



Industrie-, Kraftwerks- und Verfahrenstechnik: Dampfumform-Ventil Einbauvorschrift



Die 1967 gegründete Holter Regelarmaturen GmbH & Co. KG bietet eine komplette Produktpalette für die Industrie-, Kraftwerks- und Verfahrenstechnik. Das als HORA bekannte Unternehmen produziert selbstentwickelte Ventile, Pumpenschutz- und Kraftwerksarmaturen sowie elektrische bzw. pneumatische Stellantriebe.

40 Jahre Erfahrung haben das unabhängige Familienunternehmen aus dem ostwestfälischen Schloß Holte-Stukenbrock europa- und weltweit zum Partnerunternehmen führender Kessel- und Kraftwerkshersteller sowie Mess- und Regelfirmen heranwachsen lassen.

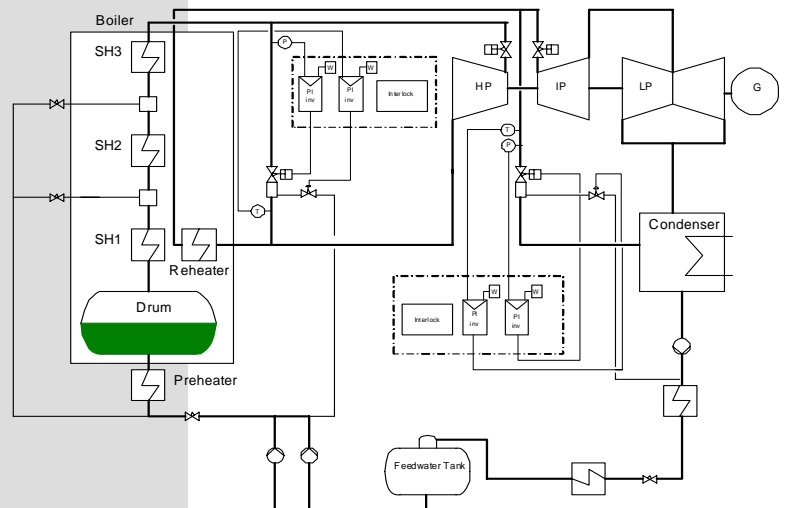
Die heutige Marktbedeutung erklärt sich aus der gelungenen Kombination von Innovationsfähigkeit, Kontinuität und Zuverlässigkeit.





Dampfumform-Ventil Einbauvorschrift

- 4 Einbaurichtung
- 5 Dampfeintrittsrohrleitung
- 6 Dampfaustrittsrohrleitung
- 7 Einspritzwasserleitung
- 7-8 Entwässerung
- 9 Vorwärmung
- 10 Temperaturmessung
- 10-11 Regelung
- 12 Spül- und Ausblasevorrichtung
- 13 Zusammenfassung

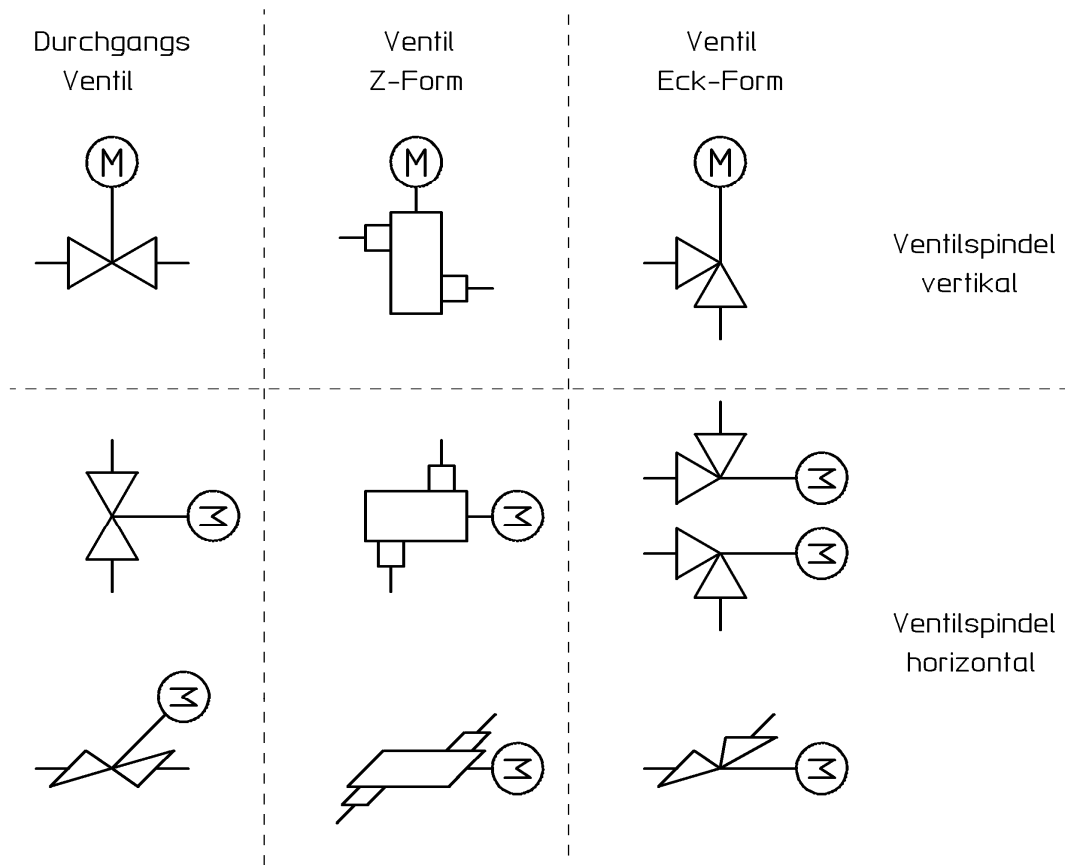


Einbauichtung

HORA Dampfumform-Ventile können in jeder Lage eingebaut werden. Die Vorzugsrichtung ist mit vertikaler Ventilspindel und oben montiertem Antrieb. HORA empfiehlt den Antrieb nicht hängend zu montieren. Der Einbau des Ventils mit einer horizontal liegenden Spindel ist möglich. Diese Einbaulage sollte im Vorfeld mit HORA abgesprochen werden, damit geeignete Unterstüzungen für das Abfangen des Antriebgewichtes geklärt werden können.

Regelventile sollten niemals als Festpunkte in der Rohrleitung ausgelegt werden.

Festpunkte sollten entlang der Rohrleitung vorgesehen werden. Für Wartungszwecke sind eine Montageplattform und Hebemöglichkeiten (z.B. ein Kran) vorzusehen.



