Projektspezifikation Nr. 082

Ladungsaustausch-Spektroskopie CXRS

# Allgemein

|  |  |
| --- | --- |
| **Projektname (deutsch)** | Ladungsaustausch-Rekombinations-Spektroskopie CXRS |
| **Projektname (englisch)** | Charge exchange recombination spectroscopy CXRS |
| **KKS-Nummer** | QSC |
| **Projektverantwortlicher** | Jürgen Baldzuhn |
| **Komponentenbetreuer** | Jürgen Baldzuhn |
| **RO für Konzeptdesign** | s.o. |
| **RO für Detaildesign** | s.o. |
| **RO für Fertigungskontrolle** | s.o. |
| **RO für Betrieb** | s.o. |
| **RO für Abbau** | s.o. |
| **RO für Weiterentwicklung, Änderungen, usw.** | s.o. |
| **RO für Montage** | Andree Benndorf |
| **Testbeauftragter (Kontaktperson für RO)** | Jürgen Baldzuhn.   * Koordination Vakuumtests über PH-DE und AS-DA-V (C. Biedemann / O. Volzke) * Koordination Mistral-Tests: D. Hathiramani, sind aber laut Aussage Hr. Laqua fürs Tauchrohr nicht nötig. * Koordination **mechanische Tests, Plasmastrahlungstests bis Mitte 2011 zu klären. Bisher (Jan 2012) nicht geschehen. Jetzt geplant Sept. 2013.** |
| **Datum der Montage** | **Offen** |
| **Datum der Demontage** | Unbekannt |

**Hinweis zu Medienbedarfsangaben in dieser PS:**

Der Bedarf zur Versorgung mit einem bestimmten Medium wird jeweils über ein Datenblatt der aktuellen Bedarfstabelle-Peripherie gemeinsam mit der entsprechenden Schnittstellenbeschreibung (SB) vereinbart.

Jedes Datenblatt erhält eine gesonderte PLM-Ablage (siehe Tabelle in Kapitel 5.1).

Jede der SB kommuniziert den aktuell freigegebenen Bedarf des betroffenen Mediums. Daraus resultiert, dass die Medienangaben in dieser Projektspezifikation nur zur Dokumentationszwecken dienen.

Verbindlich ist nur die Version der Datenblätter, die in der Sammel- bzw. Einzel-SB referenziert wird.

# Betriebszustände des Projektes

## Beschreibung eigener Betriebszustände (EBZ) des Projektes

**Tabelle 2.1 Eigene Betriebszustände des Projektes (Systems)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **EBZ** | **Bezeichnung EBZ** | **Beschreibung der EBZ des Systems (aller Komponenten des Projektes)** |
| EBZ1 | NOT-AUS | Muss aktiviert werden bei: Ausfall einer Wasserkühlung, oder Ausfall der Druckluftversorgung oder Not-Aus des W7-X. Übermittlung des Not-Aus-Status an die Zentrale Sicherheitssteuerung W7-X.  Komponenten siehe 4.1.1  Komp 1: irrelevant  Komp 2: Abschalten Wasserkühlung und Druckluftversorgung und Isoliervakuum, Schließen des Shutters, Auslösen Interlock zur Blockierung des Diagnostikinjektors  Komp 3-5: irrelevant |
| EBZ2 | FEHLER | Muss aktiviert werden bei: mechanischem Verklemmen des Shutters, Fehlermeldung aus der Datenaufnahme/Steuerung oder Fehler des W7-X. Übermittlung des Fehler-Status an die X-Steuerung.  Komp 1: irrelevant  Komp 2: Wasserkühlung und Druckluftversorgung bleiben eingeschaltet, Schließen des Shutters (wenn möglich), Auslösen Interlock zur Blockierung des Diagnostikinjektors  Komp 3: irrelevant  Komp 4: Shuttersteuerung sollte falls möglich aktiviert bleiben  Komp 5: irrelevant |
| EBZ3 | AUS | Komp 1: irrelevant  Komp 2: Wasserkühlung und Druckluftversorgung sind aus, Schließen des Shutters, Auslösen Interlock zur Blockierung des Diagnostikinjektors  Komp 3-5: irrelevant |
| EBZ4 | VOR-BEREI-TUNG | Komp 1: irrelevant  Komp 2: Einschalten der Wasserkühlung, Druckluftkühlung, Isoliervakuum.  Komp 3: irrelevant  Komp 4: Datenaufnahme/Shuttersteuerung muss aktiviert werden.  Komp 5: Müssen eingeschaltet werden |
| EBZ5 | BEREIT (STANDBY) | Komp 1: irrelevant  Komp 2: Druckluftkühlung des Saphirfensters ist an, Wasserkühlung aller Komponenten läuft, Isoliervakuum müssen unbedingt eingeschaltet/aktiv sein. Shutter ist zu.  Komp 3: irrelevant  Komp 4: Datenaufnahme/Shuttersteuerung muss aktiviert sein.  Komp 5: Müssen aktiviert sein |
| EBZ6 | EIN | Komp 1: irrelevant  Komp 2: Druckluftkühlung des Saphirfensters, Wasserkühlung aller Komponenten, Isoliervakuum müssen unbedingt eingeschaltet/aktiv sein. Zusätzlich muss der Shutterantrieb aktiv sein.  Komp 3: irrelevant  Komp 4: Datenverarbeitung/Shuttersteuerung muss bereit sein/laufen, der Diagnostikinjektor (1-QUI) muss schussbereit sein.  Komp 5: Müssen aktiviert sein. |
| EBZ7 | TESTBETRIEB | Komp 1: irrelevant  Komp 2: Druckluftkühlung des Saphirfensters, Wasserkühlung aller Komponenten, Isoliervakuum können eingeschaltet/aktiv sein oder aus. Zusätzlich muss der Shutterantrieb aktiv sein.  Komp 3: irrelevant  Komp 4: Datenverarbeitung/Shuttersteuerung muss bereit sein/laufen. Der Diagnostikinjektor muss das Kalorimeter geschlossen haben, der Vakuumschieber AET41 muss geschlossen sein. Der Injektor kann aktiv oder ausgeschaltet sein.  Komp 5: Müssen aktiviert sein, Testdaten müssen auch ohne die Zentrale Betriebssteuerung W7-X und Datenaufnahme zugänglich sein. |

## Zuordnung EBZ zu W7-X Betriebszuständen

**Tabelle 2.2 Zuordnung EBZ zu W7-X Betriebszuständen**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Not-Aus (sicherer Zustand)** | **Aus** | **Standby** | **Ausheizen** | **Konditionieren (Glimmen, Borieren)** | **Experiment** | |
|  |  |  |  |  |  | **Normal** | **Hot Liner** |
| **EBZ1** | **X** | **X** | **X** | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **EBZ2** | **X** | **X** | **X** | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **EBZ3** | **X** | **X** | **X** | **X** | **X** | **X** | **X** |
| **EBZ4** | **0** | **X** | **X** | **0** | **X** | **X** | **X** |
| **EBZ5** | **0** | **X** | **X** | **0** | **X** | **X** | **X** |
| **EBZ6** | **0** | **X** | **0** | **0** | **0** | **X** | **X** |
| **EBZ7** | **0** | **X** | **X** | **0** | **0** | **X** | **X** |

**Legende: X - Betriebszustand erlaubt, O - Betriebszustand gesperrt**

# Funktionen

## Hauptaufgabe

Das CXRS-System soll Ionentemperaturen und radiale elektrische Felder im Plasma messen. Dafür wird ein Tauchrohr im Stutzen AEM41 eingebaut mit einem Saphirfenster auf der Plasmaseite. Es werden nur Halbprofile gemessen, mehr lässt die Stutzenanordnung des AEM41 räumlich nicht zu. Zur Gewährleistung einer Raumauflösung wird das Licht aus dem Plasma heraus mittels einer Optik auf eine Anordnung von Quarzfasern abgebildet. Am Saphirfenster wird zur Sicherheit ein Isoliervakuum gezogen. Das Saphirfenster wird plasmaseitig durch einen wassergekühlten, pneumatisch beweglichen Shutter geschützt. Das Tauchrohr selbst ist die Schnittstelle zwischen Luft und W7-X Vakuum.

## Liste der Funktionen

Funktion F1: Übertragung von Licht vom Plasma zu den Spektrometern

Funktion F2: (Nebenfunktion): Isolation des W7-Vakuums, Schutz des Saphirfensters und Wärmeabfuhr der Leistung durch Plasmastrahlung, ECRH-Streustrahlung (Nebenfunktion)

Funktion: F3: Transport der Signale und Medien in der Torushalle

Funktion F4: Signalanalyse

F1: Übertragung von Licht vom Plasma zu den Spektrometern (Hauptfunktion)

### Beschreibung

Im Plasma wird Licht angeregt. Dieses Licht breitet sich im Torus aus bis zum Saphirfenster. Das optisch transparente Saphirfenster ist die Schnittstelle zwischen Torus-Innenraum und Hallenluft. Durch das Saphirfenster hindurch wird das Licht nach außen an die Luft geleitet (im Tauchrohr). Im Tauchrohr bildet eine geeignete Optik das Licht ab auf Quarzfaserbündel. Diese Quarzfasern (LWL) leiten das Licht aus der Torushalle heraus auf Spektrometer, die in einem Labor aufgebaut sind. Dort wird das Licht spektral aufgelöst auf CCD-Kameras abgebildet, die spektrale Information wird dann elektronisch an die W7-X Datenaufnahme weitergeleitet.

### Parameter Hauptfunktion / Signalparameter:

**Tabelle 3.23.2 Input und Output Parameter der Hauptfunktion 1**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Input Par.** | **Beschreibung** | **EBZ** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Transmission | Anforderung spektrale Durchlässigkeit aller optischen Medien | 4-7 | 400 nm bis 600 nm | 300 nm bis 700 nm |
| Transmission | Anforderung Transmisson der Gesamtübertragung von Licht | 4-7 | T > 30% bei λ= 450 - 550nm | T > 50% bei λ= 450 - 550nm |
| Temperatur T | Temperaturfestigkeit der Lichtleiter (Fasern) | 4 | Muss 150 °C | Soll 200 °C |
| **Output Par.** | **Beschreibung** | **EBZ** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Nicht zutreffend | |  |  |  |

F2: Isolation des W7-Vakuums, Schutz des Saphirfensters und Wärmeabfuhr der Leistung durch Plasmastrahlung, ECRH-Streustrahlung (Nebenfunktion)

### Beschreibung

Die Isolation des W7-X Vakuums zur Umgebungsluft erfolgt durch ein Tauchrohr, die Dichtung des Tauchrohres erfolgt per Metalldichtungen. Auf dem Boden des Tauchrohres sitzt das Saphirfenster mit zwei Funktionen: es lässt das Licht vom Plasma zu den Fasern hindurch, und es trennt das Torusvakuum von der Umgebungsluft.

Dieses Saphirfenster hat einen doppelten Dichtring, zwischen den Dichtringen wird, unabhängig vom Torus-Hauptvakuum, ein Zwischenvakuum (Isoliervakuum) gezogen. Dies erhöht die Sicherheit für das Torusvakuum beträchtlich. Es wird hierfür ein Anschluss an das zentrale Zwischenvakuum-System vorgesehen. Eine eigene Vakuumpumpe entfällt. Zur Vermeidung von Erdschleifen muss die Vakuumleitung elektrisch unterbrochen sein (Isolierstück). Das Konzept der galvanischen Erdungs-Trennung des Zwischenvakuumsystems muss noch erarbeitet werden, ist aber technisch leicht realisierbar. Mein Vorschlag: ein kurzes Rohrstück mit Keramik-Inlet.

Zur Lecksuche am Isoliervakuumsystem werden zwei Fälle unterschieden:

1. Leck zur Luftseite hin. Zur Detektion eines solchen Lecks wird das Volumen zwischen den Dichtringen evakuiert und dann abgeschiebert, anschließend der Druck beobachtet. Im Leckfall wird dieser sich zeitlich erhöhen, aus der zeitlichen Rate des Druckanstiegs lässt sich die Leckrate berechnen. Zur Lokalisierung des Lecks wird dann wieder abgepumpt und per Helium-Lecksuche entlang aller Komponenten gesucht, die in direktem Luftkontakt stehen. Der Lecksucher läuft parallel/anstatt der Vakuumpumpe, die das Isoliervakuum erzeugt (im Neben/ Hauptstrom).
2. Leck zum W7-X Vakuum hin. Zur Detektion eines solchen Lecks wird das Volumen zwischen den Dichtringen evakuiert und dann mit Helium gefüllt, bis max. 1 bar Druck sollte ausreichen. Ein Helium-Lecksucher läuft dabei parallel mit den Haupt-Vakuumpumpen des W7-X und detektiert, ob das Helium aus dem Isoliervolumen in das W7-X Hauptvakuum übertritt. Aus dem Verhältnis der Volumenströme in die W7-X Hauptpumpen einerseits und dem Lecksucher andererseits lässt sich die Leckrate berechnen.

Vor dem Saphirfenster befindet sich plasmaseitig ein wassergekühlter, beweglicher Shutter, um das Saphirfenster vor Bedampfen/Verschmutzen zu schützen. Es wird mit bis zu 50 kW/m2 Leistungsdichte durch Plasmastrahlung zu rechnen sein. Einzelheiten zur Strahlungsrechnung s. 1-QSC-T0008. Dieser Strahlungswert soll mit einer speziell geformten Portauskleidung (ab OP2) noch weiter reduziert werden. Einzelheiten hierzu s. 1-GXA60M-T0004.0

Der Shutter kennt nur 2 Endlagen (Auf- und die Zuposition), die „remote“ erkannt werden müssen. Dazu dienen elektrische Lagemelder, die sich luftseitig an der Mechanik befinden.

Es müssen drei getrennte Wasserkreisläufe zur Kühlung a) der plasmaseitigen Front des Tauchrohres, b) des Saphirfensters und c) des Shutters vorgesehen werden. Die Temperaturen der Kühlwasserausgänge für a) Frontplatte, b) Saphirfenster, c) Shutter müssen mit Thermosensoren gemessen werden. Der Wasserdurchfluss muss ebenfalls gemessen werden. Zur Sicherheit wurde noch ein Thermoelement direkt auf dem Stahl der Frontplatte des Tauchrohres eingebaut.

Zur Abschätzung der zu erwartenden Druckverluste in den Wasserkreisläufen werden beispielhaft zwei Fälle betrachtet. Gemeinsam ist: Länge Kühlrohr 8 Meter, Wasserfluss = 0,5 m3/h = 0,139 l/s, Oberflächenrauhigkeit der Kühlrohre 0,04 mm (typisch für hochwertige, gezogene Stahlrohre), jeweils 2 Stück 90°-Krümmer, bei 50 kW/m2 Plasmastrahlung erfolgt eine Erhöhung der Wassertemperatur um 2,8 °C (pro Kreislauf), bei 20 °C Wasser-Einlasstemperatur gilt dann für die zwei Fälle:

1. Rohr-Innendurchmesser 8 mm 🡺 Flussgeschwindigkeit = 2,7 m/s, Reynolds-Zahl = 22.000, Druckverlust = 1,5 bar.
2. Rohr-Innendurchmesser 10 mm 🡺 Flussgeschwindigkeit = 1,77 m/s, Reynolds-Zahl = 17.600, Druckverlust = 0,6 bar.

Diese rohe Abschätzung zeigt, in welchem Rahmen sich die zu erwartenden Druckverluste abspielen werden, endgültige Zahlen liefert aber nur eine Messung. Tatsächliche Druckverluste können bis zu einem Faktor 2 über den berechneten liegen! Die Flussgeschwindigkeiten wurden in diesem Zahlenbeispiel bewusst sehr klein gehalten, um die Reynolds-Zahlen klein zu halten, und um so Oszillationen der Wassersäule zu vermeiden, welche Schweißnähte zerstören könnten. Die tatsächlichen Druckdifferenzen werden jedoch durch die Wasserversorgung vorgegeben, bzw. durch die weiteren Verbraucher die ebenfalls noch im Wasserkreis verschaltet sind. Zur Anpassung der Druckdifferenzen vieler verschiedener paralleler Verbraucher muss deshalb überlegt werden, Drosseln / Druckregler seitens der Wasserversorgung einzuschalten um einerseits zu große Fließgeschwindigkeiten (d.h. zu große Reynoldszahlen) zu vermeiden wegen möglicher Oszillationen, andererseits zu kleine Druckdifferenzen zu vermeiden welche nicht mehr ausreichen, um eine hinreichende Wärmeabfuhr zu gewährleisten.

Zusätzlich kann Druckluftkühlung des Saphirfensters erfolgen zur Erhöhung der Sicherheit. Dies wird aber nur für OP2 sinnvoll sein, während OP1 ist dieser Schritt überflüssig.

Die Wasserkühlung muss während des gesamten Plasmabetriebs unterbrechungsfrei zur Verfügung stehen. Durchfluss und Temperatur des Wasser-Auslasses aller 3 Kreisläufe müssen kontinuierlich gemessen und überwacht werden (für OP2).

