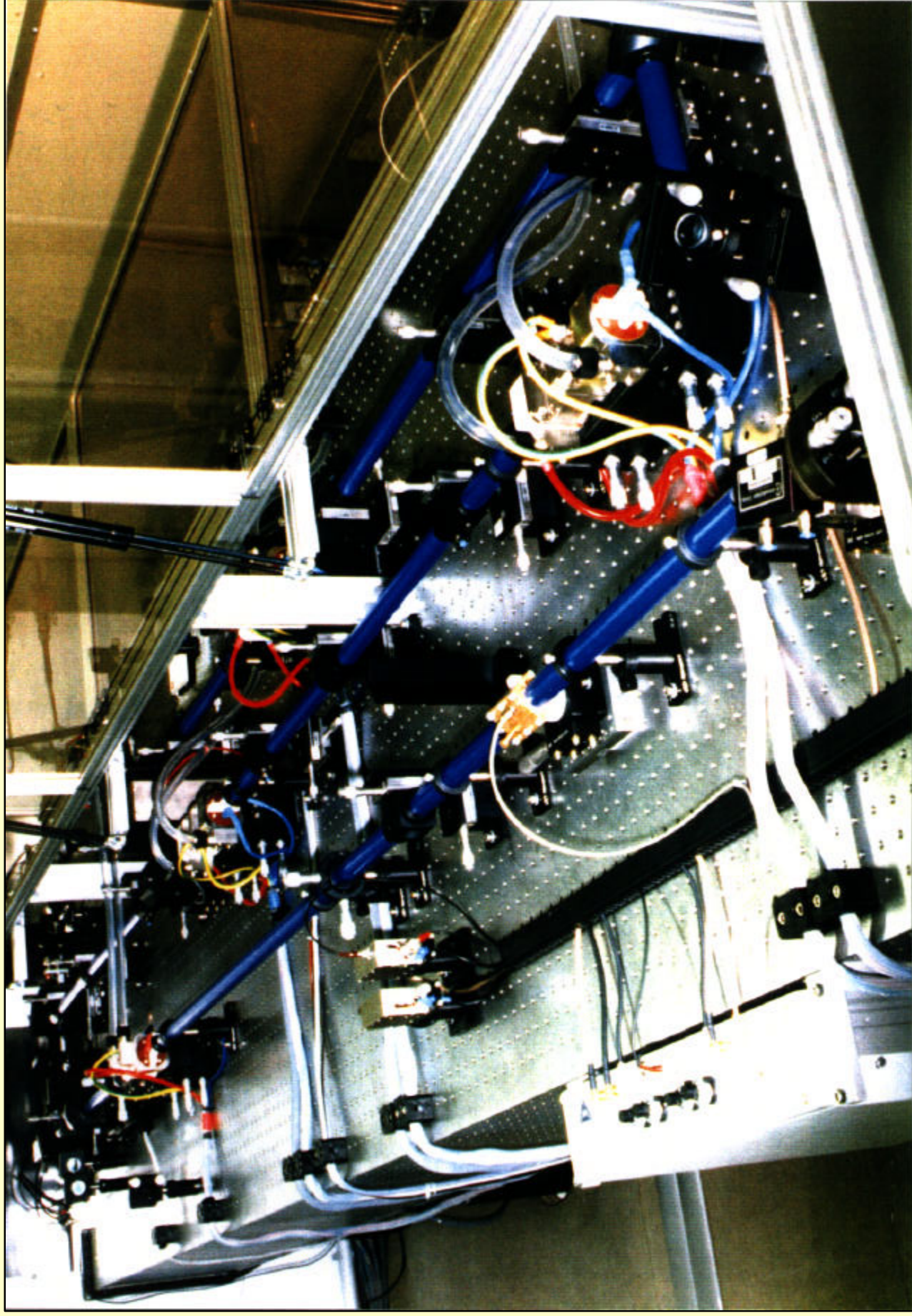
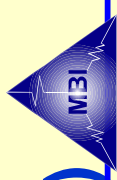


