

## 1.3 Zerteilende Trennverfahren

Wird ein Blech mit der Handschere auf die richtige Größe geschnitten oder ein Rohr mit dem Rohrabschneider abgelängt (getrennt), so bilden sich bei beiden Trennvorgängen keine Späne. Deshalb werden diese Trennverfahren auch als spanlose Trennverfahren bezeichnet (Bilder 1 und 2).

### MERKE

Beim Zerteilen wird der Werkstoff ohne Spanbildung getrennt.



1 Scherschneiden

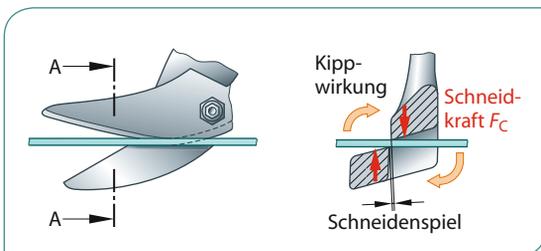


2 Rohrabschneiden

### 1.3.1 Scherschneiden

Scheren (**shears**) haben zwei keilförmige Schneiden (**cutting edges**), die sich während des Schneidvorgangs aneinander vorbei bewegen (Bild 3).

Die verschiedenen Scheren unterscheiden sich einerseits in Größe und Form, andererseits wird unterschieden, ob die Scherkraft (**shearing force**) maschinell oder von Hand aufgebracht wird.



3 Schneidkraft und Kippwirkung an der Blechscher

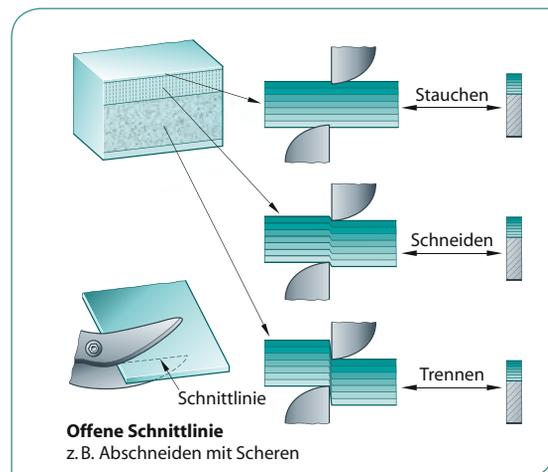
### Scherschneidvorgang

Betrachtet man die in Bild 4 abgebildete Scherfläche (**shear plane**), so kann man drei verschiedene Zonen erkennen. Sie entsprechen den drei Abschnitten des Schervorgangs (**shearing process**).

**Stauen** (**upsetting**): Das Blech wird durch den Druck der beiden Schermesser (**shearing-blades**) an der Ober- und Unterseite zusammengedrückt und eingekerbt.

**Schneiden** (**cutting**): Die Schneiden dringen weiter in den Werkstoff ein und ein Teil des Werkstoffs wird geschnitten und es entsteht eine glatte Scherfläche.

**Trennen** (**separating**): Bei weiterem Eindringen der Schneidkeile (**wedges**) bilden sich Risse in der Scherzone und die Werkstoffteilchen werden gegeneinander verschoben. Der Werkstoff gleitet an den Freiflächen der Schneidkeile vorbei, bis die Schnittstelle auseinanderbricht.



4 Scherfläche und Scherschneidvorgang

### Schervorgang und Werkstoff

Der Schervorgang und damit die Beschaffenheit der Schnittfläche sind abhängig von den Eigenschaften des zu zerteilenden Werkstoffs. Folgende Zusammenhänge bestehen zwischen Werkstoffeigenschaft (**material property**) und Scherbarkeit:

- Weiche Werkstoffe können gut mit der Schere geschnitten werden. Stauen und Schneiden haben einen großen Anteil am Schervorgang. Die Scherkräfte sind gering und es bildet sich eine glatte Schnittfläche.
- Harte und spröde Werkstoffe können schlecht mit der Schere geschnitten werden. Der Anteil von Stauen und Schneiden ist klein und der Werkstoff bricht an der Schnittstelle. Die Scherkräfte sind größer und es bildet sich eine raue Schnittfläche.

# Lernfeld 2:

## Bauelemente mit Maschinen fertigen

### 1 Fertigen von Bauelementen mit Werkzeugmaschinen

#### 1.1 Grundlagen

Die zur Herstellung und Bearbeitung von Halbzeugen, Bauelementen oder Fertigteilen verwendeten Maschinen werden nach den Fertigungsverfahren eingeteilt in Maschinen zum:

- Urformen (**primary forming**),
- Umformen,
- Trennen (**separation**),
- Fügen (**joining**),
- Beschichten (**coating**),
- Ändern der Stoffeigenschaften.

Die Maschinen zum Umformen, Trennen und Fügen bezeichnet man als **Werkzeugmaschinen (machine tool)**. Sie werden stationär (**fixed**) oder teilstationär aufgestellt. Üblicherweise werden stationäre Werkzeugmaschinen in Werkstätten oder Fertigungshallen dauerhaft am Standort fest mit dem Boden verbunden. Teilstationäre können an verschiedenen Standorten, also auch auf Baustellen, vorübergehend aber auch für längere Zeiträume (z. B. 1–2 Jahre), aufgestellt werden. Einige Werkzeugmaschinen werden hierfür mit einem fahrbaren Unterbau oder Gestell ausgestattet und müssen am Aufstellort standsicher (**stable**) positioniert werden (vgl. Bild 2, S. 100). In der SHK-Branche werden neben den Handwerkzeugen und handgeführten Elektrowerkzeugen auch Werkzeugmaschinen zur Abwicklung von Kundenaufträgen eingesetzt (Bild 1). So können z. B. bei Arbeitsaufträgen für Ein- und Zweifamilienhaussiedlungen, Reihenhaussiedlungen, Mehrfamilienhäusern, Bü-

rogebäuden, Hotels und Hochhäusern viele Bauelemente mithilfe der Werkzeugmaschinen in der benötigten Stückzahl wirtschaftlich vorgefertigt werden.