Für eine gute Funktionsfähigkeit ist es notwendig großes Augenmerk auf die Dampfeintritts-, Dampfaustritts- und Wassereinspritzleitung zu legen. Zwischen optimalen Rohrleitungsanordnungen und geringen Bauräumen muss ein Kompromiss gefunden werden. Im Folgenden wird beschrieben wie eine optimale Rohrleitungsführung für HORA Dampfumform-Ventile aussieht.

Dampfeintrittsrohleitung

Eine gerade Rohrleitung vor dem Ventil ist erforderlich. In dieser Rohrleitung sollten keine Einbauten installiert sein; T-Stücke müssen vermieden werden. Wenn Absperrventile in der Einströmleitung nicht gut konstruiert sind, kann es zu einer Beeinflussung der Regelcharakteristik aufgrund von hohen Strömungsgeschwindigkeiten und einem ungleichmäßig verteilten Strömungsfeld kommen. Ein gleichmäßiges Strömungsfeld bewirkt ein Minimum an Vibrationen und Geräusch. Zusätzlich installiert HORA für spezielle Anforderungen einen Lochkorb im Gehäuseeintritt, der die Strömung auf den Kegel gleichmäßig verteilt und somit Drehkräfte auf den Kegel reduziert.

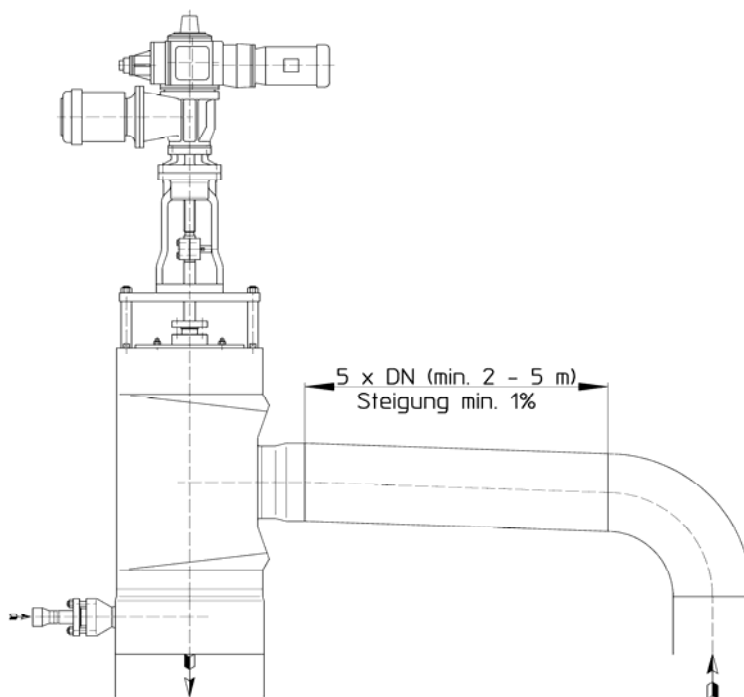
HORA empfiehlt eine gerade Einströmstrecke von ~5-mal Rohrnennweite aber mindestens 2-5m.

Sind mehrere Einbauten in der Einströmleitung, so ist die gerade Einlaufstrecke zu verlängern und durch HORA zu bestätigen.

Grundsätzlich muss anfallendes Wasser abgeleitet werden (siehe Entwässerung). Durch Wasser entstehen zusätzliche Geräusche, mechanische Schäden und die Temperaturmessung kann unmöglich werden.

HORA empfiehlt eine Steigung von min. 1% mit der Strömungsrichtung.

Eine Entwässerung soll am tiefsten Punkt vorgesehen werden.



Dampfaustrittsrohrleitung

Nach der Einspritzung braucht das Wasser genügend Strecke um zu verdampfen. Es ist zu vermeiden, dass Wassertropfen die Rohrwandung berühren, da hierdurch Erosion und in extremen Situationen Wasserpfützen entstehen können. Rohrbögen trennen Wasser vom Dampf aufgrund der verschiedenen Dichten. Es ist eine gerade Abströmleitung erforderlich. Mit den HORA Einspritzlösungen wird das Wasser optimal verdunstet, trotzdem wird zum Verdampfen eine gewisse Zeit benötigt.

Beeinflussende Variable	Abhängigkeit und Funktion
Durchmesser der Wassertropfen	Kleinere Tropfen haben im Verhältnis die größere Fläche welche den besten Wärmetransfer und somit Verdampfung gewährleisten
Kühlwassertemperatur	Mit zunehmender Temperatur nimmt die Verdampfungszeit ab – geringere Kühlwirkung
Dampfgeschwindigkeit	Der Dampf schleppt die Wassertropfen mit und trennt die gesättigte Dampfhülle um den Tropfen auf
Überhitzte Temperatur vom gekühlten Dampf	Mit einem größeren thermischen Abstand zwischen Wasser und Dampf reduziert sich die Verdampfungs- und Mischstrecke. Das minimale delta T zur Sattdampfgenze ist mit 10 °C festgelegt.

HORA empfiehlt den ersten Bogen nach dem Ventil nicht näher als ~10-mal Rohrnennweite aber mindestens 2-5m zu setzen. Diese minimale Entfernung ist auch der Punkt an dem die Rohrleitungsspezifikationen geändert werden kann.

Für **HD-Bypass Ventile** die in die kalte Überhitzerleitung gehen oder vergleichbare Anwendungen kann die gerade Abströmlänge mit folgenden Abhängigkeiten verkürzt werden:

- mit Anstieg der Überhitzung (>100°C)
- mit Anstieg der Einspritzwassertemperatur (>150°C).

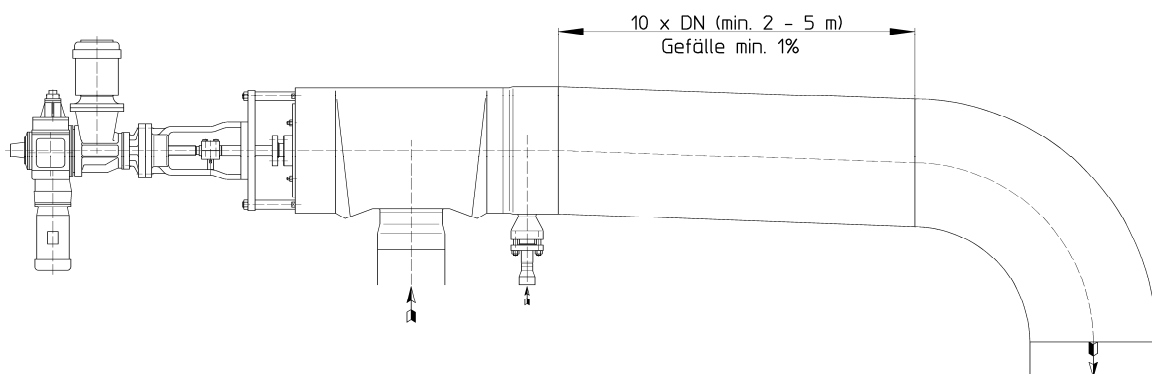
Die gerade Einströmlänge sollte bei **MD-Bypass Ventilen** verlängert werden wenn sie in den Kondensator gehen oder bei vergleichbaren Anwendungen, um das Risiko des nicht verdampften Wassers zu minimieren. Hierbei gelten folgende Abhängigkeiten:

- mit Reduzierung der Überhitzung (<20°C)
- mit Reduzierung der Einspritzwassertemperatur (<100°C)
- mit Erhöhung des Einspritzwasserverhältnisses (>25%)

Alles was in der Dampfeintrittsrohrleitung zum Schutz vor Wasser genannt wurde gilt auch hier (siehe Entwässerung).

HORA empfiehlt ein Gefälle von min. 1% mit der Strömung.

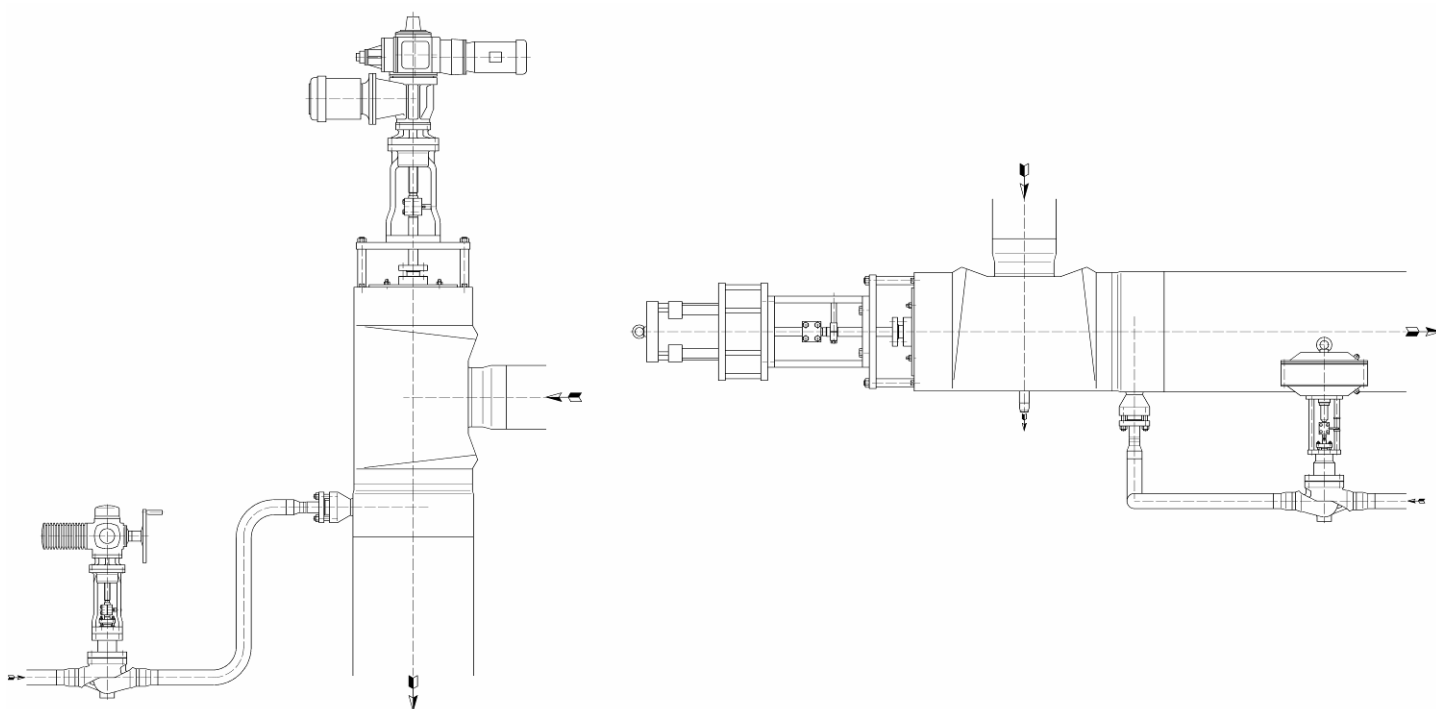
Eine Entwässerung soll am tiefsten Punkt vorgesehen werden.



Einspritzwasserleitung

Die richtige Verlegung der Rohrleitung zwischen dem Dampfumform-Ventil und dem Wasser Regelventil ist für die Funktion des Systems sehr wichtig. Es ist erforderlich die Wasserrohrleitung vor dem Leerlaufen zu schützen, um einen kontinuierlichen und gleichmäßigen Wasserstrom zu gewährleisten.

- Die von dem Einspritzwasser Regelventil kommende Rohrleitung soll unter den Anschlussstutzen vom Dampfumform-Ventils angeordnet sein.
- Die Rohrleitungslänge zwischen Einspritzwasser Regelventil und dem Anschlussstutzen vom Dampfumform-Ventil sollte möglichst kurz sein und nicht über 5 m betragen.
- Wenn das Dampfumform-Ventil mehr als einen Wasseranschlussstutzen hat, sollen die Stutzen über eine symmetrische Ringleitung angeschlossen werden. Dieses ermöglicht einen kontinuierlichen und gleichmäßigen Wasserstrom zu allen Einspritzdüsen des Dampfumform-Ventils.



