



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

Metallbautechnik

Arbeitsbuch

Für Metallbauer/-in und Konstruktionsmechaniker/-in

nach Lernfeldern Fachstufen 2 und 3

Lösungen

1. Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 12296

Autoren:

Glass, Bernd	Dipl.-Ing., Studienrat	Hannover
Lohrmann, Michael	Gewerbeschulrat	Lonsee
Moravek, Miroslav	Dipl.-Ing. (FH), Dipl.-Gewerbelehrer, Oberstudienrat	Malterdingen
Raebsch, Klaus	Dipl.-Berufspädagoge, Oberstudienrat	Hannover
Thiele, Eckhard	Dipl.-Berufspädagoge, Studiendirektor	Wildau

Lektor und Leitung des Arbeitskreises:

Lämmlin, Gerhard Dipl.-Ing., Studiendirektor Neustadt an der Weinstraße

Bildentwürfe:

Die Autoren
Bildarchiv des Verlages
Leihgabe von Firmen (Verzeichnis Seite 284)

Fotos:

Die Autoren
Leihgabe von Firmen (Verzeichnis Seite 284)

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, Ostfildern
Jürgen Neumann, Grafische Produktionen, 97222 Rimpar

1. Auflage 2021
Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch bleiben.

ISBN 978-3-8085-1229-6

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt.
Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2021 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz und Layout: Jürgen Neumann, Grafische Produktionen, 97222 Rimpar
Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald
Umschlagfotos: Tousch GmbH, Freilassung und Berlemann Torbau GmbH, Neuenkirchen
Druck: RCOM print GmbH, 97222 Würzburg-Rimpar

Vorwort

Mit diesem Buch verfolgen die Autoren und der Verlag im Wesentlichen das didaktisch-methodische Konzept der beiden Vorgängerbücher, dem Arbeitsbuch für die Grundstufe sowie dem Arbeitsbuch für die Fachstufe I. Es ist in weiten Teilen gleich aufgebaut.

Die Auszubildenden der Metallbautechnik und der Konstruktionstechnik bekommen mit diesem Buch ein Arbeitsmittel zur Verfügung gestellt, mit dessen Hilfe sie sich Kenntnisse selbst aneignen oder bereits Erlerntes vertiefen und überprüfen können.

Alle Arbeitsaufträge sind an den durchzuführenden Handlungen orientiert und somit sowohl praxisgerecht als auch schülergerecht. Mathematische Inhalte sind ebenso integriert wie Elemente der Technischen Kommunikation. Dabei wird die Nutzung von Informationsquellen wie Fachbuch, Tabellenbuch und Internet angeregt und eingefordert.

Entsprechend den Lernfeldern der Fachstufen 2 und 3 des Rahmenlehrplanes für den Ausbildungsberuf Metallbauer/Metallbauerin der KMK wurde das Werk in folgende fünf Hauptkapitel untergliedert:

- „Herstellen von Stahl- und Metallbaukonstruktionen“,
- „Herstellen von Türen, Toren und Gittern“,
- „Herstellen von Fenstern, Fassaden und Glasanbauten“,
- „Herstellen von Treppen und Geländern“,
- „Instandhalten von Systemen des Metall- und Stahlbaus“

Neben der inhaltlichen Anlehnung an den Lehrplan wurde von den Autoren vor allem auch auf die Prüfungsrelevanz der Themen geachtet. Die vorliegenden Arbeitsaufträge in diesem Buch eignen sich deshalb auch für die Vorbereitung auf die Facharbeiter- bzw. Gesellenprüfung der Berufsgruppen Metallbauer/Metallbauerin und Konstruktionsmechaniker/ Konstruktionsmechanikerin in den verschiedenen Fachrichtungen bzw. Ausbildungsschwerpunkten. Ihre offene Gestaltung lässt eine beliebige Erweiterung durch die unterrichtenden Lehrkräfte zu.

Didaktisch-methodische Hinweise

Der im Rahmenplan beschriebenen Kompetenzorientierung wurde in diesem Arbeitsbuch besonderer Wert beigemessen. Vor jedem Arbeitsauftrag können sich die Auszubildenden einen Überblick über die in der jeweiligen Lernsituation vermittelten Kompetenzen verschaffen.

Entsprechend der Konzeption der Arbeitsbücher der Grundstufe und der Fachstufe 1 orientieren sich die Arbeitsaufträge an der beruflichen Handlungsstruktur, die sich in den Phasen Informieren, Planen, Durchführen und Kontrollieren widerspiegelt.

Informieren

Hier muss sich der Lernende vorrangig über Zeichnungen und Stücklisten, aber auch andere Materialien über die Lernsituation informieren. Das erfordert eine aktive Auseinandersetzung mit dem Arbeitsauftrag.

Planen

Der Lernende stellt Überlegungen zur Planung der einzelnen Arbeitsritte, die zur Auftragsdurchführung erforderlich sind, an. Dabei muss er theoretische Kenntnisse mit praktischen Erfordernissen verknüpfen

Durchführen

Der Lernende führt theoretische und praktische Kenntnisse über die Durchführung beruflicher Handlungen zusammen. Der Vergleich von Lösungsmöglichkeiten wird angeregt.

Kontrollieren

Der Lernende kontrolliert seine Arbeitsergebnisse, bewertet sie und zieht entsprechende Schlüsse für die weitere Arbeit.

Autoren und Verlag wünschen allen Nutzern dieses Werkes viel Erfolg. Für Fehlerhinweise und Verbesserungsvorschläge, die zur Weiterentwicklung des Werkes führen können, sind wir dankbar (lektorat@europa-lehrmittel.de).

Sommer 2021

Autoren und Verlag

Inhaltsverzeichnis

Lernfeld 9a: Herstellen von Stahl- und Metallbaukonstruktionen	5
1. Planen und Fertigen eines Carports	5
2. Planen und Fertigen einer Vordachkonstruktion	19
3. Planen und Fertigen eines Dachbinders	34
4. Planen und Fertigen einer Stahlkonstruktion für eine Fluchttreppe	46
Lernfeld 10a: Herstellen von Türen, Toren und Gittern	58
5. Drehflügeltür für eine Hofeinfahrt fertigen	58
6. Bürogebäude mit Schlossern für zentrale Schließanlage ausstatten	71
7. Bürogebäude mit Türschließern ausstatten	80
8. Brandschutztüren fachgerecht einbauen	88
9. Schiebetor für Hofeinfahrt dimensionieren und herstellen	96
10. Sektionaltor einbauen	110
Lernfeld 11a: Herstellen von Fenstern, Fassaden und Glasanbauten	122
11. Herstellen von Rahmen und Flügel eines Fensters	122
12. Auswählen von Fensterscheiben	139
13. Montage von Fenstern	154
14. Erneuern einer Fassade	166
15. Herstellen eines Wintergartens	184
Lernfeld 12a: Herstellen von Treppen und Geländern	193
16. Herstellen einer einfachen geraden Treppe	193
17. Herstellen einer viertelgewendelten Treppe	212
18. Herstellen eines Balkongeländers	228
Lernfeld 13a: Instandhaltung von Systemen im Metallbau und Stahlbau	244
19. Wartung einer Universalsäge	244
20. Warten eines Deckensektionaltors	254
21. Warten eines Schnelllauftores inklusive Austausch der Antriebsbremse	264
22. Instandhaltung einer zweiflügeligen Feuerschutztüranlage	274
23. Quellenverzeichnis	284

Lernsituation: Planen und Fertigen eines Carports

Kompetenzen

Bei der Bearbeitung des Arbeitsauftrags erwerben Sie folgende Kompetenzen:

Informieren

- Unterschiedliche Bauteile fachgerecht benennen.
- Beanspruchungsarten erkennen und Bauteilen zuordnen.
- Geschlossene und offene Profile ihrer Verwendung gemäß normgerecht unterscheiden.
- Die Funktion von Stützen benennen.

Planen

- Die fehlenden Angaben einer Stückliste vervollständigen.
- Einen Neigungswinkel berechnen.
- Eine Masseberechnung durchführen.
- Die lichten Weiten berechnen.
- Das Verfahren des Brennschneidens beschreiben.