Besonderheiten:

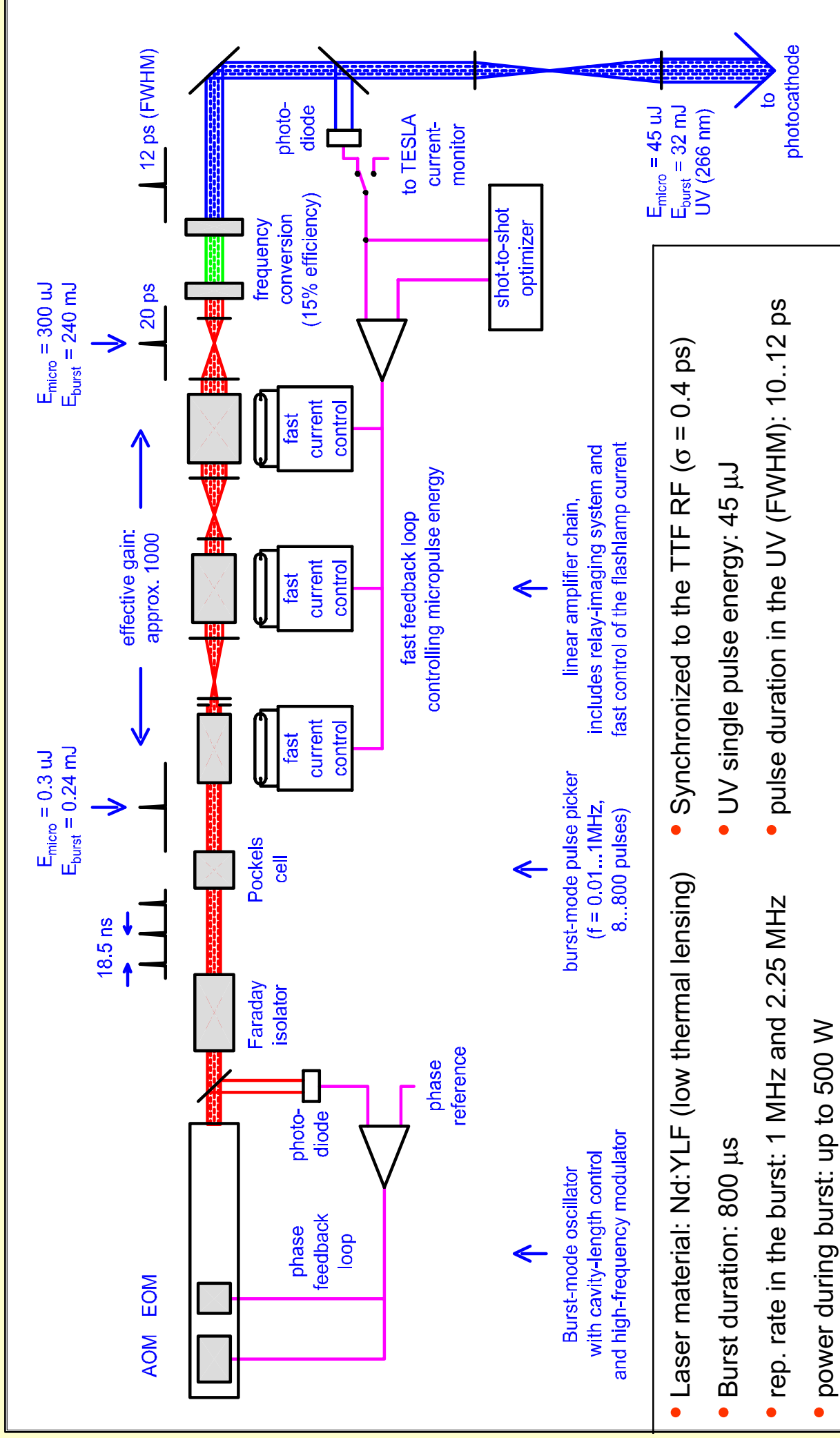
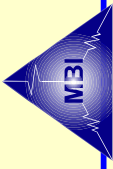
- ungewöhnliche Zeitstruktur (Bursts von Pikosekundenpulsen)
- hohe mittlere Leistung während des Bursts:
 $P_{\text{burst}} = 500 \text{ W}$
- Synchronisationsgenauigkeit der Laserpulse zum HF-Masteroszillator:
 $\sigma_{\text{sync}} = 1 \text{ ps}$
- hohe Stabilität (einige Prozent in der 4. Harmonischen)
- Zuverlässigkeit: Wochenlange Funktion des Lasersystems ohne Wartung
- Steuerung des Lasers vom Kontrollraum aus (über Internet)



