

## Weiterbildungskurse 2018



[www.brunnenmeister.ch](http://www.brunnenmeister.ch)

# Druckreduzierung: Referatteil "Allgemeines aus der Sicht des Planers"

Von:

Thomas Brändle  
Ing. HTL  
IWAG Ingenieure AG  
Ingenieurbüro für Wasser-, Abwasser und Umwelttechnik  
Grüngasse 21  
8004 Zürich



[www.iwag-ing.ch](http://www.iwag-ing.ch)

[thomas.braendle@iwag-ing.ch](mailto:thomas.braendle@iwag-ing.ch)

Veranstaltungsort:



# Druckreduzierung: Allgemeines aus Sicht des Planers

IWAG Ing. AG, Thomas Brändle, Stand 10.01.2018

## 1. Druckzonen und Druckreduzierung

Umgangssprachlich wird meist von Druckreduzierung und von Druckreduzierventilen (DRV) gesprochen, was die Funktion und die Armaturenbenennung betrifft. Weitere Begriffe, die zu diesem Sachthema bekannt sind:

- Druckminderung – Druckminderventile (v.a. Deutschland)
- Druckreduzierung – Druckreduzierarmatur (SVGW W4)

Ein klassischer Einsatzbereich der Druckreduzierung steht bei der direkten Einspeisung einer Druckzone von einer höheren Druckzone her ("zonenabsteigende" Druckreduzierung ohne dazwischen geschaltete Ausgleichsbecken).

In der Schweiz sind Druckzonen so auszubilden:

- Minimaler Ruhedruck in oberer Zonengrenze  $p_{min}$  2 bis 5 bar
- Ruhedruck im Schwerpunkt der Druckzone  $p$  4 bis 6 bar
- Maximaler Ruhedruck in unterer Zonengrenze  $p_{max}$  10 bis 12 bar

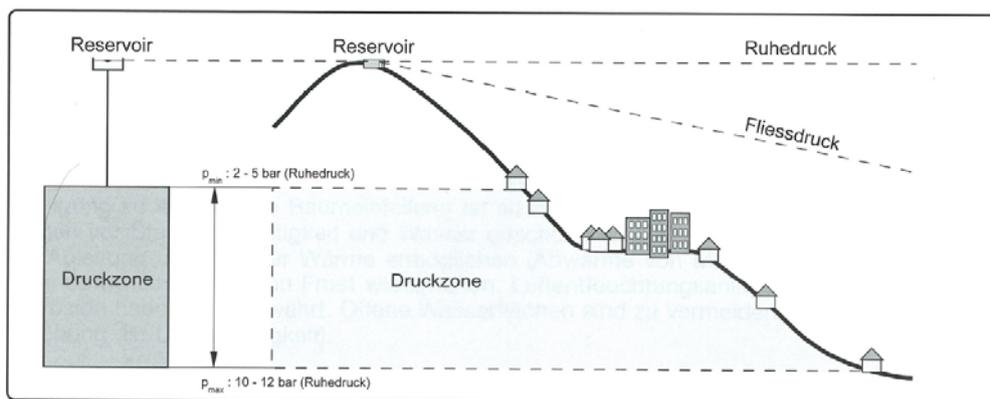


Abbildung 1: Schema Druckzone (aus SVGW W4 Teil 2, Abb. 7)

Mögliche Einsatzbereiche der Druckreduzierventile sind im nachfolgenden Beispiel ersichtlich ●

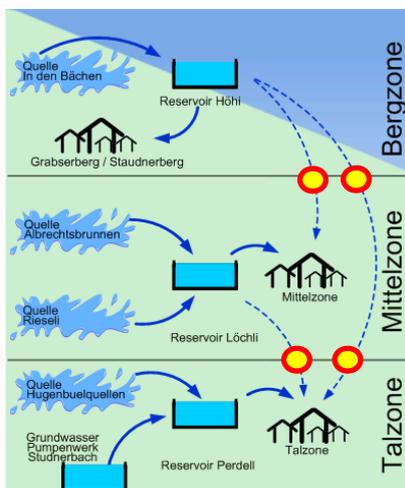


Abbildung 2: Schema Direktspeisung Druckzonen über DRV (Grundlage: WV Grabs (aus Web))

