

Verzinkte Rohre dürfen nicht gebogen werden.

Beschädigungen der Zinkschicht im Rohr können nicht erkannt und nicht nachträglich geschützt werden.

Biegen von Kunststoffrohren

PE-HD- und **PE-LD-Rohre** werden mit relativ großem Biegeradius kalt gebogen. Da sie meist im Erdreich verlegt werden, spielen große Bögen keine Rolle.

PE-X- und **PB-Rohre** bis $d_a \leq 25$ mm werden kalt gebogen. Bei der Rohr-in-Rohr-Verlegung sind Biegeradien von mindestens $8d_a$ einzuhalten. Beim Übergang vom Fußboden zur Wand ist wegen dieses Radius darauf zu achten, dass das Rohr später nicht aus der fertigen Wand ragt. Deshalb Vorsicht beim Verlegen.

Für frei gebogene Rohre mit oder ohne Wellrohr gibt es jeweils Führungsbogen aus Blech, → 1.

Da das Biegen von **PVC-Rohr** sehr aufwändig ist, verwendet man Formstücke. Nur bei geringfügigen Richtungskorrekturen kann das Rohr nach vorsichtigem Erwärmen mit Heißluft freihändig gebogen werden. Färbt sich das Material braun, ist es zu ersetzen.

Bei Platzmangel und bei Rohren $d_a \geq 32$ mm werden Kunststoffrohre nicht gebogen, sondern Winkel-Formstücke eingesetzt, → 2.

7

4.3.5 Besonderheiten beim Verlegen flexibler Rohre

An Stelle starrer Leitungen werden flexible Rohre mit Außendurchmessern bis ca. 22 mm verlegt. Sie werden oft im gewellten, sehr beweglichen Schutzrohr geführt (Rohr-in-Rohr-Prinzip), → 1a, 4. Sie können aber auch ohne Wellrohr verlegt werden, → 3.

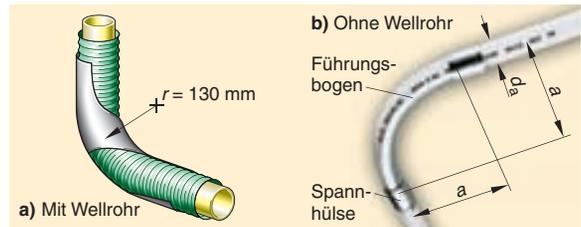
Flexible Rohre sind:

- PE-X-Rohre
- PB-Rohre
- z. T. auch Metallverbundrohre

Die Flexibilität (Beweglichkeit) der Rohre ermöglicht zum Teil völlig neue Verlegearten

Vorteile beim Verlegen von Flex-Rohren geringer Nennweite:

- Die Rohre sind leicht zu biegen; so benötigt man meist nur ein Formstück je Strang und vermeidet Knotenpunkte im Fußboden und in der hinteren Vorwand.
- Dabei kann viel Zeit gespart werden.
- Der geringe Formstückverbrauch und die Zeiterparnis mindern die Kosten erheblich.



1 Führungsbogen aus Blech beim Biegen enger Radien



2 Bei großen Rohrweiten oder engen Biegeradien (wie hier bei PB-Rohr) sind Winkel einzusetzen



3 Anschlusswinkel – hier mit Wandscheibe für den Anschluss einer Wandeinbaubatterie und eines Brauseschlauchs



4 WW- und KW-Verteiler an der Kellendeckenunterseite

Beispiel:

In einem Bungalow wird ein Verteiler an die Kellendeckenunterseite gehängt, → 4. Die einzelnen Rohre werden durch die Decke geführt und in Wellrohren oder in Dämmschalen auf dem Rohfußboden des Erdgeschosses verlegt. Später werden diese Rohre in die Trittschalldämmung einbezogen.

Die **TrinkwV 2001** wurde im Dezember 2011 durch eine neue Fassung geändert. Die Kennwerte in → 1 entsprechen bereits den neuen Werten.

Nach **DIN 2000** betreffen die **Anforderungen** an Trinkwasser:

- das Aussehen und den Geschmack
- die Gesundheit (Hygiene)
- Werkstoffe für Leitungen und Apparate

Das **Aussehen** muss farblos und klar sein; sein **Geschmack** sollte appetitlich sein und zum Genuss anregen; dazu muss es kühl, geruchlich und geschmacklich einwandfrei sein.

Hinsichtlich der **Gesundheit** muss Trinkwasser:

- keimarm sein und mindestens den gesetzlichen Forderungen entsprechen, z. B. der TrinkwV
- mikrobiologisch¹ so beschaffen sein, dass durch seinen Genuss oder Gebrauch eine Erkrankung des Menschen nicht zu befürchten ist, d. h. es dürfen keine Krankheitserreger wie Legionellen, Kolibakterien, Pilze, Amöben (Kleinstlebewesen), nicht in Konzentration enthalten sein, die Sorge um die menschliche Gesundheit aufkommen ließe.

Stellt ein Arzt bei einem Patienten solche Krankheitserreger fest, ist er auf Grund des Bundesgesundheitsgesetzes verpflichtet, dies dem Gesundheitsamt zu melden. Dieses wiederum ermittelt, woher diese Erreger kommen, z. B. aus dem Trinkwasser.

Nach der TrinkwV, Fassung 2011, werden die Eigenschaften des Trinkwassers als Lebensmittel bis zur Entnahmestelle, d. h. bis zum „Zapfhahn“, beurteilt, und nicht wie bisher bis zum Wasserzähler. Das häusliche Rohrnetz, also die Arbeit des Installateurs, wird mitbewertet.

Installateure, die fehlerhaft gearbeitet haben, können so zur Verantwortung gezogen werden.

Chemisch muss Trinkwasser so zusammengesetzt sein, dass darin Stoffe, z. B. Schwermetalle, Salze, nur in solchen Konzentrationen vorkommen, dass selbst bei lebenslangem Genuss keine gesundheitlichen Schäden zu befürchten sind.

Trinkwasser muss so beschaffen sein, dass zugelassene **Werkstoffe für Leitungen und Apparate** mit dem Wasser verträglich sind, d. h. die Werkstoffe:

- dürfen keine gesundheitlichen Schäden bewirken
- müssen für den Gebrauch im Haushalt geeignet sein

Trinkwasser soll aufweisen:

- eine Mindestsäurekapazität
- einen Mindestgehalt an Calcium

Die Säurekapazität und der Gehalt an Calcium bewirken die Härte des Wassers.