Der Photokathodenlaser der TESLA Test Facility (TTF)

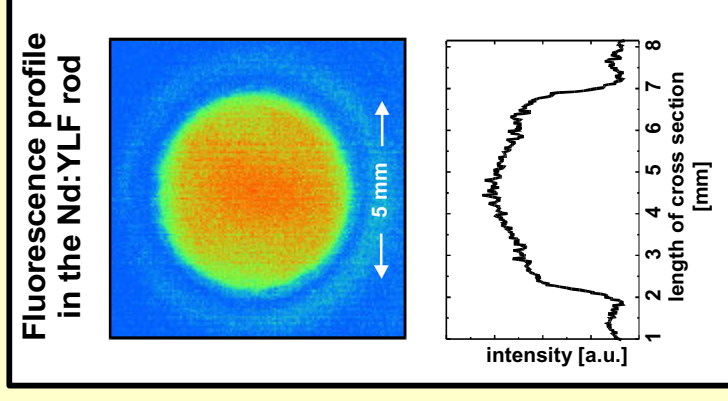
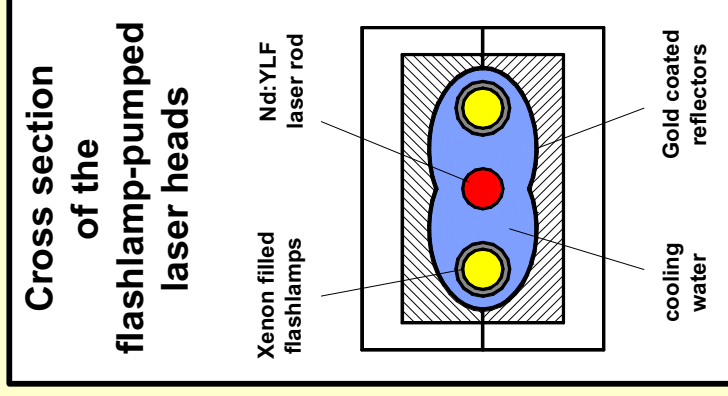
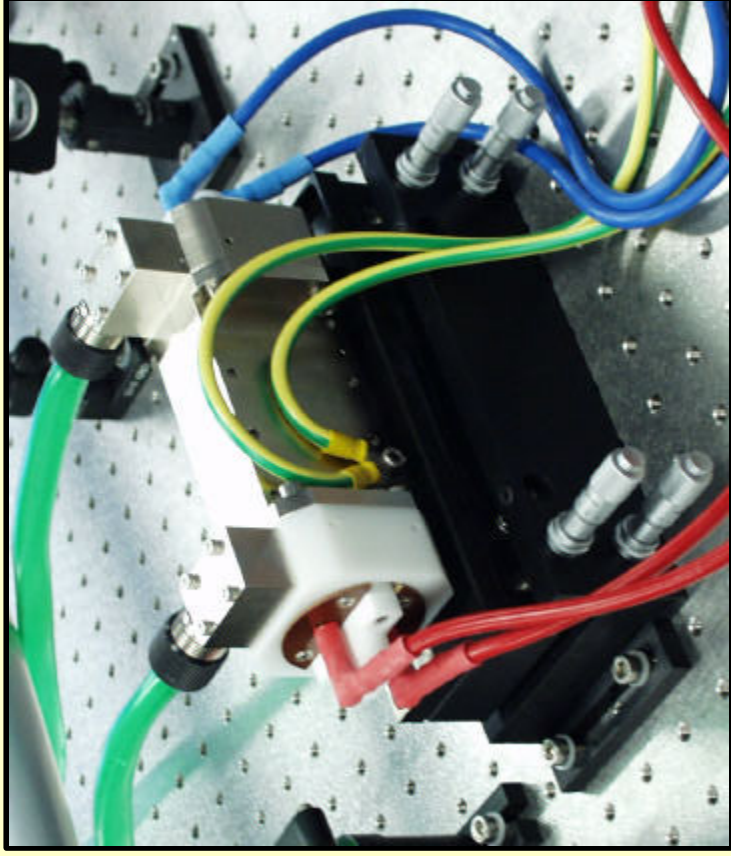
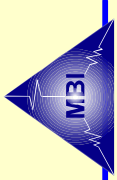


