

22.1 Hydrostatischer Druck p_{hyd}

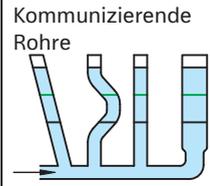
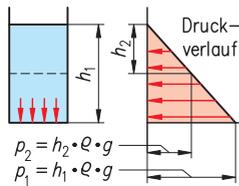
- verursacht durch die Gewichtskraft einer ruhenden Flüssigkeit
- unabhängig von Form und Querschnittsfläche (Behälter, Rohre u.a.)
- p_{hyd} abhängig von Höhe, Dichte und Fallbeschleunigung $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Hydrostatischer Druck:

$$p_{hyd} = h \cdot \rho \cdot g$$

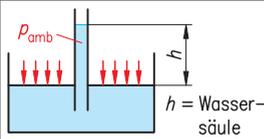
$$p_a = m \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

(„Schweredruck“)



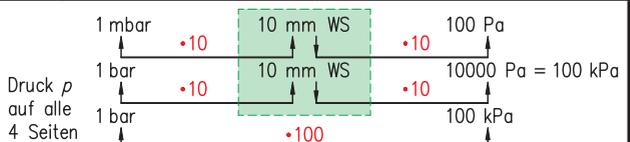
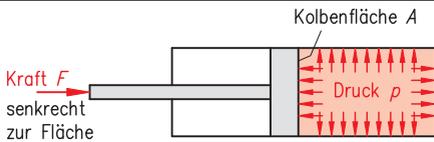
22.2 Atmosphärendruck (Luftdruck)

- Lufthülle übt durch ihre Gewichtskraft auf die Erdoberfläche einen Druck aus → **Luftdruck p_{amb}**
- Bis 2000 m sinkt p_{amb} um ca. 125 mbar pro 100 m
- In der Wetterkunde: Einheit hPa (hecto Pascal) anstatt mbar
- Siedetemp. (Wasser) bei 980 hPa $\approx 99 \text{ }^\circ\text{C}$, bei 1 010 hPa = $99 \text{ }^\circ\text{C}$



p_{amb} auf Meereshöhe
= 1013 mbar
= 1013 hPa
= **Normaldruck**

22.3 Druck durch Kräfteinwirkung (Kolbenkraft)



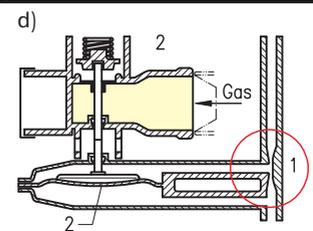
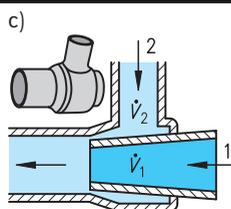
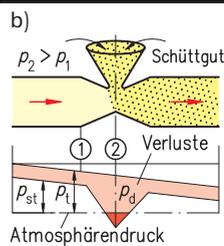
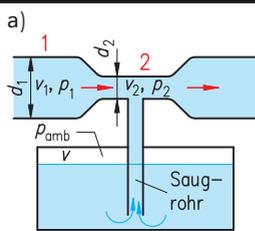
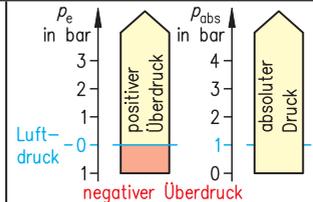
Die Kraft F von 1 N bewirkt auf die Fläche A von 1 m^2 einen Pressdruck von 1 Pa → $p = \frac{F}{A}$ 1 Pa = 1 N/m^2 1 bar = 10 N/cm^2

Umrechnungsbeispiele:

- $1500 \text{ N/m}^2 = 1500 \text{ Pa} = 1,5 \text{ kPa}$; $25 \text{ mbar} = 0,025 \text{ bar} = 2500 \text{ Pa}$; $1,5 \text{ mWS} = 1,5 \text{ bar}$
- $70 \text{ N/cm}^2 = 7 \text{ bar} = 700 \text{ kPa}$; $0,9 \text{ bar} = 9000 \text{ Pa} \hat{=} 9 \text{ mWS}$; $40 \text{ N/cm}^2 = 400000 \text{ Pa} = 4000 \text{ hPa}$

22.4 Absoluter Druck und Überdruck; Venturiprinzip (Injektorwirkung)

- p_{abs} = Druckangabe bezogen auf den Druck Null (absolutes Vakuum)
- positiver Überdruck = Druck über dem Luftdruck (Bezugsdruck)
- negativer Überdruck = Druck unter dem Luftdruck („Unterdruck“) – 1 bar nur annähernd erreichbar, da ein absolutes Vakuum nicht möglich
- Druckmessung erfolgt mit Manometern (gasförmige und flüss. Medien)
- Druckmessgeräte sind u. a. Rohrfederanmeter, Plattenfederanmeter, U-Rohrmanometer, Schräghrohrmanometer; zahlreiche Sonderformen.



