

DAS DEUTSCHE  
BAUWERBE



# HANDLUNGSORIENTIERTE BERUFSAUSBILDUNG DER WKS-ISOLIERER





# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKSB-Isoliererhandwerk**

Herausgeber und Haftungsausschluss:

Herausgeber dieses Ausbildungshandbuch ist die Fördergemeinschaft Dämmtechnik e.V.

Es ist nicht im freien Verkauf, im Buchhandel oder vom Verlag erhältlich.

Bestellung unter [www.isoliertechnik.de](http://www.isoliertechnik.de).

Herausgeber:

©2020, Fördergemeinschaft Dämmtechnik e.V.

Kronenstr. 55-58, 10117 Berlin

Tel.: 030/203 14-522

Fax: 030/203 14-521

Alle Rechte bleiben vorbehalten. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Rechtes ist ohne Genehmigung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Das gilt besonders für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Verfilmungen und Einspeicherung sowie Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Der Inhalt basiert auf heutigem Wissensstand (2020), kann aber nicht als verbindlich angesehen werden, weil die Dynamik der Entwicklung zu immer neuen Erkenntnissen und Lösungen führen kann. Trotz größtmöglicher Sorgfalt besteht keine Haftung für den Inhalt.

Auflage: 1.0 2020

Copyright:

Fördergemeinschaft Dämmtechnik e.V

Copyright Fotos, Zeichnungen und Tabellen:

Armacell GmbH

BC Brandchemie GmbH

Berner GmbH

Deutsche Rockwool GmbH & Co KG

Feuertrutz GmbH

Knauf KG

LACKFA Isolierstoff GmbH & Co. KG

Polytechnisches Journal

Pöschl Sascha

Puren GmbH

Schwartmanns Maschinenbau GmbH

Sto SE & Co. KGaA

Wir bedanken uns für die Erstellung der Lernfelder bei:

Behr Uwe, ÜAZ Brandenburg

Büringer Ulrich, AFZ Bauinnung Nordschwaben

Fuchs Helmut, F.K. Isoliermontage

Herzog Joachim, ABZ Bühl

Kaffenberger-Küster Michael, Deutsche Rockwool GmbH & Co KG

Kermann Karlheinz, selbstständiger Isoliermeister

Nowoczin Andreas, Deutsche Rockwool GmbH & Co KG

Pitsch Thomas, Schwartmanns Maschinenbau GmbH

Wiedenroth Christian, Berufsschule Lindau

# Vorwort

Hallo liebe Kollegen,

endlich ist es fertig.

Ein toller Arbeitskreis hoch qualifizierter Kollegen hat mit großen Engagement erstmals ein Ausbildungshandbuch für Wärme, Kälte, Schall und Brandschutzisolierer\*in erarbeitet.

Viele Stunden und Tage waren notwendig diesen aktuellen Stand der Technik für die Ausbildung in unserem Beruf darzustellen.

Ein ganz herzliches Dankeschön für euer Engagement, für die vielen Stunden und Tage Freizeit für dieses tolle Werk.

Zielgruppe des Ausbildungshandbuches sind

- die Auszubildenden
- die Ausbildungsmeister\*innen in den überbetrieblichen Ausbildungsstätten sowie
- die Berufsschullehrer\*innen
- die Isolierfachbetriebe, bei denen eine Ausbildung stattfindet

Wir haben uns bewusst dazu entschlossen, das Ausbildungshandbuch kostenlos und nur im PDF-Format bereitzustellen, da es sich hier um einen Kernbereich der Ausbildung handelt – der Wissensvermittlung. Sie finden es zum Download auch online unter [www.isoliertechnik.de](http://www.isoliertechnik.de).

Die Inhalte des Ausbildungshandbuches sind für die Zielgruppen frei verfügbar und können zu Schulungszwecken jeder Art in Eigenverantwortung genutzt werden.

Das Ausbildungshandbuch folgt der modernen Methodik der handlungsorientierten Ausbildung. Es gliedert sich in alle Bereiche, die für die Ausbildung zum Wärme-, Kälte- und Schallschutzisolierer\*innen relevant sind. Aus diesen Gründen fällt es dem interessierten Benutzer leicht, sich in dem Buch zurechtzufinden. Der technische Fortschritt und die Weiterentwicklung sowie die veränderlichen Bedingungen der Theorie und Praxis sind in diesem Dossier auf dem neuesten Stand. Das Ausbildungshandbuch stellt damit eine wichtige Informationsquelle dar und ist somit das aktuelle Standardwerk der Ausbildung im Isolierhandwerk.

Die Bundesfachgruppe Wärme-, Kälte-, Schall- und Brandschutz im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes und die Fördergemeinschaft Dämmtechnik freuen sich über eine weite Verbreitung und zahlreiche Anwendung dieses Ausbildungshandbuches.

Bundesfachgruppe Wärme-, Kälte-, Schall und Brandschutz im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e.V. und der Fördergemeinschaft Dämmtechnik e.V.

Karlheinz Kermann, Thomas Graber, Peter W. Baum für die Bundesfachgruppe - Vorstand WKSB  
Rudolf Domscheid, Geschäftsführer der Bundesfachgruppe WKSB



# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Ausbildungsjahr</b>			<b>9</b>
Schallschutz	Lernfeld 1.1	Einrichten einer Baustelle (für Isolierer)	11
Kälteschutz	Lernfeld 1.2	Planen einer Perimeterdämmung	25
Wärmeschutz	Lernfeld 1.3	Dämmen einer haustechnischen Anlage	39
Wärmeschutz	Lernfeld 1.4	Beschichten und Bekleiden eines Bauteils	53
Kälteschutz	Lernfeld 1.5	Erstellen eines einfachen Kälte­dämm­systems	89
Schallschutz	Lernfeld 1.6	Erstellen einer leichten Trennwand	105
<b>2. Ausbildungsjahr</b>			<b>137</b>
Wärmeschutz	Lernfeld 2.1	Dämmen einer betriebstechnischen Anlage	139
Kälteschutz	Lernfeld 2.2	Isolieren eines Kälteschutzsystems	165
Schallschutz	Lernfeld 2.3	Abhängen einer Schallschutzdecke	179
Brandschutz	Lernfeld 2.4	Erstellen eines Brandschutzschottes	203
<b>3. Ausbildungsjahr</b>			<b>221</b>
Wärmeschutz / Kälteschutz	Lernfeld 3.1	Computergestützte Fertigung einer Ummantelung	223
Wärmeschutz	Lernfeld 3.2	Sanieren der Dämmung einer Fernwärmeleitung	237
Kälteschutz	Lernfeld 3.3	Ausbauen eines Kühlraumes	253
Brandschutz	Lernfeld 3.4	Dämmen einer Lüftungsleitung für den Brandschutz	269



# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKSB-Isoliererhandwerk**

## **1. Ausbildungsjahr**



# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKSB-Isoliererhandwerk**

## Lernfeld 1.1

### Schallschutz

#### Einrichten einer Baustelle (für Isolierer)

Autor: Christian Wiedenroth Berufsschule Lindau



## 1.1 Geschichtliche Entwicklung der Isoliertechnik

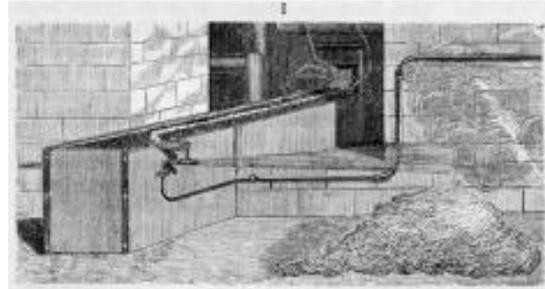
Bereits vor rund 4000 Jahren verwendeten die Germanen für ihre Häuser einen Isolierstoff, der aus Lehm und Strohhalmen bestand. Damit war das Hauptprinzip der Dämmung gefunden:

**Kleine Einschlüsse ruhender Luft.** Auch die heutigen Dämmstoffe arbeiten nach diesem Prinzip. Glaswolle enthält ca. 95 % Luft und 5% Glasfäden.

Im Vergleich zu anderen Handwerksberufen ist der Isolierer ein relativ junger Beruf. Der biblische Josef war vor ca. 2000 Jahren angeblich Zimmermann. Der Isolierer ist erst seit 1934 ein anerkannter Ausbildungsberuf.

Die Aufgabengebiete des Isolierers Wärmeschutz, Kälteschutz, Schall- und Brandschutz sind zeitlich nacheinander entstanden. Der Wärmeschutz fand seine Anfänge mit der Erfindung der Dampfmaschine. Auf den Oberflächen heißer Behälter und Rohrleitungen brachte man nur eine schützende Masse an, um die in der Nähe tätigen Arbeiter vor Verbrennungen und den Folgen der Wärmeausstrahlung zu bewahren. Dabei stellte man auch eine Leistungssteigerung der Dampfmaschinen fest. Bereits 1918 wurde in München das Forschungsheim für Wärmeschutz gegründet, um die Gesetze der Wärmeübertragung in Dämmstoffen genauer zu erforschen.

Die ältesten Dämmstoffe waren Kieselgur (seit ca. 1850), Kork und Asbest (seit 1895). Die Faserstoffe Schlacken-, Glas- und Steinwolle wurden etwa seit 1925 verwendet, obwohl deren Erzeugung schon früher bekannt war (Schlackenwolle 1840)



Herstellung von Schlackenwolle im Blasverfahren (aus Poytechnisches Journal)

Die erste Gesellen- und Meisterprüfung in der Isoliertechnik fand 1938 statt.

Die Berufsbezeichnungen für den Isolierer sind derzeit nach den zuständigen Kammern unterschiedlich:

1. *Weshalb wurden die Dampfmaschinen mit einer Wärmedämmenden Masse bestrichen?*
2. *Warum erhöhte dies die Leistung?*
3. *Was sind die ältesten Dämmstoffe der Isoliertechnik?*
4. *Was wurde 1918 in München gegründet?*

**HWK (= Handwerkskammer):**

Wärme-, Kälte-, Schallschutzisolierer /-in (3 Jahre)

Ausbaufacharbeiter /-in (2 Jahre)

**IHK (= Industrie- und Handelskammer):**

Industrie-Isolierer / -in (3 Jahre)

Isolierfacharbeiter /-in (2 Jahre)

## 1.2 Die Bauberufe

Das Baugewerbe gehört zu den großen Wirtschaftszweigen Deutschlands - mit derzeit insgesamt ca. 2,2 Millionen Beschäftigten. Viele von ihnen arbeiten in den typischen Bauberufen im Hochbau, im Tiefbau und im Ausbau. Darüber hinaus gibt es aber auch zahlreiche Beschäftigte im kaufmännischen oder im planerischen Bereich, z.B. Bürokaufleute oder Bauzeichner/innen.

### Hochbau, Tiefbau, Ausbau

Beim **Hochbau** dreht sich alles um die Planung und Errichtung von Bauwerken, die an und über der Oberfläche liegen. (z.B. Wohnhäuser oder Türme). Darunter fallen folgenden Berufe:

- Beton- und Stahlbetonbauer/in
- Feuerungs- und Schornsteinbauer/in
- Hochbaufacharbeiter/in
- Maurer/in

Im **Tiefbau** geht es um die Planung und Errichtung von Bauwerken, die an oder unter der Erdoberfläche bzw. unter Verkehrswegen liegen. Hier können Sie aus folgenden Berufen wählen:

- Baugeräteführer/in
- Brunnenbauer/in
- Gleisbauer/in
- Kanalbauer/in
- Rohrleitungsbauer/in
- Spezialtiefbauer/in
- Straßenbauer/in
- Tiefbaufacharbeiter/in

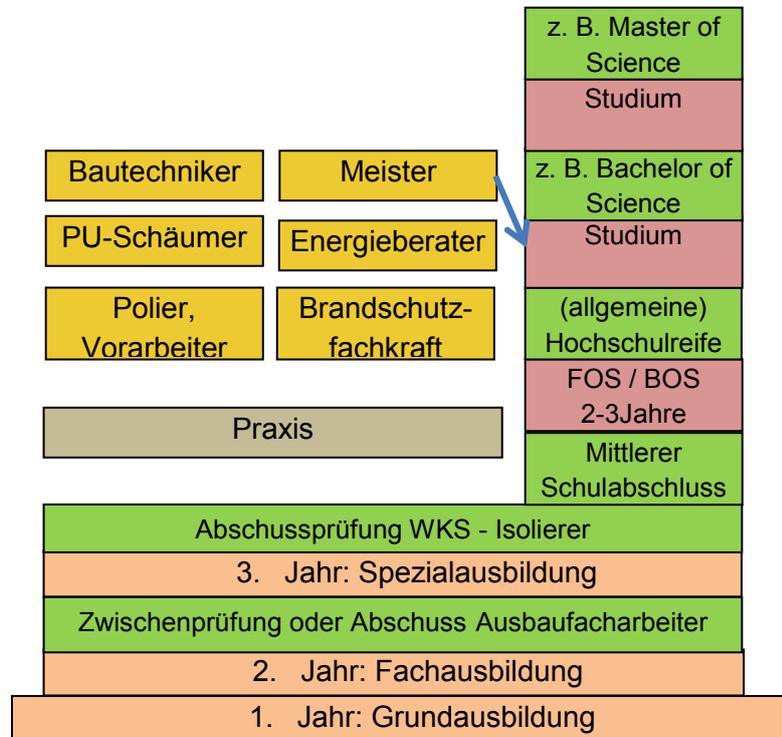
Der Innenausbau, kurz **Ausbau** genannt, ist der dritte Bereich: hier geht es um Ausbaurbeiten in den Innenräumen von Gebäuden wie die Herstellung von Fußboden-, Wand-, und Deckenbekleidungen. Wenn Ihnen dieser Bereich eher liegt, dann sind folgende Berufe etwas für Sie:

### Ausbau:

- Ausbaufacharbeiter/in
- Betonstein- und Terrazzohersteller/in
- Estrichleger/in
- Fliesen-, Platten- und Mosaikleger/in
- Stuckateur/in
- Trockenbaumonteur/in
- *Wärme-, Kälte- und Schallschutzisolierer/in*
- Zimmerer/Zimmerin

Der Isolierer der Industrie ist nicht mehr im sogenannten Bauhauptgewerbe organisiert. Er zählt also nicht zu den „Bauberufen“. Obwohl der Isolierer sehr viel mit Blech arbeitet, wird er nicht der Metallbranche zugeordnet. Er ist ein Monoberuf, das bedeutet Einzelberuf.

In beiden Bereichen gibt es die Stufenausbildung mit Weiterbildungsmöglichkeiten nach untenstehendem Schema:



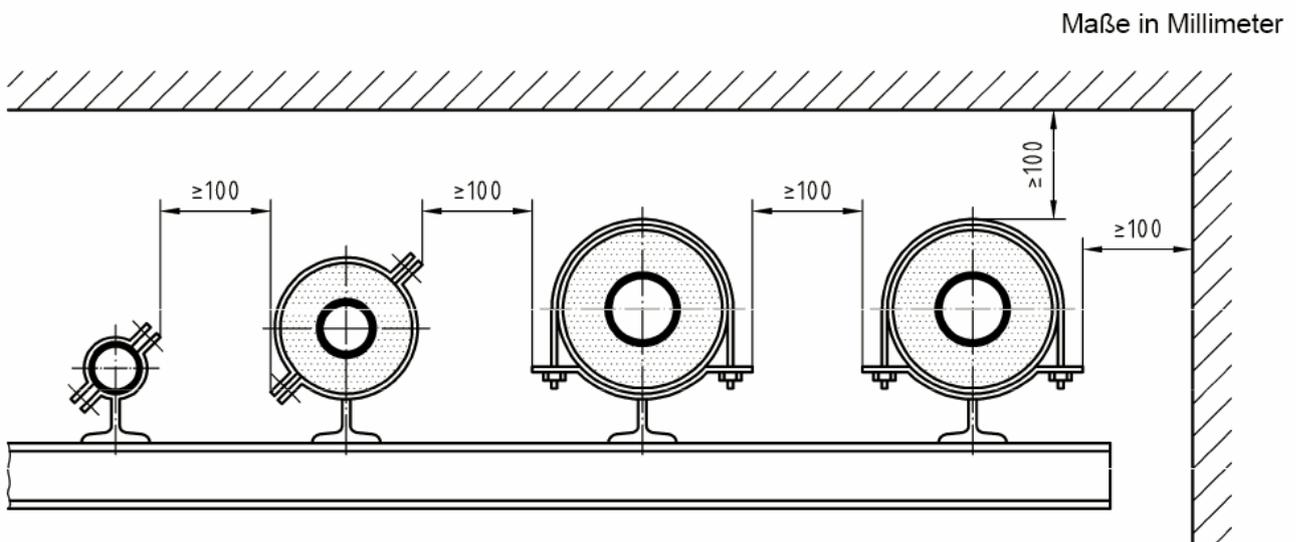
### 1.3 Zusammenarbeit auf der Baustelle

Bis ein Gebäude dem Bauherren zu seiner gedachten Verwendung übergeben werden kann, erfordert dies die Mitarbeit einer Vielzahl von Fachkräften. Die Gebäude erhalten immer mehr Haustechnik in Form von aufwändigen Heizsystemen, Lüftungs- / Klimaanlage, Elektrik und elektronischen Steuerungen. Jeder Einzelne hat seine Aufgabe und trägt so zum Gelingen des Ganzen bei. Dies setzt auch neue Arbeitstechniken und einen hohen Spezialisierungsgrad voraus. Die nachfolgenden Handwerker müssen sich auf die korrekte Ausführung der Vorarbeiten verlassen können, damit keine Nacharbeiten mehr notwendig sind. Bevor der Isolierer mit seinen Arbeiten beginnt, müssen die Vorarbeiten abgeschlossen sein. Dazu gehört es, dass die Leitungen „abgedrückt“ sind. Dies ist eine Druckprüfung, bei der festgestellt wird, ob alle Schweißnähte, Flansch- Press- und Gewindeverbindungen dicht sind.

Mindestabstände:

Ein eventuell geforderter Korrosionsschutz muss an allen Stellen ausgeführt sein und die Mindestabstände der zu isolierenden Objekte müssen eingehalten worden sein.

Sind diese Voraussetzungen erfüllt, können die Isolierarbeiten beginnen. Sind sie nicht erfüllt, müssen „Bedenken“ angemeldet werden.



Um „Bedenken“ anzumelden, muss man sich zuerst verdeutlichen, wer überhaupt dafür zuständig ist und wer den Mangel verursacht hat. Dazu sind Kenntnisse über die am Bau beteiligten Personen notwendig.

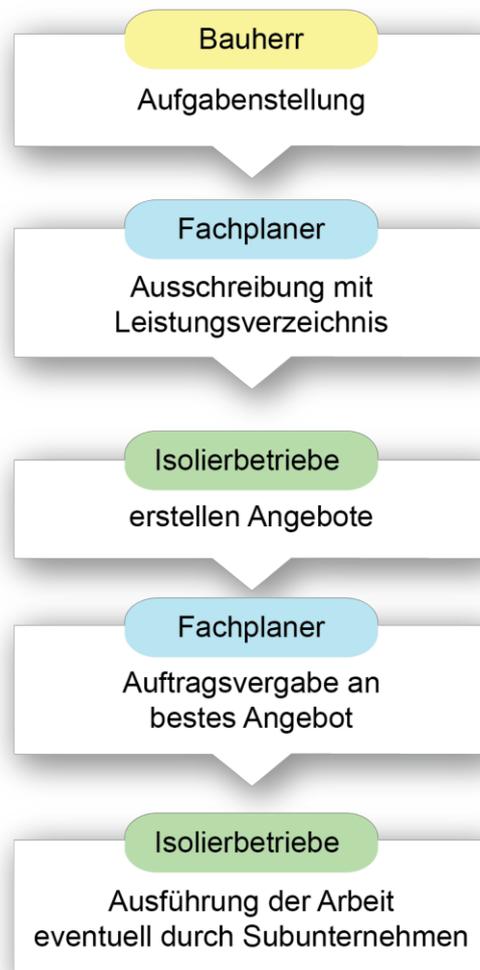
Der **Bauherr** kann eine Privatperson, eine Gesellschaft, Firma oder eine Behörde sein. Dessen Wünsche und Anforderungen an das Bauvorhaben werden von einem Architekten oder **Fachplaner** (z. B. Ingenieur) aufgenommen. Unter Berücksichtigung der geltenden **Bauvorschriften** wie z. B. die Landesbauordnung, werden Ausführungszeichnungen und **Leistungsverzeichnisse** erstellt. Dies ist eine Auflistung der bei dem Bauvorhaben anfallenden Arbeiten mit Mengenangaben. Die **Ausschreibung** der Arbeiten erfolgt nach der Baugenehmigung. Dabei setzen die jeweiligen Unternehmer für die einzelnen Gewerke die Preise in das Leistungsverzeichnis ein und fertigen damit ein **Angebot** an. Die **Vergabe** der Aufträge an die Unternehmer sollte so rechtzeitig erfolgen, dass die Vorbereitungen für die Ausführung auch getroffen werden können. Der Unternehmer, der den Zuschlag erhalten hat, muss den Auftrag nicht selbst ausführen. Er kann diesen auch an einen Subunternehmer weitergeben. Zur Sicherung von Festpreisen und Terminen werden Bauverträge abgeschlossen. Werden Fertigstellungstermine versäumt, kann dies mit **Konventionalstrafen** geahndet werden.

Sollten Sie als Auszubildender Mängel bei den Vorarbeiten feststellen, ist Ihr erster Ansprechpartner Ihr Ausbilder.

Schimpfen Sie also bitte nicht lauthals über die Arbeiten der Vorgängerfirma, die könnte nämlich der Auftraggeber für Ihre Arbeiten sein.

1. Erklären Sie die fettgedruckten Wörter mit eigenen Worten.

2. Füllen Sie die Darstellung der Bauplanung und Ausführung mit den Fachbegriffen.



## 1.4 Planerstellung

In dem gesamten Bauplanungsprozess werden viele verschiedene Pläne erstellt und benötigt. Lagepläne (Maßstab 1:1000), in denen das gesamte Gebäude mit Grundstück und Nachbargrundstück dargestellt sind und Entwurfszeichnungen (M 1:100) mit einer Baubeschreibung sind für das Baugenehmigungsverfahren notwendig. Ausführungspläne für Elektriker, Anlagenmechaniker Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik, mit denen auch in der Isolierbranche gearbeitet wird, sind bei größeren Gebäuden ebenfalls im Maßstab 1:100, bei kleineren Objekten 1:50. Müssen einzelne Stellen der Anlage genauer dargestellt werden, verwendet man Maßstäbe 1:10, 1:5, 1:2 oder den natürlichen Maßstab 1:1. Ein Vergrößerungsmaßstab z.B. 2:1 oder 5:1 stellt ein Bauteil doppelt oder 5 x so groß dar, als es in Wirklichkeit ist.

$$\text{Zeichnungslänge} = \frac{\text{wirkliche Länge}}{\text{Verhältniszahl } n}$$

Beispiel: Eine 5 Meter lange Strecke soll im Maßstab 1:20 gezeichnet werden.  
 $500\text{cm} : 20 = 25\text{cm}$

$$\text{Verhältniszahl } n = \frac{\text{wirkliche Länge}}{\text{Zeichnungslänge}}$$

Beispiel: In welchem Maßstab kann ein 400 mm langes Werkstück bei einem maximalen Platz von 110 mm gezeichnet werden?

$$400\text{mm} : 110\text{mm} = 3,6$$

Gewählter Maßstab 1:4

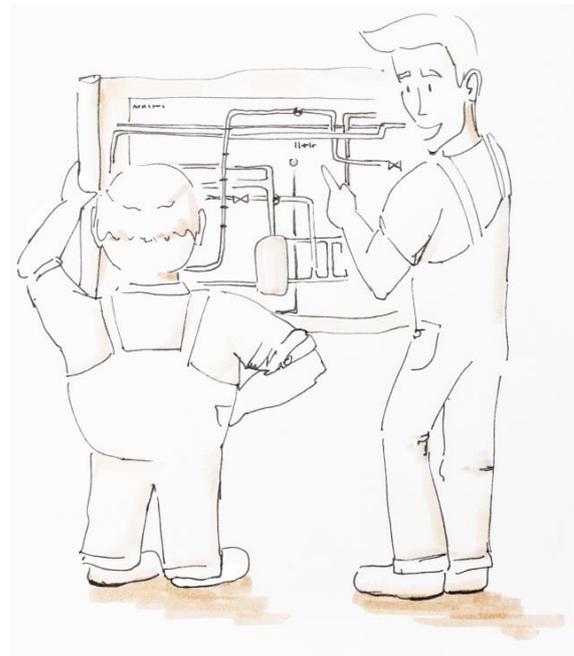
$$\text{wirkliche Länge} = \text{Zeichnungslänge} * \text{Verhältniszahl } n$$

Beispiel: In einer Zeichnung wird ein Werkstück mit einer Länge von 100 mm Maßstab 1:4 dargestellt. Die wirkliche Länge ist

$$100\text{mm} * 4 = 400\text{ mm}$$



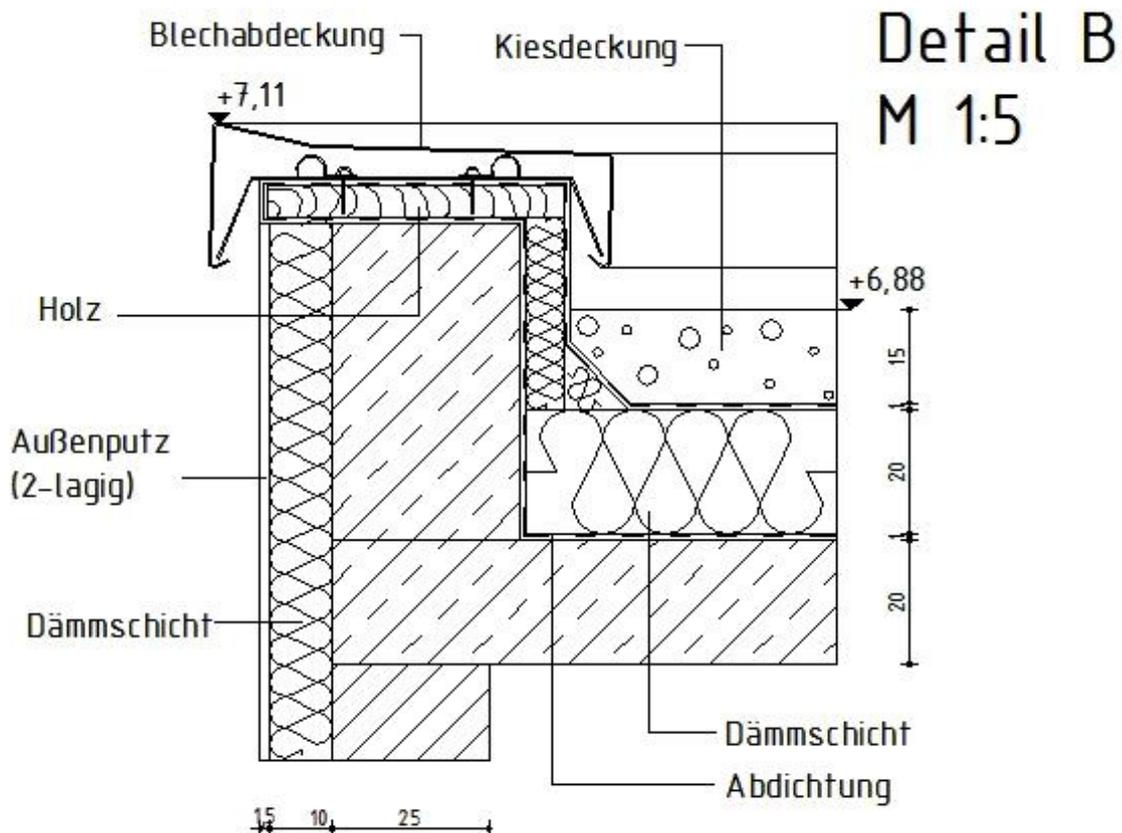
Pläne dienen der Kommunikation der am Bau beteiligten und der Orientierung. Daher ist es notwendig, dass die Pläne in einer einheitlichen technischen „Sprache“ gezeichnet sind. Diese Zeichenregeln sind in mehreren Normen nach DIN, ISO und DIN EN festgelegt.



**Linienarten:**

Darstellung	Bezeichnung	Verwendung
	breite Volllinie	sichtbare Körperkanten
	schmale Volllinie	Konstruktionslinien, Bemaßungen, Schraffuren, Falzkanten
	Strichlinie	unsichtbare Körperkanten
	breite Strichpunktlinie	Kennzeichnung von Schnittebenen
	schmale Strichpunktlinie	Kennzeichnung von Symetrieachsen
	Freihandlinie	Bruchkanten, Holz

1. Erstellen Sie eine Übersicht von den im Detail B verwendeten Schraffuren.
2. Wie wird Mauerwerk aus künstlichen Steinen, unbewehrter Beton und Stahlbeton schraffiert?
3. Zeichnen Sie  
Grundkonstruktionen:
  - Streckenteilung
  - Winkelhalbierung
  - Lot fällen
  - regelmäßiges Sechseck, Achteck, Zwölfeck, Fünfeck

**Schraffuren**

Bildquelle: Sascha Pöschl



## 1.5 Leitern und Gerüste

Die Arbeitsstellen des Isolierers sind nicht immer nur in Augenhöhe. Um die höher gelegenen Arbeitsstellen zu erreichen werden Leitern oder Gerüste benötigt. Die häufigsten tödlichen Absturzunfälle geschehen aus einer Absturzhöhe zwischen 1,00 bis 2,00 Metern. Hier werden die Gefahren oft unterschätzt. Es ist daher wichtig, über den sicheren Umgang mit Leitern und Gerüsten Bescheid zu wissen.

Von Leitern gibt es sehr unterschiedliche Bauarten. Kleine Tritte bis zu 1 Meter, Stehleitern, Anlegeleitern, Mehrzweckleitern, die als Anlege- und Stehleiter verwendet werden können. Für den jeweiligen Anwendungsbereich sollte die bestmögliche Leiter zur Verfügung stehen. Grundsätzlich sind Leitern nur für kurzfristige Arbeiten oder für Übergänge, wenn keine Treppen vorhanden sind, zu verwenden. Bei der Auswahl der Leiter ist auf ein Prüfsiegel, z. B. „GS-Zeichen“, und auf Vorbeschädigungen zu achten.

**Anlegeleitern** können einteilig als auch aus mehreren Teilen bestehen. Über 70 % aller Unfälle mit Leitern geschehen mit Anlegeleitern, hauptsächlich durch fehlerhafte Anwendung.



- Der Anlegewinkel sollte zwischen 65° und 75° betragen (Ellenbogenprobe).
- Der Untergrund muss eben und rutschfest sein.
- Der Anlehnggegenstand muss geeignet sein. Nicht geeignet sind Glasflächen, senkrechte Rohre, Drahtseile... .
- Bei den Tätigkeiten sich nicht seitlich hinauslehnen.
- Nur eine Person soll die Leiter betreten
- Maximale Belastung 150 kg
- Keine Gegenstände über 10 kg mitführen.
- Im Außenbereich wegen der Windgefahr keine Gegenstände mit Flächen über 1 m<sup>2</sup> mitführen.
- Bei Ausstiegskanten soll die Leiter 1 Meter überragen.
- nicht auf den letzten drei Sprossen stehen.

**Stehleitern** oder Bockleitern dürfen nicht als Anlegeleiter verwendet werden. Auch hier gilt, falls sie kein Podest haben, darf man nur bis zur drittobersten Stufe hinaufsteigen. Die Stehleiter muss immer ganz geöffnet aufgestellt werden, so dass die Spannbänder vollständig gespannt sind. Das „Gehen“ auf den Leiter ohne abzusteigen ist wegen der hohen Unfallgefahr nicht gestattet.



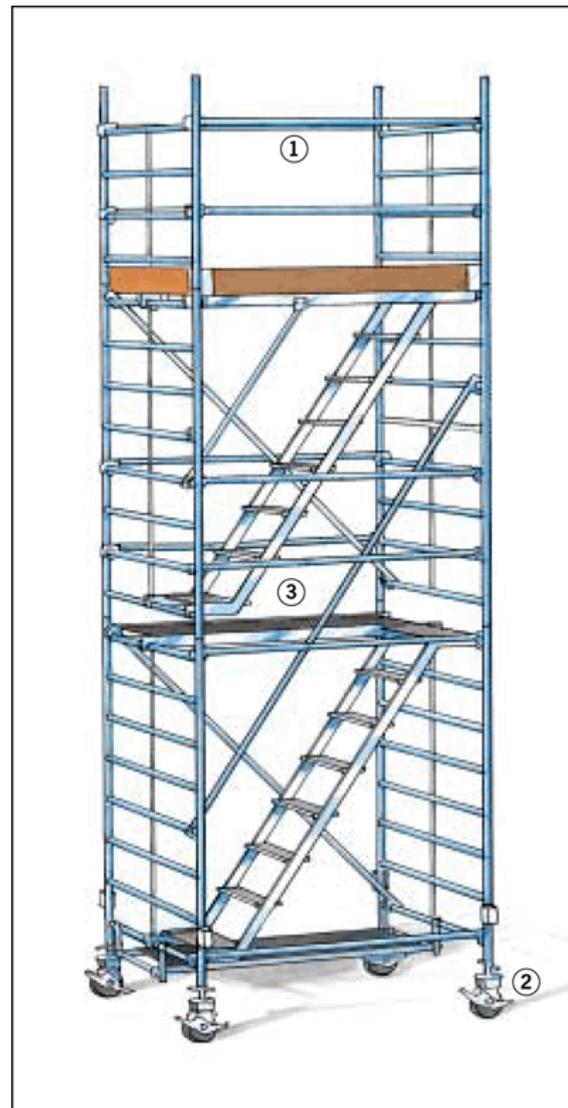
**Gerüste** werden benötigt, wenn die Arbeitshöhe über die Reichweite der Arbeiter hinausgeht oder um die Arbeiter und Gegenstände vor dem Hinabstürzen zu bewahren. Dem entsprechend unterscheidet man zwischen **Arbeitsgerüsten** und **Fanggerüsten**. Von der Konstruktion her werden Bock-, Stangen-, Stahlrohr-, Rahmenschnellbau-, Ausleger- und Fahrgerüste unterschieden. Grundsätzlich müssen alle Gerüste die Personen, Werkzeuge und benötigten Baustoffe tragen können und müssen kippstabil sein. Liegt der Gerüstbelag oberhalb zwei Meter, muss das Gerüst mit einem dreiteiligen Seitenschutz, bestehend aus oberem Holm, Mittelholm und Bordbrett, versehen werden. Oftmals ist das Gerüst schon von anderen Gewerken erstellt worden und der Isolierer benützt es mit. Auch in diesem Fall darf sich der Isolierer nicht auf ein sicheres Gerüst verlassen, sondern soll es fachgerecht überprüfen, bevor es betreten wird.



Für **Fahrgerüste** gelten noch besondere Informationen:

- Fahrbare Arbeitsbühnen nur langsam und auf ebenem, tragfähigem und hindernisfreiem Untergrund verfahren.
- Fahrrollen müssen nach dem Verfahren durch Bremshebel festgesetzt werden.
- Jeglichen Anprall vermeiden.
- Nur in Längsrichtung oder überdeck verfahren.
- Vor dem Verfahren lose Teile gegen Herabfallen sichern.

Quelle: BGI B23 Fahrbare Arbeitsbühnen



## 1.6 Sicherer Umgang mit elektrischen Strom

Auf fast allen Baustellen und in jeder Werkstatt wird elektrischer Strom benötigt. Der Umgang ist für uns alltäglich. Dennoch geht vom Strom eine nicht zu unterschätzende Gefahr aus. Wird der menschliche Körper vom Strom durchflossen, verkrampfen sich die Muskeln. Auch der Herzmuskel.

In Hausstromleitungen liegt eine Spannung von 220 – 230 Volt an, in Werkstätten gibt es häufig den sogenannten Starkstrom oder Kraftstrom mit drei Phasen, die zusammen 380 – 400 Volt Spannung ergeben. Sie sind an den rotorangen Steckern zu erkennen. Die Leitungen sind meist auf einer Stromstärke von 16 Ampere abgesichert. Je höher der Stromfluss und so höher die Spannung, umso höher kann die Leistung der angeschlossenen Verbrauchsgeräte sein.

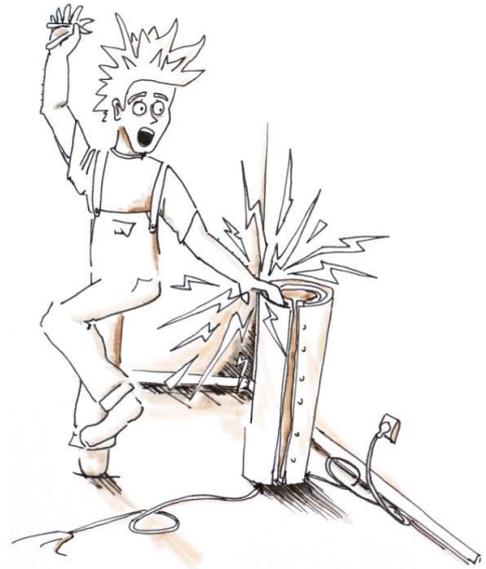
$$P = U \cdot I$$

P = Leistung in Watt (W)

U = Spannung in Volt (V)

I = Stromstärke in Ampere (A)

Für den menschlichen Körper kann eine Stromstärke ab 0,05 A lebensgefährlich sein, wenn eine Wechselstromspannung von über 50 Volt vorliegt. Die Dauer der Stromeinwirkung ist auch entscheidend. Um die Zeit des Stromflusses durch den menschlichen Körper zu verkürzen, wird in allen Neubauten und Baustromverteilerkästen eine Fehlerstromschutzeinrichtung (FI = RCD= **R**esidual **C**urrent protective **D**evice) installiert. Ist dieser FI in Altbauten nicht vorhanden, muss ein Klein-Baustromverteiler mit FI verwendet werden.



Baustromverteilerkasten mit FI

1. Welche Leistung in Watt kann bei einer Spannung von 230 V und einer maximalen Stromstärke von 16 Ampere dem Netz entnommen werden?
2. Welche Elektrogeräte können gleichzeitig daran angeschlossen werden?  
 Bauleuchte 1000 W  
 Sickenmaschine 1,4 kW  
 Akkuladegerät 200 W  
 Heizlüfter 2000 W

# Übungsaufgaben

A large grid of dashed lines for writing exercises, consisting of 20 columns and 30 rows of small squares.

# Übungsaufgaben

A large grid of dashed lines for writing exercises, consisting of 20 columns and 30 rows of small squares.

# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKSB-Isoliererhandwerk**

Lernfeld 1.2

Kälteschutz

Planen einer Perimeterdämmung

Autor: Christian Wiedenroth Berufsschule Lindau



## 2.1 Planen einer Perimeterdämmung

Bei einer Biogasanlage soll ein zylindrischer Erdbehälter aus Beton eine Perimeterdämmung erhalten. Gedämmt wird der Behälter auf der Unterseite und an den Seitenflächen, da der Behälter im Erdreich eingebaut wird.

Der Behälter hat einen Außendurchmesser von 12,75 Metern und eine zu dämmende Höhe von 2,80 Metern. In gefülltem Zustand hat der Behälter eine Gesamtmasse von 540 Tonnen.

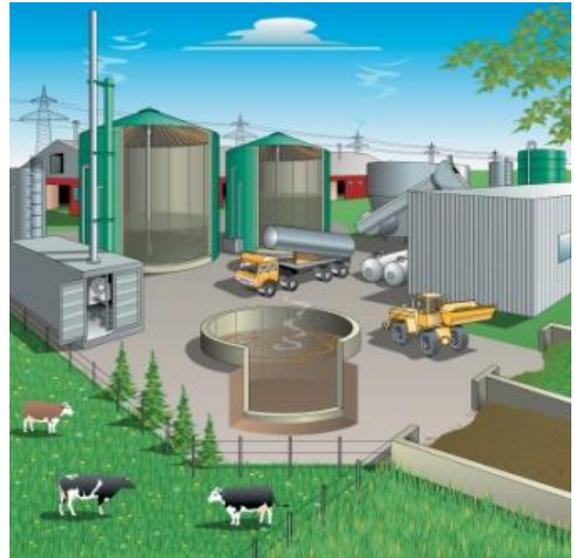
Mit Perimeterdämmung bezeichnet man die erdberührende Dämmung an der Außenseite eines Bauwerkes. Die Dämmung einer Kellerwand oder eines im Boden stehenden Behälters stellt aus mehreren Gründen hohe Anforderungen an den Dämmstoff.

Der Dämmstoff ist hoher Feuchte- und Druckbelastung ausgesetzt. Zusätzlich muss er verrottungsfest sein.

Üblicherweise wird die Dämmung eines Kellers oder eines Behälters auf der Außenseite angeordnet. Der Untergrund muss aus massiven Baustoffen bestehen, der die Lasten des Gebäudes auf den Boden ableitet. Die Wände und der Boden müssen mit einer vertikalen und horizontalen Abdichtung versehen sein oder aus wasserundurchlässigem Beton bestehen.

Die Außenmontage der Dämmung bringt mehrere Vorteile:

- kein Nutzraumverlust innen
- Schutz der Abdichtung gegen mechanische Beschädigung
- Die Oberflächentemperatur auf der Innenseite erhöht sich, wodurch eine Schimmelbildung unwahrscheinlicher wird
- Wärmebrücken werden bei richtiger Planung weitgehend vermieden
- Der erdberührte Baukörper wird in den oberen Bereichen vor Temperaturschwankungen geschützt



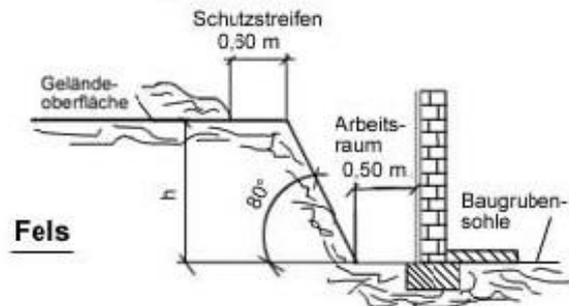
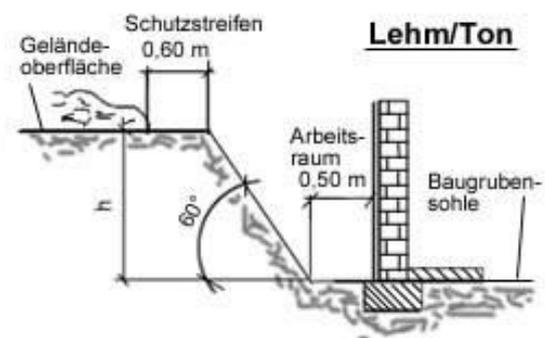
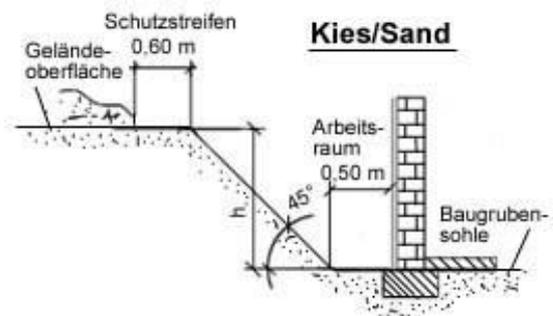
1. Da Ihre Firma die Wärmedämmung der Rohrleitungen ausführt, soll sie auch die Perimeterdämmung übernehmen. Der Azubi meint, es sei ja noch genügend Mineralwolle und synthetischer Kautschuk übrig. Den könne man doch hier gleich verarbeiten. Wie beurteilen Sie den Vorschlag?
2. Notieren Sie, welche besonderen Anforderungen an einen Dämmstoff für eine Perimeterdämmung gestellt werden?

Bereits bei der Planung eines **Neubaus** muss entschieden werden, ob eine Perimeterdämmung ausgeführt wird oder nicht. Ob sie nur an die Seitenwände kommt oder auch unter die Bodenplatte. Eine nachträgliche Ausführung im **Altbau** ist nur an den Seitenwänden möglich und dann immer mit teuren Erdgrabungen verbunden.

Die DIN 18300 unterscheidet 7 verschiedene Bodenklassen:

- Bodenklasse 1: Oberboden (=Mutterboden mit Humus)
- Bodenklasse 2: Fließende Bodenarten (Schöpf)
- Bodenklasse 3: leichtlösliche Böden: Sand, Kies, nicht bindige Böden
- Bodenklasse 4: Mittelschwerlösliche Bodenarten: Sand und Kies vermischt mit Ton und Schluff (15% – 30%)
- Bodenklasse 5: Schwer lösliche Bodenarten mit mehr als 30 Gew.-% Steinen von über 63 mm Korngröße, sowie Tone, die je nach Wassergehalt weich bis fest sind
- Bodenklasse 6: Felsarten, die leicht brüchig sind oder vergleichbare verfestigte bindige oder nicht-bindige Böden
- Bodenklasse 7: Schwer lösbarer Fels oder Felsarten, die nur wenig verwittert sind.

Stets ist jedoch die Kenntnis über die Bodenbeschaffenheit wichtig. Dies geschieht am sichersten durch ein Bodengutachten.



Die Bodenart hat Einfluss auf die Tragfähigkeit, die Wasserführung und den Böschungswinkel bei Baugruben.

Nicht bindige Böden	bindige Böden
z.B. Kies und Sand	Lehm, Ton, Schluff und Mergel
lassen Wasser gut durchsickern	binden Wasser, können Sperrschichten bilden
lassen sich gut verdichten (stampfen)	Verlieren in nassem Zustand ihre Festigkeit. Bei einsetzendem Niederschlag können Baugruben einstürzen!

Die Baugrube für den Biogasbehälter ist schon ausgehoben. Der Boden ist lehmig, vermischt mit Kies und Sand.

3. *Um welche Bodenklasse könnte es sich handeln?*
4. *Welchen Böschungswinkel sollte die Baugrube haben?*
5. *Weshalb sollte ein Schutzstreifen um die Baugrube eingehalten werden?*

Die Baugrube ist zur Zeit des Aushubes trocken. Dies ist jedoch nicht auf allen Baustellen so. In besonderen Fällen, wenn das Grundwasser höher ist, muss eine Wasserfernhaltung z.B. durch Stahlspundwände und Pumpen erfolgen. Nach Abschluss der Bauarbeiten werden die Stahlspundwände gezogen und das Bauwerk mit der außenliegenden Dämmung steht dauernd unter Wasser. In diesem Fall spricht der Fachmann von „drückendem Wasser“.

In der DIN 18 195 werden vier verschiedene „Lastfälle“ von Wasservorkommen unterschieden.

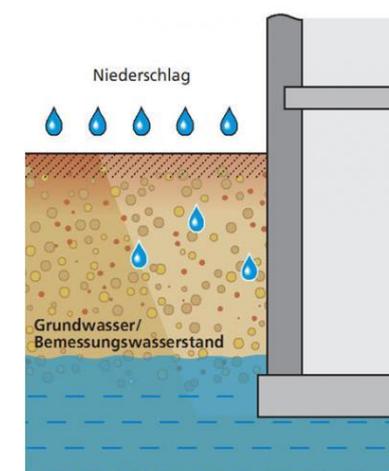
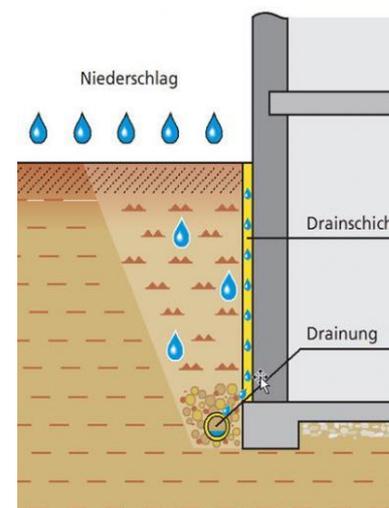
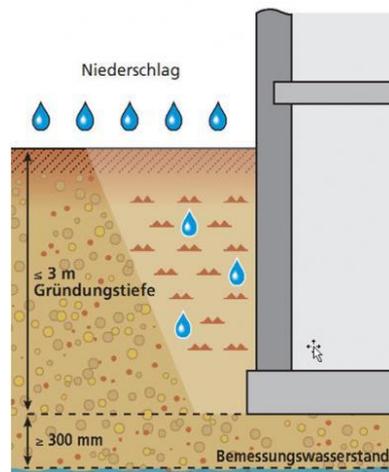
1. nichtstauendes Sickerwasser
2. aufstauendes Sickerwasser
3. drückendes Wasser
4. von innen drückendes Wasser

Nichtstauendes Wasser kommt vor allem bei sehr kiesigen Böden vor. Dies ist der einfachste Anwendungsfall. Es genügen zur Abdichtung 3 mm Dickbeschichtung.

Nichtdrückendes Wasser ist der häufigste Fall. Das Gebäude muss zuverlässig geschützt werden. Die Schichtdicke der trockenen Abdichtung muss mindestens vier mm betragen. Eine Drainage um das Haus leitet das anfallende Wasser ab.

Drückendes Wasser bedeutet, dass das Wasser bis zur Fundamentsohle oder auch höher reicht. Dabei kann es sich um stauendes Sickerwasser, Schichtenwasser

oder Grundwasser handeln, das nicht von einer Drainage abgeleitet werden kann. Der Keller sollte mit einer sogenannten „Weißen Wanne“ errichtet werden. Diese wird aus WU – Beton (= wasserundurchlässig) hergestellt.



Der Behälter für die Biogasanlage muss von innen und von außen wasserdicht sein. In diesem Fall wird ebenfalls WU – Beton verwendet.

Da der Behälter auch von der Unterseite gedämmt wird, muss der Dämmstoff das gesamte Gewicht des gefüllten Behälters auf den Erdboden abtragen. Weiche Dämmstoffe wie Mineralfasern oder synthetischer Kautschuk können daher nicht verwendet werden. Um zu wissen, ob der Dämmstoff die Druckkräfte aufnehmen kann, muss die maximale zulässige Druckspannung vom Hersteller angegeben sein.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\text{Druckspannung} = \frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}}$$

Kraft hat die Einheit Newton [N] und das erhält das Formelzeichen F, für Force.

Die Fläche wird in Quadratmillimetern angegeben [mm<sup>2</sup>] und bekommt das Formelzeichen A, für Area (Areal)

Die Druckspannung hat demzufolge die Einheit  $\left[\frac{N}{mm^2}\right]$ , sprich Newton pro Quadratmillimeter und erhält das Formelzeichen  $\sigma$  Sigma. Weitere Einheiten sind das Pascal [Pa]. Ein Pascal entspricht einem Newton pro Quadratmeter. Nachdem ein Quadratmeter eine Million Quadratmillimeter hat, entspricht

$$1 \left[\frac{N}{mm^2}\right] = 1\,000\,000 \text{ Pa} =$$

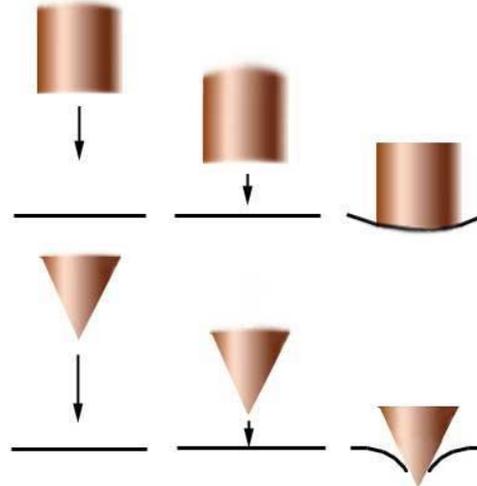
$$1 \text{ Megapascal} = 1\,000 \text{ kPa}$$

Durch die zum Erdmittelpunkt wirkende Erdanziehungskraft (= Gravitation) mit ca. 10 m/s<sup>2</sup> wird auf der Erde eine Masse von 1kg zu ca. 10 Newton Gewichtskraft.

$$F = m \cdot g$$

$$\text{Kraft} = \text{Masse} \cdot \text{Gravitation}$$

Die statischen Berechnungen werden von einem Statiker durchgeführt. Der Isolierer sollte jedoch die Einheiten kennen, da auf die Baustelle oft unterschiedliche Produkte für die Seitenwände und die höher druckbelastete Bodendämmung geliefert werden und die Dämmstoffplatten an der richtigen Stelle verbaut werden sollten.



6. Berechnen Sie die kreisrunde Grundfläche des Behälters in m<sup>2</sup> und in mm<sup>2</sup>.
7. Wandeln Sie die Masse von 540 Tonnen in Newton um.
8. Berechnen Sie die Druckspannung in Newton / mm<sup>2</sup>
9. Suchen Sie in den Datenblättern der Dämmstoffhersteller nach den entsprechenden Angaben und vergleichen ob der Dämmstoff für diese Aufgabe geeignet wäre.
10. Was ist bei der Verarbeitung von lösungsmittelhaltigem Bitumen zu beachten?
11. Was ist eine Drainage?

Die besten Baumaterialien müssen fachgerecht verlegt werden. Die Dämmstoffplatten kann man nicht einfach auf den Mutterboden legen. Je nachdem, wie hoch der Druck des Gebäudes sein wird, muss der Untergrund vorbereitet werden. Fast immer, außer bei Felsböden, muss der Mutterboden mit einem Rüttler verdichtet sein bevor eine **kapillarbrechende** Kieschicht aufgeschüttet wird. Kapillarbrechend bedeutet, dass Bodenfeuchtigkeit nicht aufsteigen kann und durch kleine Hohlräume wie bei einem Schwamm nach oben gezogen werden. Auf diese Kieschicht wird entweder Split aufgeschüttet und eben abgezogen oder es kommt ein ca. 5 cm dicke Magerbetonschicht auf den Kies. Dies gewährleistet einen ebenen Untergrund auf dem die Dämmstoffplatten aufgebracht werden.

Für die lastabtragende Perimeterdämmung haben derzeit zwei Dämmstoffe die bauaufsichtliche Zulassung. Dies ist

**XPS, extrudiertes Polystyrol** und  
**Schaumglas.**

XPS ist bekannt unter den Handelsnamen Styrofoam, Roofmate, Flormate (DOW), Styrodur (BASF) Jackodur und ist meist blau, grün oder lila eingefärbt. XPS weist Dauerdruckfestigkeiten von bis zu 0,25 N/mm<sup>2</sup> (=250 kPa) auf und bricht bei einer Überschreitung der Last nicht plötzlich ein.

Schaumglas wird aus Altglas und anderen Stoffen hergestellt und hat eine Dauerdruckfestigkeit bis zu 0,53 N/mm<sup>2</sup> (= 530 kPa). Es ist also fast doppelt so druckfest. Da es aber aus Glas besteht, bricht es leicht. Schaumglas muss daher auf einen sehr ebenen Untergrund gelegt werden oder es wird in heißes, flüssiges ca 2 mm dickes Bitumen eingelegt. Erkalte das Bitumen wird es hart und leitet die Druckkräfte weiter.

Die Dämmstoffplatten verlegt man versetzt, so das T-Stöße und keine Kreuzfugen sich bilden.



Verlegung von XPS Jackodurplatten©



Schaumglasplatten in Heißbitumen



Dies ist kein Schnee, sondern Löschschaum der Feuerwehr. Ein Bitumenkocher ist zu heiß geworden und hatte Feuer gefangen. Die Feuerwehrmänner mussten auch die danebenstehenden Gasflaschen kühlen.

Auf die Dämmstoffplatten legt man eine Folie aus Polyethylen. Dann können die Stahlbetonbauer die Bodenplatte betonieren. Ist die Bodenplatte erhärtet werden die Seitenwände bzw. Kellerwände betoniert. Nach deren Trocknung muss die **vertikale** Abdichtung aufgebracht werden.

Die Abdichtungen erfolgen oft mit Anstrichen oder Bahnen aus **Bitumen**. Dies ist ein Abfallprodukt aus der Erdölverarbeitung. Es ist wasserabstoßend (hydrophob) und hat eine gute Haftfähigkeit auf dem Untergrund. Um diese Haftfähigkeit zu verbessern, wird auf den staubfreien und fettfreien Untergrund zuerst ein dünnflüssiger Voranstrich aufgebracht, der besser in kleinere Hohlräume und Unebenheiten eindringt als die zähflüssige Dickbeschichtung. Größere Unebenheiten vom Beton oder Mauerwerk müssen zuvor geglättet sein. Die flüssigen Bitumenprodukte enthalten leicht entzündliche und gesundheitsgefährdende **Lösungsmittel** um sie dünnflüssiger zu machen. Die Industrie bietet daher **wasserverdünnbare** Bitumenprodukte auf Emulsionsbasis an. Diese Produkte benötigen aber länger zum Trocknen. Bei „**zwei Komponenten** Bitumen“ sorgt ein zugegebener Härter für eine schnelle Erhärtung. Die Topfzeit ist dabei zu beachten. Man sollte nur die Menge anmischen, die verarbeitet werden kann. Bitumen wird auch dünnflüssiger, wenn man es erwärmt. Dafür gibt es spezielle Bitumenkocher.

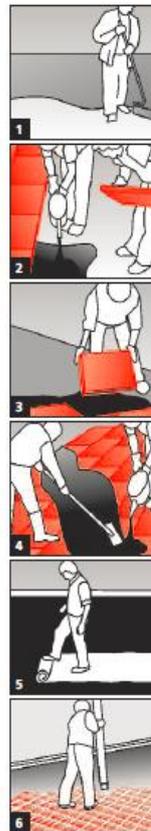
Da an den Seitenwänden der Druck vom Erdreich nicht so hoch ist wie in der lasttragenden Bodenplatte, können für diesen Anwendungsfall neben XPS und Schaumglas auch

**EPS = Expandiertes Polystyrol und**

**PU = Polyurethanschaum**

unter bestimmten Umständen verwendet werden. EPS ist meist weiß und besser bekannt als Styropor®. Die Dämmstoffplatten werden an der Wand nur geklebt

und dürfen nicht gedübelt werden, da dies vertikale Abdichtung zerstören würde.



13. Aus welchem Rohstoff wird Bitumen gewonnen?

14. Was ist bei der Verarbeitung von lösungsmittelhaltigem Bitumen zu beachten?

15. Beschreiben Sie die sechs Arbeitsschritte für die Dämmung der Bodenplatte. Die nebenstehenden Grafiken der Firma Foamglas helfen



Die Verarbeitungsgeräte, hier ein Rührgerät, wie Pinsel, Quasten, Eimer Kellen, Zahnpachteln sind oft nur schwer zu reinigen.

Gefahrenzeichen:



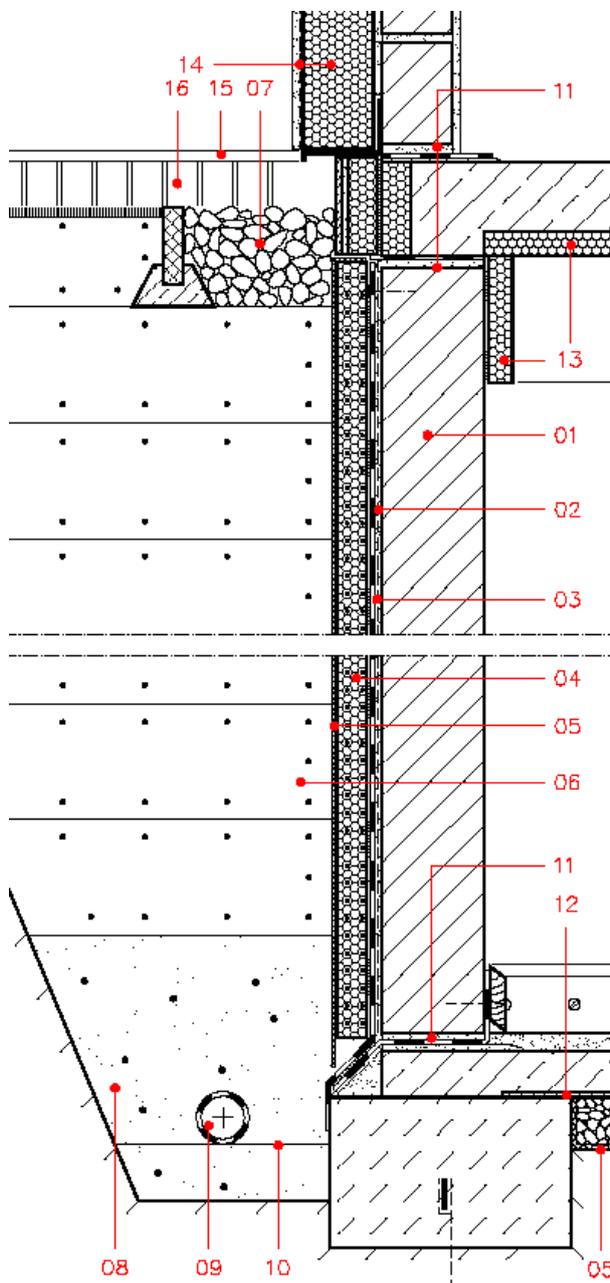
entzündlich



brandfördernd

Dämmstoffe	Zulässige Einbautiefe	Anforderungen an den anstehenden Boden	Einbau im Bereich von drückendem Wasser
EPS	3m	gut wasserdurchlässig	nicht zugelassen
EPS (hydrophobiert)	3 bis 6 m	gut wasserdurchlässig	nicht zugelassen
PUR	3 m	gut wasserdurchlässig	nicht zugelassen
XPS	Keine Beschränkung	keine Anforderung	3.5 bis 7 m
Schaumglas	Keine Beschränkung	keine Anforderung	bis 12 m

### Schnitt durch eine Kellerwand



- 1 Mauerwerk aus künstlichen Steinen
- 02 Putz P III
- 03 vertikale Abdichtung
- 04 **Perimeterdämmung**
- 05 Filtervlies
- 06 Verfüllboden
- 07 Grobkies
- 08 Filterkies (Kies der Sieblinie B 32 nach DIN 1045)
- 09 Drainage
- 10 Verlegeebene der Dränleitung
- 11 Sperrschicht waagrecht
- 12 Trennfolie
- 13 Styropor-Dämmplatte
- 14 Wärmeverbundsystem (WDVS)
- 15 Abschlussprofil = Tropfnase
- 16 Pflastersteine

### Verarbeitung der Perimeterdämmung an den Seitenwänden

Die Abdichtung aus Bitumendickschicht muss durchgetrocknet sein. Dies kann je nach Witterungslage und verwendetem Material unterschiedlich lang sein.

Besonderes Augenmerk ist auf die unteren Abschlüsse zu legen. Die Problemzone der Hohlkehle im Übergangsbereich der Wand zur Fundamentplatte ist nicht zu unterschätzen. Die Dämmstoffplatten dürfen nicht die Abdichtung zerstören, wenn bei Setzungen oder beim Verfüllen der Baugrube Druck auf die Platen kommt. Die Platten sollten also an die Form der Hohlkehle angepasst werden oder man bildet eine Fugenkammer aus, in dem man eine weitere Platte über die Fundamentkante zieht. Dies verringert auch die Größe Wärmebrücke.

Auch an der Wand werden die Platten mit T-Fugen angebracht. Bei runden Gebäuden muss die Kleberschicht dick genug sein, um die Wölbung auszugleichen.

Bei dem Lastfall „drückendes Wasser“ müssen die Dämmstoffplatten vollflächig verklebt werden.

Nicht minder wichtig ist der Abschluss an der oberen Sockelkante. Da die meisten Neubauten mit einer zusätzlichen Wärmedämmung versehen werden, kann man hier mit einem Rücksprung der Perimeterdämmung einen Wärmebrückenfreien Anschluss realisieren. Bei drückendem Wasser ist auch eine Auftriebssicherung an dieser Stelle durch eine Winkelschiene notwendig. Sonst kann es passieren, dass durch den hydrostatischen Auftrieb der Platten die Abdichtung zerstört wird.

Weitere Details die gewissenhafte Verarbeitung fordern sind Gebäudedehnungsfugen und sämtliche Leitungen die in die Kellerwand münden.

16. Beschreiben Sie die Arbeitsschritte für Perimeterdämmung an der Seitenwand.

17. Skizzieren Sie einen möglichst wärmebrückenfreien Schnitt für die Behälterdämmung der Biogasanlage. Beschriften Sie die Skizze und achten dabei auf eine normgerechte Schraffur.

### Vorteile der Perimeterdämmung:

- Weniger Energieverluste im Bauwerk
- Wärmebrückenfreie Konstruktion mit lastabtragender Perimeterdämmung ist möglich
- Schutz der Abdichtung
- Der erdberührte Baukörper wird im oberen Bereich vor großen Temperaturschwankungen geschützt
- Die Nutzfläche wird nicht verkleinert wie bei einer Innendämmung
- Durch den Einsatz von Schaumglas ergibt sich eine wirksame Dampfsperre auf der Außenseite des Bauwerks
- Die Oberflächentemperatur der Wand auf der Innenseite wird durch die Perimeterdämmung erhöht. Dadurch verringert sich die Gefahr der Taupunktunterschreitung und der damit verbundenen Schimmelbildungsfahr.

## Materialeigenschaften

Dämmstoffe	Dichte in kg/m <sup>3</sup>	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ bei 10	Druckfestigkeit 2% Stauchung N/mm <sup>2</sup>
EPS	20	0,037	0,01
EPS (hydrophobiert)	30	0,035	0,02
PUR	35	0,026	0,03
XPS	30	0,035	0,10
XPS	45	0,035	0,25
Schaumglas	115	0,038	0,6 ohne Stauchung
Schaumglas	130	0,040	0,9 ohne Stauchung

## Taupunkt

Der Taupunkt ist die Temperatur, bei der eine sich abkühlende Luft zu tauen beginnt und ein Teil ihres Wasserdampfes sich als flüssiges Tauwasser (=Kondenswasser) nieder zu schlagen beginnt.

Taupunkttemperaturen von Luft in °C bei der Temperatur T und der

### Dampfdiffusionswiderstandszahl $\mu$ (sprich: müh)

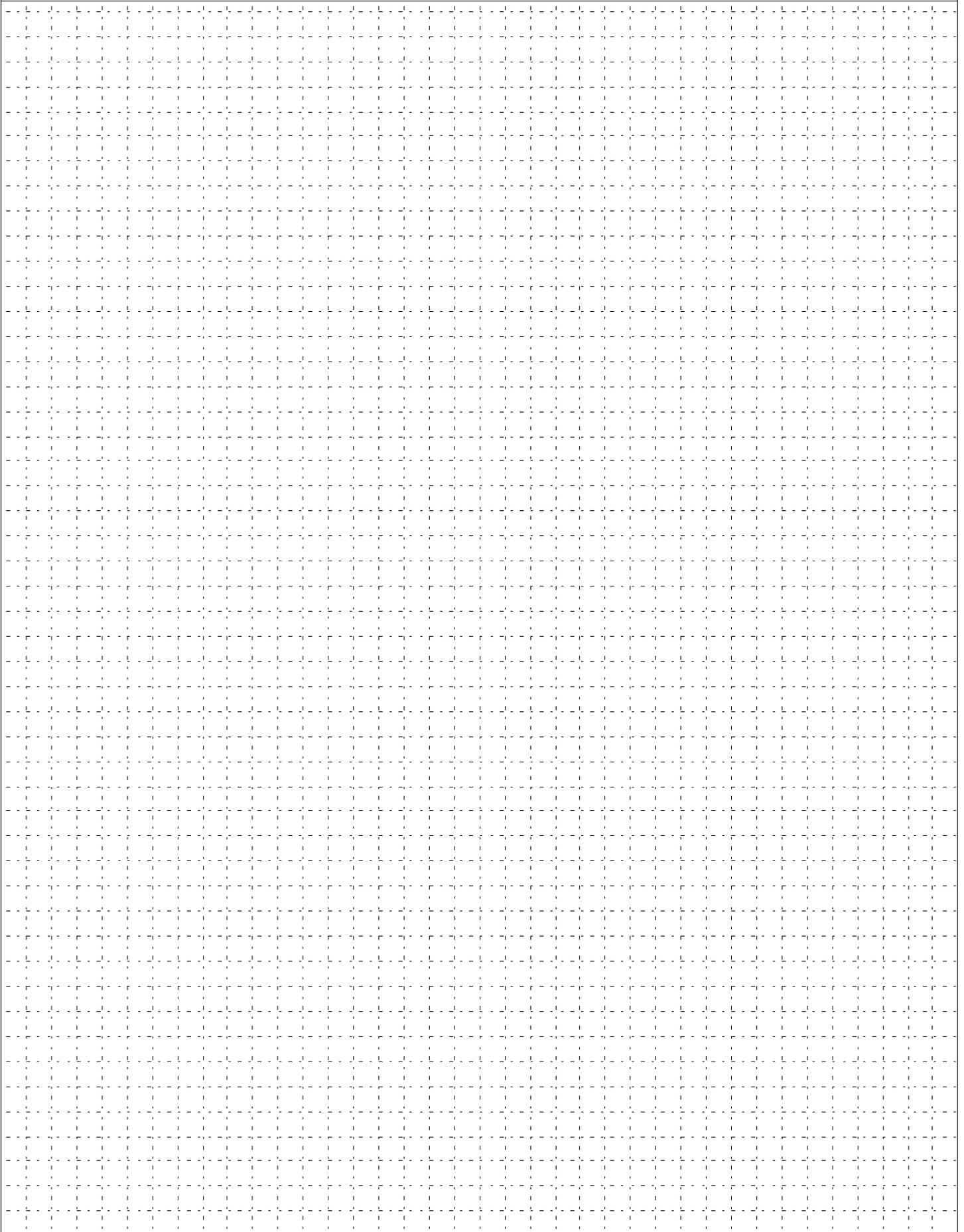
eines Bau- oder Dämmstoffes ist eine unbenannte Verhältniszahl, die angibt, wie viel mal größer sein Diffusionswiderstand als der von ruhender Luft ist.

$\mu$  von Luft = 1.

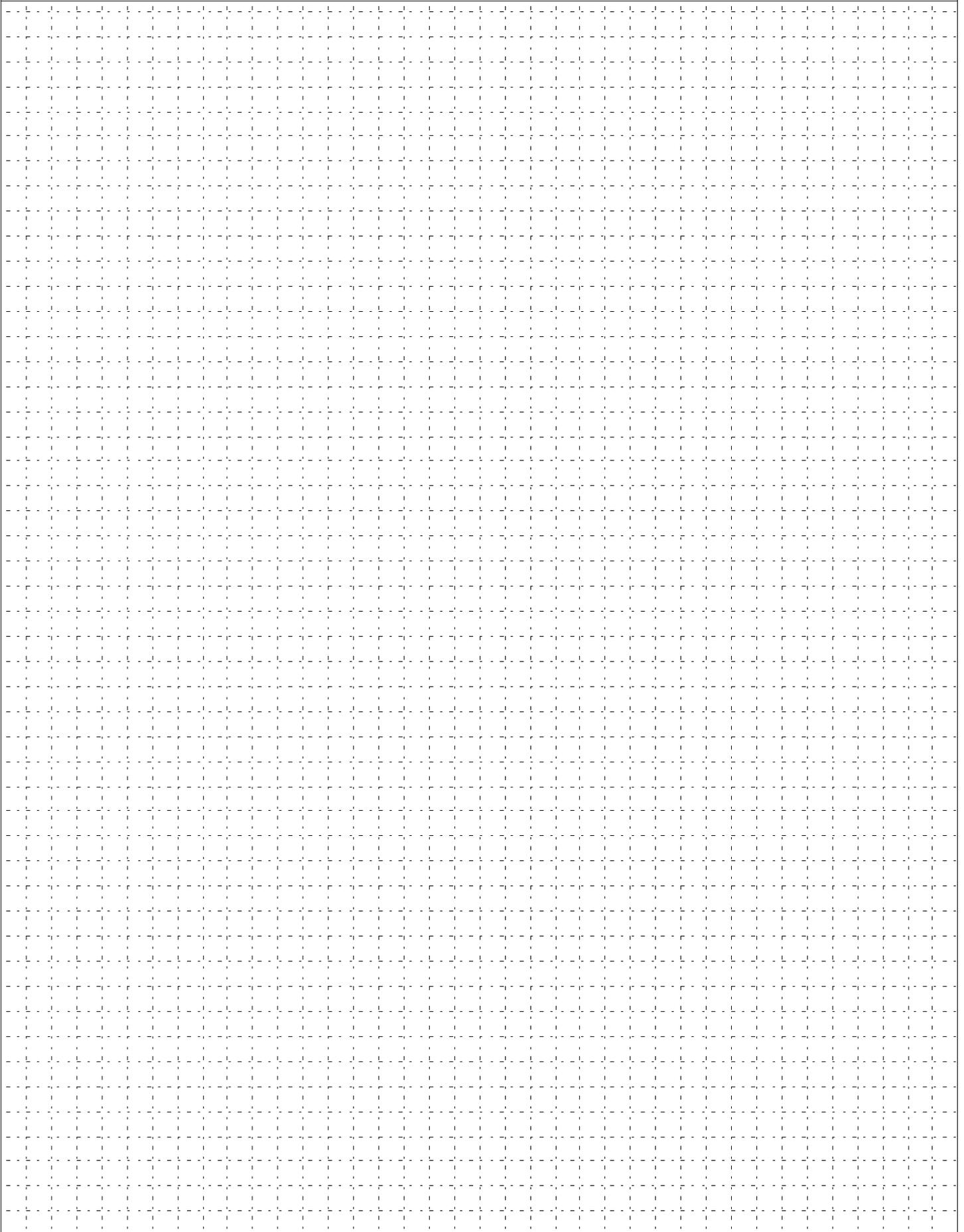
18. Welche Oberflächentemperatur muss die Kellerinnenseite mindestens aufweisen, damit es nicht zur Kondensation kommt, wenn folgende klimatische Bedingungen im Keller herrschen. Lufttemperatur 16° C und 75 % relative Luftfeuchte. Kreisen Sie den Wert in der Tabelle ein und schreiben Sie ihn heraus.

°C	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%
+30	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2
29	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2
28	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,1	24,2	25,2	26,2
27	15,7	17,2	18,6	19,8	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2
+26	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2
25	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,2	21,3	22,3	23,2
24	12,9	14,4	15,7	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3
23	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3
+22	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3
21	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3
20	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,5	17,4	18,3
19	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3
+18	7,4	8,8	10,1	11,3	12,4	13,5	14,5	15,4	16,3
17	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,4
16	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,5	12,5	13,4	14,3
15	4,7	6,0	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4
+14	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4
13	2,8	4,2	5,4	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4
12	1,9	3,2	4,5	5,6	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4
11	1,0	2,3	3,6	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4
+10	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4
9	-0,8	0,5	1,7	2,8	3,8	4,8	5,7	6,6	7,5
8	-1,6	-0,4	0,7	1,8	2,9	3,9	4,8	5,6	6,4
7	-2,4	-1,2	-0,2	0,9	1,9	2,9	3,8	4,7	5,5
+6	-3,2	-2,1	-1,0	-0,1	0,9	1,9	2,8	3,7	4,5
5	-4,0	-2,3	-1,9	-0,9	0,1	1,0	1,8	2,7	3,5
4	-4,8	-3,7	-2,7	-1,7	-0,9	0,0	0,9	1,7	2,5
3	-5,7	-4,6	-3,5	-2,6	-1,7	-0,9	-0,1	0,7	1,5

# Übungsaufgaben



# Übungsaufgaben





# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKS-B-Isoliererhandwerk**

Lernfeld 1.3

Wärmeschutz

Dämmen einer haustechnischen Anlage

Autor: Karlheinz Kermann, selbstst. Isoliermeister

Ulrich Büringer AFZ Nordschwaben



## Lernfeld: 3.0 Dämmen einer haustechnischen Anlage

### 1.1 Lernfeld - Einführung

Für das Dämmen einer haustechnischen Anlage werden in der Regel Mineralfaserprodukte wie alukaschierte Lamellenmatten oder alukaschierte Mineralfaserschalen verwendet. In Bereichen der Gebäude in den diese Anlagen hinter Verkleidung mit abgehängten Decken oder durch installierte Kanäle und Schächte verlaufen wird auf weitere Ummantelungen verzichtet. An sichtbaren Bereichen kann ein Oberflächenschutz mit PVC - Mantel erfolgen falls aus brandschutztechnischen Gründen dies möglich ist. In Stoßbereichen kann auch eine Blechummantelung ausgeführt werden.

#### Erforderliche Kenntnisse

- Physikalische Grundlagen
- Verschiedene Dämmstoffe
- Gesetze und Verordnungen
- Arbeitsschritte
- Zubehör
- Materiallisten
- Arbeitsschritte



Versorgungsleitungen an der Decke einer Halle



Offener Versorgungsschacht in einem Industriegebäude



Heizzentrale einer Wohnanlage -  
Dämmung mit PVC - Mantel



Kesselraum in einem Verwaltungsgebäude -  
Dämmung mit Blechmantel

## Lernfeld: 3.0 Dämmen einer haustechnischen Anlage

### 1.2 Wärmeübertragungsarten

#### Isolieren heißt:

- Dämmen gegen Wärme, Kälte und Schall
- Sperren gegen Feuchtigkeit
- Abschirmen gegen Strahlen
- Dämpfen gegen Schwingungen

Der Wärme- und Kälteschutz ist ein Teilgebiet der Wärmelehre. Die Unterscheidung zwischen Wärmeschutz und Kälteschutz geschieht aus praktischen Gründen.

Grundlage des Wärmeaustausches ist:

"Wärme fließt von Orten mit höherer Temperatur zu Orten mit niedriger Temperatur" also von der "warmen" Seite zur "kalten" Seite. Der Unterschied liegt nicht unbedingt bei + °C oder - °C.

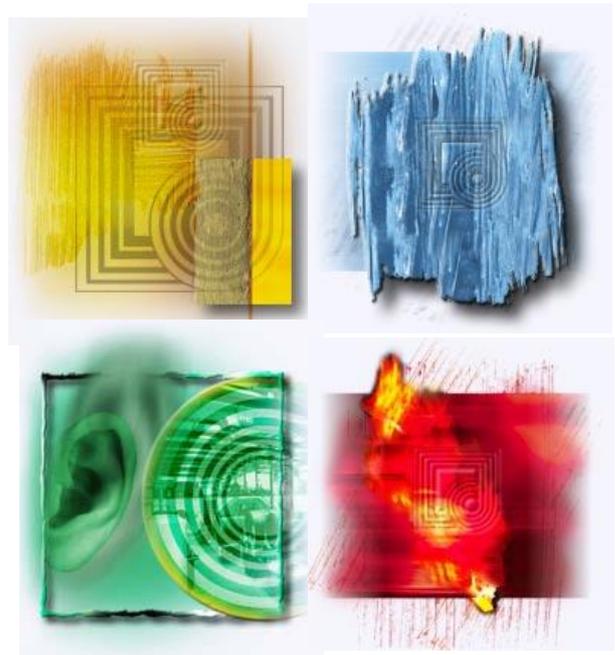
Wir können eine vollständige Wärmeübertragung nicht verhindern. Außer der Energieeinsparung sind dabei weitere Aufgaben zu erfüllen:

- Einhaltung bestimmter Oberflächentemperaturen z. B. Berührungsschutz,
- Verhinderung von Tauwasserbildung,
- Schutz gegen Erwärmung oder Auskühlung der Objekte bzw. der Luft,
- Schutz gegen Einfrieren,
- Kondensatanfall bei Dampfleitungen vermeiden.

Es gibt somit, physikalisch gesehen, keinen Unterschied zwischen Wärme und Kälte.

Zwischen zwei Stoffen von verschiedenen Temperaturen findet immer ein Wärmeaustausch statt. Die Wärme fließt immer in Richtung des Temperaturgefälles. Bei der Kälte-dämmung ist die Mediumtemperatur geringer als die Umgebungstemperatur, bei der Wärmedämmung umgekehrt. In der Isoliertechnik sind an diesem Prozess der Wärmeübertragung beteiligt:

- der wärmeabgebende Körper,
- die dämmenden Stoffe,
- der wärmeaufnehmende Körper, dies ist meistens die umgebende Luft.



Berührungsschutz aus Lochblech in einer Raffinerie



Kaltwasserleitungen mit flexiblen Elastomerschaum (FEF) gedämmt zur Tauwasserverhinderung

## Lernfeld: 3.0 Dämmen einer haustechnischen Anlage

Wärme ist physikalisch gesehen eine von mehreren Energieformen z.B. mechanische, thermische, elektrische, magnetische, chemische und atomare Energie.

Die Wärme kann auf drei Arten transportiert werden:

### 1.2.1 Wärmeleitung

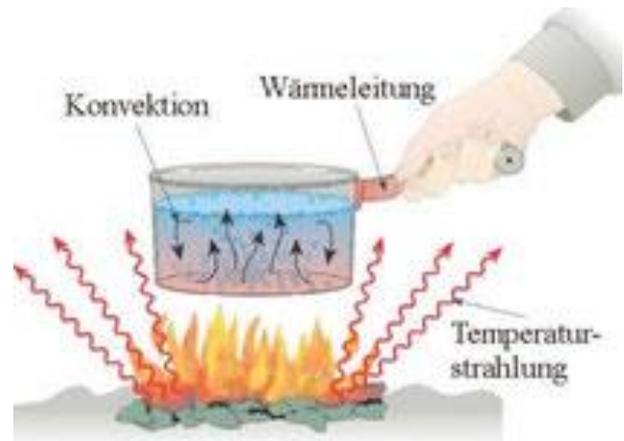
die Wärmeleitung erfordert physischen Kontakt zwischen den Stoffen oder Teilen von Stoffen, die Wärme austauschen.

In festen Stoffen, wie z. B. Eisen, Beton, geht die Wärmeübertragung nur durch Leitung bzw. durch den Dichteunterschied vor sich.

Unter Wärmeleitung versteht man den Wärmetransport in festen Stoffen über die Moleküle. Die Temperaturdifferenz zwischen der "warmen" zur "kalten" Seite ist dabei die treibende Größe.

### 1.2.2 Wärmestrahlung

die Wärmestrahlung hingegen erfordert keinen Kontakt der Stoffe. Die Wärmestrahlung tritt bei allen drei Aggregatzuständen auf, d. h. bei Gasen, Flüssigkeiten und bei festen Stoffen, soweit sie strahlungsdurchlässig sind. Sie unterscheidet sich von der Wärmeleitung und von der Konvektion dadurch, dass sie kein Medium benötigt. Eine Wärmeübertragung durch Strahlung tritt stets ein, wenn zwei Oberflächen unterschiedlicher Temperatur sich räumlich gegenüberstehen und sich ein strahlungsdurchlässiges Medium z.B. Luft oder Vakuum, zwischen ihnen befindet. Diese Wärme- und Lichtstrahlen sind elektromagnetische Wellen, ähnlich der Lichtstrahlen (z.B. Wärmestrahlung der Sonne). Je nach Temperatur der am Strahlungsaustausch beteiligten Stoffe und damit der Wellenlänge der abgegebenen Strahlung sowie den Strahlungseigenschaften der beteiligten Oberflächen, können diese mehr oder weniger Strahlungsenergie aussenden. Die Strahlungszahl der Stoffe hängt von der chemischen Zusammensetzung und von der Oberfläche ab, ob diese poliert, rau oder matt ist. Je größer das Ab-



sorptionsvermögen eines Stoffes ist, je größer ist auch sein Emissionsvermögen. Sehr gut reflektierende Flächen, z. B. blanke Metallflächen mit niedriger Strahlungszahl, absorbieren (aufnehmen) und emittieren (aussenden) die Wärmestrahlung nur wenig. Bei Sonnenbestrahlung ist eine niedrige Strahlungszahl wünschenswert, um Erwärmungen bei Außenflächen von Bauten, Kühlhäusern, Kühlwägen und Behältern u. ä. zu vermeiden. Eine hell, weiß gefärbte Oberfläche wirkt für Sonnenstrahlung geringer absorbierend, während die Wärmestrahlung bei Temperaturen bis ca. 500°C, wie sie bei betriebstechnischen Anlagen auftreten kann, handelt es sich meist um unsichtbare Wärmestrahlungen, die relativ stark absorbiert und nur wenig reflektiert wird.

### 1.2.3 Konvektion

die Konvektion läuft mit Hilfe der Bewegung einer Flüssigkeit oder eines Gases ab, die Kontakt zur Materie mit unterschiedlichen Temperaturen haben.

Sie wird auch als Wärmemitführung bezeichnet und ist der Transport von Wärme in Flüssigkeiten und Gasen. Bei der Erwärmung einer Flüssigkeit oder eines Gases, steigt das wärmere, weniger dichte Medium, also leichtere, nach oben, während das kältere, dichtere und somit schwerere Medium nach unten sinkt.

## Lernfeld: 3.0 Dämmen einer haustechnischen Anlage

Es handelt sich um "freie Konvektion", wenn die Bewegung auf Grund von natürlicher Schwerkraft als Folge von Dichteunterschi

den auftritt und "erzwungene Konvektion", wenn die Strömung durch Pumpen, Ventilatoren oder Wind verursacht wird.

### 1.2.4 Temperatur

Die Temperatur ist das Maß für den Wärmezustand eines festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffes. Sie hängt von der Bewegungsenergie der Moleküle ab. Das Ganze bleibt jedoch Theorie, denn der absolute Temperatur-Nullpunkt mit  $-273,15^{\circ}\text{C} = 0\text{K}$  ist technisch nicht realisierbar.

Heute sind mehrere verschiedene Temperaturskalen in Gebrauch. Es sind die Celsiusskala ( $^{\circ}\text{C}$ ), die Fahrenheitskala ( $^{\circ}\text{F}$ ) und die Kelvinskala ( $^{\circ}\text{K}$ ) als die internationale thermodynamische Temperaturskala.

Alle Substanzen können sich bei Temperaturveränderungen ausdehnen oder zusammenziehen, ihr elektrischer Widerstand verändert sich.

Die Celsiusskala mit einem Gefrierpunkt von  $0^{\circ}\text{C}$  und einem Siedepunkt von  $+100^{\circ}\text{C}$  ist auf der ganzen Welt weit verbreitet, besonders im wissenschaftlichen Bereich.

### 1.2.5 Wärmemenge Q

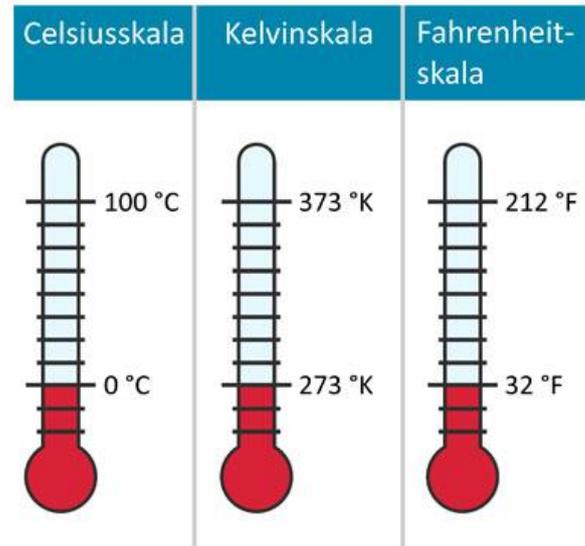
Die Wärmemenge ist ein Maß für die Summe der kinetischen Energien aller Moleküle eines Stoffes. Energie, die mit Bewegung in Verbindung steht, bezeichnet man als kinetische Energie oder Bewegungsenergie.

