Dokumenttitel	**Detaillierte Dienstleistungsspezifikation für Montage- und Transportunternehmen zur Installation von SFRS-Komponenten**
Beschreibung	Detaillierte Spezifikation für einen Rahmenvertrag mit einem Montage- und Transportunternehmen für Installationsaufgaben des Super-FRS-Posttargetbereichs
Organisationsbereich	SMG
Anwendungsbereich	FAIR Baustelle

Dokumenthistorie

Version	Erstellt/Überprüft von	Datum	Date of Release	Kommentare
V 1.0	K. Knie	28.9.2026		

EDMS **3530561 v.1** status **Under Approval** access **Restricted**
F-DS-SMG-de-T_0016_Detaillierte_Dienstleistungsspezifikation_zur_Installation_von_SFRS_... modified **2026-09-28 13:37**

Inhaltsverzeichnis

1 Zweck und Klassifikation des Dokuments 2

2 Abkürzungen und Definitionen 4

3 Einsatzbereich und Beschreibung der Komponenten 5

3.1 Einsatzbereich 5

3.2 Beschreibung der Komponenten 8

3.2.1 Magnete 8

3.2.2 Vakuumkomponenten 10

4 Übersicht der durchzuführenden Arbeiten 13

4.1 Transport und Positionierung der Magnete 13

4.2 Verbindung der Magnete mit dem Vakuumkomponenten 13

4.3 Transport der und Positionierung der Fokalebenenkammern 14

4.4 Weiter Vakuumkomponenten 14

5 Anforderungen an Montage- und Transportleistungen 15

5.1 Angaben zur Baustelle 15

5.2 Funktionale, terminliche Anforderungen und Umgebungsbedingungen 16

6 Mitgeltende Unterlagen 16

1 Zweck und Klassifikation des Dokuments

Dieses Dokument dient dazu, Transport und Montageunternehmen als Auftragnehmer mit den notwendigen Informationen über ihre geplanten Tätigkeiten auf der FAIR-Baustelle zu versorgen. Ziel ist der Abschluss eines Rahmenvertrags mit einem Transport- und Montagenternehmen, um diverse Arbeiten im Zusammenhang mit der Installation von SFRS-Magneten und Vakuumkomponenten in der Posttargetarea auf der FAIR-Baustelle durchzuführen.

Dies beinhaltet den Luftkissentransport von 29 SFRS-Magneten mit Gewichten von bis ca. 30-70 t auf deren finale Position mit einer Genauigkeit < 1 mm. Es sind immer Gruppen von typischerweise fünf Magneten zu positionieren und zu verbinden. Falls eine finale Positionierung noch nicht möglich ist, ist ein Transport auf einen Zwischenparkplatz erforderlich. Dies wird voraussichtlich in 10 bis 15 Fällen notwendig sein.

Nach der finalen Positionierung sind die Vakuumkammern Magnete über Flanschverbindungen mit Vakuumkomponenten wie Bälgen oder Pumpkammern über DN400CF Flansche zu verbinden. Insgesamt sind ca. 50 Flanschverbindungen zu schließen. Zusätzlich sind ca. zehn große Fokalebenenkammern auf bereits installierte Gestelle zu positionieren.

Dieses Dokument beschreibt die zu transportierenden und auf ihre finale Position zu positionierenden Komponenten, die anschließenden Montagearbeiten, sowie den Bereich, in dem diese Aufgaben im kommenden Jahr 2027 geplant ist. Zudem werden die technischen und funktionalen Anforderungen an die Montage- und Transportunternehmen detailliert dargestellt.

Rechtliche und vertragliche Bedingungen sind nicht Gegenstand dieses Dokuments; diese sind im entsprechenden Rahmenvertrag geregelt.

2 Abkürzungen und Definitionen

Die nachfolgende Liste enthält die in diesem Dokument verwendeten Abkürzungen und Definitionen in alphabetischer Reihenfolge:

Tabelle 1: *Abkürzungen.*

AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
FAIR	Facility for Antiproton and Ion Research
TRI	Abteilung „Transport & Installation“ der GSI
L0317A	Low-Energy-Cave (Gebäude auf dem FAIR-Gelände, Zwischenlager für Magnete)
L0410A	Super-FRS-Strahltunnel. (Gebäude auf dem FAIR-Gelände, Installationsort)
SM_01-SM_07	Kurze Multiplett-Magnete (short multiplet)
LM_04-LM_13	Lange Multiplett-Magnete (long multiplet)
D01-D15	Dipolmagnete

3 Einsatzbereich und Beschreibung der Komponenten

Dieses Kapitel beschreibt Hauptkomponenten sowie die Bereiche, in denen diese vom AG vorbereitet werden und vom AN transportiert, positioniert und montiert werden sollen.

3.1 Einsatzbereich

Das internationale Beschleunigerzentrum FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) entsteht auf dem Campus der GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH in Darmstadt. Die neue FAIR-Anlage wird östlich der bestehenden GSI-Anlage auf einer Fläche von 20 Hektar errichtet und nutzt die vorhandenen GSI-Beschleuniger als Vorbeschleuniger. Ein zentraler Bestandteil der Anlage ist ein 1,1 km langer Kreisbeschleuniger, der in einem Tunnel untergebracht wird. Insgesamt umfassen die 24 Gebäude und Tunnelabschnitte eine Nutzfläche von 62.000 m² für Strahlführungsrohre, Detektoren und technische Infrastruktur ([6] Anlage B510, Baubeschreibung).

Die Tätigkeiten des Montage- und Transportunternehmens finden auf der FAIR-Baustelle in den Gebäuden L0317A, L0410A sowie L0516A statt. Abbildung 1 zeigt eine Übersicht der FAIR-Anlagen im Installationsbereich.

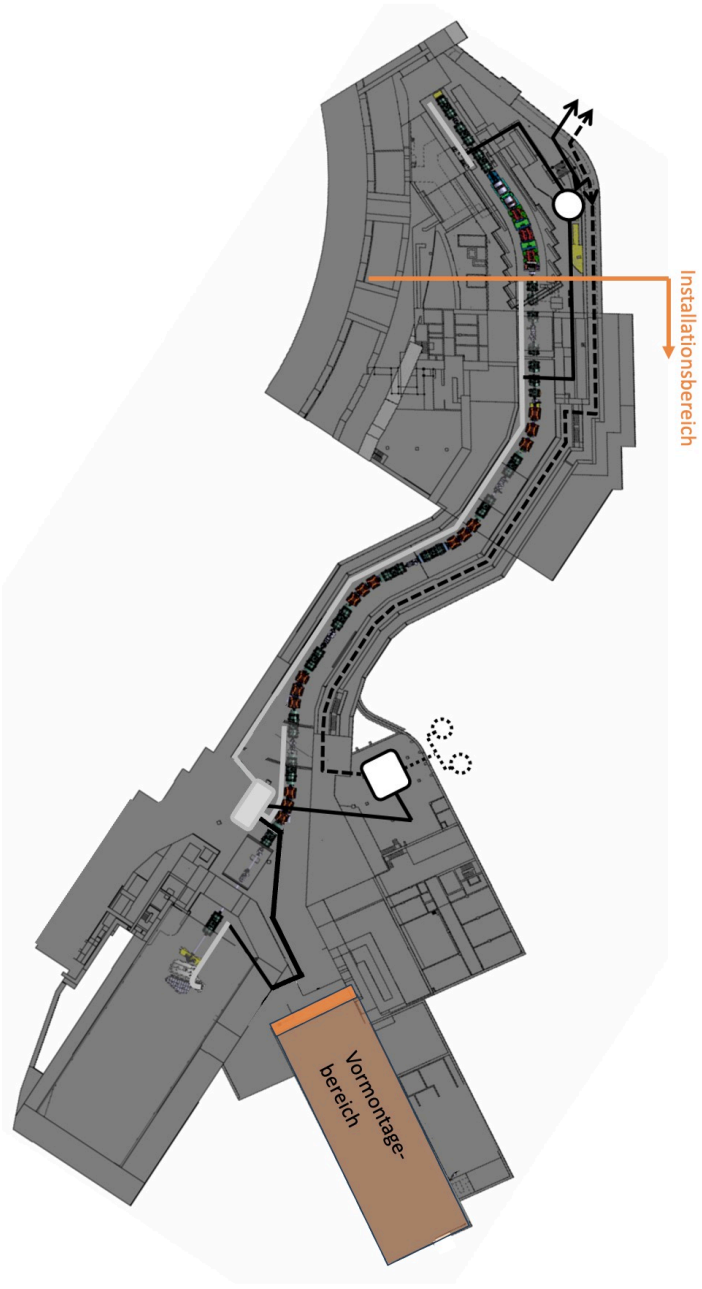


Abbildung 1 - *Übersicht über den Einsatzbereich auf der neuen FAIR-Anlage mit Standorten der Großkomponenten. Gebäude L0516A (Targetarea) befindet sich auf der Abbildung oben, der Vormontagebereich L0317A unten. Verbunden werden beide Gebäude durch den Stahltunnel L0410A, in dem die Magnete installiert werden.*

