

**Beispiel:**

Eine Sauerstoffflasche mit einem Volumen von 50 l steht unter einem Druck  $p_e$  von 200 bar. Wie viele Liter Sauerstoff sind in der Flasche enthalten?

**Lösung:**

geg.:  $p_{abs1} = 201 \text{ bar}$ ;  $V_1 = 50 \text{ l}$ ;  
 $p_{abs2} = 1 \text{ bar}$  (Luftdruck)

ges.:  $V_2$   
 $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$

$$V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2}$$

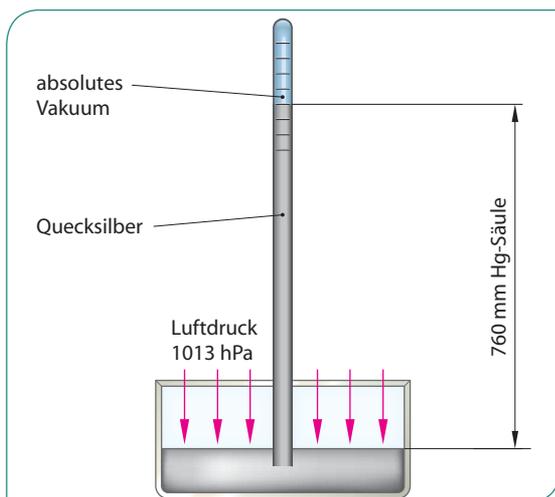
$$V_2 = \frac{201 \text{ bar} \cdot 50 \text{ l}}{1 \text{ bar}}$$

$$\underline{V_2 = 10050 \text{ l}}$$

**2.3.2 Luftdruck**

Vergleichbar mit dem hydrostatischen Druck von Flüssigkeiten üben die Luftschichten (**air layers**) der Erde auf die Erdoberfläche einen Druck aus (vgl. Kap. 2.1), der als **Atmosphärendruck** (**atmospheric pressure**) oder **Umgebungsdruck**  $p_{amb}$  bezeichnet wird. Je tiefer die Erdoberfläche (**earth's surface**) liegt, desto höher und damit schwerer ist die auf ihr lastende Luftsäule (**air column**), und desto größer ist folglich der Atmosphärendruck; umgekehrt nimmt er mit zunehmender Höhe stetig ab.

Dieser Luftdruck wurde erstmals von dem italienischen Physiker Torricelli<sup>1)</sup> genau bestimmt. Er benutzte hierzu eine mit Quecksilber gefüllte Glasröhre, die er mit der Öffnung nach unten in einen ebenfalls mit Quecksilber (**mercury**) gefüllten Behälter stellte (**Bild 1**). Die Quecksilbersäule fiel nun soweit nach unten, bis der durch ihre Gewichtskraft verursachte Druck auf das Quecksilberbad dem ebenfalls auf ihm lastenden Luftdruck das Gleichgewicht hielt. Da sich oberhalb der



1 Luftdruckmessung nach Torricelli

Quecksilbersäule in der Röhre ein Vakuum bildete, war die Höhe der Quecksilbersäule ein eindeutiges Maß für den Luftdruck. Die auf Meereshöhe mit 760 mm gemessene Quecksilbersäule wurde Torricelli zu Ehren als Normal-Luftdruck (N.N.) mit 760 Torr festgelegt.

**Umrechnung:** 760 mm Hg-Säule  $\triangleq$  760 Torr (als Druckeinheit nach dem SI-System nicht mehr erlaubt) = 1013 mbar = 1013 hPa.

**2.4 Druckmessgeräte**

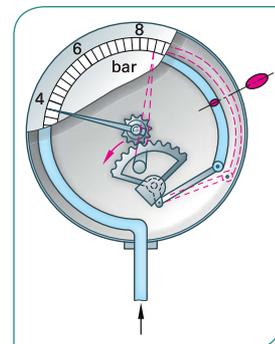
Zur Druckmessung (**pressure metering**) werden je nach Größenordnung des zu messenden Drucks unterschiedliche Druckmessgeräte (**pressure gauges/measuring devices**) eingesetzt. Neben **mechanisch** arbeitenden oder direkt abbildenden Messgeräten werden auch **elektronische digital anzeigende Messgeräte** mit Messumformer verwendet.

Zur Druckmessung in Rohrleitungssystemen mit Flüssigkeiten werden überwiegend **Röhrenfeder-Manometer** (**Bourdontube manometer**) eingesetzt, in der Gastechnik sowohl **Röhrenfeder-** und **Plattenfeder-Manometer** als auch **U-Rohr-Manometer** (**U-tube manometer**) für geringe Gasdrücke. In der Abgas- und Raumlufttechnik werden für sehr niedrige Drücke im Bereich von einigen Pascal **Schrägrohr-Manometer** verwendet.

**Röhrenfeder-Manometer**

Das für hohe Drücke am häufigsten verwendete Messgerät ist das Röhrenfeder-Manometer (**Bild 2**). Eine bogenartig geformte Röhre mit ovalem Querschnitt (**oval cross-section**) besitzt auf ihrer Außenseite eine größere Fläche als auf ihrer Innenseite. Wirkt nun auf die Innenwandungen der Röhre ein Druck, so sind die nach außen gerichteten Kräfte des Röhrenbogens größer als die nach innen gerichteten und die Röhre „biegt sich auf“. Diese Bewegung wird auf ein Drehwerk umgesetzt und durch den Zeiger (**pointer**) als zunehmender Druck angezeigt.

Da der hydrostatische Druck in einem System direkt proportional zur Höhe der Wassersäule ist, kann die Skala des Messgerätes statt in bar direkt in Meter geeicht werden. Ein solches Messgerät, das z. B. den Füllstand eines Rohrleitungssystems anzeigt (offene Anlage), heißt **Hydrometer** (**hydrometer**).



2 Röhrenfeder-Manometer

<sup>1)</sup> Torricelli, Evangelista; ital. Physiker (1608-1647)

## 4 Wärmelehre (Kalorik)

### 4.1 Temperatur

Die Temperatur (*temperature*) spielt in der Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik eine bedeutende Rolle. An vielen Stellen wird sie gemessen (z. B. Raumtemperatur, Speicherrückwassertemperatur), überwacht (z. B. höchstzulässige Vorlauftemperatur, Mindesttemperatur wegen Frostgefahr) und geregelt (z. B. Vorlauftemperatur).