Bei wärmeren Stoffen ist die Molekularbewegung stärker als bei kälteren, siehe heiße Ofenplatte. Hier ist die Bewegung so stark, dass sie bei Berührung unsere Haut verbrennt.

Sie gibt die gesamte Bewegungsenergie der Moleküle eines Stoffes an. Die Maßeinheit der Wärmemenge Q ist Joule [J oder kJ]. ( $1\text{kJ} = 1000\text{J}$ ).

### 1.2.6 Spezifische Wärmekapazität c

Die spezifische Wärmekapazität ist ein Stoffwert und beschreibt die Wärmemenge die notwendig ist, um die Temperatur eines Stoffes um 1 K zu erhöhen. Bei Wasser be-



trägt die spezifische Wärmekapazität die Wärmemenge die notwendig ist, um 1 kg Wasser von  $14,5^{\circ}\text{C}$  auf  $15,5^{\circ}\text{C}$ , also um 1 K bei atmosphärischem Druck zu erwärmen. Die Wassertemperatur ist angegeben, weil von der Temperatur auch in geringem Maße die spezifische Wärmekapazität abhängt. 4187 Joule sind notwendig, um 1 Gramm Wasser um 1 K zu erwärmen. Das Produkt aus der Masse eines Stoffes und seiner spezifischen Wärme nennt man die Wärmekapazität dieses Körpers, d.h. soviel Wärme muss der Stoff jeweils aufnehmen, wenn er um 1 K (Kelvin) wärmer werden soll. Diese notwendige Wärmemenge nennt man die spezifische Wärmekapazität c.

Die Einheit ist J (Joule) oder kJ (kilojoule) je kg Masse und je K Temperaturdifferenz.

Die Übertragung von Wärme ist ein Energietransport. Zwischen zwei Stoffen verschiedener Temperatur findet immer eine Wärmeübertragung statt. Sie kann auch durch Dämmungen nicht völlig unterbunden werden

## Lernfeld: 3.0 Dämmen einer haustechnischen Anlage

**1.3 Dämmstoffe für Wärme und Kälteschutz****1.3.1 Natürliche anorganische Stoffe**

Ton  
Vermiculite  
Kieselgur



Vermiculite      Hochofenschlacke  
Blähperlite      Liapor

**1.3.2 Künstliche anorganische Stoffe**

Calciumsilikat (CS),  
Calcium-Magnesium-Silikat (CMS),  
Keramikfaser (nur bedingt zu verwenden, Krebsgefahr),  
Mineralwolle (MW): Glaswolle, Schlackenwolle, Steinwolle  
Mikroporöse Dämmstoffe,  
Schaumglas (CG)  
Blähperlite,



Glaswolle      Mineralwolle

**1.3.3 Natürliche, im allgemeinen organische Stoffe**

Baumwolle, Schafwolle, Kork, Flachs, Hanf, Stroh, Zellulose, Holzfasern.



Holzwolle      Jute  
Schafwolle      Hanf

**1.3.4 Künstliche organische Stoffe**

Elastomere (FEF),  
Polystyrol Partikelschaum (EPS),  
Extrudiertes Polystyrol (XPS),  
Melaminharzschaum ,  
Polyurethan - Ortschaum (PU)  
Polyurethan - Hartschaum (PU)  
Polyiso-Hartschaum (PIR),  
Phenolharzschaum (PF),  
Polyethylenschaum (PEF).



Thermoplaste      Elastomere (FEF)

## Lernfeld: 3.0 Dämmen einer haustechnischen Anlage

Ausschlaggebend ist allein die Richtung des Temperaturgefälles. Man spricht von Wärmeschutz, wenn die Temperatur der zu isolierenden Anlage oberhalb der umgebenden Luft liegt, d. h. das Temperaturgefälle erfolgt von innen nach außen.

Kälte-dämmungen sind dann auszuführen, wenn die Temperatur der zu isolierenden Anlage unterhalb der Temperatur der umgebenden Luft liegt, d. h. das Temperaturgefälle ist von außen nach innen gerichtet.

Die Bedeutung des technischen Wärme und Kälteschutzes kann man allein daraus ersehen, dass Energieeinsparungen von bis zu 90% möglich sind.

Volkswirtschaftliche Bedeutung des Wärme- und Kälteschutzes: Die ständige Erwärmung der Erde in Zusammenhang mit dem Klimaschutz erfordern gerade vom Isoliergewerbe, vom Handwerk bis zur Industrie, eine optimale Beratung in allen Energiefragen sowie eine sach- und fachgerechte Ausführung aller Dämmarbeiten.

### 1.4 Verschiedene Gesetze und Verordnungen

u.a. die GEG 2020 sowie VDI 4610, DIN 1988 und die DIN 1946 fordern uns auf, Energie-sparmaßnahmen auf allen Gebieten durchzuführen. Dies gilt nicht nur im Hochbau sondern in allen Bereichen des Wärme- und Kälteschutzes, u. zw. an betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der technischen Gebäudeausrüstung.

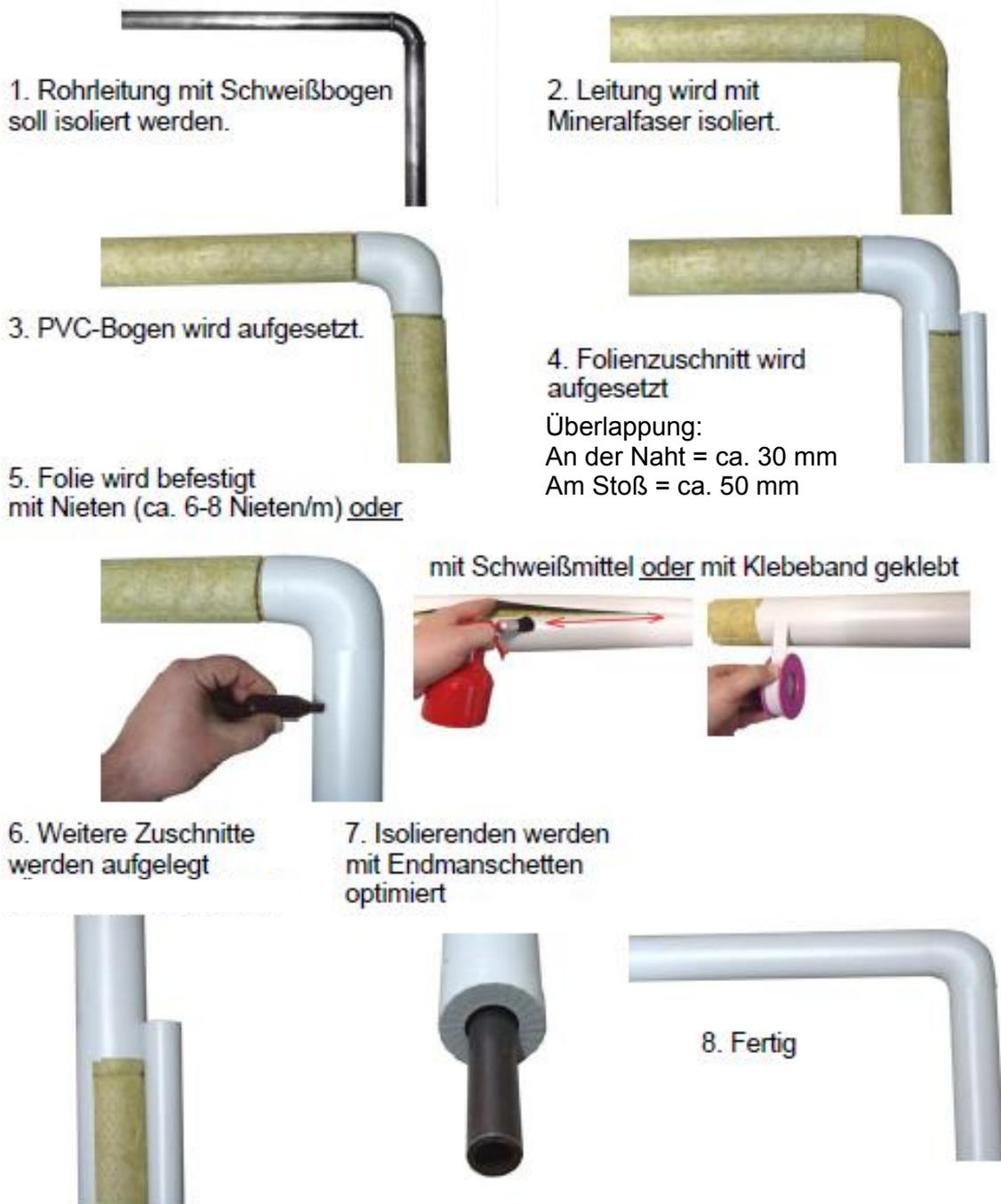
Der Kälteschutz sei hier besonders erwähnt, da hier die teuerste Energie zu erzeugen und vom Isolierer zu dämmen ist. Kälte über eine Stromversorgung erzeugen, die die Kompressoren (Verdichter) antreibt, um dann über einen Kreislauf die Kälte zu den Kühlaggregaten zu bringen. Durch diese wird dem zu kühlenden Gut die Wärme entzogen, damit sinkt die Temperatur.

Zeile	Art der Leitungen/Armaturen	Mindestdicke der Dämmschicht, bezogen auf eine Wärmeleitfähigkeit von 0,035 W/(m·K)
1	Innendurchmesser bis 22 mm	20 mm
2	Innendurchmesser über 22 mm bis 35 mm	30 mm
3	Innendurchmesser über 35 mm bis 100 mm	gleich Innendurchmesser
4	Innendurchmesser über 100 mm	100 mm
5	Leitungen und Armaturen nach den Zeilen 1 bis 4 in Wand- und Deckendurchbrüchen, im Kreuzungsbereich von Leitungen, an Leitungsverbindungsstellen, bei zentralen Leitungsnetzverteilern	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
6	Wärmeverteilungsleitungen nach den Zeilen 1 bis 4, die nach dem 31. Januar 2002 in Bauteilen zwischen beheizten Räumen verschiedener Nutzer verlegt werden	1/2 der Anforderungen der Zeilen 1 bis 4
7	Leitungen nach Zeile 6 im Fußbodenaufbau	6 mm
8	Kälteverteilungs- und Kaltwasserleitungen sowie Armaturen von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen	6 mm

DN	Kupferrohre	Stahlrohre	Kunststoff	Dämmdicke (mm)	
	Äußerer Rohr-Ø (mm)	Äußerer Rohr-Ø (mm)	Äußerer Rohr-Ø (mm)	0,035 W/(m·K)	0,040 W/(m·K)
6		10,2		20	30
8	10	13,5		20	30
10	12/15	17,2	14/16	20	30
15	18	21,3	20	20	30
20	22	26,9	25	20	30
25	28	33,7	32	30	40
32	35		40	30	40
32		42,7		40	50
40	42		50	40	50
40		48,3		50	60
50	54		63	50	70
50		60,3		60	70
	64			60	80
65	76			80	100
65		76,1	75	70	90
80	89	88,9		100	110
100	108	114,3	110	100	130
>100				100	130

## Lernfeld: 3.0 Dämmen einer haustechnischen Anlage

## 1.5 Arbeitsschritte - Mineralwolledämmung mit PVC - Mantel



## Bestandteile:



PVC-Bogen,



PVC-Zuschnitt,



entweder Nieten und Werkzeug, oder Klebeband, oder Schweißmittel,



Endmanschette

## Lernfeld: 3.0 Dämmen einer haustechnischen Anlage

### 6. Dämmen einer Heizungs- und Brauchwasserrohren

#### 6.1. Heizraum in einem Einfamilienhaus

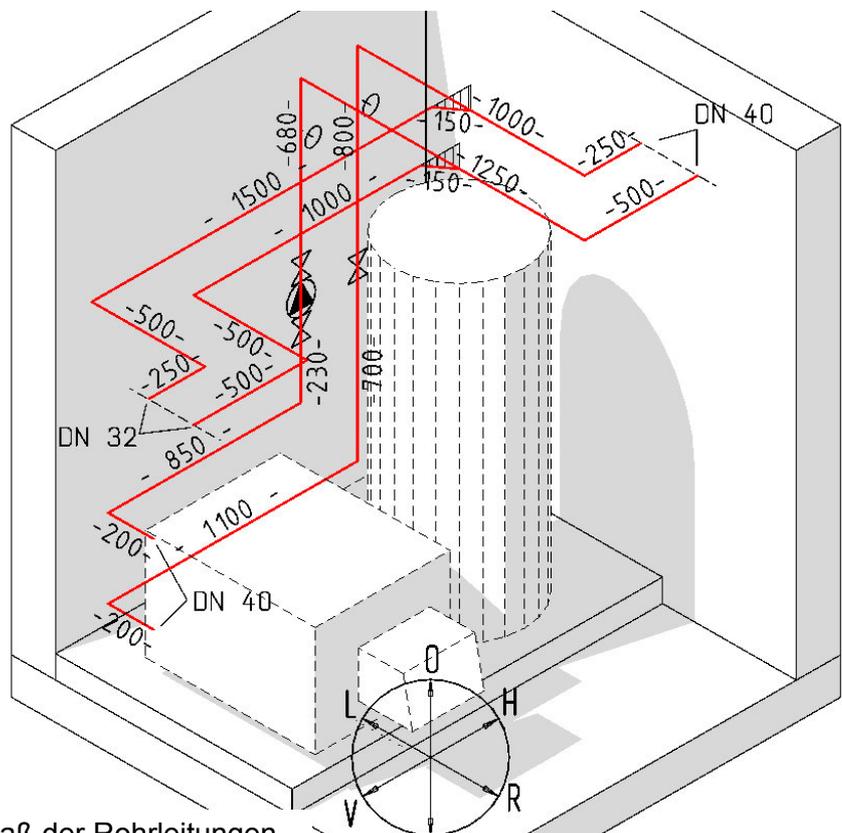
In einem Wohnhaus sind die Heizungsleitungen zu isolieren. Sie müssen nach den GEG-Richtlinien gegen Wärmeverluste gedämmt werden. Der Oberflächenschutz für den Dämmstoff besteht aus PVC-Ummantelung. Die Endstellen werden mit Endmanschetten versehen. Die Rohrbögen werden als Fertigteile montiert. Die Stöße werden nur an den Bogen- und Bogenteilen mit selbstklebenden PVC-Bändern versehen. Die Längsnähte werden mit PVC-Nieten oder mittels Quellschweißmittel befestigt. Als Dämmstoff werden Mineralfaserschalen verwendet.

##### 6.1.1. Aufgabenstellung:

- Rohrleitungen: Geschweißte Stahlrohre
- Dämmdicke: 100 % nach Gebäudeenergie Gesetz (GEG).
- Dämmstoff: Rohrschalen nach DIN 4140 aus Mineralwolle, Baustoffklasse A2, Wärmeleitfähigkeit =  $0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ .
- Oberflächenschutz: Ummantelung aus PVC-Hartfolie, 0,35 mm dick, Baustoffklasse B1(schwerentflammbar) gem. DIN 4102 T1.



Foto der Aufgabe



Aufmaß der Rohrleitungen



## Lernfeld: 3.0 Dämmen einer haustechnischen Anlage

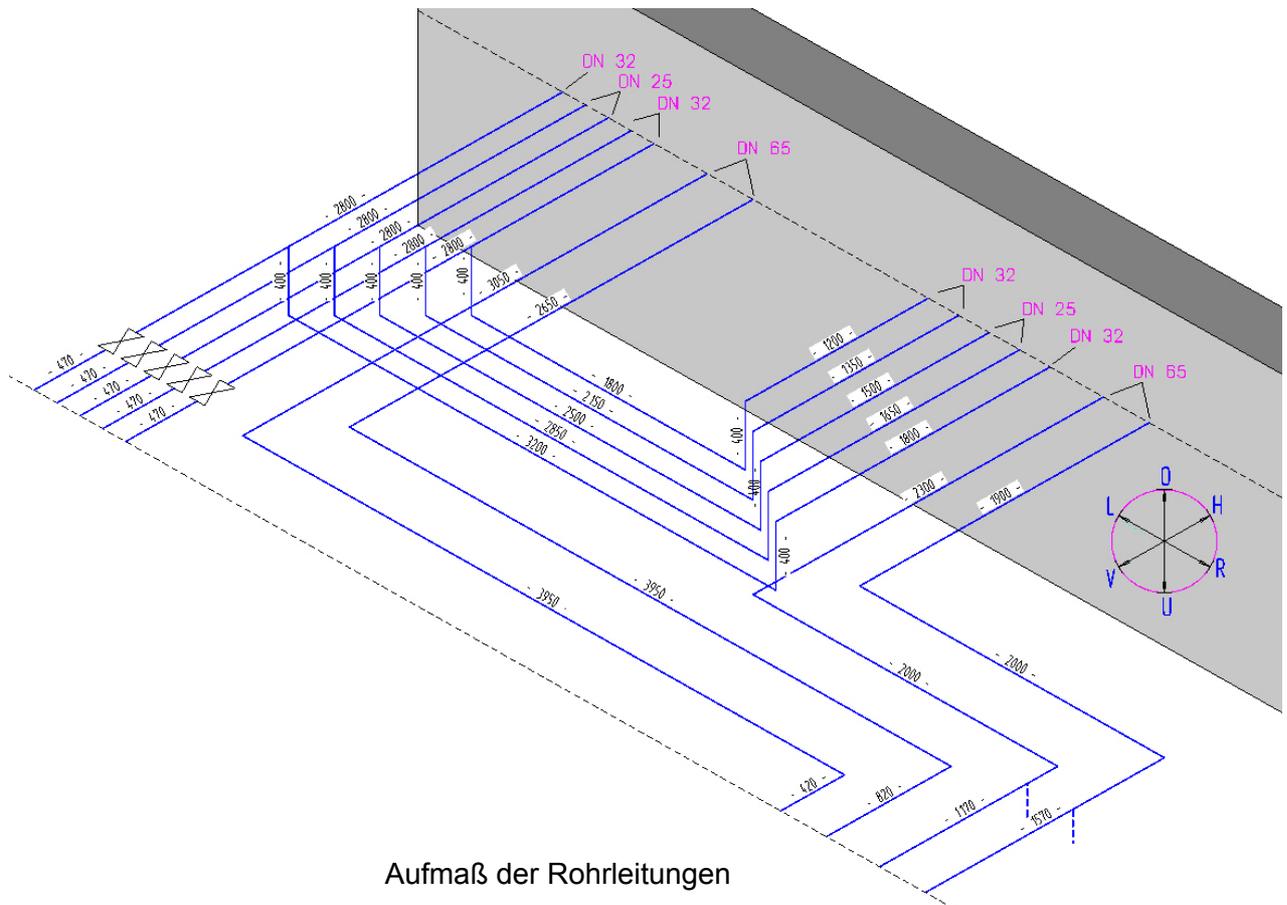
### 6.2. Heizungs- und Warmwasserleitungen in einem Wohn- und Geschäftshaus

#### 6.2.1. Aufgabenstellung:

- Rohrleitungen: Geschweißte Stahlrohre
- Dämmdicke: nach Gebäudeenergie Gesetz (GEG).
- Dämmstoff: Rohrschalen nach DIN 4140 aus Mineralwolle, Baustoffklasse A2, Wärmeleitfähigkeit =  $0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ .
- Oberflächenschutz: Ummantelung aus PVC-Hartfolie, 0,35 mm dick, Baustoffklasse B1(schwerentflammbar) gem. DIN 4102 T1.



Foto der Aufgabe







# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKSB-Isoliererhandwerk**

Lernfeld 1.4

Wärmeschutz

Beschichten und Bekleiden eines Bauteils

Ulrich Büringer AFZ Bauinnung Nordschwaben



## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.1 Lernfeld - Einführung

Nach Abschluss der Dämmarbeiten ist es erforderlich wegen der geringen Witterungsbeständigkeit und Druckfestigkeit der Dämmstoffe diese mit einem geeigneten Schutzmantel zu versehen. Er sorgt dafür, dass das Volumen der Dämmung, auf dem die isolierende Wirkung beruht, stets erhalten bleibt. Bei der Auswahl muss unter anderem bedacht werden, wieweit eine Oberfläche mechanisch belastet wird und welche Anforderungen das Umfeld an sie stellt (z. B. Hygiene in der Lebensmittelbranche).

#### Beispiele für die Anforderungen an einen Oberflächenschutz

#### Erforderliche Kenntnisse

- Ummantelungsarten
- Eigenschaften
- Handelsformen
- Kennzeichnung und Maße
- Werkzeuge und Maschinen
- Bearbeitung
- Aufrisse
- Abwicklungen
- Materiallisten
- Arbeitsschritte



Heizungsverteiler im Keller eines Verwaltungsgebäude



Warmwasserspeicher in einer Essenzen-Fabrik



Anlage in der chemischen Industrie in mit Abgasen belasteter Atmosphäre



Klimaanlage auf einem Einkaufszentrum am Stadtrand

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.2 Ummantelungen / Oberflächenschutz

Ummantelungen für Wärme- und Kälteschutz schützen die Dämmung vor mechanischen Einwirkungen, verhindern chemische Einflüsse und schützen vor Eindringen von Feuchtigkeit. Bei der Auswahl der Ummantelungen spielen ungleichmäßige Oberflächentemperaturen bedingt durch Wärmebrücken oder Sonneneinstrahlung eine Rolle, aber auch das Aussehen. Werbeeffekte und in einigen Fällen auch die statischen Erfordernisse müssen Berücksichtigung finden. Werden kunststoffbeschichtete Ummantelungsbleche eingesetzt, so muss evtl. das Brandverhalten beachtet werden.

#### 1.2.1 Stahlblech

Stahlbleche werden unterteilt nach Grobbleche, Mittelbleche und Feibleche. Feibleche werden für Wärme- und Kälteummantelungen verwendet. Feibleche weisen eine Dicke von 0,40 bis 3,00 mm auf und werden in Tafeln von 1000 x 2000, 1250 x 2000, 1500 x 3000 mm und Kleincoils mit einem Ringinnendurchmesser von 310 mm hergestellt und geliefert mit Längen von 20 m - 40 m. Auch Großcoils bis zu 5 t und mehr werden geliefert.

##### 1.2.1.1 Transport und Lagerung

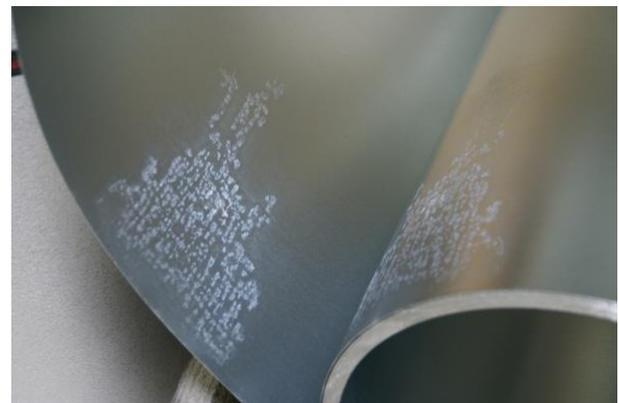
Ein wichtiger Punkt sollte besonders beachtet werden, der für alle Blechsarten gilt: Zwischen den liegenden Tafelblechen, Profilblechen und in den Windungen der Blechcoils darf keine Feuchtigkeit eindringen. Vor allem bei größeren Temperaturunterschieden beim Transport im Winter und Lagerung in den Hallen und Werkstätten können Korrosionen auftreten, die sich als Weißrost an den Oberflächen bilden. Bis zur Verarbeitung müssen Lagerung und Verpackungen aufeinander abgestimmt werden.

Nr.	Ummantelungsarten	Oberflächentemperaturen		
		> 60 °C	≤ 60 °C	≤ 50 °C
1	Verzinktes Stahlblech	X	X	X
2	Nichtrostendes Edelstahlblech	X	X	X
3	Aluminiumblech, Aluminiumfolie, Grobkorn	X	X	X
4	Kunststoffbeschichtetes Stahlblech		X	X
5	Kunststoffbeschichtetes Aluminiumblech		X	X
6	Bitumenklebblätter und -bandagen			X
7	Bitumenbahnen			X
8	Kunststoffblätter und -folien			X
9	Plastische Massen			X
10	hydraulisch abbundene Massen			X

Maximale Oberflächentemperaturen für Ummantelungen



Abrollvorrichtung für einen Kleincoil



Weißrost an einem Blechcoil

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.2.2 Verzinktes Stahlblech

Feuerverzinktes Stahlblech der Stahlsorte DX 51 D als Feinblech kommt in den meisten Anwendungsbereichen, bei denen keine besonderen Ansprüche an der Korrosionsbeständigkeit gestellt werden zum Einsatz. Sie besitzen einen Zinküberzug von mindestens 275 g/m<sub>2</sub> (beide Seiten zusammen). Zink schützt Stahl in zweifacher Weise: bei Korrosionsbelastung „opfert“ sich der Zinküberzug, erst danach wird das Grundmaterial „Stahl“ angegriffen. Diese Schutzwirkung gilt auch für die Schnittkanten. Darüber hinaus bildet Zink bei Bewitterung festhaftende Schutzschichten, die auch bei Beschädigungen ihre Schutzwirkung nicht verlieren. Bei ebenen Flächen bzw. begehbaren wärmegeprägten Oberflächen werden dickere oder profilierte Bleche mit verstärkten Stützkonstruktionen verwendet. Für die Verschraubung sind verzinkte oder kadmierte Blechtreibschrauben zu verwenden.

Blehdicken in mm	Gewicht in kg/ m <sup>2</sup>
0,40	3,20
0,50	4,00
0,56	4,40
0,63	5,00
0,70	5,50
0,75	5,50
0,80	6,30
0,88	6,90
1,00	8,00
1,20	9,40
1,50	11,80

Blehdicken und Gewichte für Stahlbleche

Oberflächennomenklatur:

N= Normale Zinkblume

M= Feine Zinkblume

C= chemisch passiviert

O= geölt

P= phosphatiert

S= versiegelt

#### Oberflächenausführungen

Normale Zinkblume (N) ist das Aussehen des Überzugs, das sich bei unbeeinflusster Erstarung einstellt. Kleine Zinkblume (M) wird erhalten, wenn der Erstarungsvorgang gezielt beeinflusst wird. Im Allgemeinen sind die Grenzen der Kristallite mit dem bloßen Auge nicht mehr erkennbar. Eine ausgeprägte Zinkblume ist auf Wunsch lieferbar.

Stahlsorten; Name und Normbezeichnung	Streckgrenze <sup>1)</sup>	Zugfestigkeit
	R <sub>po,2</sub> N/mm <sup>2</sup>	R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>
<b>Weiche Stähle zum Kaltumformen</b>		
<b>Feuerverzinktes Feinblech (Z) und Feuerverzinktes Feinblech Galvannealed (ZF) nach DIN EN 10 142</b>		
DX51D+Z; +ZF;		max. 500
DX52D+Z; +ZF;	max. 300 <sup>2)</sup>	max. 420
DX53D+Z; +ZF;	max. 260	max. 380
DX54D+Z; +ZF;	max. 220	max. 350
DX56D+Z; +ZF;	max. 180	max. 350
<b>GALFAN® (ZA) nach DIN EN 10 214 und GALVALUME® (AZ) nach DIN EN 10 215</b>		
DX51D+ZA; +AZ		max. 500
DX52D+ZA; +AZ	max. 300 <sup>2)</sup>	max. 420
DX53D+ZA; +AZ	max. 260	max. 380
DX54D+ZA; +AZ	max. 220	max. 350
DX56D+ZA	max. 180	max. 350
<b>Feualuminiertes Feinblech fal (AS) nach DIN EN 10 154</b>		
DX51D+AS; (Grundgüte A)		max. 500
DX52D+AS; (Tiefziehgüte Bg)	max. 300	max. 420
DX53D+AS; (Tiefziehgüte C)	max. 260	max. 380
DX54D+AS; (Sondertiefziehgüte D)	max. 220	max. 360
DX55D+AS; (Werksondergüte T)	max. 240	max. 370
DX56D+AS; (Extratiefziehgüte)	max. 180	max. 330

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### Oberflächenarten

A, B, C nach DIN EN 10 142 in Abhängigkeit von Auflage und Sorte. B und C werden durch Kaltnachwalzen (Dressieren) erzielt.

### Oberflächenbehandlung/-schutz

Chemisch passiviert (C), geölt (O), chemisch passiviert und geölt (CO), phosphatiert (P), phosphatiert und geölt (PO), versiegelt (S).

### Dünnschichtbeschichtung

Zusätzliche leitfähigkeitspigmentierte, ca. 3 – 6 µm dicke organische Schicht zur Verbesserung des Korrosionsschutzes und der Schweißbarkeit.

### Toleranzen

Grenzabmaße und Formtoleranzen nach DIN EN 10 143.



Zinkblume

### 1.2.3 Aluminisiertes Stahlblech

Aluminisiertes Stahlblech ist ein im Sendzimir-Verfahren mit Reinaluminium (Massenanteil an weichem Aluminium  $w(\text{AL}) = 99,3\%$ ) beschichtetes Stahlblech. Es bietet die Oberflächeneigenschaften von Aluminium in

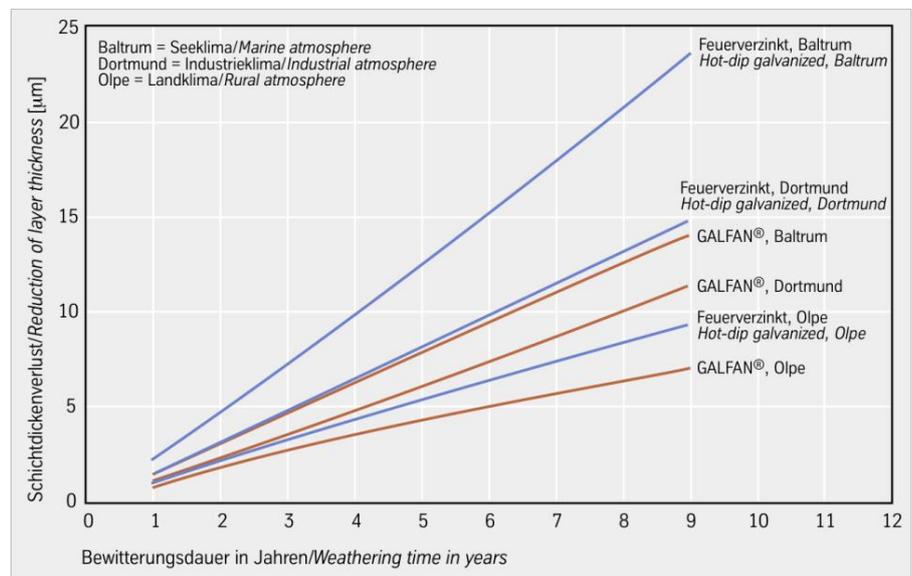
Verbindung mit der höheren Festigkeit und Feuerwiderstandsdauer von Stahl. Der Aluminiumüberzug beträgt mindestens  $150\text{ g/m}^2$  (beide Seiten zusammen). Aluminium ist säurebeständiger im Vergleich zu Zink.

### 1.2.4 Aluminium (AL)-Zink (ZN)-beschichtetes Stahlblech

AL-ZN-beschichtete

Stahlbleche sind kalt gewalzte Stahlbleche, deren Oberflächen mit einer Legierung aus 55 % Aluminium, 43,4 % Zink und 1,6 % Silicium beschichtet sind. Die flächenbezogene Masse des Überzuges beträgt mindestens  $185\text{ g/m}^2$  (beide Seiten zusammen).

AL-ZN-beschichtetes Stahlblech ist in der Industrieatmosphäre widerstandsfähiger als feuerverzinktes Stahlblech. (Galvalume von Thyssen-Krupp)



## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.2.5 Kunststoffüberzogene Bleche

Darunter versteht man Verbundwerkstoffe und sie bestehen aus verzinkten Stahlblechen, die ein- oder beidseitig mit Kunststoff (z. B. PVC, ungesättigte Polyesterharze,

Teflon) beschichtet sind. Für Verschraubungen sind Blechtreibschrauben aus nichtrostendem Stahl zu verwenden. (Platal, Pladur)

### 1.2.6 Nichtrostender Stahl

Bei besonders starken Korrosionseinwirkungen, wie sie im Industriebau und im Anlagenbau häufig vorkommen, kann der Einsatz von Edelstahl, trotz des verhältnismäßig hohen Preises, sinnvoll oder sogar notwendig sein. Mit Edelstahl wird in der Praxis der Teilbereich der „nichtrostender austenitischen Stähle“ bezeichnet. Der wichtigste Legierungsbestandteil Chrom muss mit einem Anteil von mindestens 12 % vertreten

sein. Mit höherem Gehalt steigt auch die Beständigkeit. Weitere Verbesserungen werden durch Zusatz von Nickel und schließlich nochmals durch Molybdän oder Titan erreicht.

Für tragende Bauteile müssen nichtrostende Stähle bauaufsichtlich zugelassen sein. Die derzeit zugelassenen Legierungen und ihre fachgerechten Bezeichnungen sind aus der Tabelle zu ersehen.

### Beispiele V2A/ V4A

Werkstoffnummer	Festigkeitsklasse	Zusammensetzung [%]					Bezeichnung
		C	Cr	Ni	Mo	Ti	
1.4301	jeweils	$\leq 0,07$	17,0-20,0	8,5-10,0	-	-	1.4301 E 225
1.4401	E 225	$\leq 0,07$	16,5-18,5	10,5-13,5	2,0-2,5	-	1.4414 E 225
1.4541	und	$\leq 0,10$	17,0-19,0	9,0-11,5	-	$\geq 5 \times \% C$	1.4541 E 225
1.4571	E 355	$\leq 0,10$	16,5-18,5	10,5-13,5	2,0-2,5	$\geq 5 \times \% C$	1.4571 E 225

oder E 335

### 1.2.7 Kupfer

Die Dichte von Kupfer liegt bei 8930 kg/m<sup>3</sup>, das Kupfer schmilzt bei ca. 1083 °C.

Chemisches Zeichen für Kupfer ist Cu. In der Isoliertechnik wird Kupfer in noch in Brauereien, im Baubereich für Spenglerarbeiten verwendet. Kupfer lässt sich sehr gut mit verschiedenen Metallen legieren:

Kupfer + Zink = Messing,

Kupfer + Zinn = Bronze,

In normaler, unverschmutzter Luft ist Kupfer beständig. Nach einiger Zeit bildet sich eine grünliche, guthaftende Schutzschicht, die Patina (oder Grünspan).

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.2.8 Aluminium

Reines Aluminium ist ein sehr weiches Metall und deshalb als Konstruktionswerkstoff nur bedingt geeignet. Durch Zugabe verschiedener anderer Metalle lassen sich jedoch Legierungen herstellen, deren Eigenschaften eine weite Spanne umfassen.

Aluminium und seine Legierungen rosten nicht. Auf ungeschützten Oberflächen bildet sich durch die Reaktion des Metalls mit dem in der Luft enthaltenen Sauerstoff eine festhaftende wasserunlösliche Oxidschicht von stumpfgrauem Aussehen. Sie wirkt dann wie eine Schutzschicht.

Eine derartige Schicht lässt sich auch von vornherein werksmäßig erzeugen. Die größte Bedeutung hat die anodische Oxidation, auch als Eloxal-Verfahren bekannt.

Die für den WKSB – Bereich üblichen Aluminiumbleche sind in der DIN EN 573–3 genormt und haben folgende Bezeichnungen:

Blehdicken in mm	Gewicht in kg/m <sup>2</sup>
0,20	0,54
0,30	0,81
0,40	1,08
0,50	1,35
0,60	1,62
0,70	1,89
0,80	2,16
1,00	2,70
1,20	3,24

Blehdicken und Gewichte für Aluminiumbleche

	Zustand	Beständigkeit*) gegen Meerwasser	Beständigkeit*) gegen Witterung
EN AW–1050A [Al 99,5]	weich“ „O“ bis höchstens „viertelhart“ (H22 – H32)	3 (befriedigend),	2 (gut)
EN AW–5754 [Al Mg3]	weich bis viertelhart	1 – 2 (sehr gut – gut)	1 (sehr gut)
EN AW–5049 [Al Mg2Mn0,8]	weich bis viertelhart	1 (sehr gut)	1 (sehr gut)

\*) Es sind relative Bewertungen der Aluminiumwerkstoffe – keine Normwerte.

Außer glatten Oberflächen wird eine Reihe von geprägten Oberflächen z. B. , Stucco Design längsgeriffeltes und quengeriffeltes Blech hergestellt. Ebenso ist eine Vielzahl von Profilblechen als Trapez- oder Wellprofilen lieferbar.

### 1.2.9 Ummantelung aus geprägten Aluminium-Folien

Aluminiumfolien nach E DIN EN 546-1 erhalten eine aussteifende Flächenstruktur durch Prägung und werden bei der Herstellung durch eine besondere Verformung mit einer bleibenden Krümmung (Rollneigung) versehen.



Doppelbogen aus Aluminiumblech STUCCO Design

Die Mindestdicke beträgt 0,2 mm. Geprägte Aluminiumfolien und daraus gefertigte Formteile – tiefgezogen oder im Segmentschnitt gefertigt – werden an den Längsüberlappungen verbunden mit: Blindniete, Steckniete,

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

Schrauben, selbstklebende Bänder, Sonderverschlüsse. Es dürfen nur Verbindungsmittel aus Kunststoffen oder korrosionsgeschützten Metallen verwendet werden. Bei Nieten und Schrauben sind je Meter **mindesten 8 Stück** zu verwenden.

An den Enden der Dämmung sind Manschetten aus Kunststoffen oder korrosionsgeschützten Metallen anzubringen. Die Manschetten decken gleichzeitig die Stirnseiten ab.



Bogen aus "Grobkorn"

### 1.2.10 Glasfaserverstärkte Kunststoffe (GFK)

Sie bestehen aus einer Kombination von Glasfasermaterialien (Einzelfasern, Faserstränge bzw. Rovings, Garne, Gewebe, Gewirke, Glasseidenfasern, Glasvliese usw.) mit Kunststoffen (i. a. Melanin-, Phenol-, Polyester-, Vinyl-, Epoxyharze usw.).

Oberer Anwendungsgrenzttemperatur: 150 bis 200°C je nach Harz. Die Matten können im Nassverfahren aufgetragen werden. Den Harzen wird ein Härter zugesetzt. Polyesterharze können auch unter UV – Licht aushärten, die Matten sind dann mit Harz vorgetränkt. So erzielt man eine gleichmäßige Dicke.



Glasfaserverstärkte Polyesterplatte

## 1.3 Werkzeuge und Maschinen

### 1.3.1 Anreißwerkzeuge

Im Handwerk der Isolierungen werden im Allgemeinen Aufrisse und Abwicklungen im Maßstab 1:1 auf das zu bearbeitende Blech aufgerissen. Die hierzu erforderlichen und gebräuchlichsten Werkzeuge sind Reißnadel, Zirkel (Feststellzirkel), Anreißlehren, Gliedermaßstab (Metermaß, Zollstock), und Anschlagwinkel.



Reißnadel Anreißschablone Feststellzirkel (Hundt, Wuppertal)

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

Die 90° des Winkels sind regelmäßig zu prüfen. Dies erfolgt durch Wechseln des Anschlags auf beide Seiten des Aufrisses. Das Ergebnis muss immer den rechten Winkel ergeben.

Reißen Sie nur auf, was erforderlich ist. Die Bezugskanten müssen gerade und im Winkel von 90° sein, damit genau aufgerissen und abgetragen werden kann.

Die erforderlichen Zugaben für Nahtverbindungen (Überlappungen), Sicken, Bördeln, Schweifen, Falzen und Einsprengen sind zu beachten. Beim Anreißen ist auf möglichst wenig Verschnitt zu achten. Ein wiederholtes Anreißen an der gleichen Stelle muss unterbleiben! Ungenauigkeiten sind sonst die Folgen. Herstellen von Abwicklungen setzt ein gutes räumliches Vorstellungsvermögen und Kenntnis der Abwicklungsverfahren und der Durchdringungslehre voraus.

### 1.3.2 Das Zuschneiden

Nachdem die erforderlichen Abwicklungen auf Blechtafeln aufgerissen wurden, müssen diese abgeschnitten oder aus dem Blech herausgeschnitten werden. Um passgenaue Blechteile zu erhalten, muss an den Anrissen exakt ausgeschnitten werden. Dazu benutzt man Handscheren der verschiedensten Formen, ferner Hebelscheren, Hebel-Tafelscheren und Elektro-Handscheren (elektrische Kurvenscheren).

#### Arten von Handblechscheren

Zunächst muss festgestellt werden, welche Blechscheren sich für welche Arbeiten am besten eignen. Handblechscheren sind mit ihren verschiedenen Formen überwiegend für kurze Schnitte geeignet. Sie haben eine Länge von ca. 250 bis 350 mm. Bei rechten Scheren liegt die untere Backe in Schnittrichtung rechts, bei linken Scheren links. Nachstehend eine Auswahl von verschiedenen Handblechscheren.



Anreißtechniken: Anreißen mit Metermaß und Anschlagwinkel



Figurescheren

links

-

rechts



Lochscheren  
rechts

Lochscheren mit gebogenen  
Schneidbacken



Durchlaufschere  
rechts

Ideal-Lochscheren  
links

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.3.3 Elektro- Handblechscheren

Diese elektrischen Maschinen eignen sich besonders zum Ausschneiden von kurvenförmigen Abwicklungen.



Bosch



Makita



Fein

Verschiedene elektrische Kurvenscheren

### 1.3.4 Kreisscheren

Diese Kreisscheren werden eingesetzt zum Ausschneiden von kreisrunden Böden für Stirnscheiben oder Endteller, Flansch-, Ventil-, und Stoßkappen.



*Kreisschere mit Handbetrieb (Prinzing)*

### 1.3.5 Hebel- Tafelscheren und Hebelscheren

Hebel-Tafelschere, im Allgemeinen auch Schlagschere genannt, hat eine Schnittlänge von ca.1000 mm und wird für gerade Schnitte für rechteckige und quadratische Blechstücke verwendet. Hebelscheren kommen zum Einsatz beim Schneiden von Flach- oder Bandstahl.



Tafelschere (Fasti)



Hebelschere (Condor Werkzeuge)

### 1.3.6 Kanten

Das Kanten ist eine von Hand oder maschinell vorgenommene Umformung, wobei das Werkstück unter einen Winkel gebogen wird. Das kann mit einer Abkantbank (siehe unten) oder auch von Hand vorgenommen werden. Normal sind Abkantbänke mit einer Breite von ca. 1020 mm (für 1000 mm breite Tafel-/Rollenbleche) oder auch über 2000 mm breite Abkantmaschinen um z. B. Tafelbleche von 1000 x 2000 mm mit einer Diagonalkantung (bombieren) zu versehen.



*Multifunktionale Querteilanlage (Schwartmanns)*



Abkantbank (Hundt) 1,0 m



Abkantbank mit kombinierbaren Segmenten (Schechtl)

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

Die Abkantbänke können mit verschiedenen oberen Biegeschienen versehen werden. Üblicherweise wird mit einer scharfen Biegeschiene gearbeitet und es muss darauf geachtet werden, dass es dabei zu einer Veränderung des Einbaumaßes entsprechend der Blechdicke kommen kann. Kleinere Teile und Blechstücke können jedoch auch von Hand gekantet werden. Je nach Handhabung kann dies mit geraden oder gebogenen Falzzangen und bei etwas längeren Blechkantungen mit einer Deckzange in gerader oder gebogener Form erfolgen.



Falzzangen  
gebogen - gerade - schmal

Das Kanten von Blechbekleidungen und Blechummantelungen von Klimakanälen im Freien und großflächige Bekleidungen mit Profilblechen ist ebenfalls ein Einsatzgebiet für Abkantungen aller Art. Auch für Dächer und für große Behälter oder Tankanlagen die mit Stehfalz- oder Doppelfalz- Verbindungen montiert werden müssen, werden möglicherweise auch Falzzangen mit Elektroantrieb eingesetzt.



Diagonalkantete= bombierte Flächen

### Ausführung eines Stehfalzes im Isolierbereich:

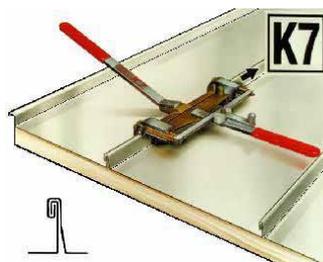
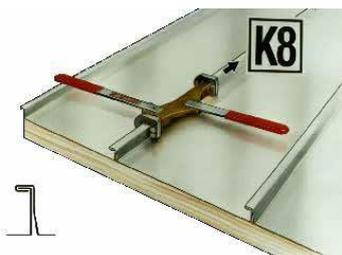


Einfacher Falz

Zwei Aufkantungen mit U- Schiene



Stehfalz an einem Lüftungskanal im Außenbereich



Doppelfalzhandformer  
(Dräco)



Elektrischer Falz-  
schließer (Dräco)

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.3.7 Runden

Die meisten Bleche die der Isolierer verarbeitet sind Blechummantelungen, die eine zylindrische Form haben und somit gerundet werden müssen. Das Runden geschieht mit einer Rundmaschine, die aus drei Walzen besteht. Es sind die obere und untere Zuführwalzen und die dahinter liegende Biegewalze.

Walzenansicht und Klapplager [1] einer 3-Walzen Rundmaschine, Typ RM 52/103, Drahteinlegerillen [2] in Unter- und Hinterwalze, Falznute [3] in der Oberwalze Anordnung der Biegewalzen.rer

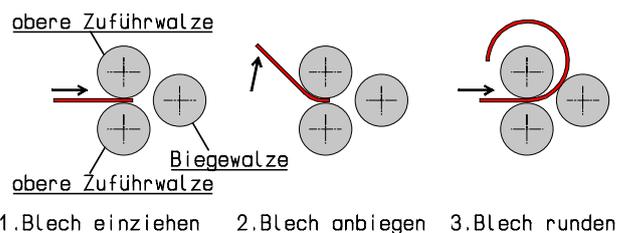
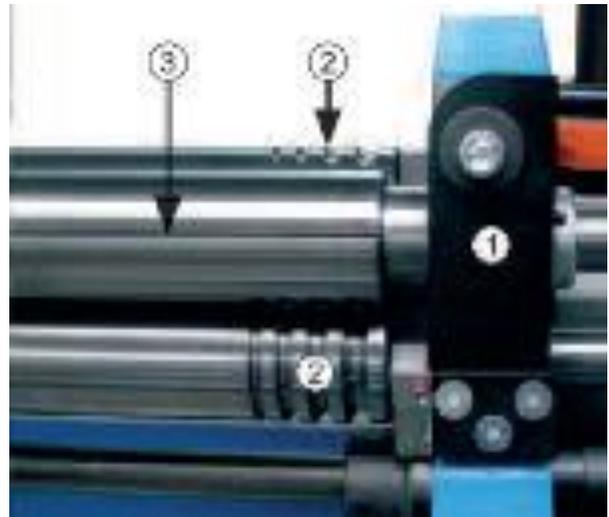
Durch leichtes Anbiegen des zu rundendes Werkstückes und Verstellen der hinteren Biegewalze wird das Werkstück auf den gewünschten Rohrdurchmesser gerundet.

Es gibt jedoch auch Maschinen die das „Anbiegen“ des Werkstückes durch eine vorhandene Anbiegewalze erleichtern und somit den Arbeitsablauf beschleunigen.

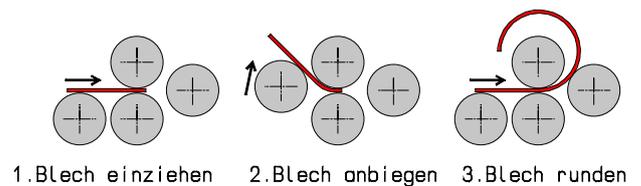
Der Abstand zwischen den Zuführwalzen richtet sich nach der Blechdicke, der Blechart (verzinktes Blech, Alu Blech, Edelstahlblech) und der Längssicke, die bei zu geringen Walzenabstand flach gedrückt wird. Die obere Zuführwalze ist ausschwenkbar, so dass Blechmeter mit kleinen Durchmesser seitlich herausgezogen werden können. Die obere Zuführwalze besitzt eine Längsnut zum leichten Ankanten von Blechen.



Motorbetriebene Rundmaschine  
(Schröder-Fasti)



Ablaufbeschreibung beim Runden eines Bleches an einer 3-Walzen Rundmaschine



Ablaufbeschreibung beim Runden eines Bleches an einer 3-Walzen Rundmaschine mit zusätzlicher Anbiegewalze (4. Walze) (Prinzing)



Motorbetriebene Rundmaschine  
(Schröder-Fasti)

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

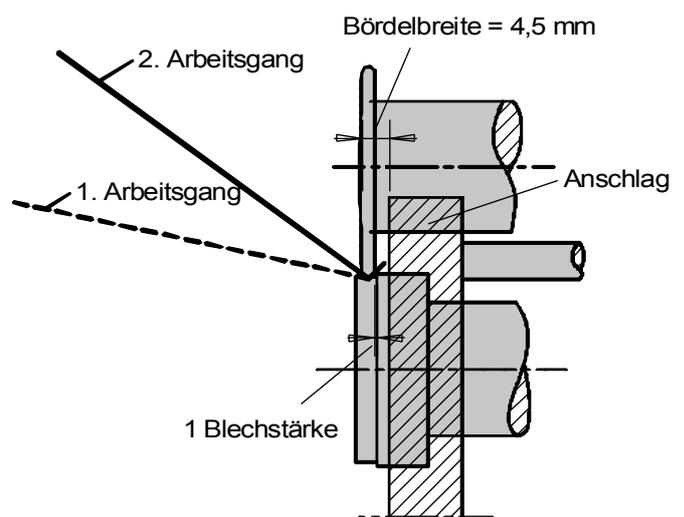
### 1.3.8 Bördeln

Unter Bördeln versteht man das Aufkanten des Randes runden, ovalen, Bodens. Anstelle von Löten oder Schweißen können Böden durch Einsprengen und oder Falzen auf diese Art mit der Ummantelung verbunden werden. Das Bördeln setzt eine hohe Fertigkeit voraus und wird in mehreren Schritten auf Sicken- und Bördelmaschinen ausgeführt. In der Oberwelle wird eine schmale Bördelrolle eingesetzt. Die untere abgesetzte Bördelrolle unterstützt das Aufrichten. Nach Einspannen des Werkstückes zwischen den Bördelrollen wird das Blech durch gleichmäßiges Drehen allmählich angehoben, wobei es auch immer am Anschlag geführt werden muss.

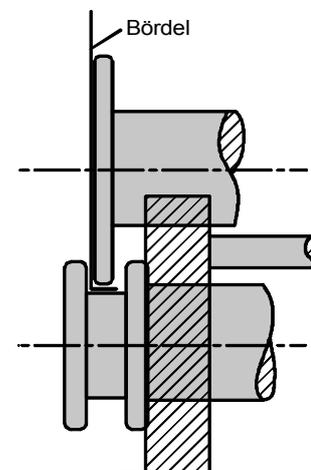
Der Bord soll 4 bis 5 mm betragen und richtet sich nach der Breite der unteren Kastensicke und soll im rechten Winkel stehen. Da das Werkstück sich durch die starke Stauchung verziehen kann, muss der Bördel über eine Richtplatte oder mit der Kastenrolle der Sickenmaschine ausgerichtet werden.



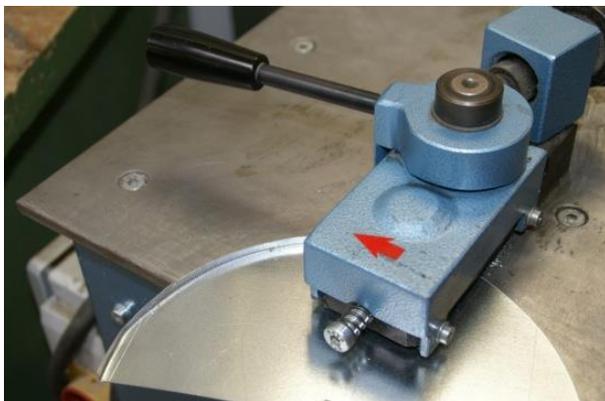
Bördeln an der Sickenmaschine



Rolleneinstellung beim Bördeln



Ausrichten des Bördel mit der Kastenrolle



Bördeln an der elektrischen Bördelmaschine

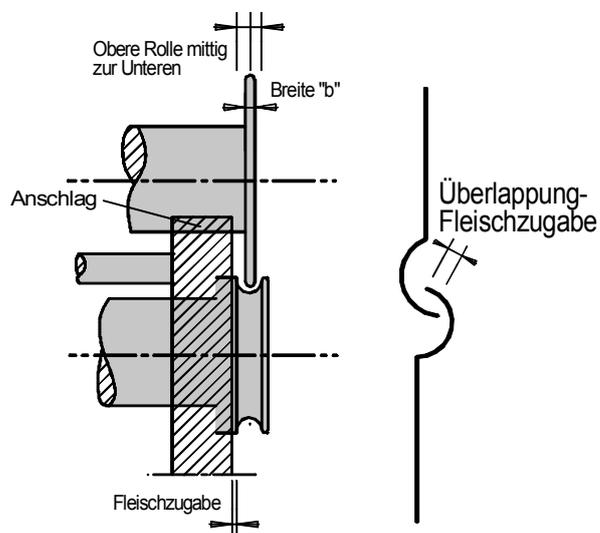
## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.3.9 Sicken

Sicken dienen dem Isolierer hauptsächlich zum Verbinden der einzelnen Rohr- bzw. Blechstücke und der Nähte. Sie sind vertiefte oder erhöhte Rillen in den Blechen, die je nach Umfang, Größe und Blechdicke und nach den Größen der Sickenrollen mit Hand- oder elektrischen Sickenmaschinen ausgeführt werden. Sie dienen darüber hinaus auch zur Aussteifung der Blechteile und geben dem Ganzen ein gefälliges Aussehen. Die Sickenmaschinen, von Hand oder Motor angetrieben, haben zwei übereinander liegende Wellen, auf denen die entsprechenden Rollen aufgeschoben werden. Die obere Welle ist vertikal, die untere Welle ist horizontal verstellbar, damit die Rollen entsprechen ihrer Anwendung miteinander ausgerichtet werden können. Der Anschlag an den Maschinen bestimmt die Sicke und damit auch die Überlappung (Fleischzugabe) an den Sicken. In mehreren Umläufen sind die Sicken herzustellen, eine zu starke Kaltverformung kann zum Wellen der Blechkante führen. Beim Sicken von Aluminiumblechen ist Vorsicht geboten, da diese zum abscheren werden können. Dies kann auch dann vorkommen, wenn die obere und untere Rolle nicht in ihren Mittellinien übereinander liegen. Zur Verbindung der Rohre und Rohrteile, die „Sicke in Sicke“ montiert werden, und bei allen Segmentbögen erhalten diese Einzelteile je zwei entgegengesetzt verlaufende Sicken, eine Obersicke oder Decksicke und eine Untersicke oder Hohlricke. Entsprechend der Größe der Sickenrollen müssen entsprechende Zugaben zum Zuschnitt beachtet werden. Anlegesicken können flacher ausgeführt werden als Verbindungssicke. Je nach Verwendungszweck und der Größe der zu bearbeitenden Teile sind die Sicken größer oder flacher auszuführen. Sie sind in jedem Fall tiefer zu sicken, wenn in diese Nähte Abdichtungsbänder eingelegt werden müssen und wenn sie als Verbindungssicken ausgeführt werden.



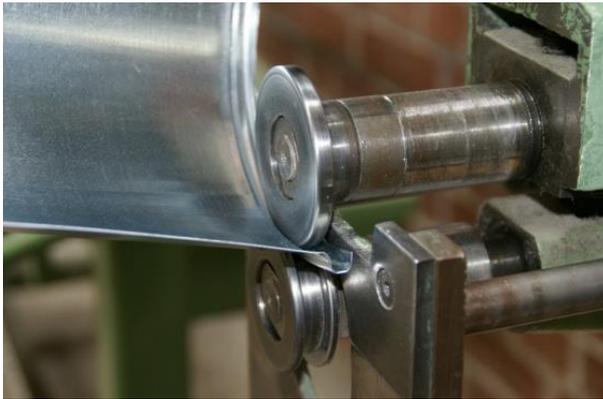
Sicken eines Passstücks



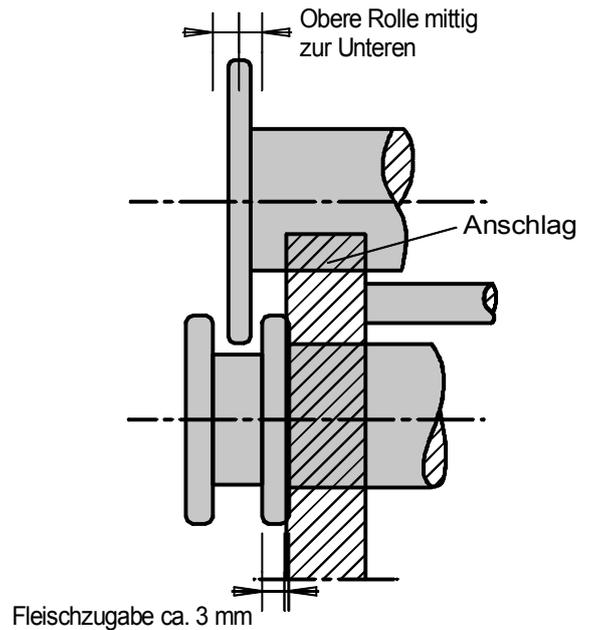
Rolleneinstellung beim Sicken

Bezeichnung der Sickenrolle	Breite "b" der Oberwalze im mm
V 00	2
V 0	3
V 1	4
V 2	5
V 3	6

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden



Herstellen einer Kastensicke

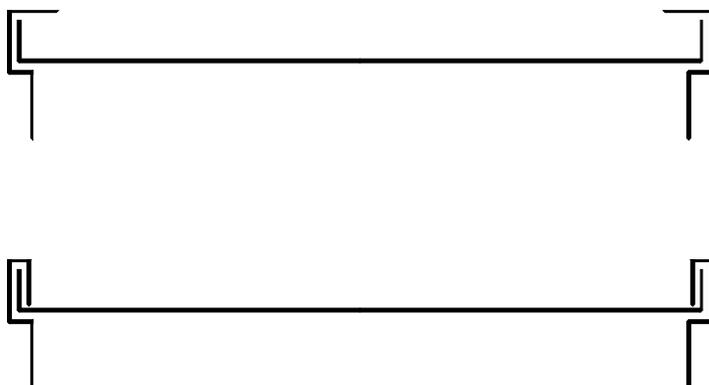


### 1.3.10 Einsprengen

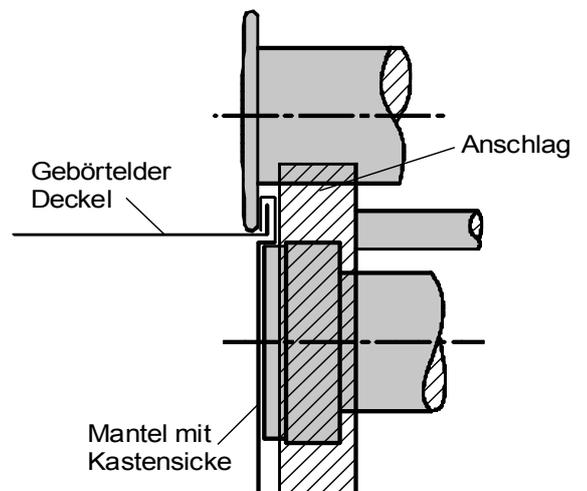
Das Einsprengen ist eine besondere Art des Falzens. Die Böden für eine Isolierkappe, Haube, für einen Kalottenkopf, Trichterkopf oder Teile davon, werden zunächst gebördelt. Mit der Sickenmaschine wird in den Mantelflächen oder in den Zargen der Köpfe eine Kastensicke mit den Kastenrollen eingedreht. Die Mantelfläche muss sich nach der Form des Bodens richten und vorgeformt werden. Danach wird der eingelegte Boden mit einer Zange fixiert und anschließend wird der komplette Boden mit einer schmalen oberen Zuführwalze, Bördelwalze oder Sickenwalze und einer unteren breiten Schweifwalze oder Sickenwalze „zugefahren“.



Schließen der Kastensicke mit der Sickenmaschine



Seitenansicht von Deckel und Mantel einer Stoßkappe offen und geschlossen

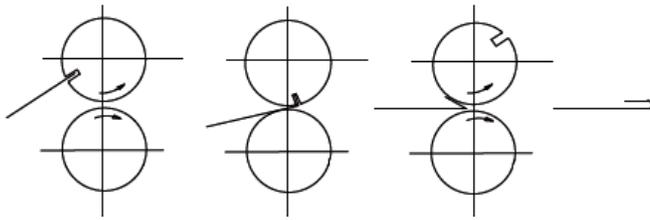


Rolleneinstellung beim Schließen einer Kastensicke

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.3.11 Ankanten von Blechenden

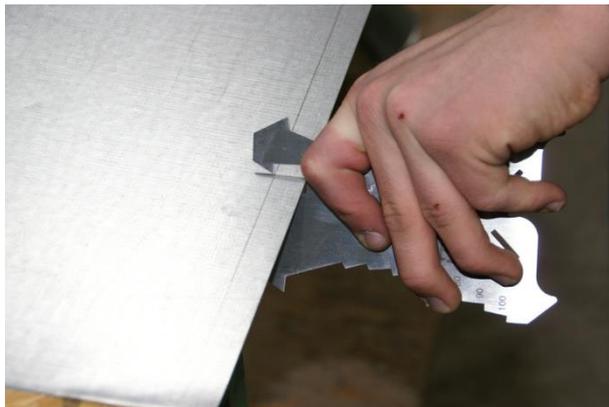
Zum Ankanten von Blechen oder Blechenden, die eine Tropfkante benötigen oder um Verletzungen an einer zu scharfen Blechkante zu verhindern, können die Blechenden mit der Abkantbank oder auch mit der Nut in der Zuführwalze der Rundmaschine hergestellt werden.



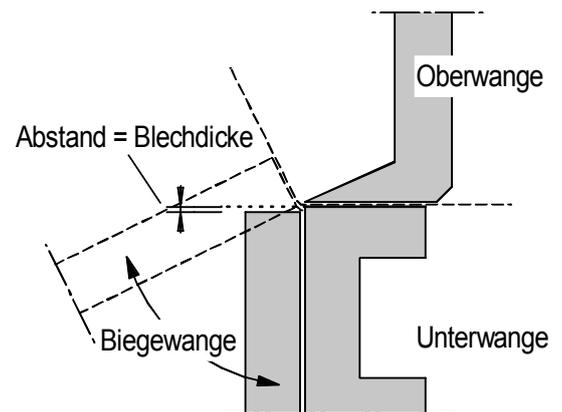
Einfaches Ankanten mit der Rundmaschine



Ankantung mit der Abkantbank



Anreißen mit der Schablone



Einstellen der Biegewange

### 1.3.12 Schweißen

Das Schweißen erfordert eine große Fertigkeit und viel Übung. Es wird hauptsächlich an Rohrabzweigen (Stutzen), Einsätzen und Hauben zur Befestigung dieser Teile verwendet. Der durch das Schweißen entstehende Blechrand wird in einer Breite von ca. 10 bis 15 mm ausgeführt. Das Schweißen wird an der Sickenmaschine ausgeführt und zwar mit zwei Schweißwalzen oben und unten. Die untere Walze wird entsprechend der Schweißbreite mit dem Anschlag der Sickenmaschine eingestellt. Der Schweiß sollte auf jeden Fall nicht



Schweißen an der Sickenmaschine

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

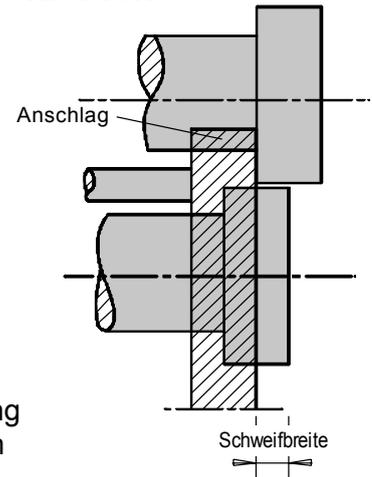
zu breit gewählt werden, da ein breiter Schweif sehr leicht unrund wird. Zwischen den beiden übereinander liegenden Walzenpaaren wird das zu schweifende Werkstück eingespannt und muss immer am Anschlag entlang geführt werden. Durch Walzendruck und gleichmäßiges Drehen an der Maschine wird das Material des Schweifes gestreckt. Entsprechend der Abwicklung und der Form des Schweifes ist auf dem gesamten Umfang die Winkelstellung zwischen Walzen und Werkstück unterschiedlich.

Zunächst müssen die Schweifwalzen fest zusammengedrückt werden, um das zu schweifende Material zu strecken. Wird das Werkstück zu schnell nach unten gedrückt, erhält man an den Mantelflächen Beulen. Wird das Werkstück immer zu stark gestreckt (zu hoher Walzendruck) wird der Schweif unrund bzw. er ist über den erforderlichen Winkel „überschweif“ worden. Ein Schweif, der über den erforderlichen Winkel hinausgeht, kann man nicht mehr zurückholen.

### 1.3.13 Durchsetzen

Wenn mehrere flache Einzelteile zusammengesetzt werden sollen und es soll keine Erhöhung sichtbar sein, dann wendet man das „Durchsetzen“ an. Dieses Durchsetzen führt man an einer Sickenmaschine durch. Die Oberwalze ist eine schmale Bördelwalze während die untere Walze eine zylindrische Walze sein kann. Die Einstellung der Abstände, von der oberen und unteren Walze, hängt von der Blechdicke ab. Der Abstand zum Anschlag hin, von der gewünschten Überlappung. Das Durchsetzen muss mit mehreren Arbeitsgängen erfolgen. Durch scharfkantige Walzen kann es schnell zu Abscherungen der Bleche kommen.

Zu der Bearbeitung des Oberflächenschutzes mit den unterschiedlichen Blechen gehören im gleichen Umfang auch die Verbindungen der Blechumkleidungen und ihre



Rolleneinstellung beim Schweifen



Geschweifter Stutzen klein auf groß



Durchsetzen bzw. Absetzen eines Bleches an der Sickenmaschine

Bearbeitung, damit die Teile montiert und zusammengefügt werden können.

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.3.14 Stanzen

Als nächstes werden Löcher benötigt, die bei den Einzelteilen der Rohrbögen, Stützen, Segmente usw. mit der Handlochstanze hergestellt oder bei den großen Blechstücken, so genannte „Meter- Ware“, mit einer Reihenlochstanze gestanzt werden.

Darüber hinaus gibt es Lochstanzen für Segmente und Behälterköpfe und Stanzen für Ausklinkungen der Ecken für Armaturenkappen u. ä.. Bei diesen Werkzeugen können die Stempel und Matrizen, d. h. die eigentlichen Werkzeuge, entsprechend den Größen der zu verwendeten Schrauben oder Nieten ausgetauscht werden.



Handlochstanze  
(Staubach + Christiani)



Reihenlochstanze  
(Schwartmanns)

### 1.3.15 Werkzeuge zum Befestigen

Der Einhandspanner wird überwiegend bei Montagen von Rohrleitungen benötigt und eingesetzt, in Verbindung mit einem verzinkten Stahlband 16 mm bzw. 19 mm breit, dem Signodeband. Der Kesselspanner wird bei großen Behältern eingesetzt, d. h. bei Behältern mit einem großen Durchmesser von mind. ca. 3 - 4 m Umfang oder größer. Spanngurte ersetzen in vielen Fällen die Einhandspanner.

**Achtung: Beim Arbeiten mit dem Einhandspanner Blech unterlegen, da sonst Beulen ins Blech gedrückt werden.**

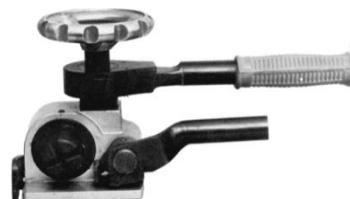
Werkzeuge zum Umspannen von Ummantelungen (Hundt, Wuppertal)



Einhandspanner



Spanngurt



Kesselspanner

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.3.16 Werkzeugliste

- 1 Stück Taschenrechner mit neuen Batterie
- 2 Stück Filzstifte fein, zwei Farben
- 1 Stück 2-m Maßstab bzw. Umfang-Meter
- 1 Stück Taster, ca. 200/250 mm
- 1 Stück Metall-Maßstab ca. 300 bis 500 mm lang
- 1 Stück Reißnadel oder Stocher (Vorstecher)
- 1 Stück Anschlagwinkel 300 mm lang
- 1 Stück Feststellbarer Stechzirkel ca. 250 mm lang und ca. 150 mm lang
- 1 Stück Durchlaufschere
- 1 Stück linke Lochschere
- 1 Stück rechte Lochschere
- 1 Stück kleinen Schraubendreher und großen Schraubendreher
- 1 Stück Eisenhammer, 250 g
- 1 Stück Holz- bzw. Gummihammer
- 2 Stück Rabitzzangen (zum Einsprengen)
- 1 Stück Flachzange
- 1 Stück Wasserpumpenzange
- 1 Stück Grip-Zange, besser sind 2 Stück
- 1 Stück Falzzange (gerade oder gebogen)
- 1 Stück Pop-Nietzange („Gisepa“-Zange), dazu passende Nieten
- 1 Stück Handlochstanze, „Edel“ Nr.:20, mit Stempel und Matrize 3,3 mm Ø
- 1 Stück Flachfeile
- 1 Stück Puk- Säge, zusätzlich Ersatzsägeblätter für Eisen
- 8 Stück Anbohrer, Ø 3,3 mm für Schrauben 3,2 x 9,5 mm
- 1 Stück Mattenmesser (Isolierermesser)
- 1 Stück Schere für PVC - Verarbeitung, Größe 9“
- 1 Stück Mattenschere für Drahtnetzmatte
- 1 Stück Messer für flexiblen Elastomerschaum (Armaflex/Kaiflex), klein
- 1 Stück Messer für flexiblen Elastomerschaum (Armaflex/Kaiflex), lang
- 1 Stück Schleifstein
- 1 Stück Kugelschreiber für Elastomere = (Silberstift)
- 2 - 4 Stück Pinsel für Elastomere
- 1 Stück elektrischer Kurvenschere
- 1 Stück elektrische Bohrmaschine
- 1 Stück Kabeltrommel, ca. 25 m und Verlängerungskabel, ca. 15 m
- 1 Stück Sägeblatt für Foamglas (Sägeblatt einer elektr. Bügelsäge)
- 1 Stück Akku-Schrauber, mit Einsätzen, passend zu den zu verwendenden Schrauben.

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.3.17 Spezialwerkzeuge für die Ausführung von Dämmarbeiten



Halterungen zum Sicken von Segmenten und Metern



Rabitzzange



Lochbohrer (Aufreiber)



PUK-Säge



Mattenschere



Tafelschere für Drahtnetzmaten



Messer



Schere



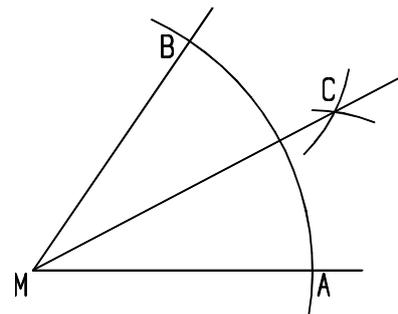
Cut-Messer

## 1.4 Abwicklungen

### 1.4.1 Geometrische Grundkonstruktionen

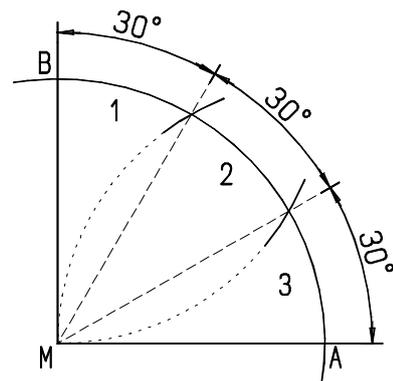
#### 1.4.1.1 Winkel halbieren

Um M schlagen wir einen Kreisbogen. Es ergeben sich die Punkte A und B. Stellen etwas mehr als die Strecke A - B in den Zirkel ein und schlagen mit gleichem Radius, je einen Kreisbogen um A und B. Es ergibt sich C. Die Verbindung M, C ist die Winkelhalbierende.



#### 1.4.1.2 Rechten Winkel dritteln

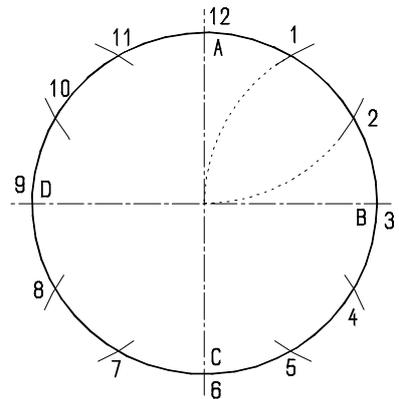
Wir schlagen um M einen Kreisbogen. Nehmen den Radius in den Zirkel und teilen von A und B den Kreisbogen mit einem Zirkelschlag.



## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.4.1.3 Kreis in 12 Teile teilen

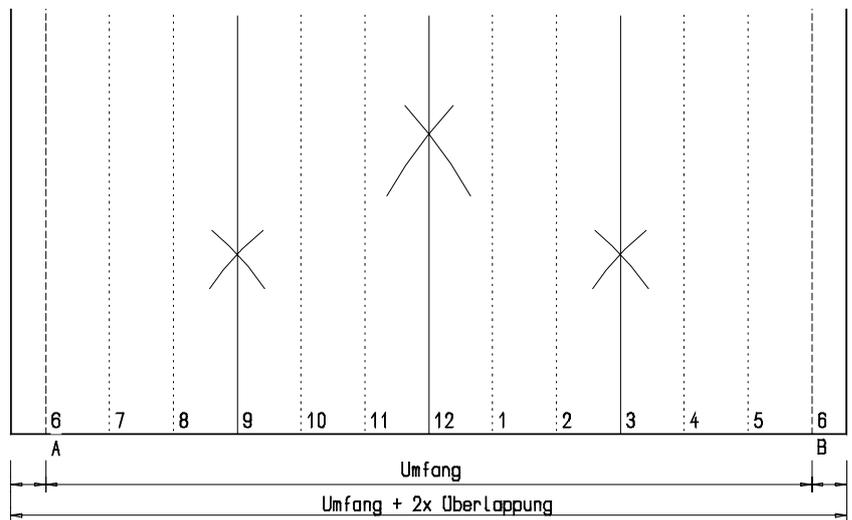
Von den Punkten A B C D, den Schnittpunkten der Mittellinien mit dem Kreis, werden mit dem Radius dieses Kreises jeweils nach rechts und links Kreisbögen geschlagen. Diese Schnittpunkte ergeben die „12-Teilung“.



### 1.4.1.4 Abwicklung in 12 Teile teilen

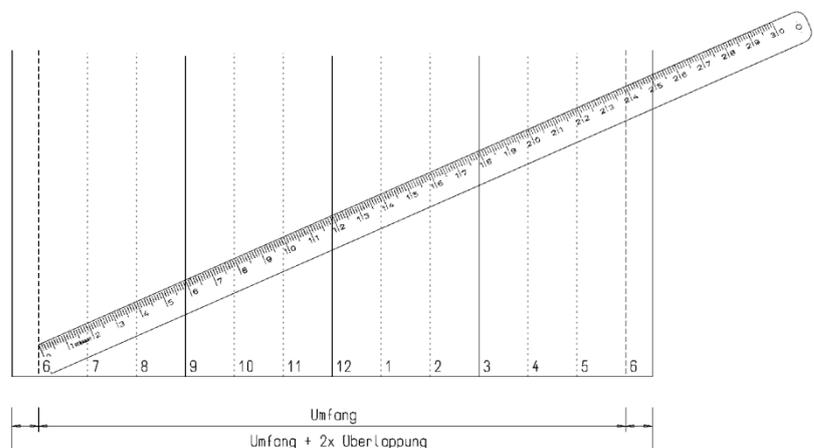
#### Zwölferteilung mit halbieren und dritteln

Um die beiden Endpunkte A und B werden mit einer Zirkelöffnung, die größer als die halbe Strecke ist zwei Kreisbögen geschlagen. Über dem Schnittpunkt anschließend mit dem Anschlagwinkel eine Mittelsenkrechte (12) errichtet. Diesen Ablauf mit den beiden Hälften wiederholen um 9 und 3 zu erhalten. Um diese Abschnitte zu dritteln eine Zwölferteilungslänge mit dem Zirkel vom Kreis (siehe oben) abnehmen und die entstandenen Abschnitte unterteilen, bei Ungenauigkeiten das eingestellte Maß korrigieren.



#### Streckenteilung mit Parallelverschiebung

Lineal verschieben bis eine teilbare Strecke zum benötigten Zuschnitt passt, z.B.  $2 \times 12 = 24$  cm. Anschließend die entsprechenden Abschnitte (2 - 4 - 6 - 8 cm) auf dem Zuschnitt markieren und mit dem Anschlagwinkel senkrecht anreisen.



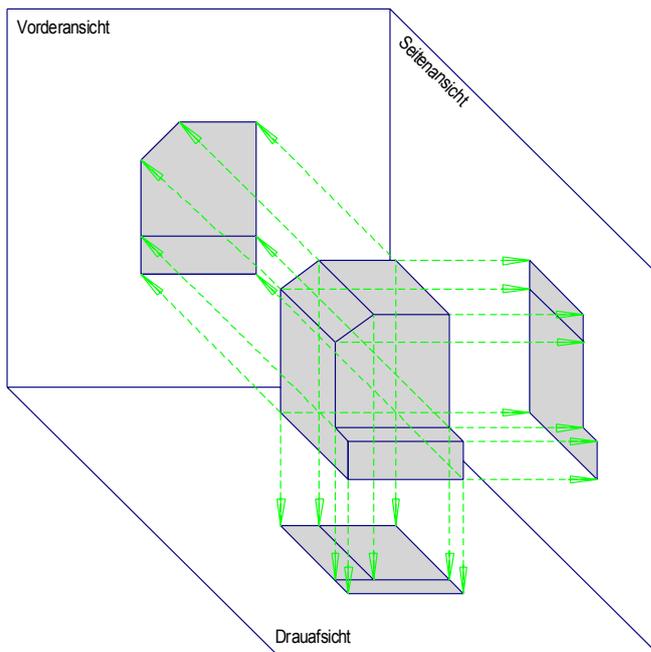
## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.4.2 Abwicklungsverfahren

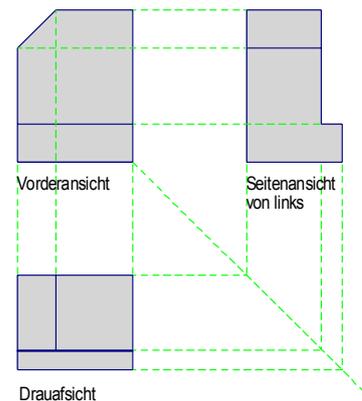
#### 1.4.2.1 Dreitafelprojektion

Um einen Körper eindeutig zeichnerisch darzustellen, genügt meist die Vorderansicht, die Draufsicht und eine Seitenansicht. Diese Darstellung aus drei Bildebenen bezeichnet

man **Dreitafelprojektion**. Die Anordnung ist nach DIN festgelegt. Bei Blechaufrißen werden in der Regel nur zwei fddAnsichten, eine Vorder- und eine Draufsicht gezeichnet.



Ansichten in einer Raumecke



Anordnung der Ansichten

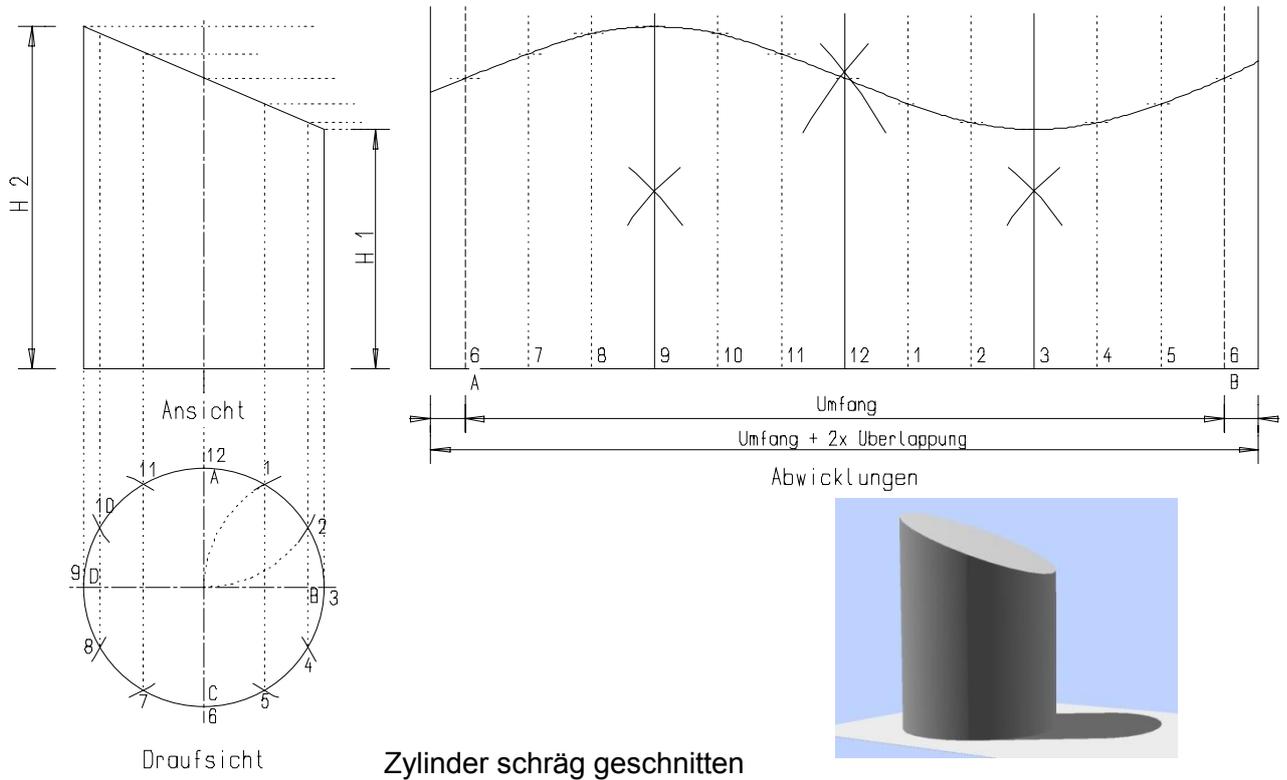
#### 1.4.2.2 Mantellinienverfahren

Bei fast allen zylindrischen Körpern in der Isoliertechnik, muss die Körperform in eine Ebene gebracht bzw. abgewickelt werden. Dies geschieht nach dem Mantellinienverfahren. Nach Möglichkeit ist das Teil nur in einer Ansicht aufzuzeichnen. Beispiel: Rohrbogen: Mit der Festlegung des Isolierdurchmessers, des Radius für den Bogen sowie die Teilung der Bogensegmente, wird durch Zirkelschläge der Umfang in 12 gleiche Teile geteilt („12-er Teilung“). So werden damit die Mantellinien für den Körper festgelegt, die dann zu den Durchdringungskurven oder Gehungsschnitten führen. Da mit dem Isolierdurchmesser auch der *Umfang* zuzüglich der erforderlichen Überlappung (2-mal), d. h. die

Länge der Abwicklung festgelegt wurde, können nun die wahren Längen als Mantellinien auf den Umfang abgetragen werden. Zu diesen Schnittpunkten sind Zugaben zum Sicken, Schweifen Bördeln, Einsprengen und evtl. Überlappungen u. ä. anzutragen. Eine einfache Abwicklung soll hier als Beispiel dargestellt werden.

Zunächst wird der Durchmesser = Kreis in 12 gleiche Teile eingeteilt. Von den Punkten A B C D, den Schnittpunkten der Mittellinie mit dem Kreis, wird mit dem Radius dieses Kreises jeweils nach rechts und links Kreisbögen geschlagen. Diese Schnittpunkte ergeben die „12-Teilung“.

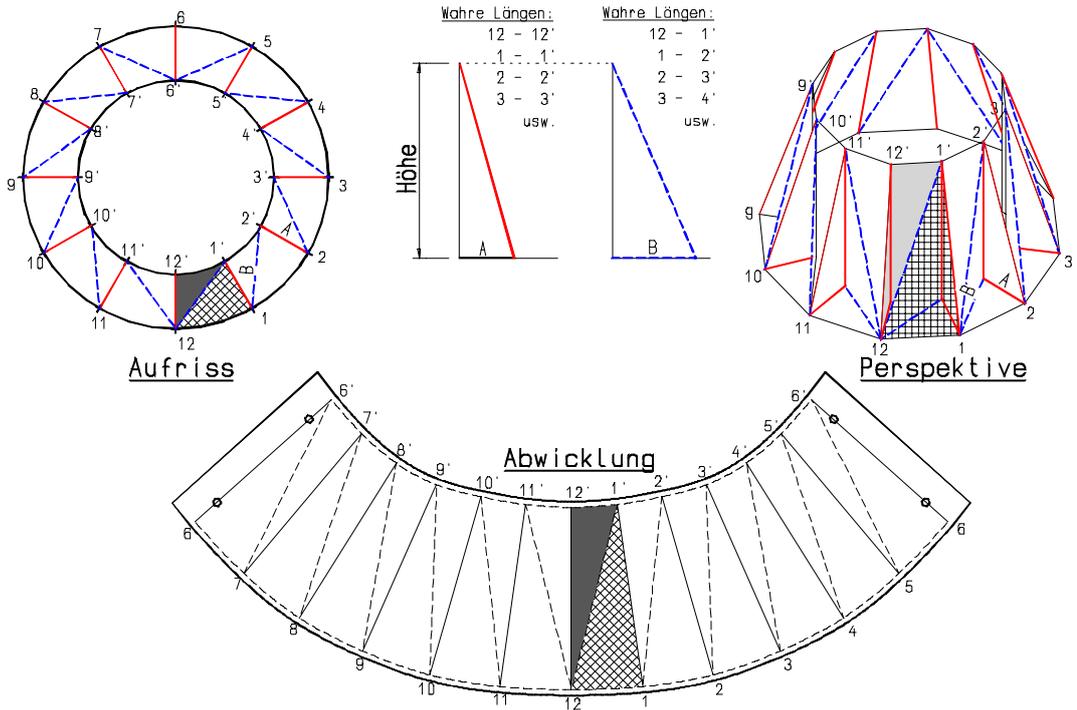
## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden



### 1.4.2.3 Dreiecksverfahren

Neben diesem Verfahren gibt es noch das Dreiecksverfahren für Blechkörper, so genannte Übergangskörper, wobei die Mantelflächen in Dreiecke zerlegt werden und diese dann in der Abwicklung aneinander gereiht werden. So lassen sich große Trichter und

Trichter mit geringer Durchmesserdifferenz einfacher fertigen. Auch Übergangsstücke von viereckig auf rund bzw. umgekehrt werden nach dem Dreiecksverfahren abgewickelt.