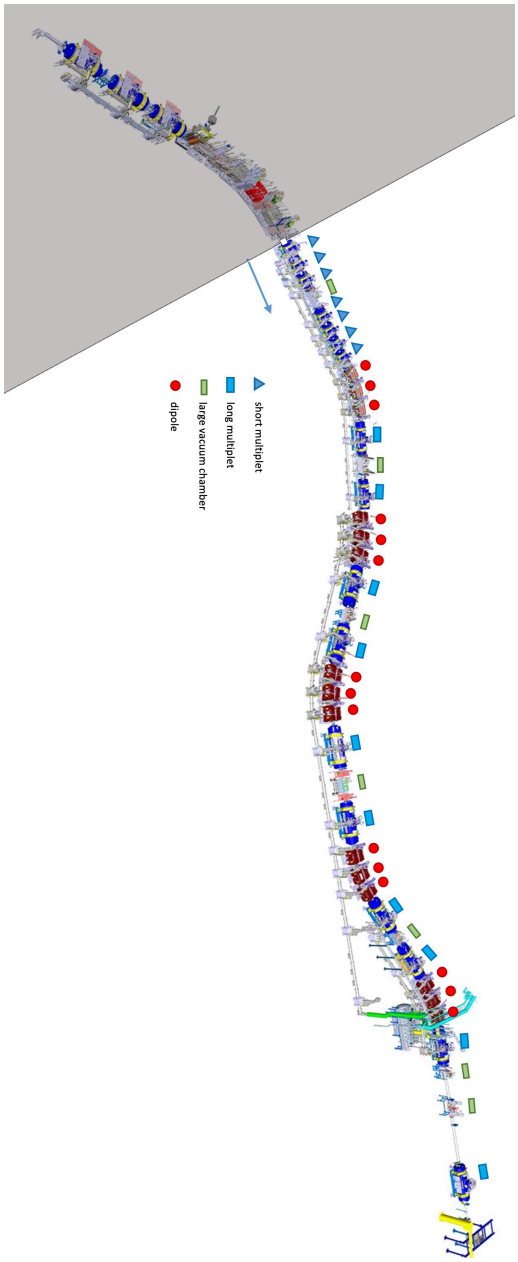


Abbildung 2 - *Großkomponenten wie Abb. 1, ohne Gebäude (links). Detaillierte pdf-Datei des Vakuumschemas im Anhang.*

3.2 Beschreibung der Komponenten

3.2.1 **Magnete**

Die Strahlstrecke besteht aus insgesamt 35 Magnete, wovon 29 durch den AN positioniert werden müssen.

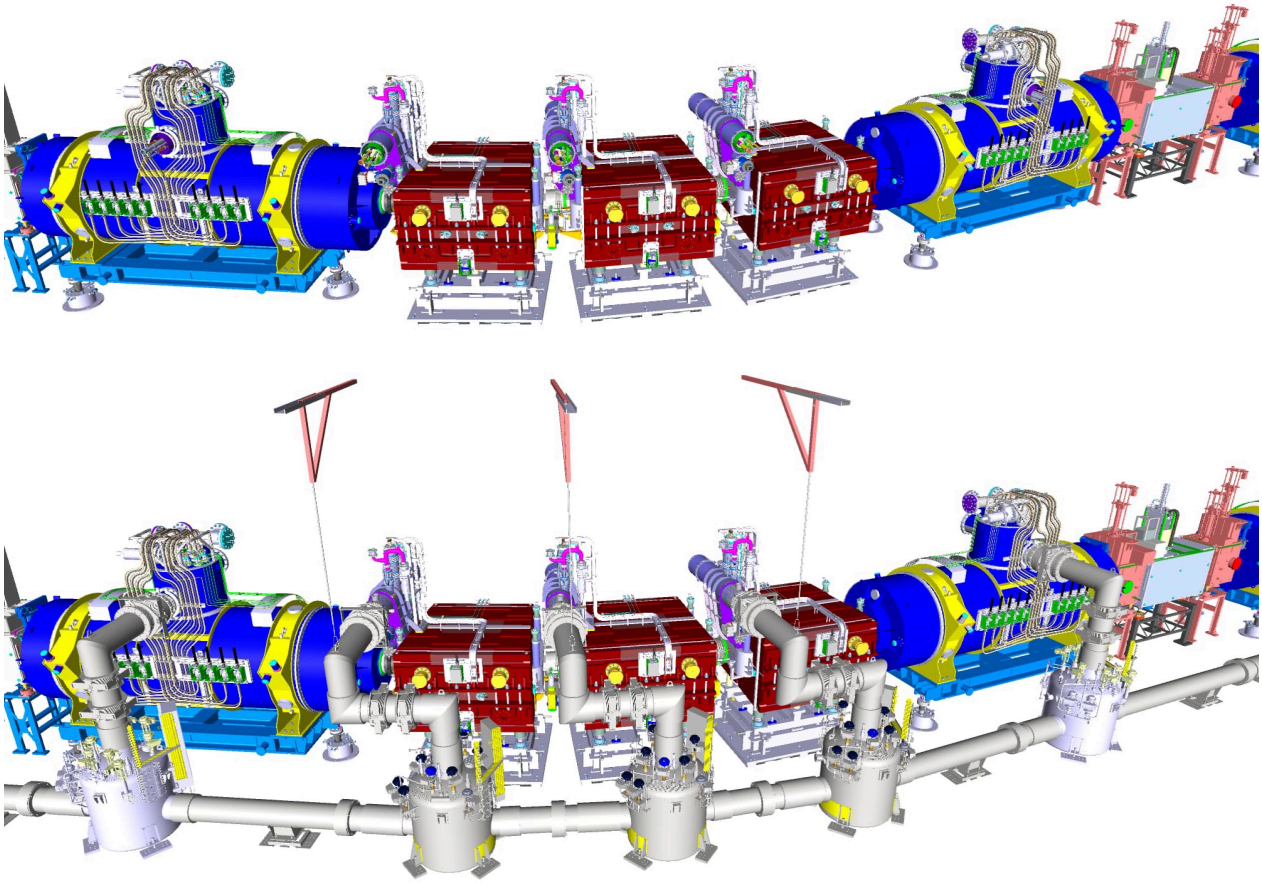


Abbildung 3 – *Typischer Strahlstreckenabschnitt bestehend einem Multiplett-Magneten, drei Dipol-Magneten, einem weiteren Multiplett-Magneten sowie einer Detektorkammer. Im oberen Bild sind die Kryogenik-Komponenten zur besseren Übersicht ausgeblendet. Ausreichende Zugänglichkeit auf der der Kryogenik gegenüberliegenden Seite ist immer gegeben. Die Verbindung der Magnete mit der Kryogenik wird nach der Positionierung vom AG durchgeführt.*

3.2.1.1 Multiplett-Magnete

Insgesamt besteht die SFRS-Strahlstrecke aus dreizehn langen (LM_01-LM_13) und sieben kurzen (SM01-SM_07) Multiplett-Magneten. Das Gewicht der SM beträgt bis zu 30 t, der LM 50-70 t. Die Magnete stehen auf einem Gestell mir drei verstellbaren Füßen, unter diesem ein Rahmen für einen Luftkissentransport eingeschobe werden kann. Sechs dieser Magnete (LM_01-LM_03 und SM_04-SM_04) wurden bzw. werden durch den AG installiert.