Durchführen

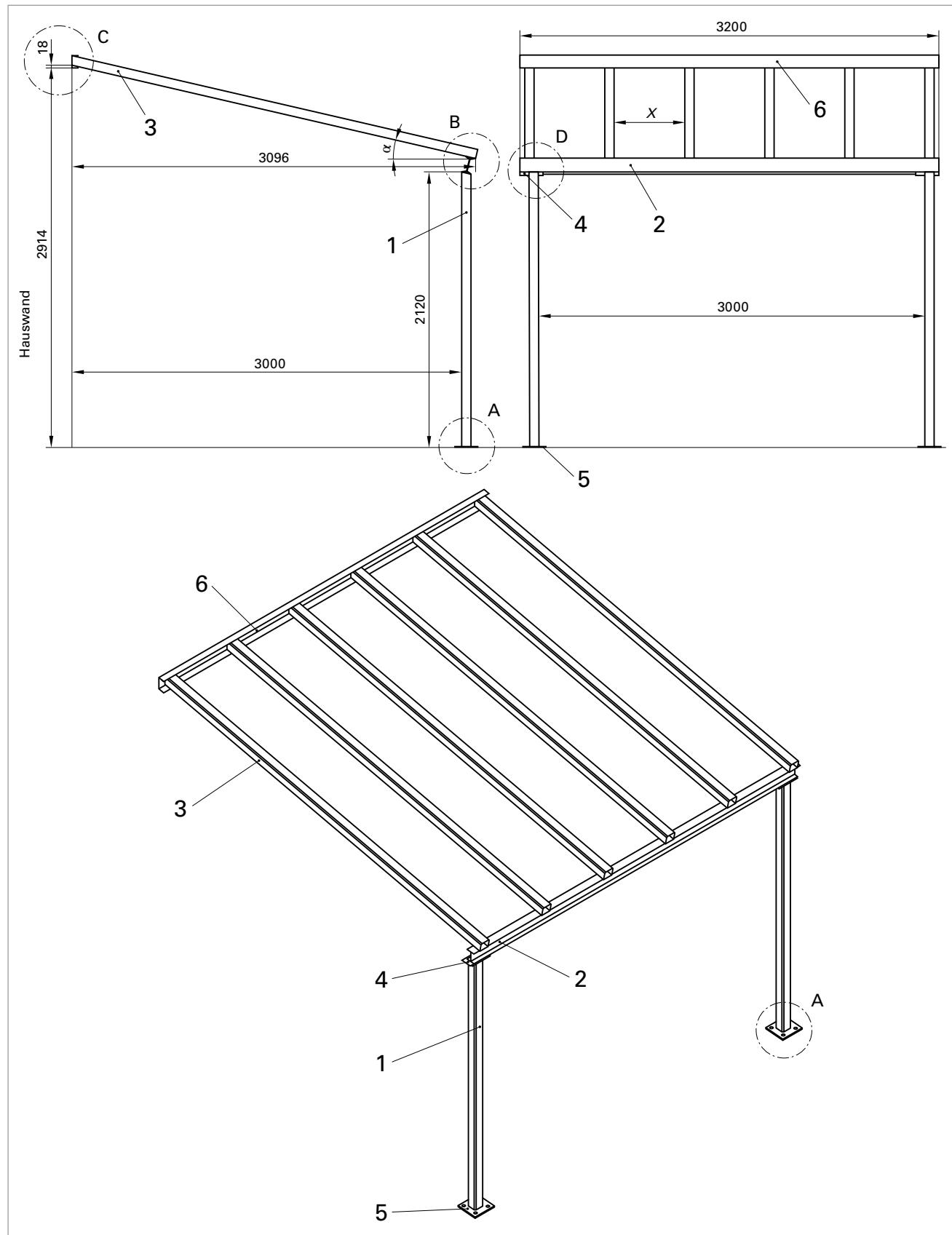
- Ein CNC-Brennschneidprogramm erstellen.
- Ein Schutzgasschweißverfahren beschreiben.
- Notwendige Schweißnahtsymbole ermitteln.
- Symbolische Schweißnähte zuordnen.
- Maße für Durchgangslöcher aus dem Tabellenbuch ermitteln.
- Notwendige Schraubenlängen berechnen.
- Randabstände für Schrauben ermitteln.
- Das Verfahren des Feuerverzinkens beschreiben.
- Passende Blind-Einniertschrauben heraussuchen.
- Passende Dübel auswählen.
- Einen Montageplan erstellen.

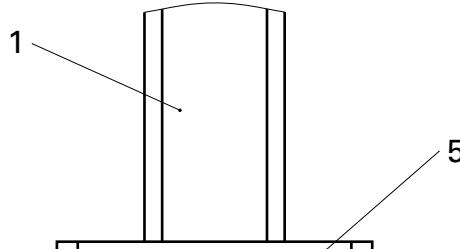
Kontrollieren

- Bohrungen für das Verzinken vorbereiten.
- Geeignete Messgeräte einsetzen.
- Aufbaumaße kontrollieren.

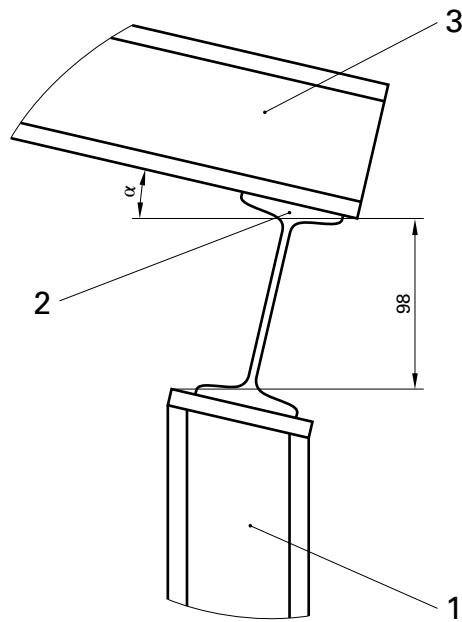
Auftrag

Ein Kunde wünscht ein Angebot für die Stahlbaukonstruktion eines Carports; dabei legt er eine Skizze mit folgenden Abmessungen vor (siehe Bild). Informieren Sie sich anhand der folgenden Aufgaben und planen Sie die Fertigung und Montage. Die Konstruktion soll aus verzinkten Stahlprofilen bestehen und an der Hauswand befestigt werden.

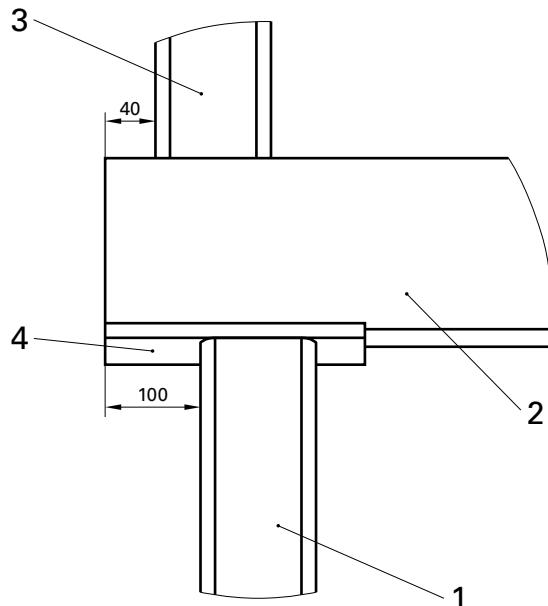




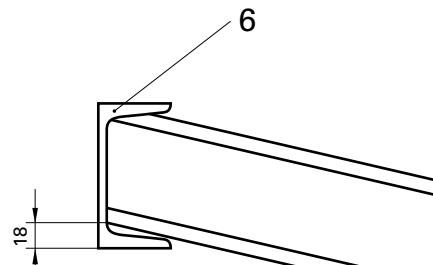
Detail A



Detail B



Detail D



Detail C

Informieren

1. Benennen Sie die unterschiedlichen Bauteile fachgerecht.

Pos. 1: Stütze

Pos. 2: Pfette/Träger

Pos. 3: Sparren

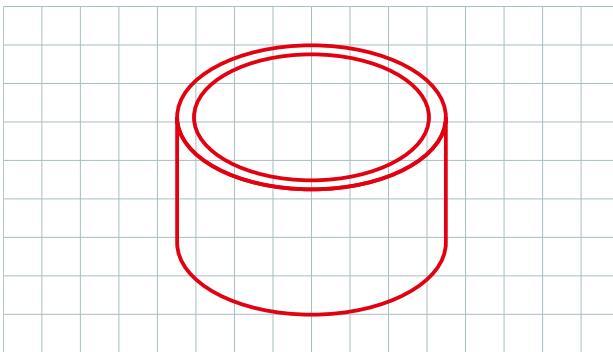
2. Die Bauteile (Pos. 1 – Pos. 3) werden auf Druck, Zug, Knickung und Biegung beansprucht; dabei können auch mehrere Beanspruchungsarten gleichzeitig auftreten. Ordnen Sie diese den Bauteilen zu.