### Parameter Nebenfunktion (Medien zur Erfüllung der Funktion)

**Tabelle 3.24.2 Input und Output der Nebenfunktionen**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Input Par.** | **Beschreibung** | **EBZ** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Leckrate Vakuum | Anforderung an Vakuumdichtigkeit zwischen W7-X und Umgebung | 2-7 | < 10-9 mbar l/sec für He; keine Toleranz | |
| Saugleistung P | Erforderliche Saugleistung für das Isoliervakuum am AEM41 | 2-7 | P = 1 m3/h | P = 4 m3/h +/- 1m3/h |
| Druck p | Druck des Isoliervakuums | 2-7 | p = 10 mbar | p = 0.1 mbar |
| Temperatur T | Ausheiztemperatur aller Komponenten | 3 | T = 150 °C | T = 180 °C |
| Druck Druckluft | Druckanforderung Druckluft für Shutter, permanente Versorgung | 4-7 | s. Beiblatt | s. Beiblatt |
| Durchfluss Druckluft | Zur Fensterkühlung (OP2) | 4-7 | 2 l/sec +/- 1 l/sec | 2 l/sec +/- 1 l/sec |
| Durchfluss Druckluft | Zur Bewegung des Shutters | 4-7 | Pulsweise jeweils ca. 50 ml bei 6 bar während 5 Sekunden | |
| Spannung V | Isolations-Spannung der Lagemelder des Shutters | 2-7 | 400 V | 500 V +/- 100 V |
| Leistung P | Wegzukühlende Leistung nur am Shutter | 4-7 | (ØShutter= 90mm), P = 320 Watt, keine Toleranz | (Ø Shutter= 90 mm), P = 320 Watt, keine Toleranz |
| Leistung P | Gesamte wegzukühlende Leistung | 4-7 | 5 kWatt | 2.5 kWatt |
| Leistungsdichte | Energiefluss durch Plasmastrahlung | 4-7 | 100 kW/m2 | 50 kW/m2 |
| Durchfluss Wasser | Durchfluss der KKL, s. auch Beiblatt | 4-7 | Limit: bei 3.7 ml/sec erfolgt 60 °C Erwärmung | Zielwert: 0,6 l/sec (< 3 °C Erwärmung bei drei Kreisläufen) |
| Wassertemperatur T | Einlasstemperatur der 3 KKL, s. auch Beiblatt | 4-7 | Tmax=60 °C, Tmin=15 °C (Taupunktunterschreitung) | 20 °C |
| Wasserqualität | Wasserqualität (Verhinderung Kalkbildung) | 4-7 | s. Beiblatt | s. Beiblatt |
| Wassertemperatur T | Temperaturgenauigkeit bei Messung Wasserdurchfluss | 4-7 | T = 1°C +1°C / -0 | T = 1°C +1°C/ -0 |
| Zeit t | Zeitauflösung bei Messung Wasserdurchfluss | 4-7 | t = 1 s +1 s /-0 | t = 1 s +1 s/-0 |
| Druck Luft p | Druckanforderung Luftkühlung Saphirfenster | 4-7 | p = 0.1 bar, | p = 0.5 bar +0.1/-0 bar |
| **Output Par.** | **Beschreibung** | **EBZ** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| T | Temperatur Kühlwasserausgänge | 4-7 | 60 °C | 20 °C |
| Wasserfluss | Durchflusswert Wasserfluss | 4-7 | 3.7 ml/sec | 1 L/sec |
| Shutterposition | Lagemeldung des Shutters | 1-7 | Meldung auf/zu | Meldung auf/zu |

F3: Transport der Signale und Medien in der Torushalle:

### Beschreibung

Das Plasmalicht wird durch Quarzfasern vom Stutzen AEM41 weg durch das Kabellabyrinth hindurch zum Spektroskopielabor 1.U-110 geleitet. Aufgrund des hohen Preises der Fasern müssen diese möglichst geradlinig die kürzest-mögliche Strecke zwischen dem Stutzen AEM41 und dem Labyrinth verbinden, um den Kaufpreis zu minimieren und außerdem die Dämpfungs-Lichtverluste so klein wie möglich zu halten. Offene Alternative: Verlegung der Fasern direkt durch ein Loch in der Torushallenwand zur WEGA-Halle statt durch das Labyrinth. Faserlänge hier etwa 30 Meter.

Benötigt wird Kühlwasser und Druckluft am Stutzen AEM41, es werden angeschweißte VCR-Anschlüsse (Typ VCR ½“ 316L Stumpfanschweißung) als Anschlüsse zur Verfügung gestellt, s. auch Beiblatt.

Der Shutter benötigt elektr. Signalleitungen zur Steuerung und Rückmeldung, elektronische Messwerte der Kühlwassertemperaturen und Durchflüsse müssen zur Datenaufnahme geleitet werden, s. auch Beiblatt.

### Parameter Nebenfunktion (Medien zur Erfüllung der Funktion)

**Tabelle 3.25.2 Input und Output der Nebenfunktionen**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Input** | **Beschreibung** | **EBZ** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Länge Quarzfasern | Länge der Quarzfasern von AEM41 zu Spektrometern | 4,5,6,7 | 52 Meter | 55 Meter |
| **Output** | **Beschreibung** | **EBZ** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Nicht zutreffend |  |  |  |  |

F4: Signalanalyse:

### Beschreibung

Die Fasern leiten das Licht durch das Leitungslabyrinth nach außerhalb der Torushalle, vermutlich ins Labor 1.U-110 (offene Alternative: WEGA-Halle). Dort stehen auch die geplanten Spektrometer, in denen das Licht spektral aufbereitet auf CCD-Kameras geleitet wird. Das Auslesen der Spektren geschieht durch die W7-X Datenaufnahme, geplant durch Steuerungs-PCs an den CCD-Kameras.

Vermutlich erfolgt kurz vor den Spektrometern eine Zwischenabbildung 1:3 direkt auf die Eintrittspaltebene der Spektrometer mit einer NA < 0.12 (Matching der Etendue der Spektrometer).

Die Spektrometer sind vom Typ Czerny-Turner, Fokallängen zwischen 500 und 750 mm, es werden mindestens 2 Spektrometer gleichzeitig eingesetzt, Gitterkonstanten 1200 bis 2400 1/mm.

### Parameter Hauptfunktion / Signalparameter:

**Tabelle 3.26.2 Input und Output Parameter der Hauptfunktion 1**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Input Par.** | **Beschreibung** | **EBZ** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Optische Transmission | Optische Transmission aller optischen Komponenten | 4-7 | 70% | 90% |
| Polarisation | Polarisationsänderung durch optische Komponenten (Linsen und Spektrometer) | 4-7 | < 10% | < 10% |
| Spektralbereich | Spektrale Durchlässigkeit optische Komponenten (Linsen) | 4-7 | 400 – 600 nm | 300 – 700 nm |
| Spektralbereich | Spektrale Durchlässigkeit optische Komponenten (Spektrometer) | 4-7 | 0 – 1200 nm | 0 – 1200 nm |
| Etendue | Maximale relative Änderung der Etendue um Faktor | 4-7 | 3 | 3 |
| Spektrometergitter | Bereich Gitterkonstante der Gitter in mm-1 | 4-7 | 600, 1200, 2400 | 300, 600, 1200, 2400, 3600 |
| 1/f-Zahl | Öffnungszahl Spektrometer | 4-7 | f/4, f/6, f/9 | f/4, f/6, f/9 |
| CCD-Pixelzahl | CCD-Pixelzahl |  | 512 X 512 | 1024 X 1024 |
| Pixelgröße | Pixelgröße m x m |  | 10 x 10 | 50 x 50 |
| **Output Par.** | **Beschreibung** | **EBZ** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Kameradaten Dateiformat | Ausgabe der CCD-Kameradaten in speziellem Datenformat | 4-7 | Anzupassen in Abstimmung mit CoDaC, etwa bis Ende 2013 | Anzupassen in Abstimmung mit CoDaC, etwa bis Ende 2013 |
| Kameradaten Zeitauflösung | Samplingrate der CCD-Kameras | 4-7 | 20 fps | 500 fps |

# Hauptkomponenten und technische Lösungen/ Konzepte

## Liste der Komponenten und Funktionszuordnung

### Liste der Komponenten

1. Gitterrohr mit Optik plus Quarzfasern
2. Tauchrohr mit Saphirfenster, Shutter und Kühlungen
3. Leitungsführung/mechanische Stützelemente
4. Elektrische Steuerung / Datenaufnahme
5. Spektrometer und Detektoren

### Zuordnungstabelle

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Funktion 1** | **Funktion 2** | **Funktion 3** | **Funktion 4** |
| **Komponente 1** | X | 0 | 0 | 0 |
| **Komponente 2** | 0 | X | 0 | 0 |
| **Komponente 3** | 0 | 0 | X | 0 |
| **Komponente 4** | X | 0 | X | 0 |
| **Komponente 5** | 0 | 0 | 0 | X |

Komponente 1: Gitterrohr mit Optik + Quarzfasern

### Referenzdokumente

Schnittstellenpapier 1-NBD-T0203, 1-NBD-T0067

### Beschreibung

|  |  |
| --- | --- |
| **RO** | J. Baldzuhn |
| **KKS-Knoten** | 1-QSC |
| **Beschreibung** | Das Plasmalicht wird durch eine Optik auf eine Anordnung von insgesamt 10 Quarzfaser-Bündel abgebildet. Jeweils etwa 50 Einzelfasern zusammen bilden einen räumlichen Kanal im Plasma um die Lichtstärke zu verbessern, es sollen 10 Ortskanäle im Plasma verwirklicht werden.  Die Fasern leiten das Licht durch das Leitungslabyrinth nach außerhalb der Torushalle, vermutlich ins Labor 1.U-110. Dort stehen auch die geplanten Spektrometer, in denen das Licht spektral aufbereitet auf CCD-Kameras geleitet wird. Das Auslesen der Spektren geschieht durch die W7-X Datenaufnahme, geplant durch Steuerungs-PCs an den CCD-Kameras.  Die Optik besteht aus einer einfachen Linse, Material Quarzglas.  Der Typ der Fasern ist noch unklar und muss in Einvernehmen mit einem Faserhersteller spezifiziert werden (hohe Schätzkosten: etwa 50 k€). Derzeitige Planung (Jan 2012) ist: 10 Ortskanäle mit jeweils 50 Einzelfasern, Quarz-Core-Fasern mit Kerndurchmesser 120 µm, mit Hartpolymer-Cladding Durchmesser etwa 140 µm, NA = 0,28.  Die Optik und das plasmaseitige Ende der Quarzfasern werden zusammen gehaltert in einem Gitterrohr, was die Grobausrichtung der optischen Anordnung gewährleistet. Das Gitterrohr wird im Tauchrohr als Einheit eingebaut und kann komplett demontiert/justiert werden. Das Gitterrohr kann auch eine einfache Video-Kamera tragen (WebCam), deren Bilder auf einen Monitor im Kontrollraum übertragen werden (kein Abspeichern der Bilddaten durch CoDaC), wo visuell der Zustand der Optik, Fasern und des Saphirfensters sowie Shutters kontrolliert werden (reine Sichtfunktion).  **Alle hier noch offenen Punkte sollen mit Designabschluss bis Mitte 2013 geklärt werden.** |
| **Status** | Design läuft bis Ende 2011 |
| **Stückzahl** | 1 optisches System pro Plug-In |
| **Einbauort** | PG |

**Tabelle 4.2.3 Input und Output Parameter der Komponente 1**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Input Par.** | **Beschreibung** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Linsenform | Parameter der Kollimatoroptik, einfache Linse | Linse in Bikonvexform oder Plankonvexform | chromatische Eigenschaften, keine Toleranz |
| Brennweite | Parameter Linse | F = 100 mm | F = 100mm, |
| Durchmesser | Parameter Linse | Ø = 80-100 mm | Ø = 80-100 mm |
| Länge | Parameter Faserbündel | 30 Meter | 30 Meter |
| Durchmesser Einzelfasern | Parameter der Fasern | Kern 120 µm | Kern 120 µm |
| Durchmesser Faserbündel | Parameter Faserbündel | Ø = 30 mm | Ø = 30 mm |
| Raumwinkel | Numerische Apertur der Fasern | > 0.28 | > 0.28 |
| Material / Cladding | Material und Cladding der Fasern | Hartpolymer und Quartz | Hartpolymer und Quartz |
| Beschichtung | Coating der Fasern | Teflon oder PTFE | Teflon oder PTFE |
| Durchmesser Ø | Gitterrohr zur Halterung Quarzfasern | Ø offen | Ø etwa 150 mm |
| Länge | Gitterrohr zur Halterung Quarzfasern | L= 500 mm | 500 mm |
| Temperatur | Temperaturbeständigkeit der Quarzfasern | 150 °C | 150 °C |
| **Output Par.** | **Beschreibung** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Nicht zutreffend | |  |  |

### Planung Torushalle (Bauraum)

*Gibt es ein Lebenslaufdokument 1-GDLxx-Tyyyy.z welche den Bauraum für diese Komponente behandelt?* Es gibt das Lebenslaufdokument 1-GDL30SR082-T0000 (Ist noch offen), welches kürzlich (Feb. 2011) eröffnet wurde.

*Reicht der, aktuell von DC-TH, freigegebene Bauraum für diese Komponente aus*? Zurzeit reicht der beantragte und dort festgelegte Bauraum für die Komponente aus.

Es muss für die Quarzfasern eine Kabeltrasse vom AEM41 auf möglichst direktem Weg zum Kabellabyrinth (Schnittstelle mit P051\_ Abschirmung Wanddurchbruch Torushalle) vorgesehen werden, wegen des hohen Meterpreises der Quarzfasern, und um die Lichtdämpfung zu minimieren. Näheres s. Auftragserteilung 1-CH-S0000.0 sowie die CN 1-CHD-C0000.0 Im Kabellabyrinth müssen die Fasern durchgefädelt werden, möglichst ohne durch schwere Komponenten oder andere Kabel mechanisch gefährdet zu werden. Die Fasern sind mechanisch empfindlich und vor Druck und Zugbelastung zu schützen. Der Schutz wird herstellerseitig durch ein geeignetes Schutzrohr übernommen.

Noch offene Alternative: Verlegung der Fasern in einem eigenen Kabelschacht vom AEM41 weg senkrecht zur Ostwand (Regalwand), dort durch ein Loch in der Torushallenwand mit 45 Grad Neigung nach unten in die WEGA-Halle, dort Positionierung der Spektrometer. Mögliche Faserlänge etwa 30 Meter. Die Fasern könnten auf Höhe des AEM41 starten, horizontal zur Regalwand hin verlaufen und kommen genau auf Höhe des obersten Stockwerks der Regalwand an, könnten dort unter dem obersten Boden senkrecht weiterlaufen bis zur Torushallenwand auf einem abgehängten „Zwischenboden“, eventuelle Überlängen sollten auf diesem Zwischenboden in Schlaufen von etwa 1 Meter Durchmesser gelagert werden können.

Nach Einigung mit dem Hersteller werden folgende Daten möglichst mit Zahlenangaben hier ergänzt:

Erlaubte Druck und Zugkräfte an Faserbündel,

Vorgaben für Klemmkräfte bzw. für lose Lagerungen an den mechanischen Stützstellen.

Vorschriften zu Trittschutz

Zulässige Wärmebelastung

Welche Kennzeichnungsvorgaben?

Erfassung im Kabelplan?

Komponente 2: Tauchrohr mit Saphirfenster, Shutter und Kühlungen

### Referenzdokumente

Schnittstellenpapier 1-NBD-T0203, 1-NBD-T0067

### Beschreibung

|  |  |
| --- | --- |
| **RO** | J. Baldzuhn |
| **KKS-Knoten** | 1-QSC |
| **Beschreibung** | Tauchrohr: Sitzt im AEM41. Es kommen luftseitig Aufbauten zur Halterung des Shuttergestänges und des pneumatischen Antriebs dazu, Länge etwa 500 mm.  Insgesamt 3 Wasserkühlkreisläufe sind integriert, eine Druckluftzufuhr zum Antrieb des Pneumatikzylinders, und einer Druckluftzufuhr zur Oberflächenkühlung des Saphirfensters. Plasmaseitig sitzt das Saphirfenster. Das Gitterrohr mit Optik und Quarzfasern (Komponente 1) sitzt konzentrisch als mechanische Einheit im Tauchrohr und kann als Einheit ein/ausgebaut werden. Die Quarzfasern (Komponente 1) ragen luftseitig aus dem Tauchrohr heraus und müssen in Richtung Kabellabyrinth weiterverlegt werden. Zur leichteren Montage/Transport der Fasern ist vorgesehen, diese nicht fest im Tauchrohr zu verankern, sondern sie in einer leichten Gitterrohr-Konstruktion in das Tauchrohr einzulassen, so dass auch bei Vakuumbetrieb im W7-X dies Fasern ausgebaut und transportiert werden können. Dazu werden die Fasern aufgerollt und als Einheit nur mit dem Gitterrohr, nicht mit dem kompletten Tauchrohr, transportiert.  Die Wasserkühlung und der pneumatische Shutterantrieb müssen während des gesamten Plasmabetriebs zur Verfügung stehen und dürfen nicht ausfallen. Dafür muss TD sorgen.  Die Wasserkühlung muss während des gesamten Plasmabetriebs unterbrechungsfrei zur Verfügung stehen. Durchfluss und Temperatur des Wasser-Auslasses aller 3 Kreisläufe müssen kontinuierlich gemessen und überwacht werden.  Saphirfenster: Von der optischen Qualität her wird synthetischer Saphir verwendet, genauer HEM-Saphir c-plan (0° orientiert) +/- 2°, beidseitig optisch poliert 5/3X0.25, Parallelität < 3‘, Schutzfasen beidseitig 2X45°, Durchmesser 96 mm +/- 0.1 mm, Dicke 12 mm +/- 0.1 mm. Genutzter Durchmesser 80 mm.  Auf die Luftseite des Saphirs wird eine Spezialschicht zur Blockung der ECRH-Streustrahlung, eine ITO-Schicht, aufgedampft, Parameter Dicke 1-1.5 Micrometer, elektr. Leitfähigkeit < 10 Ohm/quadr). Zur Verbesserung der optischen Transmission wird zusätzlich luftseitig eine AR-Schicht aufgedampft, mit einer Optimierung der Transmission zwischen 450 und 550 nm. Ein Garantiewert der Transmission lässt sich auf Grund des Prototypencharakters der ITO-Schicht (Weltneuheit !) nicht spezifizieren, angestrebt wird eine Gesamttransmission von mehr als 80%. Diese wurden auch erreicht.  Zur besseren thermischen Anbindung an den wassergekühlten Fensterflansch wird ein Kupfergeflecht um den Umfang des Saphirfensters in die Fassung eingepresst. Das Kupfergeflecht liegt ebenfalls im Volumen des Isoliervakuums.  Die Vakuum-Dichtung des Saphirkörpers erfolgt mit Helicoflex-Dichtringen, Typ HNV, Outer Lining Aluminium, Inner Lining Inconel 600, Spring Inconel.  Das komplette Saphirfenster wird als CF125 Flanschkörper ausgebildet, welcher sich unabhängig vom Tauchrohr alleine montieren/demontieren lässt. Dazu ist allerdings Personenzugang zum Plasmagefäß erforderlich.  Der Shutter dient ausschließlich dem Schutz des Saphirfensters vor schädlichen Einflüssen von der Plasmaseite her. Er wird von außen mit Kühlwasser gespeist, ist von Kühlwasser durchflossen. Die mechanische Durchführung der Bewegung erfolgt mittels eines Faltenbalges von der Luftseite her. Der Antrieb wird durch einen Pneumatikzylinder bewerkstelligt. Das spezielle Design sieht keine flexiblen, von Wasser durchflossenen Unterkomponenten unter Vakuum vor, was die Sicherheit beträchtlich erhöht. Alle wasserführenden flexiblen Unterkomponenten liegen unter Luft. Schlüssel-Unterkomponente ist der Balg, da hier ein direktes Interface zum W7-X Vakuum vorliegt. |
| **Status** | Planung bis Mitte 2012 |
| **Stückzahl** | 1 |
| **Einbauort** | Im Stutzen AEM41 |