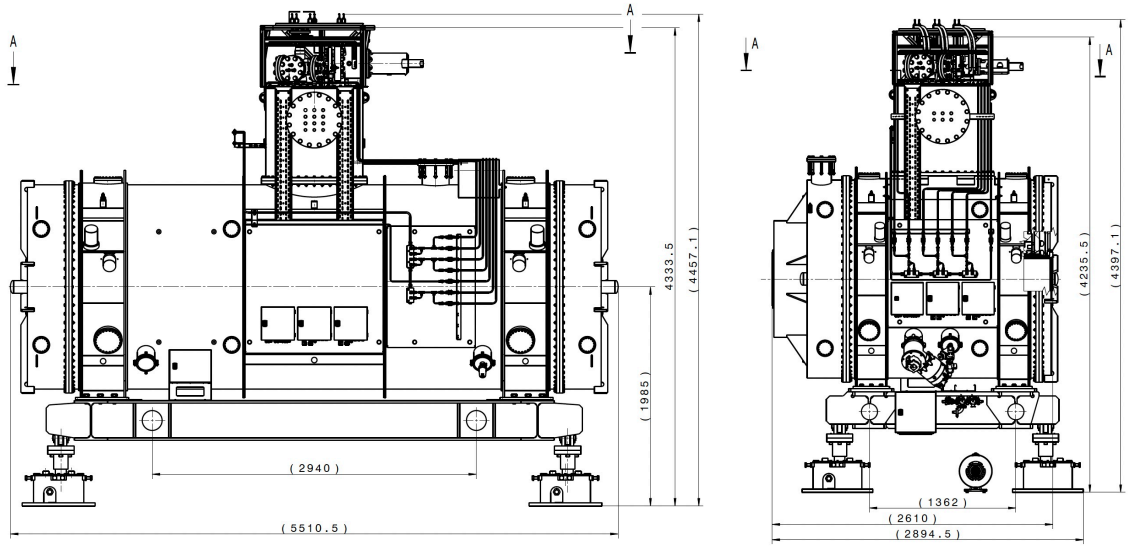


Abbildung 4 – *Bemaßte Zeichnung eines langen und eines kurzen Multiplett-Magneten. Zwischen den Magneten eines Typs bestehen leichte Unterschiede, die jedoch für den Transport irrelevant sind.*

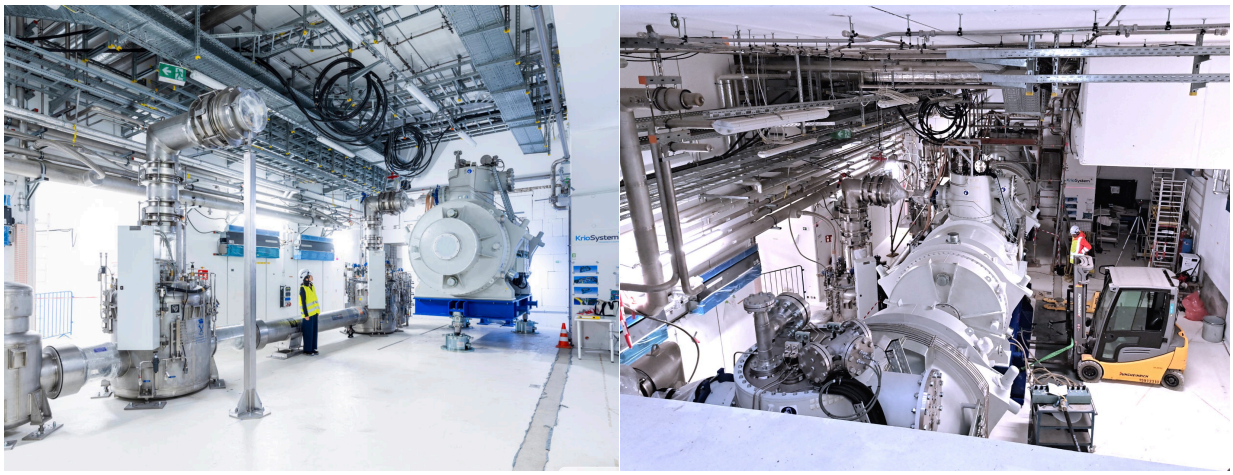


Abbildung 5 – *Multiplett-Magnete und Kryogenik im Pretargetbereich (nicht Teil der Ausschreibung) zu verschiedenen Phasen der Installation.*

3.2.1.2 Dipolmagnete

Neben den Multiplett-Magneten sind 15 Dipol-Magnete mit einem Gewicht von jeweils ca. 60 t in fünf Gruppen zu jeweils drei Magneten positionieren.

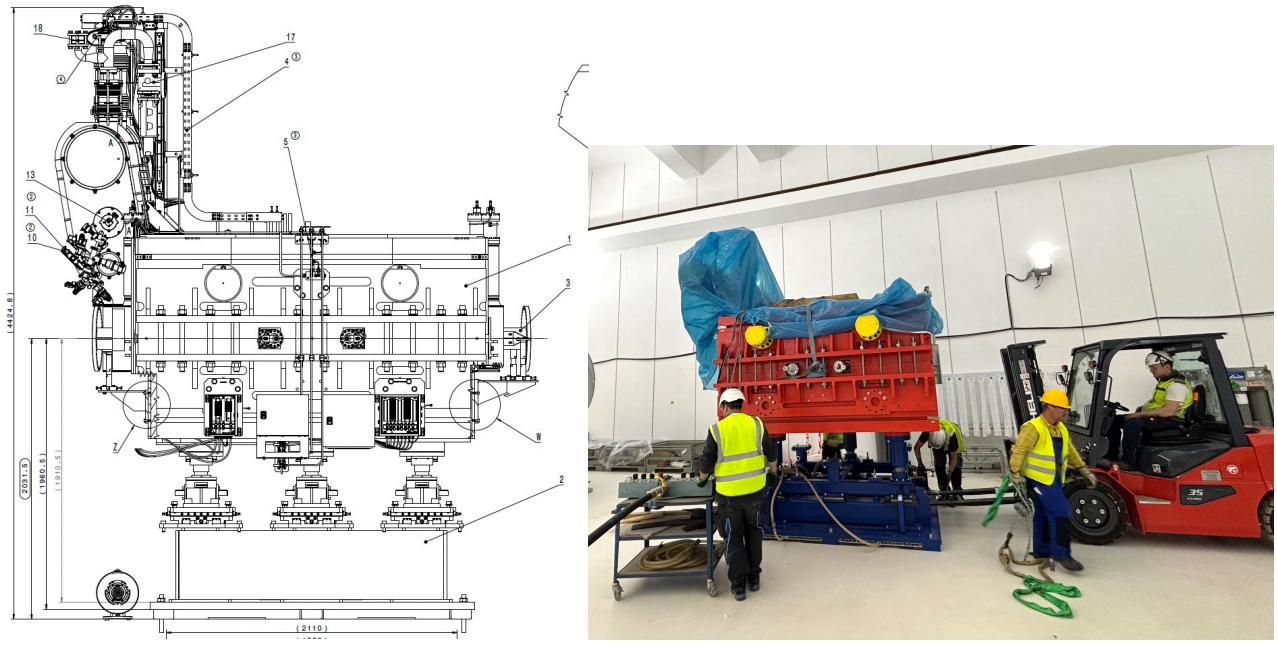


Abbildung 6 - *Bemaßte Zeichnung und Fotografie eines Dipolmagneten beim Luftkissentransport.*

3.2.2 Vakuumkomponenten

Alle Vakuumkomponenten werden vom AG auf der Installationsebene übergeben.

3.2.2.1 Bälge DN400CF (hydroformed bellows)

Insgesamt sind zwischen Großkomponenten bis zu 18 Bälge mit DN400CF-Flanschen zu montieren. Die Montage hat entsprechend der technischen Richtlinie unmittelbar nach der Positionierung des Magneten zu erfolgen.

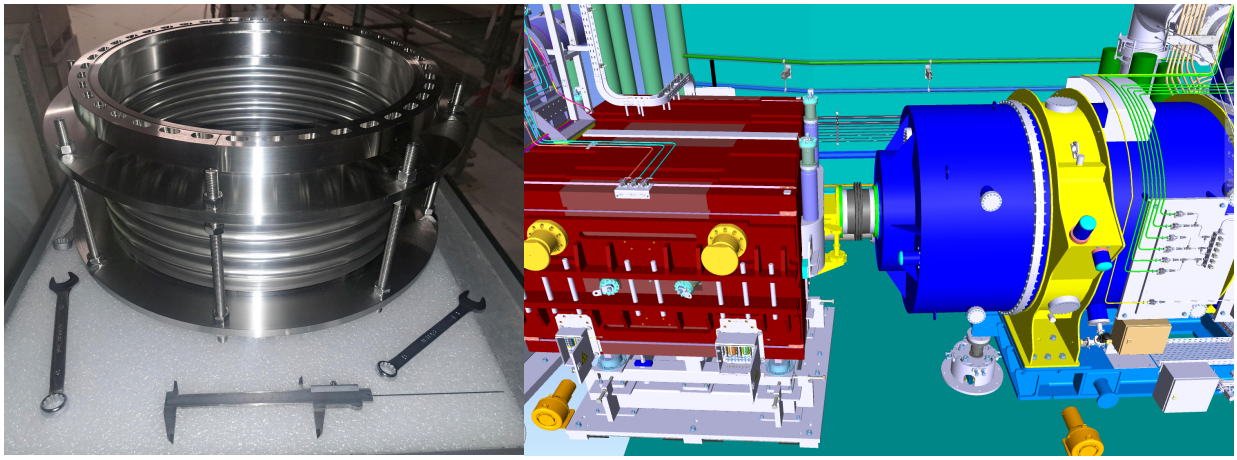


Abbildung 7 - „*Hydroformed Bellow“ DN400CF (links), rechts installiert zwischen einem Dipol- und einem Multiplett-Magneten.*

3.2.2.2 Pumpkammern

Es sind bis zu vier Pumpkammern zu installieren. Die Pumpkammern ähneln den Bälgen, sind jedoch länger, da noch Flansche für die später anzubringenden Vakuumpumpen (nicht Teil des Auftrags) vorhanden sind. Wegen des Gewichts der Pumpen haben die Pumpkammern jeweils ein eigenes Gestell, welches vom AN zu positionieren ist.

