



Fachmathematik für Maler, Lackierer und Fahrzeuglackierer

7. Auflage

Helmut Heid, Jürgen Reith

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

Europa-Nr.: 44181

Autoren:

Heid, Helmuth
Reith, Jürgen

Künzell
Fulda

Bildbearbeitung:

Verlag Europa-Lehrmittel, Abteilung Bildbearbeitung, Ostfildern

7. Auflage 2020

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

Autoren und Verlag können für Fehler im Text oder in den Abbildungen im vorliegenden Buch nicht haftbar gemacht werden.

ISBN 978-3-8085-4413-6

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

© 2020 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Umschlaggestaltung: Media Creativ, 40724 Hilden

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

Druck: Totem, 88-100 Inowroclaw (PL)

Vorwort

Das Buch „Fachmathematik“ soll in den berufsbildenden Schulen, den überbetrieblichen Ausbildungsstätten und Umschulungsmaßnahmen Verwendung finden. Es dient dem Unterricht im Maler- und Lackierergewerbe sowie den Fahrzeuglackierer/-innen im lernfeldorientierten Unterricht der Berufsschule. Ebenso kann es in Fachschulen bzw. Schulen für Farb- und Lacktechnik sowie zur Vorbereitung auf die Meisterprüfung eingesetzt werden.

Das Mathematikbuch erscheint in der 7., überarbeiteten Auflage unter Berücksichtigung der heutigen technischen und wirtschaftlichen Veränderungen und Entwicklungen.

Aufmaß- und Abzugsregeln entsprechen der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) 2016, Abbildungen und Tabellen erfuhren teilweise erforderliche Veränderungen. Im Anhang befinden sich: Auszug aus der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB), Ausgabe 2016, Teil C, ATV DIN 18363, Formblatt für Aufmaß und Abrechnung, Formblatt für Wärmedämmberechnungen, Formblatt für Lackierkostenermittlung. Alle Stoff- und Lohnkosten wurden aktualisiert. Somit entsprechen die Stoffkosten dem derzeitigen Preisgefüge und die Lohnberechnungen den aktuellen Tarifabschlüssen. Abgaben für Sozialversicherungen und Steuern wurden an einem Stichtag übernommen, sie unterliegen den gesetzlichen Änderungen und müssen ggf. durch die Benutzer aktualisiert werden. Die Abrechnungsverfahren der Urlaubskasse und Zusatzversorgungskasse werden dargestellt und durch Aufgaben unterstützt. Kostenberechnungen für Fahrzeuglackierungen beziehen sich auf neue Kalkulationslisten.

Die lesefreundliche, zweispartige, zum Teil grau unterlegte und bebilderte Buchgestaltung steigert den Aufmerksamkeitswert für den Benutzer. Die einzelnen Stoffgebiete sind übersichtlich und systematisch gegliedert. Übersichten, Tabellen und Abbildungen unterstützen die textlichen Ausführungen und das Erarbeiten der Sachgebiete. Merksätze, Fragen und Aufgaben zu den jeweiligen Themenabschnitten dienen der Lernzielkontrolle bzw. der Vertiefung und Festigung der Lernbereiche.

Die im Buch gewählte Struktur ermöglicht den Lernenden ein selbstständiges Erarbeiten der in den Lernfeldern geforderten unterschiedlichen fachlichen Inhalte.

Die „Hinweise zur Verwendung der Fachmathematik“ auf der Umschlaginnenseite zeigen die schwerpunktmäßige Zuordnung der einzelnen Kapitel der Fachmathematik zu den Lernfeldern.

Zu jedem Kapitel erfolgen fachliche Einführungen in die Sachthemen. Auf eine generelle Umstellung in Kundenaufträge haben wir verzichtet, denn in der Fachmathematik ist es wichtig, dass Auszubildende, Studierende und zukünftige Meister ein Nachschlagewerk für die Berechnung von Kundenaufträgen vorfinden.

Ein schnelles Auffinden von Begriffen und Sachbereichen ermöglicht das Nachschlagen im Sachwort- und Tabellenverzeichnis am Ende des Buches.

Ein Teil der Aufgaben dient dem Einüben der mathematischen Grundlagen, dem Umgang mit Formeln sowie Flächen- und Oberflächenberechnungen unter Einbeziehung kleiner Kundenaufträge. Weitere Aufgaben umfassen größere Kundenaufträge, in denen die erlernten Grundlagen angewendet werden können.

Wir wünschen den Benutzern des Buches ein erfolgreiches Arbeiten beim Erreichen fachlicher Qualifikationen. Wir danken Firmen und Fachkollegen für ihre Anregungen und Unterstützung. Dank sagen wir dem Verlag Europa-Lehrmittel für die Herausgabe dieses Mathematikbuches für das Berufsfeld Farbtechnik und Raumgestaltung.

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1 Grundlagen	1.1 Grundlagen und Wiederholungen	7
	1.1.1 Zahlen und Ziffern	7
	1.1.2 Rechenzeichen	8
	1.2 Grundrechenarten	9
	1.2.1 Addieren und Subtrahieren	9
	1.2.2 Multiplizieren und Dividieren	12
	1.3 Klammerrechnen	15
	1.4 Bruchrechnen	17
	1.5 Gleichungen	20
	1.6 Verhältnisrechnen	21
	1.6.1 Proportionen	21
	1.6.2 Goldener Schnitt	23
	1.7 Schlussrechnen	24
	1.8 Prozente und Zinsen	28
	1.8.1 Prozentrechnen	28
	1.8.2 Zinsrechnen	30
	1.8.3 Rabatt und Skonto	33
	1.8.4 Gewinn- und Verlustrechnen	34
	1.9 Mischungs- und Verteilungsrechnen	35
	1.10 Potenzieren und Radizieren	38
	1.11 Rechenhilfen	39
2 Längen und Flächen	2.1 Längenberechnung und metrisches System	42
	2.2 Maßstabrechnen	43
	2.3 Bemaßen von Zeichnungen	45
	2.4 Flächenberechnung	46
	2.4.1 Viereckige Flächen	48
	2.4.2 Dreieckige Flächen	51
	2.4.3 Satz des Pythagoras	53
	2.5 Regelmäßige Vielecke	55
	2.6 Runde Flächen	56
	2.7 Zusammengesetzte Flächen	61
3 Körper	3.1 Körpereinheiten	64
	3.2 Begriffe der Körperberechnung	66
	3.3 Gerade Körper	67
	3.4 Spitze Körper	71
	3.5 Stumpfe Körper	74
	3.6 Die Kugel	78
	3.7 Zusammengesetzte Körper	79