¹ Mikrobiologie: Wissenschaft, die Kleinstlebewesen betreffend

Stoff	mg/l	Stoff	mg/l
Acrylamid	0,0001	Aluminium Al	0,2
Benzol	0,001	Antimon Sb	0,005
Benzo(a)-pyren	0,00001	Arsen As	0,01
Bor	1,0	Blei Pb	0,01
Bromat	0,01	Cadmium Cd	0,005
Chlorid Cl ⁻	250,0	Chrom Cr	0,05
Cyanid CN ⁻	0,05	Eisen Fe	0,2
1,2 Dichlorethan	0,003	Kupfer Cu	2,0
Epichlorhydrin	0,001	Mangan Mn	0,05
Fluorid F ⁻	1,5	Natrium Na	200
Nitrat NO ₃ ⁻	50,0	Nickel Ni	0,02
Nitrit NO ₂ ⁻	0,1	Quecksilber Hg	0,001
Selen Se	0,01	Trichlorethen	insges.
Sulfat SO ₄ ²⁻	250,0	Tetrachlorethen	0,01
Trihalogenmethane, insges.	0,05	Krankheits- erreger	Anzahl¹ je 100 ml
Pflanzenschutzm. u. Biozide insges.	je 0,0001 0,0005	Escherichia coli	0
Polycykl. arom. Kohlenwasser- stoffe, insges.	0,0001	Coliforme Bakt.	0
Vinylchlorid	0,0005	Enterokokken	0
		Pseudomonas aeruginosa	0

¹ Bei Abfüllung in Flaschen o. Ä. für den menschlichen Gebrauch: Grenzwert 0/250 ml

1 Grenzwerte für Stoffe und Keime im Trinkwasser

Bezeichnung der Probe: Reinwasser			
Ort der Probenahme: Stadtwaldwasserwerk			
Datum der Probenahme: 23.10.20xy			
Parameter		Einheit	Zahlenwert
Wassertemperatur		°C	9,6
pH-Wert			7,42
spez. elektr. Leitfähigkeit		µS/cm	660
Säurekapazität	K _{S4,3}	mol/m ³	3,43
Basekapazität	K _{B8,2}	mol/m ³	0,33
Summe Erdalkalien (≙ Gesamthärte)		mol/m ³	2,94
Calcium-Ionen	c(Ca ²⁺)	mol/m ³	2,47
Magnesium-Ionen	c(Mg ²⁺)	mol/m ³	0,5
Chlorid-Ionen	c(Cl ⁻)	mol/m ³	1,16
Nitrat-Ionen	c(NO ₃ ⁻)	mol/m ³	0,46
Sulfat-Ionen	c(SO ₄ ²⁻)	mol/m ³	0,99
Phosphorverbindungen		g/m ³	1,2
Siliciumverbindungen	c(SiO ₃)	g/m ³	3,6
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)		g/m ³	0,29
Aluminium	Al	g/m ³	0,03
Sauerstoff	O ₂	g/m ³	9,6

2 Analyse zur Beurteilung der Wasserqualität

Die Werte sollen aber nicht so hoch sein, dass der Gebrauch für technische Zwecke erheblich beeinträchtigt wird, z. B. Verkalken von Wassererwärmern, Leitungen, Wasch- oder Geschirrspülmaschinen.

Um die Güte eines Trinkwassers zu prüfen, wird eine **Wasseranalyse** (Wasseruntersuchung) durchgeführt. Sie zeigt Kenngrößen des Wassers und Stoffanteile im Wasser, → 2.

Eingriffbatterien, Einhebelmischer, → 1, gibt es als Stand-, Wand- oder Wandeinbauarmatur für fast alle Sanitärapparate. Für Durchfluss-WE und offene Elektro-Speicher-WE gibt es Spezialmodelle.

Ihr Bedienungsgriff erfüllt zwei Funktionen, → 2, 3:

- Anheben reguliert den Durchfluss (Auf-Zu)

- durch Schwenken wählt man die Auslauftemperatur

So fällt es leicht, die Auslauftemperatur vorzuwählen und bei Gebrauch Wassertemperatur und Ausfluss zu regeln.

Als Dichtelemente haben sich keramische Scheiben, bewährt, → 3, 228.1.

6

Nachteilig bei normalen Einhebelmischern ist, dass

- sie meist bis zum Anschlag „aufgerissen“ werden,
- ihr Hebel der Optik wegen meist „auf Mitte“ steht.

Bei voll **geöffneter Armatur** fließt meist viel mehr Wasser als nötig.

Steht der Hebel „auf **Mitte**“, strömt warmes Wasser oft unnötig aus.

Trinkwasser und Energie werden so verschwendet.

Hebelmischer mit Spareffekt vermeiden dies, → 2:

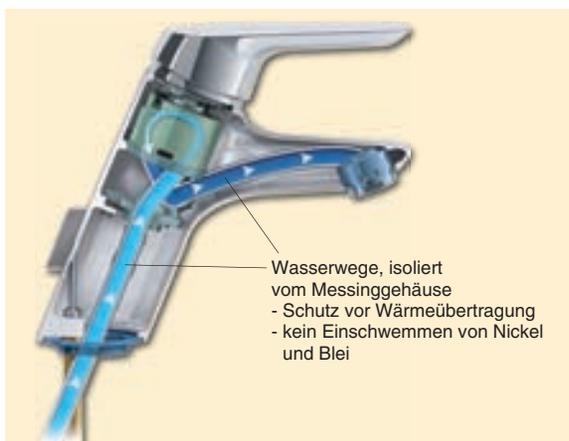
- Von rechts bis zur Hebelstellung „Mitte“ fließt nur kaltes Wasser; das reicht zum Händewaschen.

- Hebt man den Hebel an, spürt man einen Widerstand. Bis dahin („Sparzone“) fließen maximal 5 l/min Wasser. Nach Überwinden des Widerstandes, im „Komfortbereich“, fließt mehr Wasser mit ständig zunehmender Temperatur von Hebelstellung rechts bis links wie gewohnt.

Untersuchungen zeigen, dass durch diese **Sparkartuschen** Wasser und Energie gespart werden, → 2.

Neu sind **Mischbatterien mit isolierten Wasserwegen**, → 4. Darin ist das Wasser vom Messingkörper entkoppelt, sodass Wärme nicht auf ihn übertragen wird. Nickel und Blei aus dem Messing können nicht ins Wasser geschwemmt werden, entsprechend den geringen Grenzwerten der TrinkwV. Wegen der dünnen Wasserwege gibt es kaum Stagnationswasser.

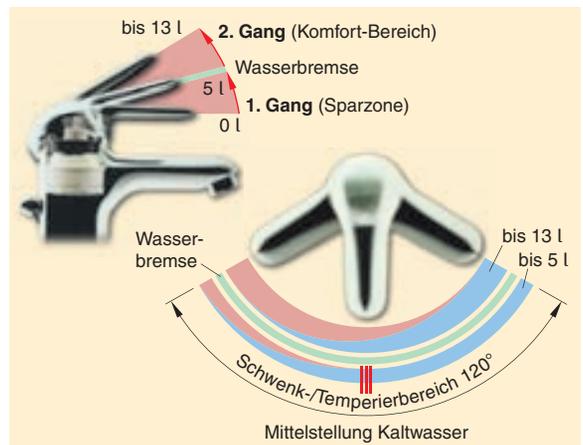
Das alles spart Energie.