Wird einem Stoff Energie zugeführt, erhöht sich dessen Temperatur und damit auch die Bewegungsenergie der Moleküle bzw. Atome (Brownsche<sup>1)</sup> Molekularbewegung) (Bild 1). Je niedriger die Temperatur eines Stoffes ist, desto geringer ist die Molekularbewegung, bis sie schließlich bei

$$0 \text{ K} = -273,15^\circ\text{C} \text{ (absoluter Nullpunkt)}$$

völlig aufhört.

#### MERKE

Die Temperatur ist ein Maß für den Wärmezustand eines Körpers.

#### 4.1.1 Temperaturskalen

##### Celsiuskala

In den meisten Ländern der Erde wird die von Anders Celsius<sup>2)</sup> aufgestellte und nach ihm benannte Celsiuskala (Bild 2) benutzt. Bei ihr entspricht

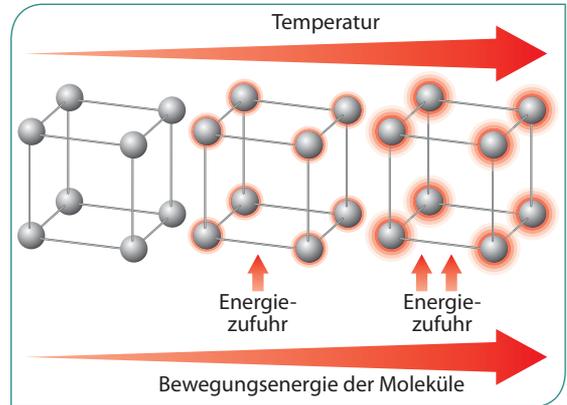
- $0^\circ\text{C}$  dem Gefrierpunkt (*freezing point*) von Wasser bzw. dem Schmelzpunkt (*melting point*) von Eis und
- $100^\circ\text{C}$  dem Siedepunkt von Wasser bzw. dem Kondensationspunkt (*condensation point*) von Wasserdampf bei einem Druck von 1 013 mbar.

Der Bereich zwischen diesen beiden Temperaturpunkten ist in 100 gleiche Teile aufgeteilt. Temperaturen oberhalb  $0^\circ\text{C}$  werden mit einem Pluszeichen (z. B.  $+20^\circ\text{C}$ ) und Temperaturen unterhalb  $0^\circ\text{C}$  mit einem Minuszeichen (z. B.  $-10^\circ\text{C}$ ) versehen.

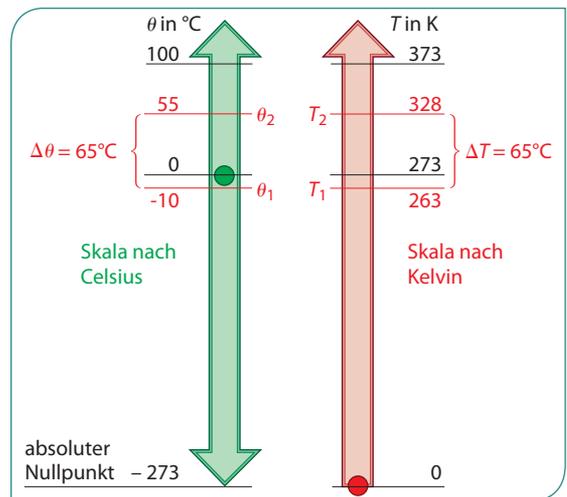
Für Temperaturen in Grad Celsius ( $^\circ\text{C}$ ) werden die Formelzeichen (*symbols*)  $\vartheta$ ,  $\theta$  (Klein-Theta mit unterschiedlichen Schreibweisen) oder  $t$  verwendet.

##### Kelvinskala

In der Wissenschaft (*science*) und häufig auch in der Technik (*technology*) wird statt der Celsiuskala die thermodynamische (*thermodynamic*) Temperaturskala verwendet. Hierbei wird die Temperatur in Kelvin<sup>3)</sup> angegeben (Bild 2).



1 Bewegungsenergie der Moleküle



2 Temperaturskalen

Die Einheit Kelvin (Einheitenzeichen K) ist im internationalen Einheitensystem (SI-System) die Basiseinheit der thermodynamischen Temperatur.

Die Kelvinskala wird auch absolute (*absolute*) Temperaturskala genannt, weil sie vom absoluten Nullpunkt der Temperatur ( $\triangleq 0 \text{ K}$ ) ausgeht. Negative Kelvin-Temperaturen sind folglich nicht möglich.

#### MERKE

Die Kelvinskala der thermodynamischen Temperatur kennt nur positive Temperaturwerte.