#### 1.2 Arbeitsweise von Werkzeugmaschinen

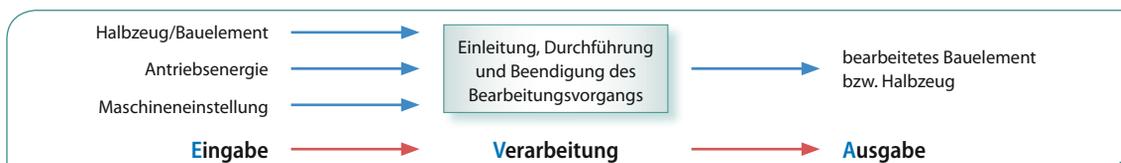
Die Arbeitsweise bei den Werkzeugmaschinen lässt sich vereinfacht in drei Phasen aufteilen:

- **Inbetriebnahme (putting into operation)**: Hauptschalter einschalten, Funktionsfähigkeit und Sicherheit der Maschine überprüfen, Halbzeug bzw. Werkstück sicher spannen, Arbeitsdaten an der Maschine einstellen.
- **Bearbeitung (treatment; processing)**: Werkzeugantrieb und zusätzliche Nebenantriebe einschalten, Fertigungsarbeit ausführen, Werkzeugantrieb und zusätzliche Nebenantriebe abschalten.
- **Beendigung (termination)**: Halbzeug bzw. Werkstück ausspannen, bei Bedarf reinigen und kontrollieren, Hauptschalter abschalten.

Jede Werkzeugmaschine hat zur Vorbereitung, Durchführung und Beendigung des Bearbeitungsvorgangs eine besondere Anordnung von Einrichtungen und Baugruppen, die in ihrer Funktion miteinander in Beziehung stehen. Durch ihre Formen, Abmessungen und Bewegungsachsen bzw. -ebenen bestimmen sie den Aufbau, den Raumbedarf und die Masse der Maschine.



1 Unterschiedliche Sägewerkzeuge



2 Arbeitsphasen bei einer Werkzeugmaschine

## 2 Werkzeugmaschinen für trennende Fertigungsverfahren

Für die trennenden Fertigungsverfahren gibt es unterschiedliche **zerteilende** und **spanende** Werkzeugmaschinen.

Im SHK-Bereich werden Bleche mit kleineren Abmessungen und geringen Blechdicken (z. B. bis 2 mm) hauptsächlich mit stationären Handhebelscheren getrennt (siehe S. 62). Für den Zuschnitt von größeren Blechtafeln mit Dicken bis z. B. 6 mm können stationäre Tafelblehscheren (**plate shears**) und Schlagscheren (**gate shears**) eingesetzt werden.

Die wichtigsten stationären spanenden Werkzeugmaschinen im SHK-Bereich sind die:

- Sägemaschine,
- Säulenbohrmaschine,
- Gewindeschneidmaschine und
- Doppelschleifmaschine.

### 2.1 Sägemaschinen

Halbzeuge wie z. B. Winkel-, Flach-, oder Rundprofile mit unterschiedlichen Querschnitten sowie eckige Hohlprofile mit unterschiedlichen Abmessungen oder Rohre mit unterschiedlichen Nennweiten lassen sich besonders bei höheren Stückzahlen durch **Hubsägemaschinen**, **Bandsägemaschinen** (**band saws**) und **Kreissägemaschinen** (**circular sawing machines**) wirtschaftlich trennen.

#### 2.1.1 Hubsägemaschinen

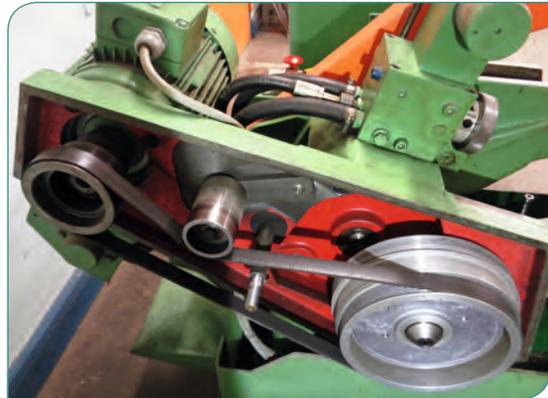
Bei den Hubsägemaschinen handelt es sich um robuste, auf dem Werkstattboden (**workshop floor**) stehende Maschinen, bei denen der Sägevorgang durch eine sich wiederholende Hubbewegung des Sägebügels ausgeführt wird (**Bild 1, Seite 100**).

##### 2.1.1.1 Gestell

Das Maschinengestell ist meist mit vier Schrauben auf dem Werkstattboden befestigt. Damit die auftretenden mechanischen Schwingungen durch die Hubbewegungen nicht so stark auf den Fußboden des Gebäudes übertragen werden, wird die Maschine meistens auf spezielle Schwingungsisolatoren (**vibration isolators**) aufgesetzt (siehe S. 94, **Bild 1**). Als Werkstoff wird für das Gestell oft Grauguss verwendet, der die entstehenden Schwingungen besonders gut dämpft. Der Nachteil der kompakten und massiven Gussgestelle (**cast iron frames**) ist das hohe Gewicht. Gestelle aus einer geschweißten Stahlkonstruktion sind im Gegensatz dazu besonders gewichtssparend. Am Gestell sind die Baugruppen für den Antrieb des Sägebügels, die Spanneinrichtung für das Werkstück, die Auffangwanne (**collecting tank**) für die Späne, der Kühlschmierstoffbehälter mit der Pumpe und die Steuerungseinheit angebracht (siehe S. 100, **Bild 1**).