Entwässerung

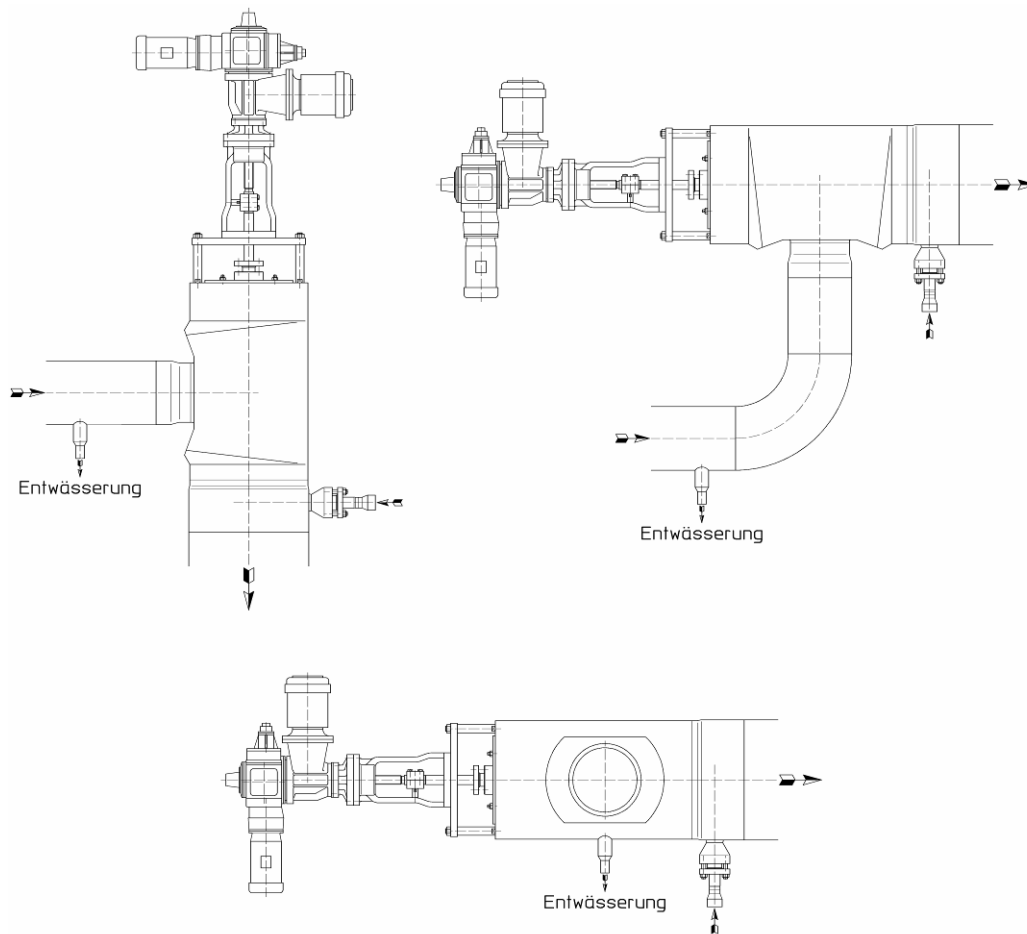
Kondensat oder nicht verdampftes Einspritzwasser im Ventil oder der Rohrleitung ist sehr gefährlich. Es kann folgende Auswirkungen haben:

- Erosion in der Rohrleitung und dem Ventil
- Vibrationen und Wasserschlag
- Tropfen können den Temperatursensor treffen und Regelprobleme verursachen

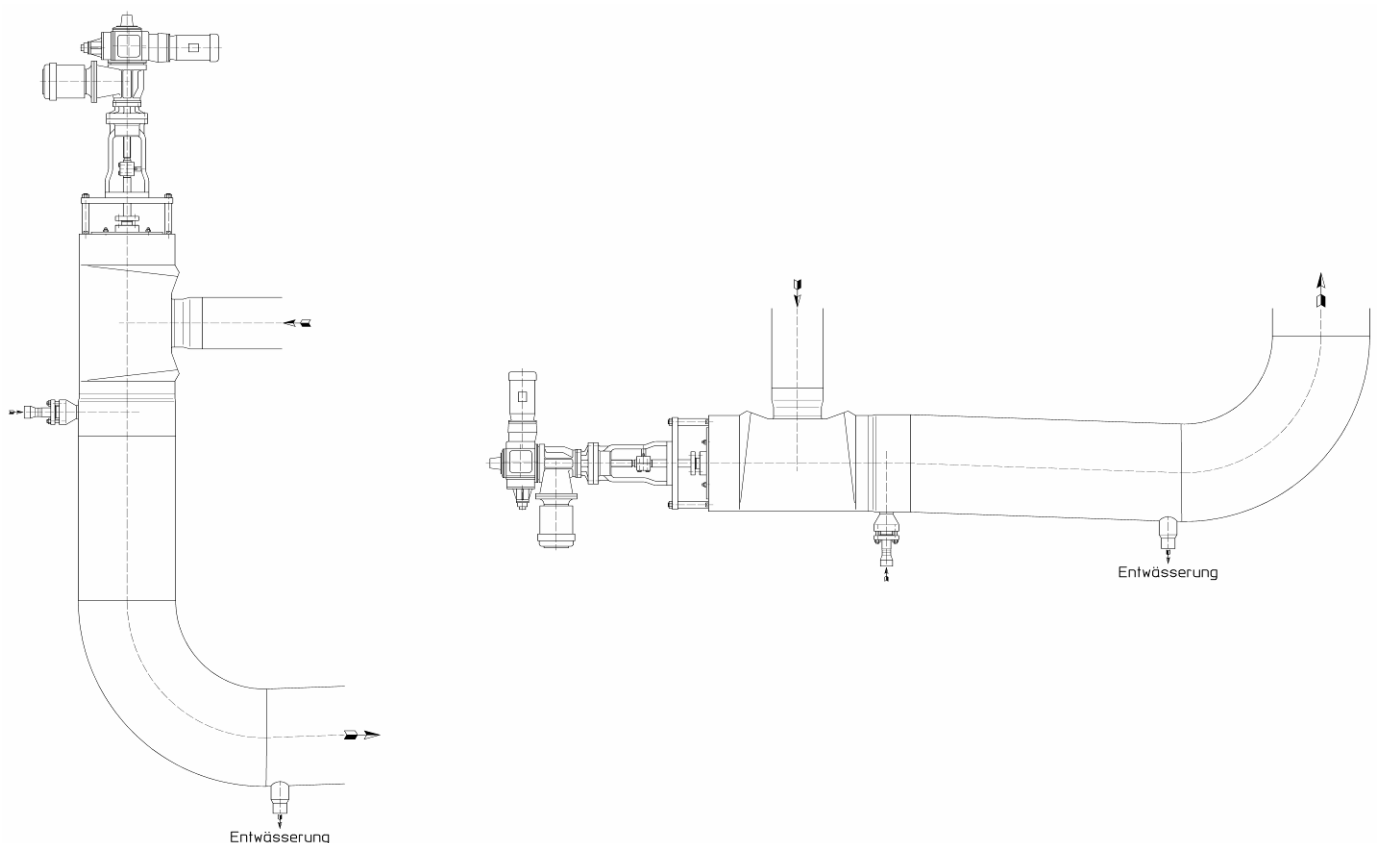
Entwässerungen in der **Einströmleitung** sind wesentlich zum Schutz des Dampfumform-Ventils. Der Entwässerungsanschluss muss am tiefsten Punkt und möglichst nah beim Dampfumform-Ventil sein. Es wird nicht empfohlen eine Entwässerung mit dem Ventil als tiefliesten Punkt zu wählen, da die Entwässerung reduziert oder blockiert werden kann. Trotzdem kann bei einer Rohrleitungsneigung zum Ventil ein Entwässerungsstutzen am Ventil möglich sein. Dieser Entwässerungsstutzen sollte nicht zu klein sein.