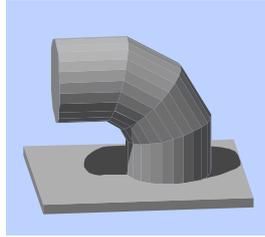


# Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

## 1.5 Grundlegende Abwicklungen

### 1.5.1 Rohrbogen 3 - teilig

Um einen Rohrbogen mit seinen Segmenten aufreißen und abwickeln zu können sind folgende Größen zu ermitteln:

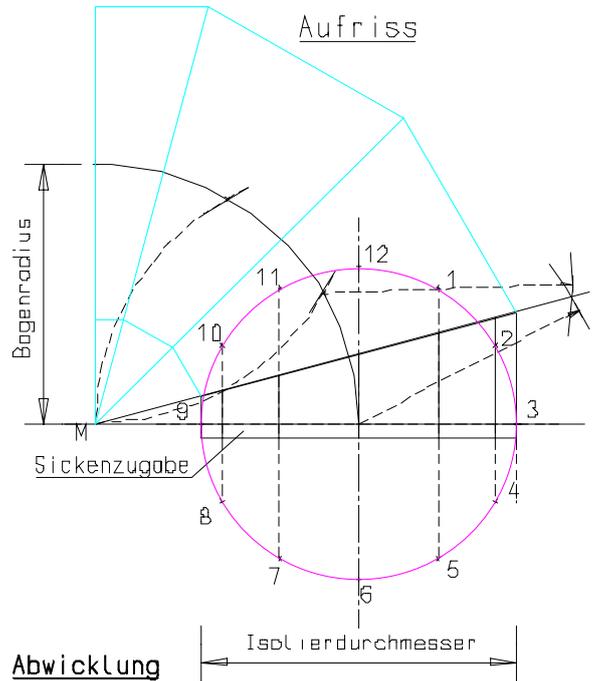
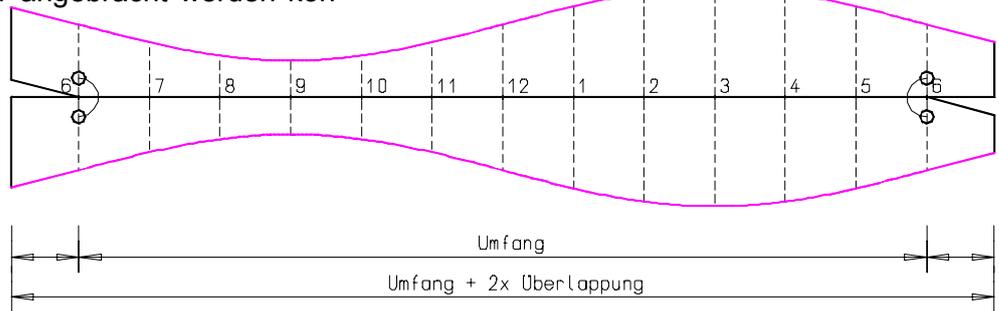


- **Isolierdurchmesser =  $\emptyset$**   
 besteht aus Rohraußendurchmesser und 2 x Isolierdicke (mm)

- **Bogenradius = " r "**  
 am zu dämmenden Rohrbogen messen oder der Standartliste entnehmen (mm).

- **Bogenteile**  
 richten sich nach der schmalsten Stelle eines Segmentes damit ohne Schwierigkeiten 2 Sicken nebeneinander angebracht werden können.

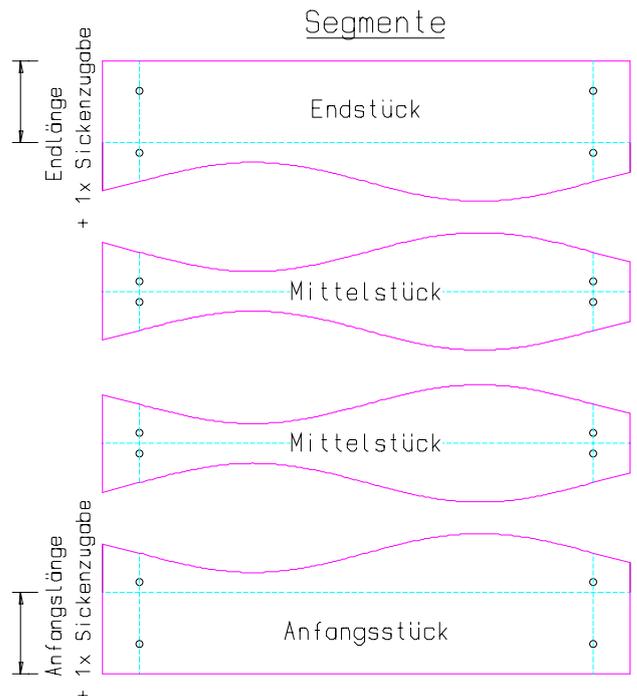
In der vereinfachten Form des Aufrisses genügt es **1/2 Bogensegment** aufzureißen.



**Somit ergibt sich:**

- Den Radius eines 1-teiligen Bogen durch 2 zu teilen
- Den Radius eines 2-teiligen Bogen durch 4 zu teilen
- Den Radius eines 3-teiligen Bogen durch 6 zu teilen
- Den Radius eines 4-teiligen Bogen durch 8 zu teilen
- Den Radius eines 5-teiligen Bogen durch 10 zu teilen usw. ....

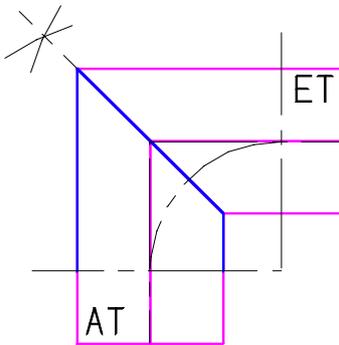
Um Anfangs - Endlänge zu erhalten von der aufgegessenen Länge einmal den Radius abziehen und 1/2 Fisch dazugeben.  
 Bei einem Mittelstück zwischen zwei Bögen zweimal der Radius abziehen.



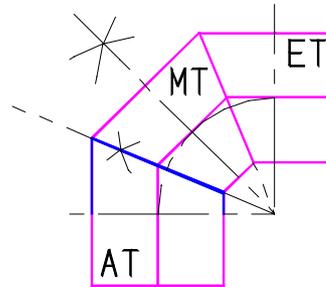
## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.5.2 Rohrbogen 1 - 4 teilig

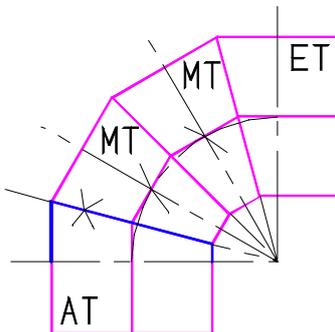
Einteiliger Bogen  
(  $1/2$  AT +  $1/2$  ET )



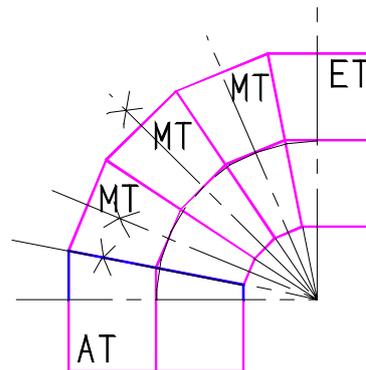
Zweiteiliger Bogen  
(  $1/2$  AT + 1MT +  $1/2$  ET )



Dreiteiliger Bogen  
(  $1/2$  AT + 2MT +  $1/2$  ET )



Vierteiliger Bogen  
(  $1/2$  AT + 3MT +  $1/2$  ET )



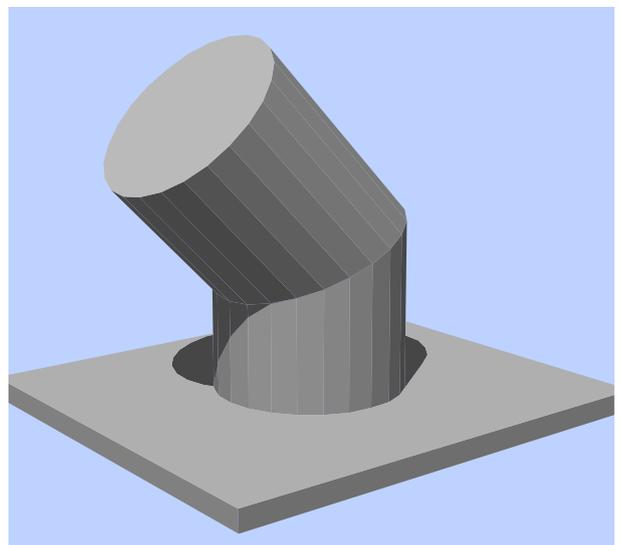
Legende:    AT = Anfangsteil    MT = Mittelteil    ET = Endteil

### 1.5.3 Einteilige Schmiege

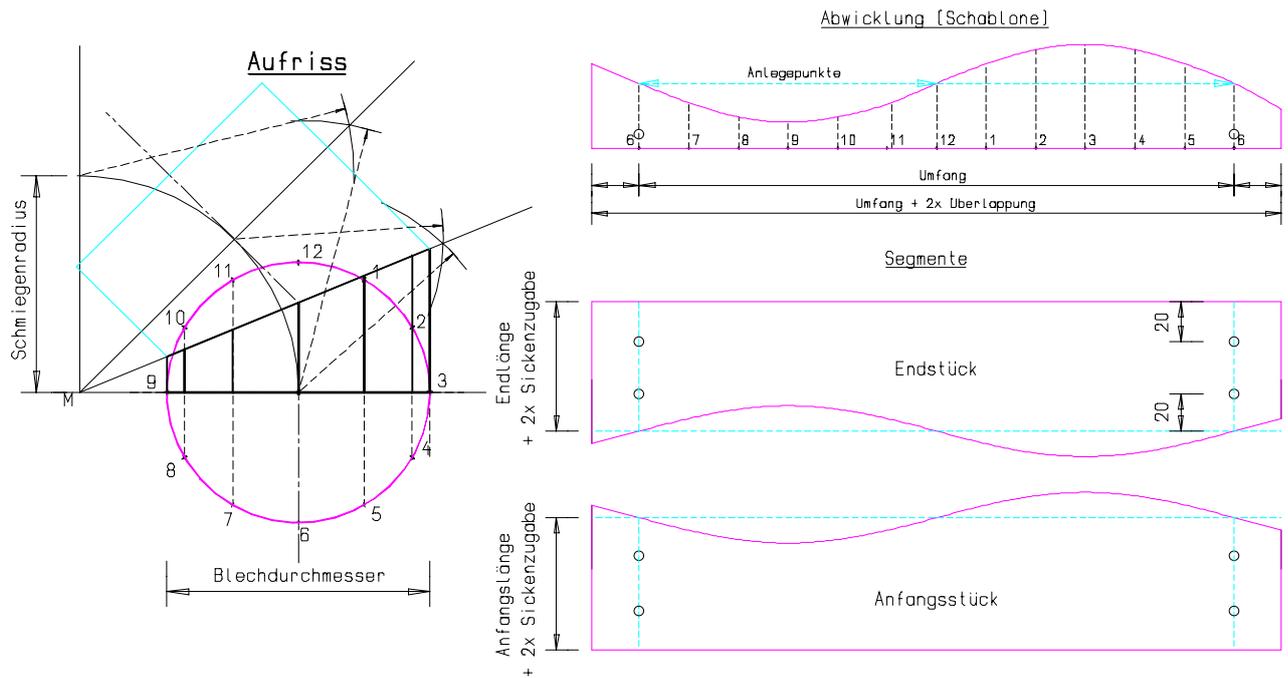
Als Schmiege wird ein Bogen kleiner als  $90^\circ$  bezeichnet.

#### 1.5.3.1 Einteilige Schmiege mit bekanntem Winkel

Bei Winkel die von  $90^\circ$  teilbar sind (z.B.  $30^\circ$  /  $45^\circ$ ) lässt sich der Schmiegenaufriss mit den geometrischen Grundkonstruktionen (1.3.1) erstellen. Hierbei den Nennwinkel der Schmiege konstruieren und anschließend einmal halbieren. Der Radius des Aufrisses kann dabei beliebig gewählt werden. Zum Abwickeln wird die Schablone vorne angelegt.



## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

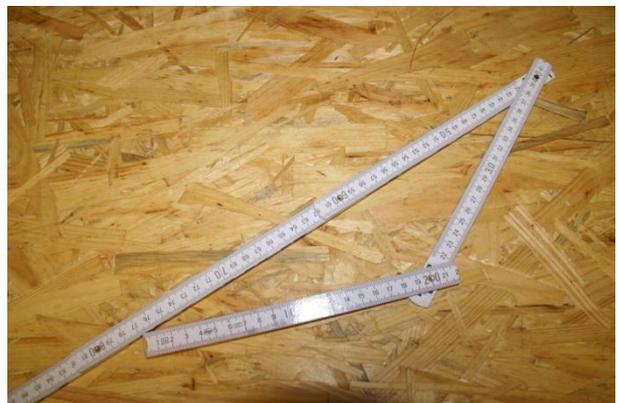
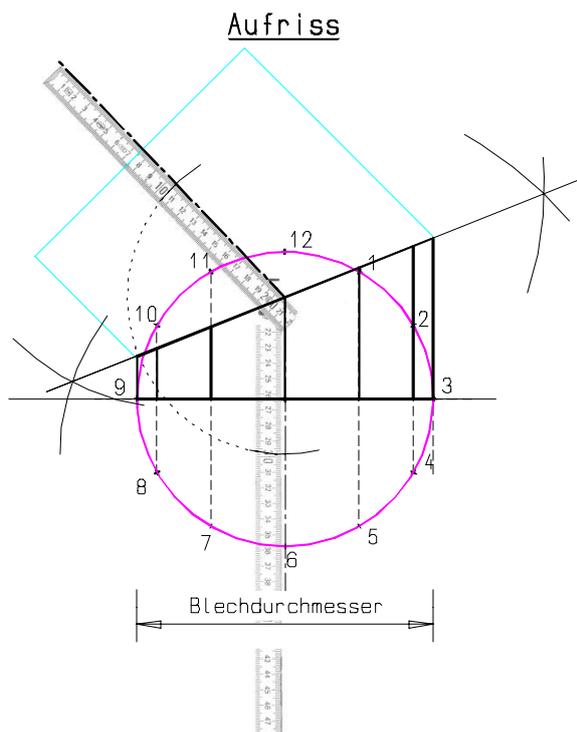


### 1.5.3.2 Einteilige Schmiege mit unbekanntem Winkel

Bei unbekanntem Winkel kann dieser mit dem Meterstab ermittelt werden. Hierzu wird dieser auf die Rohrleitung aufgelegt, anschließend umgeklappt und das erhaltene Maß notiert. In der Werkstatt wird der Winkel wieder eingestellt und auf das Blech übertragen. Diesen dann mit dem Zirkel einmal halbierten und wie bei der ersten Schmiegenvariante abwickeln.



Abnehmen des Winkels von der Rohrleitung



Notieren des Winkels

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.5.4 Mehrteilige Schmiege

Bei einer mehrteiligen Schmiege zunächst den Schmiegenwinkel wie bei den beiden einteiligen Schmiegen aufzuzeichnen. Den Radius von der zu dämmenden Schmiege verwenden. Anschließend diesen Winkel wie folgt teilen:

Den Radius einer 2-teiligen Schmiege durch 4 zu teilen

Den Radius einer 3-teiligen Schmiege durch 6 zu teilen

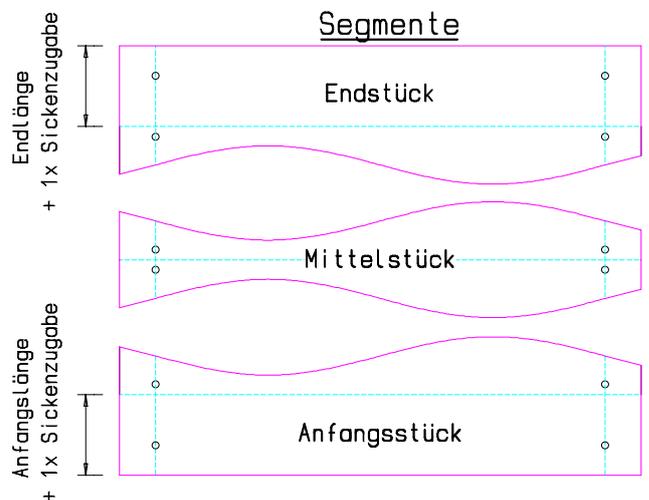
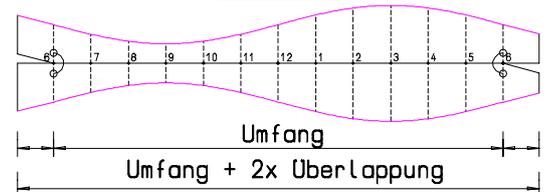
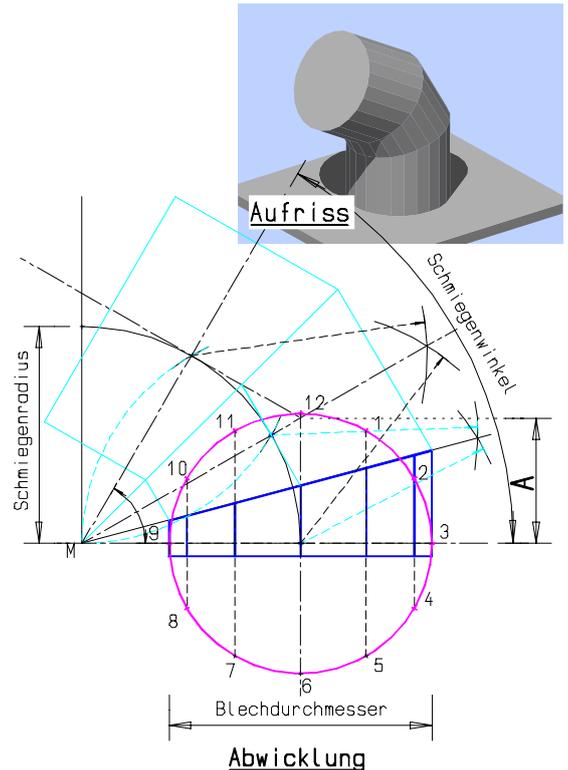
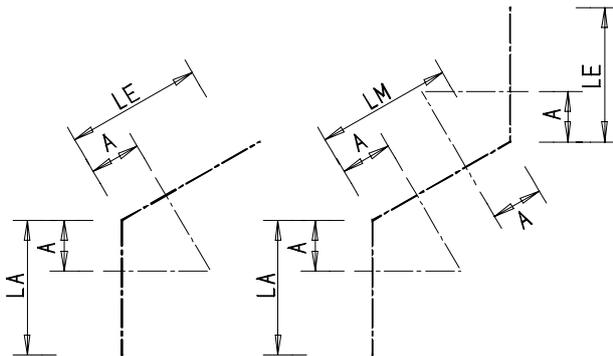
Den Radius einer 4-teiligen Schmiege durch 8 zu teilen. usw. ....

In der vereinfachten Form des Aufrisse eines Bogens genügt es **1/2 Bogensegment** aufzureißen.

Um Anfangs - Endlänge zu erhalten von der aufgemessenen Länge einmal die Länge "A" abziehen und "1/2 Fisch" dazugeben (siehe unten links).

Bei einer Doppelschmiege zweimal die Länge "A" abziehen (siehe unten rechts).

Die **Länge "A"** ist die Achslänge bis zum halben Schmiegenwinkel (siehe Aufriss).



### 1.5.5 Stutzen

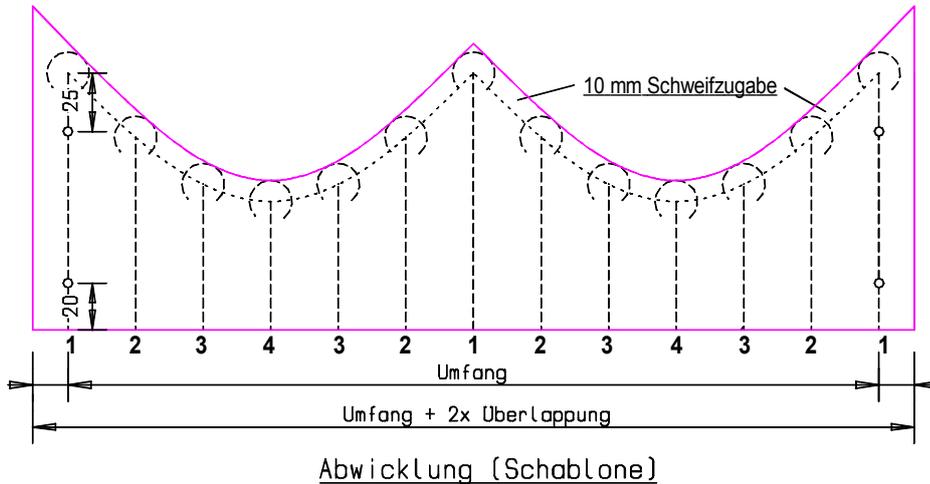
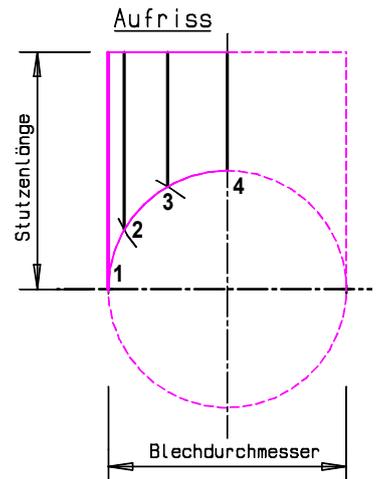
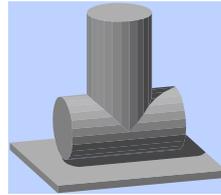
Zweigt von einer Hauptleitung ein Rohr ab, das mit Blechmantelisolierung versehen wird ist für diesen Anschluss ein Stutzen abzuwickeln. Die Naht am durchgehenden Leitungsmantel muss an der Stutzen-seite vorgesehen werden, um den erforderlichen Ausschnitt schneiden zu können.



## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.5.5.1 Stutzen 90° gleich auf gleich

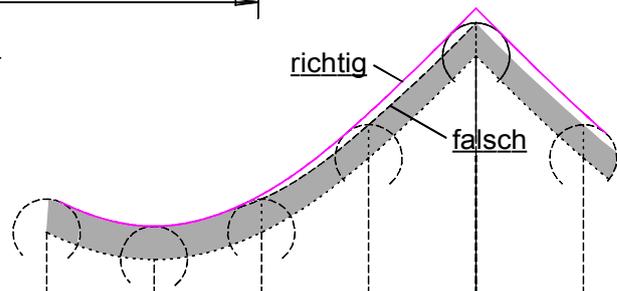
Beim Aufriss genügt es die halbe Seitenansicht zu zeichnen, da beide Seiten symmetrisch sind. Die Naht sollte bevorzugt an der langen Seite gewählt werden, da dann der Stutzen leichter geschweißt werden kann. Dies hängt jedoch von der Zugänglichkeit zum Schrauben ab, und ob eventuell Ausschnitte im Stutzen hergestellt werden müssen.



Abwicklung (Schablone)

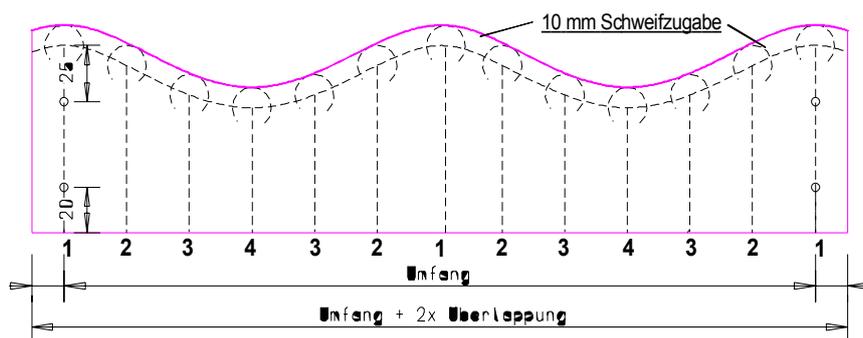
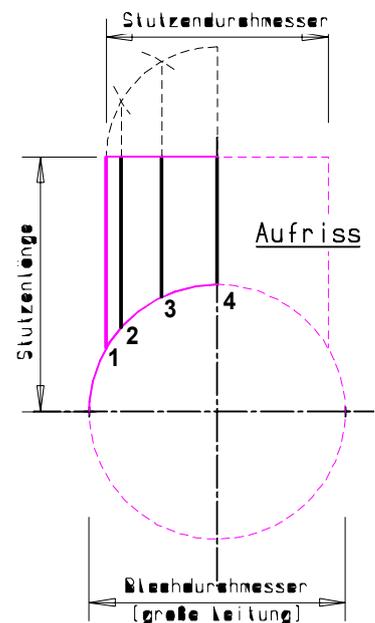
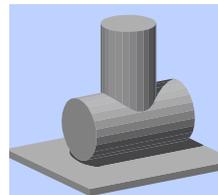
#### Achtung:

Die Schweifzugabe muss nachträglich und parallel zur Kurve angetragen werden, da der Schweif sonst an den Spitzen schmaler wird (siehe rechts).



### 1.5.5.2 Stutzen 90° klein auf groß

Der Aufriss ist ähnlich dem Stutzen gleich auf gleich zu zeichnen. Die Stutzenlänge von der Mitte des Passstücks zu messen. Es ergibt sich eine kürzere Abwicklung da der Stutzen nicht bis zur Mitte reicht. Die Abwicklung ist leicht wegen seiner Rundungen, vom vorhergezeichneten Stutzen zu unterscheiden.

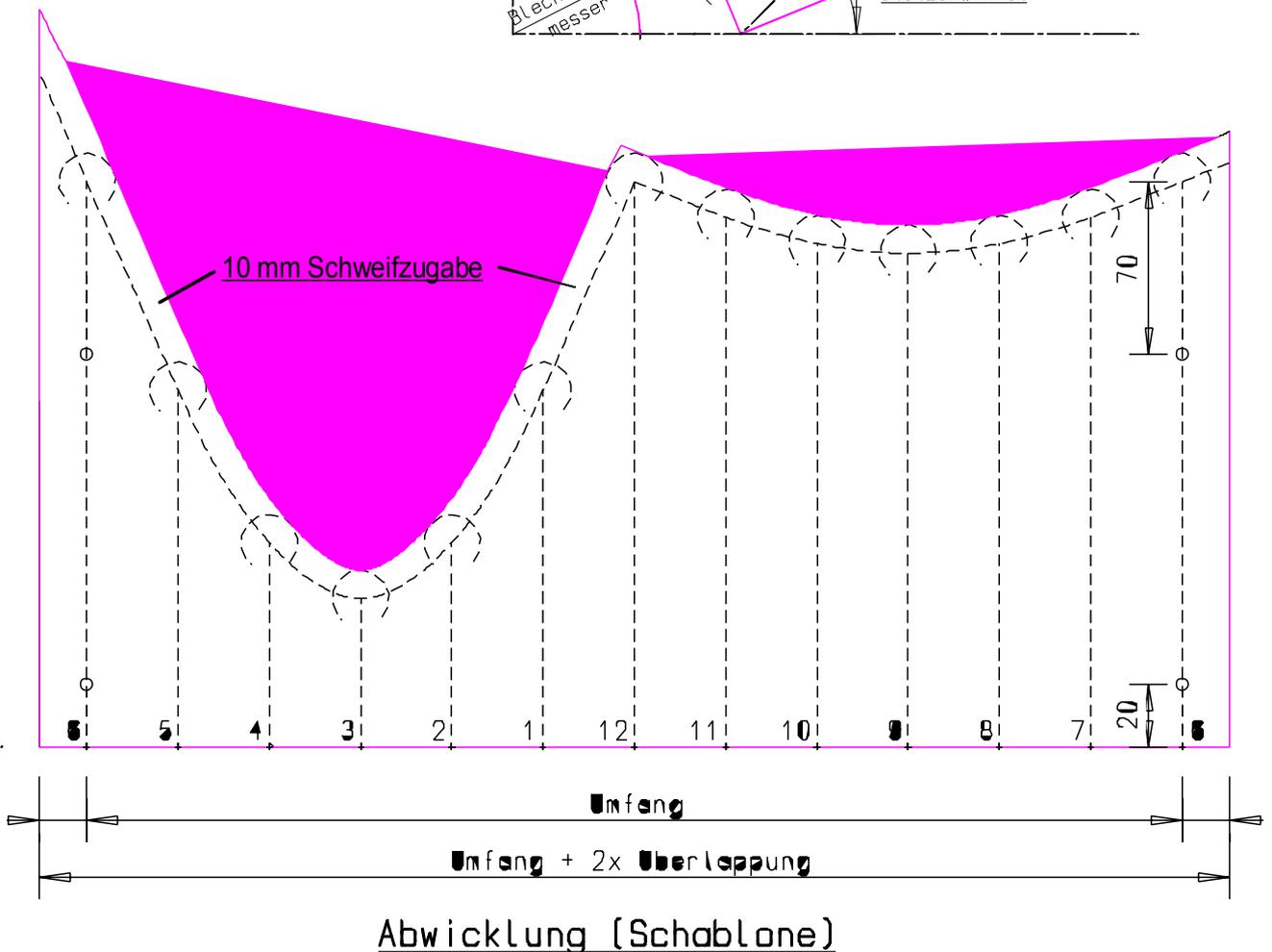
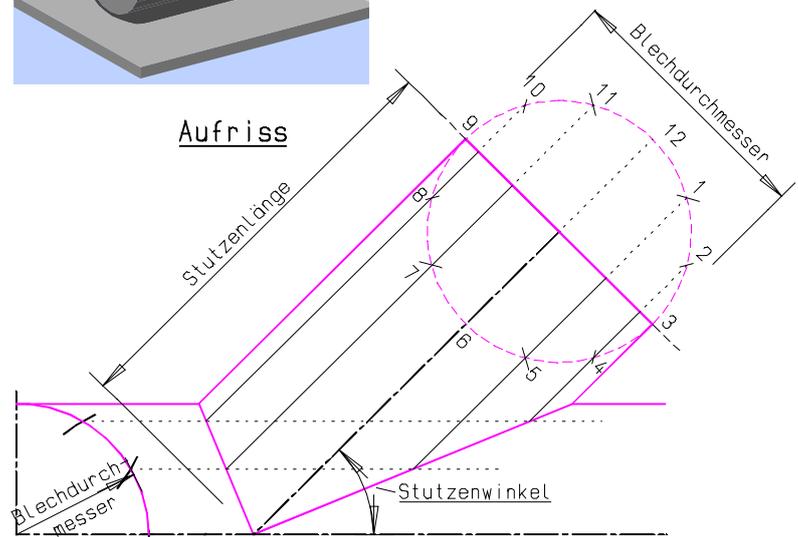
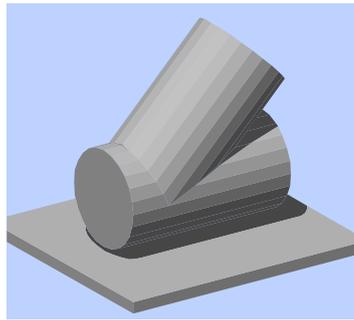


Abwicklung (Schablone)

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.5.5.3 Schrägstützen gleich auf gleich

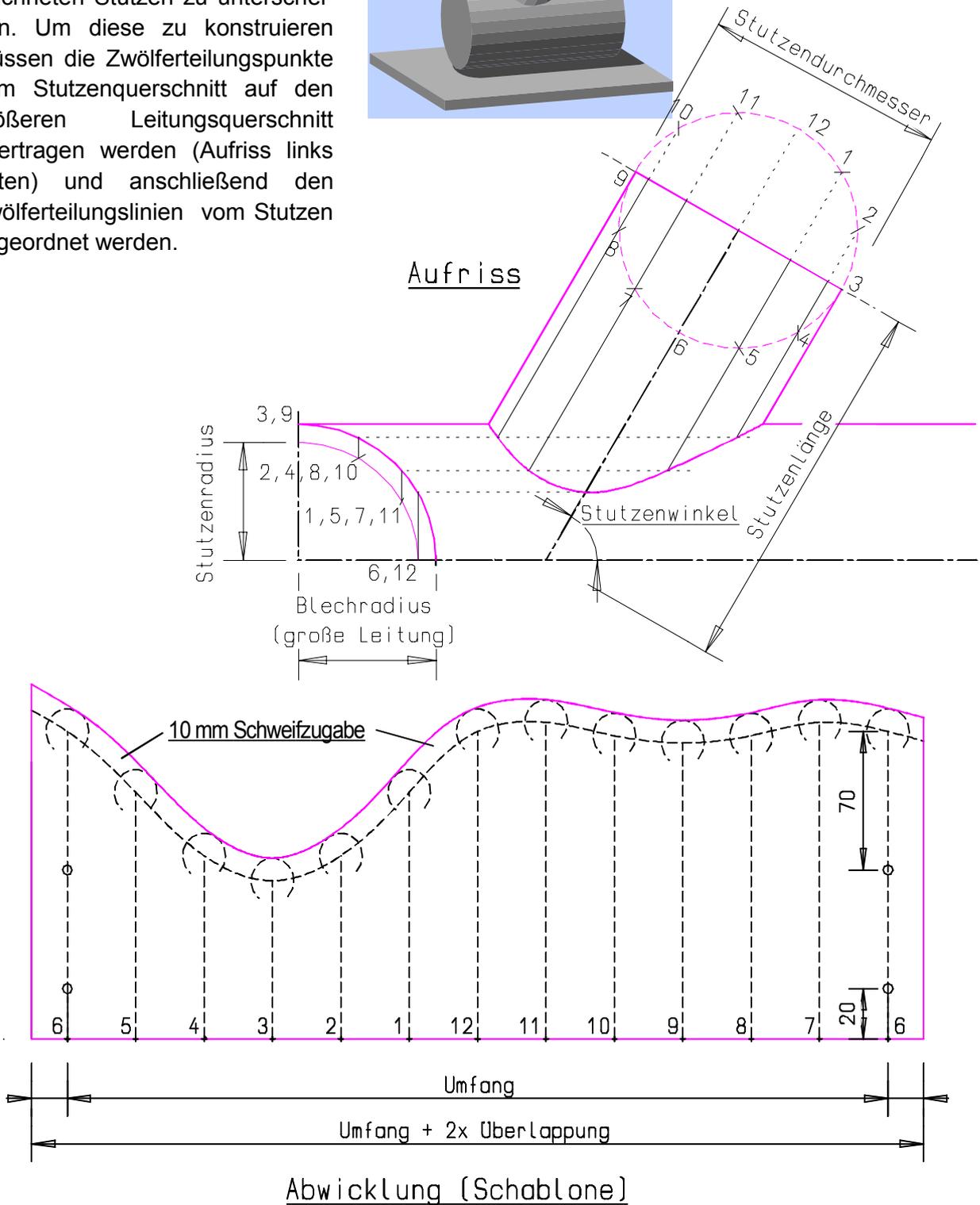
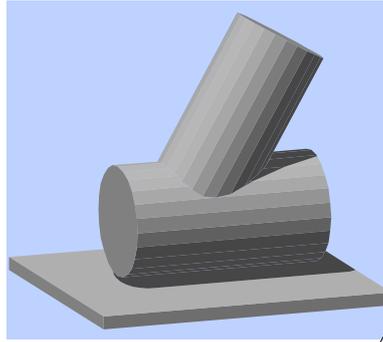
Zum Abwickeln eines Schrägstützens wird die Vorderansicht benötigt. Es genügt den Stützen auf ein halbes Passstück zu zeichnen. Der Stützenwinkel kann mit den geometrischen Grundkonstruktionen (1.3.1) gezeichnet werden. Anschließend die Stützenlänge abtragen. Rechtwinklig zur Achse das Ende zeichnen. Jetzt folgt der Kreis, auf der Achse, der den Querschnitt des Stützens mit Zwölferteilung zeigt. Die Achse parallel verschieben und die Schnittpunkte verbinden. Bei genau gezeichnetem Aufriss ist die Verschneidungslinie eine Gerade.



## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.5.5.4 Schrägstutzen klein auf groß

Der Schrägstutzen klein auf groß ist durch seine runde Verschneidungslinie leicht vom vorher gezeichneten Stutzen zu unterscheiden. Um diese zu konstruieren müssen die Zwölferteilungspunkte vom Stutzenquerschnitt auf den größeren Leitungsquerschnitt übertragen werden (Aufriss links unten) und anschließend den Zwölferteilungslinien vom Stutzen zugeordnet werden.



## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.6 Lernfeld - Projekt: Zuleitung Heizkörper

Im Keller eines Industriegebäudes wurde nachträglich ein Heizkörper angeschlossen. Diese in rot gezeichnete Rohrleitung, aus Stahl soll nach Energieeinsparverordnung gedämmt werden. Die Dämmung ist gegen Beschädigung zu schützen.

1. Planen Sie den Arbeitsablauf für die Dämmarbeiten einschließlich Oberflächenschutz unter Berücksichtigung der Unfallverhütungsvorschriften.
2. Ermitteln Sie die erforderliche Dämmdicke, den Durchmesser des Blechmantels, sowie alle erforderlichen Einzelteile und Maße.
3. Zeichnen Sie die erforderlichen Aufrisse, Abwicklungen und Zuschnitte. Der Maßstab für die Lösung in der Theorie beträgt: 1:10/ 1:5
4. Berechnen Sie den Materialbedarf.
5. Stellen Sie eine Maschinen- und Werkzeugliste auf.
6. Begründen Sie die Auswahl des Dämmstoffes sowie des Oberflächenschutzes.

#### 1.6.1 Arbeitsablauf

- Bereitstellen der notwendigen Werkzeuge, Maschinen und Hilfsmittel
- Anfertigen der Aufrisse und Abwicklungen
- Vorrichten der Blechteile
- Verladen der vorgerichteten Blechteile und des Dämmmaterials und Fahrt zur Baustelle
- Aufstellen einer Klappleiter (max. Arbeitszeit 2 Std. täglich nach BGV)
- Befestigen der Mineralwolle
- Montieren der Blech – PVC – Hülle
- Endkontrolle (Maße, Winkel, usw.)

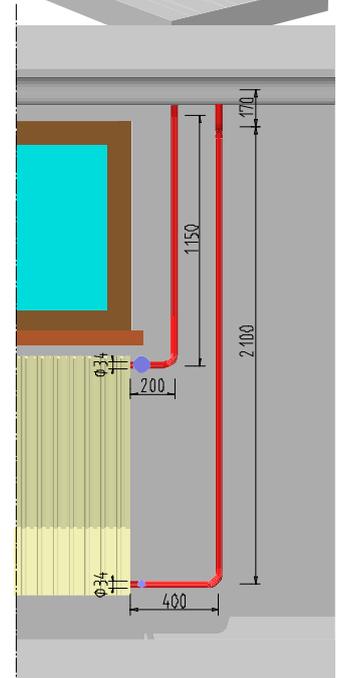
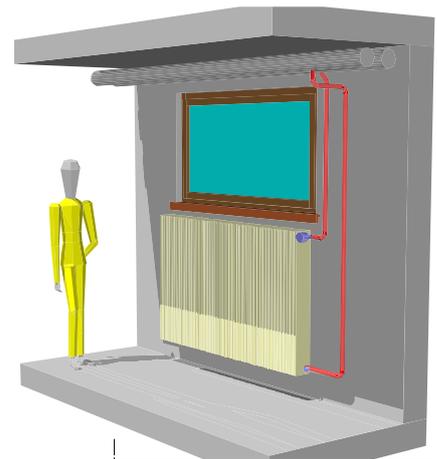
#### 1.6.2 Berechnungen

##### 1.6.2.1 Dämmdicke/ Durchmesser Blechmantel

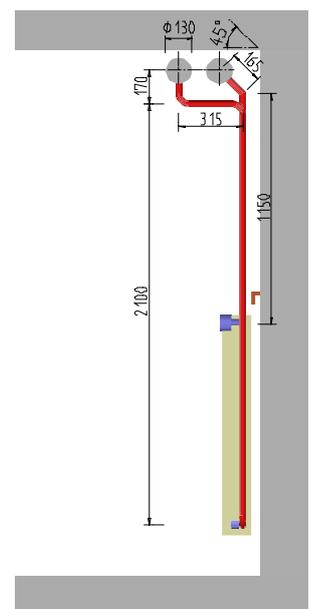
Außendurchmesser der Heizungsleitung als geschweißtes Schwarzwrohr (nach Plan) = DN 25, Außendurchmesser = 33,7 mm

Dämmdicke mit Rohrschalen (Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/m\*k. nach Tabelle) = 30 mm

Durchmesser des Blechmantels =  $\varnothing$  der Leitung + 2 x Dämmdicke  
 = 34 mm + 2 x 30 mm  
 = 94 mm gewählt = 100 mm



Vorderansicht



Seitenansicht

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.6.2.2 Einzelteile

- 90° Bogen,  $\varnothing = 100$  mm, Radius = 90 mm, 3 - teilig.
- 45° Schmiege,  $\varnothing = 100$  mm, 1 - teilig.
- 90° Stutzen  $\varnothing 100/130$  mm.

### 1.6.2.3 Berechnung der Maße für die Abwicklung

- Kurzbezeichnungen:

NL = Nennlänge (beim Aufmaß gemessene Länge)

AL = Anfangslänge                      EL = Endlänge

ML = Mittellänge                      SL = Stutzenlänge

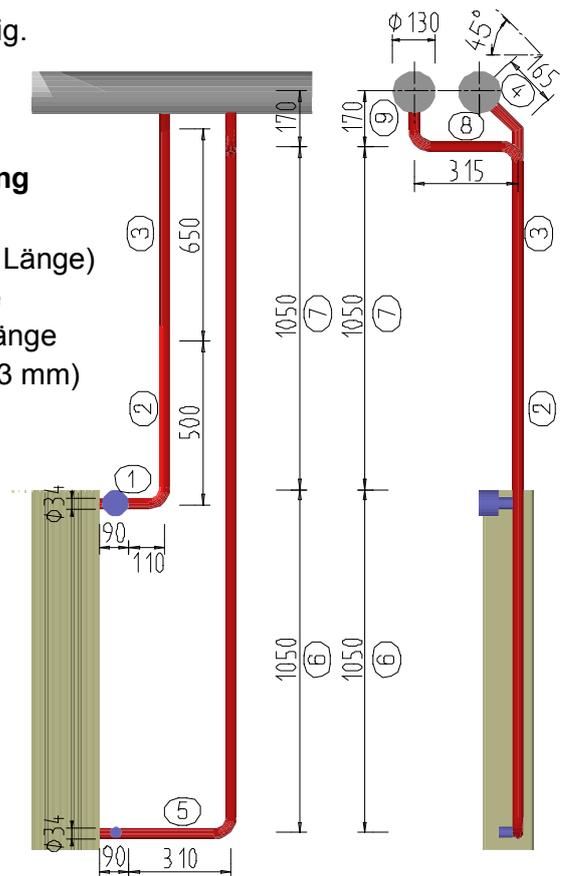
R = Radius                      s = Sickenzugabe (3 mm)

- Vorlauf:

- ①  $AL = NL - R + s = 100 - 90 + 3 = 13$  mm
- ②  $EL = NL - R + s = 500 - 90 + 3 = 413$  mm
- ③  $AL = NL - R + s = 650 - 90 + 3 = 563$  mm
- ④  $SL = NL + s = 165 + 3 = 168$  mm

- Rücklauf:

- ⑤  $AL = NL - R + s = 310 - 90 + 3 = 223$  mm
- ⑥  $EL = NL - R + s = 1050 - 90 + 3 = 963$  mm
- ⑦  $EL = NL - R + s = 1050 - 90 + 3 = 963$  mm
- ⑧  $ML = NL - 2 \times R = 315 - 2 \times 90 = 135$  mm
- ⑨  $SL = NL - R = 170 - 90 = 80$  mm



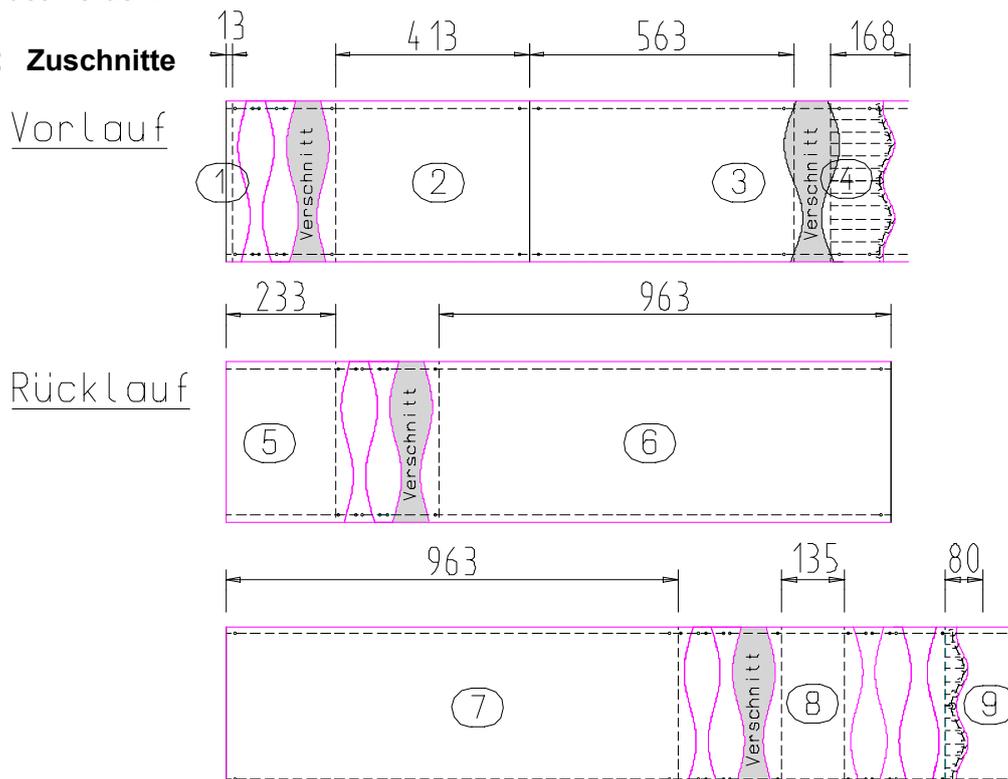
Vorderansicht    Seitenansicht

### 1.6.3 Zeichnungen

#### 1.6.3.1 Aufrisse und Abwicklungen

Aufrisse und Abwicklungen sind nach den Maßen von Punkt 1.6.2.2 zu zeichnen. Hierfür kann die Anleitung von Punkt 1.5 verwendet werden.

#### 1.6.3.2 Zuschnitte



## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.6.4 Materialbedarf

Stck	Einzelteil	Dsd/d (mm)	l (m) / b (m)	m <sup>2</sup> /lfm
	Rohrschalen WLF=0,035 W/m*k.	34/30	0,11 + 0,50 + 1,03 0,165 + 0,31 + 1,00 + 0,98 + 0,315 + 0,17	<b>4,58 lfm</b>
1	Aufrisse	0,5	0,30 x 0,30	0,09 m <sup>2</sup>
1	Zuschnitt Ø 100	0,5	4,32 x 0,344	1,49 m <sup>2</sup>
2	Stirnscheiben Ø 100	0,5	0,13 x 0,13	0,03 m <sup>2</sup>
	Verschnitt 20 % v.1,61 m <sup>2</sup>			<u>0,32 m<sup>2</sup></u>
	Gesamt Blech 0,5 mm			<b><u>1,93 m<sup>2</sup></u></b>
<u>Zubehör:</u> 1 Rolle Wickeldraht 0,65 mm verzinkt; 1Rolle Alu - Klebeband; 70 Blechschrauben 4,2 x 9,5; 2 Pop – Nieten 3,2 x 8;				

### 1.6.5 Maschinen- und Werkzeugliste

#### 1.6.5.1 Maschinenliste

1 Tafelschere  
1 Sickenmaschine  
1 Rundmaschine

1 Reihenlochstanze  
1 Akku - Schrau

#### 1.6.5.2 Werkzeugliste

1 Filzstift fein, 1 2-m Maßstab bzw. Umfang-Meter, 1 Taster, ca. 200/250 mm, 1 Metall-Maßstab 500 mm lang, 1 Reißnadel, 1 Anschlagwinkel 300 mm lang, 1 feststellbarer Stechzirkel 150 mm lang, 1 linke Figuren-

schere, 1 rechte Lochschere, 1 Schraubendreher, 1 Stück Eisenhammer 250 g, 1 Gummihammer, 1 Grip-Zange, 1 Stück Pop-Nietzange, 1 Stück Handlochstanze, 1 Stück Flachfeile, 1 Isolierermesser.

### 1.6.6 Auswahl des Dämmstoffes sowie des Oberflächenschutzes

#### 1.6.6.1 Dämmstoff

Gewählt: Mineralwollschalen alukaschiert (Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/m\*k)  
Eigenschaften: hohe Wärmedämmung, gut zu verarbeiten, A1 - nicht brennbar,

#### 1.6.6.2 Oberflächenschutz

Gewählt: Feuerverzinktes Stahlblech DX 51 D, Zinküberzug - 275 g/m<sup>2</sup>

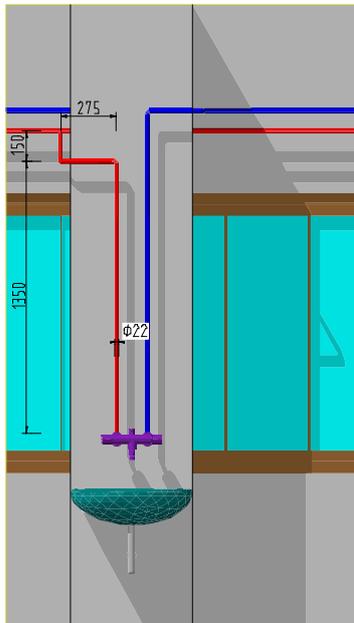
Eigenschaften: ausreichende Korrosionsbeständigkeit, kostengünstig, beständig gegen mechanische Belastung.

## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

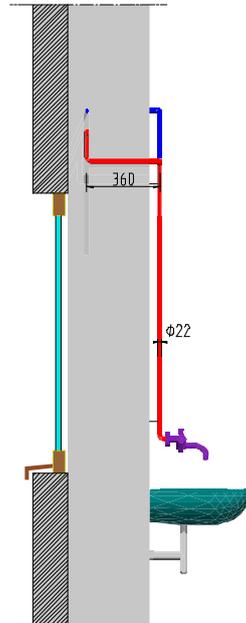
### 1.7 Lernfeld - Übungsaufgaben

#### 1.7.1.1 Warmwasserleitung in einer Essenzen-Fabrik

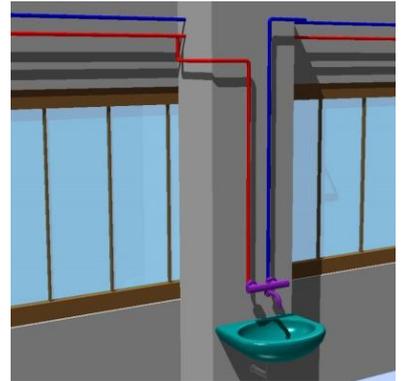
Die gezeichnete Warmwasserleitung (rot) befindet sich in einer Halle, die zur Herstellung von Lebensmittelzusatzstoffen genutzt wird. Planen Sie die benötigte Dämmung.



Vorderansicht



Seitenansicht

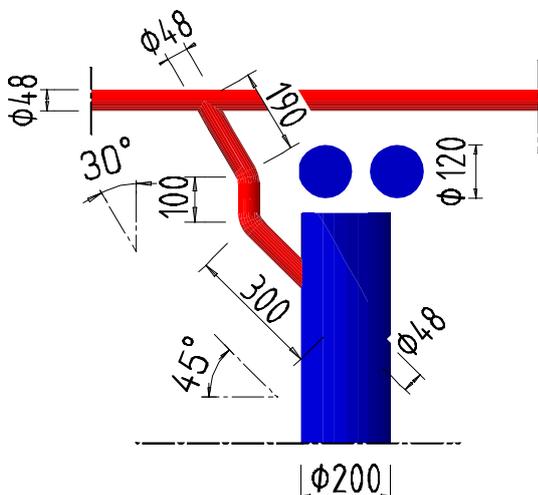


#### Ausführungshinweise

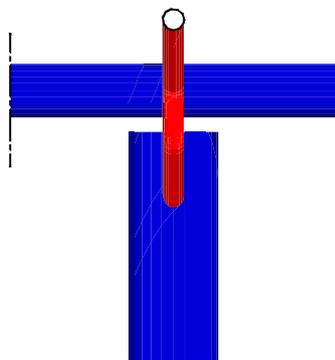
- Geeignete Dämmstoffe und Oberflächenschutz auswählen
- Aufrisse und Abwicklungen Maßstab 1:5/ 1:10
- Baustoffbedarf ermitteln
- Gefährdungsbeurteilung erstellen

#### 1.7.1.2 Thermalölleitung in einer Raffinerie

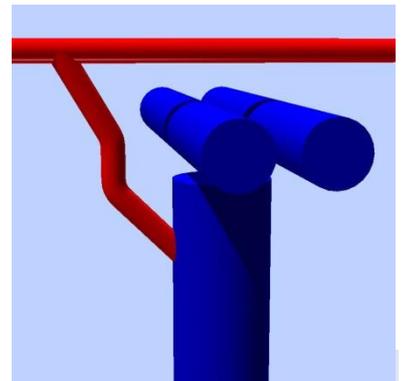
Die dargestellte Thermalölleitung (rot) ist nachträglich zur Optimierung des Fertigungsprozesses eingebaut worden. Die Mediumtemperatur beträgt  $300^{\circ}\text{C}$ . Die Dämmschichtdicke soll 150 % der in der GEG angegebenen Werte betragen.



Vorderansicht



Seitenansicht



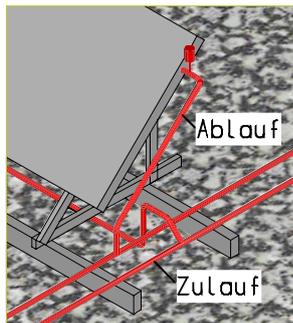
#### Ausführungshinweise

- Geeignete Dämmstoffe und Oberflächenschutz für aggressive Atmosphäre auswählen
- Dämmdicke ermitteln
- Aufrisse und Abwicklungen Maßstab 1:5/ 1:10
- Persönliche Schutzausrüstung auswählen

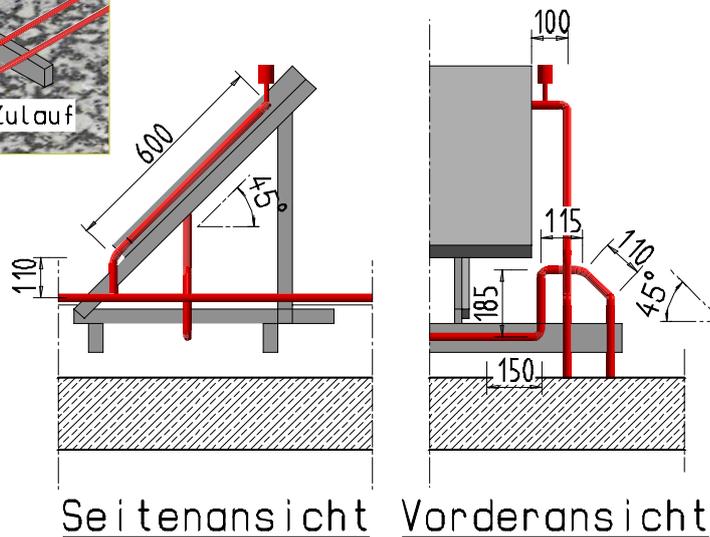
## Lernfeld: 4.0 Beschichten und Bekleiden

### 1.7.1.3 Solaranlage zur Heizungsunterstützung

Die gedämmte Zirkulationsleitung für eine Solaranlage soll als Schutz vor mechanischer Beschädigung einen metallischen Blechmantel erhalten. Der Rohraußendurchmesser beträgt 22 mm, die Isolierdicke 25 mm, auch ist eine Pufferschicht von 13 mm zu berücksichtigen. Planen und fertigen Sie den vermasseten Teil des Zulaufes und den Ablauf bis zur Verteilerleitung.

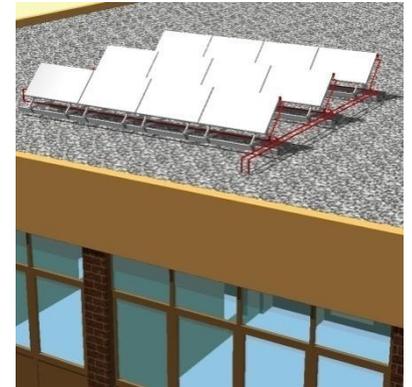


Isometrie



Seitenansicht

Vorderansicht



### Ausführungshinweise

- Arbeitsablauf planen
- Geeigneter Oberflächenschutz für den Außenbereich auswählen
- Aufrisse und Abwicklungen Maßstab 1:5/ 1:10
- Blechbedarf ermitteln
- Absturzsicherung für ein Flachdach mit mehr als 3 m Absturzhöhe planen

# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKSB-Isoliererhandwerk**

Lernfeld 1.5

Kälteschutz

Erstellen eines einfachen Kälte­dämm­systems

Autor: Helmut Fuchs, F.K. Isoliermontage



## Lernfeld: 5.0 Erstellen eines einfachen Kälte­dämmsystems

### 5.1 Lernfeld – Einführung

Es kennt wohl jeder das folgende Phänomen: Man sitzt an einem heißen Sommertag draußen im Freien, hält ein kaltes Getränk in der Hand und man kann beobachten, wie sich an der Außenseite des Glases nach und nach kleine Wassertropfen bilden (siehe Abbildung 1). Dieses Phänomen nennt sich **Tauwasserbildung**.

**Tauwasser** kann immer auftreten, wenn ein Gegenstand mit einer kälteren Oberfläche in eine wärmere Umgebung gebracht wird. Was bei dem Beispiel des Getränks eine sehr angenehme Vorstellung ist, kann jedoch beim Betrieb technischer Anlagen zu einem großen Problem werden. Auch hier werden häufig kalte Medien durch eine wärmere Umgebung transportiert. Es kann also zur Entstehung von Tauwasser kommen, welches sich mit der Zeit ansammelt und erheblichen Schaden am System, der Dämmung, oder umliegenden Bauteilen hervorrufen kann (siehe Abbildung 2).

#### Beispiel:

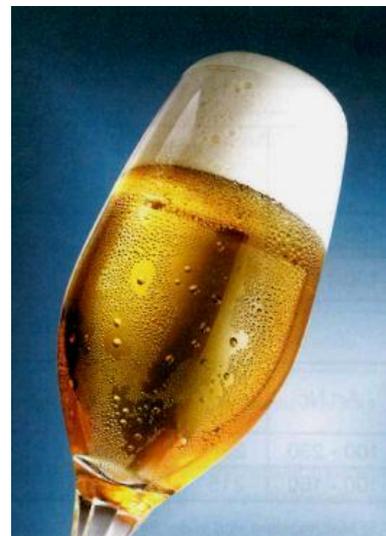
Tritt an einer Rohrleitung in einer Brauerei wegen mangelnder Isolierung Tauwasser auf, kann es zu Wasserschäden oder zu Hygienebeanstandungen kommen. Die Brauerei muss den Betrieb einstellen und die Schäden beheben bevor sie wieder produzieren kann.

Somit bleibt auch die Tauwasserbildung am Kaltgetränk für eine gewisse Zeit leider aus. Es gehört zu ihren Aufgaben als Isolierer dies zu verhindern!

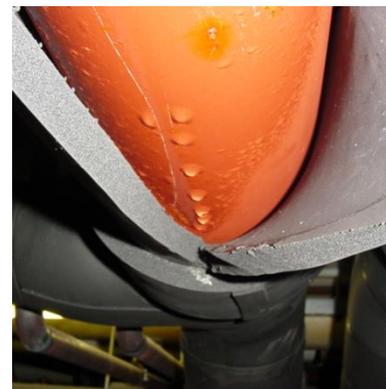
Bei der **Isolierung von Kältesystemen** ist also nicht nur die Temperatur-Komponente zu bedenken, sondern auch die Tauwasserbildung an der Außenseite des Leitungssystems, oder des kalten Bauteils. Es gehört folglich zum Grundwissen des WKSB-Isolierers wann und warum Tauwasser entsteht und durch welche Maßnahmen das verhindert werden kann.

#### *Erforderliche Kenntnisse*

- Kälte­dämmung
- Taupunkt­berechnung
- Diffusions­hemmung
- Kälte­dämmstoffe
- Verarbeitungs­weisen
- Massenermittlung



*Abbildung 1: Tauwasser am Bierglas (keine Probleme)*



*Abbildung 2: Tauwasser an Kälte­leitung unter Dämmung (verursacht große Probleme)*

## Lernfeld: 5.0 Erstellen eines einfachen Kälte­dämmsystems

### 5.2 Kälte­däm­mung und das Problem mit dem Tauwasser

#### 5.2.1 Ursachen von Tauwasser

Die Luft kann abhängig von ihrer Temperatur verschieden viel Wasserdampf in sich binden. Je wärmer sie ist, umso mehr Wasser [g] pro Volumeneinheit [ $\text{m}^3$ ] kann sie speichern (siehe Abbildung 3). Das bedeutet im Umkehrschluss; wenn man feuchte, warme Luft stark abkühlt, wandelt sich der Wasserdampf in der Luft in flüssiges Wasser um und wird als Tröpfchen von der Luft abgegeben. Diesen Vorgang nennt man **Kondensation**.

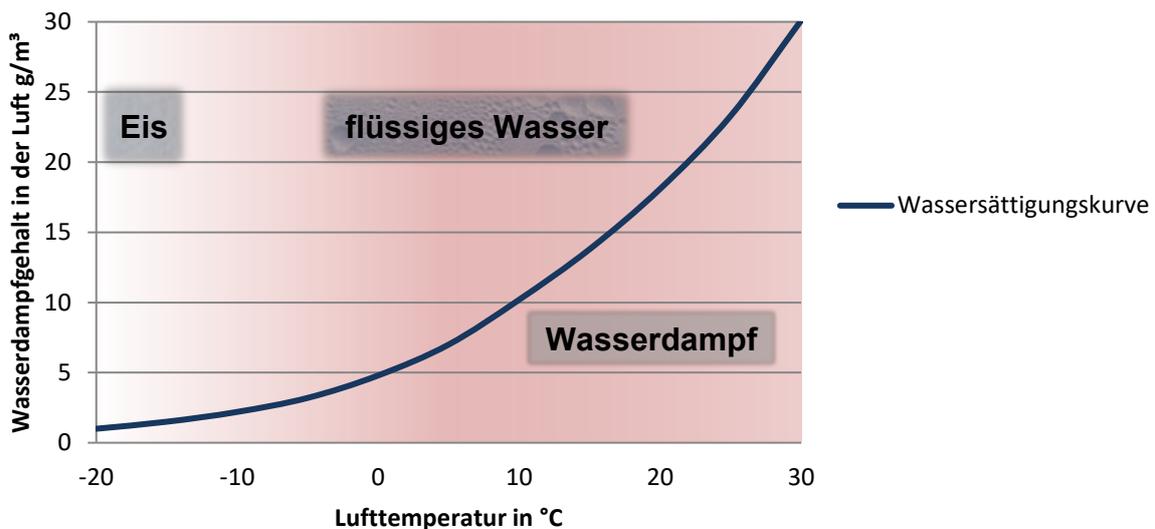


Abbildung 3: Wassersättigungskurve (je niedriger die Temperatur, desto weniger Wasser kann die Luft halten)

Wie man aus Abbildung 3 entnehmen kann, muss nicht immer wenn die Luft abkühlt auch tatsächlich Tauwasser ausfallen. Es kommt zunächst darauf an, wie hoch ihre **absolute Luftfeuchte** ist, also wie viel Wasserdampf von vorne herein in der Luft gebunden ist.

#### Beispiel:

Wird Luft mit einem Wasserdampfgehalt von  $10 \text{ g/m}^3$  von  $25 \text{ °C}$  auf  $15 \text{ °C}$  abgekühlt, kann sie den Wasserdampf immer noch ganz aufnehmen. Es wird kein flüssiges Wasser ausfallen.

Um auf den ersten Blick sehen zu können, ob die Gefahr der Tauwasserbildung besteht, wurde die Größe der **relativen Luftfeuchte**  $\varphi$  eingeführt. Sie wird in Prozent % angegeben und besagt wie hoch der Wasserdampfgehalt der Luft im Verhältnis zur Maximalmenge an Wasserdampf ist, die sie bei einer bestimmten Temperatur tragen kann. Das heißt, erreicht die relative Luftfeuchte den Wert 100 %, wird Tauwasser aus der Luft ausfallen. Dieser Punkt wird als **Taupunkt** bezeichnet und ist eine Temperaturangabe.

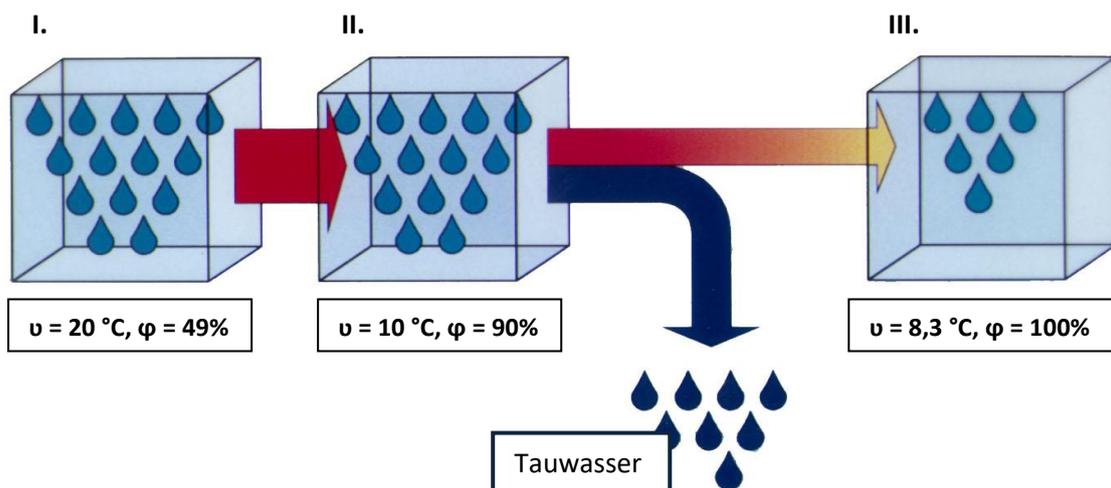
## Lernfeld: 5.0 Erstellen eines einfachen Kältesystems

### Beispiel:

I. In einem Brauhaus befinden sich  $8,5 \text{ g/m}^3$  Wasserdampf in der Luft und es hat eine Temperatur von  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Die relative Luftfeuchte beträgt in etwa  $49 \%$ . Das bedeutet die Luft in diesem Raum könnte ca. die doppelte Menge an Wasser aufnehmen bevor es zu einer Tauwasserbildung kommen würde.

II. Nun entschließt sich der Braumeister die Temperatur im Raum auf  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  zu senken. Natürlich ändert sich dadurch nichts an der Wasserdampfmenge, jedoch kann die kältere Luft viel weniger Wasserdampf tragen. Die relative Luftfeuchte steigt dadurch also auf  $90\%$  und die Gefahr der Tauwasserbildung wächst.

III. Angenommen durch das Brauhaus verläuft nun eine Rohrleitung in der kühles Erfrischungsgetränk mit einer Temperatur von  $8 \text{ }^\circ\text{C}$  transportiert wird. An der Rohraußenwand herrscht dadurch eine Temperatur von  $8,3 \text{ }^\circ\text{C}$ . Die Umgebungsluft erreicht in diesem Bereich ihre Taupunkttemperatur und somit eine relative Luftfeuchte von  $100 \%$ . Sie kann folglich ihren Wasserdampf nicht mehr halten und es kommt zur Tauwasserbildung an der Außenseite des Rohres; das Rohr „schwitzt“.



**Merke:** Wird Luft stark abgekühlt und dadurch die Taupunkttemperatur unterschritten fällt der Wasserdampf in der Luft als Tauwasser aus!

Generell kann die Tauwasserbildung immer dort auftreten, wo wärmere, feuchte Luft in Berührung mit einer kälteren Oberfläche kommt. Sei es am Spiegel im Bad nach dem Duschen, oder an Kälteleitungen in einem Industriebetrieb; der Effekt bleibt der Selbe:

Die Luft kühlt an der Grenzfläche ab und muss Wasser in flüssiger Form ausscheiden, falls ihr Taupunkt dabei unterschritten wird. Es ist unerlässlich dies bei der Konstruktion, Montage und Dämmung von Kältesystemen zu bedenken!

**Merke:** Tauwasser kann immer nur auf der warmen Seite eines kalten Körpers auftreten!

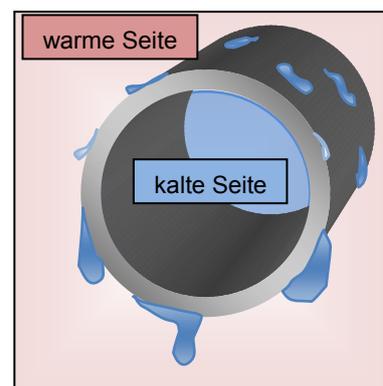


Abbildung 4: Tauwasserbildung an warmer Seite einer Kälteleitung

## Lernfeld: 5.0 Erstellen eines einfachen Kälte­dämmsystems

### 5.2.2 Folgen von Tauwasser

Die Folgen von Tauwasserbildungen an technischen Anlagen können verheerend sein und deren Betrieb immens stören. Werden in den Kälteleitungen Medien mit Temperaturen unterhalb des Gefrierpunkts transportiert, kann das Tauwasser sogar vereisen. Unter Umständen führt dies zu immensen Schäden, so dass der Betrieb eingestellt werden muss. Welchen Effekt der ständige Kontakt von flüssigem Wasser und einem Bauteil tatsächlich hat, hängt jedoch stark von dem Material ab aus dem es hergestellt wurde.



Abbildung 5: Korrosion an Flansch

Eines der größten Probleme ist dabei wohl die **Korrosion** von leicht rostenden **Leitungsmaterialien**. Das bedeutet, dass jegliches Objekt bei Kälte­dämmung korrosionsschutz­geschützt sein muss, sofern es aus un- oder niedriglegiertem Stahl besteht. Bei Objekten aus nicht-rostendem austenitischen Stählen oder Kupfer muss immer erst vom Planer der Anlage geprüft werden, ob auf Korrosionsschutz verzichtet werden kann.



Abbildung 6: Korrosion an Kälte­leitungen

**Merke:** Vor jeder Dämmung von Kältesystemen ist zunächst zu prüfen, ob gegebenenfalls Korrosionsschutz nach AGI Q 151 aufgebracht wurde! Die Dämmung selbst stellt keinen Korrosionsschutz für Anlagenteile dar!

Eine weitere unerwünschte Auswirkung von durchfeuchtem Dämmstoff ist die Gefahr einer erhöhten Wärmeleitfähigkeit, und somit Minderung der Isolationswirkung. Da Wasser die Wärme deutlich besser leitet als Luft, ist auch aus diesem Grund die Trockenheit des Dämmstoffs in jedem Fall sicher zu stellen.

Weiterhin kommt es zu einer „stofflichen Veränderung“ des Dämmstoffs, wenn er mit Wasser in Berührung kommt. Chemische Prozesse führen hier zu irreparablen Schädigungen.



Abbildung 7: Stoffliche Schädigung durch Durchfeuchten

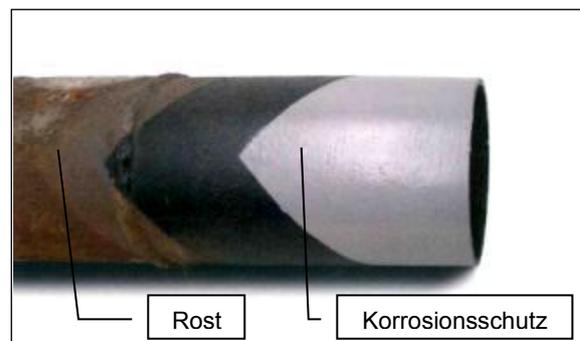


Abbildung 8: Bereits korrodiertes, nachträglich Korrosionsschutztes Rohr

## Lernfeld: 5.0 Erstellen eines einfachen Kältedämmsystems

### 5.3 Dämmstoffe für den Kälteschutz

#### 5.3.1 Diffusionshemmende Eigenschaften

Um Schäden durch Tauwasser zu verhindern, ist es der beste Weg von Vorne herein zu verhindern, dass es zu so einer Tauwasserbildung kommen kann. Es werden folglich Dämmstoffe eingesetzt, die neben möglichst geringer Wärmeleitfähigkeit auch möglichst wenig Wasserdampf der Umgebungsluft an die Leitungsoberfläche herankommen lassen.

Luftfeuchte ist in der Lage ist bereits durch sehr kleine Poren und Öffnungen hindurch zu gelangen. Wenn sich Wasserdampf auf diese Weise durch festes Material bewegt, um sich möglichst gleichmäßig im Raum zu verteilen, so nennt man diesen Vorgang **Wasserdampfdiffusion**.

Soll Tauwasserbildung an kalten Bauteilen also verhindert werden, müssen möglichst **diffusionsdichte Dämmstoffe** eingesetzt werden, damit kein Wasserdampf bis zum Objekt selbst vordringen kann (vgl. Abbildung 7 & 8). Wie dicht ein Stoff tatsächlich ist, wird mit dem Nennwert  $\mu$  angegeben. Je größer der  $\mu$ -Wert, desto undurchlässiger ist der Stoff.

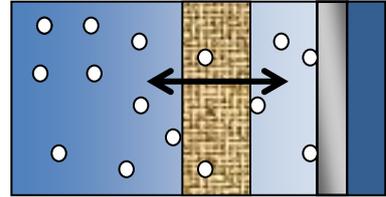


Abbildung 9: Diffusionsdurchlässige Dämmung (z.B. Mineralwolle)

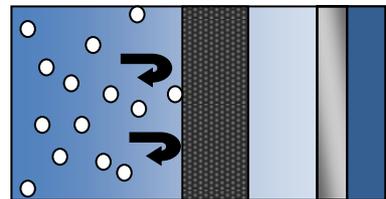


Abbildung 10: Diffusionsdichte Dämmung (z.B. geschlossenzelliger Weichschaum)

**Merke:** Der  $\mu$ -Wert gibt an wie viel Mal weniger Wasserdampf durch einen betreffenden Stoff hindurch diffundieren kann, als durch eine ruhende Luftschicht gleicher Abmessung.

d.h.:  $\mu = 5$  bedeutet, einen Stoff durchdringt nur ein Fünftel des Wasserdampfes, der durch ruhende Luft transportiert werden würde.

Tabelle 1:  $\mu$ -Werte ausgewählter Baustoffe

Bau- und Dämmstoffe	Richtwerte von $\mu$
Mineralfaserstoffe, Kork	1 – 10
Hartschaumstoffe, Extruderschaum	20 – 250
Putz, Mörtel, Mauerwerk, Leichtbeton	5 – 350
Holz, Spanplatten, Sperrholz	20 – 400
Elastomerschaum	1000 – 10 000
Schaumglas, Bitumendachbahnen, Metall	praktisch unendlich

## Lernfeld: 5.0 Erstellen eines einfachen Kälte­dämmsystems

Natürlich spielt auch die Dicke der Dämmschicht eine Rolle bei der Bestimmung der Diffusionsdichtigkeit einer Isolierung. Um einen absoluten Dichtigkeitswert für eine Dämmschicht angeben zu können, wird der sogenannte **S<sub>d</sub>-Wert** herangezogen. Er wird errechnet, indem man einfach den μ-Wert mit der Dicke der Dämmschicht multipliziert. Da μ keine Einheit besitzt, wird **S<sub>d</sub>** in Metern [m] angegeben.

Je höher der Wert von **S<sub>d</sub>** ist, umso dichter ist die Dämmschicht. Liegt der Wert über 1500 m spricht man von **Dampfsperren**, liegt er darunter spricht man von **Dampfbremsen**.

Besonders **Folien** (häufig Metal- & Metalverbundfolien) spielen hier eine entscheidende Rolle, da sie sehr hohe μ-Werte aufweisen und somit schon bei geringen Dicken (aber min. 50 μm) eine hohe Diffusionsdichtigkeit haben. Sie werden als Dampfbremse vollflächig auf die Dämmung aufgeklebt um das Eindringen von Wasserdampf auch im Falle leichter Beschädigungen zuverlässig zu verhindern.

### Klassen der Diffusionsdichte

#### 1. diffusionsoffene Schicht

$$S_d \leq 0,5 \text{ m}$$

#### 2. diffusionshemmende Schicht

$$1500 \text{ m} > S_d > 0,5 \text{ m}$$

#### 3. diffusionsdichte Schicht

$$S_d > 1500 \text{ m}$$

Merke: Der **S<sub>d</sub>-Wert** wird berechnet aus dem **μ-Wert** eines Stoffes und dessen **Dicke d**.

$$S_d = \mu * d$$

d.h.: Ob eine Isolierschicht diffusionsdicht ist oder nicht, hängt davon ab, wie dick sie ist und aus welchem Material sie besteht.

### Beispiel:

Eine Folie ist 1 mm dick und hat einen μ-Wert von 100.000. Ihr S<sub>d</sub>-Wert ist folglich:

$$S_{d - \text{Folie}} = 100.000 * 0,001 \text{ m}$$

$$S_{d - \text{Folie}} = 100 \text{ m}$$

Mineralwolle hat aber nur einen μ-Wert von 1. Um auf den selben S<sub>d</sub>-Wert wie die Folie zu kommen (S<sub>d - Folie</sub> = 100 m) bräuchte man also...:

$$100 \text{ m} = 1 * d_{\text{MIWo}}$$

$$100 \text{ m} / 1 = d_{\text{MIWo}}$$

$$100 \text{ m} = d_{\text{MIWo}}$$

...eine 100 Meter dicke Schicht Mineralwolle!

Das heißt: Die Wasserdampfdiffusionsdichtigkeit von 1 mm Folie entspricht in etwa der von 100 m Mineralwolle!

## Lernfeld: 5.0 Erstellen eines einfachen Kälte­dämmsystems

### 5.3.2 Dämmstoffe im Vergleich

**Mineralwolle** alleine ist wohl das beste Beispiel für einen recht ungeeigneten Kälte­dämmstoff, da sie stark durchfeuchtungsgefährdet ist (vgl. Tabelle 1). Muss man sie aus technischen Gründen dennoch einsetzen, so ist dies generell nur mit einem Doppelmantel möglich; also einem inneren Mantel aus Mineralwolle und einer äußeren Schicht aus einem diffusionsdichten Dämmstoff und einer Dampfsperre.



Abbildung 11: Faserstruktur von Mineralwolle (zieht Feuchtigkeit an)

**Elastomerschaum** (auch **Vinylkautschuk**) dagegen ist der **am häufigsten verwendete Dämmstoff für Kältesysteme**. Der  $\mu$ -Wert dieses Dämmstoffs liegt wegen seiner geschlossenzelligen Struktur zwischen 1000 und 10 000. Er benötigt folglich nicht einmal eine zusätzliche Dampfbremse in Form einer Folie oder Beschichtung. Jedoch ist der Elastomerschaum sehr UV- und wasserempfindlich, was zu weilen eine Schutzummantelung unumgänglich macht.



Abbildung 12: Geschlossenzelliger Elastomerschaum (verhindert, dass Feuchtigkeit in das Material eindringen kann)

Es ist auch wichtig zu wissen, dass Elastomerschaum ja nach Fabrikat nur bis  $-50\text{ °C}$  eingesetzt werden darf. Bei niedrigeren Temperaturen wird er zunehmend spröde und kann bei mechanischer Belastung leicht brechen. Es gibt jedoch auch spezielle Fabrikate, die bis zu  $-180\text{ °C}$  eingesetzt werden können.

**Polyurethan-Hartschaum** und **Polyurethan-Ortsschaum** sind zwei weitere nennenswerte Kälte­dämmstoffe. Sie sind sehr Kältebeständig, allerdings benötigen auch sie eine Dampfsperre. Ortschaum darf außerdem nur von Personen mit einer gesonderten Schäumerqualifikation eingebracht werden.



Abbildung 13: Hartschaum mit Alu-Dampfsperre

### 5.4 Dämmung einfacher Kältesysteme

Da Elastomerschaum der Dämmstoff ist der bei Weite am häufigsten angefragt und verbaut wird, soll er hier als Beispiel dienen, wie die Dämmung einfacher Kältesysteme durchzuführen ist und was man dabei beachten muss. Vor allem der grundlegende Unterschied zwischen Dämmarbeiten im Außenbereich und solchen im Innenbereich spielt hier eine große Rolle, da das Material sehr witterungsanfällig ist. Im Außenbereich müssen daher immer zusätzliche Schutzanstriche und/oder Ummantelungen aufgebracht werden.

Was alle Dämmarbeiten gemeinsam haben ist, dass alle Nähte und Öffnungen in der Dämmschicht **sorgfältig mit Spezialkleber zu verkleben** sind, da sonst Wasserdampf unter die Dämmung gelangen kann. Außerdem muss man immer darauf achten, dass die

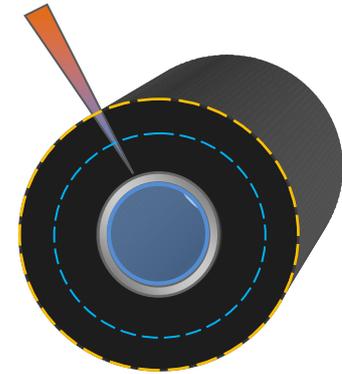
## Lernfeld: 5.0 Erstellen eines einfachen Kälte­dämmsystems

**Dämmdicke** an jeder Stelle der Anlage mächtig genug ist. Sonst wird unter Umständen die Taupunkttemperatur auf der Außenseite der Dämmung bereits unterschritten und es kommt dort zu einer lokalen Tauwasserbildung.

### 5.4.1 Dämmdickenbestimmung

Bei der praktischen Umsetzung von Dämmarbeiten an Kältesystemen ist die Unterschreitung der Taupunkttemperatur meist ein kleineres Problem, da die aufzubringenden **Dämmdicken** ohnehin in den meisten Fällen deutlich höher sind, als es zur bloßen Verhinderung von Tauwasser nötig wäre (vgl. Abbildung 14). Der Grund dafür ist die wirtschaftliche Energieeinsparung die bei der Dämmung technischer Anlagen eigentlich erreicht werden soll.

Hierzu ist es wichtig zu wissen, dass die Erzeugung von Kälte deutlich aufwendiger und energieintensiver ist, als die Erzeugung von Wärmeenergie. Kälte hat also einen deutlich höheren wirtschaftlichen und klimatischen Wert. Anlagen vor übermäßigem Kälteverlust zu bewahren gehört also zu den zentralen Aufgaben eines Isolierers.



Dämmdicke zur Tauwasser-  
verhinderung ————

Dämmdicke zu Verhinderung von  
Kälteverlust ————

Abbildung 14: Dämmdicken-  
vergleich

#### Beispiel:

Möchte man in einem Raum mit einer Lufttemperatur von 30 °C und einer relativen Luftfeuchte von 60% eine Leitung (Medientemperatur -20 °C) zum **Anlagenschutz** so dämmen, dass kein Tauwasser entsteht, so braucht man nur eine Isolierdicke von 14,2 mm (16 mm).

Will man dieselbe Leitung jedoch so isolieren, dass der **Kälteverlust** möglichst gering bleibt, so muss man mindestens eine Dämmschichtdicke von 60 mm aufbringen. Tauwasser wird also keinesfalls Auftreten.

### 5.4.2 Montage

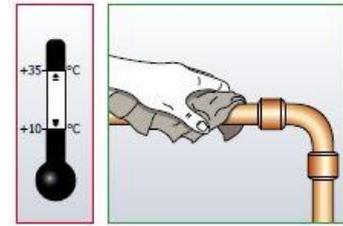
#### I. Voraussetzungen und Vorarbeiten

1. Zunächst ist an Kälteanlagen immer der wirkungsvolle **Korrosionsschutz** zu prüfen!
2. Prüfen, ob die **Mindestabstände** der Anlagenteile eingehalten werden!  
(min. 100 mm nach Aufbringen der Dämmung)
3. Nur mit **nicht-verschmutzten Materialien** und **Werkzeugen** arbeiten!
4. Prüfen, ob für den **Kleber** die richtigen Bedingungen herrschen und ob seine Konsistenz stimmt!

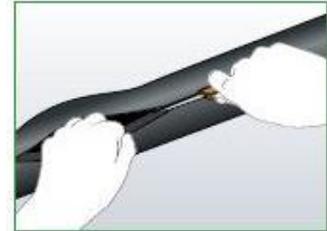
## Lernfeld: 5.0 Erstellen eines einfachen Kälte­dämmsystems

### II. Kälte­dämmung von Rohrleitungen mit Schläuchen

1. Leitung mit Spezialreineriger reinigen, Temperatur Korrosionsschutz und Mindestabstände prüfen



(Falls Schlauch noch nicht geschlitzt sein sollte: Schlauch längs mit scharfem Messer aufschneiden.)