$$T = (\vartheta + 273,15) \text{ K}$$

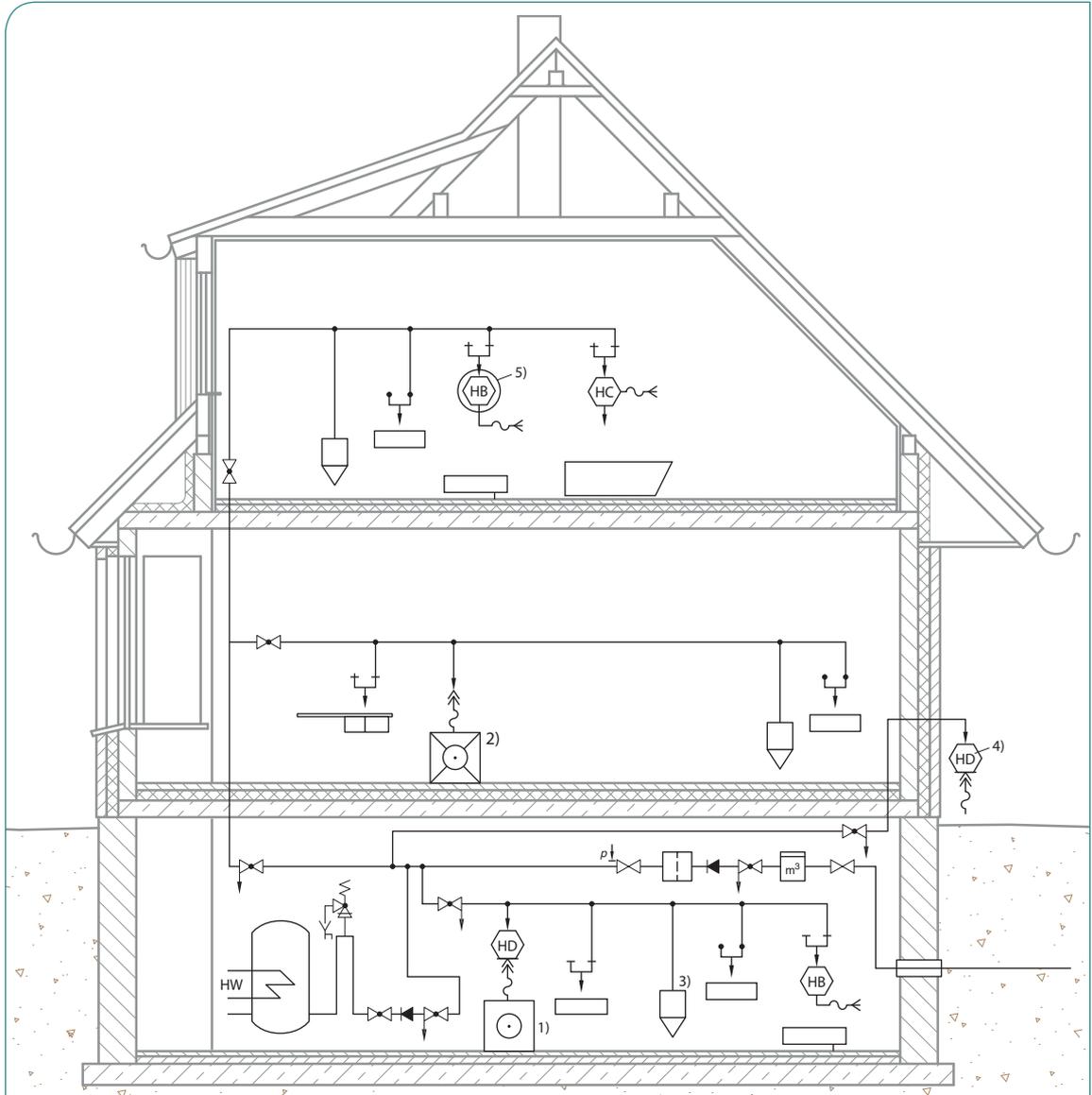
$T$ : thermodynamische Temperatur in K  
 $\vartheta$ : Celsiusstemperatur in  $^\circ\text{C}$

<sup>1)</sup> Robert Brown, britischer Botaniker, 1773 – 1858

<sup>2)</sup> Anders Celsius, schwedischer Astronom, 1701 – 1744

<sup>3)</sup> Lord William Thomas Kelvin, britischer Mathematiker und Physiker, 1824 – 1907

# Lernfeld 5: Trinkwasseranlagen installieren



- nach EN 806-1 (altern.)
- 1) (WM)
  - 2) (GS)
  - 3) (FC)
  - 4) evtl. CA oder BA
  - 5) Bei Armaturen mit DVGW-Prüfzeichen (eigensicher) kann auf die Darstellung verzichtet werden (siehe auch WC mit Spülkasten).

	Wasserleitung		Sicherungsarmatur
	Abzweig		Schlauchbrause
	Absperrarmatur		Wasserzähler
	Druckminderer		Speichertrinkwassererwärmer

Weitere Zeichenerklärungen entnehmen Sie der Tabelle im Anhang des Buches.

**ÜBUNGEN**

- 8 Listen Sie allgemeine Regeln für die Verlegung einer Hausanschlussleitung auf.
- 9 Unterscheiden Sie die verschiedenen Arten der Wasserzähler, die in Ein- und Mehrfamilienhäusern vorkommen können.
- 10 Erstellen Sie mithilfe Ihres Tabellenbuches beispielhaft ein Leitungsschema einer Trinkwasseranlage für ein beliebiges Einfamilienhaus unter Verwendung der Sinnbilder aus der DIN EN 806-1 und ordnen Sie die entsprechenden Leitungsabschnitte zu.
- 11 Geben Sie an, unter welchen Bedingungen Druckminderer in Trinkwasseranlagen installiert werden müssen.
- 12 Beschreiben Sie den Aufbau und die Funktionsweise von Druckminderern und erläutern Sie, welche Bedeutung die Entlastung des Einsitzventils auf die Regelfunktion hat.
- 13 Beschreiben Sie, warum es in einigen Anlagen trotz eines eingebauten Druckminderers zu einer unzulässigen Erhöhung des Druckes kommen kann.
- 14 Bestimmen Sie die Größe eines Druckminderers für einen Volumenstrom von  $\dot{V} = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ .

## 2 Schutz des Trinkwassers

Trinkwasseranlagen sind so zu installieren, dass eine Gefährdung (**endangering**) des Trinkwassers durch andere Wässer oder Flüssigkeiten (**fluids**), die sich in der Umgebung dieser Anlagen befinden, auszuschließen ist.

### 2.1 Einteilung der Flüssigkeiten, die mit Trinkwasser in Berührung kommen (Flüssigkeitskategorien)

Flüssigkeiten, die mit Trinkwasser in Berührung (**contact**) kommen bzw. kommen können, werden nach EN-Norm 1717 in fünf Kategorien eingeteilt (Bild 1).

### 2.2 Sicherungsmaßnahmen

#### 2.2.1 Arten der Sicherungseinrichtungen

Nach EN 806-1 sind **Sicherungseinrichtungen** (**safety devices**) **Vorrichtungen zum Schutz der Trinkwasserqualität**. Mangelnde (**inadequate**) Trinkwasserqualität kann hervorgerufen werden durch

- Rückfließen (**backflow**) von verunreinigtem Wasser; dieser Zustand liegt dann vor, wenn Nichttrinkwasser, wie z. B. Badewasser, durch unsachgemäße Installation und bestimmte Betriebsituation in das Trinkwassernetz gelangt.
- eine Verbindung von unterschiedlichen Versorgungssystemen;  
Beispiel: Das öffentliche Netz wird mit einer Eigentrinkwasserversorgungsanlage (**private water system**) verbunden.
- äußere Einflüsse;  
das bedeutet, dass Trinkwasserbehälter, Leitungen und Apparate vor äußeren Verunreinigungen (**contamination**) geschützt werden müssen (vgl. Kap. 3.2).