##### 2.1.1.2 Werkzeugantrieb

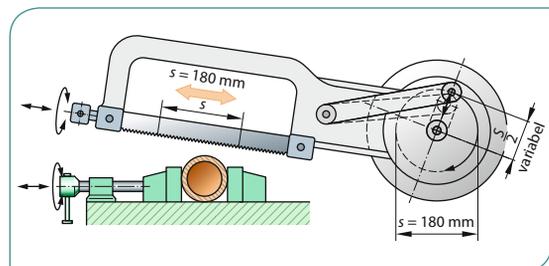
Angetrieben wird die Maschinenhubsäge durch einen Elektromotor, der z. B. mithilfe eines Riementriebs (**belt drive**) (**Bild 1** und vgl. Kap. 2.2.2.1) die Kurbelscheibe (**crank disk**) in eine Drehbewegung versetzt.



1 Elektromotor und Riementrieb

An der Kurbelscheibe befindet sich ein verstellbarer Bolzen, der exzentrisch (außerhalb der Mitte) angebracht ist. Mit der Verstellung kann die Hublänge des Sägebügels verändert werden. Am Bolzen ist die Kurbelstange befestigt. Durch die exzentrische und drehbare Anordnung wird die gleichförmige Drehbewegung der Kurbelscheibe in eine geradlinige Hubbewegung umgewandelt (**Bild 2**). Da am anderen Ende der Kurbelstange (**connecting rod**) der Sägebügel mit dem Sägeblatt befestigt ist, wird eine geradlinige Schnittbewegung des Werkzeuges erzeugt.

Nur beim **Arbeitshub** (**power stroke**) werden Späne abgenommen. Nach jedem Arbeitshub wird die Hubbewegung auf Grund der Kurbelgeometrie kurz abgebremst, anschließend erfolgt in der Gegenrichtung ein **Leerhub** (**return stroke**).



2 Kurbeltrieb

## 2.1.2 Bandsägemaschinen

Seit einigen Jahren werden Bandsägen nicht nur zum Trennen von Kunststoff und Holz, sondern auch zunehmend zum Trennen von Metallen verwendet. Halbzeuge, wie z. B. Stahl- und Gussrohre oder Stahlprofile, werden mithilfe eines Sägebandes (*band saw blade*) abgelängt. Im Schnittbereich erfolgt der Sägevorgang kontinuierlich mit einer geradlinigen Bewegung.

### 2.1.2.1 Gestell

Das Gestell der Bandsäge wird entweder als stationäre Maschine mit vier Schrauben am Werkstattboden befestigt, oder zunehmend auch mit zwei Rädern (*wheels*) und einem Auflageprofil versehen, um sie so innerhalb der Werkstatt versetzen zu können (Bild 2, vorherige Seite und Bild 3, S. 103). Kleinere Ausführungen können auch auf Baustellen eingesetzt werden. Im oberen Bereich des Gestells befindet sich eine über das Gestell hinausragende Auffangwanne. Diese verhindert, dass die Sägespäne auf den Werkstattboden gelangen. Sie sorgt außerdem dafür, dass das Kühlschmiermittel aufgefangen und zurück in den Tank geleitet wird (vgl. Kap. 6.2 Umgang mit Kühlmitteln).

### 2.1.2.2 Werkzeugantrieb

Die Bandsägemaschine wird ebenso wie die anderen Sägemaschinen durch einen 230 V oder 400 V Elektromotor angetrieben. Der Antriebsstrang, der die Energie des Motors über eine Antriebsscheibe oder ein Antriebsrad (*drive wheel*) an das Sägeband führt, kann allerdings unterschiedlich ausgeführt sein:

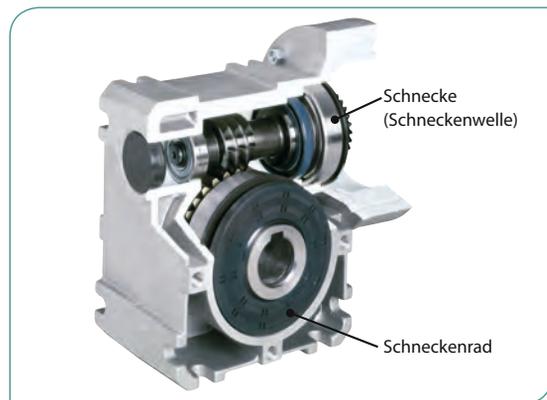
- Die Antriebswelle des einstufigen oder stufenlos einstellbaren Elektromotors wirkt direkt auf die Antriebsscheibe bzw. das Antriebsrad des Sägebandes.
- Die Antriebswelle des Motors und die Antriebswelle der Antriebsscheibe bzw. des Antriebsrads sind über ein Schaltgetriebe oder einen mehrstufigen Riemenantrieb verbunden (vgl. Bild 2, S. 106 und Kap. 2.2.2.1).
- Die Antriebswelle des mehrstufigen oder stufenlos einstellbaren Elektromotors und die Antriebswelle der Antriebsscheibe bzw. des Antriebsrads sind über ein Schneckengetriebe verbunden (Bild 1).