**Tabelle 4.3.3 Input und Output Parameter der Komponente 2**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Input Plug-In** | **Beschreibung** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Länge | Länge des Tauchrohres | l=1700 mm | l = 1700 mm |
| Durchmesser | Aussendurchmesser Tauchrohr | 207 mm | 207 mm |
| Durchmesser | Durchmesser Gitterrohr (angestrebt) | < 180 mm | < 180 mm |
| Gewicht | Gewicht Gitterrohr (angestrebt) | < 10 kg | < 10 kg |
| Messfrequenz | Messung Druck Isoliervakuum (Zwischenvakuumsystem) | f = 0.1 Hz | f = 0.1 Hz |
| Flanschdichtung | Flanschdichtung für Anschluss an den AEM41-Stutzenflansch | CF300 | CF300 |
| Leckrate | Vakuumdichtigkeit des Tauchrohres | < 10-9 mbar l/sec für Helium; keine Toleranz | |
| Material | Material Vakuumdichtung | Helicoflex-Dichtringen, Typ HNV, keine Toleranz | |
| Rohrdurchmesser | Rohrabmessung Kühlwasserrohr | 8 x 1 mm +1/-0 mm und 12 x 1 mm | |
| Wasser-Einlassdruck | hängt ab vom Gesamtdesign der KKL und deren Rohrquerschnitten, s. auch Beiblatt. | Festlegung bis 2013 notwendig: 25 bar Arbeitsdruck, 40 bar Prüfdruck | 25 bar Arbeitsdruck, 40 bar Prüfdruck |
| Temperatur | Kühlwasser Einlasstemperatur | 20 °C | |
| Durchfluss | Kühlwasser Durchflussmenge genaue Angabe hängt ab vom Gesamtdesign, Druck und den Rohrquerschnitten | Typ. etwa < 1 l/s | noch unbekannt Festlegung bis 2014 notwendig |
| **Input Fenster** | **Beschreibung** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Material | Material des Fensters | Saphir oder Quarz; keine Toleranz | Saphir |
| Transmission | Transmission des Fenster | Nicht zutreffend | 0,8 |
| Dicke | Ggf. Stärke des Saphirfensters | d = 5 mm | d = 12 mm |
| Dicke | Ggf. Stärke des Quarzfensters | d = 10 mm | d = 12 mm |
| Isolierspannung | Isolierstück Trennspannung zum Zwischenvakuumsystem | U=500V +/- 100V | U=500V +/- 100V |
| Durchmesser | Rohrabmessung Isoliervakuum Fenster | 6 X 1 mm | 10 X 1 mm, +/- 1mm |
| Rohrlänge | Rohrlänge Isoliervakuum Fenster | L=4 m | l=6 m +2 / -0 Meter |
| Luftqualität | Druckluft für Kühlung Fenster | Staub- und ölfrei | |
| Luft-Überdruck | Luft-Überdruck Druckluftkühlung Fenster | 1 bar | 2 bar |
| Durchfluss | Durchfluss Druckluftkühlung Fenster | 1 l/sec | 2 l/sec |
| Zeitdauer | Zeitdauer Druckluftkühlung Fenster | Permanent in EBZ 5-7 | Permanent in EBZ 5-7 |
| **Input Shutter** | **Beschreibung** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Shutterposition | Lagemelder zur Sicherheit, keine Toleranz | Doppelte Redundanz | |
| Shutterantrieb | Luft-Überdruck | 5 bar | 6 bar |
| Shutterantrieb | Zahl Hübe pro Tag | 250 | |
| Shutterantrieb | Zeitdauer | Zur Pneumatik-Zylinderbewegung 5 – 10 sec | Zur Pneumatik-Zylinderbewegung 5 – 10 sec |
| Lastwechsel | Lastwechsel des Balgs | 500.000 | 500.000 |
| **Output Par** | **Beschreibung** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Nicht zutreffend |  |  |  |

### Planung Torushalle

* *Gibt es ein Lebenslaufdokument 1-GDLxx-Tyyyy.z welche den Bauraum für diese Komponente behandelt?* Es soll das Lebenslaufdokument 1-GDL30SR082-T0000 geben, welches kürzlich (Feb. 2011) eröffnet wurde.
* *Reicht der, aktuell von DC-TH, freigegebene Bauraum für diese Komponente aus?* Zurzeit reicht der beantragte und dort festgelegte Bauraum für die Komponente aus.

1. Für den luftseitigen Teil des Shutters wird ein Volumen von etwa 500 mm Länge senkrecht außerhalb des AEM41 benötigt (integriert im Bauraum der Komponente).
2. Die Druckluftversorgung wird zentral gewährleistet, sie muss staub- und ölfrei sein, s. auch Beiblatt. Es muss eine Zuleitung zum Stutzen AEM41 vorhanden sein, ebenso Raum für die Sensorik und mögliche Absperrventile / Belüftungsventile (Platzbedarf unbekannt, Festlegung bis Mitte 2012).
3. **Die Wasserkühlung wird versorgt durch einen eigenen KKL, noch festzulegen**. Es muss eine Kühlwasserleitung zum Stutzen AEM41 vorhanden sein, ebenso Raum für die Sensorik und mögliche Absperrventile / Belüftungsventile (Platzbedarf unbekannt, Festlegung bis Mitte 2012).
4. Das Saphirfenster ist mechanisch empfindlich und muss vor Belastungen sowie Verschmutzung geschützt werden. Ein vorzeitiger Einbau des Tauchrohres vor dem WBS-Montagetermin kommt zwar in Frage, aber für den Schutz des Fensters muss gesorgt werden. Spätestmöglicher Einbautermin aus Sicht der Komponente: Kann festgelegt werden durch den Montagezeitplan, kein Vorgabe durch die Komponente. Frühestmöglicher Einbautermin aus Sicht der Beschaffung: Jan. 2013

Komponente 3: Leitungsführung in TH /mechanische Stützelemente

### Referenzdokumente

keine

### Beschreibung

|  |  |
| --- | --- |
| **RO** | J. Baldzuhn |
| **KKS-Knoten** | 1-QSC |
| **Beschreibung** | Diese Komponente umfasst die Führung der Zu/Ableitungen für das Kühlwasser, die Pressluft, die elektrische Verkabelung der Steuerkabel sowie die Führung der Glasfaserkabel.  Der Tauchrohr selbst wird auf der Flanschfläche des AEM41 verschraubt und damit auch dort abgelastet. Der Shutterantrieb bildet damit eine mechanische Einheit (über einen Tragrahmen).  Noch offen ist die Positionierung und Ablastung für die evtl. notwendigen Ventile für die Kühlwasser- und Druckluftversorgung, sowie evtl. Anschlussleisten für die Thermosensoren und Durchfluss-Sensoren sowie evtl. notwendige Stromversorgungen hierfür.  Die Führung der Quarzfasern beinhaltet die mechanische Führung und Halterung eines Quarzfaserbündels vom Stutzen AEM41 bis zum Kabel-Labyrinth an der Ostwand der Torushalle. Die Fasern sind leicht, relativ biegsam und elektronisch nicht störempfindlich, jedoch teuer und mechanisch anfällig gegen Druck, Knicken und Zug. Der Faserbündeldurchmesser wird etwa 5 cm betragen (genaue Abmaße werden erst nach Kauf des Bündels festliegen, etwa Ende 2013).  Weiterhin müssen Kabelführungen für die Steuer- und Datenkabel sowie die Druckluft- und Kühlwasserleitungen zum Stutzen AEM41 hin vorgesehen werden. Hier kann die Verlegung in gemeinsamen Kabeltrassen mit anderen Verbrauchern erfolgen. |
| **Status** | Design läuft bis Ende 2012 |
| **Stückzahl** | 1 |
| **Einbauort** | Zum PG / AEM41 |

**Tabelle 4.4.2 Input und Output Parameter der Komponente 3**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Input Par.** | **Beschreibung** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Biegeradius | Minimal erlaubter Biegeradius des Faserbündels | 100 mm | 100 mm |
| Druck | Maximale Druckbelastung Faserbündel lateral, vorläufige Angaben (s. 4.2.2, 4.2.3). | 10 kg | 10 kg, keine Toleranz |
| Freie Länge | Max. Länge, die die Quarzfasern frei durchhängen dürfen | 3 Meter | 3 Meter |
| **Output Par.** | **Beschreibung** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Nicht zutreffend | |  |  |

### Planung Torushalle (Bauraum)

*Gibt es ein Lebenslaufdokument 1-GDLxx-Tyyyy.z welche den Bauraum für diese Komponente behandelt?* Es gibt das Lebenslaufdokument 1-GDL30SR082-T0000, welches kürzlich (Feb. 2011) eröffnet wurde.

*Reicht der, aktuell von DC-TH, freigegebene Bauraum für diese Komponente aus*? Zurzeit reicht der beantragte und dort festgelegte Bauraum für die Komponente aus.

1. Die gesamte Infrastruktur für die CXRS wird eingebaut auf der Plattform des Diagnostikinjektors RuDiX am Stutzen AET41 (der auch für die Injektion des Neutralstrahls verwendet wird) bzw. im Stutzen AEM41 (Tauchrohr). Das Design der Plattform steht im PLM unter 1-qet41ab—a.
2. Aufgrund des hohen Preises der Fasern müssen diese möglichst geradlinig die kürzestmögliche Strecke zwischen dem Stutzen AEM41 und dem Labyrinth verbinden. Eine separate Verlegung aus Gründen der Zugänglichkeit und mechanischen Empfindlichkeit außerhalb der normalen Kabeltrassen ist notwendig. Es wird vorgeschlagen, ganz generell Kabeltrassen für LWL vorzusehen.

Komponente 4: Elektrische Steuerung / Datenaufnahme

### Quellen

Quellen: keine

### Beschreibung

|  |  |
| --- | --- |
| **RO** | J. Baldzuhn |
| **KKS-Knoten** | 1-QSC |
| **Beschreibung** | Der pneumatische Shutterantrieb und die Ist-Positionsmeldung der Shutterposition (auf oder zu) dienen zum Schutz des Saphirfensters vor Bedampfen während des Plasmabetriebs. Die meiste Zeit bleibt der Shutter geschlossen, nur während kurzer Messphasen (max. Dauer etwa 10 Sekunden, höchstens alle 2 Minuten oder langsamer) wird er geöffnet. Für den Fall einer mechanischen Beschädigung des Shuttermechanismus wird der Shutter in der Auf-Position verriegelt und bleibt offen, so dass zwar weiterhin Messungen möglich sind, aber ein Bedampfen wird gezwungenermaßen in Kauf genommen. Die Kühlung sollte auch dann noch ausreichen, dieses Szenario lässt sich aber schwer abschätzen, da Metalle und Kohlenstoff gleichermaßen abdampfen können, und es keine Untersuchungen zur Streustrahlungsabsorption solcher Schichten gibt.  Die Lagemeldung des Shutters und die Temperaturmessung / Durchflussmessung für das Kühlwasser dienen dem Schutz der CXRS-Diagnostik und müssen unterbrechungsfrei während des Plasmabetriebs aufrechterhalten werden.  Eine Druckmessung des Isoliervakuums am Saphirfenster muss permanent erfolgen und wird durch das Zwischenvakuumsystem gewährleistet. |
| **Status** | Festlegung bis Ende 2013 |
| **Stückzahl** | 1 |
| **Einbauort** | Zwischen PG und Versorgern |

**Tabelle 4.5.2 Input und Output Parameter der Komponente 4**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Input Par.** | **Beschreibung** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Strom | Stromwert Maschinensteuerung /Shuttersteuerung | (\*) | (\*) |
| Spannung | Spannungswert Maschinensteuerung /Shuttersteuerung sowie Messdaten | (\*) | (\*) |
| Datenformat | Datenformat für Shuttersteuerung / Shutterposition, Wassertemperatur, Wasserdurchfluss, Luftdruck | (\*) | (\*) |
| Zahl Steuerkabel | Kabelanzahl für Shutter, + Kühlwassertemperaturen/Durchflüsse, + Druckluftdruck, + Reserve , s. auch Beiblatt | 12 + 2 + 8 + 2 + 8 = 30 | 12 + 2 + 8 + 2 + 8 = 30 |
| **Output Par.** | **Beschreibung** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Strom | Stromwert Maschinensteuerung /Shuttersteuerung | (\*) | (\*) |
| Spannung | Spannungswert Maschinensteuerung /Shuttersteuerung sowie Messdaten | (\*) | (\*) |
| Datenformat | Datenformat für Shuttersteuerung / Shutterposition, Wassertemperatur, Wasserdurchfluss, Luftdruck | (\*) | (\*) |
|  |  |  |  |

(\*):Zur Überwachung der Druckluftversorgung genügt eine zentrale Drucküberwachung, das genaue Konzept ist noch unbekannt und obliegt der Planung durch die Haustechnik. Ströme und Spannungen für Steuerungssignale werden durch die CoDaC-Gruppe festgelegt, bis spätestens 2013 nötig.

### Planung Torushalle

*Gibt es ein Lebenslaufdokument 1-GDLxx-Tyyyy.z welche den Bauraum für diese Komponente behandelt?* Es gibt das Lebenslaufdokument 1-GDL30SR082-T0000, welches kürzlich (Feb. 2011) eröffnet wurde.

*Reicht der, aktuell von DC-TH, freigegebene Bauraum für diese Komponente aus*? Zurzeit reicht der beantragte und dort festgelegte Bauraum für die Komponente aus.

1. Der Shutterantrieb und die Positionsmeldung erfordern die Verlegung von Steuerkabeln zum Stutzen AEM41 (Gleichspannung, vermutlich 24 V, s. Parameter 2, Tab 4.5.2) bei kleinen Strömen (1 A?). Es werden max. 12 Einzelkabel benötigt (4 für Auf-Meldung, 4 für Zu-Meldung, max. 4 für die Ansteuerung), zum Schutz gegen EM-Störungen mind. einfach geschirmt. Zusätzliche Signalkabel sind für die Temperatur- und Durchflussmessungen des Kühlwassers vorzusehen, sowie einige Reservekabel.
2. Die Signal- und Steuerkabel müssen von einer zentralen Datenerfassungs-Stelle zum Stutzen AEM41 geführt werden. Genaue Ausführung dieser Kabel und die Definition der Anschlussart sowie der Störspannungsabstand obliegen der CoDaC-Gruppe (siehe 5.1.5). Sie sollten bis 2013 festgelegt werden. Es wird von der Notwendigkeit eines halben Racks (1/2 Steuerschranks) ausgegangen. Dies wird nach derzeitiger Planung (1-QCI-S0009 und 1-GDL-T0002) außerhalb der Torushalle stehen.