Nebst obigen "klassischen" Anwendungsbedarf werden Druckreduzierventile auch für weitere Bedürfnisse angewendet, wie z.B.:

- Glättung von Druckschwankungen aus einer Zulaufleitung beim Speisepunkt in nachfolgende Netzteile
- Drucksenkung in bestimmten Netzteilen innerhalb einer Zone zwecks Reduktion von Beschädigungsrisiken (z.B. Rohrbrüche) oder Verlustrisiken (z.B. Undichtigkeiten), was aber nur als provisorische Massnahme bis zur Wiederherstellung der Netzgebrauchstauglichkeit zu verstehen ist
- Druckreduzierung unmittelbar vor Beckenspeisungen, wenn die Zuleitung unter höherem Druck steht (Achtung, Kavitationsrisiken beachten: Einsatz von geeigneten Ventilkombinationen, Antikavitationseinsätze in Ventilen, Ringkolbenventile → Rücksprache mit dem Hersteller suchen)

## **2. Regelwerke, Vorschriften**

### **2.1. SVGW W4**

In dieser Richtlinie sind die Anforderungen an Druckreduzierventile (DRV) wie folgt umrissen:

- Der Ausgangsdruck muss auch bei schwankenden Eingangsdrücken und variierenden Durchflussleistungen gleich bleiben
- Bei Nullentnahme – sprich Durchflussleistung = 0 l/min – muss das Ventil dicht abschliessen. Es darf kein "Schlupf" auftreten

Bei einfachen Betriebsfällen (d.h. ungenaue Regelanforderung = tolerabel) können Armaturen ohne Hilfssteuerung genügen, z.B. federgesteuerte DRV.

Bei hohen Durchflussgeschwindigkeiten, grossen Schwankungen von Durchflussleistung und Eingangsdruck sowie bei Armaturen ab DN100 sind i.d.R. gesteuerte Armaturen wie z.B. eigenmediumgesteuerte DRV zu verwenden.

Bei grossen Druckgefällen, die zu erzielen sind, kann es sinnvoll sein, die Druckreduzierung in 2 oder mehreren nachfolgenden Stufen durchzuführen. Bei stark schwankenden Durchflussleistungen (z.B. Tagesverbrauch Netz / schwache Nachtbezüge Netz) kann die Anordnung von 2 parallelen Armaturen unterschiedlicher Grösse sinnvoll sein.

Massgebend für die Auslegung und Voraussetzung für den einwandfreien betrieb eines DRV sind

- Erforderliche Durchflussleistung
- Benötigter Druckreduzierwert

Grundsatz: Der Hub des DRV soll für den geforderten Einsatzbereich möglichst voll ausgenützt werden. Also keine überdimensionierten Armaturen vorsehen, sondern Grössenauslegung "so klein wie möglich".

Bei kleinen Anlagen ist es i.d.R. nicht zweckmässig, die Löschwasserleistung in die Auslegung des DRV miteinzubeziehen. Die Bedienung eines Bypasses muss im Brandfall aber sichergestellt sein und es ist zu beachten, dass die Bedienung kontrolliert erfolgt.

Wenn nach dem DRV anfällige Installationen vorhanden sind bzw. wenn bei Versagen des DRV im nachfolgenden Netz hohe Folgeschäden riskiert würden, ist zur Absicherung eines unzulässigen Überdruck der Einsatz eines ausgangsseitigen Sicherheitsventils zu prüfen. Insbesondere bei Netzbetriebsverhältnissen mit teilweise vollständig aussetzender Entnahmelistung (also Durchfluss = 0 l/min) sind Sicherheitsventile vorteilhaft.

Bei Druckzonen mit nur einer einzelnen Einspeisung über ein DRV ist eine redundante Installation für Wartungszwecke oder bei Störungen einer Armatur vorzusehen.

