

Der Auftrag wird schriftlich dokumentiert und von den Vertragsparteien gegengezeichnet.

Zu den einzelnen Themen werden arbeitsteilig arbeitende Teams (*team work based on job-sharing*) [► GK 3] gebildet, die ihre Ergebnisse vorstellen.

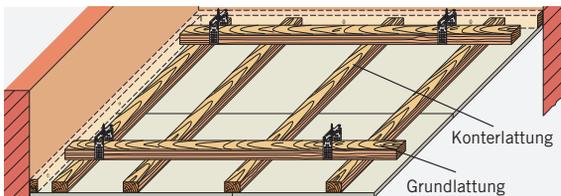
4.4 Konstruktion der Decke

4.4.1 Deckenunterkonstruktion

Die Decke ist verputzt, weshalb auf aufwendige Vorarbeiten verzichtet werden kann. Auch schall- und wärmetechnische Anforderungen müssen berücksichtigt werden. Da der Hauseigentümer sich in der Deckenbeplankung Halogenstrahler wünscht, sind Kabelführungen vorzusehen.

Bedingt durch die Vorgaben wird ein einfacher Konstruktionsaufbau mit **Grund-** und **Konterlattung** (*base and cross-lathing*) (Abb. 1) gewählt.

Die Unterkonstruktion (*underlayment*) besteht aus kammergetrockneten Fichtenlatten 54 × 34 × 2500 mm, vierseitig gehobelt.



1 Unterkonstruktion der Decke mit Konterlattung

Zur **Befestigung** (*fastening*) der Grundlattung an der Stahlbetondecke werden spezielle Befestigungssysteme wie Deckennägel (Abb. 2) gewählt.



2 Deckennagel

Die zulässigen Lasten des einzelnen Dübels werden den Herstellerangaben (Tab. 1) entnommen.

Tab. 1 Zulässige Lasten eines Einzeldübels bei Mehrfachbefestigung nicht tragender Systeme in Beton (Betonzugzone) der Festigkeit C20/25

Typ	effektive Verankerungstiefe h_{ef} (in mm)	minimale Bauteildicke h_{min} (in mm)	zul. Last F_{zul} (in kN)	erforderlicher Randabstand für zul. Last c_{cr} (in mm)	erforderlicher Achsabstand für zul. Last s_{cr} (in mm)
FDN 6	32	80	2,4	150	200

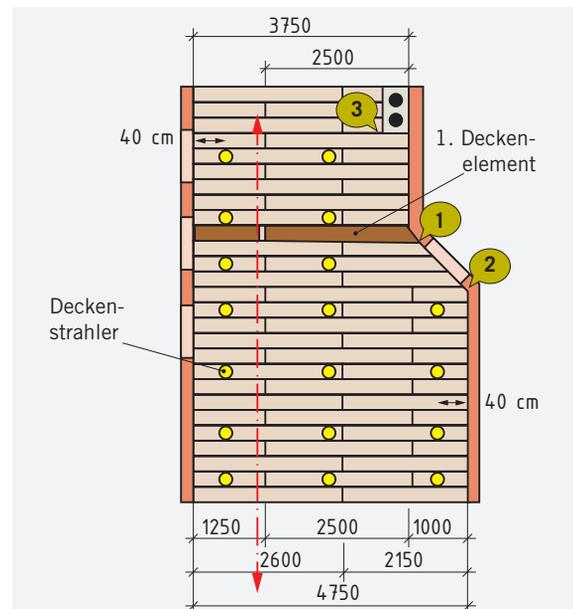
4.4.2 Deckenbeplankung

Für die Deckenbeplankung (*ceiling panelling*) sind Paneele aus MDF-Halbzeugen 2600 × 246 × 10 mm vorgesehen.

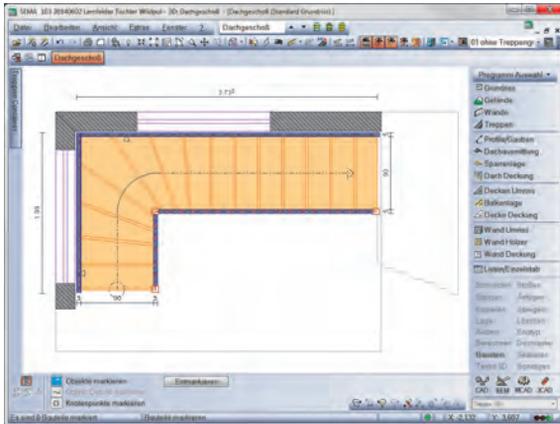
In den Stoßbereichen werden **Konstruktionsleisten** (*structural battens*) zu der Unterkonstruktion montiert. Die genaue Position wird mithilfe eines Verlegplans bestimmt. Die einzelnen Paneele mit Nut und Feder werden mit Klammern direkt auf der Konterlattung befestigt. Das erste Paneel im Wandbereich wird genagelt und die Nagelungen später von einer **Abschlussleiste** (*end profile*) verdeckt (Abb. 3).



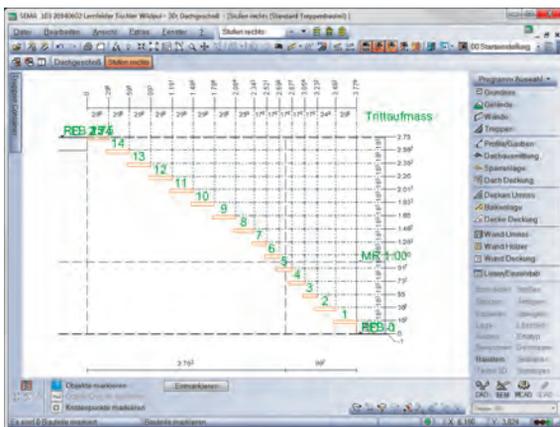
3 Paneele auf der Konterlattung befestigt



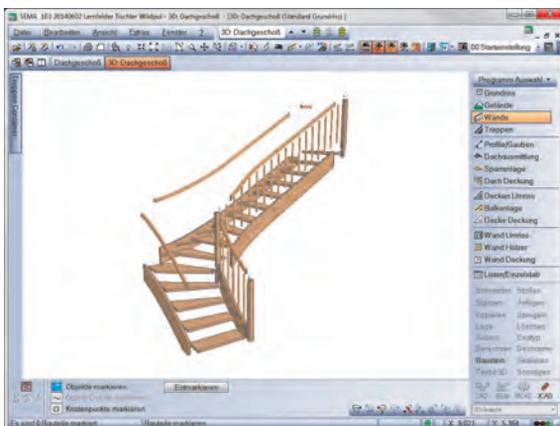
4 Deckenverlegplan



1 CAD-Grundriss mit verzogenen Wendelstufen



2 CAD-Stufenabmantelung der Freiwangen



3 Explosionszeichnung der Einzelteile der Treppe

Papierschablonen für Wangen und Stufen können aus einer CAD-Konstruktion im Maßstab 1:1 ausgeplottet und als **Anreißschablonen** verwendet werden. Auch Geländerbauteile (z. B. Handläufe und Docks) sowie Krümmlinge können so angerissen werden.