Layout des TTF Photokathodenlasers



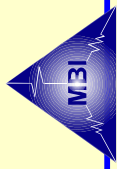
Blitzlampengepumpter Verstärker

mit Inversionsprofil für gewinngeführte Strahlpropagation



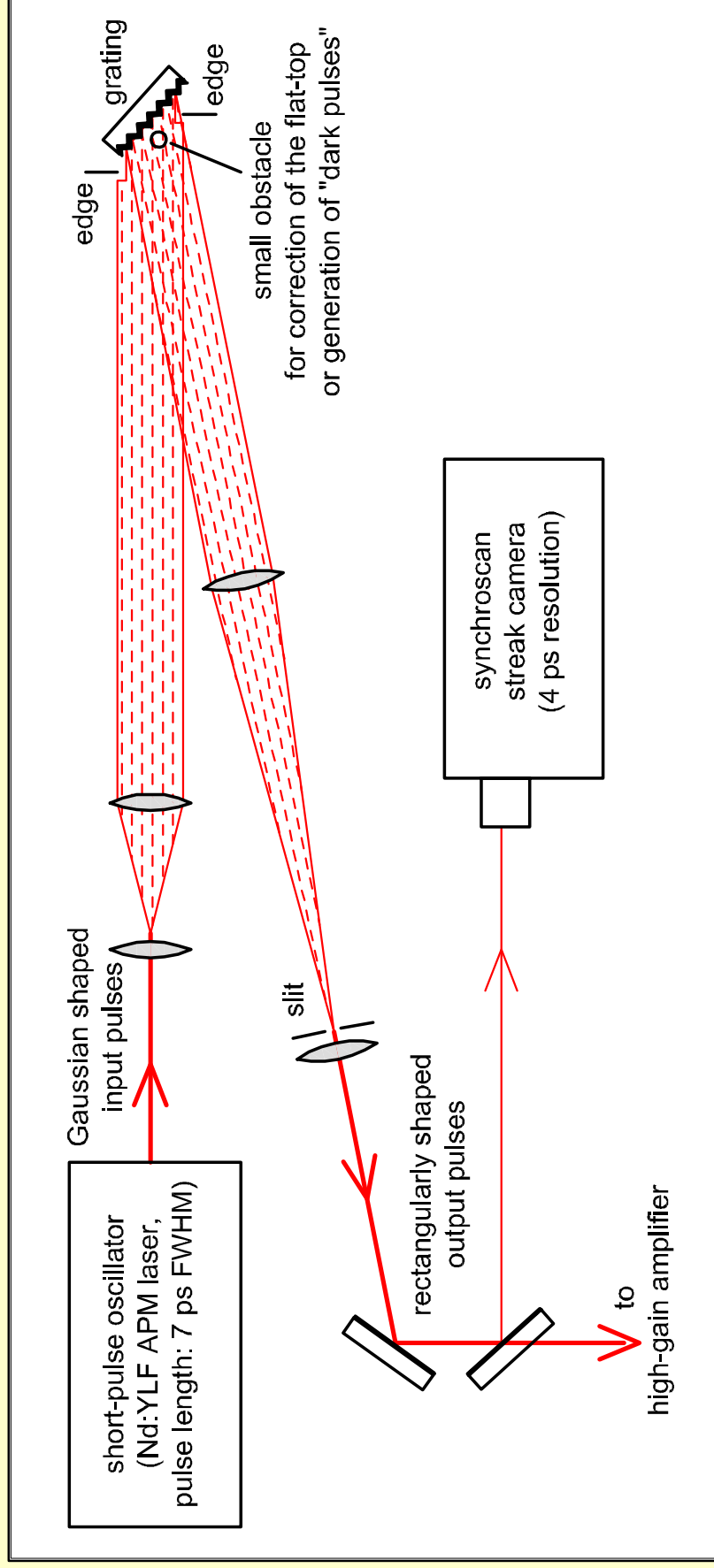
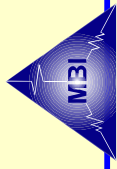
- Laserelement: Nd:YLF-Stab mit 5 oder 7 mm Durchmesser
- Parameter bei 60 kW Pumpleistung während des Bursts:
 - Kleinsignalverstärkung: 20 x
 - Extrahierbare Laserenergie: 1200 W
 - Tastverhältnis: 2%

