

Jochen Karsch

# Fachrechnen für die Ausbildung im Dachdeckerhandwerk

2. Auflage



**RM** Rudolf Müller

# **Fachrechnen für die Ausbildung im Dachdeckerhandwerk**

2., aktualisierte und erweiterte Auflage

mit zahlreichen Abbildungen und Tabellen

**Jochen Karsch**

Dachdeckermeister, Gebäudeenergieberater (HWK)  
und Fachlehrer am Bildungszentrum BGZ Simmerath  
der Handwerkskammer Aachen

### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

2., aktualisierte und erweiterte Auflage 2022

© Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, Köln 2022  
Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk einschließlich seiner Bestandteile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne die Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Maßgebend für das Anwenden von Normen ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist. Maßgebend für das Anwenden von Regelwerken, Richtlinien, Merkblättern, Hinweisen, Verordnungen etc. ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der jeweiligen herausgebenden Institution erhältlich ist.

Das vorliegende Werk wurde mit größter Sorgfalt erstellt. Verlag und Autor können dennoch für die inhaltliche und technische Fehlerfreiheit, Aktualität und Vollständigkeit des Werkes und seiner elektronischen Bestandteile (CD-ROM, DVD, Internetseiten) keine Haftung übernehmen.

Wir freuen uns Ihre Meinung über dieses Fachbuch zu erfahren. Bitte teilen Sie uns Ihre Anregungen, Hinweise oder Fragen per E-Mail: [rudolf-mueller@vuservice.de](mailto:rudolf-mueller@vuservice.de) oder Telefon: 06123 9238-258 mit.

Satz und Umschlaggestaltung: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, Erfstadt  
Druck und Bindearbeiten: Westermann Druck Zwickau GmbH, Zwickau  
Printed in Germany

ISBN 978-3-481-04368-1 (Buch-Ausgabe)  
ISBN 978-3-481-04369-8 (E-Book-Ausgabe als PDF)



## Vorwort

### *Von Dachdecker zu Dachdecker ...*

In diesem Buch wird versucht, das Verständnis für die im Dachdeckerhandwerk erforderliche Mathematik zu fördern. Das **Verständnis** für eine Thematik zu erlangen bzw. das **Verstehen** der Hintergründe hat den Vorteil, dass man weniger auswendig lernen muss und auch in Situationen zurechtkommt, die in der vorliegenden Form nicht geübt worden sind.

Durch Bilder und Anwendungsbeispiele aus der Praxis soll gleichzeitig der Sinn und die Notwendigkeit der Mathematik im Dachdeckerhandwerk verdeutlicht werden.

Rechenschritte werden im Buch teils übertrieben ausführlich dargestellt. Das ist so gewollt, um für jeden Leser die Nachvollziehbarkeit jederzeit sicherzustellen. Auch hierdurch wird das Verständnis gefördert.

Es wurde zudem versucht, die Reihenfolge der Kapitel so zu wählen, dass der Schwierigkeitsgrad ansteigt und die Themen aufeinander aufbauen (vom Allgemeinen zum Speziellen). Da gerade in der Mathematik unterschiedliche Themen miteinander verknüpft sind und in der praktischen Mathematik immer wieder einzelne Teile aus den Kapiteln gemeinsam und teilweise zeitgleich zu verwenden sind, ist dieses Vorhaben nicht immer genau umsetzbar.

In dieser **2. Auflage** wurden kleinere Fehler der 1. Auflage korrigiert, Kapitel und Aufgaben aktualisiert und ergänzt und weitere praxisgerechte Themen und Aufgaben mit Abbildungen eingearbeitet:

- Aufmessen in der Praxis
- Bauzeichnungen und Bemaßungen
- praxisgerechte Ergänzungen zur Konstruktion des rechten Winkels im Kapitel „Satz des Pythagoras“
- Ergänzungen und Verbesserungen im Kapitel „Winkelfunktionen“
- weitere Hinweise und Ergänzungen für die Baupraxis

Ich wünsche allen, die sich mit diesem Buch befassen, viel Erfolg auf ihrem beruflichen Weg. Für Anregungen, Verbesserungsvorschläge etc. bin ich jederzeit dankbar.

**Mein Dank für die Hilfe, Beiträge und Unterstützung zu dieser Arbeit geht an**

- das Team der Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, hier ganz besonders an Ute Schikorra und Silke Hagen-Merten für die tolle Zusammenarbeit,
- Gerard Halama und Sven-Erik Tornow von buildIMAGE (1A-BauPR GbR) für die anschaulichen Bilder,
- Rainer Löber von SDS Systems GmbH & Co.KG für die Bereitstellung der kostenlosen Software 3D-DachCAD V6.
- Alle, die ich an dieser Stelle nicht namentlich erwähnt habe und die durch ihre konstruktive Kritik und Ratschläge zu Verbesserungen in der 2. Auflage beigetragen haben.

Mit handwerklichem Gruß  
Jochen Karsch  
Dachdeckermeister und  
Gebäudeenergieberater (HWK)

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Hinweise zum Buch</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b> .....	<b>16</b>
2.1	Rechenoperationen, Schreibweisen, Darstellungen .....	16
2.1.1	Addition, Addieren, Summieren, Hinzuzählen, Plus-Rechnen .....	16
2.1.2	Subtraktion, Subtrahieren, Abziehen, Minus-Rechnen .....	17
2.1.3	Multiplikation, Multiplizieren, Malnehmen .....	17
2.1.4	Division, Dividieren, Teilen .....	17
2.2	Dezimalzahlen .....	19
2.3	Brüche .....	22
2.4	Gemischte Zahlen .....	25
2.5	Gleichungen, Ungleichungen und Variablen .....	26
2.6	Mathematische Gesetze .....	29
2.6.1	Punkt vor Strich, Reihenfolge bei Klammern und Bruchstrichen .....	29
2.6.2	Kommutativgesetz, „Vertauschungsgesetz“ .....	34
2.6.3	Assoziativgesetz, „Verbindungsgesetz“ oder „Verknüpfungsgesetz“ .....	36
2.6.4	Distributivgesetz, „Verteilungsgesetz“, Ausklammern und Faktorisieren .....	37
2.7	Rechnen ohne Taschenrechner .....	38
2.7.1	Addition und Subtraktion .....	39
2.7.2	Multiplikation und Division .....	45
2.7.3	Tipps und Tricks zum Kopfrechnen .....	49
2.8	Runden .....	55
2.9	Potenzen und Wurzeln .....	57
2.9.1	Potenzen .....	58
2.9.2	Binomische Formeln .....	63
2.9.3	Wurzel .....	64
2.10	Umstellen von Gleichungen und Ungleichungen .....	69
2.10.1	Strichrechnung .....	70
2.10.2	Punktrechnung .....	70
2.10.3	Punkt- und Strichrechnung gemischt .....	72
<b>3</b>	<b>Einheiten und Umrechnungen</b> .....	<b>77</b>
3.1	Längenmaße .....	77
3.2	Flächenmaße .....	78