7.5 Fertigung der Treppenelemente

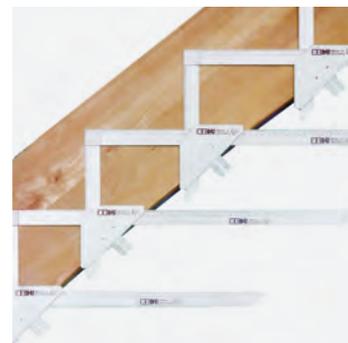


4 Elemente der viertel-pfosten-gewendelten Treppe

7.5.1 Traditionelle Fertigung

Anreißen der geraden Wangenteile

Die Treppenwangenrohlinge werden mit einer **Treppenanreißblehre** (Abb. 5) angerissen. Sie stellt sicher, dass Stufen und Steigungen selbst im Bereich der Schwünge (Wendungen) immer rechtwinklig zueinander bleiben. Für den Bereich mit Eckpfosten gibt es **Hilfsschläge**.



5 Treppenanreißblehre für die Fräs- bzw. Stemmtaschen der Wange

Für geradläufige Treppen kann auch ein **Steigungsdreieck aus Furniersperrholz** gefertigt werden, das an der oberen Wangenkante angelegt wird. Die obere Wangenkante berücksichtigt das Wangenbesteck und hat den richtigen Winkel des Steigungsdreiecks aus a und s .

Anreißen von verzogenen Stufen

Steht kein Treppenprogramm mit CAD-Ausdruck zur Verfügung, wird die Draufsicht der Wendelung als **1:1-Aufriss** auf eine Hartfaserplatte übertragen. Anschließend werden die Rohlinge der einzelnen Stufenformen an den entsprechenden Vorderkanten des Auftrisses angelegt. Mit Winkel und Stift wird die Form auf die Stufenrohlinge (*semi-finished steps*) übertragen.

Ergonomische Höhenmaße

Die Einbeziehung der ergonomisch begründeten Maßvorgaben [► 7.7.7] ist für die Bewältigung der alltäglichen Arbeitsabläufe in der Küche von besonderer Bedeutung.

Bei diesem Projekt ist die Orientierung die **Höhe h_1** der Arbeitsplatte:

Bei den Eltern handelt es sich um mittelgroße Personen, weshalb die **Arbeitsplattenhöhe h_1** bei 900 mm oberhalb OFF liegen soll.

Ellenbogenhöhe: $h_1 + 100$ mm bis 150 mm
 $\Rightarrow 900$ mm + 125 mm = **1025 mm**

Kochfeld h_{kf} :

$h_{kf} = h_1 \Rightarrow$ **900 mm**

Oberkante Spülbecken h_{sp} :

$h_{sp} = h_1 \Rightarrow$ **900 mm**

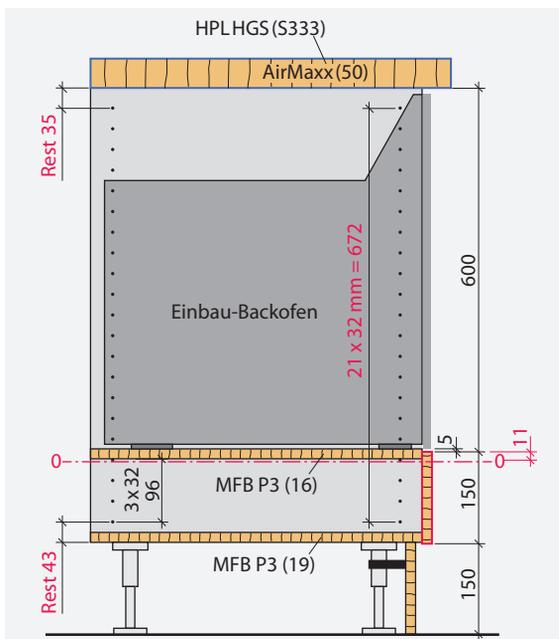
Koordinationsmaße für Einbaugeräte

DIN EN 1116 [► 7.7.6] legt die Koordinationsmaße von Küchenmöbeln für Einbaugeräte in 100-mm-Schritten (± 50 mm) fest.

System 32

Daraus können sich Möbelhöhen ergeben, die nicht mit dem System 32 (*system 32*) [► 5.2.2] übereinstimmen. Reihenlochbohrungen (*hole lines*) im System 32 können nur mit abweichenden oberen und unteren **Restmaßen** angepasst werden.

Das nachfolgende Beispiel (Abb. 1) zeigt eine Möglichkeit, wie Fronthöhen im 150-mm-Rastermaß und 32er-Lochreihen aneinander angepasst werden können.



1 Anwendung Rastermaß 150 mm im System 32

Abweichend von der reinen Bauweise nach dem System 32 haben der obere und untere Abstand der Lochreihe ein anderes Restmaß als 32 mm.

Mit der Entwicklung der CNC- und CAD/CAM-Technik [► 3] ist das reine System 32 jedoch durch variable Anwendungen abgelöst worden.

Bedeutung hat das System 32 aber noch bei der Verarbeitung der meisten Möbelbeschläge (*furniture fittings*) wie Topfscharniere (*concealed hinges*) [► 5.1.8] oder Auszugsführungen (*pullout guide rails*) [► 5.1.19], bei denen die Achsmaße (*dimensions between center lines*) der Bohrungen auf dem System 32 beruhen.

10.2.4 Maße der Korpusse

Bei der Gliederung der Korpusfronten wird zwischen den Türen/Blenden jeweils 2 mm Luft berechnet.

Hochschränke

Korpusbreite:

- Standardkorpus = **600 mm**

Standardbreite der Korpusse in einer Küchenfront:

$\Rightarrow 600$ mm – 2 · 2 mm = **596 mm**

Korpushöhe:

- Ausgehend von 2400 mm Höhe wird die Sockelhöhe mit **140 mm** festgelegt.

Höhe der Korpusfront:

$\Rightarrow 2400$ mm – (140 mm + 2 · 2 mm) = **2256 mm**

Korpusstärke:

- Korpusstärke mit Front = **570 mm**
- Dicke Türen/Blenden = **20 mm**

Korpusstärke (ohne Front):

$\Rightarrow 570$ mm – 20 mm = **550 mm**

Aufsatzschrank

Korpusbreite:

- schmaler Korpus = **450 mm**

Schmalbreite der Korpusfront:

$\Rightarrow 450$ mm – 2 · 2 mm = **446 mm**

Korpushöhe:

- Ausgehend von 1300 mm Höhe

Höhe der Korpusfront:

$\Rightarrow 1300$ mm – 2 · 2 mm = **1296 mm**

Korpusstärke:

- Korpusstärke mit Front = **400 mm**
- Dicke Türen/Blenden = **20 mm**

Korpusstärke (ohne Front):

$\Rightarrow 400$ mm – 20 mm = **380 mm**

2 Automatisierte Bearbeitungstechnik

2.1 Steuerungs- und Regelungstechnik

Der Wunsch, die Holzbearbeitung in großer Stückzahl bei gleichbleibender Qualität durchzuführen, führte zum Einsatz der Steuerungs- und Regelungstechnik (*control technology*). Sie wird sowohl in stationären Standardmaschinen als auch bei automatisierten Kantenanleim-, Hobel- und Kehlmaschinen oder CNC-Bearbeitungszentren (*CNC-machining centres*) angewendet.