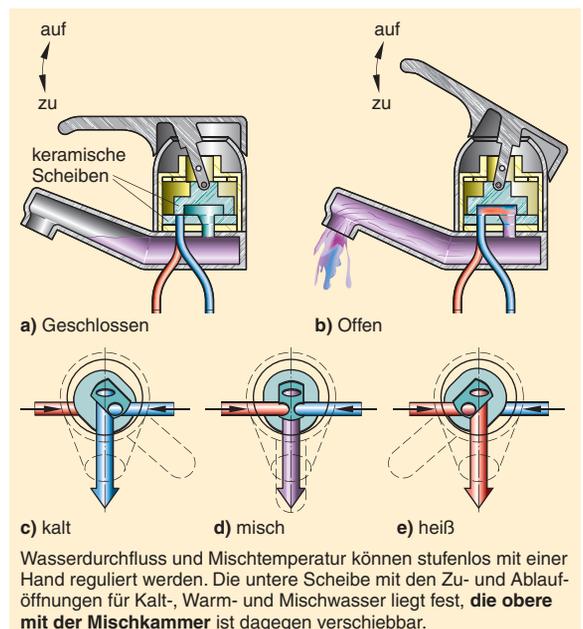
4 Einhebelmischer mit isolierten Wasserwegen



1 Eingriffmischer – Beispiele für Ausführungen



2 Eingriffmischer mit Wasserbremse und Energiesparzone



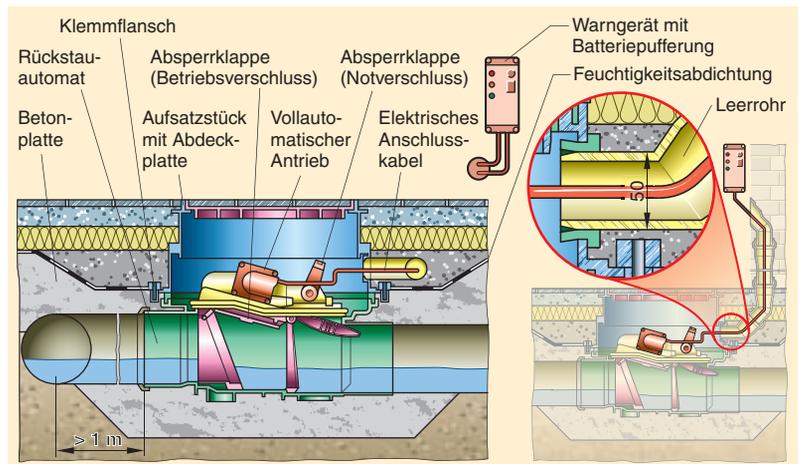
3 Einhebelmischer mit keramischen Scheiben – Wasserfluss bei verschiedenen Betriebsstellungen

Für Schwarzwasser muss ein **RSV mit automatisch schließendem Betriebsverschluss** eingebaut werden; der Betriebsverschluss wird mit einem Motor betrieben. Beide Verschlussklappen sind normalerweise offen, → 1. Eine Sonde meldet den Rückstau einem Schaltgerät; das

- über den Motor den Betriebsverschluss schließt,
- einen Warnton aussendet.

Damit bei Durchfluss aufgewirbelten Wassers die Sonde nicht reagiert, muss vor Eintritt in den RSV eine gerade Rohrstrecke ≥ 1 m zur Wasserberuhigung vorgeschaltet werden.

Der Notverschluss ist nicht zwingend, sondern nur bei Bedarf von Hand zu verriegeln.



1 Automatischer Rückstauverschluss mit Motorantrieb, Warngerät und Leerrohr für elektrischen Anschluss

8

Für den elektrischen Anschluss der Sonde im RSV ist ein Leerrohr DN 50 vom RSV bis etwa 50 cm über Fertigfußboden zum Schaltgerät zu verlegen, → 1.

Nahe bei RSV sind Schilder anzubringen, auf denen Art und Reihenfolge der Arbeitsgänge zu Wartung, Reinigung und Funktionsprüfung beschrieben sind.

Nach dem Einbau RSV ist zu prüfen, ob dieser auch funktioniert, → 311.2. Dabei darf der Betriebsverschluss bei einer Rückstausimulation von 10 mbar während der Prüfdauer von 10 min höchstens 500 cm³ Wasser durchlassen.



2 Direkt fördernde Rückstau-Pumpenanlage für Abwasser

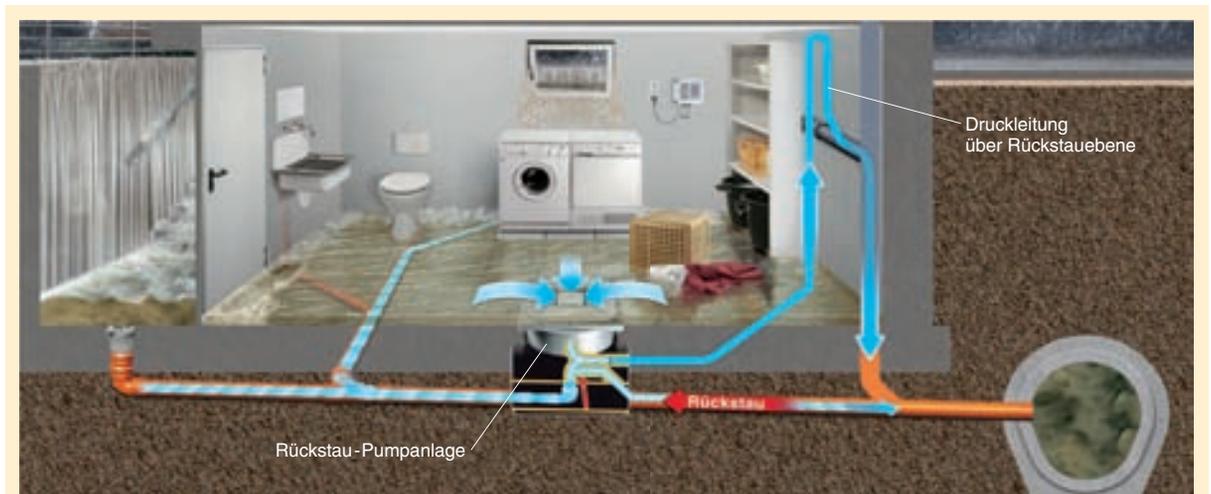
8.5.2.2 Rückstau-Pumpanlagen

Ablaufstellen unter RSTE sind durch eine Hebeanlage gegen Rückstau zu schützen. Die Hebeanlage fördert alles Abwasser (Schwarz- und Grauwasser), das unter RSTE anfällt.

Ablaufstellen, die höher als die Straßenkanalsole liegen, können zwar durch RSV gegen Rückstau ge-

schützt werden, aber bei Rückstau kann auch kein Abwasser abfließen. Für diese Ablaufstellen sind Rückstau-Pumpanlagen sinnvoll einzusetzen, → 2.

Eine Rückstau-Pumpanlage schützt bei Rückstau und kann gleichzeitig Abwasser gegen eine Wassersäule von 8 m bis 9 m Höhe fördern.



3 Rückstau-Pumpanlagen schützen bei Rückstau. Sie heben Schmutz- und Regenwasser über die Rückstauenebene in den Straßenkanal

Bei $p_e = 25 \text{ mbar}$ bis 100 mbar , → 366.4:

- ein GS unmittelbar nach der HAE; evtl. integriert im Gasdruckregler, → 360.1
- nach einer Verteilungsleitung mit $Q_B > 138 \text{ kW}$: am Beginn jeder Einzelleitung
- bei mehr als einem Gaszähler im Gebäude direkt am Beginn der Verbrauchsleitung – nicht erst unmittelbar vor dem Gaszähler, → 361.1

Bei $p_e > 100 \text{ mbar}$, → 2c:

Anordnung der GS wie bei $p_e > 25 \text{ mbar}$ bis 100 mbar ; jedoch sind alle lösbaren Verbindungen vor dem Strömungswächter passiv zu sichern.