Das **Schneckengetriebe** (*worm gear pair*) besteht aus einer mit Schraubengängen versehenen Schneckenwelle (*worm shaft*) (Schnecke) und einem Schneckenrad (*worm gear*). Der Elektromotor und die Schneckenwelle sind rechtwinklig zum Schneckenrad angeordnet. Mit dieser kompakten Anordnung lassen sich die höheren Drehzahlen des Elektromotors raumsparend auf eine gewünschte niedrigere Drehzahlen reduzieren. Wie im Bild 2 zu sehen ist, wird die Drehbewegung des Motors zunächst auf die Schnecke übertragen. Diese greift in kämmender Weise in das Schneckenrad und leitet so die Drehbewegung und das Drehmoment.

in einem Winkel von 90° weiter. Von hier aus setzt sich der Antriebsstrang über die Antriebsscheibe zum Sägeband fort. Die Haftreibungskräfte zwischen Sägeband und Antriebsscheibe müssen so hoch sein, dass eine störungsfreie Kraftübertragung (*power transmission*) gewährleistet ist.



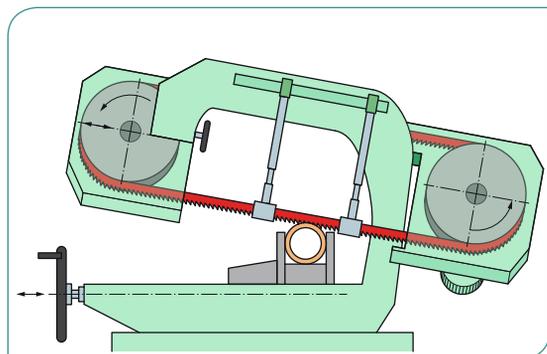
1 Antriebsmotor mit rechtwinklig angeordnetem Getriebe



2 Schneckengetriebe

### 2.1.2.3 Werkzeugaufnahme und Werkzeugführung

Das Sägeband läuft in einem senkrechten oder schräggestellten Bügel über zwei Scheiben (Bild 3).



3 Sägebandführung

## 8 Bewertung von Produktqualität (Maß- und Oberflächengüte)

Das Ergebnis eines ausgeführten Arbeitsauftrags oder einer Werkstückbearbeitung kann von unterschiedlicher Qualität sein. Ist sie besonders gut, werden häufig die Bezeichnungen „Qualitätsarbeit“ (quality work), „Präzisionsarbeit“ oder „hochwertige Arbeit“ verwendet. Diese **subjektive** Bewertung kann jedoch durch die individuellen Qualitätsvorstellungen und Beurteilungsmaßstäbe (assessment criteria) der fachkundigen Personen durchaus unterschiedlich ausfallen. Eine **objektive** Bewertung der Qualität sollte immer eindeutig sein und setzt deshalb Nachprüfbarkeit (verifiability) der Bewertungskriterien voraus, z. B. die Einhaltung vorgegebener Maße. **Beiden Bewertungen** sollte immer die Erfüllung von bestimmten Anforderungen oder Vorgaben zugrunde liegen, d. h. es gilt die Regel: „Qualität ist die Übereinstimmung vom Istzustand mit dem Sollzustand innerhalb von Toleranzen“ (vgl. S. 74).

### 8.1 Beispiele zur Bewertung der Produktqualität

An folgenden drei Bearbeitungsbeispielen mit Werkzeugmaschinen sollen einige grundlegende Bewertungskriterien (evaluation criteria) zur Produktqualität der bearbeiteten Bauelemente dargestellt werden:

- das Sägen von gusseisernen Abwasserrohren,
- das Gewindeschneiden von Stahlrohren,
- das Biegen von Rohren.

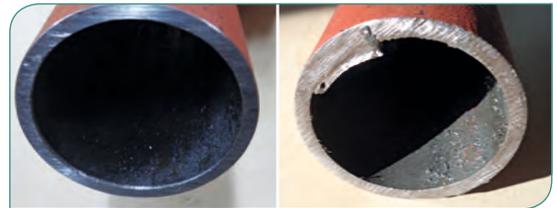
#### 8.1.1 Sägen von gusseisernen Abwasserrohren

In der Abwasserinstallation (sewage installation) werden gusseiserne Rohre, wie z. B. SML-Rohre, sehr häufig eingesetzt. Für die muffenlosen (socketless) Verbindungen der Rohre und Formstücke sind nur spezielle Verbindungselemente (Spannelemente) mit Dichtmanschette zugelassen (Bild 1). Die zu verbindenden Rohre oder Formstücke müssen mit ihren Stirnseiten beidseitig und vollumfänglich am Mittelsteg der Dichtungsmanschette (leathering) anliegen.



1 Längskraftschlüssiger Verbinder für SML-Rohre

Um dieses Ziel zu erreichen, ist die Einhaltung der Rechtwinkligkeit (perpendicularity) zwischen Rohrstirnseite und Rohrachse beim Ablängen der Rohre durch Sägen sicher zu stellen. Außerdem müssen die Stirnseiten (faces) der abgetrennten Rohre möglichst glatt sein und entgratet werden (Bild 2a).



2 a) Rohr, glatt, entgratet b) rau, nicht entgratet

Ortsfeste Werkstatssägen, wie Hub-, Band- und Kreissägen, erfüllen durch ihre festen und präzisen Einspannmöglichkeiten die Forderung nach Rechtwinkligkeit. Zusätzlich sind sie für die Vorfertigung von vielen gleich langen Rohrabchnitten besonders gut geeignet. Aber auch mit teilstationären Maschinensägen für die Fertigung auf Baustellen lassen sich bei sachgerechter Aufstellung und Einrichtung qualitativ gleichwertige Sägearbeiten bei z. B. SML-Rohren mit Nennweiten bis DN 150 ausführen (Bild 3).



3 Teilstationäre Rohrsäge mit Rohrbock

#### MERKE

Durch den Einsatz ungeeigneter oder beschädigter Sägeblätter, zu hoher Schnitt- und/oder Vorschubgeschwindigkeiten oder fehlerhafter Einspannung des Rohres entstehen mangelhafte Arbeitsergebnisse (Bild 2b). Deshalb sind die Herstellerangaben der jeweiligen Maschinen genau einzuhalten.