3.3	Volumenmaße .....	79
3.4	Winkelmaße .....	80
<b>4</b>	<b>Einteilen und Materialbedarfsermittlung .....</b>	<b>83</b>
4.1	Gleichmäßiges Einteilen von Längen und Breiten .....	83
4.2	Materialbedarfsermittlung .....	99
<b>5</b>	<b>Flächenberechnung .....</b>	<b>104</b>
5.1	Vierecke .....	104
5.1.1	Quadrat .....	104
5.1.2	Rechteck .....	105
5.1.3	Parallelogramm .....	106
5.1.4	Trapez .....	108
5.2	Dreiecke .....	109
5.2.1	Beliebiges Dreieck .....	110
5.2.2	Rechtwinkliges Dreieck .....	111
5.2.3	Gleichschenkliges Dreieck .....	111
5.2.4	Gleichseitiges Dreieck .....	112
5.3	Polygone, n-Ecke, Vielecke .....	112
5.4	Runde bzw. gerundete Flächen und Längen .....	122
5.4.1	Kreis .....	122
5.4.2	Kreisausschnitt .....	124
5.4.3	Kreisabschnitt bzw. Kreissegment .....	128
5.4.4	Kreisring .....	130
5.4.5	Ellipse .....	131
5.4.6	Kugel und Kugelabschnitt .....	133
<b>6</b>	<b>Volumenberechnung .....</b>	<b>143</b>
6.1	Prismen .....	143
6.1.1	Würfel .....	144
6.1.2	Quader .....	144
6.1.3	Zylinder .....	144
6.1.4	Hohlzylinder .....	145
6.1.5	Schiefe Prismen .....	145
6.2	Pyramiden und Kegel .....	148
6.2.1	Pyramide .....	148
6.2.2	Kegel .....	150
6.2.3	Schiefe Pyramiden und Kegel .....	150
6.2.4	Pyramiden- und Kegelstümpfe .....	151
6.3	Kugel .....	159
6.3.1	Hohlkugel .....	159
6.3.2	Kugelabschnitt .....	159
6.4	Dichte .....	160
6.4.1	Rohdichte .....	161

---

6.4.2	Reindichte .....	161
6.4.3	Schüttdichte .....	161
<b>7</b>	<b>Dreisatz</b> .....	<b>163</b>
<b>8</b>	<b>Prozentrechnen</b> .....	<b>167</b>
8.1	Allgemeine Prozentrechnung .....	167
8.2	Prozente und Prozentpunkte .....	171
8.3	Volumenprozent und Massenprozent .....	171
<b>9</b>	<b>Geometrische Verhältnisse</b> .....	<b>179</b>
9.1	Strahlensätze .....	179
9.1.1	1. Strahlensatz .....	181
9.1.2	2. Strahlensatz .....	181
9.2	Satz des Pythagoras .....	183
9.3	Kathetensatz und Höhensatz .....	191
9.3.1	Kathetensatz .....	191
9.3.2	Höhensatz .....	192
9.4	Winkelbeziehungen, Winkelpaare .....	193
9.4.1	Nebenwinkel oder Ergänzungswinkel .....	193
9.4.2	Scheitelwinkel .....	193
9.4.3	Stufenwinkel .....	193
9.4.4	Wechselwinkel .....	193
9.5	Winkelfunktionen und ihre Umkehrfunktionen .....	194
9.5.1	Sinus-, Kosinus- und Tangensfunktion .....	195
9.5.2	Umkehrfunktionen von Sinus, Kosinus und Tangens .....	211
9.6	Neigungen, Steigungen und Gefälle .....	218
9.6.1	Neigungen .....	218
9.6.2	Steigung und Gefälle .....	218
9.6.3	Umrechnung zwischen Neigung und Gefälle .....	219
9.7	Tangensverhältnisregel .....	220
<b>10</b>	<b>Aufmessen in der Praxis</b> .....	<b>225</b>
<b>11</b>	<b>Projektaufgaben</b> .....	<b>228</b>
11.1	Abdichtungsbahn für ein Hallendach .....	228
11.2	Bekleidung einer Sattelgaube mit Schiefer .....	228
11.3	Ermittlung der Spendensumme durch den Verkauf von Flachdachdämmung .....	229
11.4	Zwischensparrendämmung im Steildach .....	229
11.5	Bestellmenge Faserzementplatten für Deutsche Deckung im Steildach .....	230