State-of-the-art Photokathodenlaser für den Photo Injektor Teststand in Zeuthen (PITZ)



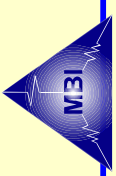
- Entwicklung des Lasers: 2001-2003
- Neue Entwicklungstendenzen
 - Halbleiterdioden als Pumpquellen
 - Erhöhte Zuverlässigkeit, geringer Wartungsaufwand des Lasers
- Erzeugung von Mikropulsen optimierter Form (z.B. Rechteckform)

Pulsformer zur Erzeugung rechteckiger Mikropulse

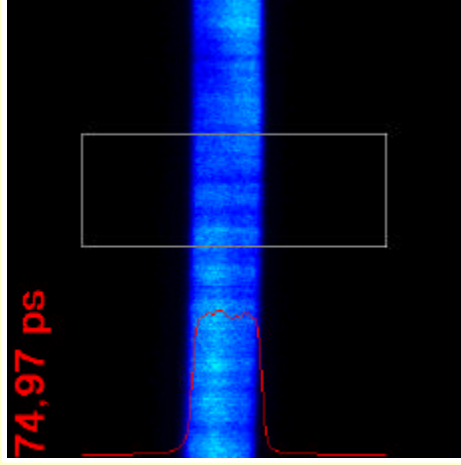


- Generiert rechteckförmige Mikropulse im Burst mit kleinstmöglicher Bandbreite
- Länge der Pulse einstellbar durch Spaltbreite vor dem Gitter
- Steilheit der Anstiegs- und Abfallflanke wird durch die Länge des Eingangspulses bestimmt.

Ausgangspulse des Pulsformers aufgenommen mit Schmierbildkamera

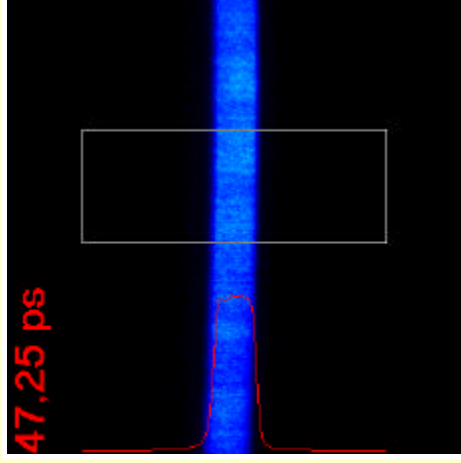


- Länge der Pulse einstellbar durch Spaltbreite vor dem Gitter
- Steilheit der Anstiegs- und Abfallflanke wird durch die Länge des Eingangspulses bestimmt.



