

## C2.1 Rohrleitungen

F		
E		
D		
C		
B		
A		
0	Erst-Erstellung	24.01.2025
Rev.-Index	Anmerkung	Datum

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Geltungsbereich.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Vorschriften und Normen.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Allgemeine Ausführungsbestimmungen .....</b>	<b>4</b>
3.1	Besondere Hinweise auf Vorschriften, Regelwerke .....	4
3.2	Anordnungsplanung von Rohrleitungsanlagen .....	4
3.2.1	Allgemeine Punkte zur Anordnungsplanung .....	5
3.2.2	Ausführung und Anordnung von Dampfleitungsentwässerungen .....	6
3.3	Komponentenanschlüsse.....	8
3.4	Nennweiten.....	8
3.5	Wanddicke .....	9
3.5.1	Für ferritische Rohre .....	9
3.5.2	Für Rohre aus nichtrostenden Stählen.....	9
3.6	Bevorzugte Werkstoffe .....	10
3.7	Formstücke .....	10
3.8	Verbindungen .....	11
3.9	Dichtungen.....	12
3.10	Halterungen .....	12
3.11	Kompensatoren .....	14
3.12	Kunststoffleitungen .....	14
3.13	Berechnungen .....	14
3.13.1	Art und Umfang der Rohrsystemanalysen.....	15
3.13.2	Weitere Berechnungen .....	16
3.14	Messstellen Lieferbereich Rohrleitungsanlage .....	16
3.15	Isolierung .....	17
3.16	Anstrich, Korrosionsschutz und Beschichtungssysteme .....	17
3.17	Schweißarbeiten .....	17
3.18	Montage.....	17
3.18.1	Montagesorgfalt.....	17
3.18.2	Montagematerial und Transportvorgänge .....	18
3.19	Prüfungen, Bau- und Montageüberwachung, Druckprüfungen .....	18

## **1 GELTUNGSBEREICH**

Diese Ausführungsspezifikation ist gültig für Rohrleitungen / Rohrleitungssysteme, die Bestandteil der Gesamtanlage einschließlich der Nebenanlagen.

Die Rohrleitungen / Rohrleitungssysteme sind als Teil der Gesamtanlage, vom Anlagenlieferanten unter Beachtung aller übergeordneten systemtechnischen Aspekte zu konzipieren.

Sollten aus den system- oder anordnungstechnischen Randbedingungen und Aufgabenstellungen besondere Einrichtungen oder Zubehör (z. B. zusätzliche Einbauten, Begleitheizungen, Filter) erforderlich sein, so sind diese in den Geltungsbereich eingeschlossen.

## **2 VORSCHRIFTEN UND NORMEN**

Der Auftragnehmer handelt im Sinne des Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG) und seiner Verordnungen als Hersteller. Er ist Hersteller im Sinne aller relevanten europäischen Richtlinien und deren nationaler Umsetzung. Er liefert alle nach der GPSG geforderten Zertifikate, Bescheinigungen, Betriebsanleitungen und Risikobeurteilungen etc. Der Hersteller erstellt eine Konformitätserklärung und bringt das CE Kennzeichen an die fertigen Systeme an. Für unvollständige Maschinen liefert er eine Einbauerklärung im Sinne der Maschinenrichtlinie. Er haftet als Hersteller im Rahmen der vertraglichen bzw. gesetzlichen Regelungen.

Die weiteren im Folgenden genannten Normen und Vorgaben zur Ausführung der Rohrleitungen dienen als Darstellung der vom AG geforderten Anforderungen an die Rohrleitungen. Falls der Auftragnehmer standardmäßig andere Normen und Ausführungen verwendet, müssen diese den hier vorgegebenen Anforderungen dem Sinn nach entsprechen, bzw. müssen die Ausführungen vergleichbar sein. Abweichungen von den vorgegebenen Normen und Ausführungen sind in jedem Falle dem AG anzuzeigen und sind von diesem genehmigen zu lassen.

Die Rohrleitungen sind so auszuführen, dass sie den zum Zeitpunkt der Bestellung gültigen harmonisierten EN-Normen (EN13480 usw.) entsprechen. Alle Lieferungen und Arbeiten sind, falls in den gültigen EN-Normen nicht explizit aufgeführt, entsprechend dem Stand der Technik auszuführen.

Die Spezifikationen des AG, insbesondere die C8.4 „Qualitätssicherungsspezifikation im Rahmen der DGRL“ und C8.6 „Materialspezifikation Rohrleitungen“, sind zu berücksichtigen.

### 3 ALLGEMEINE AUSFÜHRUNGSBESTIMMUNGEN

Alle Rohrleitungssysteme sind für die vertraglich vereinbarte Lebensdauer auszulegen. Alle Rohrleitungen sind entsprechend den auftretenden Lastfällen, der jeweiligen Mediumtemperatur und folgenden Randbedingungen zu dimensionieren und zu verlegen, z. B.

- Umgebungstemperatur Außen
- Umgebungstemperatur Innen
- Windgeschwindigkeit
- Medienzusammensetzung
- Schneelasten
- Luftfeuchte
- Montageort
- Vibrationen
- Erdbebenlasten

Die Ausführung der Rohrleitungen erfolgt gemäß den Lastfällen und Anforderungen aus dem Vertrag bzw. den projektspezifischen Anlagen. Fehlende Informationen sind mit dem AG anzustimmen.

Die Herstellung der einzelnen Komponenten/Rohrleitungssysteme hat unter der Prämisse: „Maximale Prüfzeiten nach Betriebssicherheitsverordnung für wiederkehrende Prüfungen“ zu erfolgen.

#### 3.1 Besondere Hinweise auf Vorschriften, Regelwerke

Die Planung, Lieferung, Montage und Prüfung erfolgt nach DIN EN 13480, darüber hinaus gelten weitergehende Vorgaben aus der Druckgeräterichtlinie DGRL 2014/68/EU, und dem AD2000-Regelwerk. Für Rohrleitungen  $\geq$  PN63 oder mit TS > 350 °C sind zusätzlich die VGB-Regelwerke (R507, R508, R510) und die VdTÜV-Werkstoffblätter anzuwenden. Für Erdgasleitungen ist zusätzlich das DVGW-Regelwerk zu beachten.

Die Zeugnisbelegung, die Regelwerke für die technischen Lieferbedingungen und notwendigen Optionen sind der QS-Richtlinie zu entnehmen.