11.6	Bestellmenge Kies für schweren Oberflächenschutz . . . . .	231
11.7	Dämmung eines Steildaches mit Mineralwolle . . . . .	231
11.8	Ermittlung der zu montierenden Massen an einer Außenwand . . . . .	232
11.9	Kostenermittlung einer Gefälledämmung für ein Flachdach . .	232
11.10	Auswahl einer neuen Arbeitsstätte . . . . .	233
11.11	Einteilung eines Dachstuhls für die Dacheindeckung . . . . .	233
<b>12</b>	<b>Anhang</b> . . . . .	<b>236</b>
12.1	Griechische Buchstaben . . . . .	236
12.2	Mathematische Zeichen . . . . .	237
12.3	Wichtige Einheitenzusätze . . . . .	238
12.4	Längeneinheiten . . . . .	238
12.4.1	Umrechnung von üblichen Längeneinheiten . . . . .	238
12.4.2	Besondere Längeneinheiten . . . . .	239
12.5	Flächeneinheiten . . . . .	240
12.5.1	Umrechnung von üblichen Flächeneinheiten . . . . .	240
12.5.2	Besondere Flächeneinheiten . . . . .	240
12.6	Volumeneinheiten . . . . .	241
12.6.1	Umrechnung von üblichen Volumeneinheiten . . . . .	241
12.6.2	Besondere Volumeneinheiten . . . . .	241
12.7	Masseneinheiten . . . . .	242
12.7.1	Umrechnung von üblichen Masseneinheiten . . . . .	242
12.7.2	Besondere Masseneinheiten . . . . .	242
12.8	Reihenfolge von Rechenoperationen, mathematische Hierarchie . . . . .	243
12.9	Wichtige Berechnungsformeln . . . . .	243
12.9.1	Umfang und Fläche . . . . .	243
12.9.2	Volumen . . . . .	245
12.9.3	Geometrische Verhältnisse . . . . .	246
12.9.4	Sonstige . . . . .	248
12.10	Bauzeichnungen und Bemaßungen . . . . .	248
12.10.1	Drei-Tafel-Projektion . . . . .	248
12.10.2	Bemaßungsregeln in Bauzeichnungen . . . . .	250
<b>13</b>	<b>Lösungen der Übungs- und Projektaufgaben</b> . . . . .	<b>251</b>
<b>14</b>	<b>Bildnachweis</b> . . . . .	<b>271</b>
<b>15</b>	<b>Stichwortverzeichnis</b> . . . . .	<b>272</b>

# 1 Hinweise zum Buch



## Wozu brauche ich das in der Praxis?

Hier soll ein Bezug zur Praxis geschaffen werden, um zu verdeutlichen, wo z. B. die Inhalte des Kapitels in der Praxis anwendbar sind.



## Praxistipp:

Praxistipps sorgen für eine einfachere oder leichtere Umsetzung mathematischer Aufgaben, ob auf der Baustelle oder im Unterricht.

Wie können auf der Baustelle, bei Planungen oder bei Hausaufgaben und Prüfungen die mathematischen Kenntnisse einfacher und schneller umgesetzt werden?



## Übungsaufgaben:

Hier können jeweils am Ende eines Kapitels der Inhalt geübt und das Wissen getestet werden. **Gerne können Sie auch versuchen, diese Übungsaufgaben zu lösen, bevor Sie sich die dazugehörige Theorie (das Kapitel) ansehen!**

Am Ende des Buches befinden sich die Lösungen zum Abgleich mit den eigenen Ergebnissen.



## Merke:

- Wichtige Fakten, die ständig präsent sein sollten.



## Achtung!

- Die Hinweise weisen auf mögliche Fehlerquellen hin.

## Beispiel:

Beispiele verdeutlichen den dargestellten Inhalt und machen ihn verständlicher.

## Projektaufgaben:

Im *Kapitel 11 Projektaufgaben* werden umfangreichere, praxis- und handlungsorientierte Aufgaben angeboten. Zur Lösung dieser Aufgaben sind Kenntnisse aus diversen Kapiteln dieses Buches bzw. aus verschiedenen Bereichen der Mathematik erforderlich.

**Anhang:**

Im Anhang sind die wichtigsten mathematischen Ausdrücke (Formelzeichen, Einheiten, Umrechnungsfaktoren etc.) übersichtlich zusammengestellt. Diese können u. a. hilfreich bei der Bearbeitung der Übungsaufgaben sein.

**Eingabetipps Taschenrechner:**

Häufig kommt es zu Schwierigkeiten, wenn Formeln sicher in einen Taschenrechner eingegeben werden sollen. Die bezeichneten Abschnitte sollen hierzu Hilfestellungen geben. Es werden jeweils **Screenshots von 2 Taschenrechner-Apps** dargestellt:

1. **herkömmliche Eingabelogik** (siehe *Abb. 1.1: Herkömmliche Eingabelogik*) und
2. **direkte Eingabelogik** (siehe *Abb. 1.2: Direkte Eingabelogik*)

Es sind 2 Varianten erforderlich, da es bei in der Schule brauchbaren Rechnern generell **2 unterschiedliche Eingabelogiken** gibt, die im Folgenden näher erläutert werden. Darüber hinaus gibt es noch eine **3. Eingabelogik**, die allerdings nur bei sehr einfachen Rechnern (z. B. ohne Winkelfunktionen, ohne Potenzen, ohne Wurzelziehen etc.) vorkommt.

Bei jeder Rechnung ist es natürlich erforderlich, zu wissen, wie der jeweilige Rechner (ob in der Schule oder auf der Baustelle, ob auf dem Handy als Applikation oder mit einem herkömmlichen Taschenrechner) von der Eingabelogik her funktioniert. Wenn dies nicht klar ist, können sowohl einfache wie auch kompliziertere Rechnungen schnell zu falschen Ergebnissen führen.

**Versuchen Sie mit einfachen Termen (z. B. den unten aufgeführten Beispielen) herauszufinden, wie Ihr Taschenrechner funktioniert!**

- Sehr einfache Taschenrechner arbeiten mit der sogenannten **sequenziellen Eingabe**. Die gewünschte Operation wird sofort ausgeführt, unabhängig davon, ob andere Operationen eventuell Vorrang hätten.

**Beispiel:**

Der Term  $3 + 7 \cdot 2$  sollte wegen der Regel „Punkt-vor-Strich“ (siehe *Kapitel 2.6.1 Punkt vor Strich, Reihenfolge bei Klammern und Bruchstrichen*) eigentlich 17 ergeben, da  $3 + 7 \cdot 2 = 3 + 14 = 17$ . Arbeitet Ihr Taschenrechner mit der sequenziellen Eingabe, wird die Operation  $3 + 7$  zuerst ausgeführt. Nach Betätigen der „Mal-Taste“ ( $\times$ ) wird das Zwischenergebnis 10 angezeigt. Im Anschluss erfolgt Ihre Eingabe 2 und das Ergebnis ist 20.

