

Ausschreibung für Baufirma – Kapitel des Strahlenschutzes

Einleitung

FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) ist eine internationale Teilchenbeschleunigeranlage, die neben dem GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt errichtet werden soll. Die bereits existierende Beschleunigeranlage der GSI soll dabei als Vorbeschleuniger dienen, so dass FAIR die bestehende Anlage in den Strahlparametern Energie und Intensität (Anzahl beschleunigter Teilchen pro Zeiteinheit) deutlich übertreffen wird. Neben der Produktion von Strahlen schwerer Ionen (massereiche, positiv geladene Teilchen) soll die Anlage insbesondere die Erzeugung von Antiprotonenstrahlen ermöglichen und den Parallelbetrieb von bis zu vier verschiedenen Forschungsprogrammen erlauben.

Die geplante Anlage wird aus mehreren aufeinanderfolgenden Beschleunigerbereichen bestehen. Die Teilchen werden zunächst in einem Linearbeschleuniger vorbeschleunigt, gelangen dann in den kleineren Kreisbeschleuniger der GSI-Anlage und danach in den neuen, großen Ringbeschleuniger von FAIR. Anschließend werden die Ionenstrahlen je nach Zielsetzung des jeweils durchgeführten Experiments in einen speziellen sog. Targetbereich gelenkt, bei dem der Ionenstrahl auf Materie zwecks Produktion von neuartigen Teilchenarten trifft, und können nach diesem Targetbereich oder direkt aus dem FAIR-Beschleuniger heraus in unterschiedliche Experimentierplätze gelenkt werden oder zusätzlich in Speicherringen in einer Umlaufbahn zirkuliert werden.

Baulicher Strahlenschutz

In all diesen Bereichen kann ionisierende Strahlung entstehen, die abgeschirmt werden muss. Neben dem Schutz des Personals sind der Schutz der Umwelt und des öffentlichen Bereichs und damit verbunden die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte weitere wesentliche Kriterien, welche die bauliche Abschirmung maßgeblich beeinflussen. Sämtliche strahlenschutzrelevanten Bereiche und Baukörper sind auf Grund dessen Gegenstand des atom- bzw. strahlenschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens bei der zuständigen Aufsichts- und Genehmigungsbehörde, dem Hessischen Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV). Bis zum Jahr 2014 wurden alle Teilbereiche von FAIR nach Strahlenschutzrecht genehmigt.

Die bauliche Realisierung von FAIR ist somit in hohem Maße durch die notwendigen Abschirmungen der Beschleuniger- und Experimentieranlagen geprägt. Strahlenpegel, vorrangig von Gamma- und Neutronenstrahlung, müssen so weit geschwächt werden, dass Personen, die an der Anlage tätig sind oder sich in der Nähe solcher Anlagen aufhalten, höchstens auf dem Niveau der durch die Strahlenschutzgesetzgebung (Strahlenschutzverordnung, StrlSchV) zugelassenen Grenzwerte strahlenexponiert werden. Entsprechendes gilt für die Bereiche der Strahltransferstrecken, wo unerwünscht aufgrund verschiedener physikalischer und technischer Effekte Ionenstrahlen die Sollbahn verlassen und in Materie deponiert werden, so dass Strahlung erzeugt wird. Dies alles führt

in der praktischen Planung dazu, dass Baukörper von erheblicher Dicke zur Abschirmung notwendig sind. Der Ringbeschleuniger wird aufgrund des Strahlenschutzes zusätzlich als unterirdisches Bauwerk geplant. Oberirdisch bilden Abschirmstrukturen aus Beton, gegebenenfalls mit zusätzlichen angeschütteten oder eingeschlossenen Erdpaketen, von Stärken bis zu 10 m Betonäquivalent die notwendige Abschirmung. Am Ende der Strahlstrecken muss der Ionenstrahl nach den jeweiligen Experimenten kontrolliert abgebremst werden. Dies geschieht in speziell dafür ausgelegten und stark abgeschirmten Strahlvernichtern (Beam dumps). Diese Strahlvernichter bestehen aus massiven Eisenkernen umgeben von dicken Betonummantelungen, um die beim Abbremsen erzeugte starke Strahlung aufzufangen.

Des Weiteren sind spezielle Baumaßnahmen notwendig, die verhindern, dass Strahlung aus den Experiment- und Targetbereichen nach außen dringt, wie etwa Labyrinthstrukturen aus Beton für den Personenzugang sowie Sonderbaustrukturen aus Ortbeton und massive, mobile, aufeinander geschichtete Betonblöcke. Zur Versorgung des Beschleunigers und der Strahlführung sowie der Detektoren (Nachweisgerät für Kernstrahlung) in den einzelnen Experimenten sind erhebliche Mengen an Strom-, Gas-, Wasser-, Kryo- und Lüftungsleitungen erforderlich, welche durch die Abschirmung geführt werden müssen und diese somit schwächen. Diese Abschwächungen erfordern eine kompensierende Bauweise.

Weitere Strahlenschutzaspekte

Neben der Erzeugung der genannten prompten Neutronen- und Gammastrahlung und den daraus resultierenden Abschirmstrategien ist die Produktion radioaktiver Kerne ein wesentlicher Aspekt der Strahlenschutzplanung in der baulichen Auslegung, z.B. für den Umgang mit aktivierten Medien. Es gilt auch hier zu verhindern, dass diese in die Umwelt gelangen. Radionuklide werden in den Komponenten der Strahlführung, den Targetbereichen, den Betonstrukturen sowie in den Medien wie z.B. Kühlwasser, Flüssig-Helium oder in der Luft erzeugt. Rückhaltesysteme (Filter), Abklingstrecken für den radioaktiven Zerfall während des Transports, Abluftschornstein, Abklingbehälter und ein Lager für radioaktive Reststoffe und nicht mehr benötigte Beschleunigerkomponenten sind vorgesehen. Für den Umgang mit hochradioaktiven Komponenten ist eine sog. Heiße Zelle, also ein speziell abgeschirmter Raum zur Handhabung und Lagerung dieser Strukturen, vorgesehen.

Fazit

Bei der Errichtung der FAIR-Anlage sind umfangreiche strahlenschutzrelevante Randbedingungen zu berücksichtigen. Der Strahlenschutz für FAIR fällt unter die Regelung der StrlSchV. Seit 2014 liegt die Errichtungsgenehmigung nach StrlSchV vor. Das vorliegende Layout ist das Ergebnis der Strahlenschutzplanung der Strahlenschutzgruppe der Antragsstellerin, die in Zusammenarbeit mit den Strahlenschutzexperten [REDACTED] und in ständigem Austausch mit den Genehmigungsbehörden entstanden ist.