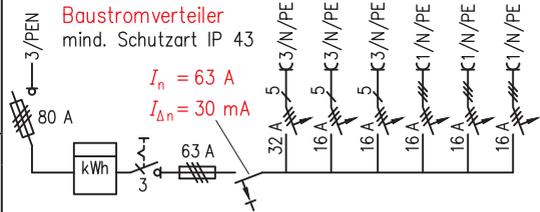
- a)** Ansaugung von Flüssigkeit, da $p_2 < p_{amb}$. $p_2 = p_1 + \rho/2 \cdot (v_1^2 - v_2^2)$ entsprechend Bernoulli.
b) Ansaugung von Schüttgut (z. B. Holzspäne) mittels einer pneumatischen Förderanlage. Der negative Druck p_{st} bewirkt den Transport. **c)** Injektor: Die konusartige Einführung bewirkt eine Umwandlung von Druck in Geschwindigkeitsbewegung. Durch die gleichzeitige Druckabnahme entsteht gegenüber dem Stromkreis 1 ein Unterdruck, sodass V_2 mitgerissen wird. **d)** Prinzip einer Wassermangelsicherung. Strömt durch die Venturidüse die gewünschte Wassermenge, dann ist Ventil (2) geöffnet und Gas kann durchströmen. Bei Unterschreitung der Mindest-Wassermenge vermindert die geringere Geschwindigkeit die Bewegungsenergie und somit p_{dyn} . Dadurch kann p_{st} so zunehmen, dass die Membran (3) nach unten gedrückt wird. Diese Bewegung bewirkt ein Schließen des Ventils (2) und somit die Gaszufuhr.

51.1 Stromversorgung auf Bau-/Montagestellen, Fehlerstromschutz PRCD-S, Baustromvert.



PRCD-S überprüft nach Einstecken in Steckdose ob Phase L, Neutralleiter N und der Schutzleiter PE vorhanden, richtig angeschlossen und nicht vertauscht sind. Er ermöglicht die sichere Stromentnahme aus vorhandenen Steckdosen.

Stromkreise $I_{\text{Bemessung}} \leq 32 \text{ A}$ müssen geschützt sein d.:
 - Fehlerstromschutzschalter PRCD-S $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$,
 - Schutzkleinspannung SELV
 - Schutztrennung mit je einem Transformator für jede Steckdose oder jeden Verbraucher.



Betriebsmittel	Schutzart/Ausführ.	Ausstattung
Schaltgeräte	IPX4	Baustromverteiler ($\leq 32 \text{ A}$): • Sicherungslasttrennschalter vor Drehstromzähler, Lasttrennschalter hinter Zähler, • Leitungsschutzschalter/Sicherungen, • FI-Schutzschalter $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$, • CEE-Steckdosen Drehstrom 5/32 A und 5/16 A, Schutzkontaktsteckdosen 3/16 A.
Steckverbindungen 2-polig	IPX4 Isolierstoff geh. für erschwerte Bedg.	
Leuchten	IPX3	
Handleuchte	IPX5	
el. Handwerkz.	schutzisoliert	

! Der Anschluss des Baustromverteilers bedarf der Zustimmung des Verteilungsnetzbetreibers.

51.2 Prüfungen in elektrischen Anlagen DIN VDE 0100-600

Besichtigen	• Isolationswiderstand	• Schutz d. autom. Abschaltung der Stromversorgung	• Spannungspolarität
Erproben und Messen:	• SELV, PELV; Schutztrenn.	• Zusätzlicher Schutz	• Phasenfolge
• Durchgängigkeit d. Leiter	• Widstd. Fußboden/Wand		• Funktionsprüf.; Spgs.-fall

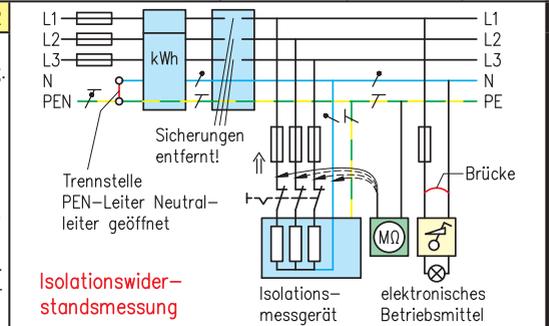
Wiederkehrende Prüfung elektrischer Anlagen, Schutzmaßnahmen im TN-System DIN VDE 0105-100

Messaufgabe	Messverfahren	Werte
Isolationswiderstand des Schutzleiters zu Neutral- und Außenleiter	Isolationswiderstandsmessung	$\geq 300 \Omega/V$ mit Verbraucher } $U_{\text{Netz}} \leq 500 \text{ V}$ $\geq 1000 \Omega/V$ ohne Verbr. } $U_{\text{mess}} = 500 \text{ V}$
Verwechslung Schutz- und Außenleiter	Phasen-/Spannprfg. → Erde	Netzspannung
Verwechslung Schutz- und Neutralleiter	Niederohmige Widerstandsmessung	< 1 Ω
Schutzpotausgleich + zusätzl. Schutzpotausgl.		Mind.-Isolationswerte, Nennspg. Stromkreis, Prüf spanug.
Anlagen-Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen ≥ 2 → Richtige Zuordng. Neutralleiter → FI-Stromkreis → Neutralleiterschluss unterschiedl. FI-Eintr.	Besichtigung und/oder niederohmige Widerstandsmes. Isolationswiderstandsmessung:	$\geq 0,25 \text{ M}\Omega$ $\geq 1,00 \text{ M}\Omega$ $\geq 1,00 \text{ M}\Omega$ SELF, PELV $\geq 500 \text{ V}$ $\geq 1000 \text{ V}$ 250 V 500 V 1000 V