Natürlich kann auch dieser Taschenrechner genutzt werden. Allerdings muss die Eingabe dann wie folgt lauten:  $2 \cdot 7 + 3 =$ . Wird der Term also vor der Eingabe von Ihnen umgestellt, erhalten Sie auch so das richtige Ergebnis.

- Bei der sogenannten **algebraischen Eingabelogik** werden generell Regelungen wie „Punkt-vor-Strich“ automatisch berücksichtigt. Die Rangfolge der Operationen wird also unabhängig von der Reihenfolge der Eingabe beachtet. Der wichtige Unterschied liegt in der **Reihenfolge, in der Funktionen** (z. B. Wurzelziehen, Sinus etc.) und **Argumente** (Zahlenwerte) eingegeben werden. In den jeweiligen Kapiteln wird darauf entsprechend eingegangen.



**Abb. 1.1:** Herkömmliche Eingabelogik



**Abb. 1.2:** Direkte Eingabelogik

### Wichtige Hinweise zu den Eingabetipps und zur Bedienung der Taschenrechner:

1. Auf Taschenrechnern haben (je nach Hersteller) gleiche Funktionen **unterschiedliche Tastenbezeichnungen** (z. B. „Enter“ und „=“). Mithilfe der Eingabetipps werden diese Unterschiede mit der Zeit verständlicher.

Die Eingabe der entsprechenden Taste wird in den Eingabetipps mit *Enter/=* (also „Enter“-Taste“ oder „=-Taste“) dargestellt (siehe *Abb. 1.3: Umschalt- und Enter-Taste (herkömmliche Eingabelogik)* und *Abb. 1.4: Umschalt- und Enter-Taste (direkte Eingabelogik)*).

2. Durch die „**Umschalttaste**“ (auch hier gibt es unterschiedliche Bezeichnungen: „Shift“, „2nd“, „Funktion“) werden **weitere Funktionen möglich**. Diese stehen meist kleiner und/oder farbiger dargestellt im oberen Bereich der Tasten oder darüber (siehe *Abb. 1.3: Umschalt- und Enter-Taste (herkömmliche Eingabelogik)* und *Abb. 1.4: Umschalt- und Enter-Taste (direkte Eingabelogik)*).

## 2 Grundlagen

### Ein Spiel:

Denken Sie sich eine Zahl aus und addieren Sie 4! Verdoppeln Sie das Ergebnis. Ziehen Sie nun 5 ab. Ziehen Sie nun noch das Doppelte Ihrer gedachten Zahl ab. Ich wette, das Ergebnis ist 3.

Versuchen Sie das Spiel gerne mit einer weiteren Zahl. Vollkommen egal, welche Zahl Sie sich ausdenken. Das Ergebnis wird immer 3 sein. Woher ich das weiß? Es handelt sich um ein mathematisches Spiel. Und dass das Ergebnis immer 3 ist, lässt sich sogar mithilfe der folgenden **Grundlagen** beweisen.

### Noch ein anderes Spiel?

Denken Sie sich wieder eine Zahl und ziehen Sie 2 ab. Teilen Sie das Ergebnis durch 2. Addieren Sie nun 10 und ziehen Sie nun die Hälfte Ihrer gedachten Zahl ab. Das Ergebnis dürfte 9 sein.



### Wozu brauche ich das in der Praxis?

Nachfolgende Regelungen und Gesetze der Mathematik mögen teilweise als sehr leicht und selbstverständlich, teilweise aber auch „aus der Luft gegriffen“, praxisfremd und unnötig für die Praxis des Dachdeckers erscheinen. Dennoch sind die **Grundlagen** der Mathematik die **Basis**, das **Fundament** für alle darüber hinausgehenden Berechnungen. Ohne das **sichere** Beherrschen mathematischer Grundlagen sind viele andere mathematische Aufgaben nur schwer oder gar nicht nachvollziehbar und somit eventuell auch nicht lösbar.

## 2.1 Rechenoperationen, Schreibweisen, Darstellungen

### 2.1.1 Addition, Addieren, Summieren, Hinzuzählen, Plus-Rechnen

#### Beispiel:

$$20 + 5 = 25$$

(„20 plus 5 gleich 25“)

Die Zahlen 20 und 5 werden addiert, summiert oder zusammengezählt. Das Ergebnis ist 25 und wird als **Summe** bezeichnet.

Die Summe von 20 und 5 ist 25.

In diesem Beispiel sind die Zahlen 20 und 5 jeweils ein **Summand**.

### 2.1.2 Subtraktion, Subtrahieren, Abziehen, Minus-Rechnen

**Beispiel:**

$$20 - 5 = 15$$

(„20 minus 5 gleich 15“)

Von 20 werden 5 subtrahiert bzw. abgezogen. In diesem Beispiel wird die Zahl 20 als **Minuend** und die Zahl 5 als **Subtrahend** bezeichnet. Das Ergebnis, die 15, wird als **Differenz** bezeichnet. Die Differenz von 20 und 5 ist 15.

### 2.1.3 Multiplikation, Multiplizieren, Malnehmen

**Beispiel:**

$$20 \cdot 5 = 100$$

(„20 mal 5 gleich 100“)

In diesem Beispiel werden die Zahlen 20 und 5 miteinander multipliziert bzw. malgenommen. 20 wird mit 5 multipliziert oder malgenommen. Die beiden Zahlen 20 und 5 werden als **Faktoren** bezeichnet. Das Ergebnis, die 100, wird als Produkt bezeichnet. Das **Produkt** von 20 und 5 ist 100.