Entlang eines Fließweges dürfen **nicht** zwei GS desselben Typs und derselben Nennweite eingebaut werden.

Einbau von GS bei Kunststoffleitungen, siehe Kap. 12.3.4.5.

12.3.4.4.2 Passiver Schutz gegen Gasexplosion

Passive Schutzmaßnahmen für lösbare Rohrverbindungen sind in „allgemein zugänglichen Räumen“ für Leitungsabschnitte erforderlich, die vor „aktiven Maßnahmen“ wie Gasströmungswächter liegen; z. B. sind:

- Hausanschlussarmaturen und Gaszähler in einem sicher verschließbaren Raum bzw. Stahlschrank einzubauen, → 182.1; bei Bedarf kann eine Vertrauensperson öffnen, z. B. Hausmeister; notfalls sperrt die Feuerwehr oder der NB die Gaszufuhr außerhalb des Hauses ab
- lösbare Verbindungen wie Flansche und Verschraubungen einzukapseln, → 2a
- verdrehsichere Sicherheitsstopfen bzw. -kappen, Verschraubungs- und Flansch-Sicherungen u. Ä. zu verwenden; sie dürfen nur mit Spezialwerkzeug zu lösen sein, → 2b
- Gewinde mit Spezialkleber (Gewindeklebstoff) zu sichern; diese sind erst bei Temperaturen $> 140 \text{ °C}$ zu lösen

In allgemein zugänglichen Räumen sind Passivschutzmittel in Leitungsabschnitten vor dem 1. Gasströmungswächter einzusetzen.

In Ein- und Zweifamilienhäusern sind passive Schutzmaßnahmen überflüssig, da es dort keine allgemein zugänglichen Räume gibt.

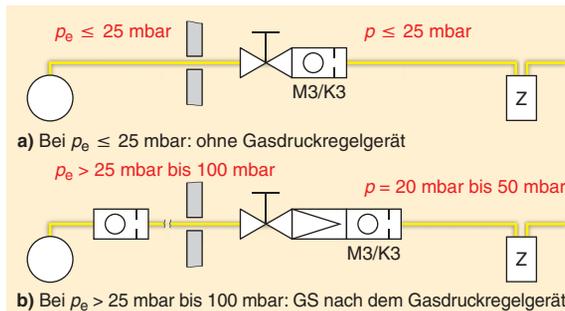
Die Erfahrung lehrt, dass in Mehrfamilienhäusern die Tür zum Hausanschlussraum oft nicht sicher verschlossen ist; auch dort sollte besser passiv gesichert werden.

12.3.4.5 Erdgas-Innenleitungen aus Kunststoff

Für Gasleitungen sind vom DVGW in sich geschlossene Kunststoffrohr-Systeme mit Rohren $d_a = 20 \text{ mm} / 26 \text{ mm} / 32 \text{ mm}$ zugelassen, → 3:

- Mehrschicht-Metallverbundrohre (PE-x/Al/PE) nach DVGW VP 632/625
- PE-X-Rohre nach DVGW VP 624/626

Beide werden künftig **Kunststoffrohr** genannt.



1 Einbau von Gas-Strömungswächtern nach Versorgungsdruck



2 Passive Schutzmaßnahmen



3 Kunststoffrohrsystem: Rohr + unlösbare Verbinder



4 Unlösbare, dauerhaft dichter Verbinder für Kunststoffrohre

Indirekt beheizte Wassererwärmer sind mit einer Heizanlage kombiniert.

Bild → 1 zeigt einen Schichtspeicher im Heizkreis einer Solaranlage und eines Heizkessels.

Der Wärmeträger der Solaranlage (Wasser mit Frost- und Verdampfungsschutz) kann seine Wärme nur über einen Plattenwärmetauscher abgeben und so dem Speicher zuführen.

Als guter **Schutz gegen Legionellen** erfolgt die Trinkwassererwärmung mit heißem Speicherwasser über einen separaten (gesonderten) Wärmetauscher. Dieser liefert immer „frisch“ erwärmtes Wasser (Frischwassertechnik).

Nur bei einer **zuverlässigen Regelung**, die über ihre Fühler die jeweiligen Bedingungen erfasst und sich daran anpasst, werden Kunden zufrieden sein.

- Separate Wärmetauscher gibt es als:
- externe Plattenwärmetauscher
 - interne Wellrohrwärmetauscher

Externe Plattenwärmetauscher

Sie erzielen hohe Wärmeleistungen bei geringen Abmessungen, → 487.1.

Zum **Schutz gegen Verkalken** darf der Wärmetauscher nicht in Höhe der Heißwasserzone angeordnet werden, → 3. Wird nämlich kein Wasser entnommen, in der Stillstandszeit, ist der Wärmetauscher der gleich hohen Temperatur ausgesetzt wie in gleicher Höhe im Speicher, und das oft stundenlang bis tagelang. Dies kann zu Kalkablagerungen im Wärmetauscher führen.

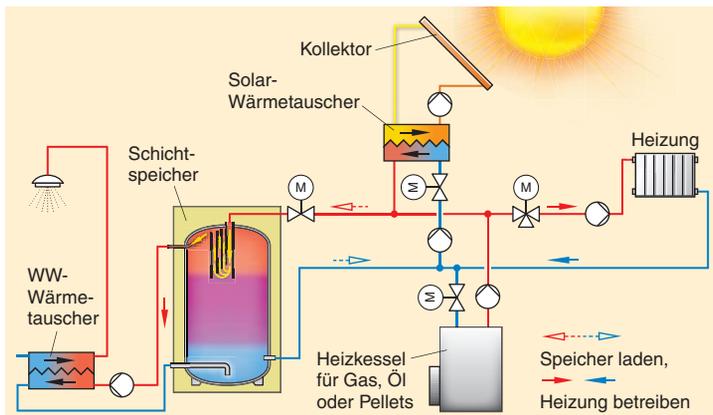
Richtig angeordnet ist der Wärmetauscher knapp über dem Fußboden. Dort liegt er mit allen Einbauteilen in einer WW-Box in Höhe der kühlen Rücklaufwasserzone und ist vor Verkalken geschützt, → 4.

Zum Absperrn sind motorbetriebene Ventile nötig. Weitere Informationen zur Regelung indirekt beheizter Wassererwärmer finden Sie in Kap. 17.5.5.

Für die „Frischwassertechnik“ ist ebenfalls eine präzise Regelung notwendig. Im externen Wärmetauscher muss der zugeführte Wärmestrom Φ_1 dem geforderten Wärmestrom Φ_2 genau entsprechen. Dazu sind über Sensoren von dem durch den Wärmetauscher fließenden Heiz- bzw. Frischwasserstrom die Temperaturen und die Volumenströme zu erfassen. Die Regelung sorgt dann für die Anpassung.