Komponente 5: Spektrometer und Detektoren

### Referenzdokumente

keine

### Beschreibung

|  |  |
| --- | --- |
| **RO** | J. Baldzuhn |
| **KKS-Knoten** | 1-QSC |
| **Beschreibung** | Die Fasern leiten das Licht durch das Leitungslabyrinth nach außerhalb der Torushalle, vermutlich ins Labor 1.U-110 (Komponente 1). Dort stehen auch die geplanten Spektrometer, in denen das Licht spektral aufbereitet auf CCD-Kameras geleitet wird. Das Auslesen der Spektren geschieht durch die W7-X Datenaufnahme, geplant durch Steuerungs-PCs an den CCD-Kameras.  Voraussichtlich erfolgt kurz vor den Spektrometern eine Zwischenabbildung 1:3 auf Quarzfaserbündel mit einer NA < 0.1 (Matching der Etendue der Spektrometer) mit jeweils etwa 100 Einzelfasern, Länge etwa 3 Meter, wobei die 100’er Bündel rechteckig gefasst direkt die Eintrittsspalte der Spektrometer formen.  Die Spektrometer sind vom Typ Czerny-Turner, es werden mindestens 2 Spektrometer gleichzeitig eingesetzt.  Der Typ der CCD-Kameras ist noch offen, die Art der Datenerfassung ebenfalls, soll aber bis 2013 geklärt werden.  Die genaue Art der Datenaufnahme/Datenformat/Komprimierung der spektralen Daten aus den CCD-Kameras ist noch zu definieren, das CoDaC-Lastenheft 1-QSC-S0000 definiert die zurzeit bekannten Anforderungen. |
| **Status** | Festlegung bis Ende 2013 |
| **Stückzahl** | 1 |
| **Einbauort** | Spektrometerlabor 1.U-110 |

**Tabelle 4.6.2 Input und Output Parameter der Komponente 5**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Input Param.** | **Beschreibung** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Länge | Fokallänge Spektrometer Bereich | 500 – 750 mm | 500 – 750 mm |
| Gitterkonstanten | Gitterkonstanten Spektrometer-Gitter Bereich | 1200 – 2400 l/mm | 1200 – 2400 l/mm |
| Datenformat CCD-Daten |  | (\*) | (\*) |
| Ansteuerung Spektrometer |  | (\*) | (\*) |
| Triggerung / Synchronisierung CCD-Kameras |  | (\*) | (\*) |
| **Output** | **Beschreibung** | **Garantiewert** | **Designwert** |
| Datenformat CCD-Daten |  | (\*) | (\*) |
| Statussignale Kameras |  | (\*) | (\*) |

(\*): Sämtliche Parameter sind noch offen und werden erst bei der Beschaffung der CCD-Kameras im Abstimmung mit der CoDaC-Gruppe und den Festlegungen im CoDaC-Lastenheft 1-QSC-S0000 definiert, dies soll bis 2013 passieren.

### Planung Torushalle

*Gibt es ein Lebenslaufdokument 1-GDLxx-Tyyyy.z welche den Bauraum für diese Komponente behandelt?* Es gibt das Lebenslaufdokument 1-GDL30SR082-T0000, welches kürzlich (Feb. 2011) eröffnet wurde.

*Reicht der, aktuell von DC-TH, freigegebene Bauraum für diese Komponente aus*? Zurzeit reicht der beantragte und dort festgelegte Bauraum für die Komponente aus.

# Schnittstellen

Das in dieser PS beschriebene Projekt hat Schnittstellen zu folgenden Projekten:

Siehe Anlage 1 Schnittstellentabelle und im PLM Schnittstellenschema 1-NBD-I0022 für eine Übersicht der Schnittstellen.

## Medienanforderung / Besonderheiten Schnittstellen

**Tabelle 5.1.1 PLM Ablage der Tabellenblätter aus Bedarfstabelle Peripherie.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tabellen-blatt** | **Namen** | **PLM** | **Sammel-SB 1-NBD-T** | **Bemerkung** |
| 1 | Einspeisung Elektro | 1-ECE50-S1000 | 0142 (nur UV-DT) | Versorgung Elektrik |
| 1-ECE30-S1000 | 0206 | Erdung |
| 2 | Kabelverlegung | 1-ECE40-S1000 | 0207 | Trassierung |
| 3 | Standort Schaltschränke | 1-MCB-P0005 | 0189 | Arbeitsplattform & Schrankwandgerüst |
| 4 | Kühlung | 1-ECB50-S1000 | 0141 | Allg. Sekundär |
| 1-ECB90-S0002 | 0194 | Kaltwasser KKL |
| 5 | Druckluft | 1-TMB-S1000 | 0144 |  |
| 6 | Abgas | 1-TLD-S1000 | - | nur über Einzel-SB |
| 7 | Abwasser | 1-TOB-S1000 | - | nur über Einzel-SB |
| 8 | techn. Gase | 1-DCD-S1000 | 0143 | Sammel-SB für N2  Einzel-SB für sonstige Gase |
| 9 | Ort, Stützstrukturen | 1-E-S1000 | 0189 | Arbeitsplattform & Schrankwandgerüst |
| 10 | Brandmelder & Verschiedenes | 1-TNF-S1000 | - | Notwendigkeit SB klären |

### Vakuum (Schnittstelle mit P036 Vakuumsystem PG)

Schnittstelle: eine. Eine Schnittstelle am Stutzen AEM41 (Tauchrohr mit doppelter Helikoflex-Dichtung). Der Tauchrohr sowie die Dichtungen des Tauchrohres müssen das Erreichen jeglichen gewünschten Enddrucks im W7-X ermöglichen bzw. müssen die oben angegebene max. Leckrate einhalten. Das Isoliervakuum (Anschluss ans Zwischenvakuumsystem) am Saphirfenster ist davon völlig unabhängig, dient aber der Sicherung des Hauptvakuums im W7-X.

### Kühlung (Schnittstelle mit P020 Kühlung)

Schnittstellen: drei. Wasserkühlung a) der Frontfläche des Tauchrohres, b) des Saphirfensters, c) des Shutters. Noch zu klären: beim Ausheizen wird der Wasserkreislauf mit 150 °C betrieben und erfordert daher einen Mindest-Druck von 10 bar, diskutiert werden 25 bar (entsprechend ACK20 bzw. Baffle-Kreislauf), Prüfdruck ist daher 40 bar für alle Komponenten (Randbedingung für Design und Bau der Wasserkreisläufe, d.h. die Druckfestigkeit muss gewährleistet sein). Die Auslegung einer eigenen KKL für die Diagnostiken steht noch aus (Jan. 2012), ebenso die Festlegung der Parameter statischer Druck, Druckabfall und Durchflussmengen in den Zweigen. Beim Normalbetrieb und Hot-Liner-Betrieb würden die drei obigen Komponenten gekühlt. Durch das Design des Tauchrohrs jetzt festgelegt (Juli 2013) Arbeitsdruck 25 bar, Prüfdruck 40 bar.

### Stromversorgung (Schnittstelle mit P022 Elektrik)

Der Netzleistungsbedarf der Diagnostik ist im Schnittstellenpapier 1-NBD-T0199 (in Arbeit) geregelt. Der aktuelle Bedarf wird in der Liste 1-ECE50-T0001 nachgeführt. Die Trassierung unterliegt keinen besonderen Anforderungen und kann durch die Haustechnik vorgegeben werden.

### Druckluft (Schnittstelle mit P039 Torushalle)

Schnittstellen: zwei. Permanente Druckluftkühlung des Saphirfensters durch Anblasen von Druckluft (dies wird erst für OP2 relevant, während OP1 noch nicht nötig), und Antrieb des Shutters (jeweils auf/zu; schubweise) am AEM41 (Komponente 2)

### CoDaC (Schnittstelle mit P131\_CoDaC)

Die Schnittstellen werden vollständig durch das Lastenheft **1-QSC-S0000** und der daraus folgenden funktionalen Spezifikation von CoDaC beschrieben.

Schnittstellen: Ansteuerung des Shutterantriebs (Pneumatikzylinder), Rückmeldung der Shutterposition, Temperatur- und Durchflussmessung des Kühlwassers nach oben angegebenen Parametern und Toleranzen. Dabei müssen die Auslasstemperaturen und Durchflüsse des Kreislaufs: 1) Frontfläche-Saphirfenster, 2) Shutter getrennt voneinander gemessen werden. Weitere Schnittstellen: Messung des Drucks der Druckluft am Versorger.

Dies erfordert die Kabelführung bis zum Stutzen AEM41. Aufgrund der geringen Zahl Kabel (etwa 30) kann auf eine getrennte Trassenführung verzichtet werden.

### Kabeltrassen (Schnittstelle mit P022 Elektrik)

Die Quarzfasern sind teuer und mechanisch empfindlich, eine getrennte (gesonderte, geschützte) Verlegung weg von schweren Kabeln/Rohren ist notwendig, um Quetschen/Tordieren/Knicken zu verhindern. Im Kabellabyrinth soll eine Gewichtsentlastung frei durchhängender Faserstrecken durch Zwischenanbindungen vorgenommen werden. Wünschenswert wären eigene Kabeltrassen, die nur für LWL freigehalten werden.

### RuDiX (Schnittstelle zu P028\_Diagnostikinjektor)

Die CXRS beobachtet das Wechselwirkungslicht des Diagnostikinjektors RuDiX (1-QUI) mit dem Plasma, deshalb muss die Optik/Faseranordnung der CXRS auf den Neutralstrahl einjustiert werden um die Lichtausbeute für die Spektroskopie zu maximieren. Der RuDiX wird getrennt beschrieben.

Da die russischen Kollegen im Rahmen der Arbeit am RuDi-X uns den zugesagten Justierlaser nicht geliefert haben, entfällt leider die Möglichkeit einer Justage nach mechanischem Maßstab im Gefäß. Die Alternative ohne Gefäßarbeiten ist so geplant: Der RuDiX wird kurze Pulse (< 10 ms) ohne W7-X Magnetfeld in den plasma-leeren Torus schießen. Der Torus wird mit etwa 10-2 mbar Wasserstoffgas gefüllt. Die schnellen Injektorteilchen regen Balmer-alpha Strahlung im Wasserstoffgas an, die von den CXRS-Spektrometern beobachtet wird. Auf Schuss-zu-Schuss Basis wird die Lichtausbeute am Spektrometer gemessen. Durch eine mechanische Justiereinheit am Faserkopf (noch zu designen) wird die Positionierung des Faserkopfes auf maximale Lichtintensität einjustiert.

Im Experimentbetrieb muss die Datenaufnahme der Spektrometer der CXRS mit dem Schusstakt des RuDiX synchronisiert sein. Diese Anforderung ist im Lastenheft CoDaC definiert.

### Zwischenvakuumsystem (Schnittstelle mit P034)

Das Saphirfenster (Teil von K2) muss an das Zwischenvakuumsystem angeschlossen werden. Es gelten nach derzeitiger Planung keine besonderen Anforderungen. Die Prozedur der Lecksuche ist in 3.4.1 beschrieben.

**ACHTUNG DIESES NEUE KAPITEL 5.2 soll 5.3 „Integration/Einbau“ ersetzen**

## Anforderungen Montage

### Lieferungen des Projektes

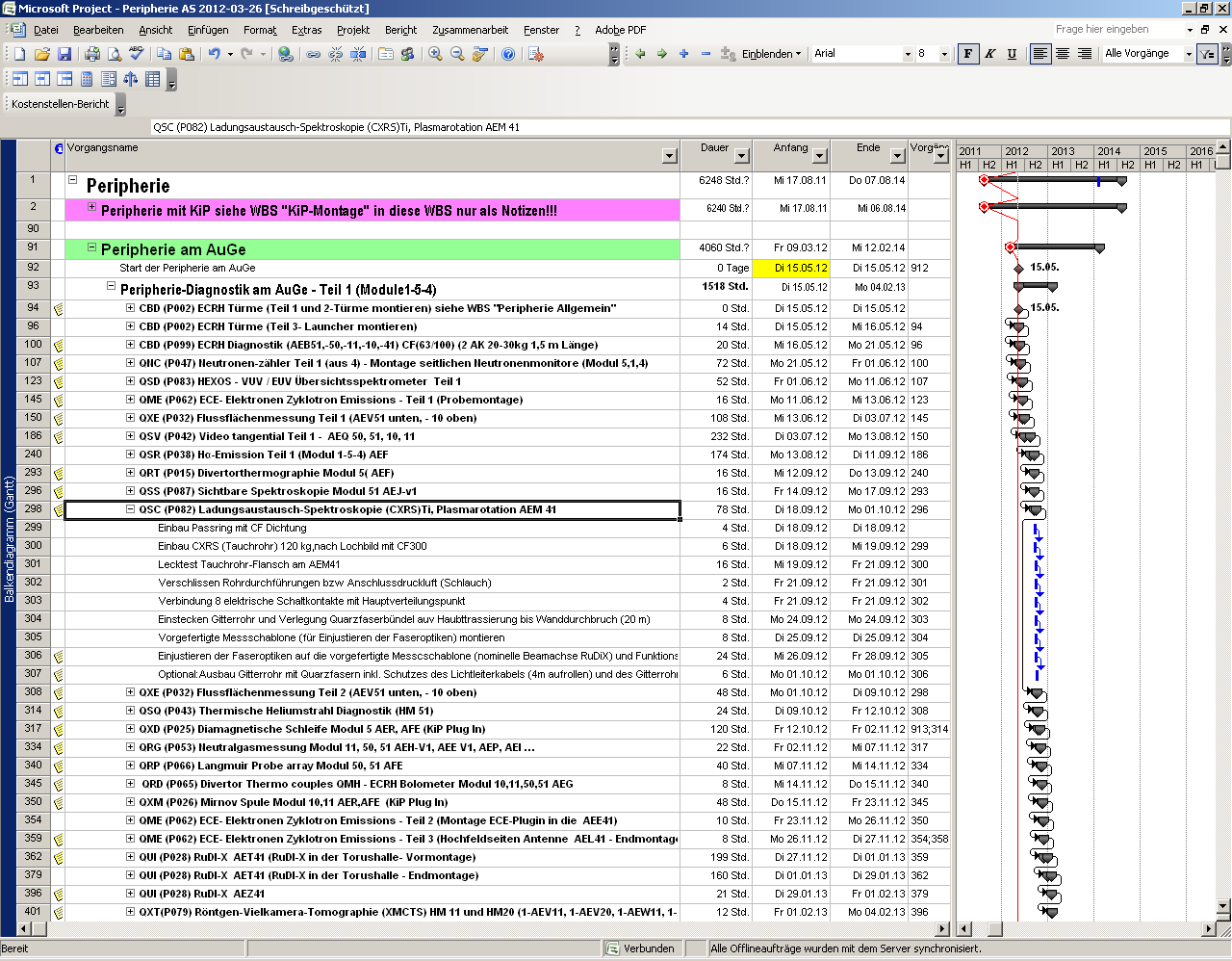
|  |  |
| --- | --- |
| **Komponente (Was wird vom RO zur Montage geliefert?)** | **Beschreibung (Komponente(n) selbst; Passteile; Anschlussteile oder Baugruppen zu Medien, zur Verkabelung, zur Erdung; extra Stützstrukturen; Kleinteile; spezielle Montagewerkzeuge; spezielle Mess- und Prüftechnik)** |
| K1 | Gitterrohr mit Optik und Quarzfasern. Sitzt im Tauchrohr innerhalb des AEM41, auf der Frontplatte des Tauchrohres befinden sich 3 Aufnahmebolzen (schon im Design enthalten) in die das Gitterrohr eingreift und justiergenau gehalten wird. Aus dem Gitterrohr heraus gehen die Quarzfaserbündel in Richtung Spektrometer. Keine speziellen Anschlüsse für Medien oder Erdung, keine speziellen Kleinteile oder Werkzeuge erforderlich. Kann manuell bewegt werden, vorsichtiges hantieren erforderlich wg. der Quarzfaserbündel. |
| K2 | Tauchrohr mit Saphirfenster, Shutter und Kühlungen. Die K2 bildet die Vakuumbarriere. Muss eingekrant werden, Anschlagpunkte sind per Design vorgesehen. **Das Krantool muss noch entworfen werden (Traverse, Gegengewicht?**) Genauigkeit: Lochkreis des CF300-Flansches ist ausreichend. Ansonsten sind keine weiteren speziellen Montagemittel notwendig. Die Vakuumbarriere wird so früh wie möglich eingebaut (Anfang 2013 ?) und muss für die weitere Montagephase des W7-X mechanisch geschützt werden (Trittschutz, Berührschutz, Folienabdeckung gegen Verunreinigungen). Geplant ist die Verbindung der Wasserkühlkreisläufe per kurzer flexibler Verbindungsstücke (Länge 1 Meter ?) an die Kühlwasserverteiler **(Positionierung muss noch durch DC-TH definiert werden). Wünschenwert wäre die Absprache dieser Positionierung mit dem RO.** |
| K3 | Leitungsführung in TH / mechanische Stützelemente. Hier sind die Standard-Kabeltrassen / Wasserleitungstrassen / Standard-Abstützungen ausreichend, nur die Quarzfasern benötigen eine möglichst kurze und vor mechanischer Einwirkung geschützte Trasse (s. 4.2.3). |
| K4 | Elektrische Steuerung / Datenaufnahme. Betrifft die Verkabelung des Shutterantriebs und Lagerückmeldung über Standard-Datenleitungen, Festlegung des Typs durch CoDaC, der Trasse durch DC-TH. Es genügt die Weichverlötung der elektrischen Anschlüsse (8 Stück) an den Endlagenschaltern. Die Datenaufnahme der Messdaten geschieht am Ort der Spektrometer (s. K5) außerhalb der TH und ist irrelevant für die Montage. |
| K5 | Spektrometer + Detektoren. Stehen außerhalb der TH und sind voraussichtlich irrelevant für die Montage. |

### Voraussetzungen (Was muss zu Montagebeginn von anderen RO oder Abteilungen vorhanden sein?)

* Herangeführte Medienanschlüsse (z.B. 20bar, 20°C, 400 V,…: (***Hinweis: evtl. sind zur Montage nur Anschüsse vorhanden, Medien selbst sind evtl. erst zur Inbetriebnahme verfügbar)***
  + 230 V Einphasenversorgung für Lötkolben, evtl. lokale Beleuchtung, max. 200 Watt Leitungsaufnahme
* Montagewerkzeuge für … (*bitte Funktion angeben*):
  + Kran zum Einkranen des Tauchrohrs (etwa 120 kg) incl. Kran-Tools und Anschlagmittel (Ringschrauben, flexible Anschlagbänder, variabler Kettenzug, Kunststoffmatten zur Unterlage als Kratzschutz
  + Arbeitsgerüst/Sicherheitspfosten (PSA) für Montage auf dem Außengefäß (AEM41) Standardwerkzeug, Elektro-Lötkolben
* Bau- und Prüffolgeplan (QAAP) KKS.-Nr.: 1-xxx-xxxx und Arbeitsanweisungen (AA) KKS-Nr.: 1-NEC-xxxx; 1-NEC-yyyy
  + Noch kein QAAP erstellt, RO erbittet Zuarbeit durch AS und bietet auf Anfrage den notwendigen Input hierfür
  + Test-QAAP für Probemontage
  + Arbeitsanweisung: Kranmontage Tauchrohr inkl. Medienanschluss
* Umfeld (bitte Forderungen präzisieren bzw. annullieren):
  + **EMV Störungen** irrelevant
  + **Luftfeuchtigkeit:** irrelevant
  + **Ausleuchtung** 500 Lux
  + **Umgebungstemperatur** Zimmertemperatur
  + **Sonstiges**: Bei der Montage des Tauchrohres muss Personal innerhalb des PG assistieren (auf Sicht das Einkranen dirigieren), um die sichere Positionierung zu gewährleisten (Sprechfunkverbindung zwischen Kranfahrer und Person im PG notwendig).
  + **Sauberkeit, Reinigung**: Im Bereich des Tauchrohres: Reinigung nach den Vorschriften für Ultra-Hochvakuum (Schutzkleidung innerhalb des PG, Handschuhe), keine Verwendung ausgasender Stoffe oder Medien (Klebeband, Markierstifte etc. entsprechend der generellen Material-Richtlinie 1-NBD-T010 in der jeweilig gültigen Fassung). Handschuhe beim Umgang mit der Glasfaseroptik.