Andere Schreibweisen sind:

$$20 \cdot 5 = 20 * 5 = 20 \times 5$$

**! Achtung!** Wenn Variablen (siehe *Kapitel 2.5 Gleichungen, Ungleichungen und Variablen*) miteinander oder mit Zahlen multipliziert werden, kann auf das Malzeichen verzichtet werden:

$$ab = a \cdot b = a \times b = a * b$$

$$4x = 4 \cdot x = 4 \times x = 4 * x$$

$$\frac{1}{2}y = \frac{1}{2} \cdot y = \frac{1}{2} \times y = \frac{1}{2} * y$$

### 2.1.4 Division, Dividieren, Teilen

**Beispiel:**

$$20 : 5 = 4$$

(„20 (geteilt) durch 5 gleich 4“)

Die Zahl 20 wird durch 5 geteilt. In diesem Beispiel wird die 20 als **Dividend** (oder als Zähler) und die 5 als **Divisor** (oder als Nenner, siehe *Kapitel 2.3 Brüche*) bezeichnet. Das Ergebnis, die 4, wird als **Quotient** bezeichnet.

Der Quotient von 20 und 5 ist 4.

Andere Schreibweisen sind:

$$20 \div 5 = 20/5 = 20/5 = \frac{20}{5}$$



### Übungsaufgaben:

1. Versuchen Sie mithilfe der vorgegebenen Rechenoperationen und den Ziffern die Zielzahl zu erreichen!

#### Spielregeln:

- Jede Zahl und jede Rechenoperation darf nur einmal verwendet werden.
- Es muss nicht jede Zahl und auch nicht jede Rechenoperation verwendet werden.
- Gegebenenfalls gibt es auch mehrere Lösungen.

#### Beispiel:

- Zielzahl: 87
- Zahlen: 10; 9; 3; 8; 7
- Rechenoperationen: +; ×; -
- Lösung 1:  $87 = 10 \times 9 - 3$
- Lösung 2:  $87 = 10 \times 8 + 7$

- a) Zielzahl: 5; Zahlen: 2; 3; 4; 6; 8; Rechenoperationen: +; -; ÷
  - b) Zielzahl: 15; Zahlen: 1; 2; 3; 4; Rechenoperationen: +; ×
  - c) Zielzahl: 20; Zahlen: 2; 3; 4; 6; Rechenoperationen: +; ×
  - d) Zielzahl: 100; Zahlen: 8; 9; 10; 11; 12; 15; 30;  
Rechenoperationen: +; ×; -
  - e) Zielzahl: 50; Zahlen: 1; 2; 3; 4; 6; 9; Rechenoperationen: +; -; ×; ÷
  - f) Zielzahl: 23; Zahlen: 4; 5; 6; 7; 8; Rechenoperationen: +; -; ×
  - g) Zielzahl: 10; Zahlen: 1; 2; 3; 4; 5; 6; Rechenoperationen: +; ×; -
  - h) Zielzahl: 12; Zahlen: 4; 5; 6; 8; Rechenoperationen: +; ×; -
  - i) Zielzahl: 65; Zahlen: 6; 7; 8; 9; 10; Rechenoperationen: +; ×
  - j) Zielzahl: 36; Zahlen: 2; 4; 6; 12; Rechenoperationen: +; ×; ÷
2. Subtrahieren ist ein anderes Wort für ...
  3. Was ist eine Differenz?
  4. Addieren ist ein anderes Wort für ...
  5. Ein Produkt bezeichnet in der Mathematik ...
  6. Was ist ein Quotient?
  7. Welche Möglichkeiten gibt es, den Ausdruck „100 geteilt durch 4“ darzustellen?
  8. Welche Schreibweisen gibt es für den Ausdruck „265 mal x“?
  9. Was ist eine Summe?
  10. Was ist ein Faktor?
  11. Was ist ein Summand?
  12. Was ist ein Dividend?
  13. Was ist ein Divisor?

## 2.2 Dezimalzahlen

Dezimalzahlen werden mithilfe der Ziffern 0; 1; 2; ... und 9 dargestellt. Bei anderen Systemen, wie z. B. dem Binärsystem am Computer, welches mit nur 2 Ziffern (0 und 1) auskommen muss, kann das anders aussehen. Mit dem Binärsystem zu rechnen, ist im täglichen Leben wenig sinnvoll, sogar unhandlich. Eine Zahl wie z. B. 198 (wofür man im Dezimalsystem 3 Ziffern braucht) sieht im Binärsystem so aus: 11000110.

Es werden also hierfür bereits 8 Ziffern benötigt. Dies ist an dieser Stelle und für unsere Praxis allerdings nicht weiter von Bedeutung.

Aufbau einer Dezimalzahl:

### Beispiel:

Die Dezimalzahl 24.163,9578 kann strukturell wie folgt dargestellt werden:

2 ×	10.000	20.000,0000
+ 4 ×	1.000	4.000,0000
+ 1 ×	100	100,0000
+ 6 ×	10	60,0000
+ 3 ×	1	3,0000
+ 9 ×	0,1	0,9000
+ 5 ×	0,01	0,0500
+ 7 ×	0,001	0,0070
+ 8 ×	0,0001	0,0008
		<b>24.163,9578</b>

### » Praxistipp:

Der Punkt als „1000er-Trennzeichen“ sorgt für einen besseren Überblick.

**!** **Achtung!** In anderen Ländern, wie z. B. Amerika, China, Australien oder England („Punkt-Ländern“), wird als 1000er-Trennzeichen das Komma und der Punkt als Dezimaltrennzeichen (Trennung zwischen Ganzen und Zehnteln) verwendet. Auf dem Display von Taschenrechnern (oder Taschenrechner-Apps) kann es ebenfalls zu einer zunächst fremden Darstellung kommen (siehe *Abb. 2.2.1: Ohne 1000er-Trennung (Beispiel Komma-Länder)*, *Abb. 2.2.2: 1000er-Trennung mit Komma (Beispiel Punkt-Länder)*, *Abb. 2.2.3: 1000er-Trennung mit Punkt (Beispiel Komma-Länder)* und *Abb. 2.2.4: 1000er-Trennung mit Lehrzeichen (Beispiel Komma-Länder)*).

### Beispiel:

Schreibweise Komma-Länder (z. B. Deutschland, Belgien etc.):	12.135,2
Schreibweise Punkt-Länder:	12,135.2

**!** **Achtung!** Ohne besondere Hinweise wird in diesem Buch der Punkt als 1000er-Trennzeichen und das Komma als Dezimaltrennzeichen verwendet!