Alle ferritischen Rohre und Rohrleitungsittings sind mit einem temporären äußeren Korrosionsschutz entsprechend den Vorgaben in der QS-Richtlinie und mit Rohrkappen aus Kunststoff luftdicht verschlossen auf die Baustelle zu liefern. Alle auf die Baustelle gelieferten Rohrleitungen und Fittings sind vor der Anlieferung innen zu Strahlen um evtl. vorhandenen Zunder- oder Korrosionsschichten zu entfernen. Vor dem Aufbringen der Kunststoffkappen ist die Innenreinheit sicherzustellen.

Alle austenitischen Rohre und Rohrleitungsittings sind mit Rohrkappen nach DIN 3444 verschlossen auf die Baustelle zu liefern.

Alle Rohre und Fittinge sind in einem neuwertigen Zustand zu liefern.

#### 3.2 Anordnungsplanung von Rohrleitungsanlagen

Ab der Flanschdruckstufe PN63 gilt die Leitung als Hochdruckleitung. Rohrleitungen mit Flanschdruckstufen <PN63 gelten als Mittel- bzw. Niederdruckleitungen.

### **3.2.1 Allgemeine Punkte zur Anordnungsplanung**

Bei der Rohrleitungsführung ist gute Zugänglichkeit für Inspektions-, Wartungs- und Reparaturarbeiten sowie für die Durchführung von wiederkehrenden Prüfungen sicherzustellen. Dabei sind auch entsprechende Ausbauräume für die Armaturen vorzusehen.

Rohrleitungen sind so zu führen, dass möglichst wenig Entwässerungen und Entlüftungen erforderlich werden. Entwässerungen, Entlüftungen und Entleerungen sind systemweise festzulegen und müssen einwandfreies und vollständiges Füllen, Entleeren und Entlüften ermöglichen. Alle notwendigen Füll-, Entleer- und Entlüftungsleitungen inkl. notwendiger Armaturen sind vorzusehen bzw. anzuordnen.

An ausgewählten Formstücken für Rohrsysteme, die im Zeitstandbereich betrieben werden, sind Delta-T-Messungen vorzusehen oder verifizierte Berechnungssysteme anzuwenden. Diese sind mit dem AG abzustimmen. Die Position der Messpunkte ergibt sich aus den Punkten mit Spannungskonzentrationen in den rohrrstatistischen Berechnungen und aus den Bauteildicken. Die Messpunkte sind so anzuordnen, dass eine möglichst genaue Messung erfolgen kann. Wenn möglich sollen betriebliche Messungen für die Temperaturermittlung verwendet werden.

Für Rohrleitungen im Zeitstandbereich ist ein Vermessungsprogramm zu erstellen und mit dem AG abzustimmen und festzulegen.

Für von der Hauptleitung abgehende nicht durchströmte Stichleitungen sind Anwärm- bzw. Warmhaltekonzepte zu entwickeln. Kondensatrücklauf ist zu vermeiden.

Steigende Messleitungen (z.B. Wirkdruckleitungen) sind nicht zulässig.

Reinigung, Spülung, Ausblasen und Beizung der Rohrleitungssysteme sind vor Inbetriebsetzung zu planen und mit dem AG abzustimmen. Es sind die Forderungen nach VGB-Richtlinie 513 zu erfüllen. Um den Aufwand für die Reinigungsarbeiten zu minimieren ist vor der Fertigung ein gemeinsames Reinigungskonzept (für Fertigung und Montage) abzustimmen. Zwischen den einzelnen Fertigungs- und Montageschritten ist die Innenreinheit nachzuweisen.

Armaturen sind in die Rohrleitungssysteme so einzuplanen, dass die Armaturenschraube möglichst senkrecht nach oben steht und dass die Armatur für Instandsetzungsarbeiten gut zugänglich ist. Die Spindeleinbauten sind entsprechend den Vorgaben der Armaturenlieferanten einzuhalten.

Rohrleitungen sind nach Möglichkeit in Trassen zusammenzufassen. Die Rohrleitungen müssen innerhalb der Trassen einfach und übersichtlich geführt werden. Kastenisolierungen sind zu vermeiden.

In allen Dampfsystemen sind generell Doppelabsperungen unabhängig von Druck vorzusehen. Bei Wassersystemen sind ab PN63 Doppelabsperungen einzuplanen. Bei Druckstufen < PN63 sind Einfachabsperungen ausreichend. Die Unfallverhütungsvorschriften sind einzuhalten.

Druckprüfungen sollen mit geringem Aufwand durchgeführt werden können.

Für Fluchtwege, Bedienwege, Kopffreiheiten usw. sind die Vorgaben in der Spezifikation C3.1 „Stahlbau- und Schlosserarbeiten“ zu beachten.

Bedienung / Kontrolle von Armaturen, Messstellen oder Sieben muss möglich sein, z.B. von Bühnen aus. Kompensatoren, Feder- und Konstanthänger sollten zumindest von Bühnen aus einsehbar sein.

Die Ausführung der Bühnen, Treppen und Leitern erfolgt entsprechend der Spezifikation C3.1 „Stahlbau- und Schlosserarbeiten“.

Für die Ein- und Auslaufstrecken an Armaturen und Messinstrumenten sind die Herstellervorgaben einzuhalten.

Beim Einbau von Messblenden sind die vor- und nachfolgenden Schweißnähte bis zu einem Abstand von 3xInnendurchmesser bis auf den lichten Durchmesser glattzuschleifen.

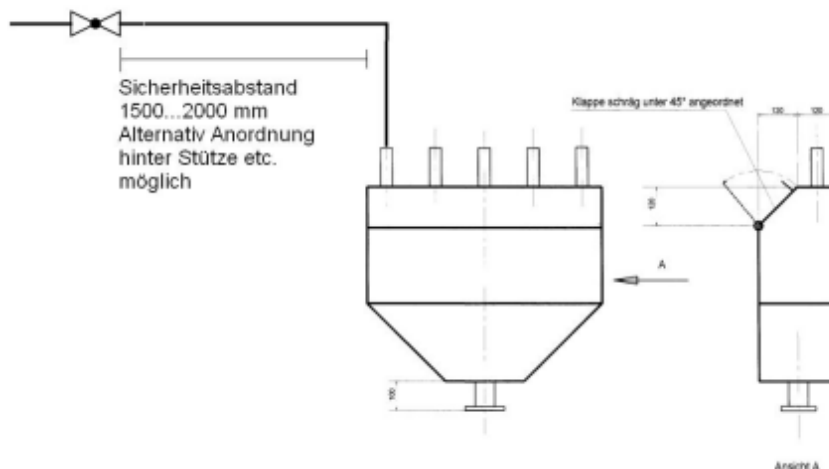
Die Griffenge an Armaturen soll entsprechend DIN EN 349 und DIN EN ISO 13857 minimal 100 mm betragen.

