



Abbildung 119: Modul Nr. 8 bei der Verladung zum Transport nach Saclay.



Abbildung 120: Der erste von zwei Modulator-Prototypen am Teststand in Zeuthen.

Röntgen-Freie-Elektronen-Laser European XFEL

Übersicht

Das Röntgenlaser-Projekt European XFEL basiert auf einem supraleitenden 20 GeV Elektronen-Linear-Beschleuniger in der von der TESLA-Kollaboration erfolgreich entwickelten Technologie sowie dem SASE-FEL Prinzip zur Erzeugung von Photonenstrahlen extrem hoher Brillianz mit Wellenlängen im Ångstrom-Bereich. Sowohl die Beschleuniger-Technologie als auch das SASE-Prinzip sind an der VUV-FEL Anlage FLASH bei DESY (in kleinerem Maßstab und bei größeren Wellenlängen im Ultraviolett-Bereich) erfolgreich erprobt. Die XFEL-Röntgenstrahlungsquelle der vierten Generation ermöglicht Untersuchungen mit räumlicher Auflösung im atomaren Bereich sowie zeitlicher Auflösung im Bereich der Dynamik chemischer Bindungen in Molekülen und wird einer Nutzer-Gemeinde aus zahlreichen wissenschaftlichen Disziplinen völlig neue Forschungsmöglichkeiten eröffnen. Die Finanzierung der Baukosten der Anlage liegt zu maximal 60% beim Bund und den Ländern Hamburg und Schleswig-Holstein, mindestens 40% sind von ausländischen Partnern zu erbringen.

Mit Unterzeichnung eines gemeinsamen Kommunikations haben die Partnerstaaten am 5.06.2007 den offiziellen Start der XFEL-Anlage vollzogen und sich darauf verständigt, zunächst eine erste Ausbaustufe des XFEL mit Baukosten in Höhe von 850 Millionen Euro (Preisbasis 2005, verglichen mit 986 M€ für die im Entwurfsbericht TDR beschriebene Vollversion) zu errichten. Die Kostenreduktion bei dieser Start-Version wird durch eine anfängliche Reduktion von fünf auf drei Undulator-Strahllinien sowie eine Beschränkung des Beschleuniger-Ausbaus auf das für das Erreichen der Basis-Referenzparameter unbedingt erforderliche Maß erreicht (der TDR sieht auch Betriebsparameter

jenseits der Referenzwerte für den anfänglichen Betrieb vor). Ein späterer Ausbau der Anlage auf die TDR-Vollversion bleibt uneingeschränkt möglich.

Das internationale Lenkungs-Komitee ISC hat in seiner Sitzung am 3. Mai 2007 DESY mit der Durchführung dringend anstehender Maßnahmen (u.a. Ausschreibungen für Tiefbau sowie technische Arbeiten) betraut, während parallel die Gründung der European XFEL GmbH betrieben wird. In der ISC Sitzung am 22. September haben sich die Delegationen aller Partnerstaaten (China, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Italien, Polen, Russland, Schweden, Schweiz, Slowakei, Spanien und Ungarn) auf die Formulierungen der Gründungsdokumente für den European XFEL verständigt. Die Unterzeichnung der Dokumente und die Gründung der European XFEL GmbH ist für das Jahr 2009 geplant.

Beginn der Baumaßnahmen

Die Trasse für den European XFEL verläuft vom DESY Gelände ausgehend in west-nordwestlicher Richtung bis zum neuen Forschungsgelände in Schenefeld über eine Länge von ca. 3,4 km und in einer Tiefe von ca. 6-38 m. Die Tunnel für den Linearbeschleuniger und die Photonenstrahlführungen werden in dem bereits beim Bau von HERA bewährten Schildvortriebsverfahren gebaut. Die Ausschreibung für die Tiefbaugewerke wurde in drei Auftragslosen durchgeführt. Das Europa-weite Ausschreibungsverfahren konnte im Herbst 2008 zum Abschluss gebracht werden und am 12. Dezember erfolgte die Auftragserteilung an zwei Firmenkonsortien. Das gesamte Auftragsvolumen für die unterirdischen Tunnel-, Schacht- und Hallenbauwerke beläuft sich auf ca. 242 M€. Parallel zum Ausschreibungsverfah-

ren wurden bereits vorbereitende Arbeiten wie Straßentüchtigungen, Vermessungen und Baumfällarbeiten durchgeführt. Die Erdarbeiten im großen Umfang begannen im Januar 2009.