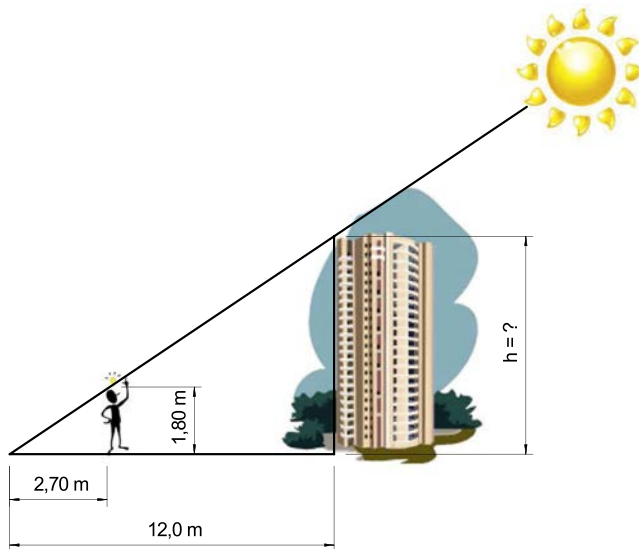
## 9 Geometrische Verhältnisse

Können Sie sich vorstellen, dass es recht einfach ist, in der unten dargestellten Situation (siehe *Abb. 9.1.1: Ermittlung einer Gebäudehöhe mit den Strahlensätzen*) die Gebäudehöhe  $h$  rechnerisch zu ermitteln? Alles, was wir wissen müssen, ist unsere Körpergröße, die Länge unseres Schattens und die Länge des Schattens des Gebäudes. Versuchen Sie es doch einmal! Nehmen wir folgende Maße an:

Körpergröße: 1,80 m

Länge unseres Schattens: 2,70 m

Länge des Schattens des Gebäudes: 12 m



**Abb. 9.1.1:** Ermittlung einer Gebäudehöhe mit den Strahlensätzen

### 9.1 Strahlensätze

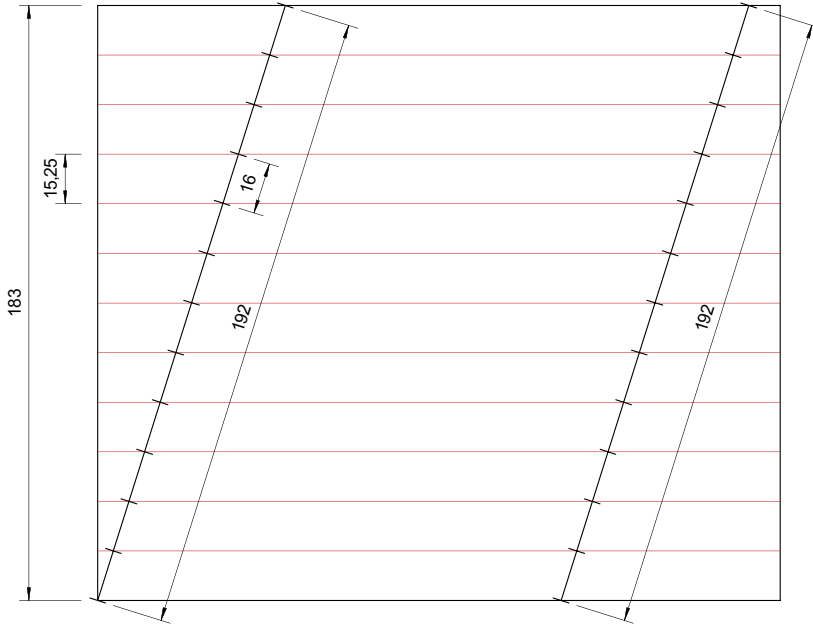


#### Wozu brauche ich das in der Praxis?

Die in *Abb. 9.1.2: Einfache Einteilung mit Strahlensatz* dargestellte Fläche soll waagrecht in gleiche Abstände (z. B. Schnürabstände) eingeteilt werden. In diesem Beispiel hat die Berechnung ergeben, dass eine Gesamtlänge von 183 cm in 12 gleich große Abstände von jeweils 15,25 cm eingeteilt werden soll. Dieses Maß ist

1. nur schwer (genau) zu messen und
2. nur schwer im Kopf aufzuaddieren.

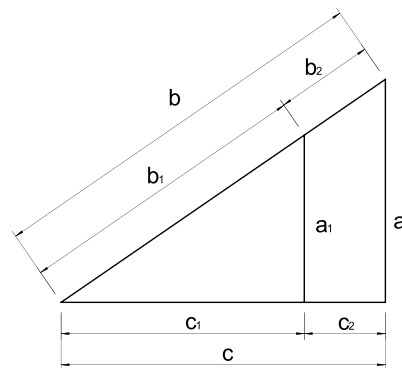
Runden Sie das Schnürmaß auf ein leichter zu rechnendes Maß (z. B. 16 cm) auf. 12 Abstände von jeweils 16 cm ergeben eine Gesamtlänge von 192 cm. Zeichnen Sie eine schräg verlaufende Linie mit einer Länge von exakt 192 cm von Anfang bis Ende der Fläche und teilen Sie diese Linie in 12 gleiche Teile von jeweils 16 cm. Um genau zu arbeiten, machen Sie die Einteilung an beiden seitlichen Enden der Fläche.



**Abb. 9.1.2:** Einfache Einteilung mit Strahlensatz

Um die Strahlensätze verdeutlichen zu können, betrachten wir folgende Grafik (*Abb. 9.1.3: Strahlensätze*).

Das große Dreieck besteht aus den Seiten  $a$ ,  $b$  und  $c$ . An einer beliebigen Stelle kann man dieses Dreieck durch die Gerade  $a_1$  aufteilen. Wichtig dabei ist, dass  $a$  und  $a_1$  **parallel zueinander** sind! Es entsteht ein kleineres (aber zu dem großen **ähnliches**) Dreieck mit den Seiten  $a_1$ ,  $b_1$  und  $c_1$ . Die einzelnen Seiten stehen in einem gewissen Verhältnis zueinander, die in den Strahlensätzen ausgedrückt werden.