### Montagerandbedingungen (Was muss bei der Montage beachtet werden? Welche Ergebnisse und Garantiewerte müssen bei der Montage erreicht werden? Welche Gewerke werden gebraucht? Welcher IPP-externe Service muss hinzugezogen werden?)

* Montageraum (Was ist notwendig für Kollisionsfreiheit, gibt es spezielle Bedingungen in TH, bitte Antwortbeispiele präzisieren bzw. annullieren):
  + Keine der Komponenten darf beim Einbau anstoßen, Einhaltung Mindestbiegeradius der Quarzfaserkabel, kein Betreten oder mechanisches Belasten jeglicher Komponenten, es müssen ca. 0,5 x 0,5 Meter große Zwischenlagerflächen für die Zwischen-Ablage der Quarzfasern freigehalten werden.
  + Minimierung der Länge der Quarzfasern (**Aufgabe der Trassierung liegt bei DC-TH, offen**).
  + Nach erfolgtem Einbau Schutz vor weiterem Betreten, mechanischem Belasten, Verschmutzung, z.B. durch Warnschilder, Plastikfolien, Abdeckhauben.
* Gewerke (Welche Gewerke, Angenommene zeitliche Verteilung, Angenommene Gesamtdauer (in Tagen, 8h/Tag) …*.*
  + **Gewerke**: Vermessung: Flanschvermessung zur Herstellung Adapterflansch (AEM41-Stutzen), 2 h
  + Konstruktion: Adapterflansch
  + TD- Fertigung: Adapterflansch
  + Montage: Kraneinbau Tauchrohr, 6h
  + Instrumentierung (Druckluft, Wasserkühlung): 2 Tage
  + Leckprüfungen: 1d
  + LWL Verlegen: 3 d
    - S. Hierzu den Auszug der Zeitplanung Peripherie **KKS-Nummer offen……**
* Ansonsten gilt für den Personalbedarf: Ein Techniker, der mit dem optischen Aufbau der Glasfasertechnik vertraut sein muss für die Funktionskontrollen am Stutzen AET41 auf dem Außengefäß. Möglichst schwindelfrei und auf jeden Fall ohne körperliche Handicaps.
* Ein Labortechniker, der während der Justage der Glasfasern im Spektroskopie-Labor 1.U-110 die Ausleuchtung der Faserbündel kontrolliert / schaltet.
* Eine Person mit Zugangsberechtigung für das PG zum Dirigieren beim Einfädeln des Tauchrohrs



* + **Angenommene zeitliche Verteilung:**
    - Montage 50%, Vermessung 5%, Mechanik 35%, Elektrik 10%
  + **Angenommene Gesamtdauer (in Tagen, 8h/Tag):** …
    - Nach Plan 78 Stunden = etwa 10 Tage.
* Geometrische Genauigkeiten (Welches Bauteil muss mit welcher Genauigkeit (Länge, Position, Winkel, Abstand, Kontur,…) in welchem Referenzsystem (überwiegend W7-X Hallenkoordinatensystem) montiert werden:
  + Tauchrohr: Lochkreisteilung des CF300-Flansches ist genau genug (0-Uhr Positionen) zum Einbau des Tauchrohres in den AEM41.
  + Gitterohr im Tauchflansch: Einbau in vorjustierte Passbolzen / konische Vertiefungen auf der Frontplatte des Tauchrohres. Diese sind per Design / Fertigung des Tauchrohres und Gitterrohres bereits vorhanden, im Labor vorjustiert und können direkt genutzt werden.

Die Sichtlinien des Faserverbundes werden einjustiert auf die beobachtete Licht-Intensitätbei RuDiX Injektorpulsen in den wasserstoffgefüllten Torus, ohne Plasma und ohne Magnetfeld.

|  |  |
| --- | --- |
| **Komponente** | **Beschreibung + Anforderung** |
| K1: | … |
| K2: | … |

* Elektromagnetische Verträglichkeit – (EMV):

***Ausfüllhinweise:***

***Wird die Komponente nach einer geltenden EMV-Norm entwickelt, gefertigt und geprüft?*** *Wenn ja, nach welcher Norm (z.B. EMV1 oder EMV3; dies können auch spezielle Produktnormen von Hersteller-Verbänden sein),* ***wenn nein, bitte unten angeben und Kontakt mit EMV Fachkraft aufnehmen.***

***Kauf von Komponenten:*** *bitte unten angeben und bei Lieferant Normen zusichern lassen (Konformitätserklärung)*

***Eigenentwicklung:*** *Bitte angeben und* ***Kontakt mit EMV Fachkraft aufnehmen,*** *um sicher zu stellen, dass die richtigen EMV-Normen zur Anwendung kommen und die Prüfungen möglichst erfolgreich sein werden (Bedeutung einzelner Prüfschritte für Betrieb an W7-X).*

* + **Nachweis der Störfestigkeit der montierten Komponente gemäß/gegen Normen:** 
    - Irrelevant, da nur Endlagenschalter zu verlöten sind. Es ist lediglich ein Kurzschluss zum PG hin zu vermeiden.
    - Spektrometer und CCD-Kameras: Normen und Anforderungen noch offen, in Absprache mit CoDaC festzulegen (**noch offen**). Da diese Komponenten außerhalb der TH stehen werden und jederzeit zugänglich, gelten evtl. weniger kritische Bedingungen als innerhalb der TH. Idee von DIA und CoDaC: da etwa 20 dieser Kameras beschafft werden müssen, **soll** ein gemeinsames EMV-Konzept für alle erstellt werden.
  + **Nachweis des eigenen Störniveaus unterhalb der Normen:**
    - Irrelevant, die Komponente kann nicht senden.
* Erdung (Forderungen präzisieren bzw. annullieren):
  + - Sicherstellen des Isolationswiderstandes zwischen den Endlagenschaltern und dem PG.
    - Der Tauchflansch ist elektrisch mit dem PG verbunden, ebenso die Wasserkühlleitungen (**noch offen: verlangt jemand Potentialtrenner zur Trennung von Erdungsinseln?**). Vorschlag: Pressluftleitungen durch Kunststoffschläuche erdungstrennen, die Spektrometer sind durch die Quarzfaserkabel ebenfalls perfekt erdungsgetrennt vom PG.

### Montagereihenfolge (funktions- bzw. konstruktionsbedingt vorgegeben)

* Bauteilvorbereitung (diese Arbeiten erfolgen in der Regel nicht in der Torushalle, sind nicht Teil der Fertigung gewesen und müssen unmittelbar vor der eigentlichen Montage noch ausgeführt/ergänzt werden)
  + Zusammenbau Vakuumbarriere im Labor, d.h. Shutter, Tauchrohr, Fenster. Vakuum-Lecktest, MISTRAL-Test, Ausheiztest, mechanischer Test der Shutterbewegung, elektrischer Test der Endlagenschalter. Feststellen Freiheit der Wasserkühlleitungen.
  + Zusammenbau Vakuumbarriere mit Gitterrohr im Labor, Test des Zusammenbauvorgangs und des Faserjustiervorgangs, grobe Vorjustage der Fasern, Funktionstest Pressluftkühlung und WebCam, anschließend Vakuumbarriere und Gitterrohr wieder voneinander trennen, evtl. mechanisch nacharbeiten.
* Probemontage (Ja / Nein, ggf. welche Schritte; alle/welche Komponenten?)
  + Geplant . Einbau des Tauchrohrs mit Vorrichtung in den Stutzen AEM41.
* Vor-/Endmontage (ggf. Forderungen präzisieren bzw. annullieren):
  + Einbau des Passringes in den Stutzen AEM41
  + Einbau der Vakuumbarriere, Anschließen der Pressluft für den Pneumatikzylinder, Test der Shutterbewegung, Verlöten der Endlagenschalter, elektrischer Test der Endlagenschalter.
  + Einbau des Gitterrohrs und Fixierung in den vorjustierten Passbolzen.
  + Einbringen des Maßstabes an den nominellen Beamposition des RuDiX im PG, Beleuchten der Fasern vom Spektrometer her, Justieren der Faserposition im Gitterrohr mittels der vorhandenen Verschiebe-Mechanik, Fixieren der Fasern, Entfernen des Maßstabes.
  + Abschließend Test der Shutterbewegung und Endlagenschalter.
  + Ausbau des Gitterrohres aus dem Tauchrohr, da die Fasern temperaturempfindlich sind und das Ausheizen nicht überstehen, Zwischenlagerung des Gitterrohres auf der Fasertrasse oder der Regalwand an einem geschützten Ort bis zum Wiedereinbau.
  + Zum Ausheizen wahrscheinlich thermische Isolation des Tauchrohr-Endes (zur Halle hin).
  + Sobald Wasserkühlung vorhanden ist: Anschließen der drei Wasserkühlkreisläufe und Durchflusstest /Test der Sensorik.
* Endprüfungen (Ja / Nein, ggf. welche Prüfungen mit welcher Prüfanweisung (Platzhalter im PLM) oder Teilfunktionsprüfungen)
  + Test der Shutterbewegung und Funktion der Endlagenschalter (Sichtprüfung), kein festgelegtes Zeit-Intervall für diese Prüfungen vorgesehen.

### Anforderungen Wartung (Räume, Häufigkeit, Technische Details, Werkzeuge und ggf. Spezialwerkzeuge, die durch AS zur Verfügung zu stellen sind):

|  |  |
| --- | --- |
| **Komponente** | **Große Wartung** |
| **Betrifft nur die K1 und K2 (Gitter-Rohr und Vakuum-Barriere)** | **Wartungsraum (ggf. Raumreservierungsdokument angeben)**  **Raumreservierungsdokument immer noch offen!** Der Raum um den AEM41 ist großer Wartungsraum, in Verlängerung des Stutzens um 2 Meter nach außen, plus Standfläche + Ablagefläche um den Stutzen mit 1 m2 Fläche. Zum evtl. Transport des Tauchrohres aus der TH heraus Standplatz auf der Montagebühne für einen Transportwagen, Länge ca. 2 Meter, Breite ca. 1 Meter. Zur Zwischenlagerung des Gitterrohrs incl. Quarzfasern ein sicherer Ablageplatz auf der Faserkabeltrasse oder der Regalwand oder der RuDiX-Plattform, Länge ca. 2 Meter, Durchmesser ca. 30 cm.  **Häufigkeit der Wartung während des Betriebes:**  Wahrscheinlich nur höchstens jährlich oder seltener.  **Technische Details (Gewicht von zu ersetzenden Bauteilen, Werkzeuge und ggf. Spezialwerkzeuge, die durch AS zur Verfügung zu stellen sind):**   * Gewicht des Tauchrohrs: ~120 kg, Werkzeug: TH-Kran plus Anschlagmittel plus Schutz-Unterlagen, kein Spezialwerkzeug erforderlich; eine Person muss auf Sicht im PG per Sprechfunk dirigieren können, 1 weitere Person auf dem PG am AEM41 sicher stehen (persönliche Schutzausrüstung); 230 V Netzanschluss. |
| **Kleine Wartung** |
| **Wartungsraum (ggf. Raumreservierungsdokument angeben)**  **Raumreservierungsdokument immer noch offen!** Ca. 1 m2 Standfläche sowie Ablagefläche neben dem AEM41 für 1 Techniker.  **Häufigkeit der Wartung während des Betriebes:**  Etwa alle 4 Wochen.  **Technische Details (Gewicht von zu ersetzenden Bauteilen, Werkzeuge und ggf. Spezialwerkzeuge, die durch AS zur Verfügung zu stellen sind):**   * Sichtprüfung aller Komponenten, nur Standard-Werkzeug, evtl. Austausch von Kleinteilen bis max. 5 kg. 230 V Netzanschluss. |
|  |  |

## Integration/Einbau

Kapitel gestrichen

# Nebeneffekte

## Mögliche Nebeneffekte

1. Das Belastungsvermögen der ITO-Beschichtung auf dem Saphirfenster unter hoher Last wurde in der MISTRAL getestet. Es konnte gezeigt werden, dass die ITO-Schicht auch die hohen zu erwartenden Leistungsflüsse dauerhaft übersteht. Das Blockungsvermögen konnte jedoch hierbei nicht quantitativ gemessen werden, so dass nicht vorhergesagt werden kann, wieviel Rest-Streustrahlung der ECRH den Torus verlassen kann.

Ein Test wäre durchzuführen, der in einer relevanten Testanordnung den erwartbaren Störpegel und damit die Einordnung von Diagnostiken in die EMV Klassen ermöglicht. Für den Fall eines Versagens der ITO-Schicht bei längerfristigem Experimentbetrieb (Alterung) muss ein metallisches Micro-Mesh verwendet werden. In Frage kommende Meshes sind bereits vorhanden, diese blocken aber viel Nutzlicht ab und sind größtenteils auch noch nicht in der MISTRAL getestet.

1. Die CXRS selbst verursacht keine elektromagnetischen Störungen, und sie wird ausschließlich über die zentrale Steuerung betrieben. Der Bauraumbedarf wird permanent abgeklärt (s. Kapitel Komponenten und Lebenslaufdokument 1-GDL30SR082-T0000). Die Bodenlast ist bei der Montage minimal (max. 100 kg/m2) bzw. am Kran, Montagetool oder dem Flansch AEM41 abgelastet.
2. Ist für den möglichen Fehlerfall an der Medienversorgung ( Druckluft und 3x Kühlwasser-KL ) vorgesehen, diese z.B. per Magnetventil aus der Steuerungswarte schließen zu können. Eine Notschließung der Medienversorgung ist aus Sicht der Komponente nicht unbedingt zwingend (s. 2.1).

Im Fall eines Lecks am Balg der Shuttereinheit ist geplant, eine lokale Vakuumkammer konstruieren zu lassen, die den Balg komplett umschließt und so vakuumtechnisch abschließt. In der Abteilung AS (Vakuumgruppe) sind bereits Erfahrungen hierzu vorhanden, die im Rahmen lokaler Lecktests während der Spulentests in Saclay gewonnen wurden. Allerdings wird hierzu der Shutter mechanisch in einer festen Position verriegelt.

Ausheizen des W7-X Plasmagefäßes: Zur Herstellung vakuumtechnisch sauberer Oberflächen wird das PG bei 150 °C vor Betrieb ausgeheizt und abgepumpt. Auch das Tauchrohr, Fenster und Shutter sollen dabei heiß werden, um ein lokales Auskondensieren der Störstoffe (hauptsächlich Wasser) zu verhindern. Noch existiert kein Konzept für den KKL für die drei Wasserkreisläufe, insbesondere für OP1 und im Hinblick auf den zu erwartenden Prüfdruck von 40 bar. Abteilung EN wurde trotzdem vorab beauftragt, mögliche Lösungen rechnerisch zu simulieren, (das Resultat steht noch aus) insbesondere zu der Frage wie gut das Tauchrohr, Shutter und Fenster temperiert werden können nur durch Strahlung und Wärmeleitung.

Mögliche Optionen zur Verbesserung sind: zusätzliche elektrische Heizung der Flanschkörper sowie thermische Isolation zur Verhinderung von Luftkonvektion während des Ausheizens. Auch diese Konzepte müssen noch abgeklärt werden (Abteilung TD?).

Die Abteilung EN hat jetzt die Situation numerisch simuliert (1-QSC-T0004) und findet, dass auch ein Tauchrohr ohne aktive Wasserheizung auf über 145 °C innerhalb von 72 Stunden erwärmt wird, wenn das PG ausgeheizt wird und am Stutzendom eine Heizung anliegt. Voraussetzung ist allerdings das Unterbinden von Konvektionsströmungen der Luft innerhalb des Tauchrohres, d.h. das luftseitige Ende des Tauchrohres muss per Abdeckhaube geschützt werden. Dieses Szenario wird von EN als befriedigend erachtet, am das Ausheizen aller Komponenten innerhalb des Stutzens unter Vakuum zu gewährleisten.