Die Entwässerungsform ist abhängig von der Ventilkonstruktion, Einbaurichtung und dem Volumen des nicht abführbaren Entwässerungsmediums im Ventilkörper. Die Lösung ist mit HORA abzustimmen.

HORA empfiehlt für Standardentwässerungen in der Einströmrohrleitung einen Querschnitt von DN 15.



Es ist ebenso wichtig die **Abströmrohrleitung** zu schützen. Die Entwässerung muss am tiefsten Punkt erfolgen. Es ist zu vermeiden, dass das Dampfumform-Ventil am tiefsten Punkt ist, weil zurücklaufendes Wasser schwerwiegenden Schaden verursachen kann. Ein minimales Gefälle von 1% muss eingehalten werden (siehe Rohrleitung).



Die erforderliche gerade Rohrlänge (siehe Dampfaustrittsrohrleitung) ist zu berücksichtigen aber auch eine Fehlfunktion des Temperatursensors (siehe Temperatursensor) ist zu vermeiden.

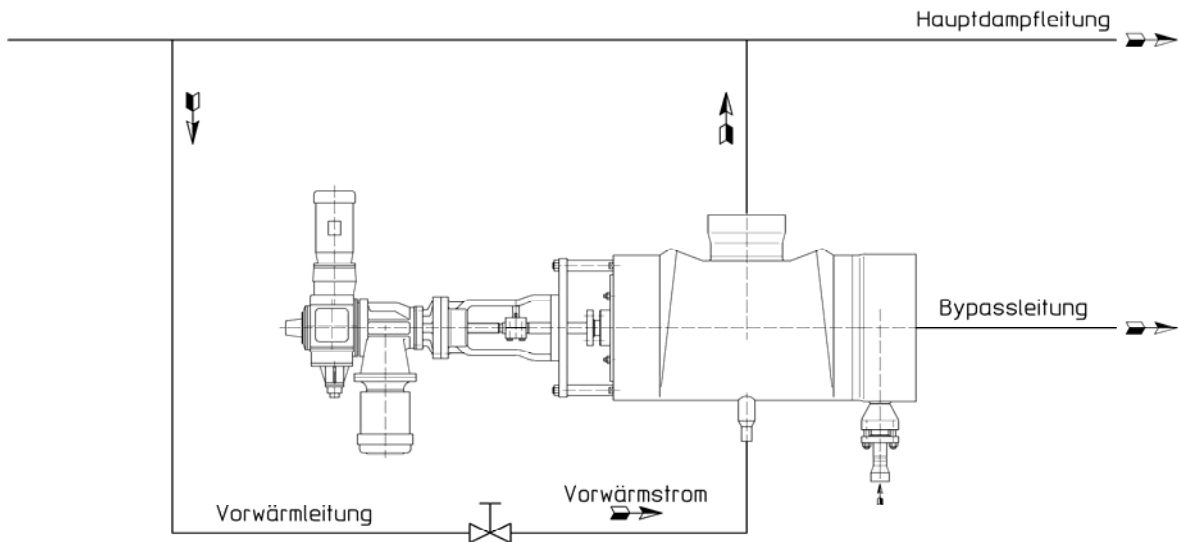
HORA empfiehlt einen Abströmquerschnitt der für ~10% des maximalen Einspritzwasservolumens ausgelegt ist. Das berücksichtigt nicht nur Kondensatbildung sondern auch Leckagen im Einspritzregelventil. Die Entwässerung sollte bei 2/3 der Wegstrecke zum Temperatursensor erfolgen.

Bei MD-Bypass Ventilen kann das nicht verdampfte Wasser in den Kondensator einströmen. In Anlagen mit luftgekühlten Kondensatoren ist eine vorherige Entwässerung notwendig.

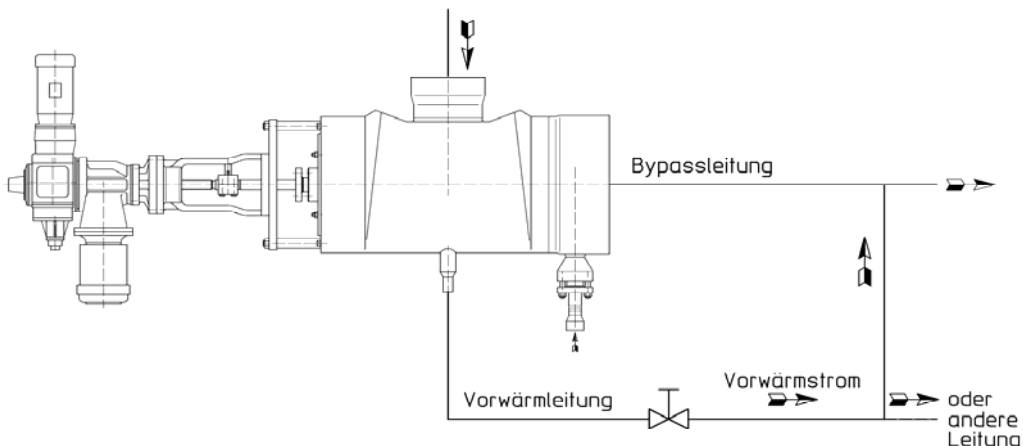
Vorwärmung

Vorwärmungen verhindern die Bildung von Kondensat und reduzieren Thermospannungen in den Bauteilen. Insbesondere in den Fällen wo die normale Stellung des Dampfumform-Ventils geschlossen ist (z. B. Bypass Ventile), hat eine Vorwärmung zu erfolgen. Bei kontinuierlichem regeln gibt es nur geringe Kondensatbildung, aber bei zyklischen Wechslen (z. B. Anfahren und Abfahren) ist die Kondensatbildung ein großes Problem.

Die Vorwärmmenge ist vom Kunden festzulegen, die Dampfbedingungen in der **Dampfeintrittsleitung** müssen über der Sättigung liegen. Vorwärmung der Dampfeintrittsleitung ist nicht erforderlich wenn das Dampfumform-Ventil oberhalb der Hauptdampfleitung liegt.