Sichtprüfung elektrischer Geräte DIN VDE 0701-0702

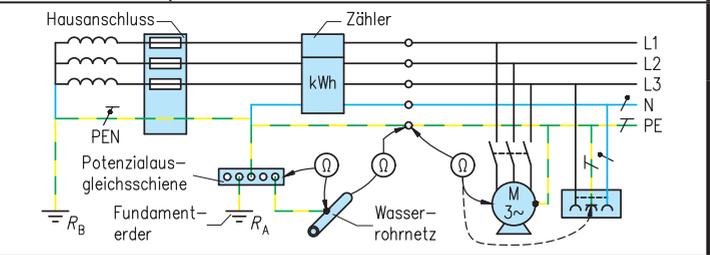
Schäden an Anschlussleitungen, Schäden an Isolierungen bestimmungsgem. Auswahl von Leitungen und Stecker Zustand des Netzsteckers, der Anschlussklemmen/-adern Mängel am Biegeschutz Mängel an Zugentlastung Zstd. Befestigungen, Ltgs.-Halterung., Sicherungshalter Schäden Gehäuse, Abdeckg. Anzeichen unzul. Veränderg.

Anzeichen Überlastung, unsachgem. Bedieng., Anwendg. Sicherheit unzul. beeinträcht. Verschmutzung, Korrosion ... Verschmutzte, verstopfte Kühlöffnungen Zustand von Luftfiltern Dichtheit Wasser-/Luftbehälter, Zustand Überdruckventil Bed. Schalter Steuereinrichtg. Lesbarkeit Sicherheitssymbole, Daten, Stellenngen



Prüfen der Schutzleiter und Potenzialausgleichsleiter, Mess- und Grenzwerte

Messspannung	4 bis 24 V
Messstrom	> 200 mA
Gleichstrommessung	Polarität wechseln
Schutzleitersystem	< 1 Ω
Potenzialausgleichsleiter	< 0,1 Ω
Hauptpotenzialausgleich	< 3 Ω



67.1 Ventilautorität

Volumenstrom proportional zum Ventilhub
 z. B. 40 % Ventilhub $\hat{=}$ 40 % des Volumenstroms

nur gültig, wenn der zur Verfügung stehende Druck vom Regelventil aufgebracht wird

Dieser Druckabfall über dem Ventil Δp_{V100} (aus dem max. Druckverlust des durchflussvariablen Anlagenteils) wird vom Regelventil direkt beeinflusst, daher: **je nach hydraul. Schaltung unterschiedliche Ventilbetrachtung** (beim Dreiwegeventil $V_{variabel}$ am Tor A)

Festlegung des Ventildruckverlustes durch die:

$$\text{Ventilautorität } p_v = \left(\frac{\Delta p_v}{\Delta p_{ges}} \right)_{100} = \left(\frac{\Delta p_v}{\Delta p_v + \Delta p_{var}} \right)_{100}$$

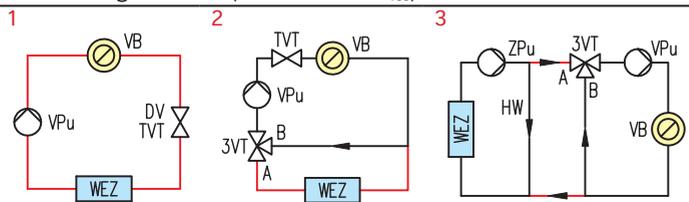
Δp_{var} = Druckverlust der variablen bzw. beeinflussten Rohrstrecke; **Bedingungen:**

1: Δp_{V100} gilt für Nennlastfall. Δp_{var} sind alle Druckverluste in der Strecke (außer Ventil)

2: Variable Strecke = Anlagenteil, in dem Δp_{var} im Teillastfall durch Ventileingriff ändert (Ventilhub $H < H_{100}$)

Toleranzbereich 0,3 – 0,7 (0,5) je größer, desto besser die Regelung zu hoch (> 90%): extreme Pumpenleistungen (Energiekosten u. a.) zu gering (< 30%): kein angepasster Volumenstrom bei Zwischenstellungen (evtl. auf-zu, takten)

Überdimensionierte Ventile arbeiten häufig/lange im kleinen Hubbereich



1 Mengenregelung/Durchgangsventil; 2 Beimischregelung/Dreiwegeventil; 3 Desgl. druckloser Verteiler (s. 63.3).

67.2 Energieeffizienzklassen für Gebäude (s. 439.3, 439.4, 440.1)

Einstufung	Am 1. Mai 2014 wurden die Energieklassen neu eingestellt (Klammerwerte vor 2014)	kWh/m ²
Effizienzklassen und Energieverbrauchs-werte kWh/m ²	A Entspricht etwa dem Passivhaus (sehr geringe oder nahezu keine Energie)	< 30 (0–40)
	B Entspricht etwa dem 3-Liter-Haus oder dem KfW-60-Haus	< 15 (40–60)
	C Entspricht etwa den Verbrauchswerten eines klassischen Niedrigenergiehauses	< 75 (60–80)
	D Häufig bei Neubauten (EnEV), modernisierte Altbauten (Dämmung bis \approx 85 cm)	< 100 (80–100)
	E Einfamilienhäuser, die die Anforderungen der EnEV gerade noch einhalten	< 130 (110–150)
	F Altbauten, die nach EnEV-Anforderungen an Bestandsimmobilien modernisiert sind	< 160 (150–200)
	G Nur teilweise erforderliche Modernisierung von Altbauten (z. B. neue Heizung)	< 200 (200–300)
	H Keine Energieeinsparmaßnahmen, evtl. eine teilweise Isolierverglasung	> 250 (> 300)