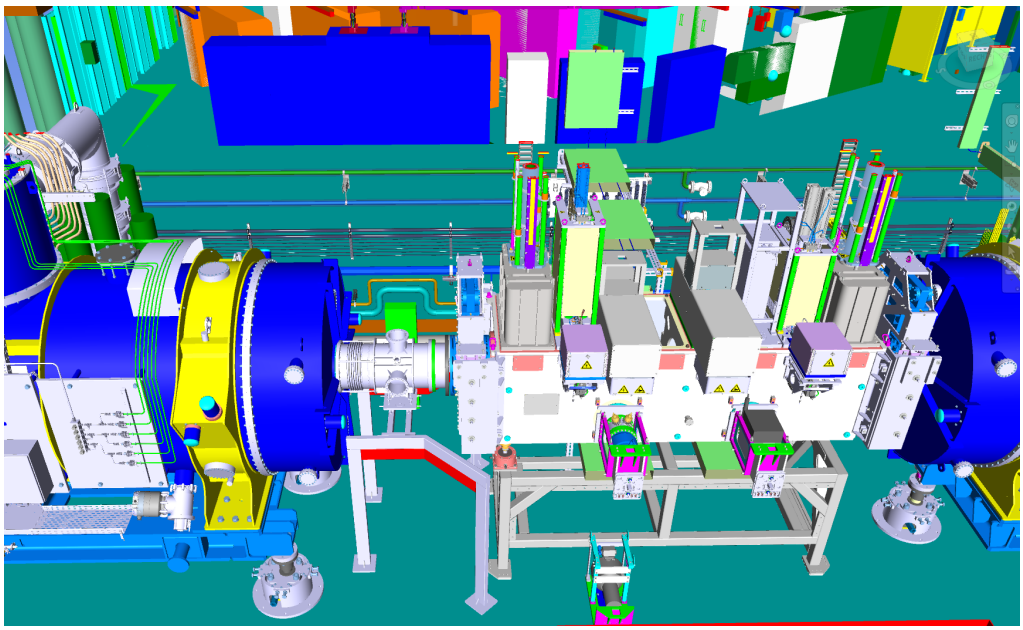


Abbildung 8 – *Pumpkammer zwischen einem Multiplett und einer (voll bestückten) Fokalebenenkammer. Für weiter Abbildungen siehe Anhang A.*

3.2.2.3 Diagnosekammern

Insgesamt sind acht Fokalebenenkammer zu positionieren. Die Kammern werden auf der Ebene des Installationsortes vom AG vormontiert und dort an den AN übergeben.

Die ersten drei Detektorkammern haben beidseitig eine Baugruppe bestehend aus aufblasbarem Balg, Gate-Ventil und einem weiteren aufblasbaren Balg. Diese Verbindungen werden nicht verschraubt, sondern durch Luftdruck geschlossen. Nach Positionierung der Kammer werden die Einheiten einfach eingehoben. Für die nächsten beiden Kammern ist eine Einheit mir jeweils nur einem aufblasbaren Balg zu installieren. Weiter drei aufblasbare Bälge (ohne Gate Ventil) sind am Ende der Strahlstrecke zu installieren. Gegebenenfalls ist am gegenüberliegenden Magneten ein Adapterflansch CF400-Polierte Fläche zu installieren.

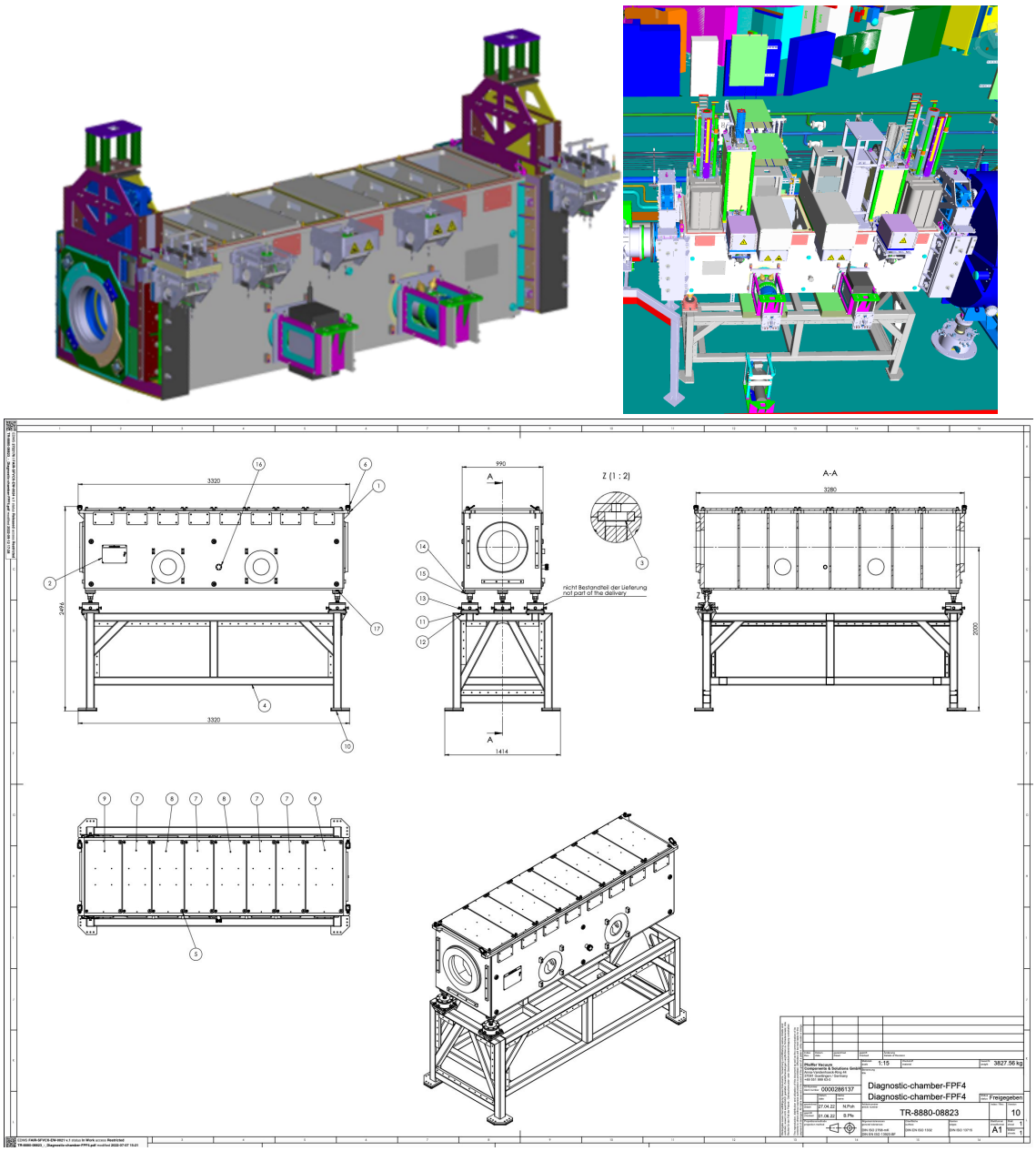


Abbildung 9 – *Große Diagnosekammern (Fokalebenenkammern).*
Oben links: Kammer mit angebauten Pumpen und Haltern für aufblasbare Bälge und Ventile. In dieser Konfektionierung findet die Positionierung statt.
Obern rechts: mit Detektoren voll bestückte Kammer. Installation der Detektoren ist nicht Teil des Auftrags.
Unten: Zeichnung der Kammer mit Gestell ohne Anbauten.

4 Übersicht der durchzuführenden Arbeiten

Der AN wird in alle unten aufgeführten Arbeiten vom AG ausführlich eingewiesen. Die Luftkissentransporte werden von Fachkräften des AG begleitet, ebenso die ersten Arbeiten am Vakuumsystem.