Rohrleitungen inklusive Isolierung sollen mit mindestens 100 mm Abstand zur nächsten Störkante geplant und verlegt werden (AGI Q3).

Hydraulikleitungen werden in Schutzvorrichtungen (z.B. Schutzrohren, Schutzkanälen) verlegt.

Die maximale Durchbiegung von Rohrleitungen durch Eigengewicht soll für  $DN \geq 50$  maximal 5 mm und für  $DN < 50$  maximal 3 mm betragen.

Trichter sind mit gesichertem Deckel auszuführen. Die Trichterableitung soll in ein geschlossenes System geführt werden. Werden Entleerung oder Sperrstrecken von Dampfleitungen oder Wasserleitungen mit einer Wassertemperatur größer  $100^\circ\text{C}$  auf einen Trichter geführt, so sind die Armaturen in sicherem Abstand zum Trichter anzuordnen um eine Gefährdung durch Dampf- oder Siedewasseraustritt zu vermeiden.



### 3.2.2 Ausführung und Anordnung von Dampfleitungsentwässerungen

Dampfleitungen werden so verlegt, dass in jedem Betriebszustand 2 % Gefälle in Strömungsrichtung vorhanden ist, bei Gegenströmung ist das Gefälle auf 3 % zu erhöhen.

Dampfleitungen auf Rohrbrücken werden ohne Gefälle verlegt.

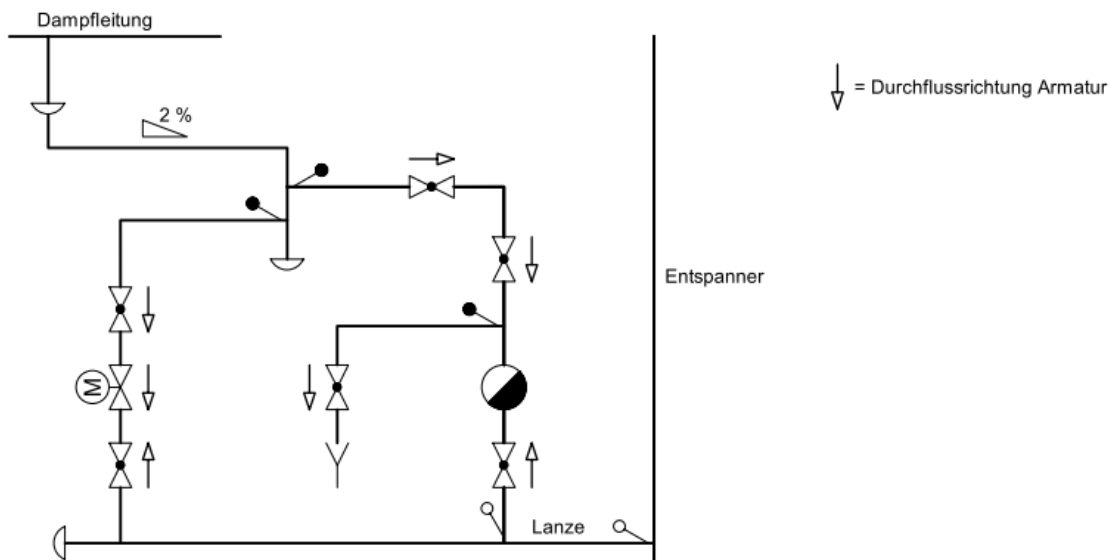
Alle Tiefpunkte in Dampfleitungen sind zu entwässern. Tiefpunkte in Dampfleitungen, die durch das zeitweise Schließen von Armaturen entstehen, müssen ebenfalls entwässert werden.

Entwässerungsleitungen sind mit stetigem Gefälle von 1-2 % in Strömungsrichtung zu verlegen. Ventile, Kondensatableiter und Blenden sind möglichst nahe dem Entwässerungsentspanner gut

bedienbar angeordnet. Querschnitte der Entwässerungsleitungen von Dauerentwässerungen sind für eine Wassergeschwindigkeit von 2-3 m/s zu dimensionieren, der Innendurchmesser von Entwässerungsleitungen muss jedoch mindestens 20 mm betragen (im Regelfall DN25). Werden die Entwässerungen auch für Anwärmzwecke genutzt, so sind diese mindestens mit Nennweite 50 auszuführen.

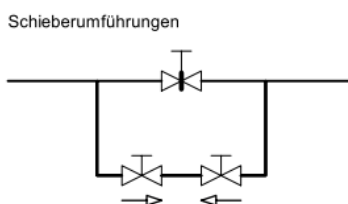
Dampfleitungen sind grundsätzlich entsprechend folgendem Beispiel zu entwässern, Ausnahmen davon sind vom AG freizugeben:

Beispiel Kombinierte Betriebs- und Anfahrentwässerung (automatisiert)



Die jeweils letzte Armatur vor der Entspannerlanze ist in umgekehrter Strömungsrichtung zu montieren um einen Austausch der Stopfbuchsenpackungen im Betrieb zu ermöglichen (siehe Richtungspfeile im Beispielbild).

Gleiche Vorgehensweise ist bei Schieberumfahrungen anzuwenden (siehe Beispielbild).



An den zu entwässernden Stellen der Dampfleitungen > DN125 sind Entwässerungstöpe mit einem Durchmesser von ca. 0,3-0,5 x Rohrdurchmesser anzubringen, von denen die Entwässerungsleitungen unten abgehen. Die zylindrische Länge der Schlammsäcke soll mindestens 200 mm betragen. Wenn festigkeitsmäßig ausreichend, sollen Schlammsäcke als verstärkter Stutzen auf einem nicht verstärktem Grundrohr ausgeführt werden. Schlammsäcke sind mit eine Kappe nach EN 10253 zu verschließen.

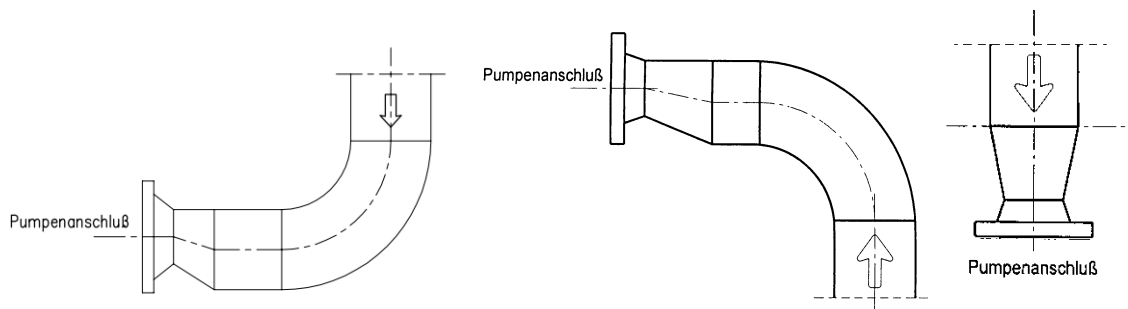
In der Entwässerungsleitung sollte unmittelbar vor der Armaturenstation ein Schlammsack angeordnet werden.