			Seite
4 Stoffe	4.1	Massenberechnung	81
	4.2	Stoffpreise	84
	4.3	Stoffbedarf	85
5 Abrechnung und Aufmaß	5.1	Aufmaßgrundlagen	87
	5.2	Zuzüge und Abzüge	91
	5.3	Abwicklungen beim Aufmaß	96
	5.3.1	Abwicklung von Flächen	96
	5.3.2	Abwicklung von Futter und Leibung	98
	5.4	Aufmaß verschiedener Bauteile	101
	5.4.1	Türen	101
	5.4.2	Fenster und Fensterläden	104
	5.4.3	Trennwände und Untersichten	107
	5.4.4	Bauteile nach Längenmaß	108
	5.4.5	Metallbauteile	111
	5.4.6	Rohre, Geländer und Zäune, Dachrinnen	113
	5.5	Treppenhaus	116
	5.5.1	Elemente des Treppenhauses	116
	5.5.2	Aufmaß des Treppenhauses	116
	5.5.3	Treppen	118
	5.6	Aufmaß größerer Kundenaufträge	122
6 Fassaden	6.1	Abrechnung – Aufmaßgrundlagen	125
	6.2	Fassadenberechnung	126
	6.2.1	Reihenfassade und Gebäude	126
	6.2.2	Balkone, Loggien und Erker	129
	6.3	Wärmedämmung	132
	6.3.1	Bauphysikalische Begriffe	132
	6.3.2	Bauphysikalische Berechnungen	133
	6.4	Fugenabdichtung	139
7 Wandbekleidungen	7.1	Tapeten	142
	7.2	Aufmaßregeln der VOB	144
	7.3	Tapezierarbeiten	145
	7.4	Wandbeläge	149
	7.5	Spanntechniken	152
8 Bodenbeläge	8.1	Elastische Beläge – Bahnenware	156
	8.2	Textilbeläge – Bahnenware	160
	8.3	Elastische und textile Fliesenbeläge	163
	8.4	Laminat-Bodenbeläge	166
	8.5	Sockelleisten	167
	8.6	Bodenbelagsarbeiten	168

			Seite
9 Fahrzeuglackierung			171
10 Lohnberechnung	10.1	Rahmentarifvertrag (RTV)	185
	10.2	Zuschläge	186
	10.3	Lohnabzüge	187
	10.4	Lohnberechnungen	189
	10.5	Urlaubskasse	193
	10.6	Die Meldung	194
	10.7	Urlaub	195
	10.8	Arbeitspapiere für Arbeitnehmer	198
	10.8.1	Lohnnachweiskarte	198
	10.8.2	Beschäftigungsnachweis	199
	10.9	Erstattung	199
11 Kalkulation	11.1	Kalkulationsgrundlagen	202
	11.2	Lohn- und Stoffpreis	203
	11.3	Maschinen- und Gerätekosten	210
Anhang	Auszug VOB und Formblätter als Kopiervorlage		
	• U-Wert-Berechnung • Auszug VOB/C ATV DIN 18363 – Abschnitt 5 • Auszug VOB/C ATV DIN 18363 – Abschnitt 0 • Formblatt für Aufmaß • Formblatt Lackierkostenermittlung		
Tabellenverzeichnis			
Sachwortverzeichnis			

Hinweis auf Europäische Normen (EN) und DIN-Normen in diesem Werk entsprechen dem Stand der Normung bei Abschluss des Manuskriptes. Maßgebend sind die jeweils neuesten Ausgaben der Normblätter.
Sinngemäß gilt das gleiche für alle amtlichen Richtlinien, Bestimmungen, Verordnungen, Tabellen und Formblättern sowie Lohntarife, Steuern und Angaben.

1 Grundlagen

1.1 Grundlagen und Wiederholungen

Wozu muss der/die Bauten- und Objektbeschichter/-in, Maler/-in und Lackierer/-in und Fahrzeuglackierer/-in rechnen bzw. etwas berechnen? Denken Sie an die unterschiedlich geformten Flächen und Körper, die Sie bearbeiten müssen, an den Werkstoffbedarf, die nötigen Wandbekleidungen (Tapeten) und Bodenbeläge. Und sicher wollen Sie selbst ausrechnen können, wie aus Ihrem Bruttolohn der erheblich niedrigere Nettolohn geworden ist.

Grundlagen für das Fachrechnen im Maler- und Lackiererhandwerk sind wie in allen Berufen die Grundrechnungsarten: Addieren und Subtrahieren, Multiplizieren und Dividieren. Wenn Sie diese vier Grundrechnungsarten beherrschen, fällt Ihnen das Berechnen von Flächen, Körpern, Objekten, Räumen und Fassaden nicht schwer.

1.1.1 Zahlen und Ziffern

Zahlen. Unter der Zahl versteht man einen Wert (3 Tore sind mehr als 2). Wir zählen unsere Werkzeuge, Werkstoffbehälter (Gebinde), die zu beschichtenden Türen und Fenster, die Arbeitsstunden und vieles andere. Dabei gibt es ganze Zahlen und Dezimalzahlen (z. B. 4, 107 – 0,2; 4,375).

Ziffern sind Zeichen für Zahlen. Man unterscheidet römische und arabische Ziffern.

Die römischen Ziffern werden noch in bestimmten Fällen benutzt: als Jahreszahlen an Gebäuden und Denkmälern, als Stockwerkbezeichnungen, bei Herrscher- und Papstnamen (z. B. Kaiser Friedrich II., Papst Johannes XXIII.). Diese Ziffern werden von links nach rechts angeordnet und zusammengezählt. Abgezogen wird ein Wert, wenn er links von einem größeren steht (z. B. IL = 49, nämlich 50 weniger 1). Das gilt für I, X und C. Die Zeichen V, L und D können dagegen nicht links von einem größeren Wert stehen. Dasselbe Zeichen darf nur dreimal rechts aneinandergereiht werden (z. B. VI, VII und VIII, dann IX). Tabelle 1.1 zeigt die römischen Ziffern.

Tabelle 1.1 Römische Ziffern

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	89
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	LXXXIX
10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	1991
X	XX	XXX	XL	L	LX	LXX	LXXX	XC	C	MCMXCI
100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	2020
C	CC	CCC	CD	D	DC	DCC	DCCC	CM	M	MMXX

Die **arabischen Ziffern** haben etwa im 16. Jahrhundert die römischen bei uns abgelöst. Sie bauen auf dem Zehnersystem auf (Dezimalsystem, lat. decem = 10). Zu den Ziffern 1 bis 9 kommt die 0. Beim Dezimalsystem erhält jede Ziffer den zehnfachen Wert, wenn man sie eine Stelle nach links rückt oder eine Null anfügt (z. B. 0,5 – 5 – 50 – 500 – 5.000). Umgekehrt hat jede Ziffer nur den zehnten Teil ihres Wertes, wenn man sie eine Stelle nach rechts rückt (z. B. 5 – 0,5 – 0,05 – 0,005).

Die Grenze zwischen ganzen Zahlen und Dezimalzahlen wird durch ein Komma gekennzeichnet.