2.1.1 Steuern und Regeln

Der Einsatz der Steuer- und Regeltechnik wird am Beispiel einer Kantenanleimmaschine deutlich:

Steuern (*open loop control*) ist ein Vorgang, bei dem die Eingangsgrößen (*input variables*) eines Fertigungsablaufs durch Schalter oder Lichtschranken die Ausgangsgrößen (*output variables*) wie Werkstückvorschub oder Vor- bzw. Rückhub von Fräsworkzeugen (Abb. 1) beeinflussen, ohne dass ein Vollzug rückgemeldet wird.

Kennzeichen einer **Steuerung** ist ein offener Wirkungsablauf (*open action flow*) in einer **Steuerkette** (*control chain*) ohne Rückmeldung (*without checkback signal*) (Abb. 2).

Als Steuerung wird meist auch eine Steueranlage selbst bezeichnet.



2 Darstellung einer offenen Steuerung

Nach dem Energieträger werden folgende Steuerungen unterschieden:

- mechanische (*mechanical*),
- hydraulische (*hydraulic*),
- pneumatische und elektropneumatische (*pneumatical and electro-pneumatical*),
- elektrische (*electrical*),
- elektronische (*electronical*).

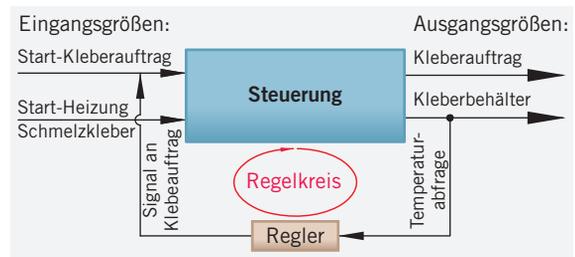
Regeln (*closed loop control*) ist ein Vorgang, bei dem ein Ist-Wert (*actual value*) stetig überprüft, mit dem Soll-Wert (*desired value*) verglichen und abhängig vom Ergebnis im Sinne der Angleichung an den Soll-Wert



1 Steuerung und Regelung an einer Kantenanleimmaschine (*edge banding machine*)

nachgeregelt wird, z.B. die Temperaturabfrage am Schmelzkleberbehälter mit einer Signal-Rückmeldung an die Kleberauftragsrolle (Abb. 1).

Kennzeichen der **Regelung** ist ein geschlossener Wirkungsablauf (*closed action flow*) mit Rückmeldung (*with checkback signal*) in einem **Regelkreis** (*control loop*) (Abb. 3).



3 Darstellung eines geschlossenen Regelkreises

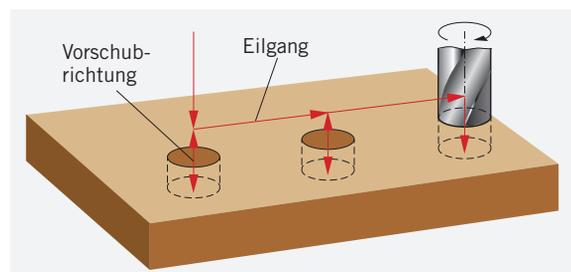
2.1.2 Steuerungsarten

Die Fähigkeit einer automatisierten Werkzeugmaschine wird wesentlich von der Leistungsfähigkeit ihrer Steuerung bestimmt (Abb. 2).

Folgende Steuerungsarten werden unterschieden:

- Punktsteuerungen,
- Streckensteuerungen,
- Bahnsteuerungen.

Punktsteuerungen (*point-to-point controls*) bearbeiten ein Werkstück nur punktuell (Abb. 4). Sie finden bei Bohr- und Stanzautomaten Anwendung.



4 Punktgesteuertes Bohren

Die heute übliche Arbeitsweise wird am Bauhaus erstmals angewendet.

Marcel Breuer, am Bauhaus für Möbelbau zuständig, experimentiert mit Stahlrohr (*steel tube*) und Formteilen (*preforms*) aus laminiertem Furnier und ist damit richtungsweisend für die weitere Entwicklung der Möbelkultur. Heute sind Stahlrohrsessel wie z. B. sein „Wassily“ (Abb. 1) aus vernickeltem, kaltgebogenem Stahlrohr und Eisengarnstoff oder der Freischwinger (*cantilever chair*) Klassiker.



1 B3 Wassily, von Marcel Breuer (1925)

4.2.12 Nach dem Zweiten Weltkrieg

Probleme dieser Zeit sind

- katastrophale Kriegsschäden,
- riesige soziale und wirtschaftliche Probleme, u. a. durch Flüchtlingsströme,
- großer Bedarf an Wohnraum und öffentlichen Gebäuden aller Art,
- Materialmangel und wirtschaftliche Existenzsicherung.

Gestaltungsthemen treten zunächst in den Hintergrund.

„Deutsches Wirtschaftswunder“

Mit der Währungsreform (1948), der Gründung der Bundesrepublik Deutschland (1949) und ausländischen Wiederaufbaukrediten beginnt der Aufschwung in vielen Bereichen; im Krieg zerstörte Industrieanlagen können modern und effektiv wirtschaftend wieder aufgebaut werden.

In der gestalterischen Orientierungslosigkeit nach zwölfjährigem Abgeschnittensein vom internationalen Kulturleben – viele führende Gestalter waren während der NS-Zeit ins Ausland emigriert –, gleichzeitig aber großem Baubedarf wirken am ehesten Prinzipien der Bauhausstradition:

- „Zweckmäßigkeitarchitektur“ für viele dichte Siedlungen und Hochhausstrukturen (u. a. inspiriert von Le Corbusier, Frankreich),

- „organhaftes Bauen“ nach der inneren Logik des Gebäudes, die den Grundriss bestimmt (Hugo Häring und Hans Scharoun),
- Konstruktion als Gestaltungsprinzip: Viele neue Formen und Konzepte sind möglich durch die Entwicklung von Stahl- und Spannbetonbau (*prestressed concrete*) wie bei der Berliner Philharmonie (Abb. 2).



2 Berliner Philharmonie von Scharoun (1956–1963)

Auch hinsichtlich der Gestaltung von **Möbeln** herrscht Orientierungslosigkeit. Es gibt einen Trend weg vom Einzel- hin zum Einbaumöbel (*built-in furniture*) (Abb. 3) ▶ 7.3: Schrank- und Regalwände, Einbauküchen, Phonomöbel oder Sitzgarnituren. Dazu kommen neue Werkstoffe wie z. B. Span- und Faserplatten, Formteile aus synthetischen Werkstoffen, Oberflächenbeschichtung aus Polyester oder Polyurethanlacken.