Die obere Lösung nutzt das natürliche Druckgefälle in der Dampfleitung. Vorwärmung in der **Dampfabströmleitung** des PRDS Ventils kann über ein Loch von ~ 10 mm im Regelkegel realisiert werden (Kontinuierliche Leckage). In diesem Fall wird HORA das Loch für den Transport und der Druckprüfung mit einer Verschraubung verschließen. Während der Inbetriebnahme (siehe Spül- und Ausblasevorrichtung) kann die Verschraubung durch eine Verschraubung mit einem ~ 1mm großen Loch ausgetauscht werden. Für andere Vorwärm Lösungen ist ein Bypassventil notwendig.

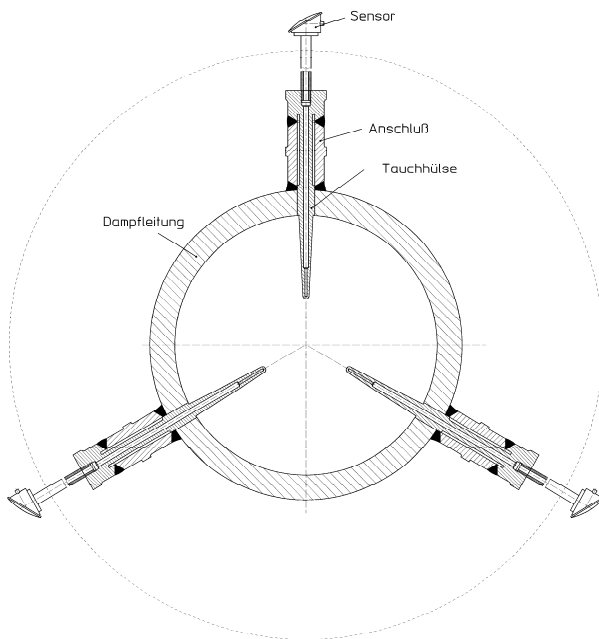


Temperaturmessung

Es ist wünschenswert den Temperatursensor so dicht wie möglich am Dampfumform-Ventil zu haben um die Signalverzögerung zu reduzieren. **Die Entfernung ist abhängig vom Grad der Überhitzung. Je höher die Temperatur, umso kürzer die Entfernung.**

Die Temperatursensoren sind in der Dampfabströmleitung frühestens bei 10-mal DN nach dem Dampfumform-Ventil (min. 5m) und im Falle einer horizontalen Rohrleitung $\sim 30^\circ$ versetzt aus der senkrechten Rohrleitungsachse einzubauen.

In manchen Anwendungen ist eine Anordnung von 3 Sensoren mit einer guten Auswerteeinheit erforderlich.



Für **HD-Bypass Ventile** die in die kalte Überhitzerleitung gehen oder vergleichbare Anwendungen kann die gerade Abströmlänge mit folgenden Abhängigkeiten verkürzt werden:

- mit Anstieg der Überhitzung ($>100^\circ\text{C}$)
- mit Anstieg der Einspritzwassertemperatur ($>150^\circ\text{C}$).

Die gerade Einströmlänge sollte bei **MD-Bypass Ventilen** verlängert werden wenn sie in den Kondensator gehen oder bei vergleichbaren Anwendungen. Hierbei gelten folgende Abhängigkeiten:

- mit Reduzierung der Überhitzung ($<20^\circ\text{C}$)
- mit Reduzierung der Einspritzwassertemperatur ($<100^\circ\text{C}$)
- mit Erhöhung des Einspritzwasserverhältnisses ($>25\%$)

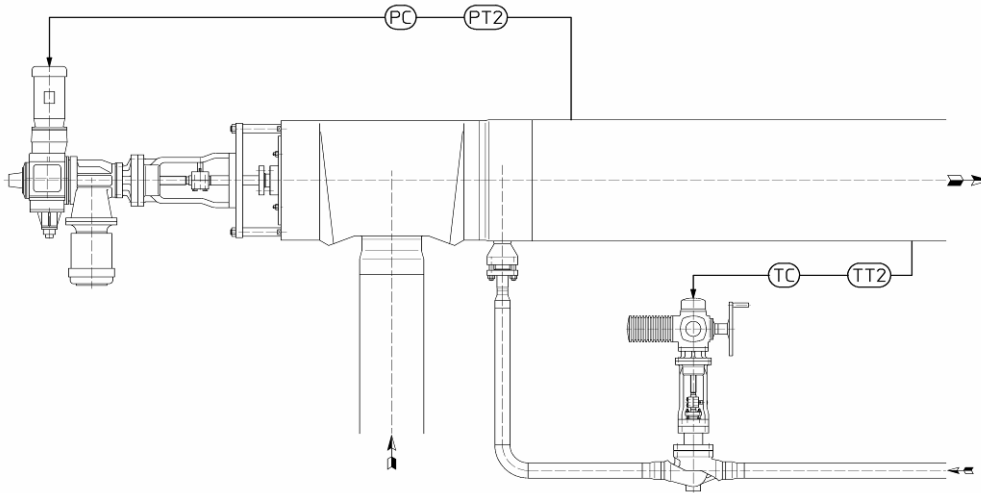
Für diese Anwendung wird eine Vorwärtsregelung (siehe Regelung) empfohlen.

Regelung

Der Typ des Regelsystems wird durch die Anwendung festgelegt und ist mit dem Betreiber und dem Regelungslieferanten abzustimmen. Dampfumform-Ventile kombinieren die Druck- und Temperaturregelung. Die Druck- und Temperaturregler geben das Eingangssignal für das Regelventil. Das Druckregelsystem ist ein geschlossenes System mit Rückmeldung, welches unproblematisch ist.

Die Einspritzwasserregelung kann grundsätzlich durch eine Temperaturregelung oder durch eine Vorwärtsregelung mit Wärmebilanzrechnung erfolgen. Bei beiden Systemen ist eine Verknüpfung zwischen Einspritzwasser Regelventil und Dampfumform-Ventil notwendig. Hierüber muss gewährleistet sein, das beim Öffnen zuerst das Dampfventil öffnet und beim Schließen zuerst das Wasserventil schließt.

Die direkte Methode der Temperaturregelung erfordert eine Strecke zwischen der Wassereinspritzung und dem Sensor. Ein Temperaturregler in der Abströmdampfleitung zeichnet den Temperaturverlauf auf und regelt die Einspritzwassermenge so ein, dass die vorgegebene Dampftemperatur erreicht wird. Für die Temperaturmessung muss der Dampf trocken sein, also alles Einspritzwasser verdampft sein. Der Sollwert der Dampftemperatur muss mindesten 8°C über der Dampfsättigung liegen.