67.3 Gebäudeautomation – Gebäudeeffizienz

- Ziel der GA ist es, alle Funktionsabläufe gewerkeübergreifend, automatisch nach vorgegebenen Einstellwerten durchzuführen. Alle Sensoren, Aktoren (Antriebselemente, Bedienungselemente), Verbraucher und andere Gebäudeeinheiten werden mittels Bussystem vernetzt (s. 68.2).
- GA bedeutet die Gesamtheit von Überwachungs- und Steuerungstechnik, Regelungs- und Leittechnik für alle automatisierbaren Baukonstruktionen, technischen Anlagensysteme und Ausstattungsgegenstände. GA ist somit ein wichtiger Bestandteil des technischen Managements.
- GA-Auswirkungen auf Gebäudeeffizienz mit stark zunehmender Bedeutung. Hierzu gehören z. B.
 - ➔ Abschätzung der Energieeffizienz in neuen und bestehenden Gebäuden (Effizienzklassen s. 67.2)
 - ➔ Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Investitionen in Erneuerung von Automationsystemen

Klasse	Beschreibung	Energie Klasse	thermische				elektrische			
			A	B	C	D	A	B	C	D
A	Effiziente GA-Systeme und techn. Gebäudemanagement	Bürogebäude	0,70	0,80	1,0	1,51	0,87	0,93	1,0	1,10
B	Weiterentwickelte GA-Systeme und einige TGM-Funktionen	Hörsäle	0,50	0,75	1,0	1,24	0,89	0,94	1,0	1,06
C	entspricht dem aktuellen Stand (Referenzwert)	Schulen	0,80	0,88	1,0	1,20	0,86	0,93	1,0	1,07
D	GA-System, das nicht mehr als energieeffizient gilt	Krankenhäuser	0,86	0,91	1,0	1,31	0,96	0,98	1,0	1,05
		Hotels	0,68	0,85	1,0	1,31	0,90	0,95	1,0	1,07
		Restaurants	0,68	0,77	1,0	1,23	0,92	0,96	1,0	1,04
	Für jede Klasse bzw. Stufe werden anhand von Listen die entsprechenden Funktionen zusammengestellt.	Handel	0,60	0,73	1,0	1,58	0,91	0,95	1,0	1,08
		Wohnen, EFH, MFH	0,81	0,88	1,0	1,1	0,92	0,93	1,0	1,08

Beispiel: Bürogebäude von Klasse C auf A gebracht (0,7) ermöglicht ca. 30 % weniger Wärmeenergie

125.1 Korrosion in der Sanitär- und Heizungstechnik

Korrosion EN ISO 8044, EN 12502 und DIN 50930-6/DIN 1988-7, VDI 2035 und EN 14868

Physikochemische Wechselwirkung zwischen einem Metall und seiner Umgebung (elektrochemischer, chemischer oder metallphysikalischer Vorgang), die zu erheblichen Beeinträchtigungen der Funktion des Metalles, der Umgebung oder des technischen Systems, führen kann.

Wasserverteilungssysteme DIN EN 12502

Korrosion²⁾ wird beeinflusst durch

- Werkstoffeigenschaften
- Wasserbeschaffenheit
- Planung und Verarbeitung
- Dichtheitsprüfung und Inbetriebnahme
- Betriebsbedingungen

Heizungsanlagen VDI 2035

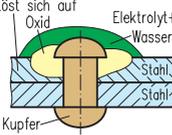
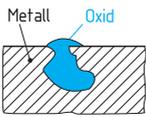
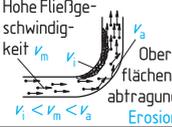
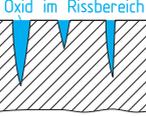
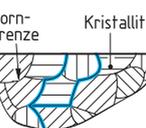
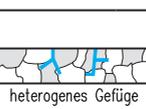
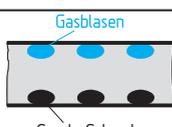
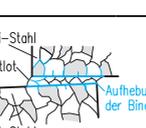
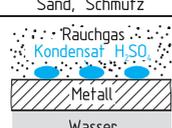
Korrosionsschaden am Werkstoff durch

- Steinbildung TWW (PWH) und Heizanlagen Teil 1
- wasserseitige Korrosion Teil 2 (Durchrostung)
- abgasseitige Korrosion Teil 3
- Taupunktkorrosion
- Verunreinigung der Verbrennungsluft

¹⁾ Beeinflussung der Wasserqualität durch innere Korrosion. Die TrinkwV enthält Grenzwerte für mikrobiologische und chemische Stoffe (s. 194f.). ²⁾ Art und Geschwindigkeit der Korrosion.