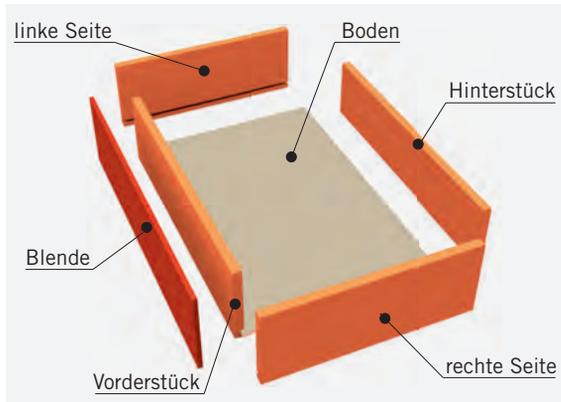


3 Regalsystem von Finn Juhl, ca. 1960

Typisch und populär sind frei gestaltete Tischplattenformen wie die „Nierenform“ (*kidney shape*), schräg angesetzte Beine, Oberflächenbeschichtungen aus den neuen, bunten, glänzenden Schichtstoffplatten (*high-pressure laminates*), die Kombination von hellen (Esche, Ahorn) mit dunklen Hölzern (Nussbaum, Palisander).

5.1.17 Schubkästen aufliegend mit Laufrahmen geführt

Mit Laufrahmen geführte Schubkästen (Abb. 1) aus Holz gelten als „klassische“ Konstruktion. Sie ist fertigungstechnisch die aufwendigste.



1 Elemente des Schubkastens

Elemente des Schubkastens

Konstruktion und Maße der einzelnen Elemente sind unterschiedlich. Seiten und Vorderstück haben meist gleiche Dicke und Höhe.

Die rechte und linke **Seite** sind spiegelbildlich für die Aufnahme des Schubkastenbodens an der Innenfläche durchgehend genutet (Abb. 1).

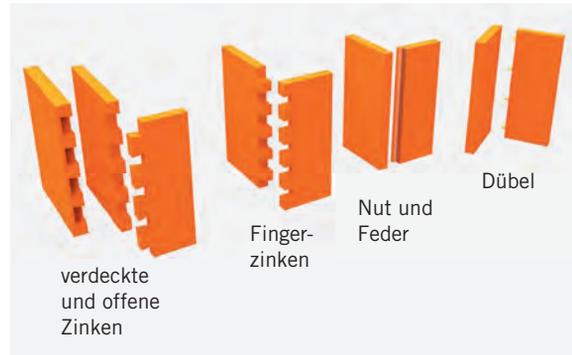
Das **Vorderstück** ist für den Schubkastenboden an der Innenfläche genutet und kann an der Außenfläche unterschiedlich ausgeführt sein (Abb. 1):

- Bei in der Möbelfront sichtbaren Schubkästen kann das Vorderstück gefälzt sowie einliegend vorstehend, bündig oder zurückstehend sein.
- Häufig wird eine Blende aus Vollholz oder Holzwerkstoff aufgedoppelt, mit der die Verbindungselemente verdeckt werden.
- Das Vorderstück oder die Blende kann schlicht glatt oder mit Profilen gestaltet sein.

Das **Hinterstück** hat eine geringere Höhe. Die Unterkante beginnt an der oberen Wange der Bodennut und endet geringfügig unterhalb der Oberkanten der Seiten. Damit sind die oberen und unteren Laufflächen durchgehend und es bildet sich beim Einschub des Kastens kein Luftstau.

Der **Schubkastenboden** schließt den Kasten nach unten ab. Er wird zur Winkelstabilität und Aussteifung des Kastens toleranzfrei in die Bodennut eingepasst und an das Hinterstück geschraubt.

Seiten, Vorder- und Hinterstück können mit **Eckverbindungen** [► GK 11.2.3] wie Zinken, Nut und Federn, Formfedern oder Dübeln (Abb. 2) verbunden werden.



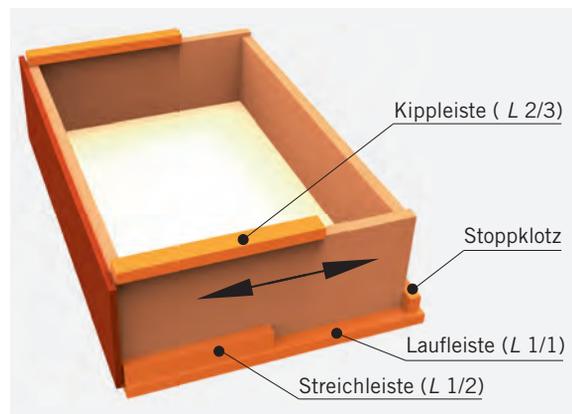
2 Eckverbindungen am Schubkasten

Bei **Zinkenverbindungen** ist die Teilung so zu wählen, dass ein Schwalbenschwanz die Bodennut der Seiten verdeckt [► LF 1.4.2].

Elemente des Laufrahmens

Die Laufrahmen bestehen aus (Abb. 3)

- Laufleisten (untere Führung),
- Kippleisten (obere Führung),
- Streichleisten (seitliche Führung) und
- Stopfklötzen (Begrenzung der Einschubtiefe).



3 Elemente der Laufrahmenführung

Um die **Reibung** zwischen Schubkasten und Laufrahmen [► 5.3.3] beim Auszug und Einschub möglichst gering zu halten, haben sich aus Erfahrung folgende „Faustregeln“ für die Praxis ergeben:

- Die Länge der Kippleisten sollte nur ca. $\frac{2}{3}$,
- die Länge der Streichleisten sollte nur ca. $\frac{1}{2}$ der Schubkastentiefe betragen.

Um ein **Verkanten** [► 5.3.3] zu vermeiden, sollte die Toleranz in der Passung in Breite und Höhe zwischen Schubkasten und Laufrahmen nur ca. 0,5 mm (z. B. Furnierdicke) insgesamt betragen.

7.4 Leichte Trennwände

Leichte Trennwände (*lightweight partition walls*) sind nach DIN 4103 **nichttragende, raumbegrenzende** Elemente des Innenausbau mit raumabschließender Funktion.

Sie werden vornehmlich in Trockenbauweise erstellt und montiert.

7.4.1 Trockenbauweise

Trockenbauweise (*dry construction*) ist eine Bauform, die vornehmlich in bereits vorhandenen Gebäuden angewendet wird. Dabei werden Konstruktionen, hauptsächlich aus industriell vorgefertigten Halbzeugen, mit mechanischen Mitteln (z. B. Schrauben) **trocken** zusammgefügt.