Diese Aufgabe löst eine patentierte Warmwasserbox, → 5. Sie ist ca. 580 mm x 290 mm x 330 mm groß. In ihr sind zusammengefasst:

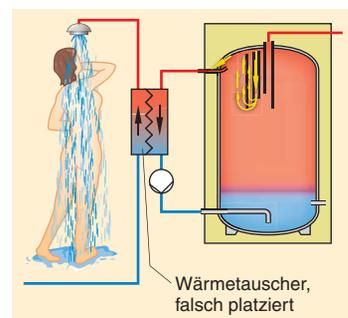
- ein Trinkwasser-Platten-Wärmetauscher
- die Regelelektronik mit den Sensoren
- eine Ladepumpe mit Leistungsregelung



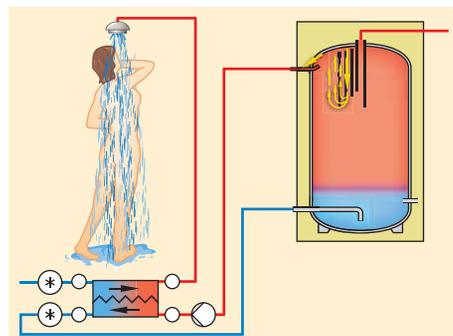
1 Schichtspeicher mit externem TW-Erwärmung mit externem Durchfluss-Wasserwärmer, beheizt durch Heizkessel, Solaranlage



2 Konventionelle TW-Erwärmung über Rohrwendel mit Heizwasser Gefahr durch Legionellen im Speicher mit Trinkwasser



3 Trinkwasser extern erwärmen, legionellengeschützt, aber falsch platziert



4 Wärmetauscher bodennah eingebaut zum Schutz gegen Verkalken

Übertragungsleistung	in kW	58 - 88 - 117
WW Durchfluss bei $\theta_w = 50^\circ$	in l/min	21 - 31 - 40
Elektrische Aufnahmeleistung	in W	120 - 175 - 175

5 Durchfluss-Wassererwärmer mit Regeleinheit für Wärmeströme

17.5.8 Wärmepumpen

17.5.8.1 Wirkungsweise von Wärmepumpen

In unserer Umgebung (Luft, Wasser, und Erdreich) ist eine ungeheure Menge an Sonnenenergie als Wärme gespeichert. Die Speichermassen – Wasser, Erdreich, Luft – haben aber ein zu niedriges Temperaturniveau, um diese Wärme zu nutzen.

So wie eine Wasserpumpe Wasser auf höhere Ebenen fördert, können Wärmepumpen die gespeicherte Wärme auf ein höheres Temperaturniveau heben, → 1.

Wärmepumpen (WP) nutzen mit geringem Energieaufwand den riesigen Wärmevorrat, den die Sonne liefert und immer wieder ergänzt, → 3.

Eine WP arbeitet wie ein Kühlschrank: Gleiche Technik nur umgekehrter Nutzen.

Beispiel:

- Ein Kühlschrank entzieht Wärme, z. B. aus Nahrungsmitteln, und gibt diese Wärme an seiner Rückseite scheinbar nutzlos in den Aufstellraum ab. Sein Zweck ist **Kühlung**.
- Die WP entzieht der Luft, dem Wasser oder Erdreich Wärme für die Warmwasserbereitung oder zur Raumheizung. Ihr Zweck ist, **Wärme zu liefern**.

17.5.8.2 Arten von Wärmepumpen

Bei WP unterscheidet man:

- Kompressionswärmepumpe
- Absorptionswärmepumpe

Kompressionswärmepumpe

Eine Kompressions-WP besteht aus, → 2:

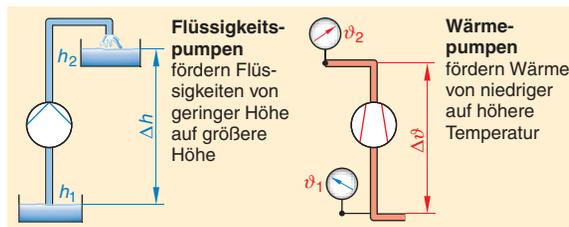
- einem Rohrsystem mit dem Wärmeträger
- dem Verdampfer
- dem Verdichter (Kompressor)
- dem Verflüssiger
- dem Expansionsventil

Das **Rohrsystem** ist ein geschlossenes System. Darin zirkuliert der **Wärmeträger**. Der Wärmeträger ist eine bei niedriger Temperatur siedende Flüssigkeit, vgl. Flüssiggas. Schon bei geringem Druck ist er flüssig und „verdampfungsbereit“. Im Betrieb wird der Wärmeträger verdampft, verdichtet, verflüssigt, entspannt und wieder verdichtet (Kreisprozess), → 1.

Anmerkung:

Bis 1994 wurden fluorhaltige Wärmeträger eingesetzt. Da Fluor-Kohlenwasserstoffe (FCKW) die Ozonschicht der Erdatmosphäre zerstören, dürfen sie nicht mehr verwendet werden; sie wurden durch Gemische mit ähnlichem Siedepunkt ersetzt, z. B. CO₂ (R¹ 744), Propan (R 290), Ammoniak (R 717).

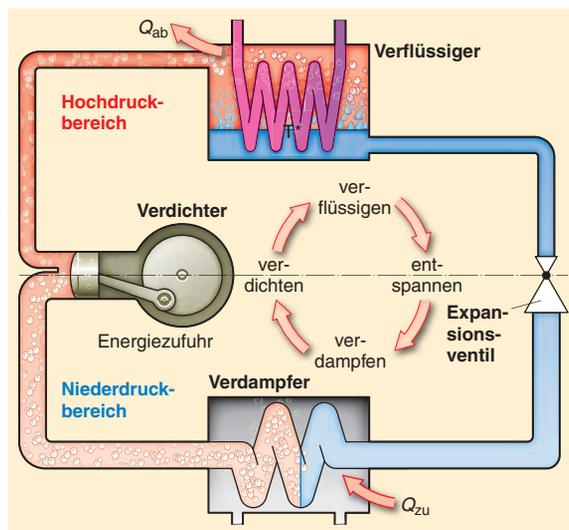
Der Wärmeträger gelangt in den **Verdampfer** und wird in einer Rohrschlange geführt, damit er von Luft, Grundwasser oder Sole umspült wird. Die enthaltene Sonnenenergie (Wärme) lässt ihn verdampfen, ohne dass sich dessen Temperatur erhöht.



1 Vergleich: Wärmepumpe – Flüssigkeitspumpe



2 Wärmegewinn mit der Wärmepumpe



3 Bauteile der Kompressionswärmepumpe beim Kreisprozess

Anmerkung:

Dies kann man mit Wasser vergleichen: Führt man bei normalem Luftdruck Wasser von ca. 100 °C in einem Kochtopf Wärme zu, z. B. durch eine Kochplatte, beginnt es zu siedend und zu verdampfen. Die Temperatur erhöht sich nicht, aber es bildet sich 100-gradiger Dampf, der nun wesentlich mehr Wärme enthält als das siedende Wasser, nämlich 627 Wh/kg mehr, die sogenannte Verdampfungswärme, vgl. Kap. 1.3.1.1.

Der **Verdichter** (Kompressor) saugt den Wärmeträgerdampf an, verdichtet (komprimiert) ihn und erhöht so den Druck, → 3. Durch die Druckerhöhung steigt die Temperatur des Wärmeträgers, entsprechend seiner Dampfdruckkurve. Diese gibt den Siedepunkt des Mediums abhängig vom jeweils herrschenden Druck an. Sie gibt also an, bei welchem Druck aus der Flüssigkeit Dampf wird, s. Beispiele in → 502.2.