Pos. 1: Druck, Knickung

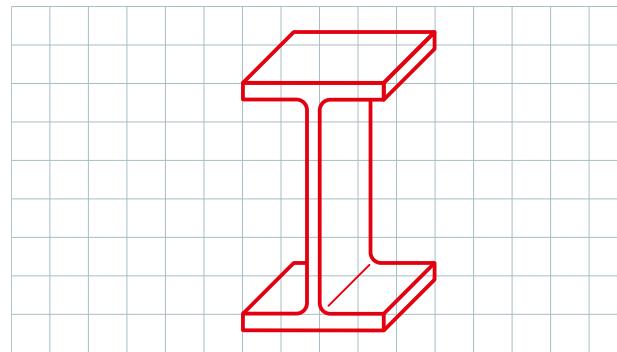
Pos. 2: Biegung

Pos. 3: Zug, Biegung

3. In diesem Carport werden offene und geschlossene Profile verwendet. Skizzieren Sie jeweils ein Beispiel und benennen Sie dabei eine Norm für das Halbzeug aus dem Tabellenbuch.



Rohr DIN EN ISO 1127 51 x 3,2



IPE 80 DIN 1025

4. Benennen Sie die drei Bereiche einer Stütze.

A: **Stützenkopf**

B: **Stützenschaft**

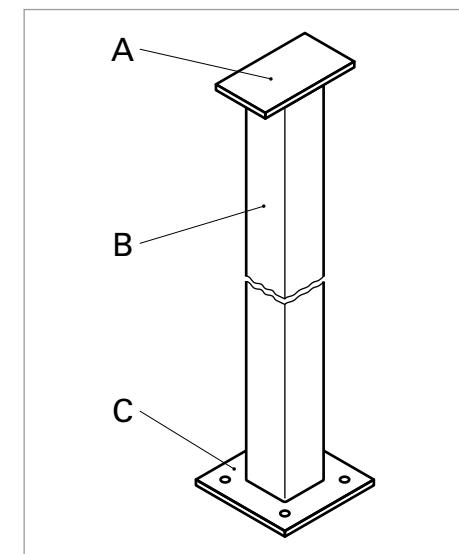
C: **Stützenfuß**

5. Welche Aufgaben erfüllen diese drei Bereiche?

A: **Nimmt die Beanspruchungen und Gewichtskräfte des Daches auf.**

B: **Leitet diese an den Stützenfuß weiter.**

C: **Leitet die Druckkräfte des Stützenschafts in das Fundament ein.**



Planen

6. In der Stückliste sehen Sie die Halbzeuge für den Planungsvorschlag. Ergänzen Sie die fehlenden Angaben.

1	2	3	4	5	6
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Norm-/Kurzbezeichnung	Werkstoff
1	2	St.	Stütze	Hohlprofil DIN EN 10210-2 80 x 80 x 4 - 2100	S355-J0
2	1	St.	Pfette	IPE 120 DIN 1025 -3200	S275-JR
3	6	St.	Sparren	Hohlprofil DIN EN 10210-2 80 x 80 x 3 - 3200	S355-J0
4	2	St.	Kopfplatte	Blech EN 100051-10 x 180 x 100	S235 JR
5	2	St.	Fußplatte	Blech EN 100051-10 x 180 x 180	S235 JR
6	1	St.	Wandbefestigung	U-Profil DIN 1026-1-U120-3200	S235 JR

7. Bestimmen Sie den Neigungswinkel des Carports (runden Sie auf ein Werkstattmaß).

$$\tan \alpha = \frac{2914 \text{ mm} + 18 \text{ mm} - 2120 \text{ mm} - 98 \text{ mm}}{3096 \text{ mm}} = \frac{714 \text{ mm}}{3096 \text{ mm}} = 0,23$$

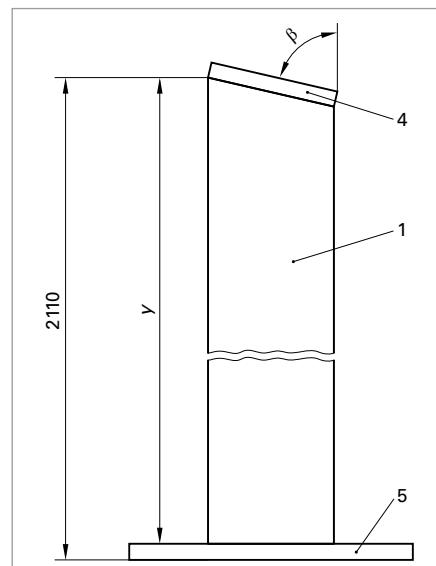
$$\Rightarrow \alpha \approx 13^\circ$$

8. Welcher Winkel β muss dann für Pos. 1 bei dem Neigungswinkel aus Aufgabe 7 hergestellt werden?

Als Winkel bei Pos. 1 wird $\beta = 90^\circ - 13^\circ = 77^\circ$ hergestellt.

9. Bestimmen Sie die Länge y für die Stütze (Pos. 1).

$$y = 2110 \text{ mm} - 10 \text{ mm} = 2100 \text{ mm}.$$



10. Für den Transport muss die Gesamtmasse des Carports berechnet werden.

- a) Berechnen Sie die Masse von Pos. 1 (die Schrägen sind zu vernachlässigen; rechnen Sie mit dem Maß y).

$$m_{\text{Pos. } 1} = m' \cdot l = 9,41 \text{ kg/m} \cdot 2,1 \text{ m} = 19,76 \text{ kg}$$

$$2 \text{ St.: } 2 \cdot m_{\text{Pos. } 1} = 39,52 \text{ kg}$$

- b) Berechnen Sie die Masse von Pos. 2.

$$m_{\text{Pos. } 2} = m' \cdot l = 10,4 \text{ kg/m} \cdot 3,2 \text{ m} = 33,28 \text{ kg}$$

- c) Berechnen Sie die Masse von Pos. 3.

$$m_{\text{Pos. } 3} = m' \cdot l = 7,18 \text{ kg/m} \cdot 3,2 \text{ m} = 22,97 \text{ kg}$$

$$6 \text{ St.: } 6 \cdot m_{\text{Pos. } 3} = 137,82 \text{ kg}$$

- d) Berechnen Sie die Massen von Pos. 4 und 5.

$$V_{\text{Pos. } 4} = 1,8 \text{ dm} \cdot 1,0 \text{ dm} \cdot 0,1 \text{ dm} = 0,18 \text{ dm}^3$$

$$m_{\text{Pos. } 4} = \rho \cdot V_{\text{Pos. } 4}$$

$$m_{\text{Pos. } 4} = 7,85 \text{ kg/dm}^3 \cdot 0,18 \text{ dm}^3 = 1,13 \text{ kg}$$

$$2 \text{ St.: } 2 \cdot m_{\text{Pos. } 4} = 2,82 \text{ kg}$$

$$V_{\text{Pos. } 5} = 1,8 \text{ dm} \cdot 1,8 \text{ dm} \cdot 0,1 \text{ dm} = 0,324 \text{ dm}^3$$

$$m_{\text{Pos. } 5} = \rho \cdot V_{\text{Pos. } 5}$$

$$m_{\text{Pos. } 5} = 7,85 \text{ kg/dm}^3 \cdot 0,324 \text{ dm}^3 = 2,54 \text{ kg}$$

$$2 \text{ St.: } 2 \cdot m_{\text{Pos. } 5} = 5,08 \text{ kg}$$

e) Berechnen Sie die Masse von Pos. 6.