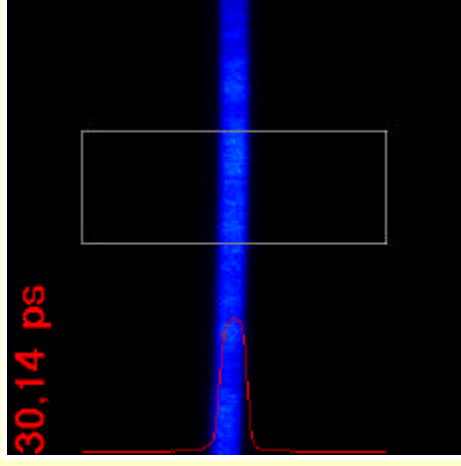
$d_{\text{aperture}} = 9 \text{ mm}$

$\tau_{\text{FWHM}} = 75 \text{ ps}$



$d_{\text{aperture}} = 4 \text{ mm}$

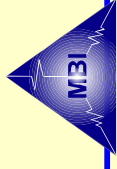
$\tau_{\text{FWHM}} = 47 \text{ ps}$



$d_{\text{aperture}} = 3 \text{ mm}$

$\tau_{\text{FWHM}} = 30 \text{ ps}$

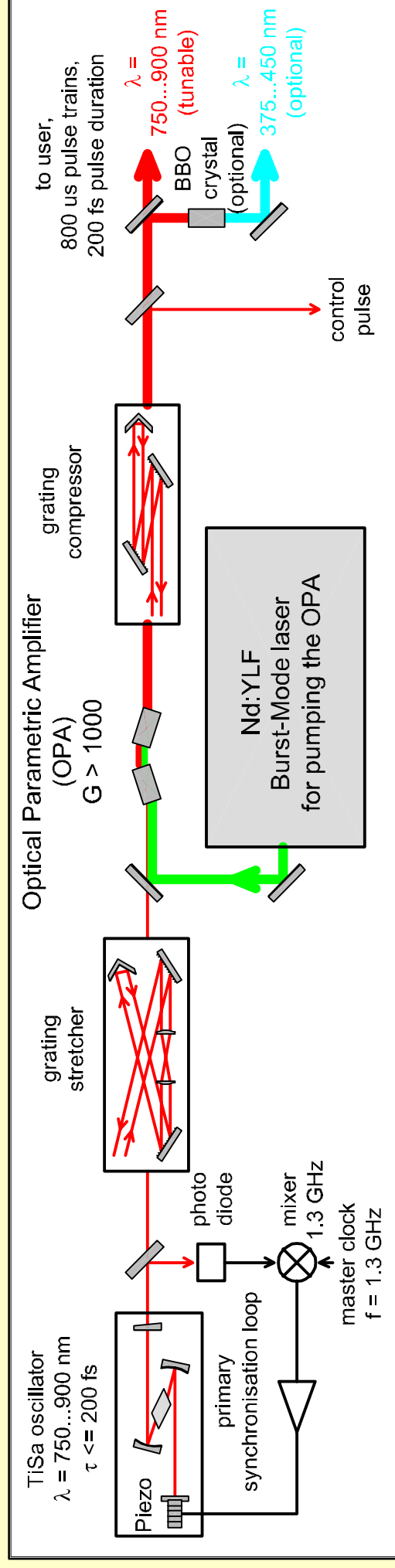
Laser für Experimente an Freien-Elektronen-Lasern