Kategorie	Mögliche Veränderung und Beispiel für eine entsprechende Flüssigkeit	Gefährdung für den Menschen
1	Keine, entspricht Trinkwasser	keine
2	Flüssigkeit, die für den menschlichen Gebrauch geeignet ist, einschließlich Trinkwasser, das sich in Geruch, Geschmack, Farbe oder Temperatur verändert haben kann, z. B. Kaffee, Tee, stagnerendes Trinkwasser	keine
3	Flüssigkeit mit einem weniger giftigen ( <b>poisonous</b> ) Stoff oder mehreren weniger giftigen Stoffen, z. B. Heizungswasser ohne Zusatzstoffe, Kupfersulfatlösung, Ethylenglykol	Gesundheitsgefährdung ( <b>endangerment of health</b> ) für Menschen
4	Flüssigkeit mit einem giftigen Stoff oder mehreren giftigen Stoffen oder besonders giftigen Stoffen oder einer oder mehrerer radioaktiver, mutagener <sup>1)</sup> oder kanzerogener <sup>2)</sup> Substanzen, z. B. Insektizide, Lindan (Pflanzenschutzmittel)	Gesundheitsgefährdung für Menschen
5	Flüssigkeit mit mikrobiellen <sup>3)</sup> oder viruellen Erregern, z. B. Salmonellen, Hepatitisviren	Gesundheitsgefährdung für Menschen durch übertragbare Krankheiten ( <b>contagious diseases</b> )

1 Einteilung der Flüssigkeitskategorien

1) mutagen: genverändernd  
 2) kanzerogen: Krebs erzeugend  
 3) mikrobiell: Mikroorganismen (Mikroben) betreffend

### 2.1.3 Geruchverschlüsse

#### 2.1.3.1 Funktion und Bauarten

Alle Ablaufstellen innerhalb von Gebäuden müssen grundsätzlich gegen das Austreten von Kanalgasen und Krankheitserregern in z.B. Bädern und Küchen geschützt werden<sup>1)</sup>. Diese Aufgabe übernimmt die Sperrwasservorlage (seal water) eines Geruchverschlusses<sup>2)</sup> (Siphon), ohne den Spülvorgang zu behindern.

Die Sperrwasservorlage setzt sich immer aus dem Wassersack und der wirksamen Sperrwasserhöhe  $H$  (effective depth of seal water) zusammen. Diese beträgt für Schmutzwasser  $\geq 50\text{mm}$ <sup>3)</sup> (Bilder 1 bis 5). Die Sperrwasserhöhe darf nach einem Ablaufvorgang unter betriebsgemäßen Bedingungen 25 mm nicht unterschreiten.

#### MERKE

Der Wassersack einer Sperrwasservorlage zählt nicht zur wirksamen Sperrwasserhöhe.

Geruchverschlüsse (traps) können folgende Konstruktionen aufweisen:

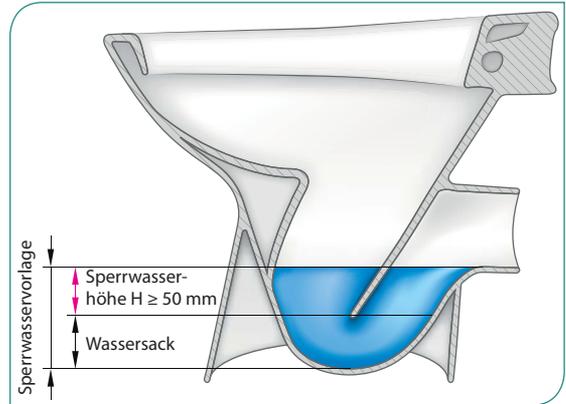
- in die Sanitärkeramik **angepasst** (Bild 1),
- in das Ablaufventil **integriert** (Bild 2) oder
- hinter dem Ablaufventil des Sanitärobjektes **angeschlossen** (Bild 3 bis 5).

Die Bauformen (models/shapes) angeschlossener Geruchverschlüsse sind der Röhren-, Flaschen- und der Tauchwandgeruchverschluss.

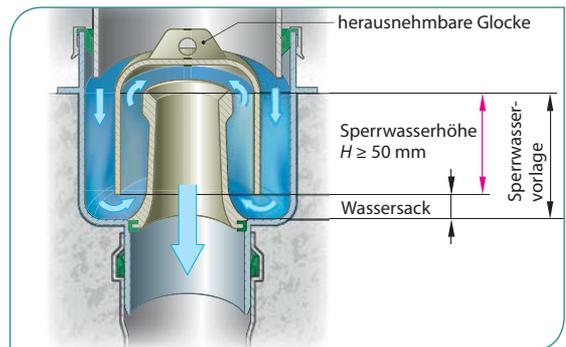
Geruchverschlüsse müssen folgende Bedingungen erfüllen:

- die wirksame Sperrwasserhöhe ist zu gewährleisten,
- einpendeln des Sperrwasserstandes auf gleiche Höhe nach jedem Ablaufvorgang,
- die Nennweite des Geruchverschlusses muss eine Dimension kleiner als die weiterführende Leitung sein,
- zu reinigen bei möglichen Verstopfungen,
- größtmögliche Selbstreinigung.

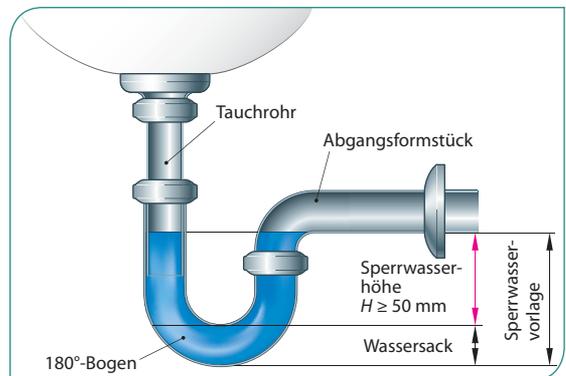
Die letzte Bedingung wird dadurch erreicht, dass der Ablaufvolumenstrom, z.B. einer Badewanne, groß genug ist, um eine Vollfüllung vom Ablaufventil (waste valve) bis zur weiterführenden Leitung zu erreichen. Dann ist die Fließgeschwindigkeit ausreichend, um Schmutzteilchen mit zu reißen.



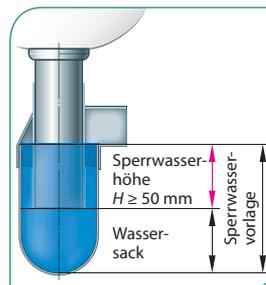
1 WC mit **angepasstem** Geruchverschluss



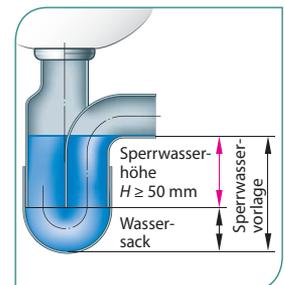
2 Bodenablaufventil mit **integriertem** Geruchverschluss



3 WT mit **angeschlossenem** Röhrengeruchverschluss



4 Flaschengeruchverschluss



5 Tauchwandgeruchverschluss

1) Für Ablaufstellen außerhalb von Gebäuden gelten abweichende Regeln (vgl. Kap. 6).