¹ R: internationaler Kennbuchstabe vom engl. „refrigerant“ (Kältemittel)

Für das **Verlegen von Zirkulationsleitungen** gilt:

- Alle Leitungen sind so zu verlegen, dass keine Querschnittsverengungen auftreten und sich keine Luftblasen ansammeln (Luftsäcke), denn diese unterbrechen die Zirkulation
- Jede Zirkulationsleitung muss zu entlüften sein; dazu ist immer am höchsten Punkt der einzelnen Rohrstränge eine Entnahmestelle oder eine Entlüftungsarmatur anzuordnen.
- Es ist auf freie Querschnitte zu achten
- Bei Inbetriebnahme ist ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen, s. Kap. 17.6.9.1. Dabei sind alle Zirkulationsringe auf den gleichen Druckverlust einzustellen.

17.6.9.3 WW-Ein-Rohr-Zirkulation (Inline-System)

Bei der **Ein-Rohr-Zirkulation** – auch „innenliegende Zirkulation“ oder „Inline-System“ genannt, liegen in den WW-Steigleitungen die Zirkulationsrohre, → 1b; sie sind gewissermaßen darin „verborgen“.

Das **Inline-System** eignet sich für Warmwasserleitungen in Stockwerksbauten mit mehreren Geschossen für Leitungen ab $d_a = 28$ mm und

- einer Betriebstemperatur $\vartheta = 70$ °C, $\vartheta_{max} = 90$ °C
- einem Betriebsdruck $p_B = 10$ bar, $p_{max} = 16$ bar

Für die Planung und Auslegung gibt es eine Software vom Hersteller.

Als Rohre eignen sich für

- **Steigleitungen** mit $d_a = 28$ mm und $d_a = 35$ mm:
 - Kupferrohre nach EN 1057
 - nichtrostende Stahlrohre nach DVGW GW 541
 - Verbundrohre PE-X-Al-PE(-x)
- darin geführte **Zirkulationsleitungen** (Inliner) 12 x 1:
 - Verbundrohre (PE-X-Al-PE(-x))
 - Vernetzte PE-Rohre (PE-Xc-Rohre)
 - Polybuten-Rohr (PB-Rohre)

Zum Anschluss der Steig- und Stockwerksleitungen sind spezielle Pressverbinder nötig, → 3, 513.3.

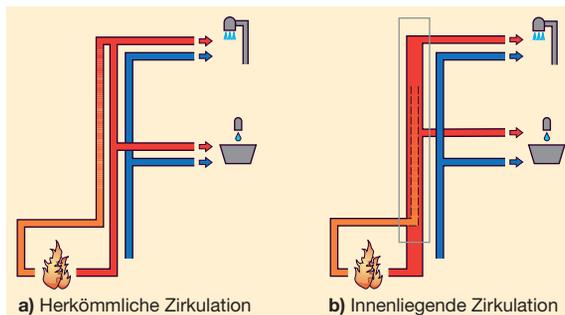
Beim Inline-System werden im Untergeschoss die Steigleitungen über die WW-Verteilung versorgt. Sie werden an die WW-Verteilungsleitung über Spezial-T-Stücke angeschlossen, → 3a, 513.3.

Die Zirkulationspumpe fördert das Zirkulationswasser aus den Steigleitungen durch die Z-Sammelleitungen zum Wassererwärmer zurück, → 1.

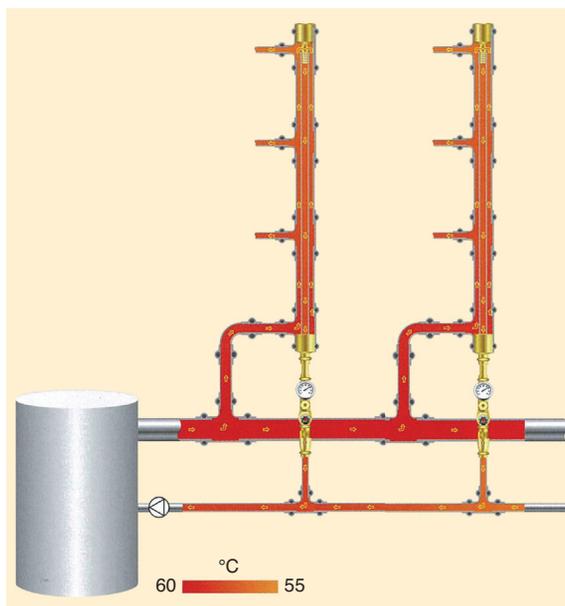
Mithilfe von Thermostat-Regulierventilen sind die Zirkulationsströme zu regeln, → 3c.

Für die Ein-Rohr-Zirkulation gelten die gleichen Bedingungen wie bei der Zweirohr-Zirkulation nach DVGW Arbeitsblatt W 551:

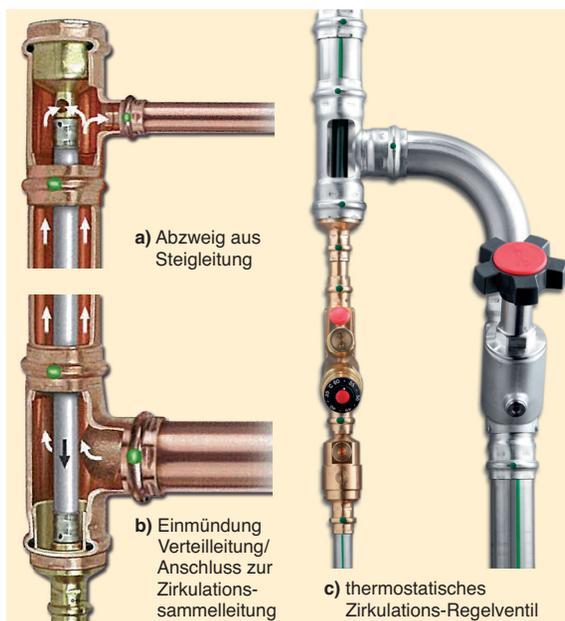
- Zwischen Ein- und Ausgang des Wassererwärmers darf bei Großanlagen, nach DVGW W 551, die Temperaturdifferenz nicht mehr als 5 K betragen.
- Die Zirkulationsströme sind über den Wärmeverlust der Leitung zu ermitteln.
- Das erforderliche Druckgefälle ist zu bestimmen
- Ein hydraulischer Abgleich ist vorzunehmen, siehe Kap. 17.6.9.1.



1 WW-Verteilung mit Zirkulationsleitungen



2 Ein-Rohr-Zirkulation – Leitungsverlauf



3 Details zu Leitungsanschlüssen

18.2.2.3 Technische Gesichtspunkte bei der Planung von Sanitärräumen

Für die Anordnung Sanitärapparate gilt: Ein Bad soll nicht nur für das Auge schön sein. Die „versteckte Technik“ muss einwandfrei funktionieren, sicher sein und zum Energie sparen beitragen.