Statt des Kommas einen Punkt zu setzen, wäre falsch. Der Punkt trennt nämlich Werte, bei denen kein Dezimalsystem vorliegt.

Beispiel $5.30 \text{ Uhr} = 5 \frac{30}{60} \text{ Stunden (nicht } \frac{30}{100} \text{ !), aber}$

$$5,30 \text{ €} = 5 \frac{30}{100} \text{ €}$$

Größen. Indem wir eben bei den Ziffern die Benennungen „Uhr“ und „€“ eingesetzt haben, bekamen wir Größen. Sie bestehen aus einer Zahl (Maßzahl) und der Benennung, sind also ein Produkt aus Zahlenwert und Einheit. Damit man weiß, was zu berechnen ist, setzt man einheitliche Maßbenennungen nach DIN ein.

Beispiel	20 cm	5,000 kg	15 min
	1,40 m	12,400 l	20 °C
	12,50 cm ²	55,50 €	0,800 kW

1.1.2 Rechenzeichen

Im Grundrechnen brauchen wir vor allem vier Rechenzeichen (mathematische Zeichen).

Addieren	Subtrahieren	Multiplizieren	Dividieren
+	-	.	:
plus (und)	minus (weniger)	mal	geteilt durch
Strichrechnen		Punktrechnen	

In der Technischen Mathematik kommen noch andere Mathematische Zeichen vor. Sie sind international einheitlich und genormt.

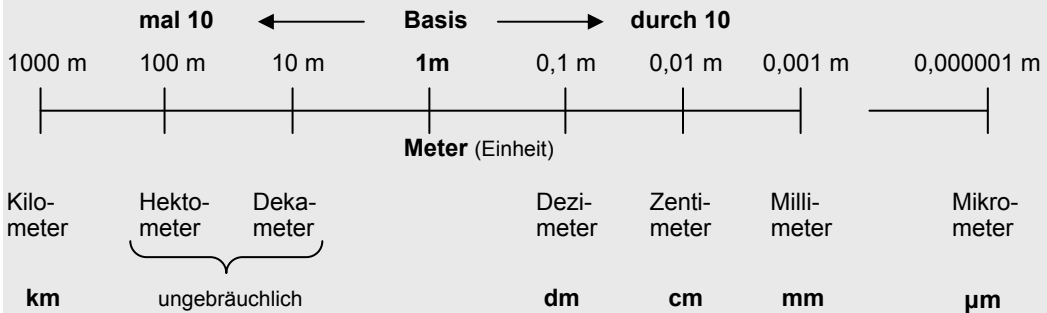
Beispiele	=	gleich	>	größer als	()	runde Klammer
	≈	nahezu gleich	<	kleiner als	[]	eckige Klammer
	≠	nicht gleich		(7 < 9) (9 > 7)	{ }	geschweifte Klammer
	△	entspricht	≤	kleiner gleich	≥	größer gleich
	%	Prozent	√	Wurzel aus	3 ²	zum Quadrat
	Σ	Summe				

2 Längen und Flächen

Das Messen von Längen und Flächen ist wohl die häufigste Tätigkeit beim Aufmaß von Maler- und Lackiererarbeiten. Die gemessenen Größen sind auch ein wesentlicher Bestandteil aller Rechnungen im Maler- und Lackiererhandwerk.

2.1 Längenberechnung und metrisches System

Das auf Meter (m) beruhende metrische System wurde 1872 amtlich in Deutschland eingeführt. Es ist ein Dezimalsystem: Die Umwandlungszahl von einer Größe zur anderen ist 10.



Das metrische System unserer Längenmaße ist ein Dezimalsystem.
 Beim Umrechnen in die nächstgrößere Längeneinheit wird der Wert **durch 10 dividiert**.
 Beim Umrechnen in die nächstkleinere Längeneinheit wird der Wert **mit 10 multipliziert**.

Beispiele

8 mm =
 30 mm =
 5,6 cm =
 19,6 dm =

m	dm	cm	mm
			8
		3	0
		5	6
1	9	6	

Komma

↓
 0,008 m
 0,030 m
 0,056 m
 1,960 m

Verschiedene Pinselarten werden in Zoll (1") angegeben. 1 Zoll $\triangleq$ 25,4 mm.

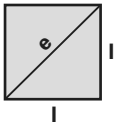
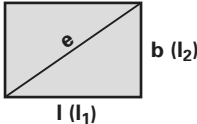
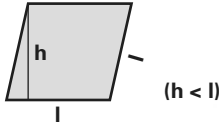
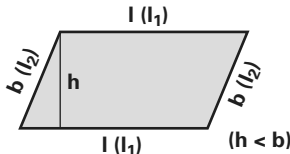
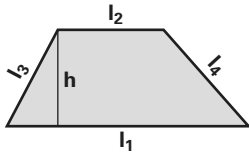
Beispiel Berechnen Sie die Breite des Strichziehers $\frac{3''}{4}$ in mm.

$$\frac{3 \cdot 25,4 \text{ mm}}{4} = 19,05 \text{ mm}$$

2.4.1 Viereckige Flächen

Die vom Maler zu bearbeitenden Bauteile sind vorwiegend viereckige Flächen wie Decken, Fußböden, Wände, Fenster und Türen. Sie haben vier Seiten und bilden vier Winkel, deren Summe immer 360° beträgt (2.5).

Tabelle 2.5 Viereckige Flächen

Benennung / Bild	Formeln	Formelzeichen
Quadrat alle Seiten gleich lang, alle Winkel sind rechtwinklig (90°) 	$A = l \cdot l$ $U = l \cdot 4$ $e = \sqrt{l \cdot l + l \cdot l}$	A = Fläche U = Umfang l = Länge b = Breite e = Diagonale
Rechteck gegenüberliegende Seiten gleich lang und parallel, alle Winkel sind rechtwinklig (90°) 	$A = l \cdot b$ $A = l_1 \cdot l_2$ $U = (l + b) \cdot 2$ $U = (l_1 + l_2) \cdot 2$ $e = \sqrt{l \cdot l + b \cdot b}$	A = Fläche U = Umfang l = Länge (l ₁ , l ₂) b = Breite e = Diagonale
Rhombus oder Raute alle Seiten gleich lang, gegenüberliegende Seiten parallel, gegenüberliegende Winkel sind gleich 	$A = l \cdot h$ $U = l \cdot 4$	A = Fläche U = Umfang l = Länge h = Höhe
Parallelogramm gegenüberliegende Seiten sind gleich lang und parallel, gegenüberliegende Winkel sind gleich 	$A = l \cdot h$ $U = (l + b) \cdot 2$ $U = (l_1 + l_2) \cdot 2$	A = Fläche U = Umfang l = Länge (l ₁ , l ₂) b = Breite h = Höhe
Trapez zwei gegenüberliegende Seiten (l ₁ und l ₂) sind parallel 	$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot h$ $U = l_1 + l_2 + l_3 + l_4$	A = Fläche U = Umfang l = Länge (l ₁ , l ₂ , l ₃ , l ₄) h = Höhe

Stückzahl. Eine Anzahl gleicher Flächen wird mit der Stückzahl multipliziert. Den Multiplikator setzen wir vor das Aufmaß. Zu unterscheiden sind direkte und indirekte Stückzahl. Direkte Stückzahl ist die Anzahl der zu bearbeitenden Teile, indirekte Stückzahl sind die beiden Seiten eines Bauteils (Tür beidseitig, Fenster innen und außen, Balkonunterzüge beidseitig).