4.1 Transport und Positionierung der Magnete

Es müssen 29 Magnete auf ihre finale Position gebracht werden. Die Positionierung hat mit einer Genauigkeit von 1 mm zu erfolgen. Für die Positionierung ist eine Arbeitsanweisung vorhanden. Eine spezielle Vorrichtung zu diesem Zweck wird vom AG gestellt. Es ist davon auszugehen, dass aus logistischen Gründen etwa 10 zusätzliche Transporte auf eine Zwischenparkposition erfolgen müssen.

Das komplette Luftkissensystem mit Unterrahmen wird von AG zur Verfügung gestellt. Ein E-Gabelstapler ist vom AG zu bereitzustellen. Sollten Bodenunebenheiten mit Blechen abgedeckt werden müssen, stellt der AG diese zur Verfügung.

Der Kompressor hat eine Zulassung als Anhänger und ist vom AN zu betanken. Es wird empfohlen, ihn an einer regulären Tankstelle zu betanken. Der AG übernimmt die Treibstoffkosten.



Abbildung 10 – Links: *Luftkissentransport eines kurzen Multipletts*
Rechts: Luftkissen und Transportrahmen unter einem langen Multiplett.

4.2 Verbindung der Magnete mit dem Vakuumkomponenten

Unmittelbar nach der finalen Positionierung der Magnete muss die darauffolgende Vakuumkomponente mit diesem verbunden werden. Insgesamt sind ca. 50 DN400CF Flanschverbindungen mit jeweils 40 Schraubverbindungen (siehe Vakuumschema) entsprechend der „Technical Guideline“ (Anhang B) zu

schließen. Zusätzlich sind die Dichtungen wegen ihrer Größe vor dem Verschließen der Verbindung mit Kaptonband (wird gestellt) am Flansch zu sichern.

Die Arbeiten sind mit äußerster Sorgfalt durchzuführen, da nach einer Beschädigung von Dichtflächen oder Schneidringen die Vakuumdichtigkeit nicht mehr gegeben ist. Ebenso ist darauf zu achten, dass bei den Arbeiten Handschuhe getragen werden und die Dichtflächen vor der Montage gereinigt werden.

Aufgrund der Strahlrohrhöhe von 2 m ist bei der Montage von Komponenten ohne eigenes Gestell (z.B. Bälge) eine geeignete Hebevorrichtung zu verwenden.

Kleinteile wie Schrauben oder Dichtungen werden vom AG zur Verfügung gestellt.

Nach der Installation eines Strahlabschnitts (typischerweise fünf Magnete und eine Diagnosekammer) wird vom AG ein Lecktest durchgeführt. Dabei detektierte Undichtigkeiten bei den Flanschverbindungen sind vom AN zu beheben. Detaillierte Ansichten der zu installierenden Komponenten finden sich im Anhang A.

4.3 Transport der und Positionierung der Fokalebenenkammern

Die Fokalebenenkammern (Diagnosekammern) können gegebenenfalls auch nach den Magneten eingebracht werden. Sie werden in einem teilweise vormontierten Zustand (mit Pumpen, ohne Detektoren) vom AG auf der Installationsebene zur Verfügung gestellt. Wegen des Gewichts empfiehlt sich ein Transport mit Gabelstapler. Die Gestelle der Kammern werden vom AG vor der Einbringung der Kammern positioniert. Die Vakuumdichtung erfolgt mittels aufblasbarer Bälge, d.h. es müssen keine Flanschverbindungen verschraubt werden. Eine Einheit aus Bälgen und Ventilen ist nach der Positionierung der Kammer in einer dort angebrachten Halterung zu heben (siehe Abbildung 9). Hierfür ist eine geeignete Hebevorrichtung zu verwenden.

4.4 Weiter Vakuumkomponenten

Neben den oben erwähnten Großkomponenten sollen weitere Komponenten wie Strahlrohre, Pumpen oder Messröhren installiert werden. Hier erfolgt die Abrechnung auf Stundenbasis.

5 Anforderungen an Montage- und Transportleistungen

Dieses Kapitel beschreibt die technischen und funktionalen Anforderungen sowie die Umgebungsbedingungen, unter denen der Auftragnehmer seine Tätigkeiten ausführen wird.

5.1 Angaben zur Baustelle

Die Hessische Bauordnung (HBO) gilt für die Baustelle FAIR. In der baulichen Anlage (FAIR) sind alle Anforderungen der HBO so zu beachten, „dass öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden und „die öffentlich-rechtlichen Vorschriften und die Anordnungen der Bauaufsichtsbehörden eingehalten werden“ (§3,55 HBO).

„Jedes Unternehmen ist für die ordnungsgemäße Ausführung der übernommenen Arbeiten und insoweit für die ordnungsgemäße Einrichtung und den sicheren Betrieb der Baustelle verantwortlich. Das Unternehmen hat zur Erfüllung der Anforderungen dieses Gesetzes (HBO) oder aufgrund dieses Gesetzes erforderlichen Nachweise und Unterlagen zu den verwendeten Bauprodukten und den angewandten Bauarten zu erbringen und auf der Baustelle bereitzuhalten. Bei Bauprodukten, die die CE-Kennzeichnung nach der Verordnung (EU) Nr. 305 / 2011tragen, ist die Leistungserklärung auf der Baustelle bereitzuhalten“. (§ 58 HBO)

„Die mit der Bauleitung beauftragte Person (HBO-Bauleiter) hat darüber zu wachen, dass die Baumaßnahme den öffentlich-rechtlichen Anforderungen entsprechend ausgeführt wird, und die hierfür erforderlichen Weisungen zu erteilen“. (§ 59 HBO). Die Weisungen des HBO-Bauleiters sind strikt zu befolgen.

Eine Baustelleneinrichtungsfläche ist nach Absprache mit der Baustellenlogistik vorhanden. Baustellenordnungsplan sowie insbesondere das Handbuch Innere Baulogistik [5] des Anlagenverzeichnis sind zu beachten.

Vor dem Betreten der Baustelle ist eine Einweisung durch den SiGeKo mit der entsprechenden Vorlage von Dokumenten gemäß Baustellenordnung [4] (Details in Abschnitt 2, Punkt 4) durchzuführen.

Ein Montagekonzept zur Durchführung der Arbeiten ist im Kick-Off vorzulegen. Darauf basierend ist in Zusammenarbeit mit der Arbeitsvorbereitung des AG eine Arbeitsanweisung zu erstellen.

Gefährdungsbeurteilung: Der AN muss nachweisen, dass eine umfassende Gefährdungsbeurteilung gemäß §§ 5 und 6 des Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG) sowie den Empfehlungen der Gemeinsamen Deutschen Arbeitsschutzstrategie (GDA) für alle Tätigkeiten im Zusammenhang mit seinen Tätigkeiten durchgeführt wurde. Die Gefährdungsbeurteilung ist durch die jeweiligen Unternehmen 8 Wochen vor Beginn der Arbeiten zu erstellen und gem. Baufortschritt fortzuschreiben und anzupassen. Beauftragte Nachunternehmen müssen ebenfalls für ihre Arbeiten eine Gefährdungsbeurteilung durchführen und dokumentieren.

Obige Dokumente wurden für vergleichbare Arbeiten bereits vom AG erstellt und können auf Wunsch zur Einsicht zur Verfügung gestellt werden.

5.2 Funktionale, terminliche Anforderungen und Umgebungsbedingungen

Benachrichtigung: Die Montage- und Transportfirma muss in der Lage sein, eine Magnetgruppe zu positionieren, wenn sie spätestens zwei Wochen vor dem Einsatz informiert wird.

Koordination der Montage- und Transportfirma: Die Koordination erfolgt durch die zuständigen Montagevertreter des Auftraggebers (AG).