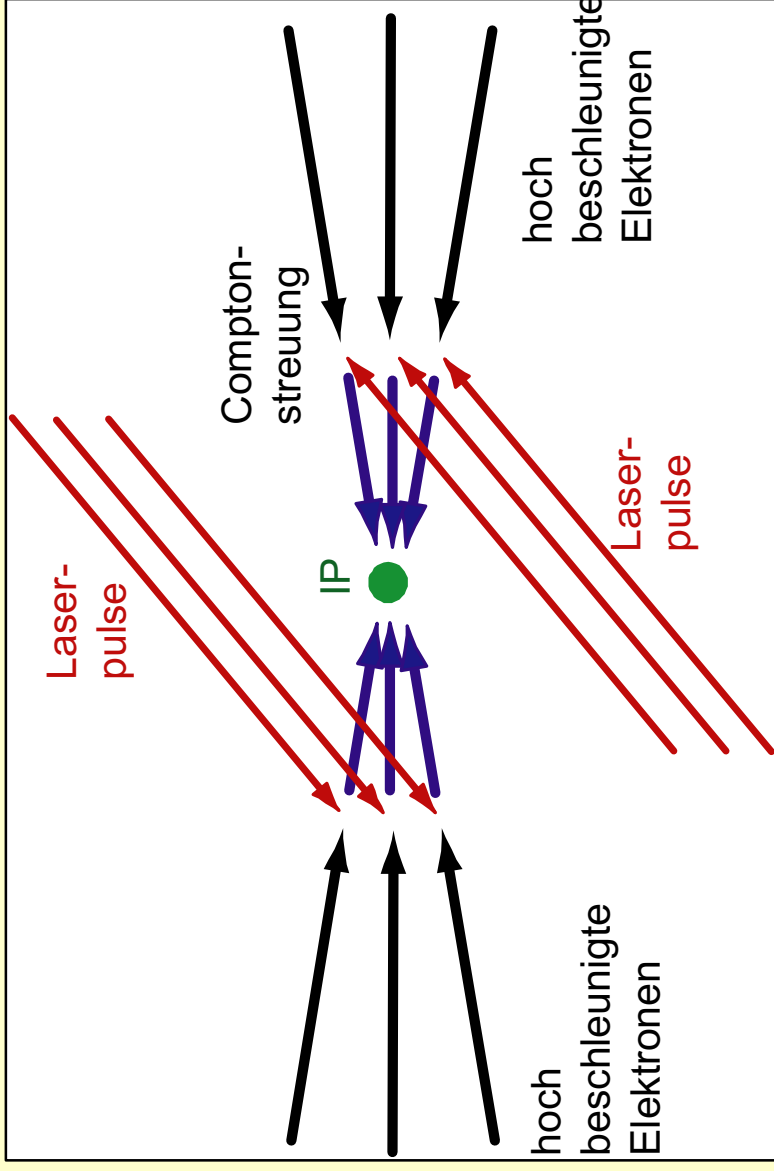
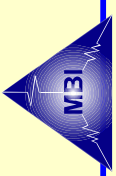
■ Optical pump/probe laser für den TTF X-Ray FEL:
EU RTD Project (DESY, MBI, Lund, Jülich, Orsay)

■ Die Herausforderung:

- Breite Variabilität der Wellenlänge des Lasers
- Zeitstruktur (Bursts) entsprechend TTF
- Neu: Synchronisation mit 0.2 ps Genauigkeit erforderlich