Aufmaßansatz: direkte Stückzahl · Breite · Länge · indirekte Stückzahl

Beispiel 4 Türen beidseitig beschichtet = $4 \cdot 0,88^5 \cdot 2,01 \cdot 2$

direkte Stückzahl $\xrightarrow{\quad}$ $\xrightarrow{\quad}$ indirekte Stückzahl

3 Körper

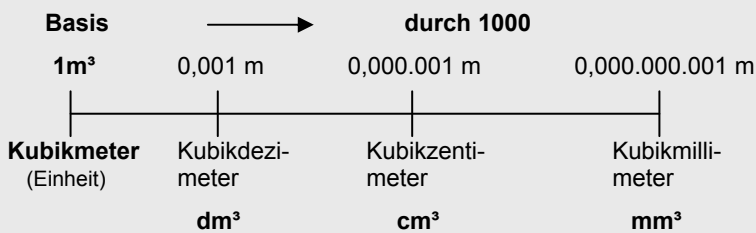
Ein Körper ist ein von ebenen oder gekrümmten Flächen allseitig begrenzter Teil eines Raumes. Die Gesamtheit der Begrenzungsflächen ist die Oberfläche des Körpers, der von ihm eingeschlossene Teil des Raumes sein Volumen. Mit den Kenntnissen der Flächenberechnung ist bereits eine wichtige Voraussetzung zur Körperberechnung erarbeitet worden.

3.1 Körpereinheiten

Maler und Lackierer bearbeiten zwar Flächen, wie wir sie in Abschnitt 2 kennen gelernt haben, doch sind diese Flächen in der Regel Oberflächen von geometrischen Körpern.

Körper haben drei Ausdehnungen (Dimensionen): Länge, Breite und Höhe.

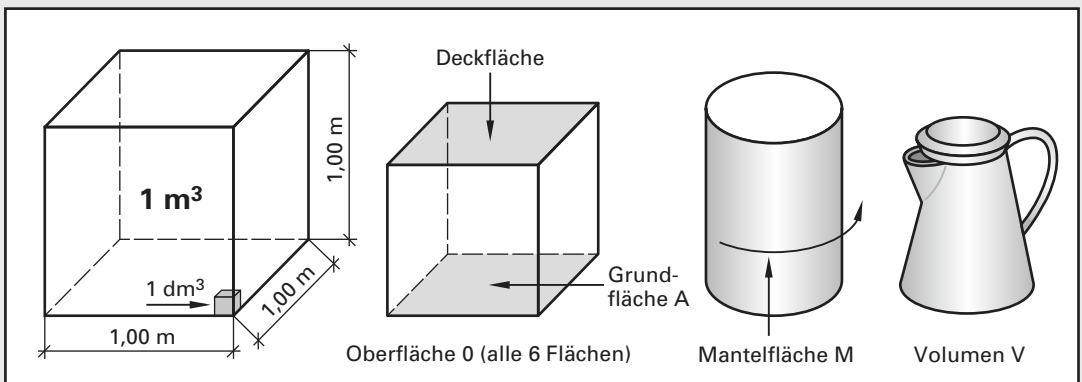
Wir können bei Körpern die Kantenlänge mit der Einheit Meter (m), die Oberfläche mit der Einheit Quadratmeter (m^2) und das Volumen (Rauminhalt) mit der Basiseinheit Kubikmeter (m^3) berechnen.



Die Umrechnungszahl bei Volumeneinheiten ist **1000**.

Beim Umrechnen in die nächstgrößere Volumeneinheit wird der Wert **durch 1000 dividiert**.

Beim Umrechnen in die nächstkleinere Volumeneinheit wird der Wert **mit 1000 multipliziert**.



4 Stoffe

Auf Gebinden und Technischen Merkblättern ist der Stoffverbrauch je m² angegeben. Mit diesen Angaben müssen Sie rechnen können, um z. B. den ungefähren Verbrauch für eine bestimmte Fläche oder Körpezahl zu wissen.

4.1 Massenberechnung

Die von den Herstellern zu ihren Produkten herausgegebenen Technischen Merkblätter geben neben Stoffart und Anwendung auch die Dichte des entsprechenden Produktes an. Für die Ermittlung der Stoffverbrauchswerte (in kg oder l) ist die **Dichte** die notwendige Umrechnungsgröße. Für Stoffberechnungen müssen zunächst einige Begriffe aus der Technologie (Physik) wiederholt werden.

Masse ist das Beharrungsvermögen eines Körpers, d. h., er bleibt im Ruhezustand oder in gleichförmiger Bewegung, wenn keine Kraft auf ihn einwirkt. Die Masse (m) hängt von der Menge (Volumen = V) des Körpers und seiner Stoffart ab. Einheit der Masse ist das Kilogramm (kg).

Dichte. Der Vergleich von 1 kg Polystyrol mit 1 kg Blei zeigt, dass sich die Stoffe trotz gleicher Masse erheblich unterscheiden. Sie haben eine unterschiedliche Dichte. Die Dichte ρ (rho) eines Körpers ermitteln wir, wenn wir seine Masse durch sein Volumen dividieren.

Masse m ist die Eigenschaft eines Körpers, sich Veränderungen seines Bewegungszustands zu widersetzen.

Die Dichte ρ eines Stoffes ist der Quotient aus der Masse m und dem Volumen V.

Einheit der Masse: kg, g, t

Einheit der Dichte: kg/dm³, g/cm³, kg/l, g/ml, t/m³

$$\text{Dichte} = \frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Masse}}{\text{Dichte}} = \frac{m}{\rho}$$

$$\text{Masse} = \text{Dichte} \cdot \text{Volumen} = \rho \cdot V$$

Beispiel Ein Behälter hat ein Volumen von 10 dm³. Wie viele kg Lack mit der Dichte $\rho = 1,5 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ sind im Behälter?

$$m = \rho \cdot V = 1,5 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 10 \text{ dm}^3 = \mathbf{15 \text{ kg}}$$

Umrechnungen. Beschichtungsstoffe werden überwiegend in l angeboten, Spachtelmassen, Edelputze und andere Erzeugnisse dagegen in kg. Für die Kalkulation der Malerbetriebe sind Umrechnungen zwischen Massenangaben in kg und Volumenangaben in l mithilfe der Dichte möglich.