$$m_{\text{Pos.6}} = m' \cdot l = 13,4 \text{ kg/m} \cdot 3,2 \text{ m} = 42,88 \text{ kg}$$

f) Berechnen Sie die Gesamtmasse.

$$m_{\text{ges.}} = 2 \cdot m_{\text{Pos. 1}} + m_{\text{Pos. 2}} + 6 \cdot m_{\text{Pos. 3}} + 2 \cdot m_{\text{Pos. 4}} + 2 \cdot m_{\text{Pos. 5}} + m_{\text{Pos. 6}}$$

$$m_{\text{ges.}} = 39,52 \text{ kg} + 33,28 \text{ kg} + 137,82 \text{ kg} + 2,82 \text{ kg} + 5,08 \text{ kg} + 42,88 \text{ kg}$$

$$m_{\text{ges.}} = 261,4 \text{ kg}$$

11. Die Dachprofile (Pos. 3) sollen auf dem Träger (Pos. 2) gleichmäßig verteilt werden. Berechnen Sie dazu die lichte Weite (Maß X; Bild Seite 6). Halten Sie Randabstände von 40 mm ein (vgl. Detail D).

$$l_{\text{ges.}} = 2 \cdot \text{Randabstand} + 6 \cdot \text{Pos. 3 (Breite)} + 5 \cdot \text{lichte Weite}$$

$$3200 \text{ mm} = 2 \cdot 40 \text{ mm} + 6 \cdot 80 \text{ mm} + 5 \cdot X$$

$$3200 \text{ mm} = 560 \text{ mm} + 5 \cdot X$$

$$X = \frac{3200 \text{ mm} - 560 \text{ mm}}{5}$$

$$\Rightarrow X = 528 \text{ mm}$$

12. Die Fußplatten sollen auf einer CNC-Brennschneideanlage hergestellt werden.

a) Nennen Sie zwei Voraussetzungen, die ein Werkstoff zum Brennschneiden besitzen muss.

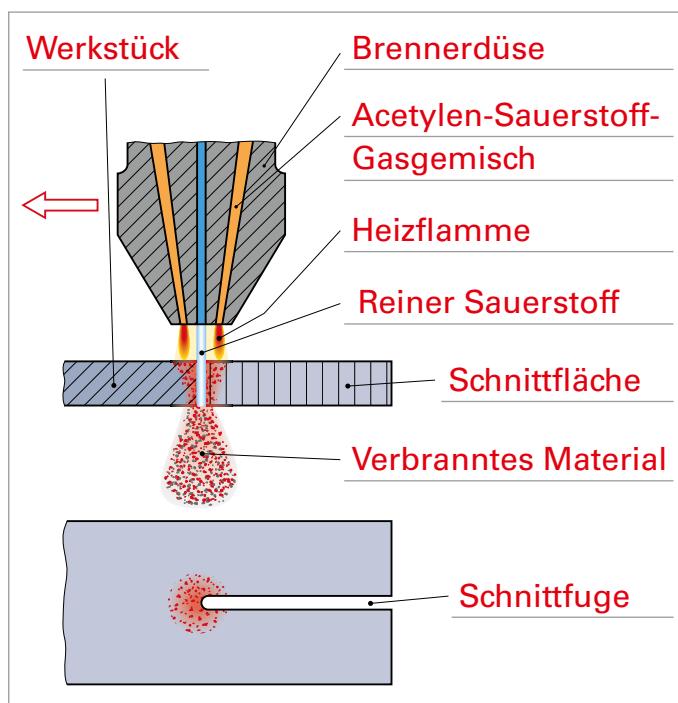
Der Werkstoff muss unter Sauerstoff brennbar sein. Die Zündtemperatur muss unter der Schmelztemperatur des Metalls liegen.

b) Beschreiben Sie den Vorgang des Brennschneidens von Stahl.

Der Werkstoff wird mithilfe einer Acetylen-Sauerstoffflamme auf die örtliche Zündtemperatur erhitzt. Reiner Sauerstoff wird dann zugeführt, der den Werkstoff in der Schnittfuge verbrennt. Die entstehende Schmelze wird aus der Schnittfuge geblasen.

c) Beschriften Sie die Skizze mit folgenden Fachbegriffen:

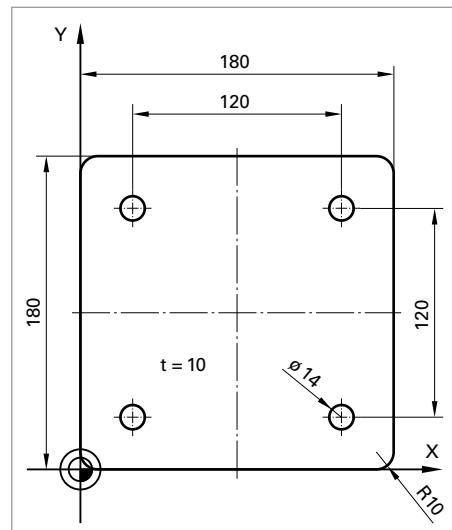
verbranntes Material, reiner Sauerstoff, Brennerdüse, Acetylen-Sauerstoff-Gasgemisch, Werkstück, Schnittfuge, Schnittfläche, Heizflamme



Durchführen

13. Vervollständigen Sie das CNC-Programm für das Brennschneiden der Außenkontur der Fußplatte.

%	Fußplatte					Erläuterung
N10	G90	_____	_____	_____	_____	Absolute Maßangabe
N20	F200	T1	_____	_____	_____	Vorschub, Brenner 1
N40	G92	X0	Y0	_____	_____	Werkstücknullpunkt speichern, Festlegen der Nullpunkt-Koordinaten
N50	G00	X-20	Y-20	_____	_____	Anfahren des Durchstechpunktes
N60	G04	M08	_____	_____	_____	Verweilen am Durchstechpunkt, Vorwärmen ein.
N70	G41	_____	_____	_____	_____	Bahnkorrektur links
N80	G01	X0	Y0	M04	M09	Schneidsauerstoff ein, Vorwärmen aus
N90	G01	X0	Y170	_____	_____	_____
N100	G02	X10	Y180	I10	J0	_____
N110	G01	X170	Y180	_____	_____	_____
N120	G02	X180	Y170	I0	J-10	_____
N130	G01	X180	Y10	_____	_____	_____
N140	G02	X170	Y0	I-10	J0	_____
N150	G01	X10	Y0	_____	_____	_____
N160	G02	X0	Y10	I0	J10	_____
N170	G00	X-10	Y0	M03	G40	Bahnkorrektur aus
N180	M30	_____	_____	_____	_____	Programmende



14. Fußplatte (Pos. 5) und Stütze (Pos. 1) werden in der Werkstatt miteinander verschweißt.

a) Welches Schweißverfahren eignet sich hierfür? Begründen Sie Ihre Aussage.