## 8.1.2 Gewindeschneiden von Stahlrohren

Teilstationäre oder mobile Gewindeschneidmaschinen (**threading machines**) für die Herstellung von Gewinderohrverbindungen nach DIN EN 10226-1 sind eher in größeren Betrieben anzutreffen (vgl. **Bild 1**, S. 49).

Sie sind mit Universal-Automatik-Schneidköpfen für mehrere Rohrennweiten (**nominal sizes**) ausgestattet und werden vorzugsweise für die Vorfertigung höherer Stückzahlen bei mittleren und größeren Bauprojekten eingesetzt.

Für die Fertigung einer dauerhaft flüssigkeits- und gasdichten Verbindung zwischen Gewinderohren (**threaded pipes**) und Fittings, Armaturen oder sonstigen Bauteilen mit Geweandanschluss muss der einwandfreie Zustand des Schneidkopfes (**die head**) und der Gewindeschneidzähne gewährleistet sein (**Bild 1**).



1 Gewindelehre

Wie bei den handgeführten Gewindeschneidwerkzeugen muss nach dem Schneidvorgang die Oberfläche der Gewindeflanken (**flanks of thread**) glatt und unbeschädigt sein.

Damit wird eine größtmögliche Dichtheit (**tightness**) zwischen dem kegelförmigen Außengewinde und dem zylindrischen Innengewinde durch Flächenpressung (**surface pressure**) gewährleistet (vgl. S. 47 und Kap. 2.2.2.6).

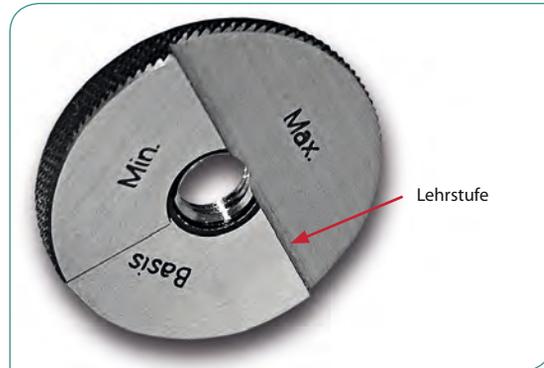
Das folgende **Bild 2** zeigt ein Gewinde, das den geforderten Qualitätsansprüchen nicht standhält und schon bei der optischen Beurteilung als deutlich fehlerhaft (**imperfect**) eingestuft werden kann.



2 Fehlerhaftes Rohrgewinde R 2

Eine häufige Ursache von fehlerhaften Rohrgewinden sind durch Späne verunreinigte und schadhafte Schneidbacken (**pipe dies**). Deshalb ist vor jeder Schneidarbeit ihr einwandfreier Zustand zu überprüfen.

Wird eine genauere und objektive Beurteilung der Qualität des Gewindes verlangt, muss ein entsprechender Gewindegrenzlehrring mit Lehrstufe für Rohrgewinde verwendet werden (**Bild 3**).



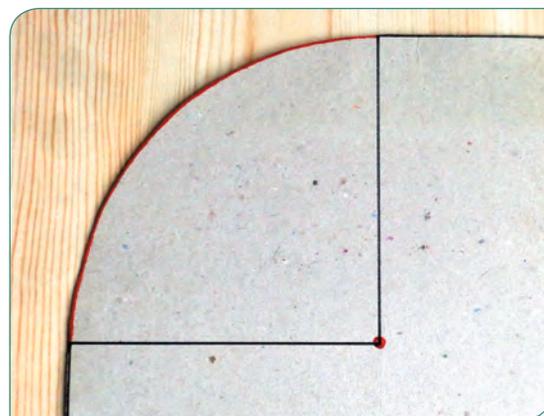
3 Gewindegrenzlehrring für R1 Rohrgewinde

Ersatzweise kann mit einer neuwertigen Qualitätsmuffe das vorgegebene Maß der Handanzuglänge geprüft werden (vgl. **Bild 1**, S. 48). Dabei wird die Muffe (**coupling sleeve**) ohne Dichtungsmittel **von Hand** aufgeschraubt.

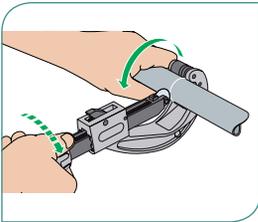
## 8.1.3 Biegen von Rohren

Bei der Beurteilung (**judgement**) eines gebogenen Rohres liegt das Hauptaugenmerk auf Maßhaltigkeit (**dimensional accuracy**) und Formung des Biegebereiches. Hierbei werden häufig qualitativ hochwertige Biegearbeiten mit Aussagen wie „sauber gebogen“ oder „klasse Biegearbeit“ kommentiert.

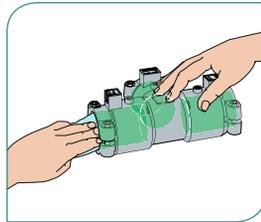
Aber welche Kriterien wurden für diese Beurteilung zugrunde gelegt? Zunächst ist die Einhaltung des Biegeradius (**bend radius**) und der Biegelänge wichtig. Diese lassen sich z. B. mit 90° oder 180° Schablonen überprüfen (**Bild 4**).