Das bedeutet:

Es werden **keine wasserhaltigen** Baustoffe wie Mörtel, Beton, Putz und Estrich verarbeitet. Ausnahmen bilden einige feuchte Werkstoffe wie Spachtelmassen oder Fliesenklebstoffe bei der Bearbeitung der Oberflächen.

Der Trockenbau bietet sowohl Vor- als auch Nachteile (*advantages and disadvantages*), die bei der Bauplanung berücksichtigt und gegeneinander abgewogen werden müssen (Tab. 1).

Tab. 1 Vor- und Nachteile der Trockenbauweise gegenüber herkömmlicher Bauweise

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> keine zusätzliche Baufeuchte geringere Baumassen hohe Maßgenauigkeit und hoher Anteil an Vorfertigung günstigere Zeitplanung bei Fertigungsablauf und Terminvorgaben hohe Flexibilität bei Veränderung der Konstruktionen und nachträglichen Baumaßnahmen Anpassungsfähigkeit an Anforderungen des <ul style="list-style-type: none"> – Wärme-, – Schall- und – Brandschutzes einfache Integration haustechnischer Installationen Gestaltungsvielfalt 	<ul style="list-style-type: none"> aufwendige Planung und Arbeitsvorbereitung häufig mechanisch geringer beanspruchbare Konstruktionen und Werkstoffe häufig feuchtigkeitsempfindliche Werkstoffe (nachteilig in Nassräumen) meist höhere Werkstoffkosten Sonderanfertigung bei Vorfertigungen aufwendig und kostenintensiv hohe Transportkosten bei zentralen Produktionsstandorten von Vorfertigungen

Die Trockenbauweise wird bei verschiedenen Systemen (Tab. 2) angewendet.

Tab. 2 Beispiele von Trockenbauanwendungen

Trockenbausysteme	Art der Anwendung
Bodensysteme	Trockenunterböden [▶ 7.2.3], Doppelböden
Wandsysteme	Wandverkleidungen [▶ 7.3.1], leichte Trennwände
Deckensysteme	Deckenverkleidung [▶ 7.3.2], Unterdecken

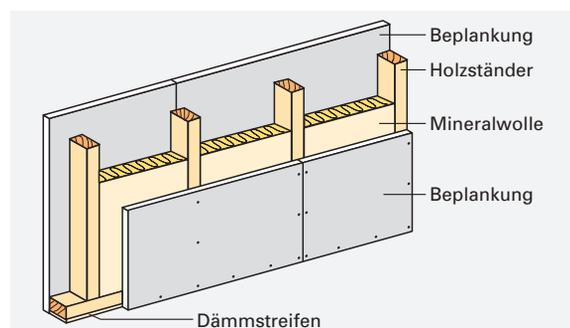
Die sach- und fachgerechte Wahl geeigneter Konstruktionen und Werkstoffe hat im Trockenbau eine hohe Bedeutung. Die Entscheidung für oder gegen bestimmte Werkstoffe beeinflusst sämtliche Bereiche, in denen **Anforderungen an Trockenbausysteme** gestellt werden. Dazu gehören:

- **Wärmeschutz/Feuchteschutz (*thermal protection/moisture protection*):** Wie behaglich wirkt der Raum? Wo könnte sich Tauwasser bilden?
- **Brandschutz (*fire protection*):** Wie gut schützen Konstruktionen gegen Feuer?
- **Schallschutz (*soundproofing*):** Wie gut ist die Raumakustik, wie laut Geräusche aus Nebenräumen zu hören?
- **Ökologie (*ecology*):** Wie umweltverträglich sind die verarbeiteten Werkstoffe?
- **Gestaltung (*design*):** Welche Form oder Oberfläche ist gewünscht?

7.4.2 Aufbau und Konstruktion leichter Trennwände

Leichte Trennwände bestehen aus (Abb. 1)

- **Ständerwerk (*frame work*)** als Unterkonstruktion aus Holz mit Ständern, Riegeln und Schwellen oder aus Stahlprofilen,
- **Beplankung (*panelling*)** als Bekleidung, aus unterschiedlichen Holz- oder Holzwerkstoff-, häufig aber Gipsplatten, die kraft- oder formschlüssig auf der Unterkonstruktion befestigt werden,
- **Dämmung mit Dämmstoffen (*thermal insulation products*)** meist im Hohlraum zwischen den Ständern.



1 Aufbau einer leichten Trennwand mit Ständerwerk aus Holzständern

Erst jetzt werden auf der Lauflinie die Auftrittsbreiten a eingeteilt. Anschließend werden die Stufen verzogen, dabei kann auch eine gerade Anzahl Stufen verzogen werden.

Computer-Treppenprogramme

- nutzen den Raum optimal,
- senken Planungskosten (Zeitbedarf),
- erzeugen CAD-Konstruktionsunterlagen,
- liefern Schablonen für Wangen und Stufen,
- können Treppendaten direkt an CNC-Bearbeitungszentren übergeben und CNC-Programme generieren.

Symmetrische Wangenformen (harmonischer Schwung) sind jedoch nur sehr aufwendig erzeugbar.

8.4 Fertigung von Treppen

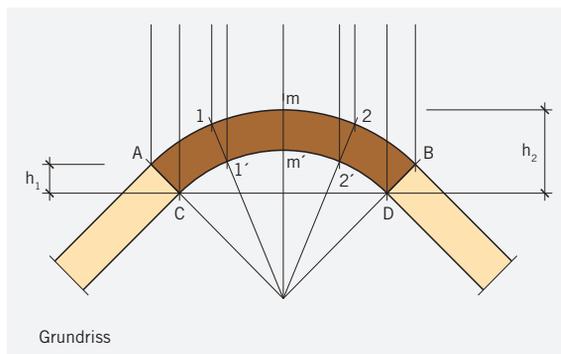
8.4.1 Traditionelle Methoden

Anreißen von Wangen und Stufen

Das traditionell handwerkliche Anreißen (*marking*) ebener Wangenelemente mit Eckpfosten und Stufen ist in [► LF 7] beschrieben.

Anreißen von Krümmlingen

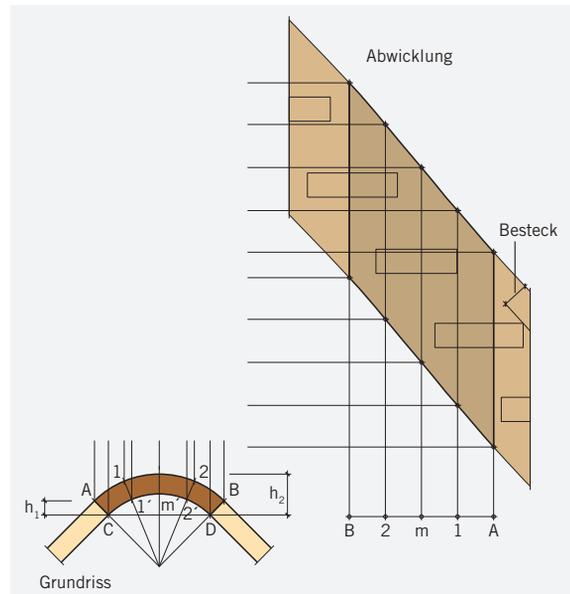
Zuerst wird der Krümmling in der **Draufsicht** gezeichnet und über Winkel in gleichmäßig breite Sektoren (A–1, 1–m, m–2, 2–B) eingeteilt (Abb. 1).