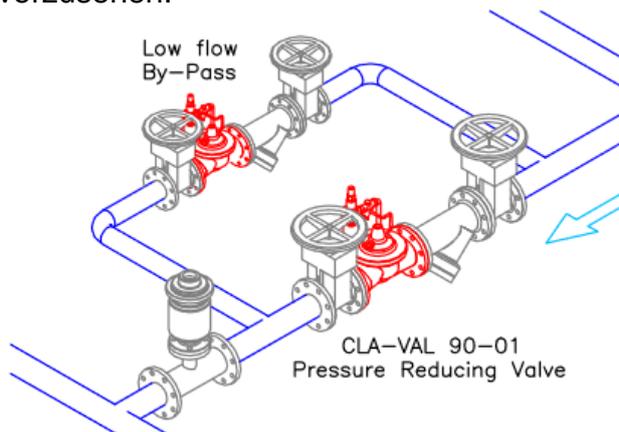


Abbildung 3: Redundante Anordnung DRV, manuelle Bypass-Lösung (Cal Val/aquarus GmbH)

Zur Gewährleistung von Kontrollen und Wartung sind die Armaturen an gut zugänglichen Stellen unterzubringen, z.B. Räumlichkeiten oder Schachtbauwerke.

## 2.2. SVGW W15002

Dieses Dokument umfasst das "Zertifizierungsverzeichnis Wasser" des SVGW. Alle Produkte, welche über eine Zulassung des SVGW verfügen, sind hier aufgelistet. Ziel der Zertifizierung ist eine Fernhaltung von nichtzertifizierten Produkten, welche für das Trinkwasserfach ungeeignet sein können oder sind.

Qualitätsarmaturen verfügen i.d.R. über eine Zertifizierung des SVGW oder sinngemäss des DVGW oder ÖVGW.

## 2.3. Betriebs- und Montagevorschriften der Hersteller

Die entsprechenden Unterlagen enthalten i.d.R. sehr wichtige Angaben zu

- Einsatzzweck, Auslegung der Armatur
- Technische Daten und zu befolgende Sicherheitshinweise
- Montageanleitung (z.B. über zulässige Einbaulagen des DRV)
- korrekte Inbetriebnahme
- erforderliche Wartung, Ersatzteile
- Vorgehen der Störungsbehebung, Kontakt Kundendienst / Servicedienst

Bei Nichtbeachtung der Vorgaben wird ein unzuverlässiger Betrieb des DRV oder gar dessen Nichtfunktion riskiert; im Zutreffensfall lehnt der Hersteller bzw. Lieferant der Armatur jegliche Haftung und Garantiegewährleistung ab.

### **3. mögliche Stolperfallen in der Projektierung**

Das Konzept der Druckreduzierung muss im Kontext der Gesamtanlagenauslegung stehen und muss bereits zu Beginn einer Projektierung ausgearbeitet werden. Korrekturen, welche sich in späteren Projektphasen oder gar während einer Anlagenrealisierung als unabwendbar ergeben, führen zu Problemen und Mehrkosten mit steigendem Umfang, je näher dies vor dem Einbau erfolgt.

Wesentliche Fehler sind z.B.:

- Gesamtsystem wird ausser Betracht gelassen  
→ Nicht berücksichtigte Betriebs- und Störzenarien, fehlende Absicherung (auch ggf. gegen Unterdruck oder «menschliche Fehlmanipulation» an der Anlage)
- Falsche Betriebsauslegung  
→ Unzulässiger Arbeitsbereich Kavitation, Druckstösse, unzureichende Leistung, etc.
- Ungeeignete Wahl Armaturentyp  
→ Störanfälligkeit, vorzeitiger Verschleiss
- Verzicht auf Einbindung Armaturenlieferant  
→ Fehler aller Art

### **4. Hinweise zur Planung und Submission**

Wie unter Kap. 3 erläutert muss die Auslegung einer Armatur frühzeitig erfolgen. Spätestens auf den Zeitpunkt der Ausschreibung hin müssen alle erforderlichen Eigenschaften und Leistungskennwerte des DRV festgelegt sein.