125.2 Arten der Korrosion

DIN EN 12502-1, DIN EN ISO 8044

Art	Erscheinung	Hervorgerufen durch	Art	Erscheinung	Hervorgerufen durch
Flächenförmige Korrosion		Luft, Wasser oder Chemikalien bewirken einen gleichmäßigen Werkstoffabtrag	Bimetal-korrosion		Berührung von Metallen mit verschiedenen Potenzialen und einem Elektrolyten
Loch-korrosion		örtliche elektrochemische Vorgänge (Späne, Belüftungselm.)	Erosions-korrosion		überschreiten eines kritischen Turbulenzgrades (zu hohe Geschw.)
Spaltkorrosion		enge Spalte oder Risse und Bildung von Konzentrationselementen => Lochkorrosion	Spannungskorrosion		korrosives Medium und gleichzeitiges Vorhandensein von Zugkräften ¹⁾
Interkristalline Korrosion ²⁾		unsachgemäße Wärmebehandlung => Ausscheidungen von Legierungsbestandteilen an den Korngrenzen	Korrosionsermüdung		Risse als Folge des gleichzeitigen Einwirkens von Korrosion und Dauerschwingung
Selektive Korrosion (z. B. Entzinkung)		Potenzialunterschiede an den Korngrenzen z. B. Entzinkung	Belüftungselement		örtlich höhere Konzentration durch z. B. Sand und Schmutzteile
Messerschnittkorrosion		Aufhebung der Bindung zwischen nichtrostendem Stahl und Hartlot ³⁾	Taupunkt-korrosion (Säurekorrosion)		Unterschreitung des Taupunktes und Entstehung von H2SO3, H2SO4

¹⁾ Können transkristalline, interkristalline und Messerschnittkorrosion auslösen. ²⁾ Wird als Sensibilisierung (Chromverarmung) bezeichnet. ³⁾ Selektive Korrosion an den Phasengrenzen nicht rostender Stahl/Hartlot.

195.1 Trinkwasserverordnung, BGBl. 01.20.2018, Anforderungen an das Trinkwasser

Chemische Parameter, Konzentration erhöht sich im Netz nicht		Chemische Parameter, Konzentration kann ansteigen		Allgemeine Indikatorparameter	
Acrylamid	in mg/l 0,0001	Antimon	0,0050	Aluminium	0,2 mg/l
Benzol	mg/l 0,001	Arsen	0,010	Ammonium	0,5 mg/l
Bor	mg/l 1,0	Benzo(a)pyren	0,00001	Chlorid	250 mg/l
Bromat	mg/l 0,010	Blei	0,010	Clostridium perfringens einschließlich Sporen	Anzahl 0/100 ml (nur bei Oberflächenwasser)
Chrom	mg/l 0,050	Cadmium	0,003	Coliforme Bakterien	0/100 (250 Behälter) ml
Cyanid	mg/l 0,050	Epichlorhydrin	0,0001	Eisen	0,2 mg/l
1,2 Dichlorethan	mg/l 0,003	Kupfer	2,0	Färbung in m ⁻¹	0,5 (Hg 436 nm)
Fluorid	mg/l 1,5	Nickel	0,020	Geruch TON	3 (23 °C)
Nitrat	mg/l 50 ¹⁾	Nitrit	0,5	Geschmack	annehmbar ohne anormale Veränderung
Pflanzenschutzmittel,		PAK ²⁾	0,0001	Koloniezahl bei 22 °C	100/ml (20 Wasserwerk)
Biozidprodukte	mg/l 0,0001	Trihalogenmethan	0,05 (0,01 ab Wasserwerk)	Koloniezahl bei 36 °C	100/ml o. anor. Veränd.
Σ aller Biozide	mg/l 0,0005	Vinylchlorid	0,0005	elektr. Leitfähigkeit	2790 µS/cm bei 25 °C
Quecksilber	mg/l 0,001	Mikrobiologische Parameter			
Selen	mg/l 0,010				
Tetra-/Trichlorethen	0,010	Escherichia Coli	0/100 ml ³⁾	Mangan	0,050 mg/l
Uran	mg/l 0,010	Enterokokken	0/100 ml	Natrium	200 mg/l
Radioaktive Stoffe		Pseudomonas aeruginosa	0/250 ml in verschl. Beh.	organ. gebundener C	ohne anormale Veränd.
Radon 222	in Bq/l 100	Legionella spec.	100/100 ml	Oxidierbarkeit	5 mg/l O ₂
Tritium	in Bq/l 100	1x jährl. untersuchen (s. 398.f.)			
Richtdosis	m Sv/a 0,100				
¹⁾ $\frac{\sum \text{Nitratkonz.}}{50} \leq 1; \frac{\text{Nitratkonz.}}{3} \leq 1$		²⁾ Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe		Trübung NTU	1,0 nephelometrische Trübungseinheit
				Wasserstoffionenkonz.	6,5–9,5 pH-Einheiten
				Calcitlösekapazität	5 mg/l CaCO ₃