1 Krümmling in der Draufsicht

Der Umfang der stufenseitigen Fläche (A–B) wird über die Kreisumfangsformel ausgerechnet.

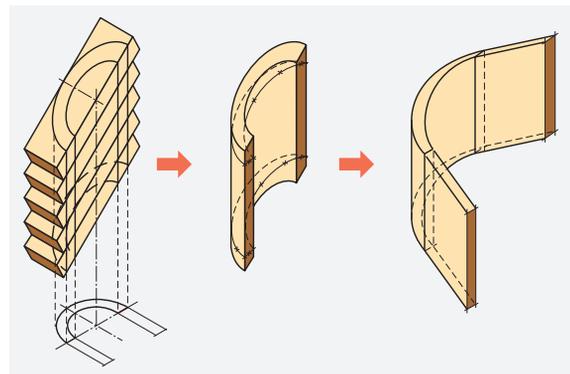
Für die **Abwicklung** des Krümmlings wird ein Rechteck in der Breite des errechneten Umfangs konstruiert. Dann wird die Fläche innerhalb der seitlichen Begrenzung A–B in ebenso viele gleich breite Sektoren eingeteilt wie zuvor die Draufsicht (Abb. 2).



2 Abwicklung des Krümmlings

Die aufrechte Linie m ist die Diagonalachse der Eckstufe.

Über die Steigungshöhen werden die Stufen und das Wangenbesteck eingezzeichnet und über das Wangenbesteck der Schwung konstruiert (Abb. 3). Dabei muss das untere Besteck so korrigiert werden, dass die Wange überall gleich breit bleibt. Die untere Form wird der oberen angeglichen.



3 Konstruieren des „Schwungs“

Anschließend wird die **Verstreckungsschablone** angegrissen (S. 268, Abb. 1). Sie wird später auf die obere Schmalkante des Krümmlings gelegt, die in Laufrichtung ansteigt. Dadurch entspricht die obere Schmalfäche nicht der Draufsicht.

Dazu wird zunächst die Ansicht ermittelt und die Steigungslinie durch die Punkte A und B eingetragen. Aus dem Grundriss werden die Maße h_1 und h_2 übertragen, anschließend die übrigen Punkte.

Die Werte des **Wärmedurchlasswiderstands R** dürfen nicht unterschritten werden.

9.4.2 Wärmeschutznachweis nach der Energieeinsparverordnung

Energieeinsparverordnung – EnEV ab 2016

Da für Beheizung eines Gebäudes und Warmwasser ein erheblicher Anteil Energie verbraucht wird, soll durch die EnEV, die in regelmäßigen Abständen verschärft wird, der Verbrauch von fossiler Energie (*consumption of fossil fuels*) deutlich verringert werden. Ziel ist, dass Gebäude ihre Energie langfristig regenerativ selbst erzeugen (*regenerative heat recovery*) sollen. Für Neubauten ist das ab 2020, für Bestandsbauten ab 2050 geplant.

Für **Neubauten** gibt es neben Anforderungen an den sommerlichen Wärmeschutz im Wesentlichen folgende Anforderungen (*requirements*):

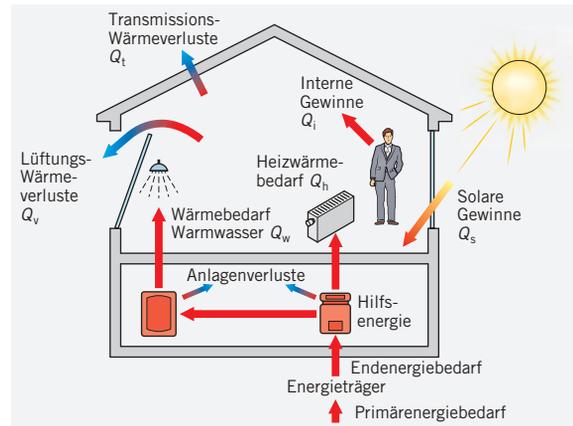
- Der **Transmissionswärmeverlust** bezogen auf 1 m² Umfassungsfläche (mittlerer U -Wert) darf bestimmte Werte nicht überschreiten. Ein frei stehendes Wohngebäude darf einen Wert von $H' = 0,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ nicht überschreiten.
- Der **Primärenergiebedarf** darf nicht höher sein als bei einem definierten Referenzgebäude.
- Der **sommerliche Wärmeschutz** des Hauses entspricht den Vorgaben der Verordnung.

Von der Bilanzierung zum Primärenergiebedarf

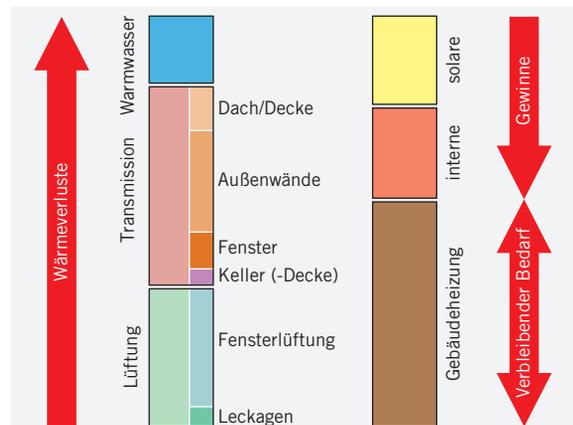
Den größten Teil seiner Wärmeenergie verliert ein Gebäude meist wegen des Wärmeenergieverlustes durch die Bauteile der umfassenden Gebäudehülle. Mithilfe der Bauteil- U -Werte und unter Einbeziehung der einzelnen Bauteilflächen sowie der Klimadaten einer durchschnittlichen Heizperiode lässt sich der voraussichtliche **Transmissionswärmeverlust** vergleichsweise genau berechnen. Der Energieverlust durch die **Belüftung** wird je nach Lüftungsart pauschal nach dem Wohnungsvolumen festgesetzt und mit einer festgelegten Luftwechselrate (*air change rate*) verrechnet. Der Wärmebedarf (*heat requirement*) für die Erzeugung von **Warmwasser** wird mithilfe der Wohnfläche und eines festgelegten Faktors errechnet.

Ein Gebäude kann auch Energie passiv gewinnen (*recovery*) (Abb. 1). Das geschieht durch Sonneneinstrahlung – **solare Gewinne** – und durch den Wärmeverlust von elektrischen Geräten und Bewohnern – **interne Gewinne**. Solare Gewinne werden vorwiegend über Fensterflächen (*window areas*) gewonnen. Da auf der Südseite ein größeres Strahlungsangebot herrscht, werden die verschiedenen Fensterflächenanteile je nach Ausrichtung (*orientation*) unterschiedlich berücksichtigt. Interne Gewinne werden wieder pauschal über die Wohnfläche (*living area*) berechnet.