Dampfleitungsentwässerungen zu Entspannern sollen mit Drosselblenden ausgestattet werden, um Schäden an den vorgelagerten Armaturen zu vermeiden.

### 3.3 Komponentenanschlüsse

Die Herstellervorgaben sind zu beachten. Die ermittelten Anschlussbelastungen an den Schnittstellen bzw. Liefergrenzen sind so rechtzeitig abzustimmen und einer Freigabe zuzuführen, dass keine Verzögerungen im geplanten Ablauf auftreten. Falls keine Herstellervorgaben vorliegen, ist ein spannungsarmer Anschluss herzustellen.

Saugseitige Reduzierstücke an Pumpenanschlüssen sind so auszuführen, dass sich keine Luft- und Dampfblasen bilden können:



Aufweitungen hinter Pumpen sind in konzentrischer Bauweise auszuführen. Der Winkel der Reduzierung muss kleiner gleich dem Freistrahlwinkel sein um Kavitation zu vermeiden.

Vorspannen der Leitung ist nicht gestattet.

Sind Kompensatoren notwendig sind diese im Liefer- und Leistungsumfang des Rohrleitungsbauers enthalten.

Für die Anschlüsse an Schnittstellen der vorhandenen Anlagenteile bzw. Komponenten erstellt der AN bzw. die beiden Schnittstellenpartner Anschlussprotokolle, die z.B. den spannungsfreien Anschluss dokumentieren. Die Zuständigkeit für die Herstellung der Schnittstellenverbindung ist der Schnittstellenliste zu entnehmen.

### 3.4 Nennweiten

Es sollen Nennweiten nach DIN EN ISO 6708 ausgewählt werden. Die Nennweiten DN20, DN32, DN40, DN65 und DN175 sind jedoch ausgeschlossen, soweit sie nicht zwingend aus verfahrenstechnischen Gründen erforderlich sind. Hierzu ist die Zustimmung des AG einzuholen. Als kleinste Nennweite ist prinzipiell DN25 vorgesehen.

Bei Messleitungen sind auch kleinere Nennweiten möglich.

Außendurchmesser sollen DIN EN 10216 und DIN EN 10217 Reihe 1 entsprechen.

Die Nennweiten der Rohrleitungen sind entsprechend den zulässigen Strömungsgeschwindigkeiten gemäß VGB R 507 zu dimensionieren.



## **3.5 Wanddicke**

### **3.5.1 Für ferritische Rohre**

Die Mindestwanddicke beträgt bei ferritischen Rohren DN25 3,2 mm (für Kaltbiegungen geeignet).

Die Rohrwanddicke hat den Vorzugsmaßen für ferritische Rohre nach DIN EN 10216 und nach DIN EN 10217 zu entsprechen.

Wenn festigkeitsmäßig ausreichend, sind die Rohrwanddicken an die Wanddickenreihen der Formstücke gemäß DIN EN 10253-2, Tabelle 17, Reihe 2 (DN32-DN250), bzw. Reihe 1 (> DN300) anzulehnen.

Für Dampfleitungen  $\geq \text{PN}63$  oder  $\text{TS} > 350^\circ\text{C}$  sind nach Innendurchmesser gefertigte Rohrleitungen zu verwenden.

### **3.5.2 Für Rohre aus nichtrostenden Stählen**

Wenn festigkeitsmäßig ausreichend, soll die Wandstärke von nichtrostenden austenitischen Rohren nach EN ISO 1127  $\geq \text{DN}50$  mindestens 2 mm betragen und für  $< \text{DN}50$  1,6 mm.

Unter Berücksichtigung der festigkeitsmäßig hinreichenden Dimensionierung, sind die Rohrwanddicken an die Wanddickenreihen der Formstücke zum Einschweißen DIN EN 10253-4 anzulehnen.

Bei Systemrohren, z.B. MAPRESS, VICTAULIC, Viega oder vergleichbar ist der Herstellerstandard zulässig. Die zulässigen Druck- und Temperaturgrenzen sind einzuhalten.

### 3.6 Bevorzugte Werkstoffe

Die bevorzugten Werkstoffe sind in Abhängigkeit der Auslegungsparameter, projektspezifischer Richtlinien und Vorgaben des AG endgültig auszuwählen.

Werkstoffliste

	<b>legierte Werkstoffe</b>	
	Werkstoff-Kurzbez. Material	Werkstoff Nr.
Ferritische Werkstoffe	10 CrMo 9-10	1.7380
	15 NiCuMoNb 5-6-4	1.6368
	16Mo 3	1.5415
	13 CrMo 4-5	1.7335
	X 20 CrMoV 11-1	1.4922
	X 10 CrMoVNb 9-1	1.4903
	X 11 CrMoWVNb 9-1-1	1.4905
	X10CrWMoVNb9-2	1.4901
	Schmiedestücke:	
	16Mo3	1.5415
	13CrMo4-5	1.7335
	11CrMo9-10	1.7383
	X10CrMoVNb9-1	1.4903
	X10CrWMoVNb9-2	1.4901
	X20CrMoV11-1	1.4922
	X11CrMoWVNb9-1-1	1.4903
	15NiCuMoNb5-6-4	1.6368
Austenitische Werkstoffe	X 6 CrNiTi 18-10	1.4541
	X8CrNiNb16-13	1.4961
	X8CrNiMoVNb16-13	1.4988
	X 6 CrNiMoTi 17-12-2	1.4571
	X 3 CrNiMoNB17-13-3	1.4910

Die Materialanforderungen sind der QS-Richtlinie zu entnehmen.

### 3.7 Formstücke

Für Abzweige sind bevorzugt T-Stücke nach DIN EN 10253 zu verwenden.

Es dürfen nur nahtlose Bögen oder Glattrohrbiegungen eingesetzt werden. Segmentnahtgeschweißte Bögen sind nicht zulässig.