195.2 Umfang und Häufigkeit von routinemäßigen Untersuchungen TWVO

produzierte Wassermenge	Mindestzahl Untersuchung	Erstuntersuchung Radionukleide	Regelmäßige Untersuchungen sind
≤ 1000 m ³ /Tag	1 pro Jahr	Ermittlung der im Jahresdurchschnitt vorliegenden Aktivitätskonzentration je 1 Untersuchung je Quartal. Bei Änderung der Wassergewinnung ist erneut eine Erstuntersuchung vorzunehmen. Eine Erstuntersuchung ist nicht erforderlich bei Feststellung durch zuständige Behörde.	<ul style="list-style-type: none"> erforderlich bei Überschreitung der Parameter für radioaktive Stoffe. nicht erforderlich bei Feststellung durch zuständige Behörde. erforderlich bei Aufbereitung, Reduzierung von Radionukliden im Trinkw. Bei natürlichen Vorkommen kann Behörde die Untersuchungshäuf. anpassen.
≤ 10000 m ³ /Tag	1 + 1 pro zusätzl. 3300 m ³ /Tag		
≤ 100000 m ³ /T	3 + 1 pro zusätzl. 10000 m ³ /Tag		
> 100000 m ³ /T	10 + 1 pro zusätzl. 25000 m ³ /Tag		

Inhaltsstoffe	Inhaltsstoffe (Fortsetzung)	Umfassende Untersuchungen
Aluminium ¹⁾ s. u.	Escherichia coli	sind erforderlich bei allen in 195.2 nicht aufgeführten Inhaltsstoffen aus 195.3. Gilt nicht beim Befüllen von Behältern oder mikrobiologischen Untersuchungen in bestimmten Teilen der Trinkwasserinstallation oder wenn zuständige Behörde feststellt, dass das Vorhandensein eines Parameters im Gebiet nicht in gefährdender Konzentration zu erwarten ist.
Ammonium	Färbung, Geruch, Geschmack	
Clostridium perfringens einschl. Sporen ²⁾ s. u.	Koloniezahl bei 22 °C/36 °C	
Coliforme Bakterien	Pseudomonas aeruginosa (nur bei Behälterabfüllung)	
Eisen ³⁾	Trübung	
Elektr. Leitfähigkeit	Wasserstoffionen-Konzentration	

195.3 Analysenmindesthäufigkeit, a) im Wasserversorgungsgebiet, b) Abgabe in Behälter

produzierte m ³ im Versorgungsgebiet	Routinemäßige Untersuchungen	Umfassende Untersuchungen	Abfüllung in verschlossene Behält.	Routinemäßige Untersuchungen	Umfassende Untersuchungen
≤ 10 m ³ /Tag	1 Analyse/Jahr	1 Analyse/Jahr	≤ 10 m ³ /Tag	1 Analyse/Jahr	1 Analyse/Jahr
≤ 1000 m ³ /T	4 Analysen/Jahr	1 Analyse/Jahr	> 10 bis ≤ 60 m ³ /T	12 Analysen/Jahr	1 Analyse/Jahr
≤ 10000 m ³ /T	4 + 3 pro zusätzl. 1000 m ³ /Tag	1 + 1 pro zusätzl. 3300 m ³ /Tag	> 60 m ³ /Tag	1 pro 5 m ³	1 pro 100 m ³
≤ 100000 m ³ /T	4 + 3 pro zusätzl. 1000 m ³ /Tag	3 + 1 pro zusätzl. 10000 m ³ /Tag	¹⁾ nur erforderlich bei Desinfektion und Wasserenthärtung.		
> 100000 m ³ /T	4 + 3 pro zusätzl. 1000 m ³ /Tag	10 + 1 pro zusätzl. 25000 m ³ /Tag	²⁾ nur erforderlich bei Oberflächenwasser oder Beeinflussung durch Oberflächenwasser.		
Legionella spec. ist mindestens einmal jährlich zu untersuchen, Gewerbewasser alle 3 Jahre.					

238.1 Druckverlust in Zirkulationsregulierventilen, mehrstufiger hydraulischer Abgleich

Ventilautorität α für ZRV:

$$\alpha = \frac{\Delta p_{\text{über Thermostatventil}}}{\Delta p_{\text{Pumpe}}}; \alpha \geq 0,3$$

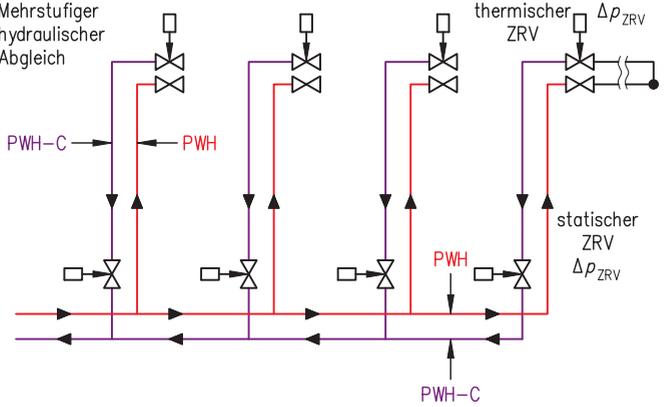
im ungünstigsten Zirkulationskreis.
Druckverlust im Zirkulationsregulier-ventil

$$\Delta p_{\text{ZRV}} = \frac{\alpha \cdot (\sum (l \cdot R + Z) + \Delta p_{\text{RV}} + \Delta p_{\text{Ap}})}{1 - \alpha}$$