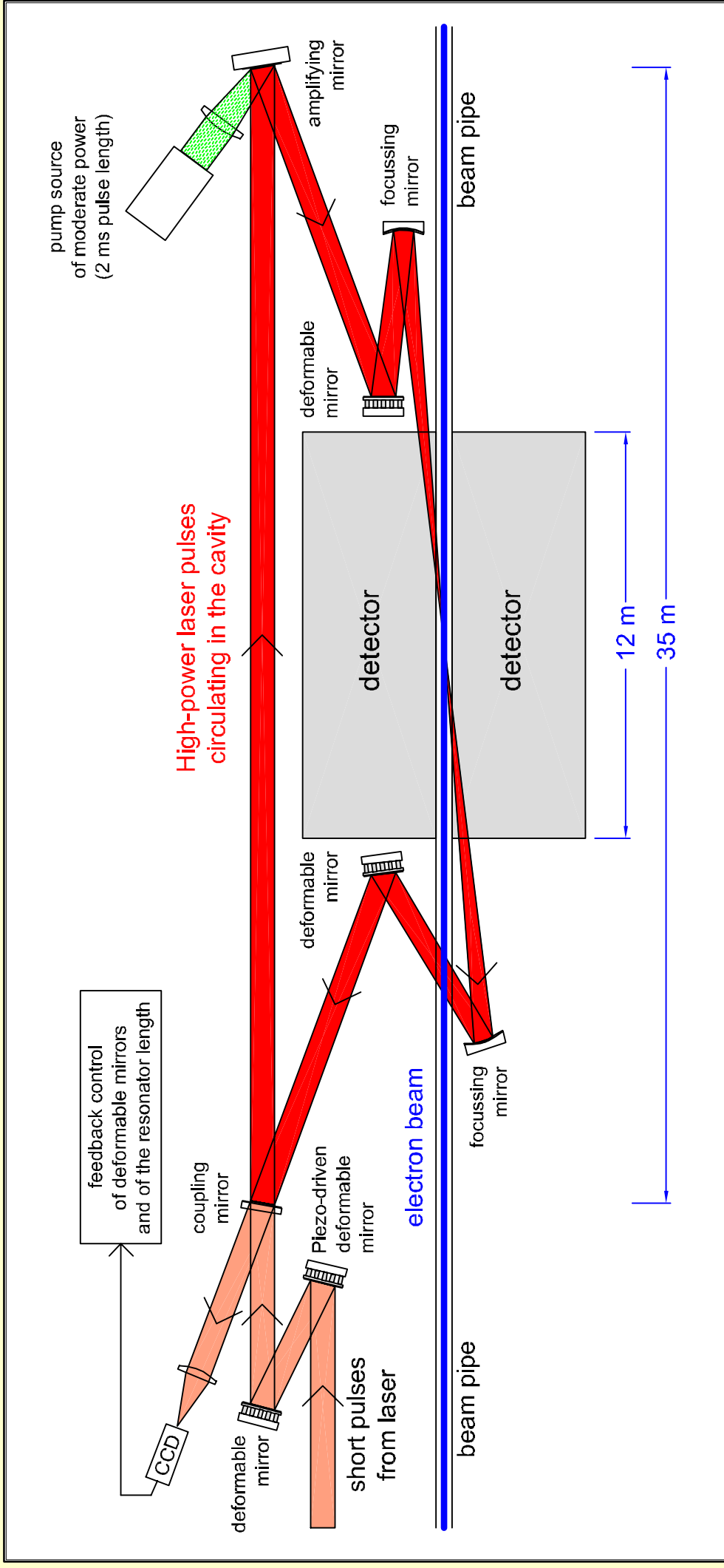
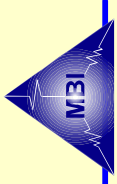


$\gamma\gamma$ -Collider in der Hochenergiephysik: die Herausforderung für Laserentwickler

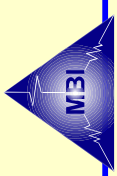


- Erforderliche Laserenergie im Puls: **10 J**
- Repetitionsrate während des Bursts: **3 MHz**
- Pulslängen: **1 ps**

Vorschlag eines Ringresonators für TESLA



Zusammenfassung



- Laser finden am TESLA-Beschleuniger und bei TTF breite Anwendung
 - Photokathodenlaser zur Erzeugung der Elektronenbunche mit optimierter Zeitstruktur
 - Optische Laser für Pump-Probe-Experimente mit dem Beschleuniger bzw. dem FEL
 - Laser für $\gamma\gamma$ -Collider
- Für Zusammenspiel des Lasers mit Beschleuniger erforderlich:
 - Pulslängen im ps- bzw. fs-Bereich
 - Synchronisationsgenauigkeit vergleichbar mit Pulslänge
 - Hohe Anforderungen an Langzeitstabilität der Laserparameter
- Eindrucksvolles Beispiel für das erfolgreiche Zusammenwirken sehr unterschiedlicher Teilgebiete der Physik