Es darf nicht dem Rohrleitungsbauunternehmer überlassen werden, die Armatur auf Basis rudimentärer Anforderungsbeschriebe selber auszulegen. Solche Szenarien führen mangels Gesamtkenntnisse der Gesamtanlagenanforderungen oder infolge Preisdruck dazu, dass eine Armatur offeriert wird, welche nicht passend ist.

Zu beachten ist, dass auch alle zugehörigen Elemente des Projekts aufeinander abgestimmt sind, z.B. Grobstofffang, ggf. vorhandene elektrische Einrichtungen und Überwachungen, Aufbau Leitungsanlage, Grösse Kammerbauwerk, etc.

Fazit: Als Grundlage der Submission müssen auch Detailpläne der geplanten Installation und der zugehörigen Kammer vorhanden sein.

Es empfiehlt sich, projektseitig mögliche Produkte und deren Auslegung bereits vor einer Submittierung bei den Armaturenlieferanten abzuklären.

In den Ausschreibungen sind nebst der eigentlichen Lieferung und Installation der Armatur auch folgende zugehörige Leistungen zu beschreiben und zu regeln:

- Erstmalige Inbetriebnahme (z.B. unter Beizug Servicetechniker des Lieferanten) inkl. Einstellung der Armatur
- Bei elektrotechnischen Installationen (z.B. Drucküberwachung): Mitwirken und Anwesenheit bei zugehörigen Funktionstests
- Bei wichtigen Anlagen: Teilnahme zur Durchführung eines Leistungstests zwecks Nachweis der korrekten Funktion und Betriebssicherheit der Gesamtanlage, weiter Durchspielen von Störfallszenarien (z.B. Simulation Ausfall DRV-Regelung, Druck nach DRV steigt über Maximalwert an: Spricht Sicherheitsventil an?) auf Basis eines Test-Drehbuchs des Anlagenplaners
- Je nach Bedarf Durchführung von Kontroll- und Wartungsarbeiten, z.B. während der Laufzeit der Gewährleistungsdauer (Garantie)
- Festlegung von Dokumenten, die abzugeben sind (Unterlagen ausgeführte Installation, Liste der Einstellwerte, Prüfprotokolle, Attest der durchgeführten Inbetriebnahme, Wartungs- und Betriebsanleitung, etc.)

## 5. Löschwasserleitungen und DRV

Im nachstehenden Kapitel wird auf Anlagen eingegangen, wie sie derzeit bei Tunnelanlagen des Bahn- und Strassenverkehrs Anwendung finden.

Zu unterscheiden sind:

- Trockenlöschleitungsanlagen: Die Befüllung erfolgt erst im Rahmen einer Ereignisbekämpfung
- Nasslöschleitungen: Die Anlage steht unter Betriebsdruck und ist jederzeit zur Löschwasserentnahme bereit

Generell müssen solche Anlagen hohe Anforderungen an Robustheit und Betriebssicherheit aufweisen. Insbesondere Trockenanlagen, die im Ruhezustand also keinerlei Betriebsbeanspruchungen aufweisen, müssen im Ereignisfall auf Antrieb und mit voller Einsatztauglichkeit zur Verfügung stehen. Zudem ist beim Betrieb solcher Anlagen damit zu rechnen, dass infolge Hektik, Nervosität, etc. der Einsatzkräfte Betriebszustände entstehen können, welche auf die Installationen höhere Beanspruchungen ausüben als bei sonstigen Wasserversorgungsanlagen. Dementsprechend sind die Anlagen technisch sehr robust aber auch so einfach wie möglich aufzubauen.

Bei Trockenlöschanlagen kann ein DRV dann erforderlich sein, wenn zwischen der Einspeisestelle Feuerwehr und den Entnahmestellen ein Höhenunterschied von mehr als ca. 30m vorliegt (Ausgangslage: Speisung ab TLF kann mit bis ca. 10bar erfolgen; an Entnahmestellen soll der maximale Ruhedruck 15bar nicht übersteigen; zusätzlich sind mögliche Druckstösse zu beachten).

Mit Einsatz eines DRV können auch Druckschwankungen aus variierender Speisung gedämpft werden.