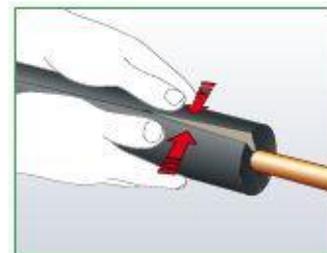
2. Schlauch auf die Leitung montieren und Kleber beidseitig auf Längsnaht auftragen



3. Kleber kurz ablüften lassen und mit Fingerprobe überprüfen



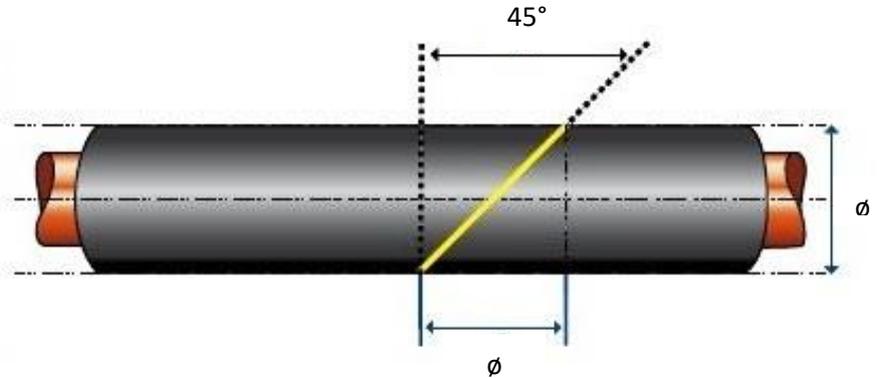
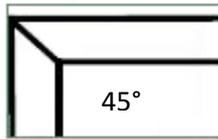
4. Klebeflächen unter gleichmäßigem Druck zusammenfügen



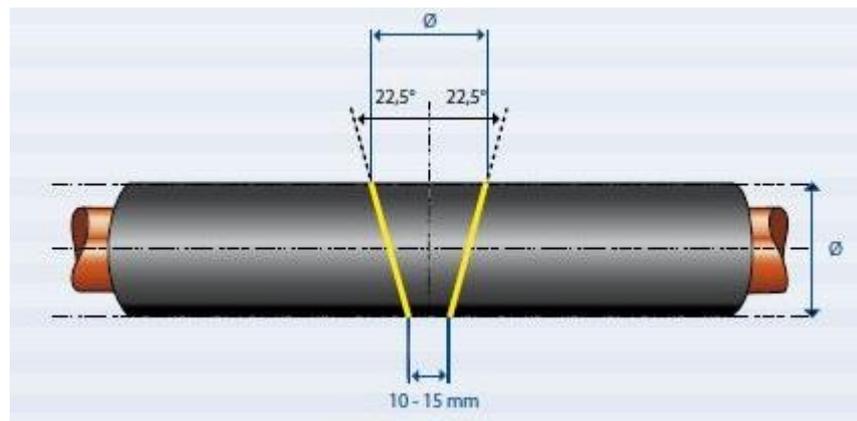
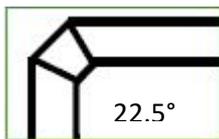
## Lernfeld: 5.0 Erstellen eines einfachen Kälte­dämmsystems

### III. Kälte­däm­mung von ver­schie­de­nen Bögen mit Schläu­chen

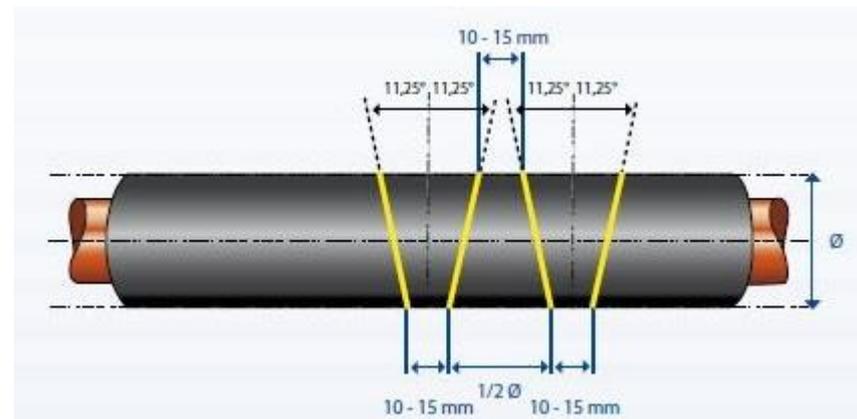
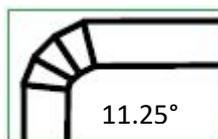
#### 1. 90°-Winkelstück



#### 2. Segmentbogen mit einem Mittelteil

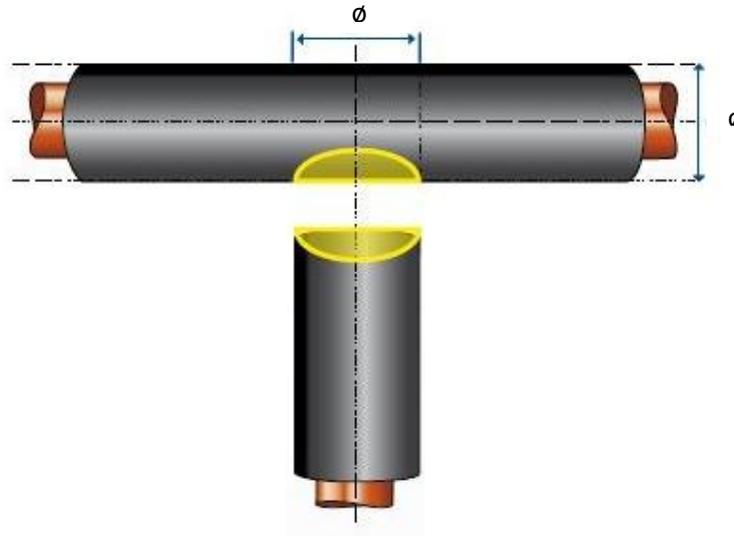


#### 3. Segmentbogen mit drei Mittelteilen



## Lernfeld: 5.0 Erstellen eines einfachen Kälte­dämmsystems

### IV. Kälte­dämmung von T-Stücken



#### 5.5 Planung und Mengenermittlung

Eine gute Planung und Vorbereitung ist genau wie bei Wärmedämmarbeiten auch bei Kältesystemen von größter Wichtigkeit. Vor Beginn der Arbeit muss immer erst geklärt werden, welches Werkzeug und wie viel Material gebraucht wird, da es sonst zu Verzögerungen bei der Ausführung kann.

Die dargestellte Isometrie ist Teil eines Aufmaßes eines einfachen Kälteleitungssystems mit einer Medientemperatur von 0 °C. Im Raum, in dem sich die Leitung befindet, herrscht eine relative Luftfeuchte von 73% und eine Temperatur von 28 °C. Das führt, abhängig vom Rohrdurchmesser, dazu dass eine Dämmschichtdicke von 9 mm bis 15 mm notwendig ist. Um das System sowohl vor Tauwasser, als auch vor Energieverlust zu schützen, wird aus wirtschaftlichen Gründen auf das gesamte System eine Dämmschichtdicke von 19 mm aufgebracht.

#### Aufgabe:

Ermittle den Materialbedarf der nötig ist, um diese Rohrleitung mit allen Formteilen und Armaturen fachgerecht zu Dämmen, sowie vor Tauwasserentstehung zu schützen!

- a) Erstelle zunächst ein Aufmaß des zu dämmenden Systems mit den dazugehörigen Formteilen. Wie viel Meter Isolierschlauch und wie viel Quadratmeter Weichschaumplatte sind in etwa nötig?
- b) Erstelle eine Liste mit weiteren Materialien und Werkzeugen die notwendig sind, um die Arbeit durchzuführen!

## Lernfeld: 5.0 Erstellen eines einfachen Kälte­dämmsystems

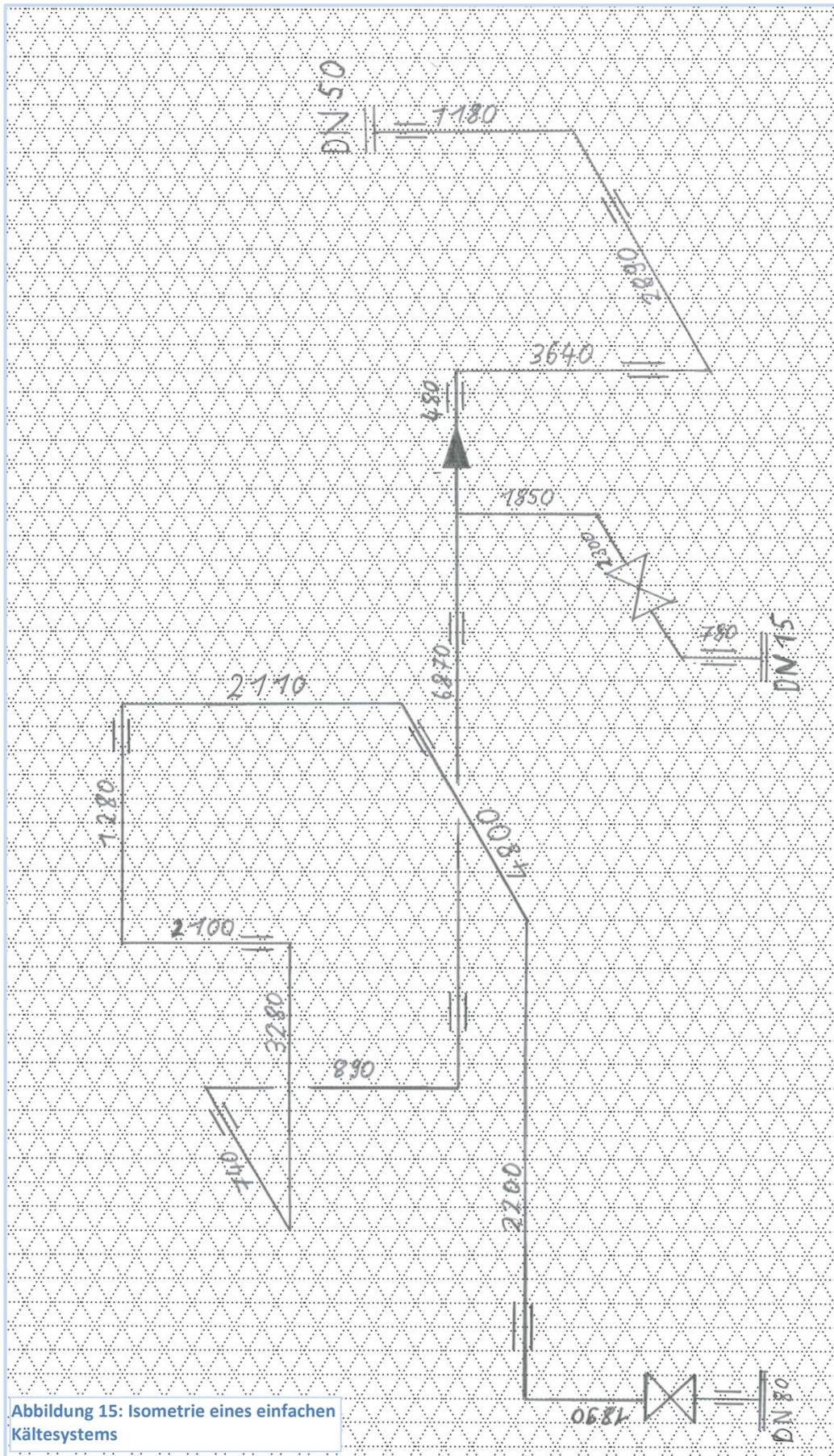


Abbildung 15: Isometrie eines einfachen Kältesystems

## Lernfeld: 5.0 Erstellen eines einfachen Kälte­dämmsystems

### Lösung Aufmaß:

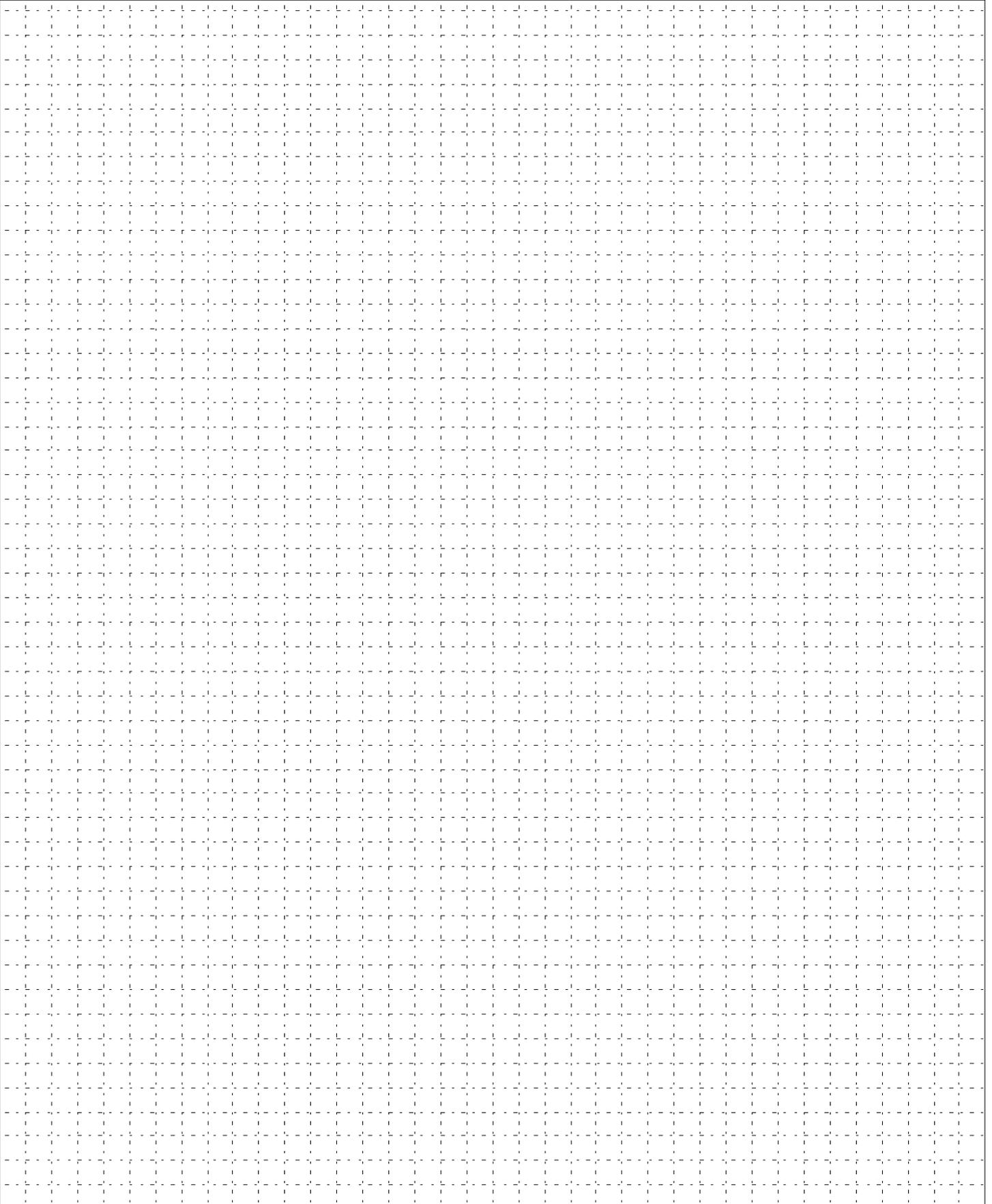
<b>Rohr</b>	DN	80	$1890 + 2200 + 4800 + 2110 + 1280 + 2100 + 3280 + 740 + 890 + 6870 \text{ mm}$
<b>Bogen</b>	DN	80	9 Stück
<b>T - Stück</b>	DN	80	1 Stück
<b>Konus</b>	DN	80	1 Stück
<b>Halter</b>	DN	80	8 Stück
<b>Ventil</b>	DN	80	1 Stück
<b>Flansch</b>	DN	80	1 Stück
<b>Rohr</b>	DN	50	$480 + 3640 + 2890 + 1180 \text{ mm}$
<b>Bogen</b>	DN	50	3 Stück
<b>Halter</b>	DN	50	4 Stück
<b>Flansch</b>	DN	50	1 Stück
<b>Rohr</b>	DN	15	$1850 + 2300 + 780 \text{ mm}$
<b>Bogen</b>	DN	15	2 Stück
<b>Halter</b>	DN	15	1 Stück
<b>Ventil</b>	DN	15	1 Stück
<b>Flansch</b>	DN	15	1 Stück

### Ergebnis:

a)	<u>Materialbedarf</u>	Aufmaß	Bestellung
	Weichschamschlauch $\varnothing 54 / 19 \text{ mm}$	21,36 m	24,0 m
	Weichschamschlauch $\varnothing 22 / 19 \text{ mm}$	4,39 m	6,0 m
	Weichschaumplatte 19 mm / Rohr DN 80	8,6 m <sup>2</sup>	10,0 m <sup>2</sup>
	Weichschaumplatte 19 mm / Armaturen	4,0 m <sup>2</sup>	4,0 m <sup>2</sup>
b)	<u>Weiteres Material und Werkzeug</u>		
	Weichschaumkleber	Weichschaummesser	Strahler
	Weichschaumreiniger	Wetzstein	Kabel 20 m
	Pinself (2 Stück)	Schmutzlappen	Blockleiter
	Korrosionsanstrich (bauseits vorhanden)	Lineal	

Autor:

Achim Fuchs, F. K. Isoliermontage GmbH

**Lernfeld: 5.0 Erstellen eines einfachen Kälte­dämmsystems****Übungsaufgaben**

# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKSB-Isoliererhandwerk**

Lernfeld 1.6

Schallschutz

Erstellen einer leichten Trennwand

Autor: Uwe Behr, ÜAZ Brandenburg



## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

### 1.1 Lernfeld - Einführung

Viele Bereiche des modernen Innenausbaus sind heutzutage ohne Trockenbauarbeiten nicht denkbar.

Dabei werden unter dem Oberbegriff Trockenbau eine große Vielfalt von Bausystemen zusammengefasst, die auf der Basis unterschiedlicher Bauprodukte für verschiedene Funktionen und Einsatzbereiche zur Anwendung kommen.

Leichte Trennwände sind nicht tragende Wände, die eine raumabschließende Funktion haben.

Wände in Trockenbauweise haben wesentliche Vorteile:

- Herstellung durch 1 Gewerk in kurzem Zeitfenster
- geringer Feuchteanfall, kurze Trocknungszeiten
- nach Fertigstellung sofortige Nutzung
- geringes Gewicht (30 – 65 kg / m<sup>2</sup>)
- Trockenbauwände sind in geringer Wanddicke erstellbar und ermöglichen so eine größere Nutzfläche

Ein Nachteil dieser Wände ist, sie lassen sich nur als nichttragende innere Trennwände herstellen.

#### Erforderliche Kenntnisse

- Werkzeuge
- Bekleidungsmaterial
- Unterkonstruktionen
- Befestigungs- und Verbindungsmittel
- Hohlräumfüllungen, Spachtelmassen und Anschlussdichtungen
- Wärme-, Schall- und Brandschutz
- Verarbeitungsvorschriften
- Aufrisse

#### Beispiele von Trockenbauarbeiten



Dachausbau



Trockenausbau in einem Bürogebäude

## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

### 1.2 Planung

Leichte Trennwände können folgende Anforderungen erfüllen:

- Lasten aufnehmen, die auf nicht tragende Wände wirken
- Schalldämmung (Ausbreitung von Schall in Nachbarräume verhindern)
- Raumakustik (Hörbarkeit im Raum verbessern)
- Brandschutz (Ausbreitung von Feuer und Rauch verhindern)
- Wärmeschutz (zwischen unterschiedlich beheizten Räumen)
- Gestaltung von Wänden
- Aufnahme von Installationen

Die Wahl der Konstruktion und der Baustoffe bestimmt die Eigenschaften der Konstruktion.

**Einfachständerwände** bestehen aus einer Unterkonstruktion aus einer Reihe von Ständern (Holz oder Metall) und einer beidseitigen Beplankung.

Die Beplankung kann einlagig oder zweilagig sein.

**Doppelständerwände** haben zwei parallele Ständerreihen. Die Ständer werden durch Dämmstreifen getrennt oder sie sind versetzt angeordnet. Dadurch besteht keine starre Verbindung zwischen den Ständerreihen und dadurch auch nicht zwischen den beiden Wandschalen.

Doppelständerwände ermöglichen eine hohe Schalldämmung. Die Beplankung kann ein- oder zweilagig ausgeführt werden.

Eine leichte Trennwand hat nur geringe statische Anforderungen:

- Eigenlast der Trockenbauwand aufnehmen
- Lasten, die aus der Nutzung entstehen aufnehmen (Konsollasten z.B. für Regale oder Stoßlasten)



Beplankung einer Trennwand



Flur eines Bürogebäudes

## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

### 1.3. Werkzeuge

- A- Cuttermesser



- B- Stichling



- C- Stichsäge



- D- Surfformhobel



- E- Blechschere



- F- Inneneckspachtel



- G- Außeneckspachtel



- H- Schraubgriffspachtel



- I- Spachtelkasten



- J- Malerspachtel



- K- Handschleifer



- L- Kantenhobel



- M- Fuchsschwanz



- N- Breitspachtel



- O- Pinsel



- P- Hammer



- Q- Glättkelle



- R- Winkel



- S- Wasserwaage



- T- Schlagschnur



- U- Bauschrauber



- V- Baulaser



- W- Gliedemaßstab



- X- Bleistift



## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

### 1.4. Bekleidungsmaterial

**1.4.1. Gipsplatten** – Die Herstellung von Gipsplatten erfolgt maschinell auf dem Fließband. Dabei wird der Gipskern mit Karton ummantelt.

Die Längskanten sind ebenfalls mit Karton ummantelt. Die Platten werden auf die jeweilige Länge zugeschnitten. Die Schnittkanten zeigen den Gipskern. Der Gipskern ist mit dem Karton fest verbunden und dabei wirkt der Karton als Zugbewehrung. Dies verbessert wesentlich die Steifigkeit der Gipsplatten.

Gipsplatten besitzen folgende Eigenschaften:

- beeinflussen das Raumklima positiv
- (Feuchtepuffer)
- Wandfläche besitzt gute thermische
- Behaglichkeit (fühlt sich warm an)
- Gipsplatten weisen geringe Formänderungen auf. Große Flächen sind fugenlos herstellbar.
- Gipsplatten werden nach DIN EN 13501 in die Baustoffklasse A2 eingeteilt.

Nach DIN EN 520 werden Gipsplattentypen eingeteilt:

- Typ A Standard Gipsplatte
- Typ D Gipsplatte mit definierter Dichte von mindestens  $800\text{kg} / \text{m}^3$
- Typ F Gipsplatte mit verbessertem Gefügezusammenhalt bei hohen Temperaturen ( Brandfall)
- Typ H Gipsplatte mit reduzierter Wasseraufnahme
- Die Wasseraufnahme der Oberfläche ist auf  $180\text{g} / \text{m}^2$  begrenzt.
- Typ I Gipsplatte mit erhöhter Oberflächenhärte. Der Plattentyp wird bei Anforderungen an die Stoßbelastung eingesetzt.
- Typ R Gipsplatte mit erhöhter Festigkeit sowohl in Längs- als auch in Querrichtung.



Nacharbeiten eines Plattenrandes

Rigips Feuerschutzplatte RFI	
CE Konformitätszeichen, bestehend aus dem CE-Symbol nach der Richtlinie 93/68/EWG	Produktname
Die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die Kennzeichnung angebracht wurde	Name oder Kennung des Herstellers
Angaben zu geregelten Eigenschaften z. B. Brandverhalten und Anhang der Norm, nach der das Brandverhalten geregelt ist	Plattentyp und -dicke sowie Nummer der europäischen Norm
Plattenart nach DIN 18180	Diese Eigenschaften werden maßgeblich durch den Einbau und die Wahl des Systems beeinflusst

**Rigips Feuerschutzplatte RFI**

**CE**

Rigips GmbH  
Schanzenstr. 84  
40549 Düsseldorf

**06**

**Gipsplatte DFH2 – 12,5 – DIN EN 520**

Brandverhalten: A2-s1, d0 (B)

Wasserdampf-Diffusionswiderstand: 10

Wärmeleitfähigkeit: 0,25 W/(m·K)

Scherfestigkeit je Befestigung: 730 N

Luftschalldämmung:  
Stoßwiderstand: } siehe Rigips  
Schallabsorption: } System-Dokumentation

**Gipsplatte GKFI – DIN 18180**

Beispiel für eine CE - Kennzeichnung

Typ	Gesamte Wasseraufnahme
H1	≤ 5%
H2	≤ 10%
H3	≤ 25%

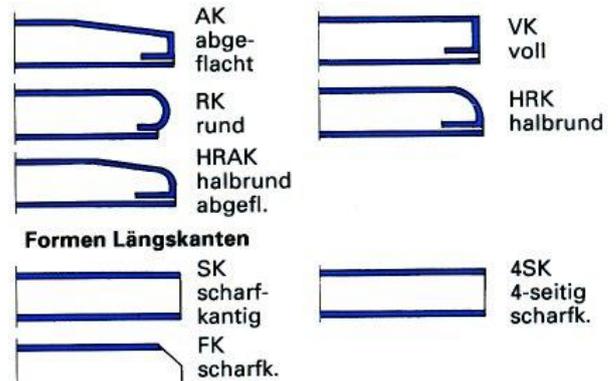
## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

Die Kantenform bestimmt das Verspachteln der Fugen

AK – Verspachteln der Fuge

VK – Trockenmontage ohne Verspachteln

HRK – Verspachteln der Fugen ohne Bewehrungsstreifen



**1.4.2. Gipsfaserplatten** – bestehen aus einem Gemisch aus Gips, Zellulosefasern (recyceltes Altpapier) und Wasser – ohne weitere Bindemittel. Das Gemisch wird unter hohem Druck zusammengepresst zu widerstandsfähigen, stabil belastbaren und geruchsneutralen Platten verarbeitet.

Gipsfaserplatten sind an allen vier Kanten scharfkantig. Gipsfaserplatten unterliegen keiner Normung und werden in die Baustoffklasse A2 nach DIN EN 13501 eingruppiert.

Abmessungen von Gipsfaserplatten (Auswahl)

Plattendicke in mm	9,5	12,5	15	18	20	25
Plattenbreite in cm	60; 125					60
Plattenlänge in m	2 - 4					

Abmessungen von Gipskartonplatten (Auswahl)

**1.4.3. Holzwerkstoffplatten** – sind mit verschiedenen Eigenschaften erhältlich, die von der Plattenart abhängig sind.

- **Sperrholzplatten** – hohe Festigkeit

- **Holzspanplatten** – preiswert, sind in verschiedenen Dicken und Strukturen erhältlich

- **Holzfaserverplatten** – geringe Festigkeit, gute Wärmedämmeigenschaften



### 1.5. Unterkonstruktionen

Die Unterkonstruktion ist die aussteifende Tragkonstruktion für die Beplankung mit den dünnen Bauelementen. Die Unterkonstruktion übt elementaren Einfluss auf die bauphysikalischen und statischen Eigenschaften der Konstruktion aus.

Entscheidende Faktoren sind:

- Beschaffenheit des Materials und deren



UW-Profil

## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

### Abmessungen

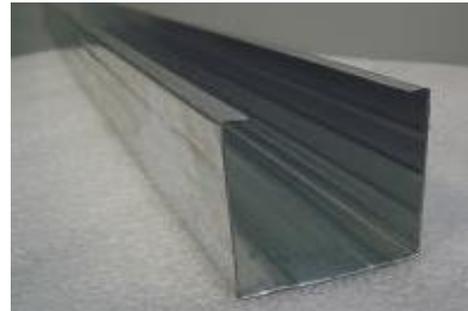
- der Abstand der Unterkonstruktion untereinander
- die Art und Weise der Befestigung an den umgebenden Bauteilen

### 1.5.1. Metallprofile

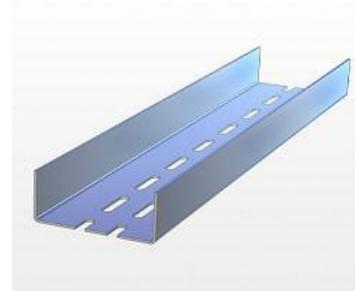
Metallprofile werden aus verzinktem Stahl gefertigt. Die Blechdicke beträgt 0,6 – 2,0mm. Metallprofile werden als U-Profil gefertigt und sind dadurch eigenstabil, leicht und nicht brennbar.

#### Profilarten:

Bei den Profilen unterscheiden wir C- und U-Wandprofile (CW bzw. UW), L-Wandinnen- und Außeneckprofile (LWi bzw. LWa) bei Türöffnungen kommen U-Aussteifungsprofile (UA) zur Anwendung.



CW-Profil



UA-Profil

Die gebräuchlichsten Profile bei der Wandmontage sind -

CW50; CW75; CW100; CW125  
 UW50; UW75; UW100; UW125  
 UA50; UA75; UA100; UA125

**1.5.2. Holz** – muss eben und schwindungsfrei sein. Der Feuchtegehalt des Holzes darf 20% nicht übersteigen.

Vorteile des Holzes	Nachteile des Holzes
- geringe Dichte	- unbeständig bei Holzschädlingen
- gute Festigkeit	- Quellen und Schwinden
- leicht zu bearbeiten	-mangelnde Maßhaltigkeit
- gute Wärmedämmung	

Holz für Unterkonstruktionen muss als Bauholz der Güteklasse 2 gemäß DIN 4074-1 entsprechen. Holzständer, auf denen ein Stoß von 2 Beplankungsplatten angelegt werden soll, müssen mindestens 48mm betragen, um eine sichere Befestigung der Platten zu erreichen.



Ständerwerk beim Ausbau eines Dachgeschosses



## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

### 1.6. Befestigungs- und Verbindungsmittel

#### 1.6.1 Befestigungsmittel für Beplankungen

**1.6.1.1. Schnellbauschrauben** - bei der Beplankung von Leichtbauwänden mit Gipskartonplatten, kommen Schrauben mit unterschiedlichen Formen und Maßen zur Anwendung

Die zur Anwendung kommenden Schrauben richten sich nach der Beplankungsdicke und der Unterkonstruktion (Metall oder Holz) der Leichtbauwand.

Wir unterscheiden folgende Schrauben:

Trompetenkopfschraube mit Nagelspitze (TN)

Trompetenkopfschraube mit Bohrspitze (TB)

Senkkopfschraube (SN)

Flachrundkopfschraube (FN)

Linsenkopfschraube mit Bohrspitze (LB)

Der Schraubabstand beim Befestigen von Gipskartonbauplatten an Wänden beträgt:

1 - lagige Beplankung = max.25cm

2 - lagige Beplankung:

1. Lage = max.75cm

2. Lage = max.25cm

**1.6.1.2. Nägel** – sind für die Verwendung in mechanischen Eintreibgeräten zum Befestigen von Gipsbauplatten und anderen Plattenwerkstoffen auf Holzunterkonstruktionen vorgesehen.

Die Nägel sind am Nagelschaft gerillt oder glatt und gegen Korrosion geschützt.

**1.6.1.3. Klammern** – dienen zur Befestigung von geeigneten Plattenmaterialien aus Holz oder Gipsbaustoffen an Unterkonstruktionen aus Holz mit mechanischen Eintreibgeräten.

Die Klammerstifte sind symmetrisch ausgebildet, so dass ein geradliniges paralleles Eintreiben in den Untergrund ermöglicht wird. Die Klammern sind gegen Korrosion geschützt.



## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

Befestigungsmittel	Einsatzgebiete									
	GK - Platte auf Metall mm		GK- Platte auf Holz	GK- Platte auf GK- Platte	GF- Platte auf Metall		GF- Platte auf Holz	GF- Platte auf GF- Platte	Holz auf Holz	Metall auf Metall
	≤ 0,7	≤ 2,0			≤ 0,9	≤ 2,0				
Schnellbauschrauben mit Nagelspitze	X		X					X		
Schnellbauschrauben mit Nagelspitze und Rippensenkopf					X		X	X		
Schnellbauschraube mit Bohrspitze		X				X				
Schnellbauschraube mit Bohrspritze und Zylinderkopf										X
glatte Nägel, nur für Wand			X				X			
gerillte Nägel			X				X			
Hohlkopfnägel verzinkt							X			
Klammern			X				X	X		
Alu – Blindniet										X
Klemmprofile	X		X		X		X	X		
Grobgewinde- (Gips-) schrauben				X				X		

### 1.6.2. Verbindungs- und Verankerungsmittel der Unterkonstruktion

**1.6.2.1. Dübel** – dienen zur Verankerung der Unterkonstruktion im tragenden Untergrund.

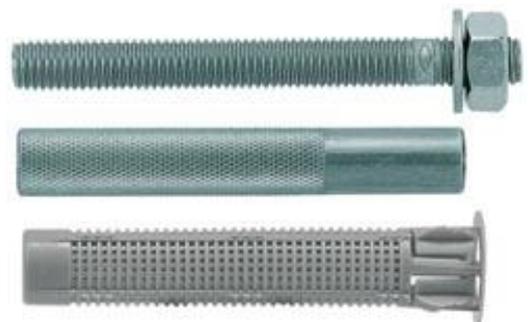
Im Wesentlichen werden drei Dübel – Konstruktionsarten unterschieden:

- Spreizdübel aus Stahl- oder Kunststoff
- Haftdübel mit Verbund auf Zement- oder Kunstharzbasis
- Hinterschnittdübel mit Formschluss

Dübel funktionieren nach drei Wirkungsprinzipien:

- *Reibschluß* wird durch Reibung zwischen Dübel und Verankerungsgrund erreicht. Das Aufspreizen von Segmenten des Dübels gegen die Bohrlochwand gewährleistet die Verankerung. Kunststoff oder Metall sind die Materialien für den Spreizkörper.

- *Formschluss* setzt sogenannte hinterschnittene Bohrlöcher bzw. geeignete Hohlräume voraus. Der Dübel wird so befestigt, dass er sich im Verankerungsgrund spreisfrei abstützen kann.



## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

- *Stoffschluss* verbindet Dübel mittels Mörtel oder Kunstharz mit dem Ankergrund.x

### 1.7. Hohlraumfüllungen, Spachtelmassen und Anschlussdichtungen

#### 1.7.1. Hohlraumfüllungen

Der Hohlraum zwischen den Ständern wird je nach Anforderungsprofil mit Dämmstoffen ausgefüllt.

Die Gliederung der Dämmstoffe erfolgt auf der Basis anorganischer und organischer Rohstoffe.



Anorganische Dämmstoffe					
	Bezeichnung	DIN	Verwendung		
			Wärme-schutz	Luftschall-schutz	Brand-schutz
	Mineralwolle	EN 13162	x	x	x
	Schaumglas	EN 13167	x		x
	Perlite-Dämmplatten	EN 13169	x		x
	Calciumsilikatplatten	EN 14306	x		x
Organische Dämmstoffe					
natürlich	Schafwolle		X	X	
	Baumwolle		X	X	
	Zellulosefasern		X	X	
	Kork		x		
künstlich	Polystyol-Hartschaumplatten-expandiert	EN 13163	x	x	
Anorganische Schüttungen					
	Perlite	EN 14063	X		(x)
	Vermiculite	EN 14317	X		(x)
	Blähton	EN 14063	X		(x)
	Natur-Hüttenbims		X		
Organische Schüttungen					
	Korkschröt		X		
	Zelluloseflocken		x		

Für die Herstellung einer Trennwand im Trockenbau werden zum größten Teil Mineralwolle und Zellulosefasern verarbeitet.

#### 1.7.1.1. Mineralwolle

Für die Herstellung von Mineralwolle sind Gesteine und Schlacken die Ausgangsstoffe. Die Zusammensetzung der Mineralwolle beeinflusst die chemischen Eigenschaften und das Verhalten bei Temperaturbeanspruchung.



## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

Das Dämmvermögen und nur in geringem Maße die Festigkeitseigenschaften werden dadurch beeinflusst.

Aus der Verteilung der Faserdicke und –länge ergibt sich die Struktur der Mineralwolle. Von der Struktur hängen die physikalischen Eigenschaften ab. Mineralwolle- Dämmstoffe von Bahnen, Platten, Matten oder loser Wolle im Trockenbau verarbeitet. Die Verarbeitung erfolgt durch Zuschneiden mit dem Messer.

Mineralwolle stellt einen porösen, nicht hygroskopischen und nicht kapillar leitenden Stoff dar. Mineralwolle, die im Trockenbau eingesetzt wird, hat eine Wärmeleitfähigkeit von  $0,035 - 0,040 \text{ W/mK}$  und ist somit gut geeignet als Wärmedämmmaterial zwischen unterschiedlich beheizten Räumen. Nicht alle Dämmstoffe haben den längenbezogenen Strömungswiderstand von  $5 \text{ kPa s / m}^2$  - aber die marktüblichen für Trockenbaukonstruktionen verwendeten.

Mineralwolle mit einem Schmelzpunkt  $> = 1.000^\circ\text{C}$  ist in der Regel „Steinwolle“. Glaswolle hat einen SP von  $600^\circ\text{C}$ . Je nach Konstruktion ist häufig „Steinwolle“ mit  $\text{SP} \geq 1.000^\circ\text{C}$  und Rohdichteanforderung (meist  $40 \text{ kg/m}^3$ ) gefordert. Natürlich finden Sie in Trockenbaukonstruktionen auch Glaswolle, -meist allerdings ohne Nutzen / Notwendigkeit für den Brandschutz. –Der Schwerpunkt liegt für dieses Material auf dem Schallschutz.

Ausnahme: Dachkonstruktionen mit Glaswolle und GKF Beplankung bieten als geprüfte Konstruktionen F30 bis F90...

### 1.7.1.2. Zellulosefasern

Zellulosefaserdämmstoffe werden aus altem Zeitungspapier hergestellt. Außerdem werden Borsalze zum Schutz vor Fäulnis und Flecken Anwendung. Die Flecken sind an keine Form gebunden und werden als Einblasdämmung maschinell mit einer sogenannten „Blasmaschine“ verarbeitet. Zelluloseflocken können nur in geschlossenen Hohlräumen eingesetzt werden. Die Dämmung kann fugenlos eingebracht werden, ohne Zuschnitt und Verschnitt auch in schwer zugänglichen Bereichen. Zellulosefaserdämmstoffe sind schallabsorbierend in Hohlräumen



leichter Entflammbarkeit zugesetzt. In leichten Trennwänden finden Zellulosefaserdämmstoffe als bierend und damit für die Dämpfung im Schallschutz geeignet. Zellulosefasern sind für den Wärmeschutz geeignet und haben die Wärmeleitfähigkeitsgruppe  $0,040 \text{ W/mK}$ . Zellulosefaserdämmstoffe brennen nur bei direkter Beflammung, verlöschen aber nach Ende der Beflammung sofort. Sie werden DIN EN 13501 der Baustoffklasse E zugeordnet und sind somit nicht einsetzbar bei Brandschutzanforderungen.

## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

### 1.7.2. Spachtelmassen

Spachtelmassen werden als Füllmaterial zum Verschließen von Plattenstößen verwendet.

Spachtelmassen werden unterteilt:

**Gipshaltige Spachtelmassen** haben eine Verarbeitungszeit von mindestens 30 Minuten und sind ausschließlich für die Handverspachtelung geeignet. Sie können mit oder ohne Bewehrungsstreifen verarbeitet werden.

**Bewehrungsstreifen** können aus Papier, Glasfaser oder Glasgittergewebe bestehen

**Gipsfreie Spachtelmassen** sind sowohl für die Handverspachtelung als auch für die maschinelle Verarbeitung geeignet. Sie zeichnen sich im Allgemeinen durch eine gute Schleifbarkeit aus.



	Materialaufbau	Anwendungen	Eigenschaften
Gipshaltige Spachtelmasse	Auf Gipsbasis aufgebautes, durch Zusätze auf seine Anwendungsbereiche abgestimmtes Material, pulverförmig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfugen von Gipsbauplatten</li> <li>• flächiges Überspachteln</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhärtung durch Abbinden</li> </ul> <p><b>Vorteil:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hohes Wasserrückhaltevermögen</li> <li>• schneller Festigkeitsanstieg</li> <li>• gutes Haftvermögen</li> </ul> <p><b>Nachteil:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nicht in Feuchträumen wegen Volumenvergrößerung</li> <li>• Festigkeitsanstieg durch Trocknungsbedingungen bestimmt</li> </ul>
Gipsfreie Spachtelmasse	Kunstharzdispersionen als Bindemittel, feinteilige Füllstoffe und Zusätze, pulverförmig	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Füll- und Finish-Spachtel</li> <li>• Verfugen von Gipsbauplatten, Feinspachteln</li> <li>• Flächiges Überspachteln</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhärtung durch Trocknen</li> </ul> <p><b>Vorteile:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gutes Haftvermögen</li> <li>• sehr lange verarbeitbar</li> <li>• gut schleifbar</li> <li>• für Hand- und Maschinenapplikation</li> </ul> <p><b>Nachteil:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwinden infolge Austrocknen, i. a. etwas größer als bei gipshaltigen Spachtelmassen</li> <li>• Festigkeitsanstieg durch</li> </ul>
Gebrauchsfertige Spachtelmasse	Kunstharzdispersion als Bindemittel, feinteilige, mineralische Füllstoffe, Zusätze, pastöse Konsistenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Füll- und Finish-Spachtel</li> <li>• Verfugen von Gipsbauplatten, Feinspachteln</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhärtung durch Trocknen</li> </ul> <p><b>Vorteile:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Anmischzeiten</li> <li>• gutes Haftvermögen</li> <li>• sehr lange verarbeitbar</li> <li>• gut schleifbar</li> <li>• breiter Anwendungsbereich</li> </ul>

## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Flächiges Überspachteln</li> </ul>	<b>Nachteil:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schwinden infolge Austrocknen, i. a. etwas größer als bei gipshaltigen Spachtelmassen</li> <li>Festigkeitsanstieg durch Trocknungsbedingungen bestimmt</li> </ul>
Fugenkleber	Auf Reaktionsbasis, ggf. mit anorganischen Füllstoffen	Kraftschlüssiges Verkleben von Gipsfaserplatten	<b>Vorteile:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>ergiebig</li> <li>pastöse Konsistenz</li> <li>zuverlässiges Ausrichten möglich</li> <li>gutes Haftvermögen</li> </ul> <b>Nachteil:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>begrenzte Verarbeitungszeit (ca. ½ Stunde)</li> </ul>

### 1.7.3. Anschlussdichtungen

Ein dichter und gleichzeitig elastischer Anschluss von Trockenbauwänden an die angrenzende Massivbausubstanz erfordert den Einbau elastischer Dichtstoffe, Kitten oder Dichtungsbänder. Der elastische Anschluss von Trennwänden sichert Rissfreiheit in der Konstruktion und ist notwendig für den Wärme-, Schall- und Brandschutz. Die Einbautemperatur darf nicht unter 4°C absinken und die Kontaktflächen dürfen nicht durch Trennmittel wie Staub oder Öl verschmutzt sein.



#### 1.7.3.1. Dichtungsbänder

Dichtungsbänder sind offenporige, faserige Materialien, die in den meisten Fällen einseitig selbstklebend ausgebildet sind.

Lieferformen sind:

- Filzstreifen
- Schaumkunststoffstreifen
- Mineralfaserstreifen

#### 1.7.3.2. Dichtungsstoffe

Dichtungsstoffe sind pastöse Massen, die Anschlussfugenbereiche dauerhaft abdichten. Sie werden mit Handspritzpistolen eingebracht.

Je nach Anwendungsbereich werden:

- plastische
- plasto-elastische (z.B. Acrylharz)
- elastische Dichtstoffe (z.B. Silikon)

eingesetzt.



## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

### Fragenkatalog:

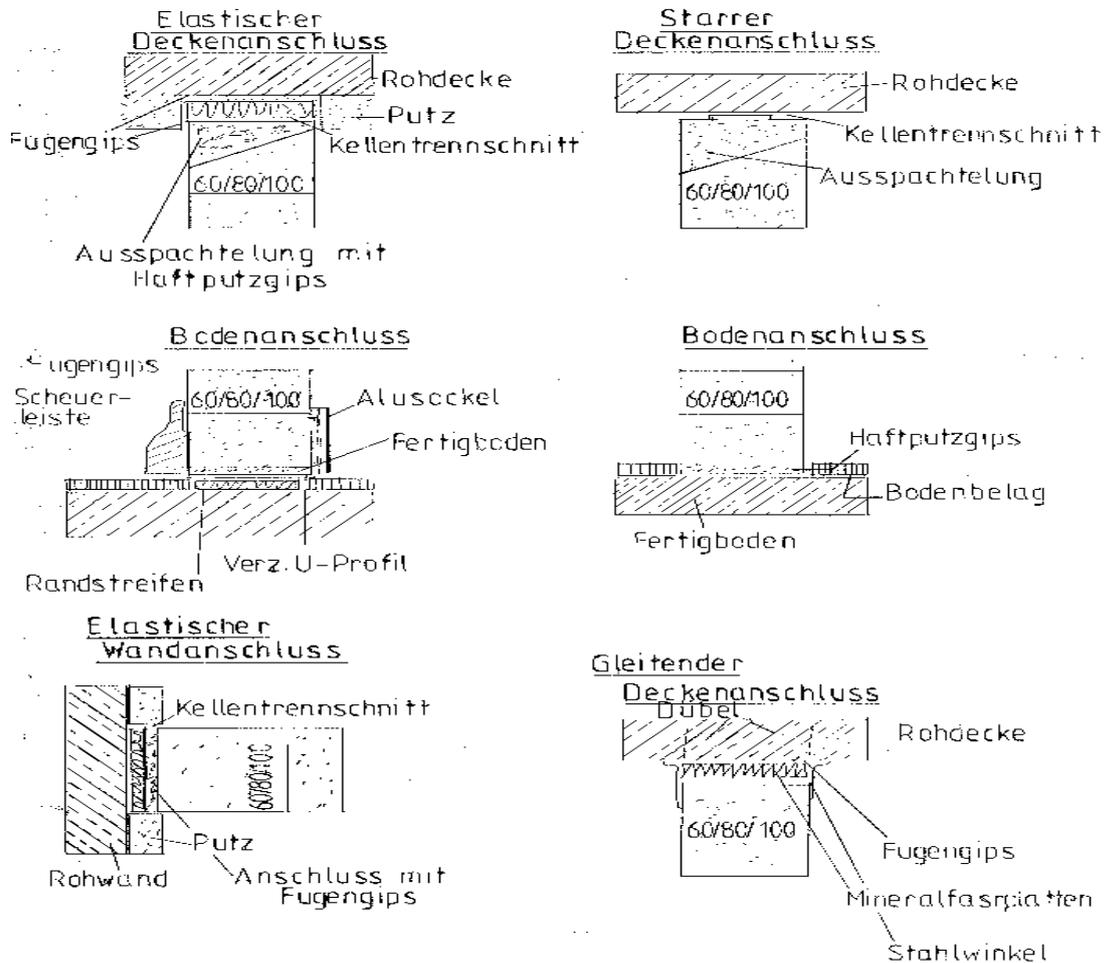
1. Wozu dienen leichte Trennwände, welche Anforderungen werden an sie gestellt und wozu dürfen sie nicht herangezogen werden?
2. Skizzieren und beschriften Sie 4 Befestigungen an angrenzende Bauteile!
3. Wodurch erhalten die verhältnismäßig dünnen und leichten Wände ihre Standfestigkeit?
4. Worin unterscheiden sich Gipsplatten und Gipsfaserplatten?
5. Nennen Sie die wichtigsten Eigenschaften von Gipsplatten!
6. Welche besondere Aufgabe übernehmen Gips- Feuerschutzplatten (Typ F)?
7. Warum sind die Längskanten einer Gips-Feuerschutzplatte abgeflacht?
8. Beschreiben Sie die Arbeitsschritte bei der Herstellung einer Einfachständerwand!
9. In welchen Abständen werden UW- und CW- Profile von Metallständerwänden an angrenzenden Bauteilen befestigt?
10. Die Raumhöhe beträgt 2,25m. In welcher Länge sind die CW- Profile zuzuschneiden? Begründen Sie diese Länge!
11. Warum wird die Beplankung nicht mit dem UW- Profil der Decke verschraubt?
12. Beschreiben Sie die Arbeitsschritte beim Verfugen von Gipsplatten mit Bewehrungsstreifen!

### Antworten zum Fragenkatalog

1. Wozu dienen leichte Trennwände, welche Anforderungen werden an sie gestellt und wozu dürfen sie nicht herangezogen werden?
  - dienen nur zur Rauntrennung
  - Masse nicht größer als  $150 \text{ kg/m}^2$
  - keine statischen Aufgaben
  - keine Lasten aufnehmen
  - dienen nicht zur Aussteifung von Gebäuden
  - tragen ihre Eigenlast und die auf ihre Fläche wirkenden Lasten (gegenlehrende Personen, aufprallende harte Gegenstände, Konsollasten aufgehängter Gegenstände)

## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

2. Skizzieren und beschriften Sie 4 Befestigungen an angrenzende Bauteile!



3. Wodurch erhalten die verhältnismäßig dünnen und leichten Wände ihre Standfestigkeit?

- durch Befestigung an den angrenzenden Bauteilen

4. Worin unterscheiden sich Gipsplatten und Gipsfaserplatten?

Gipsplatten:

- Kartummantelung biegesteif
- eventuelle Zusätze für bestimmte Eigenschaften
- unterschiedliche Kantenausbildung

Gipsfaserplatten:

- Gemisch aus Gips und Cellulosefasern
- Kanten scharf geschnitten, rechtwinklig

## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

5. Nennen Sie die wichtigsten Eigenschaften von Gipsplatten!

- Biegebeanspruchung erst durch die Verbundwirkung Karton (Aufnahme Zugkräfte), Gipskern (Druckkräfte) möglich
- Die in Längsrichtung der Platten angeordneten Kartonfasern bewirken eine ca. dreifach höhere Tragfähigkeit der Platte, in dieser Richtung, als in Querrichtung
- Sonstige Eigenschaften, wie Brandverhalten, Wasseraufnahme und Empfindlichkeit gegen Durchfeuchtung, sind bestimmt durch die Eigenschaften von Karton und Gipskern. Sie werden durch unterschiedliche Plattenarten auf den Verwendungszweck abgestimmt.

6. Welche besondere Aufgabe übernehmen Gips-Feuerschutzplatten (Typ F)?

- Längerer Gefügezusammenhalt im Brandfall durch Bewehrung des Gipskerns mit Glasfasern bis 30 mm Länge.
- mechanisch stabiler als GKB

7. Warum sind die Längskanten einer Gips-Feuerschutzplatte abgeflacht?

- Zur Aufnahme der Fugenbewehrung und der Verspachtelungsmaterialien

8. Beschreiben Sie die Arbeitsschritte bei der Herstellung einer Einfachständerwand!

- Einmessen und Anreißen
- Befestigung der Anschlussprofile
- Einbau der Ständerprofile
- Beplankung der ersten Wandseite
- Einbau der Hohlraumdämmung
- Beplankung der zweiten Wandseite

9. In welchen Abständen werden UW- und CW- Profile von Metallständerwänden an angrenzenden Bauteilen befestigt?

- Höchstens 1 m Abstand

10. Die Raumhöhe beträgt 2,25m. In welcher Länge sind die CW- Profile zuzuschneiden? Begründen Sie diese Länge!

- 10 bis 15 mm kürzer (2,235 m bis 2,24 m)
- Dadurch sind Deckendurchbiegungen bis zu 10 mm ohne Zwängung der Wand möglich.

11. Warum wird die Beplankung nicht mit dem UW- Profil der Decke verschraubt?

- Dadurch wird eine eventuelle Deckendurchbiegung nicht auf die Ständerkonstruktion übertragen.

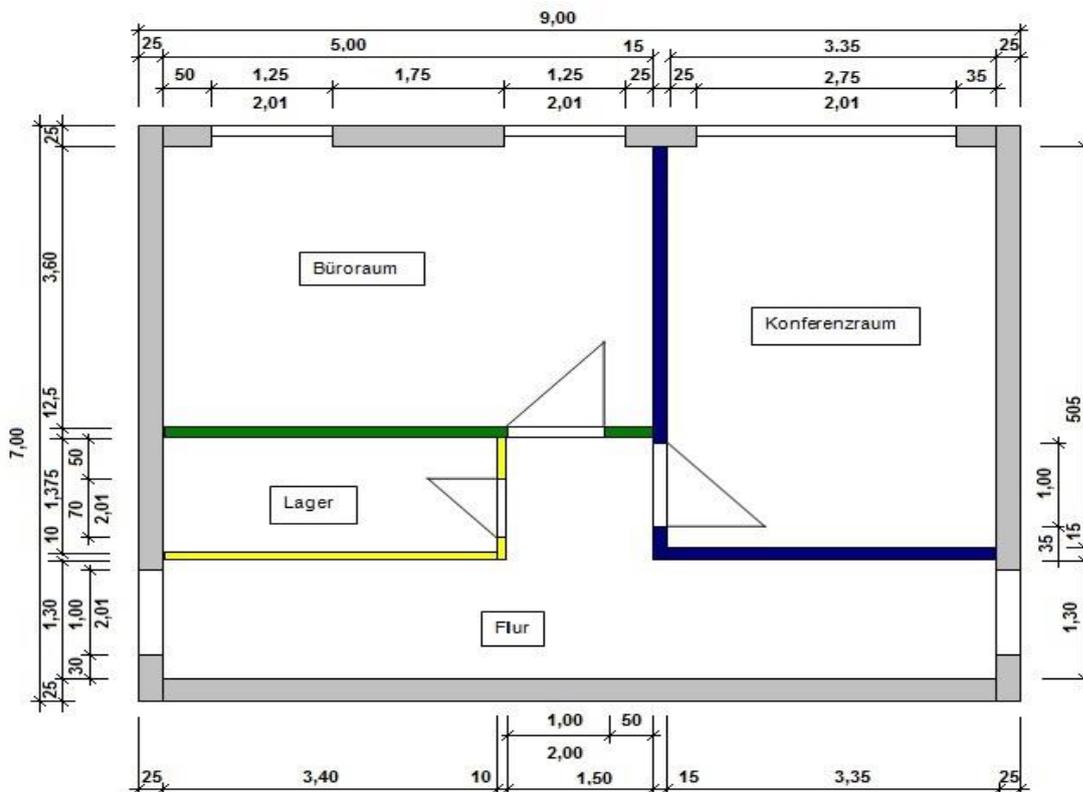
## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

12. Beschreiben Sie die Arbeitsschritte beim Verfugen von Gipsplatten mit Bewehrungsstreifen!

- mit Spachtel oder Traufe mit Fugengips verspachteln
- vollständige Verfüllung der Fuge
- Spachtel quer zur Fuge einbringen
- Abziehen in einem Zug
- Schraubenköpfe verspachteln

### 2. Projektaufgabe

Sie erhalten den Auftrag leichte Trennwände in einem Gebäude herzustellen.



#### 2.1. Situationsbeschreibung

Bei einem Bürogebäude soll ein Großraum im 2. Obergeschoss durch nicht tragende innere Trennwände unterteilt werden. Geplant werden ein Büroraum, ein Lagerraum und ein Konferenzraum, die alle von einem Flur aus zugänglich sind. Die farbig gestalteten inneren Trennwände des Büros, des Lagers und des Konferenzraumes sollen als leichte Trennwände erstellt werden.

#### 2.2. Projektbeschreibung

- Außenwände und tragende Innenwände sind als Kalksandsteinmauerwerk mit einer Dicke von 24 cm + 1 cm Putz ausgeführt.

Es handelt sich um ein mehrgeschossiges Gebäude mit Stahlbetongeschossdecken mit einer Dicke von 20 cm, einem Kalkzementdeckenputz mit einer Dicke von 10 mm, einem Zementestrich auf Dämmschicht mit einer Gesamtdicke von 10 cm, wobei die Dämmschicht 5 cm beträgt.



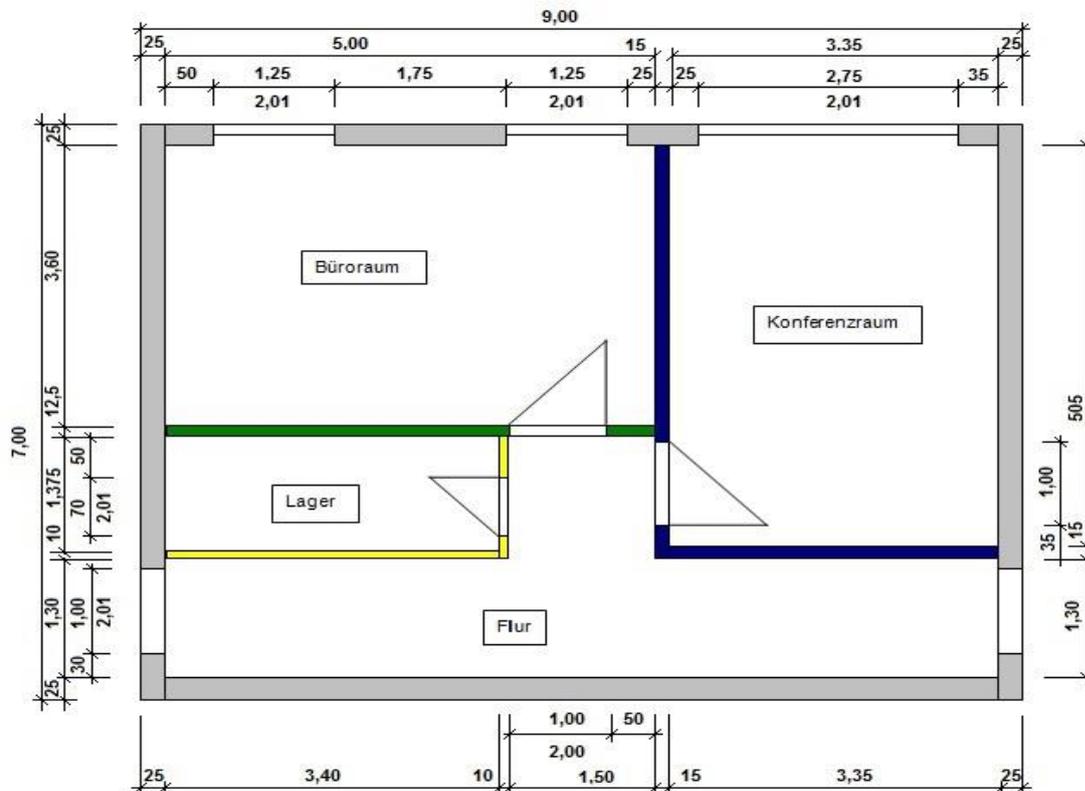




## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

### 2. Projektaufgabe - Lösung

Sie erhalten den Auftrag leichte Trennwände in einem Gebäude herzustellen.



### 2.1. Situationsbeschreibung

Bei einem Bürogebäude soll ein Großraum im 2. Obergeschoss durch nicht tragende innere Trennwände unterteilt werden. Geplant werden ein Büroraum, ein Lagerraum und ein Konferenzraum, die alle von einem Flur aus zugänglich sind. Die farbig gestalteten inneren Trennwände des Büros, des Lagers und des Konferenzraumes sollen als leichte Trennwände erstellt werden.

### 2.2. Projektbeschreibung

- Außenwände und tragende Innenwände sind als Kalksandsteinmauerwerk mit einer Dicke von 24 cm + 1cm Putz ausgeführt.
- Es handelt sich um ein mehrgeschossiges Gebäude mit Stahlbetongeschossdecken mit einer Dicke von 20 cm, einem Kalkzementdeckenputz mit einer Dicke von 10 mm, einem Zementestrich auf Dämmschicht mit einer Gesamtdicke von 10 cm, wobei die Dämmschicht 5 cm beträgt.

## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

### 2.3. Handlungsziele

#### 2.3.1. Aufgabe 1

Da aus den Architektenunterlagen nichts über die Ausführung der Trockenbauwände festgelegt ist, müssen Sie die entsprechenden Entscheidungen treffen.

**Wählen Sie geeignete Wandkonstruktionen aus! Beachten Sie die unterschiedlichen Nutzungen!**

Beschreiben Sie den Aufbau der drei Wandkonstruktionen evtl. mit Hilfe einer Skizze so, dass der generelle Aufbau einschließlich verwendeter Materialien und wichtiger Maße daraus hervorgehen.

Begründen Sie ihre Entscheidung über den Aufbau und die gewählten Materialien.

Wandkonstruktion 1 Trennwand Büro / Lager / Flur ( grün)

Einfachständerwand mit Metall- oder Holzunterkonstruktion und einlagiger Beplankung. Zur Verbesserung des Schall- und Wärmeschutzes für das Büro wird ein Dämmstoff aus Mineralwolle verarbeitet.

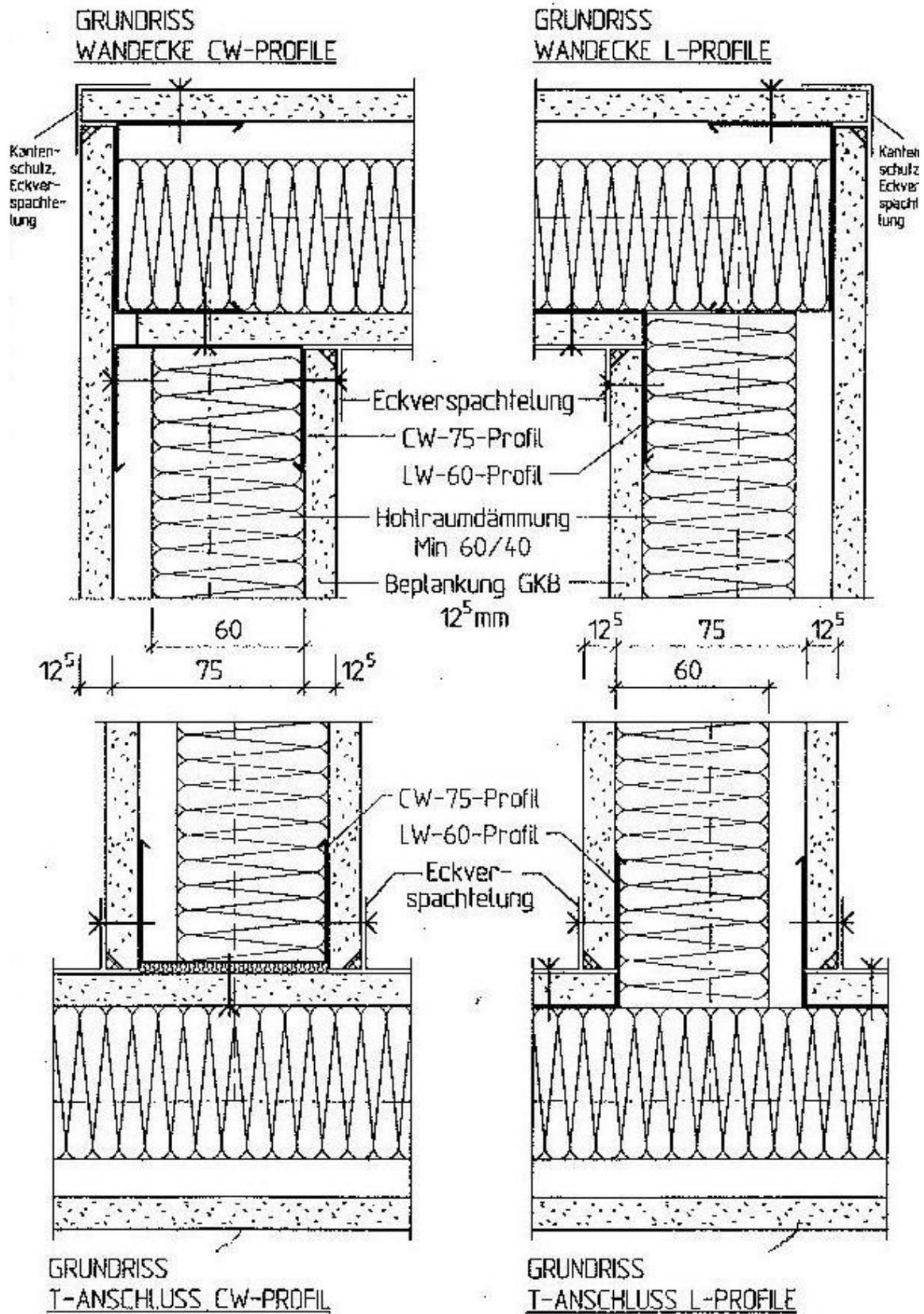
-----  
 -----  
 -----  
 -----

#### 2.3.2. Aufgabe 2

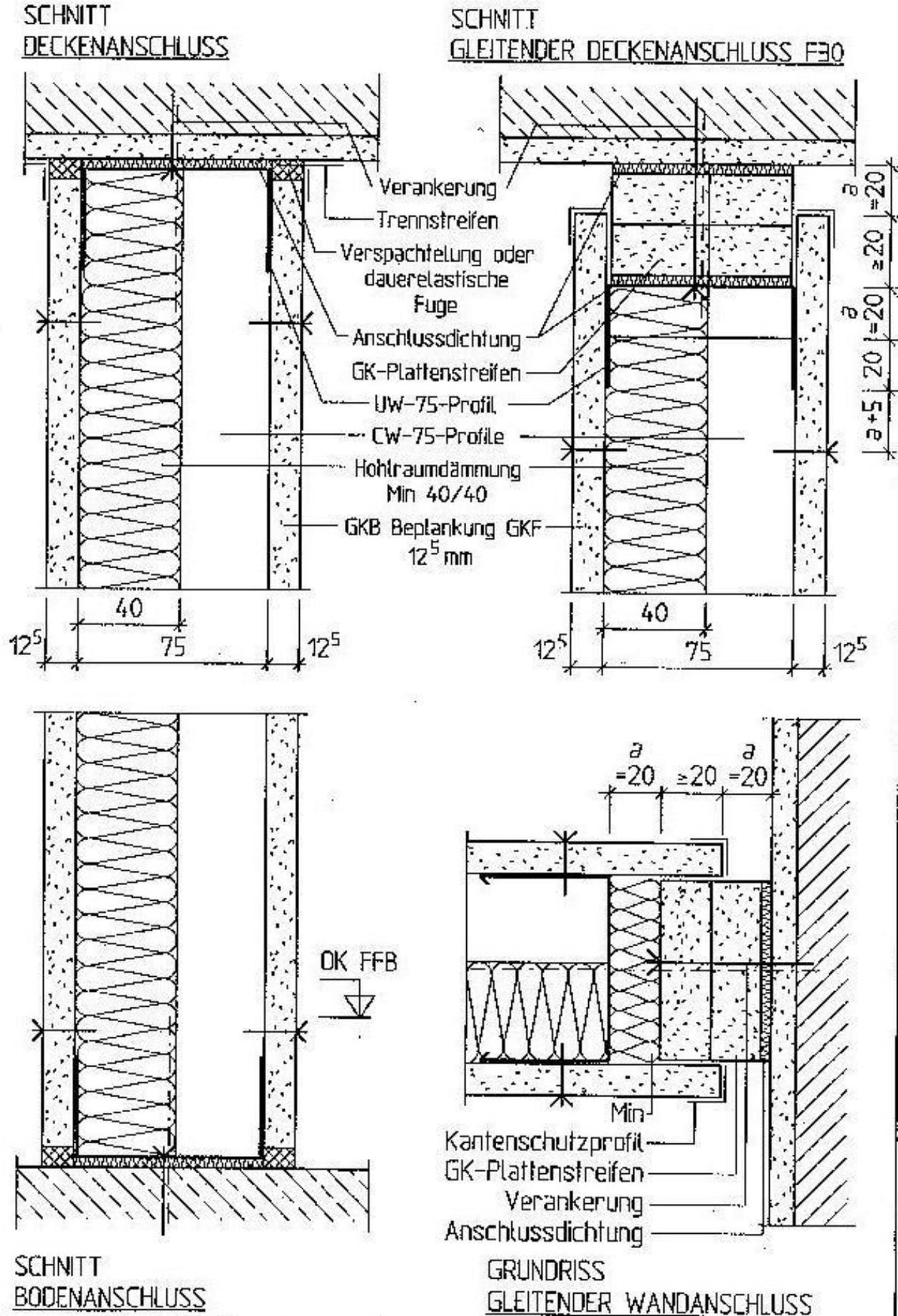
Die Trennwände werden auf dem vorhandenen Zementestrich errichtet und schließen oben an die mit Kalkzement geputzte Decke an.

**Zeichnen Sie den Decken-, Wand und Bodenanschluss für die drei Wandkonstruktionen auf einem jeweils separaten Zeichenblatt A4!**

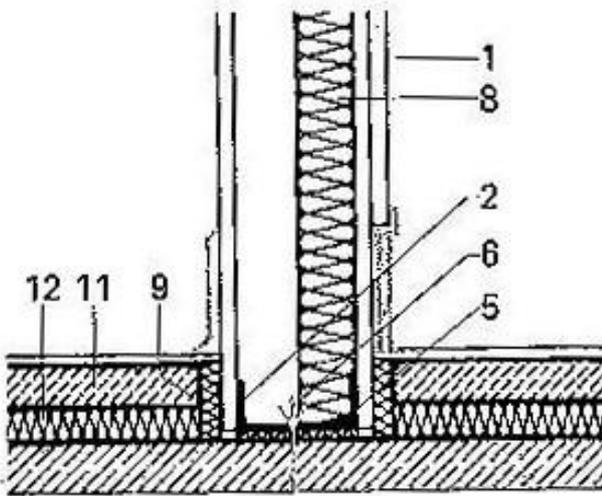
## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand



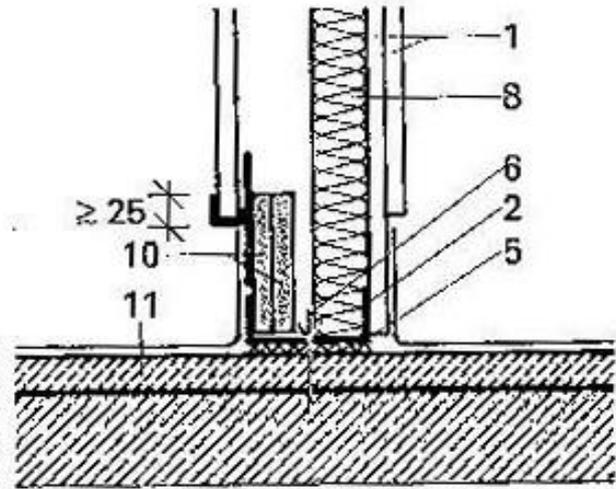
6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand



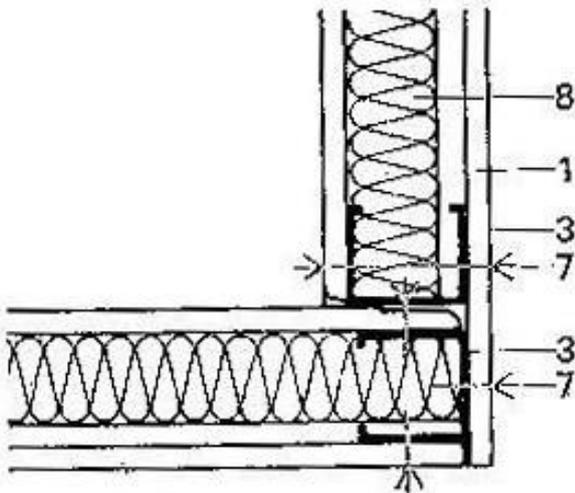
## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand



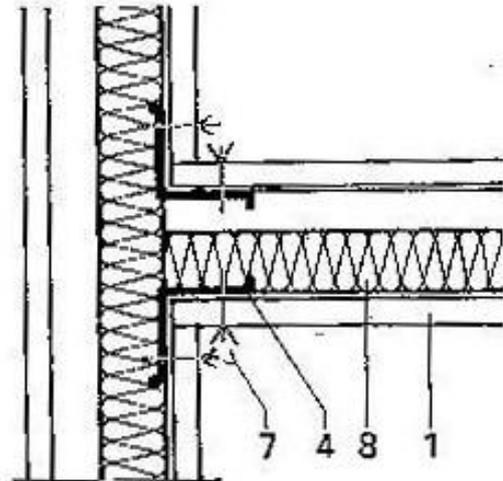
Ausbildung von Fußleisten



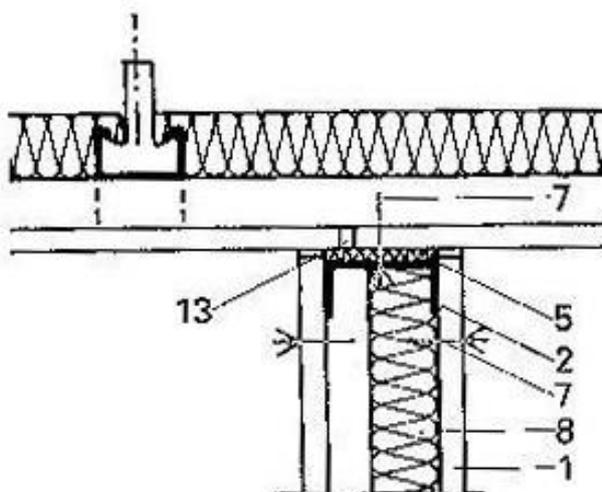
Hinterlegen von Plattenstreifen



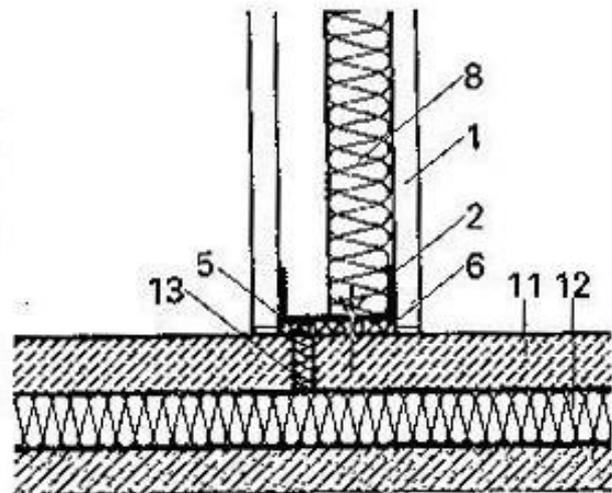
Wanddecke



T-förmiger Wandanschluss

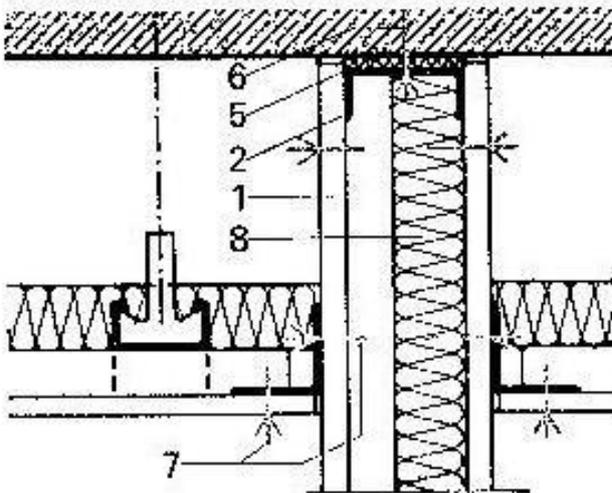


Deckenanschluss mit Trennfuge

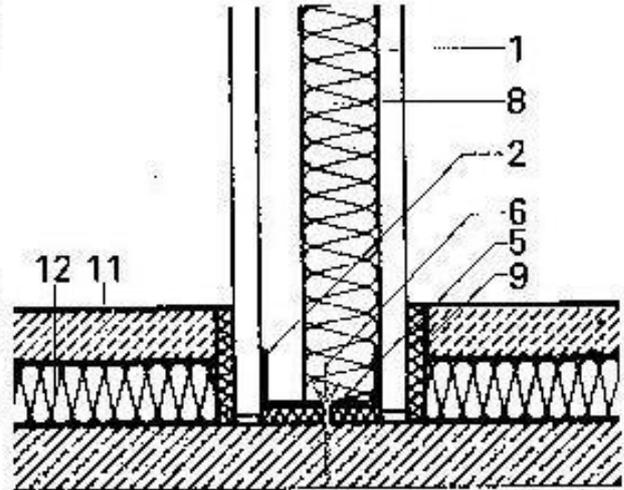


Estrichanschluss mit Trennfuge

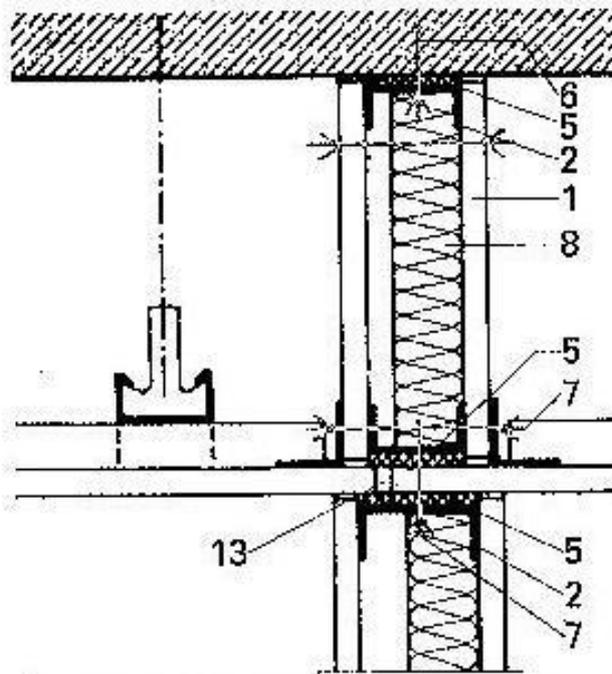
## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand



Deckenanschluss an Rohdecke



Bodenanschluss an Rohboden



Deckenanschluss mit Abschottung

- 1: GK-Platten
- 2: UW-Profile
- 3: CW-Profile
- 4: LW-Profil
- 5: Anschlussdichtung
- 6: Verdübelung
- 7: Schnellbauschrauben
- 8: Min-Dämmstoff
- 9: Randstreifen
- 10: GK-Plattenstreifen
- 11: Estrichschicht
- 12: Trittschalldämmung
- 13: Trennfuge

## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

### 2.3.3. Aufgabe 3

Für die Materialbestellung ist es erforderlich, den Materialbedarf zu bestimmen.

Die Maße der Wandlängen sind der Grundrisszeichnung zu entnehmen, die Wandhöhe beträgt 2,55 m. Nach betrieblichen Erfahrungen ist von einem Baustellenverlust von 8% und einem Verschnittverlust von 6% auszugehen, was für alle verwendeten Materialien gleichermaßen gilt.

#### Berechnen Sie den Materialbedarf für die Trennwand!

Verwenden Sie nebenstehende Liste zur Ermittlung des Materialbedarfs unter Zuhilfenahme der folgenden Tabelle „Materialbedarf“.

Metalldänderwand einlagig mit Dämmung

POS	Material	Verbrauch nach Tabelle „Materialbedarf“ je m <sup>2</sup>	Verbrauch für die Wand in m <sup>2</sup> , m, Stück, kg bei 12,11 m <sup>2</sup> Wandfläche	Plus Verschnitt und Baustellenverluste in m <sup>2</sup> , m, Stück, kg bei insgesamt 14 %
1	Beplankung	2,0 m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>	24,22 m <sup>2</sup>	27,61 m <sup>2</sup>
2	CW-Ständerpr.	2,0 m / m <sup>2</sup>	24,22 m	27,61 m
3	UW-Anschlusspr.	0,7 m / m <sup>2</sup>	8,48 m	9,67 m
4	Anschlussdichtg.	1,2 m / m <sup>2</sup>	14,53 m	16,56 m
5	Mineralfaserd.	1,0 m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>	12,11 m <sup>2</sup>	13,81 m <sup>2</sup>
6	Dübelverankerg.	1,5 Stck / m <sup>2</sup>	19 Stck	22 Stck
7	Schnellbauschr.	29 Stck / m <sup>2</sup>	352 Stck	402 Stck
8	Bewehrungsstr.	1,5 m / m <sup>2</sup>	18,17 m	20,71 m
9	Fugengips	0,5 kg / m <sup>2</sup>	6,06 kg	6,91 kg

Lager Metalldänder ohne Dämmung

POS	Material	Verbrauch	Pro 11,79 m <sup>2</sup>	Plus 14 % Verschnitt
1	Beplankung	2,0 m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>	23,58 m <sup>2</sup>	26,88 m <sup>2</sup>
2	CW-Ständerpr.	2,0 m / m <sup>2</sup>	23,58 m	26,88 m
3	UW-Anschlusspr.	0,7 m / m <sup>2</sup>	8,25 m	9,41 m
4	Anschlussdichtg.	1,2 m / m <sup>2</sup>	14,15 m	16,13 m
5	Dübelverankerg.	1,5 Stck / m <sup>2</sup>	18 Stck	21 Stck
6	Schnellbauschr.	29 Stck / m <sup>2</sup>	342 Stck	390 Stck
7	Bewehrungsstr.	1,5 m / m <sup>2</sup>	17,69 m	20,17 m
8	Fugengips	0,5 kg	5,90 kg	6,73 kg

Wandfläche: A= (3,15 m + 1,475 m) \* 2,55 m = 11,79 m<sup>2</sup>

Konferenzraum Metalldänderwand zweilagig beplankt

POS	Material	Verbrauch	Pro 21,17 m <sup>2</sup>	Plus 14 % Verschnitt
1	Beplankung	4,0 m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>	84,68 m <sup>2</sup>	96,54 m <sup>2</sup>
2	CW-Ständerpr.	2,0 m / m <sup>2</sup>	42,34 m	48,27 m
3	UW-Anschlusspr.	0,7 m / m <sup>2</sup>	14,82 m	16,89 m
4	Anschlussdichtg.	1,2 m / m <sup>2</sup>	25,40 m	28,96 m
5	Mineralfaserd.	1,0 m <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>	21,17 m <sup>2</sup>	24,13 m <sup>2</sup>
6	Dübelverankerg.	1,5 Stck / m <sup>2</sup>	32 Stck	37 Stck
7a	Schnellbauschr. TN 25	12,5 Stck	265 Stck	302 Stck
7b	Schnellbauschr. TN 35	29 Stck	614 Stck	700 Stck
8	Bewehrungsstr.	1,5 m / m <sup>2</sup>	31,76 kg	36,21 m
9	Fugengips	0,5 kg / m <sup>2</sup>	10,59 kg	12,07 kg

Wandfläche: A= (3,10 m + 5,20 m) \* 2,55 m = 21,17 m<sup>2</sup>



## 6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand

### 2.3.4. Aufgabe 4

Um effektiv arbeiten zu können, ist eine genaue Planung des Arbeitsablaufes notwendig.

**Welchen Arbeitsablauf in einzelnen Arbeitsschritten wählen Sie für die drei unterschiedlichen Wandkonstruktionen?**

- Zeichnungen lesen, Ausmaß
- Wandachsen mit Schnurschlag festlegen
- Zuschnitt der Profile und Platten
- Unebenheiten ausgleichen
- UW-Profile / CW-Profile für Wandanschluss mit Dämmstreifen anbringen
- restliche CW-Profile alle 62,5 cm einstellen in Montagerichtung
- einseitig beplanken – mit ganzer Platte beginnen
- Installationsleitungen / Dämmung einlegen
- andere Seite beplanken
- Plattenfugen, Anschlussfugen + Schraubenköpfe verspachteln

### 2.3.5. Aufgabe 5

Die genaue Lage der Trennwand muss bestimmt und angerissen werden.

**Nennen Sie 4 Werkzeuge und Geräte, die sich zum Einmessen eignen!**

- Gliedermaßstab, Bandmaß
- Wasserwaage
- Lotschnur
- Nivelliergerät
- Baulaster
- Schlauchwaage

### 2.3.6. Aufgabe 6

Nach dem Aufreißen der Wandflucht haben Sie den Eindruck, dass sich die Trennwand nicht rechtwinklig zur Außenwand ergibt.

**Beschreiben Sie die Überprüfung des rechten Winkels!**

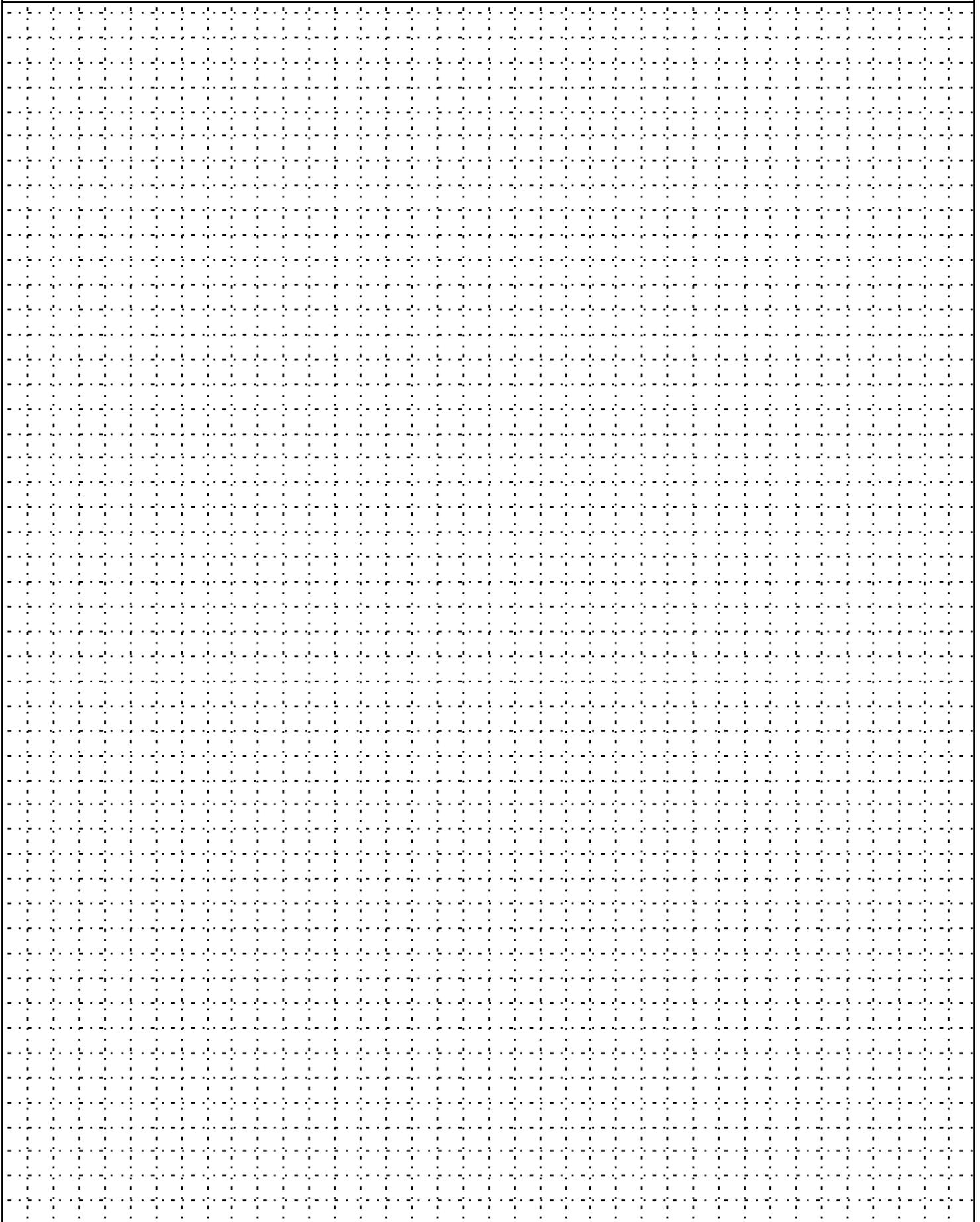
- Pythagoras
- $3 : 4 : 5 = 1,20 \text{ m} : 1,60 \text{ m} : 2,00 \text{ m}$

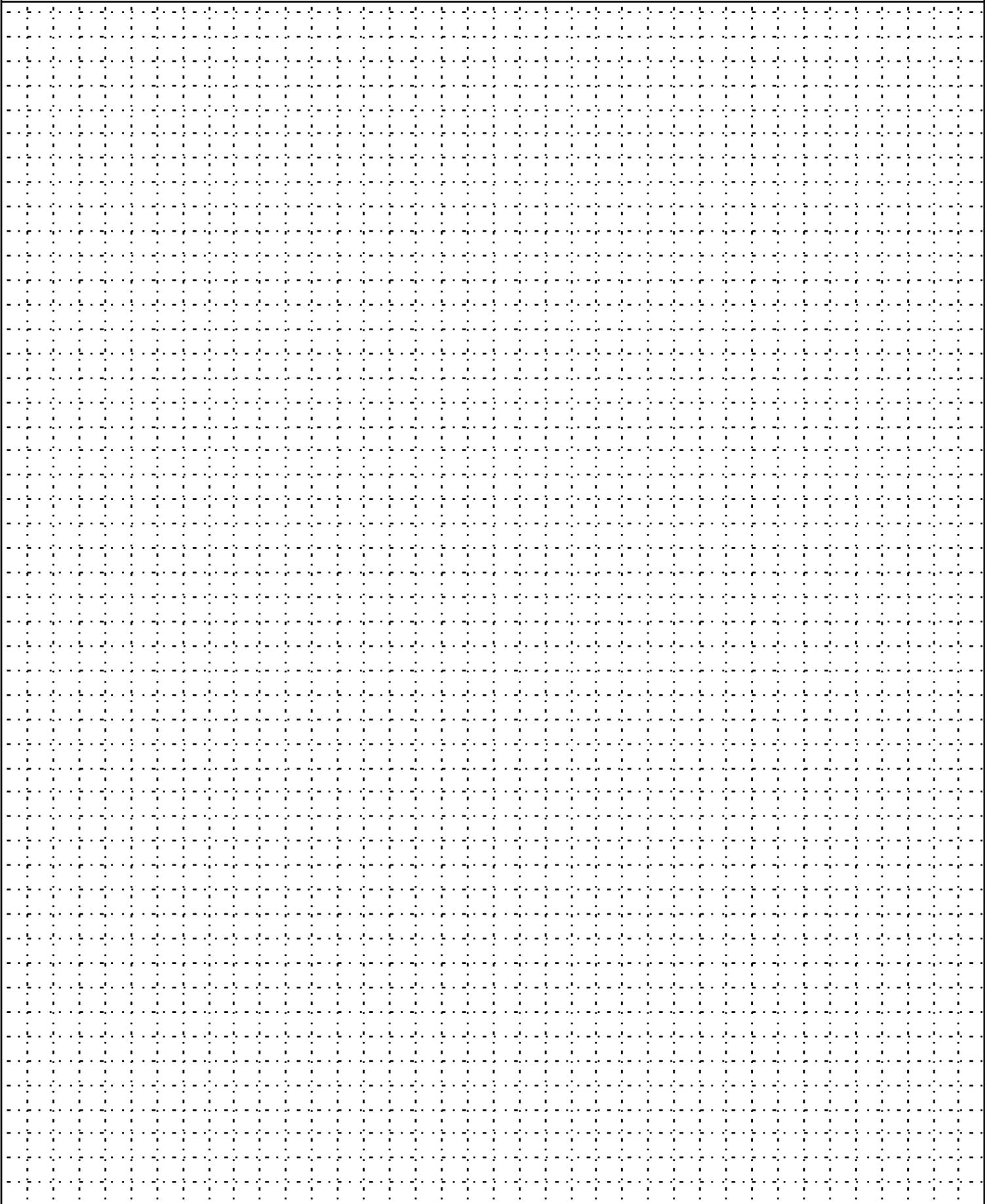
### 2.3.7. Aufgabe 7

Nach Abschluss der Arbeiten ist die Baustelle zu beräumen.