In FD-, HZÜ- und Speisewasserdruckrohrleitungen sind Induktivbiegungen mit einem Biegeradius von ca. 3,5x $\Delta$  zu verwenden. Abweichungen sind von AG zu genehmigen.

Einschweißbogen sind nach DIN EN 10253 mit einem Bogenradius 1,5 D zu verwenden. Für Abzweige, deren Verhältnis Abzweig zu Grundrohr nicht von der DIN EN 10253 abgedeckt ist, sind aufgesetzte Stutzen zu verwenden. Ein Festigkeitsnachweis ist zu erbringen. Dabei sind verstärkte Stutzen zu verwenden. Das zulässige Wanddicken- und Durchmesser Verhältnis der DIN EN 13480-3 ist zu beachten. Die Einschränkungen der DIN EN 13480 für den Einsatz im Zeitstandbereich sind zu beachten.

Bei ferritischen Kleinleitungen DN 25 sind bevorzugt Kaltbiegungen mit  $R = 150$  mm auszuführen.

Die Ausführung von Sonderformstücken (Einzelfertigung) ist vor Fertigungsbeginn mit dem AG abzustimmen. Diese sind so zu gestalten, dass Wiederholungsprüfungen uneingeschränkt möglich sind.

### **3.8 Verbindungen**

Verbindungen im Dampfbereich sind generell sowie im Wasserbereich  $\geq \text{PN}63$  geschweißt auszuführen. Sollte die Komponente aus technischen Gründen mit einem Flanschanschluss ausgestattet sein, so ist auch eine Flanschverbindung zulässig. Die Flanschausführung richtet sich nach den Vorgaben des Komponentenlieferanten.

Schnittstellendetails sind bezüglich der Abmessungen und der Schweißnahtvorbereitung mit dem AG abzustimmen.

Schwarz-Weiß-Mischnähte sind zu vermeiden, und wenn, dann nur in der Werkstatt herzustellen. Soweit festigkeitsmäßig ausreichend, sollten schwarz-weiß-Übergänge durch ein Isolierflanschenpaar hergestellt werden.

Für Flanschverbindungen sind bevorzugt Flansche nach DIN EN 1092 Typ 11 aus Schmiede- oder Walzstahl einzusetzen. Es müssen mindestens Flansche PN16 verwendet werden.

Für Flansche bis einschließlich Nenndruckstufe PN40 sind Flansche mit glatter Dichtfläche B1 nach DIN EN 1092 zu verwenden. Für Druckstufen oberhalb PN40 sind Flansche mit glatter Dichtfläche B2 nach DIN EN 1092 zu verwenden

Leitungssysteme mit brennbaren Medien, z. B. Erdgas, müssen einer gesonderten Betrachtung hinsichtlich der zu verwendenden Dichtfläche, des Dichtungstyps und der Anziehmomente unterzogen werden und sind als dauerhaft technisch dicht auszuführen. Das gleiche gilt bei giftigen oder ätzenden Medien sowie bei Ammoniakwasser, als zusätzliche Absicherung ist bei Flanschverbindungen z.B. im Ammoniakwasserbereich oder bei ätzenden Medien ein Spritzschutz vorzusehen.

Die Einzelberechnung einzelner Flanschverbindungen muss im Ausführungsfall geklärt werden (siehe auch Kap. Berechnungen).

Bei einer Schwarz-Weiß-Flanschenpaarung ist Kontaktkorrosion durch PTFE-Scheiben und Hülsen zu verhindern. Es sollen bevorzugt komplette Isolierflanschverbindungen eines Herstellers verwendet werden, z. B. Firma Isoflanges oder gleichwertig.

Grundsätzlich ist bei Rohrleitungen und Flanschverbindungen der Potentialausgleich vom Rohrleitungsbauer herzustellen.

### 3.9 Dichtungen

Es sind bevorzugt folgende Dichtungen zu verwenden (siehe graue Markierung):

Dichtungstyp	Norm / Form	Werkstoff	Temperatur	Anwendung					
				PN					Medium
				16	25	40	63	100-400	
Flachdichtung	DIN EN 1514-1 IBC	Gummi mit Stahleinlage	bis 80°C	X	X				Kühlwasser
Flachdichtung	DIN EN 1514-1 IBC	Aramidfasern, gebunden mit NBR	bis 100 °C	X	X	X			Wasser
Flachdichtung	DIN EN 1514-1 IBC	Graphit mit Spießblechverstärkung	bis 450°C	X	X	X			Wasser, Dampf
Wellringdichtung	DIN EN 1514-4 CR/A	Edelstahl mit PTFE-Auflage	bis 250°C	X	X	X			Wasser, Dampf
		Edelstahl mit Graphitauflage	bis 450°C	X	X	X			Wasser, Dampf
Kammprofil-dichtung	DIN EN 1514-6 IR	Edelstahl mit PTFE-Auflage	bis 250°C				X	X	Wasser, Dampf
		Edelstahl mit Graphitauflage	bis 450°C				X	X	Wasser, Dampf
Linsendichtung	DIN 2696 A5	13CrMo4-5 10CrMo9-10	bis 520°C bis 580°C					X	Dampf

Die Dichtungen müssen für den jeweiligen Einsatzbereich zugelassen sein. Krebserregende Materialien (z.B. Asbest, keramische Fasern) sind grundsätzlich ausgeschlossen.

Wellring- und Kammprofil-dichtungen mit Graphitauflage können auch oberhalb 450 °C eingesetzt werden, wobei der Einsatz mit dem Dichtungshersteller abgestimmt werden soll.

Bei brennbaren oder wassergefährdenden Fluiden sind weitere Anforderungen der entsprechenden Regelwerke zu beachten, z. B. bei Heizöl, Erdgas, etc.

### 3.10 Halterungen

Es sind grundsätzlich typgeprüfte Standardhalterungen einzusetzen, LISEGA für Dampf- und Kondensat-Systeme sowie für Feder- und Konstanthänger und dynamische Unterstützungen. Für starre Unterstützungen an Leitungen ≤DN100 sind auch andere Halterungssysteme nach Herstellerstandard von BERNECKER, HESTERBERG, oder HILTI zugelassen.

Halterungskonstruktionen sind entsprechend VGB R510 auszuführen.

Rechtzeitig vor Baubeginn ist mit dem AG das Befestigungskonzept (Ankerplatten, Ankerschienen etc.) festzulegen.

Abhängungen sind im Montagezustand senkrecht anzuordnen. Die maximale Winkelauslenkung im Betrieb beträgt 3°.

Überlange Federhänger und –stützen mit Wegbereichen größer 200 mm, entsprechend LISEGA Wegbereich 4 und 5, sind nicht zugelassen.