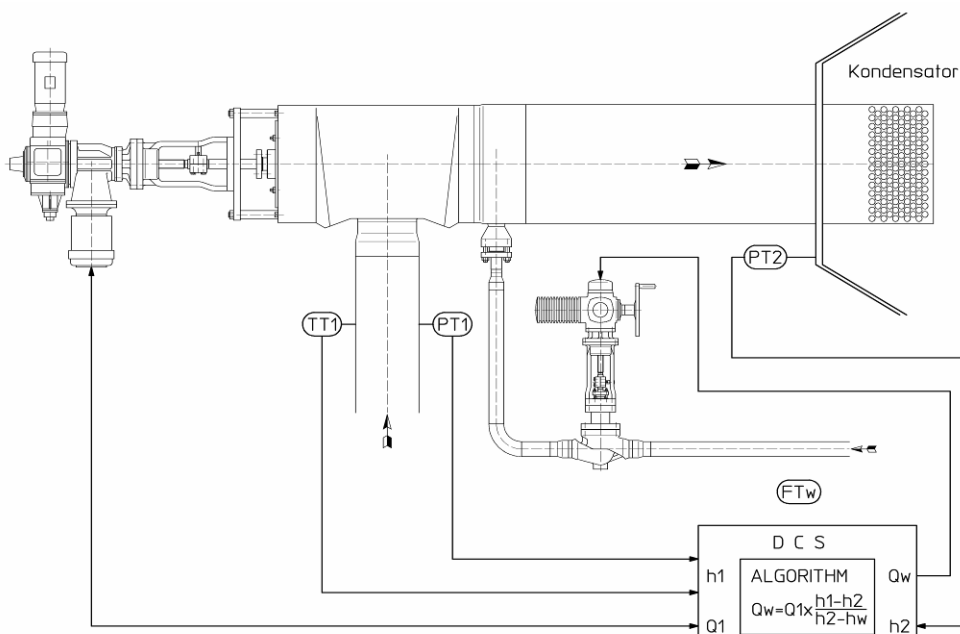
Eine geschlossene Temperaturregelung ist nur möglich wenn eine Temperatur in der Abströmleitung gemessen und zum Abgleich genutzt werden kann.

Eine Vorwärtsregelung kann einfach in das DCS System integriert werden. Es reagiert schneller auf ein Ereignis und vermeidet eine falsche Einspritzwassermenge. Mit diesem System kann eine kleinere Entalpie im Abströmdampf erreicht werden. Verwendung findet die Regelung in ND-Bypass Ventilen wo ein Einströmkorb im Kondensatoreintritt (dump tube) oder wo kurze Strecken zwischen Dampfumform-Ventil und Kondensator vorhanden sind.

Die Methode braucht als Eintrittswerte die Dampfeintrittstemperatur, Dampfeintrittsdruck, Dampfmenge, Dampfaustrittsdruck (oder Kondensatordruck) und die Einspritzwasserentalpie (Einspritzwassertemperatur). Der Algorithmus hat die Wasserdampftabelle integriert und berechnet die erforderliche Einspritzwassermenge.

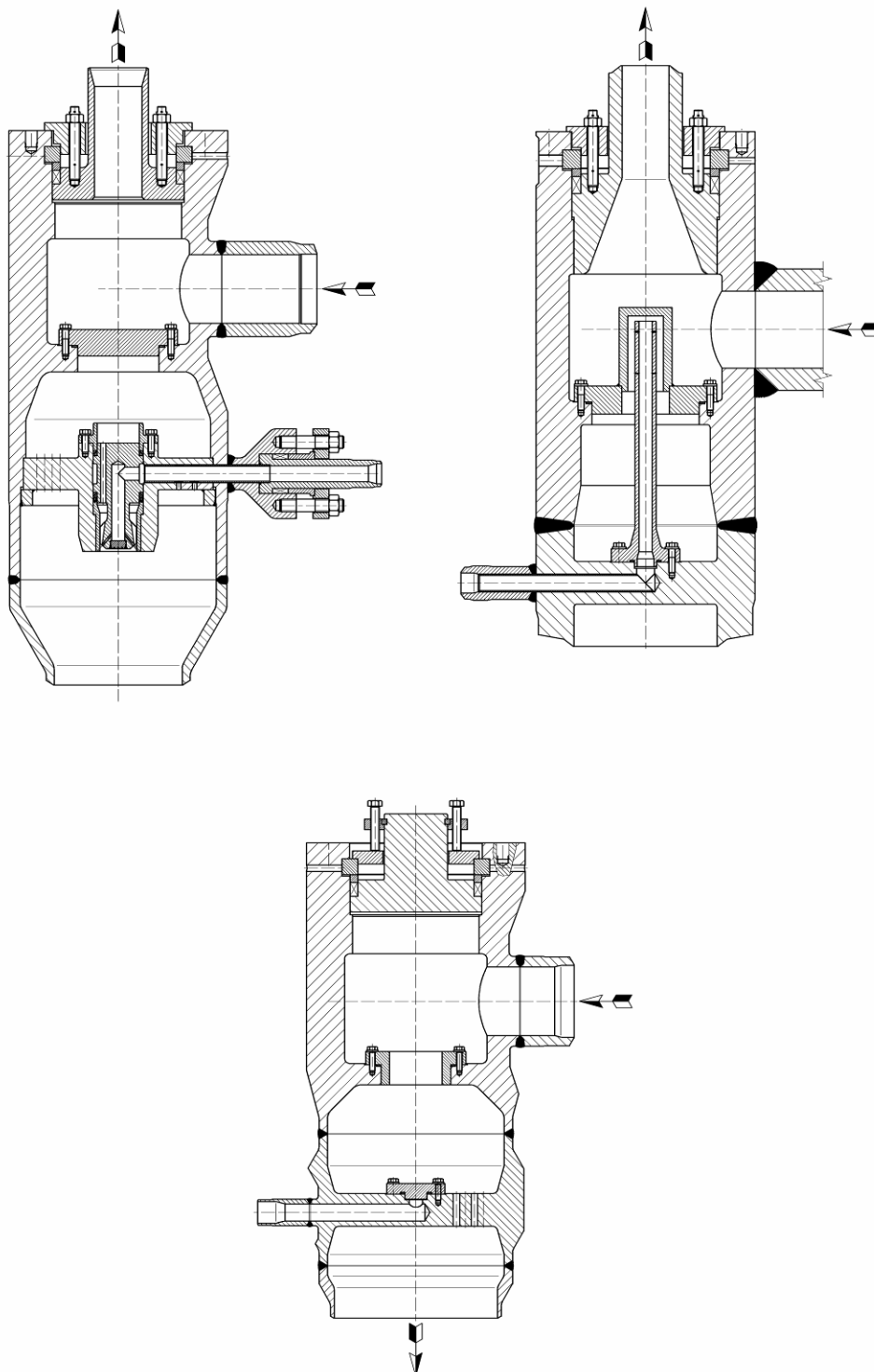
$$Q_{\text{Wasser}} = Q_{\text{Dampf}} \times (h_{\text{Dampf Eintritt}} - h_{\text{Dampf Austritt}}) / (h_{\text{Dampf Austritt}} - h_{\text{Wasser}})$$

Ein analoges Ausgangssignal ist direkt mit dem Einspritzwasser Regelventil gekoppelt, welches den Istmassenfluss mit dem Sollmassenfluss abgleicht. Der Istmassenfluss wird mit einem Wasser Durchflussmesser ermittelt. Für MD-Bypass Systeme ist die Entalpie im Austritt ein Kompromiss zwischen maximal erlaubter Temperatur und dem Sättigungsgrad im Kondensator.