5 Abrechnung und Aufmaß

5.1 Aufmaßgrundlagen

Das Messen mit Gliedermaßstab, Bandmaß oder Lasermeter und das sofortige Aufschreiben der Maße nennt man Aufmessen. Die nach den mathematischen Regeln niedergeschriebenen Längen- und Flächenmaße, Stückzahlen usw. sind das Aufmaß. Es muss unmissverständlich und auch später noch nachvollziehbar sein. Zusammen mit den Preisen je Einheit ist das Aufmaß wichtiger Bestandteil des Angebots. Die gemessenen m, m², Stück usw. (Massen) werden mit den Preisen multipliziert. In derselben klaren Schreibweise wird das Aufmaß für die Rechnung verwendet.

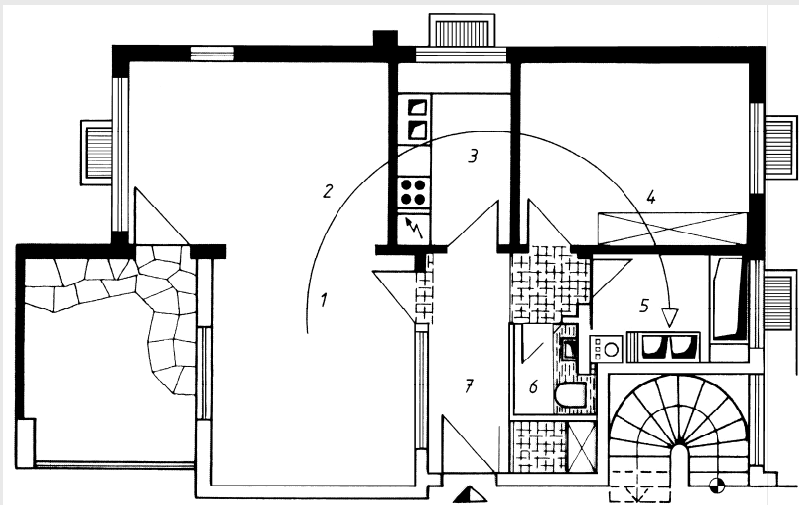
Durch das Aufmessen bekommen Sie ein besseres Vorstellungsvermögen für Längen und Flächen. Sie lernen dadurch räumlich denken, d. h. einen Raum mit seinen Bauteilen und Flächen zu erfassen und wiederzugeben.

Aufmaßregeln: Einige wichtige Regeln zum Erstellen des Aufmaßes wurden in vorherigen Abschnitten schon erwähnt:

- das Setzen der Klammern (s. Kap. 1.3, S. 15)
- das Schreiben der Längenmaße (s. Kap. 2.1, S. 42)
- das Aufmaßschreiben bei vertikalen, horizontalen und anderen Flächen (s. Kap. 2.4, S. 47)
- die direkte und indirekte Stückzahl (s. Kap. 2.4.1, S. 48)
- berechnete Werte dürfen im Aufmaß nicht geschrieben werden (s. Kap. 2.7, S. 62)

Schreiben der Faktoren. Im Gegensatz zu den mit m, m² usw. benannten Größen haben die Faktoren (z. B. die erwähnte Stückzahl, aber auch $\frac{1}{2}$, $1\frac{1}{4}$ usw.) keine Benennung. Solche Brüche müssen als echte Brüche geschrieben werden. Als Dezimalbrüche könnten sie nämlich mit Größen verwechselt werden – z. B. $1\frac{1}{4} = 1,25$ mit 1,25 m.

Reihenfolge der Maße in Räumen (5.1). Neben der erwähnten Maßschreibweise bei vertikalen und horizontalen Einzelflächen gibt es für Raumberechnungen weitere Regeln.



5.1 Nummerierung im Uhrzeigersinn

6 Fassaden

6.1 Abrechnung – Aufmaßgrundlagen

Nach der ATV DIN 18299, Abschnitt 5 gilt, dass eine Leistung aus Zeichnungen zu ermitteln ist, soweit die ausgeführte Leistung den Zeichnungen entspricht. Sind keine Zeichnungen vorhanden, ist die Leistung aufzumessen.

Grundsätzlich gilt, dass zur Ermittlung der Leistung, egal ob sie aus einer Zeichnung oder nach einem Aufmaß erfolgt, nur die tatsächlich behandelte Fläche zugrunde zu legen ist.

Für Innen- und Außenarbeiten gleichen sich die Abzugs- und Zuzugsregeln (siehe ATV DIN 18363, Abschnitt 5 im Anhang, S. 215). Danach werden Öffnungen, Aussparungen und Nischen wie im Kap. 5.2, S. 91 gerechnet.

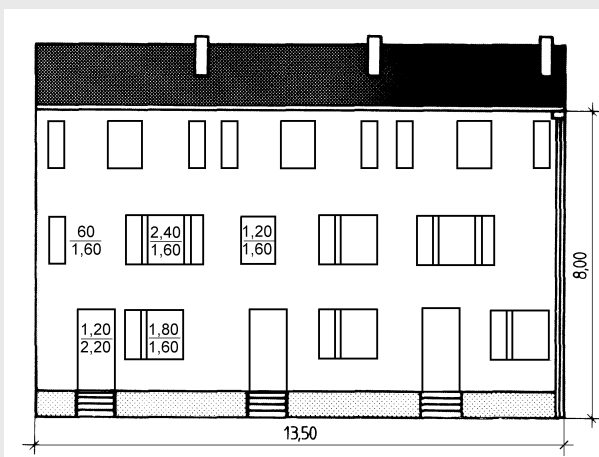
Gesimse, Umrahmungen und Faschen von Füllungen und Öffnungen werden beim Aufmaß der Fassadenfläche übermessen. Gesimse und Umrahmungen werden unter Angabe der Höhe und Ausladung (bei Faschen der Abwicklung) zusätzlich gerechnet. Es wird das größte abgewinkelte Bauteilmaß zugrunde gelegt.

Faschen sind die frontseitige Einfassung in Putz, Stein oder Holz bei Fenster- und Türöffnungen.

Zur Fassadenberechnung gehört in der Regel die Berechnung von Fenster und Eingangstüren, manchmal nur außenseitig. Gleichfalls sind Fensterläden bzw. Rollläden zu berechnen. Zu beschichten und zu berechnen sind auch Dachrinnen und Regenfallrohre sowie Balkonverkleidungen und -geländer.

Außenwandflächen werden genauso wie Innenwandflächen abgewickelt. Die bei stark gegliederten Fassaden üblichen Vor- und Rücksprünge, Gesimse und Brüstungen sind möglichst als Abwicklung aufzunehmen. Eine andere Möglichkeit ist ein erhöhter Preis, Schwierigkeitsfaktor oder Prozentzuschlag, bei figürlichen Bauteilen auch Stückpreis. Bei Giebelflächen werden Flächenteilungen von unten nach oben vorgenommen.