Das bedeutet:

- Schall- und Brandschutz müssen den gesetzlichen Bestimmungen entsprechen.
- Kalt- und Warmwasserleitungen
 - sollen kurz sein, um Stagnationswasser zu vermeiden und die Wärmeverluste gering zu halten.
 - müssen abzusperren sein,
 - ihre Wasserdurchsätze müssen messbar sein,
- Abflussleitungen
 - müssen vollständig leer laufen können,
 - dürfen nicht zur Verstopfung neigen und keine Gurgelgeräusche hervorrufen,

Bei der Raumplanung sind Sanitärapparate so anzuordnen → 522.3, dass möglichst:

- nur eine oder zwei Wände für sie benutzt werden
- ein Schacht mit Versorgungs- und Entsorgungsleitungen genügt
- nur kurze Anschlussleitungen nötig sind
- bei langen Anschlussleitungen die Bade- oder Duschwanne nahe der Fallleitung platziert wird, um ausreichendes Gefälle zu erzielen

Wände, an denen Rohrleitungen oder Armaturen befestigt werden, müssen eine flächenbezogene Wandmasse von $\geq 220 \text{ kg/m}^2$ haben.

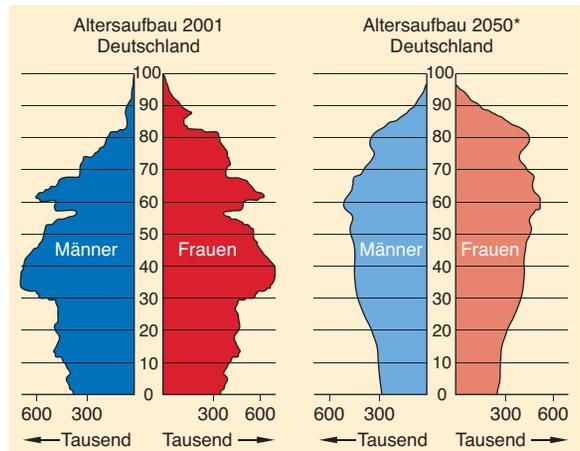
Das gilt nicht für Leitungen bzw. Armaturen in der Vorwand, z. B. an Montagegestellen o. Ä.

Im Badezimmer bestimmt die Badewanne die Anordnung der übrigen Einrichtungsgegenstände wie Waschtisch, Klosett. Gründe dafür sind ihre Größe und ihr maximal möglicher Abstand von der Abwasserfallleitung, siehe Kap. 8.2.3.4.

Für das Anordnen der Badewanne im Raum gilt:

- Längs der Wanne muss ein mindestens 60 cm breiter Bewegungsraum frei bleiben.
- Das Fußende der Wanne soll der Tür zugewandt sein, damit der Badende diese im Auge hat.
- Die Wanne sollte nicht unter einem Außenfenster aufgestellt werden. Zwar verhindern meist fugendichte Fenster den Einfall von Kaltluft, jedoch besteht beim Reinigen des Fensters erhebliche Unfallgefahr wegen der breiten Wanne davor. Auch besteht Frostgefahr für die Zuleitungen in oder an der Außenwand zur Wannensatterie.

WC und evtl. Sitzwaschbecken sind möglichst so anzuordnen, dass sie beim Betreten des Raumes nicht im Blickfeld liegen.



1 Altersentwicklung der Deutschen 2001 bis 2050

18.2.2.4 Sanitärräume auf lange Sicht planen

Junge Menschen denken beim Planen eines neuen Hauses oft nicht ans Älterwerden oder dass sie durch einen Unfall behindert werden.

Der Grad einer Behinderung kann sehr verschieden sein; besondere Probleme entstehen, wenn Bewohner auf einen Rollstuhl angewiesen sind.

Wohnungen müssen auf lange Sicht für ihre Bewohner nutzbar sein. Mit höherem Alter kann die Bewegungsfähigkeit der Benutzer eingeschränkt sein, z. B. auf dem Weg in die Räume, beim Benutzen von Badewanne oder WC.

Viele Menschen sind über 60 Jahre alt. In Deutschland wird ihre Zahl ansteigen, → 1

- bis zum Jahr 2020: auf über 24 Millionen
- bis 2030: sogar auf 29 Mio. – das ist dann mehr als 1/3 der Bevölkerung

Weit blickend sollten deshalb Raumgrößen, Türenmaße und Türanordnungen so geplant werden, dass sie den Forderungen der Normen für „Barrierefreies Wohnen“, wie DIN 18040 / ÖN B 1600/1601 entsprechen, falls die Bewohner noch jung und sportlich sind.

Falls die Räume vorerst nicht mit Sanitärapparaten für behinderte Menschen ausgestattet werden, so können sie im Notfall nachgerüstet werden, da ja

- Raumgrößen,
 - Türgrößen und Türanordnungen,
 - Leitungsschächte und Rohrleitungen,
- dies zulassen.

Das Ändern von Raumgrößen, Schacht- und Türanordnungen ist nachträglich kaum möglich und verschlingt viel Geld.

Gut ist es, wenn die individuellen Bedürfnisse behinderter Bewohner berücksichtigt werden. Das geht leider meist nicht bei öffentlichen Auftraggebern oder wenn es um öffentlich geförderte Bauprojekte geht.

Eine Sturzstrecke, ≥ 160 mm, verhindert Einspülungen aus der Falleitung und Überspülung aus gegenüberliegenden Leitungen.

Der Klosettabgangsstutzen wird mit der Anschlussleitung verbunden durch:

- Dichtmanschetten bei senkrechten Anschlussrohren mit oder ohne Muffe, \rightarrow 574.1a,
- Kunststoffstutzen aus PE, PP oder PVC mit Lippendichtungen bei waagerechtem Anschluss, \rightarrow 574.1b.

Bei Wandklosetts darf die Anschlussmuffe nicht aus der Wand ragen.

Unbelüftete Anschlussleitungen für Klosetts können je nach Abwasser-Systemtyp, \rightarrow 280.3, bemessen werden nach \rightarrow 574.2.

Anmerkung:

Nach DIN EN 12 056-2 beträgt die Summe der Anschlusswerte (DU) für eine Wohneinheit:

$$\sum DU = 9,1$$

(2 WC, 3 Waschtische, 1 Badewanne, 1 Dusche, 1 Spülbecken, 1 Geschirrspüler

$$DU = 2 \cdot 1,8 + 3 \cdot 0,5 + 1 + 1 + 1 + 1).$$

Daraus errechnet sich ein Schmutzwasserabfluss:

$$Q_{max} = 0,5 \cdot \sqrt{\sum DU} = 0,5 \cdot \sqrt{9,1} = 0,5 \cdot 3,02 = \underline{1,5 \text{ l/s}}$$

Der Wert 1,5 l/s ist kleiner als 2,25 l/s nach \rightarrow 2. Dafür genügen DN 90 bzw. DN 80.

18.3.6.8 Duschklosett

Normale WC sind nicht optimal hygienisch. Zwar werden Kot und Urin mit reichlich Wasser aus dem WC gespült. Die Analgegend wird aber meist nur mit Papier gereinigt. „Hinterher“ wird kaum ein Sitzwaschbecken benutzt oder gar geduscht, weil oft auch die Möglichkeiten dazu fehlen.

Die „Papierreinigung“ kann man nicht als „optimal sauber“ bezeichnen. Das entspricht weder dem Streben nach Gesundheit noch dem Stand der Technik.

Eine „saubere“ Lösung bietet ein Duschklosett. Das Duschklosett ist eine vollautomatische Anlage (Tiefspüler mit aufgesetztem Spülkasten) bei der die Hände zur Afterreinigung nicht nötig sind.