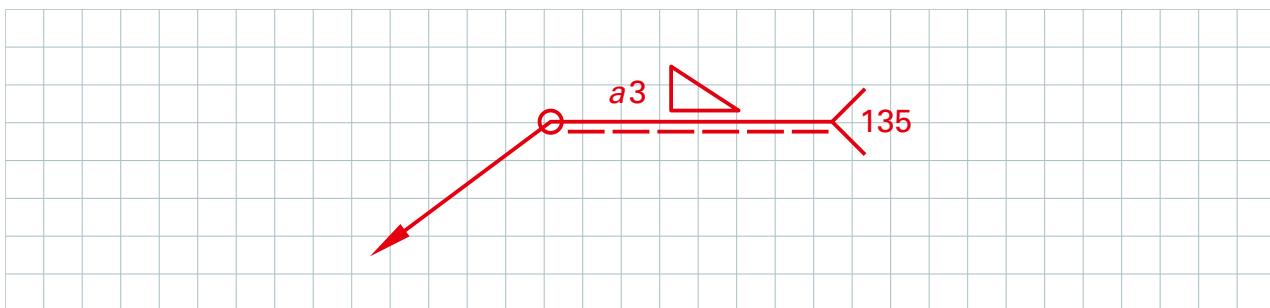
Metall-Aktivgasschweißen MAG; es eignet sich zum Schweißen von unlegierten

Stählen, die Anwendung in der Werkstatt ist wirtschaftlich (schnell, saubere Naht), die Handhabung ist einfach, es entsteht ein tiefer Einbrand.

Beschreiben Sie das Grundprinzip des von Ihnen gewählten Verfahrens.

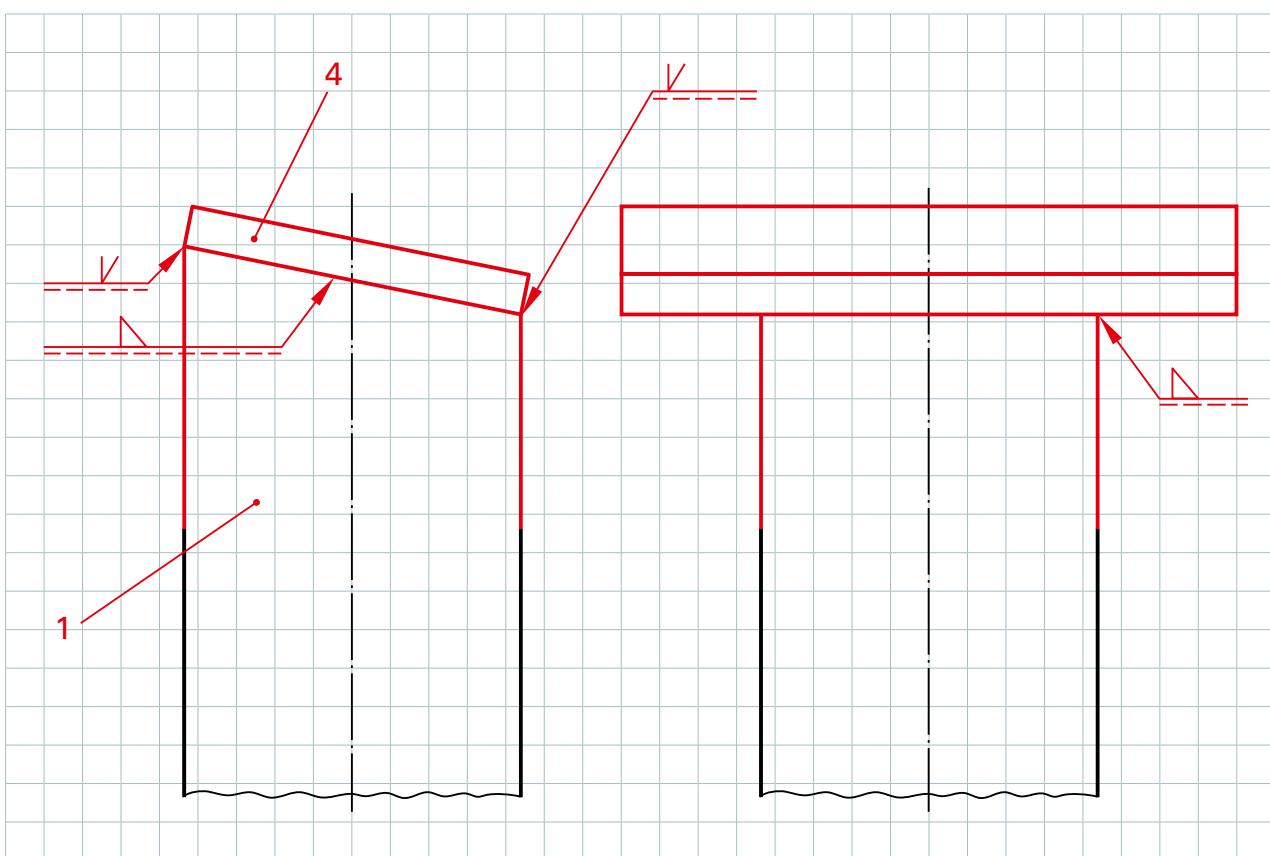
Bei diesem Verfahren wird eine abschmelzende Drahtelektrode verwendet; der Schweißdraht wird von einer Drahtspule automatisch über eine Drahtförderseinrichtung zugeführt. Die Stromzuführung erfolgt durch einen Zwangskontakt. Schweißstrom, Drahtelektrode und Schutzgas werden dem Handstück durch ein Schlauchpaket zugeführt. Man verwendet Aktivgase; diese reagieren mit dem Schweißbad, indem der Sauerstoffanteil die Verbrennungstemperatur erhöht. Somit wird ein besserer Einbrand erreicht.

b) Zeichnen Sie das erforderliche Schweißnahtsymbol (Kehlnaht, $a = 3$ mm, ringsum)



15. Stütze (Pos. 1) und Kopfplatte (Pos. 4) werden auch in der Werkstatt rundum verschweißt.

a) Erstellen Sie vom Bereich des Kopfanschlusses eine Skizze von Vorder- und Seitenansicht.



b) Welche zwei Nahtformen müssen hier verwendet werden? Bergründen Sie Ihre Antwort.

Der T-Stoß legt die Nahtform „Kehlnaht“ fest. Die HV-Naht ist an der Stirn- und Rückseite zu verwenden, so wird eine bündige Fläche geschaffen.

c) Tragen Sie die Symbole aller 4 Schweißnähte in Ihre Skizze ein.

16. Pos. 2 und Pos. 4 (vgl. Detail B) werden miteinander verschraubt. Als Anreißmaß wird $w_1 = 36$ mm gewählt.

a) Ermitteln Sie den Durchmesser für die Durchgangsbohrung nach DIN EN 20273 mittel, wenn Schrauben der Größe M8 (ISO 4014) verwendet werden.

Für die Größe M8 wird eine Durchgangsbohrung von $d = 9$ mm hergestellt.

b) Suchen Sie die passende Scheibe und Mutter aus dem Tabellenbuch heraus und geben Sie die Normbezeichnung an.

Scheibe: ISO 7090 – 8 – 140 HV; Mutter: ISO 4034 – M8 – 5

c) Bestimmen Sie die notwendige Schraubenlänge.

$$L = L_k + S + M + \ddot{U}$$

$$L = 10 \text{ mm} + 6,3 \text{ mm} + 1,6 \text{ mm} + 7,9 \text{ mm} + 5 \text{ mm} = 30,8 \text{ mm}$$

Gewählt: Schraube M8 x 35 mm.

d) Für die Verbindung der Kopfplatte (Pos. 4) und der Pfette (Pos. 2) werden Schrauben verwendet. Die Löcher werden in der Werkstatt gebohrt, die Schrauben auf der Baustelle eingebaut.