Beispiel 1 Eine Fassade der 60er-Jahre (6.1) wird nach VOB aufgemessen werden. Fenster- und Türleibungen 0,25 m, Fensterbänke werden nicht beschichtet.



Ansatz

Fassade	$13,50 \cdot 8,00$
+ Leibungen	$3 \cdot (1,20 + 2,20 \cdot 2) \cdot 0,25$
+ Leibungen	$4 \cdot (1,80 + 1,60 \cdot 2) \cdot 0,25$
+ Leibungen	$2 \cdot (2,40 + 1,60 \cdot 2) \cdot 0,25$
- Haustüren	$3 \cdot 1,20 \cdot 2,20$
- Fenster	$4 \cdot 1,80 \cdot 1,60$
- Fenster	$2 \cdot 2,40 \cdot 1,60$

6.1 Fassade der 60er-Jahre

9 Fahrzeuglackierung

Kraftfahrzeuge sind Serienfahrzeuge, die in großen Stückzahlen vom Fließband laufen. Auch die Ersatzteile werden in Serien gefertigt, damit sie völlig mit dem Original übereinstimmen und in genügender Stückzahl zur Verfügung stehen. So können die Kosten für die Teile, ihren Einbau und ihre Lackierung genau berechnet werden. Um Leistungen für Fahrzeuglackierungen abzurechnen, stehen den Betrieben zwei Abrechnungssysteme zur Verfügung, das System der Deutschen Automobil Treuhand GmbH (DAT) oder von EurotaxSchwacke: In diesem Buch wird das System von EurotaxSchwacke vorgestellt.

Lackkalkulationssystem. Das Allianz Zentrum für Technik (AZT) und die EurotaxSchwacke GmbH haben in Zusammenarbeit ein Lackkalkulationssystem entwickelt, das die Kalkulation von Materialien zur Reparaturlackierung und der benötigten Arbeitszeiten ermöglicht.

Auf der Basis von Materialart, Lackart und Reparaturart, können zu den jeweiligen Bauteilen die benötigten Werte aus Listen abgelesen oder innerhalb einer EDV gestützten Kalkulation berechnet werden.

Alle Daten der Lackierkalkulationsunterlagen wurden nach REFA-Methoden ermittelt und ausgewertet.

Für die Lackierung von Metallteilen und von Kunststoffteilen gibt es unterschiedliche Lackierstufen, Arbeitsinhalte und Lackiermaterialien, die in jeweils eigenen Tabellen erfasst sind.

Die bei der Lackierkalkulation verwendeten Richtzeiten haben als Ausgangspunkt die lackierfähige Oberfläche. Sie ist dann gegeben, wenn:

1. Die vom Karosseriefacharbeiter bearbeitete Stellen und Teile kontur- und kantengerecht ausgebeult bzw. eingeschweißt sind.
Dies kann, wenn erforderlich, durch ergänzendes, fachgerechtes Aufbringen von aktuellen, dem Stand der Technik entsprechenden Karosseriefüllmassen erfolgen. Die Oberflächen sind abschließend so zu bearbeiten (kein Winkelschleifer), dass der Lackierfachmann mit dem ersten Arbeitsschritt (Schleifen der Übergänge mit Excenterschleifer und z. B. Papier Körnung P120) fortfahren kann.
2. Der Fahrzeuglackierer die jeweilige Fläche in maximal drei Stufen, z. B.
 - Polyesterspachtel, Feinspachtel, Schleiffüller oder
 - Polyesterspachtel, Polyester-Spritzspachtel, Schleiffüller oder
 - Polyester-Spritzspachtel, Schleiffüller

zum Auftrag des Decklackes vorbereiten kann.

Die in der „SchwackeListeLackierung“ abgedruckten Lackierzeitangaben berücksichtigen alle in der Regel auftretenden Lackierungsabläufe, die im Ergebnis eine einwandfreie Qualitätslackierung gewährleisten.

Da für die Kunststofflackierung eigene Lackierstufen, Arbeitsinhalte und zusätzliche Lackiermaterialien zur Anwendung kommen, sind die Fahrzeug-Tabellen in folgende Bereiche unterteilt.

1. Lackierung von Metallteilen
2. Lackierung von Kunststoffteilen

Tabelle 9.1 Vorbereitung zur Lackierung

Vorbereitung zur Lackierung		SCHWACKE II/2012	
Lackart	Uni/Metallic 1-Schicht	Uni/Metallic 2-Schicht	
Werkstoff der Hauptarbeit	Metalteile(e)	Metalteile(e)	Kunststoffteil(e)
Lackierstufe	I, III, IV	I, III, IV	II, Innenteil
Lackierung von Hauptarbeiten	am Fahrzeug ohne Vorlackieren	Std. € 1,3 25.10	Std. € 0,4 25.10
am Fahrzeug mit Vorlackieren	Std. € 1,5 38.90	Std. € 2,1 38.90	Std. € 1,1 38.90
nur abgebaute (Montage-) Teile	Std. € 0,3 25.10	Std. € 0,5 25.10	Std. € 0,5 23.30
Lackierung von Verbundarbeiten bei einem weiteren Werkstoff / Spot Repair	K1N/G, K3	K1N/G, K3	K1R, K2
d.h. zu Metal- zusätzlich Kunststoff-Teil(e) oder zu Kunststoff- zusätzlich Metal-Teil(e) oder zu "abgebaute (Montage-) Teile" zusätzlich Spot Repair	Std. € 0,6 12.00	Std. € 0,5 8.40	Spot Repair Std. € 0,5 8.40
ggf. zusätzlich bei Hauptarbeiten	II, Innenteil	II, Innenteil	
- Lack anmischen mit Mischanlage	Std. € 0,2 --	Std. € 0,3 --	Std. € 0,3 --
- Farbmuster und Farbtonfindung	Std. € 0,2 2.50	Std. € 0,3 2.50	Std. € 0,3 2.50
- 2-Farben-Lackierung	Std. € 0,1 17.00	Std. € 0,1 17.00	
- Abdeckarbeiten am Kunststoffteil	Std. € 0,2 1.40	Std. € 0,2 1.40	
Summen	Std. €	Std. €	Std. €
		* Flächenbearbeitungszeit pro Spot Repair (Siehe Seite 30-31)	Std. € 0,7 3.35

Der Zeit- und Materialaufwand einer Lackreparatur wird für zwei Gruppen von Lackarten angegeben.

Uni/Metallic 1-Schicht

Die Lackart Uni/Metallic 1-Schicht bezieht sich auf die 2K-Decklackmaterialien für eine 1-Schicht-Lackierung

Uni/Metallic 2-Schicht

Die Lackart Uni/Metallic 2-Schicht bezieht sich auf die Lackierung mit Uni- oder Metallic-Basislack, der anschließend mit 2K-Klarlack überzogen wird.