2) Allgemeine Schreibweise laut Duden: Geruchsverschluss

3) Geruchverschlüsse von Regenwasserabläufen im Mischsystem außerhalb von Gebäuden haben eine Mindestsperrwasserhöhe von 100mm, um auch bei länger andauernden Trockenperioden im Sommer bei erhöhter Verdunstung die Wirksamkeit zu gewährleisten (vgl. Kap. 6.4).

### 4.2.1 Abwasserhebeanlagen für fäkalienhaltiges Abwasser

Hebeanlagen nach DIN EN 12050-1 fördern das unterhalb der Rückstauenebene anfallende Abwasser ohne Zerteilung der Feststoffanteile (**macerating the solid matter**) durch eine Druckleitung mit einer Nennweite von  $\geq$  DN 80 über die Rückstauenebene in eine weiterführende Abwasserleitung. Hebeanlagen können in einem Schacht bzw. tieferliegendem Raum **Unterflur**<sup>1)</sup> (Bild 1, vorherige Seite) oder auf dem Kellerfußboden **Überflur** (Bild 1) installiert werden. Sie müssen so konstruiert sein, dass sich keine Feststoffe ansammeln können.



1 Installation einer kompakten Hebeanlage „Überflur“

Die abgebildete Anlage besteht aus folgenden Teilen:

- 1) geruchsdichter druckloser Abwassersammelbehälter mit Zulauf-, Ablauf- und Lüftungsanschluss,
- 2) Fördereinrichtung (Pumpe),
- 3) Absperrinrichtung mit Rückflussverhinderer,
- 4) Lüftungsleitung,
- 5) Zulaufleitungen,
- 6) Druckleitung mit Anschlusskompensator,
- 7) Rückstauschleife über Rückstauenebene (RSTE),
- 8) Entleerungspumpe Handbetrieb,
- 9) Sensor für Niveauregelung,
- 10) Schaltvorrichtung zur selbsttätigen Steuerung der Pumpe mit der Möglichkeit einer Handschaltung und Störmeldeeinrichtung (**fault indicator**).

#### Sammelbehälter

Der Sammelbehälter muss ein förderbares Volumen (Nutzvolumen) zwischen dem Einschalt- und Ausschaltniveau (**switch-on/switch-off level**) von mindestens 20 l haben. Damit ist sichergestellt, dass mindestens das Volumen von

<sup>1)</sup> „Unterflur“ (under floor) bedeutet unterhalb des z. B. Kellerfußbodens, im Gegensatz zu „Überflur“ (floor/surface mounted)

zwei WC-Spülungen sicher aufgenommen werden kann. Grundsätzlich wird für den Instandsetzungsfall auf der Zulaufseite die Installation eines Absperrschiebers (**gate valve**) empfohlen, auf der Ablaufseite (Druckleitung) ab der Nennweite  $\geq$  DN 80 sogar vorgeschrieben.

#### Lüftung

Die Nennweite von Lüftungsleitungen der geschlossenen Abwassersammelbehälter betragen bei einem Fördervolumen bis  $12\frac{1}{2}$  DN 50, darüber DN 70. Die Lüftungsleitung ist entweder separat über Dach zu führen oder an die Hauptlüftung anzuschließen.

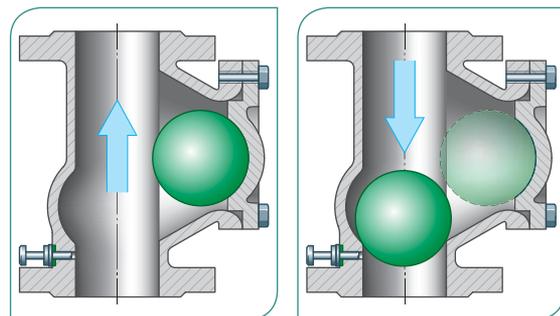
#### Druckleitung

Druckleitungen dürfen nicht an Fallleitungen angeschlossen werden. Durch das Einpumpen des Abwassers könnten die Leitungsquerschnitte verschleifen, es kann zu unkalkulierbaren Druckverhältnissen kommen und die angeschlossenen Geruchverschlüssen können leergesaugt werden. An die Druckleitung dürfen bis zum Anschluss an die mindestens eine Nennweite größere Sammel- oder Grundleitung keine Sanitäröbekte angeschlossen werden. Bei Nennweiten  $\geq$  DN 80 muss die Druckleitung im Instandsetzungsfall über einen Schieber absperrbar sein, da das in der Druckleitung vorhandene Schmutzwasser eventuell nicht in vollem Umfang vom Sammelbehälter aufgenommen werden kann. Sollte in Ausnahmefällen die Abwasserhebeanlage mit einer Fäkalienzerteilung (**shredder unit**) versehen sein, beträgt die Mindestnennweite der Druckleitung DN 32.

Grundsätzlich ist das Einleiten von Abfällen in Sanitäröbekte verboten, da besonders organische Abfälle durch erhöhte Zersetzungsprozesse (**decomposition process**) die Bausubstanz der öffentlichen Abwasserkanäle stark beanspruchen. Hinzu kommen eine höhere Belastung der öffentlichen Klärwerke und eine stärkere Vermehrung von Ratten.

#### Rückflussverhinderer

Der Rückflussverhinderer (RV) (**backflow stopper**) befindet sich am Anfang der Druckleitung und ist beim Fördervorgang geöffnet (Bild 2a). Nach dem Fördervorgang verhindert er das Rückfließen des Abwassers aus der Druckleitung in den Sammelbehälter, indem er bei Stillstandzeiten die Druckleitung verschließt (Bild 2b). Der RV muss eine



2a RV im geöffneten Zustand

2b RV in geschlossenem Zustand



1 Mobile Heizungsfüllanlage mit Entsalzungsmodul (Umkehrosmoseanlage)

## 7.2 Entlüften

Luft (Sauerstoff) in einer Pumpen-Warmwasserheizung verursacht:

- Zirkulationsstörungen,
- Gluckergeräusche,
- Korrosionsschäden,
- eine verminderte Wärmeabgabe im Heizkessel und in den Heizkörpern,
- Verschleiß und Schädigung der Umwälzpumpe.