**Wie gehen Sie mit dem Verpackungsmaterial, den Abfällen und dem sonstigen Bauschutt um?**

- Besenrein
- Müllsortierung → Deponie  $\hat{=}$  günstig
- Keine Entsorgung → Deponie  $\hat{=}$  teuer,  
da auf der Deponie getrennt wird

**6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand****Übungsaufgaben**

**6.0 Lernfeld: Erstellen einer leichten Trennwand****Übungsaufgaben**

# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKSB-Isoliererhandwerk**

## **2. Ausbildungsjahr**



# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKSB-Isoliererhandwerk**

## Lernfeld 2.1

### Wärmeschutz

#### Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

Autoren: Ulrich Büringer, Andreas Nowoczin, Rockwool GmbH & Co KG



## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

### 1.1 Lernfeld - Einführung

Energie hält die Welt in Bewegung. Ohne Energie kommt alles zum Stillstand. Die globalen Volkswirtschaften sind auf die sichere Versorgung mit günstiger Energie angewiesen. Über 80 Prozent der heute verbrauchten Energie wird jedoch aus nicht nachwachsenden Rohstoffen gewonnen. Knapper werdende Ressourcen und eine gleichzeitig explodierende Energienachfrage stellen Planer und Betreiber großer industrieller Anlagen vor die Aufgabe, deren Energieverbrauch möglichst weitreichend zu reduzieren, um ihren wirtschaftlichen Betrieb dauerhaft zu sichern.

#### Beispiele für Dämmungen in betriebstechnischen Anlagen



Biomassekraftwerk zur Erzeugung von Fernwärme



Motorrauchgasklappe in einem Zementwerk

#### Erforderliche Kenntnisse für die Auswahl der Materialien

##### • Betriebstechnische Bedingungen

- a. Objektabmessungen
- b. Betriebsweise der Anlage
- c. Betriebstemperaturen
- d. Zulässige Wärmeverluste bzw. Temperaturänderungen des Mediums
- e. Frostschutz
- f. Umgebungseinflüsse
- g. Wartungs- und Inspektionsarbeiten

##### • Sicherheitsaspekte

- a. Arbeitsschutz  
(z. B. max. zulässige Oberflächentemperaturen)
- b. Brandschutz
- c. Explosionsschutz
- d. Lärmschutz innerhalb des Betriebes

##### • Wirtschaftlichkeit

- a. Energiekosten
- b. Energiekostenentwicklung
- c. Kapitalaufwand
- d. Instandhaltungskosten
- e. Nutzungsdauer

##### • Umweltauforderungen

- a. CO<sub>2</sub>-Reduzierung durch die Dämmung
- b. Nachbarschaftlicher Lärmschutz

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

### 1.2 Planung und Vorbereitung

Die Planung und Auswahl eines geeigneten Dämmsystems für technische Anlagen ist ein wichtiger Faktor für den wirtschaftlichen Betrieb, die Funktionalität, die Sicherheit, die Langlebigkeit und die Umwelteinflüsse der Anlage. Darüber hinaus werden bei der Planung und Auslegung der Dämmung häufig die anlagenspezifischen Wärmeverluste über den gesamten Lebenszyklus der Anlage festgelegt. Spätere Korrekturen – wie z. B. eine nachträgliche Erhöhung der Dämmdicke – sind häufig aus Platzgründen überhaupt nicht mehr möglich oder bedeuten vergleichsweise eine viel größere Investition als bei der Ursprungsplanung. Kontinuierlich steigende Energiekosten sind bei der Dämmungsdimensionierung zu berücksichtigen.

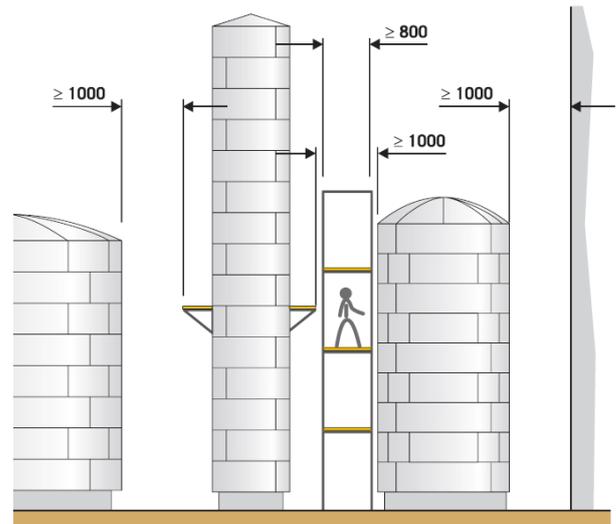
#### 1.2.1 Betriebstechnische Bedingungen

##### 1.2.1.1 Objektmessungen

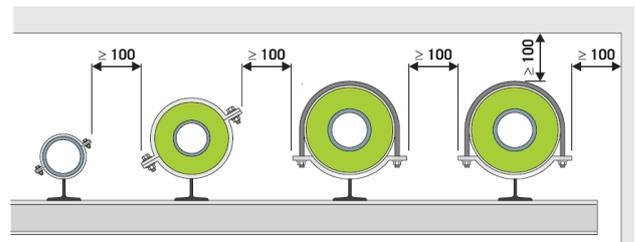
Bereits bei der Planung der Anlage ist der erforderliche Platzbedarf für die Dämmung zu berücksichtigen. Entsprechend sollten bereits im frühen Planungsstadium die Dämmdicken festgelegt und bei der Rohrleitungsisometrie und den Abständen zwischen den einzelnen Objekten einkalkuliert werden. Um eine systemgerechte Montage der Dämmstoffe und der Ummantelung ohne erhöhten Aufwand gewährleisten zu können, sollten die in den folgenden Bildern aufgeführten Mindestabstände zwischen den Objekten eingehalten werden.

##### 1.2.1.2 Betriebsweise der Anlage

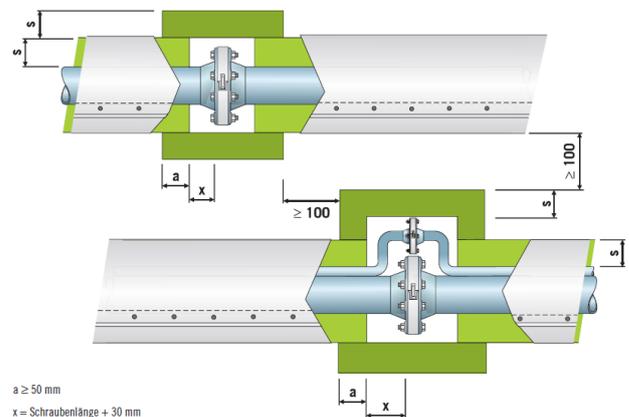
Für die Auswahl des geeigneten Dämmsystems muss die Betriebsweise der Anlage berücksichtigt werden. Man unterscheidet zwischen gleitender und unterbrochener Betriebsweise sowie einer Betriebsweise mit Wechseltemperaturen. Bei gleitender Betriebsweise liegen die Betriebstemperaturen durchgängig oberhalb bzw. durchgängig unterhalb der Umgebungstemperaturen. Die unterbrochene Betriebsweise, auch intermittierender Betrieb genannt, zeichnet sich



Mindestabstände zwischen Behältern und Kolonnen (Maße in mm)



Mindestabstände zwischen gedämmten Rohrleitungen (Maße in mm)



Mindestabstände im Bereich von Rohrflanschen (Maße in mm)

dadurch aus, dass die Anlage zwischen einzelnen Betriebsphasen abgeschaltet wird und dabei durchaus Umgebungstemperaturen annehmen kann. Bei einer Betriebsweise mit Wechseltemperaturen liegen die Betriebstemperaturen wechselnd über oder unter der Umgebungstemperatur.

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

### 1.2.1.3 Betriebstemperatur

Es dürfen nur Dämmstoffe verwendet werden, deren Funktionstüchtigkeit bei den vorgesehenen Betriebstemperaturen dauerhaft uneingeschränkt gewährleistet ist. Als Bewertungskriterium hierzu ist die obere Anwendungstemperatur des entsprechenden Dämmstoffes zu beachten, die von der im Datenblatt angegebenen oberen Anwendungsgrenztemperatur, zu unterscheiden ist.



### 1.2.1.4 Zulässige Wärmeverluste bzw. Temperaturänderungen des Mediums

Für viele technische Prozesse ist es erforderlich, dass Medien in Behältern, Kolonnen oder Tanks eine bestimmte Temperaturuntergrenze nicht unterschreiten. Chemische Prozesse laufen ansonsten nicht in der vorgesehenen Weise ab oder die Medien härten aus. Eine zu große Abkühlung kann in Abgas- und Rauchgasströmen zum Ausfall von schwefeliger Säure führen, die korrosionsfördernd auf die Leitungen oder Kanäle wirkt. Die Wärmedämmung ist diesen Bedürfnissen entsprechend auszulegen. Bei extremen Bedingungen (z. B.) durch lange Lagerzeiten, Störfälle, weite Transportwege oder extreme Temperaturen kann es erforderlich werden, dass zusätzlich zur Dämmung eine Begleitheizung für die Einhaltung der notwendigen Temperaturgrenzen sorgt. Mit Hilfe von wärmetechnischen Berechnungsprogrammen können diese Dämmungen berechnet und optimal ausgelegt werden. In geschlossenen Gebäuden heizen mangelhaft gedämmte Anlagenteile das Raumklima unnötig auf.



Berechnungsprogramme für Dämmdicken



Raffinerie zur Verarbeitung von Rohöl

### 1.2.1.5 Frostschutz

Gerade bei Anlagen im Freien besteht im Winter Frostgefahr. Neben dem unerwünschten Anlagenausfall droht aufgrund der Ausdehnung von gefrierendem Wasser auch die Gefahr der Beschädigung der Anlage. Gegen das Einfrieren der Anlage sind entsprechende Maßnahmen einzuplanen. Eine Dämmung kann die Wärmeverluste



Kälteleitung mit Begleitheizung  
2 x 19 mm Kautschuk mit verzinktem Blechmantel

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

reduzieren und damit den Zeitpunkt bis zum Einfrieren hinauszögern. Auf unbestimmte Zeit kann eine Dämmung alleine das Einfrieren der Anlage jedoch nicht verhindern.

### 1.2.1.6 Umgebungseinflüsse

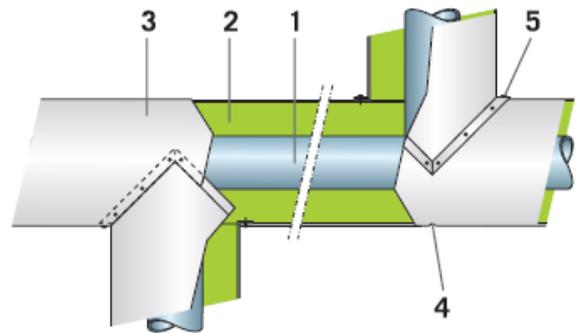
Es muss ein Dämmsystem gewählt werden, dass den Umgebungseinflüssen dauerhaft standhält. Beispielhaft sind dabei folgende Umgebungseinflüsse zu nennen:

- Witterungseinflüsse
- Mechanische Belastungen
- Chemisch aggressive Umgebung

Das Eindringen von Feuchtigkeit in das Dämmsystem muss vermieden werden. Wasseransammlungen im Dämmstoff erhöhen die Wärmeleitfähigkeit und das Korrosionsrisiko der gedämmten Anlagenteile. Ummantelungen müssen daher so angebracht werden, dass keine Feuchtigkeit in das System eindringen kann. Ursache ist in vielen Fällen die kondensierende Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft auf der Innenseite der Ummantelung bei Freileitungen. Es sollte daher ein Luftspalt von mindestens 13 mm zwischen Dämmstoff und Ummantelung eingehalten werden. An der Unterseite bzw. am tiefsten Punkt der Ummantelung sind des Weiteren drei Entwässerungs- und Belüftungsbohrungen von mindestens 10 mm Durchmesser je Meter vorzusehen.

### 1.2.1.7 Wartungs- und Inspektionsarbeiten

Um laufende Wartungs- und Inspektionsarbeiten durch die Dämmung nicht unnötig zu erschweren, sollten wartungsintensive Bereiche bei der Planung besonders berücksichtigt werden. Hier können z. B. abnehmbare Isoliersysteme in Form von Kappen und Hauben aufgebracht werden. Im Bereich von Flanschen und Armaturen sind ebenfalls leicht demontierbare Kappensysteme zu empfehlen. Die Befestigung dieser Kappen erfolgt in der Regel mit Hebelverschlüssen, die ohne spezielle Werkzeuge geöffnet werden können. Die Dämmung vor Einbauten wie z. B. Flanschen oder Armaturen ist mit einem so ausreichenden Abstand zu unterbrechen, dass ein Ein-



### Eingearbeiteter- und aufgesetzter Stutzen

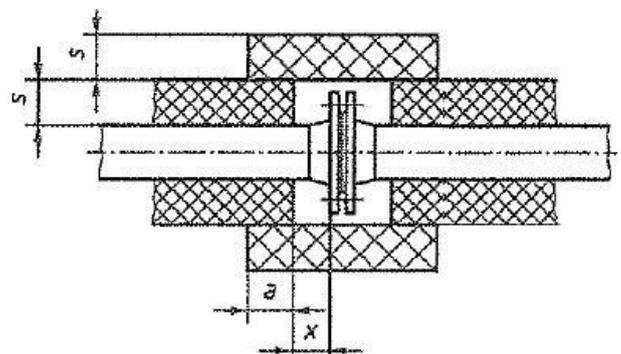
1. Rohrleitung - 2. Dämmstoff - 3. Blechummantelung - 4. Abflussöffnung - 5. Schweiß mit Kittmasse



Ventielkappe mit aufgesetztem Beckel und Regenabweiser



Flanschkappe im Außenbereich mit ferdergesichertem Kappenschloß und Schrauben mit Dichtscheiben



Schraubenlänge  $x + 20$  mm; Überlappung  $a \geq s$ ;  $s$  = Dämmdicke

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

bzw. Ausbau noch möglich ist. Hierbei ist die Schraubenlänge bei Flanschverbindungen entsprechend zu berücksichtigen. Der Anschluss der Dämmung sollte mit einer Stirnscheibe versehen, die Einbauten einschließlich der „Montageunterbrechung“ im Bereich der Dämmung mit Kappen gedämmt werden. Die Stirnscheibe darf das Objekt nicht berühren.

### 1.2.2 Sicherheitsaspekte

Bei **Oberflächentemperaturen** von mehr als 60 °C kann es bei Berührungen zu Hautverbrennungen kommen. Die Unfallverhütungsvorschriften fordern daher, dass zugängliche Anlagenteile so ausgeführt werden, dass Personen keiner Verletzungsgefahr durch Verbrennungen ausgesetzt werden.

Besteht **Brand- und Explosionsgefahr**, muss die Oberflächentemperatur des Objekts und der Ummantelung wesentlich unter der Zündtemperatur der zündfähigen Stoffe und/oder Gasgemische liegen. Diese Forderung gilt auch im Bereich von Wärmebrücken wie z. B. Rohrhalterungen. Mit Dämmsystemen kann ein Explosionsschutz nur in Verbindung mit einem Doppelmantel erreicht werden. Ein Doppelmantel ist eine werkseitig hergestellte, luft- und diffusionsdicht verschweißte oder verlötete Ummantelung. Zusätzlich müssen die besonderen Explosionsvorschriften beachtet werden.

Die allgemeinen **Brandschutzanforderungen** an bauliche Anlagen werden im § 14 der Musterbauordnung wie folgt gestellt:

*Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.*

Art und Umfang der Brandschutzmaßnahmen muss der Planer gemeinsam mit den Bauaufsichtsbehörden, der Feuerwehr, Versicherungen und dem Betreiber festlegen. Grundlage



Stirnscheibe auf Glasgewebeband zur thermischen Trennung

**Gemäß der DIN 4140 „Dämmarbeiten an betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der technischen Gebäudeausrüstung – Ausführung von Wärme- und Kälte-dämmungen“ – sowie der AGI Q05 „Konstruktion von betriebstechnischen Anlagen“ müssen alle Vorgewerke abgeschlossen und insbesondere folgende Voraussetzungen erfüllt sein:**

- Korrosionsschutzarbeiten am Objekt sind – falls erforderlich – ausgeführt
- Begleitheizungen und messtechnische Einrichtungen sind angebracht
- Die Mindestabstände zwischen den Objekten sind eingehalten (siehe Bilder auf den Seiten 8 und 9)
- Die Oberfläche weist keine groben Verunreinigungen auf
- Halterungen zur Aufnahme der Tragkonstruktion sind am Objekt angebracht (Einzelheiten hierzu siehe Arbeitsblatt AGI Q153)
- Dichtkragen und Dichtscheiben sind am Objekt angebracht (Einzelheiten hierzu siehe Arbeitsblatt AGI Q152)
- Stützen am Objekt sind mindestens so lang, dass die Flansche außerhalb der Dämmung liegen und ohne Behinderung verschraubt werden können
- Auflager sind so ausgeführt, dass Dämmstoffe, Dampfbremsen und Ummantelungen fachgerecht angeschlossen werden können

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

bilden die jeweiligen Landesbauordnungen, die Industriebaurichtlinie und die DIN 18230 „Baulicher Brandschutz im Industriebau“. Grundsätzlich ist zu bedenken, dass die Brandlast in einem Gebäude oder einer technischen Anlage durch brennbare Dämmstoffe deutlich erhöht werden kann.

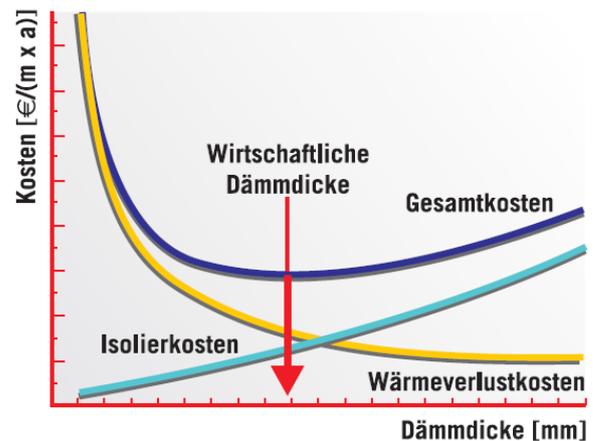
Nichtbrennbare Dämmungen wie z. B. Mineralwolle mit einem Schmelzpunkt von größer 1.000 °C hingegen wirken sich nicht nur positiv auf die Brandlast aus, sondern stellen im Brandfall auch einen gewissen Brandschutz für das gedämmte Anlagenteil dar.

### 1.2.3 Wirtschaftlichkeit

Als wirtschaftliche Dämmdicke wird diejenige Dämmdicke deklariert, bei der die Summe aus Isolierkosten und Wärmeverlustkosten pro Jahr ein Minimum beträgt. Ein qualitativer Kurvenverlauf einer solchen Kostenfunktion ist in der neben aufgeführten Skizze dargestellt. Die Isolierkosten setzen sich aus den Material-, den Verarbeitungs-, möglichen Instandhaltungs- und den Kapitaldienstkosten für das Dämmsystem zusammen. Wärmeverlustkosten ergeben sich aus dem Wärmepreis, dem Wärmeverlust und der Anzahl der jährlichen Betriebsstunden. Beim Wärmepreis darf nicht nur der aktuelle Preis zu Grunde gelegt werden. Gerade die Entwicklung der letzten Jahre zeigt, dass auch in Zukunft mit einer erheblichen Energiepreisssteigerung zu rechnen ist. Steigende Energiepreise bewirken eine Verschiebung der wirtschaftlichen Dämmdicke in Richtung größerer Dämmdicken.

### 1.2.4 Korrosionsschutz

Durch fehlenden oder mangelhaften Korrosionsschutz entsteht jedes Jahr ein großer volkswirtschaftlicher Schaden. Die Lebensdauer von betriebstechnischen Anlagen verkürzt sich hierdurch deutlich, häufiger erforderliche Stillstands- bzw. Revisionsarbeiten verschlechtern die Wirtschaftlichkeit der Anlage. Die Ausführung des Korrosionsschutzes erfolgt gemäß der DIN EN ISO 12944-1 bis 7 „Beschichtungssysteme – Korrosionsschutz von Stahlbauteilen durch Beschichtungssysteme“.



Skizze - wirtschaftliche Dämmung

### Die DIN 4140 gibt folgende Hinweise zur Auswahl der Notwendigkeit von Korrosionsschutz:

- Bei Kälte­dämmungen muss das Objekt korrosionsgeschützt sein, wenn es aus unlegierten oder niedrig legiertem Stahl besteht.
- Bei Objekten aus z. B. nicht rostendem austenitischem Stahl oder Kupfer muss im Einzelfall vom Planer der Anlage geprüft werden, ob auf Korrosionsschutz verzichtet werden kann.
- Objekte aus nicht rostendem austenitischem Stahl brauchen keinen Korrosionsschutz, wenn eine Temperatur von 50 °C niemals – auch nicht kurzzeitig – überschritten wird.

#### Hinweis

Bei allen Anlagen aus un- oder niedrig legiertem Stahl, bei denen die Betriebstemperaturen unter 120 °C liegen, sollte ein Korrosionsschutz aufgebracht werden.

- Der Korrosionsschutz kann entfallen bei
- kontinuierlich betriebenen Tiefkälteanlagen (unter -50 °C) wie z. B. Lagertanks sowie
  - gedämmten Oberflächen von Kraftwerkskomponenten wie z. B. Kesseldruckteilen, Rauchgas- und Heißluftkanälen, Dampfleitungssystemen mit Betriebstemperaturen, die ständig über 120 °C liegen.

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

Da diese Norm die Besonderheiten des Korrosionsschutzes unter Dämmsystemen jedoch nicht ausreichend berücksichtigt, zusätzlich die Anforderungen der AGI Q151 „Korrosionsschutz bei Wärme- und Kälte­dämmungen an betriebstechnischen Anlagen“ zu beachten.

Vor dem Aufbringen der meist mehrschichtigen Korrosionsschutzbeschichtung muss die Oberfläche fett-, staub- und säurefrei sein und sollte zur Verbesserung der Haftfestigkeit der Grundbeschichtung aufgeraut sein. Hierzu empfiehlt sich das Strahlen als Oberflächen­vorbereitungsverfahren (bei austenitischen Stählen muss ein ferrit­freies Strahlmittel verwendet werden).

Die entsprechenden Verarbeitungsrichtlinien der Beschichtungshersteller sind zu beachten. Berühren sich Metalle mit unterschiedlichen elektrochemischen Potenzialen, z. B. Aluminium und Kupfer, besteht die Gefahr der Kontaktkorrosion. Diese kann ggf. mit isolierenden Zwischenschichten wie z. B. Kunststoffbändern verhindert werden. In Gegenwart von Feuchtigkeit wird die Entstehung



Fehlerhafter Korrosionsschutz an einem Flansch

von Kontaktkorrosion grundsätzlich gefördert. Die auf der nächsten Seite aufgeführte Tabelle, die der DIN 4140 entnommen wurde, gibt eine erste Orientierung hinsichtlich der Gefahr von Kontaktkorrosion bei verschiedenen Metallpaarungen.

Betrachteter Werkstoff		Partnerwerkstoff					
Metall	Flächenanteil im Verhältnis zum Partnerwerkstoff	Zink	Aluminium	Stahl ferritisch	Blei	Stahl austenitisch	Kupfer
Zink	klein	—	M	M	S	S	S
	groß	—	G	G	G	G	G
Aluminium	klein	G	—	G	S	S	S
	groß	G	—	G	M	G	S
Stahl ferritisch	klein	G	G	—	S	S	S
	groß	G	G	—	G	G	G
Blei	klein	G	G	G	—	S	S
	groß	G	G	G	—	M	M
Stahl austenitisch	klein	G	G	G	G	—	M
	groß	G	G	G	G	—	G
Kupfer	klein	G	G	G	G	G	—
	groß	G	G	G	G	G	—

G Geringe oder keine Korrosion am betrachteten Werkstoff  
M Mäßige Korrosion am betrachteten Werkstoff, z. B. in sehr feuchter Atmosphäre  
S Starke Kontaktkorrosion am betrachteten Werkstoff

G - Geringe oder kleine Korrosion am betrachteten Werkstoff

M - Mäßige Korrosion am betrachteten Werkstoff, z. B. in sehr feuchter Atmosphäre

S - Starke Kontaktkorrosion am betrachteten Werkstoff

Anmerkung: Die Tabelle bezeichnet die Korrosion des “betrachteten Werkstoffs”, nicht diejenige des “Partnerwerkstoffs”.

“Klein” bedeutet: “kleinflächig im Verhältnis zum Partnerwerkstoff”, “groß” bedeutet: “großflächig im Verhältnis zum Partnerwerkstoff”.

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

Beispiel 1: Betrachteter Werkstoff verzinkte Schraube in Partnerwerkstoff Ummantelung aus austenitischem Stahl: Zeile "Zink klein": "S" - starke Korrosion der Schraube.

Beispiel 2: Betrachteter Werkstoff Ummantelung aus austenitischem Stahl wird mit Partnerwerkstoff verzinkte Schraube verschraubt: Zeile "Stahl austenitisch groß". "G" - der korrosive Angriff auf den austenitischen Stahl ist gering.

### 1.2.5 Lagerung von Dämmstoffen

Die unsachgemäße Lagerung von Dämmstoffen im Freien kann – in erster Linie durch Feuchtigkeit hervorgerufen – zur Schädigung der Dämmstoffe führen. Feuchtigkeit im Dämmstoff hat folgende negative Einflüsse: Die Wärmeleitfähigkeit von Wasser ist ungefähr 25 Mal größer als die der Luft, die in Zellen oder zwischen den Fasern im Dämmstoff vorhanden ist. Mit einer Zunahme der Feuchtigkeit steigt daher die Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffes. Bereits ein Feuchtegehalt von 1 Vol. % kann sich schon bis zu 25 % negativ auf die Wärmeleitfähigkeit auswirken. Feuchtigkeit ist die Ursache für viele Korrosionsvorgänge, die im trockenen System praktisch nicht auftreten. In der Isoliertechnik sind insbesondere Sauerstoff-, Kontakt- und Spannungsrisskorrosion zu nennen. Dämmstoffe für austenitische Bauteile, die in AS-Qualität (gibt es nur bei Mineralwolle) mit einem niedrigen Chloridgehalt hergestellt werden, verlieren dieses Merkmal beim Einbringen von Feuchtigkeit unwiederbringlich. Dämmstoffe müssen daher bei der Lagerung, bei der Montage und im eingebauten Zustand vor Feuchtigkeit geschützt werden. Ist eine Lagerung unter festen Bebauungen nicht möglich, kann ein Witterungsschutz z. B. durch die Abde-



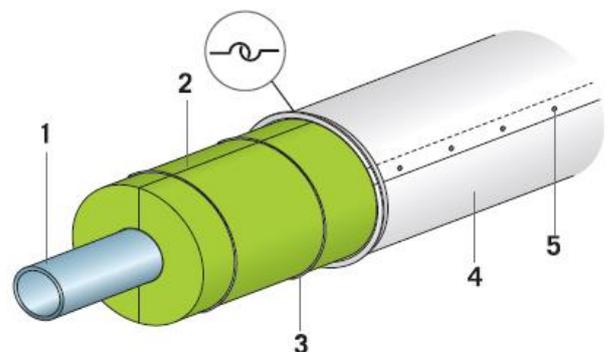
Mineralwollendämmstoff auf Palette und in Folie verpackt

ckung mit wasserdichten Folien erfolgen. Es ist jedoch darauf zu achten, dass der Dämmstoff nicht direkt auf dem Boden steht und ggf. durch Bodenfeuchte nass werden kann. Mineralwolle ist hydrophob ausgeführt und damit wasserabweisend. Diese Eigenschaft bietet allerdings nur einen zeitlich limitierten Schutz und nimmt bei bereits hoch thermisch belasteten Dämmstoffen stark ab. Daher müssen auch hydrophobierte Dämmstoffe bei einer Lagerung im Freien vor Feuchtigkeit geschützt werden.

## 1.3 Systemlösungen

### 1.3.1 Rohrleitungen

Bei vielen industriellen Prozessen in chemischen oder petrochemischen Anlagen sowie in Kraftwerken spielen Rohrleitungen eine zentrale Rolle, da sie Kernkomponenten wie z. B. Apparate, Kolonnen, Behälter, Kessel, Turbinen etc. miteinander verbinden und den Stoff- und Energiefluss ermöglichen. Zur Gewährleistung eines ordnungsgemäßen Pro-



#### Schichtaufbau einer Dämmung mit Schalen

1. Rohrleitung - 2. Rohrschale - 3. Spannband oder Bindedraht - 4. Blechummantelung - 5. Blechschrabe oder Niete

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

zessablaufs muss der Zustand der Medien in den Rohrleitungen innerhalb der festgelegten Grenzen (z. B. Temperatur, Viskosität, Druck, etc.) bleiben.

**Zu den Aufgaben einer sachgemäßen Wärmedämmung bei Rohrleitungen zählen:**

- Reduzierung der Wärmeverluste,
- Frostschutz,
- Sicherstellung der Stabilität der Prozess-temperatur,
- Lärminderung.
- Berührungsschutz

Die Dämmstoffindustrie bietet für die Rohrleitungsdämmung in der Prozesstechnik eine breite Produktpalette. Rohrschalen druckfeste Lamellenmatten sowie verschiedene **Drahtnetzmatte**.

### 1.3.1.1 Dämmsysteme mit Rohrschalen

Im Hinblick auf geringe Wärmeverluste und niedrige Oberflächentemperaturen lassen sich mit Rohrschalen die besten Ergebnisse bei Rohrleitungsdämmungen erzielen. Dies liegt insbesondere an der geringen Wärmeleitfähigkeit im Vergleich zu Drahtnetzmatte und druckfesten Lamellenmatten. Darüber hinaus verfügen die meisten Rohrschalen, über eine so hohe Festigkeit, dass sie im Allgemeinen ohne zusätzliche Stützkonstruktionen verwendet werden können. Hierdurch entstehen keine dämmtechnisch bedingten Wärmebrücken, die negativen Einfluss auf die Betriebswärmeleitfähigkeit nehmen. Bei Temperaturen über 300 °C ist ein bedingter Einsatz von Stützkonstruktionen im Einzelfall zu prüfen. Rohrschalen werden immer passgenau auf den entsprechenden Rohrdurchmesser hergestellt, so dass Konvektionsgefahr und Verarbeitungsfehler – z. B. ein zu kurzer Zuschnitt wie bei Mattenisolierungen – minimiert werden. Mineralwolle - Rohrschalen werden in Durchmessern von 17 bis 915 mm angeboten.

### 1.3.1.2 Dämmsysteme mit druckfesten Lamellenmatten

Dämmsysteme für Rohrleitungen mit druckfesten Lamellenmatten, haben ihren bevor-

### Dämmdicken zur Sicherstellung des Berührungsschutzes

Zur ersten Orientierung dient die unten aufgeführte Tabelle bei der Auswahl der geeigneten Dämmdicken für den Berührungsschutz. Folgende Randbedingungen wurden zu Grunde gelegt:

- Umgebungstemperatur: 25 °C
- Windgeschwindigkeit: 0,5 m/s
- Ummantelung: verzinktes, blankes Stahlblech
- Maximale Oberflächentemperatur: 60 °C

### Rohrschalen

Außendurchmesser			Mediumtemperatur (°C)								
Nennweite	NPS (Zoll)	(mm)	≤100	150	200	250	300	350	400	450	500
DN25	1	33,0	30	30	30	30	30	40	50	70	80
DN 50	2	60,3	30	30	30	30	40	50	70	80	100
DN 80	3	88,9	30	30	30	40	50	60	80	90	110
DN 100	4	114,3	30	30	30	40	50	70	80	100	120
DN 150	6	168,3	30	30	30	50	60	80	90	120	140
DN 200	8	219,1	30	30	40	50	70	80	100	120	150
DN 250	10	273,0	30	30	40	50	70	90	110	130	160
DN 300	12	323,9	30	30	40	50	70	90	110	140	160

### Druckfeste Lamellenmatten

Außendurchmesser			Mediumtemperatur (°C)				
Nennweite	NPS (Zoll)	(mm)	≤100	150	200	250	300
DN 100	4	114,3	30	30	30	50	60
DN 150	6	168,3	30	30	40	50	70
DN 200	8	219,1	30	30	40	60	80
DN 250	10	273,0	30	30	40	60	80
DN 300	12	323,9	30	30	50	70	90
DN 400	16	406,4	30	30	50	70	90
DN 500	20	508,0	30	30	50	70	100

### Drahtnetzmatte

Außenrohrdurchmesser			Mediumtemperatur (°C)					
Nennweite	NPS (Zoll)	(mm)	≤100	200	300	400	500	600
DN 100	4	114,3	30	40	70	120	160	220
DN 150	6	168,3	30	50	80	130	180	250
DN 200	8	219,1	30	50	90	140	200	270
DN 250	10	273,0	30	50	100	150	210	280
DN 300	12	323,9	30	60	100	160	220	300
DN 400	16	406,4	30	60	110	160	230	310
DN 500	20	508,0	30	60	110	170	240	330

zugten Anwendungsbereich bei Rohrleitungen größer - gleich DN 250 und Rohrlei-

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

tungstemperaturen bis ca. 300°C. Dämmtechnisch bedingte Wärmebrücken werden vermieden und Wärmeverluste reduziert. Darüber hinaus werden die Kosten für die Stützkonstruktion und deren Verarbeitung eingespart.

Stützkonstruktionsfreie Dämmsysteme bewirken außerdem eine gleichmäßige Oberflächentemperatur auf dem Blechmantel. Hotspots durch die Stützkonstruktionen treten nicht auf. Die Matten werden bezogen auf den äußeren Dämmdurchmesser (Rohrdurchmesser + 2-

### 1.3.1.3 Dämmsysteme mit Drahtnetzmatte

Rohrleitungs-dämmungen mit Drahtnetzmatte sind seit vielen Jahrzehnten bewährte Universalösungen. Sie sind auf Grund ihrer Flexibilität vielfältig einsetzbar und extrem temperaturbeständig. Die Matten lassen sich leicht zuschneiden und auf der Rohrleitung verarbeiten. Daher werden sie häufig bei Rohrleitungen mit einem hohen Anteil von Formteilen wie Bögen oder T-Stücken verwendet. Besonders bei Hochtemperaturdämmungen werden Drahtnetzmatte an Rohrleitungen wegen ihrer hohen oberen Anwendungsgrenztemperatur bevorzugt eingesetzt. Drahtnetzmatte verfügen jedoch nur über relativ geringe Druckfestigkeiten und können daher nur in Verbindung mit Stützkonstruktionen montiert werden. Aufgrund der dadurch entstehenden Wärmebrücken lassen sich mit Rohrschalen oder druckfesten Lamellenmatte im unteren und mittleren Temperaturbereich (bis 300 °C) wärmetechnisch oft bessere Dämmergebnisse erreichen als mit Drahtnetzmatte.

### 1.3.1.4 Stützkonstruktionen

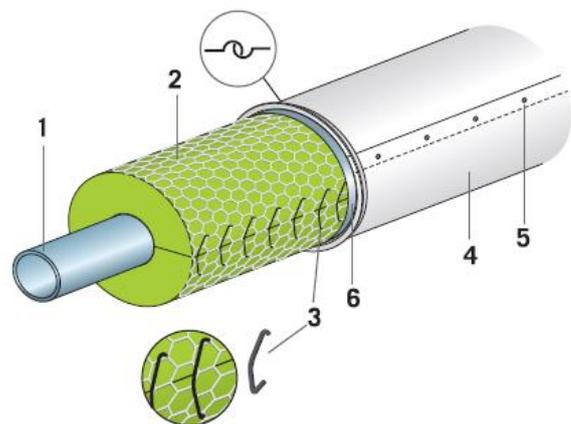
Stützkonstruktionen haben die Aufgabe, die Ummantelung im vorgegebenen Abstand von der Rohrleitung zu halten, sofern der Dämmstoff dies nicht übernehmen kann. Sie können nur senkrecht zur Objekt Oberfläche wirkende Kräfte übertragen. Im Allgemeinen werden Stützkonstruktionen aus Metall hergestellt und stellen Wärmebrücken dar. Stützkonstruktionen sind erforderlich, wenn der Dämmstoff

(fache Dämmdicke) der Länge nach zugeschnitten. Mit Spannbändern wird die Matte fest auf der Rohrleitung fixiert. Dabei ist darauf zu achten,

dass die einzelnen Matten jeweils stramm aneinander stoßen und keine Fugen sowohl an der Längs- als auch an den Rundstößen auftreten. Die Stoßstellen der einzelnen Matten werden mit selbstklebendem Aluminiumband dicht verklebt. Bei einer Mehrlagendämmung sind die Längs- und Quertugen versetzt anzuordnen.



Lamellenmatte



### Schichtaufbau einer Dämmung mit Drahtnetzmatte

1. Rohrleitung - 2. Drahtnetzmatte - 3. Stoßkante mit Mattenhaken verschlossen (maximaler Abstand 150 mm, 3 Maschen übergreifend)
- 4. Blechummantelung - 5. Blechschraube oder Niete - 6. Stützkonstruktion

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

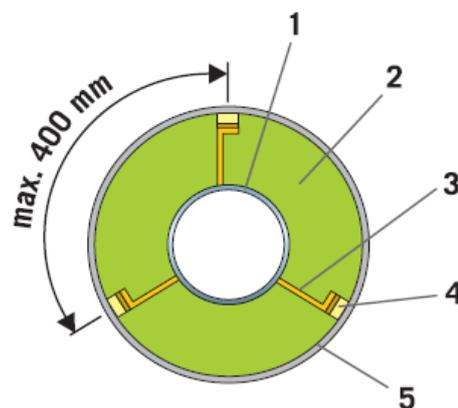
nicht über die notwendige Druckfestigkeit (z. B. bei Drahtnetzmatte) verfügt und daher die Lasten der Ummantelung nicht aufnehmen kann. Bei Rohrschalen mit einer Rohdichte unter  $75 \text{ kg/m}^3$  und Rohrleitungstemperaturen über  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  werden ebenfalls Stützkonstruktionen erforderlich. Bei Anlagen, die besonderen Betriebsbedingungen, wie z. B. Vibrationen, ausgesetzt sind, muss im Einzelfall geprüft werden, ob Stützkonstruktionen auch bei der Verwendung von Rohrschalen oder druckfesten Lamellenmatten verwendet werden müssen.

### Dimensionierung der Stützkonstruktion

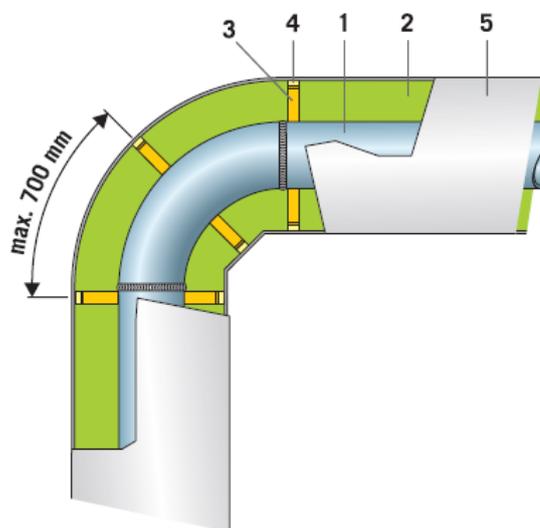
Die Stützkonstruktionen bestehen in der Regel aus metallischen Ringen, auf denen der Blechmantel aufliegt, und Stegen z. B. aus Metall oder Keramik als Abstandhalter, die sich auf dem Rohr abstützen. Zur Verringerung der Vibrationsübertragung werden häufig elastische Abstandhalter wie z. B. Omega-Bügel verwendet. Bei Abstandhaltern aus Stahl müssen mindestens drei Stege verwendet werden, wobei der maximale Abstand – gemessen am Umfang des äußeren Rings – maximal  $400 \text{ mm}$  betragen darf. Bei keramischen Stegen müssen mindestens vier Stege bei einem zulässigen Höchstabstand von  $250 \text{ mm}$  verwendet werden. Bei Rohrleitungen werden die Stützkonstruktionen jeweils unter der Rundnaht der Ummantelung angeordnet. An Formteilen wie z. B. Rohrbögen werden Stützkonstruktionen jeweils am Anfang und am Ende angebracht. Überschreitet der äußere Abstand zwischen den beiden Stützkonstruktionen  $700 \text{ mm}$ , müssen weitere Stützkonstruktionen dazwischen angeordnet werden.

### 1.3.1.5 Tragkonstruktionen

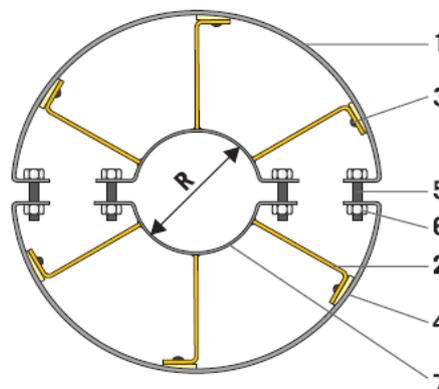
Tragkonstruktionen haben die Aufgabe, die Eigenlast des Dämmsystems und die auf das Dämmsystem einwirkenden Kräfte auf das Objekt zu übertragen. Erforderlich werden sie bei senkrechten Rohrleitungen. Bei der Dimensionierung müssen neben den statischen und dynamischen Kräften auch temperaturbedingte Längenänderungen der Rohrleitungen



1. Rohrleitung - 2. Dämmstoff - 3. Stützkonstruktion alle  $400 \text{ mm}$ , bei Keramik alle  $250 \text{ mm}$  - 4. Thermische Trennlage - 5. Stützring



1. Rohrleitung - 2. Dämmstoff - 3. Stützkonstruktion - 4. Thermische Trennlage - 5. Ummantelung



1. Stützring ohne Innenspannung - 2. Steg - 3. Niet- oder Schraubverbindung - 4. Thermische Entkopplung - 5. Spannschraube - 6. Mutter - 7. Innerer Spannung

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

und der Tragkonstruktionen berücksichtigt werden. Tragkonstruktionen werden an Halterungen, die zuvor an die Rohrleitung geschweißt wurden, befestigt oder über Klemmwirkung mit so genannten Doppelspannringen direkt an der Rohrleitung angebracht. Bei Temperaturen über 350 °C müssen die Tragkonstruktionen aus warmfesten Stählen hergestellt werden.

### 1.3.1.6 Ummantelungen

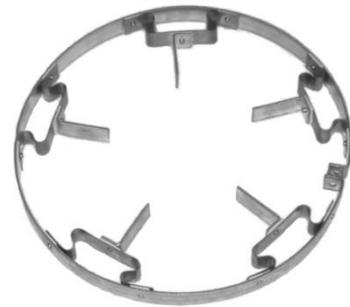
Um die Dämmung vor mechanischen Einflüssen und/oder Witterungs- bzw. Umwelteinflüssen zu schützen, sollte diese mit einer geeigneten Ummantelung versehen werden. Die Auswahl einer geeigneten Ummantelung hängt daher von verschiedenen Faktoren wie z. B. Verkehrslasten, Trittfestigkeit, Wind- und Schneelasten, Umgebungstemperaturen und -bedingungen ab.

**Bei der Auswahl der geeigneten Ummantelungen sind folgende Punkte zu beachten:**

- Aufgrund seiner mechanischen Festigkeit, Feuerbeständigkeit und geringen Oberflächentemperatur (im Vergleich zur Aluminiumummantelung) wird in Gebäuden in der Regel verzinkter Stahl verwendet.
- Im Freien wird für gewöhnlich Aluminium verwendet, weil es einfach zu montieren und kostengünstiger als rostfreier Stahl ist sowie bei den üblichen Witterungsbedingungen nicht zur Korrosion neigt.
- In korrosiven Umgebungen wird aluminierter Stahl, Edelstahl oder glasfaserverstärkter Polyester brennbar (GRP: z. B. Rocktight) als Ummantelung verwendet. In Umgebungen mit Brandrisiko ist es ratsam, Edelstahl zu verwenden.
- Die Oberflächentemperatur der Ummantelung wird vom Materialtyp beeinflusst. Im Allgemeinen gilt die Regel: je glänzender eine Oberfläche ist, desto höher ist die Oberflächentemperatur.
- Um das Risiko der Kontaktkorrosion auszuschließen sollten nur Metallpaarungen gewählt werden, die auf Grund ihrer elektrochemischen Potenziale nicht hierzu neigen.



Unterkonstruktion mit Omegabügel zur Schallentkoppelung



Stützring mit Omegabügel  
P.O.T.H. Metallwaren GmbH

Für eine erste Dimensionierungshilfe dient die unten aufgeführte Tabelle, die das Gewicht des Dämmsystems in Abhängigkeit von Rohrenweite und Dämmdicke angibt. Es wurde ein Dämmstoff mit 100 kg/m<sup>3</sup> Rohdichte inklusiv Stützkonstruktion und 1,0 mm starkem verzinkten Blech (11 kg/m<sup>2</sup>) berücksichtigt.

Ummantelungsmaterial	Brandfähige Bereiche	Korrosives Milieu	Max. Oberflächentemperatur		
			< 50°C	< 60°C	> 60°C
Aluminiumblech	-	-			●
Stahlblech Alu-Zn beschichtet	-	-			●
Verzinktes Stahlblech	●	-			●
Nichtrostendes, austenitisches Stahlblech	●	●			●
Aluminisiertes Stahlblech	●	●			●
Lackiertes oder kunststoffbeschichtetes Stahl- oder Aluminiumblech	-	-		●	
Faserverstärktes Polyester (z. B. Rocktight)	-	●			90°C
Beschichtungen/Mastik	-	-			80°C
Folien	-	-	●		

Empfohlene Blechdicke und Überlappungen bei Ummantelungen aus nichtprofilierten Blechen (nach DIN 4140)

Alle Maße in mm	Ummantelung Mindestnenndicke <sup>a</sup>			Überlappung	
	Stahl beschichtet mit - Zink (Zn) - Aluminium (Al) - Al-Zn - Kunststoff	Stahl nichtrostend austenitisch nach E DIN EN 10028-7 und DIN EN 10088-3	Aluminium	Längsnaht	Rundnaht <sup>b</sup>
bis 400	0,5	0,5	0,6	30	50
400 bis 800	0,6	0,5	0,8	40	
800 bis 1200	0,7	0,6	0,8	50	
1200 bis 2000	0,8	0,6	1,0		
2000 bis 6000	1,0	0,8	1,0		
> 6000	1,0	0,8	1,2		

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

- Zur Schalldämmung wird ein Entdröhnungsmaterial (Bitumen, Bleischicht, Mylar-Folie) auf die Dämmung oder innerhalb der Ummantelung aufgebracht. Um das Brandrisiko zu senken, sollten die Oberflächentemperaturen der Ummantelung auf die maximale Betriebstemperatur des Entdröhnungsmaterials beschränkt werden.

**Die nach CINI-Standard empfohlenen Blechdicken weichen zum Teil von den in DIN 4140 genannten Blechdicken ab.** Zur Reduzierung des Risikos der galvanischen Korrosion ist es besonders wichtig, die richtigen Schrauben, Bänder etc. zu verwenden.

**Grundlegende Richtlinien sind:**

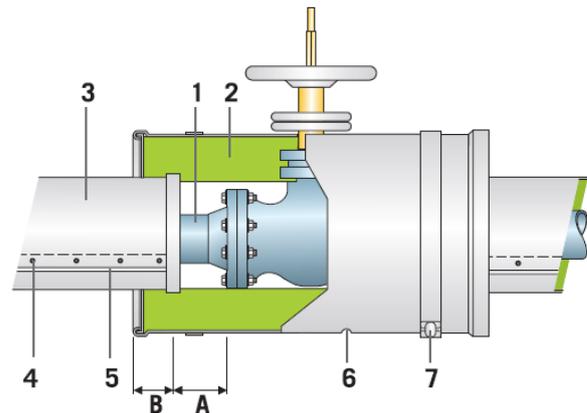
- Blechummantelungen sind an den Längsnähten mit mindestens sechs Blechschrauben oder Blindnieten je Meter zu verbinden.
- Die Schrauben oder Blindnieten sollten im gleichen Abstand zueinander stehen. Wird zweireihig verschraubt oder vernietet, sind die Schrauben oder Nieten zu versetzen.
- Statt mit Schrauben oder Nieten kann die Ummantelung auch mit korrosionsbeständigen Bändern gehalten werden.
- Es dürfen keine Aluminumschrauben verwendet werden.

### 1.3.2 Dämmung von Armaturen und Flanschen

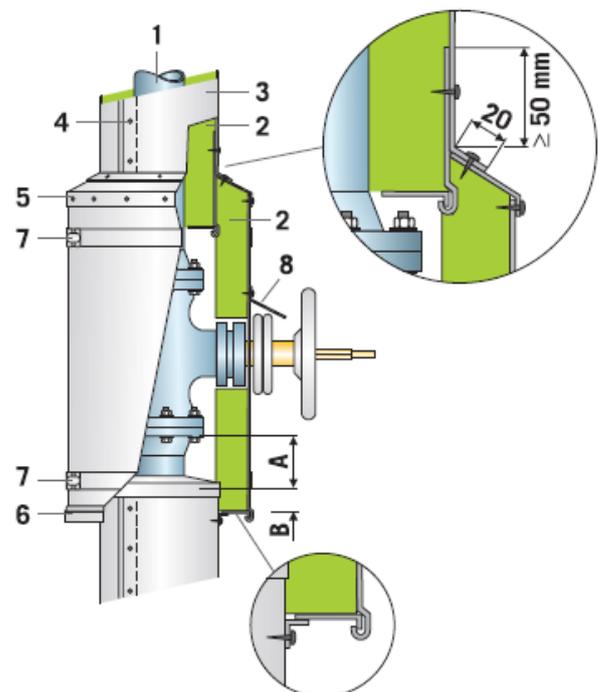
nach Möglichkeit in der gleichen Dämmdicke wie die Rohrleitung gedämmt werden.

Üblicherweise werden Dämmungen von Einbauten mit Kappen- bzw. Haubendämmungen ausgeführt, da diese eine schnelle Demontage z. B. im Wartungsfalle erlauben. Kappen oder Hauben werden in der Regel von innen mit Drahtnetzmatte gedämmt. Die Kappe werden mit Hebelverschlüssen, die direkt an der Kappe oder an Spannbändern montiert sind, am Objekt befestigt. Folgende Randbedingungen sind bei der Ausführung von Kappendämmungen von Armaturen und Flanschen zu beachten:

- Die Überlappung der Kappendämmung über die isolierte Rohrleitung sollte mindestens 50 mm betragen.



1. Rohrleitung - 2. Dämmstoff - 3. Blechummantelung - 4. Blechschraube oder Niete - 5. Sicke - 6. Abflussöffnung - 7. Spannbänder -  $B \geq$  Dämmdicke -  $A =$  Schraubenlänge + 20 mm



1. Rohrleitung - 2. Dämmstoff - 3. Blechummantelung - 4. Blechschraube oder Niete - 5. Regenabweiser - 6. Stirnscheibe - 7. Spannbänder - 8. Regenabweiser -  $B \geq 50$  mm -  $A =$  Schraubenlänge + 20 mm

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

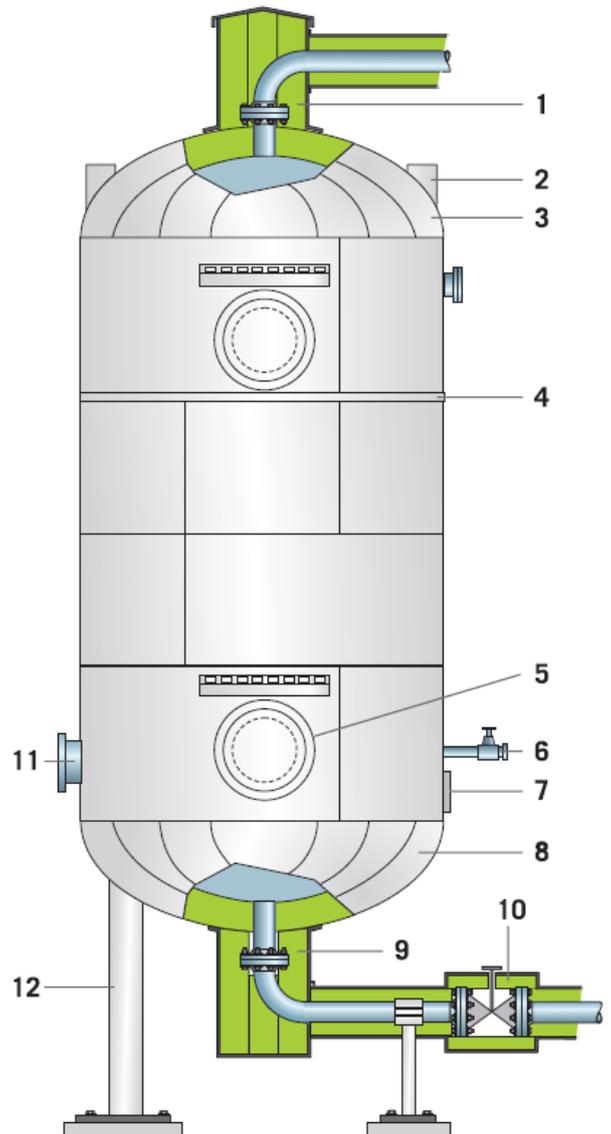
- Die Rohrdämmung soll an den Flanschen mit einem Abstand von "Schraubenlänge + 20 mm" enden und nach Möglichkeit mit einer Stirnscheibe geschlossen werden, um ein Lösen der Flansche ohne Beschädigung der Dämmung zu ermöglichen.
- Bei Ventilen wird vorzugsweise eine verlängerte Spindel angebracht, die horizontal ausgerichtet oder unter dem Rohr montiert ist, um den Wassereintritt entlang des Spindelschafts zu verhindern.
- Die Ummantelung ist so anzubringen, dass keine Feuchtigkeit eindringen kann. Hierzu können z. B. an geneigten oder senkrechten Leitungen oberhalb der Kappen Regenabweiser angebracht werden. Ist ein Feuchtigkeitseintritt nicht vermeidbar, sind Abflusslöcher in der Kappe mit einem Durchmesser von 10 mm vorzusehen.

### 1.3.3 Dämmung von Behältern

Behälter sind wichtige Bestandteile in Anlagen für verfahrenstechnische Prozesse in nahezu allen Industriebereichen. In vielen Produktionsprozessen werden unterschiedliche Stoffe benötigt, die in Behältern lagern und von dort den einzelnen Verfahrensprozessen zugegeben werden. In den Behältern werden vornehmlich flüssige, feste oder gasförmige Stoffe gelagert und bei Bedarf dem eigentlichen Prozess zugegeben.

Es ist häufig wichtig, dass die Stoffe in den Behältern unter Einhaltung Temperaturgrenzen gelagert werden, da die Stoffe bei zu hohen oder zu niedrigen Temperaturen Schaden nehmen können, aushärten oder nicht mehr fließfähig sind und sich dann nicht mehr pumpen oder fördern lassen. Die Dämmung an Behältern spielt daher für die Funktionalität von verfahrenstechnischen Prozessen eine große Rolle. Darüber hinaus übernimmt sie noch folgende Aufgaben:

- Reduzierung der Wärmeverluste
- Sicherstellung des Berührungsschutzes durch Minimierung der Oberflächentemperatur
- Verminderung der Abkühlung des gelagerten



1. Behältereinlauf - 2. Kranhaken zum Behältertransport - 3. Behälterkopf - 4. Dehnungsfuge - 5. Mannloch - 6. Entnahmestelle (z. B. für Proben) - 7. Kennzeichnungsschild - 8. Behälterboden - 9. Behälterauslauf - 10. Armaturendämmung - 11. Flansch - 12. Behälterfuß

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

Stoffes, damit dieser z. B. nicht aushärtet und fließfähig bleibt

- Verhinderung des Einfrierens des Behälters (in der Regel mit zusätzlichen Begleitheizungen)

- Verhinderung der Aufheizung des Stoffes (z. B. durch Sonnenstrahlung bei im Freien stehenden Behältern)

Des Weiteren sind die maßgeblichen Normen- und Regelwerke zu beachten, von denen hier folgende exemplarisch genannt werden:

- DIN 4140 (Dämmarbeiten an betriebs- und haustechnischen Anlagen)
- AGI Q05 (Konstruktion von betriebstechnischen Anlagen)
- AGI Q101 (Dämmarbeiten an Kraftwerk-komponenten)
- CINI-Handbuch: „Dämmung in der Industrie“

### Dämmsysteme für Behälter

Ein Dämmsystem für Behälter setzt sich im Allgemeinen aus folgenden Komponenten zusammen:

- Dämmstoff
- Trag- und Stützkonstruktion
- Ggf. Dampfbremse bei Kälte-dämmungen
- Ummantelung

### Voraussetzung für eine fachgerechte Montage der Dämmung:

- Krägen an den Mannlöchern
- Angeschweißte Winkel für Trag- und Stützkonstruktion
- Einsätze schon angeschweißt nach AGI

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

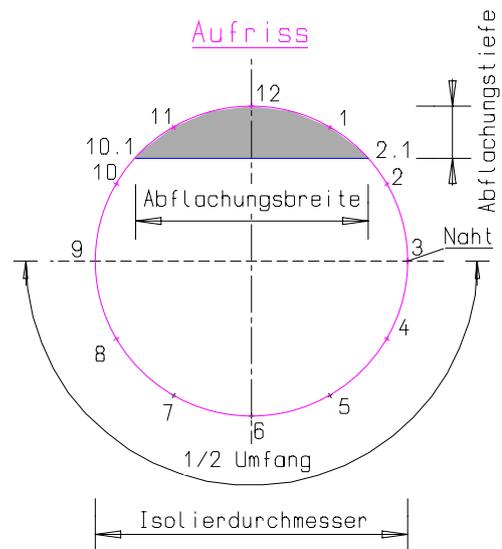
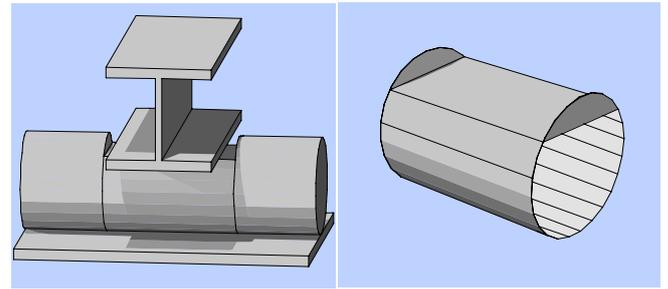
### 1.4 Abwicklungen

#### 1.4.1 Gerade Abflachungen

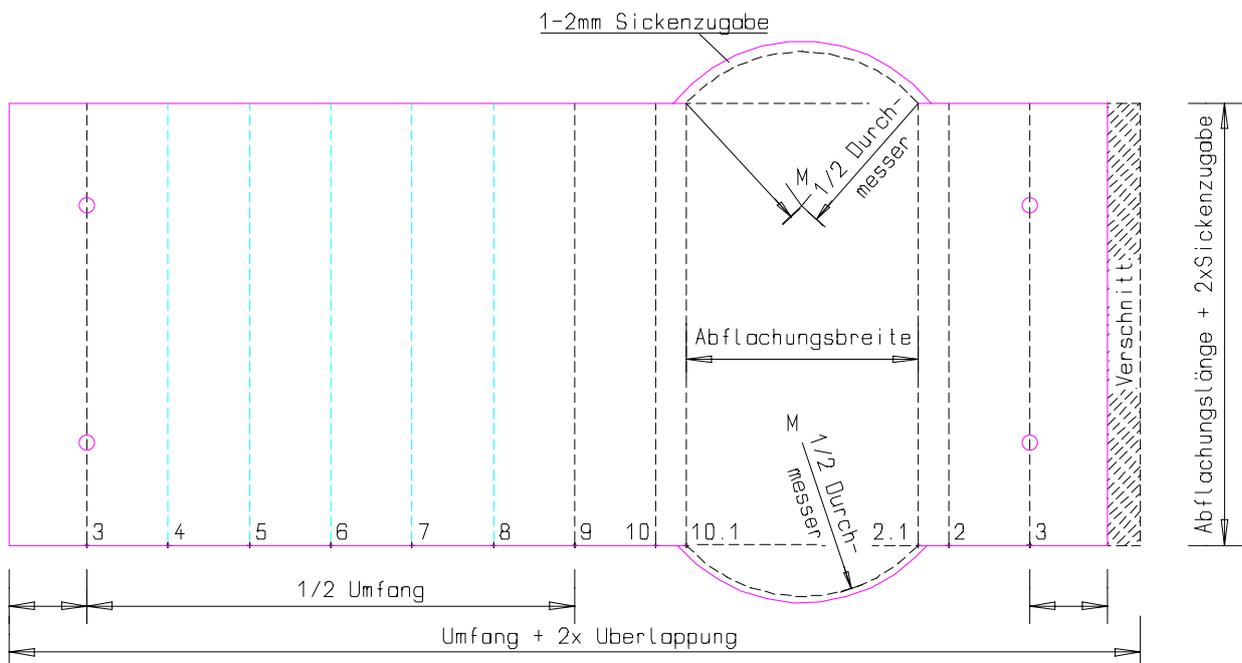
Abflachungen sind erforderlich wo z.B. Bauteile keine Dämmung in voller Stärke ermöglichen. Dies ist jedoch nur in begrenzter Länge erlaubt.

##### 1.4.1.1 Rohrabflachung

Beim Aufreißen wird zunächst der Querschnitt mit Zwölferteilung gezeichnet. Anschließend mit der ermittelten Tiefe die Abflachung eingezeichnet. Wir erhalten somit Beginn und Ende (Punkt 2.1/10.1) der Abflachung. Beim Abwickeln ist zunächst die Überlappung zu zeichnen, der 1/2 Umfang abzutragen, die Strecke 9 - 10, 10 - 10.1. Es folgt die Abflachungsbreite die Strecke 2.1 - 2, 2 - 3, sowie die Überlappung. Zum herkömmlichen Zuschnitt muss ein Verschnitt übrig bleiben. Zur Abflachungslänge sind 2x die Sickenzugabe hinzuzurechnen. Um die "Ohren" zeichnen zu können sind 2 Zirkelschläge mit dem 1/2 Isolierdurchmesser von Punkt 2.1 und 10.1 erforderlich.



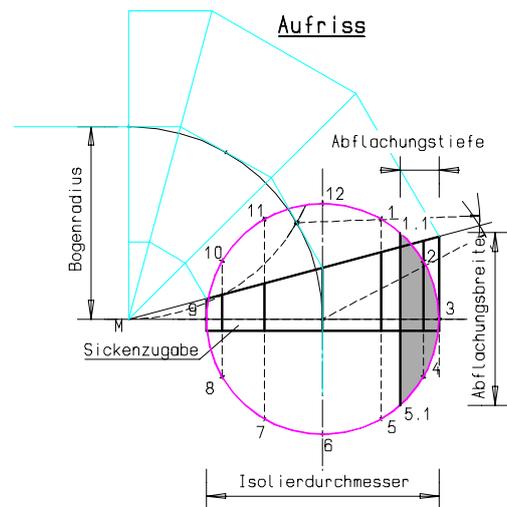
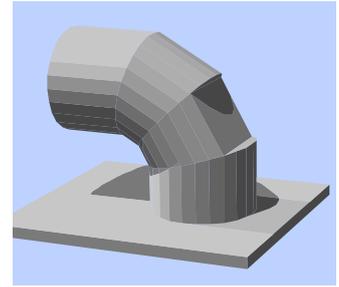
#### Abwicklung



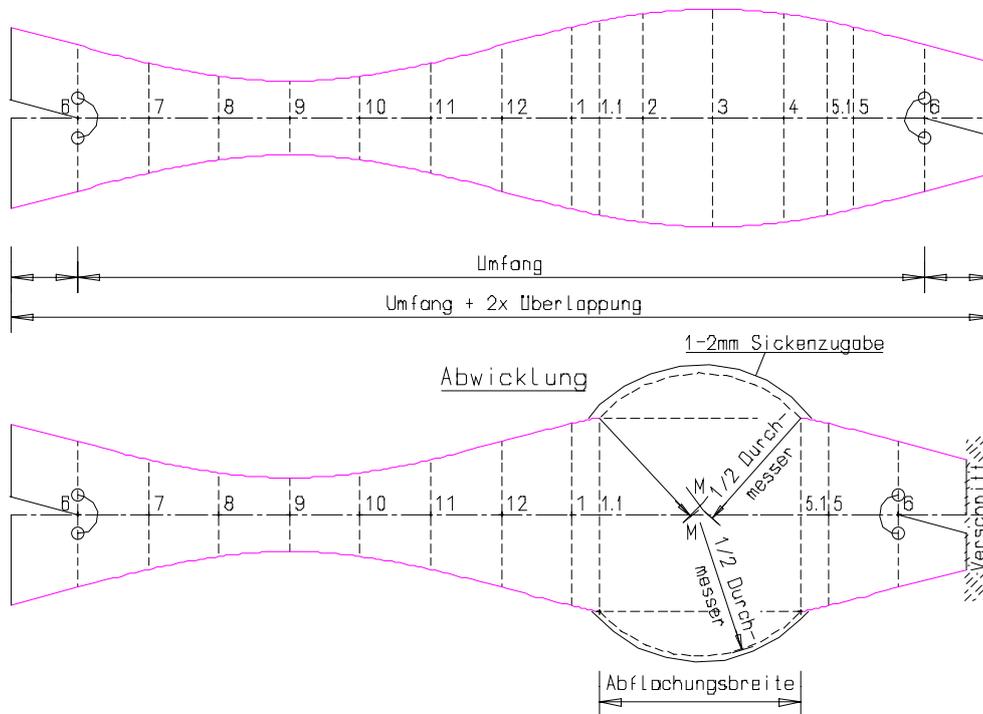
## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

### 1.4.1.2 Bogen im Rücken abgeflacht

Ein abgeflachtes Mittelstück lässt sich am besten mit dem Fisch des Bogens herstellen. Zunächst wird Beginn (Punkt 1.1) und Ende (Punkt 5.1) der Abflachung vom Aufriss abgenommen und auf dem Modell eingetragen. Anschließend der Fisch auf einer Achse bis Punkt 1.1 abgezeichnet. Jetzt die Abflachungsbreite mit dem Zirkel abnehmen und auf der Achse abtragen. In den Fisch bei Punkt 5.1 ein Loch stanzen auf das Ende der Abflachungsbreite legen und das verbleibende Stück des Fisches abzeichnen. Dabei muss eine verkürzte Abwicklung entstehen. Um die "Ohren" zeichnen zu können sind 2 Zirkelschläge mit dem  $1/2$  Isolierdurchmesser von Punkt 2.1 und 10.1 erforderlich. Abschließend noch 1- 2 mm Sickenzugabe dazugeben.



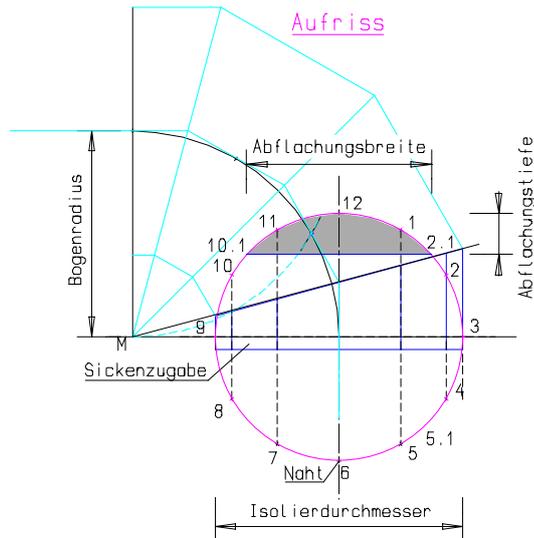
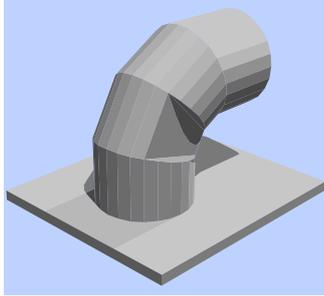
Modell



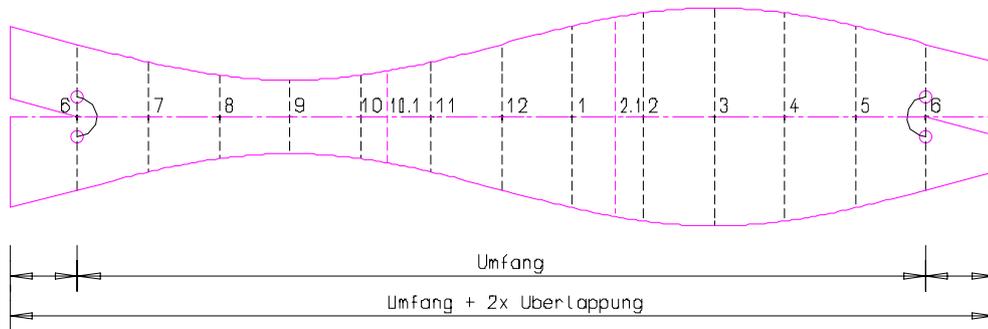
## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

### 1.4.1.3 Bogen seitlich abgeflacht

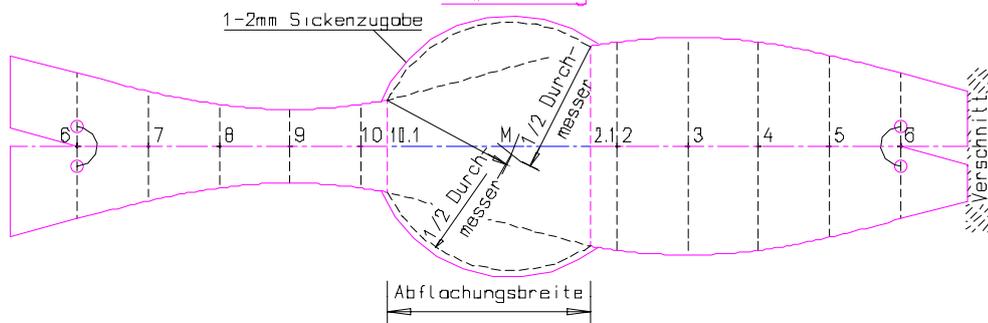
Die Vorgehensweise entspricht dem Bogen im Rücken abgeflacht (Punkt 1.4.1.2)



### Modell

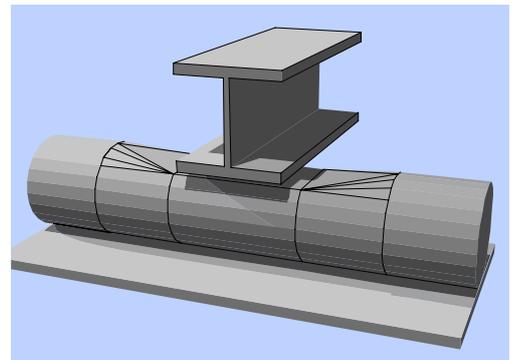


### Abwicklung



### 1.4.2 Dreiecksabflachungen

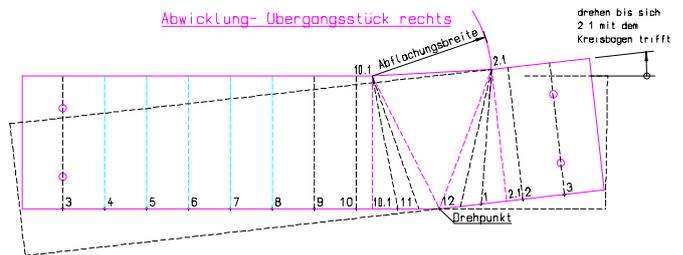
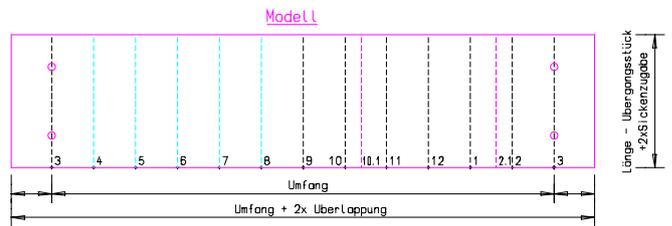
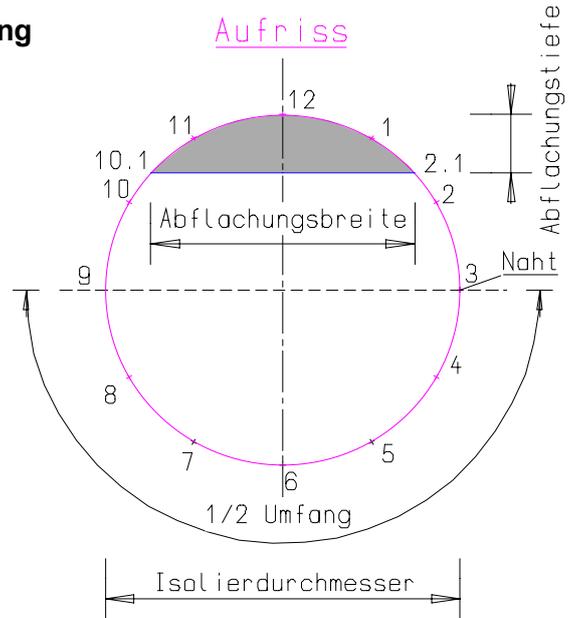
Dreiecksabflachungen lassen sich im Gegensatz zu normalen Abflachungen auch mit Wassernaht herstellen und sind somit auch für den Außenbereich geeignet. Auch entstehen keine Schmutzecken was für die Reinigung von Vorteil ist. Jedoch ist die Herstellung aufwendiger und somit die Kosten höher.



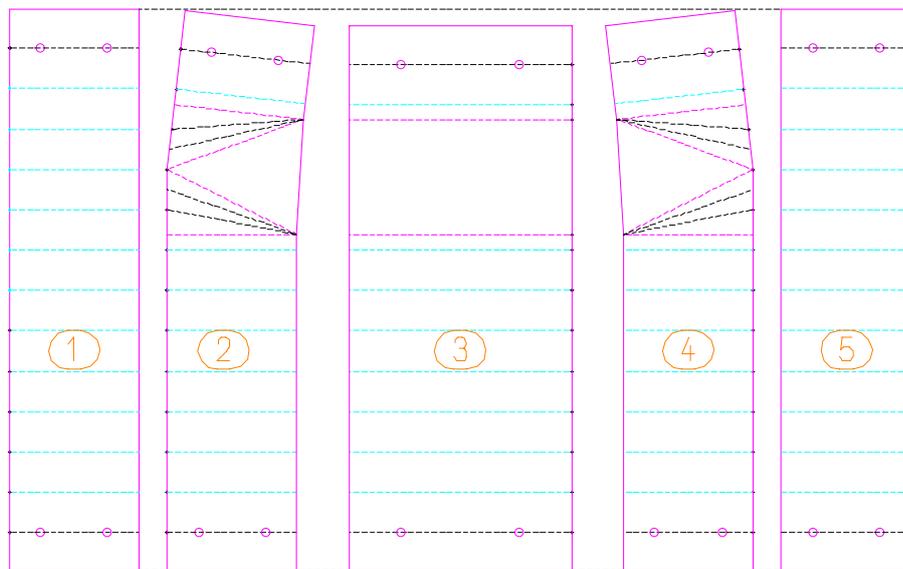
## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

### 1.4.2.1 Dreiecksabflachung mit Modellverschiebung

Zunächst wird ein "Modell" mit Zwölferteilung hergestellt (siehe unten). Anschließend Beginn (Punkt 10.1) und Ende (Punkt 2.1) der Abflachung vom Aufriss abgenommen und auf dem Modell eingetragen. Jetzt legen wir den Blechstreifen auf ein weiteres Blechstück und zeichnen die untere Kante bis zu Punkt 12 nach, markieren den Punkt 10.1. Die obere Kante bis Punkt 10.1. Nehmen den Zirkel und stellen die Abflachungsbreite ein und schlagen einen Bogen um den oberen Punkt 10.1 nach rechts. Legen das Modell wieder auf und drehen es um Punkt 12 bis 2.1 mit dem Zirkelschlag übereinstimmt. So verdreht den Rest des Modells abzeichnen und die Punkte 10.1 - 12 - 2.1 mit dem Lineal verbinden (Teil Nr. 2 siehe unten). Teil Nr. 4 entspricht Teil Nr. 2 verdreht. Die Breite von Teil Nr. 3 entspricht der Passstücklänge plus 2 X Sickenzugabe, die Länge setzt sich aus der Überlappung, der Strecke 3 - 10.1, der Abflachungsbreite, der Strecke 2.1 - 3 und der zweiten Überlappung zusammen. Die Teile Nr. 1 / 5 sind gewöhnliche Passstücke.



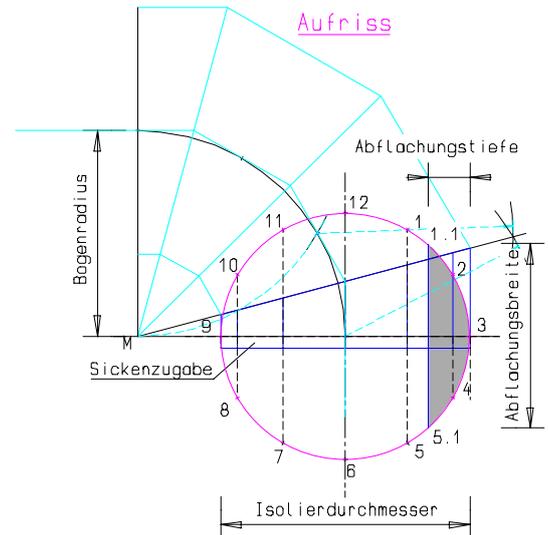
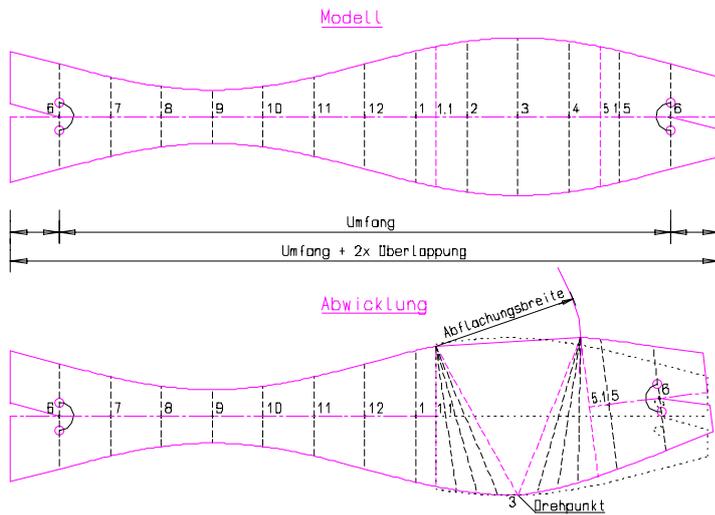
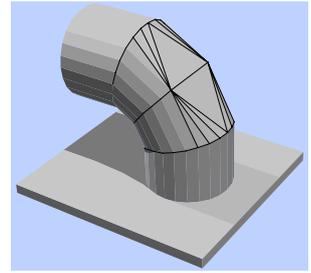
### Abwicklungen



## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

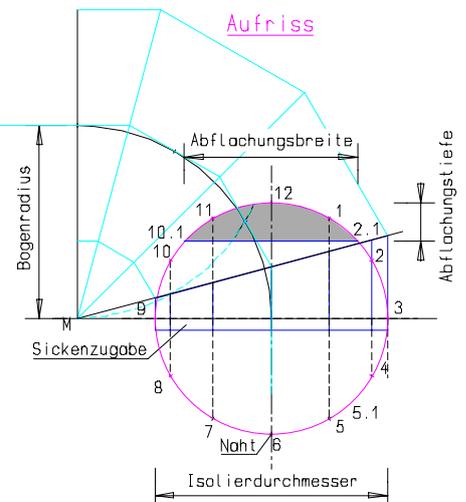
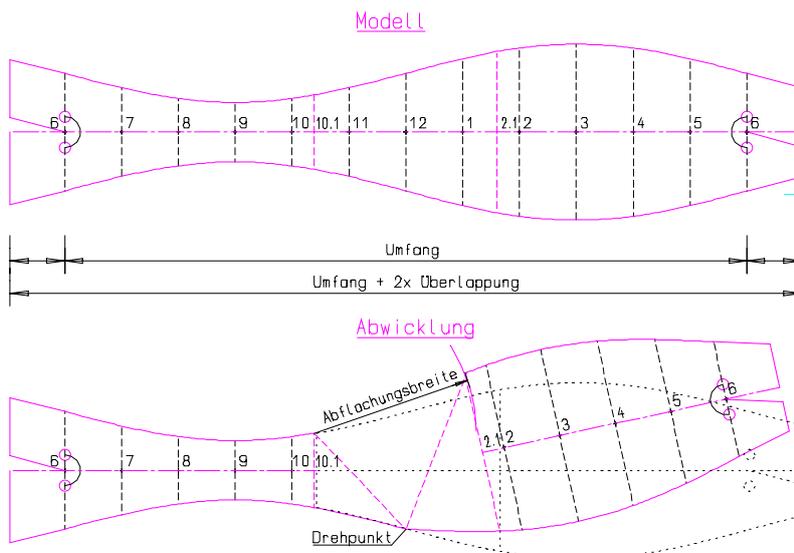
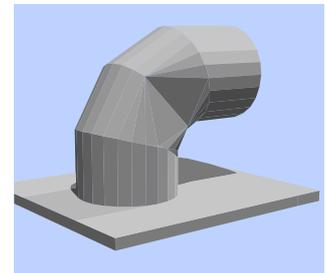
### 1.4.2.2 Bogen im Rücken abgeflacht

Die Vorgehensweise entspricht der vorhergehenden Aufgabe (Punkt 1.4.2.1.), es wird statt dem Modell ein Fisch verdreht. Der Drehpunkt ist Nummer 3 die Mitte der Abflachung.



### 1.4.2.3 Bogen seitlich abgeflacht

Beim seitlich abgeflachten Bogen muss die Abflachung waagrecht gezeichnet werden, also um Punkt Nr. 12. Es ergeben sich zwei neue Punkte (10.1 und 2.1) der Drehpunkt ist die Nr. 12.

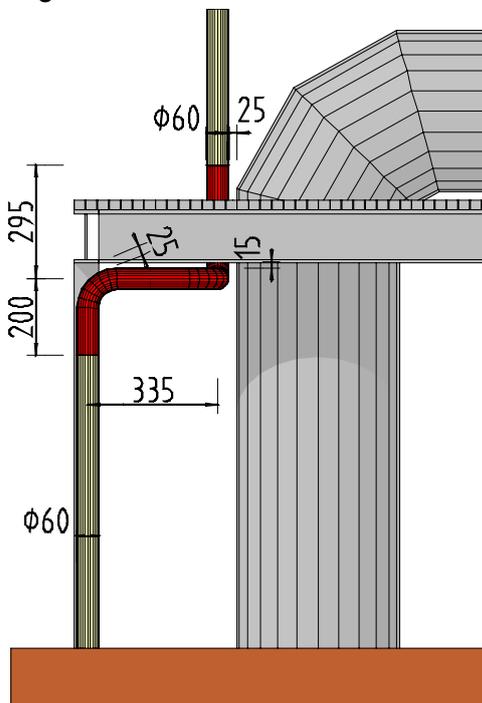


## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

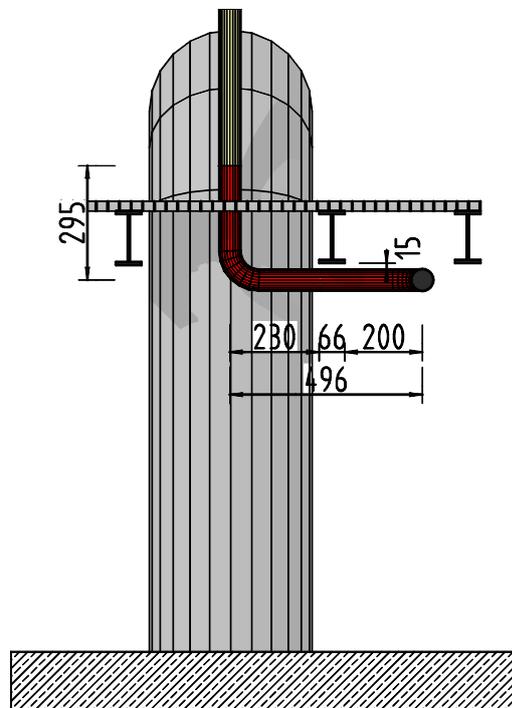
### 1.5 Lernfeld - Projekt: Dampfleitung

Eine Dampfleitung ist bei der Modernisierung einer Anlage neu verlegt worden. Sie soll bei einer Mediumtemperatur von 120° mit 50 mm Mineralwolle gedämmt werden. Die beschriebene Leitung befindet sich in einem Betriebsgebäude.