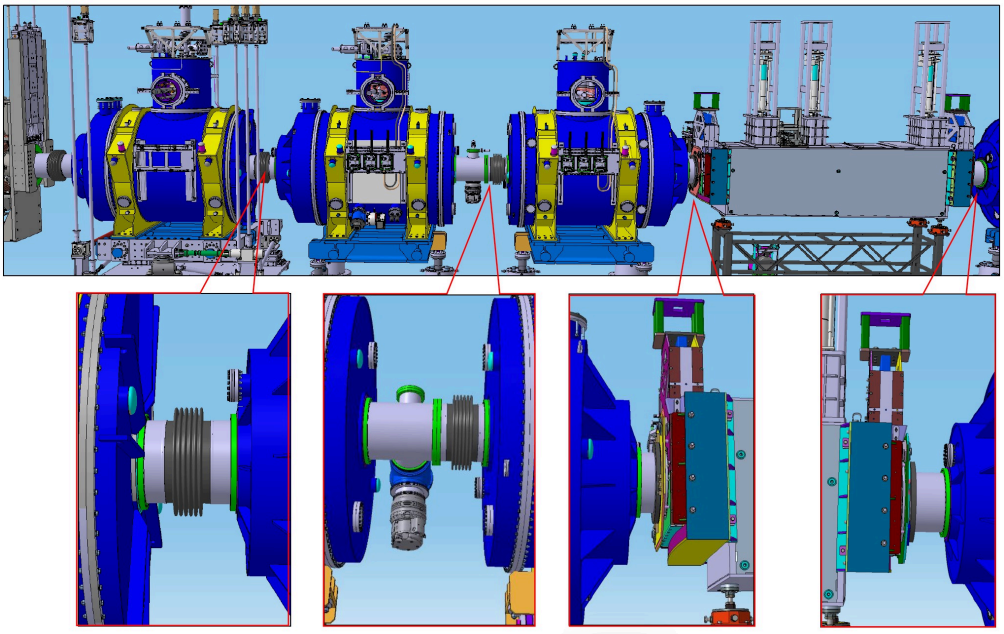
Einsatzbereich: Der Haupteinsatzbereich befindet sich in bzw. in unmittelbarer Nähe der Gebäude L0410A (S-FRS-Tunnel) und L0317A auf der FAIR-Baustelle.

6 Mitgeltende Unterlagen

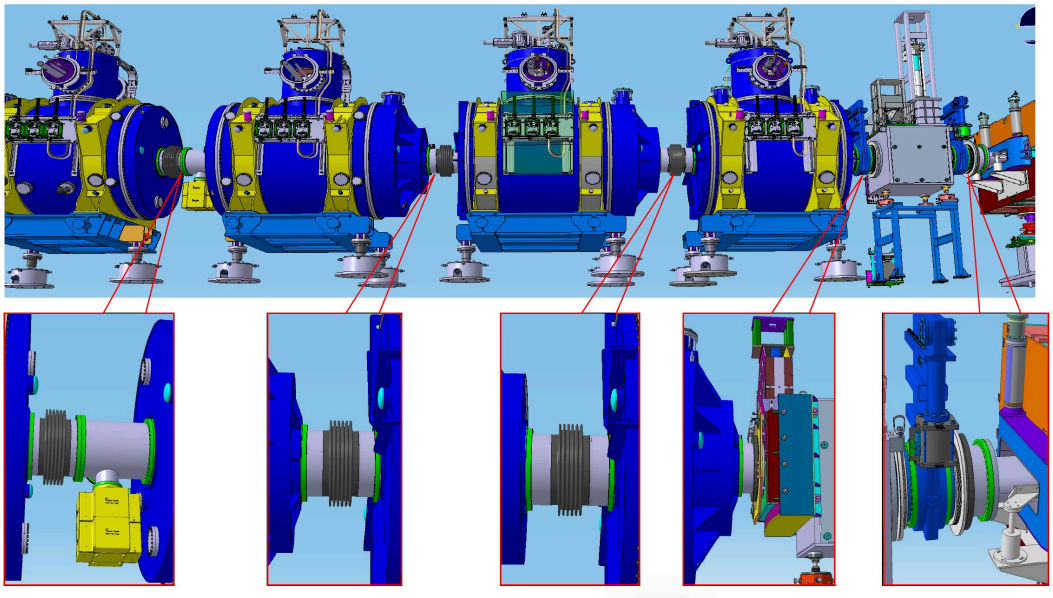
[1] B225_Baustellenhandbuch.pdf
[2] B250_Baulogistikhandbuch.pdf
[3] B252_Baustellenordnungsplan.pdf
[4] B230 Baustellenordnung.pdf
[5] B257_Handbuch Innere Baulogistik.pdf
[6] B510 Baubeschreibung.pdf
[7] B240 Vorbemerkungen Ökologie.pdf
[8] Vakuumschema

Anhang A: Übersicht über sämtliche Vakuumverbindungen

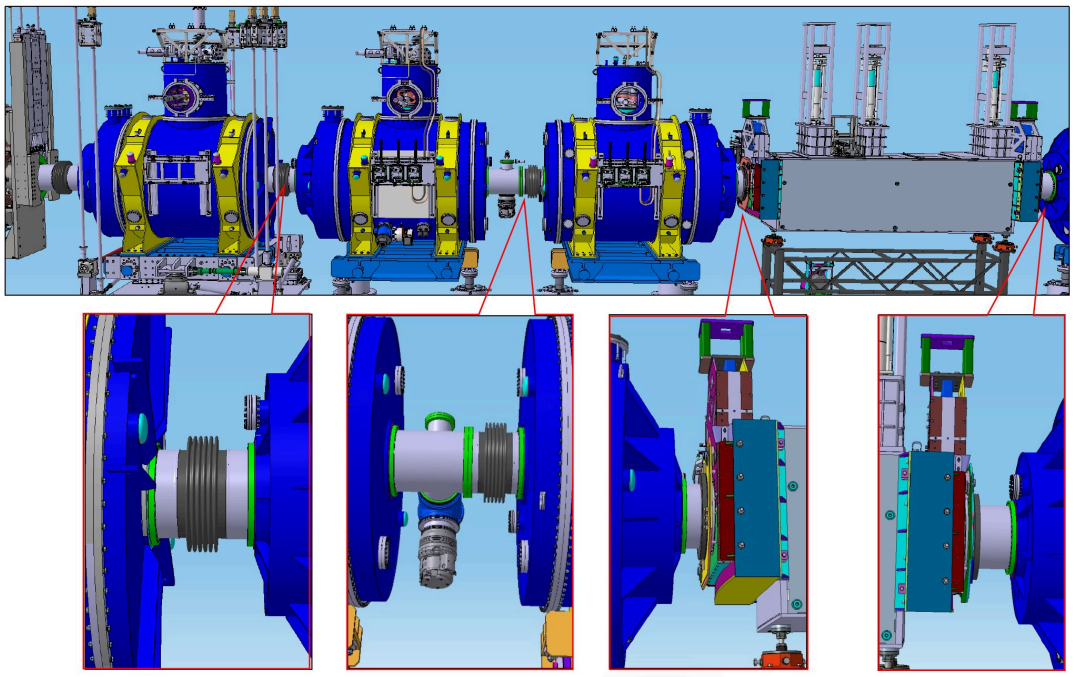
(5,6) DMU-Model → beamline vacuum section FPF2



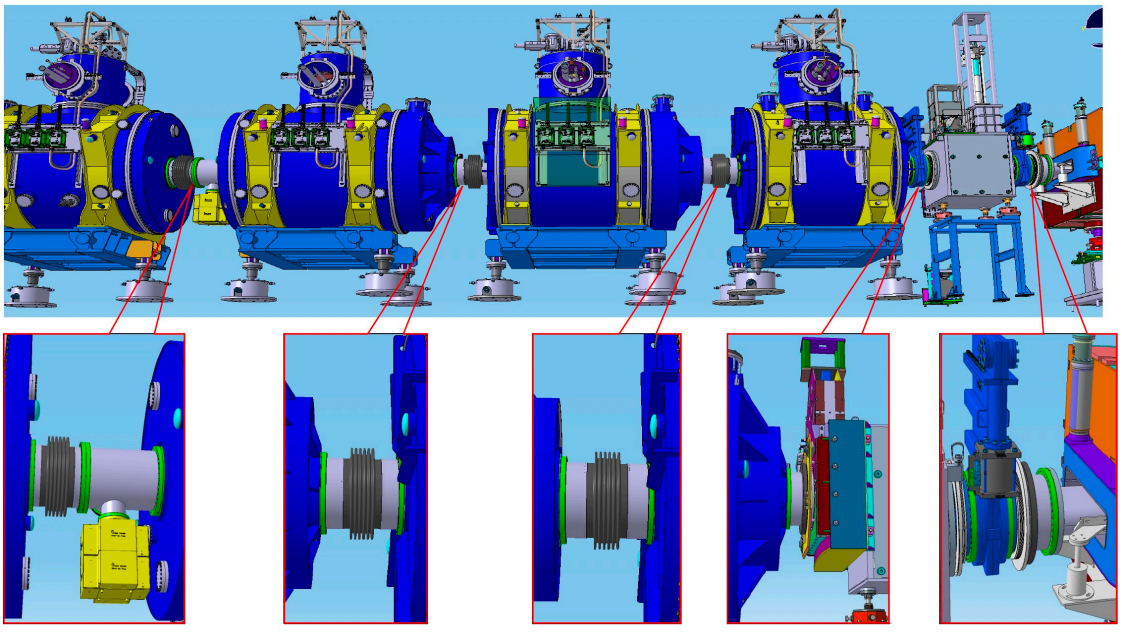
(7,8) DMU-Model → beamline vacuum section FPF3