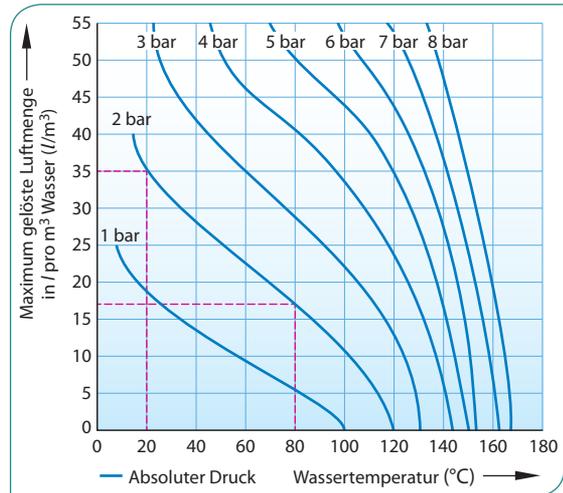
Luft gelangt beim Füllen und Nachfüllen in die Anlage. Außerdem kann Luft insbesondere im oberen Bereich der Heizungsanlage, z.B. über nicht gasdichte (**not gasproof**) Armaturen, angesaugt werden, wenn dort ein negativer Überdruck herrscht (Pumpe im Rücklauf, Wasserverlust, defektes Ausdehnungsgefäß). Ferner kann Luft (Sauerstoff) über gasdurchlässige (**permeable to gas**) Bauteile, z.B. Fußbodenheizungsrohre aus Kunststoff, Gummimembrane des Ausdehnungsgefäßes, in die Anlage gelangen. Bei unsachgemäßer Rohrführung können sich Luftsäcke (**air pockets**) bilden.

Außerdem ist die Luftmenge, die das Heizwasser in sich aufnehmen kann, abhängig von der Temperatur und dem Druck (Henry-Dalton-Gesetz, Bild 2).

Da sich die Heizwassertemperaturen (Vorlauf, Rücklauf, witterungsgeführte Vorlauf temperaturregelung, Nachtabsenkung) und die Drücke (Pumpendruck, Kellergeschoss und Obergeschosse) ständig ändern, verändert sich folglich auch der Gehalt an freier bzw. gelöster Luft (**free or solute air**) in einer Heizungsanlage. Bei steigender Temperatur und sinkendem Druck scheidet das Heizungswasser Luft ab.

Um die Luft aus der Anlage zu entfernen,

- sind die Rohre mit Steigung (**ascending slope**) zur Entlüftungseinrichtung zu verlegen,
- sind an Stellen, an denen sich Luft sammelt (z.B. an den obersten Heizkörpern) oder ausgeschieden wird (z.B. am



2 Löslichkeit der Luft in Wasser – Luftsättigungskurven von Wasser in Abhängigkeit von Druck und Temperatur

Heizkessel) Entlüftungseinrichtungen (**deaeration devices/facilities**) vorzusehen,

- ist die Anlage in regelmäßigen Zeitabständen zu entlüften.

Die Entlüftung kann erfolgen als

- **örtliche Entlüftung (local deairing)** an den einzelnen Heizkörpern,
- **Strangentlüftung (pipe run deairing)** am höchsten Punkt eines Steigstranges,
- **zentrale Entlüftung (central deairing)** an der höchsten Stelle der Anlage.

Als Entlüftungseinrichtungen werden verwendet:

- **Entlüftungsstopfen (air bleeding / vent plug)** (Bild 3) dienen der manuellen Heizkörperentlüftung. Sie werden mit Hilfe eines Entlüftungsschlüssels geöffnet und erst dann wieder geschlossen, wenn nur noch Wasser austritt. Das während des Entlüftungsvorgangs austretende Wasser ist mit einem Behälter aufzufangen.



3 Entlüftungsstopfen mit Entlüftungsschlüssel

- **Automatische Entlüftungsventile** (Bild 1, nächste Seite) (**automatic air bleed / vent valve**) werden zum selbsttätigen Entlüften von z.B. Heizkörpern und Fußbodenhei-

## 9.4 Hydraulischer Abgleich durch Thermostatventile mit Durchflussregler

Thermostatventile mit Durchflussregler (Bild 1) ermöglichen einen einfachen und schnellen hydraulischen Abgleich sowohl bei Neuanlagen als auch bei Altanlagen mit bekanntem oder unbekanntem Rohrnetz.

Mit der kostenlosen App des Herstellers können die Raumheizlast (Vereinfachtes Verfahren nach DIN EN 12831 Beiblatt 3) und der notwendige Durchfluss des gewählten Heizkörpers bestimmt werden.

Die Einstellung des Durchflusses erfolgt mit einem Voreinstellschlüssel, der auf das Handrad des Ventils aufgesetzt wird.

Der eingestellte Durchfluss bleibt auch bei stark schwankenden Anlagendruckdifferenzen, die z. B. beim Zu- und Abschalten anderer Heizkörper bzw. Heizkreise entstehen können, innerhalb der Regelabweichung konstant.

Mithilfe des Thermostaten kann im Teillastbetrieb der Durchfluss bis hin zu dem eingestellten maximalen Wert geregelt und damit die Raumtemperatur dem Bedarf angepasst werden.

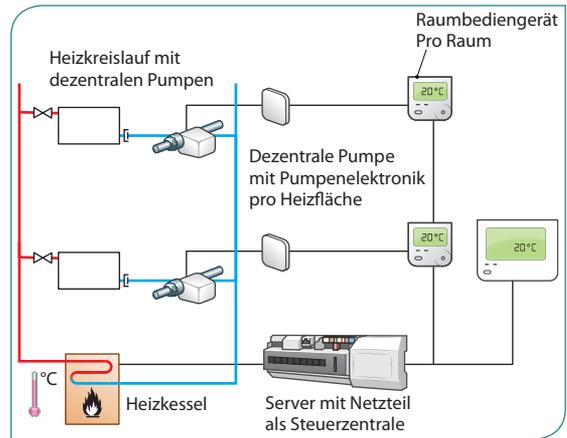


1 Thermostatventil mit Durchflussregler

## 9.5 Dezentrales Pumpensystem

Bei dem dezentralen Pumpensystem (local pumping system) (Bild 2) ersetzen Miniaturpumpen an den Heizflächen bzw. Heizkreisen die Thermostatventile/Temperaturregulierventile. Diese sehr kleinen Pumpen sind mit der stromsparenden Motortechnologie der Hocheffizienzpumpen (high efficiency pumps) ausgerüstet (vgl. Kap. 5.1.2) und so leise, dass sie in Wohn- und Schlafräumen betrieben werden können. Sie laufen nur dann, wenn im entsprechenden Raum tatsächlich Wärme benötigt wird.