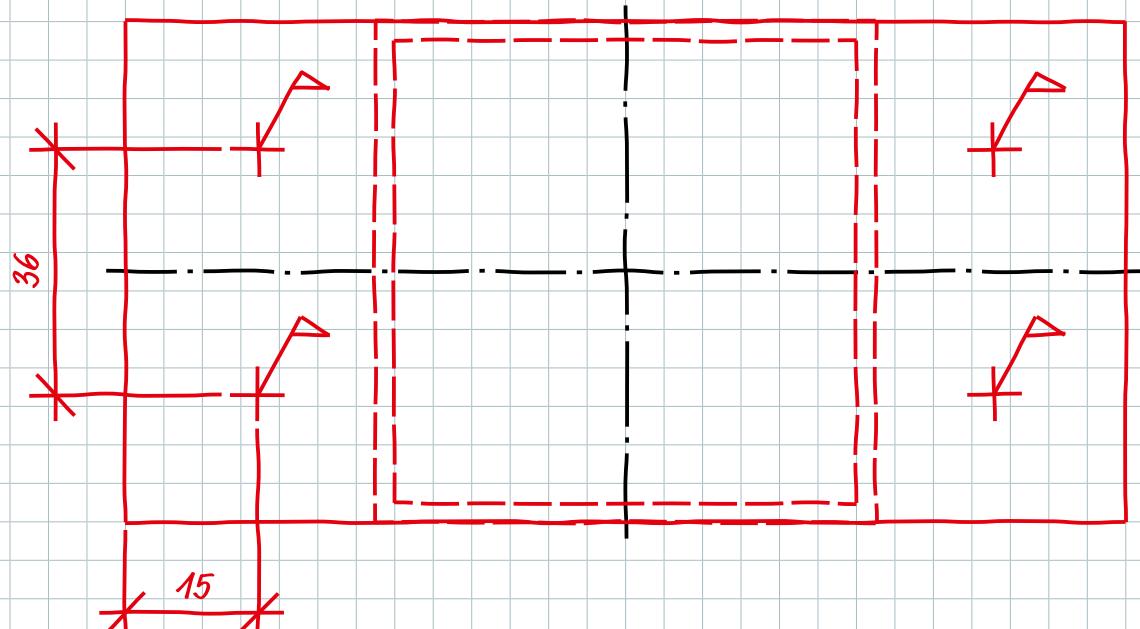
Skizzieren Sie die sinnbildliche Darstellung für eine Schraube, achten Sie auf Lage der Mutter.



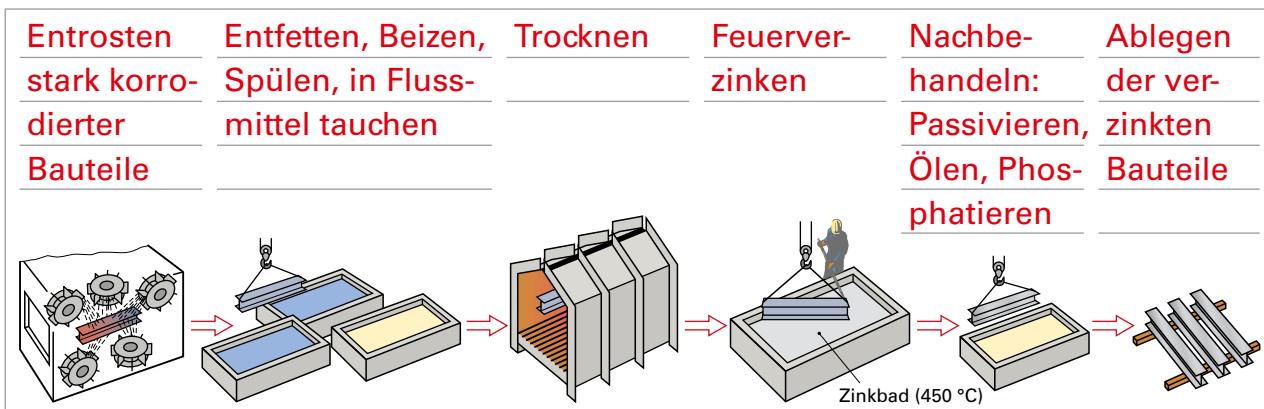
e) Bestimmen Sie den kleinsten Randabstand nach DIN EN 1993 quer zur Krafrichtung. Runden Sie gegebenenfalls in 5 mm-Schritten auf.

$$e_2 = 1,5 \cdot d_0 = 1,5 \cdot 9 \text{ mm} = 13,5 \text{ mm}; \text{ gewählt wird } e_2 = 15 \text{ mm.}$$

f) Erstellen Sie eine Skizze der Kopfplatte in der Draufsicht. Bemaßen Sie sowohl das Anreißmaß, als auch die Lage der Durchgangslöcher für 4 Schrauben.



17. Die Baugruppe (Pos. 1, Pos. 4 und Pos. 5) soll für das Feuerverzinken vorbereitet werden.

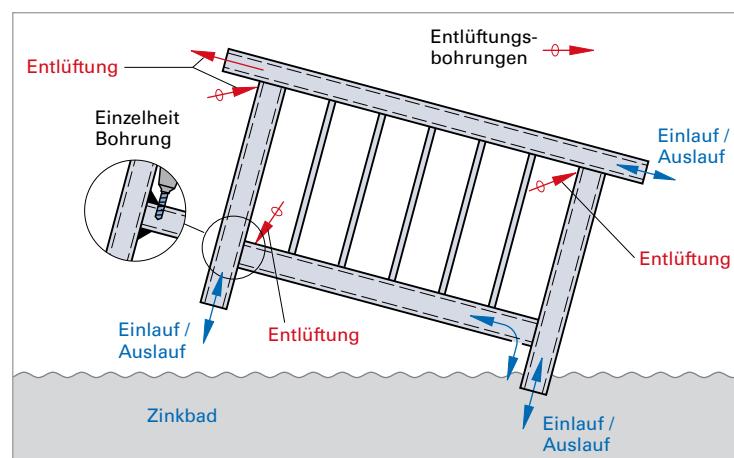


a) Beschreiben Sie mithilfe der Darstellung die richtige Reihenfolge in der Tabelle.

Nr.	Arbeitsschritt
4	Feuerverzinken
6	Ablegen der verzinkten Bauteile
1	Entrostung stark korrodiert Bauteile
3	Trocknen
2	Entfetten, Beizen, Spülen, in Flussmittel tauchen
5	Nachbehandeln: Passivieren, Öl, Phosphatieren

b) Bei Bauteilen aus Stahlhohlprofilen sind Entlüftungsbohrungen (Verzinkungslöcher) herzustellen. Nennen Sie zwei Gründe für Verzinkungslöcher.

Die Luft muss aus den Hohlprofilen entweichen können, damit die Bauteile auch innen verzinkt werden können und keine Explosionsgefahr durch die Ausdehnung der eingeschlossenen Luft entsteht.

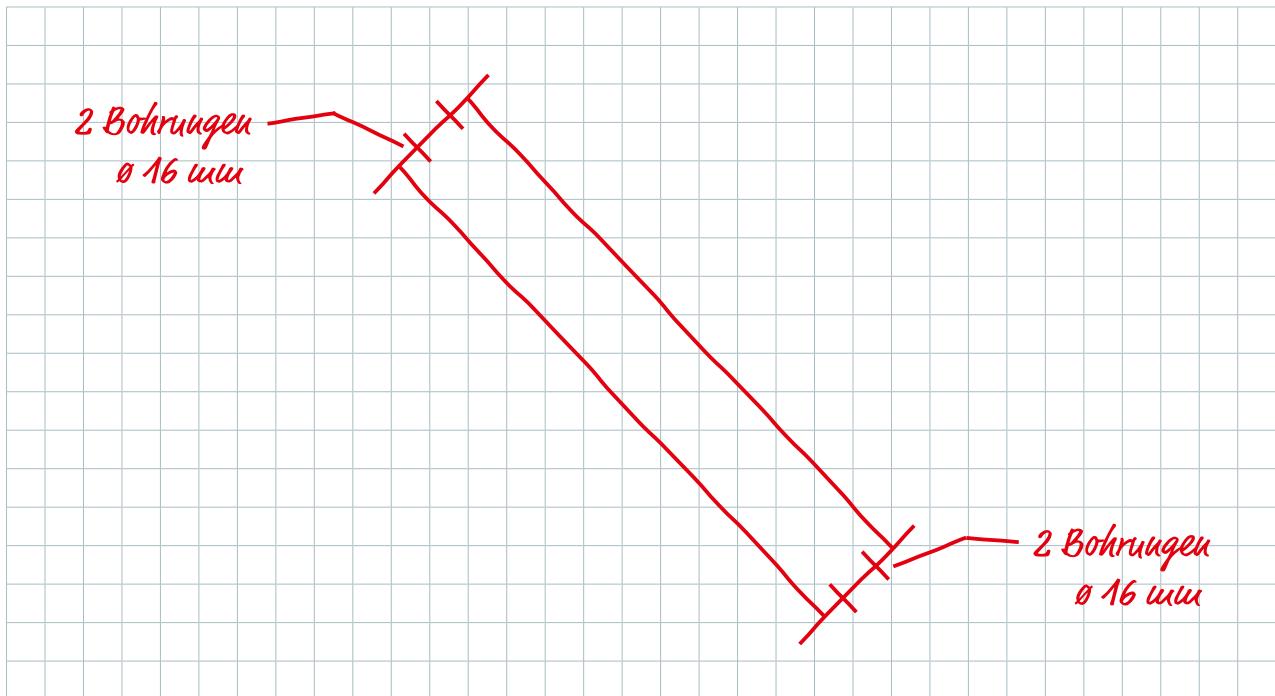


c) Bestimmen Sie die Anzahl und Größe der benötigten Entlüftungsbohrungen mithilfe der Tabelle.