Bei Trockenanlagen sind für die DRV zu beachten:

- Normalbetriebszustand ("de facto 99.9% der Anlagenlebensdauer"): Anlage entleert, also kein Durchfluss. DRV stehen im geschlossenen Zustand still, es erfolgen keine Bewegungen der Regelkomponenten
- Bei einer Inbetriebnahme erfolgen zu Beginn oftmals Druckstöße aus dem einfließenden Wasser, zudem wird zu Beginn auch Luft im Wasser vermischt sein. Das DRV erfährt dabei "turbulente" Beanspruchungen wechselnder Art, bis das System unter Wasservollfüllung und Betriebsdruck steht
- Während der Befüllung können v.a. zu Beginn auch Feststoffpartikel anfallen, je nach Herkunft des eingespeisten Wassers, ggf. aus Abschwemmungen von Feuerwehrschräuchen, von der Stillstandszeit her abgelöste Belegungen der Rohrinneisen, etc.
- Wenn das DRV in frostgefährdeten Bereichen installiert ist, kann Restfeuchte im Ventil gefrieren und die Funktion zu Beginn beeinträchtigen

Deshalb ist wichtig: Regelmässige Befüllung und Testbetrieb der Trockenanlage, um einerseits die Funktion der Armaturen und Dichtheit der Leitung, aber andererseits auch eine "minimale Betriebswartung" durchzuführen. Hier ergibt sich eine Synergie für die Interventionsorgane, wenn sie bei diesen Tests mit anwesend sind und im gleichen Zug ihr Personal einer Wiederholungsinstruktion sowie Auffrischung der Anlagenkenntnisse unterziehen können.

Bei Nassanlagen sind für die DRV zu beachten:

- Der Regelbetrieb (meist Sicherstellung Trinkwassererneuerung) weist meist kleine Durchflussleistungen auf. Dem entsprechend regeln die DRV nur in einem kleinen Regelbereich auf kleiner Leistungsstufe. Im Ereignisfall muss das DRV dann den vollen Hub ausführen können und zuverlässig arbeiten
- Wenn die Anlage temporäre Durchflussstillstandszeiten aufweist, kann infolge "Schlupf" bei den DRV ein Anstieg des Drucks eintreten
- Auch hier können durch menschliche Faktoren "ruppige" Betriebszustände auftreten, z.B. durch stark wechselhafte Entnahmen

Wie bei Trockenanlagen ist Wartung und Unterhalt auch bei Nassanlagen zu regeln und sicherzustellen. Regelmässige Leistungstests der Anlage sind empfehlenswert, damit eingebaute DRV auf ihrem vollen Arbeitsbereich zum Einsatz gelangen und allfällige Störungen erkannt sowie behoben werden können.

## 6. Schachtbauwerke

Der optimalste Fall beinhaltet eine Unterbringung von DRV in geeigneten Räumlichkeiten mit gutem Zugang (Türe) und kontrolliertem Raumklima. Sind die DRV aber in der Peripherie einer Wasserversorgungsanlage einzubauen, dann kann dies meist nur innerhalb eines Schacht- bzw. Kammerbauwerks erfolgen, wobei meist etliche, sich zum Teil widersprechende bzw. abträgliche Randbedingungen vorliegen. Bei der Ausgestaltung des Bauwerks sind Kompromisslösungen, welche von einer Bestlösung abweichen, oftmals einzugehen. Ziel ist es, bei der Planung und Realisierung solche Kompromisslösungen und deren Tolerierbarkeit zu kennen. Ansonsten kommt es nach der Realisierung rasch zu "bösen Überraschungen", was Gebrauchstauglichkeit und Lebensdauer betrifft.

Damit bei der Planung und Realisierung möglichst alle relevanten Sachpunkte erfasst und geprüft werden und daraus erforderliche Massnahmen festgelegt werden können, kann die nachstehende Checkliste konsultiert werden. Die daraus festgelegten Entscheide, Anforderungspunkte, Auslegungswerte, etc. können dann in einem separaten Dokument zusammengestellt werden.