Federn in offener Bauweise sind nicht zugelassen.

Die Auslegungstemperatur der Rohrleitung gilt auch für die Auslegung der rohrumschließenden Bauteile.

Rundstahlbügelschellen sind nur mit gesicherten Zwischenlageblechen zulässig.

Gleitlager sind mit Abhebesicherungen auszustatten.

Blockiervorrichtungen an Konstant- und Federunterstützungen müssen nach dem Deblockieren an den Hängern dauerhaft angebracht werden.

Das erste Deblockieren von Konstant- und Federunterstützungen an HD-Leitungen durch die Rohrleitungsfirma muss im Beisein des Halterungsherstellers erfolgen.

Nach dem Deblockieren ist die Kalt- und Warmstellung durch die Rohrleitungsfirma zu protokollieren.

An Konstant- und Federunterstützungen müssen die Kalt- und Warmstellung gut sichtbar markiert werden.

Bei parallel angeordneten Konstant- und Federunterstützungen sind Maßnahmen gegen unzulässiges Verdrehen zu treffen.

Festpunkte sind immer formschlüssig mit Nocken auszuführen, Reibschluss ist nicht zugelassen.

Für Halterungsnocken an warmgehenden Rohrleitungen  $TS > 120\text{ °C}$  und Nennweiten größer gleich DN150 sind immer Rundnocken mit durchgeschweißter Naht zu verwenden. Rund- und Rechtecknocken sind so kurz wie möglich zu halten. Es sind immer Rohrschellen zu verwenden. Direktes Aufsetzen von Rund- oder Rechtecknocken auf Sekundärstahlbau ist bei isolierten Leitungen nicht zulässig. Rund- und Rechtecknocken sind aus artgleichen Werkstoffen entsprechend dem Grundrohr herzustellen. Der Durchmesser von Rundnocken soll  $0,3 \cdot$  Durchmesser Grundrohr betragen, soweit festigkeitsmäßig ausreichend. Rund- und Rechtecknocken sind voll durchzuschweißen (HV- oder DHV-Naht). Der Festigkeitsnachweis von Rund- und Rechtecknocken ist nach DIN EN 13480-3 zu erbringen.

Nocken an Rohrleitungen aus legierten Stählen müssen auf der Isometrie festgelegt und vermasst werden.

Nocken an Rohrleitungen aus unlegierten Stählen werden auf der Halterungszeichnung dargestellt. Die Nocken werden im Rahmen der as-built-Dokumentation auf den Isometrien von der ausführenden Rohrleitungsfirma nachgetragen.

Werden Rohrlager aus unlegierten ferritischen Stählen für austenitische Rohrleitungen verwendet, ist eine Kontaktkorrosion durch geeignete Einlagen zu vermeiden. Im Innenbereich können Coreflex-Bänder verwendet werden. Im Außenbereich sollten Edelstahleinlagebleche verwendet werden, die verhindern, dass die Rohrleitung angegriffen wird.

Sollen PTFE Gleitflächen zur Verminderung von Reibung eingesetzt werden, sind diese gekammert auszuführen, die gegenüberliegende Gleitfläche ist aus Edelstahl auszuführen.

Es ist auf eine ausreichende Anzahl von Führungen und Teilfestpunkten zu achten.

Der Einsatz von Rohrbügeln oder ähnlichen Halterungen ist nur für kalte und unisolierte Leitungen zulässig.

Sekundärstahlbau ist ausschließlich in geschweißter oder geschraubter Form zulässig.

Die Planung der Anschlüsse (Schweißnaht, Schrauben usw.) von Halterungen und/oder Sekundärstahlbau an Gewerke anderer Lose (Primärstahlbau, Betonbau usw.) muss vom Planer/Lieferanten der anschließenden Last erbracht werden. Die Überprüfung der lokalen Lasteinleitung ist im Rahmen der Anschlussplanung mit durchzuführen (z.B. Notwendigkeit Steifenbleche usw.).

In Ausnahmefällen ist bei Kleinleitungen (z.B. Druckluftsysteme,) nach Abstimmung mit AG auch modularer Stahlbau von BERNECKER, HESTERBERG oder HILTI einsetzbar.

Rohrhalterungen müssen grundsätzlich mit einem Farbanstrich versehen werden. Korrosionsschutzvorschriften sind zu beachten.

Halterungen, die auf Betonuntergrund verdübelt werden sollen, sind mit Unterguss auszuführen. Die Ausführungsdetails sind der Spezifikation C3.1 „Stahlbau- und Schlosserarbeiten“ zu entnehmen.

### **3.11 Kompensatoren**

Grundsätzlich ist der Einsatz von Kompensatoren zu vermeiden, Ausnahmen davon sind mit dem AG abzustimmen. Kompensatoren sind entsprechend den Verfahrenstechnischen Randbedingungen auszuwählen. Die Auswahl hat so zu erfolgen, dass eine optimale Lebensdauer des Kompensators zu erwarten ist. Kompensatoren aus metallischen Bälgen sind nach DIN EN 14917 zu liefern. Für das Balgmaterial aus austenitischem Stahl sind Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 nach EN 10204 vorzulegen. Sämtliche drucktragenden Kompensatorschweißnähte sind zerstörungsfrei zu prüfen. Die Balgwellenausführung ist auf einwandfreie und schadensfreie Ausführung zu prüfen. Es ist darauf zu achten, dass keine Schweißspritzer auf das Balgmaterial kommen.

### **3.12 Kunststoffleitungen**

Kunststoffleitungen sind nur in Ausnahmefällen und nach ausdrücklicher Zustimmung durch den AG zu verwenden. Die Rohrleitungskomponenten aus Kunststoff sind generell mit Werks-Bescheinigung 2.2 nach DIN EN 10204 zu belegen. Für die Prüfverfahren sind werkstoffspezifische Festlegungen zu treffen, wobei die einschlägigen werkstoffbezogenen Regelwerke gelten. Der AN legt dem AG für diese Werkstoffe einen Inspektions- und Prüfplan zur Freigabe vor.

### **3.13 Berechnungen**

Festigkeitsberechnungen für Rohrleitungen werden nach DIN EN 13480-3 durchgeführt.

Bei der Dimensionierung von Formstücken in FD- und HZÜ-Rohrleitungen sind die zulässigen Spannungen:

- in FD-Rohrleitungen bis zu 85 % und

- in HZÜ-Rohrleitungen bis zu 75 % auszunutzen.