Die dezentralen Heizungspumpen sind im Rücklauf zu installieren (Bild 3). Im Vorlauf müssen zusätzlich Rückflussverhinderer vorgesehen werden. In der Rohinstallationsphase werden allerdings zunächst nur die Pumpenadapter montiert. Erst bei Fertigstellung werden die Pumpen aufgesetzt und mit der Pumpenelektronik (pump electronics) verbunden, die in der Nähe der Pumpen installiert wird.



2 Dezentrales Pumpensystem



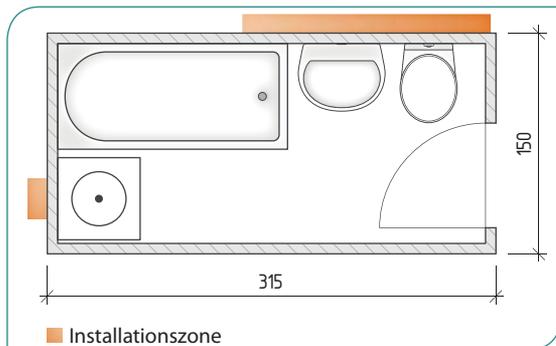
3 Anordnung der Miniaturpumpe

Raumbediengeräte (room control panel) ermöglichen die Vorgabe der gewünschten Raumtemperaturen im Tages- und Wochenverlauf.

Ein weiterer wesentlicher Bestandteil des dezentralen Pumpensystems ist die zentrale Steuereinheit (central control unit) mit Schnittstelle zum Wärmeerzeuger. Sie übernimmt die Vorgaben (input requirements) aus den Raumbediengeräten und sorgt dafür, dass alle Räume bedarfsgerecht mit Wärme versorgt werden, indem sie über die Pumpenelektronik die Pumpendrehzahlen sowie die Vorlauftemperatur des Heizsystems und des Wärmeerzeugers entsprechend anpasst.

Je nach Gebäudeart und -alter ergeben sich durch das dezentrale, bedarfsoptimierte Pumpensystem (optimised tailored pump system) Energieeinsparungen von bis zu 20 %. Die Möglichkeit, jedem Raum unterschiedliche Heizzeiten und Temperaturen zuzuordnen, bietet außerdem ein Maximum an Komfort. Ein weiterer bedeutender Vorteil des dezentralen Pumpensystems ist der automatische hydraulische Abgleich mithilfe der Projektierungssoftware (projection software), die der Hersteller zur Verfügung stellt. Anhand der Anlagendaten, z. B. Massenströme der Heizflächen und Druckverluste, werden die Drehzahlen der Pumpen in der Projektierung so aufeinander abgestimmt, dass stets ein optimales hydraulisches System realisiert wird und die Pumpen zu jedem Zeitpunkt genau den erforderlichen Massenstrom fördern. Ein zusätzlicher manueller hydraulischer Abgleich ist nicht mehr erforderlich.

Aus den Stellflächen, den Abstandsmaßen (**distance measurements**) und den Bewegungsflächen der Sanitäröbekte ergibt sich der Flächenbedarf für einen Sanitärraum (Bild 1). Aus installationstechnischen Gründen ist es ratsam, die Objekte so anzuordnen, dass kurze Verbindungsleitungen (**connecting lines**) möglich sind. Bei Um- oder Altbauten können die in der VDI 6000-1 vorgegebenen Mindestmaße nicht immer eingehalten werden.



1 Beispiele Mindestflächenbedarf

## 1.4.1 Senioren- und behindertengerechte Stellflächen, Abstände und Bewegungsflächen

Die Lebenserwartung (**life expectancy**) der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland steigt immer mehr an und die Geburten gehen immer weiter zurück. Dies hat dazu geführt, dass der Anteil der über 65-jährigen Personen in der Bundesrepublik heute mehr als 17% beträgt. Mit steigendem Alter nimmt die Beweglichkeit (**mobility**) ab und die Behinderungen (**handicaps**) nehmen zu. Durch senioren- und behindertengerechte (**suitable for elderly and disabled people**) Sanitärräume kann diesen Menschen das Leben erleichtert werden und in vielen Fällen kann der Umzug in ein Pflegeheim verhindert werden. Senioren- und behindertengerechte Sanitärräume sind barrierefrei (**without barriers**) (Bild 2) und es sind andere Maße von Sanitäröbekten, größere Abstände zwischen den Objekten und größere Bewegungsflächen notwendig (Bild 3). Dies bedeutet, dass die Räume grundsätzlich ohne besondere Erschwernis und fremde Hilfe zugänglich und nutzbar sein müssen.

Planungsgrundlagen für barrierefreie (barrierereduzierte) Wohnungen ist die **DIN 18040-2 –Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen: Wohnungen** (Bild 2 u. 1, S. 315). Die DIN 18040-2 gilt für Wohnungen für:

- ältere Menschen,
- Hörgeschädigte und Gehörlose,
- Gehbehinderte,
- Sehbehinderte und Blinde,
- Menschen mit sonstigen Behinderungen,
- Klein- und großwüchsige Menschen, Kinder.