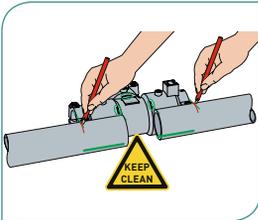
4 Kontrollschablone 90°



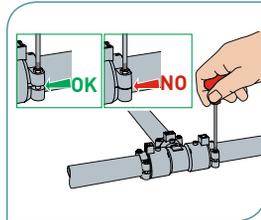
1a Rohr mit Rohrschneider rechtwinklig ablängen, Rohrende nicht anfasen



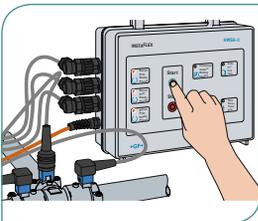
1b Rohrende und Formteilmuffe reinigen



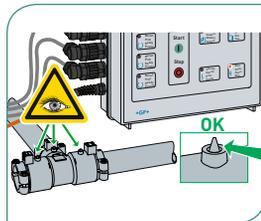
1c Einstecktiefe der Rohre in die Formteilmuffe anzeichnen (kein Fettstift)



1d Einstecken und Fixieren



1e Schweißgerät anschließen und starten



1f Schweißkontrolle: Materialzapfen sichtbar

### 3.2.2.3 Klebeverbindungen

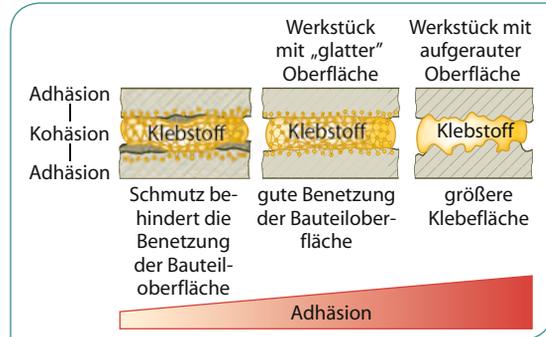
In der Hausinstallation werden Klebeverbindungen (**solvent welded joints**) hauptsächlich für PVC-U und PVC-C-Rohre verwendet.

Der **Stoffschluss** zwischen den Fügeteilen (Rohr und Fitting) erfolgt mit Hilfe eines **Klebstoffs** (**solvent cement**). Die Innen- und Außendurchmesser der Fügeteile müssen aufeinander abgestimmt sein. PVC-U bzw. -C-Klebfittings sind nach DIN EN ISO 1452-3 bzw. 15877-3 und DIN EN 1566-1 genormt.

Die Haltbarkeit der Klebeverbindung hängt von der einwandfreien Haftung des Klebstoffs an den Fügeflächen (**Adhäsion**<sup>1)</sup> und der Eigenfestigkeit des Klebstoffs (**Kohäsion**<sup>2)</sup>) ab (Bild 2). Für die Güte der Klebeverbindung sind deshalb eine sorgfältige Vorbereitung der Fügeflächen und die Auswahl des geeigneten Klebstoffs entscheidend.

PVC-Rohre und -Fittings werden mit schwach oder stark lösenden Klebstoffen<sup>3)</sup> verklebt:

- **Schwach lösende Klebstoffe** werden für kalibrierte Rohrverbindungen (Passungen ohne Spiel) verwendet.
- **Stark lösende Klebstoffe** werden für Rohrverbindungen mit geringen Passungsgenauigkeiten (0,2 mm Übermaß bis 0,6 mm Spiel verwendet).



### 2 Klebeverbindungen

Die Klebstoffe müssen DIN EN 14814 – bei Trinkwasserinstallationen zusätzlich DVGW-Arbeitsblatt GW 335-A1 – entsprechen und werden von den Herstellern gebrauchsfertig geliefert. Vor Gebrauch sind sie gut umzurühren. Nachträgliches Verdünnen, Verdicken oder Einfärben von Klebstoffen ist nicht zulässig. Bei der **Herstellung von Klebeverbindungen** (siehe auch Bild 3) ist folgendes zu beachten:

- Das Anfasen des Rohrendes verhindert beim Zusammenschieben von Rohr und Formstück, dass die Klebstoffschicht weggedrückt wird.
- Das Anzeichnen der Position des Formstücks sowie der Einstecklänge beim zu verklebenden Rohr macht ein nachträgliches Korrigieren überflüssig und verhindert dadurch eine Qualitätsminderung der Klebung.
- Vor dem Verwenden des Klebers diesen auf Gebrauchsfähigkeit überprüfen; er muss noch eine flüssige Konsistenz haben und darf nicht unter +5°C verarbeitet werden.
- Vor dem Auftragen des Klebers das Rohrende und die Klebefläche des Fittings mit Reiniger gründlich säubern.
- Nach dem Abtrocknen der gereinigten Flächen die Formstückmuffe normal und das Rohrende dicker unter kräftigem Pinseldruck mit Klebstoff bestreichen.



### 3 Herstellen einer Klebeverbindung

<sup>1)</sup> **Adhäsion:** molekulare Bindungskräfte zwischen Klebstoff und Werkstückoberfläche

<sup>2)</sup> **Kohäsion:** molekulare Bindungskräfte im Klebstoff

<sup>3)</sup> **Lösemittelklebstoffe:** In Lösemittel gelöster Klebstoff, der durch Verdunstung des Lösemittels abbundet und aushärtet – auch Nasskleber genannt.

## 4 Grundlagen der Steuerungstechnik

### 4.1 Einleitung

Steuerungs- und Regelungsabläufe in ver- und entsorgungstechnischen Anlagen von Wohnhäusern werden zunehmend komplexer. So können heute auch in Einfamilienhäusern auf Wunsch des Kunden vielfältige Funktionen gebäudetechnischer Anlagen wie z. B. Beleuchtung (lighting), Alarmanlage (alarm system), Jalousien (blinds), Heizungs- und Sanitäranlage usw. zentral geschaltet werden. Marktstudien belegen, dass der Anteil dieser Anlagenkomponenten im Verhältnis zu den übrigen haustechnischen Anlagen wie z. B. Rohrleitungssysteme, Warmwasser- und Wärmeerzeuger usw. stetig zugenommen hat. Kenntnisse über deren Aufgaben und Funktionsabläufe werden daher für den Anlagenmechaniker SHK zunehmend wichtiger.