Öffnungsdruck des Rückflussverhin-
derers $\Delta p_{\text{RV}} = 10 \text{ h Pa}$

Mehrstufige Einregulierung: im Kreis
immer nur 1 thermisches ZRV!
⇒ in der TS Anschluss an Verbrauchs-
leitung, alle anderen nur mit statischer
Drosselfunktion s. 239.2

Mehrstufiger
hydraulischer
Abgleich



238.2 Zirkulationssystem mit oberer Verteilung, zulässige Temperaturdifferenz

Leitungsführung im Dach/oberste Etage, Vorteile:
Reduzierung der Wärmeverluste, der Leitungslänge,
keine Wärmeabgabe im Steigschacht (40 % weniger)
an Trinkwasserleitung!

Temperaturdifferenz des Warmwassers $\Delta \vartheta_{\text{W}}$:

$$\Delta \vartheta_{\text{W}} = \frac{\Delta \vartheta_{\text{TE}} \cdot l_{\text{W}}}{2 \cdot l_{\text{Z}}} \text{ mit } \Delta \vartheta_{\text{TE}} = 4 \text{ K bis } 5 \text{ K}$$

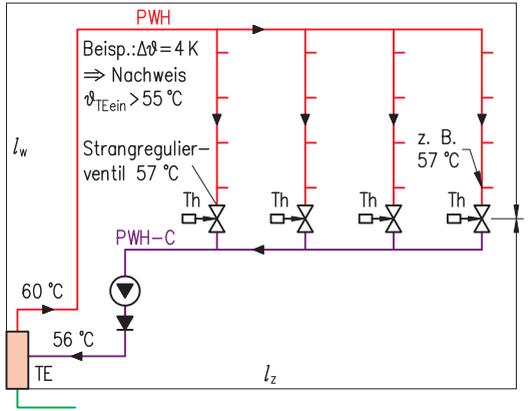
$\Delta \vartheta_{\text{TE}}$ Temperaturdifferenz des Warmwassers am TE l_{W} ,
 l_{Z} Rohrleitungslängen s. Bild
 $\Delta \vartheta_{\text{W}} \leq 3 \text{ K}$, sonst ist Nachweis erforderlich, dass die
Abkühlung im gesamten Umlauf $\leq 5 \text{ K}$

Beispiel:

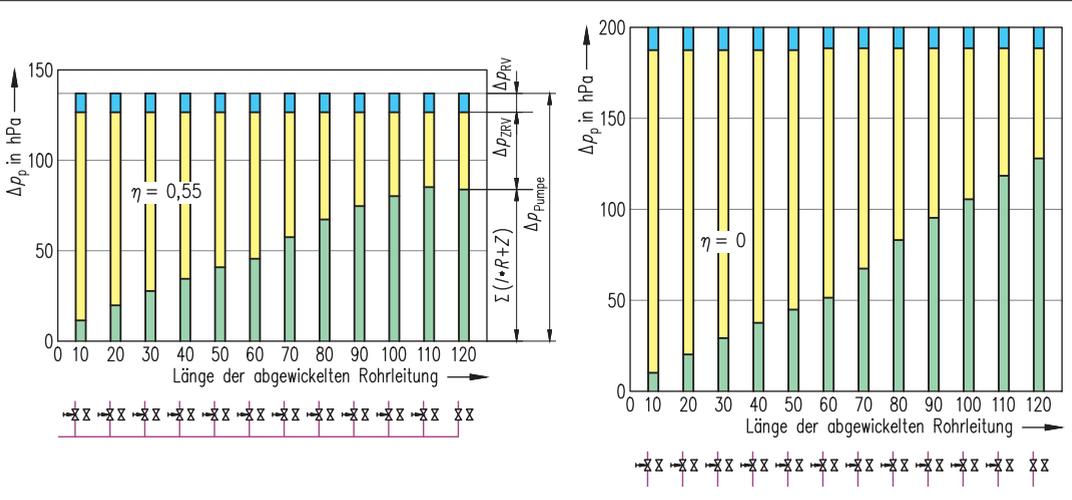
$\vartheta_{\text{Speicheraustritt}} = 60 \text{ }^\circ\text{C}$, $\Delta \vartheta_{\text{TE}} = 4 \text{ K}$

$\vartheta_{\text{Beginn Zirkulationsleitung}} = 57 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow \Delta \vartheta_{\text{W}} = 3 \text{ K}$

Die Speichereintrittstemperatur muss über $55 \text{ }^\circ\text{C}$
liegen ($\Delta \vartheta_{\text{TE}} \leq 5 \text{ K}$). Das ist im Beispiel mit $\vartheta_{\text{TEin}} = 56 \text{ }^\circ\text{C}$
der Fall.