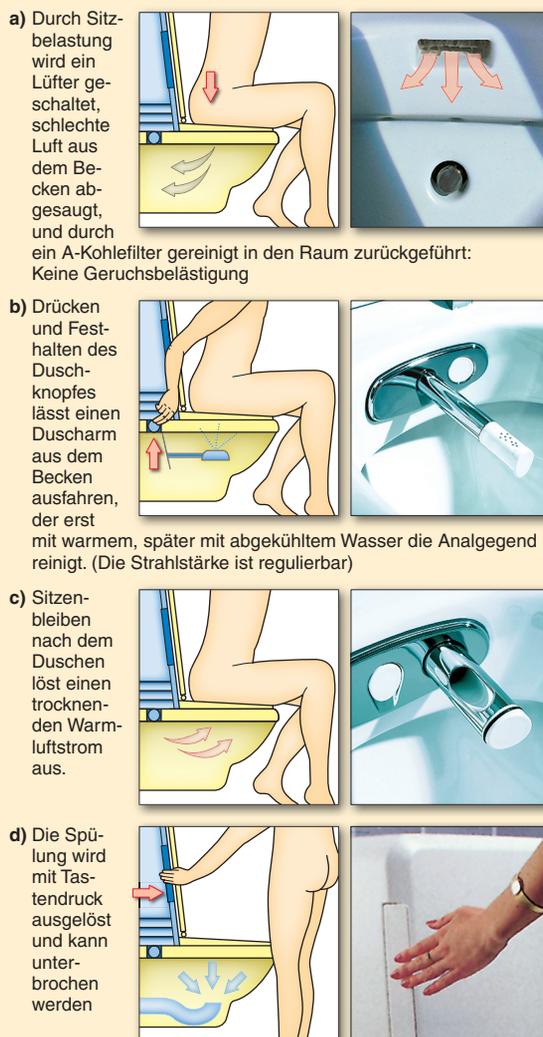
Duschklosetts benötigen nicht mehr Platz als ein WC mit Spülkasten, \rightarrow 1. KW-Anschluss und Ablauf, verdeckt nach hinten waagerecht oder senkrecht nach unten, erfolgen wie bei jedem WC.

Notwendig ist ein Stromanschluss 230 V~ und natürlich ein KW-Anschluss.



- 1 Bedienfeld mit LED-Anzeigen und Tasten für:
 - Dusche
 - Duschstrahlregler
 - Föhn
 - Geruchsabsaugung
- 2 Benutzererkennung betriebsbereit
- 3 Dusch- und Föhnarmabdichtung
- 4 Duscharm (in Funktion)
- 5 Föhnarm
 - eingezogen
 - ausgefahren, \rightarrow 2c

1 Duschklosett



2 Duschklosett zum a) Reinigen der Analgegend mit Wasser, b) Trocknen mit Luft c) Geruchsabsaugen

20.2 Kundendienst

20.2.1 Bedeutung des Kundendienstes

Ein zunehmend härter werdender Preiskampf im europaweiten Wettbewerb verringert die Gewinnspanne des Installateurs im Neubaubereich erheblich.

Viele Betriebe verlagern daher ihren Schwerpunkt in die Bereiche:

- Kundendienst
- Renovierung alter Anlagen (Badsanierung, Heizungsmodernisierung etc.)

Im Kundendienstbereich fallen häufig Kleinaufträge an, mit denen sich keine großen Gewinne erwirtschaften lassen. Die Kleinaufträge, wie Reparatur eines Spülkastens, führen aber zu einem persönlichen Kontakt mit dem Kunden.

Dieser Kontakt muss vom Installateur genutzt werden, um

- den Kunden von der Qualität des Unternehmens zu überzeugen
- dem Kunden weiteren Bedarf im Hause aufzuzeigen, z. B. für Renovierungen

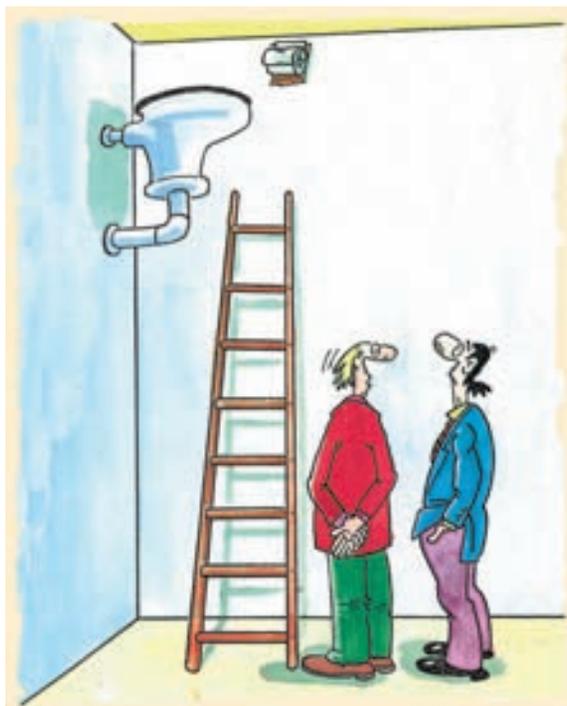
Hier repräsentiert ein Monteur „seinen“ Betrieb. Ist der Kunde mit der ausgeführten Arbeit und dem Monteur zufrieden, wird er sich bei der „nächsten Arbeit“ wieder für diesen Betrieb entscheiden.

Der Kunde ist König.

Er ist es, von dem ein Betrieb lebt. Ein großer Kundenstamm sichert die Auftragslage des Unternehmens und die Arbeitsplätze der Mitarbeiter. Deshalb ist es wichtig, möglichst viele Kunden zu Stammkunden zu machen.

Das geht nur durch:

- einwandfrei ausgeführte handwerkliche Arbeit
- guten Kunden-Service



„Zugegeben, beim Rohr hatte ich mich vermessen.“

1 Einwandfrei ausgeführte handwerkliche Arbeit???

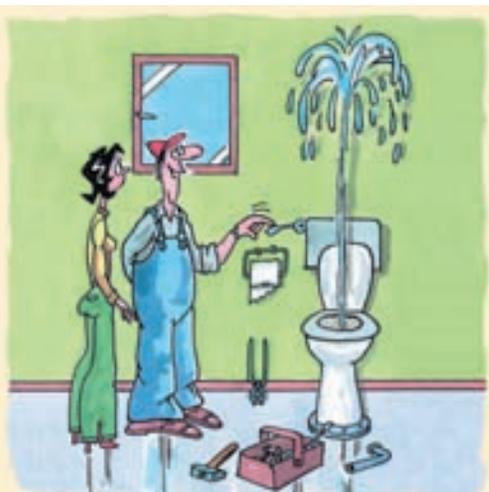
Einwandfrei ausgeführte handwerkliche Arbeit setzt der Kunde bei einem Fachbetrieb grundsätzlich voraus, → 1.

Um Kunden zu gewinnen und zu behalten, ist ein guter **Kunden-Service** die beste Werbung. Fühlt sich ein Kunde durch den Installateur gut betreut, wird er gerne wieder auf das Installationsunternehmen zurückgreifen, → 2.



„Bitte, bitte, Kollegen, beeilt euch!“

2 Kunden-Service???



„Sie sollten sich freuen, das ist der schönste Zimmerspringbrunnen der Stadt!“