9.2 EurotaxSchwackeliste – Lackierkosten (Auszug)

MERCEDES-BENZ				© by Schwacke 2012 LAK-DE II/2012				MERCEDES-BENZ			
Uni/Metallic 1-Schicht				CLC 180-350 (Mod.09) (C203) Coupé 2008-2011 3-türig				Uni/Metallic 2-Schicht			
Neuteil E Neuteil M I	Oberfläche Innenteil II	Reparatur bis 50% III	Reparatur über 50% IV					Neuteil E Neuteil M I	Oberfläche Innenteil II	Reparatur bis 50% III	Reparatur über 50% IV
Std. €	Std. €	Std. €	Std. €					Pos.	MITTE	Bereich	Std. €
1,5 69,15	0,7 35,33	1,5 43,79	2,4 52,87	2010	Tür vorn komplett		K	1,6 84,28	0,8 40,41	1,7 49,75	2,5 58,38
— —	0,6 25,41	1,3 31,49	2,0 38,02	2015	Tür vorn Oberteil		A-D	— —	0,7 29,06	1,4 35,78	2,1 41,98
— —	0,5 9,93	0,9 12,30	1,3 14,85	2025	Tür vorn Unterteil		E	— —	0,5 11,35	0,9 13,98	1,3 16,40
1,4 19,61	0,5 9,53	0,9 11,81	1,3 14,26	2480	Schweller			1,4 23,69	0,5 10,90	0,9 13,42	1,3 15,74
4,6 119,28	1,0 57,96	2,1 71,83	3,4 86,72	2810	Dach Mittelteil			5,1 144,10	1,1 66,28	2,3 81,61	3,6 95,78
— —	0,4 7,54	0,8 9,35	1,2 11,29	2815	Dach seitlich			— —	0,4 8,63	0,9 10,62	1,2 12,46

10 Lohnberechnung

Lohn ist Entgelt für geleistete Arbeit. Maler/-innen und Lackierer/-innen erhalten Lohn nach dem Rahmentarifvertrag und den Lohntarifverträgen für das Maler- und Lackiererhandwerk. Die Vergütung der Auszubildenden wird nach dem Ausbildungsvergütungsvertrag bundeseinheitlich geregelt.

10.1 Rahmentarifvertrag (RTV)

Der Rahmentarifvertrag für die gewerblichen Arbeitnehmer im Maler- und Lackiererhandwerk ist gültig vom 1. März 2004, i. d. F. vom 6. Februar 2004. Er ist zwischen dem Hauptverband Farbe, Gestaltung, Bautenschutz – Bundesinnungsverband des deutschen Maler- und Lackiererhandwerks, und der Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt, Bundesvorstand, geschlossen worden.

Der räumliche Geltungsbereich umfasst das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland außer Saarland. Zum betrieblichen Geltungsbereich gehören alle Betriebe des Maler- und Lackiererhandwerks, d. h., alle Betriebe und selbstständige Betriebsabteilungen die Maler-, Lackierer-, Tüncher-, Weißbinder-, Schildermaler-, Fahrzeug- und Metalllackierer-, Gerüstbau-, Entrostungs- und Eisenanstrich-, Wärmedämmverbundsystem-, Betonschutz-, Oberflächenanierungs- und Asbestbeschichtungsarbeiten ausführen.

Die regelmäßige wöchentliche Arbeitszeit beträgt 40 Stunden, die werktägliche Arbeitszeit ausschließlich der Ruhepausen beträgt von montags bis freitags 8 Stunden. Von dieser Regelung kann im Einvernehmen zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmer abgewichen werden.

In gesonderten Tarifverträgen zwischen den Landesinnungsverbänden des Maler- und Lackiererhandwerks und den Landesverbänden der IG Bauen-Agrar-Umwelt werden die Löhne und Vergütungen festgelegt. Ab Mai 2020 gelten für gelernte und ungelernte Arbeitnehmer/-innen deutschlandweit einheitliche Mindestlöhne.

Im Tarifvertrag sind die Stundenlöhne nach Lohngruppen Tab. 10.1 eingeteilt.

Ecklohn ist der Lohn, der den Facharbeiter/-innen und Gesellen/-innen mit ordnungsgemäßer Ausbildung ab dem 3. Berufsjahr im Maler- und Lackiererhandwerk gezahlt wird.

Ausbildungsvergütung für neu abgeschlossene Lehrverträge (2019–2021)

	1. August 2018 bis 31. August 2019	1. September 2019 bis 31. Juli 2020	1. August 2020 bis 31. Juli 2021
1. Lehrjahr	620,00 €	650,00 €	680,00 €
2. Lehrjahr	685,00 €	715,00 €	750,00 €
3. Lehrjahr	850,00 €	880,00 €	915,00 €

Die Ausbildungsvergütung für gewerbliche und kaufmännische Auszubildende in Maler- und Lackierbetrieben wurden aufgrund des zentralen Ausbildungsvergütungsvertrages bundeseinheitlich festgelegt. Sie gelten in ganz Deutschland in allen Tarifgebieten (ausgenommen Saarland).

Für in Maler- und Lackierbetrieben beschäftigte Verputzer die überwiegend Verputzarbeiten ausführen gilt ein eigener Tarifvertrag.

Gehaltstarife für kaufmännische bzw. technische Angestellte gibt es seit 2004 im Maler- und Lackiererhandwerk nicht mehr. Neue Verträge sind frei vereinbar.

10.5 Urlaubskasse

Die rechtlichen Grundlagen für die Gemeinnützige Urlaubskasse (**uk**) und die Zusatzversorgungskasse (**zv**) für das Maler- und Lackiererhandwerk sind durch Tarifverträge, die von beiden Tarifvertragsparteien geschlossen und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales für allgemeinverbindlich erklärt wurden, geregelt. Unter das Urlaubskassenverfahren fallen **alle** gewerblichen Arbeitnehmer und **alle** Arbeitgeber im Maler- und Lackiererhandwerk in der Bundesrepublik Deutschland (außer dem Saarland).

Alle technischen und kaufmännischen Angestellten nehmen am Verfahren der Zusatzversorgungskasse im Maler- und Lackiererhandwerk teil.

Jugendliche Arbeitnehmer und Auszubildende und Umschüler nehmen nicht teil.

Die Arbeitgeber erbringen die Mittel für die tariflich festgelegten Leistungen der Urlaubskasse **uk** und **zv** durch den Beitrag. Die Beiträge zur **uk** und **zv** sind der **uk** arbeitnehmerbezogen zu melden und in einer Summe zu zahlen.