Für ausgewählte Bauteile in den FD- und HZÜ-Rohrleitungen sind Temperaturdifferenzen und –transienten gemäß DIN EN 12952 zu ermitteln. Zudem sind unter Zugrundelegung der Anfahrkurven des Dampferzeugers die Temperaturtransienten für die hochbelasteten, dickwandigen Bauteile der Frischdampfleitung zu überprüfen und das mit dem AG vereinbarte Lastwechselkollektiv zu bestätigen.

Der Wert des Korrosionszuschlags ist unter Berücksichtigung der Art, Temperatur, Strömungsgeschwindigkeit der mit den Wänden in Kontakt stehenden Produkte festzulegen.

Der Korrosionszuschlag für ferritische Leitungen beträgt mindestens 1mm.

Für Formstücke nach DIN EN 10253 müssen keine gesonderten Festigkeitsberechnungen angestellt werden soweit die verwendeten Abmessungen in DIN EN 10253 gelistet sind, die dort angegebenen Ausnutzungsgrade sind zu beachten. Für Abmessungen die nicht gelistet sind, sind die notwendigen Nachweise nach DIN EN 10253 zu erbringen.

Für Flansche nach DIN EN 1092 müssen keine gesonderten Festigkeitsberechnungen durchgeführt werden, soweit die verwendeten Abmessungen in DIN EN 1092 gelistet sind. Die Anforderungen aus dem dort angegebenen P-T-Ratings sind zu beachten. Für Abmessungen die nicht gelistet sind, sind die notwendigen Nachweise nach DIN EN 1092 zu erbringen. In Einzelfällen, z.B. in HD- oder Gasleitungen, ist die Berechnung der Flanschverbindung (Flansch-Dichtung-Schraube) entsprechend DIN EN 1591 erforderlich.

Für Leitungen nach Herstellerstandard, z. B. MAPRESS oder VICTAULIC sind die dort fest-gelegten Einsatzgrenzen zu beachten, weitere Festigkeitsberechnungen müssen nicht erbracht werden.

### **3.13.1 Art und Umfang der Rohrsystemanalysen**

Rohrsystemanalysen sind mindestens für alle Kategorie I bis Kategorie IV-Leitungen nach DGRL durchzuführen.

Für Leitungen  $TS > 120\text{ °C}$  und  $DN > 65$  (z. B. Entspanner-Brüdenleitung) wird ebenfalls eine Rohrsystemanalysen durchgeführt.

Für entwurfsprüfpflichtige Rohrsysteme ist das Rohrsystem-Analysenprogramm ROHR 2 einzusetzen, das von der benannten Stelle (TÜV) verifiziert ist.

Die Abstimmung der betrachteten Lastfälle hat mit dem AG und der Verfahrenstechnik zu erfolgen, wobei die grundlegenden Auslegungskriterien der DIN EN 13480-3 Abschnitt 4 einzuhalten sind. Die Lastfälle und Randbedingungen sind vom AN nach der Abstimmung in einer Berechnungsrichtlinie zusammenzufassen. Zur Ermittlung der Belastungen für den Stahlbau ist für dampfführende Rohrleitungen ebenfalls eine rohrstatische Berechnung mit Wasserfüllung (entsprechend Wasserdruckprobe) durchzuführen.

Die Berechnungsberichte beinhalten die Eingabedateien, Rohrabmessungen, Beschreibung der Lastfälle, Ergebnisse zu Anschlussbelastungen, Bauteile mit den höchsten Spannungsausnutzungen, Lagerbelastungen, Federauslegung, Ergebnisse der Spannungsanalyse sowie die graphische Darstellung der Spannungsverteilung.

Die Planung von Kleinleitungen erfolgt auf der Baustelle entsprechend den Festlegungen DIN EN 13480-3 Anhang Q oder AD2000 HP100R bzgl. der maximal zulässigen Stützweiten und der



erforderlichen Dehnschenkeln. Der rechnerische Nachweis über die Einhaltung der zulässigen Spannungen in Kleinleitungen muss auf Anfrage erbracht werden.

Für FD- und HZÜ-Rohrleitungen hat der Lieferant der Rohrleitungsanlage auf Basis der Ist-Abmessungen bzw. Ist-Gewichte einen Gewichtsausgleich für das System durchzuführen (Ist-Statik).

### **3.13.2 Weitere Berechnungen**

Kondensatanfall-Berechnungen für Dampfleitungen zur Auslegung der Entwässerungssysteme, Kondensomaten, des Entspanners, etc. sind vom AN durchzuführen.

Für Warmhalte- und Anwärmleitungen sind wärmetechnische Auslegungsberechnungen vom AN durchzuführen.

Für Rohrsysteme, in denen Druckstöße vorkommen können, sind Druckstoßberechnungen durch den AN durchzuführen und bei der Rohrleitungsplanung zu berücksichtigen.

Auslegung der Sicherheitsventil Zuleitung nach FDBR 153 und DIN EN 764-7 sowie Auslegung der Abblaseleitung auf max. zul. Eigengegendruck des Sicherheitsventils und Begrenzung auf max. 90 % Schallgeschwindigkeit im engsten Querschnitt.

Optimierungen der Saugleitungen vor Pumpen hinsichtlich Ausdampfung und NPSH-Anforderungen-Pumpe sind durch den AN durchzuführen.

Für Hochdruckleitungen sind Druckverlustberechnungen, Temperatur- und Wärmeverlustberechnungen zur Einhaltung der Anforderungen aus den Kreislaufberechnungen durchzuführen. MD-/ND-Leitungen sind nach Abstimmung zu berechnen.

Die Isolierdicken in der Rohrleitungsliste sind von der ausführenden Firma zu prüfen. Bei Abweichungen von den Isolierdicken der Rohrleitungsliste ist dies dem AG mitzuteilen. Die Einhaltung der vorgegebenen Isolierkriterien (max. Oberflächentemperatur, max. Wärmeverlust, Wirtschaftlichkeit) hat der AN zu gewährleisten.

Die Ausführende Rohrleitungsfirma hat vor dem Anschluss an die Dampfturbine eine „Ein-Schwimm-Prozedur“ zu erstellen und beim AG zur Prüfung einzureichen.

## **3.14 Messstellen Lieferbereich Rohrleitungsanlage**

Die Messstellen sollen entsprechend den projektspezifischen Hook-Ups angeordnet bzw. ausgeführt werden (siehe C5.2 „Antriebe, Messgeräte, Messanordnungen“).

Stutzen für Temperatur- und Analysemessung werden nach FDBR 145 Form A ausgeführt. Der rechnerische Nachweis der Stutzen liegt im Umfang des AN.