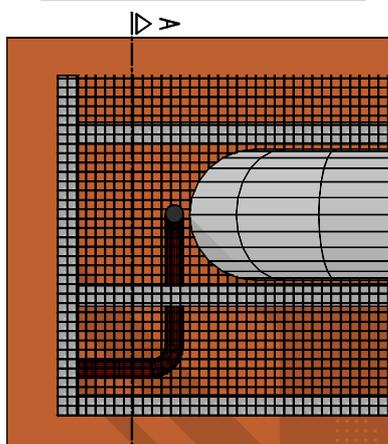
1. Planen Sie den Arbeitsablauf für die Dämmarbeiten einschließlich Oberflächenschutz für den **roten Abschnitt** auf dem Plan rechts. Berücksichtige die berufsgenossenschaftlichen Vorschriften.
2. Zeichnen Sie eine Isometrie und tragen die Dämmdicke, den Durchmesser des Blechmantels, sowie alle erforderlichen Einzelteile und Maße ein.
3. Zeichnen Sie die erforderlichen Aufrisse, Abwicklungen und Zuschnitte. Der Maßstab für die Lösung in der Theorie beträgt: 1:10/ 1:5
4. Berechnen Sie den Materialbedarf.
5. Stellen Sie eine Maschinen- und Werkzeugliste auf.
6. Begründen Sie die Auswahl des Dämmstoffes sowie des Oberflächenschutzes.



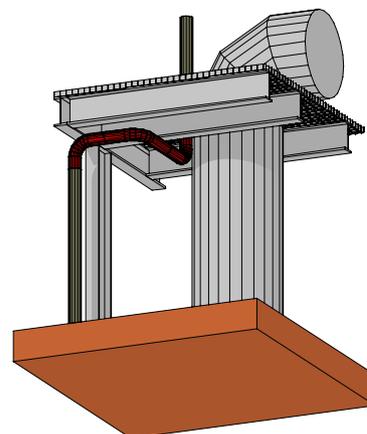
Vorderansicht



Schnitt A-A



Draufsicht



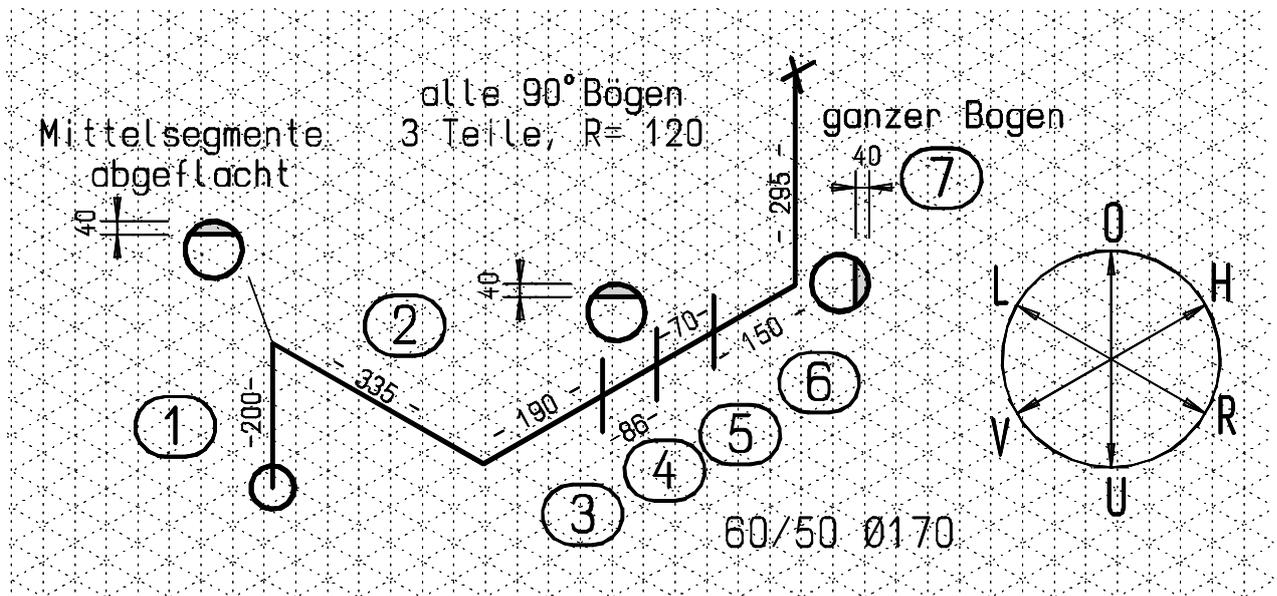
Perspektive

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

### 1.5.1 Arbeitsablauf

- Bereitstellen der notwendigen Werkzeuge, Maschinen und Hilfsmittel
- Anfertigen der Aufrisse und Abwicklungen
- Vorrichten der Blechteile
- Verladen der vorgerichteten Blechteile und des Dämmstoff und Fahrt zur Baustelle
- Aufstellen einer Klappleiter (max. Arbeitszeit 2 Std. täglich nach BGV)
- Befestigen der Mineralwolle
- Montieren des Blechmantels
- Endkontrolle (Maße, Winkel, usw.)

### 1.5.2 Isometrisches Aufmaß



### 1.5.3 Berechnungen

#### 1.5.3.1 Dämmdicke/ Durchmesser Blechmantel

Außendurchmesser der Heizungsleitung als geschweißtes Schwarzrohr (nach Plan) = DN 50,  
 Außendurchmesser = 60,3 mm

Dämmdicke mit Rohrschalen (Wärmeleitfähigkeit 0,035 W/(m·K).nach Vorgabe = 50 mm

Durchmesser des Blechmantels =  $\varnothing$  der Leitung + 2 x Dämmdicke  
 = 60,3 mm + 2 x 50 mm  
 = 160,3 mm - gewählt =  $\varnothing$  170 mm

#### 1.5.3.2 Berechnung der Maße für die Abwicklung

- Kurzbezeichnungen:

NL = Nennlänge (beim Aufmaß gemessene Länge)	
AL = Anfangslänge	EL = Endlänge
ML = Mittellänge	SL = Stutzenlänge
R = Radius	s = Sickenzugabe (4 mm)

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

Positionen von links unten nach rechts oben:

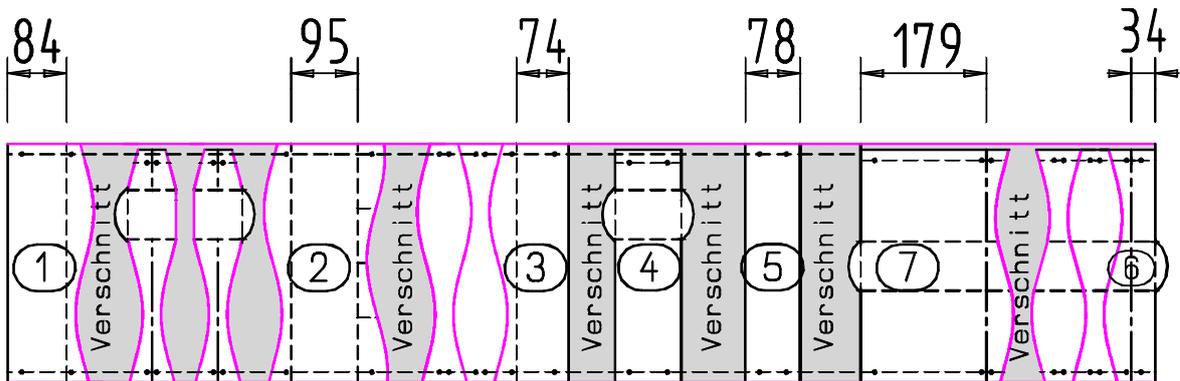
- |   |  |
|---|--|
| ① $AL = NL - R + s = 200 - 120 + 4 = 84 \text{ mm}$           | ⑤ $ML = NL + 2 \times s = 70 + 2 \times 4 = 78 \text{ mm}$ |
| ② $ML = NL - 2 \times R = 335 - 2 \times 120 = 95 \text{ mm}$ | ⑥ $AL = NL - R + s = 150 - 120 + 4 = 34 \text{ mm}$        |
| ③ $EL = NL - R + s = 190 - 120 + 4 = 74 \text{ mm}$           | ⑦ $EL = NL - R + s = 295 - 120 + 4 = 179 \text{ mm}$       |
| ④ $ML = NL + 2 \times s = 86 + 2 \times 4 = 94 \text{ mm}$    |  |

### 1.5.4 Zeichnungen

#### 1.5.4.1 Aufrisse und Abwicklungen

Aufrisse und Abwicklungen sind nach den Maßen von Punkt 1.5.2. zu Zeichen. Hierfür können die Anleitungen von Punkt 1.4 verwendet werden.

#### 1.5.4.2 Zuschnitte



### 1.5.5 Materialbedarf

Stck	Einzelteil	Dsd/d (mm)	l (m) / b (m)	m <sup>2</sup> /lfm
	Rohrschalen WLF=0,035 W/(m·K)	60/50	0,20 + 0,335 + 0,496 + 0,295 + 20%	<b>1,60 lfm</b>
1	Aufrisse	0,6	0,40 x 0,40	0,16 m <sup>2</sup>
1	Zuschnitt Ø 170	0,6	1,33 x 0,564	0,75 m <sup>2</sup>
	Verschnitt 20 % v.0,91 m <sup>2</sup>			<u>0,18 m<sup>2</sup></u>
	Gesamt Blech 0,6 mm			<b>1,10 m<sup>2</sup></b>
<u>Zubehör:</u> 1 Rolle Wickeldraht 0,65 mm verzinkt; 1Rolle Alu - Klebeband; 60 Blechsrauben 4,2 x 9,5;				

### 1.5.6 Maschinen- und Werkzeugliste

#### 1.5.6.1 Maschinenliste

- |                  |                    |
|------------------|--------------------|
| 1 Tafelschere    | 1 Reihenlochstanze |
| 1 Sickenmaschine | 1 Akku - Schrauber |
| 1 Rundmaschine   |                    |

## Lernfeld: 2.1 Dämmen einer betriebstechnischen Anlage

### 1.5.7 Werkzeugliste

1 Filzstift fein, 1 2-m Maßstab bzw. Umfang-Meter, 1 Taster, ca. 200/250 mm, 1 Metall-Maßstab 500 mm lang, 1 Reißnadel, 1 Anschlagwinkel 300 mm lang, 1 feststellbarer Stechzirkel 150 mm lang, 1 linke Figuren-

schere, 1 rechte Lochschere, 1 Schraubendreher, 1 Stück Eisenhammer 250 g, 1 Gummihammer, 1 Grip-Zange, 1 Stück Pop-Nietzange, 1 Stück Handlochstanze, 1 Stück Flachfeile, 1 Isolierermesser.

### 1.5.8 Auswahl des Dämmstoffes sowie des Oberflächenschutzes

#### 1.5.8.1 Dämmstoff

Gewählt: Mineralwollschalen alukaschiert (Wärmeleitfähigkeit  $0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ )

Eigenschaften: hohe Wärmedämmung, gut zu verarbeiten, A2 L -s1,d0 nichtbrennbar.

#### 1.5.8.2 Oberflächenschutz

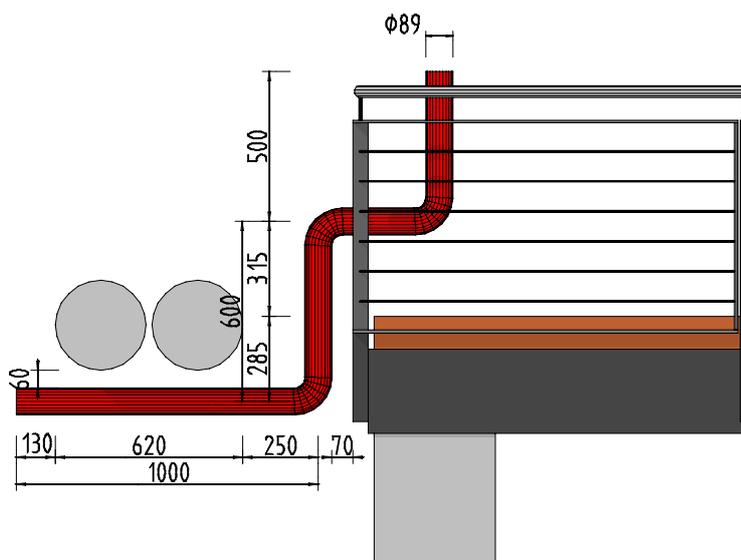
Gewählt: Aluzink Stahlblech DX51D+AZ Galvalume EN 10346

Eigenschaften: höhere Korrosionsbeständigkeit, kostengünstig, beständig gegen mechanische Belastung.

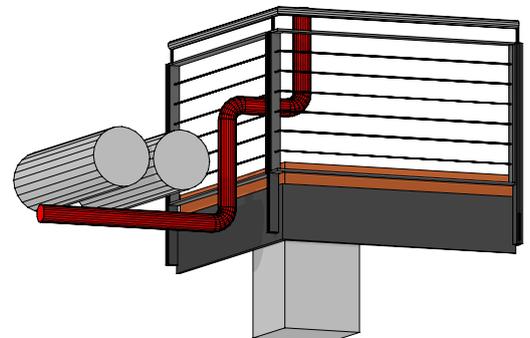
## 1.6 Lernfeld - Übungsaufgaben

### 1.6.1.1 Thermalölleitung

Nach der Revision soll die Dämmdicke einer Thermalölleitung aus ökologischen Gründen erhöht werden. Die Mediumtemperatur beträgt  $350^\circ$ , die errechnete Dämmschichtdicke beträgt 100 mm. Die Anlage befindet sich im Außenbereich.



Vorderansicht



Perspektive

#### Ausführungshinweise

- Geeignete Dämmstoffe und Oberflächenschutz für aggressive Atmosphäre auswählen
- Isometrisches Aufmaß zeichnen
- Aufrisse und Abwicklungen Maßstab 1:5/ 1:10
- Persönliche Schutzausrüstung auswählen

# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKSB-Isoliererhandwerk**

Lernfeld 2.2

Kälteschutz

Isolieren eines Kälteschutzsystems

Autor: Christian Wiedenroth, Berufsschule Lindau



## 2.1 Lernfeld - Einführung

Im folgenden Lernfeld sollen die Kenntnisse aus dem vorherigen Lernfeld „Dämmen eines einfachen Kältesystems“ vertieft und auf kompliziertere Objekte angewendet werden. An Beispielen wie Behälter, Armaturen und Luftkanälen zeigen wir die richtige Dämmstoffauswahl mit der passenden Ummantelung und die fachgerechte Verarbeitung.

Der hier abgebildete Behälter dient als Speicher für Kältemittel, Umfang 2515 mm, Höhe von Schweißnaht zu Schweißnaht 1800 mm, Klöpperbodenform nach DIN 28011, + 4°C Mediumtemperatur, 21° C Umgebungstemperatur, 65% rel. Luftfeuchte



### Erforderliche Kenntnisse

- Verarbeitung von Plattenmaterial aus synthetischem Kautschuk
- Grundlagen der PU – Ortschaumdämmung
- Besonderheiten der Blechummantelungen bei PU - Ortschaum
- Verlegeschema harter Dämmstoffplatten
- Blechmäntel für verschiedene Behälterformen
- Aufbau-, Hilfs-, und Stützkonstruktionen

### Aufgabenstellung

- Treffen Sie eine Materialauswahl und begründen Sie diese.
- Führen Sie ein Rollenspiel zwischen Auftraggeber und den jeweiligen Dämmstoffherstellern durch.
- Ermitteln Sie mit Hilfe von Brachen - Software die notwendige Dämmschichtdicke zur Tauwasserverhinderung
- Erstellen Sie einen Arbeitsablauf
- Berechnen Sie den notwendigen Materialbedarf und das Aufmaß nach VOB.

### 2.1.1. Dämmstoffauswahl

	Anwendungstemperaturbereich °C	Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ bei 10° C in W/mk	Wasserdampfdiffusionswiderstand $\mu$	druckfest	brennbar
Synthetischer Kautschuk	- 50 bis +100	0,037	3000 bis 10 000	nicht druckfest	ja
Polyurethan-ortschaum	- 180 bis + 100	0,034	40 bis 200	ja	ja
Schaumglas	- 196 bis +400	0,040	$\infty$ gegen unendlich	sehr druckfest	nein

Unter Berücksichtigung von den verschiedenen Dämmstoffeigenschaften wären für diesen Behälter alle drei genannten Kälte­dämmstoffe geeignet.

Für eine Dämmung aus **synthetischem Kautschuk** (=flexibler Elastomerschaum FEF) spricht:

- Der Dämmstoff ist flexibel und passt sich der Form des Behälters an.
- Ein teurer Oberflächenschutz ist nicht zwingend notwendig.
- Aufgrund des hohen  $\mu$ -Wertes ist eine zusätzliche Dampfbremse nicht notwendig
- Die Zu -und Ableitungen sind bereits mit synth. Kautschuk gedämmt. Dies sichert eine einfache Verklebung

Für eine Dämmung aus **PU – Ortschaum** spricht:

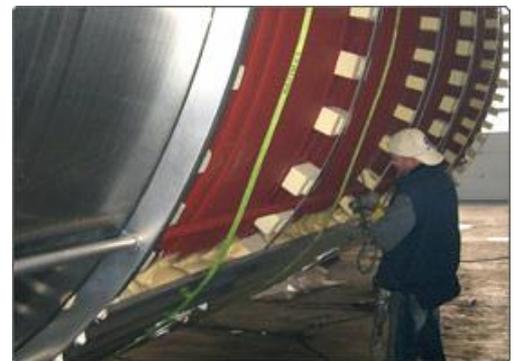
- niedrige Wärmeleitfähigkeit und hohe Dämmdicke ermöglichen eine große Energieeinsparung.
- Da der Ortschaum in einen Blechmantel gefüllt werden muss, hat man einen stabilen Oberflächenschutz und eine Dampfsperre.
- Der Ortschaum passt sich auch komplizierten Formen nahtlos an und ist nach der Härtung druckfest.

Argumente für eine Dämmung aus **Schaumglas**:

- Schaumglas ist nicht brennbar
- Schaumglas ist sehr druckfest,
- Schaumglas ist chemisch unempfindlich und wird von tierischen (Insekten und Nager) und pflanzlichen Schädlingen (Pilze und Bakterien) nicht zerstört.
- Wasserdampfdiffusionswiderstand gegen unendlich



Kälteanlage  
Bild Berner GmbH



PU – Schaumdämmung von  
Berner GmbH, Friedrichshafen



Behälter mit Foamglas

### 2.1.1 Montage mit FEF

#### Voraussetzungen und Vorarbeiten

Wie im vorherigen Kapitel beschrieben, darf man erst mit den Montagearbeiten beginnen, wenn sämtliche Voraussetzungen erfüllt sind. Hierzu zählen die Mindestabstände, der Korrosionsschutz, Reinigung des Objektes, Prüfung der Temperaturverhältnisse des Objektes und der Umgebung. Das Objekt muss trocken sein.

#### Zuschneiden der Mantelflächen

Platten aus synthetischem Kautschuk sollten immer auf Druck verklebt werden, daher ist die Zuschnitt 5 bis 10 mm größer zu wählen. Die Nahtlage richtet sich nach den abgehenden Stützen und nach der Größe des Objektes. Die Plattengröße darf nicht zu groß sein, damit das Verhältnis von Ablüftezeit und Verarbeitungszeit nicht überschritten wird. Die Mantelplatte sollte **nicht** im Bereich der Schweißnaht zum Klöpperboden angesetzt werden, da sonst Spannungen in der Klebestelle auftreten. Der Zuschnitt soll über die Schweißnaht bis zur Mitte der Rundung hinausgehen.

#### Klebevorgang

Der Kleber muss beidseitig vollflächig aufgetragen werden. Zuerst den Kautschuk mit Pinsel, Quaste, Roller oder Spachtel einstreichen, wobei an dem Rand für die spätere Nassverklebung ein ca. 3 cm breiter Rand Kleberfrei bleibt. Dies ermöglicht dann ein passgenaues Ansetzen. Bei Selbstklebplatten belässt man einen schmalen Streifen der Schutzfolie. Das Ansetzen der Platten erfolgt möglichst blasenfrei. Bei der Rundung am Klöpperbogen nicht von einer Seite zur anderen die Platten andrücken, sondern gleichmäßig immer gegenüber andrücken, so dass es möglichst spannungsfrei über die Kurve gelegt wird. Der Anpressdruck muss hoch sein, jedoch nicht zu hoch, dass die einzelnen Zellen des Dämmstoffes platzen.

#### Zuschneiden der Bodenflächen

Um die Bogenlänge für den Zuschnitt der Kopfdämmung zu ermitteln, wird am verklebten Rand der Mantelplatte ein Materialstreifen (ca. 10 cm Breite) mittig über den Klöpperboden bis zur anderen Seite der Manteldämmung



## *Isolieren eines Kältesystems*

gelegt. Der Streifen überlappt am Ende auf beiden Seiten um die Materialstärke, so dass die Naht wieder auf Druck verklebt wird. Die Hälfte der so ermittelten Länge ist der Radius für den Zuschnitt. Als Zirkelersatz nimmt man Binddraht an zwei Stiften.

### **Verkleben der Bodenflächen**

Ist der Behälter sehr groß und besitzt viele Abgänge ist es vorteilhaft die Platte in mehreren Segmenten zu verkleben. Die Ausschnitte von den Abgängen sind stets kleiner als der Abgang zu schneiden.

Da auch bei Kältebehältern mit flüssigem Inhalt meist eine Temperaturschichtung vorliegt, ist auf eine genaue Verklebung der unteren Bodenplatte mit den Ausschnitten für die Halterung zu achten.

### **Mehrlagige Dämmung**

Der Dämmstoffmarkt bietet derzeit Dämmdicken bis zu 100 mm an. Dennoch bietet eine mehrlagige Ausführung mit dünneren Schichtdicken eine höhere Sicherheit bei fachgerechter Ausführung. Es ist darauf zu achten, dass sämtliche Nähte stoßversetzt sind, beide Lagen vollflächig verklebt werden und zwischen der Verklebung von den jeweiligen Lagen eine Ablüftzeit von ca. 24 Stunden liegt, um die darunter liegende Lage vollständig durchzutrocknen.



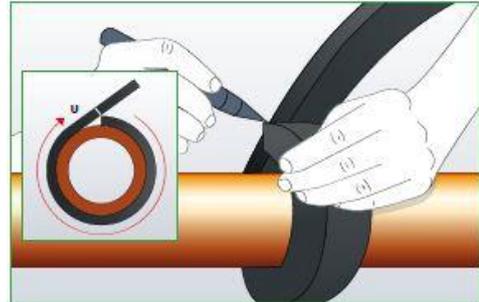
*Alle Bilder und Grafiken  
zum FEF: Armacell*

## I. Kälte­dämmung von Rohrleitungen mit Platten

1. Rohrumfang  $c$  festlegen

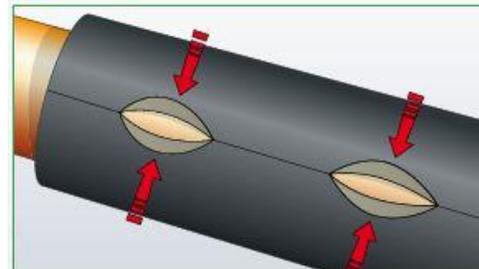
Vorsicht: Niemals ziehen, immer die zu verbauende Dämmdicke verwenden.

2. flexibler Elastomerschaum in ermittelter Größe ausschneiden
3. Schnittflächen mit Kleber bestreichen und ablüften lassen



4. Dämmung auf die Leitung montieren und Naht folgendermaßen verschließen:

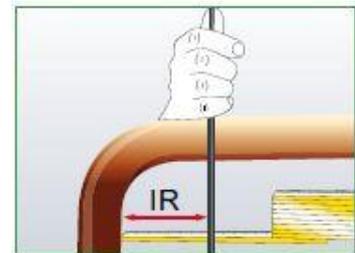
- a. Beide Enden des Streifens zusammenkleben
- b. Mitte des Streifens zusammenkleben
- c. Vor dort aus vollständig verschließen



5. Nächste Platte sorgfältig mit erster Platte verbinden

## II. Kälte­dämmung von Bögen mit Platten

1. Ermittlung des Bogeninnenradius  $IR$  mittels des Stahllineals
2. Rohrumfang  $U$  und Dämmschichtdicke  $t$  festlegen (siehe oben).

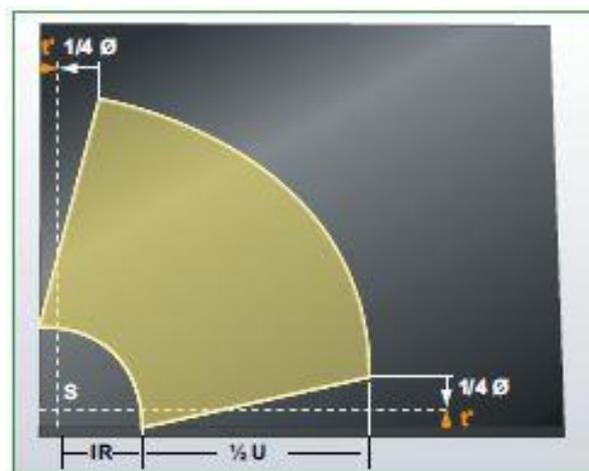


3. Maße wie in Abbildung auf flache Platte auftragen.

4. Bogenhälfte ausschneiden und als Schablone für zweite Bogenhälfte verwenden

5. Beide Bogenhälften nebeneinanderlegen und die Außennaht mit Kleber bestreichen

6. Ablüften lassen und zuerst beide Ecken zusammenfügen



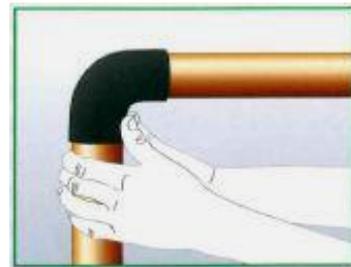
7. Von den Ecken ausgehend bis zur Mitte des Bogens die restliche Naht verkleben



8. Innere Schnittfläche mit Kleber bestreichen



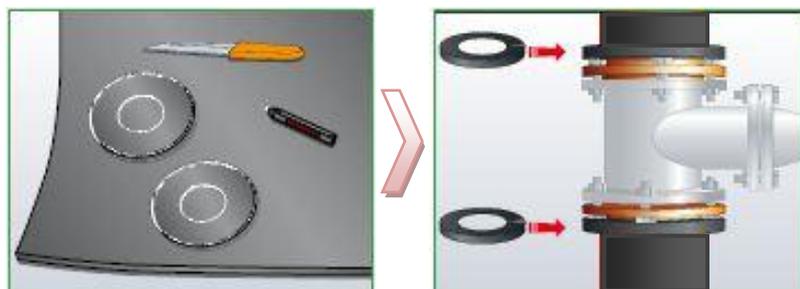
9. Formteil über den Bogen legen und Nähte zusammendrücken



10. Anschlussdämmung mit Bogen verkleben

### III. Kältedämmung von Armaturen mit Platten (Beispiel: Ventilklappe)

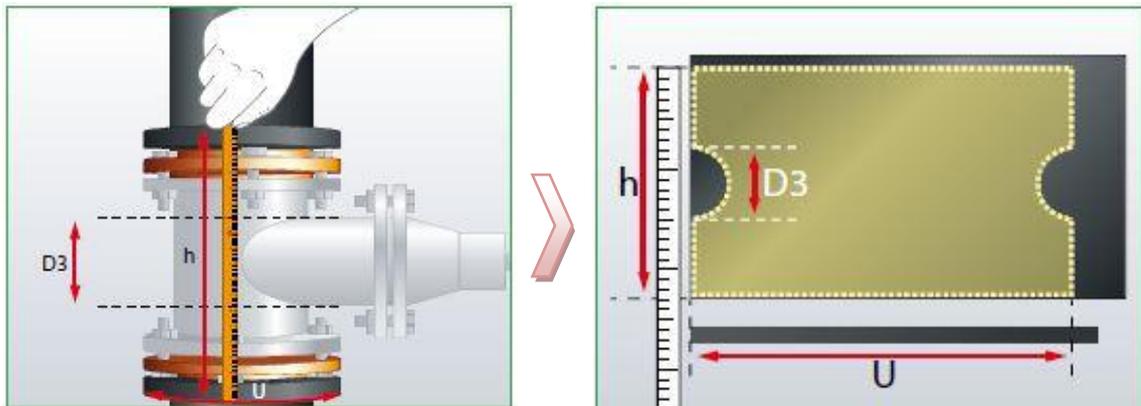
1. Rohrleitung bis zum Flansch dämmen.
2. Durchmesser des Flanschs ermitteln und Stirnscheiben herstellen und vor Flansch auf gedämmtes Rohr kleben.



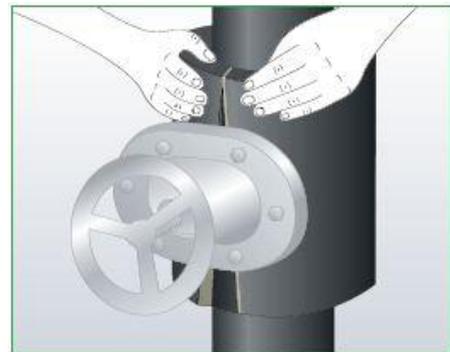
3. Messen:

- a.  $h$  = Höhe von Außenseite der beiden Stirnscheiben
- b.  $D_3$  = Durchmesser des Spindelhalses
- c.  $U$  = Stirnscheibenumfang

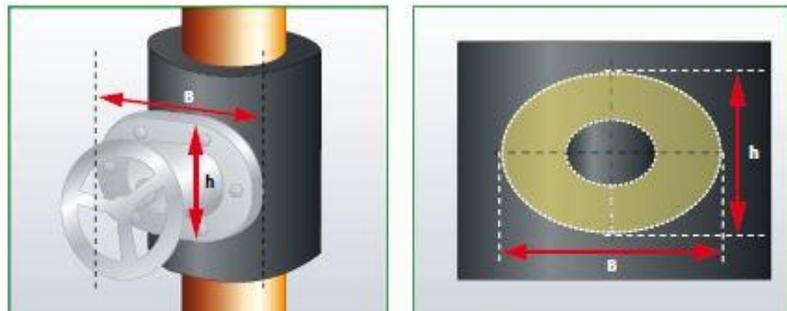
4. Maße wie in Abbildung auf flache Platte übertragen



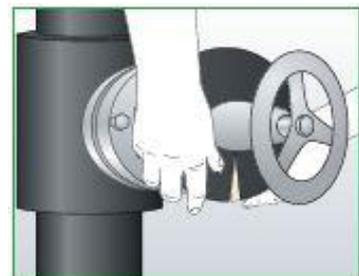
5. Nähte mit Kleber bestreichen, ablüften lassen, montieren und fest zusammendrücken



6. Höhe und Breite des Flansches am Spindelgehäuse messen und Stirnscheibe anfertigen

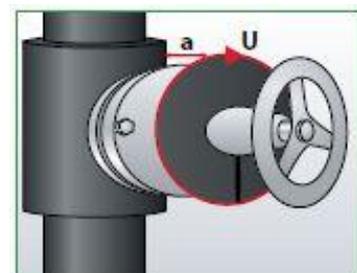


7. Stirnscheibe einseitig aufschneiden, Kleber auf die Naht aufbringen und verkleben



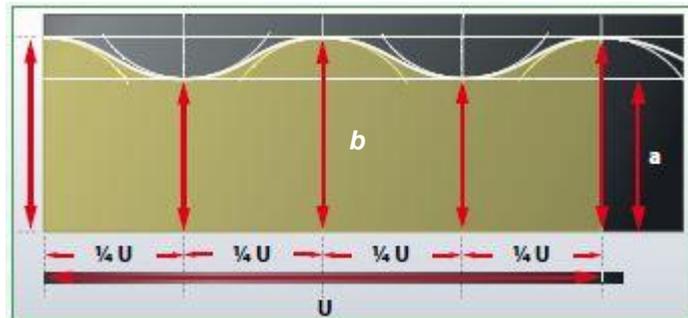
8. Umfang  $U$  der Stirnscheibe mit Streifen messen und auf eine Platte übertragen

9. Aufgetragenen Umfang in vier gleiche Abschnitte unterteilen



## Isolieren eines Kältesystems

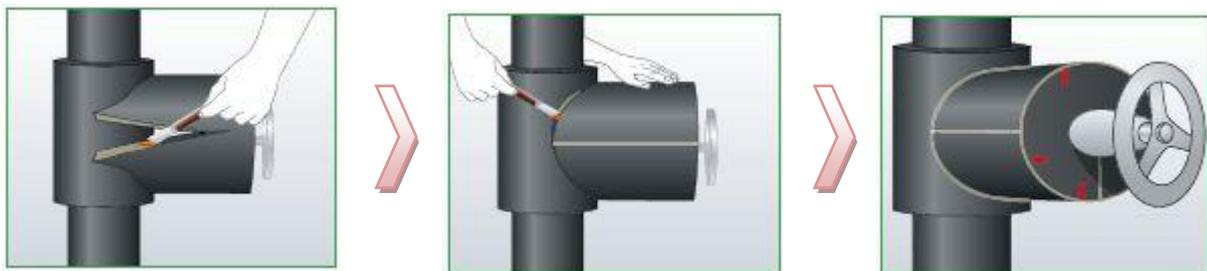
10. Niedrigste Höhe  $a$  und größte Höhe  $b$  des Spindelgehäuses messen und auf Platte übertragen
11. Mit dem halben Durchmesser vom gedämmten Ventilkörper fünf Kreisbögen um die markierten Punkte schlagen, mit durchgehender Linie verbinden und ausschneiden



12. An der Stelle des Ausschnitts, wo jeweils die größte Höhe vorliegt, muss Kante auf Innenseite abgeschragt werden



13. Nähte mit Kleber bestreichen und sorgfältig anbringen



## 2.1.2 Behälterdämmung mit Ortschaum und Blechmantel

Rohstoffe: Für die Herstellung des PU-Schaumes werden die beiden Komponenten Polyisocyanat oder Polyisocyanurat und Polyol gemischt.

Als Schäummittel wurden früher FCKW (=FluortriChlormethan, Methan = KohlenWasserstoff) eingesetzt. Diese sind wegen ihrer Ozonschicht schädigenden Wirkung nicht mehr auf dem Markt.

Da das Isocyanat sehr heftig mit Wasser reagiert, wird dies als Treibmittel eingesetzt.

Zusätzlich vorhandene Wassermengen, z. B. durch erhöhte Luftfeuchtigkeit, kann die Schaumbildung stark beeinflussen. Dies kann zu Schäumen mit geringer Dichte und starker Schrumpfung führen.

Nach ihrem Herstellungsort wird unterschieden in

Fabrik	Baustelle vor Ort
<b>industriell gefertigte Platten und Formteile</b>	<b>Ortschaum</b>

Bei der Verwendung von **industriell gefertigten** Platten und Formteilen ist darauf zu achten, dass aufgrund des niedrigen Wasserdampfdiffusionswiderstandes immer eine **zusätzliche Dampfsperre** im Kälteschutz notwendig ist.

Für die **Ortschaumherstellung** werden drei Verfahren unterschieden:

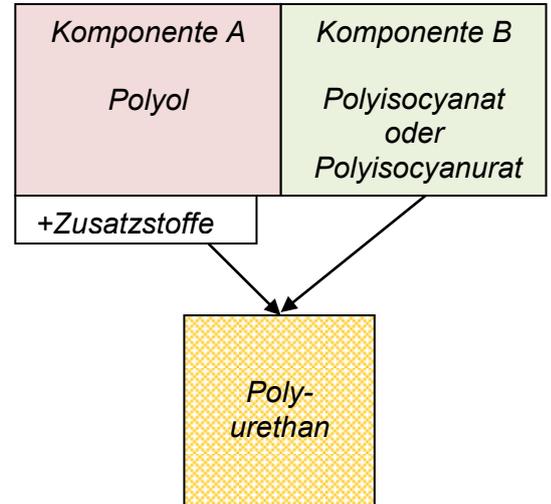
1. Überschichtungsverfahren in Hohlräumen (Gießverfahren)
2. Das Sprüh- und Spritzverfahren
3. Den Montageschaum

Für die Herstellung von PU Schäumen nach AGI Q 138 mit transportablen Schäumenanlagen gilt, dass die nur von Unternehmen hergestellt werden darf, die geprüfte Schäumer beschäftigen.

Bei der Herstellung soll eine Temperatur von 10°C nicht unterschritten werden.

Die Luftfeuchtigkeit sollte unter 90 % beim Gießverfahren und unter 80 % beim Spritzverfahren liegen.

Die Rohdichte des Ortschaumes sollte über 45 kg / m<sup>3</sup> und über 55 kg / m<sup>3</sup> betragen, wenn die Objekttemperatur unter -50° C beträgt. Es müssen vor der Schäumung Probeschäumungen vorgenommen werden.



PU Formteile, trocken angesetzt, an den Kanten verklebt.  
Foto: Puren



Hochdruckanlage mit einem Pumpendruck bis 40 bar  
Foto: Lackfa

## Isolieren eines Kältesystems

Damit der Schaum eine gute Haftung eingeht, müssen die Rohrleitungen und Behälter trocken, staub- und fettfrei sein. Wenn der Schaum auch an dem Blechmantel vollflächig haftet und alle Nähte und Sicken abgedichtet sind, kann der Blechmantel die Rolle der Dampfbremse übernehmen.

**Achtung:** Cyanatdämpfe können gesundheitsschädlich sein. Die Sicherheitsdatenblätter der Hersteller sind zu beachten.

Im ausgehärteten Zustand ist Polyurethan ungiftig, jedoch sind Verunreinigungen nur noch mechanisch zu entfernen. Der Blechmantel sollte aus diesem Grund gewachst werden. Die Reinigung der Schäumwerkzeuge erfolgt mit Aceton unmittelbar nach der Verarbeitung oder bei Arbeitspausen.

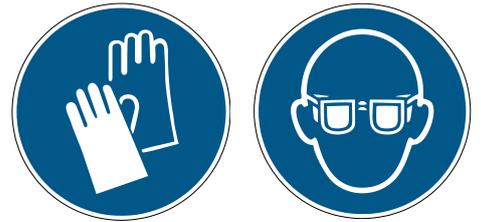
Beim PU – Ortschaum muss die Ummantelung vor der Dämmung montiert werden. Die Abstandshalter können aus Holz, Kunststoff oder Formteilen bestehen. Dabei sind die zulässigen Druckspannungen und die Wärmeleitfähigkeiten der Materialien zu beachten. (siehe Tabelle 8 in der DIN 4140).

Je nach Einfüllmenge (Schusszeit) kann auf den Blechmantel ein erhöhter Druck durch den Schaum ausgeübt werden. Dabei dürfen die Sicken und Längsnähte keinesfalls aufgehen. Je Meter sind deswegen 10 statt 6 Schrauben zu verwenden. Es darf auch kein zu dünnes Blech verwendet werden (siehe Tabelle 10 in der DIN 4140).

Um den Schaum einfüllen zu können, müssen Einfüllöffnungen mit dem Kegelbohrer vorgesehen werden. Wenn der Schaum reagiert hat und aus den Öffnungen austritt, muss man diese mit einer Kunststoffkappe verschließen.



Hochdruckpistole (Foto: Lackfa)

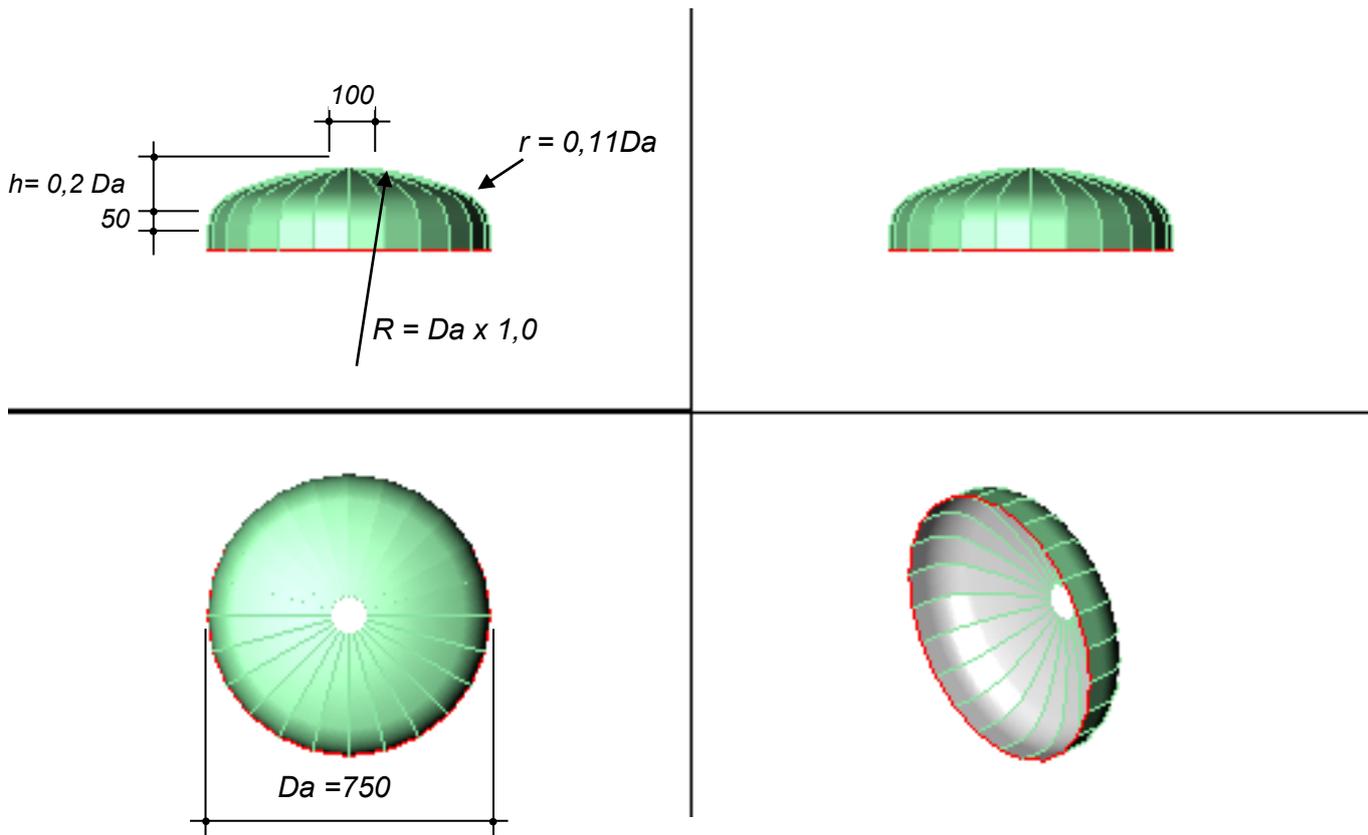


### Aufgabenstellung

- Wie werden die beiden Komponenten für den PU – Schaum genannt?
- Ermitteln Sie die benötigte Menge der beiden Komponenten bei einem Mischungsverhältnis von 100:100 für eine Schaummenge von 400 Litern bei einer Dichte von  $50 \text{ kg / m}^3$
- Wie unterscheidet sich das Vorrichten von Blechummantelungen für PU - Ortschaum von herkömmlichen Blechmänteln?
- Erstellen Sie einen Arbeitsablauf.

### Aufgabenstellung

- Für den gewölbten Tankboden in **Klöpperbogenform** nach DIN 28011 („Zeppelinkopf“) ist der Blechmantel für die PU – Ortschaumdämmung vorzurichten
- Zu konstruieren sind der **Schnitt** durch die Vorderansicht, die **Draufsicht** sowie die **Abwicklungen** mit Zugaben für Sicken und Überlappungen eines Segments des Deckels der Ummantelung.
- Werkstoff: DIN EN 10 142 DX 51 D+Z-275- **Maßstab: 1 : 5.**



### Erläuterungen und Arbeitsanweisungen:

Alle für die Konstruktion notwendigen bzw. wesentlichen Punkte und Linien müssen in Ansichten und Abwicklungen übereinstimmend benannt werden, z. B. durch Zahlen. Bemaßen Sie die Zeichnungen vollständig.

Empfehlung: Aus ästhetischen Gründen sollte die Anzahl der Segmente durch 4 teilbar sein. Damit der Kopf nicht zu eckig wirkt, sollte die maximale Segmentbreite nicht über 100 mm liegen.

# Übungsaufgaben

A large grid of dashed lines for writing answers, consisting of 20 columns and 30 rows of small squares.

# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKSB-Isoliererhandwerk**

Lernfeld 2.3

Schallschutz

Abhängen einer Schallschutzdecke

Autor: Uwe Behr, ÜAZ Brandenburg



## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke

### Lernfeld - Einführung

**Akustik** wird unterschieden in Bauakustik und Raumakustik. Die Bauakustik beschäftigt sich mit Problemen der Schallausbreitung in Gebäuden. Die Raumakustik befasst sich mit der Verteilung des Schalls im Raum. In Konzerthallen, Theatern, Hörsälen, Kongresshallen, Kunst- und Ausstellungshallen usw. werden hohe Anforderungen an die Raumakustik gestellt, denen durch Gestaltung der Deckenanlagen und Aufbau der Deckenkonstruktion Rechnung getragen werden muss. Akustikdecken bedürfen einer speziellen Planung des Bauablaufs, der Konstruktion und der zu verwendenden Materialien, weil vielfältige Haustechnik darin unterzubringen ist. Dabei kann es sich um Elektronik, Elektrotechnik, Lautsprecher, Beleuchtungskörper, Klima- und Lüftungsanlagen handeln.

Eine Akustikdecke ist ein horizontales Bauteil, welches in Trockenbauweise erstellt wird. Die Akustikdecke ist ein nicht tragendes Bauteil, dass an der tragenden Rohdecke befestigt wird. Die Unterkonstruktion kann je nach Anforderung aus Holz oder Metall bestehen. Der Zwischenraum, zwischen Rohdecke und abgehängter Decke kann mit schalldämpfendem Material ausgefüllt werden. Die Beplankung erfolgt mit schallabsorbierenden Platten u.a. aus Holz, Mineralfaser, Gipskarton oder Metall. Die Aufgabe einer Akustikdecke ist die Reduzierung des Lärmpegels und die Regulierung der Nachhallzeit. Anforderungen an den Brand- und Wärmeschutz können ebenfalls eine Rolle spielen.

#### Erforderliche Kenntnisse

- Akustiklehre
- Werkzeuge
- Bekleidungsmaterial
- Unterkonstruktionen
- Befestigungs- und Verbindungsmittel
- Deckenauflagen, Spachtelmassen und Anschlussdichtungen
- Verarbeitungsvorschriften



*Fugenloses Deckensystem*



*Deckensystem mit Paneelen*



*Deckensystem mit Kassetten*

## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke

### 1.1 Planung

#### 1.2.1. Anforderungen

Akustikdecken können folgende Anforderungen erfüllen:

- Schalldämmung (Ausbreitung von Schall in Nachbarräume verhindern)
- Raumakustik (Hörbarkeit im Raum verbessern)
- Brandschutz (Ausbreitung von Feuer und Rauch verhindern)
- Wärmeschutz (zwischen unterschiedlich beheizten Etagen)
- Gestaltung von Decken
- Aufnahme von Installationen.

Die Wahl der Konstruktion und der Baustoffe bestimmt die Eigenschaften der Konstruktion.

**Akustik** ist die Lehre vom Schall und seinen Wirkungen. **Schallausbreitung**, **Schallreflektion** und **Schallabsorption** sind dabei die zu betrachtenden Parameter. Bei der Akustik geht es um die Zusammenhänge zwischen den objektiven, physikalisch messbaren Schallereignissen und den subjektiven, psychischen Gegebenheiten von Hörempfindungen des Menschen.

#### 1.2.2. Raumakustik

Sie beschreibt die akustischen Eigenschaften eines Raumes angepasst an den jeweiligen Bestimmungszweck.

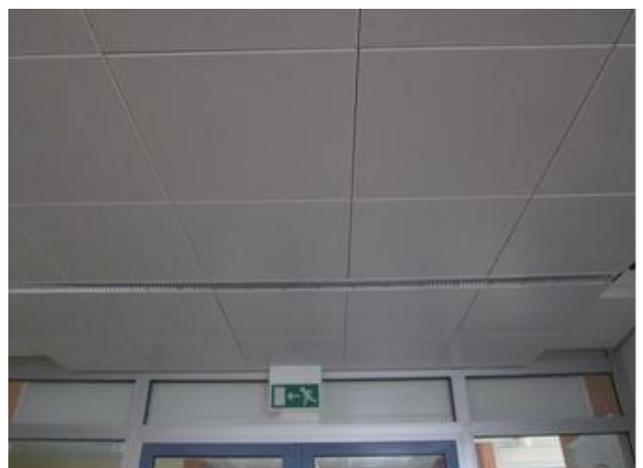
Anforderungen können z.B. sein:

- hohe Sprachverständlichkeit in Theatern und Unterrichtsräumen
- ein möglichst räumliches Musikerlebnis in Konzertsälen.

Raumakustische Eigenschaften für unterschiedliche Anwendungsfälle sind praktisch nicht vereinbar. Es ist nicht möglich einen Universalraum zu schaffen, der gute Sprachverständlichkeit besitzt und gleichzeitig ein räumliches Musikerlebnis garantiert. Wenn dieses trotzdem gefordert wird, muss der Raum umgestaltet werden. Dies kann durch Aufziehen von schweren Vorhängen, Schaffen von zusätzlichen Reflektionsflächen oder mit elektroakustischen Beschallungen erfolgen.



Akustikdecken müssen professionell geplant werden und fachmännisch ausgeführt sein, um die optimale Wirkung für den Nutzer zu erreichen. Bei geringem Lochflächenanteil verringert sich der Schallabsorptionsgrad in hohen Frequenzen und bleibt in niedrigen Frequenzen etwa gleich. Ein großer Lochflächenanteil verbessert die Schallabsorption in hohen Frequenzen. Lochgrößen und Abhängehöhen, der Einbau von Akustikflies und Mineralwolleauflagen haben ebenfalls Einfluss auf die Schallabsorption. Große Abhängehöhen führen zu einer guten Absorption bei tiefen Frequenzen, während mittlere Abhängehöhen gute Werte im mittleren Frequenzbereich erreichen. Niedrige Abhängehöhen verringern die Schallabsorption bei tiefen Frequenzen deutlich.



## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke

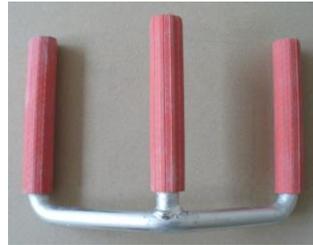
### 1.2.3. Schallabsorption

Sie ist die Reduzierung der Schallenergie, insbesondere die Umwandlung der Schallenergie in Wärme. Luftschall wird in der Praxis vorwiegend mit porösen Schallschluckstoffen mit durchgehenden Poren absorbiert.

### 1.3. Werkzeuge

Die Werkzeuge sind im Lernfeld „Erstellen einer leichten Trennwand“ bildlich beschrieben und sollen nur aufgeführt werden. Spezialwerkzeuge werden mit Bild beschrieben.

- Cuttermesser
- Stichling
- Stichtsäge
- Surfformhobel
- Bleischere
- Schraubgriffspachtel
- Spachtelkasten
- Malerspachtel
- Handschleifer
- Kantenhobel
- Fuchsschwanz
- Pinsel
- Hammer
- Glättkelle
- Winkel
- Wasserwaage
- Schlagschnur
- Bauschrauber
- Baulaser
- Gliedermaßstab
- Bleistift
- Plattenträger
- Montagehilfe
- Messer
- Pistole
- Fugendüse
- Stielspachtel
- Schraubenkopfschablone
- Reinigungsbürste



Plattenträger



Montagehilfe



Messer



Pistole



Fugendüse



Stielspachtel



Schraubenkopfschablone



Reinigungsbürste

## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke

### 1.4. Bekleidungsmaterial

#### 1.4.1. Gipskarton-Akustikplatten

Sie werden als Gipskartonplatten nach DIN EN 14190 beschrieben und bestehen aus einem Gipskern, der mit Karton ummantelt ist. Die Platten werden in unterschiedlichen Varianten gelocht oder geschlitzt hergestellt. Die akustische Raumwirkung wird durch die Wahl der Loch- und Schlitzbilder erreicht, wobei die Platten auch zu einer akustischen Nachhallzeitregelung beitragen. Die Platten werden werksseitig mit einer Faservlieskaschierung als Rieselschutz versehen, damit Faserdämmstoffe zur Erhöhung der Schallabsorption aufgelegt werden können. Hergestellt werden auch Platten mit rückseitig aufkaschiertem Akustikflies.

#### **Fugenlose Deckensysteme:**

Die Platten können nach einem Verlegeplan individuell auf einen Raum zugeschnitten werden. Aus Gründen der Optik werden Platten mit ungelochtem Rand hergestellt. Insbesondere für Sporthallen sind ballwurfsichere Platten im Angebot. Unter Berücksichtigung einer besonderen Konstruktion besteht die Möglichkeit eine F-30 Decke zu erstellen.

#### Plattendesign

- regelmäßig gelocht
- regelmäßig versetzt gelocht
- unregelmäßig gelocht (Streulochung)
- quadratisch gelocht
- geschlitzt

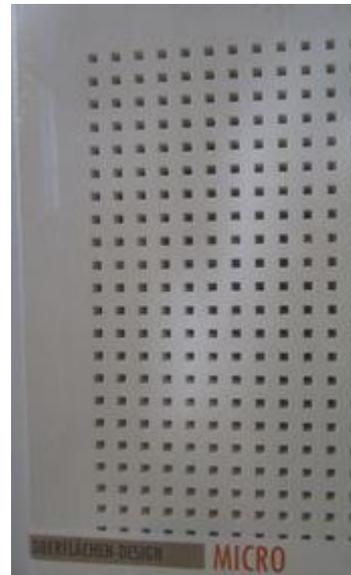
#### **Demontierbare Deckensysteme:**

Die Platten können in Sichtschienen-Konstruktionen und in verdeckter Montage eingebaut werden. Der Vorteil zu fugenlosen Deckensystemen ist die Demontierbarkeit einzelner Platten, so dass der Deckenhohlraum zu jeder Zeit und an jeder Stelle zugänglich ist. Das Plattendesign entspricht den fugenlosen Deckensystemen.

#### 1.4.2. Holz-Akustikplatten

Sie bestehen aus einer MDF-Sperrholzträgerplatte (Mitteldichte Faserplatte), die in 3 Arten geliefert wird:

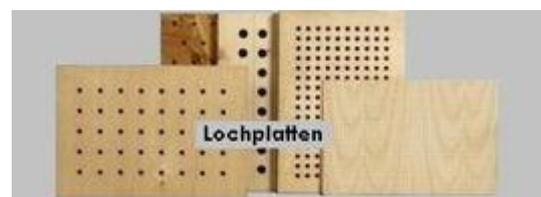
- farblackiert
- furnier in jeder Holzart
- melaminbeschichtet.



Gipskartonakustikplatten mit  
Seitenansicht



Panel für demontierbare Decken



Holzakustikplatten

## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke

Durch Akustikbohrungen und Schallschluckmatten, bzw. Mineralfaserauflagen wird die abgehängte Decke zum Schallabsorber.

Sie sind sowohl ballwurfsicher für Sportstätten als auch für Konzertsäle oder Lehr- und Büroräume einzusetzen.

Baustoffklasse A2-s1,d0

### 1.4.3. Holzwolle- Akustikplatten

Die feine Faserstruktur der Platte macht eine Schallabsorption auch ohne Akustikbohrungen möglich. Die Platten werden stumpf aneinander gestoßen. Die Oberfläche kann färbig gestaltet werden, außerdem kann die Faserstruktur der Oberfläche gewählt werden. Baustoffklasse C2 – s2, d0.



Holzwolleakustikplatten  
mit Seitenansicht

### 1.4.4. Mineralfaser-Akustikplatten

Sie werden aus druckfester Steinwolle hergestellt und in Verbindung mit Abhängesystemen für demontierbare Deckensysteme eingesetzt.

Baustoffklasse A2-s1, d0

### 1.4.5. Glas-Akustikplatten

Aus Blähglasgranulat werden große Platten hergestellt, welche aus 96% recyceltem Altglas bestehen. Auf der Sichtseite ist ein Akustikfließ aufgebracht, der mit Strukturlack beschichtet ist.

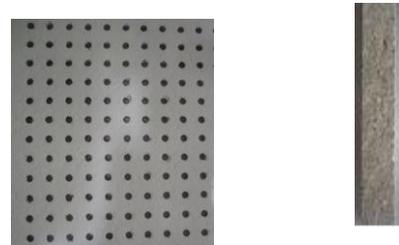
Insbesondere werden u.a. diese Platten in Feuchträumen und Schwimmhallen eingesetzt. Sie gelten auch als ballwurfsicher.

Baustoffklasse A2-s1, d0.

### 1.4.6. Metall-Akustikdecken

Sie werden aus perforiertem Stahlblech und elektrolytisch verzinktem Stahlblech als Kasette oder Paneel angeboten. Einsatzbereiche sind u.a. Kühlhäuser und Schwimmhallen.

Durch Beschichtungen wird die Baustoffklasse A2-s1, d0 erreicht.



Mineralfaserakustikplatte  
mit Seitenansicht



Glasakustikplatten  
Fa. Lahnau Akustik

### 1.4.7. Akustikputze

Bei Akustikputzen handelt es sich um mineralische Putzbeschichtungen, die aufgrund ihrer Oberflächenstruktur und Kornzusammensetzung zur Absorption von Luftschall beitragen. Eine wichtige Rolle dabei spielen beigemischte Zuschläge, wie beispielsweise expandierte Natursteinpartikel oder mineralische Feinzuschläge.

Die Schallabsorption beruht vor allem auf der



Metallakustikplatten  
mit Seitenansicht

## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke

Umwandlung der Schallenergie in thermische Energie. Diese entsteht durch Reibung der sich in den Poren bewegenden Luftteilchen. Aus diesem Grund müssen die Poren des Putzes offen und dabei zugleich so tief und eng sein, dass Schallwellen in das Material eindringen können. Die Umwandlung des Luftschalls in Wärmeenergie verbessert nicht nur die Raumakustik, sondern reduziert durch eine Erhöhung der Oberflächentemperatur zugleich auch den Heizenergiebedarf. Akustikputz wird maschinell gemischt und in mehreren Lagen aufgebracht.



Sto Silent Sil AP  
Mehrlagiger Akustikputz

### 1.5. Unterkonstruktionen

Die Unterkonstruktion ist die aussteifende Tragkonstruktion. Die Unterkonstruktion übt elementaren Einfluss auf die bauphysikalischen, statischen und akustischen Eigenschaften der Konstruktion aus.

Akustische Einflüsse werden durch die Beschaffenheit des Materials und die Art und Weise der Befestigung am Untergrund und an den umgebenden Bauteilen gegeben.

#### 1.5.1. Metallprofile für fugenlose Deckensysteme

Metallprofile werden aus verzinktem Stahl gefertigt. Die Blechdicke beträgt 0,6 – 2,0mm. Metallprofile werden als U-Profil gefertigt und sind dadurch eigenstabil, leicht und nicht brennbar.

Profilarten:

Bei den Profilen unterscheiden wir C- und U-Deckenprofile (CD bzw. UD).

CD 48 und CD60 bzw. UD 28 sind erhältlich.

#### 1.5.2. Metallprofile für demontierbare Deckensysteme

Sie sind direkt am tragenden Deckenuntergrund abgehängt. Es wird unterschieden nach:

- Unterseite des Schienenmaterials bleibt sichtbar, Platten oder Paneele werden eingelegt
- Unterseite des Schienenmaterials wird verdeckt, Platten oder Paneele werden eingeschoben in die Metallprofile.



CD-Profil



UDProfil



Profil für demontierbare  
Deckensysteme

## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke

### 1.5.2. Holz

Der Feuchtegehalt des Holzes darf 20% nicht übersteigen. Es muss eben und schwindungsfrei sein. Holz für Unterkonstruktionen muss als Bauholz der Güteklasse 2 gemäß DIN 4074-1 entsprechen. Holz wird nur bei fugenlosen Deckenkonstruktionen eingesetzt. Zuerst werden Grundlatten mit Abhängern am tragenden Untergrund befestigt und anschließend erfolgt die Befestigung einer Traglattung an den Grundlatten.



Holzunterkonstruktion befestigt mit Noniusabhängern

### 1.6. Befestigungs- und Verbindungsmittel

#### 1.6.1. Befestigungsmittel für Unterkonstruktionen

**1.6.1.1. Noniusbügel** sind für Abhängehöhen ab 130mm (1)



**1.6.1.2. Noniusabhängner** kommen zum Einsatz für Abhängehöhen ab 130mm (2)



**1.6.1.3. Noniusabhängner 400 mit Oberteil und Schallentkopplung** werden eingesetzt, wenn Körperschall aus der Massivdecke zu erwarten ist (3)



**1.6.1.4. Noniusverbinder** werden nach Bedarf bei größeren Abhängehöhen zur Verbindung von Ober- und Unterteilen eingesetzt (4)



**1.6.1.5. Kombiabhängner** sind ebenfalls für Abhängehöhen ab 130mm (5)



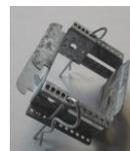
**1.6.1.6. Direktabhängner** werden genutzt um die Tragprofile direkt an der tragenden Decke zu befestigen. Sie werden entsprechend der erforderlichen Einbauhöhe abgeschnitten oder umgebogen. Sie sind auch mit Schallentkopplung lieferbar (6)



6



**1.6.1.7. Direktabhängner justierbar** haben seitlich vorgegebene Bohrungen, durch welche ein Splint zur Befestigung je nach Bedarf der Abhängehöhe geführt wird (7)



7



## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke

**1.6.1.8. Kreuzverbinder** dienen zur Verbindung von Grund- und Tragprofilen (8)



8

**1.6.1.9. 2x Ankerwinkel und Universalverbinder** sind Verbindungselemente(9)



9

**1.6.1.10. Justierschrauben** dienen zur Befestigung von Holzunterkonstruktionen an Holzbalken (10)



10

**1.6.1.11. Befestigungsmittel an Rohdecken** dienen zur Verankerung der Unterkonstruktion im tragenden Deckenuntergrund.

Patentierter Deckennagel von Knauf (11) - muss zugelassen sein. Bauaufsichtliche Zulassung: ETA-07/0049

Schrauben und Dübel (12)



11



12

### 1.6.2. Befestigungsmittel für Bepflankungen

**1.6.2.1. Schnellbauschrauben** – für Akustikdecken mit Gipskartonplatten werden Lochdeckschrauben 3,5 x 30mm mit einem maximalen Abstand von 170mm verwendet.

**1.6.2.3. Klammern** – dienen zur Befestigung von geeigneten Plattenmaterialien aus Holz an Unterkonstruktionen aus Holz mit mechanischen Eintreibgeräten.



### 1.7. Spachtelmassen und Dichtungsmassen

#### 1.7.2. Spachtelmassen

Spachtelmassen werden zum Verschließen der Fugen und Schraubenköpfe benötigt.

Spachtelmassen werden unterteilt in:

Gipshaltige Spachtelmassen haben eine Verarbeitungszeit von mindestens 30 Minuten.

Kunststoffgebundene Spachtelmassen nach DIN EN 13963 erhärten durch Lufttrocknung. Um die Lochungen nicht zu verschließen, ist die Pistolentechnik anzuraten.



## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke

### 1.7.3. Materialien für Spachtel- und Klebetechnik

Farblose Grundierung wird benötigt, um die Kanten bei der Spachteltechnik zu grundieren. Fugenverbinder werden zur Klebetechnik eingesetzt und sind sowohl in Schlauchbeuteln als in Gebindeeimern erhältlich.



### 1.7.4. Anschlussdichtungen

Der Anschluss von Lochdeckenplatten wird mit Trennwandstreifen vollzogen. Dieser wird vor dem Verspachteln in die 5mm breite Fuge geklebt und nach dem Verspachteln und Schleifen abgeschnitten.



### 1.8. Konstruktionsarten

- demontierbare abgehängte Decke mit verdecktem, versenktem oder sichtbarem T-Schienensystem
- fugenlose Deckenbekleidung, nicht demontierbar
- fugenlose Deckenbekleidung für die Beschichtung mit Akustikputz
- ballwurfsichere Deckenbekleidungen
- Deckenkonstruktionen mit Ausführung von Brandschutzanforderungen F30, F60 und F90
- Die genauen Abstände der Unterkonstruktion, die Bemessungen und Bezeichnungen der Abhängeelemente und die Wahl des Bekleidungsmaterials sind in den Verarbeitungsanleitungen der Hersteller nachzulesen.



- demontierbare Deckenbekleidung - Ausführung in der Ausbildungswerkstatt



- Deckenbekleidung mit Akustikputzbeschichtung



- fugenlose Deckenbekleidung mit Ausgleichsfries - Ausführung in der Ausbildungswerkstatt

## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke

### 1.9. Bemessungsverfahren der Raumakustik mit Beispiel

#### 1.9.1. Bestimmung der Hauptnutzung der Räume

In Abhängigkeit der Raumnutzung werden nach DIN 18041 folgende Anwendungsbereiche definiert:

- Gruppe A: Hörsamkeit über mittlere und größere Entfernungen (z.B. Konferenzräume, Unterrichtsräume, Hörsäle)
- Gruppe B Hörsamkeit über geringe Entfernungen ( z.B. Lehrwerkstätten, Gaststätten)
- Die Soll-Nachhallzeiten richten sich nach der geplanten Nutzung des Raumes.
- Die DIN 18041 unterscheidet zwischen:
  - Unterricht
  - Sprache
  - Musik

Wir betrachten in unserem Beispiel die Raumnutzung der Gruppe A und wollen uns mit der Sprachverständlichkeit beschäftigen.

#### 1.9.2. Bestimmung des Raumvolumens

Ein Unterrichtsraum im Lehrkabinett hat eine Raumgeometrie

Tiefe: 5,50m

Länge: 8,20m

Höhe: 2,85m

#### 1.9.3. Festlegung des Sollwertes der Nachhallzeit $T_{soll}$

Die Nachhallzeit in Abhängigkeit vom Raumvolumen ist in nebenstehender Grafik oben zu ersehen.

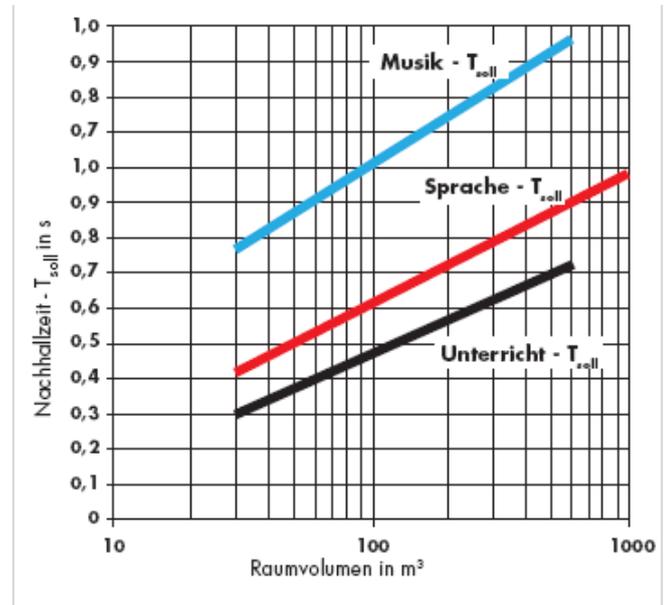
Sie wird in unserem Beispiel bei einem Raumvolumen von  $128,54\text{m}^3$  mit  $0,65\text{s}$  angegeben.

#### 1.9.4. Bestimmung des zulässigen frequenzabhängigen Toleranzbereiches der anzustrebenden Nachhallzeit

Das menschliche Ohr kann Töne von  $16\text{Hz}$  –  $20000\text{Hz}$  wahrnehmen.

Auf der Basis des Sollwertes  $T_{soll}$  ist der zulässige Toleranzbereich und die Frequenzabhängigkeit aus nebenstehender Grafik zu bestimmen.

Aus der Nachhallzeit  $0,65\text{s}$  ergibt sich ein frequenzabhängiger Toleranzbereich von ca.



Quelle: Knauf Cleaneo Raumakustik

$$A = l \times b$$

$$A = 5,50\text{m} \times 8,20\text{m}$$

$$A = 45,1\text{m}^2$$

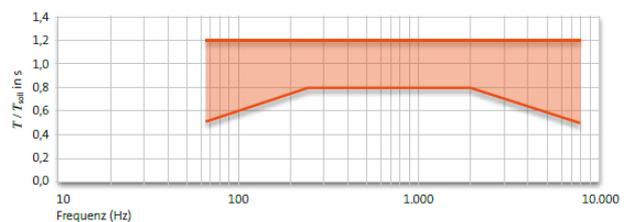
$$V = l \times b \times h$$

$$V = 5,50\text{m} \times 8,20\text{m} \times 2,85\text{m}$$

$$V = 128,54\text{m}^3$$

#### Nachhallzeitbereich für Sprache

Anzustrebender Bereich der Nachhallzeit in Abhängigkeit von der Frequenz in Räumen mit sprachlicher Nutzung.



Quelle: Rigips / Raumakustik-Lösungen von Rigips

## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke

110Hz – 4800Hz für eine gute sprachliche Verständigung.

### 1.9.5. Festlegung der erforderlichen Schallschutzabsorptionsmaßnahmen

Die Berechnung der erforderlichen frequenzabhängigen benötigten Schallabsorptionsfläche  $A_{\text{erf}}$  erfolgt ausgehend von der anzustrebenden Nachhallzeit für die jeweilige Raumnutzungsart in Abhängigkeit vom Raumvolumen. Die Gesamtfläche der Decke beträgt  $45,1\text{m}^2$ , die mit Schallabsorbern zu belegende Deckenfläche beträgt rund  $32\text{m}^2$ . Daraus ergibt sich, dass  $13,1\text{m}^2$  umlaufend als Fries gestaltet werden können.

Auf allen Internetplattformen der namenhaften Hersteller ist ein Raumakustikrechner zu finden. Die Angaben zur Berechnung sind aus nebenstehender Grafik zu entnehmen.

Als Ergebnis zur Abschätzung der schallabsorbierenden Maßnahmen sind Grafiken einzusehen.

Nachhallzeit/ Frequenz

Absorptionsgrad / Frequenz

Vorschlag des Programms zur Erreichung der Vorgaben der DIN 18041  $32\text{m}^2$  Rigitone Air Platten 6 / 18

([www.rigips.de/raumakustik-rechner](http://www.rigips.de/raumakustik-rechner))

$$A_{\text{erf}} = k \times \frac{V}{T_{\text{soll}}}$$

$k$  = konstante Größe 0,161 nach Sabine  
Wallace Clement Sabine 1868 – 1919  
US-amerikanischer Forscher

$$A_{\text{erf}} = 0,161 \times \frac{128,54\text{m}^3}{0,65\text{s}}$$

$$A_{\text{erf}} \approx 32\text{m}^2$$

Berechnung nach Regelwerk

Nutzungsform

Raumgeometrie

Länge x Breite x Höhe = Volumen

Bauweise Rohdecke

Bauweise Rohfußboden

Art der Bodenbeläge

Quadratmeter und Bauweise der Umfassungswände

Quadratmeter der Fenster

Möbel und Einrichtungsgegenstände

Quadratmeter des einzusetzenden schallabsorbierenden Materials mit Materialauswahl

### 2. Ausführung der Beispielkonstruktion einer fugenlosen Deckenverkleidung in einer Ausbildungswerkstatt



- Einmessen der Decke mittels Laserge-rät



- Anbringen des U-Anschlussprofils
- UD 28 mittels Wasserwaage oder mit Schnurschlag



- Anbringen der Abhänger Nonius 400



- Einsetzen des Grund- und Tragprofils CD 60 / 27 mit Kreuzverbinder

## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke



- Einbringen der Mineralwolleauflage
- akustisch wirksam auf dem Tragprofil



- 1. Platte von der Raummitte an einem Schnurschlag ausgerichtet verlegen und verschrauben, - Querstöße an einem Tragprofil anordnen

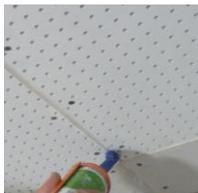
Das verwendete Plattenmaterial Rigips Rigiton 6/18 kann in Spachtelfugentechnik oder Klebefugentechnik verarbeitet werden. Die Klebefugentechnik besitzt sehr hohe Festigkeit und Sicherheit gegen Rissbildung.



- Spachtelfugentechnik: Plattenkanten mittels Handschleifer anfasen und mit farbloser Grundierung Rikombi grundieren



- Platten mittels Montagehilfe sternförmig zur 1. Platte verlegen, es entsteht ein kleiner Spalt
- einheitliche Verlegerichtung beachten (siehe stirnseitige Markierung und seitliche Beschriftung)



- Fugen satt und vollständig mit Vario Fugenspachtel mittels Rigitone Fix Pistole mit Fugendüse
- Wulst auf der Rückseite der Platte bildet sich und trägt zur Stabilität der Fuge bei



- Fugenspachtel anziehen lassen und überschüssiges Material mit Spachtel abstoßen und nach 12-24 Stunden schleifen



- Klebefugentechnik: Plattenkanten mittels Handschleifer anfasen und Plattenkanten unbedingt annässen, Rigitone Fugenverbinder 63 mit Spachtel von der Rückseite her auftragen



- Fugenverbinder optional mit der Rigitone Fix Pistole mit einem speziell dafür geformten Aufsatz aufbringen

## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke



- Platten zusammenfügen, auf Übereinstimmung der Lochung achten
- überschüssiges Material nach ca. 20 min mit Spachtel abstoßen



- Rigitone- Platten mit Lochdeckenschrauben 3,5 x 30mm im Abstand von  $\leq 170$ mm anbringen
- leichte Höhendifferenzen der Platten durch zurückdrehen der Schrauben ausgleichen



- Schraubenkopfschablone nutzen, um mit Vario Fugenspachtel die Schraubenköpfe leicht erhöht zu überspachteln



- Fugen vollständig mit Vario Fugenspachtel mit der Rigitone Fix Pistole mit Fugendüse ausfüllen
- Fugenspachtel anziehen lassen, mit Spachtel abziehen, nach Durchtrocknung schlei-



- Ausgleich von Unebenheiten zu den aufgehenden Bauteilen erfolgt mit einem Fries aus ungelochten Platten



- Anschlussfugen mit Rigips- Trennfix bearbeiten
- anschließend mit Vario Spachtel überarbeiten

### Fragenkatalog:

1. Wozu dienen Akustikdecken und wo werden sie eingebaut?
2. Welche Anforderungen können an Akustikdecken gestellt werden?
3. Akustikdecken werden in verschiedenen Ausführungen hergestellt. Nennen Sie drei!
4. Wie müssen Akustikplatten gelagert und transportiert werden?
5. Welche Konstruktionsarten für Akustikdecken gibt es in Bezug auf die Befestigung an der Deckenkonstruktion?
6. Wie werden Akustikplatten bearbeitet?
7. Welche Materialien werden für Akustikdecken zur Verbesserung der Raumakustik eingesetzt? Nennen Sie drei.
8. Welche Materialien werden zur Unterkonstruktion verwendet?
9. Was bedeutet der Begriff Raumakustik?
10. Welche Bedeutung hat der Begriff Schallabsorption in der Akustik?

## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke

11. Beschreiben Sie die Herstellungsschritte für eine fugenlose Akustikdecke mit Metallunterkonstruktion und Beplankung mit Akustikplatten 12,5mm unter einer Stahlbetonmassivdecke!
12. Nennen Sie vier Vorteile von Akustikrasterdecken gegenüber fugenlosen Akustikdecken!

### Antworten Fragenkatalog:

1. Wozu dienen Akustikdecken und wo werden sie eingebaut?
  - werden zur Verbesserung der Raumakustik und nur im Innenbereich eingebaut.
2. Welche Anforderungen können an Akustikdecken gestellt werden?
  - Sprach- und Musikverständnis auf ein optimales Maß einstellen
  - Schall mindern bzw. Schall in eine andere Energieform wandeln (z.B. Wärme)
  - gestalterische Möglichkeiten
  - Anforderungen an den Brandschutz und Feuchteschutz (z.B. Schwimmhallen) können bestehen
  - Ballwurfsicherheit
3. Akustikdecken werden in verschiedenen Ausführungen hergestellt. Nennen Sie drei!
  - fugenlose Ausführung
  - Kassendecken (demontierbar)
  - Langfeldplatten, Paneele
4. Wie müssen Akustikplatten gelagert und transportiert werden?
  - Lagerung erfolgt auf einem ebenen Untergrund (Palette oder Kanthölzer)
  - Platten sind vor Feuchtigkeit und Witterungseinflüssen zu schützen
  - Transport erfolgt hochkant
5. Welche Konstruktionsarten für Akustikdecken gibt es in Bezug auf die Befestigung an der Deckenkonstruktion?
  - direkt befestigte Unterdecke
  - abgehängte Decke
6. Wie werden Akustikplatten bearbeitet?
  - Cuttermesser, Fuchsschwanz, Handkreissäge für gerade Schnitte
  - Stichling, Stichsäge, Lochkreissäge für Ausarbeitungen
7. Welche Materialien werden für Akustikdecken zur Verbesserung der Raumakustik eingesetzt? Nennen Sie drei!
  - Gips, Mineralwolle, Holz, Metall, Glas, Holzwolle
8. Welche Materialien werden zur Unterkonstruktion verwendet?
  - Holz oder Metallunterkonstruktionen
9. Was bedeutet der Begriff Raumakustik?
  - beschreibt die Schallausbreitung innerhalb eines Raumes
  - bekannteste Raumakustische Kriterium ist die Nachhallzeit, sie beschreibt das Nachklingen eines Tones, obwohl die Schallquelle bereits verstummt ist
10. Welche Bedeutung hat der Begriff Schallabsorption in der Akustik?
  - beschreibt den Entzug von Schallenergie durch Umwandlung in eine andere Energieform
  - Beschreiben Sie die Herstellungsschritte für eine fugenlose Akustikdecke mit Metallunterkonstruktion und Beplankung mit Akustikplatten 12,5mm unter einer Stahlbetonmassivdecke!
    - einmessen der Unterkonstruktion
    - befestigen der U- Profile und der Abhänger
    - Einbau der Grund- und Tragprofile mit Kreuzverbindern
    - herstellen der Dämmschicht und Verschrauben der Akustikplatten
    - verspachteln der Fugenstöße und der Schraubenköpfe
    - herstellen der elastischen Anschlussdichtung an alle aufgehenden Bauteile
    -

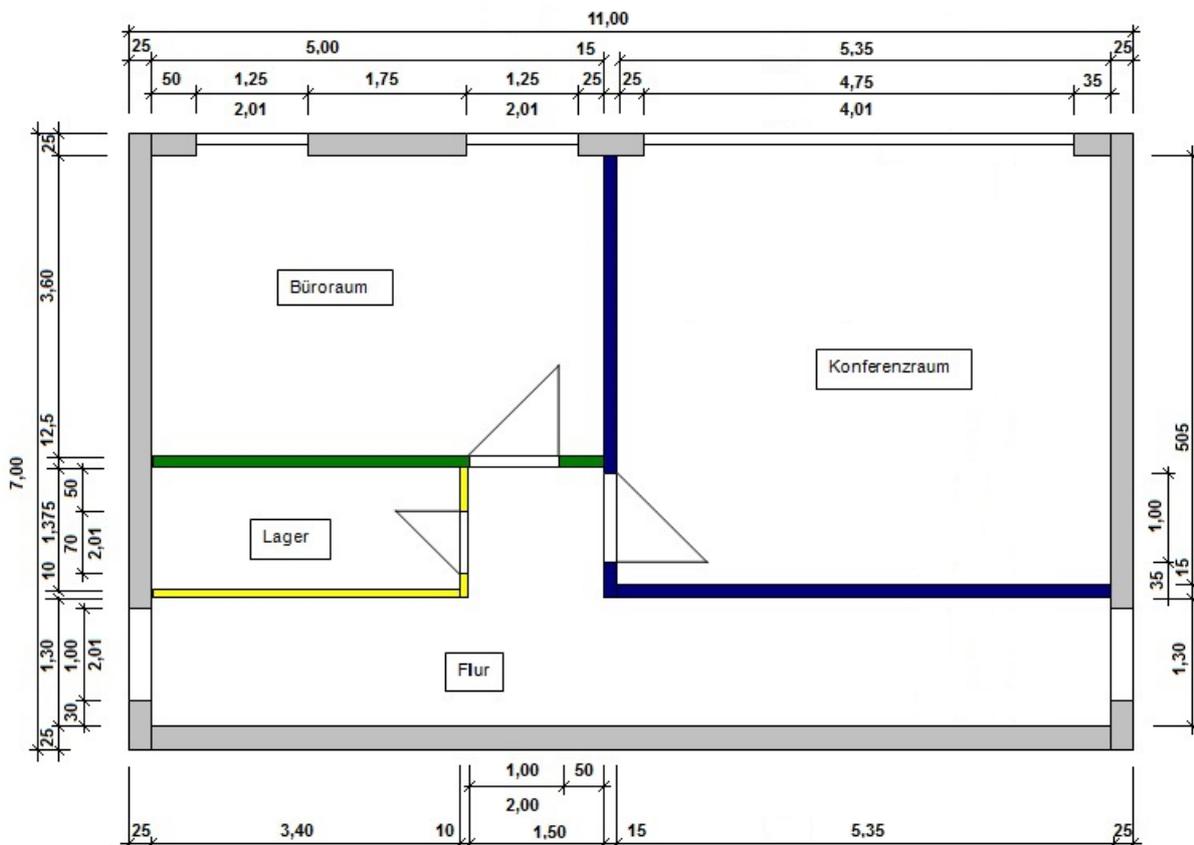
## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke

11. Nennen Sie vier Vorteile von Akustikrasterdecken gegenüber fugenlosen Akustikdecken!

- zerstörungsfreies Nachrüsten von Installationen
- nachrüsten von Dämmlagen
- unkompliziertes Auswechseln der Dämmplatten
- gestalterisches Element durch Aufteilung in Raster

### 3. Projektaufgabe

Sie erhalten den Auftrag eine Akustikdecke in einem Bürogebäude herzustellen.



### 3.1. Situationsbeschreibung

Im Bürotrakt im 2. Obergeschoss ist im Konferenzraum eine fugenlose Akustikdecke einzubauen. Die DIN 18041 ordnet den Konferenzraum in die Gruppe A ein, der die Hörsamkeit in kleineren und mittleren Räumen regelt.

Die Hörsamkeit ist die Eignung des Konferenzraumes für angemessene sprachliche Kommunikation. Die Hörsamkeit wird durch die Geometrie des Raumes und die Nachhallzeit beeinflusst.

### 3.2. Projektbeschreibung

Die Außenwände sind als Kalksandsteinmauerwerk mit einer Dicke von 24 cm + 1 cm Putz ausgeführt. Es handelt sich um ein mehrgeschossiges Gebäude mit Stahlbetongeschosdecken mit einer Dicke von 20 cm, einem Kalkzementdeckenputz mit einer Dicke von 10 mm, einem Ze-



## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke

### 3.3.5 Aufgabe 5

Für die Ausführung müssen Sie das Werkzeug zusammenstellen.

**Nennen Sie 10 Werkzeuge, die sie benötigen um die Akustikdecke zu bearbeiten!**

-----  
 -----  
 -----  
 -----

### 3.4.6. Aufgabe 6

Zum Schließen der Fugen bei Akustikdecken werden besonders hoch kunststoffmodifizierte Fugenspachtel verwendet. Besondere Eigenschaften sind u.a. Rissüberbrückung und lange Verarbeitbarkeit.

**Welche Verarbeitungsrichtlinien sind einzuhalten?**

-----  
 -----  
 -----  
 -----

### 3.4.7. Aufgabe 7

Umweltschutz und die Erhaltung von Ressourcen gewinnen eine immer größere Bedeutung.

**Wie entsorgen Sie richtig?**

-----  
 -----  
 -----  
 -----

## 3. Projektaufgabe Lösungen

Zeichnung, Situations- und Projektbeschreibung siehe Aufgabenstellung

### 3.3.1. Aufgabe 1

Der Planer hat das Material Knauf Cleaneo Akustikplatten 10/23 als Deckenbekleidung mit einer Mineralwolleauflage von 5cm vorgeschlagen. Die Deckenbekleidung soll in Spachteltechnik ausgeführt werden.

Die Abhängöhe ist mit 20cm festgelegt.

**Berechnen Sie auf Grund der Angaben aus der Situations- und der Projektbeschreibung die mindestens benötigte schallabsorbierende Fläche.**

$$A = l \times b$$

$$A = 5,35m \times 5,05m$$

$$A = 27,02m^2$$

$$V = l \times b \times h$$

$$V = 5,35m \times 5,05m \times 2,80m$$

$$V = 75,65m^3$$

Aus dem Volumen ergibt sich lt. Grafik eine Nachhallzeit von 0,6s und ein frequenzunabhängiger Toleranzbereich von 100Hz – 5000Hz.

$$A_{erf} = k \times \frac{V}{T_{soll}}$$

$$A_{erf} = 0,161 \times \frac{75,65m^3}{0,6s}$$

$$A_{erf} \approx 20,30m^2$$

*Nebenstehend das Beispiel des Knauf Akustikrechners mit dem Materialvorschlag und der Bestätigung der Einhaltung der Anforderungen der DIN 18041*

## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke

### 3.3.2. Aufgabe 2

Für die auszuführenden Arbeiten ist ein Arbeitsablauf zu erstellen.