Die Beitragssätze (ab 1.1. 2016) sind wie folgt festgelegt:

Beitragssatz uk für gewerbliche Arbeitnehmer	12,30 %	vom Bruttolohn
Beitragssatz zv für gewerbliche Arbeitnehmer	2,00 %	vom Bruttolohn
Gesamtbeitragssatz uk/zv	14,30 %	vom Bruttolohn
Beitragssatz zv für technische und kaufmännische Angestellte	2,00 %	vom Bruttolohn

Grundlage für die Beitragsberechnung ist die ermittelte Bruttolohnsumme.
--

11 Kalkulation

Vielleicht haben Sie schon erfahren, wie viel der Betrieb für eine Gesellenstunde berechnet. Und wie viel bekommt der Geselle, die Gesellin tatsächlich davon? Ist der darüber liegende Betrag nun der Gewinn des Meisters, der Meisterin?

Sie wissen, dass der Betrieb die Hälfte der Sozialversicherungs-Beiträge und die Unfallversicherung allein trägt. Außerdem hat der Unternehmer im Maler- und Lackiererhandwerk noch viele andere Kosten zu tragen, z. B. Urlaubsgeld, Lohnfortzahlung im Krankheitsfall, vermögenswirksame Leistungen, Weihnachtsgeld, Zusatzversorgungskasse. Hinzu kommen Betriebs- und Materialkosten.

11.1 Kalkulationsgrundlagen

Die Abwicklung eines Auftrages im Maler- und Lackiererhandwerk erfordert den Einsatz von Arbeitskräften, Werkstoffen und Kapital. Diese Produktionsfaktoren verursachen Aufwendungen, die als Lohn-, Material- und Gemeinkosten zu veranschlagen sind.

Löhne, also die im Abschnitt 10 behandelten Lohnkosten mit Zuschlägen und die Ausbildungsvergütungen. Der Arbeitgeber zahlt sie allein = direkte (produktive) Lohnkosten.

Stoffkosten, nämlich Kosten für die verarbeiteten Stoffe mit einem prozentualen Zuschlag auf den Einkaufspreis = Verkaufspreis.

Das Maler- und Lackiererhandwerk ist ein lohnabhängiges (lohnintensives) Handwerk, d. h. die Lohnkosten liegen in der Regel höher als die Stoffkosten. Änderungen in der Lohnhöhe machen sich beim Kalkulieren bemerkbar.

Gemeinkosten (nicht Unkosten) ergeben sich sowohl bei den Löhnen als auch bei den Stoffen.

Lohnabhängige Gemeinkosten sind beispielsweise indirekte Lohnkosten (wie Vorbereitung der Stoffe, Wege zwischen Arbeitsstellen, Proben ansetzen), die Arbeitgeberanteile an der Sozialversicherung, Arbeitsbefreiungen bei besonderen Anlässen nach dem Rahmentarifvertrag (z. B. Hochzeit, Todesfall, Urlaubstage). Dazu gehört auch der Fuhrpark des Betriebs, Büro- und Werkstattkosten, wobei die Kosten für Heizung, Stromverbrauch, Beleuchtung und Reinigung besonders in Lackierwerkstätten sehr hoch sind.

Stoffabhängige Gemeinkosten sind u. a. Kosten für Porto, Fracht und Gebühren, bestimmte Anteile für Räume (z. B. Lagerräume), Lohnanteile (z. B. Fahrer der Werkstofftransporte) sowie der Schütt- und Schwundverlust.

Die Prozentsätze für lohn- und stoffabhängige Gemeinkosten werden einmal jährlich vom Betriebsinhaber ermittelt, wozu z. B. das Institut für Betriebsberatung des deutschen Maler- und Lackiererhandwerks Planwerte bekannt gibt.

Schütt- und Schwundverlust ist der Verlustanteil bei Stoffen, der sich durch Aus- und Umfüllen, Eintrocknen, unvermeidbare Reste, Spritzverlust (besonders hoch) und andere Ursachen ergibt. Er wird vom Betrieb bei der jährlichen Inventur (Bestandsaufnahme) in einem Prozentsatz ermittelt und beträgt etwa 5 bis 10 % der Stoffkosten.

Selbstkosten. Lohn- und Stoffkosten und die lohn- und stoffabhängigen Gemeinkosten sind reine Selbstkosten. Sie enthalten noch keinen Gewinn.

Gewinn und Wagnis werden mit einem Prozentsatz von 4 bis 12 % auf den Selbstkostenpreis kalkuliert. Gewinn ist das eigentliche Ziel eines Unternehmens. Es muss außerdem ein Betrag für Anschaffung im Betrieb (Investitionen) angesetzt werden, damit der Betrieb leistungsfähig und damit wettbewerbsfähig bleibt. Hierzu gehören auch Kosten für das Marketing.

Wagnis ist ein Zuschlag, der gewisse Unsicherheiten in der Arbeitsdurchführung finanziell absichern soll (z. B. unbekannte Untergrundmängel, Wetterschäden bei Außenbeschichtungen, Nachbesserungen).

Schema 11.1 zeigt die Grundlagen der Kalkulation in einem schematischen Aufbau zusammengefasst. Da die hinzukommenden Summen einem vorherigen Ergebnis zugeschlagen werden, nennt man diese Kalkulationsart die Zuschlagskalkulation.

Lohnkosten	
+ lohnabhängige Gemeinkosten	
+ Stoffkosten	
+ stoffabhängige Gemeinkosten	
= Selbstkosten	
+ Gewinn und Wagnis	
= Angebotspreis netto ohne MwSt.	
+ Mehrwertsteuer	
= Angebotspreis inkl. MwSt.	

11.1 Kalkulationsaufbau (Zuschlagskalkulation)

Gewinn ist der Zweck eines Unternehmens. Er soll aber auch notwendige Rücklagen für Erhaltung und Verbesserung des Betriebs bringen.
Das Wagnis ist ein Entgelt für das Risiko eines Auftrags mit oft nicht vorausberechenbaren Gegebenheiten und Betriebsverlusten.

11.2 Lohn- und Stoffpreis

Der Lohnpreis ist einer der beiden wichtigsten Bestandteile der Kalkulation, denn steigende Lohnkosten führen zu höheren Selbstkosten.

Beispiel	Ecklohn seit 01.10.2019	17,15 €
	+ 185 % lohnabhängige Gemeinkosten	31,73 €
	= Selbstkosten	48,88 €
	+ 10 % Zuschlag für Gewinn und Wagnis	4,89 €
	= Nettolohnpreis für 1 Std. (netto = ohne Mehrwertsteuer)	53,77 €

Die Lohnminute ist die Kalkulationsgrundlage zur Lohnberechnung der einzelnen Arbeitsgänge pro m², m oder Stück. Die entsprechenden Zeitwerte der Leistungsbeschreibung weisen die Handbücher für das Maler- und Lackiererhandwerk aus.

$$\text{Lohnminute} = \frac{\text{Lohnpreis je Stunde}}{60 \text{ Minuten}} = \frac{53,77 \text{ €}}{60} = 0,90 \text{ €}$$