# Randbedingungen

## Personenschutz

1. Von allen verwendeten Komponenten der CXRS geht keine Personengefährdung aus, abgesehen von Steuerspannungen (24 V?) und Messsignalen.
2. Es wird nach bisheriger Planung ein Justierlaser an der Ionenquelle des RuDiX verwendet. Leider liefern die russischen Kollegen doch keinen solchen Justierlaser mit aus. Trotzdem kann an verschiedenen Stellen ein Justierlaser < 1 mW als Justagehilfe zum Einsatz kommen.
3. Generell wird davon ausgegangen, dass alle nicht projekt-spezifischen, allgemeinen Sicherheits- und Arbeitsvorschriften eingehalten werden. Projekt-spezifische Gefährdungen sind in der Sicherheitsanalyse 1-QSC-T0000 (Tabelle der Gefahrengruppen in 3.1) beschrieben.

## Systemsicherheit

Sicherheitsrelevant ist der Ausfall der Wasserkühlung und damit ein Kriterium für einen Experimentabbruch (Sicherheitsrelevanz nach 1-NBF-T4011 bzw. 1.QSC-T0000.0 Kap. 3.3 bis 4.2). Den Angaben in 1-QSC-T0000 fehlt aber der Umfang des Signalaustauschs mit der Zentralen Sicherheitssteuerung, da dem PV das Konzept zum Signalaustausch mit der zentralen Sicherheits-Steuerung nicht bekannt ist.

Sicherheitsrelevant ist ebenso ein Wasserleck und Lufteinbruch in das Zwischenvakuum des Saphirfensters (K2). Für beide Fälle fehlt ein Absperrkonzept bei Wasserleck und bei Lufteinbruch in das Zwischenvakuum des Saphirfensters (K2).

## Relevante Spezifikationen und Technische Richtlinien für Integration des Projektes

1-NBT-T0007 TR Verlegung von Kabeln und Leitungen am W7-X

1-NBT-T0010 TR - Einsatz von Materialien u. Verwendung von magnetisierbaren Werkstoffen

1.NBT-T0013 TR Einsatz und Verarbeitung von austenitischem Stahl und Rohrmaterial

1-NBT-T0015 Technische Richtlinie zur Dokumentation der Materialzusammensetzung und

Einhaltung der behördlichen Auflagen bezüglich des Kobaltgehalts der W7-X Maschine

1-NBT-T0016 TR Materialien für periphere Installation

1-NBT-T0017 TR Erdung und Netzanschluss DT Erde

Spezifikationen zum Projekt selbst können sinnvoll erst erstellt werden, wenn das Design vor allem des Tauchrohres und der unmittelbar damit gekoppelten Komponenten beendet ist (WBS-Termin: Jan. 2012 in 1-QSC-P1000), und müssen dann mit der Abteilung AS angestoßen werden.

## Zuverlässigkeit

1. Interface Vakuum zu Luft: Aufrechterhaltung des W7-X Hauptvakuums, Gefahr der Leckage an der CF-Dichtung des AEM41 Flansches, muss vor Verkippung während der Montage geschützt werden. Die CF-Dichtschneiden sind mechanisch empfindlich und müssen ebenfalls permanent ausreichend gegen Gewalteinwirkung geschützt sein. Eine Reparatur einer zerstörten Dichtschneide ist kaum möglich!
2. Wasserkühlung Front Tauchrohr: Die Wasserkühlung muss auf Durchfluss kontrolliert werden, um einen Ausfall sofort zu bemerken. Die Temperaturmessung allein reicht hierfür nicht aus.
3. Druckluftkühlung: Der Druckluftdruck muss überwacht werden; diese Maßnahme reicht aus. Ein Ausfall der Druckluftkühlung hat keine kurzfristigen Auswirkungen, muss aber im Rahmen der kleinen Wartung behoben werden. Kurzfristig heißt, dass bis etwa 5 Minuten Plasmabetriebslänge die Druckluftkühlung aus bleiben kann, im Rahmen einer längeren Entladung (oder in Vorbereitung einer solchen) soll aber Druckluftkühlung vorhanden sein.
4. Shutterantrieb Pneumatik: Der Druckluftdruck muss überwacht werden. Ein Ausfall kann bei einer kleinen Wartung bemerkt/behoben werden. Ein Risiko geht vom Faltenbalg an der Shutterstange aus. Bei Undichtigkeit droht eine Leckage am W7-X Torusvakuum. Dieser Balg muss deshalb vorab einen Test durchlaufen. Bei Montage ist der Balg unbedingt vor mechanischer Gewalteinwirkung zu schützen.
5. Isoliervakuum Saphirfenster: Wichtig zum Schutz des W7-X Vakuums. Ein Versagen ist kurzfristig irrelevant, muss aber trotzdem so schnell wie möglich im Rahmen einer kleinen Wartung behoben werden. Hier können die Parameter angesetzt werden, die für die Festlegung des gesamten Zwischenvakuumsystems (siehe P034) Anwendung finden werden (noch im Detail in P034 zu definieren).
6. Temperaturmessung am Kühlwasser: Wichtig zur Überwachung der thermischen Belastung des Tauchrohres. Ein Versagen ist kurzfristig irrelevant, muss aber trotzdem so schnell wie möglich im Rahmen einer kleinen Wartung behoben werden.
7. Durchführung Quarzfasern: Fasern sind mechanisch empfindlich und zu schützen vor zu hohem Druck/Knicken/Zug. Getrennte Verlegung weg von schweren Kabeln ist notwendig.
8. Saphirfenster: Zerbrechliches Schauglas direkt ins Plasma. Muss unbedingt vor mechanischer Gewalteinwirkung geschützt werden.

## Herstellung

Da das Design noch nicht fertiggestellt ist, sind hierüber noch keine Informationen verfügbar. Die vorläufigen Modelle sind unter 1-qsc00—a, 1-qem41sc—a abgelegt.

Die Fertigung des Tauchrohres 1-qem41—a ist heute (3.7.2013) abgeschlossen, die fertigende Fa. Trinos in Göttingen hat damit den Werkstest erfolgreich durchlaufen, in den nächsten Tagen erwarte ich die fertige Dokumentation, die Lieferung könnte bis Mitte Juli 2013 erfolgen.

## Andere Randbedingungen

Keine bekannt.

# Geplante Entwicklung und wichtige Meilensteine

## Wichtige Entwicklungsaufgaben

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kurze Beschreibung** | **Ziel des Vorgangs** | **Geplantes Ende (Bedarfstermin)** |
| Lecktest und Ausheiztest Tauchrohr + Saphirfenster | Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit und Leckrate des Tauchrohres mit Saphirfenster und Shutter | Ende 2013 |
| Mechanischer Test Shutter + Balg mit anschließendem Vakuumtest | Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit der Shuttermechanik + Balg | 28.09.2011, erledigt |
| MISTRAL-Test Saphir-Fenster | Sicherstellen der Belastbarkeit des Saphirfensters mit der ITO-Schicht | 9. 2011, erledigt |
|  |  |  |
|  |  |  |

## Wichtige Meilensteine

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kurze Beschreibung** | **Ziel des Vorgangs** | **Geplantes Ende (Bedarfstermin)** |
| Ende Design Tauchrohr, Saphirfenster, Shutter | Fertiges Design Tauchrohr plus Anbauten | 03.12.2012, erledigt |
| Ende Design Optik und Gitterrohr | Fertiges Design Optik und Gitterrohr | 25.01.2014 |
| Ende Fertigungszeichnungen für Tauchrohr und Optik | Abgeschlossene Fertigungszeichnungen für alle mechanischen Teile | 20.03.2014 |
| MISTRAL-Test ITO-Schicht | Sicherstellen der Belastbarkeit der ITO-Schicht | 30.06.2011, erledigt |
| Ende Fertigung Tauchrohr | Mechanische + optische Komponenten sind fertig | 15.07.2013 |
| Ende Fertigung Gitterrohr | Mechanische + optische Komponenten sind fertig | 30.05.2014 |
| Fertigstellung Kontrollelektronik | Fertige Steuerung + elektron. Kontrolle | 15.06.2014 |
| Montagebeginn Tauchrohr | Beginn Einbau des Tauchrohrs mit allen Anbauten | 03.04.2014 |
| Montage-Ende Tauchrohr | Ende Einbau des Tauchrohrs mit allen Anbauten | 30.05.2014 |

## Auszug ToDo-Liste

Diese Liste enthält die offenen Punkte dieser Projektspezifikation im Überblick.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Todo# | ToDo | **Bearbeiter** | **Termin** | **Status (nur Zellauswahl nutzen)** | **Kommentar** |
| 82\_1 | Klärung des Mistarltest (1) | Baldzuhn |  | abgeschlossen |  |
| 82\_2 | Erdung Zwischenvakuumsystem (3.4.1) festlegen |  |  |  | Das muss von der Vakuumgruppe / Erdungsgruppe definiert werden. |
| 82\_3 | Festlegung Verlauf der Lichtleitfasern (3.5.1) | Baldzuhn |  | abgeschlossen |  |
| 82\_4 | Abstimmung Kameradaten nach CoDaC (3.6.2) | Baldzuhn | Dez 14 | in arbeit |  |
| 82\_5 | Freigabe aller Referenzpapiere (4) | Baldzuhn |  | in arbeit | Je nach Bedarf |
| 82\_6 | Festlegung Fasertyp (4.2.2) und Klärung aller anderen offenen Designpunkte | Baldzuhn | Jun 14 | in arbeit |  |
| 82\_7 | Ausfallsichere Wasserkühlung shutter sicherstellen (4.3.2) | Baldzuhn | Jun 15 | in arbeit | Muss durch TD gewährleistet werden |
| 82\_8 | Planung von Wasserkühlung und Druckluftversorgung (4.3.3) | Baldzuhn | Jun 15 | in arbeit |  |
| 82\_9 | Planung Signal- und Steuerkabel (4.5.3) | Baldzuhn |  | abgeschlossen | Eingetragen in Kabeldatenbank |
| 82\_10 | Klärung Typ CCD-Kamera und Datenerfassung (4.6.2) | Baldzuhn | Jun 14 | in arbeit | Benötigt Zuarbeit von CoDaC |
| 82\_11 | Erstellung fehlender Schnittstellenpapiere (5) | Baldzuhn | Dez 13 | in arbeit |  |
| 82\_12 | Klärung der Druckverhältnisse in den Kühlkreisläufen, besonders beim Ausheizen (5.1.2) | Baldzuhn |  | abgeschlossen | 40 bar Druckfestigkeit spezifiziert und am Tauchrohr verwirklicht |
| 82\_13 | Entwurf Krantool (5.2) | Baldzuhn | offen | in arbeit | Von AS zu definieren |
| 82\_14 | Erstellung aller Montage-Unterlagen (QAAP, AA, PA, 5.2) | Baldzuhn | offen | in arbeit | Von AS zu erstellen |
| 82\_15 | Erstellung EMV-Konzept für die Kameras (5.2) | Baldzuhn | offen | in arbeit | Von einem EMV-Experten zu erstellen |
| 82\_16 | Raumreservierung Wartung (5.2.5) | Baldzuhn | offen | in arbeit | IN der PS sind "meine" Forderungen definiert, jetzt muss DC-TH die Modelle umsetzen: Raumreservierungsdokument immer noch offen! |
| 82\_17 | Klärung Systemsicherheit (7.2) | Baldzuhn | offen | in arbeit | Hier fehlt mir die Zuarbeit von CoDaC /zentrale Maschinensteuerung |
| 82\_18 | Update Meilensteine (8) | Baldzuhn |  | in arbeit |  |

# Inbetriebnahme der Anlagen in der Torushalle (NEU)

**ACHTUNG DIESES NEUE KAPITEL 9 soll Kapitel 10. „Inbetriebnahme“ ersetzen)**

## Allgemeine Sicherheit

* Welche besonderen technischen Risiken sind bei der Inbetriebnahme der Komponenten oder des Projektes zu beachten (elektrische - Kurzschluss, Überspannung, mechanisch – Schweißnähte, steuerungstechnisch – Medienabstimmung, Datenvolumina, Datenflüsse)?
  + Sicherstellung der Vakuum-Dichtigkeit nach Installation des Tauchrohres mit Fenster am Stutzen AEM41 (Risiko Vakuum-Leck des W7-X).

* Ist dieses System ein Betriebssicherheitssystem? (JA oder NEIN):
  + Nein

## Inbetriebnahmevorbereitung der Komponenten (über montagevorbereitende Maßnahmen hinaus) und Randbedingungen

* Allgemeines
  + Für OP1 werden die Wasserkühlleitungen noch nicht angeschlossen (statt dessen offenlassen), erst ab OP2.
  + Zur Inbetriebnahme müssen die Spektrometer und CCD-Kameras, sowie die Datenerfassung vorbereitet werden (**CoDaC; Zeitplanung noch offen**).
  + Sicherheitsrelevante Abnahmeprüfungen sind aus heutiger Sicht zum Start der Inbetriebnahme nicht erforderlich.
  + **Noch offen ob dies möglich ist:** Falls möglich, sollen die Sichtlinien der Quarzfasern während der Inbetriebnahme auf den Strahlengang des RuDiX-Injektors optimiert einjustiert werden. Dazu werden kurze NI-Pulse (10 msec) in den Torus geschossen, dieser wird mit etwa < 0,1 mbar H2-Gas gefüllt (d.h. der Torus muss bereits abgepumpt worden sein). Auf den Spektrometern wird die Lichtintensität ausgewertet, um dann Schuss-für-Schuss über die Faser-Verkippeinheit die Lichtausbeute zu optimieren. Dieser Schritt muss parallel zur Inbetriebnahme des Diagnostikinjektors ablaufen (Projekt 28).
* Erdung (bitte nur JA oder NEIN wählen)

1. Ist es eine passive Komponente (kein Elektroanschluß, z. B. EG-Plattform)?  
   **Ja**  (Prüfung der niederohmigen Erdverbindung im Zuge der Erstinbetriebnahme).
2. Befindet sich die Komponente auf der DT-Erde?  
   **Ja**  zumindest K1 und K2.

**Nein**  zumindest K4 und K5.

1. Können die Erdverbindungen im spannungslosen Zustand geöffnet werden?  
   **Ja**  (Prüfen des Isolationswiderstandes im Zuge der Erstinbetriebnahme (>10MΩ bei

50VDC gegenüber Gebäudeerde)) für K4 und K5

* Reinigungen:
  + Sichtprüfung des Saphirfenster auf Sauberkeit, evtl. mit Pressluft sauberblasen
* Spezialwerkzeuge, Messausrüstung, Dummies, Sondermateralien, spezielle Schweißtechnik zur Inbetriebnahme, die vom RO geliefert werden:
  + Spezialausrüstung beschafft der RO
  + Zur Sichtlinienjustage muss der Torus abgepumpt worden sein und der RuDiX einsatzbereit bzw. in der Inbetriebnahmephase.
* Spezialwerkzeuge, Messausrüstung, Dummies Sondermateralien, spezielle Schweißtechnik zur Inbetriebnahme, **die vorhanden sein müssen**:
  + Keine
* Wesentliche zusätzlichen Komponententeile zur Inbetriebnahme; spezielle Lagerbedingungen dafür
  + Keine
* Welche Spezialtechnologie durch dritte Partner (außerhalb IPP) wird bereit gestellt?
  + Keine
* Welche speziellen Sicherheitseinrichtungen sind nötig?
  + PSA gegen Absturz bei Arbeiten auf dem PG
* Vorliegende Dokumente zur Inbetriebnahme (bitte KKS-Nrn. und ggf. weitere Dokumente bitte ergänzen bzw. reservieren):
  + Inbetriebnahme-QAAP, zusammen mit AS zu erstellen
  + Anweisungen für Prüfungen, hier nur Sichtprüfungen
  + Aufstellungsplan
  + Abnahmeprotokoll Montage
  + Dokumente wie bereits unter 5.2 angegeben
  + Gefahrenanalyse gemäß Formatvorlage: **offen** ***(Hinweis: Formatvorlage für Gefahrenanalyse bei der Inbetriebnahme muss noch erstellt werden)***
  + …

## Voraussetzungen zur Inbetriebnahme

* Besondere Zugangsanforderungen; Bauhöhen (Hinweis: ausgehend von EG Plattform)
  + Zugangsmöglichkeit für 1 Techniker zum AEM41 (Leiter?) sowie Sicherungsmöglichkeit gegen Absturz
  + Zugangsmöglichkeit zum RuDiX während der Faser-Justierung
* Welche zusätzlichen (temporären) Medienanschlüsse müssen vorhanden sein: ***(Hinweis: gemeint sind zusätzlich nur für die Inbetriebnahme zu installierende Rohre oder Kabel, die Medien selbst sind ggf. erst unmittelbar zur Inbetriebnahme verfügbar)***
  + Bitte in folgender Tabelle zwischen JA oder NEIN wählen:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Versorgungsmedien** | **K1** | **K2** | **K3** | **K4** | **K5** |
| *Wasser* | *Nein* | *Nein* | *Nein* | *Nein* | *Nein* |
| *Druckluft* | *Nein* | *Nein* | *Nein* | *Nein* | *Nein* |
| *Gase* | *Nein* | *Nein* | *Nein* | *Nein* | *Nein* |
| *Spannungsversorgung 230V* | *Ja* | *Ja* | *Nein* | *Nein* | *Nein* |
| *…* |  |  |  |  |  |