**Beschreiben Sie die Unterkonstruktion in der Reihenfolge, in der er technologisch eingearbeitet wird. Nennen Sie die erforderlichen Materialien.**

Quelle: Knauf Akustikrechner

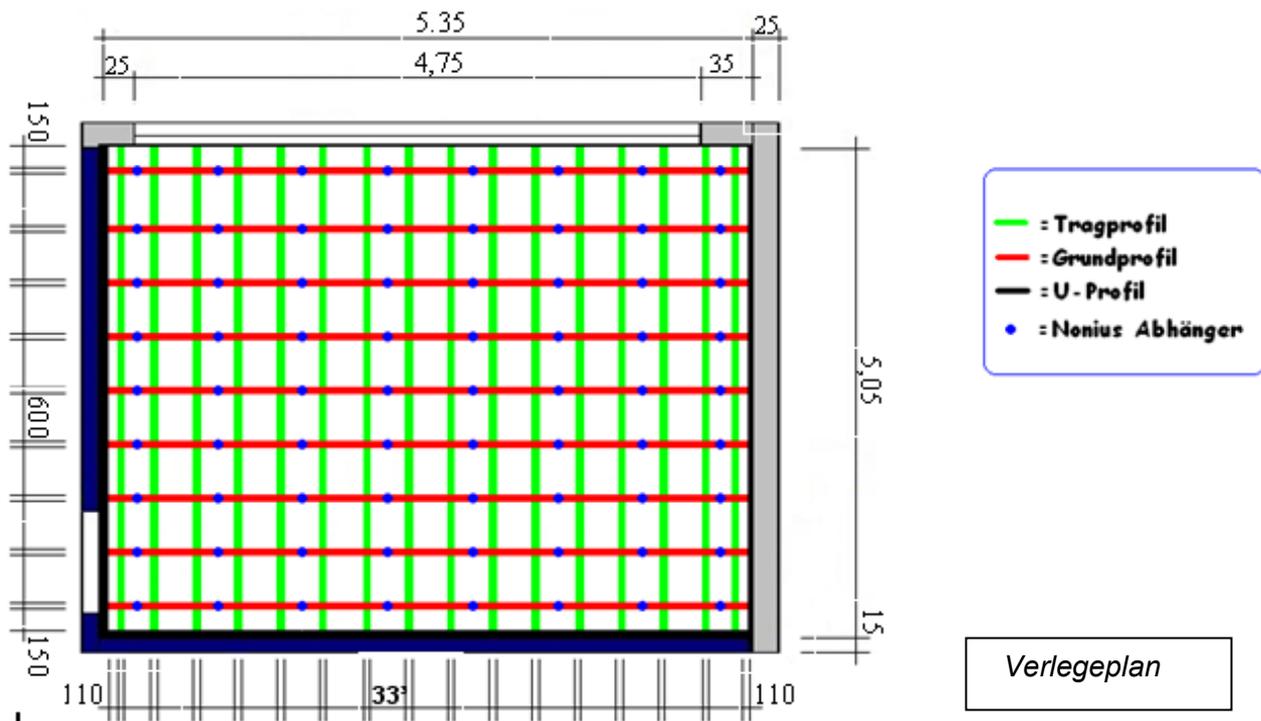
UD- Profil UD-28  
 CD- Profil CD 60 / 27  
 Nonius Abhänger 400  
 Schrauben + Dübel für CD und UD  
 Kreuzverbinder  
 Mineralwolle  
 Akustikplatten gelocht / ungelocht  
 Lochplattenschrauben  
 Trenn Fix  
 Fugenspachtel

Einmessen der Akustikdecke  
 Anbringen der UD- Profile  
 Befestigen der Noniusabhänger  
 Einziehen der Grund- und Traglattung mit Kreuzverbindern mit dem vorgegebenen Abstand aus der Zeichnung  
 Auflegen der Mineralwolle  
 Anbringen der 1. Platte in der Mitte des Raumes mit Hilfe eines Schurschlages, Schraubenabstand  $\leq 170\text{mm}$ , folgende Platten sternförmig zur 1. Platte verlegen, auf Markierungen zur Verlegung auf den Plattenrückseiten achten, Ausgleichsplatten an den Rändern anbringen, Schraubenköpfe und Fugen verspachteln und nach Trocknung schleifen

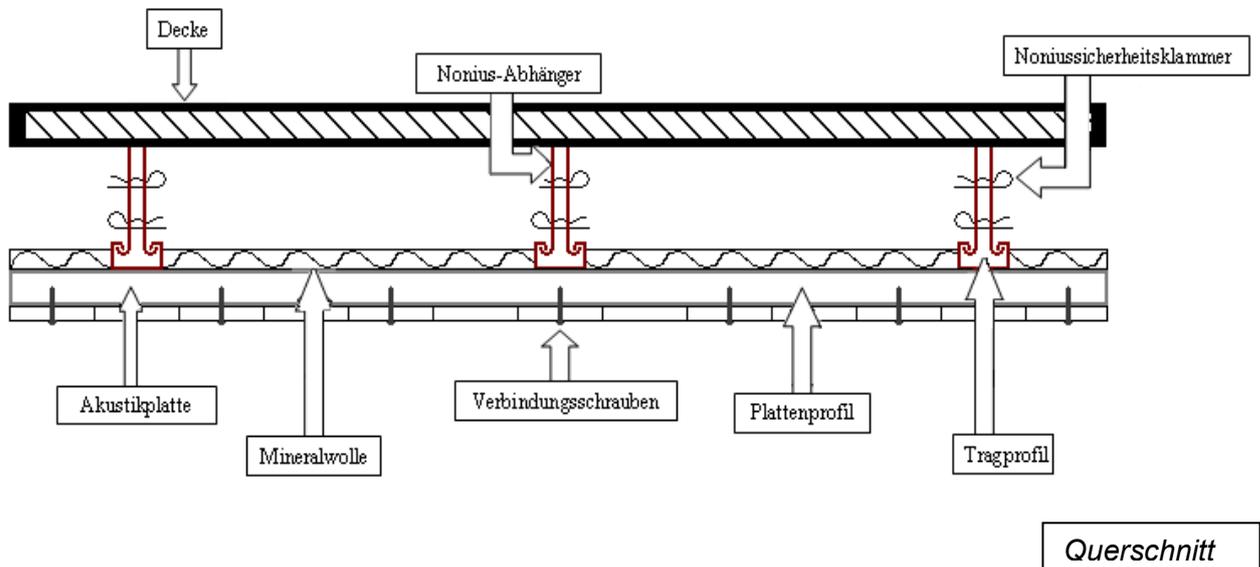
### 3.3.3. Aufgabe 3

Der Monteur auf der Baustelle benötigt zur Ausführung Pläne.

**Zeichnen Sie einen Verlegeplan und einen Querschnitt der Unterkonstruktion der Akustikdecke auf ein Zeichenblatt A4.**



## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke



### 3.3.4. Aufgabe 4

Für die Materialbestellung ist es erforderlich, den Materialbedarf zu bestimmen.

Die Maße der Decke sind der Grundrisszeichnung zu entnehmen. Nach betrieblichen Erfahrungen ist von einem Baustellenverlust von 5% und einem Verschnittverlust von 4% auszugehen, was für alle verwendeten Materialien gleichermaßen gilt.

**Berechnen Sie den Materialbedarf für die Akustikdecke!**

Verwenden Sie nebenstehende Liste zur Ermittlung des Materialbedarfs unter Zuhilfenahme der Tabelle „Materialbedarf“ aus dem Lernfeld „Erstellen einer leichten Trennwand“

Pos.	Material	Verbrauch nach Tabelle „Materialbedarf“ je m <sup>2</sup>	Verbrauch für die Decke in m <sup>2</sup> , m, Stück, kg	Plus Verschnitt und Baustellenverluste in m <sup>2</sup> , m, Stück, kg bei insgesamt 9%
1	UD28x27	lt. Zeichnung	20,80m	22,67m
2	Schlagdübel	2St	42St	46St
3	Trenn-Fix		20,80m	22,67m
4	Traglattung	2,1m/m <sup>2</sup>	56,74m	61,85m
5	Grundlattung	1,3m/m <sup>2</sup>	35,13m	38,29m
6	Kreuzverbinder	2,3St/m <sup>2</sup>	63St	69St
7	Noniusabhängiger	2,9St/m <sup>2</sup>	79St	87St
	Schrauben + Dübel	2,9St/m <sup>2</sup>	79St	87St
8	Mineralwolle	1m <sup>2</sup>	27,02m <sup>2</sup>	29,45m <sup>2</sup>
9	Akustikplatten mit Lochung	1m <sup>2</sup>	22m <sup>2</sup>	23,98m <sup>2</sup>
10	Akustikplatten ohne	1m <sup>2</sup>	5,02m <sup>2</sup>	5,47m <sup>2</sup>
11	Lochdeckschrauben	17St/m <sup>2</sup>	460St	502St
12	Fugenfüller	0,3kg/m <sup>2</sup>	8,11kg	8,84kg

## 6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke

### 3.3.5 Aufgabe 5

Für die Ausführung müssen Sie das Werkzeug zusammenstellen.

**Nennen Sie 10 Werkzeuge, die sie benötigen um die Akustikdecke zu bearbeiten!**

*Bauschrauber, Blechschere, Schlagschnur, Baulaser, Hammer, Cuttermesser, Stichsäge Stichling, Spachtel, Spachtelkasten, Pinsel Handschleifer, Wasserwaage, Gliedermaßstab, Bleistift, Plattenträger, Montagehilfe Pistole, Fugendüsen, Reinigungspinsel Schraubkopfschablone*

### 3.4.6. Aufgabe 6

Zum Schließen der Fugen bei Akustikdecken werden besonders hoch kunststoffmodifizierte Fugenspachtel verwendet. Besondere Eigenschaften sind u.a. Rissüberbrückung und lange Verarbeitbarkeit.

**Welche Verarbeitungsrichtlinien sind einzuhalten?**

*Untergrundbeschaffenheit: fest, sauber, trocken, frost- und staubfrei  
Anmachen: saubere Gefäße, sauberes Wasser, sauberes Werkzeug benutzen, keine weiteren Zusätze hinzufügen, in Wasser einstreuen bis Pulverinseln entstehen, 3 Minuten sumpfen lassen und klumpenfrei verrühren, ca. 45min bei 20°C Verarbeitungszeit, nicht unter 10°C verarbeiten, angesteiftes Material kann nicht mit Wasser nochmals verrührt werden*

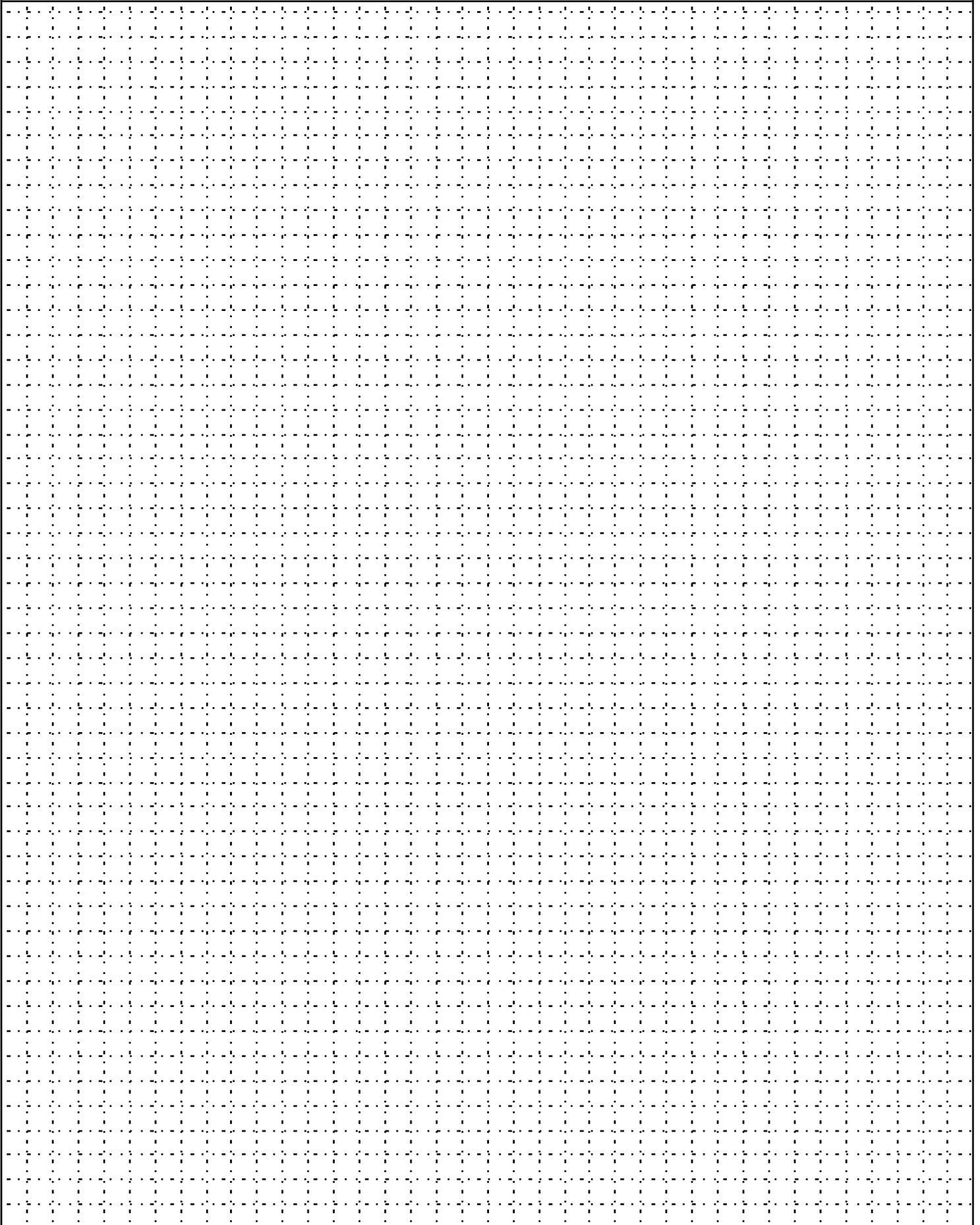
### 3.4.7. Aufgabe 7

Umweltschutz und die Erhaltung von Ressourcen gewinnen eine immer größere Bedeutung.

**Wie entsorgen Sie richtig?**

*Um Ressourcen zu schonen, wird sorgsam mit Material umgegangen und somit Abfall vermieden.  
Getrennt entsorgt werden:*

- *Gipskartonreste und Spachtelmasse*
- *Mineralwollreste*
- *Metallreste von Profilen*
- *Verpackungen getrennt nach Papier und Kunststoff*
- *sonstiger Abfall*

**6.0 Lernfeld: Einbau einer Akustikdecke****Übungsaufgaben**



# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKSB-Isoliererhandwerk**

Lernfeld 2.4

Brandschutz

Erstellen eines Brandschutzschottes

Autor: Joachim Herzog, ABZ Bühl



## Lernfeld 4

### Erstellen eines Brandschutzschotts

#### *Warum Brandschutz notwendig ist.*

Aus einer Statistik geht hervor, alle 10 Minuten bricht in Deutschland ein Wohnungsbrand aus. Dabei gibt es etwa 650 Tote und ca. 8.000 Schwerverletzte jährlich. Der finanzielle Schaden beläuft sich auf mehrere Milliarden Euro.

In der Regel kann ein Betrieb nach einem Großbrand aufgrund Wegfall von wichtigen Maschinen, Daten und Kunden selten wirtschaftlich erfolgreich sein und meldet oft innerhalb drei Jahren Insolvenz an.

Häufigste Brandursachen sind:

- elektrischer Strom
- menschliches Fehlverhalten
- Überhitzung
- Brandstiftung
- feuergefährliche Arbeiten usw.

#### *Wie entsteht ein Vollbrand ?*

Ein Brand entsteht durch das Auftreffen von Energie und Sauerstoff auf ein brennbares Material.

Das sogenannte **Feuerdreieck**. Entfernt man eines der 3 Teile, erlischt das Feuer.

Im Brandfall fangen zuerst Einrichtungsgegenstände an zu brennen und erhitzen die Umgebungsluft, da der entstehende Rauch nicht entweichen kann.

Durch den Wärmestau fangen andere Gegenstände an der Oberfläche zu Vergasen an, bis es sich schlagartig entzündet. Bei diesem sogenannten **Flashover** werden riesige Energiemengen freigesetzt, bei dem Temperaturen über 1000° C entstehen können.

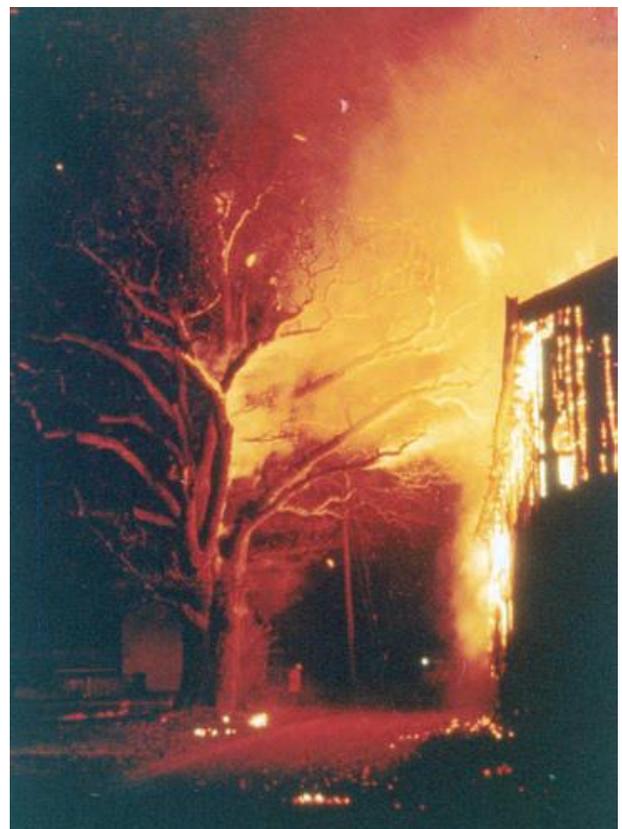
#### **Es gibt 2 Brandarten:**

**Der Schwelbrand** ist eine Verbrennung ohne Flamme und Leuchtwirkung. Sie entstehen meist in Hohlräumen bei niedriger Luftzufuhr. (langsame Verkohlung)

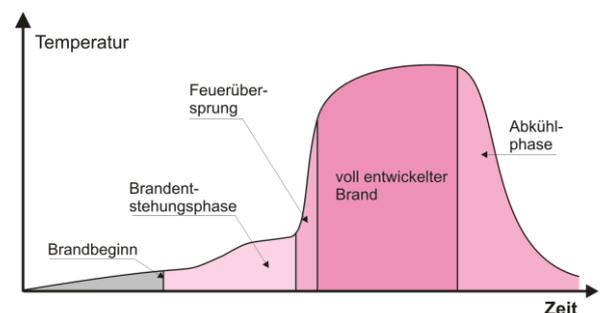
**Der offene Brand** ist die Zersetzung des Materials durch eine Flamme. Bei beiden Brandarten ist eine Rauchentwicklung vorhanden.



Quelle: Feuertrutz GmbH



Quelle: Feuertrutz GmbH



Die einzelnen Phasen eines Brandverlaufs

Quelle: Feuertrutz GmbH

# Lernfeld 4

## Erstellen eines Brandschutzschotts

### Vorbeugender Brandschutz

Um die Entstehung, Ausbreitung sowie Auswirkungen eines Brandes einzuschränken, ist der vorbeugende Brandschutz notwendiger und vorgeschriebener Bestandteil in der Bauordnung.

§ 14 der Musterbauordnung gibt vor:

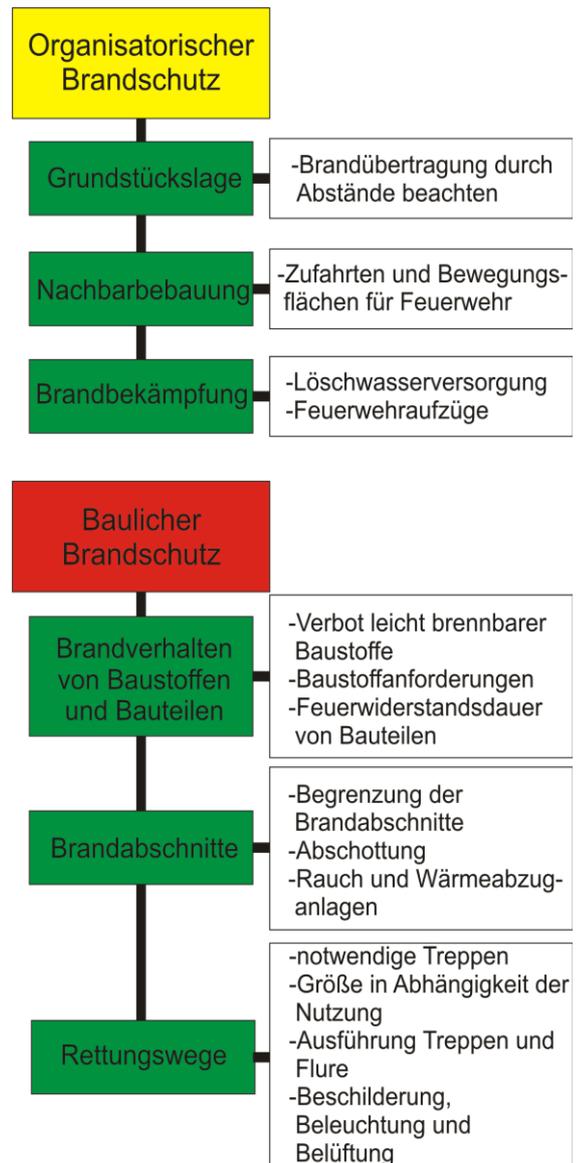
*„Bauliche Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass der Entstehung eines Brandes und der Ausbreitung von Feuer und Rauch vorgebeugt wird und bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.“*

Der Vorbeugende Brandschutz besteht aus dem organisatorischen und dem baulichen Brandschutz.

Der bauliche Brandschutz wird auf Landesebene in den Landesbauordnungen geregelt. Sie können sich aber in den Inhalten geringfügig unterscheiden.

Sie unterscheiden Gebäude nach normaler Art und Nutzung (Wohngebäude), und Sonderbauten (Hochhäuser, Industriegebäude, Schulen und Krankenhäuser).

Dadurch kann in der Planungsphase eines Gebäudes die bauliche Brandlast, durch den Einbau bestimmter Baustoffe wesentlich beeinflusst werden.



# Lernfeld 4

## Erstellen eines Brandschutzschotts

### Gebäudeklassen

Die Musterbauordnung (Fassung von Mai 2016) und die meisten Bundesländer teilen die Gebäude wie folgt in fünf Gebäudeklassen:

- **Gebäudeklasse 1:**
  - a) freistehende Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m<sup>2</sup> und
  - b) freistehende land- oder forstwirtschaftlich genutzte Gebäude
- **Gebäudeklasse 2:** Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m<sup>2</sup>
- **Gebäudeklasse 3:** sonstige Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m
- **Gebäudeklasse 4:** Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m<sup>2</sup>
- **Gebäudeklasse 5:** sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude

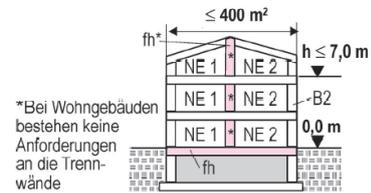
Als Höhe gilt die Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist, über der Geländeoberfläche. Bei den Nutzungseinheiten ist als Grundfläche von der Brutto-Geschossfläche auszugehen.

Neben diesen fünf Gebäudeklassen gibt es in § 2 (4) MBO Kriterien, nach denen Gebäude als **Sonderbauten** eingestuft werden müssen. Dies sind "Anlagen und Räume besonderer Art oder Nutzung", z.B.

**Hochhäuser, Krankenhäuser, Hotels, Schulen** usw. Für Sonderbauten gelten i.d.R. eigene Sonderbauverordnungen der Länder, in denen spezifische (Brandschutz-)Anforderungen festgelegt sind.

Für die Planung, die Errichtung, den Betrieb aber auch für die Baugenehmigung durch die Behörden ist die Frage, in welche Gebäudeklasse ein Bauvorhaben fällt, ein sehr wichtiger Faktor.

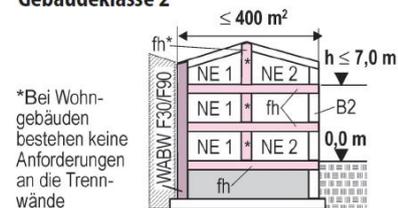
Gebäudeklasse 1a (freistehend)



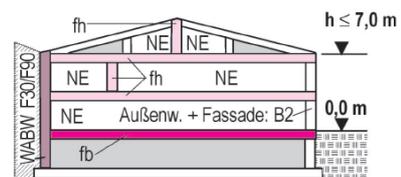
Gebäudeklasse 1b (freistehend)



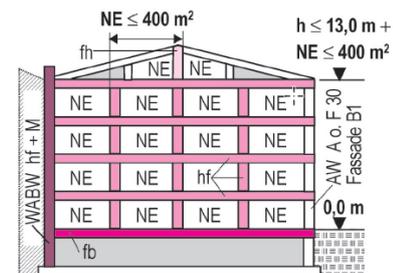
Gebäudeklasse 2



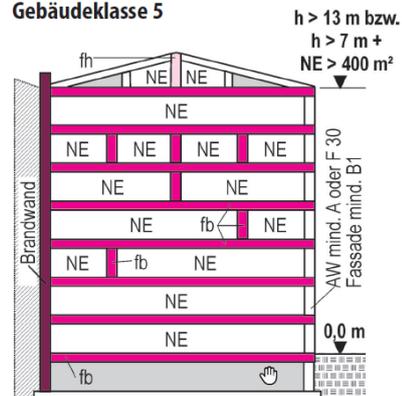
Gebäudeklasse 3



Gebäudeklasse 4



Gebäudeklasse 5



Quelle: Feuertrutz GmbH

# Lernfeld 4

## Erstellen eines Brandschutzschotts

### Brandschutztechnische Anforderungen von Baustoffen und Bauteilen

Um das Brandverhalten von Baustoffen festlegen zu können, werden verschiedene Prüfverfahren angewendet.

Anschließend werden sie in nachfolgende Baustoffklassen zugeordnet.

deutsche bauausichtliche Benennung	Zusatzanforderung		Baustoff-klasse DIN EN 13501-1	Baustoff-klasse DIN 4102-1	Prüfnorm
	keine Rauchentwicklung	kein brennendes Abtropfen/ Abfallen			
nichtbrennbar ohne Anteile von brennbaren Baustoffen	x	x	A1	A1	EN ISO 1182, EN ISO 1716, EN ISO 9239
nichtbrennbar mit Anteilen von brennbaren Baustoffen	x	x	A2 - s1 d0	A2	EN ISO 1182, EN ISO 1716, EN ISO 9239
schwerentflammbar	x	x	B, C - s1 d0	B1	EN ISO 9239-1
		x	A2, B, C - s2 d0		
		x	A2, B, C - s3 d0		
	x		A2, B, C - s1 d1		
	x		A2, B, C - s1 d2		
normalentflammbar			A2, B, C - s3 d2	B2	EN ISO 9239-1
	x	x	D - s1 d0		
		x	D - s2 d0		
		x	D - s3 d0		
	x		D - s1 d2		
			D - s2 d2		
			D - s3 d2		
	x	E	EN ISO 11925-1		
		E - d2			
leichtentflammbar			F	B3	keine Prüfung

Europäische Klassifizierung
s= (smoke) s1 keine bzw. kaum Rauchentwicklung s2 mittlere Rauchentwicklung s3 starke Rauchentwicklung
d= (drop) d0 kein Abtropfen d1 begrenztes Abtropfen d2 starkes Abtropfen

# Lernfeld 4

## Erstellen eines Brandschutzschotts

Der **Feuerwiderstand** eines Bauteils gibt an, wie lange Feuer und das Ausbreiten von Feuer verhindert werden kann.

Das eingebaute Material, sowie der Feuerwiderstand des Bauteils zusammen müssen den Brandschutzanforderungen entsprechen, um das Ausbreiten von Feuer und Rauch zu verhindern. Es gibt unterschiedliche Vorschriften, Zulassungen, Prüfzeugnisse, die den Einbau von Brandschutzmaßnahmen vorgeben.

Feuerwiderstandsklasse Kurzbezeichnung	Funktionserhalt über	deutsche bauaufsichtliche Benennung
F30	30 Minuten	feuerhemmend
F60	60 Minuten	hochfeuerhemmend
F90	90 Minuten	feuerbeständig
F120	120 Minuten	hochfeuerbeständig
F180	180 Minuten	höchstfeuerbeständig

Zuerst sollte man sich informieren, was für Medien in einer Brandwanddurchführung abgeschottet werden soll. Danach kann man festlegen, ob der Brandschott gemäß der MLAR (Musterleitungsanlagenrichtlinie), nach einer bauaufsichtlicher Zulassung(Z), oder bauaufsichtliches Prüfzeugnis(P) eines Herstellers eingebaut werden kann.

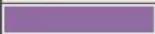
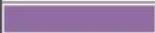
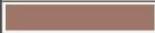
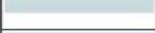
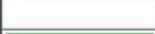
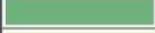
Zusätzlich müssen Brandschotts in Fluchtwegen gesondert beachtet werden, da dort nur **nichtbrennbare Baustoffe** verwendet werden dürfen. Ausnahmen nur nach Zustimmung im Einzelfall durch die Oberste Baubehörde (nur für Ausnahmefälle, für die es keine anderen Verwendbarkeitsnachweise gibt) (ZiE)



Fluchtweg oder nicht?  
Ein Blick in den Bauplan kann schnell für Klarheit sorgen.

## Lernfeld 4

### Erstellen eines Brandschutzschotts

Legende für Brandschutzpläne		
	violett	<b>BW</b> = Brandwand = REI-M 90
	violett	<b>BWEW</b> = Brandwandersatzwand und Wand in Bauart einer Brandwand = REI-M 90
	rot	<b>fb</b> = feuerbeständig = F 90-AB = (R)EI 90-wTnb
	orange	<b>hfh</b> = hochfeuerhemmend = F 60-BDnb = (R)EI 60-BDnb
	gelb	<b>fh</b> = feuerhemmend = F 30-B = (R)EI 30
	grau	<b>nb</b> = nichtbrennbar = Baustoffklasse A 1 oder A 2
	braun	<b>se</b> = schwerentflammbar = Baustoffklasse B 1
	leichtes blau	<b>Tür</b> mit bestimmten, jedoch nicht klassifizierten Anforderungen <b>D</b> =Dicht, <b>V</b> = Vollwandig, <b>S</b> = Selbstschließend, <b>N</b> = Nichtabschließbar
	hellblau	<b>RS</b> = Rauschutztür nach DIN 18095, <b>G</b> = Brandschutzverglasung (z.B. G 30, G 90)
	blau	<b>T 30 / T 90</b> = Feuerschutztür bzw. <b>F 30 / F 90</b> = Brandschutzverglasung
	blau	<b>Abschottung / Sicherung</b> mit klassifizierten Anforderungen (K-, L-, S-, I-, R 30, 60, 90)
	weiß	<b>Rettungswege</b>
	dunkelgrün	Notwendige Treppe, notwendiger Treppenraum und zugehöriger Ausgang ins Freie
	hellgrün	Notwendiger Flur, notwendiger (sicherer) Ausgang ins Freie

In den Bauplänen sind in der Regel die Bauteile nach ihrer Klassifizierung gekennzeichnet.

Quelle: Feuertrutz GmbH

### Abschottungsprinzip

In einem Gebäudemüssen Leitungsdurchführungen die gleiche Feuerwiderstandsdauer wie die durchdrungene Wand oder Decke aufweisen. Dies kann durch:

- „**A**“ **Abschottung**  
Die Rohrleitungen werden einzeln im Bereich der Durchführung abgeschottet.
- „**U**“ **Ummantelung**  
Feuerwiderstandsfähige Ummantelung der Leitung
- „**I**“ **Installationsschächte und -kanäle**  
Erstellung eines eigens für die Leitung vorgesehenen Brandabschnitt.  
(Installationsschacht)

Beurteile, ob diese Ausführung korrekt ist!



Quelle: Feuertrutz GmbH

## Lernfeld 4

### Erstellen eines Brandschutzschotts

#### Abschottungsarten

**Rohrabschottungen** bzw. Rohrummantelungen R30, R90 mit Verwendbarkeitsnachweis (abP oder abZ).

Auf den Verwendbarkeitsnachweis darf verzichtet werden (nach Erleichterung MLAR =

Musterleitungsanlagenrichtlinie), wenn die Rohrleitung:

- Aus nichtbrennbarem Material (ausgenommen Glas und Aluminium) besteht und einen Aussendurchmesser unter 160 mm aufweist.
- Für brennbare Rohre darf ein Durchmesser von 32 mm nicht überschritten werden.
- Die durchdrungene Wand oder Decke muss mind. 80 mm dick sein.
- Der Spalt zwischen Leitung und Bauteil muss mit Zementmörtel oder Beton vollständig verschlossen werden.
- Eine Dämmung der Durchführung ist alternativ mit nichtbrennbaren Dämmstoffen Schmelzpunkt  $> 1000^{\circ}\text{C}$  möglich. Dabei müssen die Abstandsregeln für Massiv- oder leichte Trennwände berücksichtigt werden.

**Faustregel:** Für Rohrabschottungen R ohne Dämmung und Kabelabschottungen S darf der lichte Abstand untereinander den größten eingebauten Durchmesser einer Leitung nicht unterschreiten.

Bei brennbaren Rohren das Fünffache der größten eingebauten Leitung. (siehe Skizze)

#### Weiterführende Dämmung

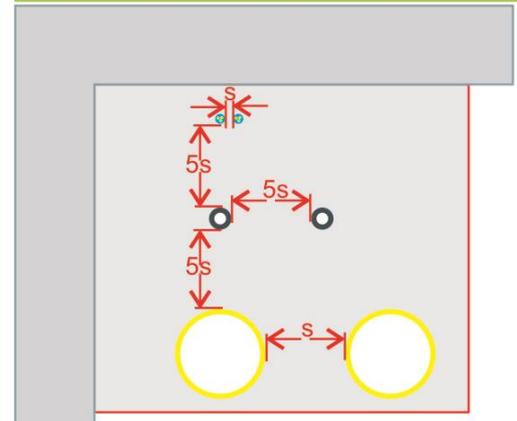
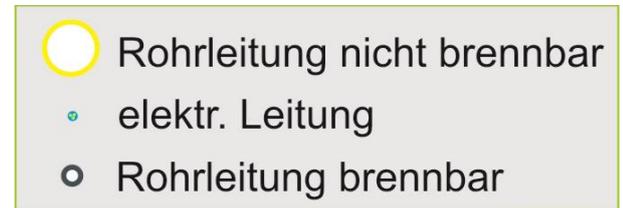
Die „**Weiterführende Dämmung**“ hat die Aufgabe eine Feuerübertragung durch Wärmeleitung auf der brandabgewandten Seite zu verhindern.

Würde man eine „Weiterführende Dämmung“ an Rohrschotts anbringen, verringern sich die einzuhaltenden Abstände bei nichtbrennbaren Rohren auf mind. 50 mm und bei brennbaren Rohren auf mind. 160 mm. (siehe Skizze)

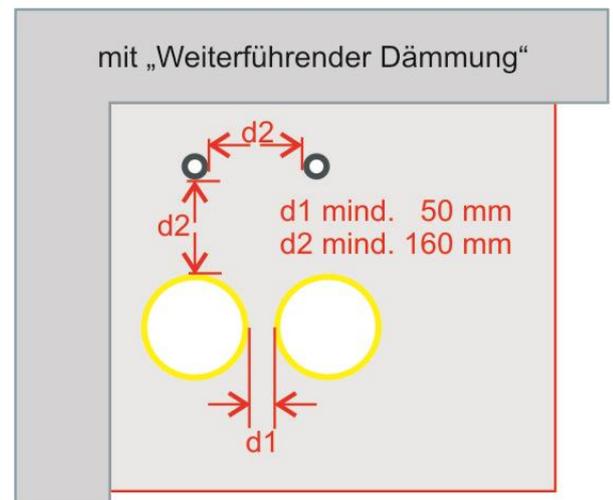
Dies ist in der Praxis am häufigsten vorkommend, da die Rohrleitungen in der Regel gedämmt werden müssen.

Sollten diese Abstände gemäß der Erleichterung nach MLAR nicht gegeben sein, Ist eine **Zulassung** (abZ) oder ein **Prüfzeugnis** (abP) erforderlich.

Diese werden vom jeweiligen Hersteller der Brandschottsyste me und Dämmstoffe zur Verfügung gestellt.



**s** im Verhältnis zum größtem nebeneinander liegendem Durchmesser



**Achtung !!!** Die Einbauvorschriften müssen unbedingt genau so eingehalten werden. Ansonsten ist der Brandschott nicht zulässig.

Abweichungen nur nach Zustimmung der obersten Brandschutzbehörde erlaubt.

## Lernfeld 4

### Erstellen eines Brandschutzschotts

Eine weiterführende Dämmung muß auch bei einer Abzweigung in beide Richtungen in geforderter Länge weitergeführt werden.



### *Was für ein Material ?*

Was für Material bei bestimmten Leitungsdurchführungen verwendet werden soll ist bei einer großen Angebotspalette gar nicht so einfach. Grundsätzlich sind nichtbrennbare Materialien mit abZ nach DIN 4102-4 einzusetzen. Dazu gehören z.B. Zementmörtel, Mineralfasern (Rohrschalen oder Platten), die im eingebauten Zustand ein Durchdringen von Feuer und Rauch verhindern.

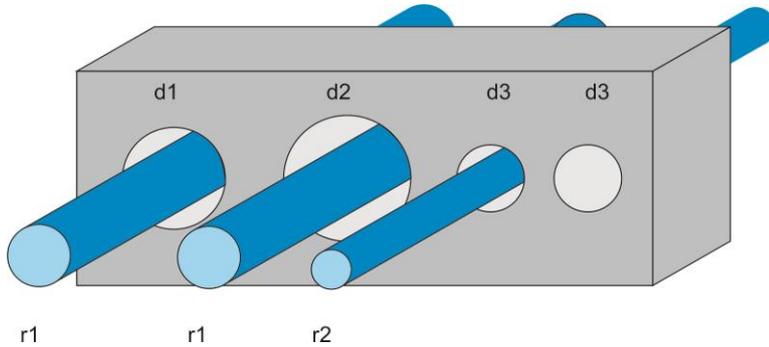
Eine Mineralfaser (Schmelzpunkt  $>1000^{\circ}\text{C}$ ) ist dafür geeignet, wenn im eingebauten Zustand ein Raumgewicht von mind.  $150\text{kg/m}^3$  erreicht wird. Ein **Zementmörtel** der Klasse **MG III** ist meistens ein zulässiger Brandschott. (Auch zulässig MG II und MG IIa)



# Lernfeld 4

## Erstellen eines Brandschutzschotts

**Aufgabe :**



Vorgegebene Durchmesser:

d1 = 180mm  
d2 = 220mm  
d3 = 100mm

r1 = 114mm  
r2 = 60mm

An einer Brandwand wurden Kernbohrungen für wasserführende nichtbrennbare Rohrleitungen erstellt. Nach der Verlegung der Rohre sollen die Restspalte mit loser Steinwolle gestopft werden. Die Wand hat eine Dicke von 240 mm. Eine Kernbohrung bleibt unbelegt, muss aber auch verschlossen werden.

Um die Stopfdichte von 150kg/m<sup>3</sup> einhalten zu können, muss man das Volumen der Ringspalte ermitteln. Als Hilfsmittel ist eine Waage vor Ort, um die ermittelte Menge abwiegen zu können.

Durchbruch 1:

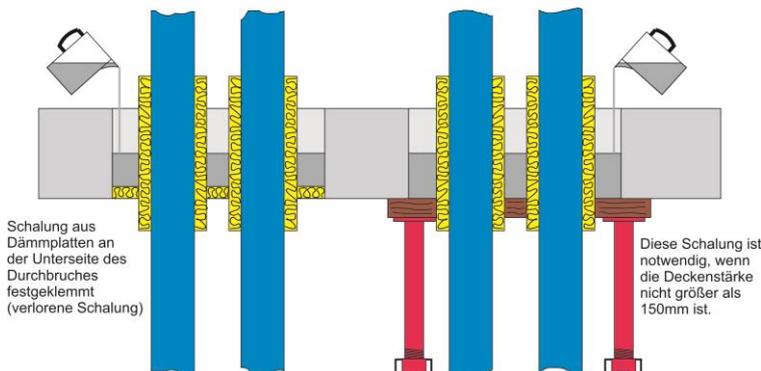
$$(0,09^2 \times \pi - 0,057^2 \times \pi) \times 0,24 = 0,003655\text{m}^3$$

$$150\text{kg/m}^3 \times 0,003655\text{m}^3 = 0,548 \text{ kg}$$

In Durchbruch 1 müssen 548 Gramm lose Steinwolle gestopft werden. Errechne die Menge für die anderen 3 Durchbrüche.

Welche Brandschottarten sind in diesem Fall auch zulässig?

Bei Leitungsdurchführungen an Decken empfiehlt sich das Abschotten mit Brandschutzmörtel, an dem man nach Anbringen einer Schalung an der Unterseite den Ringspalt mit einer zähflüssigen Mischung des Mörtels auffüllt.



Im Handel erhältliche lose Steinwolle



Vermörtelung von Brandwanddurchführungen  
Vorausgesetzt die Wandstärke ist mind. 100mm

## Lernfeld 4

### Erstellen eines Brandschutzschotts

#### **Weichschott**

Eine weitere Art ein Brandschott anzubringen, ist die Verwendung von Mineralfaserplatten  $>1000^{\circ}\text{C}$  mit einer zusätzlichen Beschichtung (Coating).

Dieser sich im Brandfall dämmschichtbildende Anstrich verringert für eine bestimmte Zeit die durch den Brand erhöhte Oberflächentemperatur.

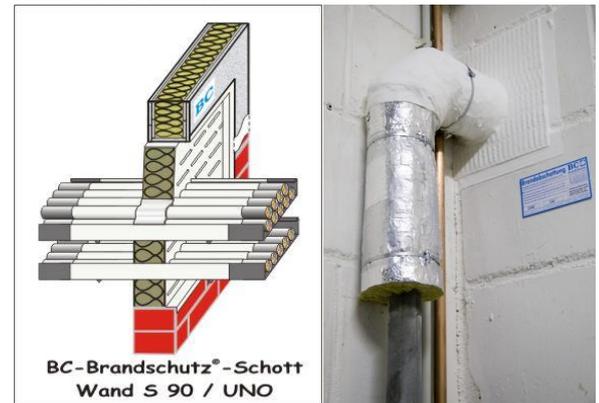
Auch hier ist darauf zu achten, dass wie bei der weiterführenden Dämmung, ein Anstrich an den Rohren bzw. Kabeln in einer Länge nach Herstellervorgaben durchzuführen ist.

Diese Weichschotts sind bei größeren Öffnungen vorteilhaft. Es muss keine Schalung angebracht werden, auch die Verarbeitung an leichten Trennwänden ist durch das geringere Gewicht einfach.

Aber auch hier sind die Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller unbedingt zu beachten.

Kann für Kabelschotts, Rohrschotts und auch beide Medien zugleich „**Kombischott**“ angewendet werden.

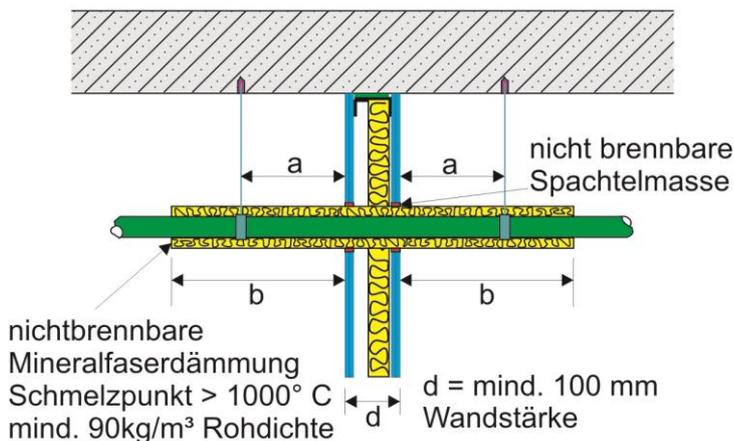
Bild unten: Die Leitungen sind mit dem Brandschutzanstrich auf ein vorgeschriebenes Maß bestrichen.



Quelle: BC Brandchemie

#### **Beispiel einer Rohrdurchführung:**

##### nichtbrennbares Rohr durch eine Trockenbauwand



Beachte den Abstand der Rohrhalter **a** und die weiterführende Dämmung **b** in den Zulassungen bzw. Prüfzeugnissen des Herstellers !!!

Eine dämmschichtbildende Spachtelmasse ist bei dieser Abschottung eine gute Wahl.

Die Laibungen der Dämmplatten mit dämmschichtbildenden Anstrich. Größere Spalte können mit gleichartiger Spachtelmasse verschlossen werden.



## Lernfeld 4

### Erstellen eines Brandschutzschotts

**Aufgabe:** Diese Wand ist im Plan mit W90 bezeichnet.

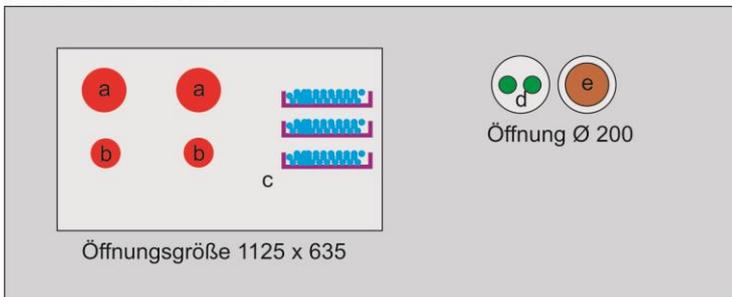
Welche Abschottungen wählst für die Bauteilöffnungen aus ? Informiere dich an den Prüfzeugnissen über die Vorschriften !

Was ist an den hindurchgeführten Leitungen zu tun?

Ermittle die Fläche der Öffnungen !

Informiere dich anhand des Prüfzeugnisses, ob es auch im Falle einer leichten Trennwand möglich ist das Schott zu erstellen, oder was an der Leichten Trennwand zusätzlich für Vorkehrungen getroffen werden müssen.

Mauerwerk d=115 mm



- a= Hzg DN125
- b= Hzg DN 80
- c= Kabelpritsche 30/500 3 Stk.
- d= KW DN 50 2 Stk.
- e= Abwasser SML DN150

**Stichworte, die für die Erstellung einer Abschottung in einem Prüfzeugnis oder Zulassung entscheidend sind:**

- **Größe Bauteilöffnung**
- **Massiv, oder leichte Bauweise**
- **Benachbarte Öffnung**
- **Identische Abschottung**
- **Fremde Abschottung**
- **Belegung**
- **Wandstärke**
- **Abstandsregeln**
- **Medium brennbar – nichtbrennbar**
- **Mischinstallationen**
- **Auswechslung**

Wähle für Aufgabe 2 eine abP/abZ eines dir bekannten Herstellers aus.

Beachte dabei o.g. Stichworte !

**Achtung!** Die freie Fläche der Abschottungen darf höchstens bis zu 60% mit Kabeln und Leitungen belegt sein.

Deckenschotts sind gegen Betreten abzusichern.

## Lernfeld 4

### Erstellen eines Brandschutzschotts

#### *Brennbare Rohre*

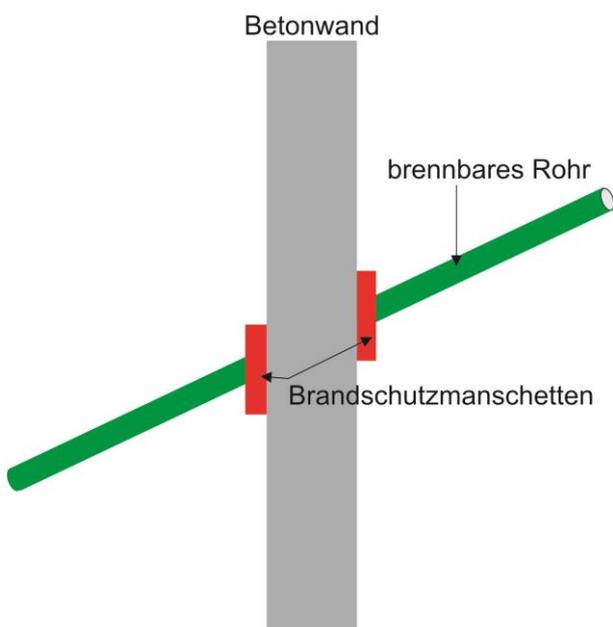
Bei Kunststoff- und Kunststoffverbundrohren gilt die Erleichterung nach MLAR nur bis zu einem Außendurchmesser von maximal 32 mm. Darüber ist ein Prüfzeugnis oder Zulassung erforderlich. Bei dieser Art von Rohrabschottung wird ein sogenannter Dämmschichtbildner eingesetzt, der während das Rohr schmilzt oder verbrennt, aufgrund Hitzeeinwirkung sein Volumen vergrößert, damit die entstandene Öffnung verschlossen, und eine Ausbreitung von Feuer und Rauch verhindert wird.

**Achtung:** Unbedingt Verwendbarkeitsnachweis und Montagerichtlinien des Herstellers beachten und einhalten!

#### **Aufgabe Brandschutzmanschette:**

Wähle ein Prüfzeugnis eines Herstellers.

1. Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein, um eine Brandschutzmanschette montieren zu können?
2. Was muss bei einer Montage an leichten Trennwänden beachtet werden.
3. Ist diese Ausführung (Abb. unten) zulässig?



Quelle: Feuertrutz GmbH

Ein mit durchgeführtes Kabel ist in diesem Fall erlaubt.



Quelle: Feuertrutz GmbH

## Lernfeld 4

### Erstellen eines Brandschutzschotts

Anstatt Brandschutzmanschetten an Rohrdurchführungen mit brennbaren Rohren, können auch aufschäumende Bandagen eingebaut werden.

Die Brandschutzbandagen können unter anderem auch bei schwer entflammaren Dämmstoffen eingesetzt werden. Dies hat den Vorteil, dass bei einer Kälte­dämmung keine Mineralfaser Baustoffklasse A im Bereich der Rohrdurchführung eingebaut werden muss.

#### Aufgabe:

Überprüfe anhand eines Verwendbarkeitsnachweises, welche Arten von Rohrdurchführungen mit Bandagen zulässig sind.

Erstelle mit Hilfe des Prüfzeugnisses eine Tabelle, bei der die Rohrwerkstoffe, Dämmstoffe, Bauteile und Rohrdurchmesser berücksichtigt sind.

#### *Kennzeichnung der Durchführungen*

Bei der Erstellung eines Brandschotts besteht eine gesetzliche Kennzeichnungs- und Dokumentationspflicht. (Übereinstimmungserklärung)

Auf einem am Schott angebrachten Kennzeichnungsschild müssen folgende Angaben dokumentiert sein:

- Hersteller der Abschottung,
- Bezeichnung der Abschottung
- Zulassungsnummer und Herstellungsjahr
- Unterscheidung nach Widerstandsdauer (F30-F90)
- Empfohlen bei mehreren Schotts eine durchlaufende Nummerierung

Ohne **Kennzeichnungsschild** ist es später nicht möglich eine Nachbelegung durchzuführen, da die Abschottungsart nicht bekannt ist.

Es muss das komplette Schott ausgebaut und erneuert werden.

Damit das Schott seine Zulassung nicht verliert, dürfen keine unterschiedliche Produkte kombiniert werden.

**In diesem Fall haftet der ausführende Monteur.**



Quelle: Feuertrutz GmbH

Was kann gemacht werden, wenn sich herausstellt, dass eine Rohrdurchführung durch eine Brandwand ohne ausreichende Brandschutzmaßnahme verschlossen wurde?

Beispiel eines Kennzeichnungsschildes für eine Abschottung mit Steinwollschale

<b>Conlit Rohrabschottung</b>	<b>ROCKWOOL</b> <small>DAHMT FERTIGT &amp; BEWIRT NICHT</small>
<input type="checkbox"/> R 90 ABP 3725/4130 für nicht brennbare Rohre	
<input type="checkbox"/> R 90 ABP 3726/4140 für brennbare Rohre	
<input type="checkbox"/> R 90 ABP 3940/2554 Conlit Pyrostat-Uni Massivbauteile	
<input type="checkbox"/> R 90 ABP 3941/2564 Conlit Pyrostat-Uni Metallständerwand	
<b>Hersteller (vor Ort) der Abschottung:</b>	
Firma: _____	
Monteur: _____	
Herstellungsjahr: _____	
<b>ABP-Inhaber:</b> Deutsche Rockwool Mineralwoll GmbH & Co. OHG www.rockwool.de	
<small>Diese Abschottung darf nicht beschädigt werden. Bei Belegungsänderung muss das Schott wieder zulassungsgerecht verschlossen werden.</small>	

**Lernfeld 4**

**Erstellen eines Brandschutzschotts**

Übungsaufgaben

A large grid of small squares, typical of graph paper, intended for writing answers to the exercises.

**Lernfeld 4**

**Erstellen eines Brandschutzschotts**

Übungsaufgaben

A large grid of dashed lines for writing answers, covering most of the page below the title.



# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKSB-Isoliererhandwerk**

## **3. Ausbildungsjahr**



# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKS<sub>B</sub>-Isoliererhandwerk**

## Lernfeld 3.1

Wärmeschutz  
Kälteschutz

Computergestützte Fertigung einer Ummantelung

Autor: Thomas Pitsch, Schwartmanns Maschinenbau GmbH



# Lernfeld: Computergestützte Fertigung

## Inhalte:

### 1 Einführung in das Lernfeld

Zur Herstellung von Blechummantelungen bedienen sich immer mehr Isolierunternehmen modernen Anlagen die im Vergleich zur manuellen Herstellung folgende Vorteile bieten:

- Automatische Berechnung von Abwicklungen nach Eingabe von Modellen und Parametern
- Automatisierter Schneidprozess mit dem Ergebnis von verarbeitungsfertigen Segmenten inklusive Verbindungslochern
- Speicherung von Auftragsdaten mit dem Ziel der Wiederholung im Rahmen von zum Beispiel Wiederholungen
- Statistikdaten zur Vor- und Nachkalkulation von Aufträgen

Somit ergeben sich in der Werkstatt grundsätzlich andere Arbeitsabläufe. Im Vergleich zur manuellen Abwicklung bei der vom Aufmaßblatt die benötigten Teile mittels Dreitafelprojektion und Mantellinienverfahren auf dem Blech mittels Reißnadel aufgerissen werden, gibt der Maschinenbediener bei einer computergesteuerten Fertigungsanlage lediglich das zu fertigende Teil ein und bestimmt die erforderlichen Parameter wie Umfang, Radius, Lage der Nähte etc. Nach Eingabe der Daten können die Teile in beliebiger Stückzahl gefertigt werden. Das computergestützte Fertigungsverfahren soll in den folgenden Kapiteln anschaulich dargestellt werden.

### 2 Maschinenübersicht

Bei einer computergestützten Fertigung kann sowohl vom Blechcoil (Rollen) als auch von Tafelware gearbeitet werden.

#### 2.1 Arbeiten vom Blechcoil

Die Arbeitsgänge Abcoilen, Richten und auf Wunsch Lochen werden von einer sogenannten Querteilanlage vorgenommen. Die erforderlichen Zuschnittsdaten kommen von der übergeordneten Schneidanlage auf der die Eingabesoftware installiert ist. Alternativ können Zuschnittsdaten auch direkt an der Querteilanlage eingegeben werden.



Multifunktionale Querteilanlage Typ ISO-CUT, Hersteller: Schwartmanns Maschinenbau

## Lernfeld: Computergestützte Fertigung

### 2.2 Arbeiten von Tafelware

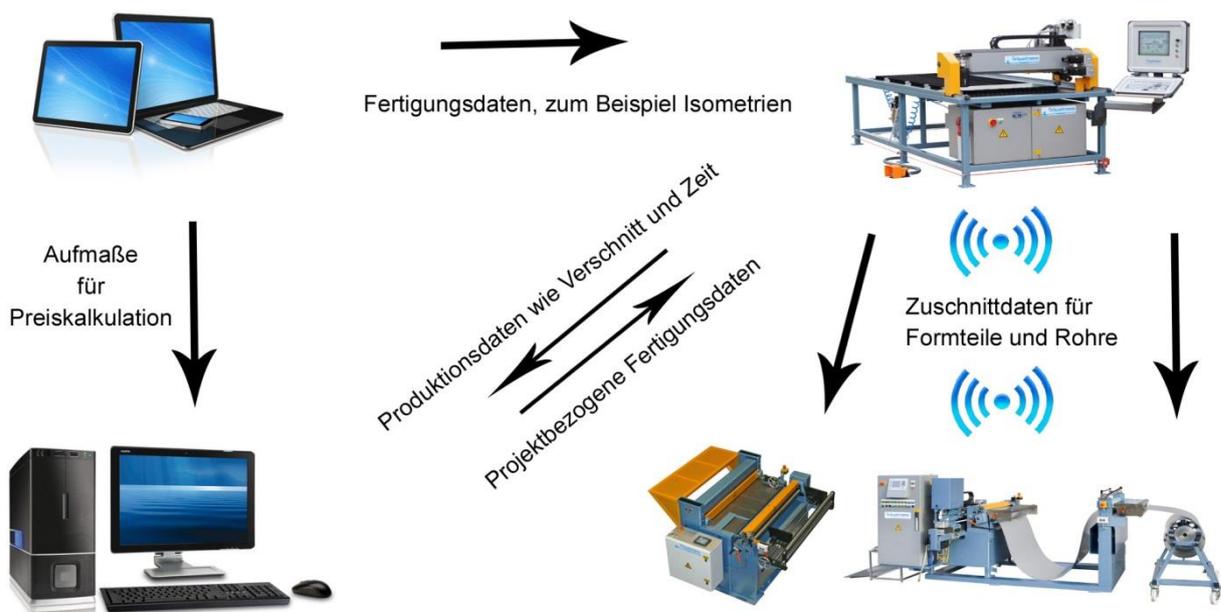
Alternativ zum Arbeiten mit Blechcoils können die Isolierbetriebe auch direkt von Tafelware arbeiten. Insbesondere einige spezielle Blechsorten sind nur als Tafelware erhältlich. Die einschlägigen Blechhandelshäuser bieten eine reichhaltige Auswahl an Tafelware an.

Die auf der Querteilanlage hergestellten Zuschnitte oder alternativ fertige Blechtafeln werden auf der computergestützten Schneidanlage eingelegt, um die erforderlichen Segmente auszuschneiden.



Universalschneidanlage Typ EFM-L, Hersteller: Schwartzmanns Maschinenbau

Um den Herstellungsprozess weitgehend zu automatisieren, arbeiten die beteiligten Anlagen vernetzt. Das bedeutet, dass die Anlagen über ein W-LAN (**Drahtlosnetzwerk**) miteinander verbunden sind und Informationen austauschen. Doppelangaben entfallen somit.



Systemdarstellung der verbundenen Anlagen

# Lernfeld: Computergestützte Fertigung

## 3 Branchensoftware

Die Branchensoftware zur Eingabe von Modellen wird in der Regel vom Hersteller der computergestützten Fertigungsanlagen geliefert. Die langjährig im Isoliermarkt tätigen Hersteller können heutzutage auf umfangreiche Softwarepakete verweisen, die nahezu alle benötigten Formen und Abwicklungen beinhalten. Eine Übersicht solch eines Softwarepaketes soll nun in Form einer Piktogrammübersicht dargestellt werden:

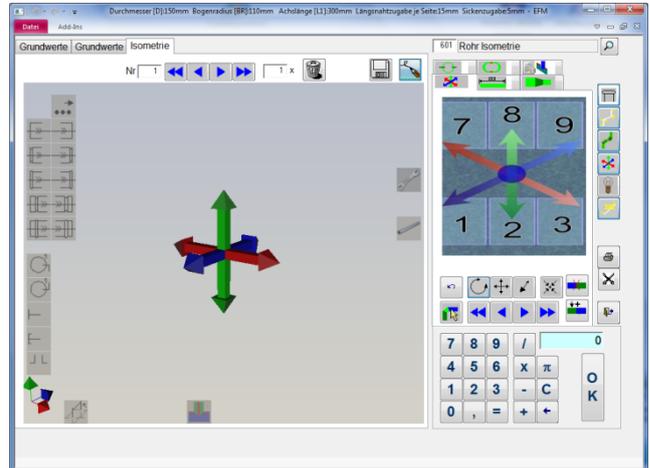
100	101	102	103	104	105	106	107	108	601
141	142	143	144	341	381	382	221	801	361
181	182	183	184	185	186	188	189	192	193
194	195	251	252	253	254	271	272	273	274
301	302	303	304	305	306	307	308	311	312
313	201	202	203	204	205	211	212	213	
214	215	220	450	441	442	443	700	800	
401	402	403	404	405	406	407	408	409	

## Lernfeld: Computergestützte Fertigung

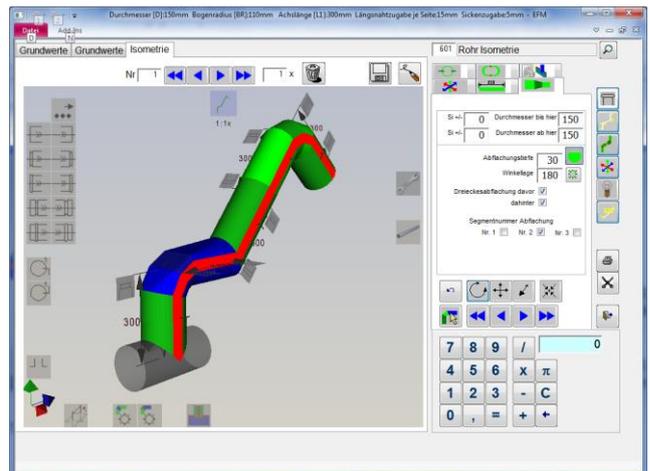
Die Branchensoftware ist datenbankgestützt und kann somit immer wieder kehrende Parameter automatisiert zur Verfügung stellen. Beispielsweise werden Zugaben für Überlappungen oder Sicken nur einmal Durchmesserabhängig erfasst. Die Software ermittelt dann vollautomatisch bei Eingabe von Teilen die nötigen Zugaben.

Exemplarisch soll nun die Eingabe eines isometrischen Rohrverlaufes dargestellt werden:

Durch Berühren der farbigen Pfeile kann der Nutzer ein Rohrleitungs-System konstruieren und anschließend sämtliche Parameter wie z.B. Achslängen, Sickenposition und Abflachungen verändern. Jede Änderung der Parameter wird unmittelbar sichtbar. So wird das fertige Produkt vor der Montage angezeigt und dadurch können Fehler bei der Eingabe vermieden werden.



Auch komplizierte Zusammenhänge sind schnell und übersichtlich erledigt. Die Grafik zeigt neben der Rohrgeometrie auch die Lage der Nähte und Achslängen an. Rohrteile, Rohrbögen, (Schräg) Stutzen, Konus, Abflachungen (mit/ohne Dreieck) und vieles mehr können miteinander kombiniert werden.

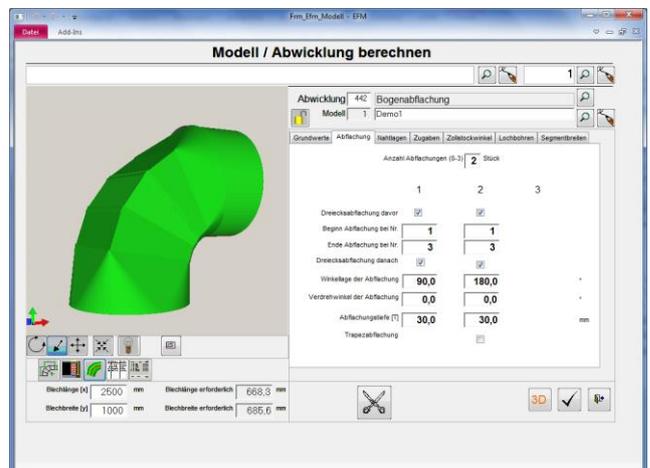


**Beispiel:**

Segmentbogen, 2 x abgeflacht.

1. Abflachung im Rücken trapezförmig,
2. Abflachung an der Seite mit Übergängen als Dreieck.

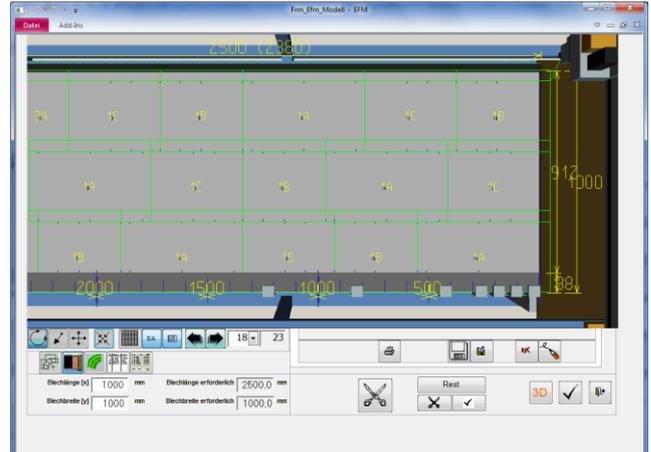
Die Abflachungen schneiden sich!





# Lernfeld: Computergestützte Fertigung

## Schnittvorschau der Kappenmäntel



## 4 Eingabe- und Ausgabegeräte

### 4.1 Eingabegeräte

Laptop / Tablet PC zur Datenerfassung auf der Baustelle (Aufmaßdaten werden unmittelbar in ein mobiles Endgerät eingegeben und per Datentransfer in die Werkstatt zur Schneidanlage oder in die Arbeitsvorbereitung Zwecks **Sortierung der Reihenfolge** der Aufträge gesendet).



Tischcomputer zur Datenerfassung in der Arbeitsvorbereitung. Hier können empfangene Daten einer Baustelle nachbearbeitet / **der Schneideablauf festgelegt**, oder komplette Aufmaßdaten erfasst werden.



Berührungsbildschirme mit angeschlossenem Steuerungsrechner zur Datenerfassung an der Maschine.



## Lernfeld: Computergestützte Fertigung

### 4.2 Ausgabegeräte

*Drucker zur Ausgabe von Auftragsdaten*

*Etikettendrucker zur Ausgabe von Barcodeetiketten (Nachverfolgung von Einzelteilen)*

Schwartmanns MASCHINENBAU	
Auftrag:	Position:
<b>Projekt1</b>	<b>1</b>
Bemerkung:	
<hr/>	
+	D
<b>B1</b>	<b>150</b>
A	T
<b>125</b>	<b>200</b>
<hr/>	
	L
	<b>380</b>

**Barcodeetikett**

*Beschriftungseinheit an der Universalzuschneidanlage zum Beschriften der ausgeschnittenen Segmente mit Positionsnummern, Hilfslinien für nachfolgende Arbeitsschritte (Sicken, Runden)*



## 5 Schnittstellen

### 5.1 Schnittstellen zur Produktivitätssteigerung

*Um computergestützte Fertigungsanlagen noch effektiver nutzen zu können, bieten die Hersteller verschiedene Schnittstellen an. So können zum Beispiel vorhandene CAD Zeichnungen von Bauteilen importiert werden. Weiterhin können Auftragsdaten aus vorhandenen Warenwirtschafts- oder Auftragssystemen übernommen werden. Dank umfangreicher Statistikfunktionen können Daten wie Schneidzeiten, Blechverbrauch und weitere Verbrauchsdaten zum Zwecke der Vor- und Nachkalkulation wiederum an Warenwirtschaftssysteme übergeben werden. Dank durchgängiger Systeme ist eine Datenübertragung zwischen verschiedenen Endgeräten möglich. Zum Beispiel können Aufmaßdaten zeitnah auf der Baustelle mit einem mobilen Endgerät erfasst und per UMTS / GPRS an die Arbeitsvorbereitung oder direkt an die Maschine in der Werkstatt übertragen werden. Zusätzliche Qualitätskontrollen (Vier Augen Prinzip) ohne Neueingabe sind somit möglich. Dies führt zu einer Geschwindigkeits- und Qualitätssteigerung.*

## Lernfeld: Computergestützte Fertigung

### 5.2 Schnittstellen zu Fernwartungszwecken

Da alle Anlagenteile über **die Möglichkeit des Anschlusses an das Internet** verfügen, ist eine Erreichung der Anlagen auf der ganzen Welt möglich. Mit Hilfe von Fernwartungssoftware können die Maschinennutzer einen zeitlich begrenzten Zugang zur Anlage durch den Hersteller erlauben. Somit ist sichergestellt, dass die Anlagen schnell erreicht werden können und eine erste Fehlerermittlung oder gar –Beseitigung erfolgen kann.

## 6 Verschnittoptimierung

Dank einer intelligenten Verschachtelung werden die auszuscheidenden Segmente bereits verschnittoptimiert auf die eingelegten Blechtafeln verteilt. Sollte es dennoch vorkommen, dass ein Reststück einer Blechtafel nicht genutzt werden kann, wird dieses Reststück mit einer Beschriftungseinheit (Option) mit einer fortlaufenden Nummer beschriftet. Bei zukünftigen Schneidaufträgen schlägt die Software selbständig die Nutzung von vorhandenen Restblechen vor. Somit kann der Blechabfall bis auf ein Minimum reduziert werden.

## 7 Achsensysteme, Nullpunkte

Beim mechanischen Aufbau der Anlagen unterscheidet man zwischen Anlagen, die das Blech bewegen und das Schneidaggregat fixiert ist und Anlagen bei denen das Blech fixiert wird und das Schneidaggregat durch das Blech fährt. Zum Ausschneiden der benötigten Teile sind grundsätzlich immer drei Achsen notwendig. Jeweils eine Achse in X und Y Richtung und eine weitere Achse, die das Schneidaggregat an sich dreht. Um die Schneidinformationen zuverlässig an das Schneidaggregat zu übertragen, ist es erforderlich, dass die Anlage einen sogenannten Nullpunkt kennt. Von hier aus werden alle Positions- und Schneidangaben an das Schneidaggregat und / oder die Beschriftungseinheit, Bohreinheit etc. übertragen.

## 8 Fertigungsoptimierung

Eine Fertigungsoptimierung im Zuge der Umstellung auf eine computergestützte Fertigung ist in mehreren Richtungen denkbar. Neben den schon angesprochenen Möglichkeiten, die Aufmaßdaten extern (entweder direkt auf der Baustelle oder an einem Arbeitsvorbereitungsarbeitsplatz) einzugeben, sollte sich jeder Isolierbetrieb mit seiner Ablauforganisation beschäftigen. Ein wichtiger Punkt im Bereich der Ablauforganisation ist der Materialfluß. Folgende Merkmale sollten hier beachtet werden:

- Zentrale Warenannahme von Blechcoils oder –tafeln und Lagermöglichkeit
- Möglichst kurze Wegstrecken von der Warenannahme zur computergestützten Fertigungsanlage (Querteilanlage oder Universalzuschneidanlage)
- Möglichst kurze Wegstrecken von der Universalzuschneidanlage zu den einzelnen Arbeitsplätzen, an denen nachfolgende Arbeitsgänge wie Sicken, Runden und der Zusammenbau der Teile stattfinden
- Grundsätzliche Werkstattorganisation (Werden nach dem Ausschneiden der Teile an jedem Arbeitsplatz alle Teile zusammengebaut, oder gibt es „Spezialisten“, zum Beispiel ein Mitarbeiter baut nur Kappen, ein Zweiter nur Bögen, ein Dritter nur Köpfe etc.)
- Sind alle Teile eines Auftrages zusammengebaut müssen diese Kommissioniert und auf die Baustelle verschickt werden. Auch hier ist es sinnvoll sich im Vorfeld Gedanken zu machen, wie dieser Arbeitsschritt organisiert sein soll, um unnötige Wegezeiten zu vermeiden.

# Lernfeld: Computergestützte Fertigung

## 9 Maschinenwartung

Mit einer Fertigungsanlage verhält es sich genauso wie mit einem Auto. Wird die Anlage gut gepflegt und die vorgeschriebenen Wartungen regelmäßig ausgeführt, erhöht sich die Lebensdauer und die Zuverlässigkeit. Das Ergebnis sind genaue Arbeitsergebnisse und eine höhere Produktivität. Die Hersteller unterscheiden zwischen Wartungsmaßnahmen die der Isolierbetrieb selber durchführen kann und Wartungen die vom Hersteller durchzuführen sind. Genau wie beim Auto erhält der Isolierbetrieb ein Wartungs- und Serviceheft, in dem die durchgeführten Tätigkeiten dokumentiert werden. Hier ein Beispiel über Maßnahmen, die vom Isolierer durchzuführen sind:

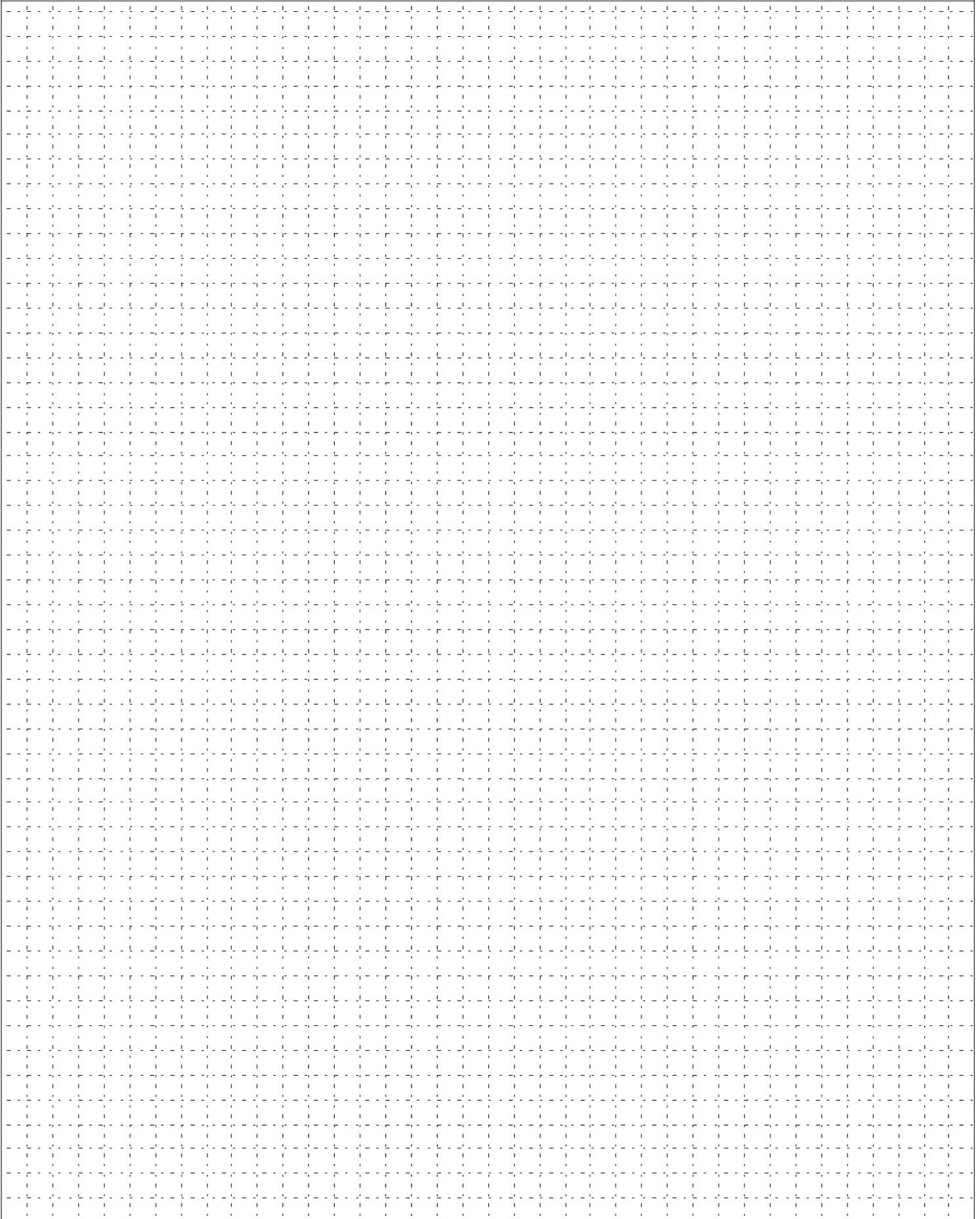
Abhängig von Betriebsstunden oder Alter der Anlage werden Wartungsmaßnahmen fällig, die vom Hersteller durchzuführen sind. Auch diese Maßnahmen werden in dem Serviceheft dokumentiert.

Schwartzmanns		Hans-Sachs-Straße 284a
EISCHLEPPMASCHINENFABRIK		D-50389 Wesseling
Wartungs- und Serviceplan		+49 2232 9492-00
Universalschneidanlage EFM-L1		Kundenname
[XXXXXX] m		[XXXXXX] m
<b>*Regelmäßige-Aufgaben:</b>		
Filtermatte Schaltschrank, c	1 m	2 m
Messerspaß 0,10mm / 0,15mm	1 m	2 m
Vorratsbehälter Schmiermittel	1 m	2 m
Referenzfolie c	1 m	2 m
Druckluft-Kondensatbehälter	1 m	2 m
Anlagenreinigung	5 m	10 m
Linearlagerstangen mit größtem Lappen reinigen	5 m	10 m
1. Scheren-Betriebs-Sollstunden	2. Werktag (5. Kalenderwoche)	
3. Scheren-Betriebs-Sollstunden	4. Optimal	
Kundenstige	Schwartzmanns-Anlagentechniker	
Seite - 3 - 1		

Schwartzmanns		Hans-Sachs-Straße 284a
EISCHLEPPMASCHINENFABRIK		D-50389 Wesseling
Wartungs- und Serviceplan		+49 2232 9492-00
Universalschneidanlage EFM-L1		Kundenname
[XXXXXX] m		[XXXXXX] m
Schere ausbauen, Getriebe abschleimern	80h	20h
Zahnriemenauflösung messen	240h	60h
Testschritte Diagonalschritte	240h	60h
Ölwanne Wartungseinheit nachfüllen	1000h	250h
*Inspektion A	1000h	250h
Spindeltrieb (Fetten, Spalte)		
Schere überholen ggf tauschen		
Achsen c-Achse		
Druckluft-Halteklappen prüfen / justieren		
Sensoren prüfen		
Datensicherung		
*Inspektion B	2000h	500h
Längszahnriemen wechseln und einmessen		
Portalmotoren Zahnriemenantrieb einstellen		
Transmissionsölle Antriebspiste		
Festlager-Spindeltrieb		
1. Scheren-Betriebs-Sollstunden	2. Werktag (5. Kalenderwoche)	
3. Scheren-Betriebs-Sollstunden	4. Optimal	
Kundenstige	Schwartzmanns-Anlagentechniker	
Seite - 11 - 1		

# Übungsaufgaben

A large grid of dashed lines for writing exercise tasks. The grid consists of 20 columns and 30 rows of small squares, providing a structured area for students to write their answers to the exercises.

*Übungsaufgaben*



# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKSB-Isoliererhandwerk**

## Lernfeld 3.2

### Wärmeschutz

#### Sanieren der Dämmung einer Fernwärmeleitung

Autor: Joachim Herzog, ABZ Bühl



## Lernfeld 2

### Sanieren der Dämmung einer Fernwärmeleitung

#### *Fernwärme*

Fernwärme ist der Transport thermischer Energie über wärmegegedämmte Rohrsysteme. Sie dient zur Versorgung von Gebäuden mit Heizung und Warmwasser. Erstmals wurde Fernwärme schon bei den Römern vor 2000 Jahren zur Erwärmung ihrer Thermalbäder und Fußbodenheizungen genutzt.

Ende des 19. Jahrhunderts war durch die Luftverschmutzung von Kohle und Asche, sowie erhöhter Brandgefahr in Ballungsgebieten eine Verringerung der Anzahl an Feuerstätten dringend geboten.

Gut geeignet für den Wärmetransport ist wegen der guten Wärmespeicherfähigkeit, Wasser. Anfangs wurde Wasser in Form von Dampf genutzt, das aber in heutiger Zeit wegen der Gefährlichkeit, von Heißwassernetzen ersetzt ist.

Heißwassernetze werden mit einer Vorlauftemperatur von 80°C bis 130°C bei bis zu 25 bar und kleineren Netzen von 80°C bis 90°C bis zu 10 bar betrieben und sind ein geschlossenes System, das über Wärmetauschanlagen beim Verbraucher übernommen wird. Für die Erzeugung werden Blockheizkraftwerke, Müllverbrennungsanlagen und Fernheizwerke mittels i.d.R. Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) genutzt.

*Fernwärmeleitung im Erdreich verlegt.  
Diese müssen mit einem Lecküberwachungssystem ausgestattet sein.*



*Beispiel einer im Freien verlegten Fernleitung.  
Hier muß die Wärmedämmung vor den Witterungsverhältnissen geschützt werden.*



Da Fernwärmeleitungen trotz Wärmedämmung einen Wärmeverlust aufweisen, beschränken sie sich in der Praxis auf eine maximale Länge von 10 km.

## Lernfeld 2

### Sanieren der Dämmung einer Fernwärmeleitung

Bei so großen Entfernungen müssen wegen der Längenausdehnung der Stahlrohre bei Temperaturschwankungen sog. U-Bögen (Dehnungsbögen), oder Kompensatoren eingebaut sein. Bewährt haben sich U-Bögen, da Kompensatoren oft aus anderem Material als die Fernwärmeleitung bestehen, und so Schäden durch Kontaktkorrosion entstehen kann.



### Dämmstoffe

Um die Auswahl der Dämmstoffe für Fernwärmeleitungen zu erleichtern, sollte man die Anforderungen an die Anlage, sowie die Eigenschaften der Dämmstoffe beachten.

Anforderung:

- Wärmeschutz
- Berührungsschutz
- Brandschutz
- Verhinderung von Kondensatabfall
- Verhinderung von Einfrierungen

Eigenschaft Dämmstoff:

- Temperaturbeständigkeit
- Niedrige Wärmeleitfähigkeit
- Druck-, und Bruchfestigkeit
- Gegen kurzzeitige Durchfeuchtung unempfindlich
- Feuerbeständigkeit mind. schwer entflammbar

Mineralfaserdämmstoffe als Schalen oder druckfeste Matten, PUR-Hartschaum werkseitig geschäumt finden hierzu häufige Anwendung.



## Lernfeld 2

### Sanieren der Dämmung einer Fernwärmeleitung

#### Ummantelung

Zum Schutz der Wärmedämmung haben sich Blechummantelungen bewährt, da sie mechanisch am besten belastbar sind, und die längste Haltbarkeit aufweisen. Die Auswahl der Werkstoffe ist auf den jeweiligen Einsatzort abzustimmen.

Arten der Blechummantelung:

- Verzinktes Stahlblech mit einer beidseitigen Zinkauflage von mind. 275g/m<sup>2</sup>
- Aluminiumblech
- speziell legiertes Aluminiumblech (Seewasserfest)
- Platabblech (folienbeschichtetes - schmelztauchveredeltes Stahlblech)
  - Typ T
  - Typ ZA
- V2A Bleche
- verbleite Stahlbleche

Blechart	Einsatzgebiet	Werkstoffsorte	Normen und andere Unterlagen
Stahlblech, verzinkt	bei schwacher atmosphärischer Belastung, beständig im alkalischen Bereich	DX 51 D	DIN EN 10346
Stahlblech, aluminisiert	wie Aluminiumblech Al 99,5	DX 51 D	Herstellerangaben
Stahlblech, AL-Zn-beschichtet	wie verzinktes Stahlblech, höhere Korrosionsbeständigkeit	DX 51 D	DIN EN 10346
Stahlblech, werkmäßig kunststoffbeschichtet (z.B. PVC, PVDF)	wie verzinktes Stahlblech mit Beschichtung, Oberflächentemperatur maximal siehe Herstellerangaben	DX 51 D	DIN EN 10346 Herstellerangaben
Stahlblech, nichtrostend, austenitisch	in schwach aggressiver Atmosphäre, Stadtatmosphäre	1.4301 1.4541	DIN EN 10088-3
	in saurer, alkalischer oder lösemittelhaltiger Atmosphäre	14.571	DIN EN 10028-7
Aluminiumblech	Medien im schwachen sauren Bereich, Meeresatmosphäre, Haustechnik	Al Mn1 Cu, EN AW 3003; Al Mn 0,5 Mg 0,5, EN AW 3105 Al Mg2 Mn 0,8, EN AW 5049; Al Mg3, EN AW 5745; Al Mn1 Mg 0,5, EN AW 3005	DIN EN 485-2 DIN EN 13195
	nicht seewasserbeständig	Al 99,5 EN AW 1050	DIN EN 12258-1 DIN EN 573-3

Abbildung DIN 4140 Tabelle 13

## Lernfeld 2

# Sanieren der Dämmung einer Fernwärmeleitung

### Planung und Vorbereitung

Zuerst sollte man sich vergewissern, wie die Leitung betrieben wird. Ist es eine gleitende, unterbrochene, oder wechselnde Betriebsweise.

Während man bei einer gleitenden Betriebsweise von immer gleichbleibenden Temperaturen ausgehen kann, kann bei einer unterbrochenen die Anlage sich auf die Umgebungstemperatur angleichen. Hier ist die Anwendungsgrenztemperatur der Dämmstoffe, sowie die Längenausdehnung der eingesetzten Materialien besonders zu berücksichtigen. Vor allem bei Anlagen mit wechselnder Betriebsweise.

Zusätzlich müssen äußere Einflüsse wie Witterung, mechanische Belastung (Vibrationen oder Trittbelastung), chemische Belastung (Umgebungsluft z.B. chlor-, oder salzhaltig) mit berücksichtigt werden.

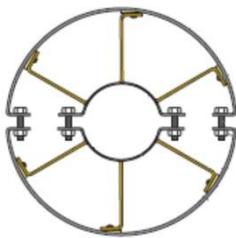
Grundsätzlich muß bei der Ermittlung der Dämmstärke die GEG berücksichtigt werden. Das heißt bei Heizleitungen im Freien die doppelte Dämmstärke. Da es möglich sein kann, das nicht ausreichend Platz für die erforderliche Dämmstärke vorhanden ist sollte die Dämmstärke so bemessen sein, daß eine Oberflächentemperatur von +60° C nicht überschritten wird.

Wartungsintensive Bereiche wie Armaturen sind mit abnehmbaren Kappen oder Hauben auszurüsten um laufende Inspektionsarbeiten nicht unnötig zu erschweren.

### Aufbau

Dämmkonstruktionen im Freien sind aufgrund der Witterungsverhältnisse sehr starken Temperaturschwankungen und hoher Luftfeuchtigkeit ausgesetzt, so daß auf der Innenseite des Oberflächenschutzes mit Kondensatbildung zu rechnen ist. Dagegen muß ein Luftspalt zwischen Dämmung und Ummantelung von mindestens 15 mm und Bohrungen auf der Unterseite von mindestens 10 mm vorhanden sein. Abstand der Bohrungen maximal 300 mm. Somit ist ein Abfließen des Kondenswassers gewährleistet.

Bei Dämmstoffen wie Drahtnetzmatte und Rohrschalen mit einer Rohdichte unter 75 kg/m<sup>3</sup> sind Abstandhalter anzubringen, um die Formstabilität zu erhalten.



handelsüblicher Abstandhalter vorgefertigt



formstabile Abstandhalter aus Mineralwolle mit hoher Rohdichte



Abstandhalter mit Omegastegen gegen Vibrationen



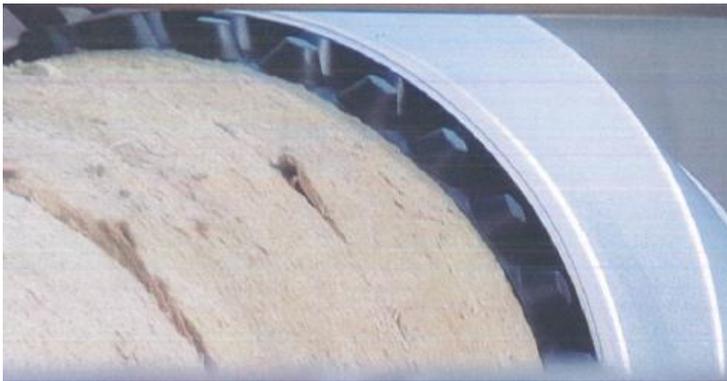
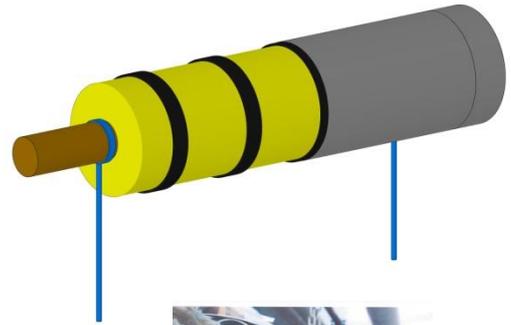
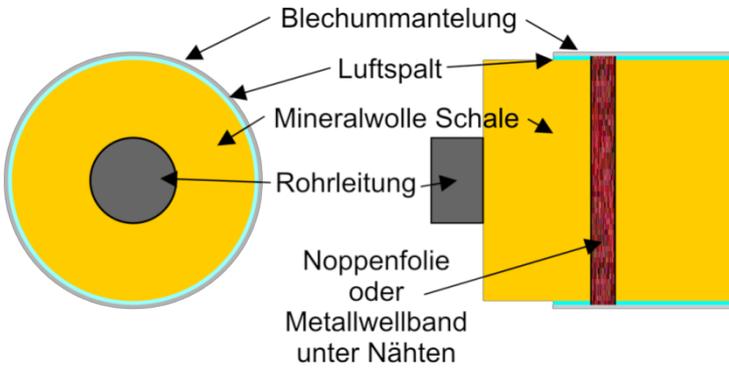
Anbringen der Abstandhalter bei Drahtnetzmatte erforderlich.