2 Barrierefreies Bad

	DIN 18040-2 barrierefrei nutzbare Wohnungen	DIN 18040-2 R <sup>1</sup> barrierefrei und uneingeschränkt mit dem Rollstuhl nutzbare Wohnungen
Mindestgröße Bewegungs- fläche	120 cm x 120 cm vor den einzelnen Sanitäröbekten	150 cm x 150 cm vor den einzelnen Sanitäröbekten
WC	seitlicher Mindestabstand von 20 cm ist einzuhalten	Höhe WC-Becken einschl. Sitz 46–48 cm über Oberkante Fertigfußboden (OFF) Ausreichende Bewegungsflächen neben dem WC-Becken sind: • mind. 70 cm tief, von der Beckenvorderkante bis zur rückwärtigen Wand • mind. 90 cm breit an der Zugangsseite und für Hilfs- personen mind. 30 cm breit an der gegenüberliegenden Seite
Bedien- elemente und Stützen		• mit der Hand oder dem Arm bedienbare Spülung • Rückenstütze 55 cm hinter Vorderkante des WC-Beckens • zwei hochklappbare Stütz- klappgriffe
Wasch- tisch	Waschplätze müssen auch im Sitzen nutzbar sein. Wird erreicht durch: • Beinfreiraum unter dem Waschtisch • die Möglichkeit einen mind. 100 cm hohen Spiegel unmittelbar über dem Waschtisch anzuordnen	• Vorderkantenhöhe des Wasch- tisches max. 80 cm über OFF. • Unterfahrbarkeit des Wasch- tisches von min. 55 cm Tiefe • 100 cm hoher Spiegel unmit- telbar über dem Waschtisch
Dusche	Duschplätze müssen z. B. auch mit Rollator oder Rollstuhl nutzbar sein. Wird erreicht durch: • rutschhemmende Boden- beläge im Duschbereich • bodenebene Dusche, max. 2 cm Absenkung  Die Fläche des Duschplatzes kann in die Bewegungsfläche des Sanitärraumes einbezogen werden, wenn der Über- gang zum Duschplatz boden- gleich ist und die erforderliche Entwässerungs- neigung max. 2 % beträgt.	• Nachrüstmöglichkeit für einen Dusch-Klappsitz, Sitzhöhe 46–48 cm • beidseitig des Dusch-Klapp- sitzes Nachrüstmöglichkeit für hochklappbare Stützgriffe, deren Oberkante 28 cm über der Sitzhöhe liegt • Einhebel-Duscharmatur mit Handbrause muss in 85 cm Höhe über OFF aus der Sitz- position erreichbar sein
Badewanne	Das nachträgliche Aufstellen einer Badewanne z. B. im Bereich der Dusche sollte möglich sein.	Das nachträgliche Aufstellen einer Badewanne z. B. im Bereich der Dusche muss möglich und mit einem Lifter nutzbar sein.

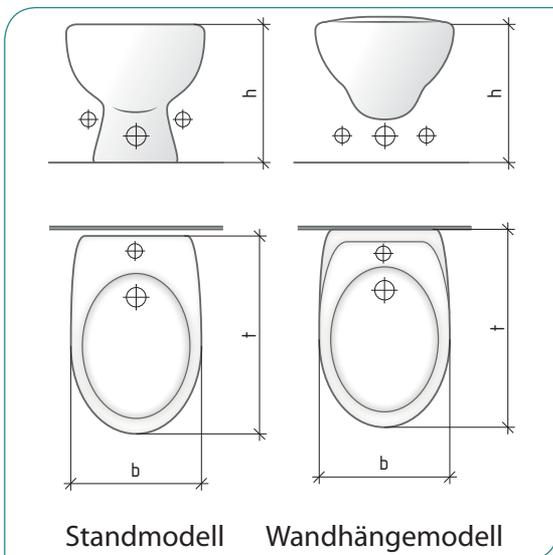
<sup>1</sup> R = zusätzliche oder weitergehende Anforderungen an Wohnungen nach DIN 18040-2

### Abmessungen und übliche Montagehöhen

Nach VDI 6000 Blatt1 sollten die Mindestmaße und die übliche Montagehöhe von **Sitzwaschbecken** folgender Tabelle entsprechen (Bilder 1 und 2).

Sitzwaschbecken	Breite b in cm	Tiefe t in cm	Höhe h in cm über OKFF
empfohlenes Maß	40	60	42 <sup>1)</sup>
1) Oberkante Sitzwaschbecken bei Wandmodell (Wandmodelle sind wegen leichterer Reinhaltung zu bevorzugen!)			

1 Empfohlene Abmessungen nach VDI 6000 Blatt 1



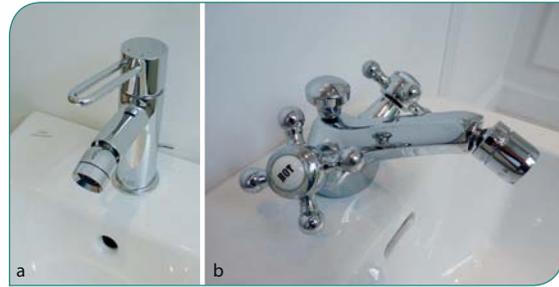
2 Abmessungen

### 6.4.2 Auslaufarmaturen

Die Armaturen von Sitzwaschbecken werden immer an die Trinkkalt- und Trinkwarmwasserleitung angeschlossen. Da nach DIN EN 1717 ein freier Auslauf (**air gap**) gefordert wird, muss der Wasseraustritt der Auslaufarmatur so hoch angeordnet sein, dass kein Rücksaugen (Rückfließen) von verunreinigtem Wasser möglich ist. Ältere Sitzwaschbecken mit Unterdusche sind nicht mehr zulässig, da sie keinen freien Auslauf haben.

Damit sich die Benutzer nicht mit heißem Wasser verbrühen (**scald**), sollten Armaturen mit einer Temperaturbegrenzung oder Thermostatismischbatterien verwendet werden. Es werden z.B. die folgenden Ausführungen unterschieden (vgl. Kap. 6.1.3):

- Eingriffsmischbatterien mit Kugelgelenkstrahlregler (Bild 3a),
- Zweigriffmischbatterien mit Kugelgelenkstrahlregler (Bild 3b),
- Dreilochmischbatterien mit Kugelgelenkstrahlregler (Bild 4a),
- Digitale Einlochmischbatterie mit Digitalkontroller (Bild 5),
- Thermostatismischbatterie Unterputz mit Einlochstandarmatur.



3a Eingriffsmischbatterie (Einloch) mit Kugelgelenkstrahler  
b Zweigriffmischbatterie (Einloch) mit Kugelgelenkstrahler



4 3-Lochmischbatterie mit Kugelgelenkluftsprudler



5 Digitale Einlochmischbatterie mit Digitalkontroller

### 6.4.3 Ablaufarmaturen

Die Ablaufarmaturen (DN 32) bei Sitzwaschbecken bestehen genau wie bei Handwaschbecken und Waschtischen aus Ablaufventil und Geruchverschluss. Die Ablaufventile entsprechen den Ventilen von Handwaschbecken und Waschtischen (vgl. Kap. 6.1.4). Für Sitzwaschbecken mit integriertem Überlauf werden meist Ablaufventile mit Betätigung durch ein Gestänge verwendet (Bild 1, nächste Seite). Aus hygienischen Gründen sollten Sitzwaschbecken mit eingeformtem Überlauf vermieden werden, da sich dort Schmutz ansammeln könnte. Zu bevorzugen sind Sitzwaschbecken ohne Überlauf mit nicht verschließbarem Ablaufventil mit Siebplatte (vgl. Kap. 6.1.4). Die Geruchverschlüsse von Sitzwaschbecken (meist Röhren- oder