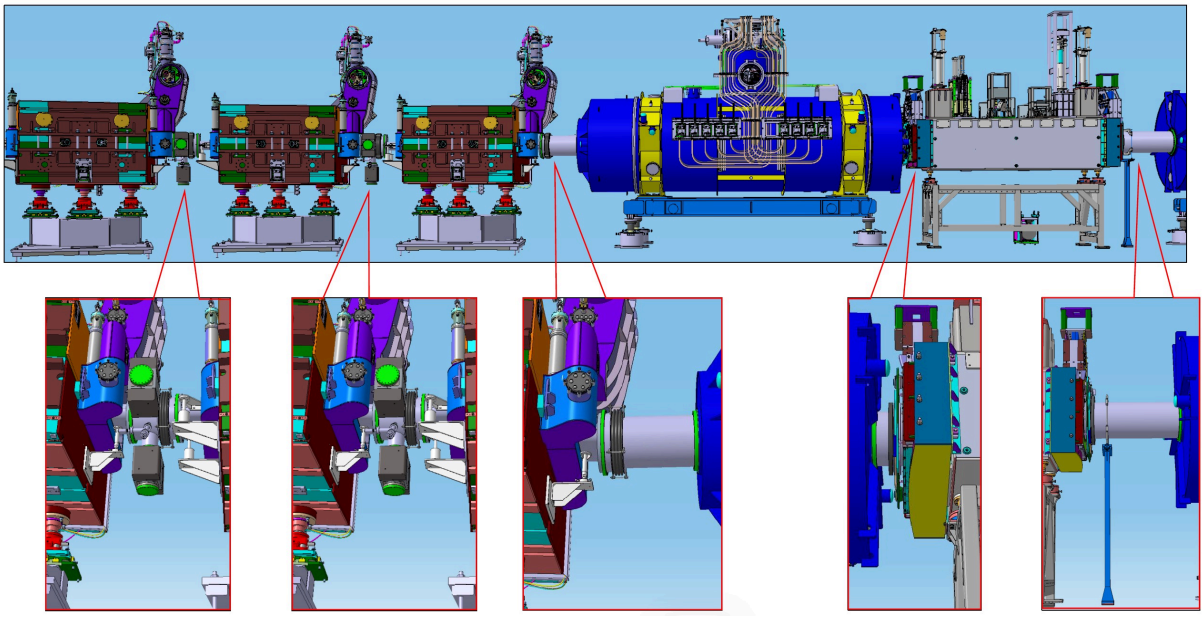
(5,6) DMU-Model → beamline vacuum section FPF2



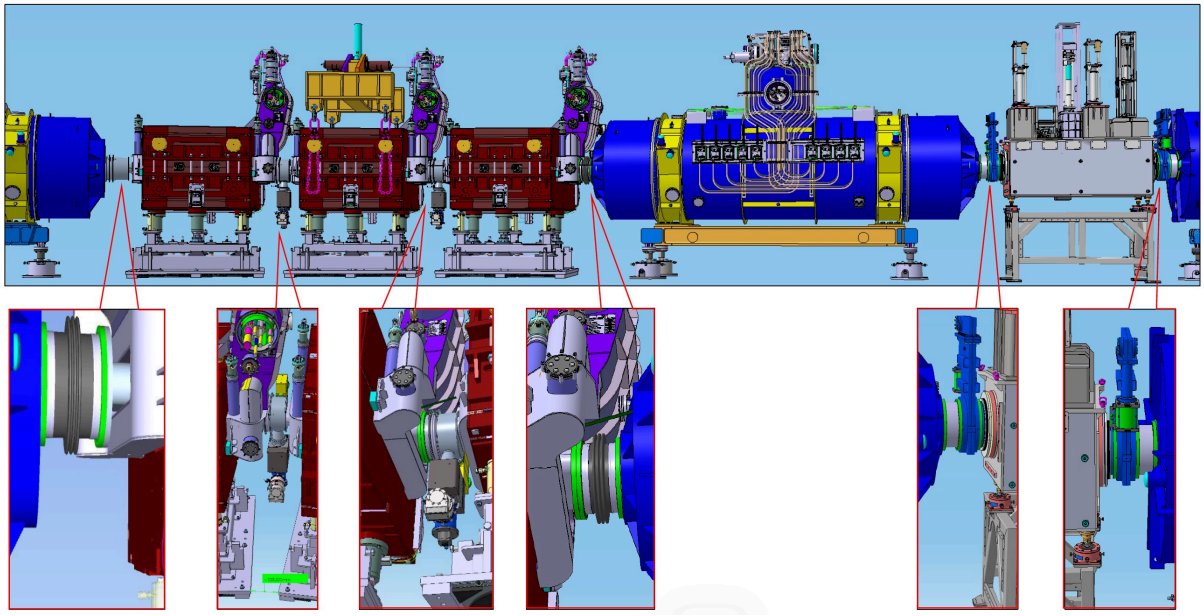
(7,8) DMU-Model → beamline vacuum section FPF3



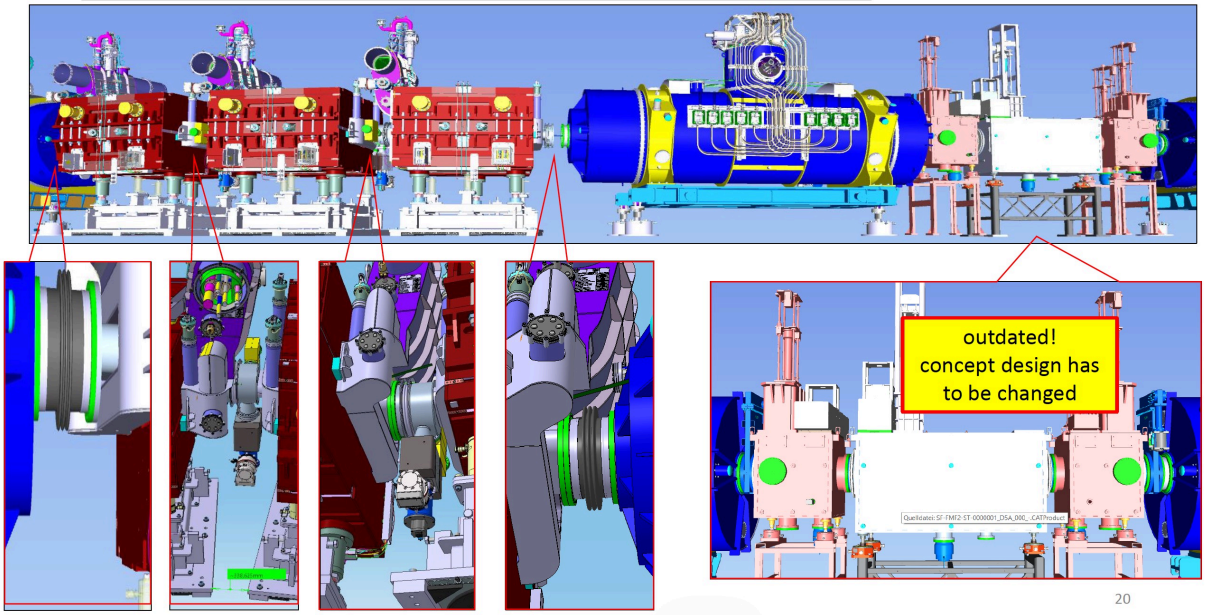
(9,10) DMU-Model → beamline vacuum section FPF4