Gewählt werden 2 Bohrungen mit je einem Durchmesser von 16 mm.

Hohlprofil-Abmessungen in mm			Mindest-Lochdurchmesser in mm			
			Anzahl der Öffnungen	1	2	4
40	40	50 x 30	14	12	—	
50	50	60 x 40	16	12	10	
60	60	80 x 40	20	12	10	
80	80	100 x 60	20	16	12	
100	100	120 x 80	25	20	12	
120	120	160 x 80	30	25	16	
160	160	200 x 120	40	25	16	
200	200	260 x 140	50	30	16	

- d) Skizzieren Sie die Baugruppe in einer für das Feuerverzinken erforderlichen Position und kennzeichnen Sie die Lage der Löcher.



18. Die Verbindung von Pos. 6 mit den Pos. 3 (vgl. Detail C) soll durch Schweißen auf der Baustelle erfolgen.

- a) Für welches Schweißverfahren entscheiden Sie sich? Begründen Sie Ihre Wahl.

Lichtbogenhandschweißen; es eignet sich gut für den Einsatz im Freien, das Schutzgas wird aus der Umhüllung der Elektrode gebildet.

- b) Worauf muss beim Schweißen der bereits verzinkten Bauteile geachtet werden?

Die vorhandene Zinkschicht muss vollständig entfernt werden. Außerdem sind die entstehenden Dämpfe beim Schweißen von verzinkten Bauteilen giftig. In der Regel geschieht dies durch Schleifen, dabei muss darauf geachtet werden, dass andere Bereiche des Werkstücks nicht mit dem eisenhaltigen Staub in Berührung kommen (Korrosionsgefahr). Nach dem Schweißen muss die Zinkschicht wieder fachgerecht ersetzt werden.

19. Die Verbindung von Sparren und Pfette soll mit einer Blind-Einnietschraube hergestellt werden.

- a) Welche Nenndurchmesser kommen hier infrage? Begründen Sie Ihre Wahl.

Infrage kommen die beiden Größen M6 und M8. Entscheidend ist hierbei der Klemmbereich, da der Sparren eine Wandstärke von 3 mm hat.

- b) Wählen Sie aus der Tabelle eine geeignete Blind-Einnietschraube aus und bestimmen Sie den Bohrlochdurchmesser.

Z. B.: M8: Bohrungsdurchmesser: 9,9 mm

Art.-Nr.	0948 715 8	0948 715 10	0948 715 15	0948 716 10	0948 716 15	0948 718 15	0948 718 20
VE	100	100	100/500	100	100/1000	100	100/200
Gewindeart x Nenndurchmesser (d)	M5	M5	M5	M6	M6	M8	M8
Niedtdurchmesser (d ₁)	6,5 mm	6,5 mm	6,5 mm	7,7 mm	7,7 mm	9,8 mm	9,8 mm
Kragendurchmesser (d ₂)	9 mm	9 mm	9 mm	10 mm	10 mm	12 mm	12 mm
Länge (l ₂)	8 mm	10 mm	15 mm	10 mm	15 mm	15 mm	20 mm
Kopfdurchmesser (d _k)	9 mm	9 mm	9 mm	10 mm	10 mm	12 mm	12 mm
Kopfhöhe (k ₁)	1,1 mm	1,2 mm	1,2 mm				
Klemmbereich min./max.	1,5 – 2,9 mm	1,5 – 2,9 mm	1,5 – 2,9 mm	1,5 – 3,4 mm	1,5 – 3,4 mm	1,5 – 3,9 mm	1,5 – 3,9 mm
Anzugsdrehmoment	6 Nm	6 Nm	6 Nm	11 Nm	11 Nm	24 Nm	24 Nm
Zugkraft max.	8000 N	8000 N	8000 N	9500 N	9500 N	12000 N	12000 N
Scherbruchlast	9500 N	9500 N	9500 N	12000 N	12000 N	23500 N	23500 N
Bohrlochdurchmesser	6,6 mm	6,6 mm	6,6 mm	7,8 mm	7,8 mm	9,9 mm	9,9 mm

20. Dübelauswahl

- a) Für die Wandbefestigung (Pos. 6) sind Befestigungselemente aus dem Tabellenbuch auszuwählen. Bei der Hauswand handelt es sich um Vollziegel. Als gesamte Zugkraft für Pos. 6 soll mit 6 kN gerechnet werden, es sollen 4 Befestigungselemente verwendet werden. Suchen Sie ein geeignetes Befestigungselement heraus und bestimmen Sie dabei die Bezeichnung und die Größe. Geben Sie außerdem die Größe des Bohrlochs an.

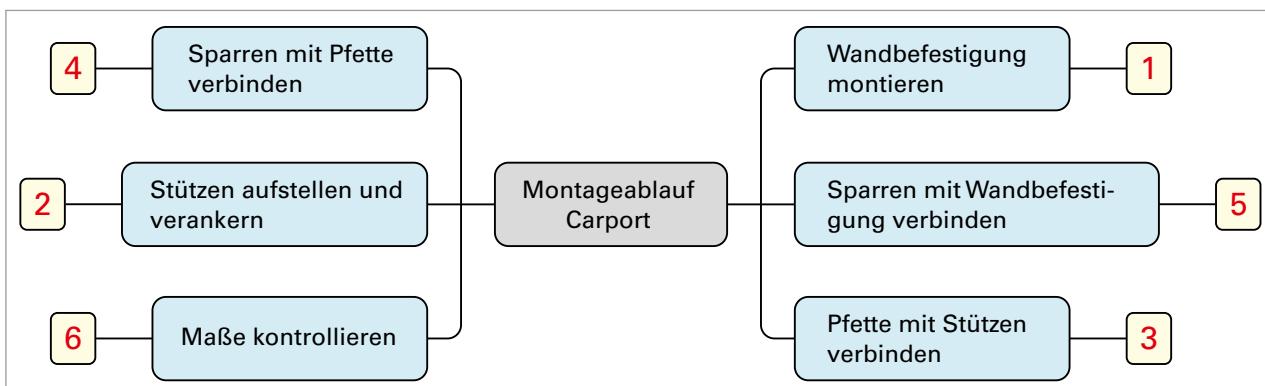
Injektionsanker mit Zulassung für Mauerwerk. Bei 6 kN/4 entfällt auf jeden Anker eine zulässige Zugkraft von 1,5 kN. Daher kann M10 ($F_{zul} = 1,7 \text{ kN}$) verwendet werden. Die Größe des Bohrlochs ist dann $d_o = 12 \text{ mm}$.

- b) Jede Fußplatte (Pos. 5) wird mit 4 Ankern M16 in Durchsteckmontage auf Beton befestigt. Welches Bohrloch ist hier zu fertigen? Erklären Sie den Begriff Durchsteckmontage.

Die Größe des Bohrlochs beträgt $d_o = 16$ mm. Durchsteckmontage bedeutet, dass die benötigte Ankerbohrung im Beton kleiner sein muss als die Bohrung in der Fußplatte; der Anker muss sich durch die Fußplatte hindurch montieren lassen.