### 4.2 Unterschied zwischen Steuern und Regeln

Am Beispiel eines von Hand zu bedienenden Einhebelmischers und einer Thermostat-Mischbatterie für eine Dusche sollen die Begriffe „Steuern“ (open loop control) und „Regeln“ (closed loop control) voneinander abgegrenzt und mit den Definitionen aus DIN IEC 60050-351:2009-06 erläutert werden.

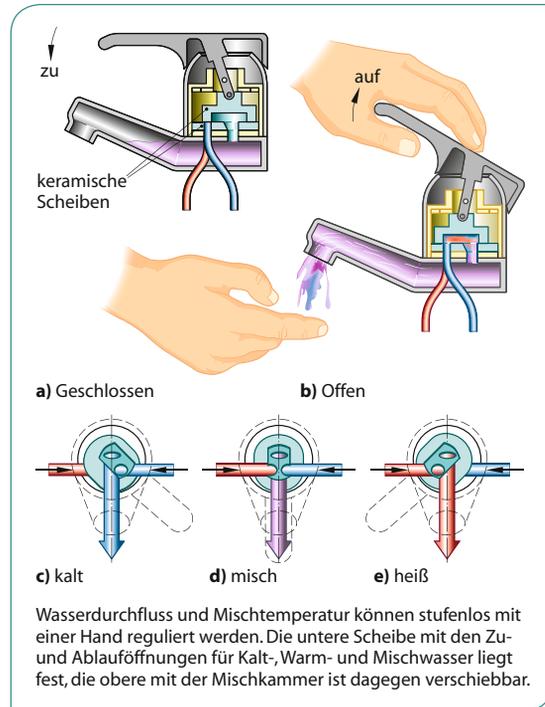
Einhebelmischer (single-lever mixer) werden häufig als Auslaufarmaturen für Waschtische oder für Duschen verwendet. Sie haben im Vergleich zu Thermostatbatterien (thermostatic mixer) einen entscheidenden Nachteil:

Einhebelmischer müssen mit der Hand durch Betätigen des Hebels auf eine gewünschte Warmwassertemperatur eingestellt werden. Jede Veränderung im Wassernetz wie z. B. Öffnen weiterer Zapfstellen (tapping points) oder das allmähliche Abkühlen des Speicherwassers bewirkt auch eine Veränderung der Wassertemperatur am Auslauf des Mischers (mixer). In diesem Fall kann nur der Mensch über den Sensor<sup>1)</sup> (sensor) „Hautoberfläche“ die Veränderung wahrnehmen und durch Nachjustieren mit dem Hebel die Temperatur des auslaufenden Wassers korrigieren (Bild 1).

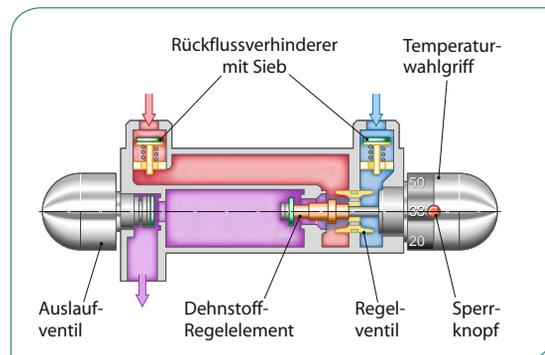
Im Gegensatz dazu kann der Nutzer den Temperaturwahlgriff (Bild 2) an der Thermostatbatterie auf seine gewünschte Duschwassertemperatur einstellen. Diese von ihm eingestellte Temperatur (temperature) wird nun unabhängig von der anschließend am Auslaufventil (tap) einzustellenden Wassermenge von der internen Regeleinrichtung (control system) (Dehnstoff-Regelelement o. ä.) eingehalten.

Druck- oder/und Temperaturunterschiede (mehrere Entnahmestellen usw.) in der Warm- und Kaltwasserleitung

können anders als bei einem Einhebelmischer keine bleibende Temperaturänderung des Mischwassers (mixed water) bei der Thermostatbatterie bewirken.



1 Einhebelmischer



2 Aufputz-Thermostat mit Dehnstoffregelelement

Die Zuordnung der Begriffe „Steuern“ und „Regeln“ ergeben sich aus den Definitionen nach DIN IEC 60050-351:2009-06:

#### MERKE

**Steuern** ist ein Vorgang in einem System, bei dem Eingangsgrößen aufgrund der Gesetzmäßigkeiten des Systems die Ausgangsgrößen beeinflussen.

<sup>1)</sup> Sensor: Messgrößenaufnehmer, der z. B. eine physikalische Größe in ein elektrisches Signal umwandelt

Die maßgewalzten Rohre können in vier unterschiedlichen Güten der Oberflächenbeschaffenheit (*surface finish/quality*) geliefert werden, z.B. rohschwarz oder mit PVC-Mantel (Bild 1).



1 Kunststoffummanteltes Präzisionsstahlrohr

Für die Gas-, Heizöl-, Flüssiggas- und Heizungsinstallation dürfen nur Präzisionsstahlrohre in den Lieferzuständen ge- glüht (+A) oder normalgeglüht (+N) verwendet werden (siehe S. 62).

Wegen ihrer leichten Handhabung werden sie häufig bei Heizungsanlagen-Sanierungen oder zur Schnellmontage (*fast assemblage*) in Neubauten eingesetzt.

Präzisionsstahlrohre können durch Schweißen (vornehmlich bei größeren Wanddicken), Hartlöten, Pressfittings, Schneidringverschraubungen und Klemmringverschraubungen verbunden werden.