Checkliste			Planung und Realisierung Armaturenschächte	
<b>Gegenstand</b>	<b>ja</b>	<b>nein</b>		
<b>Einstieg, Zugänglichkeit</b>				
Treppenabgang + Türe möglich? Oder muss Lösung mit Deckel realisiert werden? Erforderliche Grösse Deckel (mit welcher Ausrüstung passierbar, nicht hängen bleiben)?				
Zufahrt mit Servicefahrzeug möglich? Ggf. alternative Lösungen erforderlich (z.B. schmales Kommunalfahrzeug)?				
Maximale Auflast (Verkehr)? Auslegung Einstiegdeckel?				
Sichergestellt, dass Einstieg nicht "verstellt" wird (Schuttmulde, Auto auf PP, ..)? Massnahmen erforderlich (z.B. Absperrpfosten)?				
Abmessungen des grössten Bauteils, welcher durch Öffnung einzubringen ist → erforderliche Abmessung Montageöffnung? Lage? Separater kleinerer Deckel für den Einstieg?				
Einstieg nicht am Tiefpunkt eines Geländes (Oberflächenwasser nicht zu Einstieg fliessend, kein Überschwemmen inf. Hochwasser)?				
Beschriftung erforderlich (z.B. Vermeidung irrümliche Abwassereinleitung)?				
Witterung: Schnee, Eis, ... → Auffindbarkeit, Einfrieren Deckel, Ausrutschgefahr ? → Massnahmen (Dach, Podest, Fallschutz, ...)?				
Geöffneter Deckel: Wohin wird er geschoben (Platz), oder wird aufgeklappt? Lage im Wiesland, Kies, etc. → Verschmutzung (z.B. Deckeldichtung)? Muss harter "Sauberstreifen" rundum vorh. sein?				
Wie wird ein offener Einstieg gesichert: Mobilgeländer, Steckgeländer, integrierte Geländerlösung, etc.?				
Muss der Deckel abschliessbar sein? Wie (z.B. Zylinder)? Schlüsselrohr für weitere Parteien erforderlich?				
Ist unterhalb der Deckel keine Installation vorhanden?				
Deckelöffnung (von Hand mit Pickel, zugeführtes Hebemittel oder integrierte Hebehilfe)? Muss eine Person alleine den Deckel öffnen können?				
Einstiegleiter: Materialisierung? Mit Einstieghilfe? Absturzsicherung erforderlich? Kein Konflikt mit Materialeinbringung?				
Was ist, wenn jemand unten anwesend und Deckel zufällt? Kann von innen geöffnet werden? Natel-Empfang?				

<b>Gegenstand</b>	<b>ja</b>	<b>nein</b>
<b>Abmessung Schacht</b>		
Mindestplatzbedarf der Gesamtinstallation zuzüglich Platzreserve und Platz zur Durchführung Einbau, Unterhalt, etc? Wieviele Personen müssen gleichzeitig im Schacht anwesend sein können?		
Wie werden die Bauteile innerhalb Schacht bewegt? Deren Maximalgewicht? Ist ggf. Handkettenzug o.ö. erforderlich?		
Minimale lichte Höhe innerhalb Schacht? Platz für ggf. erforderliche Einbauten an der Decke berücksichtigt (z.B. Beleuchtung)?		
Kein Kopf bei vorstehenden Installationen anschlagen → Freiraum definieren (v.a. "Verkehrsraum")		
<b>Aufbau Schacht</b>		
Fertigelemente? Beton oder Kunststoff? Abdichtung gegen Sickerwasser Baugrund? Befestigungsart Installation?		
Ortsbetonschacht? Einlage von Jordahlschienen für Befestigung der Installationen? Oder alles individuell in Beton verdübeln? Kontakt Armierung mit CNS-Installation möglich, Vorkehrungen?		
Frostsicherheit Schachtbauwerk allgemein (Klimatik innen → sind Massnahmen wie z.B. Innendämmung nötig?)		
Klimatik innerhalb Schacht: Feuchtluftisiko, Kondenswasserbildung? Ist eine statische oder Zwangslüftung erforderlich? Konditionierung Zuluft zu beachten?		
Besteht ein Explosionsrisiko (z.B. aus Gasansammlung von Deponie- und Altlastenmaterial im Bereich des Schachts? Ebenso Risiko von schlechter Atemluft? Vorkehrungen erforderlich?		
Entleerung Leitung → Wasserabführung gewährleistet? Kann umgekehrt z.B. kein Grundwasser in Schacht eindringen? Auftriebssicherung Schacht bei hohem Grundwasserspiegel?		
Bodenbeschaffenheit: Gefälle zu Tiefstpunkt vorhanden?		
Kabelschutzrohr-Einführung: Kein Sickerwasserzufluss? Abdichtung?		
Abdichtung der Leitungen in der Wanddurchführung? Sind Schubkräfte aufgenommen? Sicherung gegen Setzungserscheinungen ausserhalb der Schachtwand? Lage von Rohrmaterialwechsel (z.B. innen CNS, aussen HDPE)?		
Thema "Beton ist wasserdicht" → Vorkehrungen, wenn dies nicht erreicht wird (siehe unter "Wasser im Schacht")?		
Abdichtungen Schacht gegen Sickerwasser? Abdichtungstyp? Bohrverbotszonen innen erforderlich? Maximal zulässige Setztiefe von Bolzenanker? Entsprechende Beschriftung anzubringen?		