Verluste und Gewinne werden in der **Bilanzierung** verrechnet (*draw an energy balance*). Den verbleibenden Wärmebedarf muss die Heizungsanlage aufbringen, um die Gebäudetemperatur zu halten (Abb. 2).



1 Energieverluste und Wärmegewinne



2 Bilanzierung der Gewinne und Verluste: typische Anteile bei Neubauten

Bei der Erzeugung von Heizwärme (*generation of thermal heat*) kann die **Heizungsanlage** nur mit einem begrenzten Wirkungsgrad (*efficiency*) bei Erzeugung und Verteilung arbeiten, da immer auch nicht nutzbare Abwärme anfällt. Weiterhin wird für Pumpen und Steuerungen (*control systems*) meist elektrische **Hilfsenergie** benötigt.

Werden **regenerativ** (erneuerbar (*renewable*), z. B. durch Sonnenkollektoren (*solar collectors*)) erzeugte Energieanteile eingespeist, können diese verrechnet werden (S. 285, Abb. 1).

Auch ist es erheblich, mit welchem **Energieträger** (*energy source*) (Öl, Gas, Strom) die Heizwärme erzeugt wird. Bei der Stromerzeugung (*power generation*) in Kraftwerken sowie bei der Stromverteilung (*power distribution*) fallen z. B. Verluste an.

- kann bei großflächigen, frei stehenden Scheiben ein Abstand von ca. 250 mm, unabhängig vom Rahmenwerkstoff, eingehalten werden;
- muss eine Verglasungseinheit über die gesamte Scheibendicke aufliegen;
- sollten bei Weichverglasung die Klötze 2 mm breiter als die Dicke der Isolierglasscheibe sein.

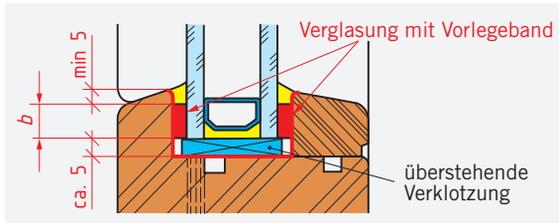
Nach dem Verklotzen muss der Flügel sich einwandfrei öffnen und schließen lassen.

12.5.10 Verglasung von Holzfenstern

Bei Holzfenstern müssen vor der Verglasung Glasfalz und Glashalteleisten grundiert und mit dem ersten Zwischenanstrich versehen sein.

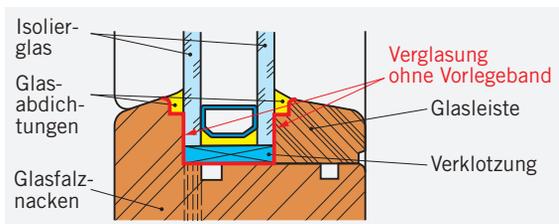
Bei Verglasungen (*glazing*) im Glasfalz von Holzfenstern werden unterschieden:

- **Weichverglasung mit beidseitigem Vorlegeband** (Abb. 1). Die Vorlegebandbreite b muss eine Haftfläche ≥ 5 mm für die elastische Glasabdichtung gewährleisten. Um den Dampfdruckausgleich nicht zu behindern, muss es ca. 5 mm über dem Glasfalzgrund enden.



1 Weichverglasung beidseitig mit Vorlegeband

- **Hartverglasung ohne Vorlegeband** (Abb. 2), die mit einer konstanten Glasfalzgeometrie eine Dreiflankenhaftung ergibt. Um Druckkräfte auf die Glasanten abzufangen, sollte der Abstand zwischen Glasfalzanschlag, Glashalteleiste und Glas 0,5 bis 1 mm betragen.



2 Hartverglasung ohne Vorlegeband

Glasabdichtungen (*seals*)

Glasabdichtungen haben die Aufgabe, zwischen Flügelrahmen und Glasscheibe eine dichte, elastische und dauerhafte Verbindung herzustellen.

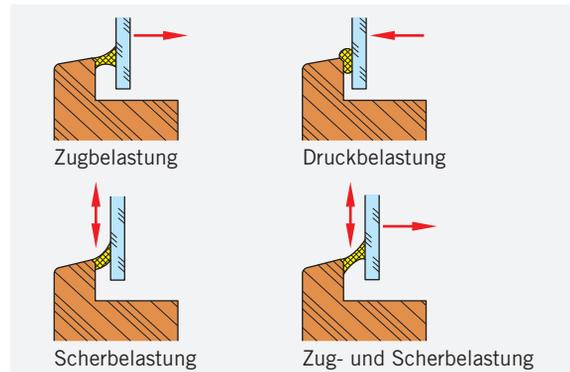
Es werden unterschieden:

- Nassverglasungen mit Dichtstoffen,
- Trockenverglasungen mit Dichtungsprofilen, die vornehmlich bei Fensterprofilen aus Kunststoff und Aluminium [▶ 12.6 und 12.7] eingesetzt werden.

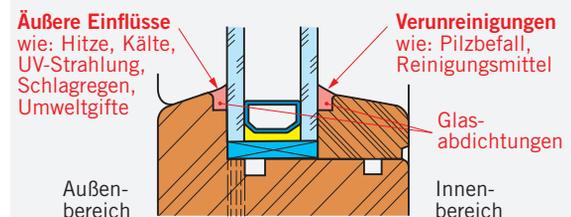
Glasabdichtung mit Dichtstoffen

Die Beanspruchungen der Dichtstoffe sind unterschiedlich. Die Einflüsse können

- mechanisch (Abb. 3) oder
- chemisch oder physikalisch (Abb. 4) sein.



3 Mechanische Belastungen der Glasabdichtungen



4 Chemische/physikalische Belastungen der Glasabdichtungen

Beanspruchungsgruppen

Ein Lösen der Dichtstoffe vom Glas oder Flügelrahmen kann zu dauerhaften Schäden am Fenster selbst führen.

Wegen der Beanspruchungen müssen Dichtstoffe alterungsbeständig (*age-resistant*) und unempfindlich (*hard-wearing*) gegen Witterungseinflüsse sein und dürfen keine aggressiven oder giftigen Bestandteile enthalten.

Das Institut für Fenstertechnik e.V. Rosenheim ift hat in Abstimmung mit der DIN 18545 Richtlinien „zur Ermittlung der Beanspruchungsgruppe (*stress group*) zur Verglasung von Fenstern“ erstellt. Danach werden Beanspruchungsgruppen 1 bis 5 für die erforderlichen Verglasungssysteme Va 1 bis Va 5 sowie Vf 3 bis Vf 5 festgelegt (S. 342, Tab. 1).