21. Montage

- a) Bringen Sie den Ablauf in eine sinnvolle Reihenfolge.



b) Beschreiben Sie den Montageablauf; benennen Sie dabei Pos.Nr. und benötigte Hilfsmittel.

Nr.	Montageschritt
1	Löcher für Befestigungselemente ausmessen (Gliedermaßstab) und anzeichnen; Kontrollieren, ob die Löcher in der Flucht sind; Löcher nach Anleitung bohren, ausblasen, Kartusche setzen, Stahlanker montieren, Aushärtezeit beachten; zur Montage können ein Fahrgerüst oder zwei Leitern verwendet werden, dabei muss mindestens zu zweit gearbeitet werden. Wandbefestigung (Pos. 6) mit Schrauben befestigen, Drehmomentschlüssel benutzen. Waagrechte überprüfen (Wasserwaage).
2	Position für die beiden Stützen (Pos. 1, 4, 5) ausmessen (Gliedermaßstab) und anzeichnen; Die Löcher für die Fußplatten in den Beton bohren (Bohrhammer); Stütze ausrichten, Vertikalität prüfen (Wasserwaage); zu zweit arbeiten; Anker setzen, montieren.
3	Pfette (Pos. 2) auf die beiden Stützen (Pos. 1) legen und mit Schraubzwingen fixieren; verschrauben; Schraubzwingen entfernen; zu zweit arbeiten; Fahrgerüst oder zwei Leitern benutzen (Leitern sichern); Horizontalität prüfen.
4	Sparren (Pos. 3) in die Wandbefestigung (Pos. 6) schieben, mit Schraubzwingen fixieren; mit Pfette verschrauben, kontrollieren.
5	Sparren (Pos. 3) mit Wandbefestigung (Pos. 6) verschweißen; auf UVV achten, wieder mit Fahrgerüst oder gesicherter Leiter arbeiten; nach Anleitung Zinksalbe und Zinkspray auftragen.
6	Alle Maße kontrollieren, Baustelle aufräumen.

Kontrollieren

22. Sie erhalten den Auftrag, die Bohrungen nach dem Verzinken zu kontrollieren. Dabei fällt Ihnen auf, dass die Schrauben nicht in die Durchgangslöcher passen. Nennen Sie einen möglichen Grund.

Zur Vermeidung von Nacharbeit sollten Schraubenlöcher 2 mm über Nenndurchmesser ausgeführt werden. Eventuell wurde bei der Herstellung der Durchgangslöcher nicht darauf geachtet.

23. Vor Übergabe sollen von Ihnen die Maße und Winkel der Stahlbaukonstruktion kontrolliert werden. Beschreiben Sie das Prinzip von folgenden Messgeräten.

Messgerät	Prinzip
Meterstab	Gliedermaßstab von 2 Meter Länge mit Meter-, Zentimeter- und Millimetereinteilung. Toleranz : $+/- 1 \text{ mm}$
Messlatte	hat eine Länge von 3 oder 5 Metern; ist mit einer rot-weißen Teilung versehen; auf der einen Seite befindet sich eine Teilung in Zentimeter, auf der Rückseite eine Höhenskala in Millimeter.
Maßband	hat eine Länge von 20 Metern (Sonderlängen bis zu 50 Meter); besteht aus gehärtetem Stahl, die Toleranz ist abhängig von der zu messenden Länge, der Ablesegenauigkeit und der möglichen Längenänderung durch Wärmeeinwirkung; ca. $+/- 5 \text{ mm}$
Lasergesteuertes Messgerät	Exakte Ermittlung von größeren Entfernungen möglich (bis zu 50 m); berührungsloses Messen, Toleranz von $+/- 3 \text{ mm}$, beim Messen der Entfernung von zwei Stützen wird das Gerät an eine senkrechte Fläche angelegt, die Entfernung wird über die Laufzeit des Laserstrahls ermittelt.
Nivellierinstrument	Messen von Höhenunterschieden und Höhenhorizonten, optisches Messgerät mit einer lotrecht stehenden Drehachse, es besitzt ein Messfernrohr mit Fadenkreuz, die Ziellinie kann horizontal ausgerichtet werden.
Theodolit	Optisches Messgerät für Horizontal- und Vertikalwinkelmessungen, das Fernrohr ist sowohl um eine horizontale als auch um eine vertikale Achse drehbar.
Winkelspiegel	Abstecken des rechten Winkels über eine größere Entfernung als mit Längenmessungen möglich, dazu wird eine zweite Person mit einem Fluchtstab benötigt.

Lernsituation: Planen und Fertigen einer Vordachkonstruktion

Kompetenzen

Bei der Bearbeitung des Arbeitsauftrags erwerben Sie folgende Kompetenzen.

Informieren

- Wesentliche Angaben eines Steigungsdreiecks aus einer Stahlbauzeichnung entnehmen.
- Die einwirkenden Lasten eines Vordachs nennen.
- Die Fachbegriffe „Pfette“, „Obergurt“, „Untergurt“ und „Windverband“ einem Dach aus Stahlprofilen zuordnen.
- Die Aufgabe von Windverbänden in einem Stahlbau nennen.
- Die Belastungsarten „Zug“, „Druck“ und „Biegung“ erkennen und den entsprechenden Bauteilen zuordnen.

Planen

- Die fehlenden Angaben einer Stückliste vervollständigen.
- Geeignete Profile für eine Dacheindeckung planen.
- Die Befestigung von Trapezblechen mithilfe von geeigneten Schrauben planen.
- Die Funktion von verschiedenen Bauteilen erläutern.

Durchführen

- Geeignete Nahtformen und Nahtarten beim Schweißen anhand der Lage der Bauteile erkennen.
- Geeignete Schweißverfahren auswählen und beschreiben.
- Anreißmaße für Schrauben in Profilen bestimmen.
- Klemmlängen für Schrauben anhand der Verbindung bestimmen.
- Trägerausklinkungen heraussuchen und bemaßen.
- Durchgangslöcher für Schrauben ermitteln.
- Drehzahlen beim Bohren berechnen.
- Scherkräfte berechnen.
- Einen Arbeitsplan für die Fertigung eines Halbzeugs erstellen.
- Einen Kostenvoranschlag erstellen.

Kontrollieren

- Die Funktion von Wandabschlüssen erklären.
- Einen Vorschlag für einen geeigneten Wandabschluss erstellen.
- Eine Checkliste zur Prüfung eines Vordachs erstellen.

Auftrag

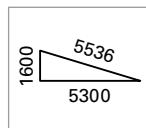
An eine bestehende Stahlhalle soll seitlich ein Vordach angebracht werden. Hier sollen Fahrzeuge abgestellt werden, um diese vor der Witterung zu schützen. Die Dacheindeckung soll anschließend mit Trapezblechen erfolgen.

Informieren

1. Informieren Sie sich anhand der Zeichnung und der Stückliste und beantworten Sie folgende Fragen.

- a) Zeichnen Sie die Systemlinien als Strich-Punkt-Linien in die Ansicht (Seite 21) ein.
 b) Nennen Sie zwei Angaben, die mithilfe des Steigungsdreiecks bestimmt werden können.

Die Zahlen geben die Abstände der Systempunkte in mm an. Außerdem kann mithilfe des Dreiecks der Winkel zur Trägerausklinkung bestimmt werden.



- c) Welche Einwirkungen auf das Vordach werden nach DIN EN 1990 unterschieden? Nennen Sie jeweils ein Beispiel.

Es wird unterschieden in Ständige Einwirkungen (Eigenlast des Tragwerks), Veränderliche Einwirkungen (Nutzlasten, Verkehrslasten, Windlasten, Schneelasten) und Außergewöhnliche Einwirkungen (Erdbeben, Anpralllasten).

- d) Die Fachbegriffe *Pfette*, *Obergurt*, *Untergurt* und *Windverband* sollen den Bauteilen zugeordnet werden. Tragen Sie diese in die Skizze ein.