<b>Gegenstand</b>	<b>ja</b>	<b>nein</b>
<b>Einbauten im Schacht</b>		
Sind elektrische Installationen erforderlich? IP-Schutzklasse? Ausfallrisiken bei einer allf. Wasserflutung der Kammer? Bedarf für Beleuchtung, Arbeitssteckdosen, ggf. Reserve für spätere Nachrüstungen (z.B. Abwasserpumpe)?		
Potentialausgleich Installationen im Schacht versus Korrosionsschutz- belange: Vorgesehene Massnahme? Elektroplaner / Elektriker nicht einfach walten lassen		
Müssen Installationen gegen "darauf treten" gesichert werden?		
Bedienbarkeit Absperrarmaturen von oben her erforderlich (Schieber / Klappen); dem entsprechend Spindeldurchführung durch Schachtdecke erforderlich?		
Sind Installationen ggf. gegen Frosteinwirkung zu schützen (z.B. Dämmung, Begleitheizband)? Falls ja, ist Installation gegen Feuchteinwirkung ausgelegt?		
Materialisierung der Gesamtinstallation: Vermeidung galvanischer Elementbildung? Korrosionsschutz?		
<b>Wasser im Schacht</b>		
Kann sichergestellt werden, dass die Installationen nicht in stehendes Schachtwasser eintauchen?		
Können kleine Wassermengen (undichter Beton, Kondenswasser, etc.) aufstaufrei versickert werden? Oder muss eine Pumpe eingebaut werden (niveaugesteuert, kleine Leistung, mit sep. Hochalarm)?		
Fallen ggf. grössere Wassermengen an, welche rückstaufrei abzuleiten sind (z.B. aus Trennkammer von Systemtrennern)?		
Soll bei "Trockenschächten" vorsorglich ein Pumpensumpf und eine Rohrableitung ausgeführt werden (spätere Nutzbarkeit)?		
Weist der Schachtboden ein Gefälle (ca. 2%) zu einem Tiefstpunkt auf?		
Kann Entleerungswasser / Spülwasser von Leitungen direkt abgeleitet werden (z.B. Entleerungshahn mit Storzkupplung)?		
Muss Wasser, das sich ggf. im Schacht ansammelt, mit einer Detektion erfasst und auf Leitstelle gewarnt werden?		
Auswirkung von Wasser aus allfälligen Leckagen? Erforderliche Massnahmen?		
Sind "Fremdinstallationen" (v.a. Elektroinstallationen) mit entsprechender IP-Schutzklasse vorgesehen? Auswirkungen bei Eintauchung in stehendes Wasser?		

<b>Gegenstand</b>	<b>ja</b>	<b>nein</b>
<b>Diverses (eigene Ergänzungen)</b>		
..... ..... ..... .....		

10.01.2018 / Th. Brändle