An Temperaturmessstellen sind gemeinsam mit den Stutzen auch immer die benötigten Schutzrohre zu liefern. Die genaue Ausführung der Schutzrohre ist mit dem AG abzustimmen.

Entnahmestutzen für Druck werden als verstärkter aufgeschweißter Stutzen ausgeführt.

Ein- und Auslaufstrecken bei Durchflussmessungen entsprechend den Herstellervorgaben sind zu beachten.



### **3.15 Isolierung**

Die Festlegungen in C2.7 „Spezifikation Isolierung“ sind zu beachten.

Die in der Rohrleitungsliste angegebenen Isolierdicken sind vom AN zu prüfen (bei Vergabe auf Basis eines Liefer- und Leistungsverzeichnisses).

### **3.16 Anstrich, Korrosionsschutz und Beschichtungssysteme**

Es gilt die Spezifikation C1.14 „Korrosionsschutz“.

Die Oberflächenvorbereitung, der Anstrichstoff und der Anstrichaufbau werden durch die vorstehende Spezifikation einheitlich festgelegt, um zu gewährleisten, dass die Bauteile einen gleichartigen und hochwertigen Korrosionsschutz erhalten. Die Anstrichstoffe dürfen nur von Herstellern bezogen werden, die internationale Erfahrung aufweisen und deren Produkte international erhältlich sind.

### **3.17 Schweißarbeiten**

Für Schweißarbeiten ist die QS-Richtlinie einzuhalten.

### **3.18 Montage**

#### **3.18.1 Montagesorgfalt**

Bei der Montage der Rohrleitungsanlagen sind zusätzlich zu den Angaben in der QS-Richtlinie folgende Anforderungen für eine qualitätsgerechte Montage zu beachten:

- Rohrleitungsbauteile sind gemäß Spezifikation C1.14 „Korrosionsschutz“ zu beschichten und an den Enden mit Kappen zu verschließen. Die Kappen werden nur für Montagearbeiten vorübergehend entfernt und bleiben ansonsten bis zur Inbetriebnahme montiert.
- Rost und Zunderschichten, Sand und andere Verunreinigungen sind vor dem Einbau zu entfernen. Die Reinigung muss rückstandsfrei erfolgen. Die Unterstüztungen und Stahlbauteile sind mit einem Grundanstrich gemäß Spezifikation C1.14 „Korrosionsschutz“ versehen anzuliefern und zu montieren.
- Bei der Montage sind die Rohrleitungen in die vorher montierten und auf die Berechnungswerte eingestellten Unterstüztungen zu montieren.
- Die Montage hat derart zu erfolgen, dass keine anderen Anlagenteile beschädigt werden. Gegebenenfalls sind zu deren Schutz besondere Maßnahmen vom Auftragnehmer zu erbringen.
- Montageöffnungen und provisorische Öffnungen in Bühnen oder Gerüsten, die für Montagevorgänge hergestellt werden, sind zu sichern.
- Gitterroste sind nach dem Schließen der Öffnungen wieder vorschriftsmäßig zu befestigen. Hierzu gehört auch das nachträgliche Ausschneiden und Einfassen von Gitterrosten.

- Werden vom Auftragnehmer Schweißarbeiten an bestehenden Stahlbauteilen vorgenommen, so ist anschließend vom Auftragnehmer die Beschichtung auszubessern.
- Bei erforderlichen Anpassarbeiten an bauseitigen Stahlbauteilen wie z.B. bei Ausschnitten in Gitterrosten, sind entsprechende Fußleisten bzw. Anpassungen fachgerecht in verzinkter Ausführung zu erbringen, bzw. beschädigte Gitterroste auszutauschen.
- Evtl. vorhandene Bewehrungseisen in Mauer- oder Deckenöffnungen für Rohrleitungen sind vom Auftragnehmer nach Rücksprache mit der Bauleitung soweit zu entfernen, dass die Funktion der Rohrleitungen und Isolierungen nicht beeinträchtigt werden.
- Während der Montage und vor Verlassen der Montageplätze trägt der Auftragnehmer dafür Sorge, dass die von ihm in Anspruch genommenen Flächen aufgeräumt sind, die Fluchtwege freigehalten werden und alle erforderlichen Absturz- und sonstigen Sicherungsmaßnahmen vorhanden sind.
- Jeweils nach dem Legen einer Montageschweißnaht an den Hauptleitungen ist das montierte Bauteil auf innere Sauberkeit zu kontrollieren. Werden hierbei grobe Verunreinigungen, Staub oder Flugrost festgestellt, sind vom AN entsprechende Reinigungsmaßnahmen durchzuführen.
- Bei Montageunterbrechungen von mehr als 6 Stunden sind die Rohrenden zu verschließen.
- Rohrhalterungen und Stützkonstruktionen sind im Zuge der Rohrleitungs montage mit zu verlegen.
- Die Hänger sind, soweit sie auf die Montageendnaht von Einfluss sind, bei vollem Gewichtsausgleich deblockiert. Gegebenenfalls sind hierbei für fehlende Betriebslasten Ersatzlasten vorzusehen.

### **3.18.2 Montagematerial und Transportvorgänge**

Die vom Auftragnehmer verwendeten Werk-, Rüst- und Hebezeuge bzw. Einrichtungen müssen allen Vorschriften hinsichtlich der Sicherheit entsprechen. Auf Verlangen ist dem Auftraggeber der Nachweis vorzulegen, dass die vom Auftragnehmer verwendeten Werk-, Rüst- und Hebezeuge vorschriftsmäßig sind.

Die beim Transport erforderlichen Lasteinleitungen in den vorhandenen Bauteil und in Tragwerkskonstruktionen von Apparaten sind mit Rücksicht auf die Lastvorgaben in den Belastungsplänen abzustimmen. Etwaige zusätzliche Montage-Lasteinleitungen sind mit dem Auftraggeber und dem jeweiligen Lieferer der Bauteilkonstruktion abzustimmen. Erforderliche Lastverteilungsmaßnahmen sind gegebenenfalls vorzusehen.

Werden beim Transport von Rohrleitungsteilen zum Einbauort temporäre Demontagen von Stahlbauteilen erforderlich, so sind diese mit dem Auftraggeber und dem jeweiligen Lieferer der Bauteilkonstruktion abzustimmen und auf eigene Kosten zu veranlassen.

### **3.19 Prüfungen, Bau- und Montageüberwachung, Druckprüfungen**

Prüfungen, Bau- und Montageüberwachung und Druckprüfungen sind entsprechend der QS-Richtlinie bzw. der relevanten Regelwerke durchzuführen.