**Abb. 9.1.3:** Strahlensätze

## 11 Projektaufgaben

Bei den folgenden Projektaufgaben wird versucht, praxisnah eine alltägliche Baustellensituation darzustellen. Aufgabe ist es, die Problemstellungen möglichst in Eigenregie zu lösen. Es werden nur die nötigsten Angaben gemacht. Die teilweise erforderliche Benennung von Teilflächen und -längen gehört zur Aufgabe dazu. Einheiten und Genauigkeit (Rundungen) werden bewusst nicht vorgegeben und sind Ihnen somit selbst überlassen. Auch die Wege zur Lösung werden nicht vorgegeben und sind somit Teil der Aufgabe.

### 11.1 Abdichtungsbahn für ein Hallendach

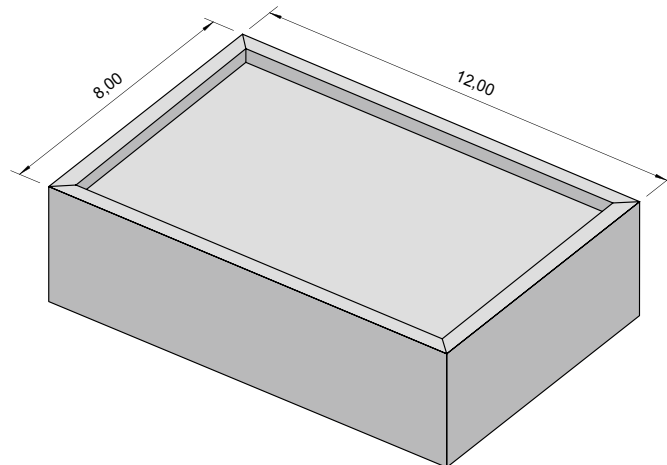
Das Dach einer Lagerhalle soll mit PVC abgedichtet werden. Ermitteln Sie als Basis für die Berechnungen der erforderlichen Materialmengen:

- die Gesamtfläche, die mit PVC abzudichten ist (inkl. Mauerabdeckung)
- die Wandanschlusslänge
- die Länge der Attika-Abdeckung (außen gemessen)

Hilfestellungen, Randbedingungen, Angaben:

- Die Attiken haben eine Höhe von 40 cm und eine Breite von 45 cm.
- Die Breite der Halle beträgt 8 m und die Gesamtlänge 12 m.

Abb. 11.1.1



### 11.2 Bekleidung einer Sattelgaube mit Schiefer

Bevor die Sattelgaube mit Schiefer bekleidet werden kann (Dach- und Wandflächen und Fensterlaibung), soll sie mit Vollholzschalung verschalt werden. Ermitteln Sie hierzu die erforderliche Materialmenge an Schalbret-

tern (zzgl. 7 % Verschnitt)! Die Zeichnung zeigt die fertigen Abmessungen der Verschalung. Die Tiefe der Fensterlaibung beträgt 20 cm. Die Laibung wird ebenfalls verschalt. Beide Dachneigungen (Hauptdachfläche und Gaubendachfläche) betragen  $40^\circ$ . Ermitteln Sie weiterhin die Anschlusslängen (traufseitig und seitlich) und die Kehllängen!

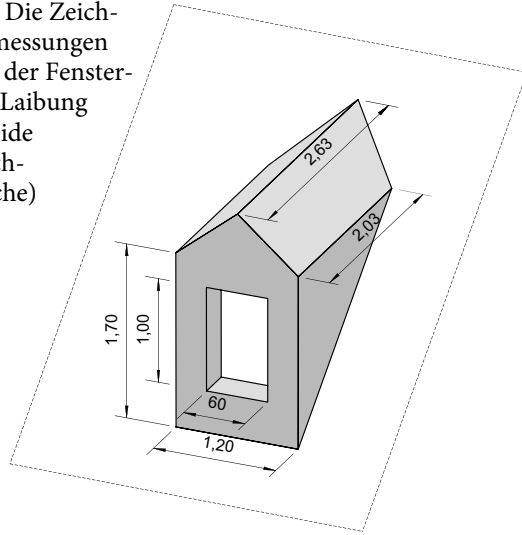


Abb. 11.2.1

### 11.3 Ermittlung der Spendensumme durch den Verkauf von Flachdachdämmung

In Ihrem Ausbildungsbetrieb läuft derzeit eine Spendenaktion. Pro verkauftem  $\text{m}^3$  Dämmung spendet der Betrieb 2 Euro an eine Stiftung. Wie hoch ist die Spendensumme, die durch das Dämmen der dargestellten Flachdachfläche mit Gefälledämmung erreicht wird? Im Bereich des Dachgrabens ist die Dämmung 20 cm dick. Im Bereich der Dachränder beträgt die Dicke der Dämmung 30 cm.