## Inbetriebnahmearbeiten

* Welche Art von Inbetriebnahmeressourcen sind notwendig (nur Ressourcenangabe notwendig, Reihenfolge wird in Abschnitt 9.5 abgefragt)
  + 1 Labortechniker zur Sichtkontrolle der Shutterfunktion und Druckluftkühlung, Testbeleuchtung der Quarzfasern, Sichtkontrolle der WebCam, Ein-und Ausbau des Gitterrohrs zu 10% der Inbetriebnahmezeit. Die restlichen 90% sind Aufbau und Justage der Spektrometer/CCDs außerhalb der TH.
  + Zur Faserjustage: Betrieb des RuDiX
* Angenommene Zeitdauer der Inbetriebnahme (bitte in Stunden oder Tagen; 8h/Tag angeben, ggf. %-Satz der erwarteten Unterbrechungen:
  + Ca. 8 Std/Tag für insgesamt 30 Tage

## Reihenfolge der Inbetriebnahme bzw. Ablaufplan (funktions-, organisations- bzw. konstruktionsbedingt vorgegeben)

* Können diese Arbeiten aus technischer und funktionaler Sicht vor Abschluss der Montage (d.h. vor August 2014) vorgezogen werden?
  + Vorgezogen werden soll die nur Montage der Vakuumbarriere, aber hier sind keine Inbetriebnahmearbeiten zu erwarten (vorerst).
* Phasen der Inbetriebnahme in Phasen ohne Vakuum und Phasen mit Vakuum teilen (wenn bereits möglich)
  + Zustand Plasmagefäß zur Inbetriebnahme der Komponente allein:
    - PG muss begehbar sein? nein
    - PG muss belüftet, aber nicht begehbar sein? nein
    - PG muss evakuiert sein? nein
    - Ggf. Sonderbedingungen: Keine
  + Zustand Plasmagefäß zur Inbetriebnahme – Optimierung der Faserjustage:
    - PG muss evakuiert sein? ja
    - Ggf. Sonderbedingungen: H2-Füllung des Torus mit etwa < 0,1 mbar, Inbetriebnahme des RuDiX (Beam muss verfügbar sein)
* Reihenfolge der Inbetriebnahme bzw. Ablaufplan einschl. abgeschätzter Zeitaufwände
  + Zuerst Inbetriebnahme der CXRS-Komponente allein
  + Danach Optimierung der Faserjustage

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Komponente** | **Beschreibung + Anforderung** | **Schätzung Zeitaufwand (in % der Inbetriebnahmezeit** | **PG evakuiert / belüftet / begehbar / Sonderbedingung (Gas etc.)** |
| **K1 + K2:** | Sichtkontrolle Shutterbewegung und Druckluftkühlung, Funktion Webcam | ca. 10% (der Inbetriebnahmezeit) | belüftet |
|  | Optimierung der Faserjustage im RuDiX-Beam | ca. 90% | Abgepumpt und mit etwa < 0,1 mbar H2-Füllung |
|  |  |  |  |
| **K4 + K5:** | Funktion WebCam, Funktion Quarzfasern, Inbetriebnahme Spektrometer + CCDs außerhalb der TH, | ca. 90% | Für die Optimierung der Faserjustage mit etwa < 0,1 mbar H2 |

* Prüfung der Systemzuverlässigkeiten für Komponenten oder Bauteile (auch für Funktionen, die erst in OP2 benötigt werden – wenn Prüfung durchführbar)
  + Hydraulischer Durchlass der drei Wasserkühl-Leitungen
  + Pressluftkühlung
  + Funktion Shutterantrieb und Endlagenschalter
  + Funktion WebCam, Wassertemperatur- und Durchflussmessung
  + Lichtdurchlass der Quarzfasern
* Welcher Bedarf für Zugang zur Torushalle besteht? Bitte Besonderheiten darstellen.
  + Während der Inbetriebnahmephase der CXRS-Komponente ständig

## Welche Werte sollen in der Inbetriebnahme erreicht/bestimmt werden?

* Welche Parameterwerte sollen erreicht werden? ***(Hinweis: Diese Werte werden im Inbetriebnahme-QAAP als Ergebniswerte dokumentiert).***
  + Sichtprüfung Shutterantrieb ok.
  + Sichtprüfungen WebCam, Pressluftkühlung, optischer Durchlass der Quarzfasern ok.
  + Hydraulische Durchlassprüfung Wasserkühlungen ok.,
  + Elektrische Funktion Endlagenschalter, Wassersensoren ok.
* Welche speziellen Sicherheits- und Funktionsprüfungen sind vorgesehen (sofern das von den vorigen Antworten unterschieden werden muss)?
  + Optimierung der Faserjustage 🡺 Beamsignal wird wahrgenommen, die Lichtausbeute wurde maximiert

## Inbetriebnahme, Wechselwirkungen mit anderen Systemen

* Sicherheitsrelevant: Sind Abschaltungen von Medien für die Dauer der Inbetriebnahme notwendig? Wenn ja, welche und wie lange?
  + Keine bekannt
* Funktionale Wechselwirkungen mit anderen Systemen (andere Systeme liefern Vorgaben zu dieser Inbetriebnahme oder andere Systeme benötigen Vorgaben aus dieser Inbetriebnahme):
  + Zur Optimierung der Faserjustierung muss der Diagnostikinjektor zumindest rudimentär funktionieren und kurze Pulse in den Torus liefern können. Zudem muss bereits Torusvakuum gezogen worden sein.
  + Für die Komponenten K4 und K5 außerhalb der TH gilt generell: Die Inbetriebnahme dieser Komponente erfolgt parallel und völlig unabhängig von allen Inbetriebnahmen in der Torushalle. Diese Komponenten befinden sich entweder im Spektroskopielabor 1.U-110 oder in der WEGA-Halle. Zur Inbetriebnahme dieser Komponenten werden noch (sehr teure, Stückpreis etwa 50.000 Euro) CCD-Kameras zu beschaffen sein sowie die Quarzfaserkabel. **Anschaffungszeitpunkt noch offen**.
  + Bei der Inbetriebnahme der gesamten CXRS-Diagnostik in der TH werden die Quarzfasern vom Spektroskopielabor / WEGA-Halle aus beleuchtet um die Justierung der Optik im Tauchrohr AEM41 auf den Neutralstrahl machen zu können
* Welche anderen Projekte müssen zeitgleich in Betrieb genommen werden (zusätzlich zu den Angaben in 9.2):
  + CoDaC
* Welche anderen Arbeiten sind nicht gleichzeitig mit dieser Inbetriebnahme zulässig (ggf. bis wohin):
  + Keine bekannt

## Leistungslauf

* Ist ein Selbst-Test und Probebetrieb mit CoDaC, d.h. eine Leistungsfahrt erforderlich (ja/nein)? Ggf. Details ergänzen (Zusatzinfo: Dauer, Ergebniswerte, Abschlussdokumentation)
  + Nicht erforderlich

Anmerkung: Das „alte“ Kapitel 10 wurde gestrichen.

# Zusatzfragen Betrieb

## Zugang zur TH, Anforderungen, Randbedingungen

Welche Arbeiten aus Kapitel 10 wiederholen sich (periodisch) während des Betriebes von W7-X?

Wiederholt wird (unperiodisch) die Kontrolle der Shutterbewegung und Freiheit + Sauberkeit des Vakuumfensters, Zeitabstand etwa 4-8 Wochen. Wiederholt werden muss die Ausrichtung der Optik auf den Neutralstrahl, wenn das komplette Tauchrohr ausgebaut wurde oder der Neutralstrahlinjektor RuDiX, Zeitabstand vielleicht 3 Jahre oder seltener.

Welche weiteren Anforderungen gibt es?

Keine bekannt.

Welche Wartungsaufgaben, Inspektionen, Kalibrierintervalle, etc. bestehen zwischen Abschluss der Inbetriebnahme der Komponente und dem Beginn des W7-X Betriebes?

Anfangs regelmäßig (wöchentlich), später nur noch sporadisch (alle 4-8 Wochen oder seltener) Sichtprüfungen der Shutterbewegung, Freiheit + Sauberkeit des Vakuumfensters, Integrität der Quarzfasern.

## Wartungszeitplan / Prüfplan

Welche Ergänzungen aus Kap. 7 (Wartung und Instandhaltung?) ergeben sich)

Keine.

Randbedingungen zur Wartung (PV geöffnet, Magnetfeld aus, …)

Personenzugang zur TH, Vorhandensein von Druckluft, Zugang zum Außengefäß W7-X und Stutzen AEM41. Nur wenn auch die Optik neu auf den Neutralstrahl ausgerichtet werden muss, wird auch die Zugänglichkeit des PG erforderlich.

Zuordnung große / kleine Wartung: Liste der bekannten Wartungsarbeiten, deren Frequenz, Aufgaben, Manpower, Gewerke

Kleine Wartung: Sichtkontrolle der Shutterbewegung, Freiheit und Sauberkeit der Optik und des Vakuumfensters, anfangs wöchentlich, später alle 4-8 Wochen. Aufgabe für 1 Techniker, Dauer ca. 30 Minuten.

Große Wartung: Wie kleine Wartung, zusätzlich Ausbau des Gitterrohres und Kontrolle der Optik und der Quarzfasern. Nach Kontrolle wieder Einbau des Gitterrohres. Durchführung etwa einmal jährlich, später auch seltener. Aufgabe für 2 Techniker, Dauer etwa 8 Stunden.

Wenn Personen-Zugänglichkeit des PG vorhanden ist, könnte für die große Wartung auch die Transmission des Saphirfensters gemessen werden. Dazu wird das Saphirfenster ausgebaut und im Labor vermessen bzw. bei Bedarf ausgetauscht. Aufgabe für 2 Techniker sowie 1 Person innerhalb des PG, Zeitbedarf jeweils für Ein- und Ausbau 8 Stunden. Die Transmissionsmessung im Labor sowie das Ersetzen des Fensters dauert etwa 8 Stunden, Aufgabe für 1 Labortechniker.

**Tabelle 10.3 Hauptphasen des Inbetriebnahme Zeitplanes Zusätzliche Versorgungsmedien bei Inbetriebnahme des Projektes**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **K1** | **Frequenz** | **Aufgaben** | **Manpower** | **Gewerke** | **Sonstiges** |
|  |  |  |  |  |  |
| **K2** | **Frequenz** | **Aufgaben** | **Manpower** | **Gewerke** | **Sonstiges** |
|  |  |  |  |  |  |

Benötigte Materialien (Ersatzteile, Dichtungen, Schrauben, Mutter etc…)

Helicoflex-Dichtungen 1 Satz bestehend aus: 1 Stück Gasket HNV200, Dia 4,9 mm, 107,0 x 116,8 mm, outer lining Aluminium, inner lining Inconel 600, spring Inconel. Und 2 Stück Gaskets HNV290, PM (4,8/4,9), outer lining Aluminium, inner lining Inconel 600, spring Inconel

Kupfer-Gewebeband der Fa. WestADraht, 12120 Berlin, Cu-Band CU-B 10, KW 15/07 sowie Cu-Band CU-B 16, KW 04/09, jeweils 2 Meter

CF-Dichtungen Sondergrößen CF50, CF125

CF-Dichtungen Standardgrößen CF64, CF100, CF300

1-2 Saphirscheiben laut Kap. 4.3.2, evtl. 1-2 Quarzscheiben gleicher Abmessung Suprasil II

1 Stück Pneumatik-Zylinder Fa. FESTO GmbH, Kurzhubzylinder ADVC-32-25-A-P-188223

1 Stück Membranbalg der Fa. Metallic Flex GmbH, 34317 Habichtswald, Typ 51/76/0,13/316L, Länge = 73 – 98,2, Permeabilität < 1,01, incl. Materialzeugnis 3.1

4 Stück Endlagenschalter (Mikrotaster) Typ 10(4) / 400 – 10E3

Für welche Komponenten (Bauteile) ist eine ständige Lagerhaltung vorzusehen?

Für die oben beschriebenen „Benötigten Materialien“, ansonsten für Standard-Normteile und Standard CF-Dichtringe aus Cu

***Sicherheitsrelevant:*** Welche sicherheitsrelevanten Prüfungen sind erforderlich? (Die Prüfintervalle ergeben sich aus der Sicherheitsanalyse und aus den Herstellerangaben der Komponentenbestandteile.)

Keine bekannt.

## Zusatzfragen zu Schieber/Shutter

Bitte legen Sie in Abhängigkeit von den „Eigenen Betriebszuständen (lt. Kap 2) die Stellung der Shutter (Strahlung) und Schieber (Vakuum) dieses Projektes fest. Wenn diese Information noch nicht vorliegt, bitte mit „zu klären“ kennzeichnen.

**Tabelle 10.4 Festlegung der Schieber- bzw. Shutterstellung der Komponenten des Projektes**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Komponente** | **Schieber / Shutter** | **EBZ** | **Stellung** |
| K2: Tauchrohr mit Saphirfenster, Shutter | Shutter | EBZ 1-5 | Zu |
| K2: Tauchrohr mit Saphirfenster, Shutter | Shutter | EBZ 6,7 | Auf |

### Zusatzfragen Vakuumschieber:

1. Angabe der Anzahl der verwendeten Schieber

Keine Schieber im Einsatz.

1. Angabe der verwendeten Schiebertypen: Typ (z.B. VAT XXX) oder noch nicht festgelegt:
2. Angabe des Einbauortes der verwendeten Schieber (Stutzenbezeichnung),
3. Angabe der Hauptparameter des Schiebers (Geometrie, Pneumatik,…)
4. Angabe der sicheren Stellung für das Ansteuer-Pneumatikventil des Schiebers: bistabil, geschlossen oder drucklos,
5. Art der Stellungsrückmeldung der Position offen und geschlossen,
6. Anforderung an die Öffnungs- und Schließzeiten sowie Reaktionszeiten
7. Notwendigkeit der mechanischen Sicherung des Schiebers aus Gründen der Personensicherheit.
8. Werden Sonden durch die Schieberöffnung eingefahren oder gibt es andere Gründe, den Schieber in der offen-Stellung zu verriegeln (z.B. Laserstrahl, Mikrowellen, Neutralteilchenstrahl, Pellets, …)?
9. Wird die Zugriffshoheit auf den Schieber mit anderen Projekten geteilt (z.B. mehrere Diagnostiken verwenden den gleichen Schieber in einem Port)?
10. Angabe der Zustände, die ein Öffnen und Schließen des Schiebers aus Sicht des Projektes (einer Komponente) auslösen sollen,
11. Angabe der Verriegelungsgründe für das Offenhalten (Offenverriegelung) oder für das Schließen (Schließverriegelung) eines Schiebers,

### Zusatzfragen Shutter (Verschlussklappen):

1. Angabe der Anzahl der verwendeten Shutter

1 Stück

1. Angabe der verwendeten Shuttertypen

Eigenbau wassergekühlter Edelstahlshutter

1. Angabe des Einbauortes der verwendeten Shutter (Stutzenbezeichnung),

AEM41

1. Angabe der Hauptparameter der Shutter (Geometrie, Pneumatik,…)

Pneumatik-getriebener Shutter mit Durchmesser 90 mm, Dicke etwa 15 mm, s. Modell 1-qsc00bw102b—p, intern wassergekühlt.

1. Angabe der Vorrangstellung (Sichere Stellung) für das Ansteuer-Pneumatikventil der Shutter (geschlossen, geöffnet, bistabil oder drucklos)

Normal geschlossen, Ansteuerung bistabil.

1. Art der Stellungsrückmeldung der Position: offen und geschlossen

Rückmeldung beider Positionen per Endlagenschalter, doppelt ausgelegt aus Redundanzgründen.

1. Anforderung an die Öffnungs- und Schließzeiten sowie Reaktionszeiten,

Öffnungs / Schließzeit 5-10 Sekunden

1. Notwendigkeit der mechanischen Sicherung der Shutter aus Gründen der Personensicherheit,

Keine Notwendigkeit

1. Werden Sonden durch die Shutteröffnung eingefahren oder gibt es andere Gründe, den Schieber in der offen-Stellung zu verriegeln z.B. Laserstrahl, Mikrowellen, Neutralteilchenstrahl, Pellets, …?

Keine Offen-Verriegelung vorgesehen bis auf Fall 12 (s.u.).

1. Wird die Zugriffshoheit auf den Shutter mit anderen Projekten geteilt (z.B. mehrere Diagnostiken verwenden den gleichen Shutter an einem Port)?

Zugriff nur durch die CXRS-Diagnostik

1. Angabe der Zustände, die ein Öffnen und Schließen des Shutters aus Sicht der Projekte (Komponente) auslösen sollen

Öffnen nur durch Fertig-Meldung (Messung bei EBZ 6,7) der CXRS-Diagnostik, ansonsten geschlossen

1. Angabe der Verriegelungsgründe für das Offenhalten (Offenverriegelung) oder für das Schließen (Schließverriegelung) eines Shutters,

Keine Schließ-Verriegelung vorgesehen, Offen-Verriegelung nur bei einer irreparablen Beschädigung des pneumatischen Shutter-Antriebes

# Dokumente, Referenzen

Liste relevanter Dokumente und KKS-Nummern, es gilt die jeweils letzte Version.