Entwicklungsarbeiten und Industrialisierung

Die umfangreichen Entwicklungsarbeiten und die Vorbereitungen auf die industrielle Serienfertigung technischer Komponenten wurden fortgesetzt. Die folgende kurze Zusammenfassung beschränkt sich auf einige Beispiele.

Bei zwei Firmen wurden Elektropolitur-Anlagen für die Niob-Resonator Oberflächenbehandlung installiert und je 15 Neunzell-Resonatoren behandelt. Die anschließenden Testergebnisse zeigten eine gute Leistungsfähigkeit (maximaler Beschleunigungsgradient) der Resonatoren. Der Technologietransfer dieses wichtigen Herstellungsschrittes für supraleitende Hochleistungs-Resonatoren von DESY in die Industrie ist damit auf Anhieb sehr erfolgreich gelungen.

Bei Tests von Beschleunigermodulen auf dem CMTB (*cryo module test bench*) wurden unter anderem auch technische Unfälle wie ein plötzlicher Bruch des Isoliervakuum simuliert. Es zeigte sich dass der Modul auch unter solch extremen Bedingungen mit starken Drucküberhöhungen mechanisch intakt blieb und nach Wiederherstellen normaler Betriebsbedingungen weiter betrieben werden konnte. Ein weiteres Modul wurde unter Benutzung einer speziellen vibrationsgedämpften Vorrichtung (siehe Abbildung 119) einem LKW-Transport von Hamburg nach Saclay bei Paris und zurück unterzogen (für den XFEL werden später die Module auf dem Gelände von CEA in Saclay zusammengebaut). Der Modul zeigte beim anschließenden Test auf dem CMTB keine mechanischen Beschädigungen oder Vakuumlecks und konnte problemlos mit Hochfrequenzleistung betrieben werden, allerdings war der maximale Betriebsgradient in einem der acht Resonatoren abgesenkt. Hier sind weitere Studien erforderlich um die Ursache für diesen Effekt zu ermitteln

und bei zukünftigen Transporten weitestmöglich auszuschließen.

Beim Hochfrequenzsystem gab es wichtige Fortschritte in der Prototypenentwicklung. Im Berichtsjahr wurde das erste für den horizontalen Einbau im LINAC-Tunnel geeignete Klystron fertig gestellt und getestet (Prototypen von zwei weiteren Herstellern werden bis Frühjahr 2009 ausgeliefert), wobei die XFEL-Spezifikationen vollständig erfüllt oder sogar übertroffen wurden. Am Standort Zeuthen wurde der erste von zwei Modulator-Prototypen angeliefert und auf dem dortigen Teststand installiert (Abbildung 120). Die erste Inbetriebnahme verlief sehr zufriedenstellend, weitere Tests werden zurzeit durchgeführt.

Beschleuniger-Konsortium

Während die European XFEL GmbH die Gesamtprojektleitung und -überwachung sowie die Konzeption und den Bau der Photonenstrahl-Systeme und Experimentiereinrichtungen übernimmt, kommt DESY bei der Organisation und Durchführung des Baus der Beschleunigeranlage eine besondere Rolle zu. Die Errichtung des Beschleuniger-Komplexes wird im Wesentlichen in Form von *in-kind* Beiträgen seitens einer Reihe von Instituten aus den European-XFEL-Partnerländern (einschließlich DESY) erfolgen. DESY übernimmt in diesem *Accelerator Consortium* die Verantwortung des Koordinators. Im Berichtsjahr wurde in zahlreichen Treffen und Workshops mit Partnerinstituten die Aufgabenverteilung im Konsortium im Detail besprochen und weitgehend festgelegt. Mehrere Institute haben bereits mit konkreten Arbeiten zur Vorbereitung ihrer Beiträge zum European-XFEL-Beschleuniger begonnen.