Aus zwei vorgegebenen Winkeln eines beliebigen Dreiecks kann der dritte Winkel bestimmt werden.

Beispiel

Eine Platte in Form eines Dreiecks hat die Winkel $\alpha = 37^\circ$ und $\beta = 81^\circ$.

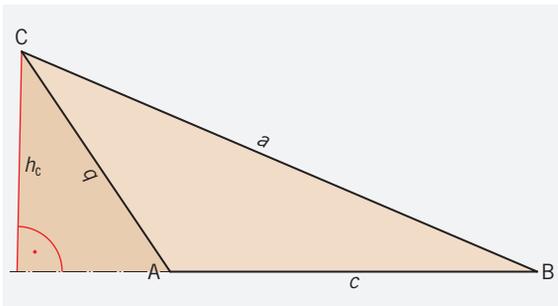
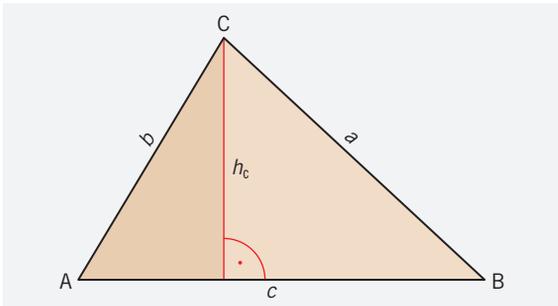
Wie viel misst der Winkel γ ?

$$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ \Leftrightarrow \gamma = 180^\circ - \alpha - \beta$$

$$\Rightarrow \gamma = 180^\circ - 37^\circ - 81^\circ = 62^\circ$$

Die Senkrechte (das Lot) von einem Eckpunkt auf seine gegenüberliegende Seite (oder deren Verlängerung) heißt **Höhe h** (Abb. 1). Die drei Höhen schneiden sich im **Höhenschnittpunkt H** , der auch außerhalb des Dreiecks liegen kann.

Jedes beliebige Dreieck wird von jeder Höhe in zwei rechtwinklige Teildreiecke unterteilt.



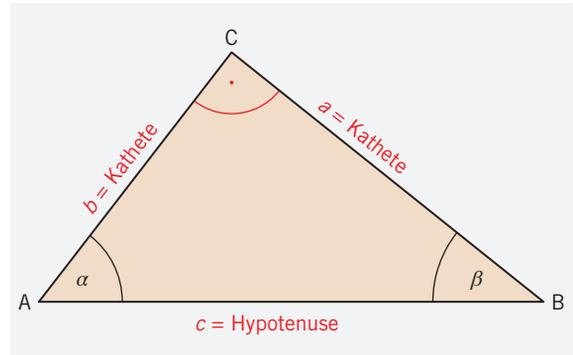
1 Höhen am Dreieck

1.3.2 Rechtwinklige Dreiecke

Dreiecke, in denen ein **Winkel 90°** beträgt, werden rechtwinklige Dreiecke (*right-angled triangles*) genannt.

Im rechtwinkligen Dreieck (Abb. 2)

- wird die dem rechten Winkel, meist γ , gegenüberliegende Seite, meist c , **Hypotenuse** genannt.
- Die beiden anderen Seiten sind die **Katheten**. Bezogen auf den Winkel
 - α ist a die Gegenkathete und b die Ankathete,
 - β ist a die Ankathete und b die Gegenkathete.



2 Rechtwinkliges Dreieck

Ein für die praktische Anwendung bedeutsamer mathematischer Satz für rechtwinklige Dreiecke ist der Lehrsatz des Pythagoras (*Pythagorean theorem*) [► GK M 2.3.2].

Lehrsatz des Pythagoras

An einem rechtwinkligen Dreieck ist die Summe der Flächeninhalte der Quadrate über den Katheten gleich dem Flächeninhalt des Quadrats über der Hypotenuse.

Der Lehrsatz des Pythagoras wird durch folgende Formel ausgedrückt:

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Aus zwei vorgegebenen Seitenlängen eines rechtwinkligen Dreiecks kann die dritte Seitenlänge durch Umformung bestimmt werden (Abb. 3).

Beispiel

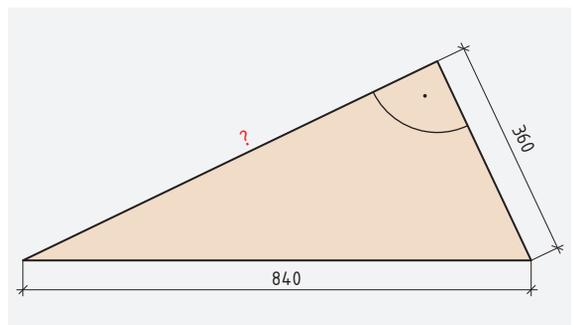
Eine Platte in Form eines rechtwinkligen Dreiecks hat die Seitenlängen $a = 360$ mm und $c = 840$ mm. Wie viel mm misst die Seitenlänge b ?

$$a^2 + b^2 = c^2 \Leftrightarrow b^2 = c^2 - a^2$$

$$\Leftrightarrow b = \sqrt{c^2 - a^2}$$

$$\Rightarrow b = \sqrt{840^2 \text{ mm}^2 - 360^2 \text{ mm}^2} = \sqrt{576\,000 \text{ mm}^2}$$

$$\Rightarrow b = 758,9 \text{ mm}$$



3 Anwendung des Satz des Pythagoras

5 Einbau- und Küchenmöbelkonstruktionen ▶ 7.6 bis 7.7

Aufgabe 5.1 Wandanschlüsse am Einbauschränk

Zeichnen Sie auf A4-Hochformat die Wandanschlüsse mit den Türbeschlägen eines Einbauschranks jeweils als horizontale Teilschnitte im Maßstab 1:1 nach freier Konstruktionswahl.

Aufgabe 5.2 Boden- und Deckenanschlüsse am Einbauschränk

Zeichnen Sie auf A4-Hochformat die Boden- und Deckenanschlüsse eines hinterlüfteten Einbauschranks jeweils als vertikalen Teilschnitt im Maßstab 1:1 nach freier Konstruktionswahl.

Aufgabe 5.3 Sechstüriger Einbauschränk

Zeichnen Sie auf A4-Hochformat die Vollschnitte A-A und B-B des sechstürigen Einbauschranks im Maßstab 1:5 nach freier Wahl der Konstruktionen.

Schüler:	Projekt:	Schule:	
Klasse:	Boden- und Deckenanschlüsse am Einbauschränk		Maßstab: 1:1
Datum:		Zng.-Nr.:	5.2

Schüler:	Projekt:	Schule:	
Klasse:	Wandanschlüsse am Einbauschränk		Maßstab: 1:1
Datum:		Zng.-Nr.:	5.1

Schüler:	Projekt:	Schule:	
Klasse:	Sechstüriger Einbauschränk		Maßstab: 1:5
Datum:		Zng.-Nr.:	5.3