1-QSC-**R0001**  Ringbuch CXRS

1-QSC**-I1000**  Liste Schnittstellen CXRS

1-QSC-**Q1000**  Liste QAB’s CXRS

1-QSC-**C1000**  Liste CN’s CXRS

1-QSC-**K0000**  Kollisionsuntersuchungen Bauraum CXRS

1-QSC-Z0000 Zeichnungssatz CAD-Modelle Shutter CXRS

1-QSC-**T0000**  Sicherheitsanalyse CXRS

1-GDL30SR082-T0000 Lebenslaufdokument Bauraumplanung CXRS

1-QCI-S0009, 1-GDL-T0002 Planung Steuerschränke allgemein

1-QSC-S0000 CoDaC Lastenheft CXRS

1-NBD-T0199, 1-ECE50-T0001 Planung Elektrik allgemein

1-NBD-T0199 Schnittstellenpapier Netzleistungsbedarf allgemein

1-ACH-C0028 CN Führung Wasserkühlleitungen im PG CXRS

1-GXA60M-T0004 FE-Resultat Modifikation Stutzenauskleidung CXRS

1-NBF-T4011 Sicherheitsanalyse Steuerung allgemein

1-NBD-T0203 Schnittstellenpapier W7-X – CXRS

1-NBD-T0067 Schnittstellenpapier KiP-CXRS1-QSC-Q0002 Antrag MISTRAL-Tests ITO-Schicht

1-QSC-Q0011 Antrag MISTRAL-Tests Tauchrohr

1-QSC-T0004 Rechnung EN zum Ausheizen Tauchrohr

1-qet41ab—a CAD-Modell Plattform RuDiX

1-qsc00—a, 1-qem41sc—a CAD-Modelle Tauchflansch CXRS

1-QUI-S0007 PS Diagnostikinjektor RuDi-X Nr. PS-028

1-CH-S0000 Auftragserteilung an DC für Pellet-Führungsrohr + Fasern

1-CHD-C0000 Change note Bohrlöcher für Pelletrohr + CXRS-Fasern

# X-Nummern, Modellnummern, Sonderfreigaben

1-QSC-Q0000

Wareneingangserfassung für den Balg am Shutter

+ 3.1 Zeugnis

+ Herstellernachweis

+ Mue-R Prüfung 1-NED-Q0069

+ X-Nummer unserer Anschweißstücke X91564-02

1-QSC-Q0008

Sonderfreigabe Pneumatikzylinder FESTO

+ Mue-R Prüfung 1-QSC-Q0007

1-QSC-Q0009

Sonderfreigabe der Normteile am Balg-Shutter

+ Mue-R Prüfung 1-NED-Q0062

+ Wareneingangsprüfung 1-QUI-Q0004

+ Wareneingangsprüfung 1-QUI-Q0007

+ Händlerbescheinigung Kroschinsky

+ Werkzeugnis

1-QSC-Q0005

Sonderfreigabe Normteile Shutter

+ Mue-R Prüfung 1-NED-Q0062 + 1-QSC-Q0004

+ Wareneingangsprüfung 1-QUI-Q0004 + 1-QUI-Q0007

+ Werkszeugnis

1-QSC-Q0012

Sonderfreigabe Schauglas passive CXRS

+ Mue-R Prüfung 1-NEE-Q0023

+ IUL GmbH Prüfbericht Co-Gehalt 12/91824

1-QSC-Q0013

Sonderfreigabe VCR-Teile

+ Mue-R Messung 1-QUI-Q0015

1-QSC-Q0015

Materialzeugnisse CF63 und CF40 Blinddeckel von Vacom für alle Tochterflansche am W7-X

+ Wareneingangsschein

1-QSC-T0001

Belastungstests Fenster + Flansch + ITO

+ 1-QSC-T0001

1-QSC-T0007

Materialtests allgemein CXRS

1-QSC-T0010

Bewegungs-Test und Lecktest Shutterbalg

1-QSC-Q0014

Materialzeugnisse der Vakuumteile am Shutter von MDC Vacuum GmbH

1-qsc00bw150--a

Bock für Shutter-Pneumatik

1-qsc00bw130--q

Lagerbock für Shutter

1-qsc00bw110—a

Durchführung für Shutter

1-qsc00bt100—a

Tauchrohr Körper

1-qsc00bt120—a

Frontplatte des Tauchrohrs

1-qsc00bt130—a

Fenster im Tauchrohr

1-qsc00bw100—a

Shutterstange

Material für Bock für Shutter

5’er Blech X53106-01-02

3’er Blech X80982-02

5’er Blech X53106-02

5’er Blech XV0063

Rund Durchm. 25 X52844

Rund Durchm. 105 X91564-02

Material für das Tauchrohr

Rund 15 X131005

Rund 40 X109582-01

Blech 5 X120179

Blech 8 X119464

Blech 10 XV0088-04-104341-05

Blech 20 X120187

Blech 30 XV0088-10 / 104341-01

Blech 35 X73694

Blech 40 X114717-06

Blech 50 X53110-06

Schrauben für CF-Tochterflansche:

M6 x 40 X134436

M8 x 30 X134439

Muttern M6 X134183-01

Schweißbolzen M8 x 16 f. Tauchrohr XS 82105-02

Rohre für verschiedene Stellen:

Rohr 6 x 1 : X124361 Charge 870284

Rohr 6 x 1: X64394-03

Rohr 8 x 1: X120918 Charge 824155

Rohr 10x1: X113957

Rohr 12 x 1 : X115658

Rohr 17,2 x 1: X119910-01 aus 1.4435

Rohr 21,3 x 1,6: X119907-01 aus 1.4435

# Passive CXRS (Anhang)

Parallel zur aktiven CXRS wird überlegt, im Stutzen AEB20 eine passive CXRS zu verwirklichen mit 5 passiven Sichtlinien, die das Plasma von oben kommend vertikal durchschneiden. Alle vorläufigen Ideen dazu sind hier beschrieben.

CCD-Daten: Es lassen sich wahrscheinlich maximal 6 Ortskanäle verwirklichen, Anordnung auf dem CCD-Chip wohl am besten drei Kanäle in Lambda-Richtung (horizontal auf dem Chip), und je zwei vertikal übereinander (in vertikaler Richtung), also eine 2 x 3 Anordnung. Die Trennung der zwei Kanäle in vertikaler Richtung sollte mindestens 2,5 mm betragen wegen der Bildverbreiterung durch Astigmatismus. So lässt sich der ganze Chip in zwei Fenstern auslesen (noch recht hohe Geschwindigkeit), in Lambda-Richtung liegen dann jeweils 3 Spektren nebeneinander. Deshalb ist eine Proscan-Kamera mit großem Bildverstärker Nr. 4 oder 5 sicher am besten geeignet. Wegen nur etwa 6 mm Spalthöhe lohnt sich die Korrektur der Bildkrümmung des Spaltes kaum (< 1 Pixel), so dass „ebene“ lineare Spalte gehen würden.

AEB20: Am besten passt der AEB20 mit einem Fenster DN CF 64 oben auf dem Blinddeckel, wobei das Fenster möglichst weit nach aussen (in Richtung groß-R) gelegt werden soll, um möglichst viel vom Plasmarand/Gradientenbereich zu sehen. Alle anderen möglichen Stutzen sind lange nicht so gut wie dieser, vor allem auch da man nicht auf Baffles, Targets etc. guckt und eine sehr gute Ortsauflösung und lange Durchstrahllängen im Plasma hat. Fensterdurchmesser = gemessen 68 mm.

Abbildende Optik: Alle Optiken in Quarz wg. UV-Durchlässigkeit, eine einfache Plan-konvexlinse liefert auch noch bei den gegebenen etwa 2,5 Metern Objektabstand ein gut genuges Bild. Linsen-Durchmesser etwa 70 mm, Brennweite 150 mm leuchtet die NA der Fasern von 0,22 gut aus, mehr bringt nichts. Blöd ist nur, dass alle 6 Kanäle nur etwa 3° Kippwinkel zueinander haben, wenn man vom Plasmarand (a etwa 55 cm) bis halben Plasmaradius (a etwa 25 cm) überdecken will. Man wird also die Fasern am Fenster des AEB20 auch in toroidaler Richtung versetzen müssen um genug Platz zu kriegen. Mach über das Schauglas eine Halterung komplett aus Alu zur Schirmung der ECRH. Bilder der Situation im File „B20\_bild\_CATIA“. Blöd ist auch, dass ab OP2 auch noch die Beobachtung LiB im AEB20 geplant ist, aber sicher lassen sich auch 2 oder mehr Fenster in einem Tauchflansch unterbringen incl. gekühltem Shutter etc.

Fasern: Nimm die FiberWare Fasern (12,3 km vorhanden) mit NA = 0,22, Dicken 200/220 µm Polyimid UV PIPI und mach daraus etwa 6 Bündel x 80 Meter x 25 Stück, ergibt eine echte Spalthöhe von ca. 6 mm, also nicht ganz die Höhe der CCD-Kamera, aber immerhin. Am besten neue Ferrulen machen lassen.

Spektrometer, Platzbedarf: Die Fasern sollten aus dem Labyrinth unter der NBI hindurch nach draußen gehen, wo ein Spektrometer stehen könnte ist noch unklar. Paul McNeely hatte mal was von einem Kühlkeller gesagt der Platz bietet (??) ganz nah bei der Halle, aber Ralf sei dagegen (???), alternativ ginge der NBI-Kontrollraum oder ein Platz am (jetzigen) Kabellager. Vermutlich greife ich nicht darauf zurück weil die Faserlänge sicherlich in die Gegend von 120 Metern kommt und damit sehr lang wäre. Evtl. muss das 3600’er Gitter verwendet werden um auf die ausreichende Lindisp zu kommen, besonders wenn schwerere Verunreinigungen betrachtet werden (z.B. am W7-AS hatte das B IV-System das 2400’er Gitter in 2. Ordnung mit lindisp = 1,66 Angstroem/mm).

Spezies, Linien: Die C V-Linie 227,1 nm – 227,8 nm (Triplett),

C V-Linie bei 494,39 nm – 494,46 (drei Linien), allerdings nur wenn kein Bor in der Maschine ist denn es gibt die B V-Linie bei 494,4 nm (Doublett).

B IV-Linie bei 281,2 nm – 285,6 nm (Triplett).

**Riesenproblem: mit der Faser OPTRAN UV haben UV-Linien etwa 10-3 fache Dämpfung (< 0,1% Restlicht) bei 80 Metern Länge bei < 300 nm und immer noch Restlicht nur etwa < 25% bei 400 nm!!!! Vermutlich muss ich mit allem Geraffel in die Halle, oder ich beschränke mich auf Linien > 400 nm!!!**

Alternative Linien mit > 400 nm, bei einer Faserlänge von 80 Meter:

He II - 4686 Angstr // B IV - 4658 Angstr. // B V - 4945 Angstr. // C VI – 5291 A

Jetzt ist die Dämpfung immer höchstens 50% bei 80 Meter Faserlänge. Vorteil auch: eine Glaslinse statt Quarzlinse reicht jetzt auch, wäre sogar besser weil UV-Linien in 2. Ordnung im Spektrometer nicht mehr stören.

Dokumente: die Change Note 1-QSC-C0003 liegt immer noch auf Eis weil Ralf sich nicht traut, „noch ein neues Projekt“ in die Bearbeitung zu schicken. Es solle aber eine Sammel-CN geben wo noch andere mit draufstehen. Es gibt nur das Schauglas DN CF63 mit Sonderfreigabe 1-QSC-Q0012 für X-Zone. Ferner eine Handskizze für den Flanschdeckel B20 mit 3 eingefrästen CF63 Dichtnuten für Fenster zur Modifikation des (jetzt noch) Blinddeckels.

Platzbedarf in der Halle:

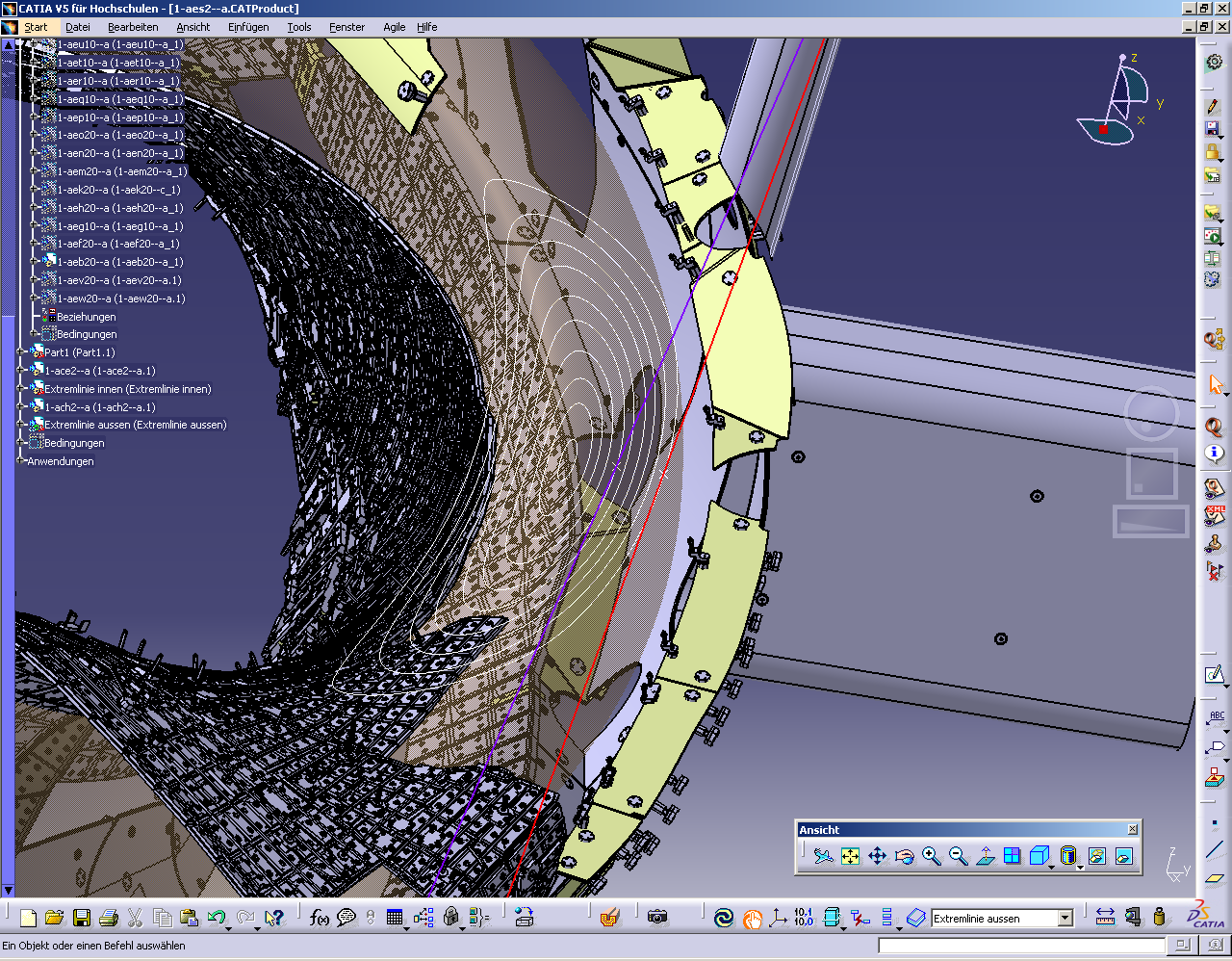
2000 mm

1000 mm 2. Spektrometer

1000 mm 1. Spektrometer

600 mm Elektrik und Kram

Bedarf für 1 Regal für 2 Spektrometer mit bis zu 1250 mm Länge in 2 Etagen incl. Stauraum für Controller, PC’s, Wasserkühler, Kram und Elektrik. Das Ganze ist 500 mm tief. Man könnte zwei davon Rücken an Rücken stellen, Gesamt-Bodenfläche wäre dann 1000 mm tief x 2000 mm lang für insgesamt 4 Spektrometer. Die Höhe von 1000 mm pro Spektrometer erlaubt auch mit der Birne dazwischen zu gehen und z.B. zu justieren. Neben der NBI ist für Projekt 124 (BES on NBI) in der TH Platz reserviert (1-qdt21ss—g) in etwa dieser Größe (2000 lang x 1500 breit x 2500 hoch). Das Magnetfeld ist an dieser Position < 1 mT. Problem: Fernsteuerung der CCD’s und Datenauslesen, sowie eine Woche lang laufen lassen ohne Zutritt.



*Bild B20\_CATIA Anordnung passive CXRS im AEB20 (oben) incl. der innersten (blau) und äußersten (rot) sinnvollen Sichtlinie*

# Anlage 1 SchnittstellentabellError! Reference source not found.e

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Anzahl SB = 8 Dokumentennr.** | **Projekt#** | **Projektnamen** | **KKS** | **Schittstellenpartner  Projekt# Projektnamen KKS** | | |
| 1-NBD-T0231 | 82 | CXRS | QSC | 34 | Zwischenvakuumsystem | ADC |
| 1-NBD-T0203 | 82 | CXRS | QSC | 1 | Kryostat | AB |
| 1-NBD-T0207 | 82 | CXRS | QSC | 22 | Elektrik | ECE |
| 1-NBD-T0142 | 82 | CXRS | QSC | 22 | Elektrik | ECE |
| 1-NBD-T0206 | 82 | CXRS | QSC | 22 | Elektrik | ECE |
| 1-NBD-T0144 | 82 | CXRS | QSC | 39 | Infrastruktur Torushalle | T |
| 1-NBD-T0205 | 82 | CXRS | QSC | 131 | CoDaC | DAP |
| 1-NBD-T0067 | 82 | CXRS | QSC | AC | KIP | kein P-Projekt\* |

Grün unterlegt: Sammel-Schnittstellenbeschreibung

\*P-Projekt: Peripherie-Projekt