# Lernfeld 2

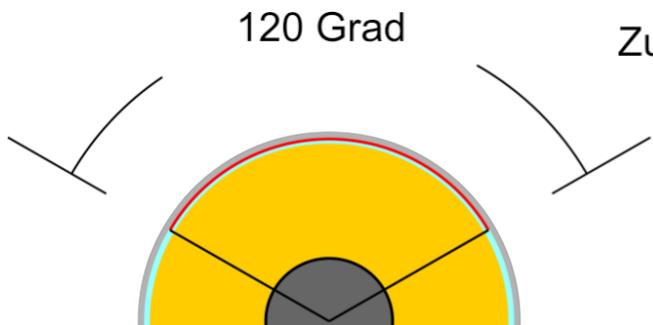
## Sanieren der Dämmung einer Fernwärmeleitung

Bei Mineralwolle Schalen mit hoher Rohdichte und Druckfesten Lamellenmatten kann auf Abstandhalter verzichtet werden.

Einen Luftspalt zwischen der Ummantelung und der Dämmung erreicht man durch Montage einer Noppenfolie oder Metallwellband.



Bei begehbaren Oberflächen sollte eine zusätzliche Maßnahme auf der Oberseite angebracht werden. Dies ist mit einem zusätzlichen starken Blech möglich.



Zusätzliches Blech zur Versteifung an Überlappung durchgesetzt



## Lernfeld 2

### Sanieren der Dämmung einer Fernwärmeleitung

#### *Korrosionsschutz*



Durch mangelnden Korrosionsschutz verringert sich die Lebensdauer einer Fernwärmeleitung enorm. Bei Stillstand der Anlage können hohe wirtschaftliche Einbußen entstehen.

Um dies zu vermeiden sollte die Rohrleitung unter bestimmten Bedingungen mit einem Korrosionsschutz versehen sein. Das Dämmsystem hat mit seinem Aufbau keinerlei korrosionsschützende Wirkung. Beides muß separat berücksichtigt werden.

Nach DIN 4140 sollten folgende Vorgaben beachtet werden.

- Bei unlegiertem oder niedrig legiertem Stahl ist ein Korrosionsschutz notwendig, wenn die Betriebstemperatur unter  $+120^{\circ}\text{C}$  liegt. Bei Kälte­dämmung ist dies grundsätzlich aufzutragen.
- Nichtrostende austenitische Stähle benötigen keinen Korrosionsschutz, wenn eine Betriebstemperatur (auch kurzzeitig) von  $+50^{\circ}\text{C}$  niemals überschritten wird.
- Die Oberfläche der Rohrleitung sollte vor Aufbringen des mehrschichtigen Korrosionsschutzes fett-, staub- und säurefrei sein. Die Oberfläche muß zur besseren Haftung der Grundbeschichtung aufgeraut sein.
- Kontaktkorrosion durch unterschiedliche Metalle muß vermieden werden. Besonders in Zusammenhang mit Feuchtigkeit.
- Grundierungen dürfen nicht mit Rollen aufgetragen werden.



## Lernfeld 2

### Sanieren der Dämmung einer Fernwärmeleitung

Tabelle 2 — Kontaktkorrosion bei Metallpaarungen

Betrachteter Werkstoff		Partnerwerkstoff					
Metall	Flächenanteil im Verhältnis zum Partnerwerkstoff	Zink	Aluminium	Stahl ferritisch	Blei	Stahl austenitisch	Kupfer
Zink	klein	—	M	M	S	S	S
	groß	—	G	G	G	G	G
Aluminium	klein	G	—	G	S	S	S
	groß	G	—	G	M	G	S
Stahl ferritisch	klein	G	G	—	S	S	S
	groß	G	G	—	G	G	G
Blei	klein	G	G	G	—	S	S
	groß	G	G	G	—	M	M
Stahl austenitisch	klein	G	G	G	G	—	M
	groß	G	G	G	G	—	G
Kupfer	klein	G	G	G	G	G	—
	groß	G	G	G	G	G	—

G Geringe oder keine Korrosion am betrachteten Werkstoff  
M Mäßige Korrosion am betrachteten Werkstoff, z. B. in sehr feuchter Atmosphäre  
S Starke Kontaktkorrosion am betrachteten Werkstoff

ANMERKUNG Die Tabelle 2 bezeichnet die Korrosion des „betrachteten Werkstoffs“, nicht diejenige des „Partnerwerkstoffs“. „Klein“ bedeutet: „kleinflächig im Verhältnis zum Partnerwerkstoff“; „groß“ bedeutet: „großflächig im Verhältnis zum Partnerwerkstoff“.

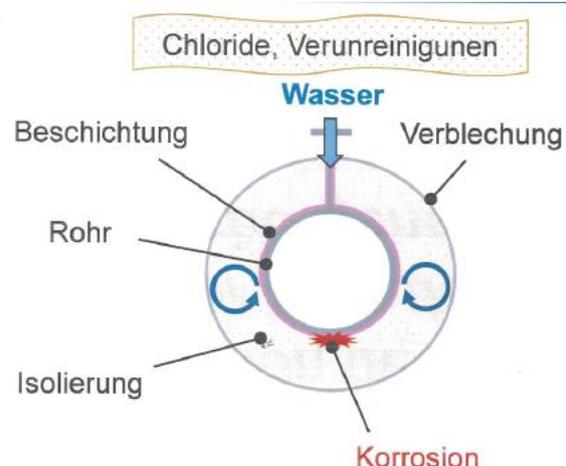
BEISPIEL 1 Betrachteter Werkstoff verzinkte Schraube in Partnerwerkstoff Ummantelung aus austenitischem Stahl: Zeile „Zink klein“: „S“ – starke Korrosion der Schraube.

BEISPIEL 2 Betrachteter Werkstoff Ummantelung aus austenitischem Stahl wird mit Partnerwerkstoff verzinkte Schraube verschraubt: Zeile „Stahl austenitisch groß“: „G“ – der korrosive Angriff auf den austenitischen Stahl ist gering.

Aus DIN 4140

### Wie entsteht Korrosion?

- Wasser dringt mit Verunreinigungen ein
- Dämmung durchfeuchtet
- Rohrleitung hat Kontakt mit feuchter Dämmung
- Abwechselndes Verdampfen und Kondensieren
- Erhöhung der Verunreinigung am Rohr
- Feuchtigkeit diffundiert unter die Beschichtung
- Korrosionsschutz blättert kontinuierlich im Verborgenen ab



## Lernfeld 2

### Sanieren der Dämmung einer Fernwärmeleitung

#### *Wann verändern sich Rohrlängen?*

Mit zunehmendem Temperaturanstieg der durchströmenden Flüssigkeit ...

Rohrleitungen wie Heizungs- oder Warmwasserleitungen, die sich während des Betriebes einer haustechnischen Anlage erwärmen und wieder abkühlen, dehnen sich je nach Werkstoff unterschiedlich aus. Kälteleitungen dagegen können um eine bestimmte Länge schrumpfen.

Wie groß die jeweilige Längenänderung sein kann, bestimmen

... dehnt sich das Rohr aus.

- die Leitungslänge,
- der Ausdehnungskoeffizient des Rohrmaterials und
- die zu erwartende Temperaturdifferenz.

Es empfiehlt sich bei Berechnung der Längenveränderung, die Temperaturdifferenz nicht nur normaler Betriebstemperaturen, sondern maximal möglicher – wie etwa bei einem Störfall – zu berücksichtigen. Auch spielt die Einbautemperatur eine Rolle. Wird zum Beispiel an einem heißen Sommertag im Deckenbereich einer Lagerhalle eine Leitung installiert, können dort hohe Temperaturen auftreten.

► Die am höchsten zu erwartende Temperaturdifferenz berücksichtigen.

Zur Berechnung der Längenveränderung der Rohrleitung dient die Formel:

$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T \text{ [mm]}$$

$\Delta L$  = max. Längenänderung des Rohres [mm]

$L$  = Länge der Rohrleitung [m]

$\alpha$  = Ausdehnungskoeffizient [mm/(m × K)] (s. „Ausdehnungskoeffizient“)

$\Delta T$  = max. Temperaturunterschied [K]

#### **Erwartete Längenänderung – Berechnungsbeispiel 1**

Rohrmaterial: Stahl

Rohrlänge: 200 Meter

$T_{\min} = +55^\circ \text{ C}$

$T_{\max} = +80^\circ \text{ C}$

Einbautemperatur ( $T_{\text{Einbau}}$ ):  $+10^\circ \text{ C}$

$$\Delta T = T_{\max} - T_{\text{Einbau}}$$

$$\Delta T = 80^\circ \text{ C} - 10^\circ \text{ C}$$

$$\Delta T = \underline{70\text{K}}$$

$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T \text{ [mm]}$$

$$\Delta L = 200 \text{ m} \times 0,012 \text{ mm / m} \times \text{K} \times 70\text{K}$$

$$\Delta L = \underline{\underline{168,0 \text{ mm}}}$$

**Mögliche Längenausdehnung des Rohres: 168 Millimeter**

## Lernfeld 2

### Sanieren der Dämmung einer Fernwärmeleitung

#### *Gesundheitsschutz*

Vor Aufnahme der Tätigkeiten ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Es gilt zunächst festzustellen, ob die Beschäftigten Tätigkeiten durchführen, bei denen als krebserzeugend eingestufte Faserstäube freigesetzt werden können.

Unterscheidung zwischen Mineralwolle und alter Mineralwolle.

Für alte Mineralwollen gilt seit Juni 2000 das Herstellungs- und Verwendungsverbot nach Anhang IV Nr. 22 Gefahrstoffverordnung. Bei Mineralwolle die vor 1996 eingebaute wurde, ist davon auszugehen, dass es sich um alte Mineralwolle im Sinne dieser TRGS handelt. Die aus alter Mineralwolle freigesetzten Faserstäube sind als krebserzeugend zu bewerten. Die etwa seit 1996 hergestellten Mineralwollen aus künstlichen Mineralfasern, die die Freizeichnungskriterien des Anhangs IV Nr. 22 der Gefahrstoffverordnung erfüllen, bezeichnet man als neue Mineralwollen.

Wegen des Verwendungsverbotes dürfen auch ausgebaute alte Mineralwolle-Dämmstoffe grundsätzlich nicht wieder eingebaut werden. Ausgenommen von dem Verbot der Remontage (Wiedereinbau) sind lediglich im Rahmen von Instandhaltungsarbeiten demontierte alte Mineralwolle-Dämmstoffe, wenn dabei keine oder nur eine geringe Freisetzung von Faserstaub zu erwarten ist.

Im Umgang mit alten Mineralwollen muß in 3 Expositionskategorien unterschieden werden. Diese werden durch Messungen der Faserstaubkonzentration ermittelt.

- Expositions-kategorie 1        unter 50.000 Fasern/m<sup>3</sup>
- Expositions-kategorie 2        zwischen 50.000 und 250.000 Fasern/m<sup>3</sup>
- Expositions-kategorie 3        über 250.000 Fasern/m<sup>3</sup>

Daraus resultieren folgende Schutzmaßnahmen:

#### **Maßnahmen für Expositions-kategorie 1**

(1) Die Grundschutzmaßnahmen (§ 8 GefStoffV und TRGS 500) sind bei Tätigkeiten der Expositions-kategorie 1 grundsätzlich zu treffen. Durch die Umsetzung dieser allgemein geltenden Mindeststandards wird auch ein Schutz vor mechanischer Reizung von Augen, Haut und Schleimhäuten durch dicke Fasern gewährleistet.

(2) Tätigkeiten mit alter Mineralwolle an örtlich und zeitlich veränderlichen Arbeits-plätzen (z.B. Baustellen) sind einmalig unternehmensbezogen baustellenunabhängig in das Gefahrstoffverzeichnis des Betriebes aufzunehmen.

(3) Das Arbeitsverfahren ist nach dem Stand der Technik so auszuwählen, dass möglichst wenig Faserstaub freigesetzt wird, z.B. zerstörungsfreier Ausbau, Industriestaubsauger.

(4) Ausgebautes Material darf nicht geworfen werden.

(5) Das Aufwirbeln von Staub ist zu vermeiden. Der Arbeitsplatz muss regelmäßig gereinigt werden.

(6) Anfallende Stäube und Staubablagerungen nicht mit Druckluft abblasen oder trocken kehren, sondern mit Industriestaubsaugern (Kategorie M) aufnehmen bzw. Feuchtreinigung.

(7) Abfälle sind am Entstehungsort möglichst staubdicht zu verpacken, ggf. zu befeuchten und zu kennzeichnen. Für den Transport sind geschlossene Behältnisse (z.B. Tonnen, reißfeste Säcke, Big-Bags) zu verwenden.

(8) Für die Festlegung des zulässigen Entsorgungsweges müssen Abfälle den Abfallarten des Europäischen Abfallkataloges (EAK) zugeordnet werden. Gemäß der nationalen Abfallverzeichnisverordnung (AVV) haben Abfälle aus alter Mineralwolle die Abfallschlüsselnummer 170603\*.

## Lernfeld 2

### Sanieren der Dämmung einer Fernwärmeleitung

(9) In den einzelnen Bundesländern gelten für die Entsorgung landesspezifische Regelungen. Die ordnungsgemäße Entsorgung muss daher bei der örtlich und fachlich zuständigen Behörde erfragt werden.

(10) Die Beschäftigten sollten bei den Tätigkeiten locker sitzende Arbeitskleidung und Schutzhandschuhe aus Leder oder nitrilbeschichtete Baumwollhandschuhe tragen. Bei empfindlicher Haut sollten nach der Arbeit Hautpflegemittel benutzt werden.

(11) Die Beschäftigten sind anhand der Betriebsanweisung über die Gefahren, Verhaltensregeln und Schutzmaßnahmen bei den Tätigkeiten zu unterweisen.

#### Maßnahmen für Expositions-kategorie 2

(1) Es sind alle Maßnahmen der Expositions-kategorie 1 durchzuführen. Darüber hinaus sind folgende Maßnahmen erforderlich.

(2) Kann das Freiwerden von Faserstäuben nicht verhindert werden, müssen sie an der Austritts- oder Entstehungsstelle durch Lüftungstechnische Maßnahmen (z.B. Industriesauger) vollständig erfasst und entsorgt werden, soweit dies möglich ist.

(3) Für Reinigungsarbeiten müssen geeignete Staubsauger (mindestens der Staubklasse M5) verwendet oder Feuchtreinigerungsverfahren eingesetzt werden.

(4) Es wird empfohlen auf Wunsch der Beschäftigten persönliche Schutzausrüstung (Atemschutz, Schutzbrille) zur Verfügung zu stellen.

(5) In Arbeitsbereiche, in denen Tätigkeiten mit als krebserzeugend eingestuft Faserstäuben der Kategorie 2 durchgeführt werden, darf dort abgesaugte Luft nicht zurückgeführt werden. Abweichend von Satz 1 darf die in einem Arbeitsbereich ab-gesaugte Luft dorthin zurückgeführt werden, wenn sie unter Anwendung behördlicher oder berufsgenossenschaftlich anerkannter Verfahren oder Geräte ausreichend von solchen Stoffen gereinigt ist. Die Luft muss dann so geführt oder gereinigt werden, dass diese Faserstäube nicht in die Atemluft anderer Beschäftigter gelangen. Die luft-technischen Anlagen und insbesondere die Abscheideanlagen sind regelmäßig in-standzuhalten. Dies setzt die

1. tägliche Inspektion,

2. monatliche Wartung und

3. jährliche Hauptuntersuchung

und bei Bedarf die Instandsetzung voraus. Über die Instandhaltungsarbeiten sind schriftliche Aufzeichnungen zu führen und der Überwachungsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

(6) Durch organisatorische Schutzmaßnahmen ist die Anzahl der exponierten Personen auf ein Minimum zu reduzieren. Zu den Arbeitsbereichen dürfen nur diese Personen Zugang haben. Die Arbeitsbereiche müssen gekennzeichnet werden.

(7) Die Ausbreitung von Stäuben auf andere Arbeitsbereiche ist so weit wie möglich zu verhindern.

(8) Schwer zu reinigende Gegenstände oder Einrichtungen (z.B. Teppichböden, Heizkörper) sollten abgedeckt werden.

(9) Für die Beschäftigten ist eine Waschelegenheit vorzusehen.

(10) Den Beschäftigten ist eine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung anzubieten.

## Lernfeld 2

### Sanieren der Dämmung einer Fernwärmeleitung

#### 4.3 Maßnahmen für Expositions-kategorie 3

(1) Es sind alle Maßnahmen der Expositions-kategorien 1 und 2 durchzuführen. Darüber hinaus sind folgende Maßnahmen erforderlich.

(2) Der Arbeitgeber hat den Beschäftigten persönliche Schutzausrüstung (PSA) zur Verfügung zu stellen. Als Atemschutz sind Halbmasken mit P2-Filter oder partikelfiltrierende Halbmasken FFP2 oder Filtergeräte mit Gebläse TM 1P geeignet. Bei Überkopfarbeiten sind auch Schutzbrillen zur Verfügung zu stellen.

(3) Die Beschäftigten sind beim Tragen von Atemschutz arbeitsmedizinisch (z.B. nach G 26 „Atemschutzgeräte“) zu untersuchen.

(4) Den Beschäftigten ist ein atmungsaktiver Schutzanzug Typ 5 (DIN EN ISO 13982) zur Verfügung zu stellen. Nach der Benutzung sind die Schutzanzüge in dichtverschließbaren Behältern zu sammeln. Der Arbeitgeber hat die Reinigung oder Entsorgung der Schutzkleidung zu organisieren.

(5) Die zur Verfügung gestellte persönliche Schutzausrüstung ist von den Beschäftigten zu benutzen. Die Tragezeitbegrenzung für persönliche Schutzausrüstung gemäß der BGR 190 ist zu berücksichtigen.

(6) Es müssen getrennte Aufbewahrungsmöglichkeiten für Straßen- und Arbeits-kleidung zur Verfügung stehen.

Auch bei Einhaltung der Faserstaubkonzentration am Arbeitsplatz unter 50.000 Fasern/m<sup>3</sup> kann nach derzeitigem Stand der Wissenschaft ein Krebsrisiko nicht ausgeschlossen werden. Weitergehende Maßnahmen zur Minimierung der Faserstaubkonzentration sind daher anzustreben.

**Lernfeld 2**

**Sanieren der Dämmung einer Fernwärmeleitung**

Übungsaufgaben

A large grid of dashed lines for writing exercises, occupying the majority of the page below the title.

**Lernfeld 2**

**Sanieren der Dämmung einer Fernwärmeleitung**

Übungsaufgaben

A large rectangular area filled with a grid of dashed lines, intended for students to write their answers to the exercises.



# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKSB-Isoliererhandwerk**

Lernfeld 3.3

Kälteschutz

Ausbauen eines Kühlraumes

Autor: Joachim Herzog, ABZ Bühl



## Lernfeld 3

### Ausbauen eines Kühlraumes

#### *Die Geschichte des Kühlraumbaus*

Ein Erfolgskonzept in der Evolutionsgeschichte des Menschen ist, das Bestreben sich Lebensmittelvorräte für längere Zeiträume anzulegen.

Dies wurde entweder durch Haltbarmachung (Räuchern, Salzen), oder durch Aufbewahrung der Lebensmittel in kühler Umgebung erreicht.

Erst seit Anfang des 18. Jahrhunderts begann man Bauten speziell für die Kühlung von Lebensmitteln zu errichten. Diese sogenannten Eiskeller wurden aber vorerst nur von der wohlhabenden Bevölkerung erbaut und betrieben. Deshalb kann man diese ersten Kühlräume überwiegend im Bereich von Gutshäusern und Schlössern bewundern.

Tatsächlich war auch die allgemeine Bevölkerung im Mittelalter in der Lage Lebensmittel zu kühlen, indem sie kleine Kammern über Brunnen mit fließendem Quellwasser bauten.



Aufbewahrung von Milchprodukten in einem Landwirtschaftlichen Haushalt.

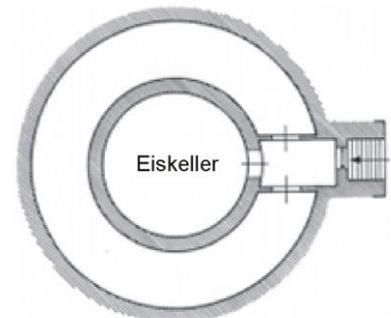
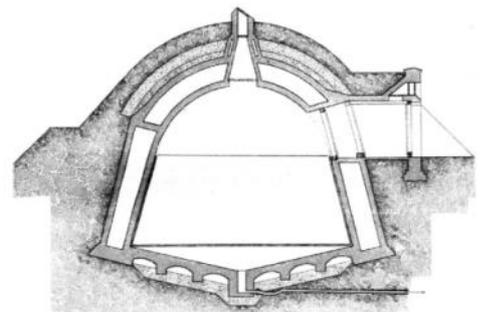
Die Verwendung von Kühlräumen steigerte sich mit der Industrialisierung. Brauereien, Paraffin- und Spiritusherstellung, Milchwirtschaft und Schlachtereien waren unter anderen die Hauptabnehmer der Eislieferungen.

Zell am See belieferte pro Jahr mit ca. 1900 Waggonladungen Eis nach Deutschland, wovon ca. 180 Waggon für eine Brauerei vorgesehen war.

Die Kühlräume wurden mit der Zeit effektiver konstruiert, da die Eisgewinnung und Belieferung sehr aufwendig war.

Als um 1870 die ersten Kältemaschinen erfunden und eingebaut wurden, waren die Eislieferungen nicht mehr nötig.

Die Kühlräume jedoch sind bis heute nach wie vor nicht aus unserem Alltag wegzudenken. Das Wissen über die Bauweise und deren Problematik mit dem Feuchteschutz haben sich immer weiter verbessert.



Der Eiskeller wie er Anfang des 18. Jh konstruiert wurde.

# Lernfeld 3

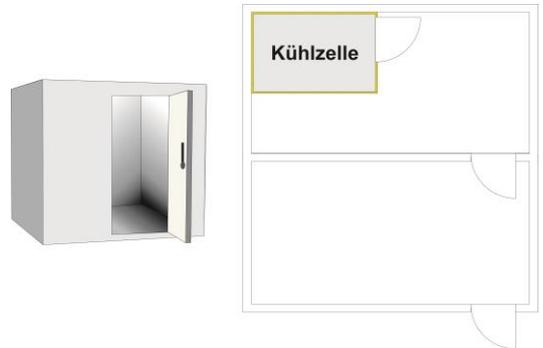
## Ausbauen eines Kühlraumes

### Kühlräume heute

Ein „begehbarer Kühlraum“ ist eine Kühleinrichtung für die Lagerung gekühlter und/oder gefrorener Lebensmittel oder anderer verderblicher Gegenstände, die durch mindestens eine Tür betreten werden kann und groß genug ist, damit ein Mensch hineingehen kann. Dies schließt alle begehbaren Kühlräume mit einem Bruttofassungsvermögen unter 400 m<sup>3</sup> ein.

Man unterscheidet heutzutage zwischen Kühlzellen, Kühlräume und Kühlhäuser. Wobei auch hier zwischen Kühlung von + 4°C bis -18°C und Tiefkühlung von -18°C und -40°C unterschieden wird.

Kühlzellen haben den Vorteil, dass sie direkt vom Hersteller ohne große Vorplanung erworben und aufgebaut werden können. Hier ist die Dämmung auch schon in die Raumabtrennung mit integriert. Dies trifft auch aus Kostengründen bei der Errichtung von Kühlhäusern zu. (Paneelbau) Kühlräume hingegen müssen sorgfältig geplant und fachgerecht eingebaut werden.



### Planungsgrundlagen

Unter Berücksichtigung der Planungsgrundlagen sollte man einen Tiefkühlraum nicht im Keller einbauen, da es längerfristig zu einer Beschädigung an angrenzende Bauteile führt. Andernfalls sollte man sich vergewissern, dass angrenzende Bauteile gegen eindringendes Wasser von außen ausreichend abgedichtet sind.

Bei Errichtung eines Tiefkühlraumes sollte eine Unterfrierschutzheizung eingebaut werden, da im Boden vorhandene Feuchtigkeit gefriert und den Untergrund anhebt. Nebenanliegende Räume mit hoher Luftfeuchte und höherer Raumtemperatur sollten vermieden werden. Es bietet sich an, den Kühlraum an der Nordseite des Gebäudes anzulegen. Es sollte darauf geachtet werden, dass angrenzende Bauteile keine Hohlräume aufweisen. Eine Betonwand oder Mauer aus Vollstein ist besser als eine Wand aus Hohlblocksteinen, da die Lufteinschlüsse das Feuchteverhältnis verändern können.



Einbau einer Unterfrierschutzheizung

**All diese Umstände sollten bei der Planung eines Kühlraumes noch mit berücksichtigt werden.**

Wie oft und wieviel Kühlgut wird eingelagert oder entnommen?  
(Beschickungsmenge)

Was wird gekühlt? (Art des Kühlgutes)

Wird die Kühlkette dadurch unterbrochen? (Türöffnungszeiten)

Sind Öffnungen für Belüftung oder Fenster erforderlich?  
(Einbauten)

Hat die Kühlraumtür eine Rahmenheizung und ist sie von Innen zu öffnen?

Wie viel und wie lange halten sich Personen dort auf?  
(Einbring- und Lagertemperatur)

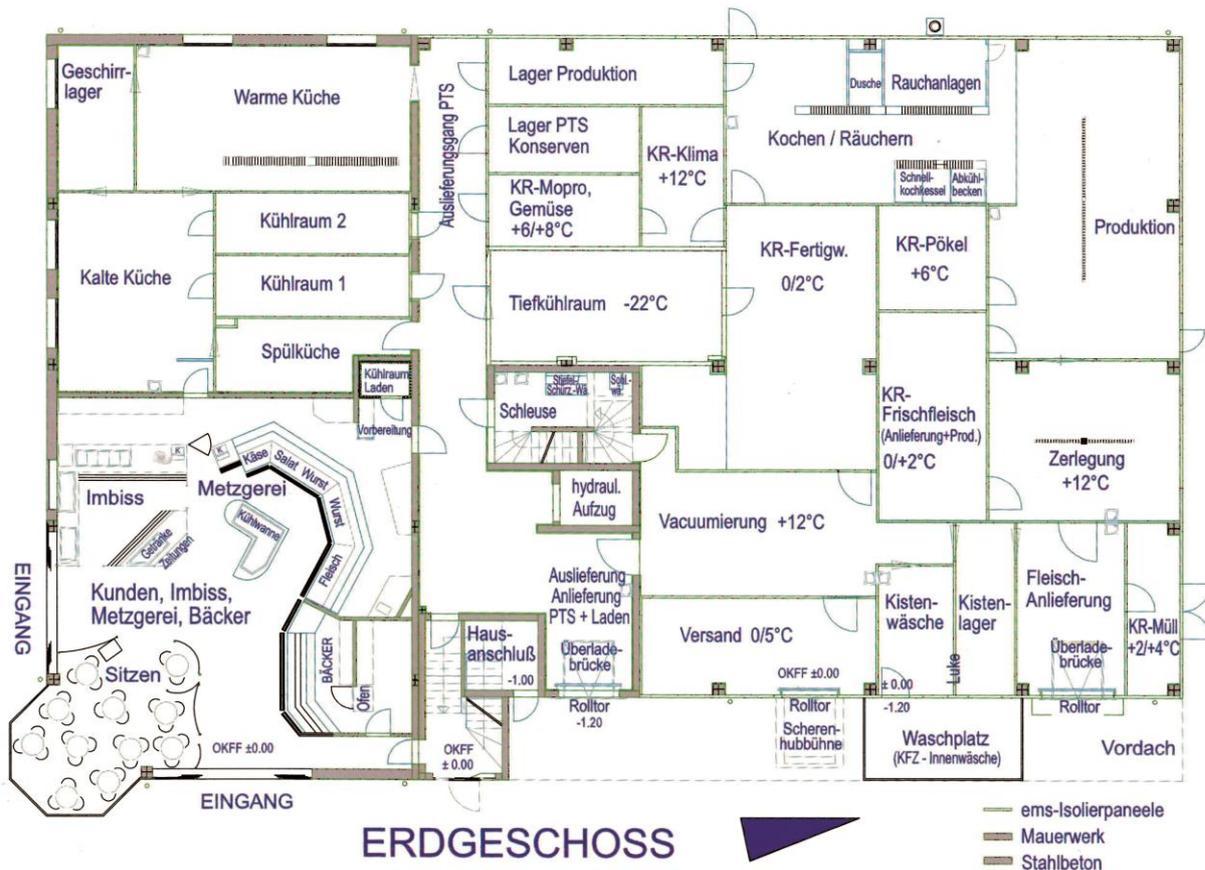
Sind die angrenzenden Bauteile für den Einbau geeignet?  
(Wärmebrücken)

Temperatur	Wärmeabgabe je Person
20 °C	180 W
15 °C	200 W
10 °C	210 W
5 °C	240 W
0 °C	270 W
-5 °C	300 W
-10 °C	330 W
-15 °C	360 W
-20 °C	390 W
-25 °C	420 W

Beispiel einer Planungsgrundlage unter Berücksichtigung von Personen.

# Lernfeld 3

## Ausbauen eines Kühlraumes



Am Bauplan einer großen Metzgerei sieht man mehrere Kühlräume. Durch die Dämmpaneele ist auch eine Errichtung eines Kühlraumes neben einem Nassraum möglich. Beim Tiefkühlraum jedoch hat man darauf geachtet, dass kein Raum mit hoher Luftfeuchtigkeit angrenzt.

### Materialien

notwendige Eigenschaften der Dämmstoffe zur Verwendung im Kühlraumbau:

- geringe Wärmeleitfähigkeit
- wasserabweisend
- fäulnisresistent
- chem. Beständigkeit
- geruchsneutral
- hohe Druckfestigkeit



Welche Dämmstoffe sind geeignet?

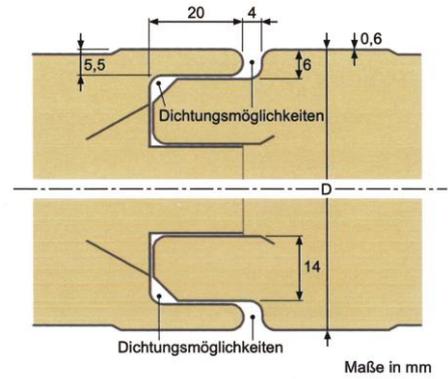
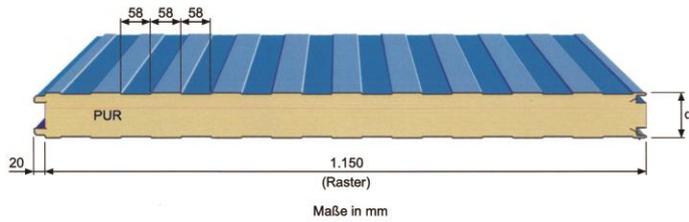
Platten aus Schaumglas, Polyurethanschaum, expandierter (EPS) oder extrudierter (XPS) Polystyrol

Ein Vorteil haben Sandwichelemente da Dämmung und Dampfsperre miteinander kombiniert sind.

# Lernfeld 3

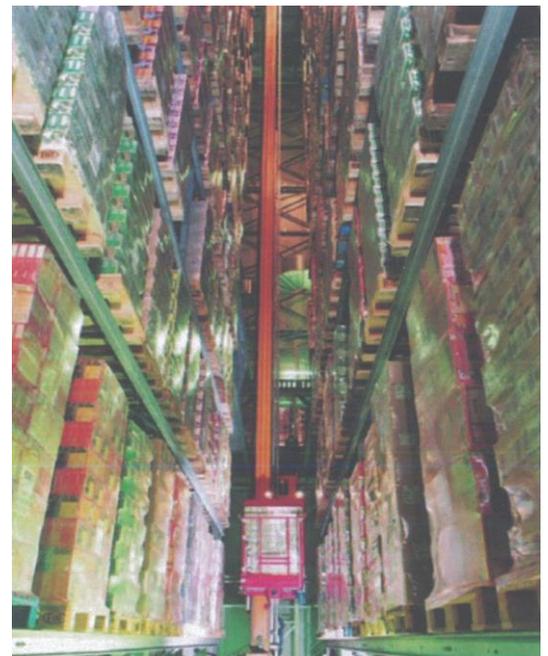
## Ausbauen eines Kühlraumes

### Bauweise mit Sandwichelementen



Vorteile der Dämmpaneele :

- Schnelle und günstigere Bauweise
- Passgenaue Anfertigung ab Werk
- Beidseitig Diffusionsdicht
- Schnell und leicht zu reinigen
- Größere Baudimensionen möglich



Bau eines Zentralen Kühlagers, bei dem täglich tonnenweise Kühlgut ein- bzw. ausgelagert wird. Mithilfe der leichten Bauweise von Paneelen heute problemlos durchführbar.

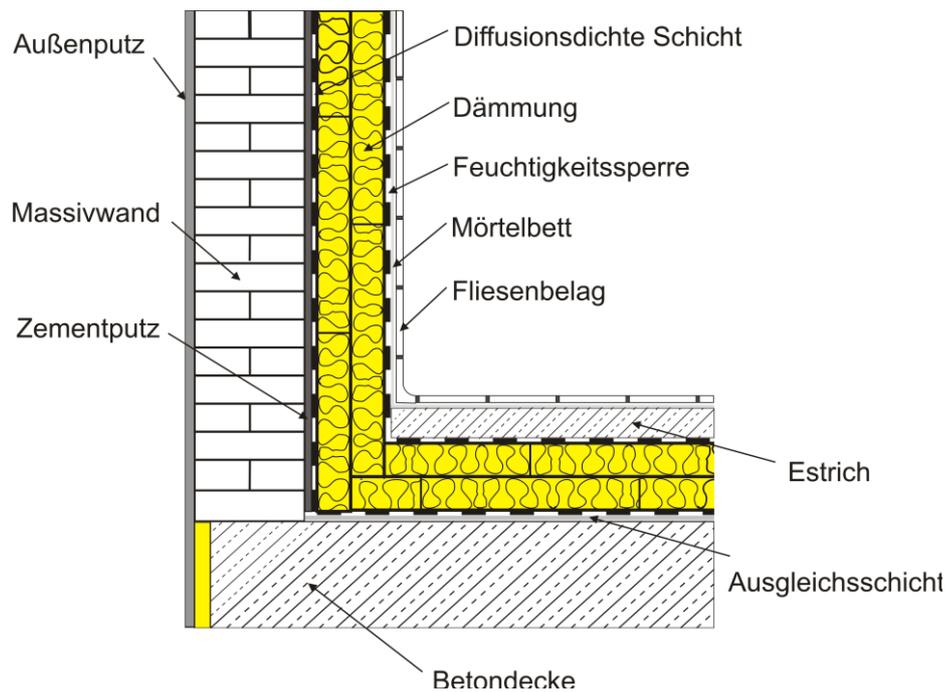


# Lernfeld 3

## Ausbauen eines Kühlraumes

### Der Kühlraum (klassische Ausführung)

Den klassischen Kühlraum findet man heute noch in Gebäuden, die in den 60er bis Anfang der 90er Jahre errichtet wurden. Erst danach begann der Siegeszug der Paneelbauweise. Heute findet er noch Verwendung, wenn man nachträglich einen Kühlraum in ein bestehendes Gebäude integrieren will.



Beispiel eines Wand und Bodenaufbaus (klassischer Kühlraum)



Bei Kühlräumen gelten ab Juli 2015 folgende Wärmedurchgangskoeffizienten.

	Kühlraum U-Wert	Tiefkühlraum U-Wert
Wände / Decke	0,25	0,17
Boden	keine Anforderung	0,20
Türen	0,25	0,17
Fenster	1,10	1,10

# Lernfeld 3

## Ausbauen eines Kühlraumes

### Der Wärmedurchgang

Der **Wärmedurchlasskoeffizient** gibt an, wie viel Energie durch ein Bauteil in Watt pro einem Quadratmeter Fläche und 1°K Temperaturunterschied durchfließt.

Bei der Berechnung von Bauteilen wird aber der **Wärmedurchlasswiderstand** ermittelt.

Er ist der Kehrwert des Koeffizienten. Und gibt den Widerstand des Bauteils an, dem er einem Energiestrom entgegen bringt.

Berücksichtigt man noch zusätzlich die Wärmeübergänge an den Oberflächen innen und außen, spricht man vom **Wärmedurchgangskoeffizient** und **Wärmedurchgangswiderstand**.

Den Kehrwert bekommt man, wenn man 1 durch den angegebenen Wert dividiert.

Beispiel an der Anforderung für die Kühlraumwand (ohne Wärmeübergänge):

$$R = 1 / 0,25 \text{ W/m}^2\text{K} = 4,00 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Wenn man jetzt einen Dämmstoff hat und dessen **Wärmeleitfähigkeit**  $\lambda$  zugrunde legt, kann man ermitteln, wie dick das Material sein muss, um den o.a. Wert zu erhalten.

Beispiel an einem Dämmstoff EPS-Platte mit  $\lambda$  von 0,032 W/mK:

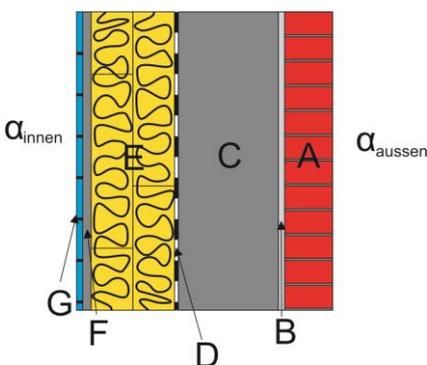
$$R = \text{Schichtdicke } s / \lambda$$

$$\text{Schichtdicke } s = R \times \lambda = 4,00 \text{ m}^2\text{K/W} \times 0,032 \text{ W/mK} = 0,128 \text{ m}$$

Welche Breite bzw. Schichtdicke muss eine Wand aus folgenden Materialien aufweisen um den R-Wert zu erreichen?

Hochlochziegel	$\lambda = 0,220 \text{ W/mK}$	0,880 m
Beton	$\lambda = 2,100 \text{ W/mK}$	8,400 m
Porenbeton	$\lambda = 0,160 \text{ W/mK}$	0,640 m
PUR-Platte	$\lambda = 0,025 \text{ W/mK}$	0,100 m
Vakuumdämmung	$\lambda = 0,007 \text{ W/mK}$	0,028 m

Unten abgebildet eine Tiefkühlraumwand. Wie hoch ist der U-Wert dieses Bauteils?



	s in m	Schicht	Wärmeleitfähigkeit
A	0,115	Klinkermauerwerk 1800kg/m³	$\lambda = 0,81 \text{ W/mK}$
B	0,015	Kalkzementputz	$\lambda = 0,87 \text{ W/mK}$
C	0,240	Beton 2400kg/m³	$\lambda = 2,10 \text{ W/mK}$
D	0,007	Bitumenanstrich mit Alufolie	$\lambda = 1,70 \text{ W/mK}$
E	0,200	XPS-Dämmung 2-lagig	$\lambda = 0,03 \text{ W/mK}$
F	0,020	Zementputz	$\lambda = 1,40 \text{ W/mK}$
G	0,015	Fliesenbelag	$\lambda = 1,00 \text{ W/mK}$

Als Übergangswert an der Oberfläche gelten:

Innen 0,17 m²K/W

Außen 0,04 m²K/W

In allen Darstellungen bisher fällt auf, dass es keine Konstruktion ohne diffusionshemmende Schicht im Kühlraumbau gibt. Diese „Dampfsperre“ ist eine Barriere für diffundierende Feuchtigkeit und verhindert ein Durchfeuchten des Bauteils oder der Dämmung. Die Funktion der angrenzenden Bauteile eines Kühlraumes werden bei fachgerechtem Einbau nicht verschlechtert oder gar zerstört.

## Lernfeld 3

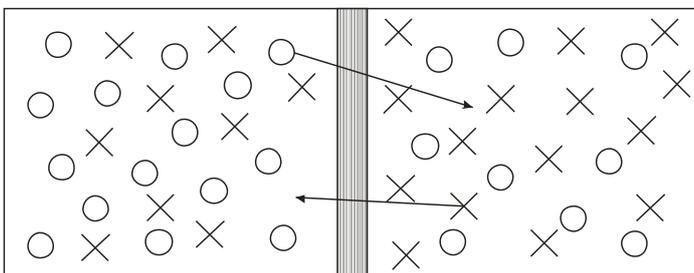
### Ausbauen eines Kühlraumes

#### Was ist Wasserdampfdiffusion ?

Die Luft hat immer das Bestreben immer gleichmäßige Anteile der verschiedenen Moleküle im Raum zu verteilen.

Gerüche, die zum Beispiel erst an einer Stelle entstehen, sind nach einer Weile im ganzen Raum bemerkbar, obwohl es im Raum keinerlei Luftdruckunterschiede gibt.

Im Bild unten sind zwei Räume durch eine poröse Wand geteilt. Beide Seiten haben denselben Gesamtdruck (die Summe aller Teildrücke sind gleich), obwohl die Anteile der Wasserdampf- und Luftmoleküle unterschiedlich sind.



- Wasserdampfmoleküle
- × Luftmoleküle

Die Schichten eines Bauteils setzen dieser Wanderung von Wasserdampfmolekülen einen gewissen Widerstand entgegen. Der **Wasserdampfdiffusionswiderstand!**

Als Maßeinheit für den Widerstand eines Materials gilt der Diffusionswiderstandsfaktor  $\mu$ .

Dieser  $\mu$ -Wert besitzt keine Maßeinheit. Er gibt an, wie hoch der Faktor gegenüber einer ruhenden Luftschicht ist, bei der Wasserdampf durch das Material bei gleicher Schichtdicke hindurch diffundieren kann.

Eine ruhende Luftschicht hat den  $\mu$ -Wert = 1. Das heißt ein Molekül kann sich ungehindert durch diese Luftschicht hindurch bewegen. Nimmt man dagegen eine diffusionshemmende Schicht mit einem  $\mu$ -Wert von 1000, bedeutet es, dass ein Molekül zwar auch hier durchkommt, aber 1000 mal länger braucht.

Nimmt man jetzt noch die Schichtdicke zum  $\mu$ -Wert des Materials als Faktor hinzu, erhält man die diffusionsäquivalente Luftschichtdicke  $\mu \cdot d = sd$  in Meter. Das bedeutet eine ruhende Luftschicht wie im obigen Beispiel müsste 1000 Meter dick sein, damit das Molekül die gleiche Zeitspanne benötigt, um durch ein Material mit  $\mu$ -Wert 1000 bei einer Meter Dicke hindurch zu wandern.

#### Es gibt 3 Kategorien von Diffusionsschichten:

Diffusionsoffene Schicht	$sd \leq 0,5m$
Diffusionshemmende Schicht	$sd > 0,5 - 1500m$
Diffusionsdichte Schicht	$sd \geq 1500m$

Beim Einsatz in Kühlräumen sollten ausschließlich diffusionsdichte Schichten verwendet werden.

# Lernfeld 3

## Ausbauen eines Kühlraumes

### Was kann als Dampfsperre verwendet werden?

- Schweißbahnen mit Metalleinlagen
- metallische Folien
- PE-Folien



Wie dick müssten diese Bauteile sein um den gleichen Wasserdampfdiffusionswiderstand wie eine Dampfsperre aus 0,03 mm Aluminium mit einem sd-Wert von > 1650m zu erreichen?

Beton hoher Rohdichte	μ-Wert = 130	12,69 m
Gips	μ-Wert = 10	165,00 m
Vollziegel	μ-Wert = 16	103,13 m
Kalksandstein	μ-Wert = 20	82,50 m
PUR-Dämmstoff	μ-Wert = 60	27,50 m
XPS-Dämmstoff	μ-Wert = 150	11,00 m
Kautschuk	μ-Wert = 10.000	0,165 m

In nachstehender Tabelle sieht man wie viel Wasser bei einer bestimmten Temperatur in Gramm/ Kubikmeter Luft aufgenommen werden kann. Man spricht dann von 100% relativer Luftfeuchte. Wenn man die gesättigte Luft abkühlt, kondensiert das überschüssige Wasser ab.

Temperatur in ° Celsius	Wasseraufnahmefähigkeit in g/m³	Temperatur in ° Celsius	Wasseraufnahmefähigkeit in g/m³	Temperatur in ° Celsius	Wasseraufnahmefähigkeit in g/m³	Temperatur in ° Celsius	Wasseraufnahmefähigkeit in g/m³
-20	0,900	-5	3,260	10	9,400	25	23,050
-19	0,990	-4	3,530	11	10,000	26	24,350
-18	1,080	-3	3,820	12	10,650	27	25,750
-17	1,180	-2	4,140	13	11,350	28	27,200
-16	1,290	-1	4,475	14	12,100	29	28,700
-15	1,405	0	4,840	15	12,850	30	30,350
-14	1,530	1	5,205	16	13,650	31	32,050
-13	1,670	2	5,590	17	14,500	32	33,850
-12	1,820	3	5,985	18	15,400	33	35,700
-11	1,980	4	6,395	19	16,300	34	37,650
-10	2,150	5	6,825	20	17,300	35	39,600
-9	2,340	6	7,280	21	18,350	36	41,700
-8	2,550	7	7,760	22	19,400	37	43,900
-7	2,770	8	8,270	23	20,550	38	46,200
-6	3,005	9	8,820	24	21,800	39	48,600

Beispiel:

In einem Raum werden bei einer Raumtemperatur von 22°C 65% rel. Luftfeuchte gemessen.

Um wieviel °C kann man den Raum abkühlen, bevor Kondenswasser entsteht.

$$65\% \times 19,4\text{g/m}^3 / 100\% = 12,61\text{g/m}^3$$

Laut Tabelle ist eine Raumtemperatur von 15°C möglich, bei 14°C würde Kondenswasser entstehen.

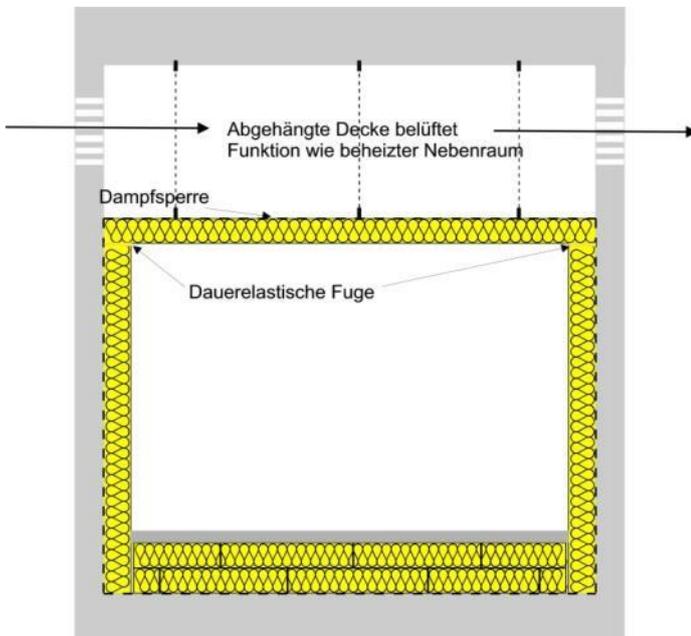
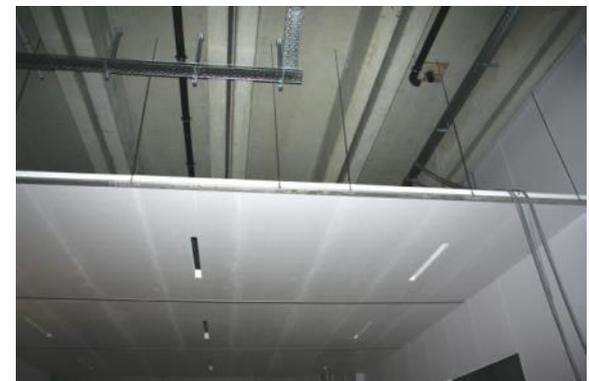
# Lernfeld 3

## Ausbauen eines Kühlraumes

### Kühlraumdecken

In der klassischen Bauweise eines Kühlraumes wird an der Decke die Dämmung wie an der Wand angebracht. Dabei ist auch hier zu beachten, dass keine Hohlräume zwischen Rohbaudecke und Dämmung vorhanden sind.

Die heutigen Kühlräume in Paneelbauweise werden in höher geschossige Räume eingebaut und die Deckendämmung mittels Abhängung eingebaut. Der dadurch entstandene Hohlraum zwischen Rohbaudecke und Dämmung sollte belüftet sein, damit ein stetiger Luftaustausch stattfinden kann, um Kondenswasser zu vermeiden.



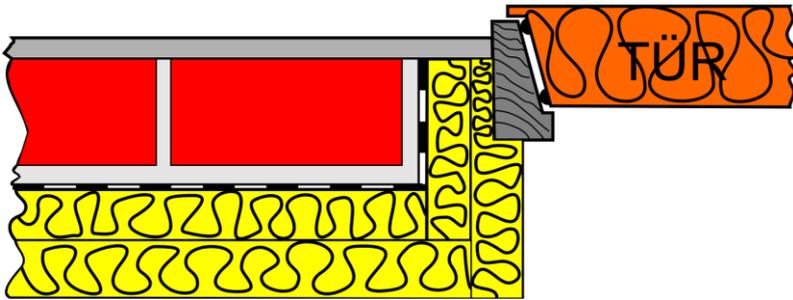
Bei großen Kühlräumen müssen Revisionsöffnungen für die Haustechnik vorhanden sein.

# Lernfeld 3

## Ausbauen eines Kühlraumes

### Kühl- bzw. Tiefkühlraumtüren und Einbau

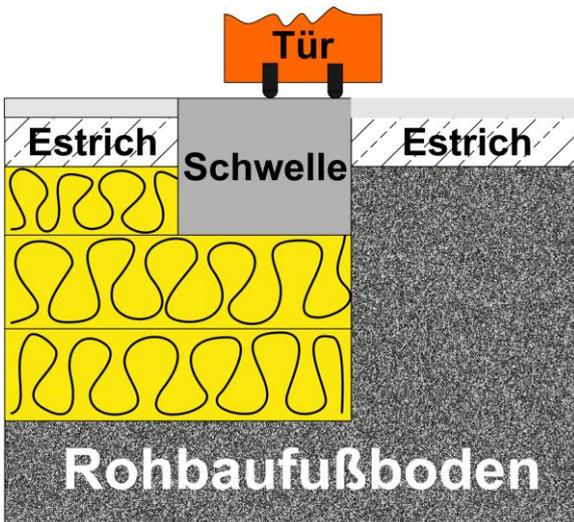
Tiefkühlraumtüren sollten mindestens eine Dämmschichtdicke von 100 mm und eine thermische Trennung (Rahmenheizung) aufweisen. Wobei eine Dämmung von 80 mm bei einer Kühlraumtür ausreichend ist.



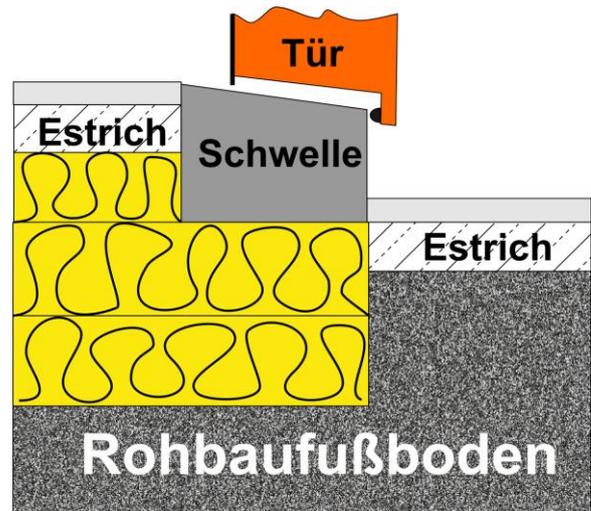
Bei der Planung sollte zuerst die Dämmung am Fußboden berücksichtigt werden. Eine Vertiefung im Rohbaufußboden sollte stets bevorzugt werden. Ansonsten muß die Deckenhöhe verstärkt berücksichtigt werden.

Fußbodenaufbau	Temperatur $\geq 0^\circ\text{C}$	Temperatur $< 0^\circ\text{C}$
konventioneller Fußboden	ca. 200mm	ca. 250mm
Zellen-Bodenelemente	ca. 130mm	ca. 150mm

Empfohlene bauseitige Vertiefung bei Rohbaufußböden



Konventioneller Fußbodenaufbau Kühlraum  
Tür mit doppelter Gummilippe



Konventioneller Fußbodenaufbau Tiefkühlraum  
Tauwasser kann aus TK-Raum fließen

## Lernfeld 3

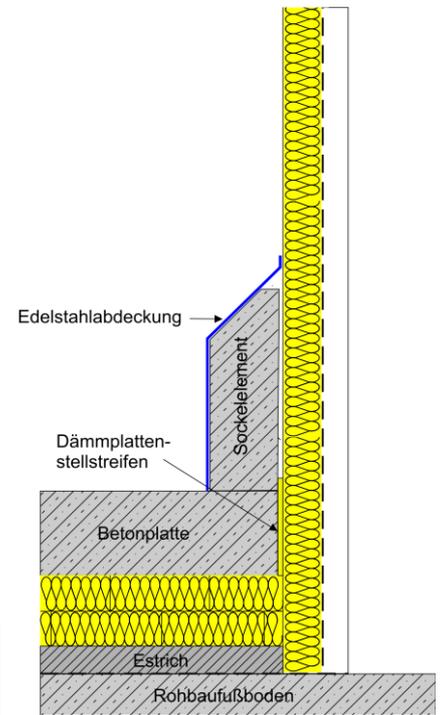
### Ausbauen eines Kühlraumes

#### Konstruktionen

Bei größeren Kühl- bzw. Tiefkühlräumen wird das Kühlgut mit Fahrzeugen transportiert, was zusätzliche Maßnahmen erfordert. Je nach Größe und Gewicht der Fahrzeuge wird eine entsprechende Bodenplatte sowie ein Sockelelement (Rammschutz) eingebaut.



*Abgerundete Sockelfliesen erleichtern Reinigungsarbeiten*



#### Oberflächen

Die Anforderungen an die Oberflächen an Kühlräumen sind eindeutig.

Sie müssen wasserundurchlässig, korrosionsbeständig, stabil, am Boden abriebfest, trittsicher und rutschhemmend sein.

In diesem Fall bieten sich Edelstahl oder Kunststoffoberflächen in großen Kühlräumen an. Am Boden wird bei befahrenen Oberflächen eine wasserundurchlässige Beschichtung aufgebracht. (siehe Bild oben)

Beim klassischen Kühlraumbau werden auch Fliesen an Wand und Boden verlegt. Dabei ist darauf zu achten, daß die Fliesen eine hohe Abriebfestigkeit Klasse IV – V, Trittsicherheit mindesten R12 und Rutschfestigkeitsklasse C aufweisen.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Frostsicherheit.

Fliesen Tiefkühlräumen sollten den Güteanforderungen entsprechen, da diese großen Temperaturschwankungen und Frost ausgesetzt sind.

Wenn die Wasseraufnahme einer Fliese unter 3% ist, gilt sie im Allgemeinen als frostsicher. Dies gilt jedoch nur bei fachgerechter Verlegung. Man sollte darauf achten, dass die Fliese und der Kleber geeignet sind und dßs ein fachmännischer Unterbau mit mind. 2% Gefälle erstellt wurde. Außerdem muss eine Dehnungsfuge berücksichtigt werden und sich ansammelnde Flüssigkeit sollte ausreichende Möglichkeiten zum Abfließen haben.



**Lernfeld 3**

**Ausbauen eines Kühlraumes**

Übungsaufgaben

A large grid of dashed lines for writing exercises, covering most of the page below the title.

**Lernfeld 3**

**Ausbauen eines Kühlraumes**

Übungsaufgaben

A large grid of dashed lines for writing exercises, covering most of the page below the title.



# **Lehrbuch für die Ausbildung im WKS<sub>B</sub>-Isoliererhandwerk**

Lernfeld 3.4

Brandschutz

Dämmen einer Lüftungsleitung für den Brandschutz

Autoren: Karlheinz Kermann, Ulrich Büringer AFZ Nordschwaben

Michael Kaffenberger-Küster, Rockwool GmbH & Co KG



## Lernfeld: 4.0 Dämmen einer Lüftungsleitung für den Brandschutz

### 1.1 Lernfeld - Einführung

**Der Schutz von Menschen** ist oberstes Gebot – ob im Wohnbereich, an Arbeitsstätten oder in öffentlichen Gebäuden. Der Brandschutz mit nichtbrennbaren Dämmstoffen sorgt für ein hohes Maß an Sicherheit. Das bedeutet, im Brandfall wertvolle Zeit für die Rettung von Menschen zu gewinnen.

#### Vorbeugender Brandschutz

Bei der Planung und Ausführung von Lüftungsleitungen hat neben den strömungs- und lüftungstechnischen Anforderungen der vorbeugende Brandschutz immer eine besondere Bedeutung. Lüftungsleitungen werden häufig durch verschiedene Brandabschnitte des gesamten Gebäudes geführt. Werden keine vorbeugenden Maßnahmen ergriffen, können sich über dieses Leitungssystem Brand und Rauch sehr einfach und schnell ausbreiten. Die Bauordnungen fordern daher, dass Leitungen durch raumabschließende Bauteile, für die eine Feuerwiderstandsfähigkeit vorgeschrieben ist, nur hindurchgeführt werden dürfen, wenn eine Brandausbreitung ausreichend lang nicht zu befürchten ist oder Vorkehrungen hiergegen getroffen sind.

Eine Möglichkeit des vorbeugenden Brandschutzes bietet der Einsatz von feuerwiderstandsfähigen Bekleidungen der Lüftungsleitungen mit Mineralwolle- Dämmstoffen. Darüber hinaus müssen Lüftungsleitungen sowie deren Bekleidungen und Dämmstoffe bis auf wenige Ausnahmen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Die Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen (Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie M-LüAR) regelt die weiteren Details.

#### Alternative Bekleidungen

- Drahtnetzmatte
- Steinwollschalen
- Steinwolleplatten
- Kalziumsilikatplatten

#### Erforderliche Kenntnisse

- Grundkenntnisse über den vorbeugenden baulichen Brandschutz
- Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
- Anforderungen und Anordnung von Brandwänden
- Brandschutzanforderungen an Gebäude nach der Bauordnung



Unbekleideter Luftkanal an einer Brandwand



Bekleideter Luftkanal mit einer Brandschutzplatte aus Mineralwolle

## Lernfeld: 4.0 Dämmen einer Lüftungsleitung für den Brandschutz

### 1.2 Brandschutzvorschriften

#### 1.2.1 Brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsleitungen

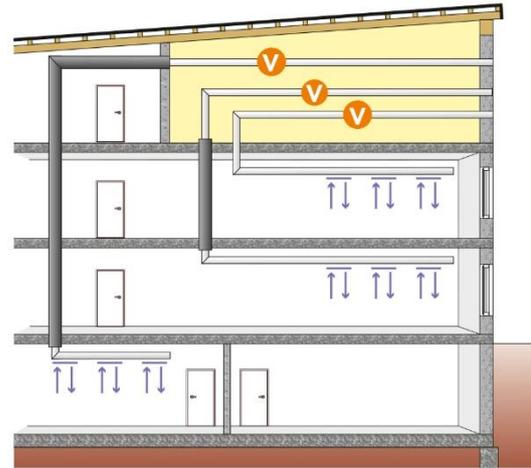
Für Lüftungsleitungen, die brandschutztechnisch zu trennende Abschnitte eines Gebäudes überbrücken, fordert die M-LüAR unter Punkt 5.2.1.2 eine Ausführung in der höchsten vorgeschriebenen Feuerwiderstandsfähigkeit der durchdrungenen raumabschließenden Bauteile, andernfalls sind Brandschutzklappen in den Bauteilen vorzusehen.

#### 1.2.2 Durchführung durch feuerwiderstandsfähige, raumabschließende Bauteile (M-LüAR 5.2.1.2)

„Soweit Lüftungsleitungen ohne Brandschutzklappen durch raumabschließende Bauteile (F30 Bauteile), für die eine Feuerwiderstandsfähigkeit vorgeschrieben ist, hindurchgeführt werden dürfen, sind die verbleibenden Öffnungsquerschnitte mit geeigneten nichtbrennbaren mineralischen Baustoffen dicht und in der Dicke dieser Bauteile zu verschließen. Ohne weiteren Nachweis gelten Stopfungen aus Mineralfasern mit einem Schmelzpunkt > 1000 °C bis zu einer Spaltbreite des verbleibenden Öffnungsquerschnittes von höchstens 50 mm als geeignet. Durch weitere Installationen darf die Stopfung nicht gemindert werden. Bei feuerwiderstandsfähigen Lüftungsleitungen muss die Feuerwiderstandsfähigkeit der Leitungen auch in den feuerwiderstandsfähigen, raumabschließenden Bauteilen gegeben sein.“ (Abb. Seite 3 „Ringspaltverschlüsse nach M-LüAR“)

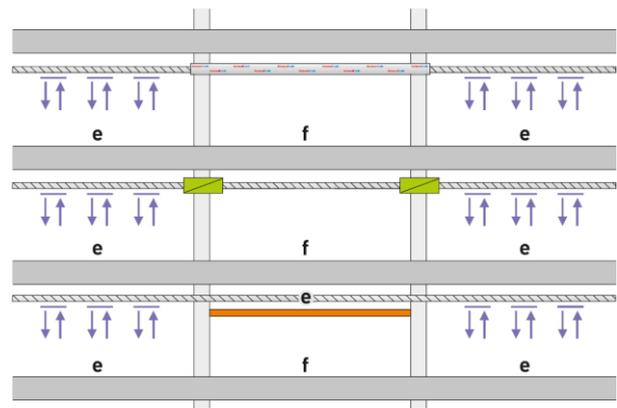
#### 1.2.3 Abstandsregelungen

Aus brandschutztechnischen Gründen müssen Lüftungsleitungen zu anderen Installationen (z. B. Rohrleitungen) vor allem im Bereich der Bauteildurchführungen Mindestabstände einhalten. Es ist immer der größte Abstand zwischen den Durchführungen auf Grundlage der Angaben in den jeweiligen Verwendbarkeitsnachweisen der nebeneinanderliegenden



- Lüftungszentrale, kann auch in anderen Geschossen angeordnet sein; Leitungen siehe Abschnitt 6.4.4
- Leitungen ohne Feuerwiderstandsfähigkeit
- Leitungen mit Feuerwiderstandsfähigkeit <sup>1)</sup>
- Zuluft-/Abluftöffnung
- Ventilator

#### Feuerwiderstandsfähige Leitungsabschnitte



f notwendiger Flur

e von f brandschutztechnisch getrennte Bereiche

Leitungen ohne Feuerwiderstandsfähigkeit

Leitungen mit Feuerwiderstandsfähigkeit; in Fluren mit feuerhemmenden Wänden siehe bei Stahlblechleitungen Abschnitt 4 der Richtlinie<sup>1)</sup>

Zuluft-/Abluftöffnung

Brandschutzklappe

Decke mit entsprechender Feuerwiderstandsfähigkeit bei Beanspruchung von oben und unten; die Decke schließt die Leitung vollständig gegen das Innere des Brandabschnittes bzw. Rettungswegs ab

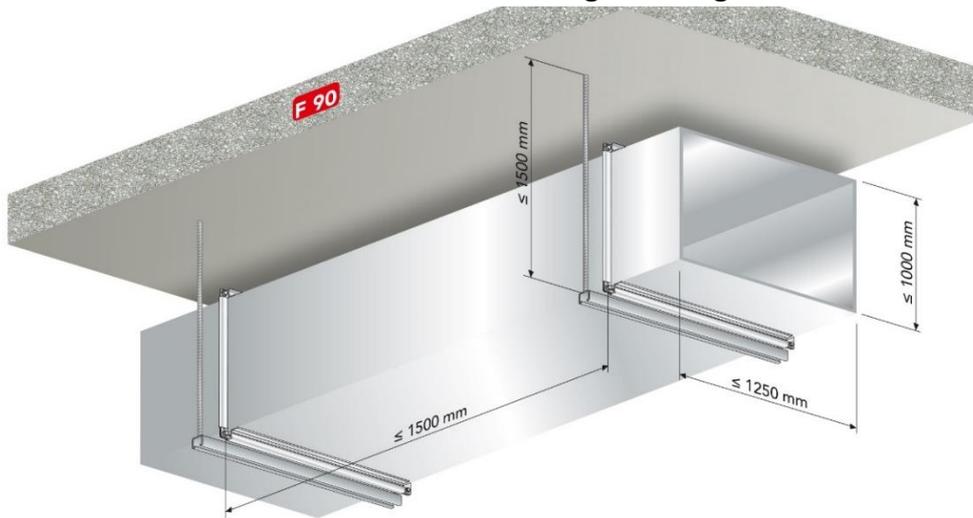
<sup>1)</sup>Die Feuerwiderstandsfähigkeit der Leitungen muss auch in den Durchdringungen der Decken oder Wände gegeben sein.

#### Lüftungsleitungen in ungelüfteten notwendigen Fluren

(Bildquelle: DEUTSCHE ROCKWOOL GmbH & Co. KG)



## Lernfeld: 4.0 Dämmen einer Lüftungsleitung für den Brandschutz



### Dimensionierung der Lüftungsleitungsabhängiger

Mindestabmessung der Gewindestäbe für bekleidete Kanäle in Abhängigkeit von der Lüftungskanalgröße d [mm]

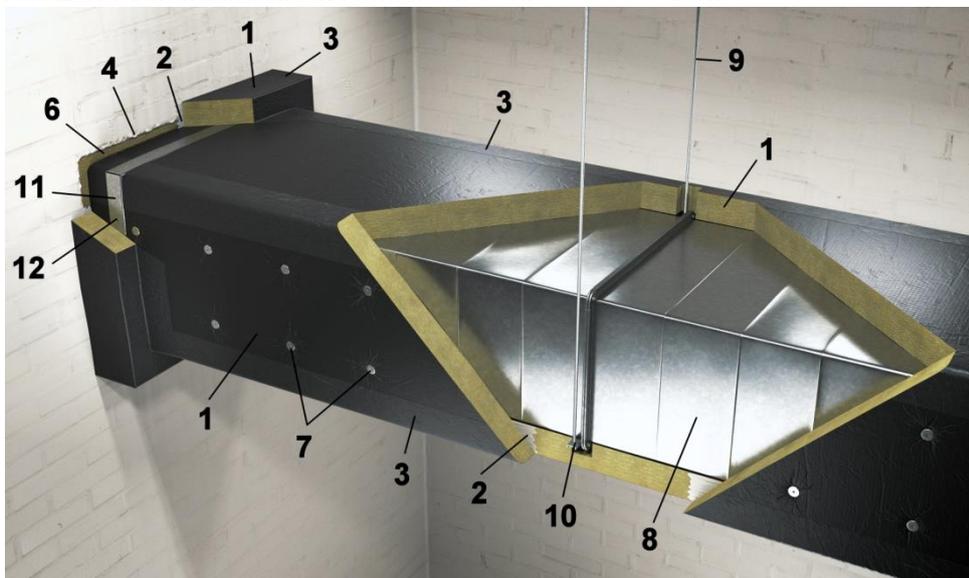
Kanal b/a [mm]	200	250	300	400	500	600	800	1000	1200
100	8 (4)	8 (5)	8 (6)	8 (7)					
150	8 (5)	8 (6)	8 (6)	8 (8)	8 (9)	8 (11)			
200	8 (6)	8 (6)	8 (7)	8 (8)	8 (10)	8 (11)	10 (15)		
250		8 (7)	8 (8)	8 (9)	8 (11)	10 (12)	10 (16)	10 (19)	
300			8 (8)	8 (10)	8 (11)	10 (13)	10 (16)	10 (19)	12 (22)
400				8 (11)	10 (13)	10 (14)	10 (18)	12 (21)	12 (24)
500					10 (14)	10 (15)	10 (19)	12 (22)	12 (25)
600						10 (17)	12 (21)	12 (24)	12 (27)
800							12 (25)	14 (28)	14 (31)
1000								14 (31)	14 (34)

Die Werte in Klammern () geben das maximale Gewicht in kg des unbedeckten Stahlblechkanals/lfm an.

### 1.3 Verarbeitung am Bsp. eines Bekleidungssystems mit Mineralwolleplatte auf Grundlage eines Allgemeinen Bauaufsichtlichen Prüfzeugnisses -abP

Die Mineralwolleplatte besteht aus einer druckfesten, nichtbrennbaren Steinwolle-Platte und ist einseitig mit einer reißfesten schwarzen Aluminiumfolie kaschiert. Mit einer

Plattenstärke von nur 80 mm können waagerechte und senkrechte Kanäle in der Feuerwiderstandsdauer EI 90 ( $h_o, v_e i \leftrightarrow o$ )-S werden.



(Bildquelle: DEUTSCHE  
ROCKWOOL GmbH & Co. KG)

## Lernfeld: 4.0 Dämmen einer Lüftungsleitung für den Brandschutz

### 1.3.2 Systemkomponenten

(Nr. /Beschreibung /Bemerkung)

#### Komponenten des Bekleidungssystems:

- 1 Mineralwolleplatten / Dicke = 80 mm
- 2 Wasserglaskleber / Verklebung der Dämmstofffugen
- 3 Aluminiumklebeband / Breite  $\geq 75$  mm
- 4 Brandschutz-Kit / Abdichtung von Bauteilfugen
- 5 Brandschutz-Bandage / für einseitigen Bauteilanschluss
- 6 Lose Steinwolle / Verschluss von Bauteilfugen
- 7 Schweißstift mit Sicherungsclip / Länge = 83 mm, Durchmesser = 2,7 mm, mit Sicherungsclip mit  $\varnothing 28$  mm

#### Komponenten des Lüftungskanals:

- 8 Lüftungskanal aus verzinktem Stahlblech / max. Abmessung  $1250 \times 1000$  mm, max. Länge der Elemente = 1500 mm
- 9 Gewindestange zur Kanalhangung / Dimensionierung siehe Tabelle Seite 4
- 10 Stahl U-Profil (Traverse) / min.  $30 \times 30 \times 1$  mm, z. B. Montageschiene Hilti MMC 30

#### Zusatztliche Komponenten:

- 11 Stahl U-Profil /min.  $60 \times 25 \times 1,5$  mm / für die Wanddurchführung
- 12 Blechschraube / min.  $90 \times 8,4$  mm / für die Befestigung der Stahlprofile auf dem Kanal (4a)
- 13 Stahl L-Profil /min.  $50 \times 50 \times 3$  mm / für die Deckendurchfuhrung
- 14 Blechschraube/Blindniete / min.  $3,2 \times 15$  mm/ $4,0 \times 10$  / für die Befestigung der L-Profile am Kanal
- 15 Stahlschraube mit metallischem Dübel / min. M10 / für die Befestigung der L-Profile am Bauteil (Decke)
- 16 nichtbrennbare Bauplatte / für den Verschluss der Bauteilfuge bei einseitigem Bauteilanschluss
- 17 Revisionsklappe max.  $400 \times 300$  mm / zum Einbau in den Lüftungskanal
- 18 Stahl L- Profil / min.  $70 \times 25 \times 1$  mm / Rahmenprofil für den Offnungsverschluss
- 19 Gewindestangen mit Schraubmuttern / min. M8 / für die Befestigung des Offnungsverschlusses am Blechkanal

### 1.3.2 Werkzeuge für Bekleidungsarbeiten



langes Dammstoffmesser



Fuchsschwanz



Bauwinkel



Schneideschien



Meterstab/ Bleistift



Kartuschenpresse



Spachtel



Cut-Messer



Schere



Akkuschrauber  
(Fa. Makita)



Schlagbohrmaschine  
(Fa. Hilti)



Schweißgerät für Pins  
(Fa. Bohl)

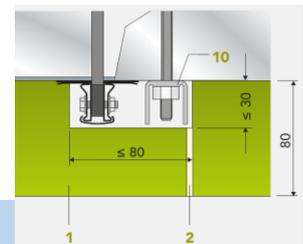
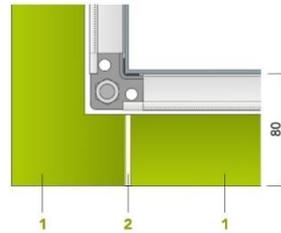
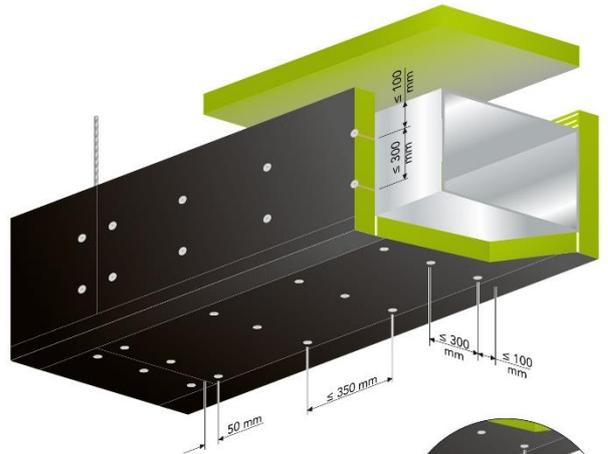


Persönliche Schutzausrüstung

## Lernfeld: 4.0 Dämmen einer Lüftungsleitung für den Brandschutz

### 1.3.3 Zuschnitt und Montage der Bekleidungsplatten

Die Mineralwolleplatte lässt sich einfach mit Werkzeugen wie Dämmstoffmesser oder Fuchsschwanzsäge zuschneiden. Die Befestigung erfolgt mit handelsüblichen Schweißstiften ( $\varnothing$  2,7 mm) und aufgesetzten Sicherungsclips ( $\varnothing$  28 mm). Bei waagerechten Kanälen kann auf eine Bestiftung an der Oberseite verzichtet werden. Die Eckverbindungen der Bekleidungsplatten sowie sämtliche Plattenstöße erfolgen im Stumpfstoß und werden mit Kleber verklebt. Alle Plattenstöße und Kanten sind anschließend mit einem schwarzen Aluminiumklebeband zu verkleben.



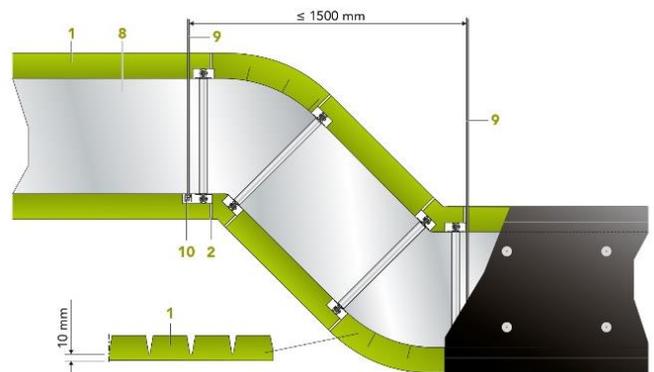
- 1. Mineralwolleplatte 90
- 2. Wasserglaskleber
- 10. Stahl U-Profil (Traverse)

### 1.3.4 Bekleidung im Bereich von Flanschen und Traversen

Die Kanaltragkonstruktion kann innerhalb der Bekleidung geführt werden. Die Bekleidungsplatten werden dazu im Bereich von Leitungsabhängern und Traversen wie auch an den Kanalflanschen auf der Innenseite bis zu 30 mm tief ausgeschnitten.

### 1.3.5 Bekleidung von Leitungsbögen und Abzweigen

In Bereichen von Kanalbögen und Abzweigen ist die Bekleidung dem Kanalverlauf folgend zu verlegen. Zur Anpassung an den Bogenradius sind die Platten auf der kaschierten Seite (bei Innenradien) bzw. auf der Wollseite (bei Außenradien) in regelmäßigen Abständen V-förmig einzuschneiden. Die Befestigung der Platten erfolgt analog zum Nagelraster mit Schweißnägeln (s. Abschnitt 1.3.3). Die Plattenkante sowie die Schnittflächen (bei Innenradien) sind mit einem schwarzen Aluminiumklebeband abzukleben. Kanäle, die mehr als  $10^\circ$  aus der Vertikalen abweichend verlegt werden, sind wie horizontale Leitungen mit zur Decke lotrechten Abhängungen zu befestigen. Dabei ist ein Abstand der Abhänger von maximal 1,5 m zueinander einzuhalten.



V – förmiger Einschnitt am Bogenrücken

- 1. Mineralwolleplatte
- 2. Wasserglaskleber
- 8. Stahlblechkanal
- 9. Gewindestange zur Abhängung
- 10. Stahl U-Profil (Traverse)

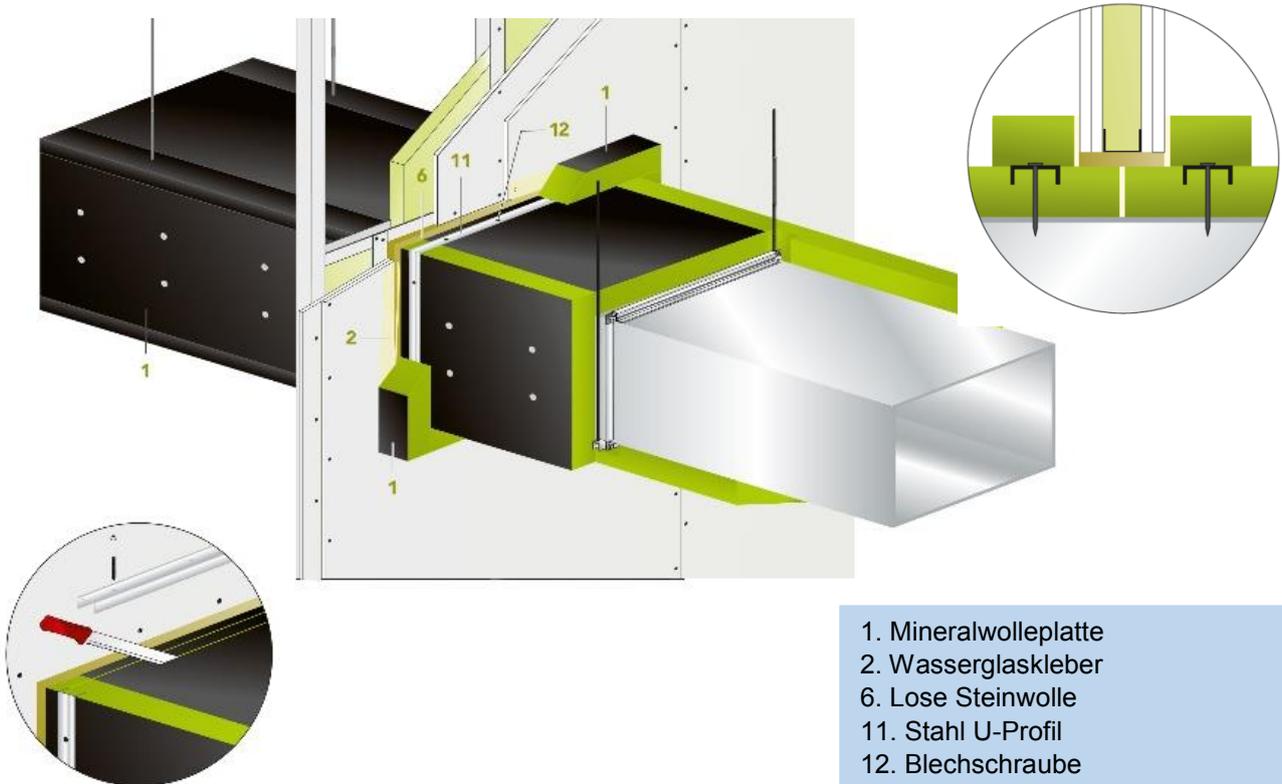
## Lernfeld: 4.0 Dämmen einer Lüftungsleitung für den Brandschutz

### 1.3.6 Wanddurchführung von Lüftungsleitungen

Die bekleideten Kanäle können durch F 90-Wände in Massivbauweise oder als leichte Trennwände hindurchgeführt werden. Die Bauteilöffnung sollte ca. 200 mm breiter und höher sein als der unbekleidete Kanalquerschnitt. Die Brandschutzbekleidung wird auf der Lüftungsleitung von beiden Seiten bis zur Bauteilmitte in die Wandöffnung geführt.

Der Plattenstoß in Wandmitte ist vollflächig mit Brandschutzkleber zu verkleben.

Dies gewährleistet die Rauchdichtigkeit im Brandfall. Der verbleibende Spalt zwischen der Brandschutzbekleidung und der Bauteilöffnung wird mit loser Steinwolle ausgestopft und umlaufend mit einem 60 mm breiten Streifen aus Brandschutzplatten 90 abdeckt.



1. Mineralwolleplatte
2. Wasserglaskleber
6. Lose Steinwolle
11. Stahl U-Profil
12. Blechschraube

(Bildquelle: DEUTSCHE ROCKWOOL GmbH & Co. KG)

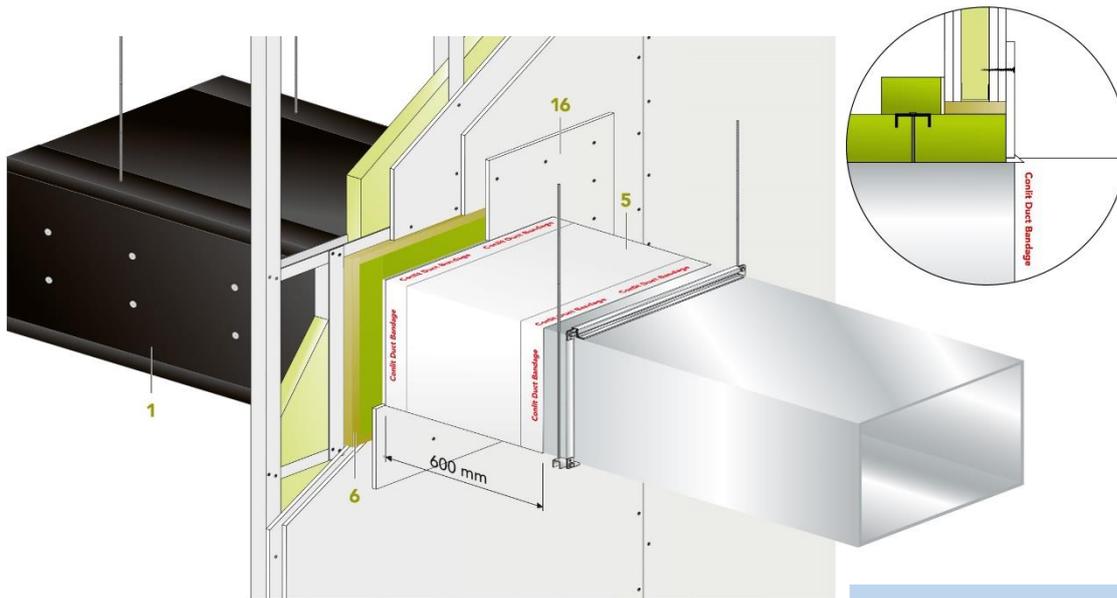
**Beim Einbau von feuerwiderstandsfähigen Kanälen in leichten Trennwänden ist um die Kanaldurchführung ein Rahmen aus Stahlprofilen, ggf. der Einbau von Auswechslungen, entsprechend den Vorgaben des Systemanbieters der Trennwand vorzusehen. (bauseitige Leistungen)**

#### Patentierter Aussteifungsrahmen

Unter Brandeinwirkung – insbesondere beim Brand im Kanal – ist mit starken Verformungen des Kanalblechs zu rechnen. Um sicherzustellen, dass die Bauteilfuge (Zwischen

Kanal und Wandlaibung) über die Zeit der geforderten Feuerwiderstandsdauer ausreichend dicht bleibt, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich. Gemäß dem vorliegenden abP wird auf beiden Seiten der Wand von außen umlaufend ein Rahmen aus Stahl U-Profilen in die Brandschutzplatte eingearbeitet. Diese Profile werden dann mittels selbstschneidender Schrauben mit dem Stahlblechkanal verschraubt und bildet so einen stabilen Rahmen im Durchführungsbereich.

## Lernfeld: 4.0 Dämmen einer Lüftungsleitung für den Brandschutz



1. Mineralwolleplatte
2. Wasserglaskleber
6. Lose Steinwolle
16. nichtbrennbare Bauplatte

### 1.3.7 Einseitiger Wandanschluss von Lüftungsleitungen

Die bekleideten Kanäle können einseitig an F 90-Wände in Massivbauweise oder als leichte Trennwände angeschlossen werden. Dabei endet die Kanalbekleidung nach der Bauteildurchführung bündig mit der Wandoberfläche. Die weitere Konstruktion (Kanalussteifung, der Verschluss der Bauteilfuge) erfolgt analog zur Wanddurchführung (Abschnitt 1.3.6). Unter Brandeinwirkung – insbesondere beim Brand im Kanal – ist mit starken Temperaturerhöhung des unbekleideten Kanalblechs zu rechnen. Um sicherzustellen, dass es über die Zeit der geforderten Feuerwiderstandsdauer

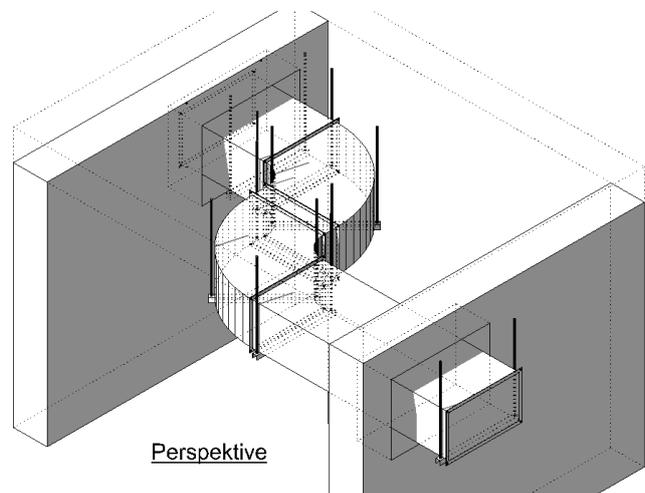
durch diese hohen Temperaturen nicht zur Entzündung brennbarer Baustoffe in Kanalnähe kommt, sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich. Deshalb wird auf der anderen Wandseite eine Bandage unmittelbar auf dem Stahlblechkanal aufgebracht. Diese sorgt dafür, dass auf dem Kanalblech im Brandfall keine kritischen Temperaturen entstehen. Zum Abschluss ist die Bauteilfuge durch nichtbrennbaren Bauplatten zu verschließen.

(Bildquelle: DEUTSCHE ROCKWOOL GmbH & Co. KG)

## 1.1 Lernfeld - Projekt: Lüftungsleitung durch einen notwendigen Flur (I 90)

### 1.1.1 Aufgabenstellung

Die im Plan gezeichnete Lüftungsleitung befindet sich in einem Fluchtweg. Er soll mit einer Brandschutzplatte bekleidet werden.





## Übungsaufgaben

A large grid of dashed lines for writing exercise tasks. The grid consists of 20 columns and 30 rows of small squares, providing a structured area for students to write their answers to the exercise tasks.