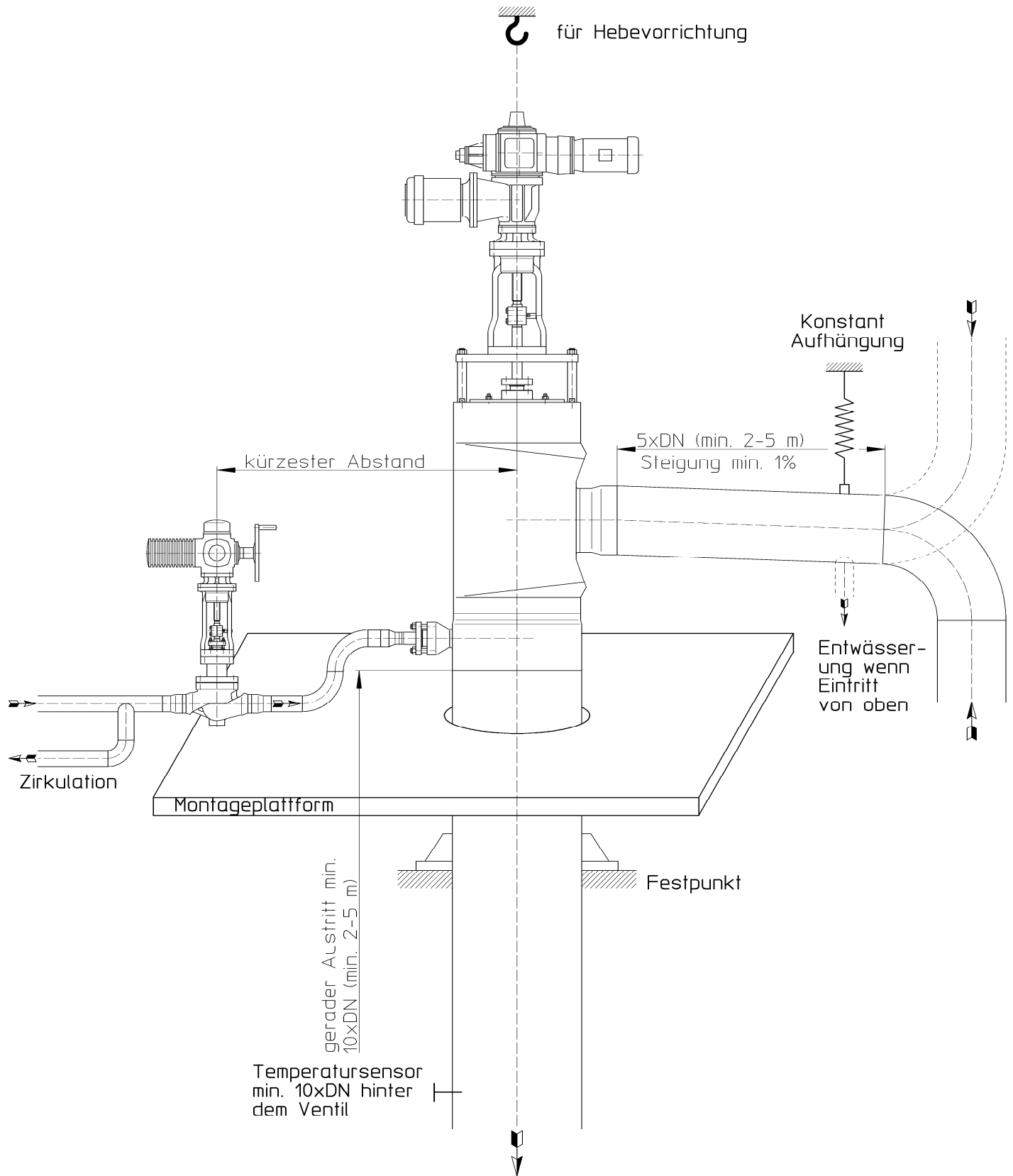


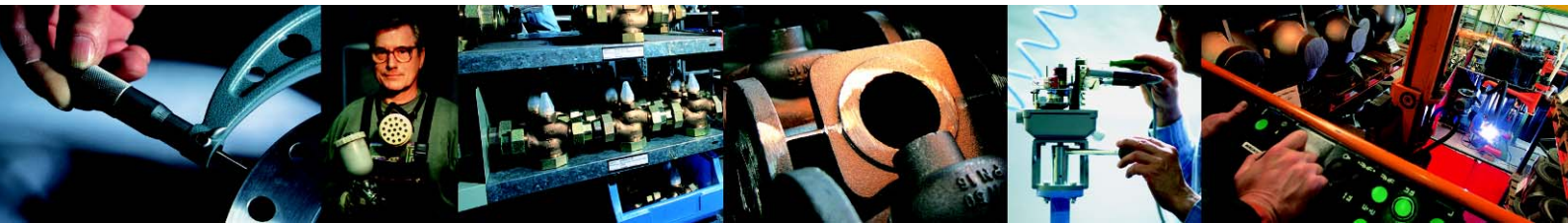
Spül- und Ausblasevorrichtung

Neue Rohrleitungssysteme enthalten Fremdstoffe wie Schweißperlen oder Rost. Diese müssen durch entsprechende Spülvorgänge oder Dampfausblasen abgelöst werden. Um Schäden im Ventil vorzubeugen sind entsprechende Spül- und Ausblasevorrichtungen im Ventil notwendig.



Zusammenfassung





HORA

Holter Regelarmaturen GmbH & Co. KG

Helleforthstraße 58 – 60

D-33758 Schloß Holte-Stukenbrock

Postfach 14 60

D-33751 Schloß Holte-Stukenbrock

Tel.: +49 (0) 52 07/89 03-0

Fax: +49 (0) 52 07/8 80 37

e-Mail: mail@hora.de

Internet: <http://www.hora.de>



Excellence is our standard