

Abbildung 137: Übersichtsdarstellung des TESLA XFEL in Drauf- und Seitenansicht. Der Weg der Elektronen und Photonen ist durch rote bzw. gelbe Linien angedeutet.

# Entwicklung eines Freie-Elektronen Lasers für sehr kurze Wellenlängen

Im Berichtszeitraum wurde als Ergänzung zum Technical Design Report (TDR-2001) des TESLA-Projektes eine Lösung für den Freie-Elektronen Laser (XFEL) ausgearbeitet, bei der der XFEL mit einem separaten Linearbeschleuniger betrieben wird. Dadurch soll die Kopplung zwischen Linear-Collider und XFEL während der Bau- und Betriebsphase verringert werden. Grundlage für den Projektvorschlag, der auf Anfrage des Wissenschaftsrates erstellt wurde, waren die im TDR benannten inkrementellen Kosten für den XFEL. Zur Kompensation der zusätzlichen Kosten, die durch den separaten Linearbeschleuniger entstehen, sind für die erste Stufe des Projekts folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Die Energie des Linearbeschleunigers wird auf 20 GeV bei einem nominellen Gradienten von 23.5 MV/m beschränkt. Ursprünglich waren mit der gemeinsamen Nutzung des Linacs für Linear-Collider und XFEL Betrieb 35 GeV und 17 MV/m (maximal 50 GeV bei 23.5 MV/m) geplant.
- Es werden statt zehn nur fünf Undulatoren sowie die entsprechende Strahlverteilung aufgebaut, wodurch die ursprünglich vorgesehene Anzahl der 20 voll ausgestatteten Experimentierplätze auf zehn beschränkt wird.
- Die maximale Elektronenstrahlleistung pro Elektronenstrahlweg (das heißt pro Strahldump) wird von 2 MW auf 300 kW begrenzt. Sowohl hinsichtlich der maximalen Strahlenergie als auch in Hinblick auf die Anzahl der Undulatoren bzw. Experimentierplätze ist ein späterer Ausbau optional vorgesehen.

Abbildung 137 zeigt eine Übersichtsdarstellung des TESLA XFEL. Der Tunnel schließt in Borstel-Hohenraden an der letzten Kryoversorgungshalle des Linear-Colliders an und beherbergt sowohl den Injektor und die Bunchkompressoren als auch den Linear-

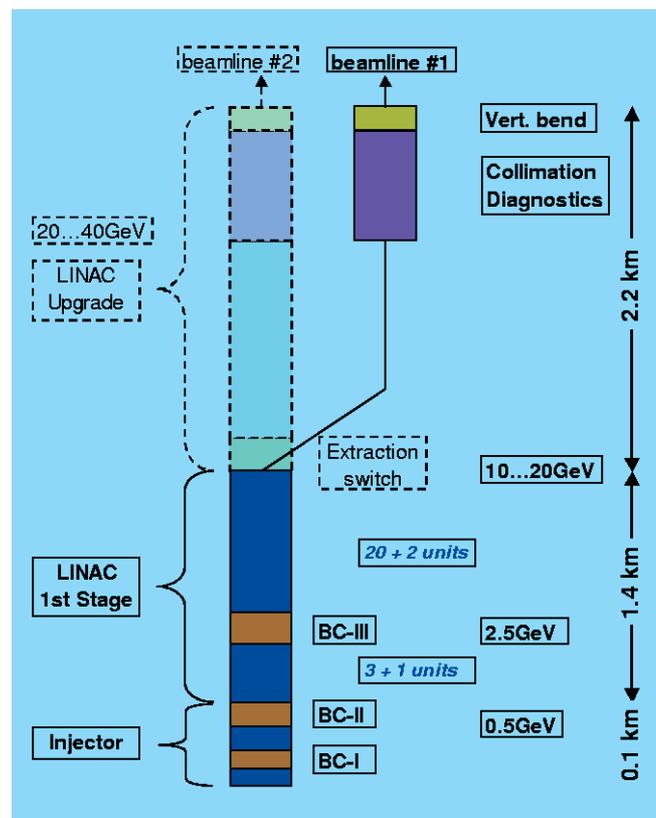


Abbildung 138: Schematische Anordnung der Komponenten im TESLA XFEL Tunnel. Die optionale Ausbaustufe mit höherer Strahlenergie und einem zweiten Elektronenstrahlweg ist angedeutet.

beschleuniger, den Elektronentransportweg und die Kollimatorstrecke. Nach 3.7 km geraden Verlaufs knickt der Tunnel leicht (12 mrad) nach oben ab und teilt sich in die zwei Hauptzweige auf. Der Elektronenstrahl wird durch zwei bzw. drei hintereinander angeordnete Undulatoren gelenkt und in zwei separaten Beamdumps aufgefangen. Abbildung 138 zeigt die schematische Anordnung der Komponenten

ten im Linac-Tunnel inklusive der optionalen Ausbaustrecke.

Die detaillierte technische Auslegung folgt in weiten Teilen den schon im TDR 2001 beschriebenen Lösungen und wurde nur den geometrischen Gegebenheiten angepasst bzw. an wenigen Stellen entsprechend neuerer Entwicklungen ergänzt. Die Bauplanung wurde im Rahmen der Vorbereitung des Planfeststellungsverfahrens für das TESLA-Projekt weiter vorangetrieben. Hinsichtlich der Strahldynamik lag der Schwerpunkt der Arbeiten bei der Inbetriebnahme des PITZ Teststandes in Zeuthen sowie bei vergleichenden Untersu-

chungen von Simulationsprogrammen, die insbesondere im Rahmen eines ICFA Mini-Workshops über kohärente Synchrotronstrahlung betrieben wurden.

Die Gesamtkosten für den TESLA XFEL werden, bezogen auf das Jahr 2000, mit 684 Millionen € abgeschätzt. Diese Zahl enthält Investitionskosten, sowie 2800 Personenjahre (mit 50 000 € pro Personenjahr) für Entwicklung, Fabrikation, Test, Installation und Inbetriebnahme der Anlage. Durch Einsparungen in der Großserie ist eine Kostenreduktion um 145 Millionen € möglich, wenn der Linear-Collider gleichzeitig mit dem XFEL gebaut wird.