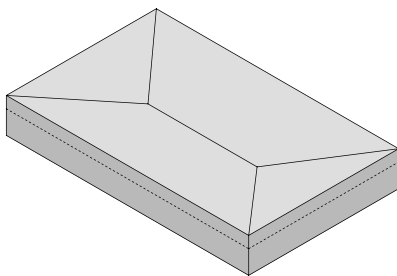


Abb. 11.3.1

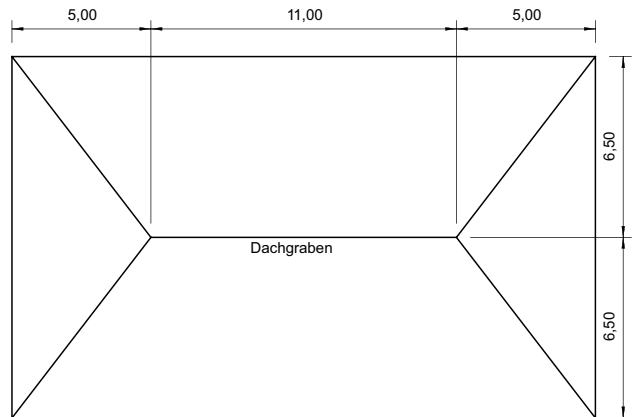


Abb. 11.3.2

### 11.4 Zwischensparrendämmung im Steildach

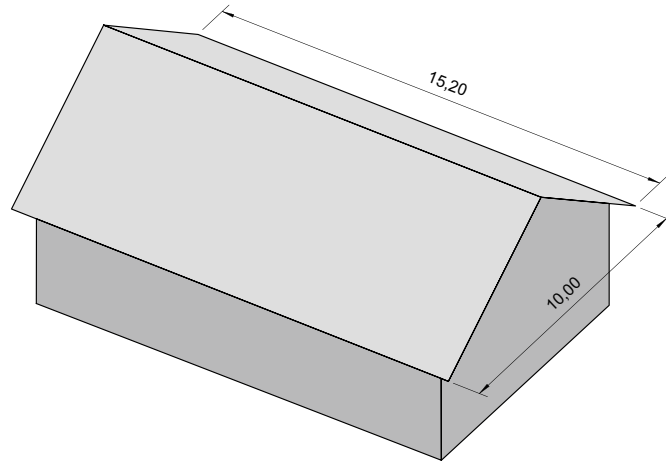
Ermitteln Sie die Menge der Dämmung (in  $\text{m}^2$ ), die als Zwischensparrendämmung zwischen die Sparren montiert wird!

Hilfestellungen, Randbedingungen, Angaben:

- Die Dachneigung  $\alpha$  beträgt  $35^\circ$ .
- Die Breite der Sparren beträgt 8 cm.

- Das lichte Maß zwischen den Sparren beträgt 60 cm.
- Die Ortüberstände (waagrecht gemessen) betragen 60 cm und sind nicht zu dämmen.
- Die Traufüberstände (waagrecht gemessen) betragen 50 cm und sind nicht zu dämmen.

Abb. 11.4.1



### 11.5 Bestellmenge Faserzementplatten für Deutsche Deckung im Steildach

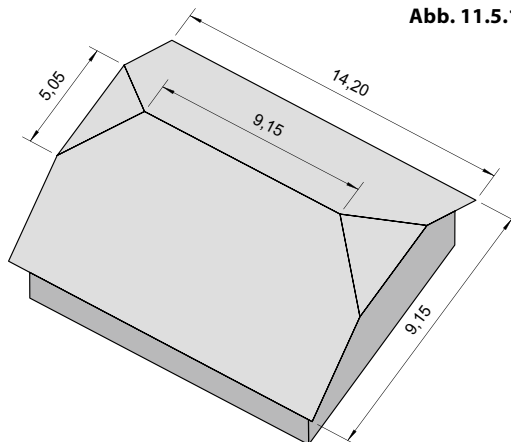
Ermitteln Sie für das dargestellte Dach die erforderlichen Bestellmengen:

- Faserzementdachplatten (Bogenschnitt) im Format 25/25
- als Alternative: Faserzementdachplatten (Bogenschnitt) im Format 30/30
- Unterdeckbahn, Rollenbreite 1,50 m, Überdeckung der Längsnähte 15 cm (Kopfstöße sind zu vernachlässigen)

Hilfestellungen, Randbedingungen, Angaben:

- Bei der Ermittlung der Bestellmengen (Stückzahlen der Faserzementplatten) ist die Materialersparnis an Orten, Graten, Traufen und First durch das Verwenden von Zubehörplatten hier zu vernachlässigen.
- Die Dachneigung  $\alpha$  beträgt  $40^\circ$ .
- Die Höhenüberdeckung beträgt bei beiden Formaten 9 cm.
- Die Seitenüberdeckung beträgt bei beiden Formaten 9 cm.
- Bei den Faserzementplatten ist jeweils ein Bruch bzw. Verlust von 2 % aufzuschlagen.
- Bei der Unterdeckbahn ist ein Verschnitt von 1 % aufzuschlagen.

Abb. 11.5.1



**Jochen Karsch,**  
Dachdeckermeister, Gebäudeenergie-  
berater (HWK) und Ausbildungsmeister am  
Bildungszentrum BGZ Simmerath der Hand-  
werkskammer Aachen.

**„Fachrechnen für die Ausbildung im Dach-  
deckerhandwerk“ vermittelt das notwen-  
dige Grundwissen für die Ausbildung, von  
den Grundrechenarten bis hin zu umfang-  
reichen mathematischen Aufgaben aus  
der Praxis.**

Das Lehr- und Übungsbuch zielt darauf ab,  
das Verständnis für die im Dachdeckerhand-  
werk erforderliche Mathematik zu fördern.  
In Anlehnung an den Rahmenlehrplan  
steigt der Schwierigkeitsgrad von Kapitel zu  
Kapitel, außerdem bauen die Themen auf-  
einander auf. Zudem werden die einzelnen  
Rechenschritte durch zahlreiche Fotos und  
Zeichnungen veranschaulicht. Merksätze, Bei-  
spiele sowie praxisbezogene Hinweise geben  
weitere Orientierung. Die wichtigsten Kapitel  
enthalten darüber hinaus Übungsaufgaben  
mit Lösungen, die eine direkte Überprüfung  
des Erlernten ermöglichen.

In der 2. Auflage sind einzelne Kapitel und  
Aufgaben aktualisiert, zudem sind weitere  
praxisgerechte Themen neu aufgenommen  
worden. So z. B. das Aufmessen in der Praxis,  
Bauzeichnungen und Bemaßungen sowie  
weiterführende Winkelkonstruktionen.

#### **Aus dem Inhalt:**

- Grundlagen
  - Einheiten und Umrechnung
  - Berechnung von Dach- und Wandflächen
  - Volumenberechnung
  - Prozentrechnen
  - Geometrie
  - Winkelfunktionen
  - Aufmessen in der Praxis
- u.v.m.

[www.ddh.de](http://www.ddh.de)  
[www.rudolf-mueller.de](http://www.rudolf-mueller.de)