#### 1.6.4.3.4 Nichtrostende Stahlrohre

Nichtrostende Stahlrohre (*stainless steel pipes*) nach DIN EN ISO 1127 werden aus legierten Stählen sowohl nahtlos als auch geschweißt hergestellt. Diese Rohre sind für sehr unterschiedliche Bereiche (*different fields*) einsetzbar, so z.B. für Leitungen mit Trinkwasser kalt – TW (PWC<sup>1)</sup>) – und Trinkwasser warm – TWW (PWH<sup>1)</sup>), Zirkulationsleitungen (PWH-C<sup>1)</sup>) und für Nichttrinkwasser (NPW<sup>1)</sup>) zugelassen. Weiterhin werden sie für Leitungen verwendet, in denen korrodierende Medien transportiert werden, z.B. zur Kondensatableitung (*condensate drainage*). Da diese Rohre keinerlei Nachbehandlung benötigen und trotzdem ein gefälliges Aussehen (*pleasant look*) besitzen, werden sie manchmal auch als Heizkörperanschlussleitung eingesetzt. Nichtrostende Stahlrohre werden in Herstellungslängen von 2...7 m geliefert und hauptsächlich mit Hilfe von Pressfittings verbunden (Bild 2).

#### PRAXISHINWEIS

Zur Vermeidung von Kontaktkorrosion sollten Edelstahlrohre so verlegt werden, dass sie nicht unmittelbar mit anderen metallischen Werkstoffen in Kontakt kommen.



2 Nichtrostende Stahlrohre

#### 1.6.4.3.5 LORO-X-Rohre

LORO-X-Rohre sind Stahlrohre mit einer geringen Wandstärke. Sie sind entweder aus nichtrostendem Stahl (Bild 3) oder aus unlegiertem Stahl, innen und außen feuerverzinkt, sowie mit einer zusätzlichen Innenbeschichtung (*inside coating*) versehen.



3 Nichtrostendes LORO-X-Rohr



4 Verzinktes LORO-X-Rohr

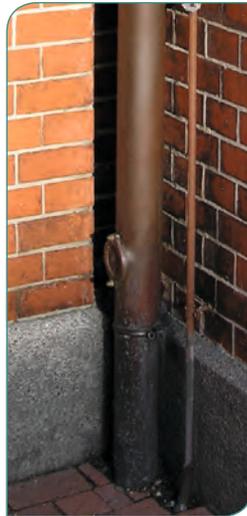
Im Sanitärbereich dienen sie als Stahlabflussrohre, insbesondere zur Ableitung von Regenwasser (*rainwater*), in den Nennweiten DN 40...DN 300 und Lieferlängen von 250 mm bis 6000 mm (Bild 4).

Bekannt sind sie aber vor allem als Standrohre (*standpipe*) bei der Dachentwässerung am Ende einer Regenfallleitung, da sie stoßfest (*shock-proof*) und formstabil (*dimensionally stable*) sind und somit anstelle von Blechrohren besser vor äußerer Beschädigung (*damage*) schützen (Bild 1, nächste Seite). Hier kommen sie auch in Kupferausführung zum Einsatz (Bild 2, nächste Seite).

<sup>1)</sup> Bezeichnung nach DIN EN 806-1



1 Standrohr – verzinkt



2 Standrohr – Kupfer

#### 1.6.4.4 Gussrohre

Muffenlose Abwasserrohre (sewage pipes) aus Gusseisen sind unter der Kurzbezeichnung SML (Super Metallit Lieferprogramm) zum Klassiker in der deutschen Sanitärbranche geworden (Bild 3).

Da die Gusseisenrohre zu 95 % aus Alteisen (Schrott) hergestellt sind und Restabschnitte weiter verwendet werden können, sind sie sehr ressourcenschonend.

Äußerlich sind sie durch ihre typische rote Beschichtung erkennbar und werden hauptsächlich für die Ableitung von Schmutzwasser (foul and waste water) aus Wohngebäuden und Regenwasser verwendet.



3 Muffenloses Gusseisenrohr mit Beschichtung

In der Haustechnik (building service) werden üblicherweise Nennweiten von DN 50 ... DN 150 verwendet. Die Lieferlängen betragen wegen der großen Masse maximal 3 m.

Aufgrund ihrer großen längenbezogenen Masse und der dämpfenden Materialeigenschaften absorbieren diese Gussrohre Luftschallwellen (airborne sound waves) weitgehend. Verbunden werden solche Rohre mit Spannverbindern, deren Dichtungseinlage die Ausbreitung von Körperschallwellen vermindern (siehe S. 165).

#### 1.6.4.5 Blechrohre

Für die außen liegende Dachentwässerung (Bild 4) werden in der Praxis hauptsächlich Blechrohre (sheet metal pipes) verwendet.



4 Regenfallleitung (Titanzink, Kupfer) DIN EN 612

Regenfallrohre werden meist aus Titanzink oder Kupfer gefertigt. Durch die Zugabe des Legierungsbestandteils Titan werden die Werkstoffeigenschaften verbessert (siehe Bleche, S. 297). Weniger verwendet werden Blechrohre aus nichtrostendem Stahl.

Die Rohre werden durch Steckmuffen (plug-in sockets) verbunden (Bild 5), die Blechdicke beträgt 0,7 mm oder 0,8 mm. Geliefert werden sie in Längen von 3 m mit Nennweiten von DN 40 ... DN 150.

Neben der runden Form kann aus optischen Gründen auch eine kastenförmige Fallleitung verwendet werden (Bild 6), wenn z.B. in der Gebäudefassade eine entsprechende Nische (niche) vorgesehen ist.



5 Rundes Regenfallrohr aus Titanzink mit Muffe



6 Regenfallrohre – runde und kastenförmige Form