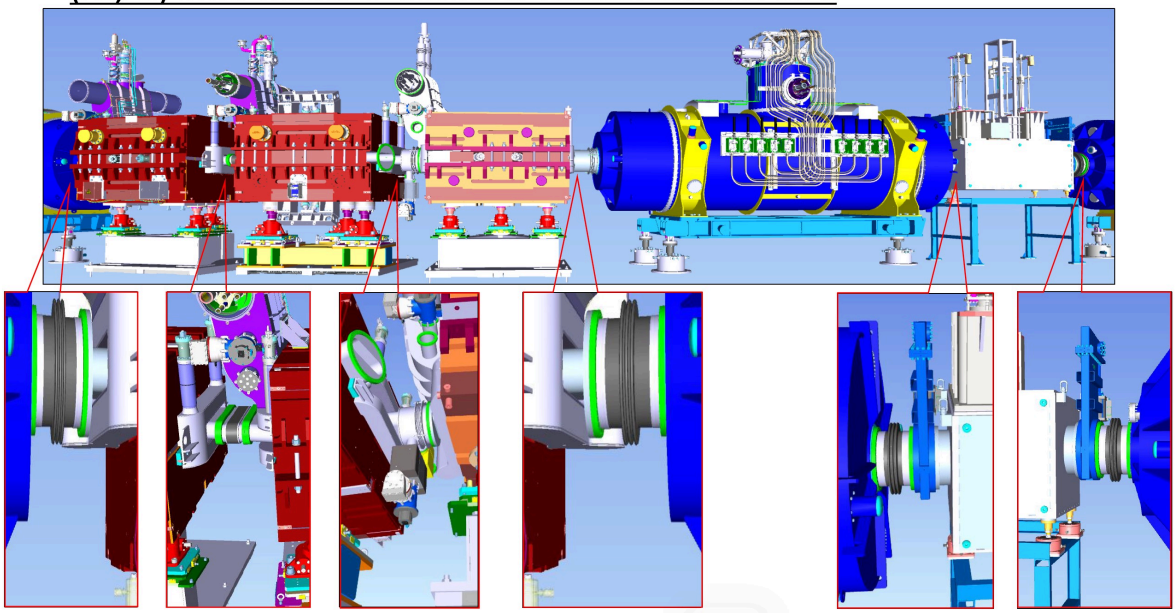
(11,12) DMU-Model → beamline vacuum section FMF1



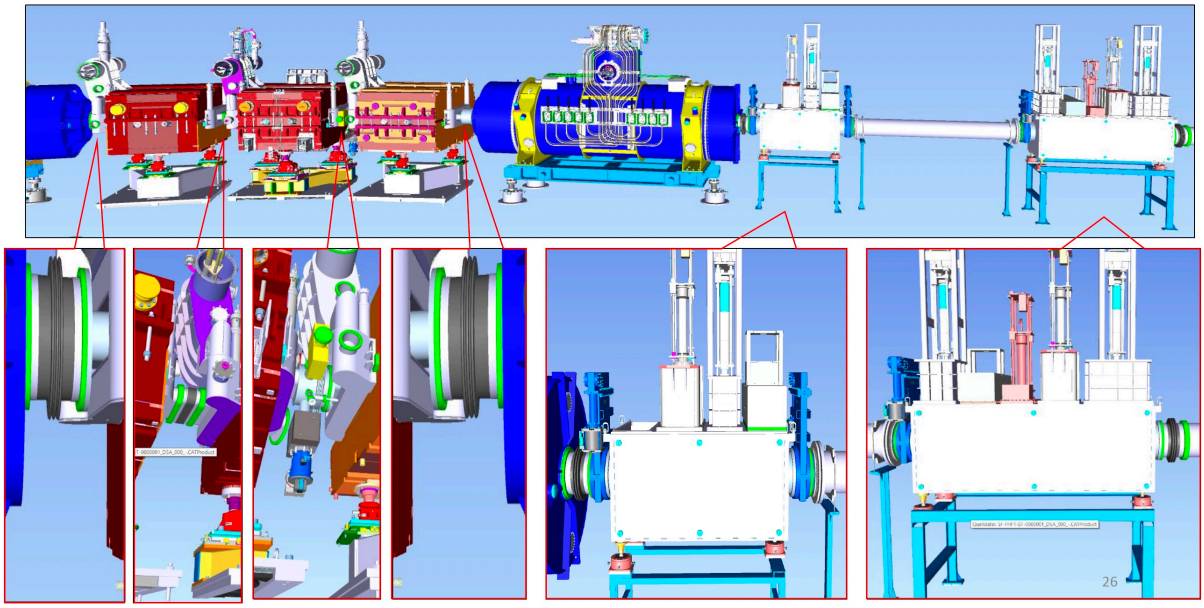
(13,14) DMU-Model → beamline vacuum section FMF2



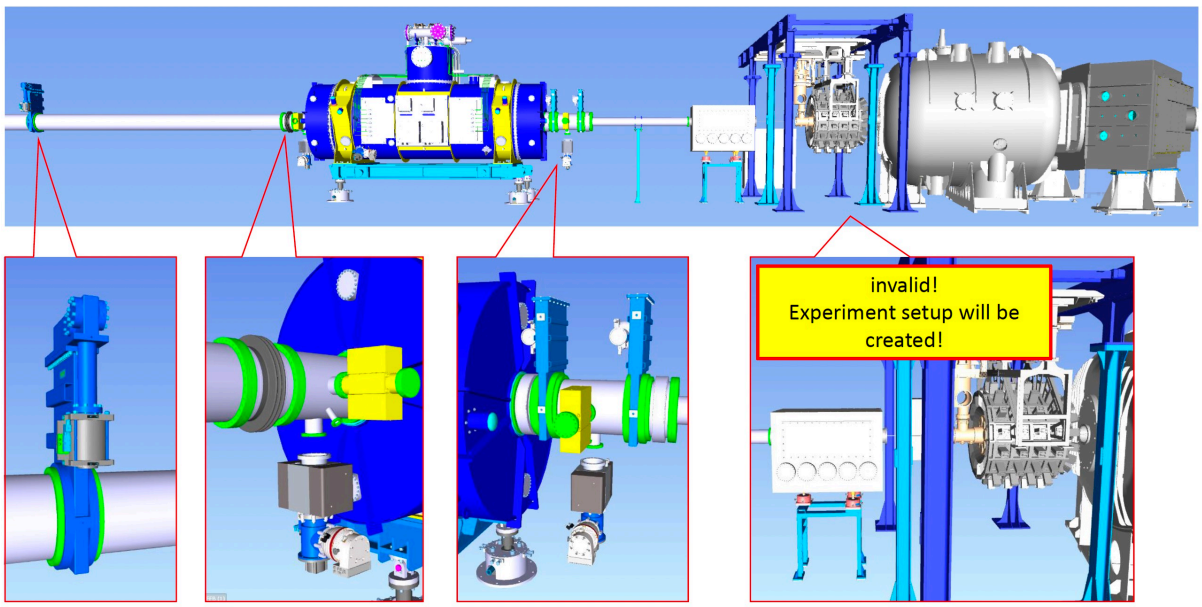
(15,16) DMU-Model → beamline vacuum section FMF3



(17,18) DMU-Model → beamline vacuum section FHF1



(19,20) DMU-Model → beamline vacuum section FHF2(CALIFA & GLAD)



Anhang B: Technical Guideline Vakuum

GSI FAIR	Technical Guideline	Number	13.1e
CSVS	Assembly Instructions for Knife-Edge UHV Flanges	Status	2014-04-10

1.) Obtain proper nuts, bolts, washers and gaskets.
Nuts, bolts, washers: See Technical Guideline F-TG-V-2.23e.
Gaskets: See Technical Guideline F-TG-V-3.42e.
2.) Ensure that all appropriate clean condition requirements are being met; thoroughly clean the knife-edges and gaskets with a suitable cleaning agent, e.g. isopropanol.
3.) Visually examine the flanges, knife-edges and gaskets for any damage or contamination; check for any distortions of the gaskets (the gaskets must be flat).
4.) Using UHV-suitable gloves, place and slightly press the gasket into the flange groove, rotating it if necessary in order to fit the gasket into the flange groove in an optimal way; then carefully mount the second, mating flange, aligning the leak check grooves; check that both flanges fit correctly and are flush.
5.) Insert bolts through both flanges, with hard washers, and initially diametrically opposite.
6.) Screw nuts on bolts, with hard washers, tighten them hand-tight, initially diametrically opposite.
7.) Using a torque spanner, tighten diametrically opposite bolts FOR ONE TURN with the following torque values:

M6	4 Nm
M8	8 Nm → 10 Nm → 12 Nm
M10	8 Nm → 10 Nm → 12 Nm

8.) Continue tightening circumferentially with the following torque values:

M6	4 Nm	1 turn
	8 Nm	1 turn
	10 Nm	2 turns
M8	16 Nm	1 turn
	20 Nm	1 turn
	24 Nm	2 turns
M10	20 Nm	1 turn
	30 Nm	1 turn
	40 Nm	2 turns

9.) Ensure that all bolts are equally tightened.

Prepared by:	A. Krämer	Doc. Name:	F-TG-V-13.1e_Assembly_Instructions_for_Knife-Edge_UHV_Flanges_20140410.docx	
Date:	2014-04-10	Version:	1.1	Page 1 of 1

F-TG-V-13.1e_Assembly_Instructions_for_Knife-Edge_UHV_Flanges_20140410.docx Ausdruck unterliegt nicht der Dokumentenlenkung