238.3 Hydraulischer Abgleich, Ermittlung der Pumpendruckdifferenz Δp_p für $\eta = 0$ und $0,55$



269.1 Zusammenführung von Schmutz- und Regenwasser, Misch- und Trennsystem in Grundleitungen

Ableitung über Schacht		Zusammenführung im Gebäude		Mischsystem	Trennsystem
Mischsystem	Trennsystem	Mischsystem Ausnahme	Trennsystem	Gemeinsame Leitung für Schmutz- und Regenwasser in der Grundleitung nach besteigbarem Schacht	Getrennte Leitung für Schmutz- und Regenwasser. Einsatz: Innerhalb von Gebäuden und außerhalb von Gebäuden vor einem besteigbarem Schacht

269.2 Füllungsgrad, Füllungsverhältnisse in teilgefüllten, liegenden Leitungen

günstig: $h/d_i =$	zu gering: $h/d_i =$	zu groß: $h/d_i =$		\dot{V}_i/\dot{V}_v - Volumenstromverhältnis v_i/v_v - Geschwindigkeitsverhältnis \dot{V}_i - l/s Teilfüllung \dot{V}_v - l/s Vollfüllung v_i - Strömungsgeschwindigkeit Teilf.
im Gebäude 0,5 außen Schmutzwasser 0,7	< 0,5 ⇒ kaum Schwemmwirkung, Leitung wächst zu	> 0,5 im Gebäude Behinderung der Belüftung, Absaugen v. Geruchverschlussen		

269.3 (Mindest-)Gefälle von Entwässerungsleitungen, Fließgeschwindigkeit DIN 1986-100, EN 12056-2

Gefälle I	Anschlusleitungen unbelüftet $I_{min} =$	1,0 %	s. 272.1	Mischwasserleitungen ≥ DN 150 für Vollfüllung ohne Überdruck $h/d_i = 1,0^{(2)}$.
	Anschlusleitungen belüftet $I_{min} =$	0,5 %	s. 272.2	Anschlusleitungen dürfen als Grundleitungen verlegt werden, wenn sie kurz/inspizierbar sind.
s. 15.3	Grund-/Sammelleitung (im Gebäude):	$I_{min} \geq 0,5$	$v \geq 0,5$ m/s	¹⁾ Bei 4/4,5 I-WC (ab DN 100) Selbstreinigung prüfen - Kriterien: 1. DN Sammel-/Grundleitung;
Mindestgefälle f	• für Schmutzwasser ($h/d = 0,5 \pm 50$ %)	> 0,5	$f \geq 0,5$ cm/m	2. I ausreichend; 3. Entwässerungsgegenstände Zahl/Art; 4. Gleichzeitigkeit Abflüsse
Bsp.: $f = 0,5$ cm/m	• für Regenwasser ($h/d = 0,7 \pm 70$ %)	1,5 %	s. 273.7	²⁾ Hinter Schacht mit offenem Durchfluss.
Mindestfließgeschwindigkeit v	Grundleitung für Schmutz-/Mischwasser außerhalb des Gebäudes $h/d_i = 0,7$ (nach Abwasserhebeanlage $h/d_i = 1,0$)	$I_{min} = 1$: DN	$v \geq 0,7$ m/s $v_{max} \leq 2,5$ cm/m	⇒ Verwendung von DN 100 wird empfohlen
Bsp.: $v = 0,5$ m/s	kann bis Schacht in DN 80 ($d_i = 75$ mm) sein - hydr. Berechnung! ⇒			

Auswirkung des Gefälles liegender Leitungen auf Füllungsgrad, Belüftung und Selbstreinigung

Gefälle optimal: $I = 0,5-5$ %	Gefälle zu klein: $I < 0,5$ %	Gefälle zu groß: $I > 0,5$ %
gute Füllhöhe, gute Belüftung, guter Auftrieb, gute Schwemmwirkung	Strömungsgeschwindigkeit zu klein ⇒ Vollfüllung Geruchverschluss: Leersaugung; keine Schwemmwirkung ⇒ Entwässerungsleitung wächst zu	Strömungsgeschwindigkeit zu hoch ⇒ GV: Leersaugung durch Mitreißen der Luft; Füllhöhe zu gering ⇒ Entwässerungsleitung wächst zu

269.4 Geruchverschlüsse, Mindestsperrwasserhöhe h, versch. Bauarten Abfluss \dot{V}_A DIN 1986-100, DIN 19541

	zul. Sperrwasserverlust d. Abflussvorgang ≤ 25 mm Sperrwasser darf nicht durch Unterdruck abgesaugt oder Überdruck herausgedrückt werden. $a =$ zulässiger Sperrwasserverlust			
Entwässerungsgegenst.	DN	h mm	\dot{V}_A in l/s	Spültischablauf

Flach- u. Tiefspülklosett	100	50	1,1-2,3		
Absaugeklosett	100	50	1,1-2,3		
Waschtisch/Bidet	32/40	60	0,3-0,6		
Brausewanne	40/50	40	0,4-0,6		
Urinalbecken	50	50	0,3-0,8		
Urinalstand	50	60	0,6-1,1		
Badewanne	40/50	40	0,8-1,1		
Küchenablauf, Spüle	40/50	60	0,5-1,1		
Bad- Bodenablauf (s. o.) mit Geruchverschluss	50	50	0,8-1,2		
	70	50	0,8-1,7		
	50	60	0,8-1,2		
Boden-Deckenablauf mit Geruchverschluss	100	60	1,2-1,7		
Regenwasserablauf	100	s. 279.2			
Leichtflüssigkeitsabscheid.	100	s. 294.4			